

УДК 353.97:553.973

Т.Я. КАШИНСКАЯ

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ТОРФОВ И САПРОПЕЛЕЙ

*ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь,
kashynskaya@mail.ru*

Представлены результаты определения микроэлементного состава образцов торфа и сапропеля, отобранных в близкорасположенных точках Гомельского Полесья. Охарактеризована их биологическая активность.

Эффективное освоение природных ресурсов означает создание технологий, позволяющих полно реализовывать потенциальные возможности сырья. Наличие разнообразных химических соединений в составе торфа и сапропеля дает основание рассматривать последние как ценный материал для самых разных отраслей промышленности.

Торф и сапропель находят широкое применение в сельском хозяйстве непосредственно в естественном виде и в качестве сырья для получения препаратов, использование которых повышает урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур невозможно без использования биологически значимых для растений микроэлементов в соответствии с потребностями растений, агрохимическими свойствами почвы и запланированным уровнем урожайности. В оптимальном диапазоне концентраций микроэлементы в биологических организмах выполняют жизненно важные функции, к тому же могут косвенно участвовать в защите от болезней и вредителей.

Для каждой культуры имеются важнейшие микроэлементы, недостаток которых в питании вызывает стрессовое состояние растений и снижает их продуктивность. В условиях дерново-подзолистых почв республики самыми значимыми микроэлементами для озимой пшеницы являются медь и марганец, для кукурузы – цинк, медь и марганец, для сахарной свеклы – бор и марганец, льна – бор и цинк [3].

Микроэлементы влияют не только на продуктивность растений. Некоторые заболевания человека или животных связаны с недостатком или избытком микроэлементов, которые поступают в организм с продуктами питания и кормами.

Поэтому оптимизация содержания микроэлементов в растениях является актуальной задачей для сельскохозяйственного производства, так как здесь производятся основные продукты питания и корма.

Уникальным образованием, включающим все необходимые для растений и животных микроэлементы, являются сапропели.

Микроэлементы по-разному связаны с веществами сапропеля в залежи. Поступившие с поверхностными и грунтовыми водами, атмосферными осадками, с терригенными взвесями, они в ходе биохимических процессов в озере преобразуются в вещество сапропеля. Заметные количества микроэлементов поступают вследствие техногенного рассеивания, что особенно важно в случае тяжелых металлов. В сапропелях микроэлементы входят в органоминеральные соединения, сорбируются гелями кремнезема, гидроксидами железа, обнаруживаются в кристаллических решетках минералов терригенного происхождения.

Активными комплексообразователями являются фракции гуминовых веществ (гуминовые кислоты, фульвокислоты). Они образуют с микроэлементами растворимые и нерастворимые комплексные соединения [1].

В сапропелевом месторождении осуществляется круговорот микроэлементов. Они усваиваются биоценозами озера и вновь возвращаются в осадок.

Анализ сапропелей на содержание микроэлементов показал, что они включают все жизненно важные микроэлементы (*Mn, Co, Mo, Cu, Ni, V, F, J* и др.), которые входят в металлоферменты и металлопротеиды, обеспечивающие ход многих физиологических процессов в организмах животных и человека.

Присутствие в сапропелях широкой гаммы микроэлементов обуславливает их высокую физиологическую ценность при приготовлении добавок в корма животных, в лечебной практике и сельском хозяйстве при выращивании сельскохозяйственных культур. Известно эффективное использование сапропелей в качестве удобрения в сельском хозяйстве [4], что частично связано и с его богатым микроэлементным составом.

Содержание микроэлементов в сапропелях сильно варьирует как по типам сапропелей, так и внутри типов (таблица 1) [2]. Как правило, сапропели разного типа по убыванию содержания микроэлементов можно расположить в ряд: кремнеземистые – смешанные – органические – карбонатные. Для марганца, который обнаруживает тенденцию к накоплению в отложениях с повышенным содержанием карбонатного материала этот ряд видоизменяется: карбонатные – смешанные – кремнеземистые – органические.

Таблица 1 – Содержание микроэлементов в сапропелях Беларуси, мг/кг сухого вещества

Элемент	Тип сапропеля			
	органический	кремнеземистый	карбонатный	смешанный
Mn	$\frac{24-1200^*}{253 \pm 22}$	$\frac{20-2010}{420 \pm 81}$	$\frac{25-2728}{741 \pm 59}$	$\frac{19-2475}{684 \pm 57}$
Zn	$\frac{10-170}{54 \pm 14}$	$\frac{11-638}{121 \pm 48}$	$\frac{73-440}{105 \pm 12}$	$\frac{48-530}{204 \pm 23}$
Cu	$\frac{1-85}{15 \pm 1}$	$\frac{4-67}{16 \pm 2}$	$\frac{1-51}{9 \pm 2}$	$\frac{1-35}{11 \pm 1}$
Ni	$\frac{1-40}{8 \pm 1}$	$\frac{1-137}{19 \pm 4}$	$\frac{1-33}{15 \pm 3}$	$\frac{1-53}{22 \pm 4}$
Cr	$\frac{1-31}{10 \pm 1}$	$\frac{10-70}{22 \pm 1}$	$\frac{3-27}{13 \pm 2}$	$\frac{5-47}{13 \pm 15}$
V	$\frac{2-82}{10 \pm 1}$	$\frac{1-95}{30 \pm 2}$	$\frac{1-39}{18 \pm 1}$	$\frac{10-102}{19 \pm 2}$
Co	$\frac{1-16}{4 \pm 0.5}$	$\frac{1-50}{9 \pm 1.5}$	$\frac{1-13}{3 \pm 0.5}$	$\frac{1-21}{7 \pm 0.5}$
Mo	$\frac{0.1-8}{2 \pm 0.2}$	$\frac{0.1-10}{3 \pm 0.4}$	$\frac{0.-24}{4.5 \pm 0.5}$	$\frac{0.1-9}{2 \pm 0.2}$
Pb	$\frac{1-140}{20}$	$\frac{1-70}{29}$	$\frac{1-30}{8}$	$\frac{1-35}{8}$
Cd	Для всех типов < 1–20			
As	Для всех типов < 1–35 (< = 10)			
Hg	Для всех типов: в исследованных образцах 0–0,27			
*В числителе – пределы колебаний; в знаменателе – средние значения \pm стандартное отклонение				

По распределению микроэлементов в озерных осадках Республики Беларусь выделяется три лимнологическо-геохимические провинции озерных отложений [5]. Северная лимнологическо-геохимическая провинция (бассейн р. Зап. Двина, Поозерье) – органосиликатный тип осадконакопления; повышенное содержание меди, циркония, титана, никеля, кобальта, хрома. Центральная лимнологическо-геохимическая провинция делится на две подпровинции – в западной (Нарочанско-Вилейская равнина, Принеманье) доминирует карбонатный тип осадконакопления и установлены минимальные, кроме марганца, концентрации микроэлементов, для восточной (Центрально-Березинская равнина) характерен органо-карбонатный тип озерной седиментации и низкие, за исключением титана, концентрации микроэлементов. В южной лимнологическо-геохимической провинции (Полесье) преобладает силикатный тип осадконакопления, карбонатный и органический носят подчиненный характер, но имеют значительное распространение. В этой провинции обнаружены максимальные концентрации марганца, в озерах Гомельского Полесья – титана. Для остальных микроэлементов установлены пониженные содержания.

Не столь пристальное внимание было уделено определению содержания микроэлементов в составе торфов. Проведено лишь детальное обследование содержания в составе минеральной части торфов макроэлементов (кальция, железа, кремния, алюминия, магния). В связи с этим мы решили сравнить микроэлементный состав сапропелей и торфов, отобранных в близкорасположенных месторождениях Гомельской области. На торфяных месторождениях «Урочище Берин», «Милошевичи», «Топиловское» Лельчицкого района были отобраны образцы торфа, на озере Прибыловичи Лельчицкого района и на озере Дикое Петриковского района – образцы сапропеля (таблица 2).

Таблица – 2 Общетеchnическая характеристика образцов торфа и сапропеля

Образец	Объект	Глубина отбора, м	Вид торфа, класс сапропеля	Степень разложения, %	Зольность, %
1т	Торф. месторожд. Урочище Берин	0,1–0,5	Пушицево-сфагновый	20	6,2
2т	Торф. месторожд. Урочище Берин	0,5–1,0	Пушицевый	45–50	3,2
3т	Торф.местрожд. Урочище Берин	1,0–1,7	Сосново-пушицевый	50–55	2,9
4т	Торф. месторожд. Милошевичи, торфоучасток Прибыловичи	0,4–0,8	Тростниково-осоковый	35–40	14,1
5т	Торф. месторожд. Топиловское	0,5–1,0	Осоковый	20	3,4
6с	Сапрпель, озеро Прибыловичи	–	Кремнеземистый	–	53,1
7с	Сапрпель Озеро Прибыловичи	–	Карбонатный	–	58,3
8с	Сапрпель, озеро Дикое	–	Органический	–	31,3

В образцах торфа и сапропеля было определено содержание микроэлементов с помощью оптико-эмиссионного спектрометра с индуктивно связанной плазмой *Optima 3000 DV*. В таблице 3 представлены полученные результаты.

Как свидетельствуют данные, торф также имеет богатый микроэлементный состав. Причем в зависимости от пробы торфа содержание микроэлементов в ней может быть на уровне или даже выше, чем в пробах сапропеля. Так, содержание хрома в образцах торфа существенно ниже относительно его содержания в составе кремнеземистого сапропеля (образец № 6с), но в случае тростниково-осокового торфа (проба № 4т) близко к содержанию в органическом сапропеле (проба № 8с). В кремнеземистом сапропеле содержание кобальта на порядок выше, чем в торфах, но относительно органического сапропеля (проба № 8с), который содержит в 3 раза меньше этого элемента, чем кремнеземистый сапрпель (проба № 6с), осоковый торф (проба № 5т) имеет в своем составе только в 2 раза меньшее содержание кобальта.

Содержание никеля в органическом сапропеле (проба № 8с) близко таковому в составе тростниково-осокового (проба № 4т) и осокового (проба № 5т) торфах.

По содержанию меди осоковый торф (проба № 5т) в 1,5 раза превосходит как кремнеземистый (проба № 6с), так и органический сапрпель (проба № 8с), а ее содержание в составе тростниково-осокового торфа (проба № 4т) в 3 раза выше, чем в составе обоих образцов сапропеля.

Таблица 3 – Содержание микроэлементов в составе торфа и сапропеля

Химический элемент	Содержание, мг/кг с.в.							
	1т	2т	3т	4т	5т	6с	7с	8с
Хром	2,69	2,20	2,07	6,70	4,877	14,55	8,73	8,12
Марганец	14,24	6,78	8,66	269,4	26,27	487,9	641,5	564
Кобальт	0,47	0,37	0,35	2,01	3,583	18,21	4,05	6,21
Никель	1,83	2,80	2,22	7,18	7,862	28,21	17,20	8,60
Медь	3,65	3,10	2,98	20,10	10,05	6,83	10,05	6,21
Цинк	15,49	1128	7,85	15,13	14,83	114,8	25,21	120
Мышьяк	1,62	0,33	0,30	5,55	4,678	12,87	5,67	25,8
Стронций	11,35	13,39	21,47	70,74	47,17	40,68	519,5	–
Кадмий	0,26	0,08	0,10	0,23	0,159	0,24	0,08	0,57
Молибден	0,46	0,43	0,15	0,55	0,398	0,96	0,58	0,48
Селен	0,64	0,44	0,87	1,53	1,095	1,58	0,61	0,43
Свинец	20,58	2,098	0,992	13,50	3,384	1,781	2,97	17,4

По молибдену исследованные виды торфа и сапропели практически идентичны.

Единственный микроэлемент, по содержанию которого проанализированные образцы торфа не содержат в своем составе количеств, присущих пробам сапропеля, является мышьяк (содержание в сапропелях в 3–8 раз выше), но данный элемент не является биологически значимым и требуемым для растений и животных.

Обращает на себя внимание высокое содержание марганца в составе сапропелей. Но богат марганцем и тростниково-осоковый торф (проба № 4т), содержание марганца в его составе только приблизительно в 2 раза ниже, чем в сапропелях.

Необходимо отметить также высокое содержание цинка в составе пушицевого торфа (проба № 2т) – на порядок даже большее, чем в составе образцов сапропеля.

Из образцов торфа и сапропеля были выделены гуминовые препараты и проведены испытания их биологической активности. Биологическая активность стимуляторов роста растений может быть определена различными способами. Мы оценивали биологическую активность выделенных гуминовых препаратов по установлению энергии прорастания и всхожести семян различных культур, замоченных в разбавленных растворах исследуемых препаратов и методом водных культур по показателям накопления массы корней и проростков.

Применение гуминовых препаратов, полученных из сосново-пушицевого торфа (проба № 3т), из кремнеземистого (проба № 6с) и органического (проба № 8с) сапропелей, в концентрации 0,01 % для замачивания семян ячменя существенно увеличивает энергию прорастания и всхожесть семян (на 40–60 %). Препарат, полученный из пушицево-сфагнового торфа (проба № 1т), напротив, в данной концентрации угнетает семена ячменя

Заметное воздействие на энергию прорастания и всхожесть семян кукурузы оказали гуминовые препараты, полученные на основе пушицевого (проба № 2т) и сосново-пушицевого (проба № 3т) торфов и препарат, полученный из органического сапропеля (проба № 8с), но его воздействие значительно меньше, чем вышеперечисленных торфяных гуминовых препаратов.

Для испытания биологической активности препаратов использовали также метод водных культур на проростках озимой ржи. Положительный эффект от применения гуминовых препаратов наблюдался только на росте корней. Наиболее существенную прибавку обеспечил гуминовый препарат, полученный из сосново-пушицевого торфа (проба № 3т), увеличивая прирост корней практически на 70 %. Гуминовый препарат, выделенный из кремнеземистого сапропеля (проба № 6с) увеличил прирост корней на 25 %.

Ранее исследована возможность использования сапропеля озера Судобль в качестве сырья для получения стимулятора роста растений методом кислотно-щелочного гидролиза. Выделенный препарат показал более высокую биологическую активность, чем аналогичный, полученный из торфа, что было объяснено более богатым микроэлементным составом сапропеля [6]. Проведенные же нами испытания биологической активности гуминовых препаратов показали отсутствие заметной связи между ростстимулирующей активностью торфяных и сапропелевых гуминовых препаратов и микроэлементным составом исходного сырья.

Список литературы

- 1 Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – Л., 1980.
- 2 Гордобудская, О.М. Характеристика фонового накопления некоторых микроэлементов в сапропелях озер Беларуси / О.М. Гордобудская, Б.В. Курзо, Т.К. Будай // Геохимия. – 2000. – № 9. – С. 1018–1024.
- 3 Лапа, В.В. Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск: Беларус.навука, 2006.
- 4 Лопотко, М.З. Сапропели в сельском хозяйстве / М.З. Лопотко, Г.А. Евдокимова, П.Л. Кузмицкий. – Минск : Наука и техника, 1992.
- 5 Лукашев, В.К. Особенности распределения микроэлементов в озерных отложениях Белоруссии / В.К. Лукашев, Л.В. Окунь // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве: Тез. 3-ей Респ. научн. конф. Минск, 2–3 июня 1981. – С. 50.
- 6 Наумова, Г.В. Ресурсосберегающая переработка торфо-сапропелевых смесей для получения экологически безопасных регуляторов роста растений / Г.В. Наумова [и др.] // Природные ресурсы. – 1997. – № 2. – С. 92–96.

T.J. KASHINSKAJA

MICROELEMENT COMPOSITION OF PEAT AND SAPROPEL

The paper presents results of determination the content of trace elements in the composition of peat and sapropel selected Polessye in Gomel. The biological activity of peat and sapropel subject has been assessed.