

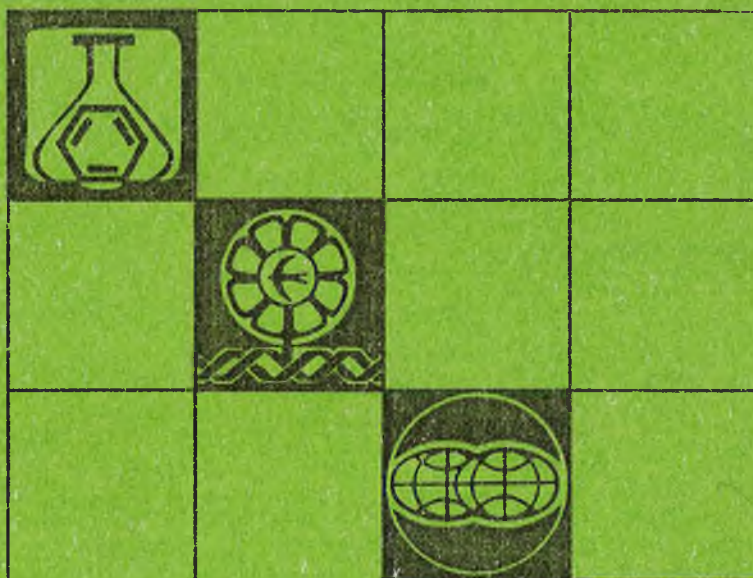
ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

2'96



СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

<i>Шишонков М.В., Торгашов В.И., Зубец О.В., Герт Е.В., Капуцкий Ф.Н.</i> Азотнокислая варка ржаной соломы	3
<i>Бобкова Н.М., Баранцева С.Е., Вансяцкий К.Э., Зальгина О.С.</i> Перспективы получения неорганических мембран на основе стеклокристаллических материалов	10
<i>Рагойша А.А., Лазарева Л.В., Горошко Н.Н.</i> Пакет компьютерных обучающих программ "Решение расчетных задач в курсе общей химии"	15
<i>Кудреватых М.В., Бубель О.Н.</i> Синтез 4-(5-фенилоксазол-2-ил)бензойной кислоты	17
<i>Липский В.К., Томсон А.Э., Соболев М.И., Соколова Т.В., Пехтерева В.С., Липская Т.И.</i> Влияние гидрофобизации на изменение структуры органического вещества торфа	19
<i>Сидерко В.М., Бильдюкевич Т.Д.</i> Модификация гидратцеллюлозы привитой сополимеризацией с бутилметакрилатом	24

БИОЛОГИЯ

<i>Фролов А.В.</i> Материалы к познанию рода <i>Aphodius</i> (Coleoptera, Scarabaeidae) Северной Палеарктики. I. Группа <i>plustschewskii</i>	27
<i>Джус М.А.</i> О новых местопроизрастаниях представителей <i>Orchidaceae</i> Juss в Беларуси	31
<i>Поликсенова В.Д.</i> Особенности распространения, патогенеза и биологии возбудителя трахеомикозного увядания томатов	33
<i>Храмцов А.К., Лемеза Н.А.</i> Мучнисторосяные грибы Шкловского района	36
<i>Гричик В.В.</i> Пробелы и перспективы в изучении териофауны Беларуси	40
<i>Стельмах В.А., Шебеко Л.В., Юркинович Т.Л.</i> Экспериментальная терапия локального инфекционно-воспалительного процесса у крыс с помощью пленки линкомициновой	44
<i>Курченко В.П., Писарчик В.П., Лесникович Ю.А.</i> Эколого-генетический мониторинг загрязнения водоемов Минска	48

ГЕОГРАФИЯ

<i>Иванов Н.П., Скурко И.Е., Куликов Я.К., Дорохова В.В., Чубаков А.С., Малашенков В.Ю.</i> Влияние оптимизации землевладением мелиорированных торфяных почв на их минералогический состав	52
<i>Гурьянова Л.В., Тумишская С.Ф.</i> Использование ГИС-технологий для решения географо-гидрологических задач	55
<i>Марцинкевич Г.И., Жукова В.М.</i> Динамика ландшафтов прибрежной зоны водохранилищ центральной Беларуси	59
<i>Емельянов Ю.Н., Гриневич А.Г.</i> Принципы диагностической оценки распространения аварийных выбросов в речных потоках	64
<i>Галай Е.И.</i> Воздействие минерализованных вод на структуру и водно-физические свойства	69
<i>Бамбалов Н.Н., Смирнова В.В.</i> Закономерности распределения месторождений торфяных лечебных грязей по территории Беларуси	72

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Мелешко Ж.Е.</i> К биологии жука-долгоносика <i>Polydrusus ruficornis</i> Bonnd. (Curculionidae, Coleoptera)	76
---	----

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Ольга Филипповна Якушко	77
-------------------------------	----

ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с января 1969 года
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

2'96

ИЮНЬ



МИНСК
"УНІВЕРСІТЭЦКАЕ"

Главный редактор В.Г. РУДЬ
Ответственный секретарь П.Н. БАРАНОВСКИЙ

Редакционная коллегия серии:

А.И. ЛЕСНИКОВИЧ (*ответственный редактор*),
С.А. ВОРОБЬЕВА (*ответственный секретарь*), Р.А. ЖМОЙДЯК,
Ф.Н. КАПУЦКИЙ, В.Н. КИСЕЛЕВ, Л.В. КОЗЛОВСКАЯ (*зам. ответ-*
ственного редактора), Н.М. КРЮЧКОВА, А.И. КУЛАК, И.К. ЛОПА-
ТИН, В.А. ПРОКУЛЕВИЧ, Е.М. РАХМАНЬКО, В.В. СЕНЧУК
(*зам. ответственного редактора*), Л.С. СТАНИШЕВСКИЙ,
А.В. ТОМАШЕВИЧ, О.М. ШАДЫРО, А.С. ШУКАНОВ

ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 2: Хим. Биол. Геогр. 1996. №2

Редактор И.А. Лешкевич
Художественный редактор Ю.С. Сергачев
Технический редактор и корректор Г.И. Хмарун

Набор и верстка выполнены в редакции журнала Г.М. Добыш и В.А. Семеновым

Подписано в печать 01.08.96. Формат 70х108 1/16. Бумага офс. Печать офсетная. Усл.
печ. л. 7,0. Усл. кр.-отт. 7,52. Уч. изд. л. 8,6. Тираж 470 экз. Заказ 1105. Цена 12000 р.

Издательство "Універсітэцкае". 220048, Минск, пр. Машерова, 11. Адрес редакции:
220080, Минск, Университетский городок, тел. 220-65-42.

Отпечатано с готовых диапозитивов заказчика в типографии издательства "Белорусский
Дом печати". 220013, Минск, пр. Ф. Скорины, 79.

© Вестник Белгосуниверситета, 1996



УДК 634.0.861.16:546.175-323

М.В. ШИШОНОК, В.И. ТОРГашОВ, О.В. ЗУБЕЦ, Е.В. ГЕРТ, Ф.Н. КАПУЦКИЙ

АЗОТНОКИСЛАЯ ВАРКА РЖАНОЙ СОЛОМЫ

The delignification of rye straw with diluted (1,0–2,0%) aqueous HNO_3 solutions has been studied. The dependence of the degree of delignification on the digestion temperature has been shown to have a maximum in the 80–100 °C range. The search for rational digestion parameters is directed by the competition between the processes of nitration (oxidation) of lignin and the reactions of carbohydrates with nitric acid. A reaction regime has been found that provides the ~44% yield of unbleached cellulose having the Kappa number of ~10 units. The nitric acid rye straw cellulose shows acceptable strength indices and can be used in paper and cardboard compositions.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время отмечают [1–5] значительный рост мирового производства целлюлозы из недревесного, дешевого сырья: с 6,7% в 1970 г. до 9,1% в 1990 г. – и ориентацию ряда стран (Индии, Китая, Франции, Египта, России, Украины) на его использование. В данной статье исследуется приемлемое для республики Беларусь направление собственного производства целлюлозы из соломы злаковых культур. Республика располагает значительной сырьевой базой – 7 млн. т соломы ежегодно.

Известно [5–7], что стебли однолетних растений – ржи, риса, сахарного тростника, маниоки и т.п. – являются наилучшим материалом для делигнификации азотной кислотой. Высокая реакционная способность азотной кислоты по отношению к лигнину определяет основные достоинства процесса: умеренные температуры и атмосферное давление. В 1961 г. Д.Л.Бринк предложил схему азотнокислой делигнификации древесины, которая включает стадию получения азотной кислоты окислением аммиака [8]. В Беларуси действует промышленное производство аммиака и азотной кислоты. Таким образом, экономически и экологически предпочтительным для республики вариантом представляется азотнокислая варка соломы ржи, преобладающей среди злаков Беларуси, с последующей экстракцией нитролигнина аммиаком.

Еще Б.П.Осанов с сотр. [9] показали, что ржаная солома служит прекрасным сырьем для получения целлюлозы азотнокислым способом. Вместе с тем, исследованные в работе [9] условия делигнификации (концентрации водных растворов кислоты составляли 2,5%, 7,5, 22,5, 45%) сопряжены с относительно большим расходом реагентов: ~250 – 4500 кг HNO_3 на одну тонну соломы. При азотнокислой варке древесины расход кислоты колеблется в пределах 150–400 кг на одну тонну сырья [5,10], а при варке багассы и маниоки выявлен оптимум – соответственно 100 кг HNO_3 [11] и 290 кг HNO_3 [12] на тонну. В публикациях [10–12] речь идет о лабораторных режимах выделения небеленой целлюлозы с содержанием остаточного лигнина до 2–4%.

Цель данной работы – определить условия реагирования ржаной соломы, обеспечивающие при рациональном расходе азотной кислоты глубокую делигнификацию материала. Изучено влияние продолжительности, температуры варки, а также концентрации HNO_3 на выход и химический состав волокнистой массы. Оценены некоторые физико-механические свойства целлюлозы.

Материал и методика

Исходный материал. Объектом исследования служила солома озимой ржи. Содержание лигнина в ней определено методом Классона в модификации Комарова [13], а пентозанов и золы – стандартными методами TAPPI [14,15].

Делигнификация. Предварительно вымытую, высушенную на воздухе солому (влажностью 8,1%) измельчали до образования сечки длиной ~0,5–1 см. Делигнификацию осуществляли в три стадии: 1) пропитка соломы водным раствором HNO_3 в течение 1 ч при модуле ванны 10 мл/г и температуре 20°C; 2) варка набухшей соломы в водном растворе HNO_3 ; 3) экстракция модифицированных лигнина и гемицеллюлоз 1,5%-ным водным раствором NaOH в течение 1 ч при модуле 10 мл/г и температуре 100°C.

Для пропитки и варки соломы использовался один и тот же раствор HNO_3 . После варки волокнистую массу промывали горячей водой до нейтральной реакции и, в ряде опытов, высушивали на воздухе для определения выхода. За стадией щелочной экстракции также следовали промывка образца и высушивание его на воздухе. Все операции проводили в термостатируемой колбе с обратным холодильником.

Варьируемые параметры: продолжительность и температура варки, концентрация HNO_3 . Все эксперименты по оптимизации варки проводились в идентичных условиях процессов пропитки и экстракции. В некоторых опытах для экстракции применяли 5%-ный водный раствор аммиака при 87°C. Все эксперименты дублировались.

Анализ целлюлозы. Химический состав целлюлозы: содержание α -целлюлозы, лигнина, пентозанов и золы, контролировали методами TAPPI [16,14,15]. Жесткость целлюлозы, содержание в ней лигнина, оценивали также числом Каппа [17].

Для фазового анализа целлюлозы использовали рентгеновский дифрактометр ДРОН-2.0. Морфологию волокон исследовали с помощью светового микроскопа Биолам И.

Физико-механические показатели соломенной целлюлозы определяли стандартными методами [18].

Некоторые результаты обработаны на ЭВМ по программам GRAFIC DRAWER и NAPOLI.

Результаты и их обсуждение

Исходный материал. Установлено, что солома озимой ржи содержит 23,5% лигнина, 22,2% пентозанов, 5,8% золы.

Влияние продолжительности азотнокислой варки. Ориентируясь на сокращение расхода азотной кислоты, изменение продолжительности процесса осуществляли при 2%-ной концентрации варочного раствора. По данным работы [12] наиболее интенсивная азотнокислая делигнификация стеблей маниоки наблюдается при 80–85°C. Увеличение реакционной способности лигнина объясняется, вероятно, его пластификацией, уменьшением температуры стеклования до ~80–90°C [19,20] и переходом в высокоэластическое состояние [20]. Руководствуясь этим, варки проводили при 80°C. Показано, что динамику выхода волокнистого материала при варке не более 8 ч можно описать уравнением:

$$W' = 99,31 - 8,699\tau + 0,6286\tau^2, \quad (1)$$

где W' – выход целлюлозного полуфабриката, масс.% от "абсолютно сухой" соломы; τ – продолжительность варки, ч.

Аппроксимирование функции (зависимости выхода волокнистой массы от продолжительности варки) полиномом второго порядка представлено на рис.1 кривой 1. Заметное снижение выхода (до 71,7%), происходит в первые 4 ч обработки азотной кислотой за счет растворения продуктов модификации (нитрозирования, нитрования, окисления, деметоксилирования, деструкции) лигнина и гидролиза гемицеллюлоз. Далее процесс растворения замедляется.

В результате последующей щелочной экстракции наблюдается естественное уменьшение выхода вплоть до 40,6% при 8-часовой варке (рис.1, кривая 2). Зависимость конечного выхода (после кислотной и щелочной обработок) от продолжительности варки выражается уравнением:

$$W = 57,87 - 4,309\tau + 0,2768\tau^2. \quad (2)$$

Кривая 2 (рис.1) представляет аппроксимирование функции (2) полиномом второй степени. Сопоставляя кривые 1 и 2, ход которых аналогичен, можно заключить, что в данных конкретных условиях делигнификации основная масса нецеллюлозных компонентов соломы (~55%), удаляется за 4 ч варки; увеличение продолжительности варки до 8 ч лишь незначительно снижает выход целлюлозы (см. рис.1).

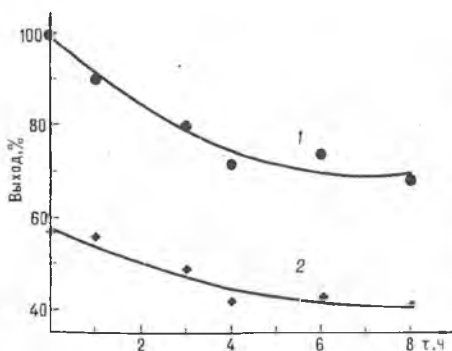


Рис.1 Зависимость выхода волокнистого остатка после варки (кривая 1) и после экстракции (кривая 2) от продолжительности варки

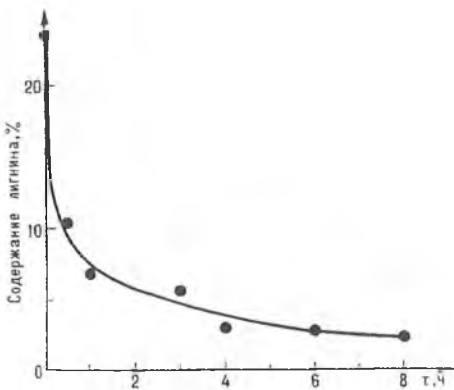


Рис.2 Зависимость содержания лигнина от продолжительности варки

Кинетика азотнокислой делигнификации ржаной соломы характеризуется быстрой начальной стадией. Из рис.2 видно, что уже после 0,5 ч реагирования с раствором HNO_3 и дальнейшей щелочной экстракции содержание лигнина в материале сокращается более чем в 2 раза. С увеличением продолжительности варки скорость потери лигнина существенно замедляется. Через 4 ч степень делигнификации соломы составляет 87,2%, через 8 ч – 90,2% (см. рис.2). Соответственно изменяется жесткость целлюлозы, уменьшаясь от 30,0 единиц Каппа при 0,5-часовой варке до 9,0 единиц при 8-часовой.

Анализируя динамику снижения выхода целлюлозы (см. рис.1) и массовой доли лигнина (см. рис.2), следует отметить разницу в выходах после варки (рис.1, кривая 1) и после экстракции (рис.1, кривая 2). Интервал между кривыми 1 и 2 на рис.1 составляет примерно 35% в начальный период, сужаясь до ~28% по мере увеличения времени варки. Эти цифры свидетельствуют о том, что при щелочной экстракции происходит не только полное растворение модифицированного лигнина, но и значительная потеря полисахаридов. Вместе с тем на рис.3 показано, что даже после 4 ч варки солома теряет менее половины (45,9%) пентозанов. По Л.В. Жеребову [21], около 40% общего количества пентозанов в соломе ржи являются трудногидролизуемыми и прочно связаны с целлюлозой в единый комплекс. Высокое содержание пентозанов характерно для соломенной целлюлозы вообще. Например, небеленая целлюлоза, выделенная из пшеничной соломы по щелочно-хлорному способу Цельдекор-Помилио, содержит 24,50% пентозанов [22], наличие которых способствует улучшению бумагообразующих свойств волокон. В то же время соломенная целлюлоза по способу [22] отличается низким содержанием α -целлюлозы: 71,86% после отбелки.

Особенностью азотнокислой варки является высокая массовая доля α -целлюлозы даже в небеленом материале [23,24]. С удлинением процесса наблюдается практически линейное увеличение содержания α -целлюлозы. В результате 8-часовой варки ржаной соломы при 80°C выделен материал, содержащий 94,0% α -целлюлозы, что указывает на высокую степень чистоты целлюлозы, не подвергавшейся дополнительной отбелке.

Итак, варка в течение 4–6 ч обеспечивает хороший выход целлюлозы при весьма высокой степени делигнификации и сохранении углеводного комплекса соломы.

Следующий этап – варьирование концентрации азотнокислого раствора – проводили при температуре 80°C и продолжительности варки 6 ч.

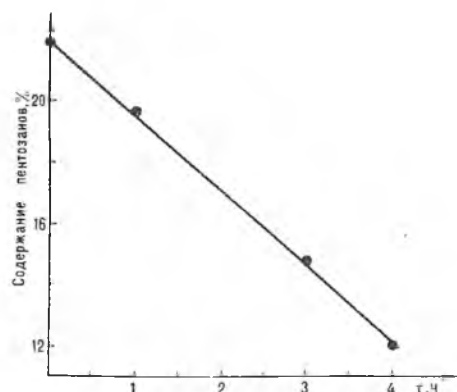


Рис.3 Зависимость содержания пентозанов от продолжительности варки

Влияние концентрации азотной кислоты. Планируя настоящий эксперимент, мы основывались на том, что минимальная концентрация HNO_3 , при которой еще возможно нитрование лигнина багассы, составляет 1,42% [25]. Как видно из табл.1, уменьшая концентрацию варочного раствора в диапазоне от 2,0 до 1,0%, снижаем, тем самым, расход HNO_3 от 220 до 109 кг на 1 т "абсолютно сухой" соломы. Следует отметить, что указанные величины рассчитаны без учета возможности повторного использования варочного раствора, а также кислоты, регенерируемой из образующихся в результате варки оксидов азота (NO , NO_2). Согласно В.И. Сорокину [23], приблизительно 15–

20% от израсходованного количества HNO_3 может быть регенерировано окислением оксидов азота и абсорбцией их водой.

Таблица 1

Характеристики целлюлозы, выделенной из ржаной соломы с использованием растворов HNO_3 различных концентраций*

№ образца	Концентрация раствора HNO_3 , %	Расход HNO_3 , кг/т	Общий выход целлюлозы, %	Содержание лигнина **, %	Содержание пентозанов, %
1	2,0	220	43,7	2,0	11,7
2	1,5	164	47,5	5,4	13,7
3	1,0	109	48,8	5,2	14,3
4	1,0	109	42,0	4,8	9,4

Примечание: * – образцы № 1, 2, 3 делигнифицированы при 80°C, №4 – при 90°C; ** – по методу [17].

По мере разбавления раствора HNO_3 возрастают выход волокнистого материала, содержание в нем лигнина и пентозанов (см. табл.1, образцы №1–3). При двукратном снижении концентрации HNO_3 увеличение выхода на 5,1% коррелирует с повышением доли лигнина на 3,2% и пентозанов на 2,6%. Варки с 1,5%-ным и 1,0%-ным растворами приводят к практически одинаковой глубине делигнификации.

Пытаясь углубить делигнификацию 1,0%-ным раствором HNO_3 , повысили температуру варки от 80°C до 90°C. Сопоставление показателей образцов №3 и №4 (см. табл.1) указывает на незначительное снижение массовой доли остаточного лигнина.

Оптимальной концентрацией раствора HNO_3 для варки рисовой соломы, отличающейся низким содержанием лигнина (15,7%), авторы работы [7] считают 0,6–0,9%. Волокнистый полуфабрикат, выделяемый через 0,5 ч варки содержит 6,6–8,4% лигнина [7].

Поиск наиболее приемлемой температуры делигнификации ржаной соломы проводили с использованием 2,0%-ной HNO_3 , обеспечивающей для рассматриваемого режима лучшие результаты.

Таблица 2

Характеристики целлюлозы, выделенной из ржаной соломы с использованием 2,0%-ной HNO_3 в течение 4 ч при различных температурах варки

№ образца	t, °C	Выход целлюлозы после варки, %	Выход целлюлозы после экстракции, %	Содержание α-целлюлозы, %	Содержание лигнина*, %
1	80	71,7	42,6	86,6	3,0
2	90	70,0	42,5	90,5	1,7
3	100	66,7	42,0	80,6	13,4

Примечание: * – по методу [16].

Влияние температуры варки. Из табл.2 видно, что с увеличением температуры от 80 до 100°C наблюдается, как и следовало ожидать, некоторое снижение выхода целлюлозы после стадии варки, однако после экстракции значения выравниваются. Подъем температуры в интервале 80°C — 90°C способствует углублению процесса делигнификации. Так, при 90°C из соломы удаляется наибольшее (92,8%) количество лигнина и возрастает доля α -целлюлозы в волокне. Повышение температуры до 100°C приводит в этих условиях к негативному результату: выделению темной волокнистой массы с большим содержанием непровара. Такой материал отличается аномально высокой долей (13,4%) остаточного лигнина. Массовая доля α -целлюлозы в нем на 9,9% ниже, чем в волокнах, выделенных при 90°C (см. табл.2).

Следовательно, зависимость степени делигнификации ржаной соломы от температуры варки является экстремальной.

Очевидно, при 100°C интенсифицируется гидролитическая деструкция полисахаридов, в итоге в варочном растворе возрастает концентрация редуцирующих веществ. Энергия активации кислотного гидролиза полисахаридов довольно высока (примерно 126 кДж/моль [26]) и поэтому скорость реакции находится в сильной зависимости от температуры. Таким образом, при температуре 100°C увеличивается доля азотной кислоты, расходуемой на окисление редуцирующих веществ. Подтверждением служат результаты определения содержания пентозанов. Зависимость массовой доли остаточных пентозанов от температуры варки в диапазоне 80–100°C выражается уравнением:

$$P = -104 + 2,97t - 0,019t^2, \quad (3)$$

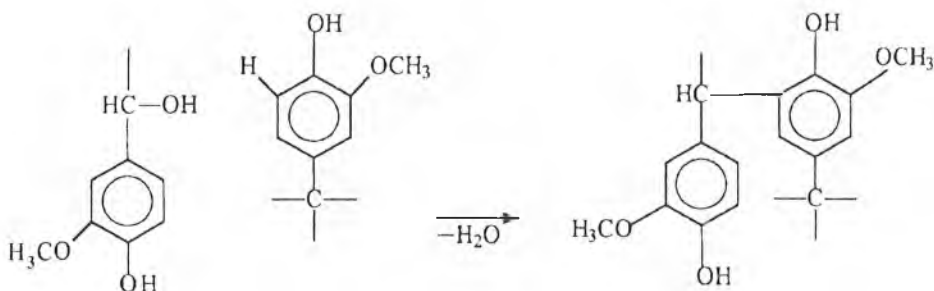
где P — содержание пентозанов, %, t — температура, °C.

С повышением температуры от 80 до 100°C содержание пентозанов сокращается в 4 раза: с 12,0 до 3,0%. Таким образом, при 100°C наблюдается максимальное (на 86,5%) удаление пентозанов из ржаной соломы. В результате глубокого гидролиза полисахаридов (в основном до пентоз) возрастает массовая доля лигнина в волокне (см. табл.2).

В условиях кипения варочного раствора происходит дегидратация пентоз с образованием фурфурола [6]. Известно, что фурфурол вступает в реакцию поликонденсации с лигнином [27], а также окисляется, нитруется азотной кислотой. Темная окраска волокон, полученных из соломы при 100°C, обусловлена, вероятно, продуктами конденсации производных фурфурола с лигнином.

Одной из причин ухудшения делигнификации при температуре 100°C может являться частичное декарбоксилирование окисленного нитролигнина, уменьшающее его растворимость в щелочном растворе [6].

Наконец, в области температур, близких к 100°C, не исключено сшивание макромолекул лигнина, препятствующее его растворению. Возможна, например, конденсация по схеме Т.Энквиста с сотр. [28] и Д.Тищенко [29]:



Итак, в принятых условиях оптимальной температурой варки является 90°C.

Влияние природы щелочного реагента. Более полная и равномерная делигнификация соломы, обработанной 2,0%-ной HNO₃ в течение 6 ч при 80°C, достигается после экстракции раствором сильного основания — едкого натра (табл.3). Из таблицы видно, что замена едкого натра аммиаком способствует увеличению выхода волокнистой массы (на 7,0%), уменьшению степени ее делигнификации (доля остаточного лигнина повышается на 2,2%) и сохранению гemicеллюлозной фракции полисахаридов (содержание пентозанов увеличивается на 4,8%). Возрастает количество непровара, жесткость целлюлозы:

22,9 единиц Каппа в случае NH_4OH против 10,2 единиц Каппа для NaOH . При использовании аммиака значительно снижается степень белизны волокнистого материала. Последнее связывают [23] с реакциями конденсации, протекающими между аммиаком и остаточным лигнином.

Целлюлоза из ржаной соломы, делигнифицированной 2,0%-ной HNO_3 с последующей экстракцией раствором NH_4OH , по жесткости близка к целлюлозе, полученной в том же температурно-временном режиме, но с использованием 1,0%-ной HNO_3 и NaOH . Для первого образца число Каппа равно 22,9, для второго – 26,5 единиц. Химический состав материалов указан в табл.3 (образец №2) и в табл.1 (образец №3).

Таблица 3

Характеристики соломенной целлюлозы, выделенной при различных условиях щелочной экстракции

№ образца	Щелочной реагент	Общий выход целлюлозы, %	Содержание α -целлюлозы, %	Содержание лигнина*, %	Содержание пентозанов, %
1	NaOH	43,7	87,1	2,8	11,7
2	NH_4OH	50,7	80,0	5,0	16,5

Примечание: * – по методу [16].

Таблица 4

Результаты физико-механических испытаний отливок из соломенной и древесной целлюлозы

№ образца	Композиция	Разрывная длина, м	Сопротивление излому, число двойных перегибов	Впитываемость капиллярная, мм
1	Соломенная целлюлоза, полученная по схеме $(\text{HNO}_3\text{--NH}_4\text{OH})$ – 100%	7500	68	10
2	Соломенная целлюлоза, полученная по схеме $(\text{HNO}_3\text{--NaOH})$ – 100%	6300	138	18
3	Древесная целлюлоза – 100%	9500	155	11
4	Соломенная целлюлоза (№2) – 15%; древесная – 85%	8700	136	10
5	Соломенная (№2) – 25%; древесная – 75%	7600	125	12
6	Соломенная (№2) – 50%; древесная – 50%	7200	118	15
7	Соломенная (№2) – 75%; древесная – 25%	7200	120	15
8	Соломенная (№2) – 85%; древесная – 15%	7000	127	18

Из этих образцов соломенной целлюлозы, а также из древесной бисульфитной целлюлозы промышленного производства были приготовлены лабораторные отливки бумаги (масса $1\text{ м}^2 = 100 \pm 2\text{ г}$), результаты испытаний которых приведены в табл.4. Размол целлюлозы проводили в лабораторном ролле до степени помола $50 \pm 2^\circ \text{ ШР}$.

Предваряя обсуждение физико-механических свойств, следует отметить, что соломенная азотнокислая целлюлоза представляет собой структурную модификацию целлюлозы-I с невысокой (0,58) степенью кристалличности. Волокна соломенной целлюлозы отличаются от волокон древесной меньшей (–в 3 раза) шириной, среднее значение которой составляет 12,5 мкм.

Из табл.4 видно, что экспериментальная соломенная целлюлоза по механической прочности уступает целлюлозе древесной. Показатели прочности экспериментальных материалов сопоставимы с соответствующими характеристиками промышленной целлюлозы из соломы. Например, значения разрывной длины соломенной целлюлозы, вырабатываемой способом Цельдекор–Помилио, колеблется в пределах 4760–8220 м [22]. По сопротивлению разрыву соломенная целлюлоза, выделенная посредством NH_4OH , превосходит материал, делигнифицированный с использованием NaOH . Бумага из соломенной

целлюлозы, полученной по схеме $\text{HNO}_3\text{--NH}_4\text{OH}$, отличается также относительно небольшим сопротивлением излому (число двойных перегибов равно 68 против 138 для образца №2 табл.4) и несколько меньшей впитывающей способностью. Наконец, из табл.4 следует, что азотнокислая соломенная целлюлоза может быть использована в композиции с древесной для выработки различных видов бумаги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлены параметры процесса азотнокислой варки ржаной соломы, позволяющие при достаточно высокой скорости делигнификации исключить чрезмерное стимулирование реакций гидролиза полисахаридов.

Максимальная степень делигнификации (доля остаточного лигнина 1,7%) при сохранении углеводного комплекса соломы достигается в следующих условиях варки:

концентрация раствора HNO_3	2,0%,
температура	90°C,
продолжительность	4 ч.

Предложено несколько вариантов делигнификации (экстракция NaOH или NH_4OH) с выделением волокон, обладающих определенным диапазоном качественных показателей.

Азотнокислая соломенная целлюлоза характеризуется приемлемыми физико-механическими свойствами.

В развитие приведенных результатов планируется публикация по отбелке полученной таким способом соломенной целлюлозы растворами HNO_3 с целью создания замкнутой технологии.

1. Хата К. // Пленарные доклады 2-й Международной научно-технической конференции Пап-Фор 94. СПб. 1994. С.47.
2. Лозовик Н.Т. // Там же. С.41.
3. Lu Guoming. // Paper. 1992. V.271. P.35.
4. Atchison J.E. // Proceedings of 5th International Symposium on Wood Pulp Chem. Raleigh. 1989. P. 451.
5. Непенин Н.Н., Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы. Т.3. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы производства целлюлозы. М., 1994.
6. Грушников О.П., Демьянова Е.А. // Химия древесины. 1971. №10. С.3.
7. El-Taraboulsi M.A., Nassar M.M., Abd-el-Rehim E.A. // J.Chem.Tech. Biotechnol. 1983. V. 33A. P. 397.
8. Brink D.L. // Tappi. 1961. V. 44. P. 256.
9. Осанов Б.П., Полуэктов С.А. // Тр. Центр. науч.-исслед. ин-та бумаги. 1967. Вып.2. С.215.
10. Громов В.С., Витолс О.Я., Прусаков В.В. и др. // Химия древесины. 1985. №3. С.76.
11. Abou-State M.A., Helmy S.A., El-Sherbini A.M. // Cellulose Chem. Technol. 1986. V.20. P.421.
12. Ngamveng J.N., Ndikontar M. // Ibid. 1990. V.24. P.523.
13. Оболенская А.В., Щеголев В.П., Аким Г.Л. и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. М., 1965.
14. Tappi Standard Method T23m-48.
15. Tappi Standard Method T15m-58.
16. Tappi Standard Method T203m-58.
17. Tappi Standard Method T214m-50.
18. Технология целлюлозно-бумажного производства: Руководство к лаборатор. работам. Л., 1964.
19. Goring D.A.I. // Pulp Paper Mag. (Can.). 1963. V. 64. P. T517.
20. Шахзадян Э.А., Квачев Ю.П., Папков В.С. // Высокомолекулярные соединения. 1992. Т.А34. С.3.
21. Жеребов Л.П., Палеев А.М. // Бумажная промышленность. 1936. Т. 15. С. 16.
22. Лысков М.И., Марков И.Г., Кузьминых И.Я. Производство соломенной целлюлозы в Великобритании. Киев, 1957.
23. Сорокин В.И., Кожин В.В. Технология производства целлюлозы азотнокислым способом. М., 1977.
24. Долгов К.А. Использование тростника и однолетних растений в целлюлозно-бумажной промышленности. Л., 1960.
25. Payen I.H., Fukamuga E., Kojima R. // J.Amer. Chem. Soc. 1937. V.59. P.1210.
26. Корольков И.И. Перколяционный гидролиз растительного сырья. М., 1978.
27. Шорыгина Н.Н., Резников В.М., Елкин В.В. Реакционная способность лигнина. М., 1976.
28. Enkvist T., Alfredsson B. // Tappi. 1952. V.36. P.98.
29. Тищенко Д.В. // Журн. прикл. химии. 1959. Т.32. С.157.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МЕМБРАН НА ОСНОВЕ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Here is shown the possibility to obtain porous structures with the regulated pore sizes on the glassceramic alkaliiless $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO-BaO-B}_2\text{O}_3$ basis.

Задачи, выдвигаемые современной наукой и производством, могут быть решены на основе принципиально новых технологий, среди которых особое место занимает мембранная, материалов и источников энергии.

При помощи мембранной технологии получают около четвертой части обессоленной воды. Применение электродиализа с ионоселективными мембранами в технологии водоподготовки позволяет современной тепловой энергетике экономить в целом более 250 тыс. т каустика, 300 тыс. т серной кислоты, 5 тыс. т ионообменных смол и сократить более чем на 600 тыс. т ежегодный сброс солей в водоемы [1].

Полимерные мембраны, нашедшие широкое применение в технологии мембранного разделения, не всегда обладают требуемыми свойствами, например термической и химической устойчивостью, необходимыми для ряда технологических процессов. Поэтому в последнее время начата интенсивная разработка и изучение новых типов мембран на основе неорганических материалов, которые имеют ряд преимуществ: коррозионно- и абразивоустойчивость, механическую прочность, стойкость к действию бактерий, термоустойчивость, возможность работать в широком диапазоне pH и температур, регенерируемость паром, химическими реагентами и термической обработкой, более продолжительный срок службы и т.д. [2].

Неорганические мембраны могут быть получены: методом структурного выщелачивания или возгонкой одного из компонентов системы; гидротермальным синтезом (например, цеолита); спеканием керамического порошка при высокой температуре; по золь-гель технологии на основе металлоорганических соединений и неорганических солей; напылением на микропористую подложку различных веществ; методом газозольного осаждения и др. [2–4].

Пористые материалы в настоящее время находят все более широкое применение в медицине, биотехнологии, аналитической и технической химии [5]. Помимо разделения газовых смесей, белковых и других жидких систем, пористый материал может использоваться как носитель катализаторов в реакциях химического синтеза и др.

Как уже указывалось, пористые материалы на основе стекла можно получать методом структурного выщелачивания, используя ликвидирующие стекла с двухкарасной структурой, определяемой процессом жидкостного фазового разделения, способные к избирательному выщелачиванию в воде или в кислотах. Структура пористых продуктов, получаемых из этих стекол, в значительной степени зависит от условий их термической и химической обработки [6], что затрудняет строгое регулирование размеров пор и проницаемости, а также требует значительных затрат времени при термообработках и выщелачивании.

Возможно получение пористых материалов по золь-гель технологии [7,8], но эта технология трудно осуществима в промышленных масштабах.

Иногда прибегают и к кристаллизации стекла, а затем вытравливанию растворимой кристаллической фазы, как это предложено для фосфатного стекла с высокой биосовместимостью и стойкостью к щелочам, в процессе кристаллизации которого формируются селективно растворимые кальциевые фосфаты. Этот процесс связан с длительной низкотемпературной обработкой (более трех суток) и химическим растворением (в течение недели) [9–11].

Имеющиеся в литературе данные, относящиеся к проблеме пористых материалов на основе неорганических стекол и керамики, весьма ограничены. Тем не менее в работе [12] описана технология получения мембран для микрофльтрации из дисперсного $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ методом полусухого прессования с последующим твердофазным спеканием и изготовлением двухслойных микрофльтров путем нанесения на подложку дисперсии седиментационным осаждением в центрифуге или же ее распылением на вращающуюся поверхность подложки.

Получен высокопористый ячеистый материал на основе кварцевого и глиноземистого фарфора, корунда и кварцевой керамики [13], который характеризуется принципиально новой структурой порового пространства, сформированного из многогранных ячеек, сообщающихся через отверстия в гранях за счет применения сетчато-ячеистого полимера, на который наносят керамическую суспензию. Температура спекания составляет 1700 °С, но структура фильтра грубопористая (0,5–5 мм).

Современные зарубежные исследования показали возможность получения керамических мембран на основе различных минералов — циркониево-шпинельных, кордиерито-муллитовых, корундовых, а также с использованием SiC, Si₃N₄, SiO₂ и TiO₂ [14]. Размеры пор регулируются величиной зерен порошка и температурой спекания. На ряде фирм США [14] освоен промышленный выпуск керамических мембран с различной селективностью и размерами пор от 0,001 до 40 мкм в виде многослойных труб длиной до 1 м и диаметром 25 см.

Проблема получения пористых структур на основе ситаллизирующихся стекол или стеклокристаллических материалов в литературе освещена очень слабо. Например, в работе [15] описано получение микропористого стеклокристаллического материала из порошка кордиеритового ситалла с удельной поверхностью 55 м²/г. В качестве связующих служили кремнийорганические смолы с различными функциональными группами и соотношением R/Si (полиметилсилоксан и полиметилфенилсилоксан). Материал имел капиллярную пористость 22–28% с преобладающим размером пор 0,5–2 мкм и повышенную прочность (150–250) МПа при сжатии. Однако его получение связано с высокими температурами спекания и трудностями экологического характера.

Все приведенные данные подтверждают необходимость и перспективность проведения дальнейших исследований в области получения пористых структур, в частности, на основе ситаллизирующихся стекол, которые могут обеспечить возможность промышленного выпуска микропористой стеклокерамики, обладающей высокими прочностными характеристиками, жаро- и химически стойкой, способной регенерироваться при химической и термической обработке.

В основу исследований нами были положены два варианта получения пористых стеклокристаллических структур:

- 1) синтез на основе порошков исходных стекол путем спекания и последующей кристаллизации;
- 2) синтез из тонкомолотых порошков предварительно закристаллизованных стекол с последующим спеканием.

Для проведения экспериментов были выбраны ситаллообразующие стекла в бесщелочной системе SiO₂-TiO₂-Al₂O₃-BaO-CaO: состав B₅C₁₀ (с 5 мол.%BaO и 10 мол.% CaO) и тот же состав с добавкой 3% борного ангидрида (состав 3B₁), которые по своим технологическим параметрам и комплексу свойств ситаллов, полученных на их основе, являлись наиболее перспективными [16]. В ряд составов дополнительно вводилась добавка Na₂O (2,5–5,0%) для снижения температуры спекания (табл. 1).

Таблица 1

Варианты состава экспериментальных стекол

Индекс состава	Вид и количество добавки, %	
	Na ₂ O	B ₂ O ₃
B ₅ C ₁₀	—	—
B ₅ C ₁₀ – 2,5	2,5	—
B ₅ C ₁₀ – 5,0	5,0	—
3B ₁	—	3,0
3B ₁ – 2,5	2,5	3,0
3B ₁ – 5,0	5,0	3,0

Стекла варились в газовой печи при температуре 1500–1550 °С с выдержкой в течение 1 ч в корундовых тиглях. Затем они измельчались, полученные порошки подвергались градиентной кристаллизации в шамотных лодочках при температуре 700–1050 °С для определения температурных интервалов спека-

ния и кристаллизации. Обработка данных по спеканию и кристаллизации (рис.1) позволила сделать следующие выводы.

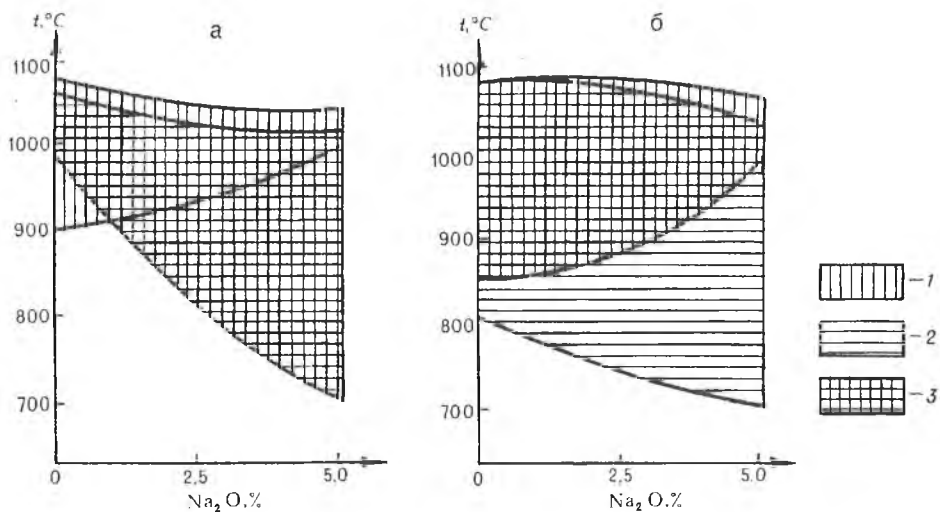


Рис. 1. Температурные области спекания и кристаллизации порошков экспериментальных стекол: а – исходный состав B₅C₁₀, б – исходный состав 3B₁; 1 – кристаллизация; 2 – спекание; 3 – кристаллизация и спекание

Добавка Na₂O вызывает довольно резкое снижение температуры начала спекания, но при этом значительно сокращает интервал кристаллизации, который резко расходится с интервалом спекания, т.е. добавки Na₂O не дают возможности совместить оба процесса — спекание и кристаллизацию.

По предварительным данным можно остановиться на составе 3B₁ (см. рис. 1), имеющем наибольшие интервалы спекания и кристаллизации, перекрывающие друг друга. Но и для этого состава процесс спекания порошков стекол опережает процесс кристаллизации, а в области образования пористой структуры не обеспечивается достаточная степень кристаллизации, присущая ситаллам.

Все это обусловило необходимость коренного изменения технологического процесса получения пористых структур, а именно — получение ситаллов на первом этапе при соответствующих режимах обработки, а затем помол и спекание ситаллового порошка. Здесь возможно повышение температур спекания, однако это компенсируется созданием необходимой структуры и обеспечением высоких физико-механических свойств спеченных материалов.

Экспериментальные исследования по второму технологическому варианту были проведены нами на составах B₅C₁₀, B₁₀C₅ (10 мол.% BaO и 5 мол.% CaO), 3B₁ и 3B₂ (состав B₁₀C₅ с 3% B₂O₃) (табл. 2) [16].

Для уточнения оптимальных режимов спекания стекла были сварены при температуре 1500–1550 °С, затем заситаллизированы по двухступенчатым режимам, разработанным для них (см. табл. 2).

Таблица 2
Фазовый состав ситаллов

Индекс ситалла	Фазовый состав
B ₅ C ₁₀	Анортит, β-цельзиан, рутил
B ₁₀ C ₅	β-цельзиан, рутил, анортит (следы)
B ₅ C ₁₀ + 3% B ₂ O ₃ (3B ₁)	Анортит, β-цельзиан, рутил
B ₁₀ C ₅ + 3%B ₂ O ₃ (3B ₂)	β-цельзиан, рутил, анортит (следы)

Следующий этап — изучение процессов спекания порошков тонкомолотых ситаллов, подвергнутых градиентной кристаллизации, при которой был определен интервал спекания с образованием пористой структуры. Из рис. 2 видно, что наибольший интервал спекания имеет состав 3B₁ (60°С) при наименьших

температурах (1100–1160 °С). Из порошка этого состава был изготовлен пробный образец в виде диска диаметром 40 мм и толщиной 4 мм. Термообработка проводилась в керамической форме по одностадийному режиму с максимальной температурой 1190 °С и выдержкой в течение 1 ч. В качестве подсыпки использовался глинозем.

Образец имел пористую структуру с размером пор 40–60 мкм, определенным по шкале микроскопа МБС при увеличении (х 56). Характерно, что образец имел равномерное распределение пор и хорошую проницаемость (просачивание окрашенной жидкости было одинаковым во всех направлениях), а вид структуры приближался к пространственной капиллярной модели ветвящегося типа.

Таким образом, в результате проведенных экспериментальных исследований выбран второй вариант метода получения пористых структур — предварительная ситаллизация стекла, дальнейший помол до определенных фракций и спекание. Весьма ценным является то, что этот метод не требует применения связок, а цементирование зерен происходит за счет стеклофазы самого ситалла.

Известно [17], что основными факторами, определяющими свойства пористых материалов, являются дисперсность исходных порошков и технологические режимы их получения. Поэтому следующим этапом исследований было изучение влияния дисперсности и температурных режимов спекания ситаллового порошка на размер пор и пористость.

Экспериментальные исследования по подбору температур спекания, обеспечивающих формирование плотной прочной структуры с необходимой пористостью, проводились на составе ситалла 3В₁, выбранного в качестве оптимального (см. рис. 1 и 2).

Ситалл подвергался сухому помолу в фарфоровом барабане с фарфоровыми мелющими телами в течение 18–36 ч. Измельченный материал разделялся на фракции с помощью сит № 005, №0063 и №008. Для дальнейшего исследования использовались порошки ситалла (табл. 3).

Таблица 3

Температурные режимы и некоторые характеристики пористых структур, полученных на основе ситалловых порошков различных фракций

Фракция, мм	Температура термообработки, °С; выдержка — 1 ч	Усадка образца, %	Общая пористость, %	Размер пор по шкале окуляра, мкм	Визуальное описание структуры при исследовании на МБС-10, х 56
<50	970	3,6	51,18	10–15	Поры взаимосвязаны, структура однородная, представленная близкими к сферам скатанными агрегатами, соединенными капиллярными каналами
	1000	4,5	48,22	10–15	Структура аналогичная, проницаемость хорошая, отмечено несколько большее количество стекла
	1030	7,0	46,52	10–15	— " —
	1060	9,9	~0,5	—	Плотная монолитная структура типа ситалловой
63–50	1100	3,4	—	25–30	Структура однородная, пористая, состоящая из различных агрегатов, соединенных капиллярными каналами
	1130	4,3	—	— " —	Структура аналогичная, отмечается увеличение количества стекла
	1160	6,8	—	— " —	Структура однородная, пористая, равномерная
	1190	10,2	~0,5	—	Плотная монолитная структура типа ситалловой
80–63	1160	5,8	—	50–60	Однородная пористая структура с хорошей проницаемостью жидкости во всех направлениях

Для порошка каждой фракции был определен температурный интервал спекания с образованием пористой равномерной и прочной структуры (рис. 3), который для каждой фракции порошков имеет оптимум. Выше этого оптимума образуется плотный беспористый монолит, по-видимому, за счет снижения вязкости остаточного стекла, и ниже — еще не образуется достаточно прочный спеченный материал.

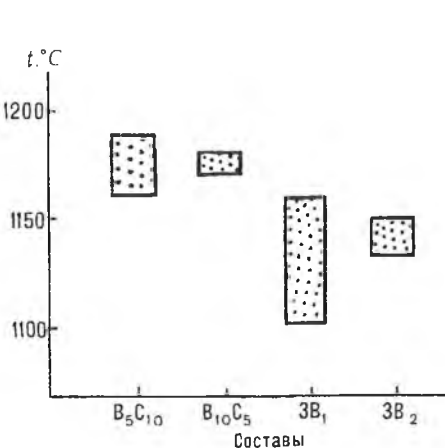


Рис.2. Температурный интервал спекания порошков ситаллов с образованием пористой структуры

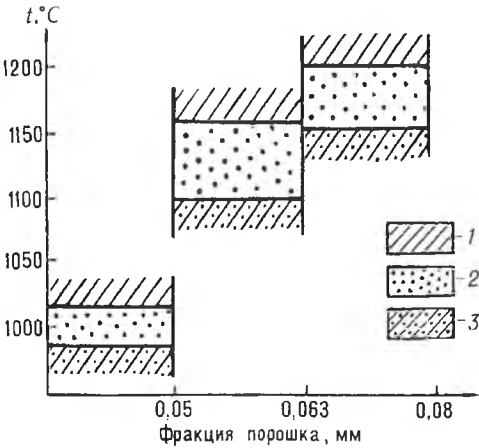


Рис.3. Интервал спекания порошков ситалла различных фракций: 1 — монолит; 2 — пористая прочная структура; 3 — рыхлая структура

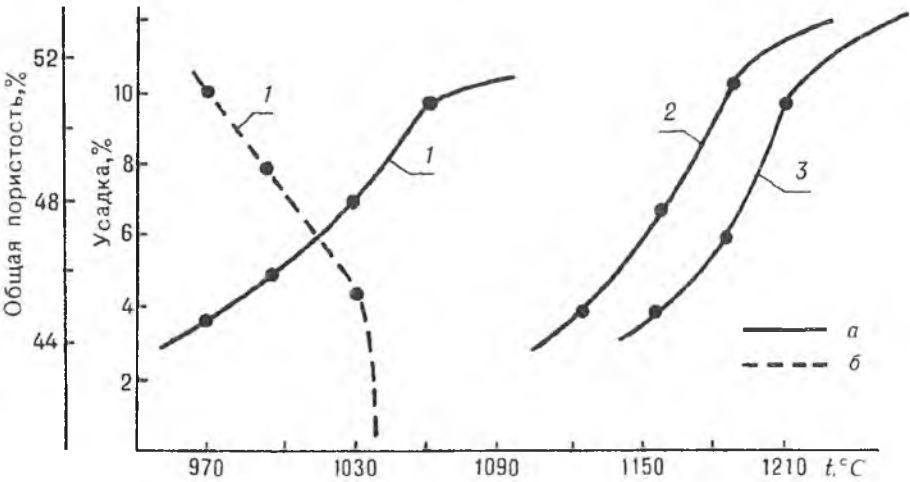


Рис. 4. Зависимость усадки и пористости образцов от температуры спекания:
1 — фракция <0.05; 2 — фракция 0.05-0.063; 3 — фракция 0.063-0.08 мм; а — усадка; б — пористость

На следующем этапе из порошков различных фракций были изготовлены и термообработаны в печи типа СНОЛ образцы с платинородиевым термопреобразователем со скоростью подъема температуры 5–7 °С/мин при температурах, выбранных согласно данным рис. 3.

Порошок ситалла засыпался в керамическую форму, слегка уплотнялся и подвергался термообработке. В табл.3 и на рис. 4 приведены температурные режимы и некоторые характеристики полученных пористых структур.

Анализ данных зависимости усадки образцов из порошков ситалла различных фракций от температуры показал, что с увеличением температуры термо-

обработки за счет размягчения и снижения вязкости остаточного стекла растёт усадка и соответственно уменьшается пористость.

По предварительным данным (см. табл. 3, рис. 4) наилучшему качеству пористой структуры соответствует усадка 6–7%, что может служить важным фактором при подборе режимов спекания образцов. Экспериментально установлено, что при усадке $\approx 10\%$ структура образца представлена беспористым ситалловым монолитом.

Таким образом, оптимальными режимами термической обработки (1 ч) для порошков различных фракций являются: для фракции I — 1030°C, II — 1060, для фракции III — 1130–1160°C.

С повышением размеров частиц порошка и соответственно температуры термообработки прослеживается тенденция к увеличению прочности образцов, по-видимому, за счет усиления цементирующего влияния остаточного стекла при снижении его вязкости и увеличения толщины контактных прослоек между частицами.

Проведенное исследование подтвердило перспективность получения мембран на основе заситаллизованных тонкомолотых порошков. При этом путем изменения фракционного состава и температур термообработки легко достигается различная селективность, т.е. регулируемость пористости и размеров пор.

1. Колотыркин Л. М. // Успехи химии. 1988. Т.57. №6. С.873.
2. Shakleton R. // J. Chem. Technol. and Biotechnol. 1987. V.37. №1. P.67.
3. Got L., Gnizart Ct., Larbot A. // Ind. Ceram. 1982. V.2. P.84.
4. Leenaars A.F., Burggraaf A.I. // G.Membrane Sci. 1985. V.24. №3. P.261.
5. Exnar P. // Sklar akeram. 1988. №4. P.100.
6. Заявка 6220102 Японии. МКИ⁴ CO3 B 8/00; CO3 C 11/00.
7. Пат. 5009688 США. МКИ⁵ CO3 B 19/09.
8. Заявка 1167260 Японии. МКИ⁴ CO3 C 11/00.
9. Заявка 238341 Японии. МКИ⁵ CO3 C 11/00; CO3 C 10/02.
10. Hideo H., Zhibo Zh. // J. Amer. Ceram. Soc. 1989. №9. P.1587.
11. Hasono Hideo, Sakai Jacahiro, Josono Marseo, Abe Yoshihiro // J. Amer. Ceram. Soc. 1990. V.73. №8. P.2536.
12. Савицкий А. П., Брок М. Г., Павликов В. Н. // Укр. хим. журн. АН УССР. 1991. Т.57. Вып.5. С.475.
13. Анциферов В. Н., Овчинникова В. И., Порозова С. Е., Федорова И. В. // Стекло и керамика. 1986. №9. С.19.
14. Zanetti R., Short H., Hunter D., Uchio Shota // Chemikal Engineering. 1986. V.93. №11. P.19.
15. Будов В. В., Ходаковская Р. Я. // Изв. АН СССР. Сер. Неорган. материалы. 1990. Т.26. №4. С.862.
16. Бобкова Н. М., Силич Л. М. Бесщелочные ситаллы и стеклокристаллические материалы. Мн., 1992.
17. Смирнова К. А. Пористая керамика для аэрации и фильтрации. М., 1968.

УДК 378.147:54

А.А. РАГОЙША, Л.В. ЛАЗАРЕВА, Н.Н. ГОРОШКО

ПАКЕТ КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММ "РЕШЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ХИМИИ"

The software package provides students training in solving typical numerical problems in general chemistry. The structure of programs and examples of "help" texts and explanatory notes to students mistakes have been considered.

Общая химия является первым (а по некоторым специальностям и единственным) предметом химического цикла в вузе. В течение одного неполного семестра студенты должны систематизировать сведения из школьной программы и усвоить разнообразную информацию из области неорганической, аналитической и физической химии. При этом они должны не только ознакомиться с новой для них терминологией, но, главное, сформировать прочную научную базу для последующей познавательной деятельности. Решение расчетных задач как метод закрепления и практического использования полученных знаний занимает важное место в преподавании данной дисциплины [1].

В результате многолетнего критического отбора и классификации учебного материала, подлежащего изучению в курсе общей и неорганической химии, авторы работы [2] пришли к выводу, что определенная часть учебного материала должна не только осмысливаться студентами, но подлежит обязательному запоминанию. Это, в частности, относится к простейшим задачам, навыки решения которых у каждого обучаемого следует доводить до автоматизма. Запоминание алгоритма поиска ответа среднестатистическим студентом достигается после многократного повторения набора стандартных действий, и применение ЭВМ весьма эффективно на этой стадии учебного процесса [3].

Разрабатываемый нами пакет компьютерных программ "Решение расчетных задач" предназначен для учащихся, испытывающих затруднения в ходе самоподготовки к аудиторным занятиям. При эксплуатации пакета не требуется знание языков программирования, на освоение подпрограммы "Калькулятор" достаточно пятнадцатиминутной предварительной тренировки по написанию математических формул и редактированию текста на экране.

Содержание отдельной программы пакета состоит в обучении приемам решения задач по одной из тем общей химии ("Скорость химической реакции. Химическое равновесие", "Электролитическая диссоциация. pH раствора", "Произведение растворимости", "Основы химической термодинамики", "Окислительно-восстановительные потенциалы"). Например, учебный материал занятия "Произведение растворимости (ПР)" включает: вычисление ПР соли по данным о ее растворимости (моль/л); расчет растворимости соли в дистиллированной воде; вычисление объема воды, необходимого для растворения заданной массы соли; расчет растворимости соли в растворе, дополнительно содержащем сильный электролит с одноименным ионом; обсуждение возможности выпадения осадка малорастворимого вещества при сливании растворов двух сильных электролитов (всего 10 смысловых блоков). Предполагается, что по завершении работы студент должен быть подготовлен к диалогу с преподавателем, в ходе которого могут обсуждаться более сложные проблемы (влияние ионной силы раствора, равновесия с участием слабых электролитов и т.п.).

Рассмотрим фрагмент учебно-методического обеспечения данной программы.

Ознакомившись с условием задачи, учащийся проводит соответствующие расчеты, используя подпрограмму "Калькулятор". Если решение выполнено верно, на экран поступает задание очередного блока; при обнаружении ошибки программа приступает к дообучению студента.

Для организации самостоятельности работы (что особенно существенно при групповой форме занятия) предусмотрено не менее 10 вариантов заданий каждого типа. Выбор варианта для конкретного студента осуществляется с помощью генератора случайных чисел.

Пример 1. Текст задачи.

"Сколько г карбоната бария содержится в 200 мл насыщенного водного раствора BaCO_3 ? $\text{ПР}(\text{BaCO}_3) = 4,9 \times 10^{-9}$ ".

В программе используется эталонный принцип анализа ответа. Эталоном служит числовой интервал, ширина которого определяется допустимой погрешностью вычислений (плюс-минус одна значащая цифра). В данном примере правильным считается любой ответ, лежащий в интервале $2,8 \times 10^{-3} \pm 0,1 \times 10^{-3}$.

При обнаружении типовой ошибки, вероятность появления которой была предусмотрена авторами программы, на экран поступает соответствующий комментарий, после чего студент возвращается к решению задачи.

Пример 2. Комментарий к типовой ошибке ($1,4 \times 10^{-5} \pm 0,1 \times 10^{-5}$).

"Вы определили количество BaCO_3 (моль). По условию, требуется рассчитать массу соли".

В тех случаях, когда обучаемый испытывает затруднения в работе, он может воспользоваться дополнительной информацией ("подсказкой" и "помощью"). Как правило, "подсказка" напоминает необходимые теоретические положения, а "помощь" сообщает часть плана решения задачи данного типа.

Пример 3. Текст "подсказки".

" $\text{Pr}(\text{BaCO}_3) = [\text{Ba}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$.

$n(\text{моль}) = C(\text{моль/л}) \cdot V(\text{л})$ ".

Пример 4. Текст "помощи".

"1. Рассчитайте молярную концентрацию BaCO_3 в растворе.

2. Вычислите количество BaCO_3 в 200 мл раствора".

Если такая консультация оказывается недостаточной, компьютер приступает к дообучению на аналогичном примере. Материал дополнительного задания состоит из теоретического блока (определения, формулы, подробный план работы) и серии вопросов, отвечая на которые студент по действиям решает задачу. Поскольку процесс вычисления разбивается на ряд элементарных стадий, отсутствует необходимость программирования возможных типовых ошибок. Комментарий к любым неверным действиям студента сформулирован в виде подробного разъяснения.

Для закрепления знаний и контроля степени их усвоения впоследствии обучаемый должен уже самостоятельно решить задачу такого же типа.

В основной своей части (переход от одного смыслового блока к другому) структура программы линейная. Для успешно работающих студентов предусмотрен пропуск некоторых блоков, в которых обсуждаются приемы решения простейших вариантов задач. Контактное время работы с программой зависит от уровня знаний учащегося и может варьироваться в интервале 1–5 учебных часов.

Данный пакет программ ориентирован на использование IBM-совместимых ПЭВМ, работающих под управлением операционной системы DOS версий 3.00 и выше.

1. Burness J. H. // J. Chem. Educ. 1991. V.68. N11. P.919.

2. Свиридов В. В., Адамович Т. П., Васильева Г. И. и др. Развернутая программа курса неорганической химии. Мн., 1989.

3. Тикавый В. Ф., Горошко Н. Н., Рагойша А. А. // Сб. науч.-метод. ст. по химии. М., 1989. Вып. 11. С. 111.

УДК 547.787.2.07'544'572

М. В. КУДРЕВАТЫХ, О. Н. БУБЕЛЬ

СИНТЕЗ 4-(5-ФЕНИЛОКСАЗОЛ-2-ИЛ)БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

The conditions of synthesis of 4-(5-phenyloxazol-2-yl)benzoic acid beginning from terephthalic acid monomethyl ether and *o*-bromoacetophenone have been found.

В сцинтилляционном анализе водных растворов радионуклидов, излучающих α - и β -частицы, наиболее широко используется в качестве люминофора-активатора 2,5-дифенилоксазол (РРО), дающий люминесценцию при 360 нм, которая в существенной мере поглощается водной средой. Для смещения спектра люминесценции в видимую область используется добавка – 1,4-бис(5-фенилоксазол-2-ил)бензол (РОРОР), который возбуждается при 360 нм и люминесцирует в области 450 нм [1].

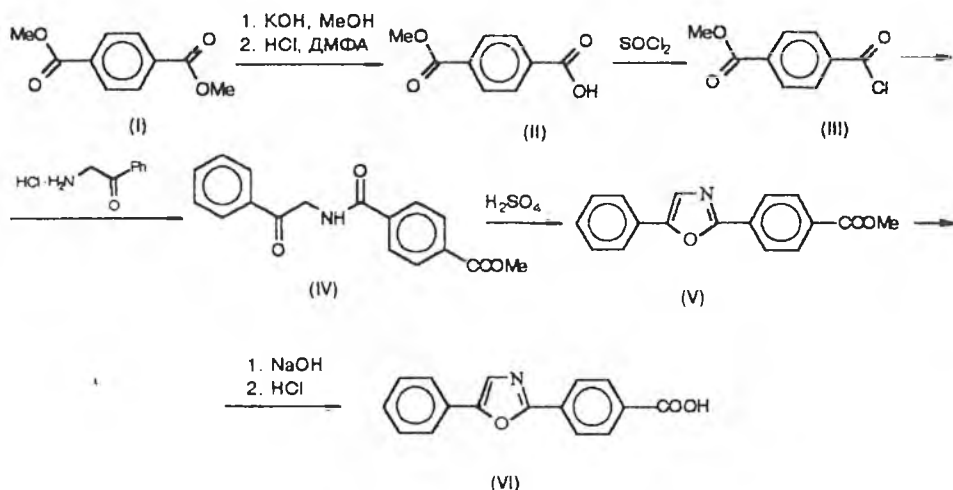
Синтезирован ряд других люминофоров [2–4], люминесцирующих при 400–460 нм. Однако они очень дороги, практически не растворяются в воде и не могут использоваться в серийных анализах водных растворов радионуклидов.

Наиболее простым из производных 2,5-дифенилоксазола, люминесцирующих при 400 нм, является 4-(5-фенилоксазол-2-ил)бензойная кислота [2]. Благодаря карбоксильной функции этот люминофор может быть введен в различные полимерные водорастворимые материалы.

Синтез 4-(5-фенилоксазол-2-ил)бензойной кислоты, описанный в работе [2], позволяет получать эту кислоту в количествах около 1 ммоль. Однако описанные методики оказались непригодными для синтеза кислоты в количествах 0,05–0,1 моль.

Нами разработан препаративный метод синтеза названной кислоты в количествах до 0,1 моль с выходом целевого продукта 44,5% в пересчете на диметилтерефталат.

В качестве исходного соединения использовали доступный диметилэфир терефталевой кислоты (I), который щелочным гидролизом переводили в калиевую соль, обработка которой соляной кислотой в ДМФА давала с выходом 76–80% монометилэфир терефталевой кислоты (II). Хлорангидрид (III), полученный при обработке хлористым тионилем кислоты (II) вводили в реакцию с гидрохлоридом ω -аминоацетофенона и получали с выходом 70% ω -(4-карбоксиметилбензоил)аминоацетофенон (IV), который в серной кислоте количественно циклизовали в метилэфир 4-(5-фенилоксазол-2-ил)бензойной кислоты (V), гидролизированный далее в кислоту (VI).



Экспериментальная часть

Спектры ПМР 10%-ных растворов веществ в дейтерохлороформе или в дейтеропиридине записаны на спектрометре "Tesla-BS-467A". Внутренний эталон – ГМДС.

Течение реакции и чистоту полученных соединений контролировали при помощи ТСХ на пластинах "Silufol", элюент – эфир-гексан в разных соотношениях или хлороформ, содержащий 1–10% метанола.

Диметилтерефталат получен с Могилевского лавсанового завода. Т. пл. 140–142°C.

Фенацилбромид синтезирован bromированием ацетофенона в уксусной кислоте. Т. пл. 51°C.

Солянокислый фенациламин получен аминированием фенацилбромида по Делепину. Т. пл. 186–187°C [6].

Калиевая соль монометилевого эфира терефталевой кислоты. В трехгорлую колбу емкостью 1 л, снабженную механической мешалкой, обратым холодильником и капельной воронкой, помещали 500 мл метанола и 39 г (0,201 моль) диметилевого эфира терефталевой кислоты (I). Реакционную смесь нагревали до кипения и при перемешивании растворяли эфир (I). Затем в течение 3 ч по каплям добавляли раствор, содержащий 0,2 моль гидроксида калия в 50 мл метанола. Реакционную смесь охлаждали. Выпавшую калиевую соль кислоты (I) фильтровали и сушили при 130°C. Получили 40,1 г (91,5%) калиевой соли.

Монометилэфир терефталевой кислоты (II). Полученное количество калиевой соли растворили в 130 мл ДМФА и добавляли при интенсивном перемешивании порциями в течение 40 мин 18 мл (0,2 моль) концентрированной соляной кислоты. Выпавший хлорид калия фильтровали. Фильтрат вылили в 800 мл воды и оставили на ночь. Выпавший осадок отфильтровали, промыли водой (3 $\times$ 100 мл). Сушили при 120°C. Получили 26,2 г моноэфира (II) (79,1%). Моноэфир (II) кристаллизовали из 300 мл метанола. Т. пл. 220–222°C [7].

Спектр ПМР (CDCl_3): 3,79 (с, 3H); 8,15, 8,40 (AA'BB', 4H, $J = 8,4$ Гц, 11,2 с, 1H).

Хлорангидрид монометилового эфира терефталевой кислоты (III). В колбу на 100 мл, снабженную обратным холодильником с хлоркальциевой трубкой, помещали 12,6 г (0,07 моль) моноэфира (II), 40 мл толуола, 5,7 мл (0,08 моль) хлористого тионила и 0,5 мл ДМФА. Смесь нагревали при 80°C до растворения осадка, а затем кипятили до прекращения выделения хлороводорода. На роторном испарителе отгоняли примерно 20 мл толуола. Полученный раствор использовали в синтезе ацетофенона (IV).

ω-(4-Карбоксиметил)бензоиламиноацетофенон (IV). В трехгорлую колбу помещали 0,5 л воды, 12 г (0,07 моль) солянокислого фенациламина и при перемешивании мешалкой Хершберга вносили толуольный раствор хлорангидрида (III) и 100 мл толуола. Затем по каплям в течение часа прибавляли раствор 14 г соды в 190 мл воды. Перемешивали еще 30 мин при 25°C. Избыток соды нейтрализовали 1%-ным раствором соляной кислоты до нейтральной реакции по универсальному индикатору. Осадок отфильтровали, промыли водой, сушили на воздухе. Получили 14,8 г (78,3%). Т. пл. 168–169°C.

Спектр ПМР (δ , CDCl_3): 3,86 (с, 3H); 4,88 (д, 2H, $J = 4,8$ Гц); 7,12–8,27 (м, 10H).

Монометилловый эфир 4-(5-фенилоксазол-2-ил)бензойной кислоты (V). В коническую колбу на 100 мл помещали 10 г (0,034 моль) бензоиламиноацетофенона (IV) и 50 мл концентрированной серной кислоты. Содержимое колбы интенсивно перемешивали в течение 2 ч. Полученный раствор выливали при перемешивании на 1 кг льда. Добавляли 300 мл хлороформа и перемешивали до растворения льда, хлороформенный слой отделяли, промывали водой, сушили безводным сульфатом магния. Раствор фильтровали, хлороформ отгоняли на роторном испарителе. Остаток кристаллизовали из толуола. Получили 9,2 г (V) (98%). Т. пл. 169–170°C [2].

Спектр ПМР (δ , CDCl_3): 3,8 (с, 3H); 7,03–7,78 (м, 6H); 8,05 (с, 4H).

4-(5-Фенилоксазол-2-ил)бензойная кислота (VI). В колбу емкостью 3 л, снабженную механической мешалкой и обратным холодильником, помещали 11,2 г (0,04 моль) метилового эфира (V) и 240 мл ацетона. К полученной смеси при перемешивании и кипении добавляли раствор 3,3 г гидроксида натрия в 2 л воды. Реакционную смесь кипятили 3 ч, затем добавляли 1 л воды и доводили до кипения. Горячий раствор фильтровали на складчатом фильтре. Реакционную смесь подкисляли до pH 3–4 по универсальному индикатору. Выпавшую кислоту фильтровали через 12 ч. Осадок промывали водой, сушили на воздухе и кристаллизовали из хлороформа. Получили 9,0 г (VI) (80%). Т. пл. 246–248°C [2].

Спектр ПМР (δ , $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$): 7,0–7,9 (м, 5H); 8,18, 8,45 (AA'BB', $J = 8,6$ Гц); 9,97 (с, 1H).

1. Красовицкий Б. М., Болотин Б. М. Органические люминофоры. М., 1984. С. 208.
2. Красовицкий Б. М., Шершуков В. М., Волков В. Л. // ХГС. 1986. № 9. С. 1261.
3. Они же // Там же. С. 1265.
4. Афанасиади Л. Ш., Паценкер Л. Д., Верекубова С. А. и др. // ХГС. 1986. № 9. С. 1267.
5. Органикум: Практикум по органической химии. М., 1979. Т. 2. С. 173.
6. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии. М., 1968. С. 418.
7. Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie. Berlin, 1926. S. 843.

УДК 661.183(088.0)

В.К. ЛИПСКИЙ, А.Э. ТОМСОН, М.И. СОБОЛЬ,
Т.В. СОКОЛОВА, В.С. ПЕХТЕРЕВА, Т.И. ЛИПСКАЯ

ВЛИЯНИЕ ГИДРОФОБИЗАЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТОРФА

The modification of peat particles surfaces by the salts of the higher aliphatic amines of the common formulae $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_2\text{Cl}$ ($n = 8, 12, 14, 18$) has been carried out aimed at the attaching them water-repellent properties and oil capacity increasing. By the sorption method the structural Ca-form and ated peat characteristics (the specific surface value, mono-lay capacity, pores volume, distribution of pores by their dimensions) have been

determined. It has been shown, that the n-hexane vapour sorption increases whereas that of water decreases as the modification degree rises.

Загрязнение природной среды нефтью и продуктами ее переработки – одна из сложных и многоплановых проблем охраны окружающей среды. Ни один другой загрязнитель, как бы опасен он ни был, не может сравниться с нефтью по широте распространения, числу источников загрязнения, величине нагрузок на все компоненты природной среды.

В настоящее время не существует универсальных средств удаления нефти с поверхности воды. Одним из перспективных технологических направлений сбора нефти и продуктов ее переработки признается использование нефтепоглощающих материалов, как правило, в сочетании со средствами механической очистки.

В удалении нефтяных загрязнений с водной поверхности все большее значение приобретает использование природных сорбентов, в частности торфа и продуктов его модификации. Для быстрой очистки поверхности воды от нефти были проведены исследования по оценке эффективности использования различных образцов торфа. Испытывались образцы верхового и низинного типов торфа различной (от 5 до 40%) степени разложения, высушенные до влажности 7–8%. Эксперименты на нефтеемкость проводились следующим образом: на поверхность воды в химическом стакане наносилось известное количество (0,5–1,0 г) нефти или отработанного автотракторного масла. Нанесенная нефть на водной поверхности перемешивалась со все возрастающим количеством сорбента до полного ее сбора. Насыщенный нефтью сорбент собирался специальной сеткой, высушивался при 60°C и взвешивался. Величина нефтеемкости (H) рассчитывалась по формуле:

$$H = \frac{P_k - P_n}{P_n}$$

где P_k – вес насыщенного нефтью сорбента, г; P_n – вес исходного сорбента, г.

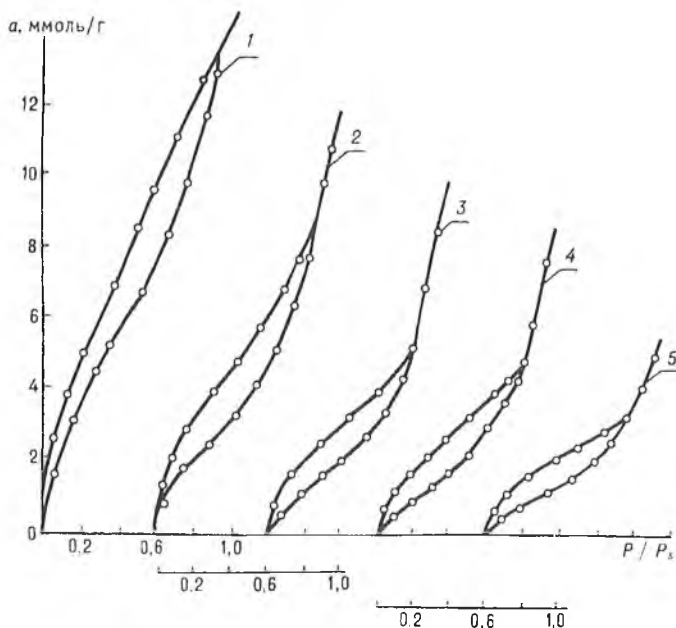


Рис. 1. Изотермы сорбции паров воды катионзамещенными образцами пушицевого торфа ($a \sim 1,80$ мг-экв/г): 1 – Ca^{2+} ; 2 – $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_4^+$; 3 – $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_4^+$; 4 – $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_4^+$; 5 – $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_4^+$

Результаты определения нефтеемкости исследуемых образцов, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о том, что торфяные сорбенты достаточно хорошо очищают поверхность воды. По нефтеемкости исследуемые материалы сопоставимы или даже превосходят другие используемые для этих целей сорбенты. Нефтеемкость образцов торфа верхового типа (пушицевый, фускум)

низкой степени разложения (5–20%) выше, чем у образцов торфа низинного типа (осоковый). С учетом полученных результатов исследования по модификации поверхности торфяных частиц с целью придания им гидрофобных свойств и увеличения нефтеемкости проводились на образцах пушицевого торфа.

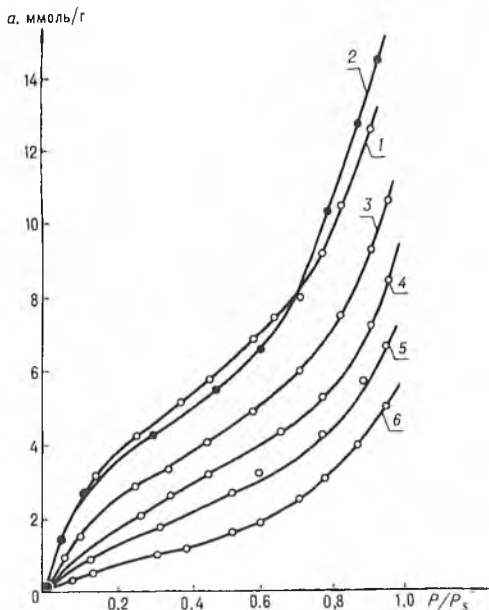


Рис.2. Изотермы сорбции паров Са-формой (1) и $C_{18}H_{37}NH_3^+$ -формой пушицевого торфа с различным содержанием органического катиона:

2 – 0,24 мг-экв/г; 3 – 0,48; 4 – 1,03; 5 – 1,60; 6 – 1,85 мг-экв/г

экв/г) и образцы $C_{18}H_{37}NH_3$ -формы торфа с различным содержанием иона: 0,24; 0,48; 1,03; 1,60; 1,85 мг-экв/г.

Накопленный к настоящему времени экспериментальный материал указывает на то, что одним из эффективных методов гидрофобизации является замена минеральных подвижных ионов на органические [1]. Внедряя ионы различной химической природы, можно целенаправленно изменять лиофильность материалов и систем, полученных на их основе. Исходя из этого, в качестве реагентов-модификаторов нами выбраны соли высших алифатических аминов с общей формулой $C_nH_{2n+1}NH_3Cl$ ($n = 8, 12, 14, 18$). Соответствующие органопроизводные формы торфа были получены в результате взаимодействия Са-формы пушицевого торфа (влажность ~64%) с водными растворами алкил-аммониевых солей. Органозамещенные образцы промывались дистиллированной водой, водноспиртовым раствором (1:1), после чего просушивались при 80°C. Для исследования использовались образцы с одинаковым содержанием органических ионов в фазе сорбента (~1,9 мг-

Удерживающая способность образцов торфа по сырой нефти и нефтемаслопродуктам

Таблица 1

Вид торфа	Степень разложения	Нефтеемкость, г/г	
		по сырой нефти	по отработанному маслу
Пушицевый	20	3,18	8,15
—	40	1,44	5,17
Осоковый	15–20	2,97	6,65
—	35	1,09	5,48
Фускум	15–20	3,18	9,05
Пушицево-сфагновый	20	2,47	8,45
—	30	1,78	5,65

Оценка эффективности поглощения нефтепродуктов гидрофобизированным солянокислым октадециламином пушицевого торфа по сравнению с естественным проводилась по следующей методике. Навеска сорбента (~1 г) контактировалась с 25 см³ устойчивой водно-нефтяной эмульсии, смесь взбалтывалась в течение 3–10 мин, затем сорбент отделялся от жидкой фазы и в последней определялось остаточное содержание нефти и рассчитывалась ее степень извлечения.

Как показали опыты, пушицевый торф, модифицированный длинноцепочечным амином, обладает значительно более высокой сорбционной активностью, чем естественный торф. Так, остаточное содержание нефти в случае использования естественного пушицевого торфа составило 0,51 г/л, степень извлечения – 61%, применение в качестве сорбента торфа, модифицированного солянокислым октадециламином, повышает степень извлечения нефти из эмульсии в 1,6 раза, остаточное содержание нефти составляет 0,024 г/л.

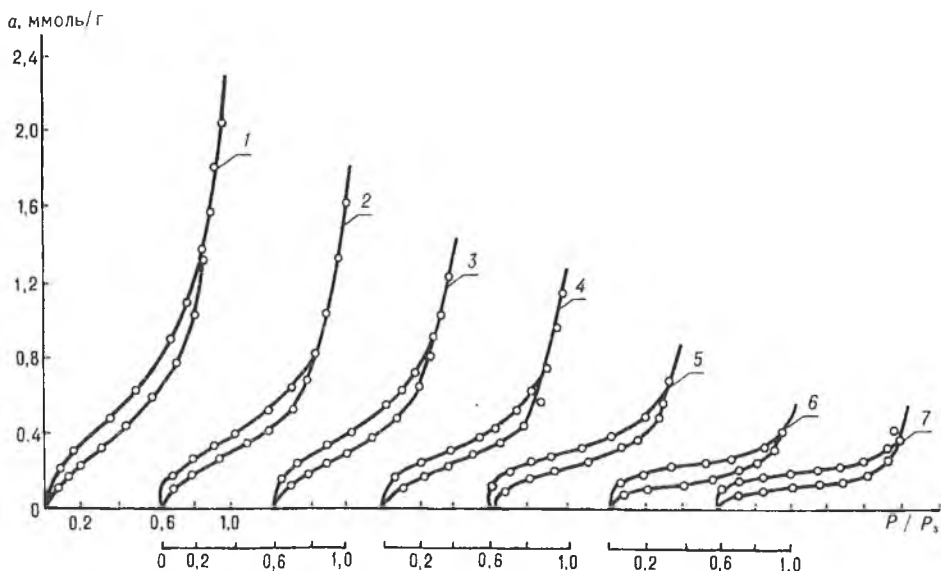


Рис.3. Изотермы сорбции паров н-гексана катионзамещенными образцами пушицевого торфа ($a \sim 1,80$ мг-экв/г): 1— $C_{18}H_{37}NH_3^+$; 2— $C_{16}H_{33}NH_3^+$; 3— $C_{14}H_{29}NH_3^+$; 4— $C_{12}H_{25}NH_3^+$; 5— $C_{10}H_{21}NH_3^+$; 6— $C_8H_{17}NH_3^+$; 7— Ca^{2+} .

С целью выяснения влияния введения в структуру торфа органических соединений, обладающих длинноцепочечными углеводородными радикалами, проведено исследование структуры образцов пушицевого торфа, модифицированного соединениями алкиламмониевого ряда сорбционными методами.

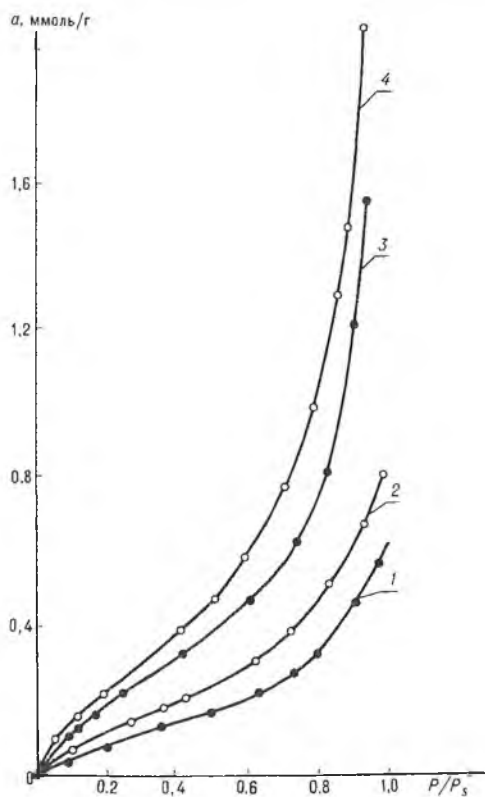


Рис.4. Изотермы сорбции паров н-гексана $C_{18}H_{37}NH_3^+$ -формой пушицевого торфа с различным содержанием органического катиона: 1— 0,48 мг-экв/г; 2— 1,03; 3— 1,60; 4— 1,85 мг-экв/г.

Методика определения структурных характеристик сводилась к следующему: навеска 50–60 мг абсолютно сухого вещества (фр. 0,5–1,0 мм) помещалась в кварцевые чашечки, которые на калиброванных кварцевых пружинах подвешивались в реакционных трубках вакуумной установки. Образцы откачивались в течение 8–10 ч до давления 0,00133 Па. Поглощение адсорбата исследуемыми материалами оценивалось по измерению растяжения пружины с помощью катетометра КМ-8. Измерения проводились при $t = 25 \pm 1^\circ C$. Давление паров адсорбата (воды и н-гексана) задавалось с помощью дозировочной ампулы и отсекающего крана. Измерение упругости паров производилось с помощью U-образного ртутного манометра.

На основании проведенных измерений по известным методикам [2,3] рассчитывалась величина удельной поверхности. Величина емкости монослоя определялась с помощью графической формы уравнения ВЭТ [3].

Определение объема пор и оценка распределения их по размерам производилась на основании уравнения Томсона–Кельвина [2].

Результаты исследования сорбции паров воды и н-гексана на органо замещенных образцах торфа приведены на рис.1–4 и в табл.2. Как видно из рис.1,2, табл.2, сорбция молекул воды органо замещенными образцами торфа резко уменьшается во всем диапазоне p/p_s по сравнению с Са-формой. Такое изменение величины сорбции при малых p/p_s можно объяснить потерей специфичности взаимодействия, блокировкой соседних сорбционных центров, а также стерическими затруднениями, создаваемыми длинноцепочечными органическими катионами при внедрении молекул воды в микропоры. Наблюдаемые различия в области средних и больших p/p_s обусловлены, на наш взгляд, тем, что молекулы воды, сорбируясь на отдельных, мозаично расположенных гидрофильных участках внутренней и внешней поверхности, не в состоянии создать заметного осмотического давления, способного раздвинуть цепи макромолекулы и увеличить тем самым долю активной сорбирующей поверхности. Одной из причин, приводящей к заметной убыли количества сорбированной воды в области $p/p_s \rightarrow 1$ для образцов, насыщенных длинноцепочечными катионами, может быть отсутствие капиллярной конденсации в части пор из-за плохой смачиваемости их стенок, вызванной значительной гидрофобизацией поверхности.

Таблица 2

Структурносорбционная характеристика органо замещенных форм пушицевого торфа по отношению к парам воды ($\omega_0 = 10,6\text{A}$) и н-гексана ($\omega_0 = 51,5\text{A}$)

Наименование образца	Содержание обменного катиона, мг-экв/г	a_n , ммоль/г		$S_{\text{ад}}$, М ² /г		a_s , ммоль/г		V_s , см ³ /г	
		по н-гексану	по воде	по н-гексану	по воде	по н-гексану	по воде	по н-гексану	по воде
Са-форма	1,85	0,05	4,12	13,96	262,72	0,48	14,90	0,06	0,27
C ₂ H ₅ NH ₃ -форма	1,70	0,05	—	14,26	—	0,55	—	0,07	—
C ₇ H ₁₅ NH ₃ -форма	1,65	0,13	—	40,32	—	0,87	—	0,13	—
C ₈ H ₁₇ NH ₃ -форма	1,68	0,17	2,27	53,73	140,85	1,22	12,00	0,16	0,22
C ₁₂ H ₂₅ NH ₃ -форма	1,80	0,21	1,51	65,14	96,40	1,43	9,40	0,19	0,17
C ₁₄ H ₂₉ NH ₃ -форма	1,79	0,25	1,22	77,55	77,89	1,98	8,50	0,26	0,15
C ₁₈ H ₃₇ NH ₃ -форма	1,85	0,31	1,02	94,76	65,12	2,38	6,00	0,31	0,11
—	1,60	0,26	1,56	81,26	99,50	2,23	7,60	0,29	0,14
—	1,03	0,14	2,19	41,74	140,01	0,96	9,60	0,13	0,17
—	0,48	0,11	2,89	34,07	184,52	0,62	11,50	0,08	0,21
—	0,24	—	3,96	—	252,82	—	15,90	—	0,29

Из данных рис.3,4 и табл.2 следует, что сорбция паров н-гексана растет по мере увеличения степени модифицирования. Увеличению сорбционной способности органо торфа по отношению к н-гексану способствует "раскрытие" внутриассоциатного пространства и участие большей доли внутренней поверхности в сорбционном взаимодействии, а также частично вероятный эффект повышения сорбционного потенциала в образованных пространствах, размеры которых сравнимы с размерами сорбируемых молекул. Кроме этого, молекулы н-гексана, "сольватируя" липофильную часть органических ионов, как бы "растворяясь" среди них, оказываются способными проникать в те ячейки внутриассоциатного пространства, которые ранее были блокированы и недоступны для влаги. С увеличением заполнения поверхности молекулами сорбата создается достаточно высокое осмотическое давление, способствующее раздвижению сегментов структуры и дальнейшему проникновению молекул н-гексана в более мелкие и тонкие поры. Логично предположить, что этот процесс должен усилиться с ростом размера липофильной части органического модификатора и содержанием иона в фазе торфа, что и наблюдается на практике.

Структура пор и распределение их по радиусам также претерпевают некоторые изменения. Размеры пор сдвигаются в область 20–40 Å, а их объем увеличивается с ростом длины цепи иона-модификатора. Несмотря на это, структурный тип сорбента не изменяется, как естественный (Са-форма), так и модифицированный торф относится к сорбентам со смешанной структурой пор.

Таким образом, проведенные исследования показали, что замена минеральных подвижных ионов в торфе на органические, в данном случае алкил-аммониевые ионы, существенным образом сказывается на структурносорбционных свойствах торфа, которые в зависимости от размера органического иона можно изменять в достаточно широких пределах.

1. Тарасевич Ю. И., Овчаренко Ф. Д. Адсорбция на глинистых минералах. Киев, 1975.
2. Колтикин Д. А., Михайлова К. К. Активные угли. Свойства и методы испытаний. Л., 1972.
3. Комаров В. С. Адсорбенты и их свойства. Мн., 1977.

УДК 678.54:541.6

В. М. СИДЕРКО, Т. Д. БИЛЬДЮКЕВИЧ

МОДИФИКАЦИЯ ГИДРАТЦЕЛЛЮЛОЗЫ ПРИВИТОЙ СОПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ С БУТИЛМЕТАКРИЛАТОМ

The solution properties of graft copolymers of cellulose and buthyl metacrylate in the mixtures dimethyl sulfoxide — paraform and dimethyl acetamide — lithium chloride have been studied. The cellulose copolymers are shown to have a better thermal stability than that of cellulose.

Прививочная полимеризация является одним из методов получения материалов, удачно сочетающих ценные свойства целлюлозы и синтетических полимеров [1]. В настоящей статье представлены данные по синтезу и физико-химическим свойствам привитых сополимеров гидратцеллюлозы (ГЦ) с бутил-метакрилатом (БМА).

ГЦ использовали в виде волокна (степень полимеризации 420). Мономер перед применением перегоняли с отбором фракции, кипящей при 60°C, и давлении $8,25 \times 10^{-2}$ Па. Все растворители перед использованием подвергали очистке по известным методикам. Прививочную полимеризацию проводили в эмульсии в водно-органической среде вода–метилэтилкетон (МЭК) и в растворе (растворитель–смесь диметилсульфоксид–параформ). Гомополимер экстрагировали кипящим этилацетатом [2]. Привитые цепи выделяли по методике [3]. Молекулярную массу привитого полибутилметакрилата (ПБМА) определяли вискозиметрическим методом (МЭК, 23°C) и рассчитывали по формуле: $[\eta] = 1,56 \times 10^{-4} \times M^{0,81}$ [4]. Снятие кривых термогравиметрического анализа (ТГА) проводили на дериватографе системы Паулик–Паулик–Эрдеи в интервале температур 40–500°C в среде воздуха при скорости нагрева 5 град/мин и скорости движения ленты 2 мм/мин.

Условия синтеза и характеристика привитых сополимеров (масса волокна 20 г, объемное соотношение вода:МЭК = 5:1, температура 80°C, время реакции 6 ч) приведены в таблице.

Как видно из таблицы, сополимеры, синтезированные в гетерогенных условиях, имеют небольшую частоту прививки. Это характерно и для других сополимеров целлюлозы [5], полученных в аналогичных условиях. Их отличает и большая степень неоднородности по химическому составу [6]. Сополимер, синтезированный в указанных гомогенных условиях, характеризуется несколько более высокой частотой прививки.

Были изучены гидродинамические свойства разбавленных растворов синтезированных полимеров в смесях диметилсульфоксид (ДМСО) — параформ и диметилацетамид (ДМАА) — хлорид лития, поскольку растворение целлюлозы в этих смесях не сопровождается ее деструкцией [7]. На рис. 1 приведена зависимость значения характеристической вязкости от состава сополимера.

Из рис. 1 видно, что значение характеристической вязкости выше в смешанном растворителе ДМСО–параформ. При увеличении содержания звеньев

БМА в макромолекулах наблюдается снижение $[\eta]$ в обоих растворителях. Это обусловлено несовместимостью ПБМА с целлюлозой. Во избежание контактов между несовместимыми компонентами макромолекулы принимают форму "молекулярной мицеллы" ("сегрегированную форму") [8]. Это, вероятно, и приводит к образованию более компактного молекулярного клубка и меньшим значениям $[\eta]$.

Условия синтеза и характеристика привитых сополимеров гидратцеллюлозы с бутилметакрилатом

Опыт	[БМА], моль/л	[Инициатор], ммоль/л	Модуль ванны	Степень прививки, мас. %	Содержание звеньев БМА в сополимере, мас. %	Молекулярная масса привитых цепей $\cdot 10^{-4}$	Частота прививки
1	0,20	1,8	30	8,3	7,7	5,3	0,1
2	0,20	7,2	30	28,7	22,3	2,9	0,7
3	0,20	0,9	30	46,0	31,5	12,1	0,3
4	0,20	7,2	30	64,5	39,2	4,0	1,1
5	0,25	4,5	25	34,9	25,0	1,6	1,5
6	0,31	4,6	20	38,8	28,0	2,3	1,2
7	0,25	6,7	25	44,0	31,0	3,7	0,8
8	0,25	3,0	25	37,0	27,0	7,3	0,3
9	0,80	8,9	—	26,0	21,0	1,0	1,8

Примечание: в опытах 1–3 инициатором служил персульфат аммония, 4–8 — персульфат калия. В опыте 9 прививочная полимеризация проводилась в растворе смеси ДМСО–параформ. В опыте 2 полимеризацию проводили в отсутствие эмульгатора, в остальных случаях в качестве эмульгатора использовали алкамон ОС-2.

На рис.2 представлены начальные участки кривых турбидиметрического титрования растворов сополимеров в растворителе ДМСО–параформ (осадитель–вода) при температуре 20°C и начальной концентрации раствора 0,007 г/дл.

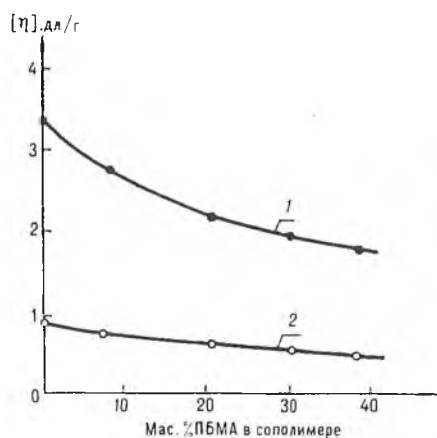


Рис.1. Влияние состава сополимера на значение характеристической вязкости в смешанных растворителях ДМСО–параформ (1) и ДМАА–хлорид лития (2)

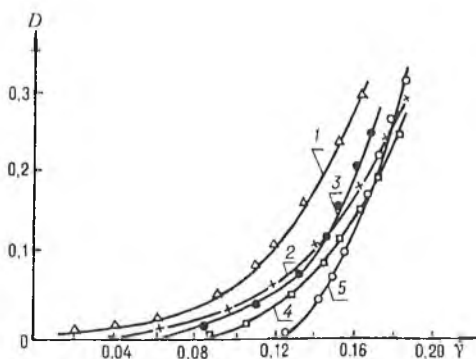


Рис.2. Зависимость оптической плотности растворов ПБМА (1) и привитых сополимеров с содержанием ПБМА 39,2 (2); 31,5 (3); 22,3 (4) мас. % и ГЦ (5) от объемной доли осадителя

Самый низкий порог осаждения характерен для ПБМА, выделенного из сополимера со степенью прививки 28,7 мас. %, самый высокий — для ГЦ. Привитые сополимеры имеют промежуточные значения, причем с увеличением в сополимере содержания синтетического компонента порог осаждения снижается. Эти данные коррелируют с результатами вискозиметрических измерений: растворы сополимеров с меньшим значением $[\eta]$ имеют более низкий порог осаждения. Следует отметить, что сополимеры с примерно одинаковым содержанием звеньев БМА, но разной частотой прививки, синтезированные в гомогенных и гетерогенных условиях (см. таблицу, образцы 2 и 9), имеют разные пороги осаждения: 0,063 для образца 2 и 0,086 для образца 9.

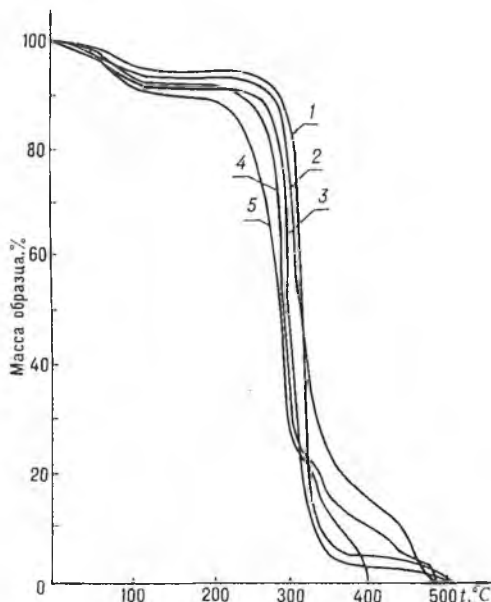


Рис.3. Кривые ТГА ГЦ (5) и привитых сополимеров со степенью прививки 46 (1); 8,3 (2); 64,5 (3) и 28,7 (4) мас. %

Указанные выше растворители были использованы для приготовления концентрированных растворов. В смеси ДМСО–параформ их не удалось получить из-за неполной растворимости сополимеров. В смешанном растворителе ДМАА–хлорид лития были приготовлены 6,6%-ные рас-творы, из которых сухо-мокрым методом были отлиты пленки (осадитель–вода). Пленки характеризовались малой прочностью и большой хрупкостью. В отличие от растворяющей смеси диметилформамид–оксиды азота [9] указанные выше растворители нецелесообразно применять для приготовления растворов, идущих на формование пленок и волокон из привитых сополимеров целлюлозы.

На рис.3 представлены кривые ТГА гидратцеллюлозы и ее привитых сополимеров. Небольшое снижение массы образцов при температуре 50–100°C можно отнести к потере гидратной воды, со-

держание которой меньше в привитых сополимерах.

Температура, при которой наблюдается максимальная скорость потери массы, составляет 300°C для ГЦ, 304, 309, 312 и 315°C для сополимеров со степенью прививки 28,7; 64,5; 46 и 8,3 мас.% соответственно. Таким образом, для сополимеров характерно более высокое ее значение. Однако не наблюдается прямой корреляции между степенью прививки и температурой максимальной скорости потери массы. Это связано с особенностями процесса прививочной полимеризации в гетерогенных условиях. На начальных стадиях прививка протекает в аморфных областях волокна, которые в первую очередь заполняются синтетическим полимером. При этом увеличивается плотность образца и уменьшается его способность поглощать кислород, что препятствует протеканию термоокислительной деструкции. При больших степенях конверсии происходит разрыхление кристаллических областей ГЦ. Эти данные находятся в удовлетворительном соответствии с результатами работы [10], в которой показано, что сорбционная способность целлюлозных волокон, модифицированных прививкой виниловых мономеров, уменьшается по сравнению с ГЦ, а затем возрастает по мере увеличения содержания в сополимере синтетического компонента.

1. Роговин З.А. Химия целлюлозы. М., 1972. С.578.
2. Энциклопедия полимеров. М., 1974. Т.3. С.180.
3. Мовсун-заде А.А., Горянинова Е.С., Лившиц Р.М. и др. // Высокомолек. соед. 1964. Т.6. №7. С.340.
4. Шатенштейн А.И., Вырский Ю.П., Правикова Н.А. и др. Практическое руководство по определению молекулярных весов и молекулярно-весаго распределения полимеров. М.:Л., 1964. С.177.
5. Nishioka N., Motsumoto K., Kosai K. // Polym. J. 1981. V.13. №12. P.1125.
6. Роговин З.А., Гальбрайт А.С. Химические превращения и модификация целлюлозы. М., 1970. С.55.
7. Гриншпан Д.Д. Неводные растворители целлюлозы. Мн., 1991. С.119.
8. Баттерд Г., Трегер Д.И. Свойства привитых и блок-сополимеров. Л., 1970. С.126.
9. Сидерко В.М., Бильдюкевич Т.Д., Капуцкий Ф.Н. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1992. №2. С.21.
10. Павлюченко Г.М., Сидерко В.М., Капуцкий Ф.Н. // ЖПХ. 1987. Т.57. №1. С.186.



УДК 595.764

А.В. ФРОЛОВ

МАТЕРИАЛЫ К ПОЗНАНИЮ РОДА *APHODIUS* (Coleoptera, Scarabaeidae) СЕВЕРНОЙ ПАЛЕАРКТИКИ. I. ГРУППА *PLUSTSCHEWSKII*

Redescription of *Aphodius plustschewskii* D.Kosh., very rare species from SE Russia and S. Kazakhstan, and description of *A. baghlanicus* Frolov sp. n. from N. Afghanistan are given. The lectotype of *A. plustschewskii* is designated. For these very original species group *plustschewskii* is proposed. The taxonomic position of the group is discussed. The table of characters for distinguishing the species of the group is given.

Изучение богатой коллекции Зоологического института РАН в Санкт-Петербурге (далее – ЗИИ), а также материалов Института зоологии НАН Казахстана (Алма-Ата) позволило дать переописание *Aphodius plustschewskii* D.Kosh., очень редкого вида из ЮВ России и Казахстана, и описать близкий к нему новый вид из Афганистана.

Считаю своим долгом поблагодарить О.Н.Кабакова (Санкт-Петербург) за ценную помощь.

Aphodius (*Chilothorax*?) *plustschewskii* D.Koshantschikov, 1894

Самец. Удлиненный, почти параллельносторонний (рис.1), выпуклый, блестящий; голова, переднеспинка, щиток и низ тела черно-коричневые; бока и передние углы переднеспинки, бока наличника и ноги бурые. Наличник спереди со слабой выемкой, по бокам выемки закруглен; передний край наличника сильно загнут вверх. Голова сильно пунктирована крупными одинаковыми точками, расстояние между которыми равно 1–0,5 их диаметра. Лобный шов заметен в виде тонкой бороздки. Лобные бугорки сильно развиты, особенно средний (рис.2). Щеки не выдаются за линию глаз, закругленные. Бока и основание переднеспинки окаймлены, на боках кайма толще; кайма на середине боков сверху не видна из-за выпуклости переднеспинки. Пунктировка переднеспинки слабая, точки мелкие, расстояние между точками на диске в 5–7 раз превышает их диаметр (рис.3), к бокам пунктировка более густая, двойная, крупных точек меньше чем мелких, их диаметр в 2–3 раза больше, расстояние между точками в 1–2 раза превышает их диаметр. Щиток широко треугольный, с единичными точками. Надкрылья светло-соломенные с темно-коричневыми пятнами и швом. Бороздки надкрылий явственные, тонкие; точки бороздок крупные, их диаметр в 2 раза больше ширины бороздки, расстояние между точками примерно равно их диаметру. Промежутки очень слабо выпуклые, гладкие, с рядом мелких точек вдоль каждой стороны; расстояние между этими точками в 4–5 раз больше их диаметра. Надкрылья по бокам и на вершине покрыты очень мелкими желтоватыми волосками. Задний край задних бедер с отчетливым тупым уголком (рис.4). На задней голени имеется группа щетинок (щеточка), расположенная на внутреннем крае от вершины до середины. Шпоры передних голеней длинные, сравнительно тонкие, немного изогнуты книзу (рис.5). Нижние шпоры средних голеней укороченные, широкие, срезанные на конце (рис.6). Верхние шпоры задних голеней равны по длине базальным членикам лапок, которые немного длиннее двух следующих члеников вместе взятых. Нижние шпоры задних голеней с сильно загнутыми вершинами. Вершинные щетинки

средних и задних голеней значительно отличаются по длине. Нижние края парамер вытянуты в лопатковидные выросты специфической формы (рис.7). Размеры: переднеспинка – ширина 2,50 мм, длина 1,85 мм; надкрылья – ширина 2,95 мм, длина 3,75 мм.

Самка отличается от самца менее развитыми лобными бугорками, формой переднеспинки (она сильнее сужается спереди), более густой двойной пунктировкой переднеспинки (крупные точки в 2 раза больше мелких по диаметру; на диске расстояние между точками в 2–4 раза больше их диаметра (рис.8), к бокам они расположены гуще, причем крупных точек больше), плавно закругленными на заднем крае задними бедрами, отсутствием щеточки на внутреннем крае задних голеней (однако голени имеют ряд густых щетинок по всему внутреннему краю), более узкими, плавно заостренными к вершине нижними шпорами средних голеней, которые по длине равны 2/3 верхних. Размеры: переднеспинка – ширина 2,45–2,65 мм, длина 1,80–1,95 мм; надкрылья – ширина 2,95–3,15 мм, длина 3,80–4,5 мм.

Материал. Лектотип, самка (установлен здесь) с этикетками “Ханская ставка, Астрах. губ., Плющ-Плющ” и “*Aphodius plustschewskii* Typ Kosh.”, и 2 экземпляра (самец и самка) из Зап. Казахстана (Уральская обл.). Лектотип хранится в ЗИН.

Изменчивость. Изученные экземпляры различаются размерами, степенью выраженности рисунка на надкрыльях, степенью осветления углов переднеспинки и переднего края наличника, однако имеющийся столь малый материал не позволяет достаточно полно судить об изменчивости.

Биология. Жуки были собраны осенью (октябрь–ноябрь) в помете крупного рогатого скота.

Примечание. В работе Д.Кожанчикова [1] не указано, каким материалом располагал автор. Так как не упоминается наличие укороченной нижней шпоры средних голеней, вероятно было дано описание самки (самок). Размер указан однозначно (7 мм), он соответствует изученному мною экземпляру, поэтому последний, возможно, является единственным типовым экземпляром.

***Aphodius (Chilothorax?) baghlanicus* Frolov sp. n.**

Голотип, самец (рис.9). Лобные бугорки выражены слабо (рис.10). Щеки угловидные, сильнее выдаются за линию глаз, чем у предыдущего вида. Переднеспинка менее выпуклая, так что сверху кайма на ее боковых краях видна полностью; ее задние углы закругленные; пунктировка сильнее, одинарная, расстояние между точками на диске в 4–5 раз превышает их диаметр (рис.11). Надкрылья слабо блестящие из-за очень мелких беспорядочных насечек, не образующих сетки; края точек бороздок менее отчетливые; промежутки пунктированы сильнее — на диске точки не только образуют ряды вдоль бороздок, но также находятся в центре промежутков. Задние бедра закруглены на заднем крае. Шпоры передних голеней немного длиннее (рис.12). Нижние шпоры средних голеней более узкие (рис.13). Верхние шпоры задних голеней немного, но явно короче базальных члеников лапок. Парамеры видоизмененные, как у предыдущего вида, но их выросты отличаются по форме (рис.14). Размеры: переднеспинка – ширина 2,60 мм, длина 1,90 мм; надкрылья – ширина 3,00 мм, длина 4,10 мм. Остальные признаки как у предыдущего вида.

Самка отличается от самца немного более густой пунктировкой головы (расстояние между точками равно 1/3–1/2 их диаметра), формой переднеспинки (сильнее сужена впереди), пунктировкой переднеспинки (пунктировка более густая, одинарная, расстояние между точками на диске в 2–3 раза больше их диаметра (рис.15)), более тонкими и длинными нижними шпорами средних голеней (их длина составляет примерно 2/3 верхних). Размеры: переднеспинка – ширина 2,75 мм, длина 2,00 мм; надкрылья – ширина 3,10 мм, длина 4,20 мм.

Материал. 4 экз. из СВ Афганистана: голотип с этикетками “Env. Pulikhumri, Afgan. 1200 m., 6.XI.1962, Kryzhanovskij” и “в навозе”; 3 паратипа (2 самца и самка) с теми же данными. Типовой материал хранится в ЗИН.

Изменчивость как у предыдущего вида, но рисунок на надкрыльях варьирует слабее, вероятно, в связи с тем, что был изучен материал из одной точки.

Размеры самцов: переднеспинка – ширина 2,25–2,60 мм, длина 1,65–1,90 мм; надкрылья – ширина 2,55–3,00 мм, длина 3,55–4,10 мм.

Этимология. Название вида образовано от названия провинции в Сев. Афганистане, где были собраны типовые экземпляры.

Биология. Вероятно, как у предыдущего вида, но данный вид был собран немного позднее (декабрь), так как встречается южнее.

Примечание. Мною не были изучены типы видов Балтазара из Афганистана и Ирана. *A. baghlanicus* sp. n. частично подходит под описание *A. elbursicola* Balzh. из Сев. Ирана, однако это описание не полно и не позволяет окончательно определить, имеем ли мы дело с несколькими видами или с одним.

Таксономические замечания. Своеобразие этих двух, безусловно очень близких, видов позволяет объединить их в инфраподродовую группу *plustschewskii*.

Группа *plustschewskii*

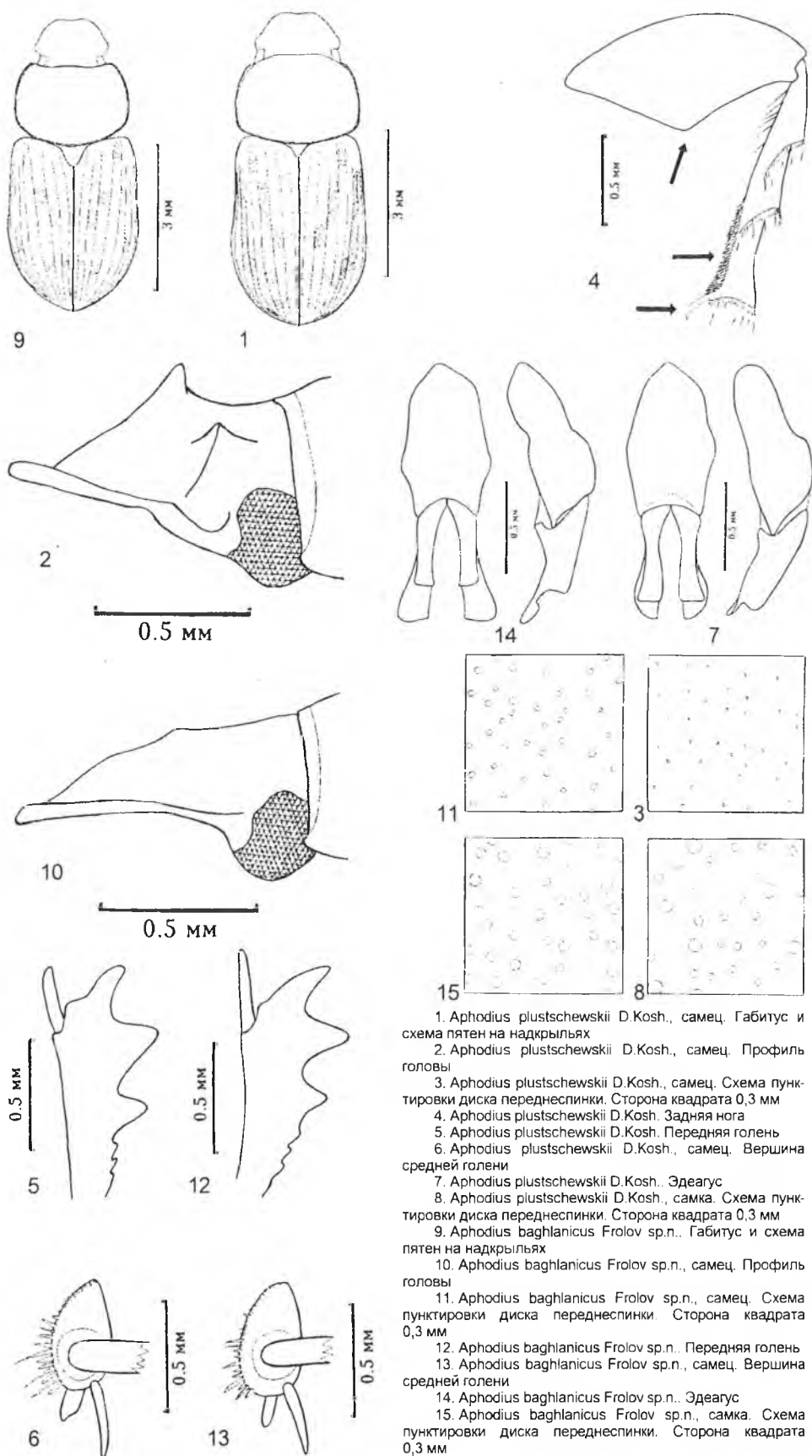
Размеры средние: длина 6,0–7,0 мм, ширина 3,0–3,5 мм. Тело удлинненное, блестящее. Голова, переднеспинка, щиток и низ тела черно-коричневые, ноги бурые. Лобные бугорки более или менее развиты, лобный шов заметен у обоих полов в виде тонкой бороздки. Надкрылья соломенно-желтые с коричневыми пятнами и слабо затемненным швом; бороздки тонкие, точки бороздок крупные; промежутки очень слабо выпуклые со слабой пунктировкой. Шпоры передних голеней довольно длинные, сравнительно тонкие, немного изогнуты книзу (см. рис.5,12). Задние голени самцов на внутреннем крае в дистальной части имеют густую щеточку из щетинок (см. рис.4). Нижние шпоры задних голеней сильно загнуты на вершине. Вершинные щетинки средних и задних голеней резко не равны по длине. Нижние края параметер вытянуты в лопатковидные выросты специфической формы (см. рис.7,14).

Половой диморфизм проявляется в пропорциях тела (переднеспинка самок относительно меньше, чем у самцов, и более сужена впереди), пунктировке переднеспинки (у самок точки крупнее и гуще (см. рис.8,15)). Нижние шпоры средних голеней самцов более или менее укорочены и притуплены (см. рис.6,13). Щетинки на внутреннем крае задних голеней у самок не образуют щеточки; они расположены в один ряд вдоль голени.

Осенние виды, копрофаги; встречаются в открытых биотопах.

Признаки для различения видов группы *plustschewskii*

<i>A. plustschewskii</i>	<i>A. baghlanicus</i> sp. n.
Лобные бугорки на голове самца развиты сильно, особенно средний, у самки – слабо	Лобные бугорки у самца и самки выражены почти одинаково слабо
Щеки не выдаются за линию глаз	Щеки угловидные, немного выдаются за линию глаз
Кайма на середине боковых краев переднеспинки из-за выпуклости последней сверху не видна	Кайма на середине боковых краев переднеспинки сверху видна полностью
Пунктировка переднеспинки: самец: одинарная на диске, двойная к бокам; расстояние между точками на диске в 5–7 раз превышает их диаметр; самка: двойная, крупные точки в 2 раза больше мелких по диаметру; на диске расстояние между точками в 2–4 раза больше их диаметра	Пунктировка переднеспинки: самец: одинарная, расстояние между точками на диске в 4–5 раз превышает их диаметр, к бокам точки крупнее и гуще; самка: одинарная, расстояние между точками на диске в 2–3 раза больше их диаметра
Промежутки надкрыльев гладкие, с рядом мелких точек вдоль каждой стороны; расстояние между точками в 4–5 раз больше их диаметра	Промежутки надкрыльев пунктированы сильнее; на диске точки не только образуют ряды вдоль бороздок, но также находятся в центре промежутков
Шпоры передних голеней короче	Шпоры передних голеней длиннее
Задний край задних бедер с отчетливым тупым уголком	Задние бедра плавно закруглены на заднем крае
Нижняя шпора средних голеней самцов более широкая	Нижняя шпора средних голеней самцов более узкая
Лопастевидные выросты параметер короче, их внешние края закруглены широко	Лопастевидные выросты параметер длиннее, их внешние края закруглены более узко



1. *Aphodius plustschewskii* D.Kosh., самец. Габитус и схема пятен на надкрыльях
 2. *Aphodius plustschewskii* D.Kosh., самец. Профиль головы
 3. *Aphodius plustschewskii* D.Kosh., самец. Схема пунктировки диска переднеспинки. Сторона квадрата 0,3 мм
 4. *Aphodius plustschewskii* D.Kosh. Задняя нога
 5. *Aphodius plustschewskii* D.Kosh. Передняя голень
 6. *Aphodius plustschewskii* D.Kosh., самец. Вершина средней голени
 7. *Aphodius plustschewskii* D.Kosh., Эдеагус
 8. *Aphodius plustschewskii* D.Kosh., самка. Схема пунктировки диска переднеспинки. Сторона квадрата 0,3 мм
 9. *Aphodius baghlanicus* Frolov sp.n., Габитус и схема пятен на надкрыльях
 10. *Aphodius baghlanicus* Frolov sp.n., самец. Профиль головы
 11. *Aphodius baghlanicus* Frolov sp.n., самец. Схема пунктировки диска переднеспинки. Сторона квадрата 0,3 мм
 12. *Aphodius baghlanicus* Frolov sp.n., Передняя голень
 13. *Aphodius baghlanicus* Frolov sp.n., самец. Вершина средней голени
 14. *Aphodius baghlanicus* Frolov sp.n., Эдеагус
 15. *Aphodius baghlanicus* Frolov sp.n., самка. Схема пунктировки диска переднеспинки. Сторона квадрата 0,3 мм

К настоящему времени группа включает 2 вида, обитающих в Астраханской области России, Зап. и ЮВ Казахстане и Сев. Афганистане. Их таксономическое положение внутри рода *Aphodius* пока нельзя определить однозначно. Николаев [2] перенес *A. plustschewskii* в подрод *Nimbus* Muls., основываясь на биологии представителей вида и наличии укороченной шпоры у самцов. По моему мнению, *A. plustschewskii* и *A. baghlanicus* sp.n. более близки к некоторым представителям подрода *Chilothorax* Muls., однако данный подрод, вероятно, является сборным. Поэтому, а также ввиду большого своеобразия видов группы *plustschewskii*, они помещены в него предварительно.

Признаки, позволяющие различить виды группы *plustschewskii* указаны в таблице.

1. Koshantschikov D. // Horae Societatis entomologicae rossicae. M., 1894. V.28. P.123.

2. Николаев Г.В. Пластиночатоусые жуки (Coleoptera, Scarabaeoidea) Казахстана и Средней Азии. Алма-Ата, 1987.

УДК 581.9+502.7:58(476.1)

М.А.ДЖУС

О НОВЫХ МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ORCHIDACEAE JUSS В БЕЛАРУСИ

New habitats of the rare, vanishing species of Orchidaceae family *Listera ovata* (K.) R. Br., *Coeloglossum viride* (L.) C. Hartm., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch., *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Cypripedium calceolus* L., *Malaxis monophyllos* (L.) SW., included into "Red Data Book of the Belarus" have been found. Information about the conditions of its habitats and the state of the populations are given.

Современная флора Беларуси включает около 40 видов орхидей (в том числе известные лишь по литературным источникам и гербариям), относящихся к 18 родам. Из этого числа 30 видов являются редкими, многие из них встречаются только в определенных, строго ограниченных условиях и находятся под угрозой исчезновения (22 вида занесено в Красную Книгу Республики Беларусь 2-го издания). Следует отметить, что большинство видов орхидей характеризуется узкой экологической амплитудой и очень чувствительны к изменениям условий местообитания, что и является основной причиной уменьшения их численности и исчезновения.

В период полевых сезонов 1993–1995 гг. в ходе поисковых маршрутных исследований с целью сбора гербарного материала и составления флористических описаний нами были выявлены новые места произрастаний редких для республики видов из семейства *Orchidaceae* Juss.

Listera ovata (K.) R. Br.

Редкий евросибирский таежный реликтовый вид, встречающийся в Беларуси в отдельных локалитетах и в виде островных участков на южной границе ареала [1, 2]. Произрастает в сырых смешанных и широколиственных лесах, заболоченных луговинах. Изредка встречается по всей территории республики, к северу — чаще. Нами обнаружено несколько новых местопроизрастаний вида:

Минская область и район, окрестности ж.-д. станции Роца (в 1,5 км к ЮЮЗ) в полосе отчуждения ж.-д. на опушке ельника дубняково-снытевого (2.07.1994, около 15 растений на общей площади 50 м, цвет.).

Минская область и район, окрестности ж.-д. станции Зеленое (в 1,5 км к Ю) в полосе отчуждения ж.-д. на закустаренной сырой луговине (1.06.1993, 20 растений на площади 200 м, вег., М.А.Джус, С.П.Лавриченко).

Минская область и район, окрестности ж.-д. станции Птичь (в 1 км к С) на левом берегу р.Птичь на низинном заболоченном и сильно закустаренном лугу (12.06.1993, изредка, нач. цвет.).

Витебская область, Шарковщинский район, окрестности д.Сыновдворцы (в 2 км к СВ) в ельнике кислично-снытевом (14.07.1994, нередко на площади 2000

м, цвет.) и (в 3 км к Ю) в ельнике ольхово-папоротниковом на окраине низинного болота (10.06.1995, около 50 растений на площади 200 м, нач. цвет.).

Могилевская область, Горецкий район, окрестности ж.-д. станции Ректа (в 4 км к ЮВ) на сыром злаковом лугу в полосе отчуждения ж.д. (13.05.1995, единично, вег., М.А.Джус, Д.Дубовик).

Coeloglossum viride (L.) C. Hartm.

Редкий циркумполярный бореально-таежный реликтовый вид, находящийся в Беларуси вблизи южной границы ареала, произрастающий по сырым низинным и увлажненным суходольным лугам [2]. Найден нами в Браславском районе Витебской области в окрестности д.Довяты на северном берегу оз.Корня на прибрежном злаково-разнотравном лугу (17.07.1994, около 15 растений на общей площади 100 м, цвет.).

Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.

Редкий евразийский бореальный плюризональный вид, встречающийся в небольшом количестве на ограниченных площадях. В Беларуси находится в изолированных локалитетах и в виде островных участков в границах основной части ареала [2], изредка встречается на всей территории по сырым лугам, травяным и осоково-сфагновым болотам. Декоративное и медоносное растение [5].

Выявлено местопроизрастание вида в Шарковщинском районе Витебской области в окрестностях д.Сынодворцы (в 1,5 км к СВ) на ольхово-березовом низинном болоте (14.07.1994, 5 растений на площади около 10 м, цвет.).

Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch.

Очень редкий реликтовый южноевропейский неморальный вид. В Беларуси находится в изолированных локалитетах и в виде островных участков на северо-восточной границе ареала [1,3,4,6]. Встречается в республике по всей территории, кроме Витебской и Могилевской областей, в широколиственных, смешанных и мелколиственных лесах.

Обнаружены новые места произрастания этой орхидеи в Воложинском районе Минской области в окрестностях д.Калдыки (в 2,5 км к С) в сосняке березово-можжевельново-мшистом на средней части холма (13.06.1994, два цветущих растения) и в окрестностях д.Большая Дайнова (в 2 км к ЮВ) в сосняке елово-кисличном (15.06.1994, 5 растений на площади 10 м, цвет.). А также в Столбцовском районе Минской области в окрестностях ж.-д. станции Кучуны (в 500 м к В) в лесном массиве Окинчицы в сосняке елово-кисличном (30.05.1995, около 50 растений на общей площади 600 м, нач. цвет.).

Liparis loeselii (L.) Rich.

Редкий голарктический амфиатлантический вид, находящийся в Беларуси в изолированных локалитетах вблизи северо-восточной границы ареала [2], встречающийся по торфяным болотам, заболоченным лугам. В республике достоверно известен из Витебской области.

Нами выявлен в Минском районе Минской области в окрестностях д.Прилучки (в 500 м к СВ) на правом берегу р.Птичь (11.09.1994, более 50 растений на площади 70 м, пл.) на черноольхово-пушистоберезово-таволговом низинном болоте, а также в Шарковщинском районе Витебской области в окрестностях д.Сынодворцы (в 1,5 км к СВ) в низкорослом пушистоберезово-черноольховом лесу на низинном болоте (14.07.1994, 4 цветущих растения на площади 2 м).

Cypripedium calceolus L.

Очень редкий, исчезающий евразийский подтаежный вид, находящийся в республике в изолированных локалитетах европейского фрагмента ареала [2]. Достоверно известен из Пружанского, Столинского, Витебского, Браславского, Мозырского, Гомельского, Новогрудского, Березовского, Мядельского районов,

Беловежской пуши и Березинского заповедника. Произрастает в елово-грабовых дубравах, заболоченных ельниках, разреженных широколиственных и мелколиственных лесах, отдавая предпочтение богатой карбонатами почве.

Еще одно новое местопроизрастание этого высокодекоративного растения найдено в Шарковщинском районе Витебской области в окрестностях д. Сынодворцы (в 2 км к СВ) в ельнике кислочно-снытевом (1.06.1994, более 30 цветущих и вегетирующих растений на общей площади около 900 м).

Malaxis monophyllos (L.) SW.

Голарктический вид, находящийся в Беларуси в изолированных локалитетах в границах равнинной части ареала [2]. На протяжении всего ареала встречается редко и больших скоплений не образует. В республике встречается очень редко по сырым и заболоченным хвойным и смешанным лесам, окраинам торфяных болот [7] и достоверно известен из Витебской, Минской и Могилевской областей.

Обнаружен в Шарковщинском районе Витебской области в окрестностях д. Пилаты (в 1 км к ЮЗ) на берегу лесного безымянного ручья в ельнике ольхово-крапивном (14.07.1994, 3 цветущих растения на площади 100 м).

Собранный гербарный материал хранится в гербариях ИЗБ АН Беларуси (MSC) и Белгосуниверситета.

1. Парфенов В. И., Лякавичус А. А. и др. Редкие и исчезающие виды растений Белоруссии и Литвы. Мн., 1987.
2. Чырвоная Кніга Рэспублікі Беларусь: Рэдкія і тыя, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення віды жывёл і раслін. Мн., 1993.
3. Козловская Н. В., Парфенов В. И. Хорология флоры Белоруссии. Мн., 1972.
4. Парфенов В. И. Флора Белорусского Полесья: Современное состояние и тенденции развития. Мн., 1983.
5. Флора БССР. Мн., 1949. Т. 1.
6. Биби́ков Ю. А. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1992. № 3. С. 114.
7. Зубкевич Г. И., Биби́ков Ю. А., Сауткина Т. А., Шадуро А. В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1984. № 3. С. 28.

УДК 632.4: 635.64

В.Д. ПОЛИКСЕНОВА

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ, ПАТОГЕНЕЗА И БИОЛОГИИ ВОЗБУДИТЕЛЯ ТРАХЕОМИКОЗНОГО УВЯДАНИЯ ТОМАТОВ

It was shown that *Fusarium wilt* is a progressive and harmful disease of tomatoes in greenhouses of Belarus. Under favourable conditions it can result in loss of one-fifth of yield. Pathogene can grow on different substrats in a wide range of pH and temperature of media. The Fungus can maintain vitality not less than 1,5 years, spores germination being stimulated by roots excretes of tomatoes.

Гриб *Fusarium oxysporum f. lycopersici* Sch., развиваясь в проводящих сосудах ксилемы, вызывает пожелтение и увядание томатов. Начиная с 70-х гг. это заболевание, прежде характерное для южных регионов земледелия, стало поражать томаты в теплицах Московской и Ленинградской областей, на Дальнем Востоке, в Западной Сибири и на Украине [1–4]. С 1984 г. фузариоз томатов зарегистрирован в защищенном грунте Беларуси и стал фактором, регулярно вызывающим массовое поражение растений [5]. В связи с этим возникла необходимость изучить характер патогенеза и некоторые биологические особенности возбудителя болезни. Исследования проводились на базе Белорусского НИИ овощеводства, тепличного комплекса АТФ “Верасень” и кафедры ботаники БГУ в 1991–1995 гг. Интенсивность поражения растений определяли по 9-балльной международной шкале [6]. Чистые культуры гриба, выделенные нами из стеблей и черешков растений, изучали по соответствующим методикам [7]. Экспериментальные данные обработаны по П.Ф.Рокицкому [8].

Для определения распространения и вредоносности увядания нами было проведено фитопатологическое обследование посадок томатов в остекленных и пленочных теплицах. Результаты показали, что в целом заболевание шире распространено в период зимне-весеннего культурооборота в остекленных

теплицах (48,5–89,2%) и в заметно меньшей степени в пленочных теплицах (до 57,4%). При этом за четыре года наблюдения увеличилось как распространение болезни, так и степень поражения томатов (табл.1).

Таблица 1

Распространение и степень развития фузариоза на томатах в разных культурооборотах

Показатель	Зимне-весенний оборот				Весенне-летний оборот			
	Остекленные теплицы				Пленочные теплицы			
	1991	1992	1993	1995	1991	1992	1993	1995
Обследованная площадь, м ²	2000	2000	2000	2700	2250	2250	3000	5400
Распространенность болезни, %	60,8	48,5	81,4	89,2	0,1	0,4	42,3	57,4
Развитие болезни, %	37,5	31,7	29,8	52,8	0,1	0,3	16,9	35,6

Первыми признаками заболевания является пожелтение и увядание листьев нижнего яруса, затем постепенно поражается все растение. Листья засыхают, растение гибнет. Иногда желтеют и погибают листья только на одной половине растения. На поперечных срезах стеблей и черешков больных растений отмечается потемнение проводящих сосудов ксилемы в виде сплошного или неполного кольца. В условиях "влажной камеры" пораженные участки покрываются светлым налетом грибницы с одноклеточными микроконидиями и немногочисленными 4-клеточными слабо изогнутыми макроконидиями, характерными для грибов из рода *Fusarium*. Плоды томатов в теплицах не поражаются фузариозом, однако в условиях искусственного заражения при высокой инфекционной нагрузке нами отмечено появление на них некротических плоских пятен. В 1990 г. в АТФ "Верасень" отмечено также смешанное поражение томатов фузариозом и бактериозом.

Динамика фузариозного увядания свидетельствует, что в зимне-весеннем культурообороте остекленных теплиц первые симптомы заболевания появляются примерно в первой-второй декаде мая и совпадают с периодом налива плодов и началом их созревания на нижних кистях. Массовое проявление болезни приходится на период основного сбора урожая, что приводит к большим потерям. Так, в 1991 г. фузариозное увядание на томатах сорта Вежа и Русич появилось соответственно 12 и 7 мая, и за 1,5 месяца заметно прогрессировало (табл.2).

Таблица 2

Динамика поражения томатов фузариозом в остекленных теплицах

Дата учета	Учтено растений, штук	Из них поражено		Балл поражения			Погибло растений, штук	Развитие болезни %
		штук	%	минимальный	максимальный	средний		
Сорт Вежа								
24.05.91.	3192	275	8,6	1	7	0,64	0	2,2
26.06.91.	3192	1942	60,8	3	9	3,3	196	37,5
25.05.92.	1320	124	9,4	1	7	1,1	0	3,2
25.06.92.	1320	176	13,3	3	9	2,8	0	5,9
Гибрид Русич								
01.06.91.	2511	593	23,6	1	7	0,8	0	11,3
22.07.91	2511	1217	48,5	3	9	7,1	543	70,2
25.05.93	120	86	71,8	1	7	2,8	0	22,4
25.06.93	120	99	82,5	3	9	4,8	0	43,9
Сорт Дружный								
27.05.94	1152	8	0,7	1	3	2,0	0	1,7
25.06.94	1152	128	11,1	3	9	4,7	10	6,9
10.06.95	960	10	1,0	1	3	0,5	0	5,4
06.07.95	960	421	43,8	3	9	4,5	93	30,2

Для сорта Вежа прямые потери урожая составили 1121 кг, или 6,1%, для гибрида Русич – 3106 кг продукции, или 31,6% урожая. В 1992–1993 гг. на этих же сортах фузариоз, появившись примерно в те же сроки, развивался заметно медленнее и слабее. В 1994–1995 гг. на сорте Дружный первые симптомы заболевания отмечены позднее – соответственно 6 июня и 25 мая. Темпы развития болезни различались и в эти годы. Из приведенных данных следует, что вредоносность заболевания зависит от сроков появления болезни, скорости развития инфекционного процесса и сорта томатов.

Гриб *F. oxysporum* относится к факультативным паразитам, поскольку может успешно развиваться как в тканях растения, так и в почве. Среди факторов, влияющих на его развитие и рост, наибольший интерес представляют температура, реакция среды и субстрат. Для того чтобы определить их роль, гриб, выделенный в чистую культуру, выращивали при различных температурных режимах на средах, различающихся по составу и кислотности.

Таблица 3

Влияние субстрата и температуры на рост и спорообразование *Fusarium oxysporum f. lycopersici* Sch.

Температура, °С	Овсяная среда		Картофельная среда	
	Площадь колонии, см ²	Интенсивность спорообразования, тыс. сплук на 1 см ²	Площадь колонии, см ²	Интенсивность спорообразования, тыс. сплук на 1 см ²
5	0,04	16±2,2	0,04	0
10	1,03	50±4,1	0,8	40±2,4
15	4,9	110±5,4	4,6	70±3,1
20	54,7	270±8,3	47,5	120±6,3
25	63,6	490±4,2	63,6	160±4,1
30	63,6	380±3,2	56,4	230±2,2

Таблица 4

Влияние pH среды на рост и спорообразование *Fusarium oxysporum f. lycopersici* Sch.

pH	Площадь колонии, см ²	Количество спор на 1 см ² тыс. сплук	Окраска	
			мицелия	субстрата
1	0	0	—	не изменилась
2	0,29±0,02	0	светло-розовая	песочно-оранжевая
3	0,78±0,01	0	—//—	—//—
4	21,2±0,022	28±4	вишнево-розовая	розово-бежевая с сиреневыми концентрическими кругами
5	62,18±0,04	32±7	фиолетово-вишневая	бежевая с сиреневыми концентрическими кругами
6	59,42±0,07	240±9	серо-фиолетовая	серая с сиреневыми концентрическими кругами
7	53,43±0,06	59±6	фиолетово-коричневая	серая с сиреневыми концентрическими кругами
8	60,1±0,04	46±5	фиолетово-вишневая	серо-коричневая
9	63,59±0,05	40±4	фиолетово-лиловая	коричнево-лиловая
10	54,08±0,05	34±4	фиолетово-лилово-желтая	коричнево-бурая

Из данных, приведенных в табл. 3, видно, что гриб одинаково хорошо растет как на богатой овсяной, так и на более бедной картофельной среде. Оптимальной для вегетативного роста является температура 25–30°С, весьма обычная в теплицах в мае–июле. Интенсивное спорообразование происходит в диапазоне 20–30°С, причем генеративная способность гриба на овсяной среде выше. Необходимо отметить, что слабый рост и образование единичных спор возможны даже при 5°С.

Следовательно, надо иметь в виду, что в остекленных теплицах, где в межвегетационный период грунт не промерзает, гриб может продолжать расти и размножаться в почве или на растительных остатках.

Изучение влияния кислотности субстрата на рост патогена показало, что гриб *Fusarium oxysporum f. lycopersici* Sch. успешно растет в довольно широких пределах pH от 5,0 до 10,0. При этом выделяются два оптимума для вегетативного роста мицелия – pH 5 и pH 9 (табл.4).

Вместе с тем интенсивность спорообразования достигает максимума на слабокислой среде при pH 6. Таким образом, оптимальные значения pH для вегетативного роста и для спорообразования не совпадают.

Отмечено также изменение окраски мицелия и субстрата при различных значениях pH.

Оценка жизнеспособности патогена свидетельствует о том, что она зависит от возраста спор, условий их формирования и условий при прорастании. Так, проращивание спор гриба разного возраста показало их высокую активность спустя 0,5 месяца (75–100%), хорошую – через 4 месяца (54–96%) и удовлетворительную спустя 18 месяцев (6–20%). Это значит, что даже при весенне-осеннем чередовании культуры томата и огурца спустя 1,5 года все еще существует опасность заражения восприимчивых сортов томатов.

Для того чтобы выяснить влияние корневых выделений томатов на заражение их фузариозом, была оценена активность прорастания спор в присутствии средневосприимчивого сорта томатов Вежа и устойчивого сорта Дунай. В опыте использовали споры культур, выросших при различных pH.

Таблица 5

Влияние корневых выделений томата на прорастание спор гриба *Fusarium oxysporum f. lycopersici* Sch.

Среда	Количество спор, % проросших через 24 ч. и сформированных при разной pH			
	pH5	pH6	pH7	pH8
Вода	48±1,7	38±1,2	82±1,9	50±1,4
Вода+сорт Вежа	62±1,9	52±1,6	98±1,9	66±1,2
Вода+сорт Дунай	54±1,4	44±1,4	88±1,7	58±1,6

Из табл. 5 видно, что корневые выделения томатов усиливают прорастание спор гриба в 1,1–1,3 раза по сравнению с контролем. При этом стимуляция со стороны более восприимчивого сорта Вежа выше. Во всех вариантах активнее всего прорастали споры, сформированные при pH 7.

Таким образом, возбудитель болезни хорошо адаптирован к условиям защищенного грунта, что позволяет ему успешно развиваться на восприимчивых сортах томатов и сохраняться в грунте остекленных теплиц в межвегетационный период.

1. Горшкова Н. С., Игнатова С. И. // Научные труды НИИ овощного хозяйства. 1976. Т.6. С.164.
2. Власова Э. А., Пугачева Т. И. Проблемы и пути повышения устойчивости растений к болезням и экстремальным условиям среды в связи с задачами селекции. М., 1981. С.101.
3. Коламникова В. И., Новикова А. Г. Интегрированная защита растений от вредоносных организмов. Новосибирск, 1983. С.66.
4. Лобода Л. С., Пархоменко Н. А. Пути совершенствования микробиологической борьбы с вредными насекомыми и болезнями растений. Оленск, 1986. С.13.
5. Поликсенова В. Д. // Защита растений. 1987. № 6. С.51.
6. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып.420. Томаты. Л., 1984.
7. Методы экспериментальной микологии. Киев, 1982.
8. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Мн., 1967.

УДК 582.282.112(476.1)

А.К. ХРАМЦОВ, Н.А. ЛЕМЕЗА

МУЧНИСТОРОСЯНЫЕ ГРИБЫ ШКЛОВСКОГО РАЙОНА

47 species of fungi from 10 genera of Erysiphales, being pathogenic on 110 species of higher plants from 91 genera of 33 families, were found in different biotopes of Shklov region.

Мучнисторосяные грибы (пор. Erysiphales) — опасная группа облигатных паразитов дикорастущих и культурных растений — широко распространены на территории Беларуси [1–4]. Изучение видового состава, распространенности и вредоносности указанной микобиоты, а также круга питающих ее растений позволяет вести целенаправленный поиск эффективных методов защиты сельскохозяйственных культур от мучнистой росы.

Подобные исследования грибов пор. Erysiphales в различных регионах нашей республики представляют несомненный не только научный, но и практический интерес, поскольку дадут возможность прогнозирования появления и распространения этих патогенов в районах, сходных по почвенно-климатическим условиям, флоре и растительности.

Данная статья посвящена изучению мучнисторосяных грибов Шкловского района Могилевской области, где подобные исследования еще никем не проводились.

Материал и методика

Исследования были проведены в 1991–1994 гг. на территории, которая является центральной частью Оршанско-Приднепровского геоботанического района [5].

Использовались детально-маршрутный метод флористических исследований [6] и метод лабораторного анализа.

Сбор образцов растений, пораженных мучнисторосяными грибами, проводился в различных естественных и культурных ценозах. В полевых и стационарных условиях осуществлялась фитопатологическая оценка степени поражения растений и распространенности заболевания [7].

Идентификация видового состава грибов осуществлялась по [8], питающих растений — по [9] с уточнениями, указанными в работе [10]. Собранный материал хранится на кафедре ботаники Белгосуниверситета.

Результаты и их обсуждение

На территории Шкловского района нами выявлено 47 видов мучнисторосяных грибов, принадлежащих к 10 родам (табл. 1)

Таблица 1

Распределение грибов порядка Erysiphales по родам и питающим растениям

Род грибов	Вид грибов		Питающие растения		
	количество	%	семейство	род	вид
Erysiphe DC. em Gel.	12	25,5	11	24	30
Sphaerotheca Lév.	11	23,4	10	23	30
Microsphaera Lév.	9	19,2	6	9	9
Golovinomyces (U. Braun) Gel.	8	17,1	5	19	23
Podosphaera Kunze	2	4,3	2	2	2
Oidium Link	1	2,1	3	6	6
Blumeria (Gol.) Speer	1	2,1	1	5	5
Sawadaea Miyabe	1	2,1	1	1	1
Pseudoidium Paul et Kap.	1	2,1	1	1	1
Uncinula Lév.	1	2,1	1	1	3
Всего:	47	100	33	91	110

По количеству видов, распространенности и вредоносности преобладают роды Erysiphe (12 видов, или 25,5%) и Sphaerotheca (11 видов, или 23,4%). Представители первого рода отмечены на 30 видах питающих растений из 24 родов 11 семейств, второго — на 30 видах из 23 родов 10 семейств.

Род Microsphaera представлен 9 видами (19,2%), паразитировавшими на 9 видах 9 родов 6 семейств растений.

Грибы рода Golovinomyces относились к 8 видам (17,1%), но зарегистрированы на довольно большом числе видов питающих растений — 23 из 19 родов 5 семейств. Другие отмеченные роды грибов пор. Erysiphales представлены небольшим количеством (1–2) видов.

Сходное распределение мучнисторосяных грибов по родам и питающим растениям установлено в Осиповичском и Стародорожском районах Центрально-Березинского [2] и в восточной части Минско-Борисовского [4] геоботанических районов. Исключение составляет род *Sphaerotheca*, который по числу отмеченных видов и их растений-хозяев не занимает в указанных районах лидирующего положения, какое выявлено для исследуемой нами территории.

Мучнисторосяные грибы зарегистрированы нами на 110 видах питающих растений из 91 рода 33 семейств (табл.1,2).

Таблица 2

Состав растений, пораженных мучнисторосяными грибами (пор. *Erysiphales*)

семейство	Растения				Грибы	
	род		вид		род	вид
	количество	%	количество	%		
Asteraceae	16	17,6	19	17,3	3	6
Fabaceae	9	9,9	13	11,8	3	5
Lamiaceae	9	9,9	11	10,0	1	2
Rosaceae	8	8,7	10	9,1	2	4
Apiaceae	6	6,6	6	5,5	1	1
Poaceae	5	5,5	5	4,5	1	1
Scrophulariaceae	5	5,5	5	4,5	3	3
Onagraceae	2	2,2	4	3,6	2	2
Brassicaceae	3	3,3	3	2,7	1	1
Ranunculaceae	1	1,1	3	2,7	1	1
Grossulariaceae	2	2,2	3	2,7	1	1
Salicaceae	1	1,1	3	2,7	1	1
Betulaceae	2	2,2	2	1,9	1	2
Caprifoliaceae	2	2,2	2	1,9	1	2
Geraniaceae	1	1,1	2	1,9	1	1
Dipsacaceae	2	2,2	2	1,9	1	1
Convolvulaceae, Hypericaceae, Lythraceae, Polygonaceae, Utricaceae, Plantaginaceae, Valerianaceae, Cannabinaceae, Fagaceae, Rhamnaceae, Celastraceae, Linaceae, Vacciniaceae, Aceraceae, Balsaminaceae, Euphorbiaceae, Polemoniaceae	по 1	по 1,1	по 1	по 0,9	по 1	по 1
Всего:	91	100	110	100	10	47

Чаще всего встречались поврежденные растения из семейства Asteraceae: на 19 видах из 16 родов данного семейства отмечено развитие 6 видов грибов из 3 родов (*Golovinomyces*, *Sphaerotheca* и *Oidium*). Некоторые виды родов *Erysiphe* и *Golovinomyces* находили место для развития на растениях семейств Fabaceae и Lamiaceae (13 и 11 видов из 9 родов соответственно). Питающие растения из семейств Rosaceae, Apiaceae и Poaceae, пораженные грибами пор. *Erysiphales*, относятся к 10, 6 и 5 видам из 8, 6 и 5 родов соответственно. Меньшим количеством видов представлены в сборах поврежденные мучнисторосяными грибами растения других семейств.

Подобная тенденция распределения исследуемых патогенов наблюдается в Осиповичском и Стародорожском районах Центрально-Березинского [2] и в восточной части Минско-Борисовского [4] геоботанических районов, где наибольшее количество видов грибов пор. *Erysiphales* приходится на ведущие семейства флоры Беларуси. Такое положение закономерно, поскольку сравниваемые нами районы имеют сходные почвенно-климатические условия: все они принадлежат к восточной подобласти Центральной теплой умеренно влажной агроклиматической области [11]. Ранее установлено [12], что флористический состав различных геоботанических округов данной области также характеризуется заметным сходством, что и определяет примерно одинаковый состав фитопатогенных грибов на соответствующих видах питающих растений. Несколько отличаются данные по сем. Poaceae, представители которого поражались мучнисторосяными грибами не так широко (5 видов, или 4,5%), как в других сравниваемых районах.

На исследуемой нами территории повсеместно встречаются следующие мучнисторосяные грибы: *Erysiphe pisi* DC. на *Vicia cracca* L., *E. trifolii* Grev. на *Trifolium hybridum* L., *Sphaerotheca aphanis* (Wallr.) U. Braun на *Alchemilla* sp., *Sph. mors-uvae* (Schw.) Berk et Curt. на *Grossularia reclinata* (L.) Mill., *Blumeria graminis* (DC.) Speer на *Poa trivialis* L., *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl. на *Quercus robur* L.

Распространенность, близкая к максимальной, зарегистрирована для *Blumeria graminis* (DC.) Speer, *Erysiphe aquilegie* DC., *E. cruciferarum* Opiz ex Junell, *E. heraclei* DC., *E. pisi* DC., *E. trifolii* Grev., *Golovinomyces depressus* (Wallr.) Gel., *Sphaerotheca balsaminae* (Wallr.) Kari.

Степень поражения растений-хозяев грибами пор. Erysiphales варьирует от 1 до 4 баллов. Наиболее сильное поражение вызывают *Blumeria graminis* (DC.) Speer на *Hordeum distichon* L., *Triticum aestivum* L., *Erysiphe trifolii* Grev. на *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Melilotus albus* Medik., *Trifolium hybridum* L., *T. pratense* L.

Преобладающее число видов мучнисторосяных грибов (23) на территории исследуемого района выявлено в лесных фитоценозах. Паразиты принадлежат к родам *Erysiphe*, *Golovinomyces*, *Microsphaera*, *Oidium*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca*, *Uncinula* и зарегистрированы на 31 виде питающих растений. Часто встречались *Erysiphe heraclei* DC., *E. knautiae* Duby, *Golovinomyces biocellatus* (Ehrenb.) Gel., *G. galeopsidis* (DC.) Gel., *Sphaerotheca aphanis* (Wallr.) U. Braun, *Sph. macularis* (Wallr.: Fr.) Lind.

Видовой состав изучаемых грибов луговых фитоценозов насчитывает 10 видов из родов *Erysiphe*, *Golovinomyces*, *Sphaerotheca* на 15 видах питающих растений. Интенсивное развитие получали *Sphaerotheca aphanis* (Wallr.) U. Braun, *Sph. ferruginea* (Schlecht.: Fr.) Junell, *Sph. fugax* Penz. et Sacc., *Erysiphe aquilegiae* DC.

Один вид мучнисторосяных грибов *Sphaerotheca aphanis* (Wallr.) U. Braun, паразитирующий на *Comarum palustre* L., отмечен на низинном болоте.

В агроценозах выявлено 11 видов пор. Erysiphales на 19 видах питающих растений, среди которых рожь, пшеница, ячмень, овес, лен. Наиболее часто встречались паразиты из родов *Sphaerotheca* (4 вида), *Golovinomyces* (3 вида), *Blumeria* (1 вид). Зерновые культуры повсеместно поражались грибом *Blumeria graminis* (DC.) Speer. Широкую распространенность также имеет *Sphaerotheca mors-uvae* (Schw.) Berk et Curt. на *Ribes nigrum* L., *R. rubrum* L., *Grossularia reclinata* (L.) Mill. *Rudbeckia laciniata* L., *Aster novi-belgii* L. угнетаются грибом *Oidium* sp., а *Phlox paniculata* L. — *Sphaerotheca polemonii* Junell. Мучнисторосяные грибы находили развитие и на большом количестве сеgetальных растений (*Sonchus arvensis* L., *Convolvulus arvensis* L. и др.).

Часто поражались растения прибрежий водоемов (прудов, р. Бася, р. Днепр, ручьев). В этих условиях зарегистрированы 9 видов грибов пор. Erysiphales на 12 видах растений-хозяев. Обильно встречались *Erysiphe aquilegiae* DC., *E. heraclei* DC., *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blum. em U. Braun.

Мучнисторосяные грибы, развивающиеся на рудеральных питающих растениях, представлены 14 видами, поражающими 20 видов растений. Чаще других встречались виды родов *Erysiphe* и *Golovinomyces* (*Erysiphe polygoni* DC., *E. cruciferarum* Opiz ex Junell, *E. heraclei* DC., *Golovinomyces depressus* (Wallr.) Gel., *G. galeopsidis* (DC.) Gel.).

Исследования показали, что распределение видового состава мучнисторосяных грибов по основным растительным сообществам зависит от особенностей конкретного ценоза: экологических условий и видового состава питающих растений. Максимальное число видов изучаемых грибов в лесных фитоценозах можно объяснить обилием здесь питательного субстрата для их развития, особенно по экотонам.

Изучаемые нами грибы обнаружены на 6 видах (5,5%) деревьев, 11 видах (10,0%) кустарников, 2 видах (1,8%) полукустарников, 91 виде (82,7%) травянистых растений (однл. 23 вида (20,9%), однл. или двл. и двл. — 9 (8,2%), мнгл. — 59 видов (53,6%)). Наиболее часто встречалось повреждение *Quercus robur* L. грибом *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl., *Acer negundo* L. — *Sawadaea bicornis* (Wallr.: Fr.) Miyabe, *Alnus incana* (L.) Moench — *Microsphaera penicillata* (Wallr.: Fr.) Lév. Среди кустарников отмечалось поражение *Frangula alnus* Mill. грибом *Microsphaera divaricata* (Wallr.) Lév., *Caragana arborescens*

Lam. — *M. palczewskii* Jacz., *Sambucus racemosa* L. — *M. vanbruntiana* Ger. Из трав высокая степень повреждения отмечена для *Hordeum distichon* L., *Triticum aestivum* L., *Trifolium medium* L., *Lotus corniculatus* L., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., *Astragalus glycyphyllos* L., *Galeobdolon luteum* Huds., др.

По числу видов изучаемая группа грибов на исследуемой территории значительно беднее, чем в сравниваемых частях Центрально-Березинского [2] и Минско-Борисовского [4] геоботанических районов. На наш взгляд, это объясняется меньшим количеством видов питающих растений: флора Оршанско-Могилевского геоботанического округа беднее, чем геоботанических округов, включающих другие сравниваемые территории [12]. Преобладающий ландшафт Шкловского района — наиболее освоенный в республике (35–45% его площади — пашня [13]). Увеличение площади агроценозов ведет к сокращению естественных местообитаний растений, которыми особенно богаты лесные фитоценозы (лесистость ландшафта района составляет 25–30%, в то время как сравниваемых с ним территорий — 40–50% [13]), и исчезновению видов растений, являющихся подходящим субстратом для развития мучнисторосяных грибов.

Выявленные патогены имеют широкую распространенность в фитоценозах исследуемого нами района, а некоторые из них сильно угнетают растения. Этот факт, возможно, объясняется большой степенью хозяйственного воздействия на ландшафты [13]. В результате антропогенизации последних доля коренных сообществ уменьшается, а синантропизированных (агроценозы, пруды, лесопосадки, пастбища) — возрастает. В таких условиях снижается до минимума естественный отбор, падает иммунитет растений к различным заболеваниям, в том числе и к мучнистой росе. И как следствие появления свободных эконих для патогенов — возможность выявления в районе новых видов мучнисторосяных грибов и питающих их растений.

1. Шуканов А.С., Гирилович И.С. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1986. №1. С.26.
2. Шуканов А.С., Гирилович И.С., Лемеза Н.А. // Там же. 1988. №3. С.47.
3. Стефанович А.И. // Там же. 1987. №3. С.33.
4. Гирыловіч І.С., Лемеза М.А., Шуканаў А.С. // Весці АН Беларусі. Сер. біял. навук. 1992. №2. С.45.
5. Юркевич И.Д., Голод Д.С., Адериho В.С. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование. Мн., 1979.
6. Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л., 1987.
7. Чумаков А.Е., Захарова Т.И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. М., 1990.
8. Гелюта В.П. Флора грибов Украины. Мучнисторосяные грибы. Киев, 1989.
9. Определитель растений Белоруссии. Мн., 1967.
10. Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. Л., 1981.
11. Энциклопедия природы Беларуси: У 5 т. Мн., 1983–1986.
12. Козловская Н.В., Парфенов В.И. Хорология флоры Белоруссии. Мн., 1972.
13. Марцинкевич Г.И., Клицунова Н.К., Мотузко А.Н. Основы ландшафтоведения. Мн., 1986.

УДК 599.32

В.В. ГРИЧИК

ПРОБЕЛЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ИЗУЧЕНИИ ТЕРИОФАУНЫ БЕЛАРУСИ

Four species were added to the list of Belarusian mammals during last 30 years, nowadays it includes 77 species. Distribution, ecology and population structure are practically not studied for many of the species.

После выхода в свет сводки по млекопитающим Беларуси [1] прошло более 30 лет. С тех пор список видов нашей териофауны практически не подвергался корректировке. Однако эти 30 лет характеризуются чрезвычайно бурным развитием представлений о таксономии большинства групп млекопитающих, связанным, в частности, с внедрением принципиально новых методик — кариосистематики и цитогенетики, что дало толчок и для более системного применения "классических" методов изучения морфологии, распространения и экологии зверей. Результатом этого стала переоценка статуса очень многих форм,

“дробление” ряда видов, изменение во взглядах на объем и место надвидовых групп и соответствующая корректировка номенклатуры.

К сожалению, белорусские зоологи в последние десятилетия вопросами систематики и фаунистики млекопитающих на современном уровне не занимались. Лишь благодаря наличию в музеях Москвы, Санкт-Петербурга и Киева коллекционных материалов, собранных на территории нашей республики, специалисты, работающие в научных учреждениях России и Украины, в ряде случаев смогли определить некоторые сборы и частично опубликовать полученные результаты. Однако и эта фрагментарная информация на сегодняшний день остается разбросанной по многим, в основном мелким, публикациям и пока не дает основы для сколько-нибудь ясного представления о таксономическом составе териофауны Беларуси. Ряд вопросов до сих пор остается нерешенным из-за недостатка коллекционных материалов и отсутствия специальных фаунистических исследований, в первую очередь это касается насекомоядных, рукокрылых и особенно грызунов. Между тем укоренившееся 30 лет назад представление о хорошей изученности териофауны Беларуси сохраняется до сих пор в среде отечественных зоологов, по профилю интересов в большинстве своем далеких от вопросов фаунистики и систематики. Ситуация же на сегодняшний день такова, что отсутствие точных знаний о составе фауны млекопитающих в ряде случаев практически обесценивает многие исследования, например, по их биологии, морфофизиологическим параметрам, динамике численности, поскольку приведенные в них лапидарные определения типа “лесная мышь” или “серая полевка” в современном понимании соответствуют целым комплексам репродуктивно изолированных видов.

Цель настоящей публикации — акцентировать внимание на “белых пятнах” в знаниях о териофауне Беларуси и в общих чертах обрисовать перспективы возможных исследований в направлении ее изучения, а также дать краткий обзор современных литературных источников, которые могут стать основой для подобных исследований.

Отряд Насекомоядные (Insectivora). Семейство Ежовые (Erinaceidae)

Серия работ по изучению хромосомного аппарата [2–4] выявила четкие кариологические отличия обыкновенного (*Erinaceus europaeus* L., 1758) и белогрудого (*E. concolor* Martin, 1838) ежей. Это вызвало появление ряда исследований по установлению видовых особенностей *E. concolor* и изучению его гибридизации с *E. europaeus* в природе и в эксперименте [5–7 и др.]. В этих работах убедительно доказана видовая самостоятельность белогрудого ежа (*E. concolor*), что уже нашло отражение в последних каталогах и монографиях [8,9].

Все экземпляры ежей с территории Беларуси (Минская, Могилевская, Брестская области), хранящиеся в фондовой коллекции Зоологического музея Белорусского университета, относятся к виду *E. concolor* — белогрудый еж. В сводке по фауне насекомоядных СССР [10] распространение формы *concolor* очерчивается “к югу от северных границ Белоруссии”, а типичный *E. europaeus* приведен в числе прочего для Латвии и Литвы. Распространение этих двух форм в смежных с Беларусью областях России изучено слабо; на востоке Смоленской области встречается уже *E. europaeus*, описанный отсюда в качестве самостоятельного подвида *E. e. centralrossicus* Ognev, 1926 (цит. по: [8]).

Таким образом, находки на территории Беларуси настоящего европейского ежа вполне возможны и, видимо, достаточно вероятны для севера и востока республики. Мы имеем сведения о встречах в Шумилинском и Лиозненском районах Витебской области ежей с характерной для *E. europaeus* однотонно-серой окраской волосяного покрова нижней стороны тела (сообщения В.В. Иванковского и Б.Д. Лычковского), однако, учитывая присущую ежам широкую изменчивость окраски и отсутствие коллекционных материалов, вопрос о наличии в нашей фауне второго вида ежей пока остается открытым.

Заслуживает внимания и вопрос о подвидовой принадлежности обитающих в Беларуси белогрудых ежей. Хотя в свое время они были отнесены к подвиду *humanicus* Barret-Ham., 1900 [1], статус этой формы до сих пор оценивается специалистами достаточно противоречиво (см., напр., [9,10]).

Семейство Землеройковые (Soricidae)

Список землероек фауны Беларуси нуждается в проверке в отношении белозубок (*Crocidura*), два вида которых приведены в сводке И.Н.Сержанина [1]. Определение видов этого рода в некоторых случаях вызывает затруднения даже у специалистов-систематиков, что к тому же усугубляется противоречиями в трактовке ряда форм у разных авторов. Следует заметить, что распространение белозубок в республике не ограничено крайним югом и юго-востоком, как это до сих пор предполагалось: в фондах Зоомузея БГУ имеется экземпляр рода *Crocidura* из Минского района.

Практически не изучена у нас биология большинства землеройковых, зачастую отсутствуют даже сведения о ландшафтно-биотопической приуроченности некоторых видов (в первую очередь средней бурозубки (*Sorex caecutiens* Laxm., 1788), малой куторы (*Neomys anomalus* Cabr., 1907) и белозубок (*Crocidura*)). Наконец, нельзя исключить вероятность нахождения на территории Беларуси еще одного вида землеройковых — крошечной бурозубки (*Sorex minutissimus* Zimm., 1780), известной в числе прочего из Финляндии, Карелии и ряда областей Европейской России, включая Псковскую, Московскую и Орловскую [8, 10].

Отряд Рукокрылые (Chiroptera).

Семейство Гладконосые (Vespertilionidae)

К 15 известным для территории республики видам рукокрылых [1,11] сравнительно недавно прибавился шестнадцатый — ночница Брандта (*Myotis brandti* Eversm., 1845) [12,13]. Ее видовой статус в названных работах достаточно аргументирован. Нельзя исключать вероятность дальнейшего пополнения списка, например, за счет серого ушана (*Plecotus austriacus* Fisch. 1829), найденного на Украине и в Польше недалеко от границ Беларуси [14], либо длинноухой ночницы (*Myotis bechsteini* Kuhl, 1818), известной из Украины, Польши и Литвы [15].

Следует указать на общую фрагментарную изученность рукокрылых Беларуси: сколько-нибудь полные фаунистические данные имеются лишь для Беловежской Пущи, а некоторые виды, например гигантская вечерница (*Nyctalus lasiopterus* Schreb., 1780), большая ночница (*Myotis myotis* Borkh., 1797), северный кожанок (*Vespertilio nilssoni* Keys. et Blas., 1839), известны по единичным находкам.

Отряд Грызуны (Rodentia).

Семейство Хомяковые (Cricetidae)

Наличие в фауне Беларуси наряду с 46-хромосомной обыкновенной полевкой (*Microtus arvalis* Pall., 1779) ее 54-хромосомного двойника восточноевропейской полевки (*M. rossiameridionalis* Ognev, 1924) — факт установленный [16–19]. Для обозначения последней ранее использовалось название *subarvalis* Meyer, Orlov et Skholl, 1972 (non Heller, 1933); затем *epiroticus* Ondrias, 1966, однако находящееся ныне в обиходе имя *rossiameridionalis* может быть заменено, если кариологические исследования особей из типовых местонахождений какой-либо из многочисленных ранее описанных форм серой полевки выявят ее принадлежность к 54-хромосомному виду [8,20]. Распространение названных видов на территории Беларуси, их взаимоотношения в аспектах ландшафтно-биотопической приуроченности и сравнительной экологии изучены слабо [17,18] и представляют обширное поле деятельности для зоологов и экологов.

По праву “загадочным” видом может быть назван представитель недавно выделенного из *Microtus* рода *Terricola* [21] — подземная полевка (*T. subterraneus* Selys, 1838). На территории Беларуси известная до сих пор лишь из трех точек юга республики [1], эта полевка даже в коллекциях часто определяется как *Microtus arvalis*, в связи с чем многие ее находки остаются вне поля зрения исследователей [21, 22]. Недавно установлено, что биотопически этот вид приурочен не только к лесным массивам неморального облика (дубравам и т.п.), как долгое время предполагалось, но встречается и в ельниках [21, 23]. Несомненно, сбор новых данных об этой полевке крайне необходим.

Заслуживает специального изучения вопрос распространения и взаимоотношений двух форм водяной полевки — *Arvicola terrestris terrestris* L., 1758, A.t.

schermani Shaw., 1801 [15], — имеющих на территории Беларуси зону контакта или интерградации.

Семейство Мышиные (Muridae)

Благодаря применению генетических методов для выяснения систематических отношений в группе лесных мышей (*Sylvaemus*, подрод рода *Apodemus* либо отдельный род в трактовке некоторых авторов) была доказана генетическая дискретность ряда европейских видов, до этого объединявшихся под двумя видовыми именами *Apodemus sylvaticus* и *A. flavicollis* [24–26 и др.]. Цитогенетические и таксономические исследования этого комплекса продолжаются. Обработанный в последние годы специалистами материал по *Sylvaemus* с территории Беларуси определялся следующим образом: *A.(S.) sylvaticus* L., 1758 (юг Беларуси и окрестности Минска, а также вся приграничная зона Польши) [27], *A.(S.) microps* Kratochvil et Rosicky., 1952 (север республики) [26–28], *A.(S.) uralensis* Pall., 1811 (окрестности Дриссы и Полоцка) [29], *A.(S.) flavicollis* Melch., 1834 (вся территория) [26–28].

Пополнение (или изменение) этого списка возможно, в частности, в связи с выяснением статуса формы *taurica* Pall., 1811, описанной из Крыма и зарегистрированной в Прибалтике [29]. Учитывая, что в настоящее время разрабатываются критерии для определения видов лесных мышей по краниологическим признакам и особенностям окраски [27, 28], даже сбор коллекционных материалов по “классической” методике и их квалифицированное определение могут в значительной мере содействовать выяснению распространения и взаимоотношений этих видов на территории нашей республики.

Изменений в списке фауны Беларуси можно ожидать также в связи с пересмотром систематики ранее объединявшихся под единым видовым названием форм домового мыши (комплекс “*Mus musculus* L., 1758”). Новые цитогенетические и гибридологические данные убедительно показывают расчлененность этого комплекса на ряд таксонов видового ранга [8, 30, 31]. О наличии в средней и южной Беларуси наряду с типичными домовыми мышами особей, сходных с так называемой курганчиковой мышью (*Mus hortulanus* Nordman, 1840) писал еще И.Н.Сержанин [1].

В добавление к сказанному, следует обратить внимание на крайнюю фрагментарность, а то и полное отсутствие современных сведений о распространении и состоянии популяций таких видов фауны республики, как летяга (*Pteromys volans* L., 1758), обыкновенный хомяк (*Cricetus cricetus* L., 1758), садовая соня (*Elyomys quercinus* L., 1766). Крайне скудны данные по экологии прочих видов соня, а также лесной мышовки (*Sicista betulina* Pall., 1779) и мышималютки (*Micromys minutus* Pall., 1771). Специального изучения заслуживают черная (*Rattus rattus* L., 1758) и серая (*R. norvegicus* Berk., 1769) крысы, в отношении которых совершенно неясны вопросы популяционной структурированности (наличие синантропных и “диких” популяций, их взаимосвязь, полиморфизм и т.п.), межвидовых взаимоотношений, динамики численности и др.

Как известно, в сводке И.Н.Сержанина [1] для фауны Беларуси приведено 73 вида млекопитающих (включая недавно вымерших либо истребленных выхухоль, лесного кота и лань). Названные источники [12, 13, 16, 18, 26, 27, 29] позволяют увеличить этот список минимум на 4 вида — *Myotis brandti*, *Microtus rossiameridionalis*, *Apodemus microps* и *A. uralensis*, а в перспективе можно ожидать пополнения этого списка еще несколькими видами.

1. Сержанин И. Н. Млекопитающие Белоруссии. Мн., 1961.

2. Орлов В. Н., Ковальская Ю. М., Пайко Н. С. // Систематика и цитогенетика млекопитающих: Материалы Всесоюз. симпозиума. М., 1975. С.3.

3. Раджабли С. И., Графодатский А. С., Зайцев М. В. // Млекопитающие: 3-й съезд Всесоюз. териол. о-ва. М., 1982. Т.1. С.71.

4. Kral B. // Zool. listy. 1967. Т.16. С.239.

5. Зайцев М. В. // Тр. ЗИН АН СССР. 1982. Т.157. С.92.

6. Он же // Зоол. журн. 1984. Т. 63. №5. С.720.

7. Kratochvil J. // Zool. listy. 1975. Т.24. С.287.

8. Павлинов И. Я., Россолимо О. Л. Систематика млекопитающих СССР. М., 1987.

9. Соколов В. Е., Темботов А. К. Позвоночные Кавказа: Млекопитающие, насекомоядные. М., 1989.

10. Гуреев А. А. // Фауна СССР. Млекопитающие. Л., 1979. Т. IV. Вып. 2.

11. Курсков А. Н. Рукокрылые Белоруссии. Мн., 1981.
12. Стрелков П. П., Бунтова Е. Г. // Зоол. журн. 1982. Т. 61. № 8. С. 1227.
13. Стрелков П. П. // Тр. ЗИН АН СССР. 1983. Т. 119. С. 38.
14. Он же // Зоол. журн. 1988. Т. 67. № 1. С. 90.
15. Громов И. М., Баранова Г. И. Каталог млекопитающих СССР. Л., 1981.
16. Терехович В. Ф., Манохина Н. В. // Млекопитающие: 3-й съезд Всесоюз. териол. о-ва. М., 1982. Т. 1. С. 82.
17. Башенина Н. В., Рождественская А. С. // Материалы 5-го Всесоюз. совещ. "Вид и его продуктивность в ареале". Вильнюс, 1988. С. 11.
18. Терехович В. Ф., Рождественская А. С. // Вестн. АН БССР. Сер. биол. наук. 1988. № 2. С. 110.
19. Ставровский Д. Д. // Позвоночные Березинского заповедника. М., 1990. С. 40.
20. Малыгин В. М. Систематика обыкновенных полевок. М., 1983.
21. Загороднюк И. В. // Вестн. зоологии. 1989. Вып. 5. С. 3.
22. Он же // Там же. 1988. Вып. 4. С. 50.
23. Шварц Е. А. // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биологии. 1985. Т. 90. Вып. 3. С. 25.
24. Gemmeke H. // Zeitschr. Säugetierk. 1980. Bd 45. S. 438.
25. Межжерин С. В. // Докл. АН СССР. 1987. Т. 296. Вып. 5. С. 1255.
26. Межжерин С. В., Загороднюк И. В. // Вестн. зоологии. 1989. Вып. 4. С. 55.
27. Межжерин С. В., Лашкова Е. И. // Там же. 1992. Вып. 3. С. 33.
28. Межжерин С. В. // Там же. 1991. Вып. 6. С. 34.
29. Загороднюк И., Милютин А. // Там же. 1992. Вып. 4. С. 87.
30. Лялюхина С. И., Котенкова Е. В. // 5-й съезд Всесоюз. териол. о-ва. М., 1990. Т. 1. С. 79.
31. Banhomme F. et al. // Zeitschr. Säugetierk. 1983. Т. 42. S. 90.

УДК 614.771.5+615.779.9

В.А.СТЕЛЬМАХ, Л.В.ШЕБЕКО, Т.Л.ЮРКШТОВИЧ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ ЛОКАЛЬНОГО ИНФЕКЦИОННО-ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА У КРЫС С ПОМОЩЬЮ ПЛЕНКИ ЛИНКОМИЦИНОВОЙ

As a result of the lincomicyne film implantation when granulomatia the treatment of suppurative and proliferative inflammation source provoked by hypodermic introduction of pathogenic staphylo-, strepto- and pneumococci to white rat is intensified. It was attained the reduction of healing terms of wounds and the period of their dissemination – in 2,0 times as compared with traditional methods of surgical treatment. The manifestation rate of suppurative and necrotic component of inflammation is reduced and the general state of experimental animals improve.

Полимер-лекарственный комплекс полиангидроглюкуроновой кислоты (ПАГК) и линкомицина предназначен для применения в медицинской практике в качестве гемостатического и антимикробного средства [1]. Препарат представляет собой пластины с фактурой трикотажного волокна и в процессе экспериментально-фармакологического изучения получил рабочее название «пленка с линкомицином» (ПЛ). Полимерная основа комплекса ПАГК способна к биодеструкции [2], чем определяется возможность имплантационного применения ПЛ с пролонгированным и контролируемым поступлением линкомицина в окружающие имплантант ткани. Это и обуславливает необходимость использования ПЛ в качестве средства лечения и профилактики гнойно-воспалительных осложнений, т.е. позволяет решить ключевую проблему современной хирургии [3].

Существующие медико-биологические требования к имплантационным формам лекарственных полимеров [4] предопределили изучение антимикробных свойств ПЛ на модели гнойного воспаления у белых крыс с оценкой процессов биодеградации препарата и реакции окружающих имплантант тканей.

Материал и методика

Образцы ПЛ получены в лаборатории физической химии целлюлозы НИИ ФХП Белгосуниверситета и представляют собой салфетки трикотажного полотна размером 7×8 см с содержанием антибиотика 44,0 масс.%, стерилизованные γ-облучением в дозе 25 кГр.

Эксперименты выполнены на 184 белых рандомбредных крысах обоего пола массой 190–230 г. Выбор модели локального гнойного очага обусловлен современной этиопатогенетической структурой гнойно-воспалительных осложнений и внутрибольничных инфекций с превалированием чувствительных к линкомицину ассоциаций кокковой микрофлоры [5]. Моделирование инфекционно-

го процесса проводили по модифицированному методу Г.Селье [6] путем создания гнойно-воспалительной подкожной гранулемы. Для этого под предварительно лишенную шерстного покрова кожу спины вводили 0,5 мл воздуха и через эту же иглу 0,5 мл смеси суточных культур кокков (*St. Aureus*, штамм Lepin, *Str. haemolyticus*, штамм 144b и *Str. pneumoniae*, штамм Т; по 10^5 микробных тел каждого в 1 мл) на стерильном изотоническом растворе NaCl.

На стадии формирования гранулемы (третьи сутки после инфицирования) животных под гексеналовым наркозом (60–80 мг/кг внутривенно) подвергали оперативному лечению: выполняли разрез кожи над гранулемой длиной около двух см, рассекали капсулу гранулемы (гранулемотомия) и наглухо ушивали рану двумя шелковыми швами. В результате создан очаг хронического гнойно-воспалительного процесса (подкожная гранулема) и первично инфицированная рана. Имплантаты ПАГК и ПЛ вводили перед ушиванием раны в полость гранулемы в виде салфеток размером 2–3×12–13 мм и массой 13–16 мг, что соответствовало суточной дозе антибиотика при его парентеральном введении человеку [5]. Помимо визуального наблюдения за состоянием животных и местными проявлениями инфекционного воспаления с регистрацией геометрических размеров гранулемы через каждые 2–3 дня проводили ревизию раны у 5–6 животных каждой группы с бактериологическим изучением содержимого гранулемы [7] и оценкой степени биодеструкции имплантата.

Показателями тяжести процесса на уровне всего организма, а также эффективности терапии служили: масса и температура тела, суммационно-пороговый показатель, качественный и количественный состав клеток периферической крови [8]. Экспериментальные данные обработаны статистически [9].

Результаты и их обсуждение

В течение 21–28 сут на модели подкожной гранулемы у крыс изучали в сравнительном аспекте эффективность оперативного лечения, сопровождаемого имплантационным применением ПАГК и ПЛ. К 3-м сут после инфицирования под кожей животных происходит формирование типичной гранулемы размером 10–15 мм, ограниченной со стороны кожи, мышц и фасций толстой соединительнотканной капсулой, заполненной гнойным содержимым желто-зеленого цвета. В это время на коже наблюдается типичное стрептококковое воспаление диаметром до 50–60 мм с четко ограниченной демаркационной линией. Бактериоскопически в полости гранулемы обнаруживается чистая культура стафило-, стрепто- и диплококков. Этот период характеризуется перестройкой функционального состояния животных: регистрируется снижение способности центральной нервной системы крыс к суммации подпороговых электрических импульсов в среднем на 22,3% ($p < 0,01$), увеличение концентрации гемоглобина в крови (контроль – $124,0 \pm 6,3$; опыт – $142,3 \pm 4,8$ г/л, $p < 0,05$).

В дальнейшем общее состояние животных прогрессивно ухудшается: к 7–8-м сут послеоперационного периода прекращается прирост массы тела, повышается на $1,0–1,8^\circ\text{C}$ ($p < 0,001$) температура тела, практически двукратно ($p < 0,001$) снижается суммационная активность животных, в крови наблюдается выраженный лейкоцитоз (контроль – $16,79 \pm 1,49 \times 10^9/\text{л}$; опыт – $22,85 \pm 1,40 \times 10^9/\text{л}$, $p < 0,001$) с гиперрегенеративным сдвигом (количество сегментоядерных нейтрофилов составляет 166,5% контрольного уровня, $p < 0,01$). К этому времени у 50% животных экссудативная инфильтрация кожи организуется в обширный, диаметром до 60–70 мм, гнойно-некротический струп с мокнущими очагами гнойно-кровянистого отделяемого. Подкожная гранулема увеличивается в размерах до 18–26 мм.

С 10-х сут инфицирования начинается заживление ран через отторжение гнойно-некротического струпа с образованием глубоких (до 3 мм) язв, дно и стенки которых выстланы темно-красными с зеленоватым налетом грануляциями. Процесс вторичного заживления продолжается в течение 21–27 сут, однако полного очищения раневого содержимого от патогенной микрофлоры и нормализации тестов, отражающих общее состояние организма, не достигается.

Следовательно, создана оригинальная модель инфекционно-пролиферативного воспаления, отличная от традиционной подкожной гранулемы [12] наличием мощного очага эпикутанного воспаления и выраженными изменениями в общем состоянии организма, наиболее значимо выражающимися в угнетении

функций центральной нервной системы, в лихорадочной и гиперлейкоцитарной реакции, присутствием в ране ассоциации патогенной микрофлоры. Указанная модель наиболее полно с этиопатогенетических и патофизиологических позиций отражает современное течение гнойно-воспалительных процессов в клинике хирургических болезней [10, 11].

Начатое на 4-е сут оперативное лечение инфицированных животных снижает интенсивность развития гнойно-пролиферативного процесса: на 30–40% уменьшаются геометрические размеры гранулемы и лейкоцитоз. На 7-е сут послеоперационного периода только у 40% крыс зарегистрировано наличие язвенно-некротических процессов в очаге гнойного воспаления с аналогичной неоперированным животным картиной вторичного заживления ран. У 60% крыс с гранулотомией рана заживает без язвенно-некротических проявлений в течение 10–14 сут. Таким образом, оперативное вмешательство позволяет уменьшить тяжесть локальных проявлений гнойно-воспалительного процесса, при этом характеризующие общее состояние животных показатели (масса и температура тела, СПП, гематологические тесты) на 16–17-е сут достигают пределов статистических колебаний интактного контроля.

В течение 14 сут послеоперационного периода функциональные показатели животных с имплантатами ПАГК принципиально не отличаются от таковых у оперированных крыс. В то же время имплантация ПАГК положительно влияет на течение местного инфекционного процесса: уже в течение первых 3 сут диаметр эпикутанного воспаления уменьшается в 1,5–2,0 раза, значительно снижается интенсивность инфильтрационных явлений. В полости гранулемы ПАГК обнаруживается в виде разволокненной гелеобразной массы темно-коричневого цвета. К концу первой недели у более чем половины крыс наблюдается полное заживление ран, у остальных – на месте эпикутанного экссудативного воспаления формируется гнойно-некротический струп, отторжение которого приводит к образованию язв диаметром 18–21 мм (в 3–4 раза меньшим, чем у неоперированных животных и крыс с гранулемотомией) с сочными ало-красными грануляциями. В полости гранулемы гнойное содержимое замещено светло-коричневой жидкой массой ПАГК.

В течение второй недели наблюдается полное заживление ран и исчезновение гранулемы. К этому времени завершается процесс биодеструкции ПАГК, однако у 10–12% животных в образовавшемся соединительнотканном рубце микроскопически выявляются единичные остатки волокон полимера. Очищение раневого содержимого от патогенной микрофлоры происходит за два-три дня до окончательного заживления ран.

Обобщая полученные экспериментальные данные, следует отметить целесообразность ранней хирургической обработки очага гнойно-пролиферативного воспаления, что вполне согласуется с современной тактикой лечения гнойных ран [4, 10], а имплантация ПАГК в очаг воспаления позволяет добиться существенного снижения общих и местных проявлений инфекционно-воспалительного процесса. При этом более чем на 10% снижается частота образования эпикутанных язв и почти в полтора раза уменьшается их диаметр (рис.1); на четверо суток сокращается длительность процесса заживления ран. Такого рода позитивные проявления действия некоторых оксигеллюлозных (ПАГК-содержащих) препаратов наблюдали и на других моделях инфекционного процесса [2]. Выявленная тенденция к уменьшению сроков обсемененности ран патогенной микрофлорой при имплантации ПАГК (см.рис.1), возникает, по-видимому, в результате реализации ее слабых антибактериальных свойств [12], которые не позволяют в полной мере интенсифицировать процесс выздоровления. Существенным этиопатогенетическим фактором лечения может в этом случае стать только внутриочаговое или системное применение антибиотиков [3,5,10,11 и др.].

Имплантация ПЛ в полость гранулемы приводит в 1-е сут послеоперационного периода к резкому снижению интенсивности локального воспалительного процесса: очаг эпикутанного экссудативного воспаления уменьшается в 1,75–2,0 раза по сравнению с лечением ПАГК. В полости гранулемы уже на 3-и сут появляются темно-красные грануляции. На 4–5-е сут послеоперационного периода у 78% крыс отсутствуют клинические проявления локального компонента воспаления, полость гранулемы вместо гнойного содержимого заполнена светло-коричневой кашицеобразной массой ПЛ, обильно проросшей ало-красными

грануляциями. К концу первой недели более чем у 2/3 животных видимые и лабораторно-клинические признаки местного гнойно-воспалительного процесса не регистрируются и только у 23% крыс эпикутанный компонент воспаления организуется в виде гнойно-некротического струпа, при отторжении которого образуются язвы диаметром 10–12 мм, заполненные алыми грануляциями. К 12-м сут послеоперационного периода наступает полное заживление ран у всех животных, исчезновение подкожной гранулемы и практически полная деструкция ПЛ. В этот период у животных резко увеличивается темп прироста массы тела, нормализуется СПП и температура тела, гематологические показатели.

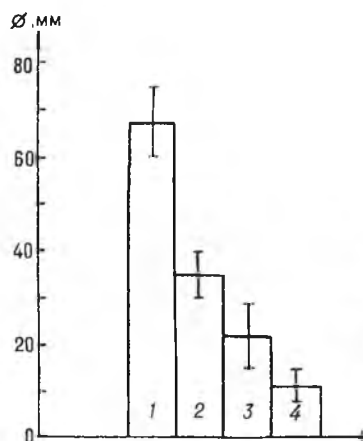


Рис.1. Геометрические размеры (диаметр) гнойно-некротических эпикутанных язв при различных способах экспериментального лечения гнойно-пролиферативного воспаления: по оси ординат — диаметр язв, мм; (1) — неоперированные; (2) — оперированные; (3) — оперированные с имплантацией ПАГК; (4) — оперированные с имплантацией ПЛ крысы

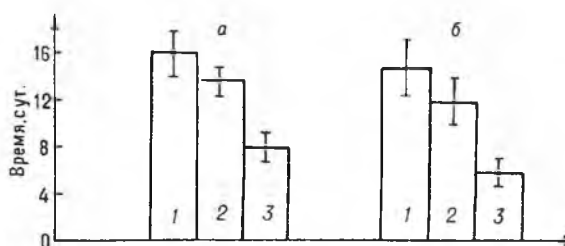


Рис.2. Сроки заживления (а) и очищения ран от патогенной микрофлоры (б) у оперированных (1), и оперированных с имплантацией ПАГК (2) и ПЛ (3) крыс с подкожным гнойно-пролиферативным очагом воспаления: по оси ординат — время заживления или очищения ран от микрофлоры, сут

Следовательно, роль антибиотика в линкоминосодержащей пленке проявляется не только в высоких микробицидных свойствах композиции — наблюдается более чем двухкратное сокращение продолжительности периода обсемененности ран патогенной микрофлорой (рис.2), но и тенденцией к усилению регенеративных процессов. Так, уже на 2–3-и сут после имплантации ПЛ в ранах регистрируется обильный рост грануляционной ткани и к 8–10-м сут — их полное заживление (см. рис.2). При этом на 10–15% снижается количество животных с язвенно-некротическим компонентом воспаления, что сопровождается, практически, двухкратным по сравнению с имплантацией ПАГК уменьшением геометрических размеров язв (см. рис.1). В данных модельных условиях биодеструкция ПЛ осуществляется в сроки, близкие ко времени завершения процесса заживления, т.е. в течение 8–12 сут.

1. Талапин В. И., Капуцкий Ф. Н., Юркштович Т. Л. и др. // Тез. докл. VI Всесоюз. съезда фармакологов. Ташкент, 1988. С. 366.
2. Капуцкий Ф. Н., Юркштович Т. Л. Лекарственные препараты на основе производных целлюлозы. Мн., 1989.
3. Савельев В. С., Гельфанд Б. Р. // Вестн. хирургии. 1990. № 6. С. 3.
4. Сборник руководящих методических материалов по токсиколого-гигиеническим исследованиям полимерных материалов и изделий на их основе медицинского назначения. М., 1987.
5. Звягин Л. М., Березкина С. С. // Вестн. хирургии. 1988. № 7. С. 112.
6. Чернух А. М. Инфекционный очаг воспаления. М., 1965.
7. Методы бактериологического исследования в клинической микробиологии: Метод. рек. М., 1983.
8. Лабораторные методы исследований в клинике: Справ. / Под ред. В. В. Меньшикова. М., 1987.
9. Дьяконов В. П. Справочник по расчетам на микрокалькуляторах. М., 1985.
10. Даценко Б. М., Белов С. Г., Тамм Т. И. Гнойная рана. Киев, 1985.
11. Конышев А. В., Бегишев О. Б., Лебедева Т. П. и др. // Вестн. хирургии. 1991. № 4. С. 28.
12. Абаев Ю. К., Капуцкий В. Е., Адарченко А. А. и др. // Антибиотики и мед. биотехн. 1986. № 8. С. 624.

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ МИНСКА

A battery of test-systems for estimation of water and air pollution by genotoxic compounds was worked out. Monitoring of Svisloch's river water pollution was conducted in Minsk. All samples, which have been taken in spring, showed the presence of genotoxic compounds. Samples, which have been taken in autumn, contained much less mutagens. The only place, which preserved high level of genotoxic compounds, was near the "Kristal" plant.

Охрана окружающей среды является одной из остерейших проблем. Широкая химизация промышленности и сельского хозяйства, повсеместное использование химических препаратов в быту кроме видимых преимуществ таят в себе огромную опасность, связанную с увеличением мутагенного давления в популяциях растений, животных и человека. Основными объектами загрязнения являются вода, воздух, почва. Особенность загрязнения водоемов заключается в их способности аккумулировать вещества, находящиеся в атмосфере и почве. В исследованиях по генетической токсикологии принято различать поверхностные воды, источники питьевого водоснабжения, а также промышленные, бытовые и сельскохозяйственные стоки [1]. Загрязнения, поступающие в сточные воды, условно можно разделить на несколько групп. Так, по физическому состоянию выделяют нерастворимые, коллоидные и растворимые примеси. Кроме того, загрязнения делятся на минеральные, органические, бактериальные и биологические [1]. Одной из самых обширных и опасных является группа органических загрязнителей воды. Уже сейчас из природных источников выделено более 20 тыс. химических соединений антропогенного происхождения, проявляющих биологическую и мутагенную активность [2]. Вместе с тем, санитарно-эпидемиологическая служба, контролирующая состояние водоемов, не располагает надежными методами оценки суммарных показателей генотоксичности загрязненной воды.

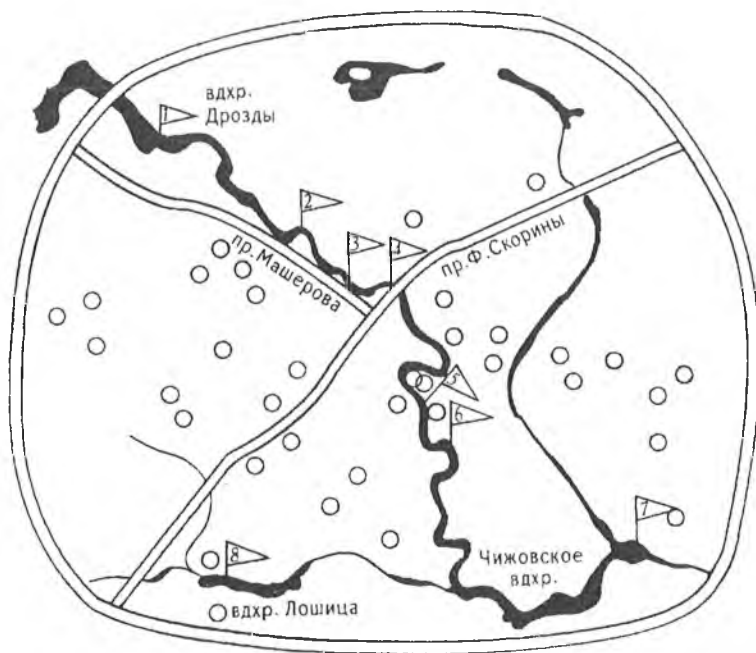


Рис.1. Карта водоемов Минска с указанием мест взятия проб воды

Цель данной работы состояла в разработке батареи тест-систем, пригодной для оценки загрязнения генотоксичными веществами воздуха и водоемов. Удобной моделью для испытания методов оценки генотоксичности и степени

загрязнения мутагенными веществами открытых водоемов является Минск, в черте которого расположено большое количество промышленных предприятий (рис.1). В связи с этим был проведен эколого-генетический мониторинг загрязнения водоемов Минска в различные сезоны года.

Материал и методика

Пробы воды объемом 1000 мл перед исследованием на наличие генотоксичных веществ концентрировали путем экстракции хлороформом с последующим его упариванием на ротаторном испарителе. Экстракт растворяли в 1 мл диметилсульфоксида (ДМСО), увеличивая концентрацию образца в 1000 раз.

Для пиролиза пластмасс и экстракции образующихся продуктов горения образец сжигался над пламенем спиртовки или без нее. Образующиеся при этом продукты горения барботировались через растворитель под действием пониженного давления. По окончании сжигания растворитель упаривался на ротаторном испарителе и полученный осадок растворялся в 1 мл диметилсульфоксида.

Присутствие прямых и непрямых мутагенных веществ в пробах выявлялось использованием двух методических подходов: по наличию повреждений экспонированной к пробам ДНК, а также по количеству ревертантов в тесте Эймса.

Экстракты проб воды экспонировались к ДНК с системой метаболической активации и без нее. Наличие межнитевых сшивок ДНК и ее денатурация выявлялись после разделения ДНК с помощью электрофореза и визуализации бромистым этидием.

Пробы экспонировались к ДНК фага λ в иммунологическом планшете. Общий объем реакционной смеси составлял 50 мкл. Последовательно приливали цитратно-ацетатный буфер (pH 5,5), фаговую ДНК (7 мг/мл), пероксидазу хрена (3×10^{-6} М), исследуемую пробу. Реакцию запускали добавлением перекиси водорода (0,001 М). Смесь инкубировали на встряхивателе 30 мин при комнатной температуре. Непосредственно перед электрофорезом к смеси добавляли 3 мкл 50%-го глицерина и переносили в лунки 0,9%-го агарозного геля.

Электрофорез проводили по известному методу [3]. После разделения ДНК гели фотографировали в ультрафиолетовом свете, а негативы сканировали для количественной оценки степени денатурации образцов ДНК, вызванной экстрактами проб. В качестве позитивного контроля непрямого генотоксического действия на ДНК был использован известный мутаген бензидин (БД), вызывающий межнитевые сшивки ДНК при пероксидазной метаболической активации.

Тест Эймса ставили по общепринятой методике [4]. В работе использовали штаммы *Salmonella thyphimurium* TA-98 и TA-100.

Микросомальную фракцию получали из печени беспородных крыс-самцов массой 120–200 грамм по общепринятой методике [5]. В качестве индуктора микросомального окисления использовали арохлор. Индуктор вводили внутрибрюшинно в дозе 100 мг/кг массы животных. Индукцию вели 5 сут. Хранили микросомы при -20°C . Перед употреблением микросомы оттаивали и суспендировали в 10 объемах 0,1 М цитратно-ацетатного буфера (pH 5,5).

При проведении эксперимента в стерильные пробирки вносили по 0,1 мл ночной культуры штаммов TA-98 или TA-100, выращенной на среде с ампицилином (0,04 мг/мл), затем добавляли физиологический раствор, раствор пероксидазы хрена (10^{-6} М) или микросом печени крыс (0,5 мг/мл), исследуемую пробу. Реакцию начинали добавлением перекиси водорода (до концентрации 0,001 М) или НАДФН₂ (до концентрации 0,005 М). Общий объем реакционной смеси составлял 0,5 мл. Смесь инкубировали в течение 30 мин, а затем вносили в охлажденный до 42°C полужидкий агар и высевали на чашки. Подсчет ревертантов и оценку выживаемости бактерий вели через 36 ч.

Белок определяли микробиуретовым методом [6].

Результаты и их обсуждение

В предварительных опытах была определена возможность использования электрофореза для разделения и выявления нативной и модифицированной

мутагенами ДНК. На рис.2 представлены результаты влияния на ДНК различных концентраций БД, подвергнутого метаболической активации пероксидазой хрена (ПХ) в присутствии перекиси водорода. Оксиданты БД вызывают перекрестные сшивки ДНК, которые обладают малой электрофоретической подвижностью и накапливаются на старте. Этот процесс зависит от концентрации БД и достигает максимума при концентрации мутагена 10^{-5} М.

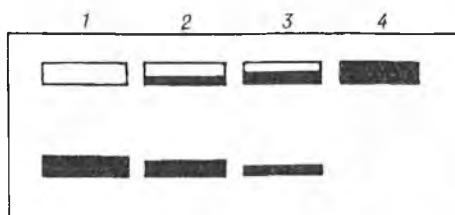


Рис.2. Электрофоретическая подвижность ДНК фага λ , экспонированной к продуктам пероксидазного окисления БД: 0,1 М цитратно-ацетатный буфер, pH 5,5, 30°C; [БД]= 10^{-5} М (дорожка 2); 2×10^{-5} М (дорожка 3); 10^{-6} М (дорожка 4)

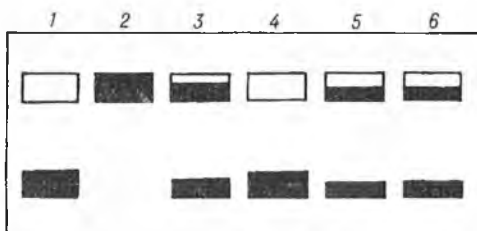


Рис.3. Электрофоретическая подвижность ДНК фага λ , экспонированной к продуктам сжигания пластмасс АВС (дорожки 3,4) и полиамида-6 (дорожки 5,6); дорожки 3,5 – прямое действие проб; 4,6 – после окисления пероксидазой

Исследование эффективности процедуры экстракции показало, что БД в количестве 10^{-5} моль/л воды практически полностью экстрагируется по описанной методике и вызывает повреждения ДНК, аналогичные повреждениям, представленным на рис.2.

Загрязнение водоемов мутагенными веществами происходит во многом за счет продуктов сжигания различных веществ, в том числе и широко используемых полиамидных пластмасс. Нами проведена оценка мутагенности продуктов пиролиза полиамида-6. На рис.3 показана способность экстрактов продуктов сжигания полиамидных пластмасс вызывать повреждения ДНК. Для пробы, полученной сжиганием пластмассы АВС, при прямом экспонировании обнаружено ее повреждающее действие на ДНК, часть которой остается на старте (см. рис.3, дорожка 3), в то время как при использовании системы метаболической активации (см. рис.3, дорожка 4) различий между подвижностью нативной ДНК и ДНК инкубированной с пробой не наблюдается. Пробы, полученные из полиамида-6, воздействуя на ДНК, повреждали ее как с системой метаболической активации, так и без нее (см. рис.3, дорожки 4,5).

Таким образом, продукты горения АВС-пластика содержат соединения, обладающие только прямым генотоксичным действием, в то время как образцы, полученные из полиамида-6 содержат как прямые, так и не прямые мутагенные вещества.

Для исследования генотоксичности воды открытых водоемов нами было выбрано 8 мест в черте Минска (см. рис.1). Пробы брались из проточных и закрытых водоемов. Такой выбор был обусловлен различиями в динамике и интенсивности загрязнения химическими веществами этих водоемов.

Одно из мест забора проб воды находилось на берегу Лошицкого водохранилища (см. рис.1, точка 8). Выбор этого технического водоема обуславливался тем, что в него попадают стоки химчистки, завода "Интеграл". Кроме того, на его берегу расположена ТЭЦ, выбрасывающая в воздух большое количество продуктов сжигания топлива. Они тоже могут попасть в водоем вместе с атмосферными осадками.

Проба была взята в объеме 1 л и сконцентрирована, как указано выше.

Исследование электрофоретической подвижности ДНК фага λ , экспонированной к пробе из Лошицкого водохранилища показало наличие не прямых мутагенов (см. табл.), поскольку после пероксидазного окисления ДНК остается на старте.

Проба 8 была испытана на мутагенную активность в тесте Эймса и вызывала массовую гибель микроорганизмов. При активации пероксидазой и микроСОМами печени количество ревертантов на обоих штаммах возрастало в 4 раза. При прямом действии пробы на штаммы TA-100 и TA-98 достоверного роста ревертантов не наблюдалось.

Таким образом, в исследованной нами пробе воды обнаружены мутагены, регистрируемые по повреждению ДНК и в тесте Эймса.

Действие проб воды р. Свислочь на электрофоретическую подвижность ДНК фага 1 (+ – более 10% сшивок ДНК)

Проба	Апрель		Июль		Сентябрь	
	прямое действие	после окисления пероксидазой	прямое действие	после окисления пероксидазой	прямое действие	после окисления пероксидазой
1	—	+	—	+	—	—
2	—	+	—	+	—	—
3	—	+	—	+	—	—
4	—	+	—	+	—	—
5	—	+	—	+	+	+
6	—	+	—	+	—	—
7	—	+	—	+	—	—

Изучение генотоксичности воды проточных водоемов представляет большие трудности по сравнению с закрытыми. Количество и соотношение мутагенов в проточных водах может колебаться в зависимости от времени года, режима работы предприятий, технические сбросы которых осуществляются в реку. Кроме того мутагены могут попадать в воду выше по течению, изначально создавая повышенный фон.

Учитывая эти особенности, мы не ограничились одним местом забора проб из р. Свислочь. Пробы брались в 7 различных местах (см. рис.1). Они были взяты в апреле, июле и сентябре. Выбор мест забора воды был обусловлен близостью промышленных предприятий. Концентрирование проб объемом 1 л проводилось по указанной методике.

Как видно из табл.1, пробы, полученные в апреле и июле показали наличие не прямых мутагенов, вызывающих образование сшивок ДНК-ДНК. В большинстве проб, полученных в сентябре, подобных повреждений ДНК не наблюдалось. Единственной пробой, показавшей выраженный генотоксический эффект оказалась проба 5, вызывающая образование сшивок ДНК. Как видно из рис.1, 5-я проба была взята в непосредственной близости от дрожжевого завода, завода эндокринных препаратов, Минского ликеро-водочного завода. В тесте Эймса эти пробы воды проявляли мутагенное действие на штамм TA-100 после пероксидазного окисления, вызывая увеличение количества мутантов в 2 раза.

Таким образом, в р. Свислочь содержится высокое количество мутагенных веществ непрямого действия. Максимальное количество мутагенов в реке регистрировалось весной после таяния снега. Летом их количество уменьшалось. Осенью детектируемая мутагенная активность проб практически исчезала. Она была выявлена только в одной пробе в непосредственной близости от большого числа промышленных предприятий.

Выводы:

1. Пробы воды р. Свислочь содержат мутагены.
2. Содержащиеся в пробах воды р. Свислочь генотоксичные вещества являются преимущественно непрямыми мутагенами.
3. Количество мутагенов в р. Свислочь колеблется по сезонам и максимальное весной.
4. Вода Лошицкого водохранилища содержит как прямые, так и не прямые генотоксичные вещества.
5. Продукты пиролиза полиамидных пластмасс содержат генотоксичные соединения прямого и непрямого действия.

1. Дубинин Н. П. // Общая генетика. М., 1986.
2. Порошенко Г. Г., Абилов С. К. // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер.Общая генетика. 1988. Т.12.
3. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование. М., 1984.
4. Ames D.N., Durston W.E., Yamasaky E., Lee E.D. // Proceeding of the National Academy of Sciences. USA. 1973. V.70. N.5. P.2281.
5. Орехович В. Н. // Современные методы в биохимии. М. 1978.
6. Практикум по биохимии: Учеб. пособие / Под ред. С.Е.Северина, Г.А.Соловьевой. М. 1989.



УДК 626.87:581

Н.П.ИВАНОВ, И.Е.СКУРКО, Я.К.КУЛИКОВ,
В.В.ДОРОХОВА, А.С.ЧУБАКОВ, В.Ю.МАЛАШЕНКОВ

ВЛИЯНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЕВАНИЕМ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ НА ИХ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ

The influence of grounding (1500–2250 ton/hectare of sauoely-loom) of heat soils on the content of water-peptization, water aggregation and firmly bonded silts were investigated.

The specificity of mineralogical composition of the silt fraction, the growth of organic substance, the oxide of iron, aluminium and clay mineral were revealed in forming microstructure soils.

The basic changing in the mineralogical composition and structural organization of silt, which are conditioned by optimization, were considered.

Эффективное использование мелиорированных почв Беларуси возможно лишь при условии оптимизации их основных свойств (гумуса, физической глины), которые медленно подвергаются трансформации. Существуют различные приемы улучшения мелиорированных почв. В отношении торфяных – это внесение небольших доз песка и глины. Однако эффективность использования таких приемов является непродолжительной и не изменяет основных свойств почв, что не позволяет получать высокие и стабильные урожаи сельскохозяйственных культур [1].

Одним из оптимальных способов повышения плодородия малопродуктивных торфяников является их землевание плодородным слоем почвы, который снимается при работах, связанных со строительством или добычей полезных ископаемых. Землевание дает возможность в краткие сроки решить задачу коренного улучшения свойств почв, оптимизировать питание сельскохозяйственных культур в результате повышения содержания валовых и подвижных форм макро- и микроэлементов. При этом повышается содержание гумуса и влагообеспеченность почв, улучшается их структурный и механический состав.

Нами было произведено землевание торфяных почв путем внесения сухой связной супеси в дозах 1500 и 2250 т/га, содержащей 16–18% физической глины, с последующим припахиванием 15–20 см пахотного горизонта.

Предлагаемый способ оптимизации позволяет получать урожай картофеля порядка 400–420 ц/га, ячменя – 50–60 ц/га, сена многолетних трав за два укоса – 90–100 ц/га. При этом возрастает устойчивость растений, качество выращиваемой сельскохозяйственной продукции по целому ряду показателей (белок, крахмал, витамины), а также снижается содержание нитратов, поскольку оптимизация позволяет уменьшить дозы вносимых азотных удобрений. Землевание надежно прекращает ветровую, водную и воздушную эрозию, резко снижает биохимическую минерализацию торфа, устраняет микропестроту почвенного покрова, повышает эффективность вносимых органических и минеральных удобрений, улучшает микроклимат, существенно снижает потери от весенних и осенних заморозков.

В данной работе рассматривается влияние оптимизации мелиорированных торфяных почв на их минералогический состав, который имеет немаловажное значение в формировании водопрочной макро- и микроструктуры. Исследования показывают, что в пахотных горизонтах изучаемых почв состав илистого

материала связан с агрегирующим воздействием органического вещества (47–64%), полутораокисей (2,5–10%), глинистых и других дисперсионных материалов (30–41%) (табл. 1).

Таблица 1
Влияние оптимизации на агрегированность илистого материала пахотного горизонта торфяных почв

Варианты опыта	Горизонт	Мощность	Общий ил, %	Ил А		Агрегированный ил, %				Остаток ила, %	
				I	II	органическим веществом		полутораокисями Fe и Al		I	II
						I	II	I	II		
Контроль (фон)	Ап	35	45,0	1,55	3,44	28,9	64,22	1,05	2,33	13,5	30,0
Фон+1500 т/га супеси	Ап	30	17,5	0,37	2,11	8,75	50,0	1,38	7,89	7,0	40,0
Фон+2250 т/га супеси	Ап	30	15,9	0,24	1,51	7,50	47,2	1,58	9,94	6,58	41,4
Супесь (мелиорант)	См	22	8,7	0,86	9,9	1,13	13,0	6,2	71,3	0,51	5,8

В процессе оптимизации землеванием торфяных почв существенно изменяется структура илистого материала. Если в супесчаной почве (мелиорант) основная масса частичек менее 1 мкм агрегирована полутораокислами (71,3%), а количество воднопептизируемого и связанного органическим веществом ила составляет 9,9 и 13,0% соответственно, то в оптимизированной почве резко (до 8–10%) снижается доля полутораокисей как агрегирующего агента при четко выраженной тенденции роста гумусоорганических (47,2–50,0%) и тонкодисперсных почвенных минералов (40–41,4%).

Анализ рентген-дифрактометрических данных по категориям илов исследуемых почв показал, что в пахотных оптимизированных почвах отчетливо видна тенденция к увеличению количества в илах всех категорий жестких блоков с межслоевыми промежутками слюдистых типов (табл.2).

Таблица 2
Влияние землевания торфяных почв на минералогический состав различных категорий почвенногрунтового ила (% от фракции)

Варианты	Ил А				Ил Б				Ил В			
	См+Вт	Гс	Хт	Кт	См+Вт	Гс	Хт	Кт	См+Вт	Гс	Хт	Кт
Супесь (мелиорант)	52	24	8	16	41	29	11	19	39	27	6	28
Торф+1500 т/га супеси	35	38	12	14	30	36	12	22	33	31	9	27
Торф+2250 т/га	30	40	18	12	27	39	10	24	30	35	7	28

Примечания: См – смектит, Вт – вермикулит, Гс – гидрослюды, Кт – каолинит, Хт – хлорит.

Наиболее активными закрепителями органических веществ являются слюды, составляющие большую группу минералов сложного химического состава [2]. Они являются источником калийного питания растений. Наличие в почве большого количества крупнозернистых слюд увеличивает водо- и воздухопроницаемость почвы. Глинистые и сопутствующие минералы имеют высокую степень дисперсности, их можно рассматривать как коллоиды.

По вопросу проникновения молекул гуминовых кислот внутрь глинистых минералов существует два мнения: 1) молекулы поглощаются лишь внешней поверхностью минералов (экстрамицеллярно); 2) допускается внедрение молекул в межслоевое пространство (интрамицеллярно) [2]. Препятствием для соединения служат одноименные отрицательные заряды органических и мине-

ральных коллоидов. Серьезное препятствие представляют также размеры гуминовых и ФК и величина свободного пространства в межслоевых промежутках минералов. Полуторные окислы образуют ионную связь с гуматами за счет ненасыщенных валентностей: $(OH)_2 = Al^{3+} - RCOO^-$. Гидроокись алюминия поглощает относительно больше гуматов, чем гидроокись железа, что объясняется прежде всего различием молекулярных весов. Железо играет как бы двойную роль в связывании гумусовых веществ. С одной стороны, оно может образовывать водопрочные органо-гумусовые соединения (в этом случае структура почв улучшается), с другой – подвижные коллоиднорастворимые хелаты (в данном случае водопрочная структура не образуется) [3]. Гумусожелезные соединения легко пептизируются. Можно констатировать, что поглощение гуматов зависит в основном от механического и минералогического состава почвы и присутствия в ней несиликатных полуторных окислов. Большинство же функциональных свойств почв, таких как поглощательная способность, гидрофильность, липкость и другие, обусловлено главным образом химическим составом поверхностных слоев коллоидной мицеллы.

Таким образом, большую роль в образовании почвенной структуры, как уже указывалось, бесспорно играют тонкие пленки полуторных окислов, покрывающие минералы. Именно они образуют с органическим веществом соединения различных типов.

Таблица 3

Влияние оптимизации на основные свойства мелиорированной
среднемощной торфяной почвы

Вариант опыта	Содержание фракций, % к сухой почве								Содержание гумуса, %	
	песок мм			пыль, мм			ил, мм	физическая глина, мм	1983	1984
	крупный 1-0,5	средний 0,5-0,25	мелкий 0,25-0,05	крупная 0,05-0,01	средняя 0,01-0,005	мелкая 0,0005-0,001	более 0,001	менее 0,01		
Контроль (фон)										
Фон+1500 т/га супеси	1,7	16,4	28,0	31,5	4,7	5,6	12,1	22,4	10,4	10,2
Фон+2250 т/га супеси	2,2	17,9	30,4	27,7	4,3	5,9	11,6	21,8	8,2	7,8
Минеральный грунт	5,8	21,0	31,3	25,4	3,9	5,5	7,1	16,5	1,6	–

Оптимизация основных свойств (содержание физической глины и гумуса) торфяной почвы повлияла практически на все морфологические свойства – цвет, включения. Пахотный горизонт торфяной почвы черного цвета состоит из органогенной породы с неясно выраженной кочковатой структурой. В варианте с внесением 2250 т/га связной супеси пахотный горизонт имеет больше сходства с минеральной почвой – это обусловлено его темно-серым цветом, рыхло-комковатой структурой, гранулометрическим составом (табл. 3). Под влиянием процессов образования органо-минеральных соединений в результате разложения торфа и его высокой исходной зольности внесение связной супеси приводит к формированию суглинистого пахотного слоя.

При внесении в торф физической глины с грунтом избирательно происходит сорбция "молодых" ГК, что снижает их химическую и биохимическую активность и приводит к накоплению биохимически устойчивых глиногумусовых веществ, снижающих общий уровень минерализации, но повышающих емкость почвенно-поглощающего комплекса.

1. Иванов Н.П., Куликов Я.К., Борисенко О.Ф. // Агрохимия. 1994. № 3. С. 70.

2. Горубнов Н.И., Градусов Б.П. // Почвоведение. 1979. № 3. С. 110.

3. Иванов Н.П., Куликов Я.К., Малашенков В.Ю., Чубаков А.С. // Тез. докл. 1-й конфер. "Проблемы охраны геологической среды". Мн., 1995. С. 134.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГЕОГРАФО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Main information sources (1985–1994) for the development of GIS-technologies to solve geographic-hydrological problems and their analysis. GIS formation at the faculty of Geography will allow effectively to solve training, methodical, applied geographic problems on ecology at a high scientific and technical level.

Необходимость использования специальной технологии географических информационных систем (ГИС-технологии) для решения географо-гидрологических задач связана с накоплением значительных массивов географо-гидрологической информации в результате аэрокосмических и наземных наблюдений. Одновременно специфика анализа географической информации заключается в необходимости совместного использования картографических изображений (т.е. пространственной информации) и табличных данных мониторинговых и специальных исследований. В этой связи актуальным является использование компьютерных ГИС-технологий в практике решения комплекса прикладных и поисковых задач управления водными ресурсами Беларуси. В дополнение к имеющимся публикациям о формировании цифровых банков данных пространственной экологической информации [1], формализации и компьютеризации оценки воздействий на окружающую среду [2] и многим другим работам, доступным для русскоязычного читателя, приведем краткий хронологический информационный обзор выполняемых за рубежом ГИС-проектов, которые отражают решения наиболее типичных прикладных и поисковых задач.

По данным [3], в Финляндии Национальным бюро водных ресурсов разработана автоматизированная информационная система, охватывающая 74 водосборных бассейна основных озерных систем. Накопление и обработка информации производится по следующим разделам: система водоснабжения и сброс сточных вод; планирование и управление водными ресурсами, включая сведения о плотинах, лесосплаве и нормативных актах по водным ресурсам; гидрологические характеристики водосборных бассейнов; рекреационное использование водных ресурсов. В результате обработки цифровых карт территории водосборных бассейнов устанавливается взаимосвязь между качеством и количеством водных ресурсов. Корректировка информации и ее актуализация по водосборным бассейнам производится по данным спутников Landsat или SPOT, гидрометеорологической информации – по данным спутников погоды.

Прикладные вопросы использования ГИС-технологии для решения конкретных задач регионального развития оз.Нейзидлер-Зе, в Австрии описываются в работе [4]. Целью ГИС-проекта является поиск решения для нахождения разумного компромисса между тремя конфликтными целями: 1 – развитие туризма; 2 – интенсификация промышленного и сельскохозяйственного производства; 3 – охрана окружающей среды. Разработанная информационная система содержит набор имитационных моделей для конкретных гидрологических процессов, что позволяет выполнять операции прогнозирования и разработки оптимальных управленческих решений.

Информационная система для большой географической области в Румынии [5] разрабатывается для сбора, обработки крупномасштабной картографической информации и передачи данных о состоянии окружающей среды в реальном масштабе времени. Система используется для решения задач гидрологии, метеорологии, контроля за выбросами загрязняющих веществ.

В работе [6] приводится описание системы APPSIY–AUTOGIS, которая используется для сбора и анализа числовой информации в целях идентификации и классификации характеристик водосборной территории. Источниками информации служат стереофотографии и снимки, получаемые из космоса с кораблей типа "Шаттл". Подсистема географического обеспечения располагает аналитическими элементами картирования и элементами статистической обработки.

В [7] приводятся сведения о разработанной гидрометеорологическим институтом Швеции опытной гидрологической информационной системе для представления данных наблюдений гидрологических станций в картографической форме на примере водосбора р.Хьялмарен в южной Швеции. Массив входных переменных включает месячные значения облачности, влажности воздуха, ско-

рости ветра, речного стока, суточные значения осадков и температуры воздуха, привязанные к квадратам 5×5 км. Выходом из системы являются карты месячных значений жидких и твердых осадков, слоя и объема речного стока и других показателей масштаба от 1:25000 до 1:2500000.

С использованием ГИС-технологии выполняется проект "Водный баланс Австрии" [8]. В организованную базу данных в качестве территориальных единиц входят 271 водосбор и 60 так называемых остаточных участков вдоль государственной границы. Используемая информация включает показатели орографии водосборов, условия землепользования, данные наблюдений или расчетные значения элементов водного баланса (осадки, сток, запасы воды в снеге, испарение).

Опыт создания систем компьютерной обработки информации и обобщения сведений о характеристиках речных пойм для их дальнейшего использования в схемах противопаводковых мероприятий и уменьшения ущерба от наводнений на примере Австралии, Великобритании и США рассматривается в работе [9].

Примером использования ГИС-технологии для разработки модели гидрографа стока с водосборного бассейна р.Амат (США) при отсутствии наблюдений является работа [10]. Объем стока вычисляется с использованием гидро-морфологических характеристик (длина русла, площади подбассейнов, количество русел данного порядка, землепользование, типы почв, индекс почв для всего бассейна), получаемых с помощью спутниковой информации.

По данным [11], для территории США и Канады разработана комплексная система сбора и обработки географических и гидрологических данных (GIS/D). Периодически в рамках данной системы на основе получаемых данных составляют соответствующие цветные карты.

Формирование банка данных ГИС в Пуэрто-Рико [12] производится по водосборным бассейнам с включением данных о водных ресурсах, осадках, стоке, использовании земель, типах почв и др.

Система управления данными об окружающей среде для Программы мониторинга зал.Пьюджет-Саунд [13] состоит из хорошо документированных баз данных. Эта информация используется для составления отчетов, статистического анализа, картографирования.

Для расчета гидрографа стока на примере модельного объекта – предгорьев Зап.Альберты в Канаде – используется разработанная географическая информационная система [14].

В Массачусетском технологическом институте [15] разрабатывается схема прогнозирования паводков "NEXRAD". Основой системы являются цифровые данные метеорадаров, а также цифровые карты регионального единичного гидрографа и времени добегания для данной территории.

Разрабатываемая в Институте водного хозяйства и гидроэнергетики Китая [16] база данных предназначена для хранения информации о водных ресурсах. Информация характеризуется разнородностью (гидрогеологическая, экологическая, экономическая и т.д.), большим объемом данных и сложной структурой связей между отдельными переменными. Эта база данных в перспективе станет составной частью большой информационной экспертной системы по водным ресурсам.

По данным [17], в Китае создана информационная система предупреждения угрозы наводнений. Для определения расхода воды при наводнении существует крупномасштабная модель (1:10000). Для расчета затопляемой площади по известному объему воды при наводнении используется подсистема. С целью определения направления затопления и его зоны в компьютер закладывается тематическая и статистическая информация (о землепользовании, водных системах, домах, нефтяных скважинах, фабриках и т.п.). Для затопляемой зоны могут быть рассчитаны убытки от затопления, а специальная подсистема определяет места эвакуации людей и их имущества.

Расчеты объема дождевого стока при помощи метода ГИС на примере 6 водосборов приводятся в работе [18]. Данные на входе модели – высота местности, характер почвы и растительного покрова – рассчитываются с использованием ГИС-модели.

Экспертная система DNE SYS [19] позволяет автоматически дешифровать речную сеть и водоразделы для заданной местности.

На примере участка водосбора реки Ybbs (северная часть Восточных Альп) с использованием ГИС-технологии ARC/INFO производится составление детальной карты водосборов для характеристики различной степени опасности эрозии [20].

Для изучения процессов стокоформирования, водного переноса почвы, удобрений и построения соответствующих моделей на примере водосбора Вайхербах площадью 6 кв.км (Германия) [21] производится разработка ГИС. Информация включает сведения об осадках, метеопараметры с центральной метеостанции и 6 дождемерных пунктов, использование удобрений и пестицидов, инфильтрацию, влажность почвы и содержание химических веществ в зоне аэрации, восполнение запасов грунтовых вод на склонах, перенос почвы при эрозии, поверхностный сток, перенос химических веществ поверхностным путем и др. Для моделирования водосбор разбит на несколько секторов произвольной формы и размера, но однородных в отношении рельефа, почвы и ее использования.

Метод ГИС используется для оценки регионального водного стока и вымывания пестицидов [22]. В процессе работы вся исследуемая площадь разделяется на сетку ячеек площадью 0,4 га каждая с множеством модельных решений. В пределах каждой ячейки даны регрессионные уравнения, связывающие физические и гидравлические свойства почв. Входными данными являются карты землепользования, почв, уклонов поверхности, климатических характеристик и др.

На возможности использования географических информационных систем для местной гидрологической модели указывается в работе [23], для расчета загрязнения речных вод стоками с урбанизированных территорий – в [24].

На базе ARC/INFO с использованием встроенного макро-языка AML разрабатываются приложения для гидрологических расчетов, моделей, планирования водных ресурсов. Так, по данным [25], для выполнения гидрологических расчетов в Madrigal Software Corporation организуется реляционная база данных, применяется логическая экспертная система моделирования гидрологических процессов. Целесообразно использование ГИС для планирования водных ресурсов и составления детального регионального бюджета водных ресурсов [26]. При разработке данного проекта выполняются работы по интеграции в ГИС многочисленных шкал и градаций водных ресурсов, составляется банк данных тематической картографической информации, который включает данные по гидрографии, почвенному покрову, растительности, землепользованию и т.д. Комплекс данных в разных форматах интегрируется в среду ARC/INFO.

Вышеприведенный краткий хронологический обзор литературных источников указывает на активное применение в мировой практике высокотехнических источников географической информации (космо-, аэрофотоснимки, радарные наблюдения, мониторинговые и экспериментальные гидрометеорологические наблюдения) для решения региональных проблем водного хозяйства. Формируемые мощные геоинформационные потоки делают возможным проведение эффективного комплексного географического анализа состояния водных ресурсов с учетом определенных природных и хозяйственных компонентов и их составляющих:

- климатические характеристики (температура, влажность воздуха; осадки; скорость ветра; облачность; снежный покров и др.);

- гидроморфологические характеристики водосборных бассейнов (границы водоразделов; площади подбассейнов; длины русел водотоков; количество русел данного порядка; показатели речных пойм; величина речного стока; показатели паводков, половодий; ледовый режим; испарение и др.);

- физико-географические характеристики водосборных бассейнов (орография водосборов; уклоны поверхности; землепользование; типы почв; инфильтрация, влажность почвы; перенос почвы при эрозии; растительный покров; восполнение запасов грунтовых вод; содержание химических веществ в зоне аэрации и др.);

- характеристики хозяйственной деятельности (сброс сточных вод; использование удобрений и пестицидов; химический состав стоков урбанизированных территорий; перенос химических веществ поверхностным путем; системы водоснабжения; плотины; лесосплав; рекреация; населенные пункты; промышленность; нормативные акты по водным ресурсам и др.).

В результате накопленные массивы геоинформации и их актуализация в режиме реального времени позволяют на высоком научно-техническом уровне выполнять для органов административного управления многочисленные региональные географо-гидрологические задачи:

- информационно-справочные системы по водным ресурсам;
- информационные системы для обработки гидрологических данных в режиме реального времени;
- компьютерные проекты прогнозирования и управления противопаводковыми мероприятиями;
- информационные системы по картографированию снежного покрова, ледовой обстановки и речных затоплений в режиме реального времени;
- информационные системы бюджета водных ресурсов и планирования водных ресурсов;
- информационные системы уникальных водных объектов;
- информационные экспертные системы по водным ресурсам и др.

В научной практике возможности программно-технического обеспечения ГИС-технологии активно используют для решения поисковых географо-гидрологических задач:

- выявление взаимосвязей между качеством и количеством водных ресурсов в пределах водосборной территории;
- разработка модели гидрографа стока с водосборного бассейна;
- оценка опасности эрозии на речных водосборах;
- изучение процессов стокоформирования, водного переноса почвы, удобрений с водосборной территории;
- расчет загрязнения речных вод стоками с урбанизированных территорий;
- экспертные системы по дешифрированию речной сети и водоразделов;
- логические экспертные системы для моделирования гидрологических процессов и др.

Таким образом, в настоящее время формируемая с использованием высоких технологий геоинформационная среда делает возможным эксплуатацию не только компьютерных информационно-справочных систем по водным ресурсам, но и выполнение компьютерных проектов с применением геоаналитических операций, процедур геомоделирования, разработку экспертных географических систем по водным ресурсам.

В заключение необходимо отметить, что приоритетность использования ГИС-технологии в обработке и анализе комплексной географо-гидрологической информации, решении водохозяйственных задач не вызывает сомнения и делает необходимым организацию соответствующего обучения студентов-географов. Работы по использованию ГИС-технологии на примере разработки учебного ГИС-проекта водосборной территории для оценки и контроля качества и количества водных ресурсов в связи с хозяйственной деятельностью являются наиболее удобной моделью в обучении студентов географических специальностей.

1. Хрисанов Н. И., Осипов Г. К. Управление эвтрофированием водоемов. СПб., 1993.
2. Сачок П. И., Каляда В. В. Ацэнка ўздзеянняў на навакольнае асяроддзе: Тэорыя, метадалогія, фармалізацыя. Мн., 1995.
3. Lemmela R. // *Surv. Sci. Finl.* 1985. V. 3. № 2. P. 16.
4. Fedra K. // *Math. Res.* 1985. V. 27. P. 490.
5. Dumitrascu I. // *Microprocessors Oper. Hydrol. Proc. Techn. Conf. Use Microprocessors and Microcomput. Oper. Hydrol.* Geneva. 4–5 Sept., 1984. Dortrecht, e.a. 1986. P. 91.
6. Goodrich D. C. // *IAHS Publ.* 1986. № 160. P. 475.
7. Johansson B., Jutman T. // *Nord. Hydrol.* 1986. V. 17. № 4-5. P. 229.
8. Domokos M. // *Vizugyi kozl.* 1987. V. 69. № 4. P. 576.
9. Penning-Rowse E. C., Chatterton J. B., Day H. J. et al // *J. Water Resour. Plann. and Manag.* 1987. V. 113. № 6. P. 725.
10. Hill J. M., Singh V. P., Aminian H. // *Water Resour. Bull.* 1987. V. 23. № 1. P. 21.
11. Wallis J. R. // *Environ. Software.* 1988. V. 3. № 4. P. 171.
12. Ortiz M. // *IGARSS 89: Remote Sens.: Econ. Tool Nineties and 12 th Can. Symp. Remote Sens.* Vancouver, July 10–14, 1989. New York, 1989. V. 4. P. 2183.
13. Feins R. P., Dohrmann J. // *Oceans'89: Int. Conf. Adress. Meth. Understand. Global Ocean.* Seattle. Wash., Sept. 18–21, 1989. New York, 1989. V. 1. P. 192.
14. Muzik I. // *Comput. Modell. and Exp. Meth., Hydraul. (HYDRO-COMP'89): Int. Conf. Interact. Comput. Meth. and Maas. Hydraul. and Hydrol.* Dubrovnik, 13–16 June, 1989. London; New York, 1989. P. 423.
15. Bras R. L. // *Seleco Pap. (Int.) Workshop Natur., Disasters Eur. Mediterr. Countries.* Colombella, June 27 th–July 1st. 1988. Genova, 1989. P. 415.

16. Xu Xinyi, Chen Betyu // IAHS Publ. 1990. №197. P.281.
17. Di Xiaochun, Li Huiguo, Chen Feng et al. // Reg. Conf. Asian Pacif. Countries Int. Geogr. Union., Beijing, Aug. 13–20: Abstr. (Beijing). 1990. V. 2. P. 13.
18. Stuebe M. M., Jonston D. M. // Water Resour. Bull. 1990. V. 26. № 4. P. 611.
19. Qian Jianzhong, Ehrlich R. W., Campbell J. B. // IEEE Trans. Geosci. and Remote Sens. 1990. V. 28. № 1. P. 29.
20. Klaghofer E., Summer W. // IAHS Publ. 1990. № 194. P. 67.
21. Plate E., Buck W., Bronstert A., Schiffer G. R. // IAHS Publ. 1991. № 202. P.61.
22. Petach M. C., Wagenet R. J., DeGloria C. D. // Geoderma. 1991. V.48. №3-4. P.245.
23. Yanssen J. G. M., Veer J. G., van Vriends G. V. C. et al. // Tijdschr. watervoorz. en afvalwaterbehandel. 1993. V. 26. № 15. P. 406.
24. Chen Xiping // Shuili xuebao. J. Hydraul. Eng. 1993. № 2. P. 57.
25. Gray Curtis T. // Arc News. Spring, 1994. P. 20.
26. Heminway R., Harper R. // Arc News. Spring, 1994. P. 21.

УДК 911.53(282.247.416.1-192.2)

Г.И.МАРЦИНКЕВИЧ, В.М.ЖУКОВА

ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ВОДОХРАНИЛИЩ ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ

Peculiarities and regularities of interconnection of water reservoirs and there off-shore landscapes have considered. Putting forward of four dynamic zones according to directivity and intensity of new landscape developing processes progress as well as changings of horizontal structure is justified.

При техногенном воздействии на ПТК активно проявляется динамика природных комплексов, связанная с устойчивым изменением уровня грунтовых вод (УГВ) в результате создания искусственных водных объектов. Целью данной работы является изучение аквальных комплексов водохранилищ и их прибрежных ландшафтов как единой динамической системы, а также ее зонирование по преобладающим ландшафтообразующим процессам. Данный подход отличается новизной и достаточно актуален: в центральной Беларуси насчитывается 39 водохранилищ с общей площадью водного зеркала 318,78 км².

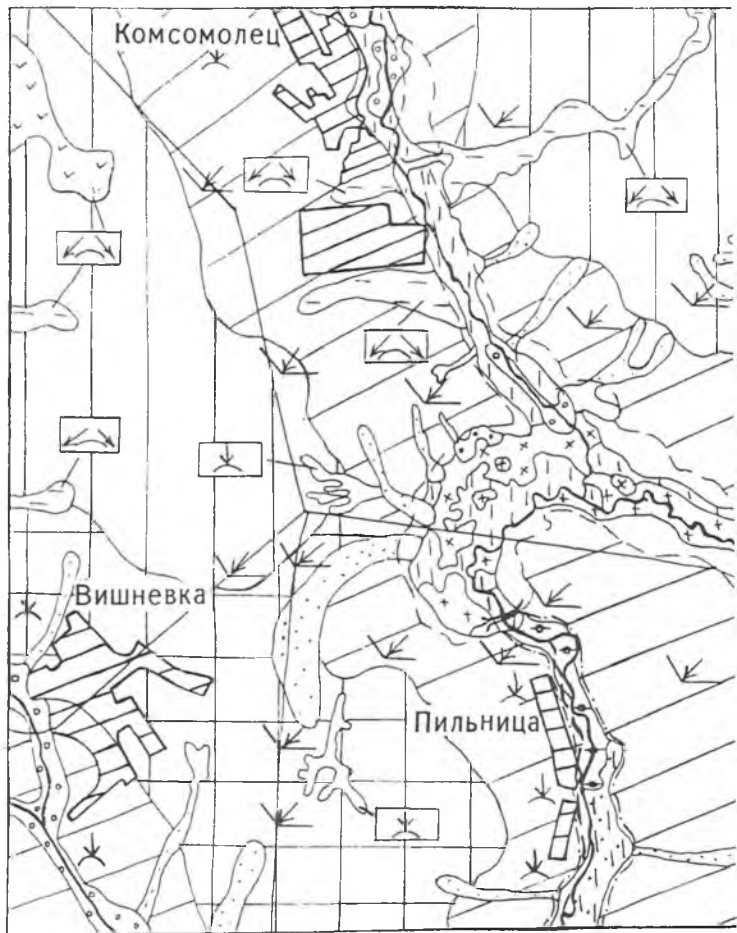
Согласно Ф.Н.Милькову [1], водохранилище и береговая "зона воздействия" образуют единый парагенетический комплекс, причем "зона" подразделяется им на 3 полосы по характеру и глубине влияния на ландшафты. Области опосредованного и непосредственного воздействия выделяют и другие авторы [2,3], используя в качестве критерия наличие или отсутствие искусственных границ с водоемом. Полностью поддерживая идею о едином парагенетическом комплексе, предлагаем использовать понятие "динамическая зона" вместо "зона воздействия". Последний термин не совсем удачен, ибо создает впечатление однонаправленности влияния по схеме водохранилище → прибрежные ПТК. Но в действительности наблюдается и обратное воздействие. Так, в прибрежных ландшафтах водохранилищ центральной Беларуси в результате эрозионного смыва происходит накопление делювия, который, поступая в водохранилища, трансформируется во вторичные донные отложения, формируя новую литогенную основу аквальных комплексов. Термин "динамическая зона" подчеркивает подвижный и изменчивый характер составляющих парагенетического комплекса (водохранилища и ландшафтов прибрежной зоны), их взаимное влияние.

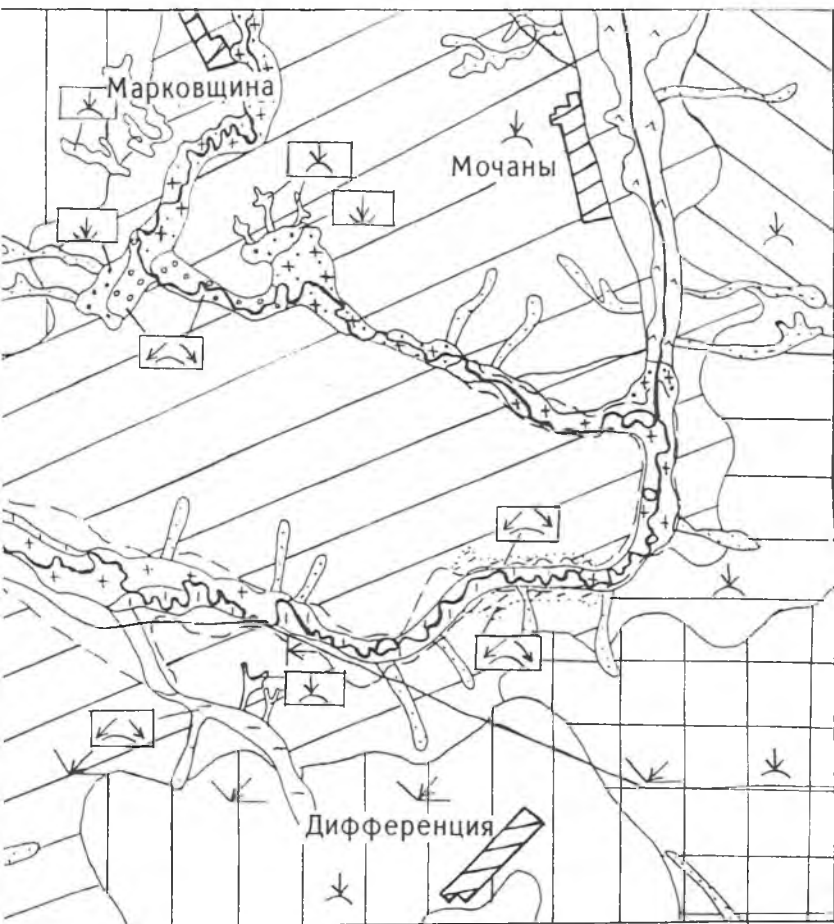
Парагенетический комплекс водохранилища и прибрежных ландшафтов состоит из 4 динамических зон:

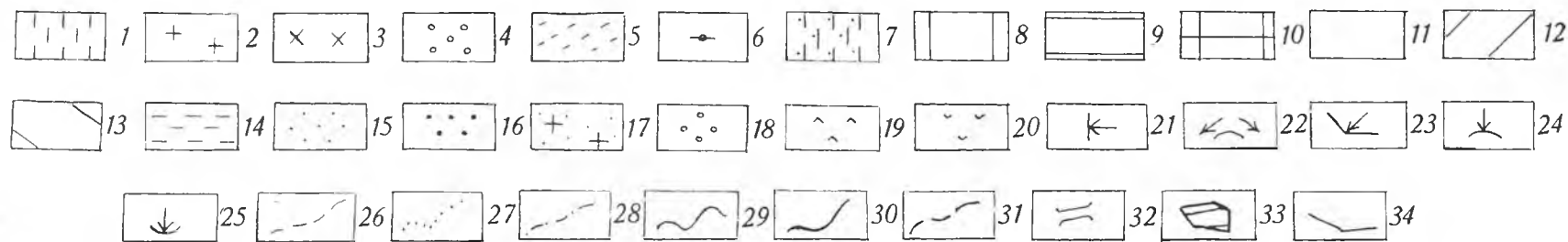
- 1) затопления,
- 2) заболачивания,
- 3) перестройки руслового процесса,
- 4) активизации эрозионных процессов.

Выделение этих зон произведено с учетом направленности и интенсивности протекания новых ландшафтообразующих процессов или их отсутствия, а также изменения горизонтальной структуры ландшафта в результате технических мероприятий либо отсутствия таких изменений.

Объектом исследования стали преимущественно малые водохранилища с объемом водной массы 0,005–0,01 км³ и площадью зеркала от 1,0 до 50,0 км² и прибрежные ландшафты зоны их влияния. Для их изучения исключительную







Фрагмент карты динамики прибрежных ландшафтов водохранилища Вяча:

1–4 – ПТК, подвергшиеся затоплению*: 1 – плоская пойма с разнотравно-осоковыми лугами на дерново-глеевых и торфянисто-глееватых почвах; 2 – плосковолнистая с редкими гривами пойма, с разнотравными и осоково-разнотравными лугами на дерново-глееватых и глеевых почвах; 3 – плосковолнистая повышенная пойма с азнотравными и разнотравно-злаковыми лугами на дерново-глееватых почвах; 4 – плоская пойма с черноольховыми разнотравно-осоковыми лесами на торфяно-болотных почвах; 5 – ПТК, подвергшиеся процессам заболачивания: подошва и склоны моренных холмов с осоково-ситниково-разнотравными и разнотравно-злаковыми лугами на дерново-глееватых и дерново-подзолистых супесчаных почвах; 6, 7 – ПТК, подвергшиеся перестройке руслового процесса: 6 – плосковолнистая пойма с разнотравными лугами на дерново-глееватых почвах; 7 – плоская пойма с осоково-разнотравными лугами на дерново-глеевых почвах; 8–20 – ПТК, подверженные активизации эрозионных процессов: 8 – средние моренные холмы с сосновыми кустарничково-зеленомошными, березовыми кисличными лесами, злаковыми лугами, пашней на дерново-слабо- и среднеподзолистых песчаных почвах; 9 – средние моренные холмы, преимущественно распаханые, с еловыми зеленомошно-кустарничковыми лесами на дерново-палево-подзолистых супесчаных почвах; 10 – крупные моренные холмы, преимущественно распаханые, с сосновыми лишайниковыми, еловыми зеленомошно-кустарничковыми лесами на дерново-средне- и сильноподзолистых песчано-супесчаных почвах; 11 – овраги и балки с разнотравно-злаковыми и осоково-злаковыми лугами на задернованных склонах и днищах на неразвитых и дерновых слабобразвитых маломощных почвах; 12 – мелкие моренные холмы с сосновыми лишайниковыми, березовыми кисличными, ольховыми снытевыми лесами, пашней на дерново-слабо- и среднеподзолистых песчаных почвах; 13 – мелкие моренные холмы с еловыми кустарничково-зеленомошными лесами, пашней на дерново-палево-подзолистых супесчаных почвах; 14 – ложбины стока со злаково-осоково-разнотравными лугами на дерново-глеевых почвах, с пушистоберезовыми осоковыми лесами на торфяно-болотных почвах; 15 – ложбины стока с разнотравно-злаковыми лугами на дерново-глееватых и глеевых почвах, еловыми папоротниковыми лесами на дерново-подзолисто-глееватых почвах; 16 – конусы выноса с пионерскими группировками растительности на неразвитых песчаных почвах; 17 – плосковолнистая пойма с разнотравными и осоково-разнотравными лугами на дерново-глееватых и глеевых почвах; 18 – плоская пойма с черноольховыми разнотравно-осоковыми лесами на торфяно-болотных почвах; 19 – плосковолнистая мелиорированная, с разнотравно-злаковыми лугами, пашней на дерново-глеевых и торфяно-болотных осушенных почвах; 20 – плоская озерная равнина, с пушистоберезовыми гипново-осоковыми болотами на торфяно-болотных почвах, влажноразнотравными лугами на дерново-глеевых почвах; 21–25 – геоморфологические процессы: 21 – абразия; 22 – заболачивание; 23 – обвалы, осыпи; 24 – линейная эрозия; 25 – аккумуляция; 26–28 – границы динамических зон: 26 – первой; 27 – второй; 28 – третьей; 29 – граница ПТК; 30, 31 – положение реки: 30 – до создания водохранилища; 31 – после подпора реки дамбой; 32 – дамба; 33 – населенные пункты; 34 – дороги

Примечание: * – ПТК, подвергшиеся затоплению, частично включают и прилегающие ПТК подошвы и склонов моренных холмов, и ПТК ложбин стока (ПТК, прилегающие к водохранилищу).

важность имеют полевое и камеральное дешифрирование аэрофотоснимков крупного и среднего масштабов и привлечение опубликованного материала, а также данные полевых маршрутов. Исследованию берегов и геоморфологических процессов водохранилищ, изменению их гидроэкологических условий, трансформации некоторых компонентов ландшафтов посвящены работы [4–7], благодаря которым накоплен важный материал, характеризующий некоторые аспекты изучаемой проблемы. Особый интерес представляют работы О.Ф. Якушко, в которых озера рассматриваются в качестве природно-аквальных комплексов [8]. Разделяя эту точку зрения, отметим, что такой подход приемлем и в отношении водохранилищ, характеризующихся динамическими границами, специфическим круговоротом вещества и энергии, проявлениями зональности и аazonальности, ритмичностью жизненных циклов.

Динамические зоны формируются под влиянием различных факторов и процессов. Они несколько различаются у водохранилищ руслового и озерного типов и их прибрежных ландшафтов. Так, в водохранилищах руслового типа первая зона – затопления – возникает после заполнения понижений поймы водой и имеет определенные особенности протекания внутриводоемных процессов, в результате которых поверх почв постепенно накапливаются вторичные донные отложения. В результате происходит смена морфологической структуры ландшафта речной долины и формирование ландшафтной структуры аквального комплекса (Вяча, Волма, Дубровское, Заславское). Вторичные донные отложения отличаются мозаичностью, являются литогенной основой аквальных фаций и претерпевают постоянные изменения в процессе развития и функционирования водохранилища в значительно большей степени, чем наземные природные комплексы.

Процесс накопления этих отложений протекает с различной скоростью и направлен от верховьев к плотине и от берега в глубь водохранилища. Основными источниками накопления являются привнос материала речным стоком, обрушение берегов, развитие высшей водной растительности и продукции биотопов, эрозийные процессы. Интенсивность накопления отложений может различаться от 0 до 2,0 см/год (Осиповичское – 0,51, Саковщинское – 1,40, Чигиринское – 0,32) и превышать скорость накопления осадков в озерах. При этом заиление верхней части малых водохранилищ в начальный период приводит к потерям их полезного объема и снижению эффективности использования [4]. Так, ПТК высокой и низкой поймы р.Вяча с гидромезофитными лугами на дерново-глееватых и глеевых почвах, с черноольховыми разнотравно-осоковыми лесами на торфяно-болотных почвах, а также частично прилегающие ПТК ложбин стока со злаково-осоково-разнотравными лугами на дерново-глеевых почвах, с пушистоберезовыми лесами на торфяно-болотных почвах постепенно трансформируются в урочища литорали и пелагиали.

При сопоставлении разновременных аэрофотоснимков, выполненных в 1959 и 1988 гг. до создания чаши водохранилища Вяча, уверенно распознается пойма реки по светло-серому и серому, в более увлажненных местах темно-серому тону аэрофотоизображения. Общий ровный рисунок подчеркивается изометричными контурами сенокосов (время съемки – август) в повышенной части поймы. На снимках 1988 г. площадь зеркала водохранилища дешифрируется по темно-серому, почти черному фототону. При сопоставлении карт-схем, выполненных в результате дешифрирования, обнаруживается тенденция к увеличению площади новых аквальных комплексов (рисунок). При создании водохранилищ озерного типа (Селява, Лукомское) по сравнению с речными искусственными водоемами отмечается меньшее затопление прилегающих земель. Преобразование и взаимодействие первичных и вторичных донных отложений под влиянием гидродинамических условий определяют современный процесс седиментации в озерных водохранилищах [6].

Итак, водохранилище представляет собой первую динамическую зону затопления. Граница этой зоны под влиянием протекающих геоморфологических процессов постоянно меняется, условно проводится по контуру водохранилища и захватывает периодически затопляемые ландшафты прибрежной полосы.

Вторая динамическая зона парагенетического комплекса характеризуется процессами первичного и вторичного заболачивания различной интенсивности в результате подтопления ландшафтов, непосредственно прилегающих к водохранилищу, что подтверждено конкретными исследованиями в центральной

Беларуси [2,3]. Эта зона особенно отчетливо выделяется в пределах озерно-аллювиального (Солигорское) и вторично-водноледникового (Плещеницкое), меньше в холмисто-моренно-озерном (Селява) и холмисто-моренно-эрозийном (Вяча) ландшафтах. Так, аэроландшафтными индикационными исследованиями на берегах Солигорского и Вилейского водохранилищ установлено, что развитие процесса первичного заболачивания происходит по следующей схеме: появляются гидрофиты, постепенно исчезают мезофиты, которые заменяются гидромезофитами, изменяется нанорельеф в сторону увеличения кочковатости. На берегах молодых водохранилищ границы между растительными сообществами и группировками плавные, а в зоне непосредственного влияния старых водохранилищ процессы заболачивания замедлены, границы между сообществами более четкие и резкие. Кроме того, процесс заболачивания индицирует ожелезнение и оглеение некоторых почвенных горизонтов при наличии (либо отсутствии) в понижениях торфяной подстилки до 9 см. УГВ залегает на глубине от 0,1 до 0,5 м. В результате формируются плоские, местами кочковатые ПТК с разнотравными и злаково-разнотравными лугами на дерново-глебоватых и глеевых почвах с различной степенью выраженности границ между ними.

В пределах подтопленных участков полого-волнистой равнины на оглеенных, частично наносных песках в зоне влияния Плещеницкого водохранилища на фоне доминантной лугово-злаковой растительности значительную долю составляют ассоциации, типичные для местообитаний с избыточным увлажнением. Подтопленные территории выделяются и в ПТК подошвы и склонов моренных холмов с осоково-ситниково-разнотравными и разнотравно-злаковыми лугами на дерново-подзолистых супесчаных почвах, примыкающих непосредственно к водохранилищу Вяча. Зона подтопления имеет здесь ширину 25–100 м и узкой полосой меняется вдоль пологого участка берега на протяжении 300–500 м. Растительный покров данной территории также физиономичен и отражает процесс первичного заболачивания территории. По мере удаления от берега и с понижением УГВ ПТК подошвы моренного холма с осоково-ситниково-разнотравными лугами на дерново-глебоватых почвах постепенно переходят в ПТК склонов моренных холмов с разнотравно-злаковыми лугами, сменяющимися участками пашни на дерново-подзолистых почвах.

Вследствие подтопления территории усиливаются и процессы вторичного заболачивания. В пределах пологих водоразделов на днищах плоских котловин формируются осоково-пушицевые болота (Плещеницы). Важно отметить здесь наличие слоя торфа, местами достигающего мощности 0,8 м. В пределах ПТК склонов моренных холмов и гряд (Селява, Вяча) подобные процессы либо отсутствуют, либо весьма ограничены.

Важным ландшафтообразующим процессом, протекающим на границе двух рассмотренных динамических зон, является абразионная переработка берегов. Это явление чаще всего наблюдается в приплотинной части водохранилища. В отдельных случаях протяженность абразионных берегов составляет 30–40% от всей длины береговой линии. Происходит аккумуляция абразионного материала (Вяча – до 11 м³) в пределах ПТК подножья склона, примыкающих к водной поверхности, а также в литоральных ПТК, что является предпосылкой для создания ландшафтов с новой литогенной основой. Таким образом, вторая динамическая зона парагенетического комплекса захватывает ландшафты, испытывающие первичное и вторичное заболачивание в результате непосредственно влияния водохранилищ.

Третья динамическая зона характеризуется перестройкой руслового процесса, ее граница совпадает с границей ландшафта речной долины. В.М.Широков назвал ее зоной изменений в нижнем бьефе водохранилища. Здесь происходит постепенная смена ландшафтной структуры речной долины, формируется новый режим реки, который, кроме перечисленного, характеризуется осветлением водного потока, изменением водного и твердого стока, уровенного и температурного режима, химического состава воды [5].

Четвертая динамическая зона парагенетического комплекса отличается отсутствием как новых ландшафтообразующих процессов, так и коренных изменений горизонтальной структуры ландшафта. Именно она захватывает ПТК склонов моренных холмов, расположенных на водосборе водохранилища Вяча. Здесь происходит усиление уже существующих процессов в качестве ответной

реакции системы на возмущение (в нашем случае – повышение УГВ в результате строительства водохранилища). Среди них наиболее важна активизация эрозийных процессов, в результате которых в аквальных комплексах происходит накопление вторичных донных отложений.

Изучение динамики единого парагенетического комплекса, характеризующегося взаимным влиянием водохранилища и ландшафтов прибрежной зоны, необходимо для правильного понимания хода ландшафтообразующих процессов, их влияния на морфологическую структуру ПТК, для прогнозирования неблагоприятных тенденций развития и выработки наиболее адекватного хозяйственного использования территории.

1. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения. М., 1973.
2. Кузьмина И. В., Островская Л. М. // Вопр. географии. Сб. 114. Биogeографические аспекты природопользования. М., 1980. С. 133.
3. Михайлов В. И., Губин В. Н. // Известия ВГО. 1987. Т. 119. Вып. 4. С. 351.
4. Водохранилища Белоруссии: природные особенности и взаимодействие с окружающей средой / Под ред. В. М. Широкова. Мн., 1991.
5. Широков В. М. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1992. № 1. С. 54.
6. Он же // Там же. 1994. № 2. С. 44.
7. Динамика ландшафтов в зоне влияния Куйбышевского водохранилища. СПб., 1991.
8. Ландшафты Белоруссии / Под ред. Г. И. Марцинкевич, Н. К. Клицуновой. Мн., 1989.

УДК 910.1:911.2

Ю. Н. ЕМЕЛЬЯНОВ, А. Г. ГРИНЕВИЧ

ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ В РЕЧНЫХ ПОТОКАХ

A number of model accidental cases has been worked on diagnostically on the rivers of Belarus. The principal possibilities of the reaction of the river-basins on accidental throws have been considered.

Одним из основных факторов снижения негативных последствий возможных аварийных сбросов загрязненных вод в реки (источники водоснабжения) является предварительная диагностическая проработка серии априорных модельных аварийных ситуаций. Основной целью таких модельных расчетов (диагностических оценок) является выяснение реакции речных систем на те или иные аварийные сбросы – длительность их распространения по реке, возможная скорость распространения, темпы затухания первоначальной максимальной концентрации.

Принципы таких расчетов заключаются в принятии серии гипотетических аварийных ситуаций и расчетов для фактических реальных речных систем, имеющих практическое значение с точки зрения либо вопросов водоснабжения населения, либо более общих экологических проблем тех или иных районов.

Основным методическим материалом для подобных расчетов являются существующие рекомендации по оперативному прогнозированию [1].

Основываясь на этих рекомендациях, на априорном уровне можно решить ряд практически значимых задач: оценить реальные (в основном информационные) возможности использования в оперативной практике существующей методики прогноза распространения аварийных загрязнений; на основе анализа реальных условий данного речного бассейна и принятых различных сценариев аварийного загрязнения проведение диагностических расчетов распространения аварийных загрязнений.

Как известно, основными параметрами, которые необходимо оценить, являются: время, через которое пик волны загрязнения достигнет данного створа реки; возможная максимальная концентрация основного загрязняющего вещества в различных створах по пути продвижения этой волны; время прохождения фронта и хвостовой части загрязненной массы воды. Следует отметить, что основная трудность расчета этих параметров в оперативном режиме заключается в том, что обычно отсутствует крайне необходимая информация о собственно аварийном сбросе.

Принципиальные возможности расчетов рассмотрены на примере части бассейна р. Днепр от границы с Россией и до места впадения р. Сож. Гидрометрическая изученность этого бассейна выглядит следующим образом: в 16 пунктах производятся измерения уровня, расходов и температуры воды, ледовых явлений; в 7 створах регистрируются только гидрохимические показатели речных вод; на 10 створах осуществляется полный контроль и за гидрометрическими (уровень, температура, расход воды, ледовые явления) и за гидрохимическими показателями, один створ – только уровенный и на двух ведутся уровенные и гидрохимические измерения.

Основными расчетными створами выбраны (исходя из измеряемых параметров, длины рядов и их значимости) следующие: р.Днепр – у городов Орша, Могилев, Жлобин, Речица; р.Березина – у Борисова, Бобруйска, Светлогорска; р.Свислочь – у Заславля и у поселков Королищевичи, Теребуты.

Необходимым этапом в обработке и подготовке исходной информации к расчетам разбавления загрязнений в речной воде является анализ взаимосвязи различных параметров, а также их изменчивости во времени и пространстве.

Анализ исходных расчетных параметров прежде всего заключается в определении степени взаимосвязей между расходом, скоростью течения воды, шириной и глубиной речного потока (при данном расходе воды), а также в изменении их от створа к створу. Так, например, были проанализированы изменения скорости течения в зависимости от величины среднемесячного расхода воды (на основе построения соответствующих корреляционных связей) для трех створов по р.Днепр (табл.1).

Таблица 1

Сопряженные данные по скоростям течения (м/с) и расходам воды в реке

Место измерений	Расход воды, м ³ /с							
	15	20	25	30	35	40	45	50
Смоленск	0,21	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,35	0,35
Орша	–	0,21	0,25	0,29	0,32	0,35	0,37	0,40
Могилев	–	–	–	0,30	0,33	0,37	0,40	0,43

П р и м е ч а н и е : Данные по Смоленску дают возможность оценить значения необходимых параметров р.Днепр в створе на границе с Россией.

Средняя скорость, соответствующая конкретному расчетному створу, определяется линейным интерполированием между данными значениями. Так, например, средняя скорость течения в створе у Орши, соответствующая минимальному среднемесячному расходу воды 95%-й обеспеченности (20,8 м³/с) будет приблизительно равна 0,22 м/с.

При определении расчетного расхода воды по всем створам возможного прохождения загрязненных масс необходимо знать изменение расхода воды по длине реки. Проведен анализ этого изменения и корреляционной зависимости расходов воды по основным створам экспериментального бассейна в период межени (июнь(май) – март). Результаты этого анализа представлены в табл.2.

Наличие подобной системы уравнений позволяет переходить от расхода воды в ближайшем от аварийного сброса створе к расположенным ниже по течению реки пунктам, для которых необходимо осуществить соответствующие расчеты в том случае, если нет возможности быстро их измерить непосредственно в момент продвижения загрязненных масс воды. Точность таких оценок, естественно, будет снижаться от одного расчета к другому, так как происходит накопление ошибок. Избежать этого можно только путем контрольных измерений расходов воды и корректировки дальнейших расчетов.

Как показали специальные исследования [2,3], одним из основных факторов, влияющих на процесс разбавления загрязнений речными водами, является характеристика изменения расхода воды по длине реки. Отношение $Q_{нач}/Q_{кон}$ (где $Q_{нач}$ – расход воды в начале расчетного участка, $Q_{кон}$ – в конце участка) может рассматриваться как индекс способности речного потока к разбавлению загрязненных вод. В связи с этим рассмотрено изменение этого показателя вдоль реки с использованием расчетных минимальных среднесуточных летних расходов воды 95%-й обеспеченности (табл.3).

Таблица 2

**Характеристика корреляционной зависимости
расходов воды по длине реки**

Створ реки	Длина ряда	Средние		Линейное уравнение связи	Коэффициент корреляции	Ошибка коэффициента корреляции
		у	х			
У-Свислочь (Осиповичи)	70	22,8	23,1	$Y=1,10+10,94 X$	0,95	0,006
Х-Свислочь (Теребуты)						
У-Березина(Бобруйск)	70	97,6	22,8	$Y=21,4+3,34 X$	0,70	0,04
Х-Свислочь(Осиповичи)						
У-Березина(Борисов)	50	29,2	6,3	$Y=8,36+3,32 X$	0,66	0,053
Х-Березина(Бер.Липское)						
У-Березина(Бобруйск)	50	100,6	29,2	$Y=8,84+3,34 X$	0,94	0,01
Х-Березина(Борисов)						
У-Березина(Светлогорск)	50	111,8	100,6	$Y=1,27+1,10 X$	0,98	0,003
Х-Березина(Бобруйск)						
У-Березина(Речица)	50	269,8	111,8	$Y=-7,66+2,48 X$	0,92	0,016
Х-Березина(Светлогорск)						
У-Днепр(Могилев)	50	84,1	71,1	$Y=3,59+1,13 X$	0,98	0,001
Х-Днепр(Орша)						
У-Днепр(Жлобин)	50	131,2	84,1	$Y=17,3+1,35 X$	0,95	0,01
Х-Днепр (Могилев)						
У-Днепр(Речица)	50	263,7	131,2	$Y=73,5+1,45 X$	0,93	0,012
Х-Днепр(Жлобин)						
У-Днепр(Лоев)	50	386,3	250,6	$Y=-108,2+1,97 X$	0,93	0,011
Х-Днепр(Речица)						

Таблица 3

Изменение водности по длине рек Днепр и Березина

Площадь водосбора в створе. км ²	Приточность на расчетном участке	
	м ³ /с	% от расхода в верхнем створе
	<i>р.Днепр</i>	
14100		
18000	5,7	46,3
21000	8,2	45,8
30300	13,8	52,7
58200	62,0	155,0
102000	112,0	110,0
	<i>р.Березина</i>	
2000		
3000	2,16	52,2
4650	3,56	56,2
5690	1,94	19,7
7000	2,60	22,0
10000	5,30	36,8
12400	21,70	110,0
17500	7,50	31,6
20200	3,30	10,6
24500	7,60	22,0

При проведении расчетов разбавления загрязненных речных вод необходимо рассматриваемый участок речной сети разбить на однородные гидроморфологические участки, внутри которых гидравлические условия мало изменяются и допускается осреднение всех исходных параметров. Так, например, при

проведении опытных расчетов по р.Днепр было принято следующее предварительное разделение на однородные участки: от границы с Россией до места впадения р.Друть; от р.Друть до места впадения р.Березина; от р.Березина до места впадения р.Сож; от р.Сож до гидроствора Лоев.

Особенностью анализа и организации исходной информации в данном исследовании является то, что эта информация используется для проведения модельных расчетов с априорным заданием серии исходных аварийных ситуаций.

Исходная информация должна формироваться в виде трех групп данных:

1) характеристики речной сети, являющиеся постоянными для данного бассейна, т.е. не изменяющиеся ни во времени, ни в зависимости от характера аварийного сброса – тип реки, границы однородных гидроморфологических участков (в пределах которых допускается осреднение основных исходных расчетных параметров), расстояние между упорядоченными расчетными точками, коэффициенты шероховатости, извилистость и т.п. (по однородным участкам);

2) переменные характеристики водного потока, которые в основном и определяют процесс распространения загрязненных вод – скорость течения, температура, расходы воды, глубина и ширина водотока;

3) характеристики собственно аварийной ситуации: время, место и форма сброса, вид загрязняющего вещества (или нескольких веществ) и его концентрация в момент сброса в речную сеть.

Каждая группа данных имеет свои особенности. В зависимости от наличия информации и формы ее дальнейшего преобразования выделяются виды расчетных точек:

а) гидрометпосты, по которым имеются все или почти все исходные данные, необходимые для расчетов (расход воды, скорость течения и т.д.);

б) города (или другие пункты), для которых необходимо рассчитывать параметры аварийного загрязнения;

в) границы однородных гидроморфологических участков (обычно это места впадения притоков в основную реку).

Наиболее простым расчетным приемом является использование балансового уравнения, описывающего процесс разбавления консервативного загрязнения, поступающего в речной поток [4]:

$$S = \frac{Q_p S_p + Q_{c\bar{\sigma}} S_{c\bar{\sigma}} + Q_{\bar{\sigma}} S_{\bar{\sigma}}}{Q_p + Q_{c\bar{\sigma}} + Q_{\bar{\sigma}}},$$

где Q_p – расход воды в реке, $Q_{\bar{\sigma}}$ – величина боковой приточности на расчетном участке реки, $Q_{c\bar{\sigma}}$ – расход загрязненных вод, сбрасываемых в реки, S_p , $S_{c\bar{\sigma}}$, $S_{\bar{\sigma}}$ – концентрация загрязняющего вещества в речной воде, в сбросе сточных (или иных) вод и в воде притоков соответственно, S – результирующая концентрация вещества в расчетном створе.

При отсутствии подробной гидрометрической информации и при необходимости оперативного принятия решений вполне оправдано использование таких простых приемов. Например, при движении аварийного сброса по р. Днестр в 1983 г. использование этого балансового соотношения позволило при весьма ограниченной исходной гидрометрической информации и в сжатые сроки оценить характер изменения величины минерализации вниз по реке и соответственно степень опасности ситуации для водопользователей.

Однако для диагностических расчетов целесообразно использовать более точную методику, утвержденную в качестве нормативного документа, но предусматривающую использование исключительно стандартной информации, измеряемой на стационарной гидрометрической сети, а не с помощью специализированных гидравлических и гидрохимических наблюдений.

С целью проведения многовариантных диагностических расчетов на примере экспериментального бассейна были приняты серии исходных данных. В расчетах распространения аварийных загрязнений в соответствии с указанными методическими рекомендациями использовались различные варианты следующих величин: расходы воды в реке в месте аварийного сброса (АС), место АС по реке и в створе, расход сточных вод и концентрация загрязняющих ве-

ществ, форма АС и его продолжительность, величина уклона русла и коэффициент шероховатости.

Было рассмотрено три пункта аварийных сбросов — в Смоленске, Орше и Борисове. Для каждой из этих точек анализировалась серия вариантов (всего 232).

Результирующая концентрация загрязняющего вещества выражается в долях от принятого ПДК, так как аварийную ситуацию рекомендуется отслеживать вплоть до створа, в котором величина концентрации вещества достигает значения ниже ПДК. Однако необходимо отметить, что должны быть разработаны специальные ПДК загрязняющих веществ для условий аварийных ситуаций, учитывающие кратковременный характер их воздействия на водные объекты.

Естественно, такие расчеты носят достаточно схематический характер. Реальное состояние окружающей среды в момент возникновения аварийной ситуации может существенно повлиять, в частности, на скорость процессов самоочищения, причем и в сторону ускорения, и в сторону замедления этого процесса. Например, суммарное воздействие некоторых элементов (цинк, медь, кобальт и т.д.) на гидробиологический режим речных вод может уменьшить их самоочищающую способность на 15–40%.

Существуют региональные классификации скоростей превращения сточных вод в зависимости от их происхождения [5]. Так, для хозяйственно-бытовых стоков можно принять коэффициент самоочищения при $t=20^\circ$ – 0,2 в 1/сут., а для стоков предприятий, содержащих токсичные вещества – менее 0,01 в 1/сут.

Во всех диагностических расчетах коэффициент самоочищения принимался равным нулю, так как это соответствует наименее благоприятным условиям протекания процесса, т.е. получаются более жесткие выводы о развитии аварийной ситуации.

Предварительные выводы (в рамках заданных значений параметров) относительно влияния некоторых исходных величин на конечные результаты расчетов по данной методике в основном сводятся к следующему.

Одной из наименее известных характеристик является форма аварийного сброса (эпюра во времени). Влияние этой эпюры на максимальную концентрацию загрязняющего вещества, как оказалось, заметно проявляется только на протяжении ближайших 100 км (от сброса), затем результаты различных вариантов мало отличаются друг от друга. Введение в расчеты значений коэффициента шероховатости в интервале от 0,03 до 0,05 (обычные для равнинных рек), также слабо повлияло на конечные значения максимальных концентраций вещества. В то же время включение в расчеты значений уклонов речного русла (методика предусматривает варианты расчетов как при наличии, так и при отсутствии информации об уклонах) заметно отражается на результатах расчетов. Значительно влияние и общей продолжительности аварийного сброса.

Балансовый метод во всех случаях дает большие значения максимальных концентраций (до 60%) по мере продвижения вниз по течению.

Исходя из результатов диагностических расчетов при различном сочетании входящих в формулы параметров, можно сделать некоторые выводы о подготовке исходной информации, необходимой для расчетов в оперативном режиме. Так, например, гидрографическое описание речных систем должно включать целый ряд параметров, которые могут способствовать уточнению расчетов распространения загрязнений. По крайней мере, для основных источников аварийного загрязнения вод, а также водозаборов, расположенных в зоне возможного влияния аварийных сбросов.

Следует отметить, что предварительный анализ расчетных формул и исходных данных, а также оценка взаимосвязи входящих в формулы переменных позволяют выяснить, что именно необходимо измерять в первую очередь в момент обнаружения аварийного загрязнения на данной реке. С учетом необходимости оперативного принятия решений в условиях аварийных ситуаций это имеет существенное практическое значение. На основе проведенного анализа предлагается следующая принципиальная схема подготовки исходной информации и проведения диагностических расчетов:

- определение для каждого календарного месяца минимального расхода расчетной обеспеченности в опорных створах на реке;
- оценка связи всех расчетных гидроморфологических параметров (V , H , ω , B) от расходов воды и формирование серии сопряженных таблиц (при наличии

информации – построение карт изменения скоростей течения по территории для нескольких фаз водного режима);

– оценка взаимосвязи расходов воды между соседними створами на реке (расчет соответствующих уравнений и коэффициентов корреляции);

– формирование серии исходных данных для диагностических оценок возможных параметров аварийных сбросов с учетом реального наличия в речном бассейне накопителей, шламохранилищ, складов ядовитых веществ и других потенциальных источников аварийных ситуаций (их объемы, состав, свойства вещества и т.п.);

– оценка диапазона колебаний всех входящих в расчетные формулы параметров;

– расчет характеристик аварийных загрязнений по утвержденной методике для всего диапазона исходных данных.

Целесообразно построение результирующих номограмм, упрощающих дальнейшее использование результатов расчетов.

1. Усовершенствованные методические рекомендации по оперативному прогнозированию распространения зон опасного аварийного загрязнения в водотоках и водоемах, а также уровней содержания в воде основных загрязняющих веществ. СПб., 1992.

2. Фадеев В.В., Клименко О.А., Тарасов М.Н., Семенов И.В. // Гидрохимические материалы. 1969. Т.50. С.134.

3. Фаустова Л.И. // Труды ГГИ. 1974. Вып.210. С.151.

4. Временные методические рекомендации по оперативному прогнозированию загрязненности рек. Л., 1981.

5. Казарян Б.Г. // Тр. Таллин. политехн. ин-та. 1971. Сер.А. №309. С.39.

УДК 631.432+504.53.06

Е.И. ГАЛАЙ

ВОЗДЕЙСТВИЕ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД НА СТРУКТУРУ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

The limit concentrations of the PAK and SCSW which do not destroy the structure and degradation of the soil are founded. The quantities of the mineralized waters which do not change the aqueous properties of the soil are grounded.

Для повышения плодородия и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур в Беларуси необходимо изыскивать возможности использования имеющихся ресурсов и отходов производства в качестве источника минерального питания растений, создавать на их основе новые виды удобрений с высокой концентрацией питательных веществ. Так, при проведении геолого-разведочных работ в республике выявлены значительные запасы подземных высокоминерализованных вод – полиметаллического водного концентрата (ПВК). Большое количество минерализованных сточных вод (рассолов глинисто-солевых шламов – РГСШ) образуется при производстве калийных удобрений в ПО "Беларускалий". Эти два вида минерализованных вод отличаются содержанием агрономически ценных макро- и микроэлементов, благодаря чему возможно их использование в сельском хозяйстве.

Однако в результате внесения засоленных вод в почву происходит либо разрушение ее структуры, либо увеличение количества водопрочных агрегатов. В зависимости от структурных характеристик почвы изменяются ее фильтрационные и водные свойства, влагопроводность, испаряемость влаги и тепловой режим, а также подвижность элементов питания растений.

Целью данной работы является изучение влияния природных (ПВК) и техногенных (РГСШ) минерализованных вод на структуру и водные свойства почвы. Из анализа литературы [1–5] следует, что по мере увеличения солевой нагрузки происходит разрушение структуры почвы. Так, под воздействием длительного орошения черноземов, темно-каштановых почв их дисперсность возросла на 18–23%, увеличилась плотность [1]. Вследствие уплотнения почвы уменьшается ее капиллярная пористость и вододерживающая способность, что способствует миграции солей, в том числе и в грунтовые воды. В связи с возможностью таких последствий целесообразно установить предельно допустимые концентрации ПВК и РГСШ, не вызывающие ухудшения структурного состояния

почвы. От структуры зависят не только водно-физические свойства, но и воздушный, биологический, питательный режим почвы, а следовательно, условия жизни высших растений и микрофлоры.

Материал и методика

В качестве объекта исследования была выбрана торфяная почва опытно-производственного хозяйства "Будагово" (Минская область, Смолевичский район). Влияние минерализованных вод на агрегатный состав почвы определяли методом мокрого ситового анализа. Для чего в равные количества почвы разбрызгиванием при перемешивании добавляли растворы ПВК и РГСШ различной концентрации. В контрольный образец вводилось соответствующее количество чистой воды. Таким же образом готовились почвенные образцы для определения равновесного влагосодержания, которое выполнено на установке и по методике [7].

Результаты и их обсуждение

В результате выполненных исследований установлено, что при обработке почвы рассолами существует предельная доза солей, при которой практически не происходит изменения агрегатного состава почв. В расчете на сухое вещество величина этой концентрации солей ПВК и РГСШ для торфяной почвы составляет 0,08 и 0,015% соответственно (рис.1). В пределах рассматриваемых концентраций ПВК, РГСШ в органогенной почве количество водопрочных агрегатов изменяется незначительно и не превышает ошибку опыта.

Превышение указанных доз минерализованных вод сопровождается дезагрегацией водопрочной структуры почвы. В связи с сорбцией ПВК, РГСШ органогенной почвой понижается прочность контактного сцепления в торфяных агрегатах, что приводит к их разрушению. Внесение ПВК, РГСШ в количестве 0,2% солей на сухое вещество приводит к снижению содержания агрегатов с диаметром более 1 мм на 1,7 и 4,5% соответственно по сравнению с исходным значением. Повышение количества агрегатов $d < 0,25$ мм обусловлено уменьшением числа частиц размером более 1 мм.

В зависимости от химического состава и концентрации минерализованных вод изменяется заряд поверхности частиц почвы, параметры двойного электрического слоя, содержание связанной воды, т.е. основные характеристики почвы, ответственные за ее структуру и водные свойства. Важное значение имеют как катионы, так и анионы рассолов, причем катион является для отрицательных коллоидов коагулятором, а анион действует диспергирующим образом. При одном и том же анионе коагулирующая способность электролита тем выше, чем больше валентность катиона и меньше степень гидратации.

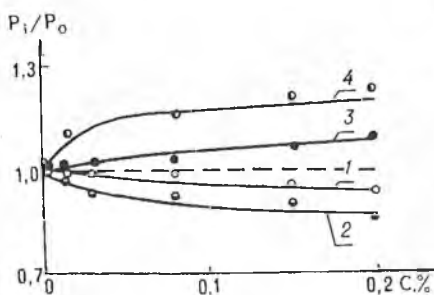


Рис.1. Влияние концентрации ПВК (1,3) и РГСШ (2,4) на содержание водопрочных агрегатов (P_i и P_o — в опытном и контрольном вариантах соответственно) в торфяной почве при $d > 1$ мм (1,2) и $0,25 \text{ мм} < d < 0,5 \text{ мм}$ (3,4)

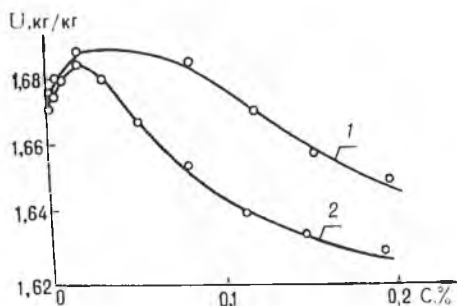


Рис.2. Влияние концентраций ПВК (1) и РГСШ (2) на равновесное влагосодержание торфяной почвы

В составе РГСШ преобладают ионы одновалентных металлов (Na^+ , K^+), для которых характерно пептизирующее воздействие на структуру полидисперсных природных систем. Обусловлено это проникновением данных ионов

внутри коллоидно-высокомолекулярных структур, раздвижкой их каркаса, набуханием. Поэтому влияние РГСШ на структуру органогенной почвы более интенсивно и проявляется при меньших концентрациях по сравнению с ПВК (см. рис.1).

Для поливалентных (многозарядных) ионов характерно коагуляционное воздействие на структуру коллоидов почвы. С увеличением валентности и заряда поглощенных почвой ионов повышается их связь с коллоидной частицей. Это в преобладающей мере характерно для ПВК, имеющего в своем составе поливалентные ионы. Ионы, например, Ca^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , необратимо взаимодействуя по механизму ионного обмена с органическим веществом, способствуют компактной коагуляции коллоидов, снижению чувствительности их структуры к pH среды. Поэтому по воздействию на агрегатный состав почв ПВК более безопасен, чем РГСШ.

С изменением структуры связана и перестройка водно-физических свойств почвы. Торфяная почва характеризуется большой водоудерживающей способностью. Во-первых, это обусловлено наличием полярных групп торфа и развитой внутренней пористостью; во-вторых, связано с наличием большого количества водопрочных агрегатов. Поэтому интенсивность воздействия минерализованных вод на водоудерживающую способность органогенной почвы хорошо проявляется.

В результате проведенных исследований выявлено, что при концентрации солей рассолов меньше предельной ($C_{\text{ПВК}} \leq 0,08\%$ и $C_{\text{РГСШ}} \leq 0,015\%$ на сухое вещество) возрастает иммобилизация влаги торфяной почвы (рис.2). В диапазоне рассматриваемых концентраций ПВК равновесное влагосодержание возрастает на 0,02 кг/кг по сравнению с контролем (при потенциале влаги 0,7 м водного столба). Величина потенциала влаги ассоциирована с уровнем грунтовых вод (0,7 м). Иммобилизация влаги почвой связана с наличием в составе рассолов ионов и оксидов, которые обуславливают высокую ее набухаемость.

При концентрации солей ПВК и РГСШ больше предельной способность почв удерживать влагу уменьшается. В результате обработки торфяной почвы ПВК, РГСШ в эквивалентных количествах ($C=0,2\%$ на сухое вещество) потери влаги составляют 0,02 и 0,04 кг/кг. Это обусловлено дезагрегацией структурных составляющих и снижением содержания связанной влаги. Значительное повышение дисперсности сопровождается переходом внутриклеточной воды в свободную. Это вызывает ослабление связи между элементами структуры, водоудерживающая способность уменьшается.

При этом влияние РГСШ на водные свойства почвы проявляется более интенсивно в связи с агрессивным воздействием на ее структуру. При равной концентрации рассолов ($C=0,15\%$ на сухое вещество) потери воды торфяной почвой в результате использования РГСШ на 0,025 кг/кг больше по сравнению с ПВК. Влагопроводность почвы возрастает, что благоприятствует вымыванию инфильтрационным потоком влаги легкорастворимых солей из пахотного горизонта почвы.

1. Установлено, что при обработке торфяной почвы рассолами предельные концентрации ПВК и РГСШ, не изменяющие ее структуру, количество водопрочных агрегатов, составляют для ПВК $C \leq 0,08\%$, для РГСШ $C \leq 0,015\%$ на сухое вещество. Рост концентрации солей рассолов сопровождается разрушением водопрочной структуры почвы, увеличением ее дисперсности.

2. Показано, что внесение ПВК и РГСШ влечет уменьшение водоудерживающей способности почвы при $C_{\text{ПВК}} > 0,08\%$ и $C_{\text{РГСШ}} > 0,015\%$ на сухое вещество.

3. Выявлено более интенсивное воздействие РГСШ на структуру и водные свойства почвы, которое проявляется при меньших концентрациях по сравнению с ПВК.

1. Кирейчева Л.В., Воронина Л.А. // Гидротехника и мелиорация. 1987. № 10. С. 50.

2. Булат М.Г., Жигэу Г.В. // Мелиорация и химизация земледелия Молдавии: Тез. докл. респ. конф., 11–12 июля 1988. Кишинев, 1988. Ч.1. С.24.

3. Николаева С.А., Кузнецов М.Я., Щербаков Р.А., Пачепский Я.А. // Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 1990. №4. С.50.

4. Баскаченко И.Н. Использование природных минерализованных вод в сельском хозяйстве. Л., 1975.

5. Калашников К.Г. // Влияние орошения минерализованными водами на плодородие черноземов / Под ред. Л.Л.Шипова, Б.А.Зиновца. М., 1989. С.97.

6. Абрамец А.М., Лиштван И.И., Чураев Н.В. Массоперенос в природных дисперсных системах. Мн., 1992.

7. Абрамец А.М., Омецинский П.И., Кострома Г.Ф. и др. // Вести АН БССР. Сер. с.-х. наук. 1988. №2. С.31.

8. Лиштван И.И., Базин Е.Т., Гамаюнов Н.И., Терентьев А.А. Физика и химия торфа. М., 1989.

УДК 553.97:615.838.7

Н.Н. БАМБАЛОВ, В.В. СМЕРНОВА

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОРФЯНЫХ ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ ПО ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

It has been determined, that the regularities of the distribution of the therapeutic mud Peatlands on the area of Belorussia are connected with the peculiarities of the relief, subsoil rock and the quantity of the precepitations. The vegetation cover of mires forms in dependence on the combinations of this conditions and, in the end, the quality of the therapeutic muds depends on the botanical composition of the vegetation cover of mires.

Существуют две противоположные точки зрения о роли различных природных факторов в формировании и распределении торфяных месторождений разных типов по территории Беларуси. Так, согласно [1], климатические факторы не играют решающей роли в распределении и особенностях развития торфяных месторождений республики, а основными факторами, влияющими на эти процессы, являются геоморфологические условия, почвенно-геологическое строение и особенности водно-минерального питания болот. В работе [2], наоборот, подчеркивается существенное влияние климата на особенности развития болот. Особенности формирования и развития торфяных месторождений разных типов в зависимости от рельефа поверхности и климата рассмотрены в публикациях [3,4].

Для выяснения роли природных факторов в формировании и распределении месторождений разного генезиса мы проанализировали 152 торфяных месторождения (75 месторождений гумусовых и 77 – липидно-гумусовых грязей), расположенных в разных регионах республики.

Распределение месторождений торфяных лечебных грязей в зависимости от высоты местности представлены на рис.1. Подавляющее большинство (до 96%) месторождений гумусовых и липидно-гумусовых лечебных грязей находится на территориях с высотой над уровнем моря 100–200 м, а максимальное количество торфяных месторождений – 36 (гумусовые грязи) и 48 (липидно-гумусовые) – расположены на территориях с высотой 151–200 м над уровнем моря (таблица), наиболее характерной для Беларуси. Лишь единичные месторождения торфяных лечебных грязей встречаются на местности с высотой 201–250 м над уровнем моря, причем, как правило, они приурочены к суглинисто-моренным возвышенностям (Минская, Оршанская, Городокская) и располагаются на ровных платообразных территориях с хорошим водоупором. Гораздо чаще встречаются месторождения лечебных грязей на пониженных местностях. Так, в рельефе с высотой 100–150 м над уровнем моря располагаются 36 месторождений гумусовых и 26 – липидно-гумусовых грязей, что примерно в 8–12 раз больше, чем на высоте 201–250 м.

Широкая и плоская вершина кривой распределения с невыраженным максимумом для месторождений гумусовых лечебных грязей (см. рис.1) позволяет предполагать наличие двух причин избыточного увлажнения территорий. На пониженных гипсометрических уровнях за счет хорошего водоупора и больших площадей водосбора формируется категория месторождений низинного типа даже в тех местах, где коэффициент увлажнения ($K_{\text{вкл}}$) меньше 1. Такие месторождения гумусовых лечебных грязей сформировались в Быховском, Глубокском, Жлобинском, Каменецком, Кировском, Лельчицком, Малоритском, Мостовском, Несвижском, Октябрьском, Пуховичском, Черерском и Щучинском административных районах. Главная причина избыточного увлажнения здесь – многократное преобладание в связи с особенностями рельефа площадей водосбора над площадями самих болот, например: торфяное месторождение (т/м) Цыганский Угол (Быховский район) – площадь месторождения 28 га, пло-

щадь водосбора около 100 га; т/м Великое (Жлобинский район) – соответственно 38 и 140 га; т/м Скрыгалово (Каменецкий район) – 86 и 320 га; т/м Велихово (Малоритский район) – соответственно 272 и 600 га и др.

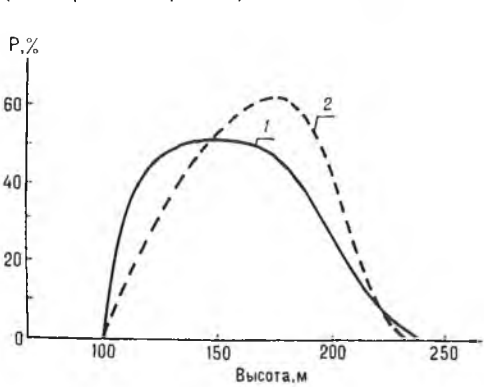


Рис.1. Распределение месторождений гумусовых (1) и липидно-гумусовых (2) торфяных лечебных грязей по территории Беларуси в зависимости от высоты местности над уровнем моря

Другая категория месторождений гумусовых лечебных грязей сформировалась как на пониженных, так и на повышенных территориях с $K_{увл} > 1$. В количественном отношении эти месторождения преобладают над названной группой месторождений гумусовых лечебных грязей.

В противоположность этому одностороннее, близкое к нормальному, распределение по рельефу торфяных месторождений липидно-гумусовых лечебных грязей свидетельствует о том, что их развитие практически не зависит от высоты местности. Эта группа месторождений формируется за счет атмосферного питания, площади водосборов ограничены площадями самих ме-

сторождений, поэтому рельеф не может оказывать влияния на их водный и пищевой режимы.

В значительно большей степени проявляются различия в формировании лечебных грязей разного состава в зависимости от величины $K_{увл}$ территорий (см. таблицу и рис.2). Так, из 75 месторождений гумусовых лечебных грязей 62 месторождения (82,7%) сформировались на территориях с $K_{увл} \geq 1$ и лишь 13 месторождений (17,3%) – в местностях с $K_{увл} < 1$.

Распределение месторождений торфяных лечебных грязей разного качественного состава по территории Беларуси в зависимости от высоты над уровнем моря и $K_{увл}$

Высота над уровнем моря	$K_{увл}$	Количество месторождений торфяных лечебных грязей			
		гумусовых		липидно-гумусовых	
		абсолютное число	%	абсолютное число	%
201–250	≥ 1	3	4,0	3	3,9
—//—	< 1	—	—	—	—
151–200	≥ 1	32	42,7	25	32,5
—//—	< 1	4	5,3	23	29,9
100–150	≥ 1	27	36,0	10	13,0
—//—	< 1	9	12,0	16	20,7
Итого:		75	100,0	77	100,0

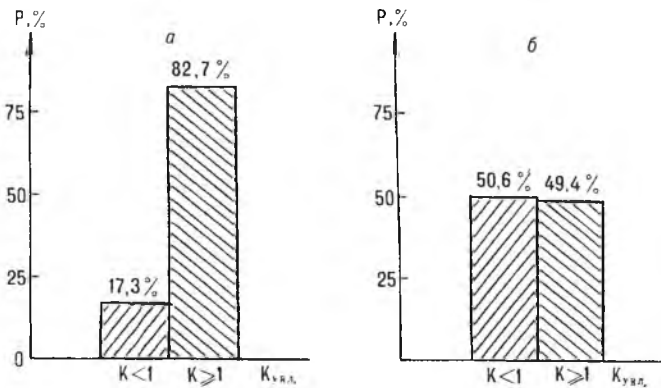


Рис.2. Распределение месторождений гумусовых (а) и липидно-гумусовых (б) торфяных лечебных грязей по территории Беларуси с $K_{увл}$ меньше и больше 1

Известно, что высокогумусные торфяные залежи низинного типа могут формироваться лишь в условиях богатого водно-минерального питания в разнообразных условиях увлажнения: от сильно обводненных безлесых топей до периодически увлажняемых лесных болот [5]. В обоих случаях необходим приток влаги и питательных веществ. В условиях, где величина возможного испарения влаги превышает ее реальное поступление, формирование болот возможно лишь за счет больших площадей водосбора. Торфяные месторождения низинного типа с гумусовыми лечебными грядками имеют, как правило, площадь водосбора в несколько раз больше площади самого болота. Именно это обстоятельство и обуславливает формирование низинных болот на территориях с $K_{увл} < 1$.

Месторождения липидно-гумусовых лечебных грядок, представленные главным образом залежами верхового типа, в Беларуси имеют примерно равное распределение по территории с коэффициентами увлажнения меньше и больше 1, соответственно 50,6 и 49,4% (см. таблицу и рис.2). Это объясняется тем, что для формирования пушицевых, сосново-пушицевых, сосновых и других видов торфа, образующих группу липидно-гумусовых лечебных грядок, не требуется длительного избыточного увлажнения, достаточно лишь периодического переувлажнения, создаваемого за счет атмосферных осадков. При небольших отклонениях $K_{увл}$ от 1 в большую или меньшую сторону растения-торфообразователи, образующие отложения липидно-гумусовых лечебных грядок, развиваются с одинаковым успехом, поэтому и распределяются такие месторождения по территориям с указанным $K_{увл}$ примерно одинаково.

Более детальное изучение распределения месторождений лечебных грядок по территории республики с различными $K_{увл}$ позволяет внести некоторые уточнения. На рис.3,а представлены теоретические кривые распределения, рассчитанные на ЭВМ по имеющимся фактическим данным. Как для гумусовых, так и для липидно-гумусовых лечебных грядок распределение месторождений подчиняется нормальному закону. Однако совершенно четко и достоверно максимум кривой распределения месторождений гумусовых лечебных грядок смещен в сторону $K_{увл} > 1$, а для месторождений липидно-гумусовых лечебных грядок – в сторону $K_{увл} < 1$. Тем самым подтверждается высказанное авторами утверждение, что липидно-гумусовые лечебные грядки формируются в условиях периодически избыточного увлажнения территорий за счет атмосферных осадков, в то время как гумусовые лечебные грядки – при более высоком увлажнении территорий за счет больших площадей водосбора.

Кривые фактического распределения месторождений по территории Беларуси с разными величинами $K_{увл}$ (см. рис.3,б) существенно отличаются от теоретических кривых наличием двух максимумов. Для кривой фактического распределения месторождений гумусовых лечебных грядок оба максимума смещены в сторону больших коэффициентов увлажнения по сравнению с кривой распределения месторождений липидно-гумусовых лечебных грядок. Так, для месторождений гумусовых грядок один максимум приходится на $K_{увл} = 1$, второй – на $K_{увл} = 1,1$, в то время как для месторождений липидно-гумусовых лечебных грядок максимумы на кривых распределения соответствуют $K_{увл} = 0,9$ и $K_{увл} = 1,05$. Минимум торфяных месторождений гумусовых грядок приходится на $K_{увл} = 1,05$, а липидно-гумусовых – на $K_{увл} = 0,98$.

Возникает вопрос: почему кривые фактического распределения месторождений лечебных грядок отличаются от кривых теоретического распределения? Вероятнее всего, в обоих случаях двухвершинное фактическое распределение связано с особенностями геоботанической природы торфов, формирующих залежи. Гумусовые лечебные грядки в наиболее обводненных условиях формируются влаголюбивыми видами растений-торфообразователей (осоки, вахта), а в менее обводненных условиях они образуются древесными (ольха, ива, береза) и травянистыми (тростник) ассоциатами. Двум этим группам торфов и соответствуют два максимума на кривой фактического распределения.

Аналогичным образом и для липидно-гумусовых лечебных грядок к наиболее обводненным местообитаниям приурочены шейхцериевый, пушицево-сфагновый и другие виды торфа, сложенные влаголюбивой торфообразующей растительностью. В относительно менее обводненных условиях сформировались сосновый, сосново-пушицевый и пушицевый виды торфа [4]. Такая особенность также отражена двумя максимумами на кривой фактического распределения.

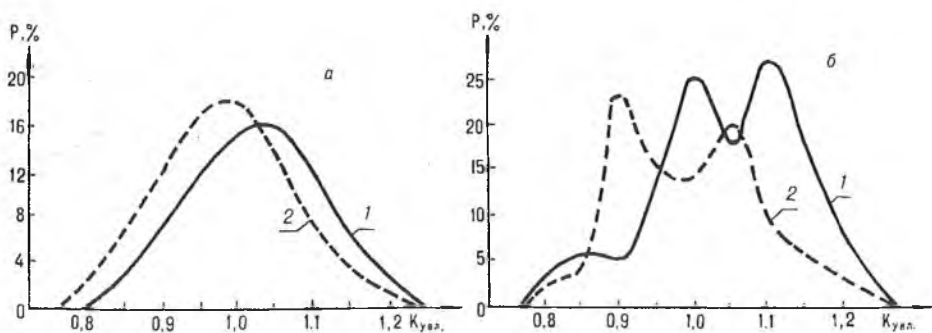


Рис.3. Распределение месторождений гумусовых (1) и липидно-гумусовых (2) торфяных лечебных грязей по территории Беларуси в зависимости от величины $K_{увл}$ (а – теоретическое, б – фактическое)

Данное объяснение подтверждается известным фактом [1,5], что средняя величина естественной влажности древесно-осоковых, осоковых, древесно-сфагновых, тростниково-осоковых залежей низинного типа лежит в диапазоне 86–91%, а древесных, древесно-тростниковых и тростниковых – 84–89%. Аналогично и для залежей верхового типа: естественная влажность пушицево-сфагновых, шейхцериево-сфагновых, шейхцериевых лежит в диапазоне 91–94%, а пушицевых, сосново-пушицевых, сосновых, сосново-сфагновых – 82–92%.

Таким образом, закономерности распределения месторождений торфяных лечебных грязей по территории Республики Беларусь связаны с особенностями подстилающих пород, величиной атмосферного увлажнения, а также зависят от высоты местности над уровнем моря. В зависимости от сочетания этих условий формируется растительный покров болот, от которого в конечном итоге и зависит качественный состав лечебных грязей.

1. Пидопличко А. П. Торфяные месторождения Белорусской ССР. Мн., 1961.

2. Конойко М. А. // Ботаника. Мн., 1972. С.182.

3. Бамбалов Н. Н., Беленький С. Г., Дубовец А. Г., Смирнова В. В. // Торф. пром-сть. 1981. №10. С.24.

4. Беленький С. Г., Бамбалов Н. Н. // Торф. пром-сть. 1985. №1. С.6.

5. Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения. М., 1976.



УДК 595.76

Ж.Е. МЕЛЕШКО

К БИОЛОГИИ ЖУКА-ДОЛГОНОСИКА *Polydrusus ruficornis* BOND. (Curculionidae, Coleoptera)

The material about biology *P. ruficornis* Bond. from the moment copulation to enter larvae in soil are given.

Большинство долгоносиков рода *Polydrusus* Germ. (триба *Polydrusini*) являются вредителями травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Их развитие тесно связано с кормовыми растениями, что обуславливает необходимость изучения биологии этих жуков.

Polydrusus ruficornis Bond. обычен для увлажненных лесных биотопов Ср. и Сев. Европы и Зап. Сибири [1,2]. Жук повреждает листья *Betula alba*, *Salix* sp., *Alnus viridis*, *Al. incana*, *Al. glutinosa*, *Corylus avellana*, отмечен на *Pinus silvestris*, *Picea abies*, *Trifolium pratense* [1–4].

В условиях Беларуси (Березинский государственный биосферный заповедник) были проведены исследования по кормовой приуроченности *P. ruficornis*. Жуки были собраны на ольхе. Часть насекомых содержалась в садках. В качестве корма использовались свежие ветки ольхи и березы. Жуки не проявляли жесткой специализации при кормлении, однако кладка яиц производилась только на ветки ольхи. Спаривание жуков проходило с конца мая до середины июня (30.05–20.06). Откладка яиц продолжалась с середины июня до начала июля (15.06–08.07) на нижнюю поверхность листьев и ветки. В кладке насчитывалось от 5 до 23 светлокремовых овальных яиц. Эмбриональное развитие продолжалось 10–12 дней. Вышедшие из яиц личинки уходили в почву, где, возможно, продолжали кормиться на корнях ольхи.

1. Лукьянович Ф.К., Тер-Минасян М.Е. // Вредители леса: Справ. М.:Л., 1955. Т.2. С.610.

2. Иоаннисиани Т.Г. Жуки-долгоносики (Coleoptera, Curculionidae) Белоруссии. Мн., 1972. С.65.

3. Hoffmann A. // Fauna de France, Paris, 1950. V.52. P.282.

4. Smreczynski S. // Die Kafer Mitteleuropas. Krefeld, 1981. Bd.10. P.247.

Наши юбиляры



ОЛЬГА ФИЛИППОВНА ЯКУШКО



Исполнилось 75 лет со дня рождения и 50 лет научной, педагогической и общественной деятельности одного из старейших работников Белгосуниверситета, доктора географических наук, профессора Ольги Филипповны Якушко.

О.Ф. Якушко родилась 18 марта 1921 г. в Минске. В 1938 г. поступила на географический факультет БГУ им. В.И.Ленина. В годы войны работала в Омске и Куйбышеве на предприятиях оборонной промышленности. После окончания Белгосуниверситета и аспирантуры Ольга Филипповна с 1948 г. непрерывно работает на географическом факультете. В 1949 г. она успешно защитила кандидатскую, а в 1970 г. — докторскую диссертации.

С 1973 по 1984 г. О.Ф. Якушко — заведующая кафедрой общего землеведения, направление работы которой было тесно связано с исследованиями озерных водоемов республики. В 1973 г. при кафедре была открыта Отраслевая научно-исследовательская лаборатория озераведения — основная база научной и практической подготовки специалистов-географов с университетским образованием. Комплексное исследование озер Беларуси, разработка их генетической классификации, изучение истории возникновения и эволюции, трансформации в процессе использования в народном хозяй-

стве, определение путей оптимизации и охраны озер — далеко не полный перечень научных задач, решаемых профессором О.Ф.Якушко и ее учениками, белорусской лимнологической школой. Под руководством Ольги Филипповны впервые в Беларуси создан справочник по озерам республики, проведена паспортизация наиболее крупных водоемов.

О.Ф.Якушко — автор более 300 научных и научно-популярных работ, которые получили широкую известность в кругах лимнологов, географов, геоморфологов. Широко известны написанные ею учебные пособия "Белорусское Поозерье", "Озераведение", "Общая геоморфология" (2 изд.), книги "Край голубых озер", "Край озерный", "Календарь природы", справочник "Озера Белоруссии". В 1989 г. коллективной монографии "Ландшафты Белоруссии", в работе над которой О.Ф.Якушко принимала активное участие, была присуждена II премия Госкомитета по народному образованию СССР. Она неоднократно выступала с сообщениями, докладами и лекциями в Польше, Болгарии, Индии, Югославии. Являясь консультантом лаборатории озераведения Якутского университета, О.Ф.Якушко заложила основы для развития лимнологии в Якутии. Научные исследования ведутся в творческом содружестве с институтом географии и озераведения АН России, Институтом географии и геохимии АН РБ. Ольга Филипповна подготовила 11 кандидатов географических наук.

Много внимания О.Ф.Якушко уделяет учебно-методической работе, изданию учебников и популярных книг по географии. В 1980 г. ей присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки Белорусской ССР, в 1986 г. О.Ф.Якушко лауреат Государственной премии БССР.

За успехи в развитии науки и подготовке педагогических кадров О.Ф.Якушко дважды награждена Почетной Грамотой Верховного Совета БССР, знаком "За отличные успехи в работе высшего образования СССР".

Профессорско-преподавательский коллектив, студенты, сотрудники университета сердечно поздравляют Ольгу Филипповну со славным юбилеем, желают ей доброго здоровья, благополучия, дальнейшей плодотворной работы.

РЕФЕРАТЫ

УДК 634.0.861.16:546.175-323

Шишонов М.В., Торгашов В.И., Зубец О.В., Герт Е.В., Капуцкий Ф.Н. Азотнокислая варка ржаной соломы // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Изучена делипнификация ржаной соломы разбавленными, 1,0–2,0%-ными, водными растворами HNO_3 . Показано, что зависимость степени делипнификации от температуры варки в диапазоне 80–100°C является экстремальной. Поиск рациональных параметров варки определяется развитием конкуренции между процессами нитрования (окисления) лигнина и реакциями углеводов с азотной кислотой. Выявлен режим, обеспечивающий выделение небеленой целлюлозы с выходом ~44% и числом Каппа 10 единиц. Азотнокислая целлюлоза из ржаной соломы характеризуется приемлемыми показателями прочности и может быть использована в композициях бумаги, картона.

Библиогр. 29 назв., табл.4, ил.5.

УДК 666.263.2:539.4:539:538

Бобкова Н.М., Баранцева С.Е., Вансяцкий К.Э., Залыгина О.С. Перспективы получения неорганических мембран на основе стеклокристаллических материалов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Изучена возможность получения неорганических мембран на основе стеклокристаллических материалов. Приведены температурные режимы спекания и зависимости пористости и усадки от фракционного состава стеклокристаллических порошков и температур термообработки.

Библиогр. 17 назв., табл.3, ил.4.

УДК 378.147:54

Рагойша А.А., Лазарева Л.В., Горошко Н.Н. Пакет компьютерных обучающих программ "Решение расчетных задач в курсе общей химии" // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Пакет программ предназначен для выработки у студентов навыков решения типовых расчетных задач в курсе общей химии. В статье рассматривается структура программ, приводятся примеры текстов "помощи" и поясняющих комментариев к ошибочным ответам учащихся.

Библиогр. 3 назв.

УДК 547.787.2.07:544:572

Кудреватых М.В., Бубель О.Н. Синтез 4-(5-фенилоксазол-2-ил)бензойной кислоты // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1996. № 2.

Разработан удобный препаративный метод получения 4-(5-фенилоксазол-2-ил)бензойной кислоты. Синтез включает стадии получения монометилового эфира терефталевой кислоты, ω -(4-карбоксиметилбензоил)аминоацетофенона и метилового эфира 4-(5-фенилоксазол-2-ил)бензойной кислоты, гидролизованного в соответствующую кислоту.

Библиогр. 7 назв., ил.1.

УДК 661.183(088.8)

Липский В.К., Томсон А.Э., Соболев М.И., Соколова Т.В., Пехтерева В.С., Липская Т.И. Влияние гидрофобизации на изменение структуры органического вещества торфа // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. № 2.

Проведена модификация поверхности торфяных частиц солями высших алифатических аминов с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_2\text{Cl}$ ($n = 8, 12, 14, 18$) для придания им гидрофобных свойств и увеличения нефтеемкости. Сорбционными методами определены структурные характеристики Са-формы и аминированного торфа (величина удельной поверхности, емкость моно слоя, объем пор, распределение пор по размерам). Показано, что сорбция паров n -гексана растет, а паров воды убывает по мере увеличения степени модифицирования.

Библиогр. 3 назв., табл.2, ил.4.

УДК 678.54:541.6

Сидерко В.М., Бильдюкевич Т.Д. Модификация гидратцеллюлозы привитой сополимеризацией с бутилметакрилатом // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1996. № 2.

Синтезированы привитые сополимеры гидратцеллюлозы с бутилметакрилатом, изучены гидродинамические свойства их разбавленных растворов в смесях диметилсульфоксид–параформ и диметилацетамид–хлорид лития. В обоих растворителях значение характеристической вязкости снижается по мере возрастания степени прививки. Привитые сополимеры характеризуются несколько большей устойчивостью к термоокислительной деструкции.

Библиогр. 10 назв., табл.1, ил.3.

УДК 595.764

Фролов А.В. Материалы к познанию рода *Aphodius* (Coleoptera, Scarabaeidae) Северной Палеарктики. I. Группа *plustschewskii* // Вестн. Беларус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

В статье приводится переописание *Aphodius plustschewskii* D.Kosh., очень редкого вида из ЮВ России и Казахстана, и описание *A. baghlanicus* Frolov sp. n. (близкого к *A. plustschewskii*) из Афганистана.

Для этих видов предложена инфраподродовая группа *plustschewskii*. Приводятся сведения по биологии и систематике видов, а также таблица для их различения.

Библиогр. 2 назв., табл. 1, ил. 15.

УДК 581.9+502.7:58(476.1)

Джус М. А. О новых местопроизрастаниях представителей *Orchidaceae* Juss в Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Указаны новые местонахождения редких для флоры Беларуси охраняемых видов сосудистых растений из семейства *Orchidaceae* Juss. *Listera ovata* (K.) R. Br., *Coeloglossum viride* (L.) C. Hartm., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch., *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Cypripedium calceolus* L., *Malaxis monophyllum* (L.) Sw.

Библиогр. 7 назв.

УДК 632.4 : 635. 64

Поликсенова В. Д. Особенности распространения, патогенеза и биологии возбудителя трахеомикозного увядания томатов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Показано, что фузариозное увядание является прогрессирующим и вредоносным заболеванием томатов, выращиваемых в защищенном грунте. При благоприятных для развития заболевания условиях оно может привести к потере пятой части урожая. Возбудитель болезни может развиваться на разных субстратах в широком диапазоне кислотности среды и температуры. Гриб сохраняет жизнеспособность не менее полутора лет, прорастание спор стимулируется корневыми выделениями томатов.

Библиогр. 8 назв., табл.5.

УДК 582.282.112(476.1)

Храмцов А. К., Лемеза Н. А. Мучнисторосяные грибы Шкловского района // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Приведены результаты изучения состава и распространенности мучнисторосяных грибов в Шкловском районе Могилевской области, где подобные исследования еще никем не проводились. В естественных и культурных фитоценозах выявлено 47 видов грибов из порядка *Erysiphales*, развивающихся на 110 видах высших растений из 33 семейств.

Библиогр. 13 назв., табл.2.

УДК 599.32

Гричик В. В. Пробелы и перспективы в изучении териофауны Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

За последние 30 лет список млекопитающих Беларуси пополнился 4 видами: *Myotis brandti*, *Microtus rossiameridionalis*, *Apodemus microps*, *Apodemus uralensis*; на сегодняшний день он включает 77 видов. Можно предположить наличие в фауне еще ряда видов насекомоядных, рукокрылых и грызунов. Необходимо изучение многих аспектов распространения, изменчивости, популяционной структурированности и экологии млекопитающих Беларуси.

Библиогр. 31 назв.

УДК 615.771.5+615.779.9

Стельмах В. А., Шебеко Л. В., Юркштович Т. Л. Экспериментальная терапия локального инфекционно-воспалительного процесса у крыс с помощью пленки линкомициновой // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Путем подкожного введения белым крысам смеси патогенных кокков (*St. aureus*, *Str. haemolyticus*, *Str. pneumoniae*, по 10^3 микр. тел/мл каждого) создана модель инфекционно-пролиферативного воспаления (подкожная гранулема и эпикутанное воспаление). В результате оперативного лечения с имплантацией линкомициновой пленки в полость гранулемы достигается двухкратное сокращение периода обсемененности ран патогенной микрофлорой, существенное снижение частоты и тяжести гнойно-некротического компонента воспаления, в два раза сокращаются сроки заживления ран по сравнению с традиционными методами их лечения.

Библиогр. 12 назв., ил.2.

УДК 502.2.08

Курченко В. П., Писарчик В. П., Лесникович Ю. А. Эколого-генетический мониторинг загрязнения водоемов Минска // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Создана батарея экспресс-методов, пригодная для количественной оценки мутагенности химических веществ, проб воздуха и воды. Батарея включает методы, выявляющие повреждения ДНК и мутации в бактериальных тестах при экспонировании химических веществ к штаммам *Salmonella thymineless TA-98* и *TA-100* с системой метаболической активации и без нее. Дана оценка генотоксичности продуктов пиролиза полиакридных пластмасс. Показано наличие в них мутагенных веществ прямого и непрямого действия. Проведен эколого-генетический мониторинг загрязнения мутагенными веществами русла р.Свислочь в черте Минска. Показано наличие генотоксичных веществ во всех взятых весной пробах. В осенний период уровень мутагенных веществ в реке существенно уменьшается. Высокий уровень генотоксичных соединений сохраняется только около ликеро-водочного завода.

Библиогр. 6 назв., табл. 1, ил.3.

УДК 626.87:631.434

Иванов Н.П., Скурко И.Е., Куликов Я.К., Дорохова В.В., Чубаков А.С., Малашенков В.Ю. Влияние оптимизации землевладения мелиорированных торфяных почв на их минералогический состав // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1996. № 2.

Исследовано влияние землевладения (1500–2250 т/га супеси) торфяных почв на содержание водно-пептизируемого, водноагрегируемого и прочносвязанного илов. Выявлена специфика минералогического состава фракций ила, рост органического вещества, полутораокисей железа, алюминия и глинистых минералов в формировании микроструктуры почв. Рассмотрены основные изменения в минералогическом составе и структурной организации ила, обусловленные оптимизацией.

Библиогр. 3 назв., табл.3.

УДК 551.48

Гурьянова Л.В., Тумишская С.Ф. Использование ГИС-технологий для решения географо-гидрологических задач // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

На основании краткого анализа литературных источников за 1985–1994 г. приводится перечень прикладных и поисковых географо-гидрологических задач, решаемых с использованием ГИС-технологии. Делается вывод о необходимости разработки учебного ГИС-проекта водосборной территории как наиболее удобной модели в обучении студентов географических специальностей.

Библиогр. 26 назв.

УДК 911.53(282.247.416.1-192.2)

Марцинкевич Г.И., Жукова В.М. Динамика ландшафтов прибрежной зоны водохранилищ центральной Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Рассмотрены особенности и закономерности взаимодействия водохранилищ и их прибрежных ландшафтов. Обосновывается выделение четырех динамических зон, исходя из направленности и интенсивности протекания новых ландшафтообразующих процессов и изменения горизонтальной структуры ландшафта.

Библиогр. 8 назв., ил.1.

УДК 910.1:911.2

Емельянов Ю.Н., Гриневич А.Г. Принципы диагностической оценки распространения аварийных выбросов в речных потоках // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Проведена диагностическая проработка серии априорных модельных аварийных ситуаций на реках Беларуси. Рассмотрены возможные реакции речных систем на аварийные сбросы – длительность их распространения по реке, возможная скорость распространения, темпы затухания первоначальной максимальной концентрации. Приведены этапы обработки и подготовки информации по расчету разбавления загрязнения в речной воде. Анализируются взаимосвязи различных параметров, их изменчивость во времени и пространстве.

Библиогр. 5 назв., табл.3.

УДК 630.432+504.53.06

Галай Е.И. Воздействие минерализованных вод на структуру и водно-физические свойства почвы // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Проведены исследования по выявлению воздействия природных и техногенных минерализованных вод на агрегатный состав и влагоудерживающую способность торфяной почвы. Обоснованы дозы минерализованных вод, не изменяющие структуру почвы, количество водопрочных агрегатов. Выявлены концентрации рассолов, вызывающие уменьшение водоудерживающей способности почвы. Показано более интенсивное воздействие техногенных рассолов по сравнению с природными на структуру и водные свойства почвы.

Библиогр. 8 назв., ил.2.

УДК 553.97:615.838.7

Бамбалов Н.Н., Смирнова В.В. Закономерности распределения месторождений торфяных лечебных грязей по территории Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1996. № 2.

Установлено, что закономерности распределения месторождений торфяных лечебных грязей по территории Беларуси связаны с особенностями подстилающих пород и величиной атмосферного увлажнения, а также зависят от высоты местности над уровнем моря. В зависимости от сочетания этих условий формируется растительный покров болот, от которого в конечном итоге и зависит качественный состав лечебных грязей.

Библиогр. 5 назв., табл.1, ил.3.

УДК 595.76

Мелешко Ж.Е. К биологии жука-долгоносика *Polydrusus ruficornis* Bond. (Curculionidae, Coleoptera) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер.2. 1996. №2.

Дан материал о биологии *P. ruficornis* Bond. с момента спаривания до ухода личинок в почву.

Библиогр. 4 назв.

CONTENTS

CHEMISTRY

<i>Shishonok M.V., Torgashov V.I., Zubets O.V., Gert E.V., Kaputskii F.N.</i> Nitric acid pulping of rye straw	3
<i>Bobkova N.M., Barantseva S.E., Vansyatsky K.E., Zaligina O.S.</i> The Perspectives of Ob- tain- ing Nonorganic membranes on the basis of Glassceramic Materials	10
<i>Ragoisha A.A., Lazareva L.V., Goroshko N.N.</i> Software package for computer-assisted learning "Solving of numerical problems in general chemistry"	15
<i>Kudrevatyckh M.V., Bubel O.N.</i> Synthesis of 4-(5-Phenyloxazol-2-yl)benzoic Acid	17
<i>Lypsky V.K., Tomson A.E., Sobol' M.I., Sokolova T.V., Pekhtereva V.S., Lip- skaya T.I.</i> Water- repellency treatment impact upon the peat organic matter structure modification	19
<i>Siderko V.M., Bilyukevich T.D.</i> Modification of cellulose by the graft copolymerisation of bithyl metacrylate	24

BIOLOGY

<i>Frolov A.V.</i> Contribution to a knowlege of genus <i>Aphodius</i> (Coleoptera, Scarabaeidae) from North Palearctic. I. Group <i>plustschewskii</i>	27
<i>Juss M.A.</i> Concerning new locations of <i>Orchidaceae</i> Juss in Belarus	31
<i>Polyksenova V.D.</i> Particularities of dispersion, pathogenesis and biology of <i>Fusarium</i> wilt pathogene	33
<i>Khramtsov A.K., Lemesa N.A.</i> Powdery mildew fungi of the Shklov region	36
<i>Gritchik W.W.</i> Gaps and perspectives in the studies of Belarusian teriofauna	40
<i>Stelmakh V.A., Shebeko L.V., Yurkstovich T.I.</i> Experimantal therapy of local infections and in- flammati process in rats with lincomicyne film	44
<i>Kurchenco V.P., Pisarchic A.V., Lesnikovich J.A.</i> Ecologo-genetic monitoring for contamina- tion of reservoirs in Minsk	48

GEOGRAPHY

<i>Ivanov N.P., Skurko I.E., Kulikov Ja.K., Dorokhova V.V., Chubakov A.S., Malaschen- kov V.Ju.</i> The influence of optimization by adding of mineral earth to meliorated peaty soils on their minerological composition	52
<i>Gurlyanova L.V., Tumishskaya S.F.</i> To make use og GIS-technologies to solve geographic- hydrological problems	55
<i>Martsinkevich G.I., Zhukova V.M.</i> The dynamics of off-shore landscapes of the Central Belarus	59
<i>Yemelyanov Yr.N., Grinevich A.G.</i> The Principles of Diagnostical Estimation of accidental throws spreading in river currents	64
<i>Galai E.I.</i> The influence of the mineralized water on the structure and waterphysical prop- erties of the soil	69
<i>Bambalov N.N., Smirnova V.V.</i> The Regularities of Distribution of the therapeutic mud Peat- lands on the Area of Belarus	72

BRUEF COMMUNICATIONS

<i>Meleshko J.E.</i> To the biology of the weevil <i>Polydorus ruficornis</i> Bond. (Coleoptera, Cur- culi- onidae)	76
---	----

OUR JUBILEE

Olga Philipovna Jakushko	77
--------------------------------	----