**ДЕГРАДАЦИЯ И ОХРАНА ПОЧВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Диплом**

БЕЛГОРОД - 2010

***Оглавление***

Введение

Глава 1. Земельные ресурсы и почвенный покров области

1.1 Структура земельного фонда по категориям земель

1.2 Земельная реформа в области

1.3 Особенности почвенного покрова

1.4 Общая оценка уровня деградации почвенного покрова

1.5 Карта общей агроэкологической оценки почвенного покрова Белгородской области

Глава 2. Факторы и виды деградации почв

2.1 Основные понятия и термины

2.2 Типы и виды деградации почв

Глава 3. Механические нарушения почв

3.1 Нарушения почв при добыче полезных ископаемых

3.2 Восстановление техногенных ландшафтов

Глава 4. Физическая деградация почвы

4.1 Критерии и параметры допустимых антропогенных нагрузок на физическое состояние почв

4.2 Современное физическое состояние почв

4.3 Последствия физической деградации почв

4.4 Приемы улучшения физического состояния почв

Глава 5. Деградация химического состояния почв

5.1 Дегумификация пахотных почв

5.1.1 Причины дегумификации почв

5.1.2 Критерии и параметры допустимых антропогенных нагрузок на гумусное состояние почв

5.1.3 Гумусное состояние почв при сельскохозяйственном использовании

5.1.4 Приемы регулирования гумусного состояния почв

5.2 Деградации химических свойств почв

5.2.1 Обеспеченность почв элементами питания

5.2.2 Состав обменных катионов и кислотно-основные свойства почв

5.2.3 Устранение кислотности почв

Глава 6. Загрязнение и детоксикация почв

6.1 Химическое загрязнение и охрана почв

6.2 Загрязнение почв пестицидами

6.3 Отходы животноводства и проблемы их использования

6.4 Радиоактивное загрязнение почв

Глава 7. Биологическая активность в процессе деградации и воспроизводства плодородия почв

7.1 Оценка биологической активности почвы

7.2 Биологическая активность в процессе деградации почв

7.3 Биологическая активность при воспроизводстве плодородия почв

Глава 8. Эрозия - основной фактор деградации почв

8.1 Распространение эрозии почв

8.2 Диагностика и оценка эродированных почв

8.3 Основы противоэрозионных мероприятий

Глава 9. Деградация почв в условиях изменения гидрологического режима

9.1 Причины деградации почв в меняющихся гидрологических условиях

9.2 Частные случаи деградации и охраны почв

Заключение

Литература

**Вернуться в каталог готовых дипломов и магистерских диссертаций –**

[**http://учебники.информ2000.рф/diplom.shtml**](http://учебники.информ2000.рф/diplom.shtml)

|  |
| --- |
| [Вернуться в библиотеку по экономике и праву: учебники, дипломы, диссертации](http://учебники.информ2000.рф/index.shtml)[Рерайт текстов и уникализация 90 %](http://учебники.информ2000.рф/rerait-diplom.shtml)[Написание по заказу контрольных, дипломов, диссертаций. . .](http://учебники.информ2000.рф/napisat-diplom.shtml) |

***Введение***

"Почва - наш самый драгоценный капитал. Жизнь и благополучие всего комплекса наземных биоценозов естественных и искусственных, зависит, в конечном счете, от тонкого слоя, образующего самый верхний покров Земли" (Всемирно известный эколог Жан Пьер Дост)

Международная организация по продовольствию (ФАО) приняла в 1982 году Всемирную хартию Почв, которая призывает правительства всех стран рассматривать почвенный покров как всемирное достояние человечества.

Современное мировое земледелие занимает площадь в 1,5 млрд. га. На значительной части земельных ресурсов повсеместно проявляется деградация почв - необратимые антропогенные изменения физических, химических, биологических и других свойств. Безвозвратные потери сельскохозяйственных угодий из-за деградации уже превысили 1,5 млн. га в год (Добровольский и др. 2002). В дальнейшем это приведет к невозможности выполнения почвами в полной мере их экологических и производственных функций, обострит проблему продовольственной и экологической безопасности стран. Население уже явно испытывает продовольственный кризис, который будет усиливаться.

Без сохранения почвенного покрова, преодоления процессов деградации почв невозможно сохранить ни растительность и животный мир, ни чистоту воды и воздуха, так как почва является базовым компонентом экологического каркаса окружающей среды.

Наиболее плодородные почвы - это черноземы, которые на территории России по площади составляют более половины мировых. В естественном состоянии они являются резервуаром, где хранятся запасы гумуса порядка 300-600 т/га. Несмотря на то, что черноземы занимают всего лишь 6 % территории России, на их долю приходится 40 % получаемой сельскохозяйственной продукции.

В управлении земельными ресурсами страны за последние годы произошли значительные изменения. В результате земельной реформы возникли разные формы собственности, что потребовало создание земельного кадастра - совершенствования управления земельными ресурсами, учет, оценка качества, мониторинг, контроль за использованием, создание рынка земли и др. В связи с этим крайне необходимо знать состояние плодородия почв.

Почвенный покров Белгородской области уникален - здесь на долю черноземных почв приходится около 80 % территории. В то же время это наиболее востребованные в сельскохозяйственном отношении почвы, так как на них производится основной объем продукции. Необходим постоянный пристальный контроль за их агроэкологическим состоянием. Наряду с черноземами особой охраны требуют и почвы, имеющие по своей природе более низкий уровень плодородия (серые лесостепные, солонцеватые, засоленные, осолоделые и др.). Однако за последние 15 лет в области почти полностью прекратились работы по проведению полевых почвенных исследований. Существующий недостаток в определенной мере восполняет агрохимический мониторинг, проводимый на пахотных землях через каждые 5 лет. Наиболее ценная информация поступает из результатов мониторинга уникальных почвенных объектов: заповедных зон, реперных участков, многолетних стационарных опытов и др.

В предлагаемой работе вскрыты виды, причины и распространение деградационных процессов, предложен ряд конкретных мер по выходу из создавшейся ситуации. Авторы использовали современные взгляды на проблему возникновения и проявления деградации почв, а также материалы экспедиционных и стационарных почвенных исследований.

# ***Глава 1. Земельные ресурсы и почвенный покров области***

Белгородская область, размещаясь на площади в 27,1 тыс. км2, в составе ЦЧР уступает по территории только Курской и Воронежской областям. Она имеет высокую степень освоенности и заселенности. В области высокая плотность населения, особенно сельского, которая в 8 раз выше среднероссийского показателя (табл.1.1).

Среди областей Центрального Черноземья регион выделяется мощным территориально-промышленным комплексом на базе освоения минеральных ресурсов КМА и агропромышленным комплексом с использованием плодородных черноземов (Природные ресурсы…, 2007).

Таблица 1.1 Использование земельных ресурсов в Белгородской области и в среднем по России

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Показатели | Белгородская область (2007 г)  | Россия (2006 г)  |
| 1 | Население (млн. чел.)  | 1,511 | 148,1 |
| 2 | Территория (млн. га)  | 2,713 | 1709,8 |
| 3 | Пахотные земли (млн. га)  | 1,652 | 121,6 |
| 4 | На одного жителя (га):  |  |  |
|  |  - территория | 1,79 | 11,54 |
|  |  - пахотные земли | 1,09 | 0,82 |
| 5 | Плотность населения (чел. /км2)  | 55,7 | 8,4 |
| 6 | Плотность сельского населения (чел. /км2)  | 18,9 | 2,3 |

В сельском хозяйстве позитивные тенденции обусловлены разработкой и реализацией оптимального для современных условий варианта оздоровления отрасли на основе создания вертикально интегрированных структур - агрохолдингов.

По многим показателям развития сельского хозяйства регион занимает лидирующие позиции.

деградация почвенный покров охрана

Белгородская область на основе параметров социально-экономического характера входит в пятерку регионов РФ с наиболее высоким уровнем жизни.

# ***1.1 Структура земельного фонда по категориям земель***

По данным государственного учета земель, земельный фонд области на 1 января 2009 года составил 2713,4 тыс. га.

Большая часть территории области занята землями сельскохозяйственного назначения, которые составляют 2016,4 тыс. га (74,3%) от общей площади (рис.1.1, табл.1.2). В данную категорию входят в основном земли товаропроизводителей - предприятий с различными формами хозяйствования. В их состав входит 68 сельскохозяйственных производственных кооператива, включая колхозы, 430 акционерных обществ, обществ с ограниченной ответственностью, товариществ, агрофирм, холдингов, 33 государственных и муниципальных унитарных сельскохозяйственных предприятий, 12 подсобных хозяйств промышленных предприятий, 27 научно-исследовательских и учебных учреждений, 442 прочих сельскохозяйственных предприятий, 1650 крестьянских (фермерских) хозяйств.

В ходе земельной реформы из общего числа собственников земельными паями (долями) выделилась отдельная группа землепользователей, владеющих 15.7 тыс. га. Это собственники земельных долей, использующие свои земли, не передав их предприятиям или фермерским хозяйствам в аренду, и не оформив документы на участок, предоставленный в счет земельной доли. Земельные участки, предоставленные в собственность гражданам в счет земельных долей для сельскохозяйственного использования без определения в документах формы хозяйствования, составило на начало 2009 года 25,2 тыс. га (Доклад…, 2009).

К этой категории относятся также земли, используемые гражданами за пределами черты населенных пунктов для производства сельхозпродукции. Это земли коллективного садоводства и огородничества, земли, используемые гражданами для сенокошения и выпаса скота, а также земельные участки, предоставленные для расширения личных подсобных хозяйств до 1,2 га.

Таблица 1.2 Земельный фонд области по категориям и угодьям на 1 января 2009 года, тыс. га





К сельскохозяйственным угодьям относятся земли, систематически используемые для производства сельскохозяйственной продукции, которые составляют - 2141,4 тыс. га. Основная доля сельскохозяйственных угодий сосредоточена в категории земель сельскохозяйственного назначения - 1831,3 тыс. га, или 85,5 % от общей площади сельхозугодий области.

В структуре сельскохозяйственных угодий пашня занимает 1651,9 тыс. га или 77,1 %. Природные кормовые угодья - сенокосы занимают 55,7 тыс. га (2,6%), пастбища 399,6 тыс. га (24,1 %). Основная часть этих угодий находится на землях категории сельскохозяйственного назначения. Многолетние насаждения составляют 34,1 тыс. га, из которых 68,9 % располагается на землях сельскохозяйственного назначения.

Общая площадь орошаемых земель в области составляет 29,8 тыс. га, осушенных 12,4 тыс. га. Большая часть этих земель характеризуется низкой мелиоративной обустроенностью. 15,3 тыс. га орошаемых и 5,1 тыс. га осушаемых земель требуют проведения работ по улучшению технического уровня мелиоративных систем.

# ***1.2 Земельная реформа в области***

Земельной реформе в стране начала 90-х годов прошлого века предшествовал ряд законодательных актов, декларирующих многообразие форм собственности на землю, в том числе и частную.

В феврале 2005 г. в Белгородской области создано Управление Федерального агентства кадастра объектов (Управление Роснедвижимости). Оно осуществляет функции по оказанию государственных услуг в сфере ведения кадастра объектов недвижимости, землеустройства, инвентаризации объектов градостроительства, кадастровой оценки, мониторинга и контролю земель.

Одной из основных целей создания и ведения государственного земельного кадастра является информационное и организационное обеспечение справедливого налогообложения земли и поступления налоговых платежей в бюджеты различных уровней. Особую роль в обеспечении гарантий зарегистрированных прав на земельные участки, и, как следствие, привлечении инвестиций в Белгородскую область играет учетная роль земельного кадастра.

Специальные функции Управления Роснедвижимости по Белгородской области заключаются также в проведении мероприятий, направленных на выполнение земельного законодательства, решений государственных органов по вопросам использования и охраны земель, содействие созданию благоприятной экологической среды и улучшение природных ландшафтов.

Землеустроительные действия включают в себя установление на местности границ административно-территориальных образований, межевание земель юридических и физических лиц, разработку проектов перераспределения земель при реформировании сельскохозяйственных предприятий, инвентаризацию и упорядочение (определение) границ земельных участков, обследование земель сельскохозяйственного назначения с выявлением и оценкой негативных явлений и разработкой предложений по их использованию.

В целях своевременного изъятия и предоставления земель, их перераспределения и управления земельными ресурсами, сохранения плодородия почв, губернатором области, главами местного самоуправления и органами законодательной власти области, районов и городов в 2004 году был принят ряд нормативных правовых актов. Так, для совершенствования работы по обеспечению сохранения плодородия почв принято постановление № 57 от 27 февраля 2004 г. "Об утверждении правил обеспечения воспроизводства плодородия почв на территории Белгородской области".

декабря 2003 года принят закон "Об особенностях оборота земель сельскохозяйственного назначения в Белгородской области", а 31 марта 2004 года принято постановление "Об уполномоченном органе и операторе по обороту земель сельскохозяйственного назначения на территории области".

Администрацией области принят закон от 24 января 2000 года за № 43 "О проведении кадастровой оценки земель на территории Белгородской области". В соответствии с ним правительством 24 августа 2004 года приняты постановления: "Об утверждении удельных показателей государственной кадастровой стоимости земельных участков садоводческих и огороднических объединений Белгородской области".

В настоящее время активизировались работы, связанные с оборотом земель сельскохозяйственного назначения. Увеличилось количество гражданско-правовых сделок с земельными участками и долями в праве общей собственности на земельные участки из земель сельскохозяйственного назначения. Данное движение земель напрямую сказывается на взаимоотношениях собственников земли и сельскохозяйственных производителей.

В то же время отмечаются случаи, когда скупку земель сельскохозяйственного назначения осуществляют структуры, не связанные с сельскохозяйственным производством, отстаивающие свои корпоративные интересы в целях получения доходов за счет спекуляции землей. В результате их деятельности ущемляются права граждан - собственников земельных долей, а также сельхозтоваропроизводителей, осуществляющих длительное время свою деятельность на этих землях.

В целях создания благоприятных условий для развития сельскохозяйственного производства, содействия заключению и оформлению правоотношений при совершении оборота земельных участков и долей в праве общей собственности на земельные участки и эффективного управления землями Правительство области приняло постановление от 14 декабря 2004 года "Об образовании областного земельного фонда".

Купля-продажа земельных участков на территории области осуществляется в соответствии с земельным законодательством и специальным постановлением от 8 сентября 2004 года "Об установлении нормативной цены земли на территории Белгородской области".

В последние годы органами исполнительной власти области проводилась активная работа, направленная на повышение эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения за счет передачи земельных ресурсов от убыточных хозяйствующих субъектов в пользование стабильно развивающихся сельхозтоваропроизводителей. Принятые меры позволили значительно повысить рациональное использование земель и улучшить инвестиционную привлекательность сельскохозяйственного производства.

Вместе с тем продолжают иметь место факты, когда земельные участки из состава земель сельскохозяйственного назначения, предоставленные некоторым физическим и юридическим лицам, не используются либо используются крайне неэффективно.

В соответствии с земельным и гражданским законодательством, а также в целях усиления контроля за эффективным использованием земель сельскохозяйственного назначения принято постановление № 180 от 13 сентября 2004 г. "О проведении на территории области проверок рационального использования земель сельскохозяйственного назначения".

В целях дальнейшего совершенствования работы в области обеспечения и сохранности плодородия почв на территории области было принято постановление "Об утверждении положения о проекте внутрихозяйственного землеустройства и паспорте агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий на территории Белгородской области". В соответствии с данным Положением землепользователи, использующие земли сельскохозяйственного назначения, независимо от их организационно-правовой формы, должны осуществлять мероприятия по воспроизводству плодородия почв в соответствии с требованиями и правилами, изложенными:

в проекте внутрихозяйственного землеустройства, разработанном и согласованном в соответствующих службах области в установленном порядке с последующей разработкой системы земледелия и землеустройства;

в паспорте агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий, разработанных и утвержденных в соответствии с государственными стандартами.

Кроме того, землепользователи, независимо от их организационно-правовой формы, должны в месячный срок с момента регистрации прав на землю, через специализированные предприятия заключать договоры на выполнение работ по комплексному агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий и на разработку проекта внутрихозяйственного землеустройства.

Данным постановлением также утверждены основные Правила использования земель сельскохозяйственного назначения и установлена ответственность за нарушение Положения.

В результате проведенных преобразований по приватизации земель сельскохозяйственного назначения в собственности граждан находится 930,4 тыс. га (46,1%) от общей площади земель этой категории, у юридических лиц - 273,0 тыс. га, или 13,5%, в государственной и муниципальной собственности - 813,0 тыс. га (40,3%). Из общей площади земель государственной и муниципальной собственности предоставлено в пожизненное наследуемое владение гражданам 5,3 тыс. га, в аренду - 30,8 тыс. га. У юридических лиц в постоянном (бессрочном) пользовании находится 36,8 тыс. га и в аренде 491,1 тыс. га.

В Белгородской области в 2010 году впервые в стране создана структура управления и инспекции по охране почв, что позволит более пристально следить за состоянием, использованием и охраной земель.

В связи с земельной реформой на землях сельскохозяйственных угодий произошли изменения в структуре посевных площадей, уровне применения органических и минеральных удобрений, что отразилось на продуктивности сельскохозяйственных культур.

За последние 25 лет (1984-2009 гг.) заметно уменьшилась посевная площадь.

Земельная реформа больше касается кадастра, основная цель которого совершенствование управления земельными ресурсами, учет, оценка качества, мониторинг, контроль за использованием, создание рынка земли и др. Наряду с этим крайне необходимо знать состояние плодородия почв в реформенный и современный период.

Урожайность основных сельскохозяйственных культу р, выращиваемых в области, в перестроечный период (1995-1999 годы) подверглась резкому снижению (табл.1.3).

Таблица 1.3 Динамика внесения удобрений и урожайность основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области, т/га

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | В среднем за годы |
|  | 1964-1970 | 1971-1975 | 1976-1983 | 1984-1989 | 1990-1994 | 1995-1999 | 2000-2004 | 2005-2009 |
| Озимая пшеница |
| Внесено удобрений :минеральных, кг/га | 48,1 | 69,3 | 68,4 | 172,6 | 127,1 | 52,2 | 59,7 | 88,3 |
|  - органических, т/га | 5,7 | 10,1 | 7,8 | 17,4 | 16,5 | 8,8 | 4,1 | 2,4 |
| Урожайность, т/га | 1,67 | 2,32 | 2,46 | 2,82 | 3,17 | 2,31 | 2,71 | 3,31 |
| Сахарная свекла |
| Внесено удобрений: минеральных, кг/га | 203,1 | 262,4 | 366,7 | 491,1 | 383,0 | 206,5 | 228,5 | 343,6 |
|  - органических, т/га | 5,1 | 3,7 | 8,3 | 10,6 | 6,9 | 4,0 | 2,4 | 3,1 |
| Урожайность, т/га | 17,8 | 15,5 | 18,1 | 26,0 | 22,1 | 19,4 | 23,3 | 31,8 |
| Кукуруза на силос |
| Внесено удобрений минеральных, кг/га | 30,4 | 56,7 | 135,7 | 208,4 | 129,6 | 28,8 | 40,5 | 58,7 |
|  - органических, т/га | 0,7 | 2,1 | 3,8 | 4,0 | 3,7 | 1,5 | 0,9 | 1,5 |
| Урожайность, т/га | 13,1 | 16,3 | 19,8 | 26,9 | 18,5 | 16,0 | 17,8 | 17,0 |

Снижение урожайности основных культур связано с недопоставками средств химизации и проведения работ по повышению плодородия почв, резким сокращением внесения органических и минеральных удобрений. Можно с уверенностью считать, что в настоящее время в почвах области установился отрицательный баланс элементов питания. Уровень урожайности за последние 5 лет достиг дореформенного периода (начала 90-х) по озимой пшенице и сахарной свекле. Урожайность кукурузы на силос еще остается довольно низкой, так как данная культура недополучает значительное количество удобрений.

Данные показатели свидетельствуют, что в почвы области вносятся очень низкие дозы органических удобрений. Если считать, что для простого воспроизводства плодородия черноземов необходимо ежегодное внесение 8-10 т/га севооборотной площади органических удобрений, то в реальных условиях производства урожай продукции возделываемых культур обеспечивается в основном за счет естественного плодородия или частично внесением минеральных удобрений.

Снижение доли вносимых органических удобрений, в частности навоза, обусловлено резким снижением поголовья крупного рогатого скота в реформенный период. В то же время в области скопились млн. т навоза в свиноводческих комплексах и птицефабриках, которые могут быть использованы в качестве органических удобрений.

Таким образом, проводимая земельная реформа оказала негативное влияние на плодородие почв. Однако, следует отметить такой момент, когда в результате реформы образовалось большое количество собственников земельных долей, обладателей собственных земельных участков, где мало внимания уделяют сохранению и повышению плодородия почв.

# ***1.3 Особенности почвенного покрова***

В природном отношении территория области располагается в двух зонах: лесостепной (большая часть) и степной. Лесостепь занимает западную, центральную и значительную площадь восточной части. Степь располагается в юго-восточной части области.

Почвенный покров области довольно разнообразный. Среди всех встречающихся почв преобладают чернозёмы (табл.1.4). Их площадь составляет 2090,8 тыс. га или 77,1 % территории. В эту площадь включены и чернозёмы овражно-балочного комплекса, составляющие около 327,6 тыс. га. Площадь чернозёмов, находящихся в настоящее время в пашне, достигла 1484,9 тыс. га или 89,8 % по отношению ко всей пашни.

Таблица 1.4 Систематический список почв и их распространение **(С**оловиченко и др., 2007)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование почв | Общая площадь | В том числе в пашне |
|  |  | тыс. га | % | тыс. га | % рас пахан ности  | % от пашни |
|  |  Серые лесостепные | 83,5 | 3,1 | 32,2 | 38,5 | 1,9 |
|  | Темно-серые лесостепные | 245,0 | 9,0 | 71,9 | 29,3 | 4,3 |
|  | Черноземы оподзоленные | 44,0 | 1,6 | 31,5 | 71,6 | 1,9 |
|  | Черноземы выщелоченные | 517.1 | 19,1 | 424,5 | 82,1 | 25.7 |
|  | Черноземы типичные | 742,6 | 27,3 | 647,5 | 87,2 | 39.5 |
|  | Черноземы типичные карбонатные | 120,1 | 4,4 | 90,5 | 75,3 | 5,5 |
|  | Черноземы обыкновенные | 180,1 | 6,6 | 164,8 | 91,5 | 10,0 |
|  | Черноземы обыкновенные карбонатные | 56,4 | 2,1 | 49,2 | 87,2 | 3,0 |
|  | Черноземы остаточно-карбонатные | 35.5 | 1,3 | 17,4 | 49,0 | 1,1 |
|  | Черноземы солонцеватые  | 67,4 | 2,5 | 58,4 | 86.6 | 3,5 |
|  | Солонцы | 4,4 | 0,2 | 1,8 | 40,1 | 0,1 |
|  | Лугово-черноземные | 8,1 | 0,3 | 2,3 | 28,4 | 0,1 |
|  | Черноземно-луговые | 26,5 | 1,0 | 12,0 | 45,3 | 0,7 |
|  | Пойменно-луговые | 87,8 | 3,2 | 20,4 | 23,2 | 1,2 |
|  | Пойменные лугово-болотные | 13,1 | 0,5 | - | - | - |
|  | Пойменные болотные | 29,0 | 1,1 | - | - | - |
|  | Пески | 4,4 | 0,2 | - | - | - |
|  | Овражно-балочные | 435,9 | 16,0 | 28,9 | 6,6 | 1,7 |
|  | Занятые водой | 12,5 | 0,5 | - |  | - |
|  | Всего | 2713,4 | 100 | 1653,3 | 60,9 | 100,0 |

Среди чернозёмов преобладают подтипы: типичные (36,1 %) и выщелоченные - (23,9 %), меньше обыкновенные (11,8 %). Чернозёмы оподзоленные, солонцеватые и карбонатно-меловые мало распространены. Степень распаханности черноземов составляет около 80 %.

Чернозёмы области сформировались на водораздельных пространствах - выровненных платообразных и склоновых участках местности. Серые и тёмно-серые лесостепные почвы распространены, в основном, по правобережью рек Оскол, Северский Донец, Ворскла, Тихая Сосна и других. Крупные массивы серых лесостепных почв встречаются в междуречье рек Северский Донец - Нежеголь и Оскол - Валуй.

Черноземы - это почвы высокого потенциального плодородия. Они характеризуются мощным гумусовым горизонтом, высокими запасами гумуса, азота, фосфора, калия. Черноземы в целинном состоянии обладают рыхлым сложением, хорошей агрегатностью, высокой влагоемкостью и водопроницаемостью. Большинство черноземов имеют нейтральную или близкую к нейтральной реакцию почвенного раствора, большую ёмкость поглощения, повышенную нитрификационную способность.

Современное состояние черноземов вызывает обеспокоенность и тревогу в связи с возрастающей их деградацией. Интенсивная эксплуатация природного плодородия черноземов в течение трех веков и особенно в 60-90 годы прошлого века без соответствующих компенсационных мероприятий привела к их сильной антропогенной деградации (Адерихин, 1964; Акулов, 1992; Щербаков, Васенев, 1996; Щеглов, 2000).

Механическая обработка почв тяжелой техникой, недостаточное внесение удобрений, низкая культура земледелия и др. привели к глубокой трансформации морфологических, физических и химических свойств черноземов. Характерная зернистая структура гумусового горизонта трансформировалась в пылеватую и глыбистую, плотность сложения изменяется от 1.2 до 1,5 г/см3. За последнее столетие в различных подтипах черноземов в условиях землепользования было минерализовано от 20 до 40 % исходных запасов гумуса. Анализ "эталонных" объектов за последние 30-40 лет выявил потери гумуса порядка 2-2,5 % (Антропогенная эволюция черноземов, 2000).

Вторыми по распространению после чернозёмов являются тёмно-серые и серые лесостепные почвы, занимающие 397,8 тыс. га или 14.6 %. Они близки по свойствам и плодородию к черноземам и также обладают благоприятными свойствами для выращивания широкого набора сельскохозяйственных культур.

Распаханность серых лесостепных почв на территории области составляет около 34 %. Чрезмерная распашка привела к их деградации. Поскольку серые лесостепные почвы имеют укороченный гумусовый слой, где близко к поверхности залегает плотный иллювиальный горизонт, они легко разрушаются водными потоками. В результате водной эрозии в зоне распространения серых лесостепных почв больше смытых и размытых земель.

Пойменные луговые и лугово-болотные почвы составляют 4,7 % территории. Они представляют собой природные кормовые угодья, а заболоченные участки отнесены к природоохранному мелиоративному фонду.

Лугово-черноземные, черноземно-луговые почвы, солонцы, солоди и др. занимают менее 5 % всей площади области.

Несмотря на то, что систематический список встречающихся в области почв, в общем, имеет сравнительно небольшой перечень, в целом выделяется 320 почвенных разновидностей. Это указывает на разнообразие классификационных характеристик почв по мощности гумусового горизонта, содержанию гумуса, степени эродированности, гранулометрическому составу, почвообразующим породам и др.

# ***1.4 Общая оценка уровня деградации почвенного покрова***

В отечественном почвоведении имеются методические разработки оценки плодородия почв (Карманов, Булгаков, 1998; Булгаков, 2002) и др. В них дается агроэкологическая оценка пахотных почв. В периодической печати довольно часто встречаются публикации о проявлении деградации отдельных свойств и показателей почв при сельскохозяйственном использовании. В региональном плане контроль за состоянием плодородия почв можно осуществлять с использованием специальных стационарных исследований или анализировать данные сплошных почвенных обследований.

На территории области проведено два тура сплошного почвенного обследования. Результатами их являются материалы, включающие почвенные карты, картограммы агропроизводственной группировки, эродированности почв и почвенные очерки, в которых изложены свойства почв и предложены мероприятия по их эффективному использованию. Такие материалы имеются в каждом хозяйстве, а копии их находятся в каждом районе и областной землеустроительной службе.

Контроль за экологическим состоянием почв на территории области проводит ряд служб: проектно-изыскательское предприятие "Белгородземпроект", ФГУ "Центр агрохимической службы "Белгородский", ГНУ "Белгородский НИИ сельского хозяйства" Россельхозакадемии, ФГО ВПО "Белгородская ГСХА", служба охраны почв.

Объективная оценка агроэкологического состояния почвенного покрова области должна предусматривать наличие довольно значительного числа параметров, характеризующих как состав, свойства, режимы почв, так и степень, и масштабы деградационных процессов. Представить общую картину современного агроэкологического состояния почвенного покрова области позволяют ранее разработанные материалы. С этой целью нами использована почвенная карта и ряд картограмм: эродированности земель, кислотности почв, содержания гумуса, подвижных форм фосфора и калия.

Такая оценка выражена в виде специальной карты агроэкологического состояния почвенного покрова области (рис.1.2). На карте выделены территории с показателями агрономических признаков и свойств почв, резко снижающие их плодородие.



# ***1.5 Карта общей агроэкологической оценки почвенного покрова Белгородской области***

Площадь эродированных земель в пашне области в 2-3 раза выше, чем в среднем в ЦЧР и составляет около 53,6 %. Преобладает слабая степень эродированности, среднесмытых почв меньше, а ещё меньше сильносмытых (табл.1.5).

Таблица 1.5 Распространение смытых почв в пашне области, %

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование почв | Площади по степени смытости |
|  |  | слабая | средняя | сильная | всего |
| 1.  |  Серые лесостепные | 35,8 | 7,9 | - | 43,7 |
| 2.  | Темно-серые лесостепные | 35,4 | 8,1 | 0,1 | 43,6 |
| 3.  | Черноземы оподзоленные | 26,4 | 4.8 | 0,6 | 31,8 |
| 4.  | Черноземы выщелоченные | 30,3 | 5,5 | 1,9 | 37,7 |
| 5.  | Черноземы типичные | 36,7 | 12,3 | 5,4 | 54,4 |
| 6.  | Черноземы типичные карбонатные | 30,9 | 11,3 | 12,6 | 54,8 |
| 7.  | Черноземы обыкновенные | 41,4 | 9,4 | - | 50,8 |
| 8.  | Черноземы обыкновенные карбонатные | 26,8 | 9,1 | 7,1 | 43,0 |
| 9.  | Черноземы остаточно-карбонатные | 67,2 | 27,0 | 5,7 | 99,9 |
| 10.  | Черноземы солонцеватые  | 41,1 | - | - | 41,1 |
| 11.  | Солонцы | 11,1 | - | - | 11,1 |
| 12.  | Овражно-балочные  | 54,3 | 25,7 | 3,2 | 83,2 |
|  | Всего  | 34,6 | 13,3 | 5,7 | 53,6 |

Среди почв, подверженных эрозии, чаще встречаются черноземы, в том числе карбонатные и особенно остаточно-карбонатные. Довольно много встречается смытых почв в овражно-балочном комплексе. Распространены они в Красногвардейском, Алексеевском, Чернянском и других районах.

Собственно в пашне мало только эродированных солонцов. Практически не проявляется эрозия в пахотных почвах лугово-черноземных, черноземно-луговых и пойменно-луговых почвах.

Следует отметить, что площади эродированных почв увеличиваются со временем, так как последнее 10-15 лет в области уменьшили объемы проведения противоэрозионных мероприятий. Конкретные величины изменения таких площадей в настоящее время отсутствуют из-за прекращения работ по полевому почвенному обследованию.

Смытые почвы обладают целым рядом неблагоприятных признаков и свойств. Сокращение мощности гумусового горизонта приводит к резкому падению плодородия: уменьшается содержание гумуса, элементов питания, ухудшаются агрофизические свойства и др. Все это приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур в 2-3 и более раз. Восстановление плодородия таких почв потребует вложения значительных материальных и технических средств.

На пахотных почвах мало проводится компенсационных мероприятий по сокращению содержания гумуса, питательных веществ. Почв пашни с низким содержанием гумуса (менее 4%) на территории области имеется 327,6 тыс. га (19,8 %). Наибольшие площади таких почв приурочены к территориям с более интенсивным развитием эрозии и формирования серых лесостепных, карбонатных, меловых, супесчаных и песчаных почв в Старооскольском, Корочанском и Чернянском районах.

В области находится довольно много почв с кислой реакцией среды (рН менее 5,5) - порядка 554,4 тыс. га или 33,5 %. Основные массивы их расположены на серых и темно-серых лесостепных почвах, черноземах выщелоченных и оподзоленных в западной части области.

Увеличение кислотности почв приводит к ряду негативных явлений в почвах. В кислой среде увеличивается подвижность гумусовых веществ, переход части гумуса в водорастворимое состояние и в конечном счете сокращение общего содержания. Кроме того, кислая реакция почв приводит к снижению активности важных микроорганизмов, участвующих в накоплении доступных форм азота для растений. Одновременно с ростом кислотности среды происходит вытеснение поглощенного кальция из почвенно-поглощающего комплекса, замена его на водород, что увеличивает все виды кислотности.

В юго-восточных районах области почв с кислой реакцией среды практически нет, так как здесь наибольшее распространение получили карбонатно-меловые почвы, обладающие высокой буферностью по отношению к подкислению.

В содержании подвижных питательных веществ в почвах за последнее десятилетие наблюдается их общее снижение. Площади почв с пониженным содержанием подвижного фосфора (менее 100 мг/кг почвы) составляют довольно значительную величину - 653,6 тыс. га (39,5 %). Это в основном черноземы обыкновенные, карбонатные и меловые, расположенные в юго-восточной части области (Вейделевский, Валуйский, Красногвардейский и др. районы). В содержании обменного калия ситуация лучше. Почв с пониженным содержанием обменного калия (менее 80 мг/кг почвы) находится 256,5 тыс. га или 15,3 %. Основные площади их расположены на первой надпойменной терассе реки Оскол и в местах, где залегают почвы легкого механического состава - суглинистые, песчаные и супесчаные. Ареалы распространения таких почв приурочены к Старооскольскому, Новооскольскому и западной части Прохоровского районов.

Необходимо отметить также, что часть территории области загрязнена радионуклидами. Так, загрязнение цезием-137 составляет в пределах 1-5 Кu/км2 и располагается оно на площади 140221 га. В наибольшей степени подвержены такому виду загрязнения восточные и юго-восточные районы области: Алексеевский, Ровенский, Красногвардейский, Красненский (Авраменко, Лукин, 2001).

На территориях с высоким проявлением деградационных процессов необходимо организовать реперные участки по восстановлению почвенного плодородия, где периодически, один раз в 3-5 лет проводить рекогносцировочное, а при необходимости и детальное почвенно-агрохимическое и агроэкологическое обследование.

# ***Глава 2. Факторы и виды деградации почв***

В научной и методической литературе существуют различные представления, как о самой природе деградации почв, так и её терминологии. Поэтому считаем необходимым, дать основные понятия о феномене данного явления, терминологию и классификацию основных типов и видов деградации почв. Для более детального рассмотрения затронутой проблемы читателю предлагаем обратиться к публикациям в журналах "Почвоведение", монографиям коллектива ученых МГУ, выполненных под руководством или редакцией академика РАН Г.В. Добровольского и другим источникам.

# ***2.1 Основные понятия и термины***

***Деградация почв***, в широком смысле слова, определяется, как совокупность процессов, ухудшающих плодородие почв. В более узком понятии - это как процессы разрушения структуры, потери гумуса, обменных оснований, сокращения обеспеченности доступными элементами питания (Толковый словарь по почвоведению, 1975).

С точки зрения экологии, деградация почв - это необратимые антропогенные изменения физических, химических, биологических свойств почв, которые ведут к невозможности выполнения в полной мере почвами их экологических и производственных функций (Кирюшин, 1996; Мотузова, Безуглова, 2007). Так как функции почв уникальны, то антропогенная деградация почв ведет к частичной деградации биосферы.

Антропогенная деградация биосферы - это такие нарушения структуры и функционирования биосферы под влиянием деятельности человека, которые ведут к ослаблению или невозможности выполнения ее глобальной функции - сохранения жизни на планете.

Все-таки понятие "Деградация почв" до настоящего времени не имеет четкого определения, однако в него, так или иначе, включаются процессы ухудшения свойств почв и их качества с позиций получения первичной продуктивности. Другие определения этого явления, изложенные в упомянутой монографии, по смысловому содержанию близки между собой. Остановимся лишь на отдельных определениях.

Согласно известным ученым (Карманов, Булгаков, 1998)"Под деградацией почв понимаются процессы и результаты изменения их свойств и естественных режимов, в совокупности, приводящие к изменению функций почвы как элемента экологической системы и снижению почвенного плодородия".

По М.И. Герасимовой и соавторов (2000)"Деградация почв - изменение в функционировании почвенной системы, и/или в составе и строении твердой фазы, и/или регуляторной функции почв, имеющее результатом отклонение от экологической нормы и ухудшение параметров, важных для функционирования биоты и человека".

В литературе встречаются подходы к определению понятий не только деградации почв, но и земель, почвенного покрова и ландшафта. В целом применены следующие понятия:

***"степень деградации почвы"*** - сравнительный уровень выраженности деградации почвы в целом к фиксированному моменту времени;

***"скорость деградации почвы"*** - быстрота изменения степени деградации почвы;

"***вид деградации почвы"*** - группа процессов ухудшения свойств и качества почвы, имеющая одинаковые общие механизмы осуществления и спектр результатов воздействия;

***"число совмещенности"*** - число видов деградации почвы, диагностируемых одновременно в одной почве в пределах одного элементарного почвенного ареала.

В словаре-справочнике по мониторингу земель (Мониторинг земель…, 2003) указана деградация земель технологическая (эксплуатационная) и физическая (земледельческая). В целом под деградацией земель понимается устойчивое количественное и качественное ухудшение состава, а также свойств земель и почв в результате воздействия антропогенных (техногенных), или природно-антропогенных и природных факторов.

Таким образом, в современном почвоведении понятие "деградация почв" или "деградация почвенного покрова" расценивается с позиций удобства и благополучия человека и окружающей его природной среды.

Представление о ***причинах деградации*** почв и почвенного покрова в настоящее время также остается не вполне устоявшимся. Как правило, наиболее активно исследуются деградационные явления, связанные с деятельностью человека. В таком случае рассматривают антропогенную нагрузку. По Н.Ф. Реймерсу (1990) ***антропогенная нагрузка*** - это степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйства на природу в целом или на ее отдельные экологические компоненты (ландшафты, природные ресурсы, виды живого и т.д.).

Изменения, происходящие при воздействии человека, ограничены территорией или типом хозяйственной деятельности. Однако, если принять, что антропогенные воздействия приводят к изменениям факторов почвообразования, то и природные факторы можно считать причиной деградации почв.

Считается, что ***деградация почв в большинстве случаев идет при комбинированном воздействии природных и антропогенных факторов***. При этом антропогенное влияние создает предпосылки для резкой активизации природных воздействий. Разграничить влияние природных и антропогенных факторов деградации часто бывает достаточно сложно (Природно-техногенные воздействия., 2000).

Вместе с тем установлено, что деградационные изменения почв не являются неизбежно следующими за любым антропогенным воздействием. Важнейшей причиной деградации почв является несоответствие антропогенных мероприятий их генетическим особенностям, свойствам и режимам, условиям естественного формирования ландшафтов.

Поэтому при вовлечении почв в тот или иной вид использования (например, мелиорацию) нельзя применять мероприятия, выводящие почвы из устойчивого состояния. Непонимание этого принципиального условия рационального природопользования оказалось причиной широкого распространения и весьма разнообразного проявления антропогенной деградации почв на Земле.

Причины деградации почв связывают с рядом происходящих процессов. Первые из них (землетрясения, извержения вулканов, различные склоновые процессы и т.п.) не могут быть предотвращены человеком. Вторые процессы (оползни, сели, эрозия почв, дефляция, и др.) определяются антропогенным фактором. К собственно антропогенным процессам относят загрязнение почв токсическими веществами, деградация почв при геологоразведочных работах и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, дегумификация пахотных почв и многие другие.

Следует учитывать ***потенциальную устойчивость почв к деградации,*** которая определяется их составом и свойствами, наличием или отсутствием факторов, защищающих почву от деградации. В связи с этим появился термин "***обратимость деградации почв",*** под которым понимается реальная возможность восстановления свойств почв, измененных (или утраченных) в процессе деградации. Она зависит от вида и степени деградации почв. Так, сподкислением, обеднением подвижными формами питания растений можно справиться в относительно быстрые сроки и без крупных затрат. Устранение последствий водной и ветровой эрозии, значительной потери гумуса черноземами - крайне сложный дорогостоящий и длительный процесс. При высоких степенях деградации восстановление профилей почв, их нормального функционирования и свойственного им плодородия становится невозможным.

Существующие антропогенные нагрузки по своему происхождению разделяются на *агрогенные* (возникшие при сельскохозяйственной деятельности человека) и *техногенные (*возникшие в результате работы промышленного производства или транспорта). По степени воздействия они могут быть сильные, умеренные, слабые; по периодичности действия - кратковременные, периодические и долговременные. По географическим масштабам выделяют локальные, региональные, глобальные нагрузки (Черкасов и др., 2005).

По данным этих авторов необходимо различать термин "*допустимая антропогенная нагрузка"*. Под ней они понимают такую степень нагрузки на компоненты агроландшафта, при которой система сохраняет способность практически бесконечно функционировать без резких изменений структуры. В зоне "недопустимой нагрузки" авторы предлагают выделять несколько степеней антропогенной нагрузки на параметры агроландшафта: умеренная или ограниченно допустимая, сильная и критическая.

*Умеренная антропогенная нагрузка* - такая степень антропогенной нагрузки, при которой слабо меняются функции и структура системы, а при определенном воздействии можно приостановить деградационные процессы. *Сильная антропогенная нагрузка* - состояние, при котором в значительной степени затронуты деградационными процессами основные параметры системы, сильно изменяются ее функции и структура.

*Критическая антропогенная нагрузка* - такая степень антропогенной нагрузки на компоненты агроландшафта, при которой при длительном однонаправленном действии человека происходит необратимая утрата функций и структуры данной системы.

Допустимой мерой отклонений от нормального состояния считаются такие отклонения, которые дают возможность системе устойчиво существовать в данном месте и которые со временем могут быть ликвидированы самой системой.

В любом случае при установлении степени антропогенной нагрузки конкретного объекта необходимо ориентироваться на целинные аналоги (эталоны) почв. За норму или эталон почвы целесообразно использовать либо зональные эталоны пахотных почв (ГОСТы), шкалу Карманова, либо модели плодородия региональных подтипов почв, либо объекты базового агроэкологического мониторинга с наименьшей антропогенной нагрузкой (целина, многолетняя залежь). Для характеристики деградации почв Белгородской области можно руководствоваться известными изданиями (Атлас природных ресурсов и экологического состояния Белгородской области, 2005; Красная книга почв Белгородской области, 2007; и др.).

При оценке проявления деградаций выделяют несколько степеней: деградации нет, слабая деградация, средняя, сильная и экстремальная. Для каждой степени даются количественные изменения конкретного свойства: количество промоин и их частота, степень засоления и т.д. В иных классификациях степень оценивается по уменьшению или усилению того или иного количественного признака (свойства) почвы.

В настоящее время также существуют методические подходы и примеры картографирования деградационных процессов. С этих позиций различают две основные категории деградационных процессов и явлений. Первая связана с перемещением почвенного материала и проявляется при водной и ветровой эрозии. Вторая связана с изменениями химических и/или физико-химических свойств почв.

Определение степени деградации производится в соответствии с таблицей индикаторных показателей, включающей около 30 параметров физического и химического состояния почв. Вычисленные в баллах и последующих коэффициентах показатели степени деградации позволяют не только оценить степень ущерба, но и перейти к экономическим расчетам.

При оценке деградации земель различают комплексный ландшафтный подход или рассматривают землю как объект купли-продажи. Во втором случае принимают во внимание такие характеристики земель, как удаленность от основных рынков сбыта, наличие дорог, инфраструктуры и т.п.

# ***2.2 Типы и виды деградации почв***

По мнению многих исследователей, все виды деградации почв можно условно разделить на три группы. Их краткое определение может быть сформулировано следующим образом (Снакин и др., 1993).

***Физическая деградация*** - ухудшение физических и водно-физических свойств почвы, нарушение почвенного профиля.

***Химическая деградация -*** ухудшение химических свойств почв истощение запасов питательных элементов, вторичное засоление и осолонцевание, загрязнение токсикантами.

***Биологическая деградация*** - сокращение численности видового разнообразия и оптимального соотношения различных видов микроорганизмов, загрязнение почвы патогенными микроорганизм ухудшение санитарно-эпидемиологических показателей.

На рис.2.1 в наиболее общем виде представлены виды воздействий на экосистемы (почвы), приводящие к проявлению деградационных явлений.

***Физическая деградация*** ***почвы*** фиксируется как по уменьшению мощности органогенных и (или) гумусоаккумулятивных горизонтов почв или уничтожению других почвенных горизонтов и всего профиля (механическая деградация), так и по изменению конкретных физических свойств механически ненарушенного почвенного профиля (собственно физическая деградация). Нарушение почвы (и почвенного покрова) может быть связано и с поступлением на ее поверхность постороннего абиотического наноса, ухудшающего продукционную функцию почвы (Система оценки степени деградации, 1992).

Механические нарушения почвы, приводящие к физическому разрушению всего почвенного профиля или его части, могут быть вызваны различными формами антропогенных воздействий. Среди нарушений, вызванных промышленной деятельностью человека, следует считать разрушение почв и почвенного покрова при добыче полезных ископаемых. При этом формируется серия природно-техногенных ландшафтов, каждый из которых отличается своими чертами разрушения почвенного покрова. Среди таких ландшафтов чаще встречаются карьерно-отвальные, загрязненные и частично поврежденные индустриально-"мусоро"-отвальные. К другим формам механических нарушений относятся разрушения почв при дорожном строительстве, строительстве газо- инефтепроводов.

**Рис. 2.1 Основные виды антропогенного воздействия на экосистемы и их реакция (**Деградация и охрана почв, 2002).

Среди антропогенных воздействий, связанных с сельскохозяйственным производством, наиболее существенные нарушения вызывают два его вида: распашка и выпас скота. Последствия распашки включают изменение микрорельефа поверхности почвы, изменение плотности, резкое увеличение эрозионной опасности и т.д.

Физическая деградация выражается в ухудшении почвенной структуры и всего комплекса физических свойств, т.е. в разрушении физической основы почвы, и развивается всюду, где применяют избыточные нагрузки механического, химического, физико-химического водного или биологического характера. Физическая деградация может быть обусловлена различными природными факторами, и развиваться в условиях естественных биогеоценозов в результате изменения климатических условий, естественных процессов денудации, эрозии, опустынивания и т.д. Причиной физической деградации почв могут явиться также различного рода катастрофические процессы природного и антропогенного характера.

Во временном аспекте, длительности, постепенности наступления деградационных изменений существуют два основных проявления деградации:

 Накопление деградационных признаков до критического состояния, когда процессы становятся необратимыми. Это изменение почв фактически представляет собой "медленную" катастрофу. Такая тенденция наблюдается в настоящее время, по мнению ученых практически более чем на 80% пахотных земель. Этот вид "накопительной" деградации происходит в случае длительной интенсивной эксплуатации почв как постоянного технологического ресурса в технологиях сельского, лесного и некоторых других производств.

 Частичное или полное разрушение почвенного тела как неизбежный этап промышленных технологий природопользования, осуществляемый в течение сравнительно короткого промежутка времени и приводящий к моментальному разрушению природных объектов и почв в том числе. Такое проявление деградации (разрушения) носит локальный характер и опасно главным образом быстротой и полнотой проявления. Как правило, это относится к ряду производств несельскохозяйственного направления, когда почвы неизбежно разрушаются в соответствии с принятыми технологиями природопользования - горное дело, дорожное строительство, различного рода свалки и хранилища отходов, магистральный трубопроводный транспорт и т.д.

Крайней степенью физической деградации является полное уничтожение почвы как природного объекта, вплоть до состояния горной породы или в ландшафтном плане до состояния абиотической пустыни.

***Химическая деградация почв*** включает изменение многих почвенных свойств вследствие различных причин природного и антропогенного происхождения. Все факторы и причины химической деградации разделяют на две группы. Первая из них охватывает те изменения почв, которые вызваны сельскохозяйственными процессами. Вторая вызвана химическим загрязнением почв в результате развития различных промышленных производств, транспортом или поселением человека (Лозановская и др., 1988).

*Потеря гумуса.* В большинстве случаев для пахотных почв снижение содержания органического вещества можно считать негативным явлением. Только частичная потеря органического вещества торфяными или торфянистыми почвами иногда может рассматриваться с положительной стороны. При хорошо спланированном культурном земледелии и высоких урожаях в почве иногда наблюдается и накопление гумуса, но редко. Следует обратить внимание и на то, что качественный состав гумуса может изменяться в любую сторону, с повышением или понижением в его составе гуминовых кислот. Предсказать ожидаемые изменения довольно трудно, поскольку они зависят как от набора возделываемых культур, так и химизации земледелия и применяемых мелиоративных приемов.

*Кислотные и щелочные дожди.* Это типично техногенное (или антропогенное) явление, обусловленное накоплением в атмосфере оксидов серы, азота, ионов хлора или фтора, а также пылевидных выбросов цементных и других заводов. При взаимодействии таких выбросов в воздухе с парами воды накапливаются кислоты, реже основания, которые вместе с осадками всех видов поступают на поверхность почвы и затем просачиваются вниз по почвенному профилю. Однозначно оценить роль таких выпадений практически невозможно. Положительную сторону этого явления можно наблюдать, если на поверхность почв с кислой реакцией поступают основания, а кислые осадки выпадают на поверхность большинства степных карбонатных почв.

*Горнодобывающая промышленность.* Добыча и переработка различных полезных ископаемых характеризуется многочисленными и разнообразными химическими процессами, которые сопровождаются или скоплениями различных отвалов условно так называемой "пустой" породы или выбросами в атмосферу различных газов. В атмосферу поступают различные соединения углерода, серы, азота, другие вещества. Они воздействуют на почвы или непосредственно в газовой форме (поглощаясь почвенным покровом) или предварительно взаимодействуют с парами воды и выпадают на поверхность Земли в виде дождя и снега.

*Металлургическая промышленность.* Этот вид производства поставляет в природную среду очень большое количество отходов, различных и по составу, и по количеству. Поэтому степень воздействия многих заводов может быть весьма различной. Что зависит как от количества отходов, так и от их состава. Поэтому характер и степень воздействия таких заводов можно оценить только для конкретных комбинатов, хотя их общее влияние очень велико.

*Нефть и нефтепродукты.* Общеизвестны большие потери нефти и нефтепродуктов при добыче, переработке, хранении и транспортировке. При загрязнении почв нефтью в них возрастает доля углеводородов, снижаются подвижность и доступность многих элементов питания растений, изменяются величины рН и окислительно-восстановительных потенциалов, изменяется химический состав почвенного воздуха.

Химическая деградация почв неизбежно происходит при их обычном сельскохозяйственном использовании, но такую деградацию сравнительно легко приостановить или даже преодолеть, используя обычные удобрения или мелиоративные средства.

***Деградация биологических свойств почв.*** При любых видах деградации почв первыми на них реагируют именно организмы. С одной стороны они стремятся благодаря изменению своей активности поддержать равновесие, с другой - они первыми страдают от нарушений. В первую очередь нарушается биоразнообразие, происходит его обеднение, идет перегруппировка популяций, изменяются доминирующие и часто встречающиеся виды, некоторые виды вообще исчезают, могут появляться и новые виды, часто вредные.

Сохранение стабильности и нормального функционирования биоты обеспечивается огромным микробным пулом, отличающимся как большим общим запасом микрооорганизмов (микробной биомассой), так и огромным качественным разнообразием (микробным генофондом). В составе пула большинство организмов находится в состоянии анабиоза и выходит из него в случае необходимости проведения коррекции в функционировании биоты. С уменьшением пула микроорганизмов и его разнообразия происходят и функциональные нарушения, например способности к азотфиксации, гумусообразованию и структурообразованию, гипертрофируются такие функции, как скорость разложения органического вещества, нитрификационная и денитрификационная способность. Появляются новые отрицательные свойства, например появление потенциальных патогенов, аллергенов и фитопатогенов, образование фитотоксинов. В некоторых случаях наблюдается деградация микробного комплекса из-за загрязнения его посторонними непочвенными организмами, например фекальными или микробами с микробиологических производств (антибиотиков, белково-витаминных концентратов, ферментов и некоторых химикатов).

Почвенные организмы страдают от всех видов деградации. При ветровой или водной эрозии почв организмы частично или почти полностью теряются, причем для восстановления биоты требуется восстановление самой почвы.

Почвенные организмы резко реагируют на деградацию химического состояния почв. Особенно сильно сказывается загрязнение тяжелыми металлами, пестицидами, подкисление почв, уменьшение содержания гумуса и т.д. Однако организмы являются и мощным фактором борьбы с химической деградацией почв, так как они могут очищать почву от нефти и пестицидов, способствовать образованию органо-минеральных соединений, содержащих тяжелые металлы. Они также способствуют передвижению таких соединений вниз по почвенному профилю, либо заключению их в пленки и агрегаты, где они не могут проявлять своего токсичного действия. Способность микроорганизмов к метилированию тяжелых металлов и некоторых других элементов приводит к их удалению из почвы в виде летучих соединений. Почвенные организмы способны разрушать все вредные природные органические соединения и большинство токсичных искусственных органических веществ.

Физическая деградация почв, особенно уплотнение и разрушение почвенной структуры, а также изменение водного режима приводит к разбалансированию микробиологических процессов, господству анаэробных условий, развитию денитрификации, образованию токсичных веществ коренному изменению почвенной биоты.

***Эрозия почв.*** Под эрозией почвы понимается совокупность взаимосвязанных процессов отрыва, переноса и отложения почвы (иногда материнской и подстилающей породы) поверхностным стоком временных водных потоков и ветром (Кузнецов, Глазунов, 2004). Распространение эрозионных процессов на поверхности Земли принимает катастрофический характер. Причины распространения эрозии почв довольно разнообразны. Их можно распределить по пяти группам так называемых факторов эрозии: климатические, топографические, почвенные, биогенные и антропогенные. При анализе влияния факторов эрозии почв на интенсивность эрозионных процессов следует иметь в виду, что она зависит от соотношения эродирующего воздействия потока воды и капель дождя (или ветрового потока) и способности почвы сопротивляться этим воздействиям, т.е. от ее противоэрозионной (или противодефляционной) стойкости. Величины эродирующего воздействия водного и воздушного потоков зависят, прежде всего, от их скоростей. Противоэрозионная и противодефляционная стойкости почв зависят, соответственно, от размера водопрочных агрегатов и комковатости сухой почвы, а также от сцепления их друг с другом.

Непосредственное влияние на интенсивность эрозионных процессов оказывают следующие факторы:

 климатические - интенсивность и продолжительность дождя или снеготаяния, температура воздуха, скорость, направление и время проявления ветра;

 топографичсские - длина, крутизна, форма, экспозиция и микрорасчлененность склонов, площадь водосбора и глубина местного базиса эрозии, характер рельефа (холмистость, наличие ветровых коридоров и др.);

 свойства почвы - водопроницаемость, противоэрозионная стойкость (способность почвы сопротивляться смывающему действию воды или сдувающему действию ветра), зависящая от водопрочности структуры, межагрегатного сцепления и плотности агрегатов;

 биогенные факторы - создание почвенными беспозвоночными сети каналов и пор, оструктуривание почв, защитная роль растительности, проявляющаяся в снижении скорости ветра и влиянии на температурный и водный режим почвы.

Влияние хозяйственной деятельности человека на процессы эрозии трудно переоценить. Действие этого фактора проявляется опосредованно, через другие факторы эрозии почв. В процессе хозяйственной деятельности человек коренным образом изменяет соотношение факторов эрозии почв, причем окончательный эффект этого воздействия бывает неблагоприятным, что сопровождается ускорением развития эрозии почв. Ускоренная эрозия почв в современных условиях чаще всего бывает следствием нерациональной хозяйственной деятельности. Ее причинами могут быть как отсутствие научно обоснованных рекомендаций по рациональной хозяйственной деятельности, так и невыполнение имеющихся рекомендаций.

***Гидрологический фактор деградации почв*** обусловлен неблагоприятной трансформацией их водного режима, вызванной неадекватным применением гидротехнических, мелиоративных, дорожно-строительных и других индустриальных мероприятий. Проявляются такие негативные процессы, как заболачивание (в том числе вторичное), засоление, ускоренное разложение органического вещества, интенсивный вынос гумусовых веществ и таких элементов, как медь, магний, железо, алюминий, марганец, усиление процессов оглеения, уплотнение и дезагрегирование почв и др.

Деградационные явления приводят к изменению морфологии почвенного профиля, влияют на интенсивность тех или иных элементарных почвенных процессов, и, как следствие, меняют классификационное положение почв, структуру почвенного покрова и, наконец, снижают плодородие почв.

# ***Глава 3. Механические нарушения почв***

Механические нарушения почв и почвенного покрова связаны, как правило, с разработкой различного рода полезных ископаемых, строительством дорог, газо- и нефтепроводов, различного рода коммуникаций. Деградационные процессы наблюдаются также на пастбищах.

Масштабы деградации вследствие перечисленных видов антропогенных воздействий настолько велики и сам характер нарушений столь разнообразен, что возникает необходимость последовательного изучения различных типов нарушений, их классификации, установления закономерностей воздействия на почвы и окружающую среду в целом. Одновременно встают задачи сведения к минимуму механических нарушений и проблемы рекультивации земель, восстановления нормального функционирования почв и экосистем.

# ***3.1 Нарушения почв при добыче полезных ископаемых***

Самые грандиозные по своим масштабам нарушения возникают в промышленности, энергетике и при добыче полезных ископаемых. Во всех случаях нарушений последействия могут носить разнообразный характер, но в своей принципиальной основе они сводятся к следующим. Во-первых, эти нарушения приводят к отчуждению земель, причем иногда на многие годы или столетия. Это, прежде всего, земли занятые под строениями гражданского или промышленного характера. Обширные пространства между ними могут быть в функциональном отношении доведены до фонового уровня при правильной рекультивации. Значительное отчуждение земель возможно в процессе разработки карьеров при открытой добыче полезных ископаемых. Отчуждение земель происходит при строительстве шахт; причем это сопровождается появлением новыхформ рельефа. Отвалы образуются и при функционировании горно-обогатительных фабрик.

Не менее опасно и косвенное воздействие механических нарушений. В их числе снижение уровня грунтовых вод вследствие выборки пород и образования карьеров, изменение гидрохимического состава природных вод. Существенным является выпадение пыли и усиление целого ряда эрозионных явлений, включая водную эрозию и дефляцию. Причиной этих явлений может служить изменение растительного покрова, смена видового состава и характера рельефа.

Белгородская область сейчас и на перспективу ориентирована на развитие горно-рудной промышленности. Влияние предприятий этой отрасли существенно осложняет экологическую обстановку. Разработка руд стала вторжением в природный комплекс территории, вызвав ряд острейших конфликтов природного, экономического и социального характера.

В настоящее время только площадь прямого нарушения земель карьерами в Губкинском и Старооскольском районах области по некоторым данным достигает 16 тыс. га (Петин и др., 2002). Наращиваются темпы добычи железной руды в Яковлевском руднике.

Крупной проблемой рационального использования минеральных ресурсов является более полное использование вскрышных пород Лебединского и Стойленского ГОКов. Складированные в отвалах десятки и сотни млн. т породы представляют собой техногенные месторождения. Проблема утилизации глин, песков, мела, мергелей с отвалов требует срочного решения. Кроме того, продолжается складирование окисленных железистых кварцитов, для которых пока не выработано экономичной технологии обогащения.

Массовая разработка мела, песка, глины малыми карьерами, которых в области насчитывается более 300, хотя и не приводит к появлению антропогенного рельефа большого площадного распространения, но значительно усиливает агрессивность экзогенных процессов - оползневых, обвально-осыпных, просадочных, эрозионных и др.

Таким образом, добыча полезных ископаемых приводит к нарастанию пересеченности рельефа; он становится менее благоприятным для проживания и хозяйственной деятельности населения.

Разработка полезных ископаемых влияет на воздушный бассейн. К примеру, для предварительного разрушения железистых кварцитов и вмещающих скальных пород проводятся взрывные работы. На них расходуются десятки тысяч т взрывчатых веществ. В то же время только один массовый взрыв в карьере может рассеивать в радиусе 3-4 км до 800 т пыли и до 700 м3 газов. К выбросам пыли при взрывах добавляется и пыление незадернованных отвалов.

По данным НИИ КМА, вокруг промышленной площади Лебединского ГОКа на удалении 150 и 300 м ежегодно оседает пыли соответственно 607 и 469 кг/га. Средние многолетние выбросы пыли и вредных газов оцениваются примерно в 30 тыс. т/год (Петин и др., 2002).

По другим данным ежегодные выбросы от деятельности АО "Оскольский электромеханический комбинат" составляют 28,7 тыс. т. На расстоянии 1; 2; 3 и 4 км от промышленной площадки данного комбината на 1 га земли оседает соответственно 401, 226, 97 и 47 кг пыли, содержащей значительное количество тяжелых металлов (Путятина, Колесников, 2010).

Кроме того, промышленные разработки оказывают влияние на поверхностные и подземные воды. Потребности области в воде покрываются главным образом за счет подземных вод. При добыче руды необходимо пройти слои водоносных горизонтов. В результате такой технологии запасы подземных вод на территории Лебединского и Стойленского карьеров истощены в радиусе около 200 км2, а их уровень понизился до 200-250 м, образуя депрессионную воронку. Меньшее по площади, но более крупное по глубине понижение уровня подземных вод (до 500 м) отмечено на Яковлевском руднике. В результате происходит нарушение водного баланса территории, ее обезвоживание.

Другое направление влияния добычи руды на поверхностные и подземные воды - накопление отходов обогащения (пульпы) в хвостохранилищах ГОКов. Из-за фильтрации воды из хвостохранилищ под ними образовался купол высотой 25 м, в котором повышена минерализация воды вследствие загрязнения.

Разработка полезных ископаемых оказывает прямое влияние на почвы. Закладка карьера начинается с того, что снимается черноземный слой и складируется около карьера в отвалы. Так почва исключается не только из хозяйственного использования, но и из природного комплекса. По некоторым данным в области складировано более 5,9 млн. м3 плодородного слоя почв. Комплекс мероприятий по восстановлению продуктивности нарушенных земель значительно отстает от необходимого объема их проведения.

При горнодобыче повышаются выбросы пыли в атмосферу и все загрязняющие воздух вещества выпадают на почву. В таких условиях формируются техногенные аномалии, где содержание железа, меди и цинка в почвах выше зональных в два-три раза. В пределах зоны запыления почв не рекомендуется использовать растительность на корм скоту в радиусе 5-7 км от карьеров.

Влияя на все компоненты природного комплекса, горнодобыча приводит к формированию нового типа ландшафта. Идет "цепная реакция": добыча руды - изменение рельефа - изменение состава воздуха - изменение водного баланса территории и ухудшение свойств подземных вод - нарушение почвенного покрова - изменение растительного и животного мира - трансформация ландшафта лесостепи в антропогенный ландшафт с господством карьерно-отвальных комплексов. Иногда этот ландшафт приобретает вид "бедленда" - "дурных земель", т.е. местность становится полностью непригодной для хозяйственной деятельности.

Специфика расположения Лебединско-Стойленской группы КМА привела к тому, что горнодобывающие предприятия непосредственно примыкают к участку "Ямская степь" заповедника "Белогорье" и отчасти находятся в его охранной зоне.

# ***3.2 Восстановление техногенных ландшафтов***

При экологической перестройке природно-техногенных ландшафтов необходимо изучать и новую структуру почвенного покрова с учетом присутствия нарушенных, насыпных, примитивных и других новообразованных почвогрунтов.

При различных типах механических нарушений почв следует уделять внимание проблемам рекультивации техногенных ландшафтов. Под рекультивацией понимается "комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества" (Моторина, Овчинников, 1986).

Рекультивация обычно проходит в два этапа: технический и биологический. На первом этапе рекультивации происходит восстановление прежних форм рельефа насколько это возможно, а также строительство дорог и гидротехнических сооружений. На этапе биологической рекультивации проводится комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на создание и восстановление плодородия почв. Перед проведением рекультивационных работ необходимо определить перспективы использования восстановленных земель и оптимальные структуры площадей, подлежащих рекультивации.

Рекультивация требует определенных технологий, среди которых можно выделить разравнивание поверхности, нанесение плодородного слоя мощностью до 1 м, регулирование водного и питательного режима. Нередко рекультивация требует глубокой обработки, внесения разнообразных удобрений, правильного подбора культур, агротехнических приемов. Без нанесения плодородного слоя использование земель возможно только в тех случаях, когда породы представлены относительно плодородными породами, такими, например, как лессы, лессовидные суглинки или песчаные отложения. Следует подчеркнуть своеобразие темпов почвообразования и особенностей эрозионных процессов, происходящих в техногенных ландшафтах (Бурыкин, 1986).

Существует определенная временная последовательность в технологии создания рекультивируемых земель. В первые годы обычно выращивают многолетние бобовые травы, при этом нормы высева трав увеличивают на 30-50 %. Опыт восстановления почв на различных участках угольных, железорудных и других бассейнов показывает, что необходимость в экранировании токсичных пород требует насыпного слоя от 20 до 80 см. При рекультивации земель в пределах угольных бассейнов показано, что выгоднее выращивать технические, зерновые и зернобобовые культуры. Так при увеличении плодородного слоя только на 10 см прибавка ячменя составляет 2,4 ц/га, а люцерны 3,6 ц/га. Во всех случаях признана роль свойств не только самого плодородного слоя, но и подстилающего субстрата (Бурыкин, 1991).

Одной из моделей рекультивации предлагается создание рекультивированных "почв" на плодородных породах без их предварительного землевания, без покрытия их гумусированным слоем чернозема (Стифеев, 1993 и др.). Такие "почвы" целесообразно использовать только под кормовые угодья с введением на них специальных фитомелиоративных севооборотов, до предела насыщенных бобовыми травами, обеспечивающими урожайность сена 3-5 т/га. При подборе видов растений для рекультивации должны учитываться их биологические и экологические особенности, в первую очередь устойчивость к неблагоприятным условиям водно-минерального питания.

На рекультивированных землях рядом автором рекомендованы ассортименты древесных, кустарниковых пород для создания рекультивационных насаждений (Методические рекомендации…, 1990 и др.). Неплохие результаты дает опыт лесопосадок.

К настоящему времени в КМА накоплен опыт облесения песчаных, мергелевых пород. Неплохие результаты дает облепиха при закреплении склонов. На крутых склонах хорошо себя зарекомендовали дикорастущие травы - синяк обыкновенный, донник желтый. Разработана методика посадки древесных и кустарниковых пород и ухода за ними.

В последние годы появились работы сотрудников Белгородского госуниверситета по воспроизводству почв в техногенных ландшафтах (Голеусов, Лисецкий; 2009). В результате модельных исследований на карьерно-отвальных комплексах Лебединского ГОКа (Губкинский район) и ОАО "Белгородский цемент" (Белгородский район) авторы пришли к следующему заключению: воспроизводство почв в условиях самозарастания отвалов вскрышных пород в техногенных ландшафтах протекает в достаточно экстремальных условиях, однако, в большинстве случаев к 30-40-летнему возрасту молодые почвы имеют морфологически хорошо выраженный профиль. Среди почвенных генетических горизонтов наибольшее развитие получают гумусовые.

Морфология профилей новообразованных почв техногенных геосистем сильно зависит от типа материнской породы. Лучше всего профиль почв формируется на суглинистых и супесчаных породах, менее развиты почвы на песках, глинах, меловых и плотных кристаллических породах.

Максимальная скорость формирования гумусового горизонта характерна для почв 20-50-летнего возраста, но для почв разного литологического типа максимумы скоростей не совпадают во времени.

Несмотря на высокие темпы почвообразования на начальном этапе, к 40-50-летнему возрасту почвы достигают немногим более 10 % морфологической зрелости фоновых почв. Поэтому как считают авторы, ожидать полного природного восстановления нарушенного почвенного покрова в техногенных ландшафтах в сколько-нибудь приемлемые сроки не приходится. Однако уровень функционирования молодых почв позволяет создавать довольно значительную продукцию фитоценозов, интенсивно преобразовывать субстрат. Почвы техногенных ландшафтов уже в 15-летнем возрасте устойчиво выполняют главные экосистемные функции: разложение органического вещества, депонирование элементов-биофилов и др. Кроме того, они в сочетании с хорошим задернением в значительной степени снижают интенсивность денудационных процессов.

Таким образом, основные проблемы при механических нарушениях разделяются на несколько важнейших направлений, среди которых существенное значение принадлежит вопросам экологического характера. При решении последних изучение процессов **почвообразования** приобретает особое значение. Фактически на это направлена большая часть работ, проводимых в области рекультивации, так как восстановление нормального функционирования почвенного покрова является основой и критерием завершенности рекультивации при механических нарушениях.

# ***Глава 4. Физическая деградация почвы***

# ***4.1 Критерии и параметры допустимых антропогенных нагрузок на физическое состояние почв***

Физическая деградация почв - это некоторое негативное изменение комплекса физических свойств или физического состояния почв, характеризуемого определенными количественными параметрами.

Набор показателей, характеризующих физическое состояние почв достаточно велик, оценочная значимость и их величины различны. Для определения процесса физической деградации почв используют ряд показателей. Это, во-первых, фильтрационная способность, агрегатный состав и водопрочность, водоудерживающая способность и влагопроводность. К ним относят физико-технологические параметры: твердость, сопротивление сдвигу, внутреннее сцепление, трение почва-почва и почва-металл, характеристика абразивных свойств, липкость, пластичность, тепловые, электрические и магнитные свойства.

Фактически физические свойства почвы в основном определяются состоянием почвенной структуры. Под структурой почвы в данном случае понимается пространственное распределение почвенных фазовых компонентов: твердых, жидких и газообразных. Этим распределением определяется строение порового пространства почвы.

Для диагностики физического состояния и, следовательно, уровня физической деградации почв некоторые ученые считают важным определение таких характеристик, как пористость агрегатов или фрагментов в сухом состоянии, размером 3-5 мм, коэффициент текстурной усадки и межагрегатную пористость (Добровольский, 2002).

Эти показатели отражают такие свойства почв как гранулометрический состав, минералогический состав, содержание органического вещества, состав обменных катионов, характер структурообразующих коллоидов и являются прямыми характеристиками почвенной структуры. Кроме того, они определяют структуру порового пространства, её динамичность под воздействием климатических и антропогенных факторов, а также большинство свойств почвы: водоудерживающую способность, влагопроводность, водопроницаемость, фильтрацию и др. Любое воздействие деградационных факторов, так или иначе, отражается на этих параметрах.

В этом плане достаточно показательной характеристикой физического состояния почв является плотность почвы в целом, которая, по мнению многих ученых, может быть принята за обобщенный показатель физического состояния почв. Она отражает пористость почвы, стабильность структурной пористости, плотность твердой фазы и набухаемости.

При оценке проявления деградаций выделяется несколько степеней: деградации нет, слабая деградация, средняя, сильная и экстремальная. Для каждой степени даются количественные изменения конкретного свойства. В иных классификациях оценки даются по уменьшению или усилению того или иного количественного признака (свойства) почвы (табл.4.1).

Для оценки физического состояния почв и эффективности многих агрономических приемов наиболее часто используют показатели структурного состава ("сухое" и "мокрое" просеивание), коэффициента структурности, плотности сложения и водопроницаемости. По справедливому утверждению Н.А. Качинского "окультуренная почва - это структурная почва". Наиболее агрономически ценная комковато-зернистая структура имеет размеры агрегатов от 0,25 до 10 мм.

Существенную роль в предохранении почв от разрушения играет водопрочность структурных агрегатов - способность их противостоять разрушающему действию воды.

Таблица 4.1 Показатели и критерии физической деградации почв (Деградация и охрана почв, 2002)

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Степень деградации |
|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Институт охраны природы |
|  1. Мощность органогенного горизонта (снижение на долю мощности)  | <0.1 А |  (0.1-0.2) А |  (0.3 - 0.5) А |  (0.6-1.0) А | >А |
|  2. Мощность абиотического наноса, см | <1 | 1-3 | 4-10 | 11-20 | >20 |
| Методика Роскомзема и др.  |
|  1. Уменьшение содержания физической глины на величину (% от исходного)  | <5 | 5-15 | 16-25 | 26-32 | >32 |
|  2. Увеличение равновесной плотности сложения пахотного слоя почвы (% от исходного)  | <10 | 10-20 | 21-30 | 31-40 | >40 |

Комковато-зернистое состояние почвы придаёт ей относительно рыхлое сложение, высокую пористость (больше 45 %), облегчает прорастание семян и распространение корней растений, уменьшает энергетические затраты на механическую обработку почвы. Структурная (комковато-зернистая) почва имеет хорошую водопроницаемость, в связи с чем на ней слабо выражен поверхностный сток, а, следовательно, она лучше противостоит водной эрозии. В такой почве повышается влагоёмкость, в ней больше накапливается воды, необходимой для роста и развития растений, происходит меньшее испарение влаги.

Интегральной величиной, характеризующей структуру почвы, является коэффициент структурности, показывающий отношение содержания комковато-зернистой структуры к суммарной величине пылеватой и глыбистой фракций. Большая величина коэффициента структурности указывает на лучшую структурность почвы, её более благоприятные для развития растений агрофизические свойства.

Для правильного выбора мер воздействия на почву необходимо, прежде всего, определить уровень ее окультуренности, т.е. степень приспособленности к выращиванию сельскохозяйственных культур. Как правило, критерием оценки окультуренности почв считают урожайность культур.

Сотрудники Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии обобщили экспериментальный материал и выработали диагностические критерии по основным показателям агрофизических свойств черноземов (Черкасов с сотр., 2005). Они считают, что полученные результаты можно использовать при мониторинге и управлении агрофизическим состоянием почв. По их данным в качестве основных критериев могут служить показатели, характеризующие структуру почвы. Известно, что важнейшими количественными характеристиками почвенной структуры являются плотность сложения и структурно-агрегатный состав. Вместе с тем, эти показатели весьма нестабильны, что обусловлено сезонной динамикой, связанной с механической обработкой почвы орудиями, видом сельскохозяйственной культуры, процессами набухание-усадка и др.

Для более полной оценки степени окультуренности почв, по мнению упомянутых авторов, следует использовать критерии, которые характеризуют различные уровни структурной организации почвы (по Воронину, 1986): молекулярно-ионный, уровень организации почвенных частиц, агрегатный структурный уровень, горизонтный структурный уровень. Некоторые из них мы прокомментируем.

На горизонтном структурном уровне основные изменения в пахотном слое отражают плотность сложения и структурно-агрегатный состав. По величине этих показателей степень окультуренности средне - и тяжелосуглинистых черноземов предлагается дифференцировать на три уровня: высокий, средний и низкий (табл.4.2.). В качестве диагностических показателей взяты: равновесная плотность сложения, содержание водоустойчивых агрегатов размером более 0,25 мм, содержание воздушно-сухих агрегатов размером 10-0.25 мм.

Таблица 4.2 Диагностические критерии уровней окультуренности черноземов типичных по агрофизическим свойствам в пахотном слое по Черкасову и др., 2005)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Уровень окульту- ренности | Равновесная плотность, г/см3 | Структурно - агрегатный состав, % | Плотность (dv, г/см3) и пористость агрегатов (Па, %)  |
|  |  | воздушно - сухие агрегаты 10 - 0,25 мм | водоустойчивые агрегаты более 0,25 мм | 10-20 мм | 5-7 мм |
|  |  |  |  | dv, г/см3 | Па, % | dv, г/см3 | Па, % |
| Высокий | 1,0-1,15 | 70-80 | 50-60 | 1,35 - 1,50 | 42-45 | 1,45 - 1,60 | 39-43 |
| Средний | 1,15-1,25 | 60-70 | 40-50 | 1,50 - 1,60 | 39-42 | 1,6-1,7 | 36-39 |
| Низкий | >1,25 | <60 | <40 | >1,60 | <39 | >1,7 | <36 |

Агрегатный структурный уровень хорошо характеризует плотность и пористость агрегатов различного размера.

Наши личные эксперименты и литературные данные свидетельствуют, что основными свойствами и показателями почв, определяющими степень воздействия сельскохозяйственной техники на почву, являются гранулометрический состав, содержание и качественный состав органики, структурное состояние, плотность и влажность почв. В связи с этим можно заключить, что присущие типичным черноземам соответствующие показатели предполагают их высокую способность противостоять деформациям.

Сотрудники ВНИИЗ и защиты почв от эрозии установили верхнюю границу оптимальной плотности сложения тяжелосуглинистого типичного чернозема, которая составляет 1,2 г/см3. Таким образом, эту величину можно использовать для оценки степени воздействия сельскохозяйственных движителей на почву.

В.В. Медведевым (1988) установлены допустимые давления ходовых систем тракторов на чернозем типичный в зависимости от влажности и плотности сложения.

# ***4.2 Современное физическое состояние почв***

Нами проведено сравнительное исследование некоторых физических показателей чернозема типичного мощного тяжелосуглинистогоцелинного заповедника "Ямская степь" и многолетней пашни (табл.4.3).

Таблица 4.3 Физические показатели чернозёма целины и пашни

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Генетические горизонты (индексы и мощность), см | Глубина отбора почвы, см | Плотность, г/см3 | Коэффициент структурности, ед.  |
| Целина |
| Ад 0-5 | - | - | - |
| А 5-50 | 20-30 | 1,00 | 6,3 |
| А/ВК 50-90 | 60-70 | 1, 20 | 4,1 |
| ВСК 90-130 | 100-110 | 1,40 | 2,0 |
| 130-200 140-1501,501,6 |  |  |  |
| Многолетняя пашня |
| А пах.0-30 | 20-30 | 1,25 | 3,8 |
| А/ВК 50-90 | 60-70 | 1,36 | 2,5 |
| ВСК 90-130 | 100-110 | 1,45 | 1,8 |
| 130-200 140-1501,501,5 |  |  |  |

Как видим, при сельскохозяйственном использовании чернозем уплотняется, его структурное состояние ухудшается. Плотность сложения пахотного слоя чернозема заметно увеличилась. На пашне уплотнен даже и более глубокий слой почвы. Так, на глубине 50-90 см все еще заметно увеличение плотности. Лишь на 1-метровой глубине различия в плотности незначительны. Плотность сложения целины варьировала в пределах 1,05-1,10 г/см3, а пахотного аналога чернозема - заметно больше - 1,25-1,30.

В структурном составе почв также заметна разница. Коэффициент структурности в почве целины в 2 раза больше, чем на пашне. Это означает, что пахотная почва имеет менее благоприятную в агрономическом отношении структуру. Эта разница сохраняется до глубины 90 см. Ниже по профилю почвы структурный состав сравниваемых объектов выравнивается.

По нашим данным в целинном типичном черноземе Белгородской области содержание агрегатов агрономически ценного размера составляет 75-80 %. Это по известным параметрам довольно высокий уровень плодородия почвы. В то же время определение количества ценных агрегатов в пахотном черноземе показало, что здесь их заметно меньше - 60-65 %. Оставшаяся часть - это пылеватые частицы размером меньше 0,25 мм и глыбистые частицы больше 10 мм, которые в большей степени определяют отрицательные физические характеристики.

Подобная закономерность отмечена в черноземе целины и пашни и по содержанию водопрочных агрегатов. Как показали эксперименты, содержание водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм на целине достигает 50-55 %, в то время как на пашне их обнаруживалось только 30-35%.

При длительном использовании чернозема в пашне, соответствующим образом снижается и такой важный в агрономическом отношении показатель, водопроницаемость. Так, в целинном типичном черноземе она составляет 70-75 мм/час, а в пахотном варианте только 50-55 мм/час.

Таким образом, на пашне проявляется явное ухудшение агрономически важных физических свойств в сравнении с целиной. Почва пашни более распылена, глыбистая, уплотнена и меньше фильтрует влагу. Все сказанное относится к пахотному слою почвы. Глубже пахотного слоя существенных различий в агрофизических показателях (по структуре и плотности) между целинными и распаханными почвами не наблюдается.

Приведенные данные свидетельствуют, что пахотные почвы в настоящее время подвержены значительной физической деградации, что может вызвать ряд нежелательных процессов в самой почве и в целом снизить их производственную и экологическую функцию.

# ***4.3 Последствия физической деградации почв***

Деградация почв означает неспособность их выполнять свои функции: экологическую, производственную и санитарно-эпидемическую. Физически деградированные почвы являются экологически опасным природным объектом. Крайняя степень физической деградации - физическое уничтожение почвы как природного объекта - базового компонента природной среды.

Получение продукции на физически деградированных почвах требует применения повышенных доз минеральных удобрений и мелиорантов. Происходит перегрузка почвы, а соответственно и получаемой продукции, по отдельным токсическим компонентам.

Физически деградированные почвы прекращают выполнение роли естественного физико-химического фильтрационного буфера, увеличивая, таким образом, опасность от многих видов химического загрязнения природной среды.

Почвы с неблагоприятными физическими свойствами обладают пониженной способностью к накоплению и сохранению влаги, что увеличивает вероятность засух, локального заболачивания, проявления ветровой и водной эрозии. Повышенный поверхностный сток осадковых и талых **вод из-за** снижения водопроницаемости физически деградированных **почв** обусловливает снос агрохимикатов в общую гидрографическую **сеть,** заиливание малых рек, общее загрязнение естественных **водоемов со** всеми вытекающими экологическими последствиями.

Выражением физической деградации также считают слитизацию почв. Теоретическая основа данного явления заключается в следующем.

К свойствам, способствующим слитогенезу, относят тяжелый гранулометрический состав, особый водный режим, невысокое содержание органического вещества при значительной доле негидролизуемого остатка и др. (Деградация и охрана…, 2002). Явление слитизации часто проявляется при осолонцевании почвы, при поливах минерализованными водами, при механическом разрушении структуры почвы под воздействием тяжелой сельскохозяйственной техники, несоблюдения норм агротехники и т.д.

Образование слитости почв некоторые ученые объясняют с энергетических позиций (Березин и др., 1994). Сущность таких взглядов состоит в том, что капиллярное давление почвенной влаги определяется энергетическими характеристиками двойного электрического слоя поверхности твердой фазы почвы: энергией диффузной части и емкостью адсорбционного слоя. Эти параметры зависят от таких свойств почвы, как минералогический и гранулометрический составы, содержания и качества органического вещества, емкости обмена и состава поглощающего комплекса.

Энергетическое состояние почвы связывают с наличием в почве органического вещества. Увеличение содержания органического вещества ведет к снижению поверхностной энергии. Оно в данном случае выступает как поверхностно активное вещество (ПАВ), снижающее поверхностную энергию. Органическое вещество, обладающее гидрофобными свойствами, при взаимодействии с минеральными компонентами снижает величину общего заряда и стабилизирует почвенную структуру.

Проявление слитости часто обнаруживается при использовании оросительной воды повышенной минерализации. В таком случае энергетическая характеристика твердой фазы зависит от состава обменного комплекса и отдельных ионов. Так, увеличение обменного натрия увеличивает поверхностную энергию, что приводит к понижению пористости почвы в сухом состоянии и резко повышенной способности к набуханию. Введение кальция в обменный комплекс уменьшает поверхностную энергию и обеспечивает определенную стабильность почвенной структуры. Магний в целом оказывает отрицательное воздействие на структуру, но в меньшей степени, чем натрий.

Бесструктурность или слитость, характерные для физически деградированных почв, вызывает необходимость увеличения числа и интенсивности почвообрабатывающих операций для создания и поддержания приемлемого рыхления пахотного слоя, что влечет за собой дальнейшее разрушение почвенной структуры.

Слитые набухающие почвы характеризуются резко пониженной аэрируемостью порового пространства при любых значениях влажности. В результате возникает явление анаэробиозиса даже при недостатке воды в поровом пространстве. Усиливает слитизацию не только неблагоприятный водный режим, но и обработка влажной почвы почвообрабатывающими орудиями (Добровольский и др., 2002).

Известно, что экологическая значимость территорий в значительной мере определяется биологическим качеством почв, обеспечивающим нормальное функционирование экологических систем. Выполнение почвой ее биологической функции определяется физическим состоянием почв. Она должна иметь хорошо развитое поровое пространство и структуру, обеспечивающие оптимальный водно-воздушный режим, благоприятный для жизнеобеспечения почвенной биоты и сельскохозяйственных культур.

В связи с этим важно прокомментировать использование средств интенсификации в земледелии нашей страны. В течение ряда десятилетий в России осуществлялась система эксплуатации почв, основанная на двух направлениях: максимальной химизации для обеспечения растений питательными веществами и применении высокопроизводительной почвообрабатывающей техники. Считалось, что физическое состояние почв может в полной мере создаваться и поддерживаться применением механической почвообработки мощной техникой для рыхления, вспашки, культивации и прочих жестких операций. На самом деле этим необратимо разрушается почвенная структура и вполне интенсивно происходит физическая деградация почв. Более того, при нарушении физических условий быстро уничтожается биологический потенциал почвы.

Примером может служить уникальный опыт, описанный в научном издании (Деградация и охрана почв…, 2002). Внесение избыточной дозы гербицида симазина на черноземе типичном Тамбовской области привело к практически полной стерилизации почвы. В течение последующих лет хорошо оструктуренный чернозем превратился в глыбистый "чернозем" с крайне неблагоприятными физическими свойствами. Как утверждают авторы, "восстановления" почвы не произошло не только за последующие три десятилетия, но оно остается проблематичным и в дальнейшем.

Следовательно, выход из данного представления в использовании почв должен базироваться на активизации биологической активности почвы. А это означает минимально необходимое применение "химизации" и почвозащитных агротехнологий, физически щадящие системы обработки почв.

# ***4.4 Приемы улучшения физического состояния почв***

Благоприятные физические свойства почв - одно из необходимых условий их плодородия, получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. Еще в работах А.А. Измаильского (1949), П.А. Костычева (1951), а также современных ученых убедительно показано, что длительное и интенсивное сельскохозяйственное использование почв в пашне приводит, как правило, к ухудшению агрофизических свойств.

Причину этого явления часто связывают с интенсификацией земледелия. В первую очередь указывают на отрицательное влияние высоких доз минеральных удобрений, уплотняющее действие почвообрабатывающих машин и агрегатов. Однако, как свидетельствуют наблюдения, физическая деградация почв имеет место и при низкой культуре земледелия. Примером может служить сокращение необходимых объемов внесения органических удобрений, несоблюдение основ чередования культур, некачественная и несвоевременная обработка почв и др. Нарушения физического состояния почв, как нами было отмечено, проявляются в первую очередь в пахотном слое. Происходит разрушение структуры, повышение плотности сложения, которые осложняют водный, воздушный, питательный и другие режимы почв.

В специальной литературе имеется достаточно сведений о влиянии минеральных удобрений на агрофизические свойства почв. Установлено, что одностороннее применение минеральных удобрений в высоких дозах, как правило, ухудшает агрофизические свойства почв, а применение органических удобрений, наоборот, сказывается положительно (Ковда 1981; Медведев, 1988; Каштанов, Явтушенко, 1997; Уваров, 1997; и др.).

По данным сотрудников ВНИИЗиЗПЭ (2005) влияние минеральных удобрений на изменение агрегатного состава темно-серых лесных почв отрицательно сказалось уже после окончания 1-ой ротации 5-польного севооборота. При внесении высоких доз минеральных удобрений содержание глыбистой фракции (>10 мм) увеличилось в слое почвы 10-30 см до 20,3 - 22,4 %, а на неудобренных вариантах оно составило 17,0-18,7 %. После 2-ой ротации эти различия сохранились. Полученные результаты авторы объясняют ослаблением связей между элементарными частицами при усилении минерализации органического вещества почвы под влиянием минеральных удобрений.

За десятилетний период этого эксперимента достоверно уменьшилась водопрочность агрегатов почвы. Если в начале севооборота сумма агрегатов размером более 0,25 мм составила 36,7-35,6 %, то в конце ротации она была 26,3-29,9%. Соответственно этому понизился и коэффициент водоустойчивости с 0,6-0,5 до 0,5-0,4.

В результате 10-летнего применения минеральных удобрений, когда суммарная доза составила N600-800 Р500-800 К280-500 кг/га по д. в., плотность почвы увеличилась. На удобренном варианте она достигла величины 1,25-1,30 г/см3, в то время как на контроле она оставалась в пределах 1,21-1,23 г/см3. Согласно приведенной градации (табл.4.3) почва под влиянием минеральных удобрений перешла из средней степени окультуренности в более низкую.

Наоборот, органические удобрения улучшают физическое состояние почв. По данным опытов сотрудников ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Масютенко и др., 2008), внесение органических удобрений повышало содержание агрономически ценной структуры почвы (агрегатов от 1 до 5 мм). Как считают авторы, агрогенные факторы (вид севооборота и органические удобрения), оказывают положительное влияние на содержание и состав водоустойчивых агрегатов. Их количество увеличивается. При этом более значительным было влияние правильного севооборота. стационарном опыте лаборатории плодородия почв и мониторинга Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства около 15 лет изучается влияние таких агрономических приемов как севообороты, способы основной обработки почвы и удобрения на некоторые физические показатели чернозема типичного. За основу были приняты следующие диагностические показатели почвы: структура, плотность сложения, водопроницаемость, влагоёмкость. Рассмотрим результаты исследований по влиянию агротехнических приемов на изменение коэффициента структурности почвы (табл.4.4).

Первое, что заметно в структурном составе почвы, это ухудшение ее в пахотном слое в 1,5 раза по сравнению с подпахотным. Далее, вид севооборота также оказывает влияние. Для верхнего слоя почвы (0-10 см) на неудобренном варианте предпочтительнее структурный состав в зернотравянопропашном севообороте. Естественно, что включение в его состав эспарцета в течение двух лет оструктуривает почву. Наоборот, в севооборотах с увеличением доли пропашных культур структурный состав ухудшается.

Таблица 4.4 Влияние вида севооборота, способа основной обработки почвы и удобрений на коэффициент структурности чернозёма типичного

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Внесено удобрений на 1 га севооборотной площади | Глубина слоя почвы, см | Виды севооборотов |
|  |  | зернотравя- нопропашной  | зернопро- пашной  | зернопаро- пропашной |
| навоз, т | NPK, кг д. в.  |  | \*В | Б | М | \*В | Б | М | \*В | Б | М |
| 0 | 0 | 0-10 | 3,3 | 3,6 | 4,1 | 2,7 | 2,9 | 3,3 | 2,6 | 2,8 | 3,1 |
|  |  | 10-20 | 3,7 | 3,8 | 4,0 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,6 |
|  |  | 20-30 | 3,8 | 4,0 | 4,3 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,6 | 3,7 | 3,8 |
|  |  | 30-40 | 4,4 | 4,6 | 4,5 | 4,7 | 4,9 | 4,8 | 4,6 | 4,5 | 4,6 |
|  | 1. N84P144K144 2. N124P144K144 3. N108P144K144 | 0-10 | 3,5 | 3,7 | 4,4 | 3,0 | 3,2 | 3,6 | 2,8 | 3,4 | 3,5 |
|  |  | 10-20 | 3,8 | 3,9 | 4,2 | 3,5 | 3,6 | 3,8 | 3,3 | 3,7 | 4,0 |
|  |  | 20-30 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 3,9 | 4,1 | 4,2 | 4,0 | 4,3 | 4,3 |
|  |  | 30-40 | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 4,8 | 5,1 | 5,2 | 5,6 | 5,1 | 5,0 |
| 16 | 0 | 0-10 | 3,8 | 4,0 | 4,6 | 3,2 | 3,4 | 3,7 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
|  |  | 10-20 | 4,0 | 4,1 | 4,4 | 3,6 | 3,8 | 3,9 | 3,4 | 3,8 | 4,1 |
|  |  | 20-30 | 4,1 | 4,2 | 4,6 | 4,1 | 4,3 | 4,3 | 3,8 | 4,5 | 4,6 |
|  |  | 30-40 | 5,0 | 5,1 | 5,3 | 4,9 | 5,1 | 5,3 | 5,2 | 5,3 | 5,4 |
|  | 1. N84P144K144 2. N124P144K144 N1 3. N108P144K144 | 0-10 | 4,0 | 4,2 | 4,6 | 3,6 | 3,8 | 4,0 | 3,5 | 3,7 | 4,1 |
|  |  | 10-20 | 4,2 | 4,3 | 4,7 | 3,8 | 4,0 | 4,2 | 3,6 | 4,2 | 4,5 |
|  |  | 20-30 | 4,4 | 4,6 | 4,9 | 4,5 | 4,2 | 4,6 | 4,4 | 4,8 | 5,0 |
|  |  | 30-40 | 5,4 | 5,5 | 5,6 | 5,5 | 5,7 | 5,7 | 5,5 | 5,6 | 5,7 |

\* Способы основной обработки почвы: В - вспашка, Б - безотвальная обработка, М - минимальная обработка.

На структурное состояние почвы влияет и способ основной обработки. Многолетний опыт показал, что при минимальной обработке почвы величина коэффициента структурности возрастает по сравнению с глубоким вариантом обработки и особенно со вспашкой. Однако такая закономерность проявляется лишь в верхней части обрабатываемого слоя.

Заслуживают особого внимания данные по испытанию минеральных удобрений. При их внесении отмечено увеличение абсолютных величин коэффициента структурности. Так что факта ухудшения структурного состава почвы под влиянием минеральных удобрений не наблюдается.

Согласно нашим исследованиям органические удобрения лучше, чем минеральные улучшают структурное состояние чернозема. Величина коэффициента структурности возрастает. В данном случае это наглядно видно на варианте внесения 16 т органических удобрений в виде полуперепревшего навоза на гектар севооборотной площади.

Однако, как свидетельствуют данные опытов, структура почвы улучшается лучше всего при совместном внесении органических и минеральных удобрений. При органо-минеральной системе удобрения в верхнем слое обрабатываемой почвы показатели коэффициента структурности наибольшие и достигали порядка 3,6-4,6 ед. Причем лучшие показатели отмечены в зернотравянопропашном севообороте и при минимальной обработке почвы. Более того, в таком сочетании изучаемых вариантов агрегатов комковато-зернистой структуры содержится больше и в подпахотном слое. Об этом свидетельствуют высокие показатели коэффициентов структурности, равные 5,4-5,7 ед.

Как нами было ранее показано, структурный состав почвы связан с плотностью сложения. В описываемом опыте изучали плотность почвы, которую определяли после уборки культур. Ее величина в этот период соответствует равновесной плотности.

Исходные величины плотности чернозема типичного на момент закладки опыта, перед вхождением в севооборот (1988 год) составили по слоям: 0-10 см - 1,15-1,26 г/см3; 10-20 см - 1,18-1,28; 20-30 см - 1, 19-1,36 и 30-40 см - 1,16-1,25 г/см 3.

Через 15 лет проведения опыта в зернотравяном севообороте при минимальной обработке почвы на неудобренных вариантах произошло уплотнение пахотного горизонта на 0,03-0,11 г/см3 (табл.4.5). На глубине 20-30 см плотность достигла даже 1,36 г/см3. В пропашных севооборотах почва уплотнялась на меньшую величину. Разница в величине плотности сложения почвы весной и в конце лета по нашим данным колеблется в пределах 0, 20-0,25 г/см3.

Таблица 4.5 Плотность чернозема типичного в 1988 году (над чертой) и после третьей ротации севооборотов в 2003 году (под чертой), г/см3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Внесено на 1 га севооборотной площади | Глубина слоя почвы, см | Зернотравяной севооборот, 1 | Зернопаропропашной севооборот, 2 |
| навоз, т | NPK, кг д. в.  |  | В\* | Б | М | В | Б | М |
| 0 | 0 | 0-10 | 1,22 | 1,25 | 1, 19 | 1, 20 | 1,24 | 1,21 |
|  |  |  | 1,25 | 1,24 | 1,28 | 1,25 | 1,26 | 1,18 |
|  |  | 10-20 | 1,26 | 1,21 | 1, 20 | 1,25 | 1,26 | 1,24 |
|  |  |  | 1,28 | 1,23 | 1,35 | 1,25 | 1,28 | 1,27 |
|  |  | 20-30 | 1,30 | 1,23 | 1,25 | 1,26 | 1,27 | 1,26 |
|  |  |  | 1,35 | 1,25 | 1,36 | 1,28 | 1,27 | 1,26 |
|  |  | 30-40 | 1,17 | 1, 19 | 1,16 | 1,18 | 1, 19 | 1,17 |
|  |  |  | 1,21 | 1, 20 | 1,24 | 1, 19 | 1,22 | 1,23 |
|  | 1. N84P124K124 2. N108P124K124 | 0-10 | 1,21 | 1,18 | 1, 20 | 1,24 | 1,15 | 1,21 |
|  |  |  | 1,12 | 1,04 | 1,16 | 1, 20 | 1,13 | 1,16 |
|  |  | 10-20 | 1,23 | 1,21 | 1,23 | 1,25 | 1,18 | 1,25 |
|  |  |  | 1,21 | 1,02 | 1,29 | 1,28 | 1,16 | 1,30 |
|  |  | 20-30 | 1,30 | 1,24 | 1,26 | 1,36 | 1,22 | 1,28 |
|  |  |  | 1,35 | 1,21 | 1,30 | 1,27 | 1,32 | 1,25 |
|  |  | 30-40 | 1,25 | 1,17 | 1, 20 | 1, 20 | 1,17 | 1, 19 |
|  |  |  | 1,22 | 1,17 | 1,23 | 1, 20 | 1,15 | 1, 19 |
| 16 | 0 | 0-10 | 1,23 | 1, 20 | 1,23 | 1, 20 | 1,18 | 1, 20 |
|  |  |  | 1,09 | 1,04 | 1,15 | 1,13 | 1,09 | 1,17 |
|  |  | 10-20 | 1,28 | 1,22 | 1,25 | 1,22 | 1,23 | 1,27 |
|  |  |  | 1,17 | 1,18 | 1, 19 | 1, 20 | 1,21 | 1, 20 |
|  |  | 20-30 | 1,30 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,27 | 1,30 |
|  |  |  | 1,26 | 1,23 | 1,24 | 1,23 | 1,24 | 1,24 |
|  |  | 30-40 | 1,23 | 1, 20 | 1, 19 | 1, 20 | 1,18 | 1,18 |
|  |  |  | 1,22 | 1,18 | 1, 19 | 1,18 | 1,16 | 1, 19 |
|  | 1. N84P124K124 2. N108P124K124 | 0-10 | 1,18 | 1, 20 | 1, 20 | 1,22 | 1,24 | 1,26 |
|  |  |  | 1,11 | 1,17 | 1,09 | 1, 19 | 1,05 | 1,16 |
|  |  | 10-20 | 1, 20 | 1, 20 | 1,23 | 1,25 | 1,25 | 1,26 |
|  |  |  | 1,22 | 1,26 | 1, 19 | 1,33 | 1, 20 | 1,27 |
|  |  | 20-30 | 1,25 | 1, 19 | 1,23 | 1,30 | 1,24 | 1,25 |
|  |  |  | 1,22 | 1,17 | 1,15 | 1,30 | 1,14 | 1,25 |
|  |  | 30-40 | 1,18 | 1,16 | 1, 19 | 1,23 | 1,22 | 1,24 |
|  |  |  | 1,18 | 1,18 | 1,23 | 1, 20 | 1,17 | 1,18 |

В\* - вспашка, Б - безотвальная обработка; М - минимальная обработка.

Данные свидетельствуют, что удобрения способствуют разуплотнению пахотного горизонта почвы, снижению показателя плотности на 0,02-0,19 г/см3. Это заметно как при внесении одних минеральных удобрений, так, и совместно с органическими. Наименьшие величины плотности отмечаются в слоях почвы 0-10 см с внесением навоза по 16 т/га севооборотной площади при безотвальной обработке почвы. В этом случае величины плотности в зависимости от севооборотов составили: 1,04 г/см3 в зернотравяном и 1,09 г/см3 в зернопропашном, т.е. они соответствовали плотности целинной почвы.

В процессе проведения опытов было установлено, что постоянная вспашка на глубину 26-28 см с одновременным внесением минеральных удобрений способствует формированию плужной подошвы. Об этом свидетельствуют данные увеличения плотности почвы в нижней части обрабатываемого слоя до величины 1,30-1,35 г/см3. Примечательно, что в подпахотном слое, на глубине 30-40 см, т.е. в нетронутом плугом слое плотность почвы была наименьшей. Здесь, при наличии значительного количества агрономически ценной комковато-зернистой структуры, плотность колеблется в пределах 1,14-1,20 г/см3 на всех изученных вариантах опыта при разных способах основной обработки почвы и видах удобрений.

В лесостепи лимитирующим показателем формирования высокой продуктивности возделываемых культур является наличие в почве достаточного количества влаги. Влага определяет направленность и характер многих почвенных процессов, в том числе и плодородие, от неё зависит эффективность удобрений и другие факторы интенсификации земледелия. В обеспечении растений доступной влагой можно судить по полной полевой влагоемкости почвы.

Как свидетельствуют результаты проведенного опыта, среди испытанных приемов только удобрения способствуют улучшению влагообеспеченности. Так, на вариантах без удобрений влажность в метровом слое почвы составила в зависимости от севооборота 26,7-28,5 %. Внесение навоза по 16 т/га севооборотной площади повышало влажность почвы на 0,5-0,8 %, а при совместном внесении минеральных и органических удобрений примерно на 2 %.

Из представленного эксперимента следует, что для поддержания пахотных почв в хорошем агрофизическом состоянии необходимо соблюдать основополагающие принципы экологического земледелия.

Следует считать, что стабилизирующим фактором структурообразования почвы является наличие достаточного количества в ней органического вещества - гумуса, поглощенных кальция и магния, илисто-коллоидных минеральных частиц и клееобразных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов. Именно чрезмерное уплотнение почвы, уменьшение в пахотном слое содержания гумуса, потеря кальция, обеднение механического состава коллоидной фракцией, снижение биологической активности приводят к ухудшению структуры и других агрофизических свойств.

Сильное оструктуривающее влияние на почву оказывают многолетние травы. За счет ежегодного поступления свежего органического вещества созданная под травянистым покровом структура сохраняется в течение ряда лет и только со временем, при использовании в севообороте пропашных культур, утрачивает свою водопрочность.

Минеральные удобрения по нашим многолетним данным также стабилизируют структурный состав чернозёмов. Ухудшение структурного состояния под влиянием удобрений наблюдается лишь в первые годы, а в последующем отмечается тенденция к его улучшению. Следовательно, необходимо систематическое применение минеральных и особенно органических удобрений (не менее 8 т навоза на гектар севооборотной площади), оставление пожнивных остатков с созданием на поверхности почвы мульчирующего слоя. На смытых почвах следует внедрять зернотравяные севообороты, а многолетние травы должны составлять не менее 25 % площади.

Мероприятия по улучшению агрофизических свойств почвы включают также минимализации почвообработки. Это замена вспашки поверхностной обработкой, а в некоторых случаях и нулевой. Эффективно применение совмещенных агротехнологических операций, уменьшение числа междурядных обработок в посевах пропашных культур, улучшение организации выполнения механизированных полевых работ и др.

Большие резервы в улучшении агрофизических свойств почв заложены в принципах биологизации земледелия, направленного на внесение органических удобрений, щадящих нормах минеральных, расширении посевных площадей многолетних бобовых трав, сидеральных пожнивных культур. В области ещё недопустимо мало используются местные кальцийсодержащие вещества (мел, дефекат).

Так или иначе, процесс ухудшения агрофизических свойств (структуры, плотности и др.) носит обратимый характер и может быть устранён. Агрофизические свойства почв можно восстановить на должном уровне, используя доступные и недорогие приемы агротехники.

# ***Глава 5. Деградация химического состояния почв***

# ***5.1 Дегумификация пахотных почв***

# ***5.1.1 Причины дегумификации почв***

Органическое вещество почв, как и его важнейшая часть - гумусовые компоненты, возникло и накопилось, как правило, в ходе почвообразования. Содержание гумуса, его состав и свойства гуминовых веществ, их распределение по почвенному профилю необходимо отнести к числу важнейших почвенных признаков. В то же время именно содержание гумуса и параметры многих почвенных органических соединений могут очень быстро реагировать на изменение условий почвообразования и антропогенные воздействия.

Наиболее заметно отмечается потеря гумуса, которую часто называют дегумификацией. Она является одной из важнейших причин снижения почвенного плодородия. При этом в почве остаются наиболее устойчивые к разложению компоненты гумуса, снижаются запасы и доступность для растений и микроорганизмов биогенных элементов - углерода, азота, серы, отчасти фосфора и др., входящих в состав органического вещества. По этой же причине снижается микробиологическая активность почв, в том числе и активность процессов трансформации соединений азота. Кроме того, изменяется структурное состояние почвы, она уплотняется, нарушается газообмен, снижается активность почвенной фауны и флоры, ухудшаются условия для произрастания сельскохозяйственных культур.

О масштабах снижения содержания гумуса в пахотных почвах в литературе имеется довольно много сведений и они продолжают поступать. В целом можно заключить по этим данным, что содержание гумуса изменяется наиболее интенсивно в первые 10-15 лет после распашки целины. В последующие годы этот процесс замедляется вследствие приближения к уровню стабилизации.

Гумусное состояние почв обусловлено как размерами поступления органического вещества в почвы, так и его трансформацией. Статья поступления органического вещества обусловлена размерами урожая, или ежегодно поступающих в почву растительных остатков. Она может быть существенной лишь при высоких урожаях культур (порядка 70 ц/га и более в зерновом эквиваленте).

Разложение поступающей биомассы по мнению Н.Ф. Ганжары (1988) имеет двухфазный характер. Сначала разлагаются белки, сахара, аминокислоты и другие лабильные вещества. Затем при смене микробных популяций разлагаются более устойчивые фрагменты. Поэтому недостаток лабильных веществ влечет неизбежную минерализацию органического вещества в целом. Именно поэтому внесение свежих растительных остатков препятствует деградации почвы в целом, поскольку способствует сохранению устойчивых гуминовых веществ.

На основе данных литературы и собственных исследований считаем необходимым выделить основные причины дегумификации почв:

 усиленная минерализация органического вещества пахотных почв, особенно при интенсивной обработке и низких урожаях;

 недостаточное поступление в почву корневых и пожнивных остатков, органических удобрений;

 ускорение минерализации вносимых в почвы органических удобрений;

 потери органических веществ в результате развития эрозии и дефляции.

В отдельных случаях называют такие причины, как отчуждение части пахотного слоя почвы при уборке урожая. Ускоренная минерализация органического вещества почв может проявляться при регулировании водного режима и при некоторых химических мелиорациях.

При изложении такой важной темы, как дегумификация почв, мы считаем необходимым, затронуть методическую сторону вопроса. Дело в том, что при интерпретации данных по содержанию гумуса в почвах возникают кажущиеся потери гумуса. Они связаны или с несовершенством техники отбора образцов, или использованием несопоставимых данных анализа, полученных разными методами.

В связи с этим необходимо руководствоваться следующими методическими положениями. Во-первых, образцы на анализ должны быть отобраны каждый раз строго в одной точке, анализировать нужно индивидуальные, но не смешанные пробы. Во-вторых, следует проводить анализ сравниваемых проб одними методами. Иначе результаты будут сильно искажены в сторону снижения или увеличения.

# ***5.1.2 Критерии и параметры допустимых антропогенных нагрузок на гумусное состояние почв***

В настоящий момент еще не выработана строгая концепция направленного регулирования гумусного состояния почв. Исходными позициями должны быть сохранность и повышение устойчивости почв и возможности обеспечения накопления гумуса в почвах. В связи с этим целесообразно установить предельный уровень, до которого снижение содержания гумуса в почве при данной системе ее использования будет оставаться в пределах, приемлемых для ведения интенсивного, экологически безопасного земледелия. В качестве таких критериев могут служить, по мнению некоторых авторов, оптимальный и критический уровни содержания гумуса в почвах. По мнению В.И. Кирюшина (2000) за нижний предел необходимо принимать показатель критического его содержания, а верхний определяется экономической и экологической целесообразностью.

Основным критерием допустимых антропоненных нагрузок на почву является уравновешенное или близкое к нему соотношение между процессами минерализации и гумификации органического вещества в почве.

Специалисты ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии разработали оценку направленности и степень трансформации органического вещества по значению баланса гумуса (табл.5.1).

По этим данным наглядно видно в каком случае проявляются положительные и отрицательные антропогенные нагрузки. Выделена градация, указывающая на равновесное состояние процессов минерализации и гумификации органического вещества. По расчету баланса гумуса мы можем установить на текущий период состояние этих процессов с тем, чтобы разработать мероприятия по их регулирования.

Таблица 5.1 Оценка направленности и степень трансформации органического вещества в почве (Черкасов и др., 2005)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Направленность трансформации органического вещества почвы | Значения баланса гумуса, т/га | Показатель трансформации органического вещества почвы |
| Очень активная минерализация | <-1,2 | -4 |
| Активная минерализация | <-0,8 | -3 |
| Минерализация |  (-0,4) - (-0,8)  | -2 |
| Преобладание минерализации над гумификацией |  (-0,06) - (-0,39)  |  1 |
| Равновесное  |  (-0,05) - 0,05 | 0 |
| Преобладание гумификации над минерализацией |  0,06-0,39 |  +1 |
| Гумификация | 0,4-0,8 | +2 |
| Активная гумификация | 0,8-1,2 | +3 |
| Очень активная гумификация | >1,2 | +4 |

Для черноземных почв Центрально-Черноземного региона разработаны критерии антропогенных нагрузок по содержанию органического вещества (Шишов и Когут, 2004). Установлено 3 уровня антропогенных нагрузок: допустимые, умеренно допустимые и недопустимые (табл.5.2). Как следует из приведенных данных, недопустимыми для антропогенных воздействий являются почвы с гумусированностью меньше минимального, умеренно допустимыми - слабогумусированные, а допустимыми - средне - и сильногумусированные. На слабогумусированных почвах велика вероятность резкого снижения восстановительных способностей почвы при антропогенных негативных нагрузках.

Таблица 5.2 Степень гумусированности пахотного слоя черноземов ЦЧР (%) как критерий антропогенных нагрузок (Шишов и Когут, 2004).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  Почва | Грануло- метрии- ческий состав\* | Критерии антропогенных воздействий на почву |
|  |  | недопус- тимых | умеренно допустимых | допустимых |
|  |  | Классы по степени гумусированности почв |
|  |  | меньше минималь- ного | слабо гумуси- рованные | средне гумусиро- ванные | сильно гумусиро- ванные |
| Черноземы оподзоленные | А | <1,6-2,5 | 2,5-3,5 | 3,5-4,5 | >4,5 |
|  | В | <2,0-3,0 | 3,0-4,0 | 4,0-5,0 | >5,0 |
|  | С | <3,0-4,0 | 4,0-5,0 | 5,0-6,0 | >6,0 |
| Черноземы типичные и выщелоченные | А | <2,5-3,5 | 3,5-4,5 | 4,5-5,5 | >5,5 |
|  | В | <3,5-4,5 | 4,5-5,5 | 5,5-6,5 | >6,5 |
|  | С | <4,5-5,5 | 5,5-6,5 | 6,5-7,5 | >7,5 |

\*) Примечание: А - песчаные и супесчаные; В - легко - и среднесуглинистые; С - тяжелосуглинистые и глинистые

Для почв Белгородской области разработаны оптимальные параметры гумусного состояния, что также может служить основой для выбора антропогенных воздействий без резкого снижения их плодородия (табл.5.3). В таблице представлены данные по содержанию гумуса в темно-серых лесных почвах и черноземах. Наибольшее содержание гумуса как оптимальный параметр должны иметь черноземы типичные несмытые и черноземы выщелоченные. Естественно, что степень эрозии снижает содержание гумуса, но и для таких почв указаны параметры. Черноземы обыкновенные степной части области должны иметь оптимальные параметры не менее 5,8 %. Авторы также приводят данные по балансу гумуса, который необходимо иметь на уровне не ниже нулевой отметки.

Таблица 5.3 Оптимальные параметры гумусного состояния пахотного слоя почв Белгородской области (Черкасов и др., 2005)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  | Почвы | Содержание общего гумуса, % | Баланс гумуса |
| 1 | Темно-серые лесные | 4,3-4,8 |  ≥0 |
| 2 | Черноземы типичные  |  |  |
|  |  - несмытые | >6,5 |  |
|  |  - слабосмытые  | 5,6-6,2 |  |
|  |  - среднесмытые | 4,6-5,0 |  |
| 3 | Черноземы выщелоченные | 6,4-6,7 |  |
| 4 | Черноземы обыкновенные | >5,8 |  |

# ***5.1.3 Гумусное состояние почв при сельскохозяйственном использовании***

На территории Белгородской области, в Губкинском районе нами проведены исследования содержания общего гумуса в черноземе типичном мощном тяжелосуглинистом целинного заповедника "Ямская степь" и многолетней пашни. Результаты свидетельствуют, что в пахотном слое пашни содержание гумуса меньше на 4,1 абсолютных процента (табл.5.4).

Чернозем целины следует считать по известной классификации содержания гумуса тучным, а его пахотный аналог - среднегумусным. Тенденция снижения содержания гумуса на пашне наблюдается и в слое 60-70 см, хотя она выражена здесь меньше. Этот пример наглядно демонстрирует общую картину изменения гумуса под влиянием длительного сельскохозяйственного использования.

Таблица 5.4 Физико-химические свойства и агрохимические показатели чернозема типичного мощного тяжелосуглинистого целинного заповедника "Ямская степь" и многолетней пашни

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Генетические горизонты (индексы и мощность), см | Глубина отбора почвы, см | Содержание общего гумуса, % | Кислотность: 1 - обменная, рНсол; 2 - гидро- литическая, ммоль/100 г.  | Сумма обменных оснований | Обменный кальций | Обменный магний | Степень насыщен- ности основаниями, % | Подвижные элементы питания, мг/100 г.  |
|  |  |  | 1 | 2 | ммоль/100 г почвы |  | N | Р2О5 | К2О |
| **Целина** |
| Ад 0-5 | - | - | - | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** |
| А 5-50 | 20-30 | 10,5 | 6.4 | 2,4 | 37,5 | 31,8 | 5,7 | 94 | 15,5 | 9,2 | 15,3 |
| А/ВК 50-90 | 60-70 | 4.3 | 7,0 | 1,5 | 31,4 | 25,9 | 5,5 | 95 | 10,6 | 5,4 | 13,1 |
| ВСК 90-130 | 100-110 | 1,7 | 7,3 | карб.  | 26,5 | 22,1 | 4,4 | - | 5,8 | 3,6 | 12,9 |
| 130-200 140-1500,47,4карб. 18,315,92,4-2,111,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Пашня** |
| А пах.0-30 | 20-30 | 6,4 | 5,6 | 3,8 | 34,2 | 28,8 | 5,4 | 90 | 10,1 | 8,5 | 13,7 |
| А/ВК 50-90 | 60-70 | 3,5 | 6,8 | 2,0 | 30,7 | 25,6 | 5,1 | 93 | 8,6 | 4,9 | 12,8 |
| ВСК 90-130 | 100-110 | 1,6 | 7,1 | карб.  | 24,4 | 20,1 | 4,3 | - | 3,4 | 3,9 | 12,7 |
| 130-200 140-1500,47,2карб. 17,516,72,1-2,312,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Далее, мы воспользовались материалами государственного центра агрохимической службы "Белгородский", специалисты которого периодически в 5 лет ведут контроль за содержанием гумуса в почвах производственных полей сельскохозяйственных предприятий области.

Поскольку сама методика исключает точность отбора почвенных образцов для анализа каждый раз в строго отмеченном пункте, то полученные данные дают приблизительное представление о динамике содержания гумуса.

Результаты свидетельствуют, что в настоящее время средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах области составляет 4,9 %. (табл.5.5). За 20-летний период (1984 - 2004 гг.) площадь пашни с повышенным содержанием гумуса сократилась с 14,8 до 7,1 %, т.е. почти в два раза. При этом площадь пашни с низким и средним содержанием гумуса увеличилась.

Таблица 5.5 Распределение почв пашни Белгородской области по содержанию гумуса, % площади (Авраменко, Лукин, 2005)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Циклы и годы агрохимического обследования  | Содержание гумуса, % | Средне-взве-шенное значе- ние |
|  | очень низкое, < 2 | низкое, 2,1-4,0 | cреднее, 4,1-6,0 | повы-шенное 6,1-8,0 | высокое, 8,1-10,0 | очень высо-кое, > 10,0 |  |
| IV. 1984-1989 | 1,4 | 16,6 | 67,1 | 14,8 | 0,1 | - | 4,9 |
| V. 1990-1994 | 1,2 | 19,5 | 70,6 | 8,6 | 0,1 | - | 4,8 |
| VI. 1995-1999 | 1,4 | 18,4 | 69,3 | 10,9 | - | - | 4,9 |
| VII. 2000-2004 | 1,0 | 17,2 | 74,7 | 7,1 | - | - | 4,9 |

В разрезе административных районов низкое содержание гумуса имеют пахотные земли Старооскольского, Чернянского и Новооскольского районов. Среднее содержание гумуса в пахотном горизонте почв этих районов составляет 4,3-4,5 %. Объясняется это тем, что здесь в пашне присутствует большая доля серых лесостепных почв, лёгких супесчаных и песчаных почв, которые генетически содержат малое содержание гумуса. Более того, более половины площади занимают смытые почвы.

Лучше гумусированы пахотные земли Прохоровского, Губкинского, Вейделевского и Ровеньского районов, где содержание гумуса на пашне изменяется в пределах 5,2-5,6 %.

При длительном земледельческом использовании, без достаточного внесения органических удобрений и травосеяния почвы интенсивно подвергаются минерализации органической части, проявляется процесс дегумификации. Они теряют в первую очередь легкоподвижные формы, а также запасы внутрипочвенной энергии, азота и фосфора. В дальнейшем это приводит к снижению элементов питания, ухудшению физико-химических и физических свойств. Пахотный слой почв обесструктуривается, уплотняется. При этом ухудшаются условия жизнедеятельности почвенной фауны и микрофлоры, снижается плодородие почв, и, как следствие, урожайность сельскохозяйственных культур.

Процесс дегумификации пахотного слоя почв усилился в последние десятилетия в связи с реорганизацией хозяйств, изменением их собственности, нарушением системы севооборотов, увеличением процессов эрозии почв, ростом удельного веса пропашных культур в структуре посевных площадей, недостаточным внесением минеральных и органических удобрений. Об этом свидетельствуют данные содержания гумуса по материалам двух туров крупномасштабного почвенного обследования, проводимые в 1950-1965 и 1970-1985 годах. В эти временные периоды распашка земель в области достигла предельных значений и резко возросла насыщенность севооборотов пропашными культурами.

В первом туре обследования среднее содержание гумуса в пахотном горизонте тёмно-серых лесных несмытых почв на площади в 35,5 тыс. га составляло 4,6 %. Через 20 лет среднее содержание гумуса на этой территории снизилось до 3,7 %, то есть на 0,9 %. Запас общего гумуса снизился на 24,75 т/га.

Чернозёмы типичные и выщелоченные за рассматриваемый период потеряли в пахотном слое от 0,4 до 0,6 % гумуса, а запас его сократился на 11-16,5 т/га. У чернозёмов обыкновенных и карбонатных среднемощных легкоглинистых и тяжелосуглинистых содержание гумуса уменьшилось с 6,7 до 5,7 % или в переводе на запасы - 27,5 т/га.

Сравнение материалов первого и второго туров крупномасштабного почвенного обследования показало, что общие потери гумуса в пахотном горизонте почв области на площади 619,9 тыс. га составили 10595 тыс. т, или 9,5 % от исходного запаса. Дегумификация наиболее интенсивно проявлялась на бедных гумусом тёмно-серых лесостепных почвах и усиленно в обрабатываемых чернозёмах обыкновенных. Последние потеряли в пахотном горизонте около 15 % запасов гумуса. В то же время чернозёмы выщелоченные и типичные потеряли за обозначенный период от 7 до 10 % своих исходных запасов.

На территории области практически исчезли тучные черноземы, содержащие в верхнем слое более 9 % гумуса. Они сохранились только на целинных землях, как например, заповедный участок "Ямская степь". В то же время широкое распространение получили малогумусные черноземы (4-6 % гумуса).

В дальнейшем необходим контроль за содержанием гумуса в почвах известными методами. В частности можно использовать балансовый метод, который позволяет учитывать расходную и приходную части по каждой культуре севооборота. Расходную часть составляет содержание гумуса в почве и коэффициент минерализации, зависимый от возделываемой культуры. Суммируя величины расходной части гумуса под каждой культурой, получаем величину минерализации гумуса всего севооборота.

Приходная часть баланса гумуса представляет произведение урожайности основной продукции сельскохозяйственной культуры (т/га) на коэффициенты пожнивных остатков (корневых и растительных) и их гумификации (табл.5.6).

Таблица 5.6 Коэффициенты накопления, гумификации и минерализации растительных остатков сельскохозяйственных культур

|  |  |
| --- | --- |
| Культуры  | Коэффициенты |
|  | накопления пожнив- но-корневых остат- ков от урожая основной культуры | гумификации пожнивно- корневых остат- ков (приход- ная часть)  | минерализа- ции запасов гу- муса в пахотном слое почвы (расходная часть)  |
| Озимая пшеница | 1,5 | 0,175 | 0,008 |
| Ячмень | 1,2 | 0,175 | 0,008 |
| Овёс | 1,3 | 0,175 | 0,008 |
| Просо | 1,4 | 0,175 | 0,008 |
| Горох | 1,2 | 0, 20 | 0,007 |
| Гречиха | 1,9 | 0,175 | 0,008 |
| Сахарная свёкла | 0,1 | 0,175 | 0,015 |
| Картофель | 0,17 | 0,175 | 0,015 |
| Овощи | 0,16 | 0,175 | 0,015 |
| Кукуруза на силос | 0,16 | 0,175 | 0,015 |
| Кукуруза на зерно | 1,2 | 0,175 | 0,015 |
| Однолетние травы | 1,2 | 0, 20 | 0,006 |
| Многолетние травы | 2,0 | 0, 20 | 0,005 |
| Чистый пар | - | - | 0,02 |

Баланс гумуса в севообороте определяется по разнице между расходной и приходной частью. В случае отрицательного баланса рассчитывают количество навоза, необходимое для бездефицитного содержания гумуса в почве. При этом условно принимают, что из 10 т навоза в почве образуется примерно 1 т гумуса.

Нами рассчитан баланс гумуса по группам выращиваемых культур с учетом их посевной площади, равной 1337,2 тыс. га (табл.5.7). Как следует из представленных данных, баланс в данное время отрицательный. На всю посевную площадь он составляет значительную величину. В пересчете на гектар пашни баланс равен: - 863,4/1337,2 = - 0,645 т или - 645 т/га.

Таблица 5.7 Баланс гумуса в почвах Белгородской области в среднем за 2006-2008 гг., тыс. т.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  Наименование групп культур | Приходная часть | Расходная часть | Баланс гумуса |
|  | Валовый сбор продукции | Приход гумуса с растительными остатками | Образование гумуса от органических удобрений | Общий приход гумуса от растительных остатков + навоза | Минерализация гумуса |  |
| 1. Озимая пшеница, озимая рожь, озимый ячмень, просо, яровая пшеница | 1065,5 | 279,7 | 72,8 | 693,5 | 360,9 | 300,7 |
| 2. Ячмень, овес, горох, фасоль, кормовые бобы, кукуруза на зеленый корм, соя, люпин, однолетние травы, сорго | 1578,5 | 341,0 |  |  | 633,3 |  |
| 3. Гречиха, рапс, кориандр, многолетние травы, горчица | 646,5 | 131,3 | 93,4 | 343,7 | 89.0 | 562,6 |
| 4. Сахарная свекла, подсолнечник | 3349,5 | 58,6 |  |  | 470,5 |  |
| 5. Картофель, овощи, бахчевые, кукуруза на силос | 2028,9 | 60,4 |  |  | 346,8 |  |
| Всего | 8667,9 | 871,0 | 166,2 | 1037,2 | 1900.5 | -863,4 |

Для создания бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить ежегодно не менее 6,5 т/га навоза. Напомним, что в настоящее время на 1 га посевной площади вносится около 2,5 т., учитывая животноводческие стоки и птичий помет в пересчете на полуперепревший подстилочный навоз КРС.

# ***5.1.4 Приемы регулирования гумусного состояния почв***

Естественно, что дальнейшее использование почв области невозможно без мероприятий, направленных на сокращение потерь гумуса, прекращении дегумификации как деструктивного процесса, всемерном сохранении и повышении плодородия почв. В условиях возросшей потребности в продуктах питания, обеспечения продовольственной и экологической безопасности государства сохранение содержания и запасов органического вещества в почвах приобретает исключительное значение.

С целью сохранения и повышения содержания гумуса в почвах необходимо существенно уменьшить процессы эрозии почв, минерализации гумуса. Огромные потери гумуса в почвах области происходят от эрозии почв. Для снижения её отрицательного влияния необходимо применять весь комплекс противоэрозионных мероприятий. Сокращение темпов минерализации гумуса происходит при внедрении адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Эту систему необходимо дополнять внедрением научно обоснованных севооборотов, внесением удобрений и в первую очередь органических. К ним следует отнести навоз, отходы животноводческой продукции (животноводческие стоки), солому, компосты, посев многолетних бобовых трав. Также необходимо применение почвозащитных обработок почвы, вводить в севообороты сидеральные пары, практиковать промежуточные и поукосные посевы культур с последующей их запашкой.

Научными учреждениями области разработан целый ряд мероприятий и приемов по стабилизации органического вещества в почвах. Использованы также и результаты многолетних стационарных исследований, полученные в Белгородском НИИСХ.

По этим данным в черноземе типичном тяжелосуглинистом за две ротации севооборотов (10 лет) произошли изменения в показателях содержания гумуса. В зернотравянопропашном севообороте, где в структуре посевных площадей 40 % было занято эспарцетом, на вариантах с удобрениями и без них наблюдается положительный баланс гумуса (табл.5.8). Отрицательные величины содержания гумуса в таблице выделены.

Таблица 5.8 Изменение содержания гумуса в пахотном слое почвы за две ротации севооборота в зависимости от изучаемых факторов, в % к исходной величине

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Внесено на 1 га севооборотной площади | Зернотравяно-пропашной севооборот | Зернопропашной севооборот | Зернопаропропаш- Ной севооборот |
| навоз, т | NPK, доза | В\* | Б | М | В | Б | М | В | Б | М |
| 0 | 0 | 0,10 | 0,18 | 0, 19 | -0,22 | -0,13 | -0,06 | -0,25 | -0, 19 | -0,10 |
|  | 1\*\* | 0,12 | 0, 20 | 0,25 | -0,21 | -0, 20 | -0,13 | -0,28 | -0,23 | -0,18 |
|  | 2 | 0,21 | 0,22 | 0,17 | -0,28 | -0,24 | -0,08 | -0,35 | -0,26 | -0,15 |
| 8 | 0 | 0,18 | 0, 20 | 0,25 | 0,07 | 0,04 | 0,07 | -0,08 | -0,11 | -0,03 |
|  | 1 | 0,24 | 0,23 | 0,17 | 0,15 | 0,06 | 0,15 | 0,06 | 0,08 | 0,08 |
|  | 2 | 0,22 | 0,25 | 0,12 | 0,14 | 0,03 | 0,11 | 0,04 | 0,03 | 0,06 |
| 16 | 0 | 0,26 | 0,25 | 0,22 | 0,11 | 0,13 | 0,12 | 0,07 | 0,03 | 0,09 |
|  | 1 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,25 | 0,23 | 0,14 | 0,17 | 0,08 | 0, 19 |
|  | 2 | 0,28 | 0,32 | 0,28 | 0,18 | 0,12 | 0,12 | 0,17 | 0,10 | 0,16 |

\*В - вспашка; Б - безотвальная обработка; М - минимальная обработка

\*\*1 доза в зернотравянопропашном севообороте равна N42P62K62, зернопропашном - N62P62K62, зернопаропропашном - N52P62K62 кг/га д. в.

Содержание гумуса увеличилось на 0,10-0,32 абсолютных процента по отношению к исходному состоянию (перед закладкой опыта). Особенно положительное влияние на накопление гумуса оказал зернотравянопропашной севооборот. Увеличение содержания гумуса здесь составило 0,18-0,19 %.

Удобрения положительно влияли на содержание гумуса. Под влиянием минеральных оно увеличилось на 0,12-0,25 %. Однако, внесение навоза в дозах 8 и 16 т/га севооборотной площади способствует большему накоплению органического вещества в почве. В условиях опыта увеличение его достигло 0,18-0,26 %. Еще больший эффект наблюдался при совместном внесении органических и минеральных удобрений, где увеличение гумуса за две ротации севооборота составило 0,22-0,32 %.

В зернопропашном и зернопаропропашном севооборотах, где в структуре посевных площадей нет многолетних бобовых трав и на вариантах опыта, где не вносили навоз, общее содержание гумуса снизилось на 0,06-0,28 %. Однако, меньшее снижение наблюдалось при минимальной обработке почвы, а большее - с внесением минеральных удобрений.

На варианте внесения навоза в количестве 8 т/га севооборотной площади в зернопропашном севообороте происходит стабилизация органического вещества в почве. Содержание его увеличивается только на 0,07-0,13 %. В тоже время в зернопаропропашном севообороте зафиксировано его снижение на 0,03-0,11 %. И только внесение 16 т навоза на гектар севооборотной площади заметно увеличивает содержание гумуса (на 0,07-0,09 %). Совместное внесение минеральных и органических удобрений в пропашных севооборотах тоже способствует накоплению гумуса в почве. Содержание его увеличивается на 0,11-0,25 %, однако в зернопаропропашном севообороте - на меньшую величину.

Приведённые данные убедительно доказывают необходимость принятия мер по сокращению потерь гумуса, пополнения его запасов в почвах области. Повышение содержания гумуса в биологически активном структурном пахотном слое - это важнейшая задача, без решения которой немыслимо повышение плодородия почв, урожайности сельскохозяйственных культур.

# ***5.2 Деградации химических свойств почв***

# ***5.2.1 Обеспеченность почв элементами питания***

Деградация химических свойств почв, как правило, связана с применением средств химизации земледелия. В историческом аспекте земледелия области можно выделить периоды начальной, интенсивной и недостаточной химизации. Отправным моментом химизации полей считается средина 60-х годов прошлого столетия, когда удобрения рассматривались как позитивный прием с точки зрения повышения урожайности культур и качества продукции и когда вопросы деградации почв не рассматривались или особого внимания к проблеме не было. В 70-80-е годы, в период интенсивной химизации рассматривался круг проблем, связанных с негативным воздействием высоких доз минеральных удобрений в основном на изменение кислотно-основных свойств почв и непроизводительные потери питательных веществ удобрений из корнеобитаемого слоя растений, что и вызывало загрязнение грунтовых и поверхностных вод. Во второй половине 90-х годов при недостаточном внесении традиционных удобрений и извести происходила замена их нетрадиционными (отходы производства). В настоящее время снижается плодородие почв из-за недостаточного внесения удобрений и прекращения программы комплексной мелиорации земель.

Чтобы представить проблему, связанную с деградацией почв вследствие применения или не применения минеральных и органических удобрений и оценить степень их негативного воздействия на свойства почвы, необходимо рассмотреть интенсивность применения удобрений. Динамика применения удобрений в хозяйствах области нами была представлена в 1 главе, из которой следует, что в последние годы уровень внесения удобрений особенно органических крайне низкий.

Применение удобрений заметно повышает плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. На территории области наибольшее количество удобрений было применено в период IV цикла агрохимического обследования (1984-1989 гг.). В это время вносили минеральных удобрений - 164 кг д. в. /га, а органических - 5,8 т/га пашни. Кроме того, проводились работы по химической мелиорации земель. В этот период было произвестковано 198 тыс. га почв с кислой реакцией среды. В результате именно на период IV цикла агрохимического обследования приходится наибольшая урожайность сельскохозяйственных культур. Для озимой пшеницы она составила 3,0 т/га, сахарной свеклы - 25,8; кукурузы на силос 27,5 т/га. Через десять лет (VI цикл) внесение минеральных удобрений на гектар пашни снизилось в 4,3 раза - (вносили 38 кг/га), органических - в 2,5 раза (2,4 т/га), произвестковано всего лишь 32 тыс. га. Урожайность культур в этот период была наименьшей и составила соответственно: 2,24; 16,8 и 16,2 т/га (Авраменко, Лукин, 2001).

Мы располагаем возможностью сравнить наличие основных питательных элементов в черноземе типичном целинного заповедника "Ямская степь" и многолетней пашни. По содержанию их сравниваемые объекты различаются. Как правило, для растений питательный режим более предпочителен в целинном варианте. Более заметны различия по содержанию легкогидролизуемого азота в слое 20-30 см. На пашне оно снижено на 5.4 мг на 100 г почвы и по известной градации относится к низкой степени обеспеченности. В черноземе целины обеспеченность этой формой азота средняя (табл.5.1). По содержанию подвижных форм фосфора и калия сравниваемые почвы мало отличаются по всему анализируемому профилю, хотя преимущество остается за почвой целины. Однако, обеспеченность фосфором укладывается в одну градацию - среднюю, а по калию - высокую.

Благодаря систематическому агрохимическому обследованию пахотных почв области имеется возможность проследить динамику обеспеченности элементами питания. Обследование пахотных почв области на содержание легкогидролизуемого азота начали проводиться с 1984 года. Данные свидетельствуют, что к 2004 году площади почв с очень низкой и низкой степенью обеспеченности уменьшились (табл.5.6). В целом по области почвы с низким и очень низким содержанием легкогидролизуемой формы азота занимают 30 % всей площади пашни или около 500 тыс. га. Это означает, что для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур каждый третий гектар пашни нуждается в повышении содержания азота до среднего и повышенного уровней. Одновременно наблюдается увеличение доли почв со средней обеспеченностью и сокращение площади почв с повышенным содержанием азота. Поэтому в настоящее время четко прослеживается наибольшая экономическая эффективность от внесения именно азотных удобрений.

Таблица 5.6 Распределение почв пашни по содержанию легкогидролизуемого азота, % (Авраменко, 2006)

|  |  |
| --- | --- |
| Годы агрохимических обследований | Содержание легкогидролизуемого азота, мг/кг почвы |
|  | очень низкое, <100 | низкое, 100-150 | среднее, 150-200 | повышенное, >200 | Средневзвешенное значение |
| 1984-1989 | 5,3 | 34,2 | 53.5 | 7,0 | 156,2 |
| 2000-2004 | 3,2 | 26,8 | 64,5 | 5,5 | 156,4 |

Черноземные почвы области содержат значительное количество валовых форм фосфора и калия. Количество фосфора доходит до 0,25 %, а калия до 2,23 % (Щербаков, Васенев, 1996).

Данные по содержанию подвижных форм фосфора и калия представлены по пятилетним циклам, начиная с 1964 и заканчивая 2004-м годом (табл.5.7, 5.8). В целом, судя по содержанию данных элементов, питательный режим почв области за отмеченный промежуток времени заметно улучшился. Средневзвешенное значение подвижного фосфора в почвах за сорокалетний период времени возросло с 55 до 121 мг, а калия со 105 до 122 мг/кг почвы. Увеличились площади почв с повышенным (на 26,4 %), высоким (12,5 %) и очень высоким (9,9 %) содержанием подвижного фосфора, уменьшились площади с очень низким (на 6,8 %) и низким (41,1 %) содержанием.

Таблица 5.7 Распределение почв пашни по содержанию подвижного фосфора, % (Авраменко, Лукин, 2006)

|  |  |
| --- | --- |
| Циклы и годы агрохимического обследования  | Содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы |
|  | Очень низкое, <20  | Низкое, 21 - 50 | Среднее, 51-100 | Повышенное, 101-150 | Высокое, 151 - 200 | Очень высокое >200 | средневзвешенное значение  |
| I. 1964-1970 | 7,4 | 46,6 | 39.9 | 4,7 | 1,0 | 0,4 | 55 |
| II. 1971-1975 | 1,7 | 22,7 | 65.1 | 7,8 | 1,9 | 1.0 | 72 |
| III. 1976-1983 | 3,0 | 14.8 | 57.2 | 16.4 | 5,1 | 3.5 | 86 |
| IV. 1984-1989 | 2,3 | 10.6 43,9 43.9 | 43,9 | 25.5 | 11.2 | 6,5 | 103 |
| V. 1990-1994 | 1.9 | 7.8 34,7 34.7 | 34,7 | 28.1 | 14,4 | 13.1 | 119 |
| VI. 1995-1999 | 0.9 | 5.0 | 33,6 | 30,8 | 16,4 | 13.3 | 131 |
| VII. 2000-2004 | 0.6 | 6.5 | 38,0 | 31.1 | 13,5 | 10.3 | 121 |

Изменение площадей почв с разным содержанием обменного калия менее значительные, чем подвижного фосфора - возросли площади с очень высоким содержанием на 6,0 % и уменьшились с низким на 4,5 % и средним (6,5%) содержанием. В целом можно заключить, что преобладают почвы со средним и повышенным содержанием подвижного фосфора - 69,1 %, а также площади пашни с повышенным и высоким содержанием обменного калия 74,3 %.

Основные потери фосфора и калия происходят в результате эрозии почв. На территории области ежегодно при смыве теряется 4,9-9,5 тыс. т фосфора, 37,2-43,2 тыс. т калия (Здоровцов, Мясоедов, 1990 и др.).

Таблица 5.8 Распределение почв пашни по содержанию обменного калия, % (Авраменко, Лукин, 2006).

|  |  |
| --- | --- |
| Циклы и годы агрохимии- ческого обследования  | Содержание обменного калия, мг/кг почвы значение, мг/кг  |
|  | очень низ- кое <20 | низкое, 21-40 | среднее, 41-80 | повышенное 81-120 | высокое 121-180 | очень высокое >180 | средневзвешенное значение |
| 1.1964-1970 | 1,3 | 6,5 | 21,1 | 35.3 | 32,8 | 3,0 | 105 |
| II. 1971-1975 | 0.1 | 2,1 | 32,9 | 44.1 | 18.4 | 2,4 | 97 |
| III. 1976-1983 | 0,1 | 0.4 | 15.0 | 43.1 | 32,5 | 9.0 | 120 |
| IV. 1984-1989 | 0,1 | 2.0 | 12.1 | 33.2 | 36.7 | 15.9 | 130 |
| V. 1990-1994 | 0.3 | 2.1 | 16.7 | 37,5 | 30.5 | 12.9 | 126 |
| VI. 1995-1999 | 0,1 | 1.9 | 13,5 | 38,4 | 34,0 | 12,1 | 128 |
| VII. 2000-2004 | 0,1 | 2.0 | 14.6 | 42,4 | 31,9 | 9.0 | 122 |

На увеличение в почве содержания подвижных фосфора и калия влияет внесение соответствующих удобрений, повышение гидролитической кислотности (Щербаков, Васенев, 1996), расширение посевов многолетних бобовых трав. Все это способствует трансформации элементов из трудноусвояемых для питания растений форм в подвижные, легкоусвояемые.

Содержание элементов питания в почвах по районам области неравномерное. Высокое содержание подвижного фосфора (152-162 мг/кг) наблюдается в почвах Грайворонского, Белгородского, Ивнянского, Краснояружского районов, а меньшее (86-96 мг/кг почвы) - в Вейделевском, Ровеньском и Старооскольском районах. Более высокая обеспеченность калием характерна для почв тяжелого гранулометрического состава - глинистых и тяжелосуглинистых.

Средневзвешенные величины подвижных форм элементов указывают на их динамику за многолетний период времени. Так, содержание подвижного фосфора, начиная с 1964 года, систематически увеличивалось и в VI цикле обследования приблизилось к оптимальной величине - 131 мг/кг почвы. Однако, в VII цикле (2000-2004 годы) впервые зафиксировано снижение его содержания на 10 мг. Причина заключается в том, что баланс фосфора в земледелии области за последние годы стал отрицательным. Если в 1984-1994 годы поступление фосфора с удобрениями было примерно в два раза больше его выноса с урожаем и потерь из-за эрозии, то в 2000-2004 годах его поступало в почву в два раза меньше, чем отчуждалось.

Средневзвешенное содержание обменного калия в почвах области в течение 1984-1999 годов было на уровне 126-130 мг/кг, т.е. относительно стабильным и являлось оптимальной величиной для большинства сельскохозяйственных культур. При агрохимическом обследовании в 2000-2004 годах наблюдается снижение содержания обменного калия до 122 мг/кг почвы. Причиной тому явилось резкое уменьшение внесения его в почвы с удобрениями.

На территории области еще встречаются хозяйства, где мало вносят удобрений, где низкая общая культура земледелия. Почвы здесь истощены основными элементами питания, содержание которых находится на уровне ниже среднего. Условия питания культурных растений осложнены, что и приводит к получению низких урожаев сельскохозяйственных культур, в пределах 20 ц/га зерна.

В то же время известно, что в европейских западных государствах урожайность зерновых 30 ц/га является уже признаком банкротства землепользователя. Низкие урожаи сельскохозяйственных культур обусловлены многими причинами и основной из них является истощение почв доступными элементами питания, общее снижение плодородия. При производственном использовании удобрений на получение планируемого урожая нужно исходить из уровня плодородия конкретного земельного участка и биологических особенностей возделываемых сельскохозяйственных культур. Детальную картину излагаемой проблемы можно представить по данным расчета баланса основных питательных элементов в почвах области. Такие расчеты нами сделаны (табл.5.9).

Таблица 5.9 Баланс основных элементов питания в почвах области за 2006-2008 годы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Элементы питания | Поступление, тыс. т | Вынос, тыс. т | Баланс |
|  | с мине-ральными удобре-ниями | с навозом | всего | урожаем | сорняками | всего | на посевную площадь, тыс. т | на 1 га, кг |
| Азот |  55,6 | 8,3 | 63,9 | 118,2 | 9,6 | 127,8 | -63,9 | -48,0 |
| Фосфор | 21,9 | 4,2 | 26,1 | 119,1 | 3,9 | 123,0 | -96,9 | -72,5 |
| Калий | 20,9 | 10,0 | 30,9 | 102,6 | 4,6 | 107,2 | -76,3 | -57,0 |

Данные свидетельствуют, что в настоящее время в пашне сложился отрицательный баланс всех трех питательных элементов. Больший дефицит баланса наблюдается по фосфору. Из всего следует, что из-за недостатка поступления элементов питания в почву с удобрениями, продолжается дальнейшее использование почвенных запасов, что усиливает деградацию.

# ***5.2.2 Состав обменных катионов и кислотно-основные свойства почв***

Применение минеральных удобрений связано с такими видами химической деградации, как выщелачивание оснований из почвенно-поглощающего комплекса, подкисление почвенного раствора и др. Степень кислотности почв является главным и ведущим показателем этого неблагоприятного свойства почв. Но за показателем рН стоит ряд других важных свойств почвы, находящихся в тесной взаимосвязи с величиной рН. Эти свойства почвы отражают ее физико-химический режим и, в первую очередь, состояние почвенного поглощающего комплекса (ППК).

Основой плодородия любой почвы, а для черноземов еще больше, является наличие в поглощенном состоянии кальция. Состав поглощающего комплекса почв характеризует такой показатель как ёмкость катионного обмена (ЕКО). С ней связана способность почвы удерживать в обменном состоянии катионы, в том числе и важные элементы питания (К+, NН4+, Са2+, Мg2+ и др.). Ёмкостью катионного обмена обусловлена буферность почвы к изменению реакции среды. Состав поглощенных оснований определяет многие физико-химические и физические свойства почв. С ней также связывают устойчивость почв к антропогенным воздействиям, в частности к химическому загрязнению.

По емкости катионного обмена черноземы Белгородской области в целом устойчивы к антропогенному воздействию, так как только сумма кальция и магния в пахотном слое изменяется в пределах 33,2-41,1 ммоль на 100 г почвы. Немного отстают по этому показателю темно-серые лесные почвы. Однако следует знать, что ЕКО - величина переменная и при внесении в почву высоких норм физиологически кислых минеральных удобрений она сдвигается в неблагоприятную для культурных растений и полезных почвенных микроорганизмов сторону. Кроме того, в области имеются почвы с выраженной по своей химической природе кислой или щелочной реакциями среды. К числу первых относятся темно-серые, серые и светло-серые почвы и черноземы оподзоленные Лесостепи, ко вторым - солонцы и солонцеватые почвы Степи. Особыми свойствами обладают солоди и осолоделые почвы.

Анализируя состав поглощающего комплекса чернозема целины "Ямская степь") и пашни, можно заметить, что сельскохозяйственное использование приводит к появлению нежелательных физико-химических свойств. В черноземе целины все показатели поглощающего комплекса (сумма обменных оснований, содержание поглощенных кальция, магния и водорода, степень насыщенности основаниями) более предпочтительны, чем в пашне. Эта особенность химического состава почв прослеживается не только в верхнем слое 20-30 см, но и ниже по профилю.

Одним из основных факторов, влияющих на плодородие почв, является кислотность. Кислыми почвами считаются те, у которых обменная кислотность (рНсол) меньше 5,5 единиц, гидролитическая кислотность свыше 3 ммоль на 100 г почвы, а степень насыщенности основаниями менее 90 %. Кислотность почв связана с ненасыщенностью их кальцием и повышенным содержанием иона водорода в почвенном растворе и почвенно-поглощающем комплексе.

У кислых почв заметно снижается плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур. Особенно чувствительны к кислой реакции почвенной среды сахарная свёкла, люцерна. В сильной степени страдает от почвенной кислотности полезная микрофлора. К примеру, клубеньковые бактерии, поселяющиеся на корнях бобовых растений, в кислой среде теряют способность к фиксации азота атмосферы.

В кислых почвах снижается содержание гумуса и кальция, как основных факторов структурообразования. Это приводит к снижению водопроницаемости, влагоёмкости, т.е. ухудшению влагообеспеченности растений. Кроме того, в почвах с кислой реакцией чётко прослеживается разрушение структуры пахотного слоя. Она становится пылеватой с плотным сложением. На поверхности почвы после выпадения атмосферных осадков в виде дождей и подсыхания влаги образуется почвенная корка, мелкие трещины. Как следствие, усиливаются потери влаги из почвы, нарушается газообмен, требуются дополнительные затраты на её обработку. Все это, в конечном счете, приводит к снижению урожайности культур, не менее чем на 15-25 %.

Убыль кальция из почвы происходит не столько вследствие выноса его с урожаем, сколько в результате процесса выщелачивания. В почве постоянно присутствует углекислый газ (СО2), который поступает из атмосферы в результате газообмена и при разложении органических веществ. При взаимодействии углекислого газа с почвенной влагой образуется углекислота (Н2СО3), которая легко диссоциирует на ионы Н+ и НСО3-. В результате повышается концентрация ионов водорода в растворе, почва подкисляется, происходит насыщение почвенно-поглощающего комплекса водородом с эквивалентным вытеснением кальция, т.е. уменьшением содержания его в почве.

Величина кислотности зависит от содержания в почве минеральных и органических кислот, растворимых в воде и в солевых растворах. Эту особенность используют для диагностики видов кислотности. В первом случае получаем актуальную кислотность, а во втором - обменную или ее составную часть - гидролитическую.

Почвами с повышенной кислотностью на территории области являются в первую очередь серые и темно-серые лесостепные почвы, чернозёмы оподзоленные, чернозёмы выщелоченные и меньше чернозёмы типичные. Чернозёмы обыкновенные, карбонатные, солонцеватые, остаточно-карбонатные меловые (юго-восточная часть области) имеют близкую к нейтральной, нейтральную или даже слабощелочную реакцию почвенной среды (рНсол ~ 7,0).

Существует градация почв по реакции почвенной среды. При величине обменной кислотности, равной 4-4,5 реакция почвенной среды считается сильнокислой, 4,6-5,0 - среднекислой, 5,1-5,5 - слабокислой, 5,6-6,0 - близкой к нейтральной, 6,1-7,0 - нейтральной и 7,1-8,0 - слабощелочной.

Рост интенсификации земледелия, а в частном случае это применение физиологически кислых минеральных удобрений, а также природно-антропогенные факторы (кислотные дожди и пр.) приводят к подкислению почвенного раствора чернозёмов, нейтральных по природе. Но даже там, где не вносятся минеральные удобрения, или вносятся, но в малых дозах, также происходит подкисление почв. В данном случае проявляет скрытое действие усиливающийся процесс минерализации (разложения) органического вещества почвы. Высвобождающиеся при этом органические кислоты, особенно фульвокислоты, имеют явно выраженную кислотность (рНсол= 2-3).

Результаты регулярных агрохимических обследований почв области свидетельствуют об увеличении их кислотности со временем (табл.5.10).

Таблица 5.10. Распределение почв пашни Белгородской области по степени кислотности, % (Лукин и др., 2006)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Циклы и годы агрохимического обследования  | Группировка почв по степени обменной кислотности, рНсол | Всего кислых почв |
|  | Очень сильно кислые (<4,0)  | Сильнокислые (4,1-4,5)  | Среднекислые (4,6-5,0)  | Слабо-кислые (5,1-5,5)  | Близ- кие к нейт-ральной (5,6-6,0)  | Ней-траль-ные (>6,0)  |  |
| ΙΙΙ. 1976-1983 | - | 0,1 | 1,5 | 21,2 | 33,2 | 44,0 | 22,8 |
| ΙV. 1984-1989 | - | 0,3 | 3,8 | 22,8 | 31,2 | 41,9 | 26,9 |
| V. 1990-1994 | - | 0,5 | 7,1 | 28,3 | 23,6 | 40,5 | 35,9 |
| VΙ. 1995-1999 | - | 0,2 | 6,1 | 27,2 | 23,8 | 42,7 | 33,5 |
| VII. 2000-2004 | - | 0,3 | 8,2 | 27,9 | 23,1 | 40,5 | 36,4 |

Из таблицы следует, что площади кислых почв пашни области за 25-летний период возросли на 13,6 % и занимают в настоящее время около 600 тыс. га. Среди них преобладают почвы, обладающие слабокислой реакцией (27,9 %). Это означает, что каждый третий гектар пашни имеет кислую реакцию почвенной среды и требует проведения химической мелиорации - известкования. Почв со среднекислой реакцией среды мало, всего 8,2 %. Кроме всего материалы свидетельствуют, что в сложившейся ситуации с кислотностью почв можно с уверенностью предположить отрицательную величину баланса кальция в земледелии области.

Основные площади кислых почв расположены в западных, реже центральных районах области. Практически отсутствуют почвы с кислой реакцией почвенной среды в юго-восточных районах, где залегают чернозёмы обыкновенные, карбонатные и меловые с высоким насыщением почвенно-поглощающего комплекса кальцием.

В Центрально-Черноземном регионе, в том числе и Белгородской области, чернозёмы (оподзоленные, выщелоченные и типичные) в отличие от серых лесных почв длительное время относили к почвам, не нуждающимся в известковании. Обосновывалось это наличием в черноземах высокой суммы обменных оснований. В чернозёмах оподзоленных сумма обменных оснований (с некоторым допуском можно приравнять к ЕКО) составляет 30 ммоль на 100 г почвы. Далее по возрастающей величине данного показателя стоят чернозёмы выщелоченные (30-35 ммоль) и чернозёмы типичные (до 40 и более ммоль на 100 г почвы). Однако, в настоящее время практически все черноземы лесостепи области нуждаются во внесении извести. Учитывая, что мелиорация почв практически прекращена, а доля применения минеральных удобрений заметно набирает темпы, то в дальнейшем можно предположить прогрессирующее подкисление типичных черноземов.

# ***5.2.3 Устранение кислотности почв***

Каждая сельскохозяйственная культура предъявляет определённые требования к реакции почвы. Оптимальные значения обменной кислотности, например, для свёклы составляют 7,0-7,5; пшеницы озимой - 6,3-7,5; кукурузы и ячменя - 7,5; гороха - 6,0 - 7,0; люцерны 7,2-8,0. Как видно, приведенные культурные растения не переносят кислой реакции и хорошо растут в основном только на почвах с нейтральной или близкой к ней по значению реакции почвенной среды.

В практике сельскохозяйственного производства реакция почвенного раствора изменяется отчасти внесением в почвы минеральных и органических удобрений. Для снижения повышенной кислотности почвы в основном применяют известкование - внесение кальцийсодержащих мелиорантов. В области для этой цели используют тонкомолотый мел, дефекат и известь.

Мел содержит до 55 % карбоната кальция (СаСО3) и незначительное количество (0,02-0,6 %) карбоната магния (MgCO3). Дефекат кроме карбоната кальция (в сухом состоянии до 60 %) содержит органического вещества до 10 %, азота 0,25-0,5 %, фосфора 0,2-0,6 % и калия 0,6-0,9 %. Кальцийсодержащие вещества (карбонаты) практически нерастворимы в чистой воде, но в воде, содержащей углекислый газ, растворимость их резко увеличивается (примерно в 60 раз). Карбонаты кальция, внесенные в почву под влиянием углекислоты, превращаются в бикарбонаты - Ca (HCO3) 2. Последние диссоциируют в воде с образованием свободных ионов кальция (Са2+) и бикарбонатов (НСО3-). В результате в почвенном растворе повышается содержание кальция, который внедряется в почвенно-поглощающий комплекс и вытесняет ионы водорода, что приводит к нейтрализации кислотности. В почве увеличивается степень насыщенности основаниями, что также свидетельствует о снижении кислотности.

Доза внесения мелиоранта (т/га) для нейтрализации кислотности определяется произведением величины гидролитической кислотности, выраженной в ммоль на 100 г почвы, на коэффициент 1,5 и 100. Полученную величину делят на процентное содержание карбоната кальция в конкретном мелиоранте. В условиях области доза колеблется в пределах 7-10 т/га.

Полная (расчетная) доза известковых материалов вносится в чистом пару или под пропашные и овощные культуры под основную зяблевую вспашку. Эффективность известкования в сильной степени зависит от тонкомолотости материала, равномерного рассева и тщательного перемешивания его с почвой. При внесении кальцийсодержащих веществ необходимо сочетать известкование с внесением в севообороте навоза и минеральных удобрений. Для предотвращения дальнейшего подкисления почвы и повышения эффективности минеральных удобрений целесообразно применять их совместно с известковыми материалами. Например, для нейтрализации кислотности 1 ц аммиачной селитры или азофоски требуется около 1 ц карбоната кальция.

Хорошо отзывается на внесение кальцийсодержащих удобрений сахарная свёкла, озимая пшеница, кукуруза.

Устраняя кислотность, известкование оказывает многостороннее положительное воздействие на свойства почвы, создаёт благоприятную среду для роста растений и жизнедеятельности полезных микроорганизмов. Основное действующее вещество известковых удобрений - кальций, который вызывает коагуляцию (укрупнение) почвенных коллоидов. Как следствие - улучшается структура почвы и повышается её водопрочность. Кроме того, возрастает водопроницаемость и аэрация почвы, уменьшается образование почвенной корки и значительно облегчается обработка почв. Повышается жизнедеятельность свободноживущих и клубеньковых азотфиксирующих бактерий, развивающихся в основном в ризосфере многолетних бобовых трав. Происходит обогащение почвы биологическим азотом за счёт азота воздуха. Создаются условия для жизнедеятельности бактерий, минерализующих органические фосфаты. Усиливается мобилизация фосфатов почвы и улучшается питание растений фосфором.

Научными учреждениями области и региона накоплен положительный опыт устранения повышенной кислотности не только серых лесостепных оподзоленных почв, но и черноземов. Установлены факторы и технологические приемы нейтрализации почвенной кислотности.

В Белгородском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в 1987 году заложен полевой опыт, где изучалось влияние агротехнических приемов на изменение свойств почвы. Исходные величины гидролитической кислотности чернозёма типичного на опытном участке перед закладкой опыта составляли 2,5-3,5 ммоль/100 г почвы.

Результаты опытов свидетельствуют, что за 10-летний период в почве зернотравяного севооборота произошло снижение гидролитической кислотности. Однако, на варианте без внесения удобрений кислотность снизилась на 0,47-0,62 ммоль, а с их внесением лишь на 0,32-0,47 ммоль на 100 г почвы. Кислотность снизилась значительно в большей степени под влиянием навоза. Ее величина снизилась здесь за отмеченный промежуток времени на 0,56-1,05 ммоль/100 г почвы (табл.5.11).

Таблица 5.11. Изменение (+, - ) гидролитической кислотности пахотного слоя чернозёма типичного под влиянием агротехнических приемов, ммоль/100 г почвы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Внесено на 1 га севооборот- ной площади | Зернотравянопропашной севооборот | Зернопропашной севооборот | Зернопаропропаш- ной севооборот |
| навоз, т | NPK, кг д. в.  | В\* | Б | М | В | Б | М | В | Б | М |
| 0 | 0 | -0,47 | -0,57 | -0,62 | 0,87 | 0,91 | 0,90 | 1,02 | 1,16 | 1, 20 |
|  | 42-62, 62,62 | -0,46 | -0,52 | -0,58 | 0,99 | 1,13 | 1,18 | 1,04 | 1, 19 | 1,29 |
|  | 84-124,124,124 | -0,32 | -0,40 | -0,47 | 1,06 | 1,25 | 1,32 | 1,23 | 1,29 | 1,36 |
| 8 | 0 | -0,56 | -0,74 | -0,84 | 0,60 | 0,65 | 0,71 | 0,64 | 0,74 | 0,80 |
|  | 42-62, 62,62 | -0,51 | -0,62 | -0,75 | 0,78 | 0,81 | 0,86 | 0,90 | 0,85 | 0,96 |
|  | 84-124,124,124 | -0,40 | -0,54 | -0,56 | 0,93 | 0,98 | 1,07 | 1,08 | 1,12 | 1,15 |
| 16 | 0 | -0,72 | -0,90 | -1,05 | 0,43 | 0,50 | 0,59 | 0,49 | 0,73 | 0,67 |
|  | 42-62, 62,62 | -0,56 | -0,66 | -0,80 | 0,56 | 0,63 | 0,79 | 0,66 | 0,84 | 0,81 |
|  | 84-124,124,124 | -0,30 | -0,41 | -0,65 | 0,71 | 0,75 | 0,88 | 0,78 | 1,13 | 1,24 |

\*В - вспашка, Б - безотвальная обработка, М - минимальная обработка почвы.

В почве, занятой культурами пропашных севооборотов, особенно зернопаропропашного, на вариантах без внесения удобрений наблюдается увеличение гидролитической кислотности на 1,02-1,20 ммоль и еще больше с их внесением - на 1,23-1,35 ммоль/100 г почвы (в таблице эти показатели выделены цветом).

Глубокая заделка минеральных удобрений при вспашке подкисляет пахотный слой почвы меньше, чем поверхностная минимальная и безотвальная обработки. Внесение удобрений за две ротации пропашных севооборотов увеличивает кислотность по вспашке на 0,78 ммоль, а минимальной обработке - на 1,24 ммоль/100 г почвы.

В процессе опыта в пропашных севооборотах с отсутствием многолетних бобовых трав выявлена закономерность увеличения кислотности почвы, не зависимо от того, вносятся удобрения или нет. Внесение органических удобрений в этом случае снижает темпы роста кислотности примерно в 1,5-2,0 раза в сравнении с вариантами внесения только минеральных удобрений.

Таким образом, даже применение простых агротехнических приемов как травосеяние и органические удобрения способствует снижению кислотности почв.

# ***Глава 6. Загрязнение и детоксикация почв***

# ***6.1 Химическое загрязнение и охрана почв***

Под загрязнением окружающей среды понимают поступление в биосферу любых твердых, жидких и газообразных веществ или видов энергии (теплоты, звука, радиоактивности и т.п.) в количествах, оказывающих вредное влияние на человека, животных и растения как непосредственно, так и косвенным путем. Источники загрязняющих веществ разнообразны, многочисленны виды отходов и характер их воздействия на компоненты биосферы.

Загрязнение вызывают твердые отходы, газовые выбросы и сточные воды металлургических, металлообрабатывающих и машиностроительных заводов. Водным ресурсам наносят вред сточные воды пищевой промышленности. Загрязнение атмосферы городов и транспортных коммуникаций тяжелыми металлами и токсичными углеводородами вызывает интенсивное развитие автомобильного транспорта. Массовое применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений приводит к появлению ядохимикатов в атмосфере, почвах и природных водах, загрязнению биогенными элементами водоемов, водотоков и сельскохозяйственной продукции (Минеев, 1984).

При горных разработках на поверхность земли извлекаются миллионы тонн разнообразных, часто фитотоксичных горных пород, образующих пылящие и горящие терриконы и отвалы. В процессе эксплуатации тепловых электростанций также образуются огромные количества твердых отходов, которые оказывают негативное влияние на атмосферу, поверхностные и подземные воды, почвенный покров.

Вчисло загрязнителей окружающей среды входят тяжелые металлы (ТМ), пестициды, ряд производных углерода, серы, азота, фтора, жидкие углеводороды, синтетические органические вещества, радионуклиды и другие вредные вещества.

В сельскохозяйственном производстве Белгородской области складывается проблема утилизации отходов животноводства, которая в дальнейшем, в связи с принятием Программ развития молочного и мясного животноводства и птицеводства может усилиться.

В нашей стране все химические вещества, попадающие в почву из выбросов, сбросов и отходов, согласно ГОСТу, подразделяются на три класса по степени опасности: высокоопасные, умеренно опасные и малоопасные. К высокоопасным относят: мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, фтор, бензопирен. Умеренно опасные - бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром. Ряд малоопасных веществ составляют: барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенол.

Среди приведенных химических веществ большую часть составляют так называемые тяжелые металлы (ТМ).

В настоящее время для оценки химического загрязнения территории используется суммарный показатель загрязнения, представляющий собой сумму значений коэффициентов концентраций, т.е. отношений аномальной концентрации по каждому элементу к ее фоновому значению. Суммарный показатель загрязнения (**Zc**) определяется по формуле:

Zc = Kс- (n-1),

где ***Кс*** *-* коэффициент концентрации металла, равный частному от деления массовой доли i-ro элемента в загрязненной и фоновой почвах;

***п -*** число определяемых ингредиентов.

С учетом суммарного показателя загрязнения предложена схема оценки почв сельскохозяйственного использования по степени загрязнения химическими веществами (табл.6.1).

Таблица 6.1 Принципиальная схема оценки почв сельскохозяйственного использования по степени загрязнения химическими веществами (Кирюшин, 1996)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория почв по степени загрязнения | Суммарный показатель загрязнения (Zc)  | Загрязненность относительно ПДК | Возможное использование почв | Необходимые мероприятия |
| I. Допусти- мая  | <16,0  | Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК | Можно использовать под любые культуры  | Снижение уровня воздействия источников загрязнения почв. Осуществление мероприятий по снижению доступности токсикантов для растений |
| II. Умеренно опасная  | 16.1-32,0  | Содержание хим. веществ в почве > ПДК при лимитирующем общесанитарном и миграционном показателе вредности, не ниже ПДК по транслокационному показателю | Можно использовать под любые культуры при условии контроля качества продукции растениевод-ства | Мероприятия, аналогичные категории I. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным показателем проводится контроль за содержанием этих веществ в поверхностных и подземных водах |
| III. Высоко- опасная  | 32,1-128,0  | Содержание химических веществ в почве превышает ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности  | Можно использовать под технические куль - туры без получения из них продук-тов питания и кормов, в которых возможно содер - жание хим. веществ выше ПДК | Мероприятия, аналогичные категории I. Обяза-тельный контроль за содержанием токсикантов в растениях, используемых в качестве продуктов питания и кормов. Ограничение использования зеленой массы на корм скоту, особенно растений-концентраторов |
| IV. Чрезвычайно опасная  | >128  | Содержание химических веществ в почве превышает ПДК по всем показателям | Следует исключить из сельскохозяйственного использования | Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почвах. Контроль за содержанием токсикантов |

Источники поступления ТМ подразделяются на природные и техногенные. К природным источникам относятся выветривание горных пород и минералов, эрозионные процессы, вулканическая деятельность. Техногенные источники загрязнения почв ТМ могут быть расположены в следующий ряд по масштабам загрязнения и по удельному вкладу.

Наиболее мощный источник загрязнения - аэральные выбросы предприятий черной и цветной металлургии, разработки полезных ископаемых. Затем в убывающей мере относят автотранспорт; далее жидкие и твердые бытовые коммунальные отходы, включая осадки сточных вод (ОСВ); пестициды, органические удобрения, минеральные удобрения.

В Белгородской области загрязнение почв тяжелыми металлами происходит на территории Оскольско-Губкинского железорудного района. Общая площадь, занимаемая этим предприятием составляет 2530 км2. В главе 3 мы сообщали о величине выбросов в атмосферу от деятельности предприятий, находящихся в данном районе. В составе выбросов содержатся и тяжелые металлы. Некоторые авторы (Колесников, Путятина, 2010) прилегающую территорию разделили по содержанию тяжелых металлов в почвах на 3 зоны.

. Допустимая концентрация, в которой суммарный показатель составляет до 16 мг/кг. К ней относится основная часть территории железорудного района;

. Умеренно-опасная, в которой суммарный показатель составляет от 16 до 32 мг/кг. К этой зоне относятся гидроотвал и хвостохранилище.

зона - высокоопасная, где суммарный показатель составляет от 32 до 128 мг/кг, где располагаются карьеры и отвалы скальных пород.

В настоящее время агрохимической службой области контролируется содержание ТМ в почвах сельскохозяйственных предприятий. Общее представление об их территориальном распределении в разрезе административных районов и предприятий дается в ряде публикаций (Лукин, 2004; Природные ресурсы…, 2007; Красная книга почв…, 2007; Лукин, 2008 и др.).

Однако, при оценке загрязнения почв тяжелыми металлами необходимо иметь информацию не только о валовых формах, но и подвижных. Подвижность ТМ в почвах зависит как от свойств почвы, так и от вида загрязнения. Металлы, поступающие в почву с осадками сточных вод (ОСВ), в начальный период высокорастворимы. Газообразные выбросы окислов металлов от обработки руд цветных металлов труднорастворимы и малоподвижны.

Характер профильного распределения ТМ в естественных и техногенных ландшафтах существенно различается. Для техногенных территорий характерен регрессивно-аккумулятивный тип распределения, проявляющийся в повышенном накоплении металлов в гумусовом горизонте и резком понижении их содержания в нижележащих. На характер перераспределения ТМ в профиле почв влияет комплекс почвенных факторов: гранулометрический состав, реакция почв, содержание органического вещества, емкость поглощения катионов, наличие геохимических барьеров, дренаж.

Как правило, содержание ТМ в почвах легкого гранулометрического состава меньше, чем тяжелого. Кислые почвообразующие породы содержат ТМ меньше, чем основные. При реакции среды в интервале 6,0-6,5 большинство ТМ образуют труднорастворимые соединения в виде карбонатов.

Органическое вещество почв способно закреплять ТМ, поэтому в высокогумусированных почвах опасность накопления ТМ в растениях снижается. С увеличением емкости катионного обмена возрастает способность почв удерживать ТМ.

Находясь преимущественно в рассеянном состоянии, ТМ могут образовывать аккумуляции, где их концентрация в сотни и тысячи раз превышает среднепланетарные уровни. Для приблизительной характеристики фонового содержания ТМ в почвах часто используют кларки по Виноградову. Для почв Среднерусской возвышенности кларк цинка равен 50, свинца - 10, меди - 20, кадмия - 0,5 мг/кг.

Характеризуя общую картину загрязнения почв ТМ, можно отметить, что его опасные уровни, превышающие значения ПДК, наблюдаются в основном около металлургических предприятий в радиусе до 10-12 км и вдоль автодорог с достаточно интенсивным движением (в полосах шириной до 100 м). В этих районах сельскохозяйственное использование почв должно быть строго специализированным, их следует исключать из обычных севооборотов.

Загрязнения ТМ из агропромышленных источников до уровней, приближающихся к ПДК, возможны только на землях, на которых средства химизации, например пестициды или осадки сточных вод, применялись длительное время без надлежащего контроля. В настоящее время уровни загрязнения ТМ на подавляющем большинстве сельскохозяйственных земель не представляют реальной опасности.

Наиболее вероятными объектами, на которых можно ожидать повышенных уровней загрязнения ТМ и для которых необходимо проведение обследований, являются следующие.

. Пригородные зоны крупных промышленных центров (на расстоянии до 10 км).

. Овощные севообороты с высокой насыщенностью удобрениями и пестицидами.

. Поля с традиционно длительным применением сточных вод или осадков сточных вод.

. Территории, на которых систематически применяют пестициды и животноводческие отходы в виде стоков.

В почвах Белгородской области средневзвешенное содержание цинка составляет 56,7, свинца - 16,1, меди - 14,4, кадмия - 0,67 мг/кг (Лукин, 2004).

При этом почвы с кислой реакцией среды в среднем содержат цинка и кадмия на 11 %, а свинца на 15 % меньше, чем почвы с рН более 5,5. Кислотность усиливает подвижность ТМ, что приводит к большему потреблению их растениями.

На территории области проявляется закономерное снижение валового содержания ТМ в направлении с востока на запад из-за увеличения кислотности почв и общего количества атмосферных осадков.

С.В. Лукин (2004) приводит результаты балансовых расчетов по ТМ в почвах области. По состоянию на 2001 год по таким элементам, как медь, свинец, цинк и кадмий складывается отрицательный баланс. На основании этого автор сделал заключение, что при существующих темпах применения удобрений загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами не происходит.

# ***6.2 Загрязнение почв пестицидами***

Необходимость использования средств защиты растений вызвана потребностью дальнейшего наращивания производства продукции сельского хозяйства. Эта проблема не разрешима без применения препаратов химической природы для борьбы с вредителями, болезнями и сорняками сельскохозяйственных культур. Однако, многие из них имеют прямой или косвенный контакт с почвой и поэтому являются ее загрязнителями.

Химические средства защиты растений (пестициды) разделяются на группы: инсектициды, акарициды, фунгициды, гербициды и регуляторы роста растений. Они отличаются по степени токсичности для человека и животных, по накоплению в организмах и устойчивости к разложению в почве. Существует также комплексная экотоксикологическая оценка пестицидов.

В Белгородской области объемы работ по защите растении от вредителей, болезней и сорняков, включая десикацию, в последние годы увеличиваются ежегодно. В 2008 году была задействована посевная площадь порядка 2923,3 тыс. га (Состояние окружающей среды…, 2009). При этом основную долю в структуре препаратов занимает применение гербицидов (73 %). Примерно 10 % объема приходится на использование фунгицидов.

Следует заметить, что химическая прополка посевов гербицидами составляет 60 % от общего выполненного химическим методом объема работ. В тоже время посевы таких культур, как кукуруза и сахарная свекла обработаны химическим методом полностью.

Имеющийся ассортимент средств защиты растений отвечает самым современным требованиям безопасности для человека и окружающей среды. Это небольшая тарная упаковка, низкая норма расхода, малая токсичность для теплокровных, пчел, почвенной микрофлоры и птиц, отсутствие вредных отдаленных последствий, скорость полураспада и др. Как следует из Доклада…, химические средства в области применяются в соответствии с "Государственным каталогом пестицидов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации".

Поскольку в области среди пестицидов применяются в основном гербициды, то обратим внимание на условия их безопасного применения. Загрязнение почв гербицидами может наблюдаться при внесении завышенных доз препаратов, длительном применении на одном и том же участке, нарушении сроков и технологии внесения, при аварийных ситуациях. Охрана почв от загрязнения гербицидами и восстановление плодородия уже загрязненных токсикантами почв требует знания основных аспектов поведения гербицидов в почве, осуществления контроля за остаточными количествами.

Обычно гербициды вносят с водой путем опрыскивания вегетирующих растений или почвы. В первом случае на растения попадает только 5-30 % гербицида, в то время как 70-95 % ядохимиката поступает в почву. Во втором случае (при посевном или довсходовом опрыскивании) все 100 % гербицида попадают в почву.

Несмотря на разнообразие возможных превращений, основными процессами, определяющими поведение гербицидов в почве, являются их адсорбция, разложение и миграция, приводящие к инактивации (детоксикации) гербицида. Адсорбция осуществляется органическим веществом почвы или ее глинистой фракцией. Так как адсорбция гербицида приводит к уменьшению его концентрации в почвенном растворе, то следствием адсорбции гербицида является снижение уровня его токсичности. С другой стороны, связывание гербицида почвенными коллоидами заметно снижает скорость его разложения.

Адсорбция гербицидов почвой в значительной мере зависит также и от внешних условий, таких как рН, температура, влажность. Так, сухая почва адсорбирует большие количества гербицида по сравнению с влажной. Влияние температуры обусловлено тем, что адсорбция является экзотермическим процессом и поэтому при повышении температуры адсорбция уменьшается. Влияние рН сказывается в том, что в зависимости от уровня кислотности среды могут меняться свойства гербицида. Например, при снижении рН происходит увеличение их адсорбции почвой. Известкование, напротив, снижает степень связывания ряда гербицидов почвой (Ладонин и др., 1979).

Разложение гербицидов в почве может происходить как химическим, так и биологическим путем. На поверхности почвы гербициды могут подвергаться разложению под действием ультрафиолета солнечных лучей - фотолизу. Скорость разложения гербицидов в почве зависит от многих факторов, прежде всего, биологической активности почвы. Биологическое разложение гербицидов происходит главным образом за счет почвенных микроорганизмов и ферментов.

На длительность сохранения остаточных количеств гербицидов в значительной мере влияет доза его внесения. В специальной литературе достаточно сведений о том, что превышение норм расхода выше рекомендуемых, а также систематическое внесение гербицидов может привести к загрязнению почвы. Чтобы установить факт загрязнения, необходимо провести биотестирование почвы.

Перемещение гербицидов по профилю почвы тесно связано с их свойствами, свойствами почвы, условиями увлажнения. Чем более растворим гербицид, чем меньше он адсорбируется, тем выше скорость его перемещения в почве и тем больше вероятность его попадания в поверхностные и грунтовые воды и загрязнение последних. Так как в более глубоких слоях почвы гербициды разлагаются значительно медленнее, нежели в верхних горизонтах, что связано с меньшим содержанием гумуса и более низким уровнем микробиологической деятельности, то в случаях миграции гербицидов в глубокие слои, возможно нежелательное накопление их остатков в почве.

Миграция гербицидов может быть и с током воды по поверхности почвы. На склонах, подверженных эрозии, может наблюдаться смыв гербицидов и аккумуляция их в нижних частях склона. В таком случае возникает важная экологическая проблема, так как смытый гербицид может попасть в водоемы и далее включиться в биологический круговорот.

Для предотвращения возможного загрязнения почв гербицидами в настоящее время рекомендуются следующие предупредительные меры (Деградация и охрана почв, 2002):

 Строгое соблюдение регламентов применения препаратов (норма расхода, сроки, технология внесения).

 Совершенствование ассортимента гербицидов - применение менее опасных, с низкой степенью токсичности препаратов, замена персистентных гербицидов на быстро разлагающиеся в почве.

 Чередование гербицидов различных по длительности токсического действия и механизмам действия на сорные растения.

 Совершенствование технологии внесения (ленточное, точечное внесение и др.).

 Правильное обустройство мест заправки, мойки и стоянок опрыскивателей, строгое соблюдение мер безопасности при транспортировке и хранении гербицидов.

 Контроль за остаточными количествами гербицидов в почве и сельскохозяйственной продукции.

 Применение интегрированных систем защиты растений, предусматривающих сочетание химических и агротехнических мер борьбы с сорняками.

 Повышение квалификации специалистов по защите растений и охране окружающей среды от загрязнения.

Однако, если нарушаются данные требования или часть из них, то возникает проблема детоксикации остаточных количеств гербицидов.

В настоящее время применяют следующие способы по восстановлению загрязненных гербицидами почв: снижение концентрации свободного гербицида в пахотном слое и защита культурных растений.

Первый способ предусматривает такие виды мероприятий:

 Внесение высоких доз органических удобрений или органических материалов с высокой степенью поглотительной способности.

 Применение активированных углей, цеолитов и препаратов на их основе.

 Использование химических соединений, являющихся катализаторами или индукторами различных процессов разложения гербицидов.

 Глубокая вспашка с оборотом пласта, снижающая концентрацию остатков гербицидов в пахотном слое.

 Проведение промывных поливов на загрязненных участках; особое внимание в этом случае должно уделяться мерам, направленным на предотвращение загрязнения грунтовых вод.

При защите культурных растений наиболее целесообразно использовать:

 Применение химических соединений, способных обезвреживать попавшие в растения токсические вещества.

 Инкрустация семян культурных растений комплексными полифункциональными препаратами, содержащими набор фунгицидов, инсектицидов, физиологически активных веществ и антидотов.

 Правильный подбор культур севооборота, размещение на загрязненных участках культурных растений, устойчивых к данному гербициду.

Среди указанных способов по восстановлению загрязненных гербицидами почв путем снижения концентрации последних наиболее распространенными и доступными являются методы, основанные на внесении различных сорбентов. Исследованиями доказана эффективность использования с этой целью активированных углей, цеолитов, торфов и сорбентов на их основе.

Можно заключить, что оптимальным решением проблемы загрязнения почв гербицидами является их грамотное применение, позволяющее избежать отрицательных последствий для окружающей среды. С этой точки зрения наиболее перспективным является их точечное применение, предусматривающее дифференцированное внесение с учетом уровня засоренности конкретного участка посевов.

# ***6.3 Отходы животноводства и проблемы их использования***

На территории области уже функционируют и строятся новые крупные животноводческие комплексы и птицефабрики, насчитывающие десятки, сотни тысяч голов скота и птиц. В результате их жизнедеятельности накапливаются значительное количество отходов. По некоторым данным к 2012 году будем произведено около 9 млн. тонн таких отходов, как потенциальных органических удобрений для сельскохозяйственных культур. Животноводческие отходы (свиноводческие стоки, навоз крупного рогатого скота и птичий помет) содержат довольно много необходимых для растений и микроорганизмов почвы питательных веществ (табл.6.2).

Таблица 6.2 Содержание питательных веществ и реакция среды свиного безподстилочного жидкого навоза, %

|  |  |
| --- | --- |
| Название показателей  | Значение показателей |
| 1. Сухое вещество | 8-10 |
| 2. Органическое вещество | 4-7 |
| 3. Азот | 0,15-0,35 |
| 4. Фосфор | 0,12-0,14 |
| 5. Калий | 0,14-0,27 |
| 6. Кальций | 0, 20-0,26 |
| 7. Магний | 0,04-0,06 |
| 8. Натрий | 0,04-0,08 |
| 9. рНсол.  | 6,3-6,8 |

Технология использования стоков должна предусматривать выдерживание их в отстойниках-навозонакопителях не менее 14 дней. За этот период происходит разделение стоков на фракции (жидкую и твёрдую) и осаждение яиц гельминтов - возбудителей инфекционных заболеваний.

При внесении их в почву в качестве органического удобрения в почве повышается содержание гумуса, азота, фосфора, калия, кальция, магния. Они также способствуют улучшению агрофизических свойств: структурно-агрегатного состава, плотности, водно-воздушного режима и т.д.

В практике использования отходов имеют место и негативные последствия. К примеру, если стоки не вносят непосредственно в почву, а в больших объемах выливают на её поверхность. В таком случае создается высокая концентрация солей (более 1,5 г на литр стоков), тяжелых металлов, превышающих ПДК и наличие болезнетворной микрофлоры. Происходит накопление токсических веществ, которые с атмосферными осадками поступают в почву, далее смыкаются с грунтовой водой или смываются в пониженные места - балки, пруды, реки. Нарушается общий экологический фон окружающей территории, создаётся угроза фауне и флоре, в том числе и здоровью человека.

Примером нарушения технологии использования животноводческих стоков на территории области является АО "Колос" Белгородского района. Здесь, на земельном участке второго поля кормового севооборота площадью 20 га было проведено избыточное увлажнение стоками с высокой концентрацией солей. В результате переувлажнения почвы движение сельскохозяйственной техники затруднено, не удается получить урожай сельскохозяйственных культур.

В связи с этим на данном участке нами проведены специальные исследования. Участок представляет собой крупное блюдцеобразное понижение, суффозионно-осадочного характера образования. Пахотный слой данной почвы переувлажнен от избыточного внесения стоков. При подсыхании почвы в ней обнаруживаются в большом количестве новообразования кремнезёма в форме кремнеземистой присыпки, зерен кварца. Подпахотный слой почвы мокрый, имеет ореховато-плитчатую структуру, с глубины 40 см обнаруживается вязкая, липкая глеевая масса, единичные охристо-ржавые пятна. С глубины 50 см начинает просачиваться почвенно-грунтовая вода. Из-за большого объема внесенных стоков и их высокой минерализации отчетливо прослеживается явное заболачивание почвы. Почвенная масса разрушается, происходит профильное перераспределение илисто-коллоидных частиц сверху вниз и отложение их на глубине 50 см. Образуется заиленный слой, лишенный пористости, который выполняет функцию водоупора. Вода атмосферных осадков застаивается на поверхности почвы.

Содержание солей в химическом составе стоков колебалось в пределах от 4248 до 4833 мг/л, т.е. более, чем в 3 раза превышало величину, допустимую при использовании стоков. Качественный и количественный состав солей неблагоприятный для развития растений. Среди катионного состава солей преобладают соли натрия (900 мг/л), представляющие токсичность для растений. Концентрация кальция невелика, всего 45-75 мг/л. Из анионного состава преобладают гидрокарбонаты (1403-1812 мг), меньше содержится карбонатов (660-706) и хлоридов (481-488 мг/л). Исходя из катионно-анионного состава солей, в почве образуются в основном легкорастворимые, токсичные для роста и развития растений соли - бикарбонаты и карбонаты натрия (сода) и хлористый натрий. Такой химизм засоления почв явился причиной практически полного отсутствия растительности на поверхности почвы.

Животноводческие отходы, особенно жидкие стоки представляют собой ценные органические удобрения и при умелом их использовании могут повышать плодородие почв и урожайность культур, не нарушая при этом экологического состояния почв и в целом окружающей среды.

При проектировании и строительстве животноводческих комплексов, птицефабрик должна быть обязательно предусмотрена система очистных сооружений, включающая навозоудаление, накопление, обеззараживание, транспортировку и внесение в почву. Кроме того необходима организация постоянного контроля (мониторинга) за состоянием плодородия почв, охраной окружающей среды.

В Белгородской области имеются положительные примеры использования жидких стоков с допустимой концентрацией минеральных солей, в том числе и содержащих натрий. Об этом свидетельствуют результаты многолетнего опыта. В период с 1974 по 2002 годы на территории колхоза имени Фрунзе Белгородского района В.Д. Соловиченко изучил изменение морфологических, физико-химических и агрохимических свойств чернозема типичного при использовании свиных стоков.

Результаты опытов показали, что за 28-летний период действия стоков на почву, содержание гумуса в пахотном слое повысилось на 0,26 абсолютных процента. Примечательно, что обменная кислотность рНсол. осталась практически на прежнем уровне, но с незначительным подщелачиванием почвенной среды. Сумма поглощенных оснований повысилась на 3-5 ммоль на 100 г почвы, что также свидетельствует о положительной роли свиных стоков. Из состава поглощенных оснований преобладает катион кальция, его содержание увеличилось на 5-7 ммоль на 100 г почвы. Кроме того, при внесении свиных стоков улучшился питательный режим почвы. Так, если в 1974 году содержание обменного калия в почве составляло 136, подвижного фосфора 102 и легкогидролизуемого азота 110 мг/кг почвы, то в 2002 году оно возросло соответственно до 196, 245 и 171 мг/кг почвы. Следовательно, при научно-обоснованном использовании животноводческих стоков в качестве органических удобрений повышается плодородие почвы.

Внесение стоков увеличивает урожайность возделываемых культур. На этих почвах получали около 100 т/га кормовой свеклы, 60-80 т/га зеленой массы кукурузы на силос и 40-60 т/га зеленой массы трав за один укос. Причем, выращенная продукция - кормовая и сахарная свекла, ячмень, многолетние травы, кукуруза на силос и зерно, горох использовались как на корм скоту, так и технические цели.

При использовании свиноводческих стоков под посев культур необходимо соблюдение севооборота. С этой целью в хозяйствах были приняты севообороты с чередованием культур: горох - озимая пшеница - кукуруза на зерно - ячмень. Другой вариант севооборота выглядел следующим образом: многолетние травы двух или трех лет пользования - озимая пшеница - кормовая или сахарная свекла - кукуруза на зерно или силос - ячмень с подсевом многолетних трав.

Дозы внесения животноводческих отходов, в том числе и стоков в качестве органических удобрений необходимо рассчитывать на планируемый урожай сельскохозяйственных культур (табл.6.3). Научно обоснованной нормой внесения животноводческих стоков на гектар пашни является 40-50 м 3, т.е. около 80-100 кг азота (при среднем содержании азота в стоках 0,20 %). Максимальная годовая норма внесения азота стоками на 1 га площади севооборота не должна превышать 250 кг.

Таблица 6.3 Пример расчета доз внесения животноводческих стоков (по азоту) на планируемую урожайность культур

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Показатели | Озимая пшеница  | Кукуруза на зерно | Ячмень |
| 1 | Планируемая урожайность, т/га | 5,0 | 9,0 | 4,0 |
| 2 | Вынос азота продукцией, кг/га | 175 | 240 | 96 |
| 3 | Содержание азота в стоках, кг/м3 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |
| 4 | Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое почвы, мг/кг | 160 | 160 | 160 |
| 5 | Запасы азота в пахотном слое, кг/га | 480 | 480 | 480 |
| 6 | Коэффициент использования азота почвы, % | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 7 | Количество азота, используемое на формирование урожая, кг/га | 58 | 58 | 58 |
| 8 | Внесено азота при посеве, кг/га | 20 | 20 | 0 |
| 9 | Потребность в азоте, кг/га | 97 | 162 | 38 |
| 10 | Коэффициент использования азота из стоков, % | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 11 | Доза внесения азота за счет стоков, кг/га | 194 | 324 | 76 |
| 12 | Доза внесения стоков, м3/га | 69 | 116 | 27 |

Кроме того, использование животноводческих стоков требует обязательного соблюдения ряда условий.

Во-первых, на участках внесения стоков должна быть создана высокая культура земледелия, основанная на применении оптимальных научно-обоснованных норм внутрипочвенного внесения стоков под запланированный урожай сельскохозяйственных культур, освоении севооборотов. Во-вторых, в обязательном порядке должны соблюдаться все требования агротехнологического комплекса возделывания культур.

Нельзя вносить жидкие стоки, особенно свиные, на карбонатные и солонцеватые черноземы, имеющие щелочную реакцию почвенной среды. Это может вызвать повышение щелочности почвы, приведет к усилению процесса выщелачивания, а затем слитизации, обесструктуриванию и уплотнению почвы, ухудшению её водно-воздушного режима, т.е. в целом снижению уровня плодородия.

Свиные стоки наиболее целесообразно вносить на почвах с кислой реакцией почвенной среды: черноземах выщелоченных, оподзоленных, типичных и серых лесных почвах. Кроме того, следует учитывать уровень грунтовых вод предполагаемого участка внесения стоков. Он должен быть не меньше 3-5 м, в зависимости от инфильтрации почв.

При использовании отходов производства продукции животноводства (стоков навозных, помета птичьего и компостов) в качестве органических удобрений необходимо соблюдать технологический регламент, который разработан и утвержден постановлением правительства Белгородской области. В нем прописаны ОСТы и ТУ на данные отходы, требования к хранению и качеству стоков, транспортировке и внесению в почву. Государственный контроль за соблюдением природоохранных норм при использовании отходов должно осуществлять управление - государственная инспекция по охране почв Белгородской области.

На участках внесения свиноводческих стоков необходимо организовать постоянно действующий мониторинг за состоянием плодородия почв, урожайностью сельскохозяйственных культур, качеством продукции и охраной окружающей среды.

# ***6.4 Радиоактивное загрязнение почв***

Радиоактивность почв вызывается радионуклидами естественного и искусственного происхождения. К числу первой группы относятся: калий-40, уран-238, торий-232. Искусственные радионуклиды - продукты деления урана и плутония: стронций-90, цезий-137. Период полураспада их равен соответственно 28,5 и 30,2 года.

Искусственные радионуклиды попадают в экосистемы из атмосферы (в результате выброса из труб или после испытаний ядерного оружия), через поверхностные воды (вследствие вымывания из мест неглубокого захоронения отходов) или из грунтовых вод (при просачивании из хранилищ отходов). При выпадении радиоактивных веществ значительная их часть, в конечном счете, попадает в верхний (0-2 см) слой почвы, а затем начинает мигрировать по ее профилю.

Почва обладает уникальной сорбционной способностью по отношению кпоступающим в нее искусственных радионуклидов, оказывая влияние на их дальнейшую миграцию в компонентах биосферы. С одной стороны, закрепление радионуклидов в верхних горизонтах почвы создает длительно действующий природный источник радиоактивных веществ для корневого поглощения растениями. С другой стороны, сильная сорбция радионуклидов твердой фазой почвы ограничивает их поглощение растениями. Эти особенности сорбции радионуклидов почвенным поглощающим комплексом обеспечивают длительное поддержание в наземной среде процессов накопления растениями долгоживущих радионуклидов.

Поступающие в почву "свежие" техногенные радионуклиды первоначально являются новыми компонентами в природной среде и постепенно, по мере "старения", становятся менее доступными для поглощения корневыми системами растений, что происходит в результате усиленной сорбции радионуклидов твердой фазой почвы, вхождения их в кристаллическую решетку глинистых минералов. Скорость "старения" различных техногенных радионуклидов неодинакова, например, для l37Cs характерно интенсивное "старение", a 90Sr, наоборот, в течение длительного времени сохраняется в почвах в обменном состоянии.

Радиационный мониторинг проводится организациями Госсанэпиднадзора и Государственной агрохимической службы. Как правило, при радиоактивном загрязнении сначала проводится гамма-съемка территории, воздушным или наземным способом. Затем отбираются пробы почвы, растений и определяется содержание в них радионуклидов. По результатам исследований составляются картограммы.

Фоновое содержание естественных радионуклидов в пахотном слое почв Белгородской области, определенное на реперных участках, в среднем составляет: 40К - 497±22; 232Th - 32.2±2,5; 226Ra - 19,1±4,1 Бк/кг. Статиcтически достоверных изменений в содержании данных радионуклидов по глубине почвенного профиля не выявлено.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС часть восточных районов области площадью около 140 тыс. га загрязнена смесью 137Cs и 90Sг в пределах 1-5 Кu/км2. В наибольшей степени загрязнены восточные и юго-восточные районы: Алексеевский, Красненский, Красногвардейский, Ровенский. Средневзвешенная плотность загрязнения по хозяйствам этих районов не превышает 1,6 ku/км2. За период с 1985 по 2003 гг. третья часть искусственных радионуклидов распалась естественным путем. Достаточно большое количество радионуклидов мигрировало на разные глубины почвенного профиля. Например, содержание наиболее значимого радионуклида 137Cs закономерно уменьшается с глубиной. На реперных объектах в слое 0-20 см в среднем содержится 45,3 % этого радионуклида, в слое 20-40 см - 25,2 %, в слое 40-60 см - 12, в слое 60-80 см - 8,8 %, а в слое 80-100 см - 8,7 %.

Вследствие заглубления радионуклидов и экранирования их излучения до уровня естественного фона снизилась мощность дозы внешнего излучения (табл.6.4).

Таблица 6.4 Мощность дозы гамма-излучения на контрольных (реперных) участках почв Белгородской области, мкР/час (Лукин, 2004)

|  |  |
| --- | --- |
| Районы | Годы обследования |
|  | 1982 | 1986 | 1998 |
| Алексеевский | 14 | 174 | 18 |
| Красногвардейский | 11 | 120 | 14 |
| Яковлевский | 9 | 26 | 10 |
| Белгородский | 5 | 33 | 10 |

Средняя удельная активность радиоактивных веществ в воде открытых водоемов, включая водоемы территорий, попавших в зону загрязнения, в среднем составляет по 137Cs - 3 Бк/л, 90Sr - 0,38 Бк/л (при допустимом нормативе 8 Бк/л). Уровни содержания и 137Cs и 90Sr в продуктах питания не превышают установленных нормативов. Например, содержание l37Cs в молоке не превышает 3 Бк/л (допустимый предел 100 Бк/л), в мясе - не превышает 3,8 Бк/кг (160 Бк/кг), в хлебе и хлебопродуктах - не превышает 4,2 Бк/кг (40 Бк/кг).

Многолетним мониторингом за качеством сельскохозяйственной продукции в области не выявлено случаев превышения нормативов предельно-допустимого содержания радионуклидов. Причина в том*,* что почвенный покров зоны загрязнения в основном представлен высокобуферными почвами - черноземами, на которых подвижность радионуклидов и их доступность для растений ограничена.

# ***Глава 7. Биологическая активность в процессе деградации и воспроизводства плодородия почв***

# ***.1 Оценка биологической активности почвы***

Плодородие почв формируется под воздействием сложного комплекса природных и антропогенных факторов, среди которых важнейшая роль принадлежит биохимической активности микроорганизмов.

Биологическая активность почвы - важнейший показатель уровня плодородия почвы и условий роста и развития растений. Наиболее универсальный показатель деятельности почвенных организмов - продуцирование ими углекислого газа. Чем интенсивнее выделение углекислого газа из почвы, тем активнее происходят в ней биологические процессы, тем лучше условия для возделывания культур и выше их потенциальная урожайность (Муха, 2004).

С биологической активностью связаны процессы синтеза и распада гумуса, минерализация пожнивно-корневых остатков возделываемых культур и вносимых в почву органических удобрений. Микроорганизмы также осуществляют перевод труднодоступных для растений элементов питания в доступную форму, трансформируют вносимые в почву минеральные, в первую очередь азотные удобрения (Минеев, 1990).

От активности и направленности биохимических процессов, протекающих в почве, зависит скорость трансформации различных соединений, накопление доступных для растений элементов питания и, в конечном счете, плодородие почвы. Огромную роль в трансформации веществ почвы оказывает ее многочисленное микронаселение, включающее в себя бактерии, грибы, актиномицеты, водоросли и вирусы. Между ними существуют тесные многообразные связи, как симбиотические (взаимополезные), так и антагонистические (Мишустин, Емцев, 1987).

Русскими учеными, основоположниками агрономической науки - Докучаевым (1949), Вильямсом (1950), и другими было доказано, что микрофлоре принадлежит исключительно важная роль в почвенных процессах разложения органического вещества. Превращая органические и минеральные соединения почвы в доступные для высших растений формы, фиксируя атмосферный азот, синтезируя и выделяя в почву биологически активные вещества, микроорганизмы оказывают влияние на питание, рост, развитие, урожай и химический состав сельскохозяйственных культур.

Показатели биологической активности почвы необходимы для характеристики ее как биологической системы и оценки степени ее изменения под влиянием антропогенного воздействия, в особенности повреждения токсикантами и техногенными перегрузками. Вследствие биохимических превращений в почве происходят важнейшие процессы детоксикации ксенобиотиков, ее самоочищения. Решающую роль в этих процессах играют ассоциации почвенных микроорганизмов, функционирующих как единое целое благодаря взаимосвязанным метаболическим реакциям. Стерилизующий эффект различных загрязнений приводит к выпадению чувствительных видов, распаду микробных ценозов, снижению биохимической активности почвы и деградации экосистем.

При контроле за состоянием почв и определении степени их деградации обязательно должны учитываться биологические критерии. Почвообитающие организмы и вызываемые ими процессы являются довольно чуткими индикаторами современных изменений режима и свойств почв.

Известно много показателей, характеризующих различные аспекты биологического состояния почв. При изучении биологических реакций число регистрируемых откликов может быть практически бесконечным, поэтому выбор приемлемых показателей представляет собой весьма непростую задачу, которая при всей ее актуальности должного решения еще не получила. Можно говорить о нем лишь в первом приближении.

Совершенно очевидно, что сущность основных почвенно-биологических процессов в почве заключается в превращении органических веществ. Для оценки их интенсивности многие авторы используют ферментативную активность почвы.

На основе обобщения соответствующих данных предложена система оценки биологической активности почвы (Звягинцев, 1991 и др.), включающая наряду с оценкой дыхания почвы по выделению углекислоты показатели ферментативной активности почвы в цикле углерода (дегидрогеназа, целлюлоза), азота (уреаза, нитрат-нитритредуктаза), фосфора (фосфатаза) и общую каталитическую активность почвы (табл.7.1).

Таблица 7.1 Шкала сравнительной оценки биологической активности почвы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Показатель | Активность |
|  |  | Очень слабая | слабая | средняя | высокая | очень высокая |
| 1.  | Выделение СО2, СО2/100 г/сут.  | 0-5 | 5-10 | 10-15 | 15-25 | >25 |
| 2.  | Каталаза. O2, см3 /г/мин | до 1 | 1-3 | 3-10 | 10-30 | >30 |
| 3.  | Дегидрогеназа по восстановлению ТТХ, мкл Н2 г/сутки | 0-3 | 3-7 | 7-15 | 15-22 | >22 |
| 4.  | Фосфатаза, мг P2O5/10 г*/*ч | 0-5 | 0,5-1.5 | 1,5-5.0 | 5-15 | >15 |
| 5.  | Протеаза, мг альбумина/10 г/ч | 0-0,5 | 0,5-1,0 | 1,0-2.0 | 2,0-3.0 | >3 |
| 6.  | Инвертаза, мг глюкозы/г/сутки | до 5 | 5-15 | 15-50 | 50-150 | >150 |
| 7.  | Интенсивность разру - шения клетчатки за вегетационный период, % | <10 | 10-30 | 30-50 | 50-80 | >80 |

Представленная в таблице шкала сравнительной оценки биологической активности почвы имеет ориентировочный характер, нуждается в уточнении и проверке на основе единых методов определения ферментативной активности почв в различных условиях. Наряду с оценкой химического состояния почв эта шкала служит составной частью предлагаемой (Гапонюк, Малахов, 1985) комплексной системы показателей мониторинга состояния почв в условиях антропогенных загрязнений.

Другими авторами (Бабьева, Зенова, 1989) в качестве интегрального показателя биологической активности почвы рассматривается суммарная активность биомассы почвенных микроорганизмов, определяемая респирометрическим методом. Метод основан на измерении скорости дыхания популяции почвенных микроорганизмов после обогащения почвы глюкозой.

Для оценки биологической активности почвы используют и такие показатели как азотфиксирующая и нитрификационная способность и др.

# ***7.2 Биологическая активность в процессе деградации почв***

Разнообразные антропоненные воздействия на почву, такие как интенсивное сельскохозяйственное использование, применение удобрений, загрязнение ксенобиотиками и т.д., могут приводить к изменению всей почвенной экосистемы. При этом происходят существенные перестройки в структуре почвенных микробных сообществ, изменяются состав и относительное обилие различных групп микроорганизмов. Но даже сильно преобразованные и полностью разрушенные почвы населены различными микроорганизмами.

Поскольку деградация приводит к упрощению системы, уменьшению разнообразия, то это в полной мере можно распространить и на микробное сообщество и в целом биологическую активность почвы.

Нарушение функций микробных сообществ проявляется в изменении интенсивности проводимых ими процессов: трансформации органических веществ, соединений азота, ряда минеральных элементов и даже в целом изменением интенсивности биогеохимических циклов биофильных элементов. В результате в почвах накапливаются продукты микробной трансформации - СО2, СН4, N2О или так называемые "парниковые газы", которые принимают активное участие в биосферных процессах, например, глобальном изменении климата. Так, по некоторым данным, эмиссия парниковых газов в агроценозах увеличивается пропорционально дозе вносимого азота. Особенно это проявляется при использовании минеральных азотных удобрений в аммонийной и амидной формах (Добровольский и др., 2002).

Наиболее значимое влияние на процессы образования и поглощения парниковых газов оказывает деградация агрегатного состава почв. Разрушение почвенной структуры или распыление почв будет сопровождаться возрастанием доли закиси азота, а в некоторых случаях и окиси азота в газообразных продуктах денитрификации. Суть этого явления в следующем: в мелких агрегатах размер анаэробной зоны настолько мал, что, проходя через нее, закись азота не успевает восстановиться в молекулярную форму и выделяется в атмосферу.

Таким образом, поток парниковых газов из почв в атмосферу является следствием нарушения динамического равновесия между процессами их образования и поглощения под влиянием факторов внешней среды и антропогенных воздействий на почву.

Одним из следствий негативного воздействия на биопродуктивность почв следует считать ***почвоутомление***, которое возникает под влиянием многих факторов. В качестве наиболее существенных причин почвоутомления называют следующие:

 односторонний вынос питательных веществ, недостаток микроэлементов, нарушение солевого баланса почвы, в частности из-за высоких доз внесения удобрений, сдвиг рН;

 нарушение структуры и физико-химических свойств почвы, особенно при длительном возделывании пропашных культур;

 развитие фитопатогенной микрофлоры;

 одностороннее развитие некоторых групп почвенной микрофлоры в ущерб другим;

 накопление фитотоксических веществ в почве;

 усиленное размножение вредителей, чрезмерное размножение злостных сорняков и др.

В.Т. Лобков (1994) рассматривает почвоутомление как результат нарушения экологического равновесия в системе почва - растение, являющегося следствием одностороннего воздействия на почвенную среду культурных растений. В качестве определяющего фактора выступает перегруппировка почвенных микроорганизмов в направлении повышения удельного веса агрономически менее ценной и вредной микрофлоры, в частности, увеличения доли микроскопических грибов, актиномицетов и фитотоксичных форм в общем количестве микроорганизмов. Такова реакция микронаселения почвы на однокачественность ежегодно поступающих в нее растительных остатков.

Фитотоксическими свойствами на определенных стадиях разложения обладают остатки практически всех культур, но в разной степени. Например, остатки бобовых обладают ими недолго, а соломистые остатки зерновых колосовых сохраняют эти свойства длительное время.

Почвоутомление проявляется не только при бессменной культуре, но и при чередовании сходных по биологии культур или высоком насыщении севооборотов культурами одной группы, хотя в первом случае наблюдается повышенное содержание токсичных форм микроорганизмов в почве.

Фитотоксичные формы имеются у всех основных групп почвенных микроорганизмов, но наибольшее их количество обнаружено среди микроскопических грибов. Наиболее значительное количество фитотоксичных видов найдено среди грибов Penicillium, Aspergillus, Fusarium, среди бактерий родов Pseudomonas, Bacillus. Среди актиномицетов большей токсичностью отличаются культуры с серым воздушным мицелием (Макаров, Щербаков, 1993).

Распространены фитотоксичные микроорганизмы во всех почвах. Источниками поступления в почву фитотоксических веществ помимо фитотоксинов микроорганизмов и продуктов разложения послеуборочных остатков сельскохозяйственных культур являются также прижизненные выделения надземных органов растений и корневые выделения. С продуктами метаболизма корневых систем клевера и люцерны связано сильное утомление этих культур при бессменном возделывании.

Химическая природа фитотоксических веществ (колинов), обусловливающих токсичность почв, весьма разнообразна. Это производные фенолов, хинонов и нафтизина, полипептиды и другие соединения.

Для определения токсичности почвы предложено использовать показатель активности водорастворимых колинов. Этот показатель выражается в условных кумариновых единицах (Гродзинский, 1965).

Следует, однако, иметь в виду, что содержание колинов в водной вытяжке из почвы не дает полного представления об уровне ее токсичности, так как значительная часть физиологически активных веществ находится в почве в поглощенном состоянии и может поступать в растение в процессе обменных реакций. Поэтому в качестве показателя токсичности целесообразнее использовать действие самой почвы на тест-организмы. Наиболее приемлем для этих целей метод почвенных пластин с применением прямого биотестирования.

Чтобы идентифицировать токсичность почв различного происхождения, определяют общую токсичность почвы методом почвенных пластин, а микробный токсикоз почв - методом почвенных пластин с инициированным микробным сообществом, которое получают после обогащения образца почвы крахмалом или глюкозой (Методы почвенной микробиологии и биохимии, 1993).

Разница в результатах, полученных этими методами, свидетельствует о наличии микробного токсикоза почвы помимо токсикоза, вызванного техногенным загрязнением. Для установления токсичности почвы в качестве теста используют реакцию проростков высокочувствительных растений - кресс-салата, редиса, гороха и др. (Биогеохимические основы экологического нормирования, 1993).

Рассматривая почвоутомление с экологических позиций, можно определить его как результат экологического кризиса, наступающего как следствие дисгармонии в отношении растений и почвенной среды в агроценозах. В климаксовых растительных сообществах нет почвоутомления, поэтому они могут существовать практически бесконечно при условии определенного постоянства экологических условий. Лишь при изменении этих условий отдельные факторы почвоутомления могут иметь место как причина смены растительных формаций.

Почвоутомление - это тот экологический механизм, с помощью которого система почва - растение пытается освободиться от одностороннего воздействия на почвенную среду со стороны искусственного растительного сообщества, создавая условия для его естественной смены. Именно в результате этой общей причины в монокультуре получают большое развитие сорные растения, являющиеся одной из стадий возможной сукцессии (Лобков, 1994). Почвоутомление сопровождается развитием болезней и вредителей растений.

Фитосанитарное состояние агроценозов определяется многими факторами, в том числе вредными организмами, развитие которых не связано с почвенными условиями. Однако у большинства из них часть онтогенеза проходит в почве, от состояния которой зависят их распространение и вредоносность. При почвоутомлении происходит значительно более интенсивное накопление инфекционного начала. Этому способствует снижение биологической активности почвы, поскольку дольше сохраняется фитомасса пораженных растений. Кроме того, депрессивные изменения в составе микрофлоры почвы обусловливают меньшую встречаемость возбудителя болезни со своими антагонистами из числа сапрофитных микроорганизмов. В условиях почвоутомления быстрее распространяется первичная инфекция. Растения заражаются на ранних стадиях развития, отчего вредоносность болезни возрастает. В начале вегетации болезнь развивается сильнее в тех агроценозах, которые не сменяются в течение ряда лет. К концу вегетации число пораженных растений увеличивается и в севооборотном варианте, однако вредоносность болезни, безусловно, снижается (Лобков, 1994).

При бессменной культуре имеется больше возможностей для реализации инфекционного запаса, поскольку не происходит смены восприимчивых культур менее восприимчивыми. Инфекционная нагрузка на одно растение, к тому же ослабленное воздействиями фитотоксинов, чрезвычайно велика. Этим объясняется высокая поражаемость при бессменном возделывании зерновых корневыми гнилями, картофеля - фитофторой, подсолнечника - ложной мучнистой росой, сахарной свеклы - мучнистой росой, церко-спориозом и т.д.

При бессменном возделывании и чередовании сходных по биологии культур улучшаются условия питания вредных насекомых. Это главная причина большого их распространения при монокультуре. Так, озимая совка массово размножается в восточных районах страны в результате повторных посевов пшеницы. Хлебная жужелица вредит в южных районах только на посевах озимой пшеницы, предшественниками которой были зерновые колосовые. Повреждения посевов озимой пшеницы, размещенных по хорошим предшественникам, незначительны. Дело в том, что эти насекомые откладывают яйца только на стерне зерновых злаков, и личинки могут выжить только в том случае, если на следующий год сеют ту же культуру.

Корневая свекловичная тля приносила мало вреда до тех пор, пока не возросла концентрация сахарной свеклы в полевых севооборотах Центрально-Черноземной Полосы.

В утомленной почве под некоторыми культурами накапливается большое количество проволочников (Лобков, 1994).

При почвоутомлении снижается конкурентоспособность культурных растений по отношению к сорнякам в борьбе за влагу, питание, освещенность. При этом усиливается аллелопатический механизм подавления культур как при взаимодействии их в посевах, так и за счет накопления в почве продуктов разложения вегетативной массы сорных растений.

Поскольку фитосанитарная обстановка в агрофитоценозах сильно корректируется почвоутомлением, усиливается значение контроля за фитосанитарным состоянием почв в условиях повышенной концентрации возделывания сельскохозяйственных культур в специализированных севооборотах.

# ***7.3 Биологическая активность при воспроизводстве плодородия почв***

Возможность практического регулирования биологических свойств почвы позволяет экономить средства и повышать урожайность сельскохозяйственных культур. Кроме того, оптимальные биологические процессы способствуют обогащению почвы усвояемыми питательными веществами и улучшению питания растений.

Обработка почвы, особенно вспашка, оказывает влияние на ее водный, воздушный и тепловой режимы. При создании в почве благоприятных условий усиливается развитие микроорганизмов, способствующих мобилизации питательных веществ.

Существенный фактор, определяющий микробиологическую активность почвы - внесение органических и минеральных удобрений. Органические удобрения всегда оказывают положительное влияние на развитие микроорганизмов в почве и на их биологическую активность. Систематическое внесение навоза значительно повышает общее количество микроорганизмов в почве. Минеральные удобрения также стимулируют развитие микроорганизмов, что ускоряет процессы разложения органического вещества почвы. Необходимо, однако, отметить, что в тех случаях, когда в почве мало свежих органических соединений и гумуса, длительное внесение минеральных удобрений приводит к постепенному уменьшению числа микроорганизмов. Длительное же применение минеральных удобрений в сочетании с органическими обеспечивает высокую биологическую активность почвы (Кауричев, и др., 1989). Таким образом, биологическая активность является интегрированным показателем плодородия почвы.

Нами проведены исследования по влиянию агрономических приемов на биологическую активность чернозема типичного тяжелосуглинистого. Опыт заложен в Белгородском НИИ сельского хозяйства. В качестве диагностического показателя биологической активности почвы была взята скорость разложения льняного полотна под влиянием вида севооборота, удобрений и способов основной обработки под сахарной свеклой. Удобренный фон представлен минеральными и органическими удобрениями. Вариант расширенного воспроизводства плодородия почвы состоял из внесения 16 т/га навоза и высоких доз минеральных удобрений (табл.7.2).

Рассмотрим проявление целлюлозоразлагающей активности почвы без удобрений. В этом случае биологическая активность была больше в зернотравянопропашном севообороте по сравнению с пропашными. Это связано с тем, что в зернотравянопропашном севообороте в почву поступает больше свежего органического вещества с корневыми остатками многолетних трав, которое способствуют вспышки активности микроорганизмов. Если сравнить степень разложения льняного полотна по слоям почвы, то можно выделить высокую активность бактерий в слое 10-20 см. Вероятно в этом слое достаточно оказывается органики, тепла и влаги для жизнедеятельности микроорганизмов.

Таблица 7.2 Общая биологическая активность почвы (% разложения льняного полотна) под влиянием агротехнических приемов в посевах сахарной свеклы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Внесено удобрений на 1 га севооборот - ной площади | Глубина слоя почвы, см | Виды севооборотов |
|  |  | зернотравянопропашной | зернопропашной | зернопаропропашной |
|  |  | Способы обработки почвы |
| навоз, т | NРК, кг/га |  | В\* | Б | М | В | Б | М | В | Б | М |
| 0 | 0 | 0-10 | 9,6 | 10,2 | 11,3 | 9,0 | 9,7 | 10,5 | 8,7 | 9,4 | 10,2 |
|  |  | 10-20 | 9,8 | 12,3 | 13.9 | 9,4 | 10,3 | 11,0 | 9,0 | 10,0 | 11,5 |
|  |  | 20-30 | 9,0 | 9,2 | 9,5 | 8,7 | 8,8 | 9,3 | 8,5 | 8,6 | 8,8 |
|  |  | 0-30 |  9,5 | 10,6 | 11,6 | 9,0 | 9,6 | 10,3 | 8,7 | 9,3 | 10,2 |
|  | N108-144 Р144К144 | 0-10 | 11,8 | 12.4 | 12.9 | 10,5 | 10,8 | 11,4 | 10,0 | 10,3 | 11,0 |
|  |  | 10-20 | 12,8 | 13.9 | 14,8 | 11,4 | 11,5 | 12,2 | 11,1 | 11,2 | 11,9 |
|  |  | 20-30 | 10,3 | 9,9 | 9,0 | 9,5 | 9,3 | 8.5 | 9,0 | 8,7 | 8,9 |
|  |  | 0-30 | 11,6 | 12,1 | 12,2 | 10,5 | 10,5 | 10,7 | 10,0 | 10,1 | 10,6 |
| 16 | 0 | 0-10 | 13,4 | 14.0 | 14.5 | 12,2 | 12,8 | 13,5 | 11,8 | 12,3 | 13,1 |
|  |  | 10-20 | 13,2 | 13,6 | 14,0 | 13,5 | 13,8 | 11,1 | 12,9 | 13,5 | 13,7 |
|  |  | 20-30 | 12,0 | 11,3 | 10,4 | 10,3 | 9,7 | 9,6 | 10,1 | 9,6 | 9,4 |
|  |  | 0-30 | 12,9 | 13,0 | 13,0 | 12,0 | 12,1 | 11,4 | 11,6 | 11,8 | 12,1 |
|  | N108-144 Р144К144 | 0-10 | 15,0 | 15,2 | 15,4 | 13,7 | 14,3 | 14,9 | 13,0 | 13,8 | 14,2 |
|  |  | 10-20 | 16,0 | 15,8 | 16,1 | 14,5 | 15,2 | 15,8 | 14,1 | 14,3 | 14,7 |
|  |  | 20-30 | 13,9 | 12,9 | 11,3 | 12,1 | 10,7 | 10,1 | 11,7 | 10,8 | 9,9 |
|  |  | 0-30 | 15,0 | 14,6 | 14,3 | 13,4 | 13,4 | 13,6 | 12,9 | 13,0 | 12,9 |

В\* - вспашка, Б - безотвальная обработка, М - минимальная обработка

При сравнении способов обработки почвы можно выделить минимальную, при которой наблюдается наибольшая биологическая активность. Это также связано с увеличением энергетического материала для почвенной биоты при минимальной обработке.

На фоне внесения минеральных удобрений скорость разложения льняного полотна, а, следовательно, и биологическая активность почвы возрастает, достигая максимума в зернотравянопропашном севообороте при минимальной обработке почвы в слое 10-20 см. При внесении минеральных удобрений на глубине 20-30 см отмечено увеличение биологической активности по вспашке. Объясняется данный факт увеличением численности микроорганизмов в месте внесения удобрений, хотя доза их внесения была достаточно высока. Вероятно, удобрения способствовали увеличению поступления свежего органического вещества биомассы культур, которое является энергетическим материалом для бактерий.

На варианте внесения навоза, как в чистом виде, так и совместно с минеральными удобрениями отмечается бурное развитие почвенной микрофлоры, необходимой для его минерализации. Опять, среди видов сравниваемых севооборотов, преимущество получил зернотравянопропаш-ной. Среди опытных способов обработки почвы наибольшей биологической активностью обладала минимальная.

Опыты показали, что максимальная биологическая активность почвы фиксируется при совместном внесении органических и минеральных удобрений. Здесь также положительно проявил зернотравянопропашной севооборот.

Следовательно, для расширенного воспроизводства плодородия или реабилитации деградированных почв необходимо создавать всемерные условия для снабжения микроорганизмов свежим органическим веществом. Это обеспечивается возделыванием культур в зернотравянопропашных севооборотах, внесением органических и минеральных удобрений.

# ***Глава 8. Эрозия - основной фактор деградации почв***

# ***8.1 Распространение эрозии почв***

Основные деструктивные процессы в почвах, их физическая деградация связаны в первую очередь с проявлением водной и ветровой эрозии. На территории области эрозия почв является наиболее распространенной из всех видов деградаций. По сведениям академика Г.В. Добровольского (1997), она приносит громадный экономический и экологический ущерб, так как угрожает самому существованию почвы как основному средству сельскохозяйственного производства и незаменимому компоненту биосферы.

Эрозионные процессы оказывают прямое и весьма сильное влияние на вещественный состав атмосферы. Минерализация почвенного органического вещества приводит, в конечном счете, к увеличению содержания в атмосфере углекислого газа и связанному с ним усилению парникового эффекта.

К основным факторам, способствующим её развитию на территории области, являются как природные, так и антропогенные. К природному фактору водной эрозии относится климат. Среди них отмечают: мощность снежного покрова, глубину промерзания почвы и скорость снеготаяния, количество осадков и их интенсивность. Оказывает влияние на этот процесс рельеф: его расчлененность, базис эрозии, величина и форма водосборов, крутизна, длина, форма и экспозиция склонов. Конечно, и свойства почв являются важными: гранулометрический состав, структурное состояние, водопроницаемость, влагоемкость. Часто проявление эрозии связывают со степенью защищенности земель естественной растительностью.

Сочетание определенных природных факторов создает предпосылки для проявления ускоренной эрозии, а нерациональная хозяйственная деятельность является основной причиной ее развития.

Основные антропогенные факторы эрозии - уменьшение площади растительного покрова, дигрессия пастбищ, ухудшение структурного состояния почв, недостаточная защищенность поверхности растительными остатками.

Территория области имеет развитую склоновую часть рельефа, которая составляет около 72 % всей площади. Здесь довольно сильно выражена расчлененность овражно-балочной сети, достигающая около 1,5 км/км2. Усиливает проявление эрозии ливневый характер выпадения осадков, высокая распаханность, порой низкая культура земледелия, несоблюдение технологий использования эродированных земель, отсутствие почвозащитных мероприятий и др.

На территории области площадь пашни, занятая эродированными почвами составляют 53,6 %. Основные площади составляют слабосмытые почвы. На их долю приходится 940 тыс. га или 34,6 %. Среднесмытые почвы распространены меньше, они занимают 332,6 тыс. га или 12,6 % территории. Сильносмытые почвы, представляющие наиболее сложный объект деградации, на территории области составляют 154,2 тыс. га, что достигает 5,6 %.

Помимо почв, подверженных водной эрозии, встречаются также почвы, развеваемые ветром (дефлированные). Их доля среди общей площади почв невелика - только 26,6 тыс. га или менее 1 %.

Наиболее эродированными объектами являются склоны балок, площади которых достигают 80 %. На втором месте по распространению эрозии (до 60 %) занимают серые и тёмно-серые лесостепные почвы. Меньше эродированы чернозёмы типичные, выщелоченные и обыкновенные.

Площади эродированных почв на территории области изменяются, к сожалению, в сторону их увеличения. Об этом свидетельствуют результаты почвенных обследований, проведенных в периоды с 1950-1965 по 1970-1985 годы. Так за 40-летний период площади эродированных земель в Юго-восточной части области возросли на 9,1 %, а в Центральной - на 8,4 %. В Западной природно-сельскохозяйственной зоне за этот период они изменились меньше. Однако, и здесь также наблюдается их увеличение на 5,1 %. Хотя мы не располагаем данными о распространении эродированных почв в настоящее время, так как с 1985 года не проводилось соответствующее почвенное обследование, однако, с уверенностью можно считать, что за последние 25 лет они увеличились, так именно в этот временной период было ослаблено внимание к проведению почвозащитных мероприятий. В этой связи можно сослаться на данные (Чендев, 2008), из которых следует, что средние фоновые скорости прироста площадей эродированных почв в степной зоне ЦЧО за последние 300 лет составляют 10 % за 100 лет.

Для территориальной оценки эродированности и планирования мероприятий по устранению деградации важны картографические материалы, к которым относится карта эродированности почв представленная на рис.8.1 Карта, в силу своей информативности, становится важным документом для природоохранных и других организаций по учету эродированных земель, решению проблем повышения плодородия почв по административным районам области.

Как свидетельствуют материалы, наиболее эродированные почвы встречаются в восточных и юго-восточных районах области: Красногвардейском, Красненском, Алексеевском, Ровеньском и Валуйском. Здесь площади эродированных почв занимают 60-73 %. В западных и северо-западных районах (Борисовском, Грайворонском, Ракитянском, Ивнянском, Краснояружском), эрозия выражена значительно слабее и Как свидетельствуют материалы, наиболее эродированные почвы встречаются в восточных и юго-восточных районах области: Красногвардейском, Красненском, Алексеевском, Ровеньском и Валуйском. Здесь площади эродированных почв занимают 60-73 %.



Рис. 8.1 Карта эродированности почв Белгородской области

В западных и северо-западных районах (Борисовском, Грайворонском, Ракитянском, Ивнянском, Краснояружском) эрозия выражена значительно слабее, и площадь смытых почв здесь варьирует в пределах 27-40 %.

# ***8.2 Диагностика и оценка эродированных почв***

Эрозия почвы - это разрушение, смыв и выдувание верхнего слоя перегнойно-аккумулятивного горизонта. Она приводит к уменьшению мощности почвенной толщи, снижению содержания гумуса, элементов питания, ухудшению водно-физических свойств, т.е. потере плодородия и, как следствие, снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Ускоренная эрозия почв сопровождается утратой почвой углерода вследствие смыва и сдувания почвы, а также в результате ускорения минерализации оставшегося в эродированной почве органического вещества.

Эрозия кроме всего приводит к потере талых и дождевых вод, расчленению полей, заилению рек, прудов, водоемов, оросительных и дренажных систем.

***Почвы с признаками возможного проявления эрозии называются эрозионно опасными, а фактически подвергшиеся эрозии - эродированными*** (смытыми).

Визуальная диагностика определения степени смыва почвы непосредственно в поле основывается на учете **экспозиции, крутизны склонов и окраски верхнего слоя почвы**. Этой методикой владеют специалисты-почвоведы, профессионалы с многолетним опытом работы полевого картирования эрозионного почвенного покрова.

Диагностика почв по степени эродированности осуществляется по уровню потери гумуса или отчуждения верхнего гумусового горизонта в соответствии с методиками, разработанными для различных типов и подтипов почв. Например, мощные и среднемощные черноземы относятся к слабосмытым, если в результате эрозии утеряно до одной трети перегнойно-аккумулятивного горизонта А, к среднесмытым - при утере более половины этого горизонта, к сильносмытым - если полностью смыт горизонт А и частично - переходный горизонт В.

Приводим диагностику почв разной степени смытости для основных почв области - серых лесостепных, а также черноземов лесостепной и степной зон, согласно классификации, разработанной Почвенным институтом имени В.В. Докучаева ("Классификация и диагностика почв СССР", 1977).

***Серые и темно-серые лесные почвы*** с установившейся глубиной их вспашки не менее 20-25 см имели первоначальную мощность гумусовых горизонтов (А1+А1А2) 30-40 см.

*Слабосмытые* - гумусовые горизонты смыты не более, чем на 1/3 первоначальной мощности, горизонт А2В в пашню не вовлекается совсем или очень слабо, на поверхности пашни мелкие промоины.

*Среднесмытые* - гумусовый слой смыт более, чем на 1/3, в пашню вовлекается верхняя часть горизонта В1; пахотный слой отличается буроватым оттенком.

*Сильносмытые -* гумусовый слой смыт полностью, пахотный слой представлен в основном горизонтом В и имеет бурый цвет.

***Черноземы мощные и среднемощные всех подтипов*** с установившейся глубиной вспашки не менее 22 см при первоначалььной мощности гумусовых горизонтов (А+В1) более 50 см.

*Слабосмытые* - горизонт А смыт на 30 %, пахотный слой не отличается по цвету от несмытых почв; на поверхности пашни мелкие промоины.

*Среднесмытые* - горизонт А смыт более, чем наполовину; пахотный слой имеет буроватый оттенок.

*Сильносмытые -* смыт полностью горизонт А и частично В1; пахотный слой имеет буроватый или бурый цвет, характеризуется глыбистостью и склонностью образовывать корку.

***Черноземы типичные и обыкновенные*** с установившейся глубиной обработки не менее 20 см при мощности гумусовых горизонтов до 50 см.

*Слабосмытые* - смыто до 30 % первоначальной мощности гумусовых горизонтов; в пашню вовлекается небольшая верхняя часть горизонта В1.

*Среднесмытые* - гумусовые горизонты смыты на 30-50 %, при вспашке значительная часть или весь горизонт В1 вовлекается в пахотный слой, последний подстилается переходным горизонтом В2.

*Сильносмытые -* смыта большая часть гумусовых горизонтов, распахивается и часть горизонта В2; окраска пашни близка к цвету породы.

Таким образом, почвенный профиль пахотных несмытых чернозёмов имеет следующую мощность генетических горизонтов: А 0 - 40 (50) см, В 40 (50) - 80 (90), ВС 80 (90) - 130 (150), С 130 (150) см и ниже. Мощность гумусового горизонта слабосмытых почв сокращена по сравнению с несмытыми на 10-20 см, у среднесмытых - 30-40 см и сильносмытых более 50 см. Мощность оставшегося гумусового горизонта слабосмытых почв составляет 50-60 см, среднесмытых - 30-40 см и сильносмытых - менее 20 см.

Несмытые почвы на территории Белгородской области сформировались на платообразных повышенных элементах рельефа. Они занимают верхние, выровненные части водоразделов, склоны северных экспозиций крутизной до 2-30, южных - не более 10, а также террасы и поймы рек. Средне - и сильносмытые почвы сформировались на склонах только южных экспозиций. На склонах северных экспозиций встречаются слабосмытые виды почв.

Серые и тёмно-серые лесостепные почвы, чернозёмы остаточно-карбонатные на мелу более подвержены процессам смыва, нежели чернозёмы типичные и выщелоченные из-за меньшей мощности почвенной толщи, распыленности структуры и близости к поверхности плотных слабоводопроницаемых слоёв (иллювиального горизонта и мела). При одной и той же крутизне склона почвы, расположенные на покатых склонах, сильнее подвержены эрозии в сравнении со склонами, имеющими прямую и особенно вогнутую формы.

Дополнительным критерием определения степени смыва почвы является окраска ее верхнего слоя. Если поверхностный слой на склоне имеет цвет аналогичный тому, что и на водораздельной части (плато), т.е. тёмно-серый без буроватости, то такая почва несмытая. На среднесмытых почвах (южные склоны) в связи с укороченностью гумусового горизонта припахивается его нижняя часть, имеющая серо-бурый цвет. В этом случае в пахотном слое прослеживается буроватая пятнистость. У сильносмытых почв, а они залегают только на южных склонах, практически полностью смыт гумусовый горизонт и в пахотный слой вовлекается переходной к материнской породе горизонт жёлто-бурого или белесого цвета. Отсюда у сильносмытых чернозёмов и серых лесостепных почв пахотный слой имеет жёлто-бурую окраску, а у остаточно-карбонатных меловых почв - серовато-белесую.

С увеличением степени эродированности ухудшаются агрономические свойства почв (табл.8.1). В результате эрозии снижается содержание гумуса, повышается плотность почвы, снижаются порозность, влагоемкость, водопроницаемость, запасы продуктивной влаги, уменьшается биогенность. С ухудшением агрофизических свойств еще более возрастает подверженность эрозии, которая может привести к полной потере гумусового горизонта, необратимому ухудшению почвы при обнажении древних пород и ее потере при близком залегании плотных пород.

Для оценки эрозионной опасности земель предложен ряд уравнений, учитывающих интенсивность осадков, крутизну и длину склонов, почвенные условия и агротехнические факторы (Лопырев и др., 2001; Кузнецов, Глазунов, 2004), разрабатываются математические модели.

На смытых почвах в связи с падением их плодородия заметно ухудшаются многие свойства и режимы почв, что снижает их плодородие. К примеру, урожайность сельскохозяйственных культур снижается: на слабосмытых в сравнении с несмытыми - на 10-20 %, среднесмытых - 30-40 и сильносмытых - более 50 %. Естественно, что для предотвращения дальнейшей деградации таких почв необходимо ориентироваться на почвенно-экологические принципы земледелия.

Таблица 8.1 Влияние степени смытости на свойства почв **(**за единицу приняты свойства и показатели несмытых почв),Лопырев, Рябов, 1989

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Свойства и показатели | слабо смытые | средне смытые | сильно смытые |
| Мощность почвенных горизонтов:  |  |  |  |
| А | 0,5 | 0.5-0,0 |  |
| В | 1,0 | 1,0 | 0,9-0,0 |
| Содержание гумуса | 0.95-0,75 | 0,75-0.50 | 0,50-0.30 |
| Объемная масса | 1.03-1,06 | 1,05-1,12 | 1.10-1,23 |
| Влажность завядания0,75-0,65 | 0.98-0.96 | 0.90-0,85 | 0,75-0,65 |
| Порозность (по Заславскому) 0,80-0,75 | 1,00-0.95 | 0,96-0,90 | 0,80-0,75 |
| Полная влагоемкость (по Заславскому)  | 0.98-0.95 | 0,95-0,80 | 0.80-0,70 |
| Водопроницаемость (по Черемисинову)  | - | 0,72-0,64 | 0,49-0,43 |
| Средняя урожайность культур:  |  |  |  |
| Зерна | 1,0-0,8 | 0.8-0.6 | 0,6-0,3 |
| зеленой массы | 1,00-0,90 | 0.90-0,70 | 0,65-0.45 |
| Гидрологические характеристики:  |  |  |  |
| впитывание воды | 0.85-0.75 | 0,70-0,60 | 0.60-0.50 |
| мутность потока | 1,1-1.2 | 1,2-1,4 | 1,4-1,6 |
| смываемость | 1.3-1.5 | 1,8-2.2 | 2.5-3.0 |

Сотрудники ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии под руководством Г.Н. Черкасова (2005) в качестве критерия допустимых антропогенных нагрузок на эродированную почву предложили показатель устойчивости органического вещества. В качестве такого критерия принято содержание негумифицированного органического вещества в почве. Авторы считают, что при содержании гумуса в черноземе типичном 5,5 % система органического вещества будет устойчива в том случае, когда негумифицированное органическое вещество будет составлять в ней 3,3 %, а гумус - 96,7 %. Были также предложены данные устойчивости органического вещества серых лесных почв разной степени эродированности (табл.8.2). В данном случае авторы указывают, что средняя устойчивость органического вещества почвы является критерием допустимых антропогенных нагрузок. В таблице критерии допустимых нагрузок обозначены знаком плюс.

Таблица 8.2 Устойчивость органического вещества серых лесных почв в зависимости от степени эродированности (Черкасов и др., 2005)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Почва | Степень эродирован- ности | Негумифици- рованное органическое вещество, т/га | Степень устойчивости органического вещества почвы | Критерии допустимых антропогенных нагрузок |
| Темно-серая лесная | несмытая | 1,87 | средняя | + |
|  | слабосмытая | 1,75 | средняя | + |
|  | среднесмытая | 1,52 | слабая |  |
| Серая лесная | нссмытая | 1,49 | средняя | + |
|  | слабосмытая | 1,39 | средняя | + |
|  | среднесмытая | 1,21 | слабая |  |
| Светло-серая лесная | несмытая | 1,37 | средняя | + |
|  | слабосмытая | 1,28 | средняя | + |
|  | среднесмытая | 1,11 | слабая |  |

Согласно представленным данным в органическом веществе эродированных почв уменьшается доля лабильной части, а в её основе - содержание негумифицированного органического вещества (в 1,7-2,0 раза) по сравнению с неэродированными. Это снижает устойчивость органического вещества почвы.

# ***8.3 Основы противоэрозионных мероприятий***

В агрономической науке и практике находят применение адаптивно-ландшафтные системы земледелия, разработанные известными учеными (Каштанов, 1992; Кирюшин, 1995). Основателем ландшафтного подхода к ведению сельского хозяйства вообще следует считать В.В. Докучаева. В своей работе "Наши степи прежде и теперь" он высказал идею о необходимости разработки для каждого вида ландшафта своей собственной системы размещения полей, лугов, лесов и водоемов (Докучаев, 1951). Далее многие исследователи разрабатывали и проектировали комплексы почвозащитных мероприятий фактически с учетом ландшафта (Козменко, 1949; Соболев, 1973).

Позднее при проектировании противоэрозионных мероприятий использовали предложения С.С. Соболева, который выделял девять категорий земель, объединенных в три класса.

В последние десятилетия, в связи с детальным изучением эрозионных процессов, появилась возможность перевода противоэрозионной организации территории и проектирования комплексов противоэрозионных мероприятий на расчетную основу. В этом смысле более подходит модель, разработанная во ВНИИЗ и ЗПЭ под руководством Г.П. Сурмача и др. (1985).

В современных методиках проектирования противоэрозионных мероприятий используются элементы ланшафтоведения и количественные представления о связи эрозии почв с рельефом (Ландшафтное земледелие…, 1993). Суть такой системы земледелия состоит в использовании элементов агроландшафта в соответствии с их природными особенностями, ресурсным потенциалом и устойчивостью, в расположении линейных рубежей по горизонталям рельефа. В качестве таких рубежей используют границы полей, севооборотов, рабочих участков, лесополос, травяных полос, террас, водозадерживающих валов и водоотводных канав, дорог. Учитывается и оптимальное насыщение агроландшафта объектами экологического назначения - естественные леса, луга, водоемы, лесополосы, буферные травяные полосы, искусственные водоемы и др.

В настоящее время разработан комплекс мероприятий по защите почв от эрозии. Он включает организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные, гидротехнические и лугомелиоративные мероприятия.

Исходной картографической основой для проведения таких мероприятий являются почвенные и топографические карты, аэрокосмические снимки, картограммы эродированности почв и крутизны склонов.

Использование смытых и эрозионно-опасных земель должно базироваться на принципах почвозащитной и энергосберегающей ландшафтной системе земледелия, основу которой составляет контурно-мелиоративная организация территории. Она предусматривает деление на ландшафтные полосы, так называемые ландшафтные земли. В целом данный комплекс мероприятий можно представить в таком виде (табл.8.3).

На ровных участках водоразделов (плато, террасы) и северных склонах крутизною до 30, южных до 20 на несмытых почвах должны размещаться интенсивные зернопропашные севообороты, а на смытых почвах почвозащитные севообороты. На склонах крутизной (2) 3-50 планируются почвозащитные травяно-зерновые, а при уклоне в 5-70 с преобладанием средне - и сильносмытых почв должны внедряться зернотравяные севообороты. Очень сильносмытые и размытые склоны с крутизною свыше 70 и, как правило, южных экспозиций, где на дневную поверхность выходят материнские породы (мел, суглинок, глина), необходимо выводить из оборота пашни. Такие угодья идут под сплошное залужение, а на склонах балок (пастбища) следует проводить облесение. Границами ландшафтных участков служат полезащитные и стокорегулирующие лесные полосы, выполняющие почвозащитную, водонакопительную и экологическую функции, и являются ориентиром для выбора направления обработки почвы.

Таблица 8.3 Категории ландшафтных земель по степени эродированности почв, интенсивности использования и применения противоэрозионных мероприятий

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  Кате-гории земли | Степень эродированности почв | Условия рельефа | Использование почв и рекомендуемые противоэрозионные мероприятия |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| **А. Земли пашни** |
| 1 | Несмытые | Плато, склоны крутизной до 10 |  Зернопропашные и зернопаропропашные интенсивные севообороты с максимальным насыщением ценными продовольственными культурами: сахарной свёклой, кукурузой на зерно, озимой пшеницей и др. Безотвальное почвоуглубление на 40-45 см (один раз в 5 лет). Комбинированная обработка почвы - под пропашные культуры отвальная вспашка, под культуры сплошного сева - нулевая или минимальная обработка с оставлением пожнивных остатков на поверхности почвы. Внесение минеральных удобрений и органических - навоза, животноводческих стоков, компостов, а на кислых почвах - кальцийсодержащих мелиорантов (мела, извести, дефеката). Практиковать посев сидеральных культур с последующей запашкой в почву. Создание сети полезащитных лесополос. Снегозадержание и регулирование снеготаяния.  |
| 2 | Эрозионно опасные | Склоны крутизной 1-30 |  Зернопропашные и плодосменные севообороты с обязательным посевом многолетних бобовых трав (до 20-25 %). Обработка почвы - вспашка, культивация, боронование и посев строго поперёк склона - по топографическим горизонталям. Безотвальная глубокая вспашка на 40-45 см (один раз в ротацию севооборота). Комбинированная обработка почвы. Возможно обвалование и лункование зяби. Создание из пожнивных остатков мульчирующего слоя. Внесение удобрений. Создание сети полезащитно-водорегулирующих лесополос. Эффективно ленточное щелевание посевов озимой пшеницы и многолетних трав через 10-15 метров. Снегозадержание и регулирование снеготаяния.  |
| 3 | Слабосмытые (северные склоны) и среднесмытые (южные склоны)  | Склоны крутизной 3-50 |  Почвозащитные зернотравяные севообороты (посев многолетних бобовых трав до 50 % площади). Возделывание пропашных культур недопустимо. Минимальная (возможно нулевая) обработка строго поперёк склона с образованием мульчирующего слоя на поверхности почвы. Внесение удобрений. Создание сети водорегулирующих лесных полос. Щелевание посевов поперёк склона лентами через 6-8 метров. Снегозадержание и регулирование снеготаяния.  |
| 4 | Средне - и сильносмытые (южные склоны)  | Склоны крутизной более 50 |  Почвозащитные травянозерновые севообороты с преобладанием многолетних бобовых трав (более 50 % площади). Обработка почвы строго поперёк склона по горизонталям - минимальная или нулевая обработки (исключить вспашку). Внесение удобрений. Максимально возможное травяное покрытие поверхности почвы в течение года. Создание мульчирующего слоя на поверхности почвы и сети водорегулирующих лесополос. Ще-левание лентами поперёк склона через 4-5 метров. Сильносмытые с выходами пород почвы исключить из пашни и залужить. Снегозадержание и регулирование снеготаяния.  |
| 5 | Дефляционно опасные и дефляционные (развеваемые)  | Песчаные террасы и платообраз- ные участки водоразделов |  Почвозащитные зернотравяные севообороты с набором культур: озимые, просо, горох, вика, бахчевые, однолетние и многолетние травы. Пропашные культуры исключаются. Безотвальная или нулевая обработка почв с оставлением пожнивных остатков стерни высотой не менее 15 см. Внесение удобрений меньшими дозами, но чаще. Минеральные удобрения лучше вносить в подкормки. Практиковать посев сидеральных культур с последующей запашкой. Создание частых лесных полос поперёк направления господствующих ветров. Эффективно землевание. Снегозадержание и регулирование снеготаяния.  |
| **Б. Земли кормовых угодий** |
| 6 | Эрозионноопас ные (северные склоны), слабо смытые и слабо размытые (южные склоны)  | Склоны балок крутизной до 100 |  Организация пастбищеоборотов. Не использовать в пашне. Коренное улучшение (по общепринятой технологии). Засыпка промоин, выполаживание оврагов. Дискование, боронование и посев строго поперёк склона. Внесение удобрений. Двулетнее использование под сенокос, а затем под регулируемый выпас скота. Периодическое проведение щелевания поперёк склона лентами через 6-8 метров. Ранневесенние подкормки азотными удобрениями.  |
| 7 | Средне-, сильно- смытые и размытые (южные склоны)  | Склоны балок крутизной свыше 100 |  Организация пастбищеоборотов. Поверхностное улучшение. Разрушение дернины дисками, внесение удобрений, подсев трав. На участках с хорошим травостоем возможно самообсеменение, с предоставлением двухгодичного отдыха от выпаса. Ранневесенние подкормки азотными удобрениями. Регулируемый выпас скота. Сильносмытые и размытые почвы с выходами пород (мела, суглинка, глины) вывести из угодий пастбищ и облесить.  |

На склоновой части водоразделов строго по топографическим горизонталям осуществляется контурная обработка почвы (контурная вспашка, бороздование, щелевание, обвалование, посев, уход и др.). Резко уменьшают смыв почв овражно-балочные лесные полосы, которые закладываются на границе перехода склона водораздела в балочную систему.

В Белгородской области ландшафтные системы земледелия были разработаны специалистами ФГУП "Белгородское землеустроительное проектно-изыскательское предприятие" "Белгородземпроект" и внедрены полностью или частично почти в 100 хозяйствах. Одним из наглядных примеров широкомасштабного внедрения системы земледелия на ландшафтной основе является территория Красногвардейского района. Она осуществлена под научным руководством академика О.Г. Котляровой (1995).

Как правило, каркасом комплекса противоэрозионных мероприятий являются ***агротехнические мероприятия***. Только одна вспашка поперек склона заметно снижает смыв почвы. Установлено, что при вспашке почвы поперёк склона по горизонталям смывается с 1 га в среднем 2,9 м3 мелкозема, а при вспашке вдоль склона 24,3 м3. При этом запасы влаги увеличиваются в метровом слое почвы на 150 т/га, а урожай зерна не менее 5 ц/га.

Эффективны также вспашка с почвоуглублением (один раз в 5 лет) и глубокая безотвальная обработка, которые способствуют уменьшению поверхностного стока воды за счёт увеличения интенсивности внутрипочвенного стока. Опыты, проведенные в НИИСХ ЦЧП им.В. В. Докучаева свидетельствуют, что глубокая безотвальная обработка почвы на 35-45 см с оставлением на поверхности почвы стерни защищает почву от смыва на 42-99,8 % в сравнении со вспашкой.

На односторонних пологих склонах возможно применение гребнистой, по существу комбинированной (отвально-безотвальной) обработки. Выполняется она любым плугом с чётным количеством корпусов, у которых на нечётных корпусах вместо обычных отвалов устанавливаются укороченные.

В последние годы с целью снижения нагрузки на почву почвообрабатывающих орудий успешно применяют поверхностные (минимальные) и нулевые обработки. По данным Белгородского НИИСХ минимальная обработка (дискование на 8-12 см) с оставлением пожнивных остатков на поверхности снижало смыв в сравнении с обычной вспашкой на 15-25 % при одновременном увеличении урожайности озимой пшеницы на 5-7 ц/га.

Для повышения водопоглощения на посевах многолетних трав, озимых культур, а также суходольных пастбищах необходимо проводить ***щелевание почвы.*** Технология щелевания заключается в том, что она проводится на зяби и озимых посевах после промерзания почвы на 6-8 см. Глубина щелей должна быть не менее 40-50 см. Щели шириной 3-4 см нарезают на расстоянии 140 см друг от друга. Расстояние между проходами агрегата зависит от крутизны склона. На склоне 1-30 расстояние между проходами составляет 10-15 м, при крутизне 4-70 - 6-8 м.

Щелевание зяби способствует увеличению урожая гороха на 4,8 ц/га, а озимых - на 3,5 ц/га. Щелевание многолетних трав по данным НИИСХ ЦЧП им.В. В. Докучаева дает прибавку урожая сена 22,3 ц/га, а естественных кормовых угодий - 16,4 ц/га.

***Снегозадержание*** является эффективным приемом. Проводится оно путём валкования снега зимой различными орудиями, полосным уплотнением снега катками, посевом кулис из высокостебельных культур и др. Наблюдения показали, что снегозадержание в сочетании с правильной осенней обработкой почвы увеличивает запас влаги на 500 м3/га. Однако, на посевах озимых культур и многолетних трав нельзя использовать ни прикатывание, ни снегозадержание. Здесь более эффективны такие трудоёмкие приемы, как расстановка щитов или посев кулис.

Обязательным приёмом сохранения влаги зимних осадков на склонах является регулирование снеготаяния путём распашки снега полосами и зачернения его. В проведенных опытах распашка снега полосами через 10 и 20 м увеличила влажность почвы на 4,6 %, а урожайность ячменя на 18 %, гороха на 19 % по сравнению с участками, где раньше она не проводилась.

Посев многолетних бобовые трав является незаменимым приемом защиты почв от эрозии, повышения их плодородия. Полевые опыты в Белгородском НИИСХ свидетельствуют, что после многолетних бобовых трав при урожае сена 50-90 ц/га в слое почвы 0-50 см остаётся 50-70 ц/га корневых остатков. Для сравнения злаковые зерновые оставляют около 20, а корнеплоды всего 6-10 ц/га.

Органическая масса корневых и пожнивных остатков является исходным материалом для образования гумуса. Кроме того, в верхних слоях почвы происходит накопление кальция (до 300 кг/га), который подтягивается из нижних слоев почвы корневой системой растений. Увеличение содержания гумуса и кальция в почве способствуют в дальнейшем её оструктуриванию. Кальций вызывает коагуляцию почвенных органо-минеральных коллоидов, преобразуя мелкие почвенные частицы в агрегаты агрономически ценного размера и комковато-зернистой формы, обладающие водопрочностью.

Агрегированная почва обладает хорошей водопроницаемостью, что в случае склонового рельефа приводит к увеличению внутрипочвенного стока воды и уменьшению поверхностного, а, в конечном счете - снижению процессов смыва и размыва и увеличению общей влагоемкости.

Следует учитывать и другой противоэрозионный эффект многолетних трав. Корневая система их скрепляет почву и, кроме того, её поверхность остаётся большую часть года покрытой сплошным травяным покровом, который гасит разрушительную силу капель дождя, рассеивает поверхностный сток воды. По данным опытов, проведенных в БелНИИСХ, смыв почвы под многолетними травами практически отсутствует (не превышает 2 т/га). Кроме того, многолетние бобовые травы несут в себе положительный экологический эффект, накапливая биологический азот (в среднем от 75 до 150 кг/га), а также полностью решая проблему белка в кормопроизводстве. В сухом веществе трав содержится 18-21 % протеина (переваримого 13-15 %) и до 270 мг/кг каротина.

На территории, подверженной в сильной степени эрозионным процессам и засухе, положительное влияние оказывают и лесомелиоративные мероприятия: создание системы полезащитных, водорегулирующих, прибалочных, приовражных лесополос. На сильносмытых и размытых неудобренных землях рекомендуется сплошное облесение. Защитные лесные насаждения создаются по проектам в соответствии с требованиями действующих научно обоснованных и проверенных практикой рекомендаций.

В тех случаях, когда агротехническими и лесомелиоративными мероприятиями не удаётся зарегулировать поверхностный сток воды и процессы эрозии почв продолжаются, используют и гидротехнические сооружения, являющиеся частью комплекса противоэрозионных мероприятий. Сооружения эти могут быть простейшими (распылители стока, водонаправляющие и водозадерживающие валы и канавы, дамбы, перемычки, донные запруды) и сложными инженерными конструкциями, служащими для закрепления мощных овражных размывов (лотки-быстротоки, перепады и др.). Для полного регулирования стекающей со склонов воды строят пруды и водоёмы, используемые для рыборазведения, орошения и других хозяйственных нужд. В условиях области наибольшее распространение получили водозадерживающие и водоотводящие валы как наиболее простые и экономичные сооружения, которые надёжно задерживают и распределяют поверхностный сток на водосборах и закрепляют вершины действующих оврагов.

Принципы применения удобрений в эрозионном рельефе заключаются в расчете на получение планируемого урожая сельскохозяйственных культур с учётом выноса элементов питания урожаем и содержания их в почве.

Ученые Белгородского государственного университета (Лисецкий, Голеусов, 2009) предлагают варианты экологической реабилитации эродированных почв в зависимости от степени их нарушения и экономической целесообразности. В одном случае это может быть конверсия сельскохозяйственных угодий в несельскохозяйственные земли (их консервация), в другом - почвовосстанавливающее (ренатурационное) земледелие.

В практике землепользования ряда стран (США, Швейцария, Украина и др.) к настоящему времени накоплен значительный опыт консервации деградированных земель.

В агроэкосистемах, в которых почвы деградировали в ходе многовекового сельскохозяйственного использования, может быть реализована стратегия натурационного земледелия, основанная на стимулировании природного почвообразования и направлена на постепенное воспроизводство утраченно плодородия и его поддержание на оптимальном уровне.

Как показали расчеты авторов, "достройка" профиля деградированных почв может протекать с различной интенсивностью в зависимости от степени нарушения и развития остаточных горизонтов. Чем сильнее выведена почва из состояния равновесия, тем выше скорость регенерационных процессов. В современных климатических условиях лесостепной зоны на свежих суглинистых материнских породах средняя скорость формирования гумусового горизонта за период создания первых 20 см, составляет 0,63 мм/год (~ 7,6 т/га в год). Расчеты по моделям почвообразовательного процесса показали, что за счет мелиоративных мероприятий и создания почвоулучшающих адаптивных фитоценозов возможно увеличение скорости воспроизводства гумусового профиля для среднесмытых почв на 40 %, а для сильносмытых - на 60 %.

Другими словами, процесс ренатурирования деградированных геосистем следует, как и при внедрении противоэрозионно-почвозащитного комплекса, осуществлять по сценарию управляемого землепользования. Для разных подтипов черноземных почв при средней степени их эродированности потребуется от 11 до 22 лет для достижения определенных значений гумуса, а при сильной - от 15 до 28 лет.

После периода достижения оптимальных значений содержания гумуса в слое 0-20 см допустима смена режима консервации (ренатурирования) земель на более интенсивное их использование. Для смытых (дефлированных) почв оптимальное содержание гумуса на ближайшую перспективу целесообразно устанавливать по предыдущей категории смытости (дефлированности). С этой целью к нормативным показателям содержания гумуса для полнопрофильных почв, принятым за 1, предлагаются поправочные коэффициенты изменения содержания гумуса для двух градаций (слабой и средней): серые лесные - 0,8 и 0,5, черноземы лесостепи и обыкновенные - 0,8 и 0,6 соответственно.

При почвенно-экологическом мониторинге восстанавливаемых земель с помощью периодического (через 5-10 лет) контроля за содержанием гумуса и путем сопоставления оптимальной скорости гумусонакопления с расчетным ее значением можно определить необходимость усиления мелиоративного эффекта почвовосстанавливающих мероприятий и/или повышения эффективности противоэрозионного обустройства ландшафта.

Из представленных материалов следует, что восстановление эродированных земель требует тщательного выбора не только методов и средств его проведения, но и разработки концепции агроэкологического мониторинга. В основе мониторинга должны лежать периодически обновляемые результаты почвенной съемки, материалы дистанционного зондирования, а также наблюдения за стоком воды, смывом и выдуванием почвы на экспериментальных площадках. Необходимо проведение многолетних опытов по эффективности почвозащитных систем земледелия. При этом основными критериями должны быть не только агрономические, но и показатели экологического характера.

# ***Глава 9. Деградация почв в условиях изменения гидрологического режима***

На территории области встречаются переувлажненные и заболоченные, так называемые почвы гидроморфного ряда (гидроморфные и полугидроморфные). Гидроморфные почвы расположены в основном в поймах рек - это пойменные луговые и лугово-болотные, составляющие 4,7 % территории. К полугидроморфным относят лугово-черноземные, черноземно-луговые почвы, отчасти солонцы, солоди и др., занимающие менее 5 % всей площади. В целом заболоченные и переувлажненные земли составляют 30,6 тыс. га.

В последние годы на территории области площади переувлажненных и заболоченных почв заметно возросли. Особенно это стало проявляться как на ровных, пониженных элементах рельефа (поймах, террасах рек), так и на платообразных участках водоразделов.

На террасах рек и плато водоразделов в пониженных элементах рельефа (блюдцах, потяжинах, лощинах, ложбинах стока) чаще стали встречаться, так называемые "мочары" - переувлажненные, а иногда и заболоченные земельные участки, где весной в почвенной толще близко к поверхности скапливаются грунтовые воды - верховодка. К концу лета она исчезает и появляется вновь осенью и весной. Переувлажненные и заболоченные пятна почв создают пестроту почвенного покрова, мешают

своевременной и качественной механизированной обработке земельных участков, что существенно снижает урожайность сельскохозяйственных культур.

# ***9.1 Причины деградации почв в меняющихся гидрологических условиях***

Проявление гидроморфизма у почв, в том числе и тех, которые им не обладали, объясняется рядом причин. В одних случаях данное явление связывают с увеличением на территории области за последние 30 лет количества атмосферных осадков. Действительно, в сравнении со среднемноголетними данными их количество увеличилось в среднем на 20-30 мм. Примечательно, что суммы температур воздуха остались почти такие же, какие были ранее.

Далее, изменение гидрологической ситуации на территории области связано с изменением режима рек. За два столетия (с XVIII по XX) резко уменьшилась водность рек, что вызвано увеличением степени распаханности территории, в том числе и склоновых земель (Природные ресурсы и окружающая среда, 2007).

Исчезновение воды в реках Центрального Черноземья чаще всего вызывается чрезмерным разрастанием в их бассейне густой овражной сети. В периоды весеннего половодья и ливневых дождей в реки начинают поступать громадные количества вымываемых из оврагов грунтов. Речные русла быстро загромождаются наносным материалом и мелеют, зеркало грунтовых вод оказывается ниже дна речного русла. Имеющие пруды продолжают выполнять свои функции, однако слой накопившегося в них ила настолько велик, что эти водоемы медленно эволюционируют в болотные экосистемы.

Следующей причиной изменения гидрологического режима почв считают более интенсивное развитие процессов эрозии. Смыв почвенного материала со склоновой части водоразделов и отложение его в поймах рек вызывает заиление их русла, снижение скорости течения воды. Не последнюю роль играет и разрегулированность гидрографической сети за счет строительства прудов, что вызывает повышение уровня грунтовых вод близлежащих территорий.

Следует учесть также воздействие на гидрологический режим почв и территорий орошения земель. История орошения в области приходится на начало 70-х годов прошлого века. Площадь орошаемых земель была доведена до 40,3 тыс. га.

Как считают некоторые исследователи, одним из проявлений негативных последствий мощного антропогенного пресса на ландшафты, в том числе лесостепи и степи ЦЧР, является прогрессивное нарастание степени гидроморфности природных экосистем (Паракшин и др., 1997; Безуглова, Назаренко, 1998; и др.). По их мнению, это выражается в подъеме уровня грунтовых вод, формировании "грунтовой верховодки", появлении на плакорах и склонах западинных форм рельефа с переувлажненными почвами. Такие почвы появляются пятнами среди автоморфных почв и в течение короткого времени трансформируются в почвы полугидроморфного или гидроморфного ряда. В них проявляются признаки слитости, часто засоления и осолонцевания. Все это усложняет структуру почвенного покрова, снижает агрономическую ценность пахотных земель, а иногда они вообще выпадают из пашни.

Верховодка появляется в результате образования в отдельных частях почвенного профиля слабопроницаемого для воды горизонта. Связывают это явление с сильным разрушением структуры пахотного слоя почвы при длительном нерациональном использовании. Возникновение большого количества тонкодисперсных коллоидно-илистых частиц, которые, перемещаясь вниз по профилю, скапливаются на определенной глубине и заполняют межагрегатное пространство, уменьшая тем самым внутрипочвенную фильтрацию воды. Последствием является ее накопление в верхних слоях почвы.

Параллельно с разрушением структурных агрегатов идет процесс оглинивания почвы с образованием глинистых минералов - каолинита и монтмориллонита. Они разбухают, резко увеличивают свой объем во влажном состоянии и тем самым способствуют закупорке почвенных пор, т.е. образованию водоупорного слоя.

Сезонность переувлажнения визуально прослеживается в морфологических признаках почвы. Так, на глубине почвы, где скапливаются атмосферные воды, при недостатке воздуха происходит процесс оглеения. Почва приобретает зеленовато-сизоватую окраску за счет закисных форм железа и марганца. При подсыхании почвы в нее поступает кислород воздуха и закисные формы элементов превращаются в окисные с появлением пятен охристо-ржавого цвета. Иногда встречаются железистые и марганцевые твердые конкреции небольших размеров (диметр от 0,5 до 3 см.).

Увеличение площади гидроморфных почв имеет в первую очередь антропогенную природу и является результатом высокой техногенной нагрузки на почвы. Антропогенное влияние усилено природными явлениями - увеличением количества осадков. В последние годы появились сведения, в которых к антропогенным факторам относят следующие:

 перегораживание поверхностного и внутрипочвенного стока различными препятствиями. К ним относят лесополосы, полевые дороги, автодороги;

 изменение водного баланса ландшафтов в сторону увеличения его приходных статей - орошение, создание оросительных систем;

 зарегулирование стока рек, которые превращаются в цепочки стоячих водоемов и зарастают болотной растительностью;

 уплотнение почв под влиянием тяжелой техники.

Отмеченные воздействия на ландшафт в конечном итоге ведут к изменению гидрологического режима не только почв, но и зоны аэрации в целом. В лессовой толще развиваются просадочные явления. Особенно проявляется это явление при орошении.

Скопление влаги в почве в пониженных элементах рельефа активизирует процессы элювиирования из почвенной толщи не только легкорастворимых соединений, но и карбоната кальция, соединений железа и марганца, коллоидно-дисперсного материала. В результате формируется переуплотненный водоупорный горизонт.

Систематически повторяющиеся периоды переувлажнения почв оказывают на их состояние глубокое воздействие: нарушается водный и воздушный режим, окислительно-восстановительное состояние, карбонатно-кальциевое равновесие, гумусное состояние.

Процесс трансформации черноземов в почвы полугидроморфного и гидроморфного ряда осуществляется в течение короткого времени (1-3 года). Такие почвы могут быть засоленными при близком расположении засоленных грунтовых вод или, наоборот, засоление отсутствует. Подобные вариации могут быть с солонцеватостью и карбонатностью. Однако общим является то, что в них всегда протекает процесс оглеения. Именно этот процесс, по мнению Зайдельмана (1998), ответственен за то, что черноземы при переувлажнении их в течение 2-5 лет трансформируются в почвы с четко выраженными признаками гидроморфности.

Повторное создание режима переувлажнения почв обусловливает более быстрое падение окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) и более медленное восстановление окислительной обстановки. При 5-7 разовом создании кратковременного застойного режима окислительно-восстановительные процессы автоморфных почв оказываются сильно нарушенными. В них господствует восстановительная обстановка.

При рассмотрении роли гидрологического фактора, как причины деградации почв, особое внимание следует обращать на изменения их продуктивности, вызванные развитием анаэробного стресса почв и растений.

# ***9.2 Частные случаи деградации и охраны почв***

В настоящее время в специальной литературе дается четкое представление о роли отдельных факторов в деградации почв под влиянием гидрологических условий (Добровольский, 2002 и др.). Далее нами раскрыты существующие представления затронутой проблемы и даны направления ее решения в преломлении к условиям области.

При оценке роли деградационного влияния гидрологического фактора следует учитывать все те виды воздействия на почвы (гидротехнические, мелиоративные, агромелиоративные, агрономические, дорожно-строительные, индустриальные и др.), которые в конечном итоге приводят к неблагоприятной трансформации их водного режима (табл.9.1).

Весьма мощным и быстродействующим фактором изменения гидрологического режима почв являются ***гидротехнические мероприятия***. Из-за подтопления почв вблизи водохранилищ происходит заболачивание, которое иногда сопровождается засолением. Для снижения или предотвращения этого проявления необходимо проводить дренаж территории или при необходимости другие мероприятия (рассоление).

***К мелиоративным мероприятиям*** относят осушение и орошение. Осушительные работы, проводимые в прошлые десятилетия на территории области, вряд ли могут быть оценены положительно. ***Осушение*** гидроморфных почв часто приводит к разрегулированию гидрологического режима территории, а иногда к разрушению почв и ландшафтов.

Таблица 9.1 Причины и проявление гидрологического фактора антропогенной деградации почв и меры её предупреждения (по Зайдельману, 2002 с дополнениями авторов)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Причины изменения гидрологического режима почв, приводящие к их деградации | Проявление деградационных изменений почв | Мероприятия по предупреждению деградации почв |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Гидротехнические |
| 1 | Заболачивание; заболачивание и засоление автоморфных почв богарных территорий в результате подъема минера - лизованных грунтовых под, поступающих на сопредельные массивы от действующих ирригационных систем, водо - хранилищ, а также в цикле влажных лет  | Формирование мочаров. Вторичное заболачивание и засоление черноземов. Возникновение луговых и черноземно-луговых незасоленных и засоленных почв | Дренаж, вертикальные антифильтрационные завесы; сеть ловчих каналов; снегозадержа - ние; мероприятия по рассолению и рассолон - цеванию  |
| 2. Мелиоративные (объекты осушения)  |
| 2.1 | Периодический или постоянный отрыв грунтовых вод от толщи осушенных торфяных почв | Укоренное разложение органического вещества торфа | Регулируемое шлюзование, создание лугового типа водного режима, травосеяние  |
| 2.2 | Обводнение в результате закупорки дрен гидроокисью железа и прекращение работы осушительной системы | Вторичное заболачивание | Защита дренажа от заку-порки гидроокисью железа (промывки дрен, увеличение их уклона, дренаж крупного диаметра и др.)  |
| 2.3 | Трансформация застойного водного режима при осушении почв на кислых, нейтральных и выщелоченных породах  | Интенсивный вынос Са, Mg, Fe, Al, Mn, гумусовых веществ.  | Известкование, внесение минеральных и органи-ческих удобрений; травопольные севооборо-ты; мероприятия по уско-рению поверхностного и внутрипочвенного стока.  |
| 3. Мелиоративные (объекты орошении)  |
| 3.1 | Трансформация промывного водного режима в застойно-промывной при орошении почв пресными водами на фоне систематических переполивов | То же, что и 2.3., появление светлых кислых элювиальных горизонтов | То же, оптимизация поливного режима |
| 3.2 | Подъем минерализованных грунтовых вод, приводящих к засолению и осолонцеванию почв | Аккумуляция токсичных солей - вторичное засоление, Nа в погло-щающем комплексе - вторичное осолонцевание | Мероприятия по рассо-лению и рассолонцеванию на фоне дренажа; выборочные промывки. Крупные нормы органи-ческих удобрений; гипсо-вание при осолонцевании |
| 4. Агромелиоративные  |
| 4 | Переувлажнение недренированных слабооглеенных тяжелых почв в результате глубокого мелиоративного рыхления | Вторичное заболачивание в условиях застойного водного режима. Уплотнение, деза-грегация, резкое уме-ньшение фильтрации | Дренаж |
| 5. Агрономические  |
| 5 | Увеличение поверхностного стока, аккумуляция воды в понижениях и возникновение верховодки в результате переуплотнения почв сельскохозяйственных угодий | Уплотнение подпахотного горизонта | Рыхление на глубину 45-50 см или кротование; травопольные севооборо-ты; использование техники с давлением на почву менее 100 кПа |
| 6. Дорожно-строительные |
| 6 | Переувлажнение в результате пересечения трасс естествен-ных водотоков (поверхностных и грунтовых линиями автомобильных, железных дорог, дамбами, других сооружений | Заболачивание или заболачивание и засоление | "Проколы" в дорожных насыпях; польдеры на крупных массивах; коллекторно-дренажные системы. Если необходимо - мероприятия по рассолению |
| 7. Индустриальные (влияние горной, сельскохозяйственной и других видов индустрии)  |
| 7 | Подтопление или затопление почв в результате систематического сброса на территории дренажных вод из различных выработок (шахты карьеры) или сточных вод животновод-ческих ферм, а также бытовых стоков | Заболачивание | Организация полей филь-трации; сокращение объемов стока; полив сточными водами кормо-вых трав, аккумуляция сточных вод в хранилищах |

При осушении происходит смена водного режима: застойный водный режим сменяется на застойно-промывной. Как следствие, в почве происходит ускоренное биохимическое разложение органического вещества, образование светлого элювиального горизонта, бедного элементами питания растений.

В свое время (70-80-е годы прошлого столетия) в области на части таких земель проводилось осушение. В основном оно велось открытым дренажом. Площадь осушенных земель достигала 14,7 тыс. га.

Аналогичный механизм возникновения антропогенных деградационных изменений наблюдается и на массивах ***орошения*** при систематических переполивах черноземных почв. Водный режим здесь меняется по такой же схеме. По сведениям Зайдельмана (1998) и др. вначале происходит выщелачивание кальция и магния, затем железа и алюминия, накапливаются низкомолекулярные органические кислоты, развивается лессиваж, снижается степень насыщенности основаниями. На более поздних стадиях наблюдается побеление поверхностных слоев чернозема. На завершающем этапе возникают отчетливые кислые элювиальные белесые (осолоделые, оподзоленные) горизонты.

Система необходимых агрономических, агромелиоративных и гидротехнических мероприятий в данном случае должна быть направлена на устранение застоя влаги в их поверхностных горизонтах и кислой реакции путем известкования. Важное значение будет иметь использование почв в травопольных севооборотах, внесение минеральных и органических удобрений, устранение переувлажнения и их аэрация.

Глееобразование может быть вызвано не только при застойно-промывном, но и застойном водном режиме. В случае орошения пресными водами подкисления и лессивирования почвы может не проявляться, а вынос щелочноземельных металлов слабо выражен. Однако, при этом наблюдается дезагрегация структурных отдельностей, увеличение содержания тонких фракций мелкозема, их удельной поверхности, влагоемкости, уменьшение водопроницаемости. В почве проявляются признаки слитости.

Восстановление плодородия таких почв предполагает строгое соблюдение нормы и выбор наиболее приемлемого способа полива. Необходимы мероприятия по ускорению поверхностного и внутрипочвенного стока (мелиоративное рыхление, кротование), увеличение травосеяния и др.

Можно с уверенностью утверждать, что орошение в степной части области может привести к глубокой трансформации свойств и плодородия почв. Возможный при этом подъем грунтовых вод в зависимости от их геохимических особенностей вызовёт вторичное засоление и осолонцевание почв. Комплекс мероприятий по предотвращению подобных явлений широко освещен в специальной литературе и весьма доступен для читателей.

Рассмотрим трансформацию водного режима и деградацию под влиянием ***агромелиоративных мероприятий***. Причиной их возникновения является глубокое рыхление недренированных слабогидроморфных почв, вызывающее после весеннего снеготаяния застойные явления. Последние становятся причиной интенсивного оглеения, которое приводит к ухудшению агрегатного состояния, накоплению аморфных соединений железа, снижению коэффициента фильтрации, увеличению удельной поверхности и водоудерживающей способности.

Избежать возникновения таких опасных деградационных явлений можно путем устройства до начала глубокого рыхления, создания открытого или закрытого дренажа, обеспечивающего своевременный сброс избыточной гравитационной влаги. Следует заметить, что глубокое рыхление может быть эффективным на автоморфных почвах, не обладающих водосборной площадью.

Из других агрономических мероприятий, вызывающих резкую трансформацию гидрологического режима почв, значительные масштабы приобрело уплотнение подпахотных горизонтов в результате обработки почв тяжелой техникой и применения большегрузных транспортных средств. Из-за переуплотнения, "укатки" почв снижается пористость, коэффициент фильтрации, объем вертикального тока влаги в грунтовый поток в результате инфильтрации. Усиливаются поверхностный сток, эрозионная нестабильность, аккумуляция влаги в депрессионных формах рельефа. Следствием может стать интенсивное оглеение почв, их слитизация и осолодение.

Восстановление утраченного плодородия почв или профилактика её предполагают снижение удельного давления техники на почву (до 100 кПа и менее). Целесообразно кротование, неглубокое (поверхностное) рыхление (на глубину 40-50 см), травопольные севообороты.

Кратко рассмотрим причины деградации почв из-за трансформации водного режима в результате ***дорожного строительства или влияния индустриального производства*** ***на гидрологический режим почв***.

При пересечении водотоков при строительстве дорог и дамб происходит прекращение оттока влаги, возникает переувлажнение и заболачивание почв. Такие территории, как правило, вскоре выпадают из сельскохозяйственного производства и деградируют. Для снижения деградационных явлений в этом случае необходимо обеспечить свободный сброс воды через специальные водовыпускные отверстия.

Деградация, связанная с вторичным заболачиванием почв, обусловлена влиянием шахтной добычи полезных ископаемых, сточными водами животноводческих ферм и бытовыми отходами.

По мере выемки горных пород происходит оседание поверхности и понижение гипсометрических уровней. В этом случае при отсутствии дренажных устройств грунтовые воды оказываются в толще верхнего горизонта профиля, и происходит вторичное заболачивание почв. Профилактика этого явления окончательно не разработана.

Дренажные, животноводческие и бытовые стоки могут быть использованы с учетом их химического состава на полях фильтрации, для полива, или подвергнуты специальной очистке.

Для прекращения развития отрицательных форм мезорельефа и переувлажнения черноземов в настоящее время предлагается переход на ландшафтно-адаптивную систему землепользования и земледелия, учитывающую не только особенности почвы, но и её положение в природно-территориальном комплексе. При этом необходимо соблюдать ряд основополагающих мероприятий:

 оптимизация дренированности территории за счет усиления проточности речек и внутрипочвенного стока по тальвегам балок;

 ликвидация необоснованно построенных многочисленных плотин, очистка русел от заиливания, ликвидация искусственных перемычек по тальвегам;

 выделение подтопляемых и переувлажненных земель в особую категорию с выводом из режима пахоты в непахотные улучшенные кормовые угодья;

 осуществление простейшей водоотводящей сети из канав, щелей, кротодрен;

 переход на минимализированные агротехнологии с использованием машин и двигателей с пониженным давлением;

 внесение кальцийсодержащих мелиорантов, в первую очередь дефеката сахарного производства.

Для устранения переувлажнения почв эффективно проведение глубокой безотвальной обработки или щелевания на глубину 40-60 см, в зависимости от глубины залегании водоупора. Это позволяет разрушить ("взорвать") водонепроницаемый слой. После этого следует провести выравнивание поверхности почвы.

Для восстановления комковато-зернистой структуры и усиления водопрочности ее агрегатов вносят в почву химические мелиоранты. Используют кальцийсодержащие вещества (тонкомолотый мел или дефекат, известь). Дозу рассчитывают с учетом величины гидролитической кислотности. Обязательным приемом является внесение высоких доз навоза или других органических материалов с целью обогащения почвы органическим веществом. Необходимо высевать многолетние травы, корневая система которых дренирует почву, разрушая плотный водонепроницаемый слой. Пожнивные остатки и отмершие корни многолетних растений способствуют к тому же гумусообразованию. Именно гумус в данном случае улучшает структурное состояние и агрохимические свойства почвы. После выполнения вышеуказанных агротехнических мероприятий проводится запашка кальциевого мелиоранта и удобрений.

В заключение следует обратить внимание на то, что при деградации почв за счет гидрологического фактора особенно важно защитить черноземы. Трансформация черноземных почв в почвы гидроморфного ряда помимо того, что снижает агрономическую ценность пахотных земель, ведет к потере черноземов, как типа почв, уникальных почв планеты.

Трансформированные почвы теряют способность выполнять определенные экологические функции, выработанные в процессе длительного развития. В полной мере это относится к функциям, контролирующих состав литосферы и гидросферы и определяющие водный баланс лесостепных и степных ландшафтов и подземных вод.

# ***Заключение***

Территория Белгородской области характеризуется разнообразием почвенного покрова, где основные площади (2090,8 тыс. га) заняты наиболее плодородными почвами - черноземами. В то же время агроэкологическое состояние почв в перспективе его дальнейшего использования вызывает серьезные опасения. Так, площадь почв пашни, безопасной в агроэкологическом отношении, составляет 547,7 тыс. га (33,1%). Однако и среди них 20-40 % площади занимают эродированные почвы, имеющие содержание гумуса не более 4 %, низкое содержание подвижного фосфора и обменного калия.

В области велики масштабы развития эрозии. Площадь, подверженная смыву и развеванию составляет 53,6 %. Снизить её разрушительное действие можно путем внедрения адаптивно-ландшафтной системы земледелия, которая включает комплекс организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических и лугово-мелиоративных мероприятий.

Из-за развития эрозии, возделывания культур интенсивного типа и снижения поступления в почву органических удобрений снижается содержание органического вещества (гумуса). За период с 1984 по 2004 годы площадь пашни с повышенным содержанием гумуса сократилась в два раза. С целью сохранения и повышения содержания гумуса в почвах следует уменьшить процессы эрозии и минерализации гумуса. Для этого необходимо использовать весь комплекс противоэрозионных мероприятий, с обязательным внедрением гумусосберегающих севооборотов, внесения удобрений и травосеяния.

Механические нарушения земель на территории области связаны в основном с карьерами Губкинского и Старооскольского районов и составляют около 16 тыс. га. Основные проблемы при восстановлении таких земель связаны с рекультивацией.

Пахотные почвы по сравнению с естественными существенно ухудшили агрофизические свойства. По сравнению с целиной содержание агрономически ценных комковато-зернистых и водопрочных агрегатов в них уменьшено на 20 %. Плотность сложения верхнего слоя почв на пашне доходит до 1,25-1,35 г/см3 и выше, тогда как на целине она составляет 0,95-1,10 г/см3. Мероприятия по улучшению агрофизических свойств почв включают внедрение научно-обоснованных севооборотов, минимализацию обработок, систематическое применение удобрений, мульчирование поверхности почв, посев многолетних трав.

Негативным процессом в почвах области следует считать увеличение их кислотности. Площади кислых почв (рНС0Л менее 5,5) в настоящее время составляют около 40 % пашни. Кислую реакцию среды имеют не только серые лесостепные почвы, черноземы оподзоленные и выщелоченные, но и часть типичных черноземов. Для снижения кислотности необходимы методы химической мелиорации - известкование, внесение кальцийсодержащих веществ на фоне повышенных доз удобрений и в первую очередь органических.

В питательном режиме почв в последние годы сложилась неблагоприятная ситуация. Из-за низких норм внесения удобрений в первом минимуме находится азот, так как 30 % пашни имеют низкое и очень низкое содержание легкогидролизуемого азота. Наблюдается заметное снижение содержания подвижного фосфора. Таким образом, без применения удобрений, научно-обоснованных приемов выбора доз, способов и техники их внесения невозможно дальнейшее получение высоких и стабильных урожаев. Для расширенного воспроизводства плодородия или реабилитации деградированных почв необходимо создавать всемерные условия для снабжения микроорганизмов свежим органическим веществом. Это обеспечивается возделыванием культур в зернотравянопропашных севооборотах, внесением органических и минеральных удобрений, минимальной обработкой почвы.

Возделывание сахарной свеклы в пропашных севооборотах на фоне высоких доз удобрений и минимальной обработки обеспечивает довольно высокую биологическую активность черноземной почвы.

В связи с развитием молочного, мясного животноводства и птицеводства накапливаются большие объемы животноводческих отходов, в частности стоков. Использование их в качестве органического удобрения без негативных последствий для почвы пока остается нерешенной проблемой. Требуется строгое соблюдение технологических регламентов использования стоков. Особое внимание необходимо обратить на эффективную работу очистных сооружений. В дальнейшем проводить постоянный контроль за производством животноводческих отходов, их хранением, обеззараживанием, определением химического состава стоков, состоянием плодородия почв и охраной окружающей среды.

При существующих темпах применения удобрений не происходит загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами. Загрязнение почв радионуклидами ограничено, так как высокая буферность черноземных почв снижает их подвижность и доступность для растений.

В почвенном покрове области за последние 15-20 лет наметилась тенденция увеличения площади переувлажненных и заболоченных почв. Причиной следует считать увеличение количества атмосферных осадков, более продолжительный безморозный период, строительство прудов, заиление русел рек, появление "верховодки" из-за образования в почвенном профиле водонепроницаемого горизонта. Меры по снижению этого явления основаны на глубокой безотвальной вспашке или щелевании на глубину 40-60 см. Для восстановления структурного состояния почвы использовать внесение кальцийсодержащих веществ (тонкомолотый мел или дефекат, известь) на фоне высоких доз навоза.

# ***Литература***

1. Авраменко П.М. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв Белгородской области / П.М. Авраменко, С.В. Лукин. - Белгород, 2001. - 40 с.

2. Авраменко П.М. Состояние пахотных почв Белгородской области / П.М. Авраменко, М.А. Ероховец, С.В. Лукин // Агрохимический вестник. - 2002. - №5. - С.5-7.

. Адерихин П.Г. Изменение черноземных почв ЦЧО при использовании их в сельском хозяйстве // Черноземы ЦЧО и их плодородие / П.Г. Адерихин. М.: Наука, 1964. - С.61-88.

. Азаров В.Б. Мониторинг плодородия почв Центрального Черноземья / В.Б. Азаров. - Белгород, "Отчий край", 2004. - 204 с

. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов / П. Г Акулов. - М.: Колос, 1992. - 223 с.

. Антропогенная эволюция черноземов / под ред.А.П. Щербакова, И.И. Васенева. - Воронеж, 2000. - 409 с.

. Атлас "Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области" / Учебно-справочное картографическое пособие. - Белгород, 2005. - 179 с.

. Ахтырцев Б.П. Почвенный покров Белгородской области: структура, районирование и рациональное использование / Б.П. Ахтырцев, В.Д. Соловиченко. - Воронеж, 1984. - 265 с.

. Бабьева И.П. Биология почв / И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. - 336 с.

. Березин П.Н. Физическая деградация почв / П.Н. Березин, И.И. Гудима // Почвоведение. - 1994. - №11. - С.67-70.

. Булгаков Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв // Д.С. Булгаков. - М.: Почвенный ин-т им.В. В. Докучаева. 2002. - 252 с.

. Бурыкин А.М. Темпы эрозии почв в естественных и техногенных ландшафтах / А.М. Бурыкин // Почвоведение. - 1986. - №4. - С.80-89.

. Бурыкин А.М. Роль подстилающего субстрата в плодородии рекультивированных земель (на примере КМА) / А.М. Бурыкин // Почвоведение. - 1991. - №2. - С.159-164.

. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера / предисл.Р.К. Баландина. - М.: Айрис-пресс. 2004. - 576 с.

. Вильямс В.Р. Избранные сочинения / В.Р. Вильямс. - М.: Московский рабочий, 1950. - 459 с.

. Воронин А.Д. Основы физики почв /А.Д. Воронин. - М.: Изд-во МГУ, 1986. - 243 с.

. Ганжара Н.Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества подзолистых и черноземных почв европейской части СССР: дисс… докт. биол. наук. - / ТСХА; Н.Ф. Ганжара. - М., 1988. - 410 с.

. Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития / А.Н. Геннадиев. - М.: Изд-во Моск. Ун - та, 1990 - 232 с.

. Герасимова М.И. Деградация почв: методология и возможность картографирования / М.И. Герасимова, Н.А. Караваева, В.О. Таргульян // Почвоведение. - 2000. - №3. - С.358-365.

. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М.А. Глазовская. - М.: Наука, 1988. - 328 с.

. Голеусов П.В. Воспроизводство почв в антропогенно нарушенных ландшафтах лесостепи / П.В. Голеусов, Ф.Н. Лисецкий. - М.: ГЕОС, 2009. - 210 с.

. Гродзинский А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ / А.М. Гродзинский. - Киев: Наукова думка, 1965. - 198 с.

. Деградация и охрана почв / под ред. акад. Г.В. Добровольского. - М.: Изд-во МГУ, 2002. - 654 с.

. Добровольский Г.В. Тихий кризис планеты / Г.В. Добровольский // Вестн. РАН. - 1997. Т.67, №4. - С.313-320.

. Добровольский Г.В. Охрана почв / Г.В. Добровольский, Л.А. Гришина - М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1985. - 224 с.

. Добровольский Г.В. Экологические функции почвы: Учеб. пособие / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин - М.: Изд-во МГУ, 1986. - 137 с.

. Добровольский Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. - М.: Наука, 1990. - 168 с.

. Добровольский Г.В. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: функционально-экологический подход / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. - М.: МАИК "Наука, Интерпериодика" 2000. - 185 с.

. Доклад о состоянии и использовании земель Белгородской области / Н.Ф. Якушев и др.; под ред. Н.Ф. Якушева. - Белгород: Управление Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по Белгородской области, 2009. - 131 с.

. Докучаев В.В. Сочинения / В.В. Докучаев. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. Т.1. - 495 с.

. Зайдельман Ф.Р. Гидрологический фактор антропогенной деградации почвенного покрова России и меры ее предупреждения / Ф.Р. Зайдельман // Аграрная деградация почвенного покрова России и меры ее предупреждения Всесоюз. конф. М., 1998. Т.2. - С.70-72.

. Зайдельман Ф.Р. Гидрологический фактор антропогенной деградации почв и способы их защиты / Ф.Р. Зайдельман // Деградация и охрана почв / под ред. акад. РАН Г.В. Добровольского - М.: Изд-во МГУ, 2002. - С.483-512.

. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. - М., 1987. - С.15-38.

. Здоровцов И.П. Белгородчине - почвоводоохранную систему земледелия / И.П. Здоровцов, С.С. Мясоедов // Повышение эффективности земледелия и агропромышленного производства Белгородской области: Материалы совместного заседания президиума ВАСХНИЛ и президиума Всероссийского отделения ВАСХНИЛ (6-7 июня 1989 г. в г. Белгород). - М.: Росагропромиздат, 1990. - С.111-132.

. Иванов В.Д. Оценка почв: Учеб. пособ. / В.Д. Иванов, Е. В Кузнецова. - Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2004. - 286 с.

. Измаильский А.А. Избранные сочинения /А.А. Измаильский. - М., 1949 - 335 с.

. Карманов И.И. Деградация почв: предложения по совершенствованию терминов и определений // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения / И.И. Карманов, Д.С. Булгаков. - М., 1998. Т.1. - С.5-6.

. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение / Л.О. Карпачевский. М.: ГЕОС., 2005. - 336 с.

. Каштанов А.Н. Агроэкология почвенных склонов / А.Н. Каштанов, В.Е. Явтушенко. - М.: Колос, 1997. - 240 с.

. Каштанов А.Н. Научное наследие В.В. Докучаева и его развитие в современном ландшафтном земледелии (к 100-летию Особой экспедиции) / А.Н. Каштанов // научное наследие В.В. Докучаева и современное земледелие (к 100-летию Особой экспедиции В.В. Докучаева). - М.: Россельхозакадемия, 1992. Ч.1. - С.10-23.

. Кирюшин В.И. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур / В.И. Кирюшин. - М., 1995. - 79 с.

. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. - М.: Колос, 1996. - 367 с.

. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В.И. Кирюшин. - М.: Изд-во МСХА, 2000. - 473 с.

. Ковда В.А. Основы учения о почвах / В.А. Ковда. Кн.1 и 2. - М.: Наука, 1973. - Кн.1 - 448 с, кн.2 - 468 с.

. Ковда В.А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана / В.А. Ковда. - М.: Наука, 1981. - 179 с.

. Козменко А.С. Борьба с эрозией почв / А.С. Козменко. - Гос. изд-во с\х литературы. М., 1949. - 160 с

. Костычев П.А. Почвы черноземной области Росси / П.А. Костычев. - М., 1949. - 240 с.

. Котлярова О.Г. Ландшафтная система земледелия Центрально-Черноземной зоны / О.Г. Котлярова. - Белгород, 1995. - 293 с.

. Красная книга почв Белгородской области / Соловиченко В.Д., Лукин С.В., Лисецкий Ф.Н., Голеусов П.В. - Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. - 139 с.

. Критерии и параметры допустимых антропогенных нагрузок на компоненты агроландшафта / под ред. Г.Н. Черкасова, Н.П. Масютенко. - Курск: ВНИИЗ и ЗПЭ РАСХН, 2005. - 60 с.

. Крупеников И.И. Черноземы и экологическое земледелие // И.И. Крупеников, Б.П. Боинчаи. - Бэлць., 2004. - 169 с.

. Кузнецов М.С. Эрозия и охрана почв: учебник / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов. - 2-е изд. М.: Изд-во МГУ, "КолосС", 2004 - 335 с.

. Ландшафтное земледелие. Ч.1. Концепция формирования высокопродуктвных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствования систем земледелия на ландшафтной основе / под ред.А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова. - Курск, 1993. - 100 с.

. Ландшафтное земледелие. Ч.2. Методические рекомендации по разработке ландшафтных систем земледелия в многоукладном сельском хозяйстве / под ред.А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова. - Курск, 1993а. - 54 с.

. Лобков В.Т. Почвоутомление при выращивании полевых культур / В.Т. Лобков. - М.: Колос, 1994. - 112 с.

. Лопырев М.И. Агроландшафты и земледелие / М.И. Лопырев, С.А. Макаренко. - Учебн. пособие. Воронеж: Изд. ВГАУ, 2001. - 168 с.

. Лукин С.В. Экологические проблемы и пути их решения в земледелии Белгородской области / С.В. Лукин. - Белгород: Издательство "Крестьянское дело", 2004. - 164 с.

. Лукин С.В., Авраменко П.М. Изменение кислотности почв Белгородской области в процессе сельскохозяйственного использования / С.В. Лукин, П.М. Авраменко // Агрохимия. - 2006. - №12. - С.11-15.

. Лукин С.В. Закономерности изменения содержания подвижного фосфора и обменного калия в почвах Белгородской области / С.В. Лукин, П.М. Авраменко // Агрохимия. - 2007. - №6. - С.22-26.

. Лукин С.В. Агроэкологическое состояние почв Белгородской области: моногр. / С.В. Лукин. - Белгород: КОНСАЛТА, 2008. - 176 с.

. Масютенко Н.П. Структура чернозема типичного и содержание органического углерода и лабильных гумусовых веществ в почвенных агрегатах / Н.П. Масютенко, Б.М. Когут, О.В. Киселева и др. - Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН., 2008. - 36 с.

. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медеведев. - М., 1988. - 158 с.

. Методические рекомендации по технологии озеленения плоских породных шахтных отвалов Донбасса. - Ворошиловград: УНИИЗПЭ, 1990. - 38 с.

. Минеев В.Г. Агрохимия и биосфера / В.Г. Минеев. - М.: Колос, 1984. - 245 с.

. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда / В.Г. Минеев. - М.: Агропромиздат, 1990. - 287 с.

. Мишустин Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев. - М., 1987. - 352 с.

. Мониторинг земель. Термины и определения. Словарь-справочник. /Кислов В.С., Мельников А.В., Басманов А.Е. и др. - М. 2003. - 402 с.

. Моторина Л.В. Промышленность и рекультивации земель / Л.В. Моторина, В.А. Овчинников. - М.: Мысль, 1986. - 240 с.

. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв: учебник / Г.В. Мотузова, О.С. Безуглова. - М.: Академический проект, Гаудеамус, 2002. - 237 с.

. Муха В.Д. и др. Агропочвоведение / В.Д. Муха и др. - М.: Колосс, 2004. - 528 с.

. Паракшин Ю.П. Проблема прогрессирующего переувлажнения земель в Центрально-черноземном регионе / Ю.П. Паракшин, Э.М. Паракшина, С.А. Уваров // Проблемы антропогенного почвообразования: тез. докл. междунар. конф. - М, 1997. Т.2. - С.22-24.

. Почвенная экология: учебное пособие /В.И. Савич, Н.В. Парахин, В.Г. Сычев и др. - Орёл: Изд-во Орёл ГАУ, 2002. - 546 с.

. Плодородие черноземов России /под ред.Н.З. Милащенко. - М. Агроконсалт, 1998. - 688 с.

. Плодородие почв и устойчивость земледелия (агроэкологические аспекты) / И.П. Макаров, В.Д. Муха, И.С. Кочетов и др.; под ред. И.П. Макарова и В.Д. Мухи. - М.: Колос, 1995. - 288 с.

. Природно-техногенные воздействия на земельный фонд России и страхование имущественных интересов участников земельного рынка / под общ. ред.Л. Л. Шишова, Е.И. Путилина, Д.С. Булгакова, И.И. Карманова. - М., Почвенный ин-т им.В. В. Докучаева. 2000. - 251 с.

. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области / П.М. Авраменко, П.Г. Акулов, Ю.Г. Атанов и др.; под ред. С.В. Лукина. - Белгород, 2007. - 556 с.

. Путятина Л.А. Оценка загрязнения почв тяжелыми металлами территории Оскольско-Губкинского железорудного района / Л.М. Колесников, Л.А. Путятина // Материалы международной студенческой научной конференции. - Белгород, 2010. - Издательство Белгородской ГСХА. - С. 204.

. Реймерс Н.Ф. Природопользование / Словарь-справочник. / Н.Ф. Реймерс. - М.: Мысль, 1990. - 479 с.

. Снакин В.В. Система оценки степени деградации почв / В.В. Снакин, П.П. Кречетов, Т.А. Кузовникова и др. - Пущино: Пущинский научный центр РАН. ВНИИ Природы. Препринт, 1992. - 20 с.

. Соболев С.С. Эрозия почв в СССР и борьба с ней / С.С. Соболев. - М., 1973. - 97 с.

. Соловиченко В.Д. Плодородие и рациональное использование почв Белгородской области / В.Д. Соловиченко. - Белгород: "Отчий край", 2005. - 292 с.

. Соловиченко В.Д. Деградационные процессы почв Белгородской области и мероприятия по их устранению / В.Д. Соловиченко, Г.И. Уваров. - Белгород: "Отчий край", 2008. - 80 с.

. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2008 году: справочное пособие / П.М. Авраменко и др.; под ред. С.В. Лукина. - Белгород: КОНСАЛТА, 2009. - 248 с.

. Стифеев А.И. Рекультивация земель и почвообразование в техногенных ландшафтах КМА: дисс. … д-ра с/х. наук в форме науч. доклада КГСХА; А.И. Стифеев. - Курск, 1993. - 56 с.

. Структурно-функциональная роль почвы в биосфере // под ред. Г.В. Добровольского ГЕОС, 1999. - 278 с.

. Сурмач Г.П. Методические рекомендации по проектированию комплексов противоэрозионных мероприятий на ландшафтной основе / Г.П. Сурмач, И.П. Здоровцов и др. - Курск, 1985. - 167 с.

. Уваров Г.И. Закономерности изменения гумусового состояния и агрофизических свойств почв Северо-Востока Украины при сельскохозяйственном использовании: дисс… докт. с/х. наук: 06.01.03 - Агропочвоведение, агрофизика / ВНИИЗ и ЗПЭ; Г.И. Уваров. - Курск, 1997. - 400 с.

. Уваров Г.И. Агроэкологические проблемы плодородия почв лесостепи / Г.И. Уваров - Белгород, 2005. - 203 с.

. Уваров Г.И. Экологические функции почв: Учебное пособие / Г.И. Уваров. - Белгород: Бел ГСХА, 2007. - 175 с.

. Фомин Г.С. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник / Г.С. Фомин, А.Г. Фомин. - М. Изд-во "ПРОТЕКТОР". 2004. - 304 с.

. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Средне-Русской возвышенности в голоцене. - М.: Геос, 2008. - 210 с.

. Шишов Л.А. Критерии и модели плодородия почв / Л.А. Шишов, Д.Н. Дурманов, И.И. Карманов. - М.: Агропромиздат, 1987. - 134 с.

. Щеглов Д.И. Черноземы центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов / Д.И. Щеглов. - М.: Наука, 2000. - 211 с.

. Щербаков А.П. Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО / А.П. Щербаков, И.И. Васенев. - Курск, 1996. - 326 с.

. Экологические основы земледелия (на примере Белгородской области): учеб. пособие / С.В. Лукин, Г.И. Уваров, П.Г. Акулов и др.; под ред. С.В. Лукина и др. - Белгород: "Отчий край", 2006. - 288 с.

*96. Экология Белгородской области*: Учеб. пособие для учащихся 8-11-х классов / А.Н. Петин, Л.Л. Новых и др. - М.: Изд-во МГУ, 2002. - 288 с.