

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМИ СТОКАМИ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ

В. В. Копытовский, старший преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
г. Горки, Беларусь

Ключевые слова: орошение, бессточный дренаж, дерново-подзолистые почвы.

Введение

Любой вид хозяйственной деятельности так или иначе предполагает взаимодействие человека с окружающей средой. Среди ведущих условий, определяющих качество данной среды, выступает экологическое состояние почвы, которое в последнее время в силу проявления и усиления техногенных процессов становится все более уязвимым. В первую очередь на почву влияют технологии сельскохозяйственного производства.

Установлено, что удобрительные поливы животноводческими стоками оказывают влияние на почву. При их применении важно предвидеть изменения и, в случае необходимости, предотвратить отрицательные последствия. Поэтому приоритетной задачей этой технологии должно быть не столько увеличение урожайности сельскохозяйственных растений, сколько сохранение приемлемой экологической среды, жизненного пространства для будущих поколений.

Плодородие и урожай сельскохозяйственных культур во многом зависят от агрофизических и водно-физических свойств почвы, которые определяют содержание в ней воды и воздуха. Качественные показатели почв зависят от минералогического состава, плотности твердой фазы, плотности сложения и пористости почвы [1,2,3,4,5,6,7,8].

Методика эксперимента

Основной целью исследований явилось изучение влияния на почву бессточного дренажа и агромелиоративных мероприятий при орошении стоками свиноводческого комплекса.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 — без орошения стоками и агромелиоративных мероприятий (абсолютный контроль); 2 — орошение стоками без агромелиоративных мероприятий (контроль); 3 — орошение стоками + бессточный дренаж; 4 — орошение стоками + бессточный дренаж в сочетании с почвоуглублением на 30 см; 5 — орошение стоками + бессточный дренаж в сочетании с рыхлением на глубину 60 см; 6 — орошение стоками + бессточный дренаж в сочетании с внесением соломы в почву в коли-

честве 4 т/га; 7 — орошение стоками + бессточный дренаж в сочетании с почвоуглублением и внесением соломы в почву 4 т/га; 8 — орошение стоками + бессточный дренаж в сочетании с рыхлением на глубину 60 см и внесением соломы в почву 4 т/га.

В вариантах опытов 3—8 бессточные дрены представляли собой траншеи глубиной 0,8 м. На дно траншей укладывали слой соломы или растительных остатков слоем 15—20 см. После этого траншеи засыпали вынутым грунтом. Расстояние между соседними бессточными дренами составляло 10 м. Выполнялись они поперек ранее уложенного керамического дренажа. Для повышения эффективности перевода поверхностного стока во внутрпочвенный через 5 м по длине бессточной дрены устраивали фильтрационные окна, используя для этой цели пожнивные остатки. Уклон дрен копировал уклон поверхности и составлял в среднем 0,002.

Результаты исследований

Исследования, проведенные на специализированной оросительной системе «СГЦ Заднепровский» Оршанского района, показали, что внесение животноводческих стоков не оказывало заметного влияния на изменение гранулометрического состава дерново-подзолистых почв. Как в контроле без внесения стоков, так и при орошении по почвенным слоям, содержание частиц определенного размера оставалось практически одинаковым. Прослеживалась тенденция незначительного снижения содержания илистых фракций в верхнем слое почвы (0—20 см) и перемещения их в подпахотные слои (20—60 см).

Однако орошение животноводческими стоками свинокомплекса, практически не влияя на гранулометрический состав, изменяло структурно-агрегатный состав почвы, который оказывает непосредственное влияние на ее водно-воздушный и питательный режимы. Наличие большого количества илистой и коллоидной фракций в минеральной части почвы вместе с органическим веществом способствуют образованию водопрочных макро- и микроагрегатов. Причем в формировании макроструктуры почвы важную роль играет процесс образования прочных, не размываемых водой отдельностей.

Данные, полученные в ходе опытов, показали, что использование сточных вод свинокомплексов для удобрительного орошения способствовало оструктуриванию пахотного слоя почвы. Так, при сухом просеивании содержание агрономически ценных агрегатов в пахотном слое почвы (0—20 см) в контроле составляло 72,9 %, а при внесении стоков на фоне бессточного дренажа их количество увеличилось до 76,8 %.

Проведение рыхления на глубину 60 см при орошении животноводческими стоками (вариант 5) способствовало увеличению содержания агрономически ценных агрегатов до 77,3 %. Наибольшее их содержание отмечалось на фоне бессточного дренажа, глубокого рыхления, внесения в почву соломы (вариант 8). Здесь содержание доходило до 82,4 %, и было больше, чем на контроле (вариант 1) на 9,5 %. Эти данные свидетельствуют о том, что наиболее оструктуренной была почва в варианте 8 — с бессточным дренажем, рыхлением и внесением в почву соломы.

В целом, полученные данные указывают на улучшение агрегатного состава почвы при орошении стоками свиноводческого комплекса, и особенно на фоне бессточного дренажа в сочетании с глубоким рыхлением. Солома, спустя три года после ее внесения в почву в количестве 4,0 т/га на фоне бессточного дренажа и глубокого рыхления, обеспечивала улучшение агрегатного состава в наибольшей степени.

Большое значение для агрономической характеристики почвы имеет водопрочность ее структуры, т.е. образование прочных, неразмываемых в воде отдельностей. Полученные нами опытные данные указывают на то, что одновременно с увеличением количества агрономически ценных агрегатов при внесении в почву свиноводческих стоков увеличился процент водопрочных агрегатов (более 0,25 мм), особенно на фоне агрономелиоративных приемов, а также при внесении в почву соломы. Так, в контроле содержание водопрочных агрегатов более 0,25 мм в верхнем пахотном слое 0—20 составляло 27,4 %, а при внесении ежегодной нормой по азоту 280 кг/га на фоне бессточного дренажа (вариант 3) это увеличение составило 31,4 %. Проведение рыхления на глубину 60 см на фоне бессточного дренажа обеспечило повышение содержания водопрочных агрегатов до 32,6 %, а при дополнительном внесении соломы — до 37,2 %.

Следует отметить, что плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур во многом зависят от строения пахотного слоя, которое оказывает непосредственное влияние на соотношение воздуха и воды в почве. Плотность сложения и пористость почвы, в свою очередь, определяется минералогическим, гранулометрическим и структурно-агрегатным составом. Они весьма неустойчивы и могут существенно изменяться в зависимости от природных факторов и технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Для большинства растений оптимальная плотность находится в пределах 1,10—1,30 г/см³. При значениях, превышающих 1,4 г/см³, проникновение корней в почву затруднено, что отрицательно сказывается на продуктивности растений [7,8].

Орошение животноводческими стоками, содержащими органические вещества и минеральные примеси, оказывало влияние на плотность сложения почвы.

В начале исследований (1999 г.) плотность сложения активного слоя почвы изменялась в зависимости от особенностей воздействия агрономелиоративных мероприятий. В пахотном слое почвы (0—20 см), где сосредоточена основная масса корней, плотность сложения была наиболее благоприятной и изменялась в вариантах опыта от 1,22 до 1,28 г/см³. Наименьшие значения ее характерны для участков, где вносилась в почву солома. В слое почвы 0—40 см плотность сложения в вариантах с агрономелиоративными мероприятиями уменьшалась по сравнению с контролем на 0,06—0,09 г/см³, (4,4—6,6 %) и наименьшие ее значения зафиксированы в вариантах с агрономелиоративными мероприятиями и запахиванием соломы (вариант 8).

Разуплотнение почвы до 60 см достигнуто было только в вариантах 5 и 8, где проводилось рыхление. Здесь плотность сложения в слое почвы 0—60 см составила 1,29—

1,31 г/см³ и была ниже, чем в контрольном варианте на 0,10—0,12 г/см³ (7,1—8,5 %). В более глубоких почвенных горизонтах плотность сложения практически не отличалась от исходной.

Дождевание животноводческими стоками свинокомплекса приводило к уплотнению верхних почвенных слоев. В пахотном слое 0—20 см плотность сложения составила 1,32 г/см³ (вариант 2). При проведении агромелиоративных мероприятий (варианты 3—8) уплотнение было меньше.

Динамика плотности 20-сантиметрового слоя почвы по вариантам агромелиоративной обработки за весь период наблюдений позволило установить периодичность проведения конкретного мероприятия. Так, из анализа полученных данных видно, что работоспособность бессточного дренажа и почвоуглубления сохраняется в течение 3—4 лет, а в сочетании с рыхлением и запахиванием соломы — 4,5—5,0 лет. Наибольший эффект обеспечивает вариант бессточного дренажа в сочетании с рыхлением на глубину 60 см и запахиванием соломы. По полученным данным работоспособность такого варианта агро-мелиорации составляет более 5 лет.

Анализируя работу бессточного дренажа как самостоятельного мероприятия, необходимо отметить существенный его недостаток — неравномерность разуплотняющего действия по площади. При применении бессточного дренажа с расстоянием между траншеями 10 м наиболее разрыхленной является зона траншейной засыпки. При этом разрыхленная зона составляет 12 % от общей площади. В данной зоне в первый год исследований плотность сложения почвы уменьшается на 7,2 % в слое 0—40 см и на 7,8 % в слое 0—60 см. Спустя три года после строительства бессточного дренажа произошло уплотнение разрыхленной зоны, однако плотность сложения в метровом слое почвы оставалась меньше, чем в средней неразрыхленной части междреня. Этот же недостаток характерен и для полосового рыхления.

При применении рыхления разуплотнение почвы прослеживалось на глубину 60 см. Наибольшее разуплотнение отмечалось в зоне прохода стоек рыхлителя, а на середине между проходами оно было меньше.

Так, в первый год действия рыхления в слое почвы 0—60 см плотность сложения на середине между проходами рыхлителя и в зоне прохода рабочего органа составляла соответственно 1,34 г/см³ и 1,28 г/см³. На третий год последствия рыхления плотность сложения разрыхленного слоя заметно увеличилась, но оставалась меньше по сравнению с вариантами 1 и 2, на которых агро-мелиоративные мероприятия не проводились.

При почвоуглублении разуплотнение почвы наиболее активно проявлялось в разрыхленной зоне до глубины 40 см. Причем в местах прохода стойки почвоуглубителя отмечается большее снижение плотности сложения почвы по сравнению со средней частью. В целом почвоуглубление обеспечивало более равномерное разрыхление почвы по площади.

При внесении в почву животноводческих стоков наблюдается также изменение ее водных свойств. Важным показателем водных свойств почвы является наименьшая влагоемкость. По ее значению можно судить о запасах влаги в почве, которые она может удержать после выпадения осадков или увлажнительно-удобрительных поливов. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что изучаемые почвы могут удерживать достаточно большое количество продуктивной влаги, особенно на фоне агромелиоративных мероприятий в сочетании с соломой и, прежде всего, при проведении рыхления.

Ранее было указано, что с целью предотвращения загрязнения водных ресурсов специализированные оросительные системы оборудуются дренажно-сбросной сетью для перехвата загрязненного возвратного стока, который аккумулируется и повторно используется для орошения. На работоспособность закрытого дренажа оказывают влияние водо-физические свойства почвы, и в первую очередь — ее водоотдача, т. е. способность освобождаться от гравитационной воды. Исследованию водоотдачи почв для повышения эффективности осушительного действия закрытых систем посвящены работы многих ученых и, в частности, автора работы [9]. Водоотдача является важной характеристикой почвы и во многом определяется агрофизическими свойствами последней, поэтому были проведены специальные исследования в форме лабораторно-полевого опыта.

Опыт проводился методом насыщения и дренирования почвенных образцов, которые были отобраны на опытном поле. Отбирались образцы ненарушенной структуры высотой 0,4, 0,6 и 1,0 м. После этого они подвергались постепенному насыщению, а затем дренированию. Стекающая избыточная вода собиралась в емкости, а затем измерялся ее объем. После стекания избыточной воды отбирались пробы на влажность. Водоотдачу определяли по разности между пористостью и остаточным влагосодержанием. В процессе дренирования образцов фиксировалось время.

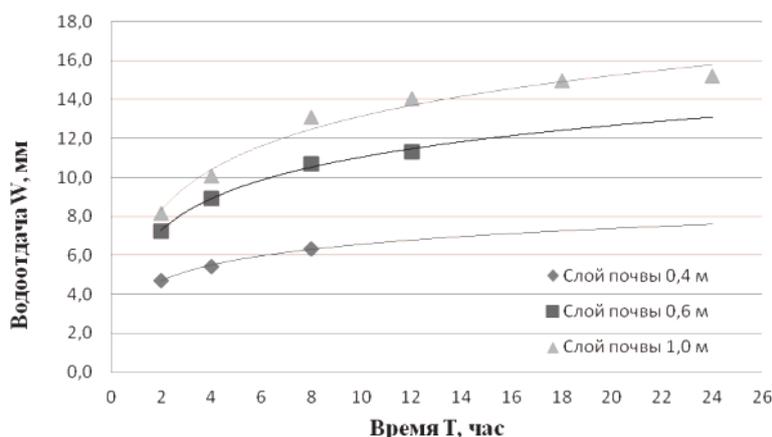


Рисунок 1 — Изменение водоотдачи дерново-подзолистой суглинистой почвы во времени

Процесс изменения суммарной водоотдачи во времени иллюстрирует рис. 1.

Из приведенных на рис. 1 данных видно, что водоотдача дерново-подзолистых суглинистых почв зависит от высоты монолита. Она особенно увеличивается в слое 1,0 м. В результате обработки опытных данных были получены эмпирические зависимости водоотдачи дерново-подзолистой суглинистой почвы от высоты образца, которые имеют вид

$$W = A \ln T + b,$$

где W — водоотдача почвогрунта, мм; T — время, час.; A и b — коэффициенты регрессии, значения которых зависят от высоты испытуемого образца и в наших опытах колебались: A от 1,17 до 3,0; b от 6,22 до 3,87. Коэффициенты детерминации уравнений R^2 составляли 0,98—0,99.

В ходе опытов было установлено, что водоотдача изменяется во времени. Наиболее интенсивна она идет первые 2—3 часа от начала опыта и практически полностью прекращается спустя 10—18 часов для монолитов мощностью 0,4—0,6 м, а в монолитах 1,0 м — через 36—48 часов.

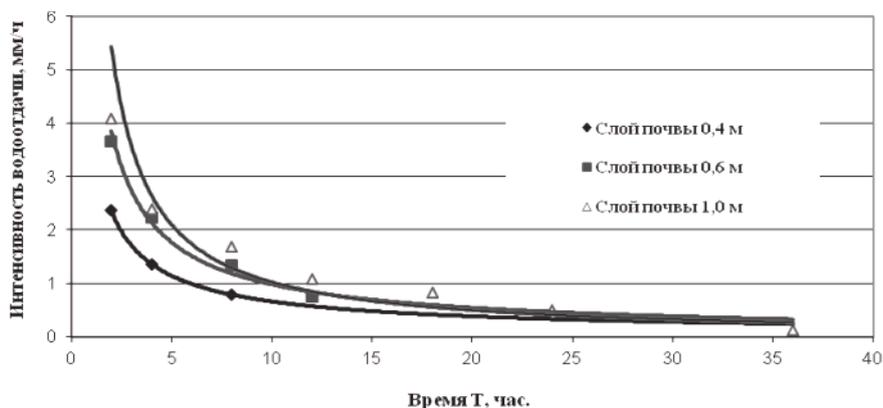


Рисунок 2 — Изменение интенсивности водоотдачи дерново-подзолистой суглинистой почвы во времени

На рис. 2 приведены данные по изменению интенсивности водоотдачи для образцов различной мощности слоя.

Из приведенных данных следует, что основная водоотдача произошла для образцов высотой 1,0 м за 36 часов, для образцов 0,6 м за 18 часов и для монолитов высотой 0,4 м за 8 часов.

Интенсивность водоотдачи во времени аппроксимируется функцией вида

$$W = \frac{A_1}{T^{b_1}},$$

где W — интенсивность водоотдачи почвогрунта, мм/час; T — время, час.; A_1 и b_1 — коэффициенты регрессии, значения которых зависят от высоты испытуемого образца и в наших опытах колебались: A_1 от 4,07 до 11,12; b_1 от 0,78 до 1,04. Коэффициенты детерминации уравнений R^2 составляли 0,87—0,98.

В процессе проведения опытов было также установлено, что интенсивность водоотдачи изменялась по вариантам опыта и по годам исследований, что наглядно показано на рис. 3.

Особенности изменения водоотдачи дерново-подзолистой суглинистой почвы по вариантам опыта в 2000—2002 гг. определялись мощностью слоя почвы.

Так для слоя 0,4 м наибольшая интенсивность водоотдачи отмечена в вариантах 5, 6 и 7. Наименьшей она была в контроле и варианте 2, где не было проведено агрономелиоративных мероприятий. В вариантах 5, 6 и 7 отмечено снижение интенсивности водоотдачи по годам. Так, в варианте 5 в 2000 году водоотдача составила 0,9 мм/ч, в 2001г. — 0,87 мм/ч, а в 2002 — 0,85 мм/ч. Аналогичные закономерности были установлены в вариантах 6 и 7. В контрольном варианте и варианте 2 без агрономелиоративных мероприятий интенсивность водоотдачи также снижалась. Снижение интенсивности водоотдачи по годам связано с изменениями, происходящими в пористости и плотности почвы, вызванными антропогенным воздействием на нее: уплотнением сельскохозяйственной техникой и проводимыми поливами сельскохозяйственных культур.

Результаты проведенных исследований показали, что при длительном орошении животноводческими стоками водоотдача дерново-подзолистой суглинистой почвы снижается на 15—20 %. Это отчасти дает объяснение низкой эффективности осушительного действия закрытого дренажа.

Выводы

По результатам исследований можно отметить, что использование сточных вод свинокомплексов для удобрительного орошения на фоне агрономелиораций способствовало оструктуриванию пахотного слоя почвы. Так при сухом просеивании содержание агрономически ценных агрегатов в пахотном слое почвы (0—20 см) в контроле составляло 72,9 %, а при внесении стоков на фоне бессточного дренажа их количество увеличилось до 76,8 %.

Дождевание с использованием животноводческих стоков приводит к уплотнению верхних почвенных слоев. В пахотном слое 0—20 см плотность сложения по сравнению с контролем увеличилась от 1,26 до 1,32 г/см³. В вариантах с агрономелиоративными мероприятиями уплотнение было меньше. Так, в слое почвы 0—40 см степень разуплотнения была больше только в вариантах с почвоуглублением, рыхлением и при внесении соломы.

В ходе опытов было установлено, что водоотдача почвы изменяется во времени. Наиболее интенсивна она первые 2—3 часа и практически полностью прекращается спустя 10—18 часов для монолитов мощностью 0,4—0,6 м, а в монолитах 1,0 м через 36—48 часов.

Наименьшей водоотдача была в контроле и варианте 2, где не было проведено агромелиоративных мероприятий. В вариантах с агромелиоративными мероприятиями было установлено снижение интенсивности водоотдачи по годам. Это снижение интенсивности водоотдачи по годам связано с изменениями физических свойств почвы, вызванными антропогенным воздействием на нее. Прежде всего, с уплотнением сельскохозяйственной техникой и проводимыми поливами сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Животноводческие комплексы и охрана окружающей среды / Ю.И. Ворошилов, С.Д. Дурдыбаев, Л.Н. Ербанова и др. — М.: Агропромиздат, 1991. — 201 с.
2. Мерзлая, Г.Е. Рациональное использование бесподстильного навоза и сточных вод на интенсивных сенокосах и пастбищах / Г.Е. Мерзлая. — // Интенсификация лугопастбищного хозяйства. — М.: Агропромиздат, 1989. — С. 85—91.
3. Лазарев, Н.Н., Михеев, В.А. Урожайность и химический состав многолетних трав при использовании животноводческих стоков / Н.Н. Лазарев, В.А. Михеев. — // Известия ТСХА, 2004. — Вып. 3. — С. 33—44
4. Очистка сточных вод животноводческих комплексов / Л.Н. Эпов, С.Е. Березин, В.И. Баженов и др. // Промышленное и племенное свиноводство. — 2005. — № 5. — С. 32—34
5. Тиво, П.Ф., Зиновенко, Л.А., Саскевич, Л.А. Удобрение злаковых пастбищ жидким // П.Ф. Тиво, Л.А. Зиновенко, Л.А. Саскевич. — / Мелиорация переувлажненных земель. — 2006. — №1(50). — С. 156—161.
6. Желязко, В.И. Использование бесподстильного навоза на мелиорируемых агроландшафтах Черноземья / В.И. Желязко. — П.Ф. Тиво, Ю.А. Мажайский: монография, — Рязань: Мещерский ф-л Всерос. НИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, 2006.—304 с.
7. Овцов, Л.П., Михеев, В.А. Плодородие дерново-подзолистых почв при длительном орошении животноводческими стоками / Л.П. Овцов, Михеев В.А.— // Мелиорация и водное хозяйство. — 2002. — № 5. — С. 16—18.
8. Гулюк, Г.Г. Агроемелиоративные мероприятия при длительной эксплуатации дренажа и экологической реабилитации техногенно загрязненных земель гумидной зоны. — М.: Моск. ун-т, 2004. — 232 с.
9. Жибуртович, К.К. Методология расчета водно-воздушного режима мелиорированных и сопредельных земель / Жибуртович К.К.: Монография — Минск, 2005. — 241 с.

Summary

V. Kopytovsky

INFLUENCE OF THE LONG IRRIGATION BY LIVESTOCK DRAINS ON PROPERTIES OF THE SOIL

Results of researches on influence of overhead irrigation by drains of livestock complexes are given in article on properties of the cespitose and podsollic soil. Need of carrying out on irrigated lands of special agromeliorative processing and frequency of its carrying out is experimentally proved.

Поступила 16.02.14