

УДК 574

## ОПТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕОБЛУЧЕННЫХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ И ОБЛУЧЕННЫХ БИОМАТЕРИАЛОВ

<sup>1,2)</sup> Купчишин А.И., <sup>1)</sup> Есырев О.В., <sup>1)</sup> Ходарина Н.Н., <sup>1)</sup> Таипова Б.Г., <sup>1)</sup> Зубарева Т.И.

<sup>1)</sup> *Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан*

<sup>2)</sup> *Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*

Были исследованы оптические свойства необлученных и облученных ряда биоматериалов озера-накопителя Сорбулак. Образцы изготовлены из биоматериалов озера Сорбулак (загрязненные) и растущих около близлежащей проточной реки (незагрязненные). Изучение оптических свойств и структуры облученных и необлученных образцов камыша, осоки на отражение и просвет проводилось на автоматизированном цифровом микроскопе (АЦМ) типа *Leica DM6000M*. Экспериментальные образцы готовились в виде трубок (нарезанных из стеблей) и листьев. Доза электронного облучения равна 50–500 кГр.

Анализ полученных данных показал, что одновременное загрязнение и электронное облучение образцов биоматериала приводит к размытию полос материала, что связано с накоплением тяжелых металлов и генерацией устойчивых радиационных дефектов типа пары Френкеля и пары электрон – ион, которые в последующем приводят к разрушению клеток и к деструкции биоматериала.

### ВВЕДЕНИЕ

Проблемы загрязнения водоемов, влияния токсических веществ на их флору и фауну, очистка водных объектов от загрязнителей являются на сегодняшний день актуальными [1]. Сточные воды, подвергшиеся специальной очистке в системах очистных сооружений, собираются в так называемых озерах-накопителях. Вопросы таких водных сред требуют незамедлительного решения, поскольку, являясь частью внешней среды целых областей, они определяют в большой степени благополучие их среды и населения. Нужно иметь в виду, что исследования экологических процессов в водоемах-накопителях будут успешным только при последовательном их изучении в сравнении с уже известным состоянием пресноводных сред [2].

Тяжелые металлы (ТМ) являются важнейшими загрязняющими водоемы веществами. При экологическом и гидробиологическом мониторинге они рассматриваются как приоритетные. Тяжелые металлы биологически активны и не трансформируются в организме гидробионтов, сорбируются клеточными стенками и накапливаются внутри клеток растений микроорганизмов-бактерий, водорослей и т.д. [3]. По большинству ТМ их сорбционная способность сравнительно высока. Однако в настоящее время в литературе по исследованию тяжелых металлов в высших растениях и в ракообразных в озерах-накопителях сточных вод очень мало данных. Наиболее важным является при этом поиск физических и биологических факторов, улучшающих качества воды.

Целью настоящей работы было исследование оптических свойств необлученных и облученных ряда биоматериалов в высших растениях озера-накопителя Сорбулак.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

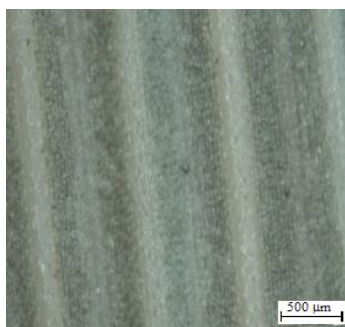
Проведены оптические исследования необлученных, загрязненных и облученных биоматериалов на

примере камыша и осоки. Экспериментальные образцы были изготовлены из биоматериалов озера Сорбулак (загрязненные образцы) и растущих около близлежащей проточной реки (незагрязненные образцы). Изучение оптических свойств и структуры как облученных, так и необлученных образцов камыша, осоки на отражение и просвет проводилось на автоматизированном цифровом микроскопе (АЦМ) типа *Leica DM6000M*. Экспериментальные образцы готовились в виде трубок (нарезанных из стеблей) и листьев. Облучение материалов велось в воздушной среде в специальных держателях на ускорителе электронов ЭЛУ-6 КазНПУ им. Абая. Параметры ускорителя следующие: энергия электронов – 2 МэВ, длительность импульсов – 5 мкс, частота их повторения – 200 Гц. Вакуум в системе ускорителя поддерживался равным  $10^{-6}$  мм ртутного столба. Величина тока пучка высокоэнергетических электронов составляла 0,3 мкА/см<sup>2</sup>. Доза электронного облучения выбиралась равной 50–500 кГр. Биообразцы были расположены на расстоянии 40 см от выходного окна ускорителя, облучение длилось в течение нескольких минут. Средняя высота закрепления образцов во время облучения совпадала с центром выходного окна, максимальная – равнялась 30 см. При проведении работ температура образцов поддерживалась равной 23 °С, а относительная влажность – 55 %.

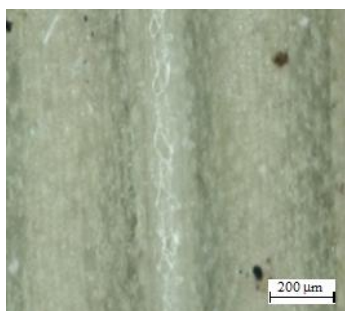
### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На рисунке 1 представлены фотографии незагрязненного облученного ( $D = 500$  кГр; увеличение в 5 раз) и загрязненного облученного ( $D = 500$  кГр; увеличение в 10 раз) стебля камыша. Как видно из рисунка, незагрязненный образец стебля камыша имеет практически идеальную полосатую структуру. Повторяющиеся полосы для камыша представляют собой трубки диаметром порядка 250 мкм, а расстояние между ними составляет 400 мкм (для камыша) и 250 мкм для осоки. Для загрязненного образца свой-

ственными вкрапления размерами 30–50 мкм в виде конгломератов, состоящих из атомов тяжелых металлов и их соединений. Одновременное воздействие загрязнения и электронного облучения образцов биоматериала размывает полосы материала, что связано с генерацией устойчивых радиационных дефектов типа пары Френкеля и пары электрон-ион, которые в последующем приводят к разрушению клеток и к деградации биоматериала.



а)



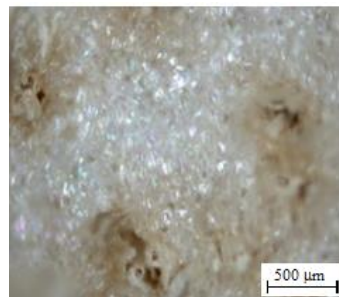
б)

Рисунок 1. Микрофотографии облученного ( $D = 500$  кГр) стебля камыша: (а) – незагрязненный (увеличение в 5 раз); (б) – загрязненный (увеличение в 10 раз)

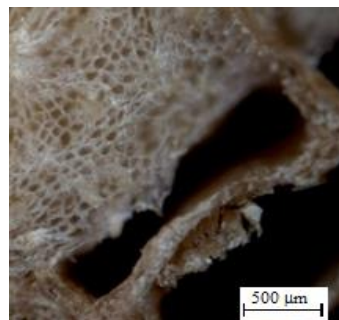
Также на загрязненном стебле камыша обнаружено огромное количество упорядоченных мелких темных структур, связанных с имеющимися место вредными для растения веществами.

Представленные на рисунках 2 и 3 микрофотографии необлученных, облученных, незагрязненных и загрязненных образцов стебля осоки показывают, что незагрязненные и загрязненные образцы осоки сильно отличаются своей структурой. На загрязненных стеблях осоки наблюдаются огромные темные пятна, связанные, на наш взгляд, с содержанием большого количества тяжелых металлов.

Поверхность и объем тела всех исследуемых объектов (осоки, камыша и др.) сильно подвержены существенным изменениям. Для загрязненных объектов видны существенные повреждения структуры материала.



а)

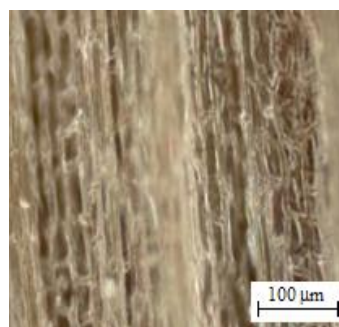


б)

Рисунок 2. Микрофотография (увеличение в 5 раз) необлученного стебля осоки: (а) – незагрязненного; (б) – загрязненного



а)



б)

Рисунок 3. Микрофотография облученного стебля осоки: (а) – незагрязненного; (б) – загрязненного

На рисунке 4 представлены микрофотографии биоматериала в 3D-формате, видно, что основная часть включений имеет размеры менее 1 мкм (макромолекулы).

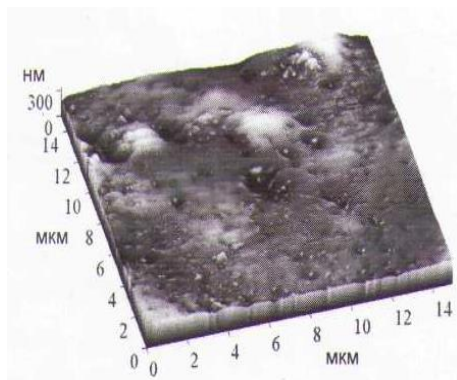


Рисунок 4. 3D-микрофотография участка поверхности образца биоматериала площадью 15×15 мкм

### Выводы

Установлено, что одновременное загрязнение и электронное облучение образцов биоматериала приводит к размытию полос материала, что связано с накоплением тяжелых металлов и генерацией устойчивых радиационных дефектов типа пары Френкеля и пары электрон – ион, которые в последующем приводят к разрушению клеток и к деструкции биоматериала.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Савченко, В.В., Вадковская, И.К. Микроэлементы в водных растениях Беларуси (на примере рек Березина и Свислочь) // Природопользование. – 1996. – Вып. 1. – С. 124–126.
2. Ялынская, Н.С., Лопотун, А.Г. Накопление микроэлементов и тяжелых металлов в растениях рыбоводных прудов // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29, №5. С. 40–46.
3. Поклонов, В.А., Котелевцев, С.А., Шестакова, Т.В., Остроумов, С.А. Снижение концентрации тяжелых металлов в водных растворах при взаимодействии с макрофитами. Экологическая химия. – 2011. – Т. 20. – С. 200–203.
4. Esyrev O.V., Kupchishin A.A., Kupchishin A.I., Voronova N.A. Optical research of biomaterials of sorbulak// IOP Conf. Series: Material Science and Engineering 110 012036. – 2016. – P. 1–5.

### СӘУЛЕЛЕНБЕГЕН, СӘУЛЕЛЕНГЕН ЖӘНЕ ЛАСТАНҒАН БИОМАТЕРИАЛДАРДЫ ОПТИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

<sup>1,2)</sup> А.И. Құпчишин, <sup>1)</sup> О.В. Есырев, <sup>1)</sup> Н.Н. Ходарина, <sup>1)</sup> Б.Г. Таипова, <sup>1)</sup> Т.И. Зубарева

<sup>1)</sup> *Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан*

<sup>2)</sup> *ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан*

Сорбулақ көлінің сәулеленбеген және Сәулеленген биоматериалдарының оптикалық қасиеттері зерттелді. Үлгілер Сорбулақ көлінің (ластанған) және жақын маңдағы ағынды өзеннің маңында өсіп келе жатқан (ластанбаған) биоматериалдарынан жасалған. Сәулеленген және сәулеленбеген қамыс үлгілерінің, осоктардың оптикалық қасиеттері мен құрылымын бейнелеу және жарықтандыру *Leica DM6000M* типті автоматтандырылған сандық микроскоппен (АЦМ) зерттеу жүргізілді. Тәжірибелік үлгілер түтікшелер (сабақтардан кесілген) және жапырақтар түрінде дайындалды. Электрондық сәулелену дозасы 50–500 кГр тең.

Алынған деректерді талдау биоматериал үлгілерінің бір мезгілде ластануы мен электрондық сәулеленуі материал жолақтарының жайрайтыным көрсетті, бұл ауыр металдардың жиналуымен және Френкель буы және электрон – ион буы түріндегі тұрақты радиациялық ақаулардың генерациясымен байланысты, олар кейіннен жасушалардың бұзылуына және биоматериалдың деструкциясына әкеп соқтырады.

**OPTICAL RESEARCHES OF UNIRRADIATED, POLLUTED  
AND IRRADIATED BIOMATERIALS**

<sup>1,2)</sup> A.I. Kupchishin, <sup>1)</sup> O.V. Esyrev, <sup>1)</sup> N.N. Hodarina, <sup>1)</sup> B.G. Taipova, <sup>1)</sup> T.I. Zubareva

<sup>1)</sup> *Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan*

<sup>2)</sup> *Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan*

The optical properties of the unirradiated and irradiated series of biomaterials of the lake-reservoir Sorbulak were investigated. Samples are made from biomaterials of Sorbulak Lake (polluted) and growing near a nearby flowing river (unpolluted). The study of the optical properties and structure of irradiated and non-irradiated samples of reeds, sedges for reflection and lumen was carried out on an automated digital microscope (ACM) of the type *Leica DM6000M*. Experimental samples were prepared in the form of tubes (cut from stems) and leaves. The dose of electron irradiation is 50–500 kGy.

Analysis of the data showed that simultaneous contamination and electron irradiation of biomaterial samples leads to blurring of material bands, which is associated with the accumulation of heavy metals and the generation of resistant radiation defects such as a Frenkel pair and an electron-ion pair, which subsequently lead to cell destruction and destruction of the biomaterial.