

## ЛЕКЦИЯ 7. ТЕМА. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЭРОЗИОННОГО ЛАНДШАФТА

### 1. Влияние природных и антропогенных факторов водной эрозии на плодородие почв склонов

Почва один из важнейших компонентов окружающей природной среды. Все основные ее экологические функции замыкаются на одном обобщающем показателе почвенном плодородии. Отчуждая с полей основной (зерно, корнеплоды, овощи др.) и побочный урожай (солома, листья, ботва и др.), человек размыкает частично или полностью биологический круговорот веществ, нарушает способность почвы к саморегуляции и снижает ее плодородие. Даже частичная потеря гумуса и, как следствие, снижение плодородия, не дает почве возможность выполнять в полной мере свои экологические функции, и она начинает деградировать, т.е. ухудшать свои свойства. К деградации почв (земель) ведут и другие причины, преимущественно антропогенного характера.

В наибольшей степени деградируют почвы агроэкосистем. Причина неустойчивого состояния агроэкосистем обусловлена их упрощенным фитоценозом, который не обеспечивает оптимальную саморегуляцию, постоянство структуры и продуктивности. И если у природных экосистем биологическая продуктивность обеспечивается действием естественных законов природы, то выход первичной продукции (урожая) в агроэкосистемах всецело зависит от такого субъективного фактора, как человек, уровня его агрономических знаний, технической оснащенности, социально-экономических условий и т.д., а значит, остается непостоянным. Например, в случае создания человеком монокультуры (пшеницы, свеклы, кукурузы и т.д.) в агроэкосистеме нарушается видовое разнообразие растительных сообществ. Агроэкосистема упрощается, обедняется и становится неустойчивой, неспособной противостоять абиотическому или биотическому экологическому стрессу.

Эрозия почв (от лат. *erosio* – разъедание) – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия). Земли, подвергшиеся разрушению в процессе эрозии, называют эродированными.

На территории Беларуси выделяется три ПЭЗ: Северная (проявление плоскостной и механической водной эрозии), Центральная (проявление плоскостной и глубинной водной, а также частично ветровой эрозии) и Южная (преимущественно ветровая эрозия).

Эрозия почв имеет выраженные региональные и локальные черты по степени проявления, соотношению природного и антропогенного процессов и другим характеристикам. Несмотря на то что факторы (природные – первичные и антропогенные – вторичные), вызывающие эрозию и определяющие интенсивность ее проявления, повсеместно одинаковы, их соотношение и сила влияния различаются и изменяются иногда на очень небольших территориях. Основными причинами эрозии почв являются: 1) постоянное сокращение площадей с естественной растительностью, которая обладает высокими почвозащитными свойствами;

2) высокая степень хозяйственной освоенности ландшафтов, вовлекающая в интенсивное использование эрозионно-опасные земли;

3) несовершенные формы организации территории в агроландшафтах;

4) нарушение агротехники возделывания сельскохозяйственных культур при несоблюдении почвозащитных мероприятий;

5) неблагоприятное сочетание природных и климатических условий ведения хозяйства.

Главной причиной ускоренной водной эрозии является нерациональная хозяйственная деятельность человека. К природным факторам водной эрозии относятся: климат, рельеф, свойства почв и почвообразующих пород, растительный покров.

Климатические факторы. К ведущим климатическим факторам эрозии относятся количество осадков, их интенсивность и продолжительность, параметры стока талых вод.

Большое значение имеет кинетическая энергия дождя, которая зависит от размеров капель и скорости их падения. Капли дождя отрывают и поднимают в воздух десятки тонн почвы на одном гектаре и нагружают поверхностный сток частицами почвы. Наиболее опасны ливневые осадки с крупным размером капель и высокой интенсивностью.

Рельеф определяет интенсивность поверхностного стока. Сток формируется в пределах водосбора, под которым понимается территория, ограниченная водораздельной линией. Элементами водосбора являются водоразделы, склоны и гидрографическая сеть. Водораздельные пространства примыкают к водораздельным линиям. Гидрографическая сеть – это сеть понижений, по которым осуществляется поверхностный сток. На топографической карте эта сеть имеет вид ветвящегося дерева. Верхняя часть этой сети, лишенная постоянных водостоков, называется суходольной. К элементам суходольной сети относят ложбины, лоцины и балки. Ложбина – верхнее звено гидрографической сети, примыкающее к наиболее высоким частям водосборов, глубиной 0,5-2м, со склонами не круче 3-8°. Ложбина постепенно переходит в лоцину глубиной 2-5 м и крутизной 8-15°. Лоцина переходит в балку глубиной 6-20м, шириной 50-200 м и крутизной берегов от 10-15° до 35°. Балки впадают в речные долины. Площадь водосбора балок – от 250га до нескольких тысяч гектаров.

Долина реки отличается от балки наличием постоянного водотока и связанных с ним форм рельефа (террас, пойм и др.).

Склоны занимают преобладающую часть водосборов и играют определяющую роль в развитии поверхностной эрозии. Интенсивность эрозии нарастает с увеличением крутизны и длины склонов. Обычно слабосмытые почвы формируются на склонах крутизной от 1-1,5° до 2-3°; среднесмытые – 3-5°; сильносмытые – более 5°. Эрозия сильнее проявляется на выпуклых склонах, по сравнению с прямыми и вогнутыми.

Экспозиция склона влияет на увлажненность, накопление снега и интенсивность снеготаяния, а через эти факторы – на интенсивность смыва. Как правило, на склонах южной и западной экспозиций интенсивность смыва выше, чем на северных и восточных склонах.

Форма водосбора влияет на концентрацию склонового стока, а значит на величину эрозии. Собирающие водосборы наиболее опасны по сравнению с нейтральными и рассеивающими, интенсивность овражной эрозии на растает с увеличением глубины местных базисов эрозии горизонтальных поверхностей, на уровне которых эрозия прекращается. Для оврага, например, базисом эрозии может быть дно балки или пойма реки.

Свойства почв и почвообразующих пород влияют на формирование стока, поскольку от них зависит водопроницаемость и впитывание дождевой и талой воды. Поверхностный сток проявляется только в том случае, если интенсивность дождя превышает интенсивность впитывания и фильтрации. Водопроницаемость почв зависит от структурного состояния, гранулометрического состава и влажности. Песчаные почвы, почвы с хорошей водопроходной структурой и сухие лучше впитывают влагу, чем глинистые, бесструктурные и влажные. В условиях сформировавшегося поверхностного стока степень проявления эрозии зависит от способности почв противостоять смыву.

Противоэрозионная стойкость почв и почвообразующих пород характеризуется способностью почв противостоять разрушающему действию дождевых капель и поверхностного стока. Она зависит от степени водопроходности структурных агрегатов почвы, количества водопроходных агрегатов, сцепления агрегатов друг с другом. Водопроходность агрегатов определяется составом коллоидов и физико-химическими свойствами почв, в том числе содержанием гумуса, обменных форм кальция, реакцией среды и др.

Растительный покров выполняет почвозащитную роль: растения принимают на себя удары дождевых капель; корни растений скрепляют почвенные частицы, что противодействует смыву и размыву, растительность замедляет поверхностный сток и усиливает впитывание воды, задерживает смываемые частицы почвы; способствует накоплению снега, ослабляет промерзание почвы, что приводит к лучшему впитыванию влаги весной.

Эффективность растений в первую очередь зависит от степени проективного покрытия и мочковатости корневых систем. В соответствии с этим пропашные культуры почти не снижают проявление эрозии. Зернобобовые снижают ее, примерно, в 1,2 раза; зерновые – в 1,3; бобовые – в 1,7; злаково-бобовая смесь – в 2,2; луговые травы – в 3 раза.

Экспозиция склона влияет на увлажненность, накопление снега и интенсивность снеготаяния, а через эти факторы – на интенсивность смыва. Как правило, на склонах южной и западной экспозиций интенсивность смыва выше, чем на северных и восточных склонах.

Форма водосбора влияет на концентрацию склонового стока, а значит на величину эрозии. Собирающие водосборы наиболее опасны по сравнению с нейтральными и рассеивающими.

Интенсивность овражной эрозии нарастает с увеличением глубины местных базисов эрозии – горизонтальных поверхностей, на уровне которых эрозия прекращается. Для оврага, например, базисом эрозии может быть дно балки или пойма реки.

Чаще всего водная эрозия возникает на рельефной местности со склонами, с которых верхний плодородный слой почвы может смываться талыми или ливневыми водами, из-за чего на поверхности земли постепенно образуются вымоины и овраги.

Существует два основных типа водного потока: поверхностный, который вымывает лишь верхний содержащий природный гумус слой; линейный это поток, который помимо верхнего слоя разрушает и нижние, подстилающие породы, поэтому восстанавливать природное плодородие почвы после линейного потока очень непросто и обходится весьма дорого.

Кроме того проявлению эрозии способствует проведение ежегодной глубокой вспашки и традиционное выращивание монокультур, а также применение тяжелой сельскохозяйственной техники, которая разрушает целостную структуру почвы.

Эрозия оказывает существенное негативное влияние на состояние почвенного покрова, а во многих случаях разрушает его полностью. Падает биологическая продуктивность растений, снижаются урожаи и качество зерновых культур и др.

Среди различных форм проявления водной эрозии значительный вред окружающей природной среде и в первую очередь почвам приносит овражная эрозия. Экологический ущерб от оврагов огромен. Овраги уничтожают ценные сельскохозяйственные земли, способствуют интенсивному смыву почвенного покрова, заиливают малые реки и водохранилища, создают густо расчлененный рельеф.

Плодородие почв снижается по мере увеличения степени смыва. На сильносмываемых землях потери могут достигать 80%, на среднесмываемых – 40- 60%, на слабосмываемых – 10-20%. Это связано с потерей гумуса и элементов питания, снижением биологической активности, ухудшением структуры и других свойств почв.

Эрозия почв также приводит к проявлению ряда других негативных последствий, оказывающих отрицательное влияние на различные компоненты окружающей среды, особенно на водные. В результате эрозионных процессов со стоком (талой или ирригационной воды) вымываются семена, вместе со сносимой почвой (мелкоземом) в пруды, реки, водохранилища попадают вносимые в почву удобрения, гербициды, пестициды и другие химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве. Все это приводит к экологической нагрузке на водный объект и его обитателей. Нередко после снеготаяния на водном объекте снижается качество воды, происходит его заиление и эвтрофикация, возможна гибель рыбы.

При изучении водно-эрозионных процессов недостаточно внимания уделяется заилению прудов и водохранилищ. Между тем искусственные водоемы являются замыкающим звеном эрозионно-русловой системы, поэтому их проектирование и эксплуатация зависят от сложных природно-антропогенных процессов, происходящих на их водосборах, в первую очередь водно-эрозионных. Поэтому, изучая интенсивность заиления прудов и водохранилищ, необходимо учитывать интенсивность эрозионных процессов на пашне и характер доставки наносов по гидрографической сети.

В этой связи изучение механизмов водной эрозии, зависимости стока талых вод от метеоусловий на разных угодьях, характер заиления прудов являются весьма актуальными.

По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии», сельскохозяйственные земли, подверженные водной эрозии и дефляции, в разрезе административных областей распределяются крайне неравномерно. Наибольшие площади земель, подверженных водной эрозии, расположены в Витебской, Минской и Могилевской областях (соответственно 112,0 тыс.га, 103,6 тыс.га и 87,1 тыс.га), на долю которых приходится более 74% всех эродированных сельскохозяйственных земель. В Гродненской и Брестской областях площади таких земель составляют соответственно 63, 6 и 31,3 тыс.га. Минимальная площадь земель, подверженных водной эрозии приходится на Гомельскую область – 10,9 тыс.га. Удельный вес земель, подверженных водной эрозии, в общей площади сельскохозяйственных земель административных областей составляет : в Витебской области–7,1%, в Могилевской, Минской и Гродненской – соответственно 6,2%, 5,5 и 5,0 %. В Брестской и Гомельской областях данный показатель минимальный –2,2 и 0,8 %.

В работе Черныш А.Ф. и Дубовик А.Э. были отмечены закономерности развития водно-эрозионных процессов для различных зон Республики Беларусь. Так для Центральной и Северной почвенно-эрозионных зон они обусловлены природными условиями и негативным антропогенным воздействием. Формирование эрозии в Центральной ПЭЗ определяется в первую очередь характером почвообразующих пород и уровнем хозяйственной освоенности, затем рельефом и в последнюю очередь климатом. В Северной зоне основная роль принадлежит климату и рельефу территории, не столь значительно способствует развитию эрозии характер почвообразующих пород.

В настоящее время на территории Беларуси эксплуатируется около 300 месторождений минерального сырья и большое количество торфяных месторождений. В результате их разработки разрушается или, в лучшем случае, загрязняется почвенный покров, изменяется режим и состав поверхностных и грунтовых вод, полностью или частично уничтожается растительный покров, животные и микробные сообщества, претерпевают изменение экосистемы в целом. Наиболее значительные площади исходных ландшафтов подверглись коренной трансформации в Солигорском промышленном районе, в связи с проведением крупномасштабных работ по добыче калийной соли. Проведенные работы по картографированию почв на территории Солигорского района показывают, что под влиянием антропогенных факторов, усиливающихся с каждым годом, почвы и почвенный покров подвергаются существенным преобразованиям. При непосредственном техногенном воздействии на почвенный покров в первую очередь происходит трансформирование или уничтожение гумусовых или органомных горизонтов. В следствие этого значительно увеличивается неоднородность почвенного покрова, усложняется его структура, что приводит к снижению производственной способности пахотных земель. Изменение вещественного состава нарушенных почв происходит значительно быстрее, по сравнению с естественными аналогами. После техногенных нарушений образование гумусового горизонта мощностью от 2 до 5 см происходит в среднем за 10–15 лет %.

## **2. Агроэкологическое обоснование систем удобрения в условиях эрозионного ландшафта**

Важное противозерозионное значение удобрений. Они способствуют ускоренному и более дружному появлению всходов высеваемых культур, защищающих почву от выдувания и водной эрозии.

Удобрения улучшают развитие надземной вегетативной массы растений. Густота посевов на удобренных эродированных полях бывает, как правило, выше, чем на неудобренных. Под влиянием удобрений лучше развивается корневая система растений, связывающая почву. Хорошо развитая надземная масса и корни являются надежным средством защиты почвы от выдувания и смыва. Корневые и пожнивные остатки после уборки урожая пополняют запасы органического вещества в почве и тем самым восстанавливают ее потенциальное плодородие.

Известно также положительное влияние удобрений на водно-физические свойства почвы. Навоз, например, повышает связность, ветро- и водоустойчивость, общую влагоемкость и водоудерживающую способность почвы. Удобренная навозом почва лучше использует атмосферные осадки, меньше подвергается ветровой и водной эрозии. Положительное влияние на водоудерживающую способность почвы оказывают азотно-калийные и азотно-фосфорно-калийные минеральные удобрения. Применение удобрений способствует более экономному расходованию растениями почвенной влаги.

Большое значение применения минеральных и органических удобрений на эродированных почвах связано не только с необходимостью восстановления их плодородия, повышения урожаев и качества продукции, но еще и с тем, что по мере интенсификации земледелия, введения в севооборот более продуктивных культур и сортов в несколько раз возрастает вынос питательных веществ из почвы.

Учитывая различное состояние и потребность почв в удобрениях, необходимо по каждой агрохимической зоне иметь свою систему удобрений. Особенно большой пестротой по плодородию характеризуются смытые почвы склонов. Поэтому для них на основании агротехнического обследования и составленных картограмм разрабатываются дифференцированные системы удобрений.

Исследованиями и практикой установлена высокая эффективность применения навоза на эродированных (склоновых и дефлированных) почвах, особенно в районах, где выпадает 400-600 мм осадков в год. В данном случае навоз выступает в двойной роли: в качестве эффективного восстановления плодородия и средства повышения противозерозионной устойчивости почв. Очень важно применять навоз на полях, вышедших из – под интенсивных пропашных культур (кукуруза, картофель, свекла), оставляющих после себя почву, обедненную питательными веществами, сильно распыленную и лишенную растительного покрова. Если в такую почву не внести 20-30 т навоза, то она легко может стать достоянием ветра и воды. Таким образом, навоз – мощное средство восстановления и устойчивости почв к разрушению машинами, ветром и водой.

Применение удобрений на полях, где не ведется борьба с эрозией, позволяет лишь задержать падение урожаев сельскохозяйственных культур. Если процессы эрозии продолжают развиваться, то происходит дальнейшее ухудшение физических свойств почвы и удобрения не могут дать высоких результатов. Кроме того, при отсутствии борьбы с эрозией часть внесенных удобрений вместе с почвой нередко смывается в пониженные элементы рельефа и бесполезно теряется, загрязняя водные источники.

Поэтому для повышения эффективности удобрений на эродированных землях их следует использовать в сочетании с мероприятиями по защите почв от эрозии, в частности с приемами противозерозионной обработки почв.

Так, внесение минеральных удобрений на среднесмытых почвах резко повышает урожай по всем видам обработки зяби. При этом наиболее действенно азотное удобрение.

В эрозионных ландшафтах требуется весьма гибкая система удобрений, учитывающая разнообразие элементов рельефа и их морфологических характеристик, степень смытости и выдувания почвы, сток и скорость ветра с тем, чтобы не допускать потери питательных веществ сверх экологически допустимых норм.

Наряду с ландшафтным подходом к применению удобрений надо учитывать системный эффект их взаимодействия с элементами систем земледелия – севооборотом, обработкой почвы, сроками и способами посева, нормами высева семян и т.д. При таком подходе к экологизации земледелия оптимизация применения удобрений позволит существенно повысить продуктивность земледелия и предотвратить негативное воздействие удобрений на природную среду.

С увеличением степени смытости почвы урожайность полевых культур снижается на 10-60 % и более, но реакция их на эродированность почв неодинакова. По данным С.И. Федорова на слабоэродированных почвах урожай яровой пшеницы снижается на 20, среднеэродированных – на 36-40, на сильноэродированных – до 63 % по сравнению с неэродированными. Наличие эродированных почв одна из основных причин неполного использования биоклиматических ресурсов районов.

При внесении более высоких доз органических и минеральных удобрений по соответствующей программе и достаточной влагообеспеченности (с применением моделирования) можно получить и более высокие урожаи зерновых и других культур.

Многие исследователи отмечают высокую эффективность минеральных удобрений на эродированных почвах. Прибавка урожая на смытых почвах, как правило, превышает прибавку по сравнению с несмытой.

Эродированные почвы бедны микроэлементами, поэтому использование на них цинка, молибдена, бора, кобальта и других эффективно.

Большое значение в повышении плодородия эродированных почв и защиты от эрозии имеет возделывание культур на зеленое удобрение (сидерация). Для этих целей в разных зонах нашей страны используют различные культуры: люпин, люцерну клевер, кормовые бобы, горчицу белую, сурепицу, рапс, вику, сераделлу и др. Возделывание сидеральных культур на склоновых землях в виде промежуточных, поукосных, пожнивных или парозанимающих посевов имеет большое противоэрозионное значение. При запашке зеленой массы на удобрение повышается водопроницаемость и влагоемкость, усиливаются процессы микробиологической деятельности, улучшаются агрофизические свойства, в результате эрозионные процессы приостанавливаются, повышается плодородие почвы.

### **3. Влияние удобрений на продуктивность почвозащитных севооборотов и плодородие почвы**

Почвозащитный севооборот – это специальный севооборот, в котором состав, чередование, размещение и агротехника возделывания сельскохозяйственных культур обеспечивает защиту почвы от эрозии. Эти севообороты:

- размещаются на землях, подверженных водной эрозии и дефляции в средней и сильной степени (склоны крутизной 3–5° и более, песчано-супесчаные почвы, особенно на ветроударных склонах);

- насыщаются почвозащитными культурами (многолетними травами, озимыми и яровым и сплошного сева), ограничиваются или исключаются полностью чистые пары и пропашные культуры

Возделываются культуры, в меньшей степени снижающие урожайность на эродированных землях.

В почвозащитных севооборотах, которые вводятся на склонах, где имеется опасность проявления или проявляются процессы водной эрозии, поля нарезаются длинной стороной поперек склона. В них представлены преимущественно травопольные виды севооборотов. Подбор оптимальной структуры посевных площадей в севооборотах при выборе для возделывания пропашных культур, многолетних трав, культур сплошного сева или других густопокровных однолетних культур, отличающихся по своей биологии и технологии возделывания, производится с учетом их почвозащитной роли, условий работы сельскохозяйственной техники.

Большое значение для улучшения физических и водных свойств почв и повышения их противозерозионной устойчивости на склонах, на смытых почвах имеет посев многолетних трав. Они улучшают структурное состояние почвы, увеличивают количество водпрочных агрегатов, в результате чего повышаются водопроницаемость и влагоемкость почвы, способствующие уменьшению стока осадков и улучшению водного режима почв, а, следовательно, возрастает и противозерозионная устойчивость почв.

Низкое плодородие смытых почв во многом обусловлено малым содержанием в них азота. Поэтому большая роль в повышении плодородия таких почв принадлежит бобовым культурам, ассимиляции азота воздуха. В связи с этим почвозащитные севообороты насыщают многолетними и однолетними бобовыми травами, зернобобовыми культурами.

На смытых почвах по сравнению с несмытыми снижается урожайность всех культур. Однако у разных культур такое снижение неодинаково. Поэтому в севообороты, размещаемые на склонах на смытых почвах, подбираются такие культуры, которые меньше других реагируют на смытость почв. В разных природных зонах в зависимости от местных климатических условий, от типа почв и степени их смытости выявляются наиболее высокоурожайные для этих условий виды и сорта культур.

На смытых почвах снижается всхожесть семян, хуже развивается корневая система растений, уменьшается кустистость и площадь листовой поверхности. Все это приводит к уменьшению проективного покрытия поверхности почвы надземной массой растений, накоплению в почве органического вещества и вследствие этого к снижению противозерозионной устойчивости почв. Количество твердого стока с поверхности почвы зависит от того, в каком состоянии находится поле, какими культурами оно занято.

Многолетние травы при хорошем травостое покрывают поверхность почвы в течение всего года, однако, степень покрытия после укосов и ранней весной невысокая. Озимые зерновые культуры защищают своим покровом почву в течение 9,5–10 месяцев. Яровые зерновые колосовые культуры сплошь покрывают поверхность почвы в течение трех месяцев, а пропашные, в зависимости от культуры, – до 4 месяцев. После снятия урожая озимых и яровых культур почву можно защитить покровом культур, высеваемых после их уборки.

Для выяснения почвозащитной роли той или иной культуры в конкретных почвенно-климатических условиях целесообразно строить совмещенные календарные графики динамики выпадения эрозионноопасных осадков и изменения проективного покрытия возделываемых культур. На основе анализа можно подобрать такие культуры и их совместные посевы, такие сроки посева, чтобы почвы в течение всего времени были защищены от эрозии. В зависимости от уклона полей М.Н. Заславский предлагает включать в состав севооборотов различные группы культур. На землях с уклоном до 3° допускается максимальное насыщение севооборотов пропашными культурами, с уклоном 3–5° – максимальное насыщение севооборотов культурами сплошного сева и с уклоном более 5° – максимальное насыщение многолетними травами.

Один из важных приемов повышения противозерозионной роли севооборотов – полосное возделывание культур, когда по склону чередуются полосы многолетних трав с однолетними культурами или однолетние культуры сплошного сева с пропашными. Состав и порядок смены культур в севооборотах при полосном размещении культур должны обеспечивать чередование полос с различной почвозащитной характеристикой возделываемых культур. При этом учитываются сроки сева сельскохозяйственных культур, динамика проективного покрытия почвы растениями, нарастание зеленой массы, развитие корневой системы, время уборки культур, характер и динамика выпадения осадков. На склонах в этом случае проводится контурная обработка почв, перпендикулярная склоновому стоку, что резко уменьшает сток воды и смыв почвы. Полосное возделывание многолетних трав и озимых культур способствует задержанию на склонах снега, предотвращает его сдувание в балки и овраги. На склонах повышенной крутизны при односторонней вспашке полос происходит постепенное формирование напашных террас с валиком, которые

также уменьшают эрозионные процессы. Чем круче склоны и чем уже полосы, тем быстрее происходит формирование напашных террас.

Полосное размещение культур и паров в почвозащитных севооборотах производится и в хозяйствах, расположенных в районах проявления дефляции, ветровой эрозии. Поля с полосами посевов и чистого пара размещают длинными сторонами поперек направления господствующих ветров. На легких по гранулометрическому составу почвах полосы меньше, чем на тяжелых, их ширина 50 м (или меньше) и длина 100–150 м. Защитные полосы из люцерны и других растений, образующих плотный растительный покров, предохраняют соседние полосы от выдувания. Полоса многолетних трав шириной 25 м снижает скорость приземного ветра в 3 раза и оказывает влияние на изменение ветрового режима на расстоянии 80 м и больше.

Важной задачей современной агрономической науки является поиск путей воспроизводства плодородия почвы на основе адаптации эколого-щадящих ресурсосберегающих элементов технологии производства растениеводческой продукции. Главными направлениями решения этой задачи являются дальнейшее совершенствование системы ресурсосберегающей почвозащитной обработки, оставление на полях части растительных остатков, в том числе соломы зерновых колосовых, для включения их в круговорот органических веществ почвы, посев промежуточных культур на зелёное удобрение (сидераты), частичный или полный отказ от химического контроля сорняков в посевах, экологически обоснованное сочетание перечисленных выше мероприятий с применением удобрений.

#### **4. Определение потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях на почвах склонов**

Система удобрения должна обеспечивать выполнение следующих задач:

1. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества растениеводческой продукции;
2. Сохранение и повышение плодородия почв;
3. Повышение эффективности использования удобрений;
4. Предотвращение загрязнения окружающей среды остатками агрохимикатов (удобрений).

Определение оптимальных доз минеральных и органических удобрений под сельскохозяйственные культуры является ключевым вопросом системы удобрения. Дозы удобрений на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур могут быть определены экспериментально, путем проведения полевых опытов с удобрениями или балансовыми расчетными методами с использованием данных о затратах элементов питания на создание урожая и коэффициентов использования питательных веществ растениями из почвы и удобрений, установленных в проведенных ранее полевых опытах.

Определение доз удобрений по результатам полевых опытов дает наиболее достоверные результаты, однако из-за большой трудоемкости, высоких материальных затрат на их проведение и территориальной ограниченности использования полученных результатов, широкое распространение получили расчетные методы определения доз удобрений.

Расчетные методы определения доз удобрений не могут быть более достоверными, чем результаты полевых опытов с удобрениями, поскольку для балансовых расчетов используются данные, полученные на основании полевых и производственных опытов. Поиск методов расчета оптимальных доз удобрений, объективно отражающих потребности растений в элементах питания способствовал появлению многочисленных (более 70) малоразличимых модификаций балансовых методов расчета, отличающихся лишь включением отдельных поправочных коэффициентов на агрохимические, агрофизические и биологические свойства почвы или биологические особенности культур.

В тоже время, при разработке системы удобрения определить действительно самые оптимальные дозы удобрений под различные сельскохозяйственные культуры на ротацию

севооборота не представляется возможным в принципе, поскольку все, используемые для расчета величины (параметры): затраты элементов питания на единицу урожая, коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений значительно варьируют. В этой связи, программировать продуктивность посевов сельскохозяйственных культур в реальных полевых условиях невозможно. Программирование урожаев предполагает регулирование всех факторов жизни растений, что нельзя осуществить в полевых условиях. В агрохимическом аспекте оптимизацию доз удобрений или элементов питания следует рассматривать, как процесс приближения к физиологически необходимому количеству и соотношению питательных веществ в растениях, которое, как известно, меняется в течение вегетации и не может быть достигнуто.

Таким образом, поскольку при расчете доз удобрений используются данные, которые подвержены значительным колебаниям от внешних и внутри почвенных факторов (доступность растениям элементов питания из почвы, вынос их урожаем, размер использования питательных веществ из удобрений и т.д.), то говорить об оптимальных дозах удобрений можно лишь со значительной долей условности.

Применение интенсивных технологий возделывания, удобрений и ядохимикатов в склоновом земледелии также имеет особенности. В этих условиях из-за усложнения конфигурации полей снижается производительность техники, больше расходуется горюче-смазочных материалов.

Различия в уровне затрат и урожайности сельскохозяйственных культур на смытых землях ведут к тому, что эффективность производства на склонах разной величины будет не одинаковой. Кроме того, с ростом крутизны склона возрастают затраты на строительство

противоэрозионных комплексов, использование почвозащитных систем земледелия. В этой связи при оценке эффективности интенсификации растениеводства необходима дифференциация издержек и результатов производства в зависимости от величины склона и условий предприятия с выделением дополнительных затрат на почвозащитные мероприятия.

При интенсификации сельского хозяйства особенно важно сохранять необходимое соотношение между увеличением продуктивности посевов и состоянием плодородия. Сейчас этому вопросу практически не уделяется внимания.

В исследованиях Дериглазовой Г.М. по возделыванию ярового ячменя на склонах с различной экспозицией говорится о том, что на склонах и водораздельном плато нарастание высоты и массы растений происходило неодинаково. На водоразделе и склоне южной ориентации к фазе колошения растения достигли своей максимальной массы и высоты. На склоне теневой экспозиции высота и масса растений на контроле продолжала увеличиваться вплоть до уборки культуры. Это можно объяснить утверждением Бадаляна Е.Н. и др. (1997) о том, что на склоне солнечной ориентации быстрее теряется накопленная в почве влага, и этот склон отличается худшими агрономическими свойствами. На удобренных вариантах северного и южного склона растения ячменя развивались лучше, чем в варианте без удобрений, а на водоразделе заметной разницы не наблюдалось. Также автор отмечает, что по степени влияния оказываемого на урожайность данной культуры удобрения и месторасположение на рельефе занимают 2 и третье места соответственно. Важность этих двух факторов подчеркивается и Карауловой Л.Н. в исследованиях озимой пшеницы.

Существенные различия в режиме элементов питания и, следовательно, в потребности и эффективности удобрений проявляются на разных элементах рельефа, особенно на склоновых землях. В результате снижения эффективности удобрений потребность культур в минеральных удобрениях возрастает с увеличением степени смытости и эродированности почв. Так, на землях первой категории с преобладанием неэродированных почв применяются дозы удобрений по планам, рассчитанным на ЭВМ. На землях второй категории с преобладанием слабозеродированных почв дозы азотных удобрений увеличивают

на 0-20%, на землях третьей категории с преобладанием среднеэродированных почв – на 30-50%, на землях четвертой категории с преобладанием сильноэродированных почв – на 50- 100%. Дозы фосфорных и калийных удобрений на слабоэродированных почвах увеличивают на 20-30%, на средне- и сильноэродированных почвах – на 30-60%.

Применение азотных удобрений – решающий фактор при переходе на минимальную, плоскорезную и безотвальную обработки почвы, входящие в систему противозерозийных мероприятий на склоновых землях. В целом, в сложных эрозийных ландшафтах требуется гибкая дифференцированная система удобрения, учитывающая разнообразие элементов рельефа, чтобы не допустить смыва питательных веществ и обеспечить эффективное и экологически безопасное использование удобрений.

Изучение эффективности азотных удобрений на эродированных почвах является актуальным, поскольку отрицательное влияние эрозии наиболее сильно проявляется на содержании гумуса и азота. Так, по обобщенным данным на почвах, подверженных водной эрозии среднегодовые потери азота в результате эрозии составляют 8–10 кг/га, а в отдельные годы достигают 35–40 кг/га.

Существующие в настоящее время рекомендации по применению азотных удобрений на эродированных почвах базируются на том, что для получения близкой по величине или одинаковой урожайности с неэродированными почвами, требуется вносить большее количество удобрений. Для расчета дополнительных доз азота и других элементов питания на смытых почвах в нашей республике и странах СНГ разработаны специальные формулы, согласно которых с повышением степени эродированности почвы соответственно увеличивается и доза удобрений. Данные положения вступают в противоречие с усилением потерь азота удобрений в результате смыва.

Одним из факторов, ограничивающих рост и урожайность сельскохозяйственных культур, является избыточное уплотнение почвы. Уплотнение почвы происходит под влиянием воздействия естественных факторов: дождя (особенно при отсутствии покрова) и сил гравитации. Однако основной причиной уплотнения почвы является механическое воздействие ходовой системы тракторов, комбайнов, почвообрабатывающих машин, машин для внесения в почву органических и минеральных удобрений, известковых материалов и др. Отрицательные последствия уплотнения почвы разнообразны: ухудшаются водно-воздушный режим почвы и условия минерального питания растений, снижается урожайность культур, усиливаются эрозия почвы, засоренность посевов, их зараженность болезнетворными бактериями и повреждаемость вредителями, снижается эффективность удобрений, возрастают затраты материальных ресурсов на обработку почвы. Уплотнение почвы отрицательно влияет на усвоение растениями всех элементов питания: азота, фосфора, калия, магния, бора, железа, серы, меди и др. Основными причинами снижения урожайности сельскохозяйственных культур при уплотнении почвы являются ухудшение условий для формирования мощной корневой системы и активной ее деятельности, нарушение водно-воздушного режима. По данным исследований, проведенных в Германии, уплотнение почвы вызывало снижение урожайности сельскохозяйственных культур на 11-26%, в том числе озимой пшеницы в среднем на 12%, озимого ячменя – на 26%, картофеля – на 21-26%, яровой пшеницы – на 32%, ярового ячменя – на 11-17% и овса – на 11-13%. По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии», фактическая плотность почвы пахотного горизонта на суглинистых почвах превышает оптимальные значения на 0,18-0,20 г/см<sup>3</sup>. При увеличении плотности почвы сверх оптимальной на 0,15 г/см<sup>3</sup>, урожайность зерновых культур снижается на 3,1-5,6 ц/га, кормовой свеклы – на 85-249 ц/га в зависимости от погодных условий. Сорты и гибриды интенсивного типа, как правило, значительно требовательнее не только к общему уровню минерального питания, но и к мощности корнеобитаемого слоя, агрохимическим свойствам почвы и к уплотнению. Для обеспечения высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур и повышения окупаемости удобрений важно не допускать чрезмерного уплотнения почвы.

При разработке технологий применения минеральных удобрений в эрозионных агроландшафтах следует принимать во внимание их геоморфологические особенности. В агроландшафтах с короткими склонами и преобладанием плакорной части над склоновой частью наиболее целесообразно вносить минеральные удобрения в средней рекомендуемой дозе под культуру без учета элементов рельефа или степени эродированности почвы. В ландшафтных массивах с длинными и средними по длине склонами, равном соотношении плакорной и склоновой частей, а также при преобладании склоновой части над плакорной более эффективно применение дифференцированных по степени смытости почв доз азотных удобрений, а применение фосфорных и калийных удобрений в дозах, рассчитанных на положительный баланс этих макроэлементов в зависимости от обеспеченности ими почв разной степени эродированности.

