

ВЛАЖНОСТЬ УСТОЙЧИВОГО ЗАВЯДАНИЯ НА СТАРОПАХОТНЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ

Т.И.Русак, научный сотрудник
Э.Н.Шкутов, кандидат технических наук
РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: торфяные почвы, влажность устойчивого завядания, влагозапасы, Полесье

Введение

В настоящее время в научных и популярных изданиях зачастую предлагаются прогнозы трансформации свойств осушенных и используемых в сельскохозяйственном производстве торфяных почв. В большинстве из них дается весьма скорый и пессимистичный сценарий их полного уничтожения. Вплоть до формирования в ближайшем будущем на территории Полесской низменности «...большой деградированной зоны, внешне похожей на полупустыню, с развеваемыми песками, что фактически будет означать крупную региональную катастрофу» [1].

Уже имеющаяся в нашем распоряжении информация [2] позволяет сделать вывод о явном преувеличении в подобных прогнозах драматичности развивающихся процессов трансформации торфяных почв. Для объективной оценки параметров динамики почвообразовательных процессов на осушенных торфяниках Полесья Институтом мелиорации проводится комплексное исследование водно-физических, агрохимических и биологических свойств торфяников различной длительности сельскохозяйственного использования (30...450 лет) на ряде мелиоративных объектов [2].

В работе представлены результаты определения весьма важного для оценки плодородия почв показателя – влажности устойчивого завядания (ВУЗ). При оценке плодородия почвенного слоя водоаккумулирующая емкость (при отсутствии подпитки корнеобитаемого слоя от капиллярной каймы) характеризует возможные запасы почвенной влаги, обеспечивающие жизнедеятельность и продуктивность посевов в бездождные периоды. По сути, этот показатель (в относительных или абсолютных величинах) определяет степень устойчивости земледелия в исследуемых почвенных условиях.

Для практического определения доступной доли влагозапасов необходимо иметь информацию о влажности устойчивого завядания [3]. Прямое определение этого показателя используется в практике гидромелиорации редко, чаще оценка проводится по различным косвенным свойствам почвы, определяемым быстрее и с меньшими затратами [4-14].

Методики определения ВУЗ растений на торфяной почве достаточно отработаны. Так, Н.И. Середя в работе [4] использовал сочетание полевых и лабораторных условий

проведения опыта. Растения выращивались в поле, а затем вместе с небольшими монолитами помещались под навес, где и проводились наблюдения за моментом завядания. Автор делает вывод, что критическую влажность низинных торфяников можно оценить величиной в 40% от полной влагоемкости. А.Ф. Лебедев в работе [5] приводит методику определения максимальной молекулярной влагоемкости методом пленочного равновесия. Автор отмечает, что максимальная молекулярная влагоемкость отражает величину активной поверхности почвы, она тесно связана с содержанием коллоидов в почве и близка к коэффициенту завядания. Тесная корреляционная связь между максимальной молекулярной влагоемкостью и влажностью завядания, полученной методом проростков, была получена и В.Р. Волобуевым [6], Н.К. Карасевым [7] и В.Ф. Сванидзе [8]. А.Ф. Печуров в [9] отмечает линейную зависимость между зольностью и максимальной молекулярной влагоемкостью, полученной методом пленочного равновесия в торфяных почвах.

Х.И. Амнуил [10] провела ряд наблюдений по определению ВУЗ. В исследованиях ею был использован метод проростков, а также ВУЗ определялась по максимальной гигроскопичности. В результате была получена тесная корреляционная связь между максимальной молекулярной влагоемкостью, определяемой методом пленочного равновесия, и влажностью завядания, полученной на проростках. Г.Е. Пятецкий [3] установил, что влажность завядания, выраженная в процентах от веса абсолютно сухой почвы, в основном зависит от ботанического состава и степени разложения торфа. Влажность завядания, выраженная в процентах от объема почвы, имеет наиболее тесную связь с объемной плотностью торфа.

Однако в ранее проведенных исследованиях использовались торфяники с небольшим сроком использования в сельском хозяйстве, в нашем же случае решается задача оценки изменения параметров плодородия почвенного слоя на длительном временном интервале, поэтому испытывались образцы торфяных почв всего доступного спектра значений временного лага осушительной мелиорации на торфяниках Полесья.

Объекты и методика исследований

Учитывая направленность работы и отсутствие данных по связям ВУЗ с легко определяемыми физическими характеристиками торфяников со сроком сельскохозяйственного использования более 100 лет, в своих лабораторных исследованиях мы использовали метод проростков, разработанный С.И. Долговым [11], как наиболее убедительный и наименее спорный. Этот метод, по мнению Ф.Р. Зайдельмана и В.Г. Виноградова [12], дает наиболее надежные результаты определения ВУЗ торфяных почв.

Отбор образцов и их исследования проводились в три этапа, а именно: в третьей декаде мая, второй декаде июля и первой декаде августа из почвенного слоя 0-20 см.

1 этап. Образцы почвы отбирались в конце мая в Брестской области в шести точках. Почвы отобранных образцов (кроме зональной) представляют собой постторфя-

ные почвы с различным содержанием органического вещества (ОВ) и сроком сельскохозяйственного использования после осушения (30...450 лет). Строго говоря, то, что в данной работе считаем ОВ, следовало бы называть потерями при прокаливании. Однако, учитывая, что в наших образцах содержится незначительное количество минеральных веществ, изменяющих свое состояние с потерей или увеличением веса (потеря гидратной влаги силикатами, разложение карбонатов с выделением CO_2 , образование сульфатов и переход закисного железа в окисное, связанное с присоединением кислорода [15]), с небольшим допущением будем считать потерями при прокаливании, эквивалентными весу органического вещества в почвенных образцах. Это допущение позволяет для первичной оценки использовать очень простой и доступный метод определения содержания ОВ в исследуемых почвах.

2 этап. В середине июля были отобраны дополнительно образцы в двух точках на Минской болотной станции на глубокозалежных и мелкозалежных сработанных торфяниках. Срок сельскохозяйственного использования после осушения – 94 года.

3 этап. В конце июля отбирались образцы почв в Любанском районе Минской области и в Лунинецком районе Брестской области в пяти точках на глубокозалежных и мелкозалежных сработанных торфяниках. Образцы представляли собой торфяник с различной глубиной залегания и степенью трансформации, с различными (30...110 лет) сроками сельскохозяйственного использования после осушения. Технология определения выдерживалась согласно [16].

Влагосодержание в почвах определялось весовым методом.

Сущность метода определения ВУЗ растений заключается в выращивании растений методом вегетационных миниатюр, снижении запасов влаги в почве до устойчивой потери листьями растений тургора и определении влажности почвы. Для этого почву из разобранных стаканов помещали в бюксы и высушивали до постоянного веса при температуре 105°C . Влажность устойчивого завядания ($W_{вз}$) в % вычисляли по формуле:

$$W_{вз} = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100 \% \quad (1)$$

где m_1 – масса влажной почвы с бюксом, г; m_0 – масса высушенной почвы с бюксом, г; m – масса пустого бюкса, г.

За ВУЗ образца принимали среднее арифметическое результатов шести параллельных определений.

Ранее были проведены исследовательские работы по определению этого параметра для торфяных и песчаных почв [3, 13, 14]. Однако работ по торфяным и постторфяным почвам высокой степени трансформации органического вещества нами не обнаружено. Для проверки влияния длительности сельскохозяйственного использования осушенных торфяников на величину ВУЗ были проведены их лабораторные определения

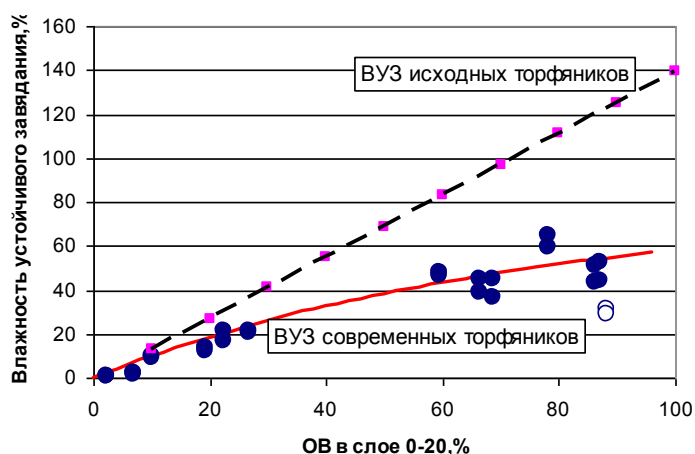
для всего спектра исследуемых объектов. Анализ опубликованных методик и результатов определения ВУЗ для различных видов почв показал, что для нашей задачи наиболее эффективным и надежным является метод проростков [11].

П.А. Костычев [13] отметил, что различные растения увядают при разной влажности почвы. Этот факт нашел свое подтверждение в работе А.М. Бялого [3], поэтому в нашем случае влажность завядания определялась по двум культурам: ячменю и овсу.

Растения овса и ячменя хорошо развивались на большинстве образцов, однако добиться полной идентичности уровня развития растений на всех образцах не удалось. Наблюдалось некоторое отставание в развитии на почвах с высокой зольностью, а также на объектах Любанского района.

За состоянием растений велись систематические наблюдения. Обычно в серии первыми начинали снижать тургор слаборазвитые растения на высокозольных почвах. Однако и на почвах мелкозалежного сработанного торфяника, отобранного в районе н.п. Сорочи, и на образцах с глубокого торфяника объекта «Марьино болото» у н.п. Коммуна Любанского района также наблюдались задержка и даже гибель растений в двух повторностях. Очевидно, эти факты следует отнести к недостаткам методики. Отличия в развитии растений сказались на точности определения влажности завядания. Более слабые растения дольше, чем хорошо развитые, доводили образцы почвы до ВУЗ и вошли в фазу завядания на более низких значениях влажности. Поэтому данные таких миниатюр были забракованы в соответствии с рис. 1.

Согласно методике опыта, работа вегетационной миниатюры заканчивается в момент, когда после ночи тургор не восстановился ни на одном листе растений, размещаемых на пробе. В стаканах фиксировалось достижение почвой влажности устойчивого



Точки без заливки – выбракованные результаты

Рис. 1. Сравнение значений ВУЗ, полученных на неиспользовавшихся в сельском хозяйстве торфяниках и современных песчаных и торфяных почвах различного срока сельхозиспользования после осушения

завядания и образцы направлялись на определение влажности. Растения срезали. Удаляли мульчирующий слой песка и верхний двухсантиметровый слой почвы. Оставшуюся почву освобождали от корней и определяли влажность почвы, которая и позиционировалась как ВУЗ. За результат анализа принимали среднее арифметическое результатов по трем повторностям определений.

Результаты исследований

Результаты определений сведены в таблицу, из которой видно, что все показатели торфяных и постторфяных почв с объектов древнего осушения соответствуют общим с торфяниками меньшего срока использования корреляционным связям ВУЗ с содержанием в почве ОВ. Это говорит о том, что физические свойства органического вещества торфяников разной стадии трансформации не имеют столь кардинальных отличий, чтобы заметно отразиться на водно-физических характеристиках торфяников с многовековым сроком использования в сельскохозяйственном производстве. Наблюдавшиеся в течение вегетационного периода 2007 г. влажности и влагозапасы хорошо коррелируют с содержанием ОВ в почвенных слоях.

Для упрощения практического определения численных значений влажности завядания для объектов на широком временном диапазоне сельскохозяйственного использования осушенных торфяно-песчаных почвенных комплексов предлагается использовать корреляционные связи ВУЗ с другими физическими показателями, определение которых осуществляется проще и быстрее. Наиболее очевидной, ожидаемой корреляционной связью является зависимость ВУЗ от содержания ОВ. Результаты связи ВУЗ исследованного набора почвенных образцов с содержанием в них ОВ приведены на рис. 1.

Зависимость ВУЗ исходных торфяников от содержания в почве ОВ удовлетворительно аппроксимируется следующей линейной зависимостью:

$$ВУЗ = 1,41 \cdot ОВ - 1,40. \quad (2)$$

Она получена по данным [3,17,18]. При этом при низких значениях содержания органического вещества испытывались механические смеси торфа с песком, высоких – торфяники с различных месторождений. Связь значений ВУЗ с содержанием ОВ в пахотном слое торфяников разных сроков сельскохозяйственного использования удовлетворительно аппроксимируется следующей зависимостью

$$ВУЗ = 72,07 \cdot (1 - \exp(-0,014 \cdot ОВ)). \quad (3)$$

Из диаграммы, приведенной на рис.1, можно отметить следующие моменты:

- связь значений ВУЗ с содержанием ОВ в почве нелинейна;
- связь достаточно тесная (коэффициент детерминации $R^2=0,77$), приемлемая для практического использования при оперативной оценке продуктивных влагозапасов торфяных почв любых стадий трансформации;
- аппроксимирующая кривая связи, построенная по исследуемым образцам, существенно отклонилась от линейной связи этих же показателей в исходных торфяниках.

Результаты определения влажности устойчивого завядания на торфяных и постторфяных почвах Полесья с различным сроком сельскохозяйственного использования после осушения

| Место отбора | Характеристика почвенного слоя в точке отбора пробы | Использование после осушения, лет | Содержание ОВ, % | Абсолютная влажность на момент отбора, % | Влажность завядания ячменя, % | Влажность завядания овса, % |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Бона (д. Борисово, Кобринский р-н) | Постторфяный слой мощностью до 50 см | 450 | 19,30 | 53,27 | 12,03 | 13,72 |
| Там же | Автоморфная зональная песчаная почва | | 2,20 | 7,48 | 0,72 | 0,61 |
| Бона (д. Большие Корчицы, Кобринский р-н) | Постторфяный слой мощностью до 70 см | 450 | 66,30 | 157,98 | 38,53 | 45,23 |
| Бона (д. Бельск, Кобринский р-н) | Постторфяный слой мощностью до 30 см | 450 | 26,60 | 68,70 | 20,47 | 21,06 |
| Кристина (д. Попатино, Пинский р-н) | Постторфяный слой мощностью до 30 см | 230 | 22,40 | 61,46 | 16,52 | 21,56 |
| ПОСМЗиП (песчаная возвышенность), Лунинецкий р-н | Осушенный, песчаный, с остатками торфяной органики слой мощностью 20 см | 30 | 6,80 | | 2,14 | 1,58 |
| Минская болотная станция (шурф 1) | Торфяник мощностью до 100 см | 94 | 78,20 | 155,77 | 64,60 | 59,50 |
| Минская болотная станция (шурф 3) | Постторфяный слой мощностью 40 см | 94 | 59,60 | 134,08 | 46,30 | 47,92 |
| ПОСМЗиП (поле №1), Лунинецкий р-н | Торфяный слой мощностью 50 см | 30 | 86,30 | 156,31 | 43,70 | 50,88 |
| д. Сорочи, низина, Любанский р-н | Постторфяный слой мощностью 40 см | 110 | 68,78 | | 45,28 | 36,76 |
| Там же, бугор | Осушенный, песчаный, с остатками торфяной органики слой мощностью 20 см | 110 | 10,04 | | 10,25 | 9,25 |
| Марьино болото, 1 м, Любанский р-н | Торфяный слой мощностью 100 см | 80 | 88,10 | 85,69 | 31,01 | 28,76 |
| Там же, >2 м | Торфяный слой мощностью 200 см | 80 | 41,00 | 138,05 | 44,25 | 52,80 |

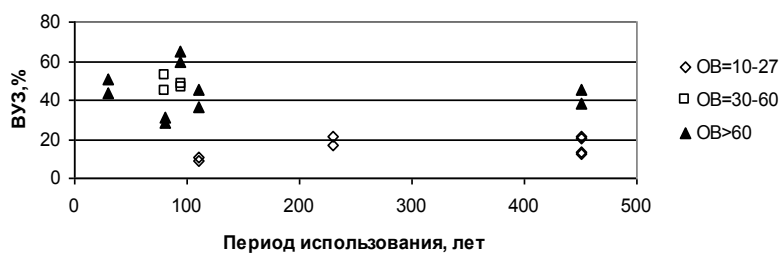


Рис. 2. Зависимость ВУЗ от срока сельскохозяйственного использования после осушения

Вероятно, в почве возросла доля гидрофобных частиц и поэтому уменьшилось количество молекулярно связанной воды, соответственно уменьшилась и величина недоступной растениям влажности.

Дополнительные проработки (рис.2) показали отсутствие связи ВУЗ со временем сельскохозяйственного использования, а также возможность использования одной аппроксимирующей зависимости (рис.1) для всего диапазона содержания ОВ. Это, как минимум, означает, что органическое вещество торфа в процессе трансформации при длительном сельскохозяйственном использовании не претерпевает настолько существенных качественных изменений, чтобы вызвать резкий перелом кривой связи ВУЗ с содержанием органического вещества на каком-то этапе эволюции ОВ торфа. При построении диаграммы на рис. 2 использовались группировки по содержанию ОВ, указанные в легенде.

Еще более простым в определении, по сравнению с содержанием ОВ, является показатель объемной плотности почвенных образцов. В ранее выполненных работах указывалось на наличие корреляционной связи ВУЗ с этим показателем [3]. По этим причинам была определена также и связь объемной плотности почвенных образцов с торфяно-песчаных комплексов различных сроков сельскохозяйственной эксплуатации. Результаты приведены на рис. 3.

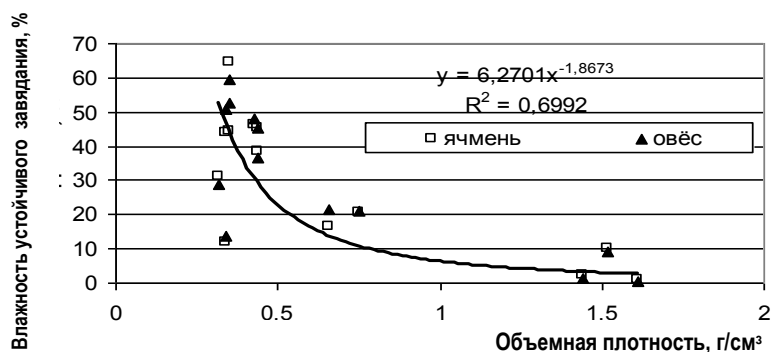


Рис.3. Зависимость ВУЗ от объемной плотности торфяных почв различной степени трансформации и срока сельскохозяйственного использования после осушения

Как видим, зависимость достаточно тесная и может применяться в практике оценки продуктивных влагозапасов. Однако в зоне низкой плотности (соответствующей торфянику ОВ>50%) точность оценки значений ВУЗ недостаточна. Поэтому при объемной плотности почвы менее 0,5 г/см³ целесообразнее использовать зависимость ВУЗ от содержания органического вещества.

Таким образом, по результатам экспериментальных определений ВУЗ на современных автоморфных и осушенных торфяных почвах Полесья с различными сроками сельскохозяйственного использования можно сделать следующие **выводы**.

1. Не выявлено доминирующего влияния на значения влажности устойчивого завядания ни степени автоморфности почв, ни срока сельскохозяйственного использования (во всяком случае, после 30 лет эксплуатации).

2. С точки зрения плодородия факт снижения значения ВУЗ по сравнению с исходными торфяниками, безусловно, положительный, но для всесторонней оценки необходимо оценивать эту величину в комплексе с полной влагоемкостью. Для этого необходимо провести определения капиллярной влагоемкости корнеобитаемого слоя всех исследуемых объектов при пониженных УГВ (>1,5 м), соответствующих засушливым периодам.

3. Полученная зависимость ВУЗ от содержания органического вещества в почвах, использовавшихся в сельскохозяйственном производстве, показывает, что в процессе трансформации ОВ в нем появляются компоненты с гидрофобными свойствами. Этот аспект почвообразовательного процесса не может оцениваться однозначно только с точки зрения водно-физических свойств, для оценки его влияния на плодородие необходимо привлечение агро- и биохимических показателей.

4. Зависимость ВУЗ от объемной плотности почвенного слоя в естественном состоянии вполне пригодна для оценки продуктивных влагозапасов корнеобитаемой зоны при значениях объемной плотности > 0,5 г/см³, при значениях $\geq 0,5$ г/см³ предпочтительнее использовать зависимость ВУЗ от содержания в почвенном слое органического вещества.

Литература

1. Бамбалов, Н.Н. Роль болот в биосфере / Н.Н.Бамбалов, В.А.Ракович. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 285 с.
2. Шкутов, Э.Н. Результаты обследования осушенных торфяников Полесья с различной длительностью сельскохозяйственного использования / Э.Н. Шкутов // Европейское Полесье – хозяйственная значимость и экологические риски: Матер. Междунар. семинара. – Пинск, 19-21 июня 2007. – С. 356-360.
3. Пятецкий, Г.Е. О влажности завядания, обусловленной свойствами торфяных почв./ Г.Е. Пятецкий. //Почвоведение. – 1976. – №3. – С. 59-64.
4. Серета, Н.И. О критической влажности торфяных почв /Н.И.Серета //Научные тр.УкрНИИГиМ. – Киев, 1954. Вып. 76/2. – С.79-84.
5. Лебедев, А.Ф. Почвенные и грунтовые воды /А.Ф. Лебедев. – М.-Л., 1936.
6. Волобуев, В.Р. Коэффициент увядания и максимальная молекулярная влагоемкость /

- В.Р.Волобуев //Проблемы сов. почвоведения. – 1937. – № 5. – С. 77-86.
7. Карасев, Н.К. Сравнение коэффициентов завядания, исчисленных по максимальной гигроскопичности и максимальной молекулярной влагоемкости /Н.К. Карасев //Метеорология и гидрология. – 1940. – №1-2.
 8. Сванидзе, В.Ф. Методы определения коэффициента завядания растений по почвенным константам /В.Ф. Сванидзе //Труды ГрузНИИГиМ. – 1951. – № 2 (15).
 9. Печкуров, А.Ф. Регулирование водного режима торфяных почв путем внутрпочвенного орошения /А.Ф.Печкуров //Труды конференции по мелиорации и освоению болотных и заболоченных почв. – Мн.: Изд.-во АН БССР, 1956. – С. 62-103.
 10. Амнуил, Х.И. О методике определения нижнего предела полезной для растений влаги в торфяных почвах /Х.И. Амнуил. //Тр. Ин-та мелиор. и вод. хоз-ва. – Мн.: Изд-во АН БССР, 1956. – Т. 7. – С. 275-287.
 11. Долгов, С.И. Исследование подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений /С.И. Долгов. – М.: Изд-во АН СССР, 1948. – 208 с.
 12. Зайдельман, Ф.Р. О нижней границе доступной для растений влаги в торфяных почвах /Ф.Р.Зайдельман, В.Г. Виноградов // Почвоведение. – 1960. – №7. – С. 96-100.
 13. Костычев, П.А. Почва, ее обработка и удобрения /П.А. Костычев //СПб. – 1898. – 316 с.
 14. Бялый, А.М. Влажность почвы при завядании растений /А.М. Бялый. //Почвоведение. – 1957. – №2. – С. 31-41.
 15. Лиштван, И.И.Основные свойства торфа и методы их определения /И.И. Лиштван, Н.Т. Король. – Мн.: Наука и техника, 1975. – 71 с.
 16. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – М.: Стандартиформ, 2006. – 6 с.
 17. Лундин, К.П. Водные свойства торфяной залежи. /К.П.Лундин. – Мн.: Урожай, 1964. – 210 с.
 18. Францессон В.А. О почвенной влажности устойчивого завядания растений / В.А. Францессон// Советская агрономия. – 1951.– №7. – С.53-60.

Summary

Rusak T., Shkutov E. Stable Wilting Humidity on Old Arable Peat Soils of Polesye

The data for determining the humidity of stable wilting of grain crops on today's peat soils of Polesye has been presented. The dependences of the stable wilting humidity values on the organic substance content and bulk density of the soils have been ascertained. No considerable dependence of the stable wetting humidity on the terms of agricultural use and degree of automorphy of the soils. To obtain the comprehensive assessment, it is necessary to assess the stable wilting humidity value jointly with total water capacity. For this purpose, it is necessary to determine the capillary water capacity of the root layer of all the objects under investigation with reduced groundwater levels (>1.5 m) corresponding to dry periods.

Поступила 25 марта 2008 г.