

ЗАБОЛОТСКИХ В.В.**ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОАДАПТИВНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Аннотация. В статье рассматривается влияние современного интенсивного сельскохозяйственного производства на экологическое состояние природных систем, в том числе почвы. Автор представляет адаптивные агроэкосистемы как основу для решения проблем в аграрном секторе. В статье рассматриваются пути и методы восстановления экологической устойчивости и эффективности использования аграрных систем через приближение их к природным экосистемам.

Ключевые слова: адаптивные агроэкосистемы, экоадаптивное сельское хозяйство, плодородие почв, биотехнологии.

ZABOLOTSKIKH V.**MAIN APPROACHES AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF ECOADAPTIVE AGRICULTURE**

Abstract. The article illustrates impact of modern intensive agriculture on environmental systems, including soils. The author presents applying of adaptive agroecosystems as basics of sustainable agriculture for the decision of problems in agrarian sector. The article offers several biological methods and ways to provide soil restoration of agricultural lands and efficiency of use of agrarian systems through their approach to natural ecosystems.

Keywords: adaptive agroecosystems, ecoadaptive agriculture, fertility of soils, biotechnologies.

В практике современного сельскохозяйственного производства, основанном на интенсивном земледелии, существует ряд проблем, которые требуют принципиально новых подходов для их решения [1,3,5,6]. Результатом использования на обширных площадях монокультур, генетически измененных сортов растений, грубой сельскохозяйственной техники, искусственных удобрений и пестицидов явилось катастрофическое снижение плодородия почвы, эрозия и опустынивание земель [1,6]. В 1996 г. в земельном фонде России находилось 1709,8 млн. га. За последние 30 лет площадь сельскохозяйственных угодий России сократилась на 12,2 млн. га, пашни – на 2,4 млн.га. Основной причиной такого сокращения явилась деградация почвенного покрова. Площади эродирующих черноземных земель постоянно возрастают. За последний 10-15 лет они увеличились в среднем на 250-300 тыс. га в год [6,7]. В таблице 1 показана площадь нарушенных земель, распределенных по категориям и угодьям.

Современный этап интенсивного сельского хозяйства отличается широким распространением экономически выгодных производителям монокультур. На смену скромным по размеру полям, которые засевались разными культурами, пришли значительно превосходящие их по размерам площади посевов. Они засеваются «полезной» культурой одного сорта, при этом сорняки и вредители уничтожаются, а вместе с ними - и остальные организмы, полезные почве и растениям.

Таким образом, в результате развития интенсивных агроэкосистем все дороже обходится урожай, все больше энергозатраты, все беднее гумусом почвы, обедняется мир животных и растений, сокращается эффективность химических средств защиты

растений, человек проигрывает в битве с вредителями и сорняками, сам же неприспособлен к получаемым с пищей химическим соединениям. Интенсивный путь ведения сельского хозяйства ведет к дисгармонии с природой, он чреват экологической катастрофой [5,6]. Спасительный выход, по мнению Б.М. Миркина [5], только один – переход к *этапу адаптивных агроэкосистем*, когда намечается сотрудничество с природой.

Таблица 1. - Площади нарушенных земель России, тыс. га

Земли сельскохозяйственных предприятий, организаций и граждан	Земли, находящиеся в ведении городских, поселковых и сельских администраций	Земли промышленности и иного несельскохозяйственного назначения	Земли природоохранного назначения	Земли лесного фонда (лесохозяйственные предприятия)	Земли водного фонда	Запасные земли
265,8	101,2	587,2	1,2	117,9	3,3	62,8
Итого: 1139,4						

В адаптивных агроэкосистемах все основано на здравом смысле, на сбережении ресурсов, экономии энергии, возделываются только наиболее приспособленные к конкретной среде и климату растения. Используется правильное размещение культур (например, замена пшеницы в южной части ее ареала на более стойкое сорго, а в северной части - на рожь). Поля нарезают и засевают не прямоугольной формы, а с учетом природных границ рельефа и почв (контурно - мелиоративное земледелие). Для достижения эффекта взаимного усиления культур сеют смеси сортов и видов, в которых сокращается число сорняков. Подбирают сорта и виды с дополняющими друг друга свойствами с помощью селекции. Особое внимание уделяется самозащите культурных растений от сорняков и вредителей. Для этого на поле восстанавливается система естественных симбиотических связей между культурными растениями, сорняками, насекомыми - фитофагами и паразитами, почвенными организмами, также используется селекция, оставление невспаханных краев полей, разного рода ремизов - куртин кустарников, перелесков, необработка пестицидами полос у края поля шириной 10-20 м., безотвальная обработка почвы, заплата соломы, навоза или сидеральных (специально выращиваемых для снабжения почвы органикой) растений, рациональное использование чистых паров, вермикультура и др. Положительную роль в экологизации сельскохозяйственного производства и одновременно в экологизации техносферы должна сыграть пермакультура, основанная на поддержке и культивировании разнообразия, сбережении земли.

Таким образом, для сохранения и восстановления естественного плодородия почв в настоящее время необходимы новые подходы к выращиванию сельскохозяйственных культур с использованием экологически чистых технологий, что отражается в направлении экологизации сельского хозяйства, среди которых особое значение имеют эковиотехнологии [3,4].

Экологизации сельского хозяйства на основе эковиотехнологий заключается в переходе к адаптивным агроэкосистемам с сокращением применения минеральных удобрений и пестицидов, интегрированными и биологическими способами защиты

растений, селекцией устойчивых сортов, поддержанием экологически обоснованного соответствия между площадями пашни, лугов и естественных участков природы.

Одним из способов сохранить и восстановить естественное плодородие почв, свести к минимуму применение минеральных удобрений и ядохимикатов, является одновременное засевание нескольких культур, имитирующее естественные природные экосистемы. Естественное плодородие почвы связано с запасом питательных веществ в ней, ее водным, воздушным и тепловыми режимами. Присутствие нескольких видов растений создает устойчивые биологические связи в почве и обеспечивает ее здоровый баланс. Любое растение совершает огромную работу по улучшению почвы: оно создает систему корневых канальцев, отмершими корнями кормит почвенные организмы червей и микробов, накапливающих азот, создает толику компоста на поверхности, прикрывает листьями почву и защищает ее от размыва и сдува. Тем самым, совместное выращивание полезных культур (так называемый “intercropping”) способно восстановить естественный баланс веществ в почвенном покрове, «создать» и сохранить ее плодородный слой.

Идея биотической интеграции в экосистемах основана на принципе свободного выбора природы, как в естественных, так и в искусственно создаваемых посевах [2,8]. Принцип биотической интеграции заключается в том, что радикальное повышение устойчивости и способности к саморегуляции достигается путём формирования экосистем, близких к естественным на основе активизации интеграционных процессов. Биотическая интеграция достигается посредством повышения композиционного, структурного и генетического разнообразия культур. Активизация интеграционных процессов происходит на основе биоразнообразия и естественного отбора.

Смесь растений можно высевать с целью обогатить почву органикой и питанием. Такие растения называются сидератами. После сбора урожая ранних культур сидераты засеиваются в почву, оставляются на зиму, а весной удаляются. Для возделывания поздних культур сидераты засеиваются ранней весной, чтобы они успели подготовить почву целевым культурам. В мае в ростках сидерата делаются лунки и высаживается рассада, которая в процессе роста будет защищаться сидератами от холода. Почва с их помощью будет защищена от воздействия солнечных лучей. После выполнения своих функций сидераты удаляются. Для сидерации лучше всего использовать однолетние растения. Бобовые (горох, бобы, фасоль, соя, чечевица, и травы: вика, однолетний люпин, эспарцет, мышиный горошек, сачевичник, люцерна и клевер) содержат на корнях колонии бактерий- азотфиксаторов, которые усиленно обогащают почву азотом. Бобовые растения холодостойки и рано всходят, кроме того их корневые системы разрыхляют почву, увеличивая ее пористость, также способствуя увеличению почвенного плодородия. Злаковые культуры (пшеница, рожь, ячмень, овес) являются быстровсходящими, холодостойкими, удобными в работе, а также самыми доступными. Озимые культуры можно сеять осенью и использовать под поздние овощи весной. Ранними сидератами являются крестоцветные (рапс, сурепица, редька масличная, горчица). Еще один хорошо известный всем, доступный сидерат – это подсолнух. Он отличается быстрым ростом и производством большого количества полезной компостной массы.

Кроме того, дополнительной функцией растений, подсаживаемых к основным культурам, является их способность защищать эти культурные растения от вредителей. Вспомогательные виды (их называют растения-репелленты) принимают тяжесть

поражения болезнями и атаками насекомых на себя. Таким образом, отпадает смысл использовать ядовитые вещества для защиты от вредителей, а почва не будет испытывать их вредного влияния. К примеру, при совместных посевах сладкого картофеля и кукурузы муравьями поражается исключительно картофель, а кукуруза остается нетронутой. При выращивании только кукурузы она почти полностью поражается муравьями. Обладающих отпугивающим эффектом растений известно уже около 600 видов (например, чеснок, ноготки, ромашка-пиретрум, табак и т.д.). Еще раз стоит подчеркнуть, что смешение культур делает агросистему более устойчивой к болезням, сорнякам и вредителям, а почву насыщает полезными элементами и микроорганизмами.

Также одним из способов приближения сельскохозяйственных угодий к природным экосистемам является уменьшение размера полей. Как правило, в природе растительный покров напоминает разноцветную мозаику. Из-за того, что большие угодья обрабатываются одинаково, разница в урожае на отдаленных участках угодья будет большой. Если считаться с пригодностью небольшого земельного участка для той или иной культуры, можно уже добиться значительного успеха в продуктивности хозяйства.

Еще одним способом обеспечить хороший урожай является совместная посадка растений одного вида, но разных сортов. Сорты растений должны различаться скоростью роста, потребностью во влаге и питании. В этом случае растения располагаются гуще обычного, но не причиняют друг другу дискомфорта, а наоборот становятся более устойчивыми к болезням и вредителям. Рост сорняков снижается. Повышение продуктивности такой посадки может составлять от 30 до 40 %. К тому же, прибавка удваивается, если посадить пророщенные и непророщенные семена овощей.

Помимо всего прочего, здоровый агроландшафт должен включать в себя разные элементы: лесные массивы или лесополосы, а также полосы многолетних трав. Подобные элементы будут играть роль микрозаповедников для насекомых и птиц, необходимых сохранению почвенного покрова и природной системы в целом. Возделывание агроэкосистем является трудным, но несравненно более выгодным для человека и природы. Почвы остаются здоровыми, питательные свойства и вкусовые качества производимой продукции улучшаются, а сами агросистемы остаются устойчивыми. Углубленное изучение межвидовых взаимоотношений в таких создаваемых человеком фитоценозах должно вскрыть большие резервы повышения урожайности сельскохозяйственных культур без применения химических средств защиты растений.

И в этом ключе весьма перспективны **комплексные мелиорации**, согласующие потребности сельскохозяйственных культур со всеми факторами среды и реализуемые на основе применения комплексного подхода в создании устойчивых агроландшафтов. Агроландшафт должен быть обустроен так, чтобы выполнять не только хозяйственные функции, но и соответствовать своему биосферному предназначению.

Биосферный подход позволяет подойти к агроландшафту и его компонентам как к живому организму. Он выявляет четкую зависимость плодородия почв и урожайности от структуры и функций агроландшафта, от соотношения естественных биогеоценозов и агроценозов в нем. Это соотношение специфично для каждой природной зоны. Так, в почве этот подход позволяет увидеть управляющую подсистему биогеоценоза, а среди видов мелиораций рассмотреть возрастающее значение *биомелиораций* и, прежде всего, агролесотехнических мелиораций в качестве мощного регулятора балансов и режимов ландшафта.

Рациональное решение конкретных практических задач предполагает полную ясность и в теоретико-методологических основах управления процессами почвообразования и плодородия почв. Преобразования природных систем должны соответствовать их гомеостатическим возможностям. Должен быть паритет хозяйственных и природных возможностей экосистем.

Устойчивость агроландшафтов в решающей степени зависит от устойчивости почв, особенностей процесса гумификации, определяющего не только плодородие почв, но и способность почв к саморегуляции и восстановлению.

Почва – это связующее звено абиотических и биотических процессов, их регулятор и преобразователь потоков массо– и энергопереноса органических и минеральных элементов [3,5]. Почва - место депонирования и хранения биологически важных элементов и веществ, специфического органического вещества - гумуса, обеспечивающего длительное плодородие возделываемых полей и пастбищ. Гумификация – один из самых важных почвенных биохимических процессов. Сущность его заключается в трансформации растительных остатков в своеобразные, тёмноокрашенные органические гуминовые вещества преимущественно кислотной природы.

Гумус является наиболее характерной и существенной частью почвы, с которой в основном связано плодородие. Гумус содержит все элементы, необходимые для питания растений; концентрирует фосфор, калий, железо, кальций и другие элементы. В виде гуминовых веществ накапливается до 90-99% азота почв и более 50% фосфора и серы. В результате минерализации гумуса химические элементы в виде растворенных солей становятся доступными для поглощения корнями растений. Значение гумуса не исчерпывается только функцией питания растений. Он улучшает физические свойства почвы. Темный цвет гумуса способствует согреванию почвы. Его водоудерживающая способность значительно выше, чем у глины. Комковатая агрегированная структура, которую приобретает почва при наличии в ней гумуса, улучшает ее аэрацию, инфильтруемость и обрабатываемость, закрепление корней растений, уменьшает потери верхнего плодородного слоя почвы в результате смыва поверхностными водами и пылеуноса, уменьшает потери воды вследствие испарения, повышает засухоустойчивость растений. Таким образом, гуминовые вещества в почве выполняют аккумулятивную, транспортную, регуляторную, протекторную, физиологическую функции.

Потери гумуса в результате естественных процессов или интенсивной эксплуатации пахотного слоя приводят к дегумификации и, следовательно, к снижению урожайности, утрате почвенной структуры и всех свойств, которые она обуславливает.

Используя агротехнические и технологические приемы, качество почвы можно восстановить, при этом важно вносить минеральные и органические удобрения по агротехническим нормам. При внесении только минеральных удобрений гумус не восстанавливается, только органических удобрений - не обеспечивается достаточное поступление биогенных элементов. В последнем случае микроорганизмы и растения извлекают из минерального и органического вещества почвы дополнительное количество элементов, необходимых для их жизнедеятельности, что приводит к ее обеднению биогенами.

Таким образом, в качестве первоочередных и превентивных мер для стабилизации устойчивости экологически благополучных территориальных комплексов, а также повышения устойчивости функционирования деградированных комплексов необходимо

следующее:

- нейтрализация негативных процессов в почве и осуществление мер по ликвидации и предупреждению деградации земель, максимальная экологизация сельскохозяйственного производства с биологизацией земледелия;
- агролесомелиоративное обустройство сельскохозяйственных угодий;
- техническое переоснащение гидромелиоративных систем для обеспечения требуемого водного режима почвы при возделывании сельскохозяйственных культур;
- разработка и освоение научно обоснованных систем комплексной мелиорации земель и систем земледелия на мелиорированных землях;
- разработка и осуществление мер на федеральном и муниципальном уровнях по предотвращению загрязнения сельскохозяйственных земель отходами промышленности.

Для восстановления почвенного покрова весьма эффективно применение биологической рекультивации. В ходе биологической рекультивации обеспечивается формирование почвенного слоя, оструктурирование почвы, накопление гумуса и питательных веществ и доведение свойств почвенного покрова до состояния, отвечающего требованиям сельскохозяйственных культур, намечаемых к возделыванию.

Для улучшения качества почв, повышения их плодородия применяются процессы ремедиации (от англ. *remediation* - излечение, исправление, реабилитация) - удаления загрязнений и восстановление мультифункциональности природных сред способами, безопасными для экосистем и человека.

Биотехнологии все более активно используют для рекультивации, диверсификации почв, реабилитации территорий, благоустройства ландшафтов, защиты от эрозии почв, береговых линий, борьбы с почвенным засолением и закислением и т.п. За рубежом (Австрия, США, Франция, ФРГ и другие развитые страны) популярно биологическое ведение сельского хозяйства, суть которого сводится к тому, чтобы «кормить почву, а не растения». Цель этой технологии - максимально снизить негативные последствия истощения и деградации земель.

Для решения экологических проблем способами биотехнологии используют, главным образом, эволюционно сложившиеся функции микроорганизмов: их роль в биогеохимическом круговороте веществ в природе, в процессах самоочищения экосистем, деградации техногенных загрязнений, в образовании почвенного гумуса.

Использование природных механизмов, живых объектов - наиболее экологически чистый способ. Биологический материал включается в трофические цепи питания, природный круговорот веществ без образования отходов. Биологические способы позволяют полностью минерализовать органические загрязнения, процессы протекают в более мягких условиях и отличаются универсальностью или селективностью.

Знание экологических закономерностей и целенаправленное регулирование процессов, протекающих в экосистемах, позволяют разрабатывать биометоды и биотехнологии обеспечения защиты природных систем от антропогенных и техногенных воздействий и их восстановления.

Технологии природопользования и восстановления плодородия и устойчивости почв в соответствии с биосферно-экологическим подходом должны опираться на следующие принципы:

- принцип ограниченного вмешательства в природные системы и агросистемы;
- принцип сохранения саморегулирующих процессов в агроэкосистеме;

- принцип создания условий для повышения устойчивости почвенной экосистемы;
- принцип интенсификации процесса гумификации и биогенного круговорота, а не его замещение через внесение удобрений;

- принцип обеспечения баланса и гомеостатического равновесия в агроэкосистемах.

Таким образом, управление природными ресурсами на сельскохозяйственных землях и землях подверженных деградации и опустыниванию наиболее эффективно на основе применения природосообразных технологий (биотехнологий) и мероприятий по созданию агроэкоадаптивных экосистем.

Список литературы

1. Benkeblia, N. 2011. Sustainable Agriculture and New Biotechnologies. CRC Press - 555.
2. Гусев М.В., Мелехова О.П. Сохранение и восстановление биоразнообразия. М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. - 286 с.
3. Заболотских В.В. Региональные аспекты защиты окружающей среды на основе экобиотехнологий /Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012,-Т. 14. -№ 1(3) – С.728 -733
4. Заболотских В.В. Экобиотехнологические основы изучения взаимосвязей в системе: «кукуруза (*Zea Mays* L.)- кукурузный мотылек (*Ostrinia.nubilalis* Hbn.) – основные паразиты кукурузного мотылька»/ Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Т.12. - № 1(9) (33), 2010.
5. Миркин Б.М, Наумова Л.Г. Современная наука о растительности/М., «Логос», 2000.
6. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России / Под редакцией академиков Россельхозакадемии А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. - М.: Росинформагротех, 2008. - 67 с.
7. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учебное и справочное пособие. – 3-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2011. – 672с: ил.
8. Реуцкая В.В., Арефьев Ю.Ф. Биотическая интеграция в лесных экосистемах среднерусской лесостепи как основа их устойчивого развития/сборник трудов II международного экологического конгресса ELPIT 2009 (IV международной научно-технической конференции) 24 – 27 сентября 2009 г., г. Тольятти: ТГУ, 2009. – Е.2 – 400 с.

ДАнные ОБ АВТОРЕ

Заболотских Влада Валентиновна – доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Рациональное природопользование и ресурсосбережение» института химии и инженерной экологии Тольяттинского государственного университета

Zabolotskikh V. - associate Professor, candidate of biological Sciences, Professor of the Department of environmental management and resource conservation", Institute of chemistry and engineering ecology of Togliatti state University

РЕЦЕНЗЕНТ

Левин Максим Юрьевич — кандидат технических наук, председатель международного научного партнерства «Национальный фонд инноваций», зав. отделом по развитию ФГБНУ ВНИИТиН «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве» (г. Тамбов)

LEVIN Maxim - candidate of technical Sciences, chair of the international scientific partnership "national innovation Fund", the head. The development Department of the FGBNU VNIITiN "All-Russian research Institute for use of equipment and products in agriculture" (Tambov)