

УДК 631.452 (476)

Т. Н. Мыслыва

д. с.-х. н.

П. В. Другаков

к. т. н.

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

Ю. А. Белявский

к. с.-х. н.

Т. Н. Тимошук

к. с.-х. н.

Житомирский национальный агроэкологический университет

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ БОЛОТНЫХ ПОЧВ И ТОРФЯНИКОВ ЖИТОМИРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Установлено, что торфянисто – и торфяно-болотные почвы содержат значительные количества валового Mn, характеризуются низкими запасами валовых и подвижных форм Cu и Zn и низким содержанием валовых форм Pb и Cd. Осушенные низинные торфяники имеют низкое содержание валовых форм Cu, Pb, Cd и Zn и подвижных форм меди и цинка. Содержание валовых форм Zn в торфяниках в среднем на 33 %, а подвижных – на 50 % больше сравнительно с болотными почвами. Содержание в торфяниках валовых форм меди на 64 %, а подвижных – на 30 % превышает содержание этих элементов в болотных почвах.

По величине суммарного цинкового эквивалента токсичности тяжелых металлов болотные почвы и торфяники характеризуются преимущественно как «слабозагрязненные» и «среднезагрязненные». Максимальный вклад в величину суммарного цинкового эквивалента токсичности болотных почв и осушенных осоковых и древесно-осоковых торфяников вносят свинец и марганец, низинных торфяников – медь и марганец.

Ключевые слова: тяжелые металлы, болотные почвы, торфяники, загрязнение, геохимические коэффициенты.

Постановка проблемы

В современных условиях существующей угрозы экономического и экологического кризиса все более и более возрастает роль торфа и как альтернативного источника энергии, и как незаменимого депо органического углерода. Ведь именно болотные экосистемы являются способными аккумулировать CO₂ атмосферы и накапливать углерод в виде торфяных залежей, являясь при этом источником значительных ресурсов скрытой энергии, уступая по объемам ее накопления лишь почвам [6, 13].

По состоянию на 01.01.2015 г. на территории Житомирской области насчитывается 187 месторождений торфа с объемами промышленных запасов (запасы с глубиной залегания торфа свыше 70 см) свыше 31 млн т. Из общего количества торфяных месторождений периодически разрабатывается 59 с запасами свыше 19 млн т. По распределению запасов торфа на Житомирскую

область приходится 10,2 % от общегосударственных площадей торфяников в промышленных пределах [16]. Однако интенсивное сельскохозяйственное освоение торфяников привело к значительным изменениям направленности природного почвообразовательного процесса и трансформации их водно-воздушного, окислительно-восстановительного, питательного и других режимов [10].

Болотные почвы в Житомирском Полесье распространены на площади 84,8 тыс. га, из которых свыше 70 % сосредоточены в северных районах, в первую очередь, в Олевском, Овручском и Емільчинском, где их площадь составляет от 8 до 12,5 тыс. га [3]. Состоянием на 01.01.2015 г. в Житомирской области насчитывается 358,433 тыс. га осушенных земель. Общая площадь переувлажненных почв составляет 80,3 тыс. га (4,9 % сельскохозяйственных угодий), а площадь заболоченных земель – 284,9 тыс. га (26,4 % пашни) [5]. Неудачное реформирование в сельском хозяйстве, проводившееся в конце 90-х годов прошлого века, стало причиной того, что созданные в области осушительно-увлажняющие мелиоративные системы были заброшены и не эксплуатировались должным образом, вследствие чего осушенные почвы в летний период подвергались переосушению, а в предпосевной – наоборот, переувлажнялись; в них активизировались процессы вторичного заболачивания, а величина срабатывания мелиорированных торфяников достигла 1–2 см или 2–5 т/га в год [10]. Кроме того, значительная часть торфяных почв оказалась загрязненной радионуклидами и другими веществами техногенного происхождения вследствие аварии на ЧАЭС. В структуре сельскохозяйственных площадей Житомирской области угодья с плотностью загрязнения ^{137}Cs 3,7–37 кБк/м² на торфяниках занимают 1116,8 тыс. га; 37–185 кБк/м² – 34,2; 185–555 кБк/м² – 9,3 тыс. га [13].

Анализ последних исследований и публикаций

Сведения об экологическом состоянии болотных почв и торфяников Житомирского Полесья, в частности об уровне их загрязнения тяжелыми металлами имеют важное практическое значение. Торфяные почвы и торфа являются предметом исследований как отечественных ученых [11, 14, 16 и др.], так и ученых из ближнего зарубежья [2, 7, 15, 17 и др.]. Однако, их научные изыскания направлены преимущественно на поиск путей интенсивного использования гидроморфных почв и торфяников и вовлечения их в хозяйственный оборот с целью получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, а также на возможность использования торфа в качестве топливного ресурса. Несмотря на важность биосферного и народнохозяйственного значения торфяно-болотных почв и торфяников, проблема оценки их современного экологического состояния, в частности уровня загрязнения тяжелыми металлами, до сих пор является малоизученной.

Цель, задачи и методика исследований

Целью исследований стала оценка экологического состояния болотных почв и торфяников Житомирского Полесья по содержанию в них тяжелых металлов.

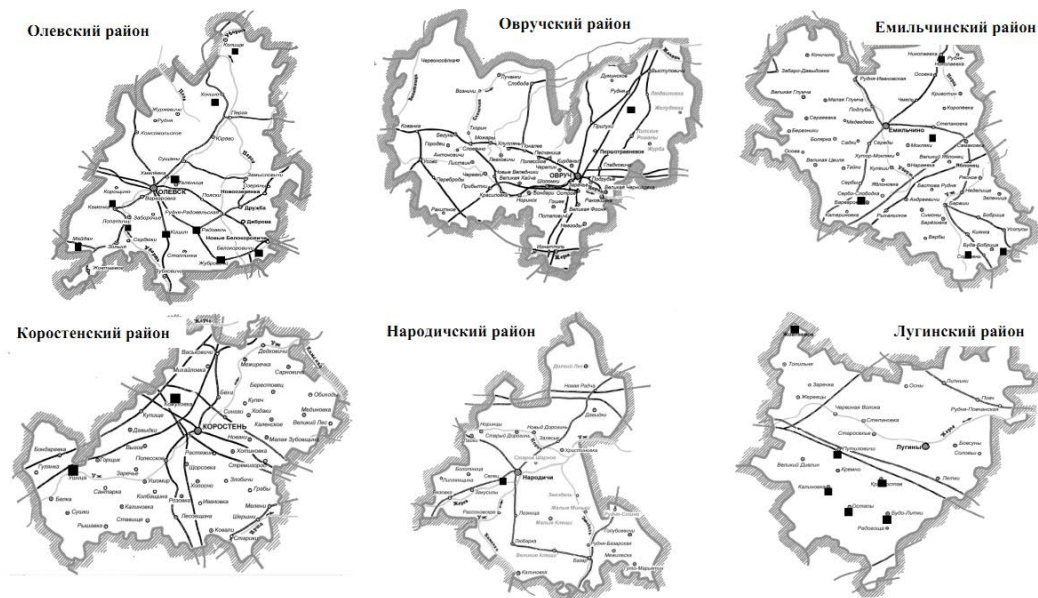


Рис. 1. Места расположения контрольных площадок, в пределах которых производился отбор образцов болотной почвы и торфа

Для достижения поставленной цели задачи исследований предусматривали: 1) мониторинг содержания подвижных форм Cu, Pb, Cd, Zn и Mn в болотной почве и торфе; 2) оценку экологического состояния болотных почв и торфяников с использованием в качестве критериев оценки геохимических коэффициентов.

Исследования выполнялись на протяжении 2006–2015 гг. в пределах полесской части Житомирской области на территории шести административных районов. Сведения о местах проведения исследований приведены на рис. 1. Отбор образцов болотных почв и торфа различного ботанического состава осуществляли: болотных почв – в пределах 13 контрольных площадок; торфа из осушенных осоковых торфяников – в пределах 9 контрольных площадок, торфа из осушенных древесно-осоковых торфяников – в пределах 10 контрольных площадок, осушенных низинных осоково-сфагновых торфяников – в пределах 7 контрольных площадок, осушенных низинных камышово-осоковых торфяников – в пределах 8 контрольных площадок. Площадь контрольной площадки составляла 20 x 20 м, с одной площадки ежегодно отбирали 1 объединенный образец почвы или торфа, который состоял из 20 точечных проб.

Экстрагирование валовых форм тяжелых металлов, содержащихся в болотных почвах и торфах, проводили концентрированной HNO_3 согласно требований методических указаний по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства [8]. Содержание подвижных форм Cu, Pb, Cd, Zn и Mn в болотной почве и торфе определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии в буферной аммонийно-ацетатной вытяжке с рН 4,8 согласно ДСТУ 4770.1-9:2007.

Для оценки степени опасности элемента-загрязнителя использовали коэффициент опасности элемента ($K_{\text{оп}}$) – соотношение между концентрацией поллютанта и его предельно допустимой концентрацией.

Определение цинкового эквивалента токсичности (E_{Zn}) проводили согласно требований методики С. А. Балюка [1] путем применения коэффициентов пересчета содержания подвижных форм отдельных металлов в почве, экстрагируемых ацетатно-аммонийным буферным раствором, в мг/кг на эквиваленты цинка.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 10.0.

Результаты исследований

Свойства и потенциальное плодородие болотных почв в значительной мере зависят от характера материнских пород, химического состава подпочвенных вод, характера растительности и ряда иных факторов [10, 12]. В разрезе отдельных исследуемых элементов следует отметить, что торфяные горизонты болотных почв достаточно пестры по валовым запасам меди. Рядом с низким ее содержанием на уровне 4,8–5,7 мг/кг (почвы вблизи сел Радовель, Селец, Белоковичи) встречаются торфяные почвы с высокой концентрацией этого элемента (с. Остапы, с. Кожухивка), которая достигает 20 и более мг/кг. Из обследованных 65 га площадей болотных почв 35 % характеризуются содержанием валовой меди, колеблющимся от 5 до 10 мг/кг, а 30 % имеют содержание этого элемента на уровне 15–20 мг/кг. Торфянисто – болотные почвы более бедны валовым цинком, чем торфяно-болотные; подвижный цинк содержится в болотных почвах в незначительных количествах, не превышающих 1 мг/кг, а 52 % обследованных площадей имеют его содержание на уровне 0,4–0,6 мг/кг. Установлено, что торфянисто- и торфяно-болотные почвы содержат значительное количество валового марганца, достигающее 200–300 мг/кг, а в отдельных случаях – 500 мг/кг. Отметим, что содержание валовых форм марганца в этих почвах варьирует более сильно, чем содержание его подвижных форм, что свидетельствует о том, что содержание этого элемента в болотных почвах зависит не только от состава почвообразующих пород, но и от характера растительности, остатки которой принимали непосредственное участие в формировании верхних горизонтов органогенных почв.

Относительно валовых форм свинца, то их содержание в болотных почвах колеблется преимущественно в пределах от 10 до 40 мг/кг (около 80 % обследованной площади), не превышая в отдельных случаях 6 мг/кг (11 % обследованной площади) или достигая 42 мг/кг (10 % обследованной площади). Содержание подвижного свинца на почти 70 % обследованной площади болотных почв не превышало 6 мг/кг, то есть находилось в пределах ПДК, однако 26 % почв обследованных площадей содержали до 8 мг/кг подвижного свинца (1,3 ПДК), а 5 % – до 10 мг/кг этого поллютанта (1,7 ПДК). Следует отметить, что подавляющее большинство болотных почв содержат от 0,3 до 0,6 мг/кг валового кадмия, хотя в отдельных случаях содержание этого элемента в торфяном горизонте достигает 0,66–0,74 мг/кг, а на 6 % обследованной площади не превышает 0,15 мг/кг. Около 78 % обследованной площади болотных почв содержат от 0,04 до 0,07 мг/кг подвижного кадмия, тогда как на остальной территории содержание этого элемента достигает 0,08–0,10 мг/кг.

Осоковые торфяники также, как и болотные почвы, содержат значительное количество марганца, содержание подвижных форм которого увеличивается с ростом кислотности торфа и колеблется от 16 % до 61 % от их валового содержания. Содержание валовых форм марганца в осушенных осоковых торфяниках вдвое превышает их содержание в болотных почвах и на 73 % от 45 га обследованных площадей колеблется от 300 до 900 мг/кг, в отдельных случаях достигая 900–100 мг/кг (13 % обследованных площадей). Содержание валовых форм свинца на подавляющем большинстве обследованных площадей (65–70 %) не превышает 12–16 мг/кг, а кадмия – 0,3–0,5 мг/кг. Валовые запасы меди в них в целом незначительны: преобладают торфа с низким ее содержанием (5–10 мг/кг) – 44 % обследованной площади, которое лишь в отдельных случаях повышается до 20–25 мг/кг. Запасы валовых форм цинка в осоковых торфяниках составляют в среднем 20–30 мг/кг (64 % от 45 га обследованных площадей). Подвижная медь в целом содержится в осоковых торфяниках в незначительных количествах, а ее содержание на большинстве обследованной территории – 54 % от обследованной площади – не превышает 0,2–0,4 мг/кг. Отметим, что распределение подвижных форм этого элемента достаточно неравномерно, поскольку 32 % обследованных площадей имеют его содержание на уровне 0,59–0,6 мг/кг (торфяники вблизи сел Кишин, Каменка, Николаевка). Содержание подвижного цинка в 0–20 см слое осоковых торфяников на 74 % обследованных площадей достигает 3–5 мг/кг, что в 7–8 раз превышает его содержание в болотных почвах. Причиной этого является то, что данные виды торфа образованы преимущественно различными видами осок, которые способны концентрировать цинк, содержание которого в этих растениях достигает 23–60 мг/кг. Подвижный марганец на 76 % обследованных площадей колебался на уровне 100–300 мг/кг, вдвое превышая его содержание в болотных почвах. Относительно подвижных форм свинца, то на 74 % обследованной площади его содержание не превышало 3–5 мг/кг и ни в

одном из случаев не достигало величины сверх предельно установленной. Подвижный кадмий на 50 % обследованной территории содержался в концентрациях 0,04–0,06 мг/кг, а на свыше 20 % обследованной площади достигал 0,10–0,12 мг/кг. Достаточно высокие коэффициенты вариации валовых и подвижных форм кадмия свидетельствуют о техногенном происхождении этого элемента. Стоит отметить и то, что содержание валовых и подвижных форм меди и марганца в осоковых торфяниках варьирует практически одинаково, что свидетельствует о весомом участии в формировании микроэлементного состава этих образований осоковой растительности.

Древесно-осоковые торфа по запасам микроэлементов близки к осоковым. Содержание валовой меди в них в среднем составляет 5–10 мг/кг (42 % от 50 га обследованной площади), а в отдельных случаях достигает 20–25 мг/кг (10 % обследованной площади). Валовой цинк в 0–20 см слое осушенных древесно-осоковых торфяников на свыше 70 % обследованных площадях достигает 30–50 мг/кг, а на 10 % обследованной площади – не превышает 20 мг/кг. Содержание валовых форм марганца в древесно-осоковых торфяниках несколько более ниже сравнительно с таким в осоковых и не превышает 600 мг/кг, а на 62 % обследованной площади составляет не более 150–300 мг/кг. Валовой свинец на 34 % обследованной территории достигает уровня содержания 6–12 мг/кг, а на 54 % – 12–15 мг/кг, а валовой кадмий на свыше 65 % обследованной площади составляет от 0,4 до 0,6 мг/кг. Древесно – осоковые торфяники достаточно бедны подвижными медью и цинком. Содержание подвижных форм меди в них не превышает 1 мг/кг, а на 68 % обследованных площадях достигает 0,4–0,8 мг/кг. Относительно подвижных форм цинка, то их содержание также не достигает величин, превышающих 1 мг/кг, а на 70 % обследованной площади колеблется в пределах от 0,4 до 0,8 мг/кг. Подвижные формы марганца в этих торфяниках на свыше 66 % обследованных площадях достигают величины 75–150 мг/кг и распределены достаточно неравномерно, колеблясь от 25 мг/кг (с. Белокоровичи) до 200 мг/кг (с. Киянка). Содержание подвижных форм такого поллютанта, как свинец в древесно-осоковых торфяниках на 72 % обследованной площади достигало величины 2–6 мг/кг, а на около 20 % обследованной территории превышало ПДК в 1,1–1,3 раза. Повышенное содержание подвижного свинца имели торфяники вблизи сел Каменка и Кишин Олевского района. Подвижные формы кадмия на свыше 55 % обследованной площади достигали величины 0,08–0,10 мг/кг, колеблясь от 0,04 мг/кг (села Николаевка, Лопатичи, Майдан) до 20 мг/кг (с. Кишин).

Камышово – осоковые и осоково – сфагновые низинные торфа по сравнению с другими видами торфов более богаты валовыми марганцем, цинком и медью. Причиной этого, на наш взгляд, является то, что растительность, которая принимала участие в формировании таких торфов, содержала значительные количества указанных элементов. На свыше 67 % из 75 га обследованной

площади этих торфяников содержание валовой меди составляло 10–30 мг/кг, а на около 20 % обследованной территории достигало 30–40 мг/кг. Валовой цинк присутствовал в этих торфяниках преимущественно в концентрациях 30–40 мг/кг (64 % обследованной площади), а валовой марганец – в концентрациях 200–600 мг/кг (56 % обследованной площади). Относительно валовых свинца и кадмия, то на свыше 50 % обследованной территории валовой свинец содержался в торфах в концентрациях, не превышающих 4–6 мг/кг, а валовой кадмий на 44 % обследованных площадей колебался на уровне от 0,16 до 0,18 мг/кг.

Подвижные медь и цинк достигали в осушенных низинных торфяниках максимальных величин в 2–3 мг/кг и 1,6–1,8 мг/кг соответственно. На 53 % обследованных площадей содержание подвижной меди составляло 1,0–1,5 мг/кг, а содержание подвижного цинка – 1,0–1,2 мг/кг. Относительно подвижного марганца, то максимальные его концентрации в осушенных низинных торфах достигали 300–350 мг/кг, а на почти 18 % обследованной площади не превышали 200 мг/кг. Подвижный свинец содержался в этих торфах в концентрациях, эквивалентных 0,3–3,8 мг/кг, а на 76 % обследованной территории его содержание составляло 1–3 мг/кг. Концентрации подвижных форм кадмия достигали 0,12–0,14 мг/кг, а на 73 % обследованных площадей составляли 0,06–0,1 мг/кг.

Об уровне загрязнения болотных почв и торфяников подвижными формами тяжелых металлов можно судить по величине коэффициента опасности их содержания (рис. 2–5). Нами установлено, что лишь в отдельных случаях имеет место загрязнение болотных почв подвижными формами свинца на уровне 1,1–1,5 ПДК (с. Николаевка Емильчинского района), остальные же элементы нельзя рассматривать как загрязнители, поскольку коэффициенты их опасности являются низкими (Cu, Cd) и очень низкими (Zn). Аналогичная тенденция прослеживается и относительно осушенных осоковых и древесно-осоковых торфяников, в которых в единичных случаях (села Жубровичи, Кишин и Каменка) фиксируется незначительное превышение нормативов содержания подвижных форм свинца [9]. На возможность накопления свинца болотными почвами указывается и в работе С. Е. Головатого [4], проводившего исследования на территории Республики Беларусь. Стоит отметить, что для осушенных камышово-сфагновых и сфагново-осоковых низинных торфяников не установлено превышений предельно допустимых концентраций меди, свинца, кадмия и цинка, однако, сравнительно с болотными почвами и осоковыми и древесно-осоковыми торфяниками они аккумулируют несколько большее количество подвижной меди, коэффициенты опасности содержания которой превышают такие для свинца, и колеблются от 0,13 до 0,93.

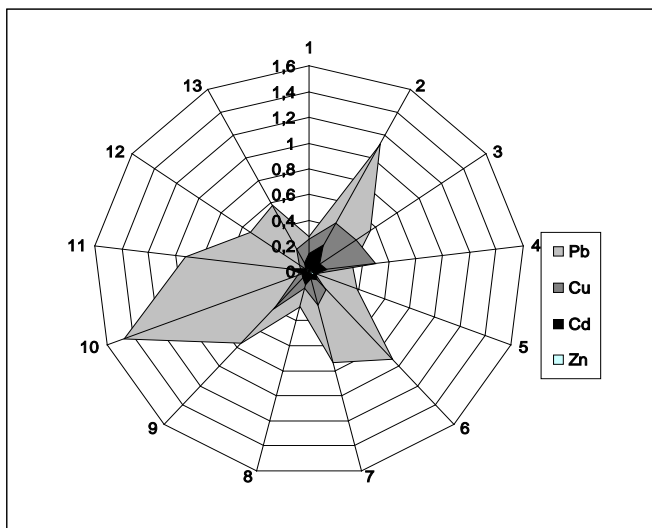


Рис. 2. Коэффициент опасности содержания тяжелых металлов в болотных почвах (1, 5–7 – Олевский район; 2, 3, 10–12 – Емільчинский район; 8, 9 – Лугинский район; 4 – Коростенский район; 13 – Народицкий район)

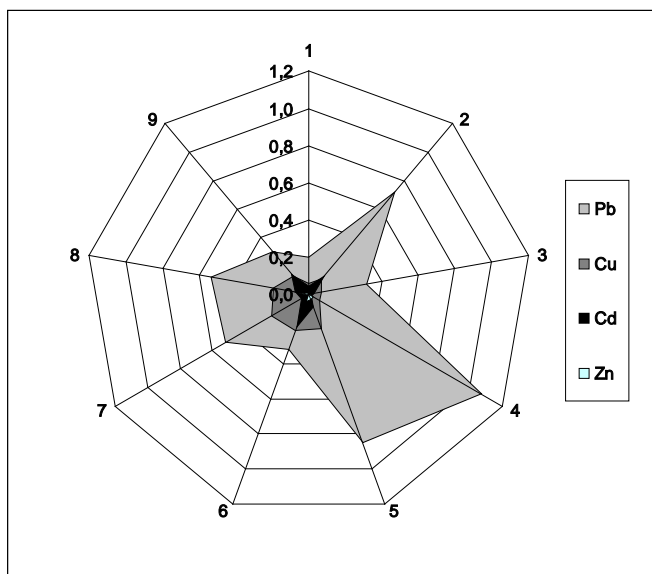


Рис. 3. Коэффициент опасности содержания тяжелых металлов в 0–20 см слое осушенных осоковых торфяников (1–6 – Олевский район; 7–8 – Емільчинский район; 9 – Лугинский район)

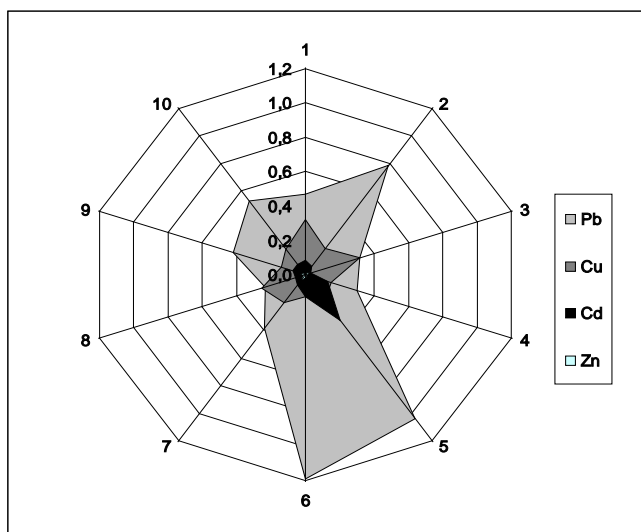


Рис. 4. Коэффициент опасности содержания тяжелых металлов в 0–20 см слое осушенных древесно-осоковых торфяников
(1–7 – Олевский район; 8–9 – Емільчинский район; 10 – Лугинский район)

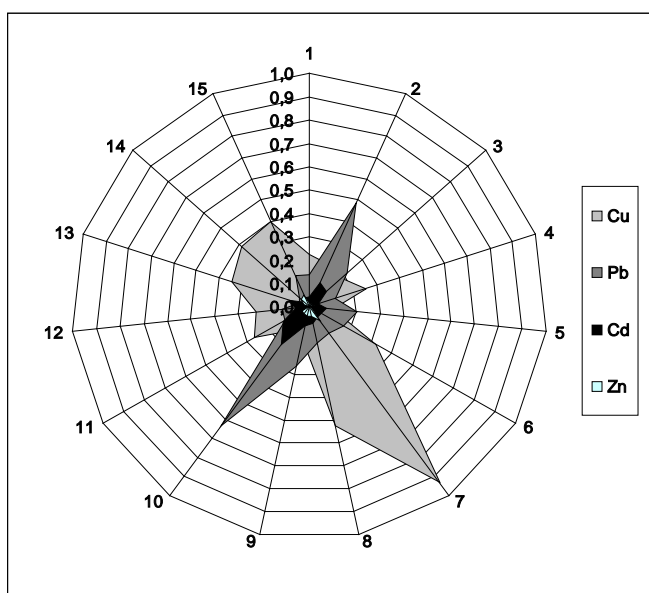


Рис. 5. Коэффициент опасности содержания тяжелых металлов в 0–20 см шаре осушенных низинных торфяников
(1–4, 9, 10 – Олевский район; 5, 6, 11, 13 – Емільчинский район;
7, 8, 14, 15 – Лугинский район)

Однако, при использовании в качестве критерия оценки уровня загрязнения болотных почв и торфяников подвижными формами тяжелых металлов цинкового эквивалента токсичности были получены несколько другие результаты (рис. 6– 9). В частности, величина суммарного цинкового эквивалента токсичности тяжелых металлов, содержащихся в торфяном горизонте болотных почв, свидетельствует о том, что уровень их загрязнения оценивается в диапазоне от «слабозагрязненные» – цинковый эквивалент токсичности равен 30–45 до «среднезагрязненные» – цинковый эквивалент токсичности равен 51–63 (см. рис. 6).

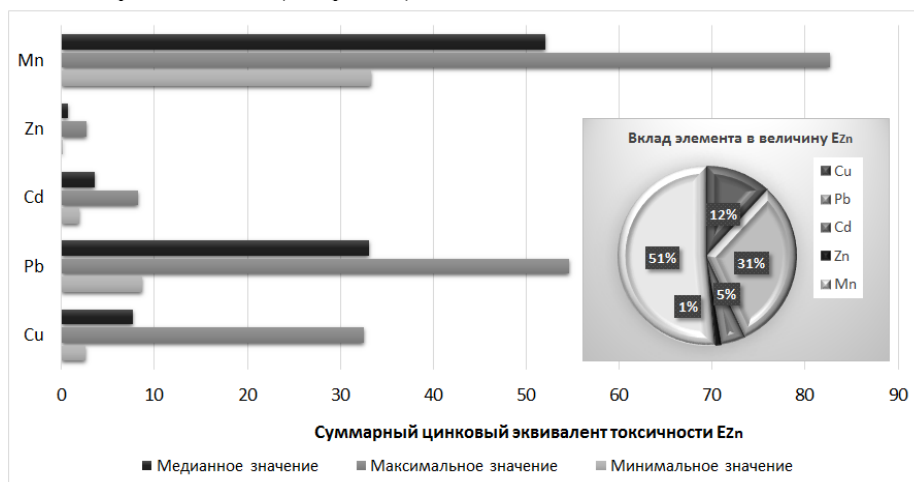


Рис. 6. Суммарный цинковый эквивалент токсичности болотной почвы (E_{Zn}) и вклад отдельных элементов в его величину, %

Цинковый эквивалент токсичности содержания тяжелых металлов в 0-20 см шаре осушенных осоковых торфяников достигал 53–86 единиц, что соответствует уровню «среднезагрязненные». Однако, в отдельных случаях величина этого показателя не превышала 31 единицу (села Николаевка и Путиловичи), что соответствует уровню «слабозагрязненные» (см. рис. 7). Для более чем 60 % обследованной площади осушенных древесно-осоковых торфяников величина суммарного цинкового эквивалента токсичности не превышала 50 единиц, что соответствует уровню «слабозагрязненные», тогда как остальные 40 % обследованной территории по содержанию тяжелых металлов характеризовались уровнем «среднезагрязненные» (см. рис. 8). Осушенные низинные торфяники по величине суммарного цинкового эквивалента токсичности характеризовались как «слабозагрязненные» (суммарный цинковый эквивалент составил 27–41) и «среднезагрязненные» (суммарный цинковый эквивалент составил 53–92) (см. рис. 9). По величине суммарного цинкового

эквивалента токсичности уровню «не загрязненные» соответствовали лишь осушенные осоковые и низинные торфяники в районе с. Николаевка Емільчинского района.

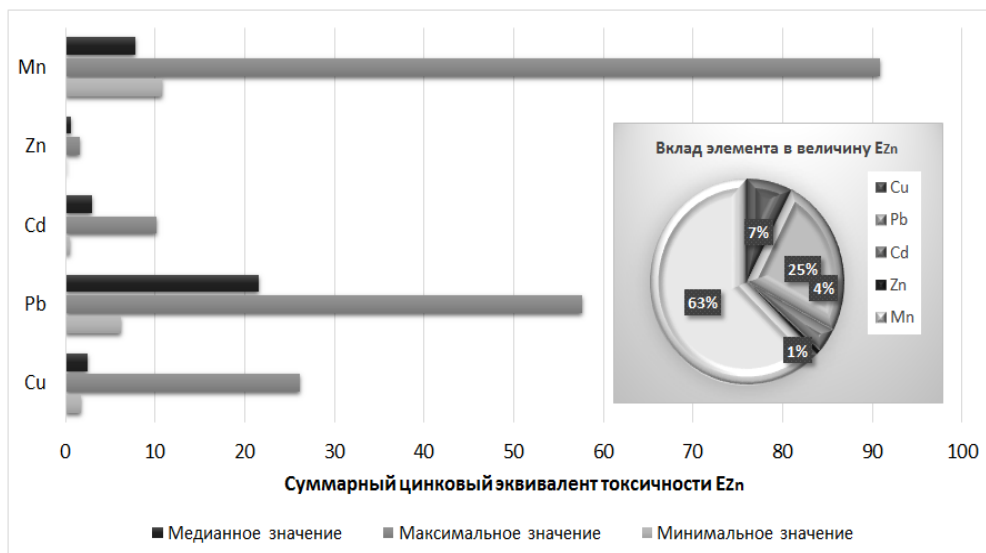


Рис. 7. Суммарный цинковый эквивалент токсичности осушенного осокового торфяника (E_{Zn}) и вклад отдельных элементов в его величину, %

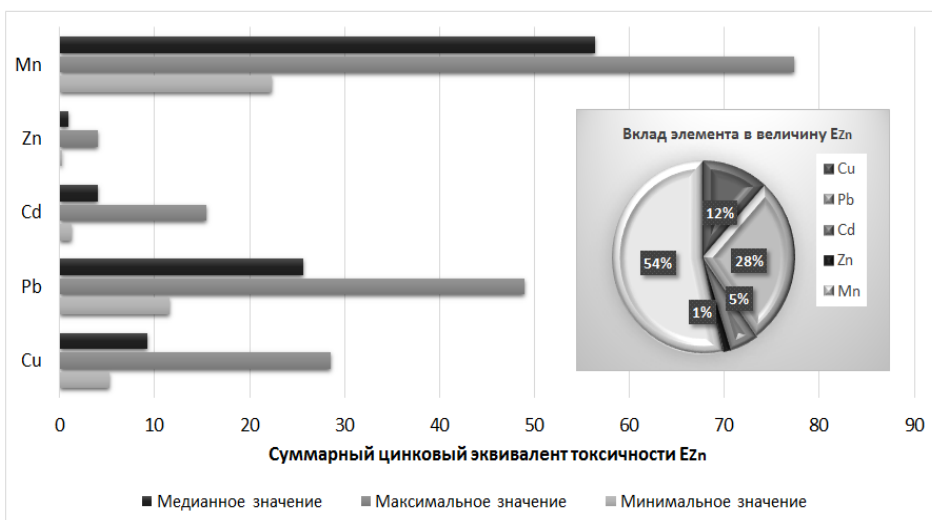


Рис. 8. Суммарный цинковый эквивалент токсичности осушенного древесно-осокового торфяника (E_{Zn}) и вклад отдельных элементов в его величину, %

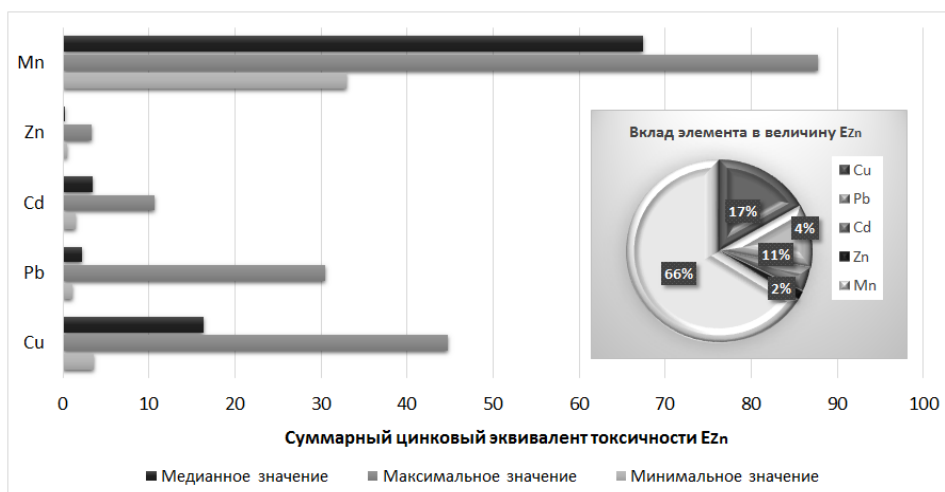


Рис. 9. Суммарный цинковый эквивалент токсичности осушенного низинного торфяника (E_{Zn}) и вклад отдельных элементов в его величину, %

Максимальный вклад в величину суммарного цинкового эквивалента токсичности на болотных почвах и осушенных осоковых и древесно-осоковых торфяниках вносят свинец и марганец, а на низинных торфяниках – медь и марганец.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

1) установлено, что торфянисто – и торфяно-болотные почвы содержат значительные количества валового марганца, характеризуются низкими запасами валовых и подвижных форм меди и цинка и низким содержанием валовых форм свинца и кадмия; 2) осушенные низинные торфяники имеют низкое содержание валовых форм Cu, Pb, Cd и Zn и подвижных форм меди и цинка. Содержание в них валовых форм цинка в среднем на 33 %, а подвижных – на 50 % больше сравнительно с болотными почвами; содержание валовых форм меди на 64 %, а подвижных – на 30 % превышает таковое в болотных почвах; 3) варьирование содержания подвижных форм Pb более всего выражено в болотных почвах и осушенных торфяниках – коэффициент вариации изменяется от 77 до 79 % соответственно, что подтверждает техногенную природу происхождения этого поллютанта и свидетельствует о неравномерности загрязнения им обследуемой территории; 4) приоритетным загрязнителем болотных почв является свинец, величина коэффициента опасности которого достигает уровня 1,5, а наибольшее загрязнение этим поллютантом зафиксировано на территории Емільчинського району; 5) по величине суммарного цинкового эквивалента токсичности тяжелых металлов болотные почвы и торфяники характеризуются преимущественно как

«слабозагрязненные» и «среднезагрязненные», а максимальный вклад в величину суммарного цинкового эквивалента токсичности вносят свинец и марганец (болотные почвы и осушенные осоковые и древесно-осоковые торфяники) и медь и марганец (низинные торфяники).

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить в направлении установления особенностей накопления тяжелых металлов дикорастущими лекарственными растениями и ягодными культурами, произрастающими в пределах болотных экосистем Полесского региона.

Литература

1. Балюк С. А. Охорона водних, ґрунтових та рослинних ресурсів Донецької області від забруднення важкими металами в умовах зрошення / С. А. Балюк, В. Я. Ладних, Л. І. Мошник. – Харків : ННЦГА, 2002. – 52 с.
2. Бамбалов Н. Н. Влияние окультуривания торфяных почв на содержание гидролизуемых органических веществ / Н. Н. Бамбалов // Мелиорация. – 2012. – № 2 (68). – С. 103–112.
3. Галич М. А. Агроекологічні основи використання земельних ресурсів Житомирщини / М. А. Галич, В. П. Стрельченко. – Житомир : Волинь, 2004. – 184 с.
4. Головатый С. Е. Содержание миграционно активных форм свинца в дерново-подзолистых и торфяных почвах / С. Е. Головатый, Н. К. Лукашенко, З. С. Ковалевич // Экологический вестник. – 2010. – № 3 (13). – С. 15–22.
5. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Житомирській області в 2015 році [Електронний ресурс] / Управління екології та природних ресурсів Житомирської ОДА. – Режим доступу: <http://ecology.zt.gov.ua/>
6. Инишева Л. И. Роль торфяных ресурсов в стратегии устойчивого развития / Л. И. Инишева, С. Г. Маслов // Труды Инсторфа. – 2013. – № 8 (61). – С. 3–10.
7. Лиштван И. И. Рациональное использование твердых горючих ископаемых Беларуси / И. И. Лиштван. – Минск : Минсктиппроект, 2010. – С. 167–178.
8. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М. : ЦИНАО, 1991. – 58 с.
9. Мислива Т. М. Свинець і кадмій у ґрунтах природних і агроландшафтів Житомирського Полісся / Т. М. Мислива // Вісник ЖНАЕУ. – 2013. – № 1 (36), т. 1. – С. 36–48.
10. Мислива Т. М. Важкі метали у водах і торфах низинних боліт Житомирського Полісся / Т. М. Мислива // Вісник ХНАУ. – 2010. – № 4. – С. 195–203.

11. Мошинский В. С. Критерии и методика предварительной оценки экологического состояния торфяных месторождений Полесья / В. С. Мошинский, В. А. Гнеушев // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья : сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14–17 сентября 2016 г.) : в 2 т. – Минск : Беларуская навука, 2016. – Т. 1. – С. 89–94.

12. Мыслыва Т. Н. Тяжелые металлы в водах и торфах низинных болот Житомирского Полесья / Т. Н. Мыслыва // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы VII междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 17–19 мая 2010 г. / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [и др.]. – Брянск, 2010. – С. 192–195.

13. Надточій П. П. Екологія ґрунту : монографія / П. П. Надточій, Т. М. Мислива, Ф. В. Вольвач. – Житомир : Рута, 2010. – 473 с.

14. Слюсар І. Т. Продуктивність короткоротаційних сівозмін в умовах осушуваних земель Полісся / І. Т. Слюсар, О. І. Савчук // Землеробство. – 2015. – № 1. – С. 60–63.

15. Торфяная промышленность России: итоги прошлого — взгляд в будущее / Б. Ф. Зюзин, О. С. Мисников, В. В. Панов, Л. В. Копенкина // Горный журнал. – 2013. – № 5. – С. 73–76.

16. Трускавецький Р. С. Торфові ґрунти і торфовища України / Р. С. Трускавецький. – Харків : Міськдрук, 2010. – 278 с.

17. Чекмарев П. А. Перспективы сельскохозяйственного использования продукции на основе торфа / П. А. Чекмарев, В. А. Петрунина // Торф и бизнес. – 2011. – № 2 (20). – С. 21–23.