

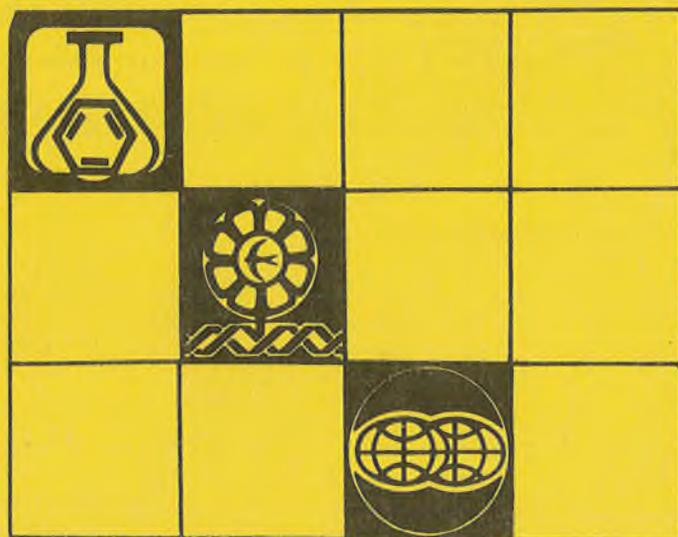
ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

1'93



СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

5 Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Сидерко В. М., Торгашов В. И., Линкевич Н. М. Обменная сорбция ионов кальция и стронция натриевой солью сульфата маннана	3
2 Лесникович А. И., Шункевич Т. М., Воробьева С. А., Науменко В. Н. Исследование взаимодействия высокодисперсного алюминия с олеиновой кислотой	7
10 Поляков Ю. С., Браницкий Г. А. Особенности формирования и роста частиц меди при ее химическом осаждении на поверхности серебра	9
4 Шукин Г. Л., Кулешова И. Л., Беланович А. Л., Савенко В. П. Анодирование алюминия в электролите на основе фосфата натрия	13
4 Бобровская В. П., Соколов В. Г., Юркевич В. В. Исследование влияния $Bi(III)$ на процесс химического никелирования	16
2 Батян Е. Ю., Свиридов В. В., Ивановская М. И., Браницкий Г. А., Ивашкевич Л. С. Связь между структурнофазовыми превращениями в серебросодержащей алюмосиликатной керамике и ее каталитическими свойствами	18

БИОЛОГИЯ

1 Александрович О. Р., Цинкевич В. А. Жуки пилюльщики (Byrrhidae), ложнопилюльщики (Limnichidae) и нозодендриды (Nosodendridae) фауны Беларуси	23
6 Гричик В. В., Шклярков Л. П. Изменения в орнитофауне бассейна Нарочанских озер в течение XIX—XX вв.	26
9 Черник В. В., Черник В. Ф., Морозов О. В. Культура гибридных семян <i>Oxycoccus macrocarpus</i> Pursch. × <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. in vitro	29
7 Гричик В. В. Некоторые коррективы к списку птиц Беларуси	31
2 Стефанович А. И. Некоторые наблюдения над развитием мучнисто-росяных грибов	32
2 Алиновская В. А., Капуцкий Ф. Н., Стельмах В. А., Талалин В. И., Юркович Т. Л. Поликапран. 1. Создание, гемостатическая активность и токсикологическая характеристика	34
15 Кукулянская М. Ф., Хрипченко И. П., Пикулев А. Т. Активность гексокиназы и уровень пиридоксалевого коферментов в саркоме M1 и карциносаркоме Уокера при комбинированных воздействиях на опухоль	39
9 Зырянова Т. Н., Лаврова В. М., Пикулев А. Т. Влияние бензидаина и <i>o</i> -толидина на активность аспартатаминотрансферазы и глутаматдегидрогеназы в тканях крыс	42
8 Желдакова Р. А., Таманькова А. В., Шевчик В. Е., Ештушенков А. Н. Использование пектиназ бактерий <i>Egwinia</i> для выделения протопластов и клеток из листьев табака	45

ГЕОГРАФИЯ

6 Гурьянова Л. В., Тулишская С. Ф. Взмучивание донных отложений мелководного озера как внутренний источник эвтрофирования (на примере оз. Червоное)	48
10 Иванов Н. П., Куликов Я. К., Борисенко О. Ф. Влияние оптимальных условий минерального питания на снижение поступления радионуклидов в растения	53
5 Гурский Б. Н., Якушко О. Ф. Экологические аспекты современного геоморфологического комплекса Беларуси	55
21 Трофимов А. М., Жмойдяк Р. А. Географический прогноз: отражение идей современной географии	60
13 Каждан Е. Н., Шалькевич Ф. Е. Динамика земельных угодий в мелиоративных ландшафтах Припятского Полесья	65
15 Нестерук В. Н., Лысковец М. В., Ковриго П. А. Влияние продуктов сгорания топлива на экологию и микроклимат Минска	66
3 Высоцкий Э. А., Демидович Л. А., Клементьев В. П. Проблемы рационального использования Старобинского месторождения калийных солей и охраны окружающей среды	70

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Николай Тарасович Романовский	73
-----------------------------------------	----

ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с февраля 1969 года
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

1 '93

ФЕВРАЛЬ



МИНСК
„УНИВЕРСИТЕТСКОЕ“

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

Редакционная коллегия серии:

А. И. ЛЕСНИКОВИЧ (ответственный редактор),
Р. А. ЖМОЙДЯК, Ф. Н. КАПУШКИЙ, В. Н. КИСЕЛЕВ,
Л. В. КОЗЛОВСКАЯ, Н. М. КРЮЧКОВА, И. К. ЛОПАТИН,
Е. П. ПЕТРЯЕВ, А. Т. ПИКУЛЕВ (зам. ответственного редак-
тора), В. В. СВИРИДОВ, Л. С. СТАНИШЕВСКИЙ, Г. Л. СТА-
РОБИНЕЦ, В. Ф. ТИКАВЫЙ, А. В. ТОМАШЕВИЧ,
Ю. К. ФОМИЧЕВ, В. М. ШИРОКОВ (зам. ответственного
редактора), А. С. ШУКАНОВ, Т. Л. ЮРКШТОВИЧ (ответ-
ственный секретарь), О. Ф. ЯКУШКО

ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1

Редактор А. И. Гурова
Младший редактор Г. М. Добыш
Художественный редактор Д. Е. Дивин
Технический редактор и корректор Г. И. Хмарун

Набор и верстка журнала выполнены на издательско-редакционной системе
«Союз»

Сдано в набор 28.01.93. Подписано в печать 22.03.93. Формат 70×108 1/16. Бумага
офс. № 1. Офсетная печать. Усл. печ. л. 7,0. Усл. кр.-отт. 7,44. Уч.-издл. 7,53. Тираж
812 экз. Заказ 89. Цена 8 р.

Издательство «Университетское». 220048. Минск, проспект Машерова, 11. Адрес
редакции: 220080, Университетский городок, тел. 20-65-42.

Типография издательства «Белорусский Дом печати» .
220041, Минск, пр. Ф. Скорины, 79.

© Вестник Белгосуниверситета, 1993



УДК 547.558.82

Ф. Н. КАПУЦКИЙ, Г. Л. СТАРОБИНЕЦ, В. М. СИДЕРКО,
В. И. ТОРГашОВ, Н. М. ЛИНКЕВИЧ

ОБМЕННАЯ СОРБЦИЯ ИОНОВ КАЛЬЦИЯ И СТРОНЦИЯ НАТРИЕВОЙ СОЛЬЮ СУЛЬФАТА МАННАНА

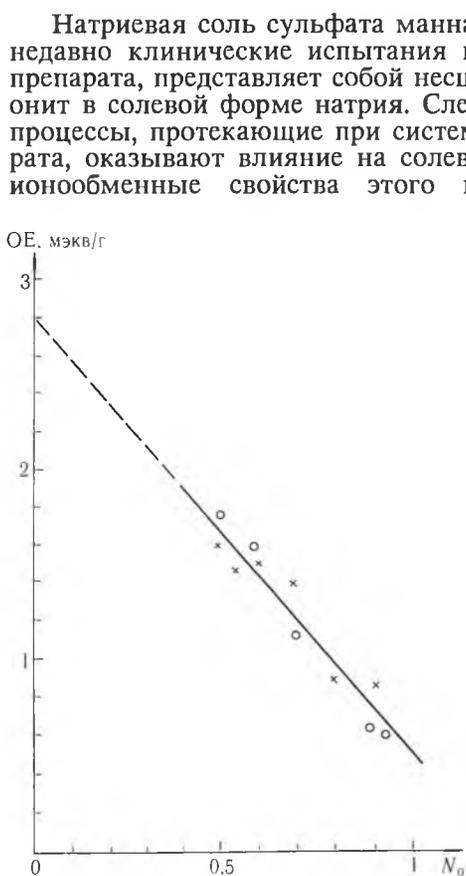


Рис. 1. Зависимость обменной емкости ионита при обмене Ca^{2+} — NaCM от состава смешанного растворителя

Натриевая соль сульфата маннана (NaCM) [1], успешно прошедшая недавно клинические испытания в качестве антиатеросклеротического препарата, представляет собой несшитый водорастворимый сульфокатионит в солевой форме натрия. Следует полагать, что катионообменные процессы, протекающие при систематическом применении этого препарата, оказывают влияние на солевой состав кровяной плазмы. Однако ионообменные свойства этого катионита не изучены. В настоящем сообщении представлены результаты, полученные при изучении на этом катионите ионообменных равновесий Ca^{2+} — Na^{+} и Sr^{2+} — Na^{+} в водно-этанольных средах переменного состава. Нами установлено, что при мольной доле спирта (N_0), равной 0,6 и выше, растворимостью полиэлектролита можно пренебречь. Ионы Ca^{2+} содержатся в кровяной плазме в сравнительно высоких концентрациях [2]. Возможность появления в плазме ионов Sr^{2+} связана с загрязнением окружающей среды радиоактивным стронцием. Химические свойства обоих ионов очень близки. Поэтому изучение степени конкурентности обмена ионов Sr^{2+} и Ca^{2+} представляется целесообразным для выяснения вопроса о способности полиэлектролита NaCM концентрировать и выносить ионы радиоактивного стронция из организма.

Маннан (β -1, 3, β -1, 4-полиманнопиранозил - Д - манноза) — полисахарид микробного происхождения был получен на ПО «Белмедпрепараты» методом биотехнологии с использованием дрожжевого организма *Rhodotorula rubra* [3]. Сульфатирование маннана, получение натриевой соли сульфата маннана и его очистку проводили по методу, разработанному в НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета [4]. Среднемассовая молекулярная масса полисахарида была определена методом гель-проникающей хроматографии на колонке с носителем Toyopearl HW-500 и составила 8000. Содержание серы в препарате

определяли согласно [1]. Ионный обмен изучали при значениях N_0 , равных 0,6; 0,7 и 0,8, в статических условиях из растворов хлоридов кальция и стронция при 298 ± 1 К. Концентрацию двухзарядных катионов в исходных и равновесных растворах определяли трилонометрически [5]. Содержание ионов Ca^{2+} и Sr^{2+} в фазе ионита контролировали трилонометрически после их вытеснения из полиэлектролита ионами водорода. Обменная емкость (ОЕ) ионита при обмене $\text{Me}^{2+} - \text{NaCM}$ возрастает с увеличением концентрации воды в смешанном растворителе. При экстраполяции зависимости $\text{ОЕ} - N_0$ на $N_0 = 0$ получено значение ОЕ, равное 2,8 экв/г, что соответствует ее величине, рассчитанной по содержанию серы (рис. 1).

Нами изучены коэффициенты избирательности обмена $K_{\text{Na}^+}^{\text{Ca}^{2+}}$ и $K_{\text{Na}^+}^{\text{Sr}^{2+}}$ в зависимости от степени заполнения фазы катионита ионами двухвалентных металлов. Расчеты величин $K_{\text{Na}^+}^{\text{Me}^{2+}}$ выполнены в соответствии с уравнением реакции:

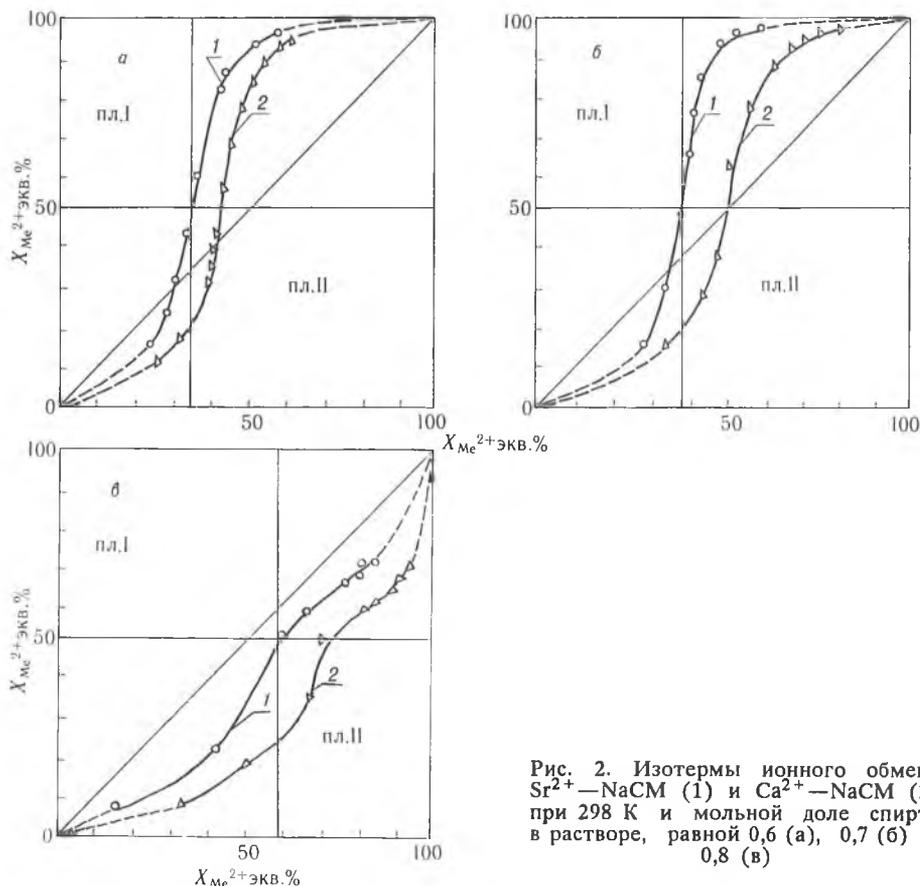


Рис. 2. Изотермы ионного обмена $\text{Sr}^{2+} - \text{NaCM}$ (1) и $\text{Ca}^{2+} - \text{NaCM}$ (2) при 298 К и мольной доле спирта в растворе, равной 0,6 (а), 0,7 (б) и 0,8 (в)

Для наглядности результаты расчетов изображены по методу квадратных диаграмм. На осях координат отложена процентная эквивалентная доля ионов Ca^{2+} и Sr^{2+} в фазе катионита ($\bar{X} \cdot 100$) и в фазе равновесного раствора ($X \cdot 100$). Процентная эквивалентная доля иона натрия в каждой из фаз равна 100 - эквивалентная доля иона Me^{2+} .

Значения коэффициентов избирательности обмена в зависимости от степени заполнения фазы полиэлектролита ионом Me^{2+} могут быть рассчитаны по уравнению:

$$K_{\text{Na}^+}^{\frac{1}{2}\text{Me}^{2+}} = \frac{\bar{X}_{\text{Me}^{2+}} \cdot X_{\text{Na}^+}}{X_{\text{Me}^{2+}} \cdot \bar{X}_{\text{Na}^+}} = \frac{\text{пл. II}}{\text{пл. I}}, \quad (2)$$

где пл. II и пл. I (рис. 2) - значения площадей прямоугольников,

образованных при пересечении перпендикуляров, восстановленных из точек, соответствующих равновесным значениям X и \bar{X} . Изменение величины отношения площадей II и I при варьировании концентрации Me^{2+} во внешнем растворе характеризует изменение избирательности обмена по мере заполнения фазы полиэлектролита входящим ионом. Из рис. 2 видно, что во всех изученных бинарных растворах изотерма $\bar{X}_{Sr^{2+}} - X_{Na^+}$ проходит выше изотермы $\bar{X}_{Ca^{2+}} - X_{Na^+}$, т. е. во всех случаях сродство иона стронция к полиэлектролиту выше сродства иона кальция. Далее из рис. 2 видно, что концентрация спирта в бинарном растворе оказывает сильное влияние на избирательность обмена $Me^{2+} - Na^+$ и на ее изменение с заполнением фазы полиэлектролита. При значениях N_0 ,

равных 0,6 и 0,7 (см. рис. 2,а и 2,б), значения $K_{Na^+}^{\frac{1}{2}Me^{2+}}$ больше единицы и возрастают с заполнением фазы катионита. Картина резко

меняется при значении $N_0 = 0,8$ (рис. 2,в). Значения $K_{Na^+}^{\frac{1}{2}Me^{2+}}$ для ионов Ca^{2+} и Sr^{2+} становятся меньше единицы и продолжают уменьшаться по мере заполнения фазы полиэлектролита. Таким образом, необходимо выяснить, почему при высоких концентрациях спирта вхождение ионов Ca^{2+} и Sr^{2+} в фазу катионита становится термодинамически невыгодным.

Привлечение теории избирательности ионного обмена Грегора [6] позволяет приблизиться к ответу на этот вопрос. Рассмотрим на основе этой теории обмен ионов $Sr^{2+} - Ca^{2+}$ в водном растворе. Значения констант избирательности $K_{Ca^{2+}}^{Sr^{2+}}$ в водно-спиртовых растворах были рассчитаны по уравнению:

$$K_{\frac{1}{2}Ca^{2+}}^{\frac{1}{2}Sr^{2+}} = K_{Na^+}^{\frac{1}{2}Sr^{2+}} / K_{Na^+}^{\frac{1}{2}Ca^{2+}} \quad (3)$$

для трех изученных водно-спиртовых растворов при заполнении фазы катионита на 50% ($X_{Sr} = 0,5$). При экстраполяции полученных данных на

$N_0 = 0$ было получено значение $K_{\frac{1}{2}Ca^{2+}}^{\frac{1}{2}Sr^{2+}}$, равное 5,0 ($\log K_{\frac{1}{2}Ca^{2+}}^{\frac{1}{2}Sr^{2+}} = 0,7$).

Опишем величину $K_{\frac{1}{2}Ca^{2+}}^{\frac{1}{2}Sr^{2+}}$ на основе теории Грегора [7]:

$$\log K_{\frac{1}{2}Ca^{2+}}^{\frac{1}{2}Sr^{2+}} = 0,43 \frac{p}{RT} (V_{e,Ca} - V_{e,Sr}) - \log \left(\frac{c_{Sr}}{c_{Ca}} \right) + \log \left(\frac{c_{Sr}}{c_{Ca}} \right), \quad (4)$$

где p — давление набухания полиэлектролита; $V_{e,Ca}$ и $V_{e,Sr}$ — эквивалентные объемы набухшего полиэлектролита в солевых формах ионов Ca^{2+} и Sr^{2+} соответственно; $\bar{\gamma}_{Sr}/\bar{\gamma}_{Ca}$ — отношение коэффициентов активности обменивающихся ионов в фазе катионита; γ_{Sr}/γ_{Ca} — это же отношение в фазе внешнего равновесного раствора. В работе [8] выполнена оценка слагаемых уравнения (4). При этом использованы измеренные нами значения $V_{e,Ca}$ и $V_{e,Sr}$ и литературные данные о концентрационной зависимости коэффициентов активности хлоридов кальция и стронция в водных растворах [9]. Оказалось, что вклады первого и третьего

слагаемых уравнения (4) в $\log K_{\frac{1}{2}Ca^{2+}}^{\frac{1}{2}Sr^{2+}}$ пренебрежительно малы, причем вклад второго слагаемого при отношении концентраций ионов Sr^{2+} к концентрациям ионов Ca^{2+} , даже намного превышающем это отношение в фазе набухшего катионита, значительно меньше 0,70. Отсюда следует, что накопление ионов стронция и кальция в фазе полиэлектролита сопровождается дополнительным уменьшением коэффициентов активности обменивающихся ионов при преобладающей скорости этого уменьшения у ионов Sr^{2+} . Направивается мысль о комплекссообразовании ионов Ca^{2+} и Sr^{2+} в фазе катионита с участием полисахаридных ОН-групп в качестве лигандов, причем менее гидратированный ион Sr^{2+} образует более прочные комплексы.

С целью дальнейшей проверки изложенных соображений нами изучена ионообменная сорбция ионов Ca^{2+} и Sr^{2+} при очень малых заполнениях фазы полиэлектролита. По начальным наклонам изотерм

$\bar{X}_{\text{Me}^{2+}} - X_{\text{Me}^{2+}}$ рассчитаны значения K_d – коэффициентов межфазного распределения ионов Ca^{2+} и Sr^{2+} при бесконечно малых заполнениях фазы катионита. На рис. 3 полученные данные нанесены в зависимости от обратной величины диэлектрической проницаемости ($1/\epsilon$) водно-этанольных растворов [10]. Видно, что изотермы $K_d - 1/\epsilon$ носят четко выраженный линейный характер, причем изотерма для ионов стронция расположена выше, чем для ионов кальция. Далее видно, что по мере возрастания концентрации спирта (т. е. с увеличением $1/\epsilon$) сродство обоих ионов к фазе катионита сильно ослабевает и нивелируется, а с понижением концентрации спирта ($1/\epsilon$ уменьшается) наблюдается сильное возрастание и дифференциация сродства обоих ионов к полиэлектролиту. Водно-этанольные смеси с высоким содержанием спирта – термодинамически невыгодные растворители NaCM , в которых поли-

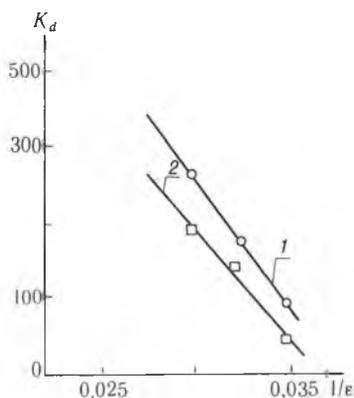


Рис. 3. Зависимость константы межфазного распределения ионов стронция (1) и кальция (2) от обратной величины диэлектрической проницаемости водно-этанольных растворов

электролит существует в виде жестких глобул с малой подвижностью участков полимерных цепей. В таких средах сродство ионов Me^{2+} к фазе полиэлектролита весьма невелико благодаря малой вероятности одновременного взаимодействия двухзарядного катиона с двумя ионогенными центрами катионита, а также благодаря ослаблению комплексообразования катионов с полисахаридными ОН-группами, которые заблокированы присутствующими в избытке молекулами спирта. Действительно, в таких средах сродство ионов Ca^{2+} и Sr^{2+} к катиониту меньше сродства ионов Na^+ (см. рис. 2, в). По мере уменьшения концентрации спирта термодинамическая выгодность растворителя повышается, и глобулы полиэлектролита разрыхляются. Поэтому комплексообразование ионов Me^{2+} с полиэлектролитом улучшается не только благодаря подвижности отрезков цепей полиэлектролита, но и благодаря повышению реакционной способности полисахаридных ОН-групп.

При этом менее гидратированный ион стронция образует более прочные комплексы и проявляет более высокое сродство к ионогенным группам полиэлектролита. Этим может быть объяснена дифференциация сродства ионов кальция и стронция по мере приближения состава смешанного растворителя к индивидуальной воде. Таким образом, имеется достаточно оснований в пользу заключения об избирательном сродстве натриевой соли сульфата маннана к иону стронция, которое возрастает с уменьшением концентрации спирта в бинарных водно-этанольных средах.

Список литературы

1. Торгашов В. И., Герте В., Капуцкий Ф. Н., Бильдюк е в и ч А. В. // Докл. АН БССР. 1989. Т. 33. № 11. С. 1017.
2. Новые волокнистые сорбенты медицинского назначения. Мн., 1978. С. 59.
3. Витовская Г. А. // Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. Л., 1984. С. 10.
4. Азарова Л. А., Капуцкий Ф. Н., Торгашов В. И., Сятковский В. А. // Тез. докл. VIII Всесоюз. науч. симп. Киев, 1989. С. 82.
5. Тихонов В. Н. // ЖАХ. 1965. Т. 20. № 2. С. 214.
6. Гриссбах Р. Теория и практика ионного обмена. М., 1963. С. 151.
7. Гельферих Ф. Иониты. М., 1962. С. 152.
8. Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Сидерко В. М., Торгашов В. И. // Весці АН БССР. 1992. № 3.
9. Справочник по электрохимии. Л., 1981. С. 103.
10. Ахадов Я. Ю. Диэлектрические свойства бинарных растворов. М., 1977. С. 103.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО
АЛЮМИНИЯ С ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТОЙ

Порошки металлов широко используются в качестве присадок к полимерным композициям, маслам и смазкам различного состава и назначения. Всестороннее физико-химическое исследование таких систем представляется весьма важным с точки зрения прогнозирования изменений, происходящих в композиционных металлсодержащих материалах в процессе их эксплуатации. В настоящей работе представлены результаты изучения взаимодействия высокодисперсного алюминия с олеиновой кислотой в алюминиевой пасте на минеральном масле.

Методика получения паст на основе высокодисперсного алюминия заключалась в диспергировании порошкообразного алюминия ($d = 0,2 - 0,3$ мкм, $S_{уд} = 7 - 10$ м²/г), полученного методом высокотемпературной плазменной переконденсации, в минеральном масле, содержащем поверхностно-активное вещество – олеиновую кислоту. Содержание олеиновой кислоты в пасте рассчитывалось в предположении образования мономолекулярного слоя ПАВ на частицах алюминия.

Продукты взаимодействия алюминия и поверхностно-активных веществ изучались методами ИК- и ПМР-спектроскопии. ИК спектры (область 4000–400 см⁻¹) регистрировались на спектрофотометре *Specord-75 IR*. Исследование растворов осуществлялось с использованием жидкостных разборных кювет толщиной 4,11 мм с КВг окошками. Пасты, порошкообразные оксид и олеат алюминия изучали методом прессования таблеток с КВг. Вязкие жидкости исследовали в виде тонких слоев между КВг окошками. ПМР спектры продуктов взаимодействия олеиновой кислоты и алюминия в четыреххлористом углероде и дейтерированном хлороформе относительно тетраметилсилана регистрировали на приборах *Bruker-WM-360* и *JEOL-100*.

В соответствии с полученными данными ИК спектры паст характеризуются слабой полосой 1570 см⁻¹ $\nu(\text{COO}^-)$ олеата алюминия, широкой полосой 870 см⁻¹ средней интенсивности, относящейся к $\nu(\text{Al-O})$, и слабыми полосами трансформаторного масла.

Высокая наполненность паст металлом затрудняет интерпретацию спектров и проведение количественного анализа изменений, происходящих в пасте при хранении. В связи с этим в дальнейшем исследовались продукты взаимодействия алюминия и олеиновой кислоты, которые вымывались из пасты толуолом с последующим удалением растворителя. Органический остаток, содержащий продукты взаимодействия олеиновой кислоты и алюминия, для записи ИК спектров растворяли в предварительно очищенном хлороформе.

Анализ ИК спектров продуктов взаимодействия алюминия и олеиновой кислоты свидетельствует о том, что в ИК спектрах всех образцов, независимо от времени хранения, наблюдается полоса валентных колебаний карбоксильной группы 1710 см⁻¹, характерная для олеиновой кислоты. Интенсивность этой полосы по мере хранения пасты уменьшается. В ИК спектрах образцов, хранившихся менее 50 ч, появляется узкая полоса поглощения 1600 см⁻¹, которая относится к антисимметричному валентному колебанию группы COO^- [1]. Появление полосы $\nu(\text{COO}^-)$ и увеличение ее интенсивности при старении пасты свидетельствует о переходе карбоксильной группы кислоты в анионную форму. Подобные изменения в спектрах олеиновой кислоты при электрокристаллизации металлов (Zn, Pb, Cu, Fe) наблюдали в [2–4]. При хранении пасты 50 ч и более в спектрах продуктов взаимодействия происходят дальнейшие изменения, заключающиеся в том, что вместо узкой полосы при 1600 см⁻¹ наблюдается широкая полоса 1575 см⁻¹ с перегибами на 1600 и 1555 см⁻¹, которая соответствует $\nu_{as}(\text{COO}^-)$ олеата алюминия [5]. Смещение полосы антисимметричных валентных колебаний COO^- в сторону низких частот и ее уширение свидетельствуют об упрочнении химических связей [6] в изучаемой системе. Выделение и отнесение

полос поглощения в других областях спектра затруднено вследствие многократного избытка минерального масла по сравнению с олеиновой кислотой.

Таким образом, продукты взаимодействия алюминия и олеиновой кислоты содержат олеиновую кислоту в свободном состоянии и в анионной форме первоначально в виде химически слабосвязанного ионизированного аниона, количество которого со временем увеличивается и, при более длительном хранении пасты, в виде олеата алюминия.

Измерение оптической плотности в максимуме полосы поглощения олеиновой кислоты показало, что она линейно зависит от концентрации кислоты в растворе. Это позволило провести количественный анализ изменения содержания олеиновой кислоты в пасте в процессе хранения. Из анализа полученных результатов следует, что концентрация олеиновой кислоты в молекулярной форме (свободной), которой соответствует полоса валентных колебаний карбоксильной группы 1710 см^{-1} , в пастах со временем уменьшается, через 2 ч после получения пасты ~ 40% олеиновой кислоты вступает во взаимодействие с алюминием с образованием олеата алюминия. Взаимодействие алюминия и олеиновой кислоты завершается спустя 24 ч; при последующем хранении доля прореагировавшей олеиновой кислоты изменяется незначительно.

Спектр ПМР олеиновой кислоты в CCl_4 и CDCl_3 относительно тетраметилсилана хорошо согласуется со спектром ПМР жирных кислот [7]. Из сравнения ПМР спектров смеси олеиновой кислоты с минеральным маслом (состава 1:11,5) и продуктов взаимодействия высокодисперсного алюминия и олеиновой кислоты следует, что соотношение площадей сигналов протонов при двойной связи олеиновой кислоты и минерального масла уменьшается во времени по сравнению с исходной смесью. Для исходной смеси это соотношение равно 15:1, после хранения пасты в течение ~ 7 сут – 1,5:1. Наблюдаемые изменения в спектрах ПМР свидетельствуют о том, что в пастах постепенно происходит ряд превращений, связанных, по-видимому, с разрывом двойных связей в олеиновой кислоте и переходом ее в более низкомолекулярные короткоцепные кислоты. Это предположение согласуется с выводами [2,8] и с наличием в ИК спектрах нескольких максимумов в области поглощения $\nu(\text{COO}^-)$, соответствующих, по-видимому, смеси карбоксилатов с различным числом углеродных атомов в цепи.

На основании полученных данных процессы, происходящие в пасте высокодисперсного алюминия, можно представить следующим образом: за счет образования двойного электрического слоя высокодисперсный алюминий инициирует первоначальное перераспределение электронной плотности в молекуле олеиновой кислоты и образование хемосорбированных ионов RCOO^- и H^+ . По мере хранения пасты происходит образование H_2 и олеата алюминия или смеси соединений алюминия с низкомолекулярными короткоцепными кислотами (металлические мыла), образующимися в результате разрыва двойных связей в олеиновой кислоте.

Известно [9], что подобные металлические мыла способны отслаиваться с поверхности дисперсной фазы. Это приводит, по-видимому, к появлению на поверхности ультрадисперсного алюминия относительно лиофобных участков, на которых возникают точечные контакты, способствующие развитию пространственных структур, постепенно упрочняющихся с образованием твердых систем.

Список литературы

1. Сильверстейн Р., Басслер Г., Моррил Т. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М., 1977.
2. Балакина М. Н., Лаптух Г. В., Серпученко Е. А., Курilenко О. Д. // Укр. хим. журн. 1982. Т. 48. 10. С. 1020.
3. Балакина М. Н., Манк В. В., Серпученко Е. А., Курilenко О. Д. // Коллоидн. журн. 1984. Т. 46. Вып. 3. С. 556.
4. Натансон Э. М., Химченко Ю. И., Швец Т. М. // Докл. АН СССР. 1964. Т. 158. № 5. С. 1162.
5. Полькин С. И., Лаптев С. Ф. Обогащение оловянных руд и россыпей. М., 1974.

6. Б е л а м и Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. М., 1963.
7. Э м с л и Дж., Ф и н е й Дж., С а т к л и ф Л. Спектроскопия ЯМР высокого разрешения. М., 1969. Т. 2.
8. Б а л а к и н а М. Н., М а н к В. В., С е р п у ч е н к о Е. А., К у р и л е н к о О. Д./Укр. хим. журн. 1982. Т. 48. № 11. С. 1153.
9. Ф р и д р и х с б е р г Д. А. Курс коллоидной химии. Л., 1984.

УДК 771.531.34 + 621.793

Ю. С. ПОЛЯКОВ, Г. А. БРАНИЦКИЙ

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РОСТА ЧАСТИЦ МЕДИ ПРИ ЕЕ ХИМИЧЕСКОМ ОСАЖДЕНИИ НА ПОВЕРХНОСТИ СЕРЕБРА

Химическое осаждение неблагородных металлов из растворов физических проявителей инициируется мелкодисперсными частицами благородных металлов и может использоваться для усиления слабых изображений на фотослоях с серебряными и несеребряными носителями светочувствительности [1]. В случае AgHal-фотослоев получению изображений из меди, как правило, предшествует их обычная химико-фотографическая обработка, от условий проведения которой зависят форма и размеры образующихся частиц серебра и их каталитическая активность в реакции химического осаждения меди.

В данной статье рассматриваются результаты выполненного нами исследования, позволяющие высказать соображения о механизме процесса формирования и роста частиц меди на частицах проявленного серебра, имеющих разную форму и размеры.

Объектами исследований в кинетических опытах были образцы малосеребряной пленки ФТ-М с содержанием серебра 1,05 г/м² [2], изготовленной на ПО «Тасма». Для электронно-микроскопического изучения процесса химического осаждения меди использовали модельные ультратонкие фотослои, изготовленные из эмульсии для пленки ФТ-М по описанной ниже методике. Химическое осаждение проводили из растворов медного борогидридного проявителя (МБП) [3]. Частицы серебра, формирующие изображение как на пленке ФТ-М, так и на модельных слоях, были трех типов: нитевидные, компактные и мелкодисперсные. Нитевидное серебро получали при проявлении фотослоев в проявителе УП-2, компактное – при обработке в проявляюще-фиксирующем растворе с тиоцианатом калия, г/л: метол – 5, Na₂SO₃ – 60, Na₂CO₃ – 80, трилон Б – 12, KNCS – 70. Мелкодисперсные (несколько нм) частицы серебра получали при обработке нитевидного серебра сначала в регалогенирующем растворе на основе K₄Fe(CN)₆ и KBr (перевод в AgBr), затем в растворе МБП (ревосстановление AgBr в Ag борогидридом натрия).

Осаждение меди на частицах серебра в реальных галогенсеребряных желатиновых фотослоях методами электронной микроскопии ранее не изучалось. Проведение такого исследования наталкивается на методические трудности, связанные со слишком большой для просмотра в электронном микроскопе толщиной эмульсионного слоя реальных AgHal-фотослоев. Применение распространенной методики, предполагающей ферментативное разложение желатины в растворе трипсина, приводит к растворению частиц меди в процессе препарирования. Этому способствует их окисление кислородом воздуха.

Использованная нами методика приготовления одноярусных слоев AgHal-эмульсии и их препарирования для просмотра в электронном микроскопе основана на описанной в [4]. Она дает возможность получать ультратонкие «прозрачные» для пучка электронов в электронном микроскопе модельные фотослои, которые можно подвергать обычной химико-фотографической обработке. Такие фотослои получали окунаем стеклянную пластинку с закрепленными на ней с помощью коллоидной пленки препаративными сеточками в разбавленную 1:10 фотоэмульсию. После стекания излишков эмульсии и высыхания пластинки

подвергали обычной химико-фотографической обработке. На любой из стадий обработки одну или несколько сеточек с помощью микропинцета можно было отделить от стекла для просмотра в электронном микроскопе. В этом случае удавалось наблюдать частицы серебра и меди, распределенные непосредственно в желатиновой матрице, т. е. в условиях, в наибольшей степени приближенных к существующим в реальных фотослоях. Для предотвращения окисления и растворения частиц меди после осуществления физического проявления образцы промывали 3–5 с в растворе бензотриазола [5].

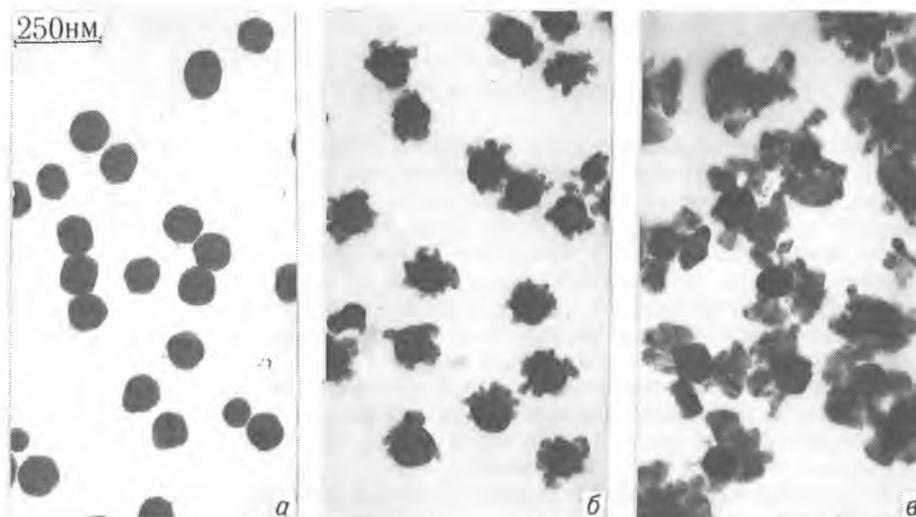


Рис. 1. Электронно-микроскопические снимки, иллюстрирующие процесс химического осаждения меди из раствора МБП на частицах серебра, полученных обработкой в проявляюще-фиксирующем растворе:

а—частицы серебра до начала осаждения меди; б—время осаждения меди 4 мин; в—15 мин

Из электронно-микроскопических снимков, сделанных на разных стадиях процесса осаждения меди на компактные частицы серебра размером 100–130 нм (рис. 1), следует, что медь (природа осадка установлена электронографически) в процессе осаждения на поверхности частиц серебра не образует сплошной пленки. Реакция начинается в нескольких отдельных точках на поверхности частиц серебра с образованием частиц меди различной формы: округлых на ранних стадиях и округлых, вытянутых или конусообразных при увеличении времени осаждения. Заметим, что при этом существенного и устойчивого изменения числа частиц меди, приходящихся на одну серебряную частицу, не происходит. Кроме того, при временах осаждения более двух минут мелкие частицы меди не наблюдаются. Все это указывает на то, что в процессе химического осаждения новые частицы меди не появляются, а происходит лишь рост тех, которые сформировались на начальных стадиях процесса.

Из анализа электронно-микроскопических снимков, сделанных на разных стадиях осаждения меди на частицах серебра нитевидной формы, следует, что в данном случае медь также начинает осаждаться в отдельных точках поверхности частиц серебра в виде частиц неопределенной формы примерно таких же размеров, как и при осаждении меди на компактные частицы серебра. Отметим, что определение формы, размеров и количества частиц меди, приходящихся на одну серебряную, в данном случае, а также при осаждении меди на мелкодисперсное серебро, затруднительно: отличить на снимках частицы серебра и меди друг от друга практически невозможно.

На рис. 2 приведены основные результаты изучения кинетики химического осаждения меди из раствора МБП на участки фотослоев с различной оптической плотностью ($D_{\text{уч}}$), проявленных в условиях об-

разования компактного, нитевидного и высокодисперсного серебра. Концентрацию меди в фотослое определяли методом атомно-абсорбционного анализа.

Полученные кинетические кривые во всех случаях имеют сходную форму, практически без индукционного периода. В начальный период физического проявления (примерно до 1,5 мин) на кинетических кривых для всех трех типов частиц серебра имеется участок ускорения реакции. Это особенно хорошо видно на кривых изменения скорости* химического осаждения меди, приведенных на рис. 3. После достижения максимальной скорости реакция замедляется. При времени физического проявления 6–8 мин на кинетических кривых обнаруживается точка перегиба, соответствующая минимуму на кривых скорости, и далее – участок постепенного увеличения скорости осаждения меди. Примечательно, что отмеченные характерные изменения скорости процесса происходят для разного по своему происхождению серебра в одно и то же время: максимум скорости наблюдается при $t = 1 - 1,5$ мин, а минимум – при $t = 6 - 8$ мин. Таким образом, сопоставление приведенных кривых между собой позволяет заключить, что независимо от величины $D_{\text{уcox}}$ и способа получения частиц серебра, т. е. независимо от их формы, размеров и концентрации в фотослое, процесс химического осаждения меди на серебре изображения подчиняется одним и тем же кинетическим закономерностям.

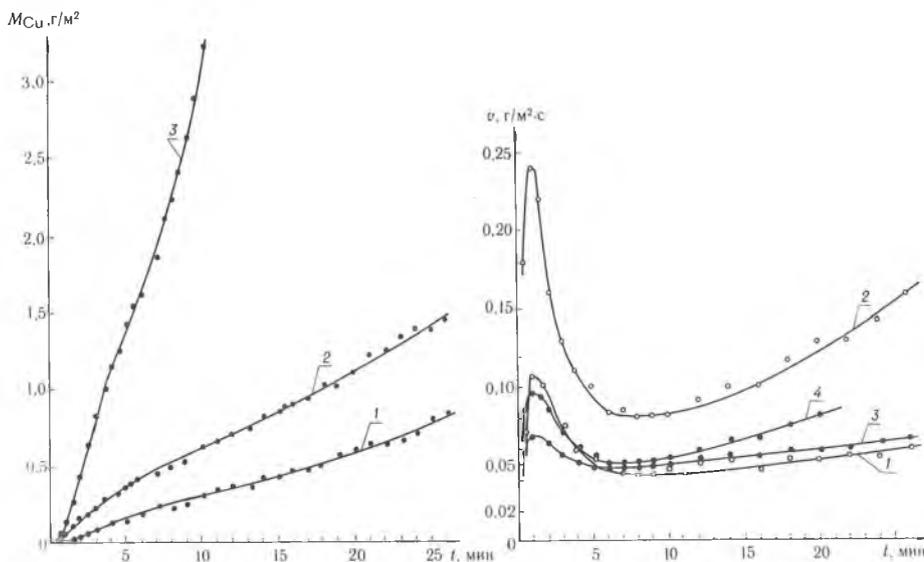


Рис. 2. Кинетические кривые, иллюстрирующие химическое осаждение меди на участки фотослоя ($D_{\text{уcox}} = 0,20$), содержащие компактное (1), нитевидное (2) и высокодисперсное (3) серебро

Рис. 3. Кривые изменения скорости химического осаждения меди на частицах проявленного серебра:

1 – на нитевидном серебре ($D_{\text{уcox}} = 0,20$); 2 – на нитевидном серебре ($D_{\text{уcox}} = 0,35$); 3 – на компактном серебре ($D_{\text{уcox}} = 0,65$); 4 – на высокодисперсном серебре ($D_{\text{уcox}} = 0,07$)

Различия между кинетическими кривыми, относящимися к осаждению меди на участках изображений с различной оптической плотностью и сформированных из частиц серебра различной формы и размеров, носят преимущественно количественный характер и могут быть объяснены различием в количестве серебра на участках фотослоя, имеющих разные исходные оптические плотности. Наблюдаемая сложная форма кривых изменения скорости процесса осаждения меди на различных его

*Скорость (мгновенная) измерялась как тангенс угла наклона касательной к кинетической кривой в любой момент времени.

стадиях может быть следствием параллельного протекания в системе нескольких процессов. Можно, например, предположить, что в системе протекает два параллельных процесса. Один из них графически может быть представлен кривой 1 на рис. 4, б, другой – кривой 2. В сумме эти кривые дают зависимость 3, аналогичную полученным нами на опыте.

Как уже отмечалось, из результатов электронно-микроскопических исследований следует, что частицы меди зарождаются в отдельных точках на поверхности частиц серебра на начальной стадии процесса химического осаждения и далее в ходе процесса новые частицы не образуются, а происходит лишь рост имеющихся. Это означает, что после

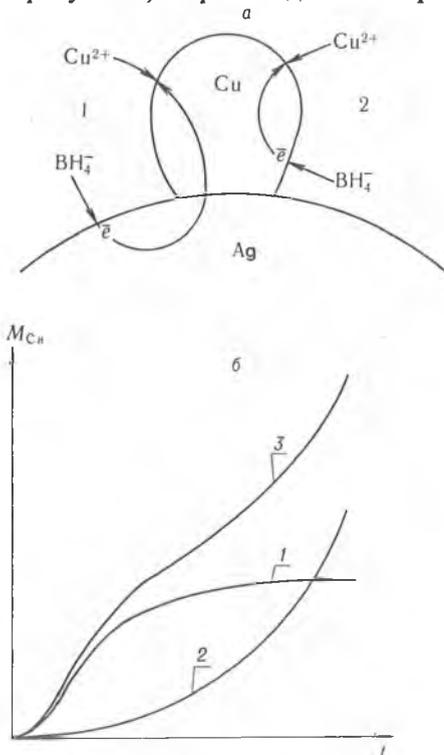


Рис. 4. Схема (а) и кинетические кривые (б) иллюстрируют химическое осаждение меди на частицах проявленного серебра в виде суммы двух параллельно протекающих процессов:

1 – осаждение меди за счет окисления BH_4^- -ионов на серебре (реакция 1); 2 – осаждение меди за счет окисления BH_4^- -ионов на меди (реакция 2); 3 – суммарная кривая

лени борогидрида, чем медь, то процесс осаждения меди с самого начала носил бы выраженный автокаталитический характер, чего не наблюдается в наших опытах.

Основываясь на полученных данных, процесс химического осаждения меди из раствора МБП на частицах серебра фотографического изображения можно представить следующим образом.

В начальный момент реакции инициируется частицами серебра. После зарождения фазы меди в отдельных активных точках поверхности частиц серебра (например, на ступеньках роста, дефектах кристаллической структуры) восстановление ионов меди протекает только на поверхности медных зародышей. Окисление же борогидрид-ионов на этой стадии происходит в основном на поверхности частиц серебра (реакция 1), в силу ее большей, чем у меди, активности и в силу значительно большей величины поверхности частиц серебра по сравнению с поверхностью частиц меди, что следует из электронно-микроскопических снимков. Из-за малой величины поверхности, на которой происходит восстановление ионов меди (поверхности частиц меди), катодный процесс является в этот момент лимитирующим. По мере роста медных частиц

зарождения фазы меди катодная реакция восстановления ионов меди до металла протекает лишь на поверхности частиц меди. Такой ход процесса, видимо, обусловлен меньшим перенапряжением восстановления Cu(II) на меди по сравнению с серебром. Учитывая, что частицы меди образуются не на всей поверхности частиц серебра, а только на отдельных ее участках и поверхность серебра остается доступной для компонентов проявляющего раствора, а также то, что на протяжении всего процесса осаждения частицы меди имеют контакт с частицами серебра, можно предположить, что анодная реакция окисления ионов BH_4^- протекает как на поверхности частиц серебра, так и на поверхности частиц меди. В соответствии с этим весь процесс химического осаждения меди можно условно разделить на два – протекающий за счет окисления BH_4^- на серебре (реакция 1) и протекающий за счет окисления BH_4^- на меди (реакция 2), что поясняется на рис. 4, а.

Активность поверхности меди по отношению к окислению на ней ионов BH_4^- меньше, чем активность поверхности серебра. С одной стороны, на это указывают результаты электрохимических исследований [6]. С другой стороны, если бы серебро было менее активно при окис-

и увеличения их поверхности увеличивается и скорость осаждения меди (см. рис. 2). В этот начальный период процесса осаждение меди происходит в основном за счет протекания реакции 1, вклад реакции 2 невелик, хотя и постоянно увеличивается в соответствии с ростом поверхности меди (см. рис. 4).

Постепенно (примерно через 1–1,5 мин после начала реакции) поверхность частиц меди достигает такой величины, когда катодный процесс перестает быть лимитирующим. В этот момент скорость процесса максимальна, ему соответствует максимум на кривых $v-t$ (см. рис. 3). Далее скорость процесса осаждения меди определяется скоростью окисления борогидрид-ионов.

По мере роста частиц меди они во все большей степени экранируют собой поверхность частиц серебра, затрудняя доступ к ней ионов борогидрида. Это приводит к постепенному снижению скорости реакции 1 и, следовательно, всего процесса осаждения в целом. Причиной снижения скорости окисления борогидрида на серебре может быть также постепенная дезактивация поверхности частиц этого металла вследствие взаимодействия со специфически адсорбирующимися соединениями, присутствующими в растворе. В то же время если бы выделяющаяся медь не обладала каталитической активностью по отношению к окислению борогидрида, скорость осаждения меди по мере все большего экранирования и/или дезактивации поверхности серебра постепенно упала бы до нуля. Однако поскольку окисление борогидрид-ионов происходит и на поверхности частиц меди, и эта поверхность постоянно увеличивается, то скорость осаждения меди не падает до нуля. Она проходит через минимум, где убыль скорости окисления борогидрида на серебре компенсируется увеличением скорости окисления борогидрида на меди, и продолжает медленно и с небольшим ускорением, обусловленным увеличением поверхности частиц меди, расти (см. рис. 3).

Авторы благодарят академика АН РБ В. В. Свиридова за помощь в обсуждении результатов данной работы и высказанные пожелания, которые были учтены при подготовке рукописи к опубликованию.

Список литературы

1. Свиридов В. В. // Несеребряные фотографические процессы / Под ред. А. Л. Каргужанского. Л., 1984. С. 242.
2. Пленка фототехническая ФТ-М. ТУ 6-17-761. П-84.
3. Бобровская В. П., Браницкий Г. А., Гаевская Г. А. и др. Медный борогидридный проявитель: А. с. 989523 СССР // БИ. 1983. № 2.
4. Новикова Н. Р., Рожков Е. С. // Журн. науч. и прикл. фото- и кинематографии. 1977. Т. 22. № 1. С. 10.
5. Ивановская М. И., Свиридов В. В., Степанова Л. И. // Там же. 1985. Т. 30. № 1. С. 14.
6. Оно И., Вакабаяси О., Харуяма С. Денки кагаку. 1985. № 3. С. 196.

УДК 621.357.8

Г. Л. ШУКИН, И. Л. КУЛЕШОВА,
А. Л. БЕЛАНОВИЧ, В. П. САВЕНКО

АНОДИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЯ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ НА ОСНОВЕ ФОСФАТА НАТРИЯ

Особенности анодирования алюминия и его сплавов в щелочных растворах рассмотрены в литературе гораздо менее подробно по сравнению с кислыми электролитами. Наиболее полно изучено формирование анодных оксидных пленок (АОП) алюминия (толщина 1–5 мкм) в карбонатных растворах [1–6]. Установлена возможность получения тонких анодных пленок (до 4–5 мкм) и в электролитах, содержащих фосфаты щелочных металлов [7–11]. Отмечено, что эти пленки обладают высокой эластичностью и в их состав входит некоторое количество фосфат-ионов [12].

В данной статье представлены сведения о процессе формирования анодных пленок на алюминии в фосфатных электролитах. Кроме того,

рассматривается роль фторид-ионов, которые дополнительно вводятся в состав фосфатного электролита. Ранее было показано [11, 12], что введение фторидов в аммиачный и карбонатный электролиты анодирования приводит к увеличению коррозионной стойкости анодных пленок, что, по-видимому, обусловлено образованием в порах и на поверхности пленки оксифторида или фторида алюминия.

Для работы использовали пластины алюминия размером 10×30 мм, обезжиренные в растворе NaOH (60 г/л), а затем обработанные в растворе азотной кислоты (300 г/л). Анодирование проводили в растворе тринатрийфосфата без и с добавкой фторида натрия при различном соотношении их концентраций при температуре электролита от 10 до 30°C в течение 5–120 мин. Толщину анодных пленок определяли на поперечном микрошлифе с помощью микроинтерферометра МИИ-4, а микротвердость – на приборе ПМТ-3. Пористость полученных пленок определяли путем наполнения пор маслом по методике [13]. Термостойкость пленок оценивали визуально по наличию или отсутствию трещин после прогрева АОП в течение 30 мин в муфельной печи при температуре 350 °С с последующим охлаждением до комнатной температуры. Коррозионные испытания образцов проводили в 5%-ном растворе NaCl с добавлением 0,3 г/л CuCl_2 и уксусной кислоты до pH 3,3–3,5 путем периодического погружения в раствор в течение 24 ч (4 раза по часу выдержки в растворе, 3 раза – по 2 ч, 2 раза по 3 ч и 2 раза по 4 ч). По окончании испытаний образцы промывали в воде, контактная медь удалялась в 20%-ном растворе азотной кислоты. Оценку коррозии проводили по изменению массы образцов.

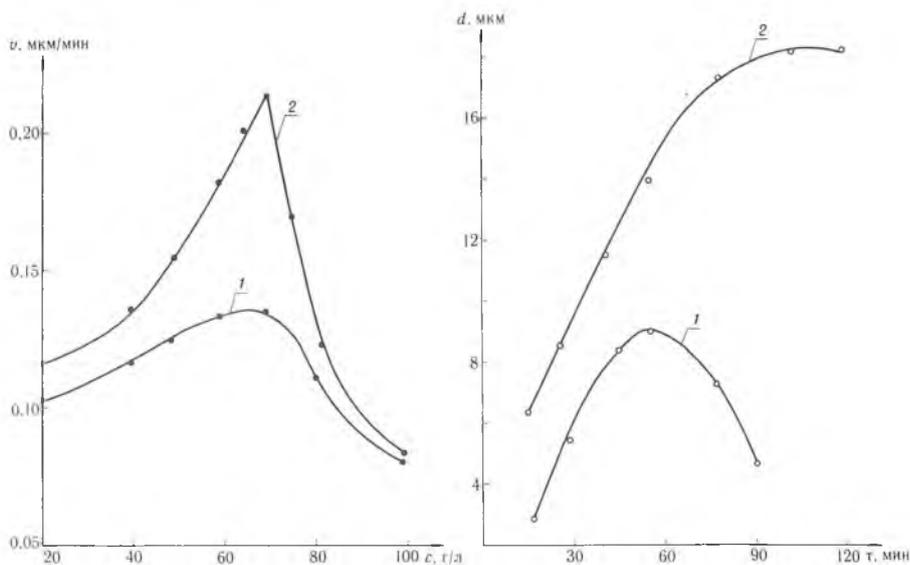


Рис. 1. Зависимость скорости роста пленок от концентрации $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ в электролите: напряжение формирования 60 В (1) и 80 В (2), температура электролита 18 ± 3 °С

Рис. 2. Зависимость толщины АОП от времени анодирования в растворе $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (75 г/л) без (1) и с добавкой (2) NaF (5 г/л): напряжение формирования 60 В (1) и 80 В (2), температура электролита 18 ± 3 °С

Из рис. 1 видно, что при увеличении концентрации тринатрийфосфата скорость образования пленок возрастает и проходит через максимум, появление которого, по-видимому, можно связать с ростом травящего действия раствора на анодный оксид при возрастании концентрации фосфата. В электролите, содержащем $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ в количестве 60–75 г/л, при клеммовом напряжении 60 В и температуре 18±3 °С в течение 30 мин формируется АОП толщиной 6–8 мкм. Изменяя условия анодирования, нам не удалось получить АОП толще 8 мкм.

Добавка в электролит фторида натрия позволила увеличить скорость роста пленок примерно в два раза. Максимальная скорость роста фор-

мируемых АОП достигается при концентрации фторида натрия в электролите 5 г/л. Дальнейшее увеличение концентрации NaF приводит к снижению скорости роста АОП. На рис. 2 представлена зависимость изменения толщины формируемой АОП от времени анодирования в растворе фосфата натрия без (кривая 1) и с добавкой (кривая 2) фторида натрия. Введение в электролит добавки NaF, которая, по-видимому, уменьшает травящее действие электролита, позволяет формировать примерно в два раза более толстые АОП, чем в тринатрийфосфатном электролите без добавки. Дальнейшее формирование АОП проводили в электролите, содержащем 75 г/л тринатрийфосфата с добавкой 5 г/л фторида натрия.

Скорость роста АОП возрастает с увеличением плотности тока и, достигнув максимального значения (0,27 мкм/мин) при 2,0 А/дм², далее уменьшается. Последнее, вероятно, обусловлено увеличением скорости травления АОП за счет усиления выделения тепла в зоне формирования оксида. Напряжение формирования оксида при плотности тока 2,0 А/дм² в течение 30 мин повышается до 170 В. При формировании АОП при постоянном напряжении максимальная скорость роста (0,30 мкм/мин) наблюдается при напряжении формирования 80 В. Плотность тока при этом уменьшается с 2,0 А/дм² до 1,1 А/дм². Толщина АОП, формируемых в течение 30 мин в гальваностатическом и потенциостатическом режимах, примерно одинакова. Поэтому формирование пленок целесообразно проводить при постоянном напряжении.

При увеличении температуры электролита от 10 до 25 °С скорость роста АОП увеличивается (с 0,2 мкм/мин до 0,4 мкм/мин), затем уменьшается, что следует приписать увеличению скорости процессов, обуславливающих растворение оксида, при росте температуры.

Некоторые физико-химические свойства оксидных пленок алюминия

Состав электролита, г/л	Условия анодирования			Толщина, мкм	Пористость, %	Микротвердость, кг/мм ²	Термостойкость	Δm, мг/дм ²
	U, В	τ, мин	t, °С					
H ₂ SO ₄ - 200	13	40	18±3	18	22	460	неуд.	136
Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O - 75	60	60	18±3	8	32	370	уд.	96
Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O - 75								
NaF - 5	80	60	18±3	18	35	230	уд.	79

Δm—изменение массы образца при коррозионных испытаниях

В таблице приведены свойства АОП, сформированных в щелочном электролите на основе тринатрийфосфата без и с добавкой фторида натрия, в сравнении с АОП, полученными в серной кислоте. Как видно, АОП, сформированные в щелочных электролитах, более пористы, термостойки и обладают большей коррозионной стойкостью, чем АОП, полученные в серной кислоте.

Таким образом, введение в фосфатный электролит фторида натрия позволяет формировать на алюминии термостойкие анодные пленки толщиной до 20 мкм, коррозионная стойкость которых больше, чем у пленок, полученных в сернокислотном электролите.

Список литературы

1. Богоявленский А. Ф. //ЖПХ. 1947. Т. 20. Вып. 6. С. 532.
2. Богоявленский А. Ф. //Там же. Вып. 7. С. 613.
3. Грызлов В. Н., Романенков А. А. //Иzv. вузов: Химия и хим. технология. 1987. Т. 30. Вып. 7. С. 72.
4. Голубев А. И., Рогожина С. П. //Защита металлов. 1982. Т. 18. № 5. С. 752.
5. Богоявленский А. Ф., Силецкая Н. В. //ЖПХ. 1956. Т. 29. Вып. 8. С. 1295.

6. Богоявленский А. Ф., Добротворский Г. Н.//Анодная защита металлов: Докл. I межвуз. конф. М., 1964. С. 233.
7. Белов В. Г., Богоявленский А. Ф., Ишмуратова А. С.//Изв. вузов: Химия и хим. технология. 1971. Т. 14. Вып. 1. С. 72.
8. Белов В. Г., Богоявленский А. Ф., Ишмуратова А. С.//Там же. Вып. 4. С. 639.
9. Кочергина В. А., Ишмуратова А. С., Тагирова С. П.//Анодное окисление металлов: Межвуз. сб. Казань, 1982. С. 17.
10. А. с. 452630 СССР//БИ. 1974. № 45.
11. Yoshimura С., Nogushi Н.//Journ. Metal Finish Soc. Jap. 1979. V. 30. N 1. P. 27.
12. Yoshimura С., Nogushi Н.//Ibid. V. 29. № 8. P. 414.
13. Аверьянов Е. Е. Справочник по анодированию. М., 1988.

УДК 621.793.3

В. П. БОБРОВСКАЯ, В. Г. СОКОЛОВ, В. В. ЮРКЕВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ Bi (III) НА ПРОЦЕСС ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ

Известно [1], что никелевые покрытия, получаемые химическим осаждением из растворов, широко используются при изготовлении устройств радиотехники и микроэлектроники, в частности контактных систем, волноводов, токопроводящих покрытий и др. Одним из возможных путей улучшения эксплуатационных свойств таких покрытий является введение в состав растворов химического никелирования некоторых добавок, соосаждение которых с никелем приводит к образованию сплавов, отличающихся от исходных покрытий лучшей паяемостью, коррозионной стойкостью, микротвердостью и др. [2].

В настоящем сообщении представлены результаты исследования особенностей формирования и свойств никелевых покрытий при добавке в раствор соли висмута.

Сведения о возможности использования солей висмута в качестве добавок в растворы химического никелирования весьма ограничены [3]. Ранее нами было показано положительное воздействие висмута на адгезионную прочность и износостойкость тонких никелевых покрытий, получаемых химическим осаждением из растворов. Однако влияние висмута на другие весьма важные эксплуатационные характеристики никелевых покрытий (в частности, паяемость, пластичность) нами не изучалось.

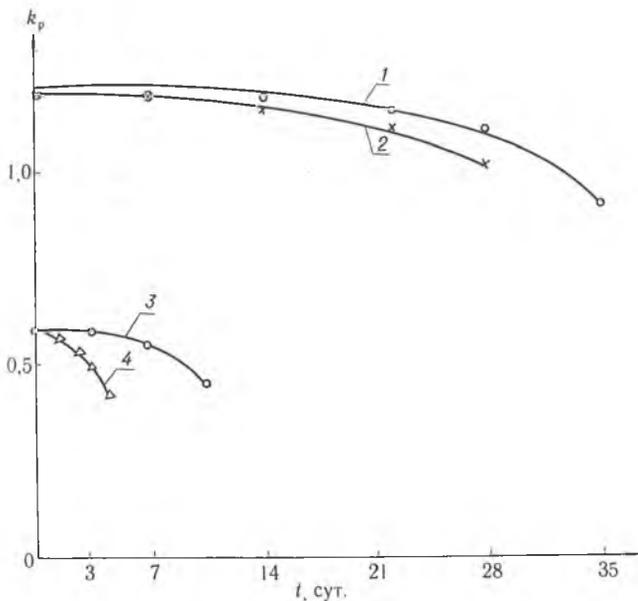
В данной работе добавку соли висмута вводили в раствор, содержащий в качестве восстановителя гипофосфит натрия, состав которого обоснован нами ранее [4] и который хорошо зарекомендовал себя при использовании в технологии изготовления никелевых маскирующих покрытий для фотошаблонов и контактных систем в технологии изготовления силовых кремниевых диодов. В качестве соли висмута использовали нитрат, концентрацию которого в растворе никелирования варьировали в интервале $4 \cdot 10^{-6}$ – $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л. В качестве подложек использовали кремниевые пластинки.

Содержание в сплавах соосаждаемых металлов анализировали атомно-эмиссионным методом с помощью кварцевого спектрометра ИСП-28. Контроль за изменением фазового состава покрытий, исходных и термообработанных до $400^\circ C$ в атмосфере аргона в течение 30 мин, осуществляли с помощью рентгенофазового анализа на дифрактометре «ДРОН-3». Исследование морфологии покрытий проводили методом трансмиссионной микроскопии с помощью микроскопа ЭМВ-100ЛМ. Паяемость оценивали по коэффициенту растекания (K_p) припоя ПОС-60 в спирто-канифольном флюсе при температуре $260^\circ C$. K_p определяли из соотношения площади растекания припоя к его исходной площади. Паяемость считалась удовлетворительной при $K_p \geq 1$ [6].

Зависимость скорости осаждения никеля от концентрации добавки соли висмута в растворе никелирования носит экстремальный характер с максимумом (повышение скорости осаждения составляет ~ 25%) при содержании добавки в интервале $0,5$ – $1,0 \cdot 10^{-5}$ моль/л. При концентрации соли висмута выше $5 \cdot 10^{-5}$ моль/л наблюдается снижение скорости осаждения никелевого покрытия до практически полного прекращения процесса при концентрации добавки свыше $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Согласно данным атомно-эмиссионного анализа, содержание соосаждаемых с никелем висмута и фосфора при максимальной скорости осаждения покрытия составляет 1,0 и 8,2 вес. % соответственно.

Соосаждение висмута с никелем и фосфором способствует не только значительному увеличению адгезионной прочности и износостойкости покрытий после их термообработки, но и улучшению их паяемости (рисунок). Согласно полученным результатам, никель-фосфорные покрытия, не содержащие примеси висмута, быстро (в течение нескольких суток) теряют способность к пайке при их хранении на воздухе и термообработке. При введении в раствор никелирования соли висмута ($1-4 \cdot 10^{-5}$ моль/л) паяемость покрытий значительно улучшается (K_p увеличивается с 0,6 до 1,25), причем как свежесаждаемых, так и прогретых при 400°C в атмосфере аргона.



Изменение коэффициента растекания (K_p) припоя от времени хранения Ni—Bi—P (1,2) и Ni—P (3,4) покрытий: 1,3 — без термообработки; 2,4 — термообработанных в атмосфере аргона при $T = 400^\circ\text{C}$ в течение 30 мин

Результаты рентгенофазового анализа показали, что свежесаждаемые покрытия, содержащие и не содержащие примеси висмута, представляют собой рентгеноаморфный никель. При фазовом анализе термообработанных при 400°C покрытий наряду с фазой кристаллического никеля обнаружены фаза кристаллического фосфида никеля (Ni_3P) и рентгеноаморфная фаза (P), причем в присутствии примесей Bi (III) содержание в осажденных покрытиях кристаллического Ni_3P , как правило, ниже (в ~ 2 раза).

Введение добавки соли висмута в раствор никелирования оказывает влияние и на морфологию получаемых покрытий: средний размер зерен никеля снижается с 50–60 до 20 нм (при концентрации соли висмута $1-4 \cdot 10^{-5}$ моль/л и толщине покрытия 0,5 мкм) и достигается более узкое распределение этих зерен по размерам.

Таким образом, добавки Bi (III), являясь каталитическим ядом (ингибитором) автокаталитического восстановления никеля (II) гипофосфитом, в малых количествах (менее $2 \cdot 10^{-5}$ моль/л) заметно увеличивают скорость формирования покрытия, вероятно, вследствие облегчения процесса окисления гипофосфита в присутствии металлической примеси висмута, способствуют образованию мелкозернистых, более монодисперсных по микроструктуре покрытий и, соосаждаясь с никелем, значительно улучшают такие свойства покрытий, как паяемость, адгезионная прочность и др.

Список литературы

1. Горбунова К. М., Иванов М. В.//Журн. Всесоюз. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева. 1988. Т. 33. № 2. С. 157.
2. Свиридов В. В., Воробьева Т. Н., Гаевская Т. В., Степанова Л. И. Химическое осаждение металлов из водных растворов. Мн., 1987.
3. Прусов Ю. В., Макаров В. Ф., Флеров В. Н.//ЖПХ. 1984. № 10. С. 2369.
4. Бобровская В. П., Бирюкова Н. М., Браницкий Г. А., Солов В. Г.//Конф. по теорет. основам техн. нанесения хим. покрытий из металлов и сплавов. Киев, май 1988: Тез. докл. Киев, 1988. С. 14.

УДК. 541.128

*Е. Ю. БАТЯН, В. В. СВИРИДОВ, М. И. ИВАНОВСКАЯ,
Г. А. БРАНИЦКИЙ, Л. С. ИВАШКЕВИЧ*

СВЯЗЬ МЕЖДУ СТРУКТУРНОФАЗОВЫМИ ПРЕВРАЩЕНИЯМИ В СЕРЕБРСОДЕРЖАЩЕЙ АЛЮМОСИЛИКАТНОЙ КЕРАМИКЕ И ЕЕ КАТАЛИТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Ранее [1] было показано, что серебрсодержащая алюмосиликатная керамика, полученная прокаливанием на воздухе при 1350 °С керамической массы на основе оксидов Al_2O_3 и SiO_2 с добавлением $AgNO_3$, обладает высокой каталитической активностью в реакции окисления метанола в формальдегид при невысоком (по сравнению с известными катализаторами) содержании серебра. Существенно, что серебро в таких системах находится в высокодисперсном и частично окисленном состоянии и легко восстанавливается при воздействии различных восстановителей (H_2 , пары метанола и др.) [2]. Одновременно с восстановлением серебра и концентрированием его на поверхности гранул керамики происходят изменения в кристаллической структуре самой керамики [3]. По мнению некоторых исследователей [4], активность и селективность серебряных катализаторов в реакции окисления метанола в формальдегид определяются не только состоянием серебра в катализаторе, но и фазовым составом керамической основы, определяющим ее кислотно-основные свойства.

Цель данной работы – изучить структурнофазовые превращения в алюмосиликатной керамике при высокотемпературном прокаливании и выявить их влияние на эксплуатационные свойства керамического катализатора в реакции окисления метанола в формальдегид (активность, селективность, механическую прочность и др.).

Экспериментальная часть

Исследовались образцы серебряных керамических катализаторов, приготовленных прокаливанием на воздухе при 900–1350 °С смеси, содержащей $AgNO_3$ и керамическую массу на основе природных минералов, содержащих оксиды кремния и алюминия в аморфном и кристаллическом состояниях (каолин, кремниевую кислоту, полевошпат, кварц и др.). Соотношение основных компонентов в системе: $Ag:Al_2O_3:SiO_2 = 0,57 : 1 : 9$ (мол.). Термогравиметрическое исследование процесса термического формирования серебрсодержащей алюмосиликатной керамики осуществлялось на дериватографе ОД-102 в интервале температур 20–1400 °С при скорости нагрева 7,5°/мин. Рентгенофазовый анализ (РФА) образцов проводился на дифрактометре ХСГ-4А с использованием $CuK\alpha$ -излучения (Ni-фильтр). Каталитическая активность изучалась в проточном реакторе с подвижным слоем катализатора объемом 4–5 см³ при 630–650 °С и $O_2/CH_3OH = 0,38$. Газообразные продукты анализировались хроматографически, формальдегид – титрометрическим методом. Механическая прочность гранул катализатора оценивалась по величине приложенной к стальному клину силы, необходимой для раскалывания гранулы диаметром ~ 3 мм. Удельная поверхность катализаторов определялась по низкотемпературной адсорбции аргона.

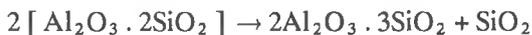
Результаты и их обсуждение

На кривой ДТА (рис. 1) в области температур 900–1400 °С наблюдается два экзоэффекта (980 и 1230 °С), сопровождающиеся небольшим уменьшением массы образцов (3–5%) и значительным уменьшением объема гранул катализатора (до 15–30%). При прокаливании образцов свыше 1250 °С никаких эффектов, связанных с выделением или поглощением тепла, не происходит. Кривые ДТА образцов, содержащих и не содержащих серебро, идентичны.

Следует отметить, что аналогичного вида кривая ДТА с экзоэффектами в области температур 950–1050 и 1150–1250 °С приводится в литературе для термического разложения каолина и связывается со структурнофазовыми превращениями в алюмосиликатной структуре. Согласно имеющимся в литературе данным [5], в интервале температур 550–600 °С (эндоэффект на кривой ДТА) каолин $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ дегидратируется, превращаясь в рентгеноаморфный метаксаолин $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$.

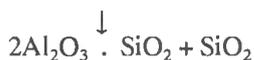
Рентгеноаморфный метаксаолин $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ (по некоторым данным [6], с остатками упорядоченной структуры) при дальнейшем повышении температуры прокаливании постепенно разлагается с выделением из алюмосиликатной структуры SiO_2 . По мере увеличения температуры из решетки алюмосиликата удаляется все большее количество SiO_2 .

В [5, 6] предполагается, что небольшой экзоэффект при 980 °С связан с превращением метаксаолина в дефектную алюмокремниевую структуру шпинельного типа (фаза, аналогичная $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$):



шпинель

По мере увеличения температуры шпинель превращается в муллит с выделением SiO_2 , вероятно, имеющего структуру кристобалита:



По-видимому, экзоэффект в области температур 1150–1250 °С соответствует кристаллизации муллита и кристобалита.

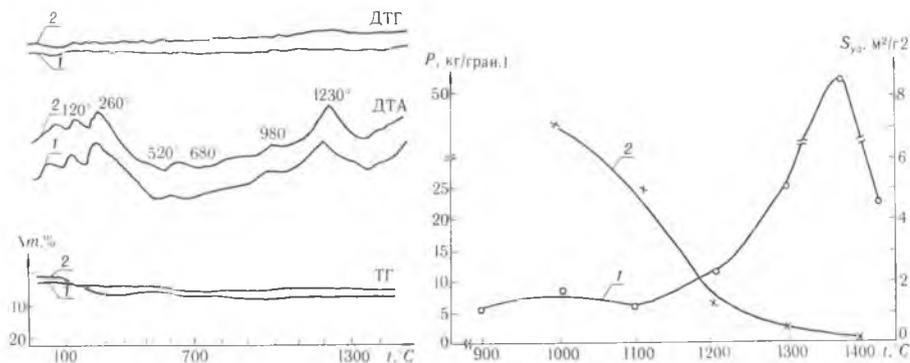


Рис. 1. Кривые термического разложения алюмосиликатной керамики без серебра (1) и с серебром (2)

Рис. 2. Изменение механической прочности (1) и удельной поверхности (2) серебро-содержащей керамики в зависимости от температуры прокаливания

С указанными выше структурнофазовыми превращениями может быть связано наблюдаемое с увеличением температуры прокаливания снижение удельной поверхности и возрастание механической прочности керамики (рис. 2). Известно, что кристаллы муллита иглообразной

формы придают повышенную прочность керамике. Образование кристаллов такой формы наблюдалось нами в исследованной керамике.

Данные рентгенофазового анализа подтверждают рассмотренную выше схему структурнофазовых превращений в керамике с увеличением температуры прокаливания (рис. 3). После прокаливания при 1000 °С в керамике наряду с фазой SiO_2 (кварц), которая присутствует в исходной смеси веществ до термообработки, рентгенографически обнаруживается фаза $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, которую, вероятно, и можно отнести к шпинельной фазе алюмосиликата (см. рис. 3,а). При дальнейшем увеличении температуры прокаливания уменьшается содержание шпинельной фазы и появляются фазы муллита и кристобалита, концентрация которых по мере возрастания температуры прокаливания увеличивается (см. рис. 3,б; 3,в).

После прокаливания при 1200 °С и выше шпинельная фаза не регистрируется (см. рис. 3,г). При температуре свыше 1350 °С по данным РФА никаких структурнофазовых превращений в керамике не происходит. Муллит и кристобалит являются устойчивыми кристаллическими фазами.

Данные рентгенофазового анализа указывают на присутствие в керамике и после высокотемпературного прокаливания некоторого количества рентгеноаморфной фазы, которая, вероятно, представляет собой метакаолин, не подвергнувшийся термическому разложению с выделением диоксида кремния.

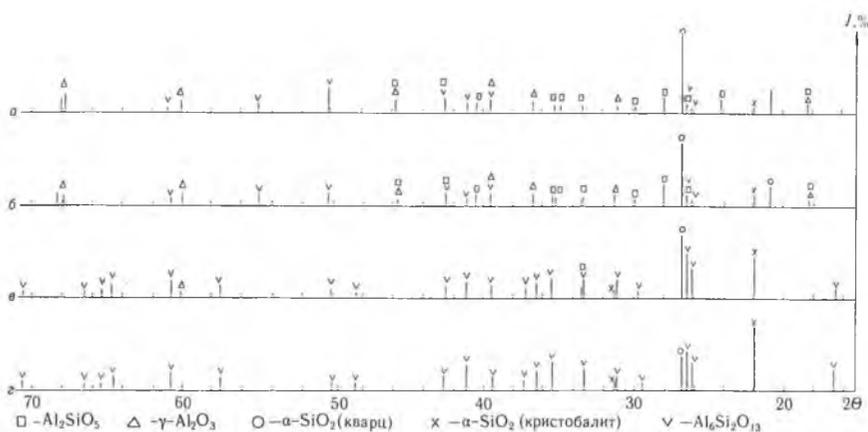


Рис. 3. Штрихрентгенограммы алюмосиликатной керамики, прокаленной при разных температурах (°С): а—1000, б—1100, в—1200, г—1350

Рентгенографически серебро в образцах после термообработки при 1000–1350 °С не обнаруживается. В предшествующих исследованиях [2, 3] установлено, что серебро в таких образцах находится преимущественно в окисленном состоянии. Можно предположить, что ионы серебра стабилизируются между слоями аморфной структуры метакаолина. Известно, что метакаолин представляет собой комбинацию слоев $(\text{Si}_2\text{O}_5)_n$ из тетраэдров $[\text{SiO}_4]$, связанных со слоями из октаэдров $[\text{AlO}_6]$. Образование общего отрицательного заряда решетки при изоморфных замещениях некоторой части ионов Si^{4+} в тетраэдрах решетки на ионы Al^{3+} обуславливает удерживание между слоями положительных ионов Ag^+ . Такое предположение позволяет объяснить повышенную термическую устойчивость как окисленного состояния серебра, так и аморфной фазы в Ag -содержащей керамике, а также легкость восстановления ионов серебра при воздействии восстановителей уже при комнатной температуре. Следует отметить, что процесс восстановления окисленного серебра по данным электронной микроскопии и рентгенографии [2] сопровождается возрастанием содержания в керамике кристаллов муллита иголь-

чатой формы и уменьшением содержания аморфной составляющей керамики. Эти наблюдения подтверждают предположение о стабилизации ионов серебра между слоями $[\text{SiO}_4]$ и $[\text{AlO}_6]$ аморфной фазы алюмосиликата. При восстановлении ионов Ag^+ происходит распад этой фазы с выделением из нее SiO_2 и формированием кристаллов муллита преимущественно игольчатой формы при комнатной температуре. При этом образование кристаллов муллита носит явно анизотропный характер. Вероятно, это является следствием структуры метакаолина, характеризующейся определенной направленностью слоев.

Изменение каталитической активности серебросодержащей керамики в реакции окисления метанола в зависимости от температуры прокаливания

$T_{\text{прок.}}, ^\circ\text{C}$	Конверсия, %	Селективность, %	Выход, %
900	86,3	65,9	56,9
1000	90,3	63,1	57,0
1100	90,1	70,4	63,4
1200	91,6	63,2	57,9
1350	93,2	84,1	78,4
1400	92,4	76,5	70,7

Результаты исследования каталитических свойств серебросодержащей керамики представлены в таблице. Из представленных результатов следует, что наиболее высокие показатели по селективности, степени превращения метанола и выходу формальдегида в реакции окисления метанола в формальдегид достигаются на образце, прокаленном при 1350°C . Образцы, прокаленные при 900 , 1000 и 1200°C , имеют практически одинаковые показатели селективности и выхода продукта, а на образце, прокаленном при 1100°C , наблюдается некоторое увеличение селективности каталитического процесса с возрастанием выхода продукта.

Изменение активности и селективности изучавшихся катализаторов может быть обусловлено превращениями, происходящими в структуре керамики, и изменением состояния серебра как при прокаливании на воздухе, так и при воздействии реакционной среды. Как следует из представленных результатов, с возрастанием температуры прокаливания изменяется фазовый состав керамики. Появление в результате ряда превращений алюмосиликатной структуры фаз муллита и кристобалита влияет на кислотно-основные свойства керамики и характер взаимодействия с ней серебра. В результате постоянного обогащения керамики фазой SiO_2 по мере выделения последней из алюмосиликатной составляющей она приобретает все более кислотные свойства, которые, как известно [7], положительно сказываются на каталитических характеристиках серебряных катализаторов окисления метанола. Кроме того, образующаяся фаза кристобалита имеет структуру, благоприятствующую миграции серебра из объема керамики на поверхность. Повышение же количества активной фазы на поверхности должно способствовать увеличению каталитической активности керамики. При температуре прокаливания выше 1350°C происходит остекловывание поверхности керамики, что затрудняет процессы восстановления и диффузии серебра на поверхность. Данный факт приводит к снижению каталитической активности образцов.

Список литературы

1. Б а т я н Е. Ю., Б р а н и ц к и й Г. А., Л а ш у к Л. И., М а т в е й ч у к С. В., М а к а т у н В. Н. Катализаторы высокотемпературных окислительных процессов на основе армированных металлических и металлокерамических блоков: Тез. докл. I Всесоюз. конф. «Блочные носители и катализаторы сотовой структуры». Пермь, 1990. С. 63.

2. С в и р и д о в В. В., И в а н о в с к а я М. И., Б а т я н Е. Ю., Б р а н и ц к и й Г. А. Высокотемпературные окислительно-восстановительные превращения серебра в алюмосиликатной керамике: Тез. докл. XI совещ. по кинетике и механизму химических реакций в твердом теле. Мн., 1992. С. 436.
3. Б а т я н Е. Ю., И в а н о в с к а я М. И., Г р и г о р е н к о в В. И. Электронно-микроскопическое изучение свойств серебросодержащих керамических катализаторов окисления метанола в формальдегид: Тез. докл. III Респ. науч.-техн. конф. «Применение электронной микроскопии в науке и технике». Мн., 1991. С. 42.
4. К а л и я М. Л., Н е ч а е в а Г. Ю., К у л ь к о в а Н. В. // Кинетика и катализ. 1982. Т. 23. С. 1287.
5. К и н г е р и У. Д. Введение в керамику. М., 1967. С. 219.
6. Б р е к Д. Цеолитовые молекулярные сита. М., 1976. С. 743.
7. И с к р ы ш к и н Ю. С., П а н т е л е е в Е. В., Ш а к и р о в И. В., К а й м е н о в А. П. Неорганические расплавы—катализаторы превращения органических веществ. М., 1989. С. 37.



УДК 595.763.5

О. Р. АЛЕКСАНДРОВИЧ, В. А. ЦИНКЕВИЧ

ЖУКИ ПИЛЮЛЬЩИКИ (Byrrhidae), ЛОЖНОПИЛЮЛЬЩИКИ (Limnichidae) И НОЗОДЕНДРИДЫ (Nosodendridae) ФАУНЫ БЕЛАРУСИ

Изучение фауны – фундаментальная научная задача, на результатах которой основываются разнообразные приложения: эколого-фаунистический анализ, зоогеографические построения, разработка мероприятий по охране полезных, редких и исчезающих видов, борьба с вредителями сельского и лесного хозяйства. Без детального изучения видового состава невозможна организация экологического мониторинга. В Беларуси серьезные исследования фауны насекомых только разворачиваются [1], и среди самого обильного по числу видов отряда животных – жесткокрылых (Coleoptera) – достаточно полно изучены не более 5 семейств, представители которых имеют практическое значение. Так сложилось, что пилюльщики, ложнопилюльщики и нозодендриды в республике специально не изучались.

Основы фаунистики семейств Byrrhidae, Limnichidae и Nosodendridae на территории Беларуси были заложены в работе Н. М. Арнольда [2]. Для Могилевской губернии им указано 10 видов. Эти сведения были процитированы в сводке Г. Г. Якобсона [3]. Следующее упоминание появилось в работе А. И. Радкевича [4], где речь идет о 4 видах, обитающих в Белорусском Поозерье. Далее, в статье А. Ф. Кипенварлици [5], приведен 1 вид из семейства Byrrhidae на территории Белорусского Полесья. И только в 1989 г. появилось сообщение о находке 2 видов пилюльщиков на территории Березинского государственного биосферного заповедника [6]. По литературным данным в республике встречается 10 видов из семейств Byrrhidae и Limnichidae.

Материал и методика

В настоящем сообщении авторами представлены результаты обработки как собственных сборов, так и коллекционных материалов, любезно предоставленных А. Д. Писаненко, М. В. Максименковым, Г. А. Козулько, А. И. Рубченок, Е. М. Жуковцом. Собственные материалы авторов собраны в окрестностях Минска и в Беловежской пуще во время стационарных и экспедиционных учетов. Стационарные наблюдения проводились с помощью ловушек Барбера [7], установленных в местах обитания пилюльщиков: в молодом ельнике мшистом и на суходольном лугу. Численность жуков была слишком низкой, чтобы получить статистически достоверные данные, но для выявления видового состава их было достаточно. Дополнительные материалы были собраны при просеивании подстилки и верхнего слоя почвы, под выбросами на берегах водоемов, в бродящем древесном соке. Всего собрано 243 экземпляра жуков указанных семейств, более 300 экземпляров просмотрено в коллекционных материалах, в результате чего установлено 16 видов, из которых 6 оказались новыми для территории республики. Определение жуков проводилось с использованием определительных таблиц М. Мроч-

ковского [8], Л. В. Арнольди [9], Х. Паулюса [10], Г. Ш. Лафера [11]. Распространение и пищевая специализация даны по М. Мрочковскому [8].

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СЕМЕЙСТВ

Надсемейство Parnoidea Leach, 1817

Семейство Limnichidae Erichson, 1846—ложнопилюльцики

Род *Limnichus* Dejean, 1821

* 1. *L. incanus* (Kiesenwetter, 1838) – гигрофильный вид, распространен в Южной и Юго-Западной Европе. Известен из Минского р-на окр. д. Атолино, посевы ячменя и клевера, 08–16.06.83; окр. Могилева, посевы ячменя, 27.07.83. Встречается в агроценозах и по берегам рек. Питается мхами и водорослями.

2. *L. sericeus* (Duftschmid, 1825) – гигрофильный вид, распространен в Средней и Южной Европе. В Беларуси редок на всей территории. Встречается по берегам рек с редкой растительностью. Питается водорослями и прибрежными мхами.

L. rugosus (Sturm, 1807) – транспалеарктический гигрофильный вид. Возможно нахождение на территории республики.

Род *Pelochares* Mulsant et Reu, 1869

* 1. *P. versicolor* (Waltl, 1838) – гигрофильный вид, распространен в Средней и Южной Европе. Единственная находка: Минский р-н, д. Гонолес, берег Заславльского водохранилища, 17.05.85, 3 экз. На песчаных берегах больших рек. Питается прибрежными мхами.

Надсемейство Byrrhoidea Latreille, 1805

Семейство Byrrhidae Latreille, 1806—пилюльцики

Триба Byrrhini Latreille, 1806

Род *Simplocaria* Stephens, 1826

Подрод *Simplocaria* (s. str.)

* 1. *S.* (s. str.) *semistriata* (Fabricius, 1794) – распространен в Северной, Средней Европе и в Северной Африке. Обнаружен: Минский р-н, п. Прилуки, озимая рожь, ячмень, 02–12.10.81, 6 экз.; Крупский р-н, окр. д. Маслѣнка, 02–15.09.87, 2 экз.; Ивацевичский р-н, окр. д. Панки 25.5.85, 1 экз. Встречается во влажных местах под мхом, камнями и гниющей растительностью.

Род *Moguchus* Erichson, 1846

2. *M. aeneus* (Fabricius, 1775) – распространен во всей Палеарктике. Обитает на всей территории республики. Встречается в сухих местах с песчаной почвой, редко по берегам рек в песчаных отложениях. Зимует имаго. Жуки активны в июне и августе.

Род *Lamprobyrrhulus* Ganglbauer, 1902

3. *L. nitidus* (Schaller, 1783) – распространен в Средней и Юго-Восточной Европе. Обитает на всей территории республики. Встречается по берегам рек на песчаных наслоениях, под мхами и камнями. Зимует имаго.

Род *Cytilus* Erichson, 1846

4. *C. sericeus* (Forster, 1771) – распространен во всей Голарктике. Обитает на всей территории республики. Эврибионтный вид. Зимует имаго. Активен в мае – июне и августе.

* 5. *C. auricomus* (Duftschmid, 1825) – распространен в Северной и Средней Европе. В Беларуси единственная находка: Столбцовский р-н, окр. д. Клецище, сосняк сфагновый 28.07.82, 1 экз.

Род *Byrrhus* Linnaeus, 1767

Подрод *Byrrhus* (s. str.)

6. *B. (s. str.) fasciatus* (Forster, 1771) – распространен во всей Голарктике. Обитает на всей территории республики. Встречается в сухих местах с песчаной почвой, под мхом, камнями, реже в почве.

* 7. *B. arietinus* Steffaliny, 1843 – распространен в Европе и на Кавказе. В Беларуси единственная находка: Березинский заповедник, ольс заболоченный 12.08.88.

8. *B. pustulatus* (Forster, 1771) – распространен в Европе, Сибири и на Кавказе. Обитает на всей территории республики. Встречается в сухих местах с песчаной почвой, чаще в агроценозах.

9. *B. pilula* Linnaeus, 1758 – распространен во всей Палеарктике. Эврибионтный вид, повсеместен, но чаще встречается на ксерофитных лугах и сухих сосняках. Зимует имаго. Активен в мае – июне и в августе.

Род *Porcinolus* Mulsant et Rey, 1869

10. *P. murinus* (Fabricius, 1794) – распространен в Северной и Средней Европе, Сибири, а также в Северной Америке. Обитает на всей территории республики. Встречается в сухих местах с песчаной почвой, чаще на ксерофитных лугах и в агроценозах.

Труба *Syncalyptini* Mulsant et Rey, 1869

Род *Syncalypta* Stephens, 1830

11. *S. spinosa* (Rossi, 1794) – распространен в Средней и Южной Европе, на Кавказе. Известен из Минской, Брестской и Могилевской областей. Встречается на песчаных местах, поросших мхом.

Род *Curimopsis* Ganglbauer, 1902

* 12. *C. paleata* (Erichson, 1846) – распространен в Северной, Средней Европе и Сибири. Обитает на всей территории республики. Встречается на песчаных и глинистых берегах больших рек. Зимует имаго. Активен с мая по август.

C. setigera (Illiger, 1786) – распространен в Северной и Средней Европе. Возможно нахождение в Беларуси.

Надсемейство *Dermestoidae* Latreille, 1804

Семейство *Nosodendridae* Erichson, 1846

Род *Nosodendron* Latreille, 1804

* 1. *N. fasciculare* (Olivier, 1790) – распространен во всей Европе. Единственная находка: Беловежская пуца, кв. 680 на вытекающем соке березы, 27.04.88., 8 экз.

Таким образом, в фауне жесткокрылых, обитающих на территории Беларуси, обнаружено 16 видов из семейств: *Byrrhidae* – 12, *Limnichidae* – 3 и *Nosodendridae* – 1. Из них 6 видов впервые указываются для фауны Беларуси – *Simplocaria semistriata* (F.), *Cytilus auricomus* (Duft.), *Byrrhus arietinus* Steff., *Pelochares versicolor* (Waltl), *Limnichus incanus* Kisenw., *Nosodendron fasciculare* (Oliv.). Виды *Limnichus rugmaeus* (Sturm) и *Curimopsis setigera* (Ill.) возможно будут обнаружены на территории республики.

Большинство видов обладает широкими голарктическими и палеарктическими ареалами, меньшая часть – европейскими. Зональные особенности фауны не выявлены: расселение видов на территории республики не обнаруживает границ ареалов. Вероятно, это обусловлено естественно-историческими причинами, в том числе и особенностями формирования фауны в антропогене.

Несмотря на сходные морфоэкологические адаптации: форма тела, строение конечностей, способность к танатозу, представители указанных семейств резко отличаются по экологии. Пилюльчики и ложнопилульчики – бриофаги и связаны с ранними пионерными стадиями ксероморфной сукцессии: началом формирования почвы на голых песках. Нозодендриды – мицетофаги и связаны с широколиственными лесами.

Все виды семейства пилюльчиков являются индикаторами ксероморфных стадий сукцессии и могут быть использованы для организации экологического мониторинга луговых и лесных экосистем.

Список литературы

1. Лопатин И. К., Хотько Э. И. // Фауна и экология жесткокрылых Белоруссии. Мн., 1991. С. 3.
2. Арнольд Н. М. Каталог насекомых Могилевской губернии. СПб., 1902.
3. Якобсон Г. Г. Жуки России и Западной Европы. СПб., 1905—1913.
4. Радкевич А. И. // Тр. Витеб. пед. ин-та. 1940. Вып. 2. С. 55.
5. Кипенварлиц А. Ф. Изменение почвенной фауны низинных болот под влиянием мелиорации и сельскохозяйственного освоения. Мн., 1961.
6. Насекомые Березинского заповедника. М., 1989.
7. Вагбер Н. С. // Journ. Elisha Mitchell. Sci. Soc. 1931. V. 46. P. 259.
8. Мгосцковский М. // Klucze do oznaczania owadów Polski. Warszawa, 1958. T. 19. S. 1.
9. Арнольди Л. В. // Определитель насекомых Европейской части СССР. М.; Л., 1965. Т. 2. С. 215.
10. Паулюс Н. Ф. // Die Käfer Mitteleuropas. 1979. Bd. 6. S. 327.
11. Лафер Г. Ш. // Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Л., 1989. Т. 3. Ч. 1. С. 444, 454.

УДК 591.9 + 598.2(476)

В. В. ГРИЧИК, Л. П. ШКЛЯРОВ

ИЗМЕНЕНИЯ В ОРНИТОФАУНЕ БАСЕЙНА НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР В ТЕЧЕНИЕ XIX—XX вв.

Нарочанская группа озер (Нарочь, Мясстро, Баторино, Белое), расположенная на севере Минской области, привлекала интересы орнитологов уже с первой половины XIX в. Конкретные, хотя и фрагментарные сведения, относящиеся к тому времени, можно найти в орнитологических работах К. Тизенгауза [1, 2] и В. Тачановского [3, 4]. Впоследствии, однако, зоологические исследования здесь были прекращены почти на столетие, если не считать непродолжительных наблюдений В. Шалова [5] за пролетом птиц на оз. Нарочь в 1916 г. И лишь с конца 40-х гг. нашего века изучение орнитофауны Нарочанского бассейна вновь возобновилось и с тех пор не прерывается до настоящего времени. Конкретные сведения за этот период можно найти в ряде публикаций [6—10], кроме того, немало интересных неопубликованных данных содержат фондовые коллекции Зоологического музея БГУ.

Целью настоящей работы является анализ качественных изменений в орнитофауне бассейна Нарочанских озер за период с середины XIX в. до наших дней. Значение таких исследований обусловлено высокими темпами изменения фауны и флоры, вызванного прогрессирующей деструкцией естественных биоценозов, нарушениями экологического баланса, прямым истреблением ряда видов и другими факторами, действие которых в районе Нарочанских озер усугубляется концентрацией большого количества оздоровительных комплексов и развитием массового туризма. Существенно и то, что на территории республики нет другого района, фауна которого изучалась бы столь детально и столь продолжительное время. Все это обуславливает особое значение данного региона как полигона для экологического и фаунистического мониторинга.

Положенные в основу настоящей работы собственные полевые наблюдения авторов, начатые в 1953 г., позволили дополнить список птиц бассейна оз. Нарочь [10] более чем 20 новыми видами, из которых не менее 9—гнездящиеся. Сравнительный же анализ всех перечисленных выше литературных и коллекционных источников позволил фиксировать ряд изменений в видовом составе птиц. Ниже изложены конкретные данные по каждому виду до отряда дневных хищных птиц включительно.

Чернозобая гагара (*Gavia arctica* L.) У В. Тачановского [4] имеется конкретное указание на гнездование гагары в середине XIX в. на оз. Белом, основанное, вероятно, на данных К. Тизенгауза, регулярно посещавшего в то время этот район. Есть основания полагать, что гагары гнездились на оз. Белом до конца 70—начала 80-х гг. нашего столетия. Пара этих птиц отмечена здесь летом 1981 г. [9] и неоднократно наблюдалась нами весной 1985 г., причем в утренние часы приходилось

слышать их громкие территориальные крики. Однако предпринятые в конце мая поиски гнезда результатов не дали, а в последующие годы птиц на озере уже не было. Гнездование, очевидно, прекратилось в связи с заметно усилившимся действием фактора беспокойства, к которому этот вид, как известно, очень чувствителен. В частности, вдоль озера была проложена шоссейная дорога, и на сравнительно небольшом, пригодном для гнездования гагар заболоченном участке берега стали практически ежедневно появляться рыболовы-любители.

На осеннем пролете не представляет редкости, а в некоторые годы (1960, 1966, 1984) бывает довольно обычной.

Кваква (*Nycticorax nycticorax* L.) К. Тизенгауз совершенно определенно писал о гнездовании кваквы в регионе в середине XIX в., а для окрестностей Постава (30 км к северу от Нарочи) даже указывал дату ее весеннего прилета – 28.04.1844 г. [2]. Точное описание Тизенгаузом признаков этой птицы [1], на наш взгляд, не оставляет сомнений в правильности определения вида, хотя таковые и высказывались в свое время Я. Доманевским [11].

В настоящее время эта цапля, возможно, изредка гнездится лишь на юге республики – в бассейне Припяти. Сокращение арсала произошло, вероятно, еще в прошлом столетии, так как при довольно интенсивном орнитологическом обследовании средних и северных областей Беларуси в первые три десятилетия XX в. этот вид уже никем не был найден.

Лебедь-шипун (*Cygnus olor* Gm.) По свидетельству К. Тизенгауза [1], этот вид полностью исчез с территории северо-запада Беларуси к концу XVIII в. Вторичное расселение его из соседних районов Литвы либо Польши происходило в 70-е гг. нашего столетия. Первая зафиксированная дата гнездования шипуна на Нарочанских озерах – 1976 г. [12]. Насколько известно, первым местом гнездования были тростниковые заросли у истоков р. Нарочанки. В 1980 г. отмечено появление второй гнездящейся пары – на оз. Нарочь у д. Степенёво [9]. В последующие годы число размножающихся пар увеличилось, и к 1991 г. на оз. Нарочь и у истоков р. Нарочанки гнездились 4–5 пар лебедей, на оз. Мястро – не менее 3 пар, на оз. Баторино – не менее 2 пар. Выводки появляются обычно с середины июня, а в условиях ранних весен 1989–1991 гг. отмечались уже в последних числах мая. В законченных кладках до 8 яиц, нормальное количество птенцов в выводке – 4–7. Кроме размножающихся пар, на крупных озерах каждое лето держатся небольшие группы и пары негнездящихся птиц.

Начиная с 1985 г., некоторое количество лебедей регулярно зимует на незамерзающих участках рек и протоках с быстрым течением. Задержке осеннего отлета явно способствует интенсивная подкормка этих птиц в курортной зоне оз. Нарочь.

Хохлатая чернеть (*Aythya fuligula* L.) В течение последних полутора столетий наблюдается интенсивное расширение ареала этого вида нырковых уток [13]. В работах XIX в. птица считалась лишь пролетной [1, 3, 4]. Первый летний экземпляр (взрослый самец) с оз. Нарочь датирован 05.08.1949 г. [6], однако не исключено, что это была летующая особь. Скорее всего, гнездование здесь хохлатой чернети началось позже – в 60-е гг., совпав с общей волной расселения вида по водоемам Беларуси. До 1988 г., пока на острове оз. Нарочь существовала большая колония озерной чайки, здесь ежегодно гнездились и около десятка пар чернети. После исчезновения колонии эти утки, очевидно, продолжают гнездиться на острове: 13.06.1991 г. здесь наблюдалось около двух десятков самцов и самок и найдены скорлупки от расклеванных воронами яиц этого вида. Кроме того, хохлатая чернеть, вероятно, гнездится в тростниках у истоков р. Нарочанки, где регулярно в мае – июне встречаются пары этих птиц, а также на оз. Баторино.

Красноголовая чернеть (*Aythya ferina* L.) Как и предыдущий вид, появилась на гнездовании сравнительно недавно, уже в 70-е гг. нашего века. Гнездится на озерах Баторино, Мястро, Нарочь, прудах рыбхоза «Скок», часто поселяясь вблизи колоний чайковых птиц (в частности, черной крачки). Одно гнездо найдено в 4 м от гнезда лебедя-шипуна. Фенология гнездования: 21.06.1986 г. – два гнезда: 5 слабо насиженных яиц и 5 накануне проклева птенцов; 27.05.1988 г. – 7

слабо насыженных яиц; 05.06.1988 г. – две свежие кладки: 3 и 8 яиц; 11.06.1988 г. – 8 свежих яиц.

Скопа (*Pandion haliaetus* L.). Была обычным видом в середине прошлого столетия [1–4]. К середине XX в., когда по всей европейской части ареала произошло резкое сокращение численности скопы [14], она, вероятно, исчезла и из бассейна Нарочанских озер, вновь появившись здесь уже в 70-е гг. В пользу такого предположения свидетельствует отсутствие вида в довольно значительных сборах из района Нарочи 1946–1957 гг., хранящихся в Зоологическом музее БГУ, а также отсутствие каких-либо упоминаний о нем в относящихся к тому времени литературных источниках [6, 7]. Хорошо знающие эту птицу местные охотники и рыбаки однозначно говорят о ее сравнительно недавнем появлении на озерах Нарочанской группы. Сказанное согласуется с общей тенденцией роста численности вида в последние десятилетия в Европе.

В 1988–1991 гг. в районе озер Нарочь – Мястро – Баторино гнезилось не менее трех пар скопы. Фенология гнездования: 12.05.1985 г. – три свежих яйца; 30.04.1988 г. – 1 свежее яйцо; 17.05.1990 г. – 3 слабо насыженных яйца. Особый интерес представляет факт наблюдавшегося нами в 1985 г. гнездования скопы в 3 км от Мяделя. Пара птиц избрала для гнезда вершину 25-метровой бетонной опоры высоковольтной линии электропередач. При этом насиживавшая скопа была хорошо видна снизу, так как птицам не удалось соорудить настоящего гнезда, и яйца, видимо, были отложены на материал, заполнивший верхнюю часть полости мацты. Насиживавшая птица наблюдалась здесь с 27 апреля по 26 мая, после чего наблюдения были прерваны.

Змеяяд (*Circaetus gallicus* Gm.). В середине XIX в. был обычной гнездящейся птицей региона [1–4]. Вероятно, гнезвился еще в 50-е гг. нашего столетия, о чем свидетельствует добыча взрослой птицы у оз. Нарочь 03.08.1952 г. [6]. В настоящее время непосредственно на территории бассейна Нарочанских озер не гнездится.

Орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla* L.). Гнезвился в регионе в первой половине XIX в. [1–4]. Исчезновение вида, очевидно, связано с резким сокращением численности этой птицы по всей европейской части ареала в конце XIX – начале XX в. В настоящее время в районе Нарочанских озер не гнездится. Одна молодая птица держалась здесь в течение весны и лета 1991 г.

Черный коршун (*Milvus migrans* Gm.). Как в XIX в., так и в первой половине – середине XX в. был обычной гнездящейся птицей Нарочанского бассейна. В Зоомузее БГУ хранятся экземпляры этого вида, добытые у озер Нарочь и Белое в июне – июле 1948, 1949 и 1953 гг., среди них – одна молодая, недавно покинувшая гнездо птица. При ежегодных весенних экскурсиях в этих местах в 1984–1991 гг. коршун встречен нами лишь в 1989 г., когда одиночная птица дважды наблюдалась в первой половине мая у оз. Мястро. Это наблюдение, однако, не дает основания считать вид гнездящимся в настоящее время.

Список литературы

1. Тузенгауз К. Ornithologia powzeczna. Wilno, 1843–1846. Т. 1–3.
2. Тузенгауз К. // Bibl. Warszawska, 1844. S. 162 + suppl.
3. Тузенгауз К., Тачзановски В. Oologia ptakow polskich. Warszawa; 1862.
4. Т а с з а н о в с к и В. Ptaki krajowe. Krakow, 1882. Т. 1, 2.
5. S c h l o w W. // Ornith. Monatsber. 1917. S. 37.
6. Д о л б і к М. С., Д у ч ы ц У. М., Т а р л е ц к а я Р. Ю. // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1963. № 2. С. 84.
7. Ф е д ь о ш и н А. В., Д о л б і к М. С. Птицы Белоруссии. Мн., 1967.
8. Г е м б і ц к и й А. С., Н и к и ф о р о в М. Е. // Тез. докл. VIII Всесоюз. орнитол. конф. Кишинев, 1981. С. 56.
9. Н і к і ф а р а ў М. Я., Г е м б і ц к і А. С. // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1983. № 5. С. 97.
10. Н і к і ф а р а ў М. Я., Г е м б і ц к і А. С. // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1989. № 5. С. 89.
11. D o m a n i e w s k i J. // Fragm. faunist. Musei zool. Polonici, 1931. Т. 10. S. 209.
12. Д о л б і к М. С., Д о р о ф е е в А. М. Редкие птицы Белоруссии. Мн., 1978.
13. M l i k o v s k y J., В u r i c K. Die Reiherente. Wittenberg, 1983.
14. C r a m p S., S i m m o n s K. E. L. Birds of the Western Palearctic. Oxford, 1980. V. 2.

В. В. ЧЕРНИК, В. Ф. ЧЕРНИК, О. В. МОРОЗОВ

КУЛЬТУРА ГИБРИДНЫХ СЕМЯН
OXYCOCUS MACROCARPUS PURSCH.
 × *VACCINIUM VITIS-IDAEA L. IN VITRO*

Проращиванию гибридных семян в культуре *in vitro* посвящены многие работы [1–3]. При культивировании таких семян, нередко не поддающихся обычному проращиванию, на питательных средах появляется возможность получения проростков, что имеет большое практическое значение, так как позволяет выращивать потомство от различных комбинаций скрещиваний. Возможность экспериментальной регуляции развития проростков из таких семян показана для большого числа видов [4–6]. Стимуляция же этого процесса – важная и сложная проблема, имеющая теоретическое и прикладное значение [7]. Поэтому понятны поиски питательных сред, способствующих нормальному прорастанию гибридных семян и дальнейшему развитию из них проростков. С этой целью используются различные добавки, в частности физиологически активные вещества гормональной природы – ауксины и цитокинины, обеспечивающие у зародышей нормальные формообразовательные процессы, что позволило получить массовое количество регенерантов [8, 9]. Цель данной работы – подобрать оптимальную питательную среду, на которой бы гибридные семена проросли; выяснить, как будут реагировать на культивирование *in vitro* экспланты стерильных проростков, способны ли они развиваться в жизнеспособные растения.

Опыты проводились с гибридными семенами, полученными в результате скрещивания *Oxycoccus macrocarpus Pursh.* × *Vaccinium vitis-idaea L.*, являющимися при обычных условиях проращивания невсхожими. Проращивание их проводили на питательных средах в асептических условиях в специальном ламинарном боксе. Для получения проростков на питательной среде их стерилизовали в гипохлориде кальция (6 %) в течение 18–20 мин с последующей четырехкратной промывкой в дистиллированной автоклавированной воде по 10–15 мин.

В качестве питательных сред для проращивания гибридных семян и развития проростков испытаны агаризованные среды Мурасиге-Скуга [10] и Андерсона [11]. Модифицированная среда Мурасиге-Скуга состояла из минеральных солей по Мурасиге-Скуга и добавок: мезоинозит 100 мг/л, аденин 80 мг/л, тиамин 0,4 мг/л, ИУК 1 мг/л, БАП 3 мг/л. Модифицированная же среда Андерсона содержала минеральные соли по Андерсону и следующие добавки: мезоинозит 100 мг/л, аденин-сульфат 80 мг/л, тиамин 0,4 мг/л, ИУК 4 мг/л, аналог 2-иР (изопентениладенин) 15 мг/л. В среды также включены 3 % сахарозы и 0,9 % агара. Автоклавирование питательных сред проводили при 1 атм. в течение 20 мин. Подбор оптимальной рН среды регулировали с помощью КОН и HCl в диапазоне от 4,0 до 5,8.

Гибридные семена в контроле проращивали в чашках Петри на фильтрованной бумаге и в торфе после 4-месячной стратификации согласно рекомендациям [12]. В качестве контроля служили также семена *Oxycoccus macrocarpus* и *Vaccinium vitis-idaea*, которые проращивали на питательной среде Андерсона одновременно с гибридными.

С целью выявления морфогенетического потенциала полученных на питательной среде стерильных проростков (способности их эксплантов регенерировать новые растения) проводили черенкование проростков на отдельные сегменты – корешок, гипокотиль, эпикотиль, верхушку побега. Черенкование также проводили в специальном ламинарном боксе. Экспланты культивировали только на питательной среде Андерсона. Обычно на среде высаживали по 30 эксплантов, в 3-кратной повторности. С целью активации пазушных меристем было также изменено соотношение гормонов в питательной среде Андерсона. В этом варианте содержание аналога 2-иР составило 15 мг/л, ИУК – 3 мг/л. Температура в ростовой камере равнялась 23–27 °С, интенсивность круглосуточного освещения – 2000 лк.

В результате проведенных исследований установлено, что в контроле гибридные семена практически не проросли, тогда как на питательных средах семена проросли на 70 %. Проросли они медленно, в течение 3–4 недель. 30 % гибридных семян оказались непроросшими. Анализ их морфологического строения с помощью методов взрезывания и анатомического показали наличие отклонений от нормального строения. Чаще находили недоразвитые зародыши с морфологическими дефектами (наличие трех семядолей, дегенерация его отдельных частей). Высаженные же на питательные среды контрольные семена *Oxycoccus macrocarpus* и *Vaccinium vitis-idaea* развивались нормально и темп их развития был значительно быстрее гибридных (в течение недели у *Oxycoccus macrocarpus*).

Проростки развивались нормально до стадии двух семядолей (длиной 1,0–1,5 см) на обоих питательных средах. В дальнейшем оказалось, что наиболее благоприятной для их культивирования была модифицированная среда Андерсона, содержащая аналог гормона 2-иР (изопентениладенин). На модифицированной же среде Мурасиге-Скуга после стадии двух семядолей развитие проростков приостанавливалось.

Через 1,5 месяца от начала культивирования гибридных семян на модифицированной питательной среде Андерсона проростки достигли длины 2,5–3,0 см, а еще через две недели их длина составила 4,5 см. Изучение регенерационной способности эксплантов (сегментов стерильных проростков) показало, что корешки и гипокотили регенерантов не дают. Частота же регенерации изолированных эпикотилей и верхушек стерильных побегов составила более 30 %.



Регенерация боковых побегов из эпикотилей стерильных проростков *Oxycoccus macrocarpus* × *Vaccinium vitis-idaea*

Также для осуществления микрорепродуктивного размножения из верхних частей стерильных побегов длиной 4,5 см получали три-четыре микрочеренка. Через месяц культивирования микрочеренков на свежей модифицированной среде Андерсона у них отмечено образование дополнительных боковых побегов, видимо, в результате заложения и развития адвентивных почек на эксплантах. Изменение в питательной среде соотношения гормонов в сторону уменьшения содержания ИУК по сравнению с аналогом 2-иР, о чем отмечено в «Методике», стимулировало появление адвентивных почек и рост боковых побегов (рисунок).

В ходе исследований определена также оптимальная рН среды Андерсона, необходимая для прорастания гибридных семян, нормального развития проростков, регенерации и роста эксплантов, равная 4,0. Это свидетельствует о том, что гибридные растения необходимо выращивать на кислых почвах.

Таким образом, проведенные исследования показали, что модифицированные питательные среды Андерсона и Мурасиге-Скуга являются благоприятными для проращивания гибридных семян, полученных в результате скрещивания *Oxycoccus macrocarpus* Porsch. × *Vaccinium vitis-idaea* L. Однако только на питательной среде Андерсона хорошо развивались проростки и регенерировали экспланты (микрочеренки) верхних частей побегов стерильных проростков. В последнем случае соотношение гормонов ИУК и аналога 2-иР должно быть 1:5 (т. е. соответственно 3 и 15 мг/л). Проведенные исследования открывают также возможность ускоренного получения селекционного материала.

Список литературы

1. Станис В. А., Станенко Г. В., Гялвонаускис Б. С. // Физиол. растений. 1991. Т. 38. Вып. 4. С. 392.
2. Hiramatsu L., Enomoto S., Oyama K. // Plant Tissue Cult. 1987. V. 4. N 2. P. 79.

3. З д р у й к о в с к а я-Р и х т е р А. И.//Тр. Гос. Никитского бот. сада. 1969. Т. 40. С. 121.
4. Б у т е н к о Р. Г. Экспериментальный морфогенез и дифференциация в культуре клеток растений. М., 1975.
5. J o n e s O. P., G a y n e r J. A., W a t k i n s R.//Journ. Horticult. Sci. 1984. V. 59. N 4. P. 463.
6. K o u i d e r M., S k i r v i n R., K o r b a n S. et. al.//Journ. Horticult. Sci. 1984. V. 59. N 3. P. 295.
7. R e d d y K. R., R a o G. P.//Phytomorphology. 1987. V. 37. N 4. P. 337.
8. N a g a y a n a s w a m i S., N o r s t o g K.//Bot. Rev. 1964. V. 30. N 4. P. 587.
9. R a g h a v a n V., S r i v a s t a v a P. S.//Embryo culture. Experimental embryology of vascular plants. B. etc. Springer, 1982.
10. М у г а ш и г е Т., S k o o g F.//Physiol. plant. 1962. V. 15. P. 473.
11. A n d e r s o n W.//Journ. Amer. Soc. Horticult. Sci. 1984. V. 109. N 3. P. 343.
12. Н и к о л а е в а М. Г., Р а з у м о в а М. В., Г л а д к о в а В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л., 1985.

УДК 591.9 + 598.2(476)

В. В. ГРИЧИК

НЕКОТОРЫЕ КОРРЕКТИВЫ К СПИСКУ ПТИЦ БЕЛАРУСИ

Изучение специальной литературы и коллекционных фондов по птицам Беларуси позволило выявить ряд неточностей и ошибок в списках и сводках по орнитофауне республики в ее современных границах [1–4]. Вызванная этим необходимость внесения соответствующих корректив и определила задачу настоящей публикации.

Могильник (*Aguila heliaca* Sav.) В сводке «Птицы Белоруссии» [1] этот орел приведен для «Припятских болот» со ссылкой на работу О. Цедлитца [5], в которой на самом деле перечислены лишь факты встреч могильника на территории Польши. Данные Цедлитца, таким образом, не дают основания для внесения этого вида в список птиц Беларуси.

Исландский песочник (*Calidris canutus* L.) Был включен в состав орнитофауны Беларуси как залетный вид М. С. Долбиком [6] на основании записи в инвентарной книге Пинского краеведческого музея, где числилось чучело якобы этого вида, добытого 16.08.1932 г. в окрестностях Пинска. Из текста ясно, что сам автор названного экземпляра не видел; во всех последующих публикациях по орнитофауне республики какие-либо новые данные об этой птице отсутствуют. Совершенно очевидно, что, ввиду большой вероятности ошибки в определении, исландский песочник должен быть исключен из списка птиц Беларуси.

Малый веретенник (*Limosa lapponica* L.) Причислен к гнездящимся в бассейне Припяти и Щары видам О. Цедлитцем [5, 7]. Основанием для этого послужил факт добычи 04.07.1916 г. молодой, не вполне оперенной птицы якобы этого вида в окрестностях г. Слонима. Экземпляр этот, определенный Цедлитцем как *Limosa lapponica*, сохранился в коллекции. Впоследствии Ф. Тишлер [8] выяснил, что это – молодой турухтан (*Philomachus pugnax*). К сожалению, работа Тишлера до последнего времени оставалась неизвестной белорусским орнитологам, и малый веретенник в ряде работ [1, 3, 6] назывался гнездящимся на территории республики. Безусловно, за этой птицей у нас может быть сохранен лишь статус пролетного вида.

Следует заметить, что приведенное в примечаниях к последнему списку птиц Беларуси [4] утверждение, будто бы информация о гнездовании малого веретенника на Полесье имеется в работах А. Рейхенау [9] и В. Рюдигера [10], явно основано на недоразумении: первый из названных авторов писал лишь о пролетах этого кулика в районе Беловежской луцы, а данные второго относятся к нынешней территории Волынской области Украины.

Щеголь (*Tringa erythropus* Pall.) Данные В. Рюдигера [10], который нашел 25.05.1917 г. в Припятских болотах яйцо, якобы принадлежащее щеголю, не могут быть приняты всерьез. Из текста работы видно, что сам автор сомневался в правильности определения вида. Тем не менее эти данные без каких-либо комментариев вошли в сводную работу Цедлитца [5], а позже – в книгу «Птицы Белоруссии». В действительно-

сти этот северный кулик нередко встречается у нас на пролетах, но никогда не гнездится.

Дубровник (*Emberiza aureola* Pall.) В литературе, касающейся орнитофауны Беларуси, дубровник впервые упомянут А. В. Федюшиным [11, 12] как вид, расселившийся к нам с востока. При этом никаких конкретных фактов добычи или встречи птицы не приведено. В многочисленных фаунистических публикациях А. В. Федюшина 1921 – 1933 гг., т. е. периода его пребывания в Беларуси, этот вид ни разу не упомянут; нет его и в коллекционных фондах. В хранящейся в музее истории БГУ рукописи А. В. Федюшина «Орнитологические записки», где собраны все доступные ее автору литературные и неопубликованные сведения о птицах Беларуси, на странице, посвященной дубровнику, имеются лишь выписки из публикаций о встречах дубровника вблизи границ нашей республики на территории Киевской и Смоленской областей. Таким образом, очевидно, А. В. Федюшин не располагал данными о встречах дубровника в Беларуси, а лишь предполагал возможность его появления здесь вследствие расселения на запад. Поэтому данный вид не вошел и в сводку «Птицы Белоруссии».

Позже Ф. Н. Воронин [2] упомянул о встречах этой птицы в Березинском заповеднике и в Оршанском районе. Приведенные им данные не подтверждены коллекционным материалом, и происхождение их остается загадочным. Следует заметить, что книга Ф. Н. Воронина вообще изобилует неточностями и явными ошибками. Во всяком случае, при хорошей изученности орнитофауны Березинского заповедника дубровник не отмечался никем из работавших там орнитологов [13, 14]. Находка этого вида на гнездовании где-либо в восточных частях республики на сегодняшний день не представляется невероятной. Однако до получения конкретных документированных фактов следует воздержаться от включения его в состав орнитофауны Беларуси.

Список литературы

1. Федюшин А. В., Долбик М. С. Птицы Белоруссии. Мн., 1967.
2. Воронин Ф. Н. Фауна Белоруссии и охрана природы. Мн., 1967.
3. Долбик М. С. // Весті АН БССР. Сер. біял. навук. 1985. № 2. С. 85.
4. Никитин Ф. О. в М. Е. // Охраняемые животные Белоруссии. 1990. Вып. 2. С. 4.
5. Zedlitz O. // Journ. Ornith. 68. 1920. Bd. 3/4. S. 350.
6. Долбик М. С. Птицы Белорусского Полесья. Мн., 1959.
7. Zedlitz O., Trützscher O. // Journ. Ornith. 65. 1917. Bd. 2. S. 278.
8. Tischer F. Die Vögel Ostpreussen. Königsberg, 1941.
9. Reichenow A. // Ornith. Monatsber. 24. 1916. Bd. 9. S. 129.
10. Rüdiger W. // Zeitschr. Ool. Ornith. 24. 1919. Bd. 1. S. 2.
11. Федюшин А. В. // Тез. докл. 2-й Всесоюз. орнитол. конф. 1959. Кн. 3. С. 45.
12. Федюшин А. В. // Тез. докл. 2-й зоол. конф. БССР. 1962. С. 26.
13. Долбик М. С. // Березинский заповедник: Исследования. 1970. Вып. 1. С. 150.
14. Бышнева И. И., Тищенко А. К. // Позвоночные животные Березинского заповедника. 1990. С. 13.

УДК 582.282.11

А. И. СТЕФАНОВИЧ

НЕКОТОРЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НАД РАЗВИТИЕМ МУЧНИСТОРОСЯНЫХ ГРИБОВ

Видовой состав и распространение мучнисторосяных грибов в Республике Беларусь изучены достаточно полно [1–2]. В меньшей мере исследованы их биологические особенности [3–4]. В этой связи представляется целесообразным по результатам наших многолетних наблюдений дать картину развития указанных патогенов.

Развитие мучнисторосяных грибов начинается с прорастания аскоспоры. Аскоспора дает короткий проросток, на конце которого формируется особое расширение – аппрессорий. На нижней стороне аппрессория возникает вздутие, развивающееся в тонкую гифу. Эта гифа внедряется в клетку эпидермиса, вздувается на конце и превращается в орган питания – гаусторию. Затем проросток с остатком аскоспоры развивают

эктотрофный мицелий, гифы которого образуют многочисленные ап-прессории и отходящие от них гаустории.

Вначале мицелий обычно бесцветный, образует рыхлое, паутинистое либо более или менее плотное сплетение гиф в виде беловатых точек, которые разрастаются, как правило, в крупные пятна, с четкими или расплывчатыми очертаниями и покрывают нередко сплошным белым налетом весь пораженный орган питающего растения.

На крыжовнике, смородине, розах и других растениях наблюдали развитие вторичного мицелия, гифы которого постепенно темнели и приобретали темнокоричневую окраску. Такой мицелий постепенно превращался в довольно плотные пленки. На листьях злаков вторичный мицелий развивался в виде темносерых подушечек.

На гифах первичного мицелия вскоре формировалось обычно обильное конидиальное спороношение. Вначале развивались относительно короткие, чаще одноклеточные конидиеносцы, которые располагались по отношению к субстрату вертикально. На конидиеносцах последовательно отшнуровывались одноклеточные эллипсоидальные, бочонковидные, булавовидные и другой формы конидии, соединенные почти всегда в виде цепочек. В конидиях обнаруживались крупные вакуоли, причем в одних развивалось только по одной вакуоле, в других – больше. Кроме типичных конидий в ряде случаев наблюдали образование микроконидий, формирующихся при неблагоприятных условиях питания.

Конидии, отделившиеся от конидиеносца или от соседней, более молодой конидии, прорастали, образуя на более узком конце клетки мицелиальный росток. Изредка наблюдали случаи одновременного развития из одной конидии двух, трех и четырех ростковых гиф. При прорастании конидий вакуоли исчезали. Старые конидии без вакуолей не прорастали. В одних случаях конидии теряли способность к прорастанию спустя 2–3 сут после их отделения, в других – через неделю-другую.

Обильному конидиогенезу благоприятствовал сухой и теплый воздух светлого времени суток. В сухом воздухе конидии быстрее созревали и отделялись, поэтому цепочки конидий были более короткими и состояли обычно из десятка клеток, однако число конидий, развивающихся на одном конидиеносце, было большим, чем во влажном воздухе. В условиях повышенной влажности воздуха конидии формировали цепочки, состоящие из 20 и более клеток, но по размерам они были мельче и прорастали слабее.

В конидиальной стадии мучнисторосяные грибы развивают в течение вегетационного сезона несколько генераций, обеспечивая массовое инфицирование растений.

Спустя 2–6 недель после появления конидиального спороношения, в результате полового процесса постепенно формируются плодовые тела (клеистотеции), содержащие одну или несколько сумок (асков) с сумкоспорами (аскоспорами). В развивающихся аскоспорах в отличие от конидий четких вакуолей не обнаруживалось.

Наиболее раннее созревание клейстотециев (первая половина июля) отмечено на злаках. Массовое же их созревание наблюдалось обычно с наступлением осени.

Замечено, что на более старых листьях и других органах растений не только раньше появлялся мицелий с конидиями, но и раньше формировались плодовые тела. Причем клейстотеции созревали не одновременно. Среди более или менее зрелых, почти черных плодовых тел в небольшом количестве встречались светлые, еще не зрелые клейстотеции, которые закладывались позднее. Таким образом, одни плодовые тела успевали созреть уже осенью, другие только после перезимовки, третьи не успевали сформировать сумки и оставались стерильными. Обычно же плодовые тела мучнисторосяных грибов созревали и прорастали после перезимовки.

В зрелом клейстотеции сумка сильно разбухает, разрывает оболочку клейстотеция и через образовавшееся отверстие выходит наружу. Во влажной атмосфере сумка продолжает вздуваться, наконец разрывается, активно разбрасывая аскоспоры. Аскоспоры, прорастая, дают начало первичному мицелию.

Сумчатая стадия довольно быстро формировалась на растениях с коротким периодом вегетации. Клейстотеции появлялись в массе и тогда, когда растение было сильно повреждено или поражено грибом, а его ткани были заметно истощены. Массовое развитие клейстотециев наблюдалось также после жаркого, сухого лета, во влажные же периоды вегетации мицелий мучнисторосяных грибов развивался довольно быстро, однако плодовые тела появлялись изредка и необильно.

Отмечены случаи почти полного исчезновения мицелия с поверхности отдельных питающих растений (напр., кленов, жимолости), что способствовало отделению оставшихся плодовых тел от растений-хозяев и их распространению.

У тех форм мучнисторосяных грибов, которые образуют плодовые тела в более ранние сроки, возможен, вероятно, такой цикл развития, при котором могут сформироваться в течение вегетационного периода несколько поколений клейстотециев.

На ряде растений (напр., огурцах, тыквах, хризантемах) мучнисторосяные грибы развивают до поздней осени только мицелий и конидии, не образуя плодовых тел.

Список литературы

1. Гирлович И. С., Лемеза Н. А., Шуканов А. С. Видовой состав мучнисторосяных грибов (сем. Erysiphaceae) Белоруссии/Редкол. журн. «Весті АН БССР. Сер. біял. навук». Мн., 1989. 17 с. Деп. в ВИНТИ 03.08.89. № 5237-В 89.
2. Стефанович А. И./Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1989. № 2. С. 39.
3. Купревич В. Ф./Тр. АН БССР. Мн., 1939. Вып. 1—2. С. 95.
4. Гулецкая Е. А./Учен. зап. БГУ. Сер. биол. 1957. Вып. 33. С. 95.
5. Дорожкин Н. А., Чекалинская Н. И. Болезни люпина. Мн., 1965.
6. Стефанович А. И./Экология и биология низших растений: Тез. докл. IX Всесоюз. симпозиума микологов и лихенологов Прибалтийских Советских Республик и Белорусской ССР. Мн., 1982. С. 167.

УДК 661.728:615.9] - 99

В. А. АЛИНОВСКАЯ, Ф. Н. КАПУЦКИЙ, В. А. СТЕЛЬМАХ,
В. И. ТАЛАПИН, Т. Л. ЮРКШТОВИЧ

ПОЛИКАПРАН. 1. СОЗДАНИЕ, ГЕМОСТАТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Проблема гемостаза при кровотечениях различной этиологии является наиболее актуальной для современной хирургической гематологии [1, 2], особенно при нарушениях свертывающей системы крови [3]. С целью обогащения практической медицины эффективным местным средством, способным купировать травматические и гемофилические кровотечения, в том числе и при имплантационном применении, разработан и испытан оригинальный полимер-лекарственный комплекс полиангидроглюкуроновой (ПАГК) и Σ -аминокапроновой кислот (Σ -АКК), получивший фармакопейное название поликапран [4].

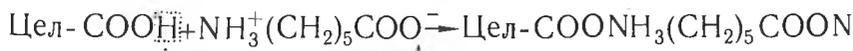
Материал и методика

Комплексное изучение поликапрана включало исследование физико-химических процессов его получения с оценкой основных химико-аналитических констант продукта и медико-биологические эксперименты, позволившие дать характеристику гемостатической активности препарата и его безвредности для организма.

Полиангидроглюкуроновую кислоту получали окислением целлюлозы в виде трикотажного полотна 40 %-ным раствором двуокиси азота в четыреххлористом углероде в течение 24 ч при температуре 19–21 °С. Полученную полиангидроглюкуроновую кислоту (ПАГК) анализировали на содержание карбоксильных групп [5] и связанного азота [6], присутствующего в виде нитроэфирных групп, образующихся в результате протекания побочного процесса нитрования. Содержание нитроэфирных

групп в ПАГК не превышало 0,3–0,4 масс. %, что соответствует медицинским требованиям к оксидцеллюлозным препаратам (не более 0,7 масс. %) [7].

Синтез поликапрана осуществляли путем проведения ионообменной сорбции Σ -аминокапроновой кислоты (Σ -АКК) полиангидроглюкуроновой кислотой при рН раствора, соответствующего области существования цвиттерионной формы аминокислоты, согласно уравнению реакции:



Образование данного полимер-лекарственного комплекса подтверждается методом ИК-спектроскопического исследования (рис. 1): на ИК спектрах увеличивается интенсивность полосы поглощения 1630 см^{-1} валентных колебаний карбоксилат-иона и сохраняется интенсивность полосы поглощения 1730 см^{-1} валентных колебаний $\text{C}=\text{O}$ карбоксильной группы [8]. Содержание Σ -АКК в полимер-лекарственном комплексе определяли по азоту методом Кьельдаля [6].

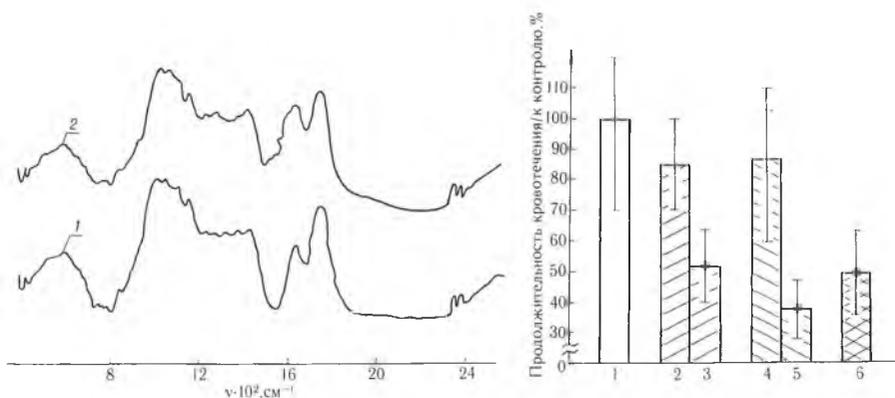
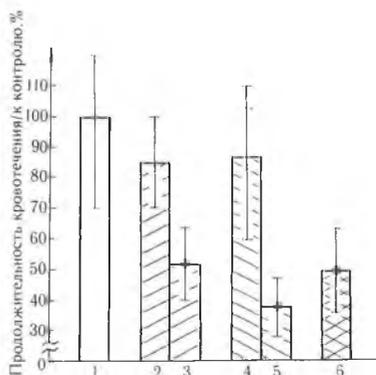


Рис. 1. ИК спектры образцов ПАГК (1) и поликапрана (2)

Рис. 2. Продолжительность кровотечения (в % к контролю) из модельной раны печени крысы при обработке геморрагических поверхностей:

1 – 0,85%-ным раствором NaCl (контроль); 2 – 0,5 и 3 – 2,0%-ными растворами Σ -АКК; 4 – 0,16 и 5 – 0,32%-ными растворами ПАГК; 6 – раствором поликапрана (0,5% Σ -АКК и 0,16% ПАГК). Φ – статистически достоверные различия с контролем



Эксперименты проведены на четырех видах лабораторных животных обоего пола: белых мышах, белых крысах, морских свинок и кроликах. Оценку гемостатической активности поликапрана осуществляли на трех моделях: поверхностного наружного (капиллярного) кровотечения (линейная рана кожи спины у крыс и морских свинок), наружного глубокого (травматическое кровоизлияние из венул и артериол хвоста у крыс) и паренхиматозного (дозированная рана печени у крыс и кроликов). Гемостаз осуществляли наложением салфеток из ткани поликапрана, время остановки кровотечения фиксировали визуально по секундомеру в сравнении со стандартным препаратом – марлей кровоостанавливающей [7]. Для уточнения сравнительных гемостатических характеристик ингредиентов поликапрана проведено изучение кровоостанавливающей активности растворов полиангидроглюкуроновой и Σ -аминокапроновой кислот, а также поликапрана на модели печеночного кровотечения у крыс. Все оперативные вмешательства осуществляли на наркотизированных гексеналом (60 мг/кг, внутривенно) животных [9]. Токсичность препарата, влияние на кожные покровы и слизистые оболочки, изучение сенсибилизирующей и кумулятивной способности проводили общепринятыми экспериментально-фармакологическими, биохимическими и иммунологическими методами [9, 10, 11, 12, 13].

Экспериментальные данные подвергнуты статистическому анализу [10].

Результаты и их обсуждение

Гемостатическая активность ткани поликапрана на всех трех испытанных моделях резко превосходит кровоостанавливающую активность препарата сравнения, при этом полный эффективный гемостаз осуществляется в два-три раза быстрее, чем с помощью марли кровоостанавливающей. Салфетки поликапрана практически мгновенно купируют капиллярное кровотечение и в течение 0,75–2,0 ч в местах соприкосновения с геморрагической поверхностью приобретают буро-черный цвет, размягчаются и разволокняются, покрывая раневые поверхности пленкой черного цвета. На вторые и последующие сутки повторных кровотечений не наблюдается, линейные раны кожи заживают первичным натяжением. Эффективно купирует ткань поликапрана и модельное кровотечение, возникающее в результате травматического повреждения хвостовых венул и артериол, а также кровоизлияние из дозированной раны печени. Следовательно, вне зависимости от величины, силы и характера кровотечения (вплоть до фонтанирующего из мелких артерий), а также вида подопытных животных (крысы, морские свинки, кролики) гемостаз наступает в 100 % случаев по всей площади геморрагической поверхности без признаков повторных кровоизлияний.

Полимер-лекарственный комплекс Σ -АКК и ПАГК проявляет гемостатические свойства не только в виде ткани, но и в виде коллоидных растворов. Так, на модели паренхиматозного кровотечения из строго стандартизированной раны печени раствор поликапрана обладает гемостатической активностью, превосходящей по своей силе кровоостанавливающую способность отдельных его ингредиентов (рис. 2). В условиях индивидуального воздействия 0,32 %-й раствор ПАГК и 2,0 %-й раствор Σ -АКК статистически достоверно ($p < 0,01$) снижают продолжительность паренхиматозного кровотечения, а 0,16 %-й раствор ПАГК и 0,5 %-й раствор Σ -АКК не проявляют в данных условиях эксперимента статистически значимого кровоостанавливающего эффекта. В это же время коллоидный раствор поликапрана, идентичный содержанию 0,5 % раствора Σ -АКК и 0,16 % ПАГК, обеспечивает при обработке геморрагической поверхности раны печени крыс выраженный гемостаз (длительность кровотечения: контроль – $263,7 \pm 17,4$ с, опыт – $132,2 \pm 15,4$ с, $p < 0,001$).

В экспериментах на белых крысах и мышах установлено, что однократное внутрижелудочное, внутрибрюшинное и подкожное введение растворов поликапрана, Σ -АКК и ПАГК в максимально возможных объемах и дозах (для мышей – 5,0 и для крыс – 1,5 г/кг) не вызывает гибели животных и каких-либо проявлений интоксикации, т. е. продукт является практически нетоксичным химическим соединением (IV класс токсичности по классификации [14]). В условиях длительного внутрижелудочного введения в массивных количествах растворы поликапрана не обладают кумулятивными свойствами и не способны к формированию токсических эффектов, приводящих к патологическим нарушениям. Так, в процессе эксперимента не отмечено статистически значимых отличий в общем состоянии крыс, в морфо-функциональном статусе центральной нервной, сердечно-сосудистой и эритропоэтической систем подопытных животных. В то же время в периферической крови крыс наблюдается стойкий тромбоцитоз (увеличение количества тромбоцитов в 1,32–1,48 раза по сравнению с контролем, $p < 0,05$), лейкоцитопения, связанная с лимфоцитопенией, и ретикулоцитоз (таблица). Такого рода изменения в функциональном состоянии крови свидетельствуют об индукции под влиянием поликапрана адаптационно-приспособительных процессов, а не гемотоксических проявлений, так как выявленные сдвиги находятся в пределах физиологической нормы для популяции [15].

Поликапран является реакционно активным в отношении катионов щелочных металлов и низкомолекулярных биологически активных веществ и тем самым способен к участию в водно-солевом обмене организма и к индукции изменений в функциональном статусе основного органа, регулирующего данный вид обмена – почек. Так, 60-суточное введение поликапрана, не приводящее к изменениям в диурезе и рН мочи, в уровнях содержания белка в моче и его экскреции, а также в значениях массы почек, вызывает сдвиги в обмене мочевины и хлорид-

ионов (см. таблицу). По отношению к мочеvine биологическое действие поликапрана проявляется двояко: в начале эксперимента наблюдается повышенное содержание этого азотистого соединения в крови и в моче, увеличенная экскреция и значительно возросшая способность почек к выведению мочевины из организма. К концу опыта регистрируется обратная направленность процессов, наблюдается тенденция к снижению концентраций мочевины в крови и моче подопытных крыс и уровня ее экскреции с мочой, а клиренс мочевины составляет только 84,3 %

Некоторые морфо-функциональные показатели белых крыс на 60-е сут. внутрижелудочного введения поликапрана в суммарной дозе 15 г/кг ($M \pm m$)

Морфо-функциональные показатели	Группы животных	
	контроль	опыт
Частота сердечных сокращений, уд/мин	555,0±8,41	493,9±13,42
Цветной показатель крови, усл. ед.	0,53±0,010	0,55±0,009
Содержание лейкоцитов в крови, 10^9 /л	14,43±0,69	10,31±0,44*
Содержание лимфоцитов в крови, 10^9 /л	10,56±0,69	7,45±0,45*
Количество ретикулоцитов в крови, $\frac{0}{\infty}$	3,00±0,33	6,38±0,57**
Количество тромбоцитов в крови, тыс/мкл	306,0±6,09	452,5±8,78**
Суточный диурез, л ⁻³	7,91±1,78	6,78±1,14
pH мочи	6,57±0,33	6,38±0,20
Содержание мочевины в моче, мМ/л	451,9±24,05	420,5±11,52
Экскреция мочевины с мочой, мкМ/сутки	3,59±0,86	2,85±0,52
Содержание мочевины в крови, мМ/л	4,47±0,17	4,96±0,08
Клиренс мочевины почками, усл. ед.	35,26±1,54	29,72±0,88*
Содержание хлоридов в моче, мМ/л	90,86±4,08	86,63±3,15
Содержание хлоридов в крови, мМ/л	88,1±2,26	89,0±0,67
Содержание белка в моче, г/л	0,136±0,017	0,149±0,014
Содержание глюкозы в крови, мМ/л	3,17±0,15	3,99±0,19
Активность аспаратаминотрансферазы в сыворотке крови, мкМ субстрата/мл.час	2,36±0,06	2,37±0,05
Активность глюкозо-6-фосфатазы в сыворотке крови, мкг P/мл	314,6±11,94	328,1±5,68
Активность анилингидроксилазы в гомогенатах печени, нМ субстрата/кг белка	3,5±0,17	4,2±0,21*
Активность аминопириндемстилазы в гомогенатах печени, мкМ субстрата/кг белка	10,4±0,51	11,4±0,45
Относительные коэффициенты массы, г/кг:		
печени	31,13±1,90	31,04±1,00
почек	7,65±0,61	7,56±0,38
сердца	4,12±0,15	3,90 ±0,19
легких	8,05±0,34	7,41±0,23
желудка	8,34±0,31	7,62±0,31

Примечания: *—статистически достоверные изменения по сравнению с контролем (*— $p < 0,05$; **— $p < 0,01$)

показателя контрольных крыс ($p < 0,05$). Содержание хлорид-ионов в сыворотке крови на протяжении всего эксперимента у контрольных и опытных крыс не имеет между собой статистически значимых различий.

Однако их концентрация в моче опытных животных на 30-е сутки опыта превышает контрольный уровень на 15,3 % ($p < 0,05$) и соответственно экскрецию хлоридов с мочой на 22,5 % ($p < 0,05$). В дальнейшем наблюдается тенденция к снижению под влиянием поликапрана концентрационных и экскреционных показателей мочи по хлорид-ионам (см. таблицу).

Длительное внутрижелудочное введение поликапрана определенным образом влияет на функциональное состояние печени животных (см. таблицу). При этом не выявлено сдвигов в ферментативном статусе печени, характеризующем цитолитический синдром (активность аминотрансфераз и фосфатазы в сыворотке крови), и в массе печени. В то же время регистрируется возрастание под влиянием поликапрана показателей детоксицирующей функции печени: наблюдается повышение активности анилингидроксилазы в гепатоцитах на 30-е и 60-е сут опыта соответственно на 37,5 и 20,0 % ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. Указанные изменения, а также возросший уровень глюкозы в крови на 15-е сут (контроль – $3,12 \pm 0,4$; опыт – $4,48 \pm 0,27$ мм/л, $p < 0,01$) у подопытных крыс свидетельствует об адаптогенном действии поликапрана, что может быть интерпретировано в качестве проявления антитоксического компонента в биологическом действии данного химического соединения.

Поликапран и его растворы при однократном и длительном воздействии не вызывают воспалительных реакций на коже и слизистых оболочках белых крыс, морских свинок и кроликов. При повторных эпикутанных аппликациях поликапран демонстрирует признаки трансдермальной резорбции и способен к индукции морфо-функциональных сдвигов в организме крыс, идентичных проявлениям биологического действия препарата в условиях перорального применения.

При оценке сенсибилизирующей активности поликапрана на морских свинках-альбиносах по стандартной методике [11] установлено, что препарат не способен к индукции состояния гиперчувствительности замедленного типа в организме теплокровных животных. Кроме этого, поликапран не вызывает выработки комплементсвязывающих, агглютинирующих, преципитирующих и цитотоксичных аллергенкомпетентных антител, не вызывает иммунные реакции клеточного и гуморального типа, т. е. не обладает сенсибилизирующей активностью и является аллергобезопасным.

Результаты токсикологических испытаний поликапрана позволяют считать его безопасным лекарственным средством, местное применение которого не способно приводить к индукции в организме нежелательных побочных реакций.

Полученные данные позволяют констатировать, что создан полимер-лекарственный комплекс Σ -аминокапроновой и полиангидроглюкуроновой кислот (поликапран), являющийся эффективным местным прокоагулянтом, способным купировать модельные кровотечения различного характера, локализации и силы. По своим медико-биологическим свойствам поликапран является относительно безвредным для организма химическим соединением, не обладает местно-раздражающей, кумулятивной и сенсибилизирующей активностью; характер его биологического действия на организм является тождественным таковому других ионоактивных полимеров [16].

Список литературы

1. Фермилен Ж., Ферстрате М. Гемостаз/Пер. с франц. М., 1984.
2. Фурманов Ю. А. Современные аспекты экспериментальной хирургии: Тез. докл. IV съезда хирургов Украины. Киев, 1984. С. 187.
3. Андреев Ю. Н., Климанский В. А.//Терапевтический архив. 1983. № 8. С. 95.
4. Поликапран/ВФС 42-2033-90. М., 1960.
5. Капущкий В. Е., Юркштович Т. Л., Балабаева М. Д.//Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1978. № 1. С. 15.
6. Губен-Вейль. Методы органической химии. М., 1963.
7. Марля кровоостанавливающая/ФС 42-1116-88. М., 1988.
8. Ермоленко И. Н., Жбанков Р. Г.//Коллоид. жур. 1958. Т. 20. № 4. С. 429.
9. Гацуря В. В. Методы первичного фармакологического исследования биологически активных веществ. М., 1974.

10. Беленький М. Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Рига, 1959.
11. Алексеева О. Г., Петкевич А. И. // Гигиена и санитария. 1972. № 3. С. 64.
12. Методы определения токсичности и опасности химических веществ/Под ред. И. В. Саноцкого. М., 1970.
13. Биохимические, иммунологические и биофизические методы в токсикологическом эксперименте: Методическое руководство/Под ред. У. А. Кузьминской. Киев, 1989.
14. Сидоров К. К. // Токсикология новых промышл. химич. веществ. Л., 1973. Вып. 13. С. 47.
15. Проблемы, нормы в токсикологии, современные представления и методические подходы, основные параметры и константы/Под ред. И. М. Трахтенберга. М., 1991.
16. Платэ Н. А., Васильев Е. А. Физиологически активные полимеры. М., 1986.

УДК 577.391 + 616.006

М. Ф. КУКУЛЯНСКАЯ, И. П. ХРИПЧЕНКО, А. Т. ПИКУЛЕВ

АКТИВНОСТЬ ГЕКСОКИНАЗЫ И УРОВЕНЬ ПИРИДОКСАЛЕВЫХ КОФЕРМЕНТОВ В САРКОМЕ М1 И КАРЦИНОСАРКОМЕ УОКЕРА ПРИ КОМБИНИРОВАННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ОПУХОЛЬ

В настоящее время возрастает интерес к веществам или воздействиям, которые усиливают противоопухолевую активность химиопрепаратов. Применение таких модификаторов чувствительности опухолей, как гипергликемия и гипертермия на фоне цитостатических препаратов дает возможность установить предпочтительные сочетания воздействий, приводящих к снижению интенсивности метаболических процессов и регрессии опухоли.

В связи с этим нами было проведено изучение активности гексокиназы (ГК 2.7.1.1 КФ), обеспечивающей включение глюкозы в гликолиз, т. е. показателя интенсивности энергетических процессов в опухоли и уровня фосфорилированных форм витамина В₆ (пиридоксальфосфата – ПАЛФ и пиридоксаминфосфата – ПАМФ), которые обеспечивают метаболические реакции коферментами, в саркоме М1 и карциносаркоме Уокера-256. Исследования проводили при комплексном воздействии на организм опухоленосителя цитостатика, гипергликемии и СВЧ-гипертермии в различной последовательности.

Материал и методика

Эксперимент выполнен на беспородных белых крысах обоего пола массой 120–150 г. Переживку опухолей штаммов саркомы М1 и карциносарком Уокера-256 осуществляли подкожным введением в паховую область 1,5 мл 20 % взвеси опухолевых клеток в 0,9 %-ом растворе NaCl.

На 7-е сут (карциносаркома Уокера) или на 12-е (саркома М1) после трансплантации опухоли в условиях нейролептоанальгезии (внутримышечное введение смеси дроперидол и фентанил 2:1 в количестве 0,3 мл на 100 г массы) начинали воздействия [1].

Из цитостатических препаратов использовали циклофосфан, относящийся к группе алкилирующих агентов, и адриабластин – антрациклиновый антибиотик. Циклофосфан вводили внутримышечно из расчета 80 мг/кг массы, а адриабластин – внутривенно: 5 мг/кг массы животного.

Гипергликемию вызывали внутрибрюшинным введением глюкозы в виде 40 % раствора из расчета 6 г/кг массы.

Сеанс локальной СВЧ-гипертермии проводили на установке «Парус» при температуре +42 °С в течение 30 мин. Частота электромагнитного излучения 2400 мГц (λ – 12,6 см).

В опыт животные брались через сутки после последнего воздействия. Подготовку тканей к исследованиям проводили по описанным ранее методам [1]. Использовали надосадочную жидкость (гиалоплазма + микросомы) и митохондрии.

Активность гексокиназы определяли по [2], содержание пиридоксальных коферментов по [3]. Все результаты подвергались статистической обработке [4] с оценкой достоверности изменений.

Результаты и их обсуждение

Судя по данным, представленным на рис. 1а, чувствительность исследованных штаммов опухолей к цитостатикам различалась. Так, циклофосфан оказался более мощным по сравнению с адриабластином – агентом, снижающим гексокиназную активность в опухоли карциносаркома Уокера-256 и саркома М1. В то же время адриабластин вызывал лишь незначительное (на 10–20 %) снижение активности фермента в карциносаркоме, а в саркоме М1 сильно активировал гексокиназу: до 304 % в надосадочной жидкости и на 508 % в митохондриях.

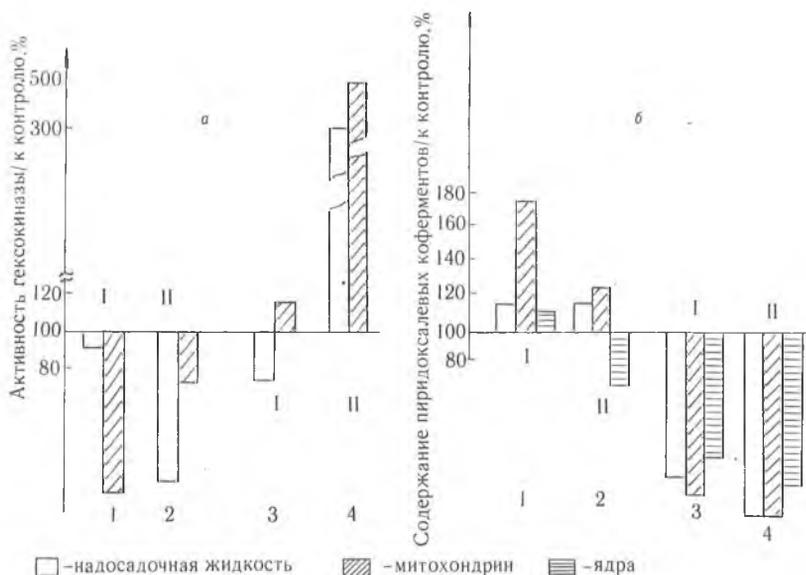


Рис. 1. Активность гексокиназы (а) и содержание пиридоксальных коферментов (б) в саркоме М1 (I) и карциносаркоме Уокера (II) при введении циклофосфана (1, 2) и адриабластина (3, 4)

Использование цитостатиков в онкотерапии направлено на создание условий для регрессии опухоли, хотя механизм действия препаратов различен: циклофосфан, предположительно, нарушает каталитическую активность гексокиназы из-за алкилирования SH-групп фермента [5], тогда как адриабластин, повреждая генетический аппарат клетки [6], приводит к нарушению синтеза фермента. Вместе с тем циклофосфан может вызвать увеличение гипоксической фракции опухоли и интенсификацию гликолиза, несмотря на падение активности гексокиназы [7].

Количество пиридоксальных коферментов в опухоли Уокер-256 в целом снижалось при действии данных цитостатиков (рис. 1,б). Вместе с тем в саркоме М1 при действии циклофосфана несколько возрастал уровень ПАЛФ и ПАМФ, а при введении адриабластина существенных изменений содержания этих коферментов в данной опухоли не выявлено, т. е. конечный эффект действия противоопухолевого препарата оказался зависимым от штамма опухоли, особенностей ее метаболизма и взаимоотношений с организмом опухоленосителя. Поддержание нормогликемии осуществляется, вероятно, путем новообразования глюкозы из углеродного скелета глюкострогенных аминокислот [6], и здесь важно участие ПАЛФ и ПАМФ. Опухоль зачастую более успешно конкурирует с тканями за важнейшие соединения и переключает биосинтетические процессы на более энергетически выгодные пути для метаболизма новообразования. Таким образом, поддержание достаточно высокого

уровня ПАЛФ и ПАМФ при гипергликемии с гипертермией на фоне адриабластина при усилении гексокиназы в саркоме М1 позволяет сохранить опухоли достаточно интенсивный рост.

Проведение гипергликемии и гипертермии на фоне цитостатиков (рис. 2) в одинаковой степени снижало уровень коферментов в карциносаркоме Уокера независимо от последовательности проведения воздействий. В результате жизнедеятельность опухоли угнеталась.

В саркоме М1 некоторое увеличение содержания ПАЛФ и ПАМФ наблюдалось лишь при гипергликемии, предшествовавшей гипертермии на фоне адриабластина (см. рис. 2). В остальных случаях количество коферментов снижалось. Вероятно, при совместном воздействии гипергликемии и гипертермии уменьшается роль опухоли как «ловушки» метаболитов [7], что позволяет другим тканям опухоленосителя, например мозгу, повышать уровень ПАЛФ и ПАМФ [8].

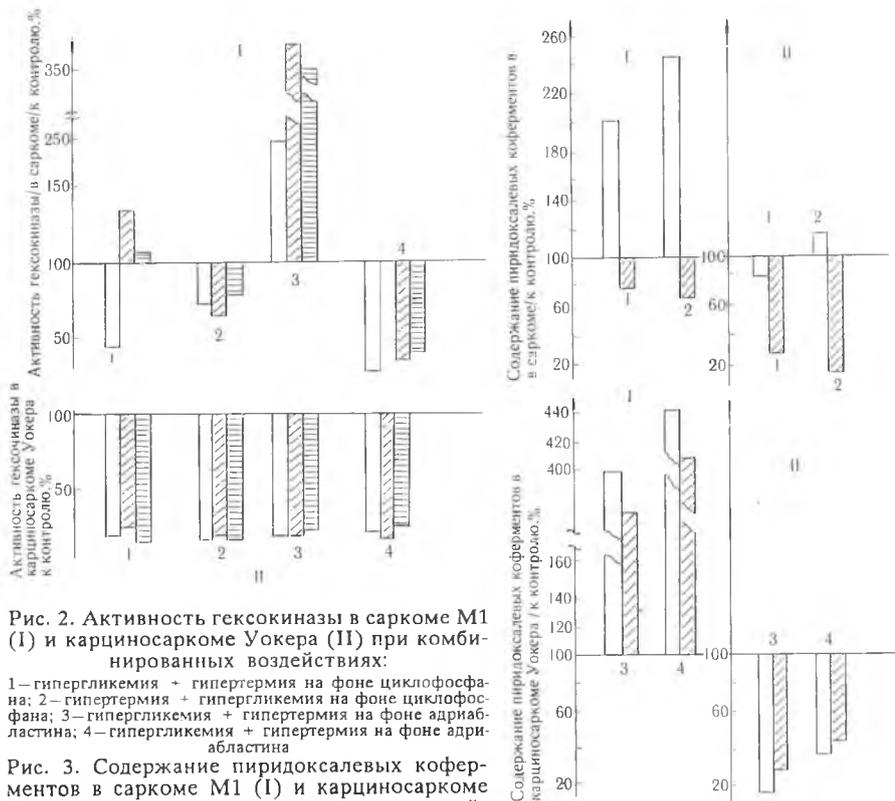


Рис. 2. Активность гексокиназы в саркоме М1 (I) и карциносаркоме Уокера (II) при комбинированных воздействиях:

1—гипергликемия + гипертермия на фоне циклофосфана; 2—гипертермия + гипергликемия на фоне циклофосфана; 3—гипергликемия + гипертермия на фоне адриабластина; 4—гипергликемия + гипертермия на фоне адриабластина

Рис. 3. Содержание пиридоксальных коферментов в саркоме М1 (I) и карциносаркоме Уокера (II) при комбинированных воздействиях:

1—гипергликемия + гипертермия на фоне циклофосфана; 2—гипергликемия + гипертермия на фоне циклофосфана; 3—гипергликемия + гипертермия на фоне адриабластина; 4—гипергликемия + гипертермия на фоне адриабластина

Характер изменений гексокиназной активности при проведении гипергликемии и гипертермии в различной последовательности на фоне цитостатиков зависел от штамма опухоли. Например, в саркоме М1 (рис. 3) на фоне адриабластина сохранялась резко (в 2–3 раза) увеличенная активность гексокиназы в обеих фракциях, тогда как в карциносаркоме Уокера происходило ингибирование гексокиназы, активность которой составляла лишь 10–20 % от исходного уровня.

На фоне циклофосфана эти воздействия лишь в карциносаркоме вызвали снижение активности фермента на 60–70 %, а в саркоме М1 в этих условиях наблюдалось возрастание активности в 2–2,5 раза.

Таким образом, наиболее эффективным в терапии опухолей, судя по скорости гексокиназной реакции и уровня фосфорилированных форм витамина В₆, явилось проведение на фоне цитостатика комплексных воздействий СВЧ-гипертермии, а затем гипергликемии, чувствительность к которой у данной опухоли повышена [5]. Проведенные нами исследова-

дования свидетельствуют об изменении в перевиваемых опухолях крыс ряда биохимических показателей при действии цитостатиков и усиливающих их эффект гипертермии и гипергликемии, причем только в карциносаркоме Уокера эти воздействия приводят к значительному снижению изученных показателей, что может способствовать регрессии опухоли.

Список литературы

1. Куккулянская М. Ф., Хрипченко И. П., Корженевская Т. М. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 327.
2. Long O. // Journ. Biol. Chem. 1951. V. 193. P. 265.
3. Горяченкова Е. В. и др. // Биохимия. 1983. Т. 28. № 3. С. 565.
4. Роклицкий П. Ф. // Биологическая статистика. Мн., 1973.
5. Кулик Г. И. // Вопр. онкологии. 1989. № 7. С. 778.
6. Переводчикова Н. И., Горбунова В. А. // Вестн. АМН СССР. 1976. № 2. С. 67.
7. Чернов В. А. Методы экспериментальной химиотерапии. М., 1981. С. 357.
8. Блинова В. А., Шапот В. С. // Вопр. онкологии. 1974. № 12. С. 60.

УДК 577.391

Т. Н. ЗЫРЯНОВА, В. М. ЛАВРОВА, А. Т. ПИКУЛЕВ

ВЛИЯНИЕ БЕНЗИДИНА И *o*-ТОЛИДИНА НА АКТИВНОСТЬ АСПАРТАМИНОТРАНСФЕРАЗЫ И ГЛУТАМАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В ТКАНЯХ КРЫС

Бензидин (БД) и его производное 3,3'-диметилбензидин (ДМБД) относятся к непрямым канцерогенам и для проявления своего эффекта требуют метаболической активации, сопровождающейся образованием химически активных соединений, которые вызывают модификацию биохимических процессов в организме, ведущих к возникновению раковых заболеваний.

В связи с этим в настоящей работе проведено изучение активности основных ферментов обмена глутаминовой кислоты – аспаратаминотрансферазы (АСТ, КФ 2.6.1.1) и глутаматдегидрогеназы (ГДГ, КФ 1.4.1.3), обеспечивающих сопряжение углеводного и азотистого обменов, что определяет несомненную важность исследования этих показателей в головном мозге и печени крыс при введении аминобифенилов.

Материал и методика

Эксперименты проведены на беспородных крысах массой 130–180 г, содержащихся на стандартном рационе вивария. Первую группу экспериментальных животных составили крысы, которым внутрижелудочно вводили 0,9 % NaCl (контроль). Второй группе животных вводили БД в виде суспензии в 0,9 % NaCl в дозе 100 мг/кг массы животного (1/16 ЛД₅₀) [1]. Третью группу составили крысы, получавшие БД в дозе 400 мг/кг однократно (1/4 ЛД₅₀). Животным четвертой группы БД вводили в течение 4-х дней, суммарная доза составила 400 мг/кг. Пятую, шестую и седьмую группы составили животные, которым вводили ДМБД. Условия введения и дозы те же, что и для бензидина. Активность АСТ и ГДГ в субклеточных фракциях головного мозга и печени крыс определяли с помощью методик, описанных ранее [2], и рассчитывали на 1 мг белка, который определяли по Лоури [3]. Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически.

Результаты и их обсуждение

Как видно из рис. 1, однократное введение БД в дозе 100 мг/кг вызывало увеличение активности цитоплазматической (ц-) и снижение митохондриальной (м-) АСТ в головном мозге крыс. Увеличение дозы БД до 400 мг/кг приводило к активации скорости реакции трансаминирования с L-аспартата на α-оксоглутаровую кислоту в обеих фракциях. Это же количество БД, но введенное по 100 мг/кг в течение 4-х дней, не выявило достоверных изменений в активности изоферментов АСТ.

Производное БД – ДМБД, введенное в дозе 100 мг/кг, несколько активировало процесс трансаминирования, катализируемого как ц-, так и м-АСТ, тогда как этот же препарат, но в дозе 400 мг/кг вызывал снижение активности исследуемого фермента в обоих компартментах клетки. При дробном введении этого аминибицила активность АСТ существенным образом не изменялась. В головном мозге экспериментальных животных, получавших БД или ДМБД в изучаемых дозах, практически не обнаружено достоверных изменений активности аминирующей и дезаминирующей ГДГ.

Как свидетельствуют экспериментальные данные (рис. 2), введение БД в дозе 100 мг/кг активировало как процесс восстановительного аминирования α -оксоглутаровой кислоты, так и процесс окислительного дезаминирования L-глутаминовой кислоты в печени экспериментальных животных. Активация процессов трансаминирования, осуществляемых изоферментами АСТ, была незначительной. 4-кратное введение БД по 100 мг/кг ежедневно достоверно не изменяло активность ГДГ, скорость трансаминирования возрастала, но достоверные данные получены лишь для м-АСТ.

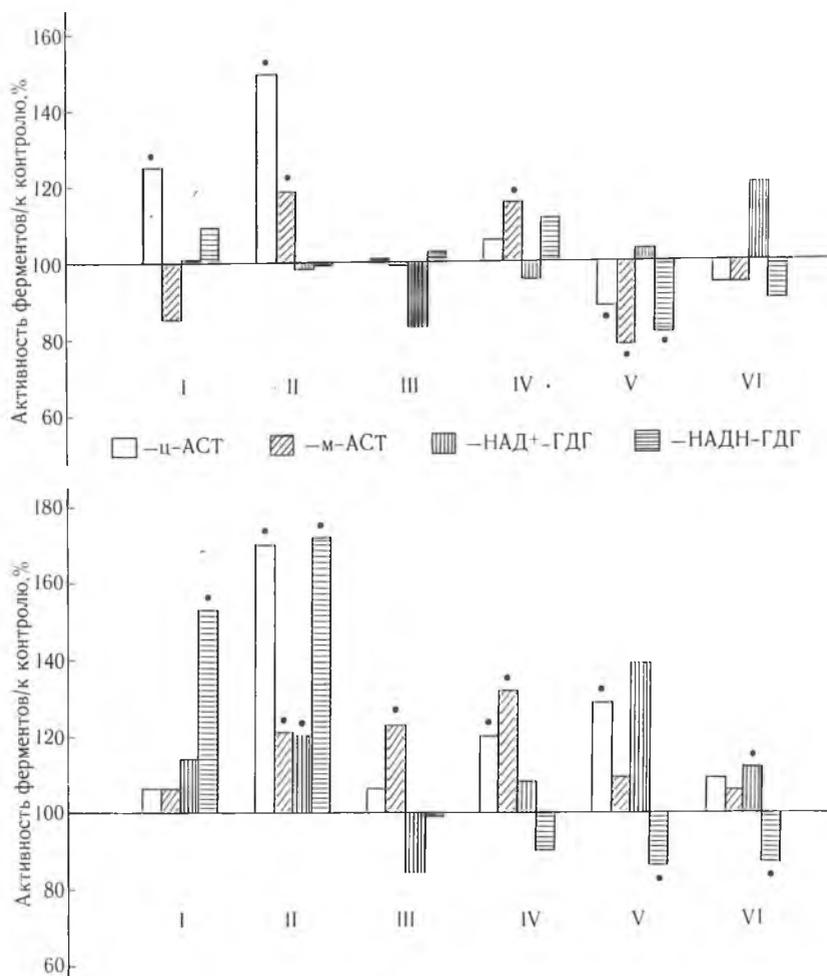


Рис. 1. Активность аспаратаминотрансферазы и глутаматдегидрогеназы в головном мозге крыс при воздействии бензида и *o*-толидина: I – БД 100 мг/кг, II – БД 400 мг/кг, III – БД 100 мг/кг 4-кратно, IV – ДМБД 100 мг/кг, V – ДМБД 400 мг/кг, VI – ДМБД 100 мг/кг 4-кратно; ● – достоверные изменения при $p < 0,05$

Рис. 2. Активность аспаратаминотрансферазы и глутаматдегидрогеназы в печени крыс при воздействии бензида и *o*-толидина. Условные обозначения те же, что и на рис. 1

Однократное введение ДМБД (100 мг/кг) достоверно не изменяло активности аминирующей и дезаминирующей ГДГ, обнаружена лишь тенденция к разнонаправленным сдвигам активности ГДГ. У животных, получавших ДМБД в дозе 400 мг/кг однократно либо 4-кратно, показано достоверное повышение скорости окислительного дезаминирования L-глутаминовой кислоты и угнетение процесса восстановительного аминирования. Воздействие ДМБД статистически значимо активировало реакции трансаминирования в печени крыс, причем степень активации была примерно одинаковой (20–30 %) при обеих примененных дозах (100, 400 мг/кг). 4-кратное введение ДМБД по 100 мг/кг ежедневно не оказывало существенного влияния на активность АСТ в печени.

Таким образом, из полученных экспериментальных данных следует, что введение аминокбицилинов вызывает изменение скорости синтеза и дезаминирования глутаминовой кислоты, процессов трансаминирования, катализируемого изоферментами АСТ. Направленность и степень выраженности этих изменений зависят от дозы и химического строения аминокбицилинов. Интересно отметить, что максимальные изменения активности аминирующей и дезаминирующей ГДГ в печени, активности изоферментов АСТ в печени и мозге были получены при введении аминокбицилинов однократно в дозе 400 мг/кг. При анализе полученного экспериментального материала обращает на себя внимание различная ответная реакция изоферментов АСТ головного мозга крыс при введении ДМБД и БД в дозе 400 мг/кг. ДМБД снижал или практически не изменял активность ц- и м-АСТ, тогда как эффект БД был активирующим. Сопоставление данных по активности цитоплазматического и митохондриального изоферментов АСТ на фоне введения аминокбицилинов позволяет заключить, что изменение скорости ферментативного трансаминирования с L-аспартата на α -оксоглутарат в митохондриальной и цитоплазматической фракциях часто имело одинаковую направленность. Следовательно, сдвиги в активности этих изоферментов нельзя объяснить только перераспределением их между отдельными компартментами клетки благодаря изменению физико-химических свойств митохондрий. По-видимому, при интоксикации аминокбицилилами происходит нарушение регуляции ферментативной активности, а также изменение активности других ферментов обмена глутаминовой кислоты, в частности глутаматдегидрогеназы. С целью математического выражения соотношения скорости реакции аминирования и дезаминирования нами введен условный коэффициент K ($\frac{\text{аминирование}}{\text{дезаминирование}}$).

Анализ экспериментальных данных показал, что в печени при введении животным ДМБД в дозе 400 мг/кг коэффициент K равен 1,58 против 2,54 у интактных животных, что свидетельствует о сдвиге реакции, катализируемой ГДГ, в сторону дезаминирования. При введении БД экспериментальным животным наблюдается противоположная картина. БД в дозе 400 мг/кг активировал процесс как синтеза, так и дезаминирования глутаминовой кислоты, максимально вызывал повышение коэффициента K до 3,65 против 2,54 у интактных. У животных, получавших БД, происходил сдвиг реакции, катализируемой ГДГ, в сторону аминирования.

Таким образом, обнаруженные сдвиги в активности исследуемых ферментов обмена глутаминовой кислоты могут быть обусловлены спецификой метаболизма в исследуемых тканях, нарушением регуляции ферментативной активности и, по-видимому, особенностями строения аминокбицилинов.

Список литературы

1. Канцерогенные вещества. М., 1987. С. 332.
2. П и к у л е в А. Т., Д ж у г у р я н Н. А., З ы р я н о в а Т. П., Л а в р о в а В. М.// Радиобиология. 1984. Т. 34. Вып. 5. С. 29.
3. L o w r y O. H., R o s e n b r o u g h N. J., F a r r A. L., R a u n d a l K. J.//Journ. Biol. Chem. 1951. V. 193. № 1. P. 265.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕКТИНАЗ БАКТЕРИЙ *ERWINIA* ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПРОТОПЛАСТОВ И КЛЕТОК ИЗ ЛИСТЬЕВ ТАБАКА

Традиционным способом получения протопластов у растений является обработка ткани (листа, стебля, корня, клубня) комплексом мацерирующих ферментов, в состав которого входят пектиназы, целлюлазы, гемицеллюлазы [1]. В силу существенных различий в составе клеточных стенок растений различных видов [1] в каждом конкретном случае необходимо варьировать состав среды, условия получения, соотношение отдельных ферментов в мацерирующей смеси.

Образование комплекса пектолитических ферментов характерно для бактерий рода *Erwinia*, являющихся патогенами ряда растений и вызывающих «мягкие гнили» клубней, стеблей и т. д. [2]. В настоящей работе исследовалась возможность получения протопластов и клеток из листьев растений табака при совместном действии пектолитических ферментов бактерий *Erwinia atroseptica* и *Erwinia chrysanthemi* и препарата целлюлаза целловиридина ГЗх.

Материал и методика

В работе использовали мацеразу А и мацеразу С (производства НПК «Биотех»), высокоочищенные пектолитические ферментные препараты, полученные из бактерий *Erwinia atroseptica* и *Erwinia chrysanthemi* соответственно, а также целловиридин ГЗх (производства Приволжского БХЗ), содержащий комплекс целлюлолитических ферментов.

Листья 3–5-недельных растений табака стерилизовали спиртом, промывали в стерильной дистиллированной воде и освобождали от нижнего эпидермиса. После этого переносили в мацерирующую смесь следующего состава (мг/л): KH_2PO_4 – 27,2; KNO_3 – 101,0; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 246,0; KJ – 0,16; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,025; CaCl_2 – 1480,0; сахароза – 210000 (рН 5,6–5,8), в которую вносили мацеразу А и мацеразу С и целловиридин в различной концентрации. Листья инкубировали в темноте при 20–28 °С от 3 до 6 ч. Количество протопластов подсчитывали в микроскопе «Биолам» с использованием камеры Горяева, а их жизнеспособность определяли при окрашивании метиленовым синим (0,01 %) [3].

При получении клеток из листьев табака обработке мацерирующей смесью предшествовала обработка 0,025М натрий-ацетатным буфером в течение 30 мин (рН 4,5–5,2).

Результаты и их обсуждение

Необходимыми условиями получения протопластов из листьев растений являются освобождение листовой ткани от нижнего эпидермиса, а также совместная обработка ее пектиназами и целлюлазами, разрушающими пектиновые вещества и целлюлозные компоненты клеточных стенок. Комплексные препараты пектолитических ферментов были получены после соответствующего концентрирования и очистки из культуральной жидкости бактерий *Erwinia atroseptica* и *Erwinia chrysanthemi*. Было установлено, что они обладают пектатлиазной и полигалактуроназной активностями в соотношении 10:1 (мацераза А) и пектатлиазной и пектинметилэстеразной активностями в соотношении 10:1 (мацераза С). Ферменты, обладающие таким набором активностей, способны расщеплять гликозидные связи в 1,4- α -Д-галактуронанах, а также вызывать у них дезацетиляцию метильных групп [4], вследствие чего их можно использовать для разрушения пектиновых веществ клеточной стенки. Отечественной промышленностью выпускается препарат целловиридин ГЗх, обладающий спектром различных целлюлолитических активностей, способный разрушать целлюлозные микрофибриллы и обычно используемый для обработки грубых кормов с целью повышения их усвояемости. Представляется очевидным, что сочетание этих ферментов должно

приводить к мацерации растительной ткани и высвобождению протопластов или клеток.

Действительно, экспериментально были подобраны соотношения и концентрации ферментов в мацерирующей смеси, оптимальные для выделения жизнеспособных протопластов: мацераза А или мацераза С – 1,5 Е/мл (по пектаттиазе); целловиридин – 0,5 %. Повышение концентрации ферментов приводило к потере жизнеспособности (с 81 % до 20 – 25 %), быстрому разрушению протопластов, неравномерному распределению хлоропластов в цитоплазме. При использовании более низких концентраций ферментов значительно увеличивалось время обработки, что, по мнению некоторых авторов [5], отрицательно сказывается на свойствах получаемых протопластов: их жизнеспособности, способности к регенерации и т. д.

Весьма существенным для выделения нативных протопластов является выбор осмотического стабилизатора. Обычно ими служат растворы сахаров (сахарозы, глюкозы, сорбита) в концентрации 15 – 21 %.

Т а б л и ц а 1

Эффективность образования протопластов из листьев табака в зависимости от осмотического стабилизатора и времени обработки

Тип и концентрация мацеразы и целлюлазы	Осмотический стабилизатор	Количество протопластов ($\times 10^6$) при инкубировании в течение:		
		3 ч	6 ч	16 ч
А(1,5 Е/мл), целловиридин ГЗх (0,5 %)	сахароза	1,2	1,9(83)	2,1(81)
	сорбит	0,3	1,8(81)	2,6(62)
	глюкоза	0,4	1,4(83)	1,7(74)
С(1,5 Е/мл), целловиридин ГЗх (0,5 %)	сахароза	1,0	2,0(78)	2,9(78)
	сорбит	0,4	1,5(62)	1,8(78)
	глюкоза	0,6	1,8(80)	2,2(80)

Примечания: количество протопластов рассчитывали на 1 г сырой ткани; в скобках указано количество жизнеспособных протопластов в процентах от общего числа.

Результаты изучения влияния различных сахаров на выход протопластов приведены в табл. 1. Из них следует, что использование сахарозы является наиболее оптимальным и дает стабильные результаты при обработке в течение 3 – 6 ч. При этом за 6 ч происходит достаточно полная мацерация ткани и увеличение времени инкубирования незначительно влияет на выход протопластов. Менее удобным стабилизатором является глюкоза, так как в любом из приведенных вариантов получаемое количество протопластов ниже, хотя их жизнеспособность достаточно высока. Вероятно, в некоторых случаях возможно использование и сорбита: выход протопластов практически такой же, как и с сахарозой, однако жизнеспособность их ниже.

Таким образом, из представленных результатов следует, что ферментные препараты пектолитического действия мацераза А и мацераза С могут быть использованы для получения протопластов табака в сочетании с целловиридином ГЗх.

С помощью указанных ферментных препаратов возможно выделение не только протопластов, но и клеток. Такое предположение основано на результатах работы [5], в которой показано, что при определенном значении рН меняется соотношение активностей различных ферментов, существенных для протекания процесса разрушения клеточной стенки. Кроме того, предобработка листовой ткани при низких значениях рН приводит к изменению в структуре клеточных оболочек, в результате чего наблюдается предпочтительное образование клеток, а не протопластов (при действии одних и тех же ферментов).

Нами исследовалась возможность выделения клеток табака при условии обработки ткани в натрий-ацетатном буфере с последующей ее мацерацией в растворе мацераз и целловиридина ГЗх. Для проведения таких экспериментов листовую ткань помещали в 0,025М буфер с различными значениями рН на 30 мин. После этого дважды промывали в 0,025М *трис*-НСl буфере (рН 7,7) и помещали в ферментный раствор для получения протопластов. Результаты этих экспериментов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Эффективность образования клеток табака при различных условиях предобработки ткани натрий-ацетатным буфером

рН буфера	Количество клеток ($\times 10^7$) при обработке целловиридином и	
	мацеразой А	мацеразой С
4,5	1,6	2,8
4,7	4,0	3,6
4,9	1,8	2,3
5,1	1,0	1,0
5,2	0,2	0,4

Как видно, оптимальной является обработка в буферах с рН 4,5 – 4,7; повышение рН отрицательно сказывается на количестве образующихся клеток. Отмечено, что наиболее полному и эффективному освобождению клеток способствует освещение: в темноте выделения клеток из ткани табака не наблюдалось, а при освещенности $2 \cdot 10^3$ лк были получены положительные результаты, т. е. обработку мацерирующей смесью следует проводить на свету. В этом случае через 16 ч происходило выделение из ткани листа типичных для мезофилла табака клеток.

Таким образом, результаты данной работы свидетельствуют о том, что ферментные препараты мацераса А и мацераса С могут быть успешно использованы для получения клеток и протопластов из листьев табака: в течение короткого времени (3 – 6 ч) наблюдается выделение значительного их количества при сохранении высокой жизнеспособности, т. е. указанные ферменты могут эффективно заменить импортные препараты типа Онозука Р-100, мацерозим и др.

Список литературы

1. Гусев М. В., Киркин А. Ф., Корженевская Т. Г., Маркарова Е. Н. Клеточная инженерия. М., 1987.
2. Regombelot M. C. M., Kelman A. // Ann. Rev. Phytopath. 1980. V. 18. P. 361.
3. Бутенко Р. Г., Кучко А. А., Витенко А. К., Аветисов В. А. // Физиол. растений. 1977. Т. 24. № 3. С. 660.
4. Родионова Н. А. // Ферменты, катализирующие расщепление полисахаридов клеточной стенки высших растений: Итоги науки и техники. Сер. Биотехнология. 1989. Т. 19. Ч. 1.
5. Гайворонская Л. М., Хасирджеева А. К., Бутенко Р. Г. // Физиол. растений. 1982. Т. 29. № 4. С. 794.



УДК 551. 481. 1

Л. В. ГУРЬЯНОВА, С. Ф. ТУМИШСКАЯ

ВЗМУЧИВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЛКОВОДНОГО ОЗЕРА КАК ВНУТРЕННИЙ ИСТОЧНИК ЭВТРОФИРОВАНИЯ (на примере оз. Червоное)

Техногенная эксплуатация природных ресурсов в системах «водосбор – озеро» сопровождается коренными изменениями процессов водного стока и его качественного состава, в частности содержания взвешенных веществ. Наиболее ярко выражены эти изменения на территории Белорусского Полесья, где в условиях осушительной мелиорации низинных торфяников распространено создание торфоучастков, сельхозугодий в пределах водосборной территории озер, а водоемы являются объектами промышленной добычи сапропелевого сырья. Одновременно для распространенных в условиях Полесья мелководных озерных котловин характерно явление взмучивания донных отложений под действием ветра, которое является дополнительным внутренним источником поступления в водную массу взвешенных веществ. В этой связи для выяснения роли и характера протекания взмучивания донных отложений под действием ветра в общем балансе поступления взвешенных веществ в техногенных системах «водосбор – озеро» лабораторией озероведения Белгосуниверситета были проведены специальные исследования на оз. Червоное (Житковичский р-н Гомельской обл. Беларуси).

Материал и методика

Оз. Червоное относится к числу проточных водоемов системы р. Припять. Сток с основной части водосбора осуществляется по незарегулированным водотокам – р. Деменка и кан. Тесна. Часть водосбора (40 % общей площади) представлена торфоучастками торфобрикетного завода (ТБЗ) «Житковичский» и сельскохозяйственными угодьями польдерного типа (объекты «Коммунар», «Осовский», «Дяковичи», к-з «Заря»), сток с которых производится насосными станциями (НС) в озеро. В юго-восточной части озера с использованием земснаряда 200-50 идет промышленная добыча сапропелей в объемах 100 тыс. т в год. Технология добычи предусматривает заполнение водяной пульпой специальных отстойников (чеков), из которых отстоявшаяся вода через насосную станцию объекта «Морохорово» поступает в озеро. В течение 1990 г. специальными исследованиями предусматривался отбор проб на содержание взвешенных веществ (мутность) на всех точечных источниках поступления воды с водосборной территории в озеро. Одновременно в ходе площадных комплексных лимнологических съемок по акватории озера производилось определение содержания взвешенных веществ (ВВ) в его водной массе. Сток из озера осуществляется по Житковичскому и Озерному каналам, на истоках которых также произведены специальные определения. Значения мутности воды определялись по стандартной методике [1] с использованием беззолённых фильтров и вакуумного насоса «МРВ». Для оценки количества веществ, поступающих с водосбора в растворенном и взвешенном состояниях, производилось фильтрование на мембранных фильтрах с диаметром пор 0,30 мкм. Проана-

лизированы данные Белгидромета за период 1976 – 1989 гг. по мутности проб воды отобранных в 0,5 км от гидрологического поста д. Пуховичи на юго-западном берегу озера. Оценка метеоусловий (скорость и направление ветра) проводилась путем непосредственных измерений на высоте 2 м от поверхности воды с применением анемометра чашечного типа МС-13, а также с привлечением данных Белгидромета по метеостанции Житковичи.

По материалам лаборатории озероведения Белгосуниверситета поверхностные донные отложения оз. Червоное в основном представлены органическими и кремнеземистыми сапропелями. По южному и северному берегам озера располагаются зоны песков шириной до 500 м. При анализе полученного экспериментального материала учитывался опыт имеющихся методических разработок по оценке воздействия процессов взмучивания донных отложений на характер протекания лимнических процессов в разнотипных озерах [2 – 5].

Результаты и их обсуждение

Основными источниками поступления взвешенных веществ с водосбора в оз. Червоное являются дренажные воды торфоучастков, сельхозугодий, сбросные воды сапропелевых чеков. В зависимости от объема поступающей воды и концентрации в ней взвесей вклад каждого точечного источника не однозначен. Объем поступления воды с торфоучастка ТБЗ в зависимости от водности года колеблется в пределах 12,1 – 21,9 млн м³ в год. В период обследования концентрация взвешенных веществ в сбросных водах НС колебалась от 18 до 39 г/м³. Насосная станция сельскохозяйственного объекта «Коммунар» в течение года работает эпизодически (около 3 млн м³/год). На станцию поступают дренажные воды осушаемых пахотных угодий. В период работы станции концентрация взвесей в сбросных водах достигала 12 – 110 г/м³. Сбросные воды насосных станций польдерных сельскохозяйственных систем объектов «Осовский», «Дяковичи» (сенокосы, пастбища) северного берега озера характеризуются пониженными значениями мутности воды (2 – 44 г/м³) при значительных объемах ее поступления (соответственно 2,2 – 11,1 млн м³/год и 2,7 – 8,6 млн м³/год). К насосной станции объекта «Морохорово» поступают как дренажные воды сельскохозяйственных угодий (сенокосы, пастбища), так и сбросные воды сапропелевых чеков. Доля объема сбросных вод сапропелевых чеков в общем объеме (в среднем около 4,9 млн м³/год) перекачиваемой воды НС достигает 80 %. Содержание илистых частиц данных проток оценивается от 18 до 1266 г/м³. С экологических позиций концентрация взвешенных веществ в водных объектах не должна превышать 20 г/м³ [6], здесь, однако, прослеживается значительное превышение предельно допустимых концентраций. Мутность воды незарегулированных водотоков (р. Деменка и кан. Тесна) составляет 4 – 40 г/м³, при этом в период обследования течения воды в кан. Тесна не наблюдалось. Таким образом, внешняя нагрузка озера по взвешенным веществам складывается в основном (на 80 %) за счет поступления сбросных вод с торфоучастка ТБЗ «Житковичский» и НС объекта «Морохорово» и оценивается от 40 до 309 т в месяц.

Для определения объема поступления со взвешенными веществами соединений фосфора с водосбора в озеро проведено измерение содержания общего фосфора в нефильтрованных и фильтрованных пробах. На основании выполненных расчетов выявлено, что перенос соединений фосфора в сбросных водах насосных станций объектов «Морохорово» на 80 – 95 %, «Дяковичи» и «Коммунар» на 60 %, «Осовский» – от 30 до 50 % связан с содержанием взвешенных веществ. Общий объем поступлений фосфора с водосбора в оз. Червоное изменяется от 516 до 1249 кг в месяц (таблица).

Объем стока взвешенных веществ из озера определяется стоком по Житковичскому каналу, так как течения воды в кан. Озерный в период обследования не выявлено. Концентрация взвешенных веществ в Житковичском канале тесным образом связана с гидрометеорологическими условиями непосредственно водной массы озера.

Сезонные наблюдения за содержанием взвешенных веществ в оз.

Червоное производится Белгидрометом с 1976 г. В течение периода наблюдения количество взвешенных веществ изменялось в пределах 2–55 г/м³. В течение года прослеживается явно выраженный осенний максимум (рис. 1). Это связано с поступлением в воду значительной

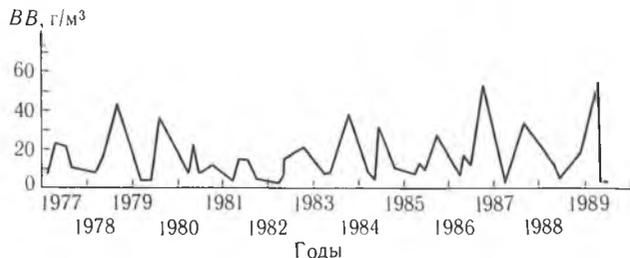


Рис. 1. Межгодовая динамика содержания взвешенных веществ в оз. Червоное

массы отмершего материала макрофитов и является типичным для озерных водоемов умеренной климатической зоны [7]. В конце зимней стагнации содержание взвешенных веществ является минимальным и в целом не превышает 10 г/м³.

Элементы баланса взвешенных веществ (т) и общего фосфора (кг) для оз. Червоное в 1990 г.

Элементы баланса	Апрель		Июнь		Июль	
	взве- шенные веще- ства	общий фосфор	взве- шенные веще- ства	общий фосфор	взве- шенные веще- ства	общий фосфор
Приток						
НС ТБЗ «Житковичский»	25,9	212,8	58,3	403,5	58,3	403,5
НС «Коммунар»	—	—	—	—	24,7	501,4
НС «Осовский»	0,07	0,3	13,3	19,4	18,6	85,2
НС «Дяковичи»	0,6	24,6	4,3	35,7	5,2	62,2
НС «Морохорово»	9,9	198,9	16,8	75,0	202,2	196,9
р. Деменка	3,1	79,3	5,2	27,2	—	—
кан. Тесна	—	—	—	—	—	—
Итого:	39,6	515,9	97,9	560,8	309,0	1249,2
Сток						
кан. Житковичский	53,9	338,7	408,2	1162,5	144,6	562,5
кан. Озерный	—	—	—	—	—	—
Итого:	53,9	338,7	408,2	1162,5	144,6	562,5
Накопление в озере	322,0	2024,0	4001,4	11362,0	1387,0	5320,0

В период экспедиционного обследования 1990 г. средняя мутность озерной воды колебалась от 7 до 105 г/м³. В этой связи объем накопления взвешенного в воде материала изменялся от 322 до 4001 т (см. таблицу). Однако полученные данные значительно выше объемов поступившего с водосбора материала. Непосредственные наблюдения указывают на развитие сильнейших процессов взмучивания донных

отложений под действием ветра, которые обеспечивают дополнительное накопление взвешенных веществ в водной массе.

Проведенные определения мутности воды при разных ветровых ситуациях, на разных глубинах по акватории показали, что глубина воды для условий оз. Червоное не является лимитирующим фактором процессов взмучивания. Определяющим фактором степени воздействия ветрового потока на придонные слои воды и донные отложения в диапазоне глубин до 3 м является соотношение скорости ветра и длины разгона ветрового потока по акватории озера. Длина разгона ветра (L) определяется путем линейного измерения расстояния от уреза воды до точки наблюдений на акватории в зависимости от румба ветра. На рис. 2 показано, что пропорционально увеличению скорости ветра и длины его разгона возрастает интенсивность взмучивания донных отложений. Так, при скоростях ветра в диапазоне 2–6 м/с и длине разгона до 2 км мутность озерной воды не превышает 60 г/м³; при увеличении длины разгона ветра до 8 км мутность воды возрастает до 120 г/м³ и более. Увеличение скорости ветра до 7 м/с и более вызывает скачкообразное увеличение интенсивности взмучивания донных отложений. Например, при длине разгона ветра до 1 км мутность озерной воды достигает 60 г/м³ (см. рис. 2).

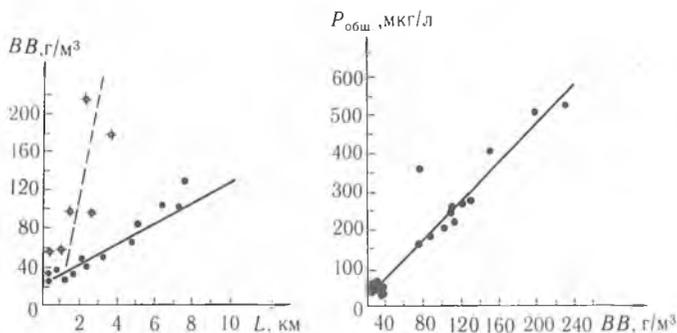


Рис. 2. Графическая и статистическая взаимосвязи между содержанием взвешенных веществ в озере и длиной разгона ветра при различных диапазонах его скорости:

— скорость ветра 2–6 м/с; + — скорость ветра 7 м/с и более

Рис. 3. Графическая и статистическая зависимости между содержанием общего фосфора ($P_{\text{общ.}}$) и взвешенных веществ в водной массе

При определении содержания биогенных и органических веществ в нефильтрованных озерных водах видно, что с увеличением содержания взвесей пропорционально возрастают показатели общего фосфора ($P_{\text{общ.}}$), что позволяет представить данную взаимосвязь графически (рис. 3). Данное обстоятельство подчеркивает важную роль взмучивания донных отложений как внутреннего источника эвтрофирующих поступлений [8]. В целом, исходя из данных таблицы, внутренний источник поступления в озеро взвешенных веществ в 4–40, соединений фосфора в 4–20 раз превышает объем поступающего материала с водосбора.

Природу воздействия ветрового потока на взмучивание донных отложений по акватории озера хорошо иллюстрируют результаты скоростных площадных съемок мутности воды (рис. 4). В условиях штиля на распределении содержания взвешенных веществ по акватории прослеживается влияние сбросных вод работающих насосных станций, действующего земснаряда по добыче сапропелей. В условиях ветрового воздействия (скорость ветра более 2 м/с) поле мутности озерной воды переформируется. Как видно из рис. 4, у подветренного берега («ветровая тень») мутность воды значительно ниже по сравнению с наветренным берегом. Особенно велика эта разница при значительных

(более 7 м/с) скоростях ветра и ориентации воздушного потока по продольной оси водоема. Так, в период июньской съемки в условиях северо-западного ветра минимальные значения мутности составили 60 г/м³, максимальные – до 211 г/м³.

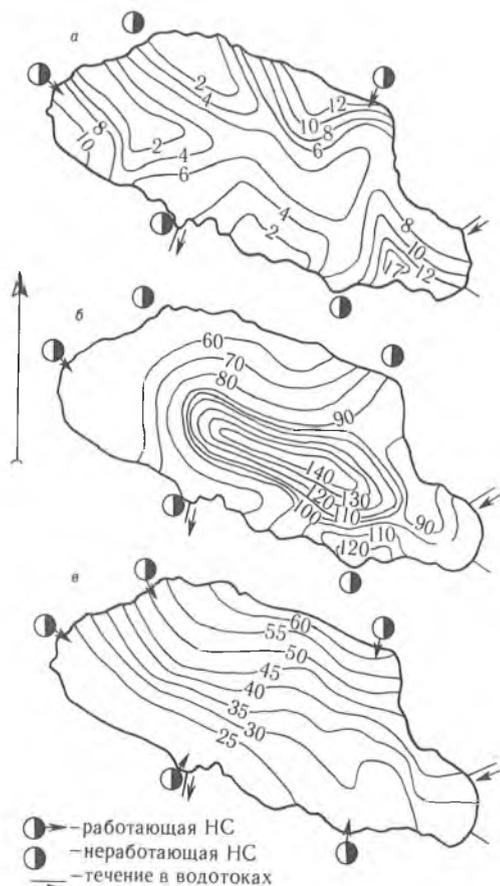


Рис. 4. Распределение мутности воды (г/м³) по акватории в разнотипных метеоусловиях: а – 18.04.90, штиль; б – 24.06.90, северо-западный ветер средней скоростью 6,2 м/с (порывы до 12 м/с); в – 19.07.90, южный ветер средней скоростью 4,5 м/с (порывы до 6,2 м/с)

Выполненные экспериментальные исследования о характере протекания взмучивания донных отложений нуждаются в оценке того, насколько типичны и выражены во времени данные процессы. Анализ многолетних наблюдений за режимом ветров по метеостанции Житковичи показывает, что для безледного периода характерно преобладание действия ветров западных румбов со скоростями 3–4 м/с. В этой связи наиболее подвержена взмучиванию донных отложений восточная часть акватории оз. Червоное, в меньшей степени – нарастающая макрофитами западная.

Таким образом, в условиях мелководного, значительного по площади озера существенным фактором протекания внутриводоемных лимнических процессов является взмучивание донных отложений. Интенсивность его не лимитируется глубиной, но пропорциональна скорости ветра и длине разгона ветрового потока. Резкое увеличение интенсивности взмучивания наблюдается при скорости ветра 7 м/с и более. Пропорционально увеличению взвешенных веществ в озерной массе возрастает содержание общего фосфора, что характеризует данный процесс как внутренний источник эвтрофирования.

Список литературы

1. Быков В. Д., Васильев А. В. Гидрометрия. Л., 1972. С. 338.
2. Groot W. T. // Archiv fur Hydrobiologie. 1981. В. 91. № 4 Р. 475.
3. Alderink R. H., Lijklema L., Breukelman J., Raaphorst W. van, Brinkman A. G. // Water Science and Technology. 1985. В. 17. № 6, 7. Р. 903.
4. Matty J. M., Anderson J. B., Dunbar R. B. // Environmental Geology and Water Science. 1987. В. 10. № 3. Р. 175.
5. Otsubo K., Muraoka K. // Water Science and Technology. 1988. В. 20. № 6, 7. Р. 263.
6. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду / Под ред. Г. В. Воропаева, А. Б. Авакяна, М., 1986.
7. Экологическая система Нарочанских озер / Под ред. Г. Г. Винберга. Мн., 1985.
8. Мартынова М. В. Азот и фосфор в донных отложениях озер и водохранилищ. М., 1984.

ВЛИЯНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА СНИЖЕНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЯ

Последствия аварии на Чернобыльской АЭС поставили перед исследователями Беларуси ряд проблем, требующих безотлагательного решения. Особенно эти проблемы касаются сельского хозяйства. В Республике Беларусь более 40 тыс. км² территории заражено радионуклидами плотностью свыше 1 Ки/км², на которой проживает более 2,2 млн человек [1]. В связи с этим нами проведены исследования по влиянию оптимальных условий минерального питания на снижение поступления и степени накопления радионуклидов в растениях (на примере K^{42} , Rb^{86} и Cs^{137}).

Материал и методика

Основными объектами исследования в наших опытах служили молодые 3–6-недельные растения кукурузы (сорт Воронежская-76 и гибрид Буковинский-1). В водных культурах растения выращивали на питательной смеси Гельригеля. Затем, после промывки корней дистиллированной водой, растения пересаживали на испытываемые питательные растворы, в состав которых вводились калий, рубидий и цезий определенной концентрации. Количественное поступление этих элементов в листья растений определялось радиометрическим методом с помощью изотопов K^{42} , Rb^{86} и Cs^{137} по изменению активности растительного вещества, измеряемой счетчиком БФЛ Т-25 на установке Б-2 и рассчитанной затем на 1 г сухого веса (удельная активность) методом взятия дисков или высечек. Повторность опыта – восьмикратная. По этой методике можно проследить процесс поглощения ионов на одних и тех же растениях в динамике.

Результаты и их обсуждение

В научной литературе имеется недостаточно работ, посвященных вопросу влияния общего уровня минерального питания на поступление калия, рубидия и цезия в растения. В частности, авторами [2–7] установлено, что общий уровень питания снижает поступление калия и рубидия в растения, в то время как влияние общего уровня минерального питания на поступление цезия в растения мало исследовано.

Нами были проведены три опыта по изучению влияния общего уровня минерального питания на интенсивность поступления и накопления калия, рубидия и цезия в растения кукурузы. Был прослежен характер изменения интенсивности поступления и накопления калия, рубидия и цезия при пропорциональном изменении содержания в среде всех элементов минеральной пищи растений.

Таблица 1

Влияние уровней питания на поступление калия (K^{42}) в листья кукурузы

Схема опыта (смесь Гельригеля)	Содержание K^{42} , тыс. имп/мин на г сухого вещества				
	время, сут				
	1	2	3	4	5
1/5 нормы	950	1843	2565	2669	2973
1/2 нормы	620	1234	1742	2170	2635
1 норма	425	901	1296	1509	2167
3 нормы	380	855	1273	1311	1881

В первом опыте растения кукурузы предварительно в течение месяца

выращивали в водной культуре на 1/5 нормы питательной смеси Гельригеля, затем они были пересажены на испытываемые питательные смеси различной концентрации. Через 10 дней питательные смеси заменили по аналогичной схеме, в состав которой был внесен калий, меченый радиоактивным K^{42} , в концентрации 5 мэкв/л, и в течение недели прослеживалась интенсивность его поступления в листья растений кукурузы разных вариантов. Результаты анализов представлены в табл. 1, из которой видно, что интенсивность поступления калия в листья растений существенно различалась по вариантам. Наиболее энергично калий поступал в листья при бедном уровне питания (1/5 и 1/2 нормы). С увеличением общего уровня питания до 1 и 3 норм питательной смеси Гельригеля поступление калия закономерно снижалось, причем различия по вариантам не сглаживались, а четко проявлялись с начала опыта и до его окончания.

Закономерность аналогичного характера отмечена в опыте с калием, меченым K^{42} , авторами [7], которые выращивали растения кукурузы в воде и на питательном растворе Хоглэнда. Следует заметить, что корни кукурузы в их опытах, не получавшие до этого питательных веществ, поглощали в три раза больше калия по сравнению с теми растениями, которые непрерывно выращивались в оптимальных условиях питания.

Таблица 2

Влияние уровней питания на поступление рубидия (Rb^{86}) в листья кукурузы

Схема опыта (смесь Гельригеля)	Содержание Rb^{86} , тыс. имп/мин на г сухого вещества				
	время, сут				
	2	4	6	8	11
1/5 нормы	58	99	186	232	573
1/2 нормы	49	75	124	211	432
1 норма	32	62	110	174	289
3 нормы	24	45	78	175	351

Во втором опыте растения кукурузы в течение месяца выращивали в водной культуре на 1/5 нормы питательной смеси Гельригеля, после чего они были пересажены на испытываемые питательные смеси различной концентрации. Через 10 дней питательные смеси были заменены, в состав их вносился рубидий, меченый Rb^{86} , в концентрации 5 мэкв/л. В течение двух недель прослеживалась интенсивность его поступления в листья растений разных вариантов. Как видно из результатов опыта (табл. 2) наиболее интенсивно рубидий поступал в листья кукурузы при низком уровне питания (1/5 и 1/2 нормы). С ростом уровня питания до 1 и 3 норм смеси Гельригеля поступление рубидия закономерно снижалось по вариантам.

В третьем опыте растения кукурузы месячного возраста пересаживались на исследуемые питательные смеси Гельригеля. Через 10 дней растения пересаживали на испытываемые смеси, в которые вводился цезий, меченый Cs^{137} , в количестве 5 мэкв/л. За интенсивностью поступления цезия в листья кукурузы вели наблюдения в течение трех недель.

Поглощение цезия растениями существенно различалось по вариантам (табл. 3). Наиболее энергично он поступал в листья кукурузы на низком уровне минерального питания (1/20 и 1/5 нормы). С увеличением уровня питания до 1/2, 1 и 3 норм питательной смеси Гельригеля поступление цезия в листья кукурузы снижалось, причем в данном опыте эти различия во времени выявлялись четко (см. табл. 3).

Интересны исследования по поведению цезия (Cs^{137}) в почве, проведенные авторами [8], которые установили способность почвы с течением времени фиксировать в своей структуре цезий Cs^{137} , что ведет к затормаживанию процессов поступления и накопления цезия в растениях.

Влияние уровней питания на поступление цезия (C^{137}) в листья кукурузы

Схема опыта (смесь Гельригеля)	Содержание C^{137} , тыс. имп/мин на г сухого вещества					
	время, сут					
	2	4	6	8	11	16
1/20 нормы	19,2	23,0	27,5	32,8	47,0	72,0
1/5 нормы	18,0	23,3	26,0	27,4	43,6	52,0
1/2 норма	17,0	16,6	21,5	30,8	41,0	45,0
1 норма	13,0	12,0	16,0	23,2	30,0	49,0
3 нормы	11,6	12,0	16,2	20,6	29,0	34,0

Из проведенных опытов следует, что поглощение калия, рубидия и цезия по вариантам значительно различалось. Эти элементы поступали в листья кукурузы наиболее интенсивно при низком уровне минерального питания (1/20 и 1/5 нормы). С увеличением уровня питания растений (1/2, 1 и 3 нормы питательной смеси Гельригеля) поступление всех трех элементов в листья кукурузы значительно снижалось. По всей видимости, это объясняется тем, что при различном уровне минерального питания в растительном организме происходят некоторые изменения в обмене веществ клеточных систем, которые и приводят к снижению поступления и накопления в органах растений радионуклидов. Из наших исследований следует, что оптимизация почв в полевых условиях позволит добиться значительного снижения поступления и накопления радионуклидов в сельскохозяйственных культурах.

Список литературы

1. Козловская Л. В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1991. № 1. С. 54.
2. Иванов Н. П. // Докл. АН БССР. 1969. Т. 13. № 9. С. 839.
3. Удовенко Г. В., Иванов Н. П. // Изв. АН БССР. Сер. с.-х. наук. 1964. № 4.
4. Удовенко Г. В., Иванов Н. П., Ложкина Н. Н., Урбанович Т. А. // Физиол. растений. 1964. Т. 11. Вып. 4.
5. Jaworski S. A., Warber S. A. // Soil Sci. 1959. V. 37. № 1.
6. Иванов Н. П., Борисенко О. Ф. // Проблемы сохранения почвенного плодородия. Пенза, 1992. С. 76.
7. Haunold E., Danneberg O., Kaidal K. // Тр. симпозиума по исслед. изотопов и радиации в исследованиях почвенного питания растений от 28.VI—2.VII 1965. Вена, 1965. С. 612.
8. Петряев Е. П., Овсянникова С. В., Соколик Г. А., Рубинчик С. Я., Любкина И. Я. // Изв. АН БССР. Сер. физ. энерг. наук. 1990. № 4. С. 78.

УДК 551

Б. Н. ГУРСКИЙ, О. Ф. ЯКУШКО

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА БЕЛАРУСИ

Современная поверхность Беларуси представлена аккумулятивным равнинно-холмистым рельефом, характерным для западной окраины Восточно-Европейской равнины. Платформенные структуры Русской плиты залегают на глубине от 0 до 5–6 км. Наиболее крупные морфоструктуры в той или иной степени выражаются в строении поверхности. В частности, это относится к Белорусской антеклизе, Воронежскому горсту, Припятскому прогибу и др. Неровная поверхность фундамента

почти на всей территории покрыта осадочными отложениями. Последние отсутствуют лишь на крайнем юге, где докембрийские породы представлены гранитами, гнейсами, габро, в которых обнаружены залежи железа и редких металлов, запасы пресных и минеральных вод.

Структура осадочного чехла включает несколько комплексов разного состава и региональных особенностей. Позднепротерозойский комплекс представлен в основном породами вулканогенно-терригенной формации мощностью до двух километров. Нижнекембрийский – нижнедевонский комплекс характеризуется породами терригенно-карбонатной формации мощностью 100 – 200 м. Наибольшую мощность и широкое распространение получил нижнедевонско-среднетриасовый комплекс, представленный терригенно-карбонатной и гологенной и калиеносно-галитовой формациями, мощностью до 3,5 км. Верхний верхнетриасово-антропогенный комплекс мощностью более 300 м представлен фациями писчего мела, обломочно-терригенной и ледниковой формациями.

Основные черты рельефа Беларуси обозначились к началу кайнозоя, когда сформировалась выравненная денудационная равнина с глубокой (40 – 60 м) густой долинной сетью и максимальными высотами более 100 м. Принципиальные изменения в рельефе связаны с неоднократными ледниковыми эпохами антропогена, в результате которых сформировался новейший рельеф. Мощность и строение антропогенной толщи в значительной степени связаны со строением поверхности и составом доантропогенных пород. Постелью антропогена служат различные породы от докембрийских до плиоценовых. Абсолютные их высоты колеблются от -167 м в районе Гродно до + 197 м на востоке республики.

Отличительными чертами современного рельефа Беларуси, позволяющими выделить его на фоне других территорий, являются: 1) экспонирование на всей территории реликтовых типов и форм рельефа, связанных с деятельностью трех последних ледниковых покровов в разной степени преобразованных более поздними процессами денудации; 2) унаследованность рельефа структурных особенностей доантропогенной поверхности и неотектонических тектонических движений; 3) развитие новейших (голоценовых) геоморфологических процессов и форм, ими созданных; 4) проявление субширотной геоморфологической зональности, вызванной возрастными и орографическими различиями рельефа; 5) широкое распространение деятельности человека как рельефообразующего фактора. Перечисленные особенности выражаются в сочетании низменных, плоско-волнистых, холмистых, платообразных вариантов равнины. Средняя высота территории 159 м, колебания высот от 80 (урез воды реки Неман у Гродно) до 346 м (гора Дзержинская на Минской возвышенности). Из общей площади республики (207,7 тыс. км²) на долю низменностей и равнин приходится около 2/3, а возвышенности с высотами более 200 м занимают 1/3 территории.

Несмотря на общий равнинный характер, рельеф и слагающие его породы оказывают важнейшее влияние на развитие всего природного комплекса. Рельеф является фундаментом природных и природно-техногенных ландшафтов, обуславливая многие факторы почвообразования, рисунка гидросети, распространения растительных формаций и, наконец, направления хозяйственной деятельности и освоения территории.

Общепринято выделять на территории Беларуси четыре основные геоморфологические области: Белорусское Поозерье, Белорусская гряда, Предполесье, Полесье. Относительно друг друга они вытянуты в субширотном направлении, и границы обусловлены, главным образом, возрастом реликтового ледникового рельефа на фоне консервативных и прогрессирующих флювиального, эолового, техногенного и других типов рельефа [1].

Рельеф Белорусского Поозерья в значительной степени обусловлен деятельностью поозерского (вюрмского) ледника, достигающего на юге границы Гродно – Вильнюс – Свирь – Мядель – Подсвилье – Лепель – Орша. Своеобразие территории связано с молодостью ледникового рельефа, преобладанием моренных суглинков на возвышенностях, обилием котловин спущенных и живых озер, соединенных слабо разработанными протоками. В пределах Браславской и Свенцянской возвышенностей, например, озера занимают до 10 % площади, а абсолютные высоты на

возвышенностях достигают 200 – 250 м. На обширных озерно-ледниковых низменностях (Полоцкой, Верхне-Березинской и др.) абсолютные высоты составляют 120 – 150 м, а грунты представлены в основном песчаными осадками.

В целом территория имеет ряд общих черт с Прибалтийскими Поозерьями (Мекленбургским в Германии, Мазурским в Польше, Эстонским, Литовским в Прибалтике) [2].

Расположенная южнее геоморфологическая область Белорусской гряды занимает наиболее высокие части республики, по которым проходит линия основного водораздела. Она отличается отсутствием живых озер, которые оказались спущенными в процессе эрозионного расчленения и общей денудации поверхности. В результате сформировался весьма разнообразный эрозионно-денудированный крупнохолмистый и пологоволнистый моренный рельеф возвышенностей, разделенный долинами рек Днепра, Немана и др. на крупные массивы, сложенные моренными породами. Своеобразные особенности имеют склоны возвышенностей на востоке Беларуси, где поверх морены получили распространение лессовидные отложения (до 10 м мощностью) и присущий им овражно-балочный и суффозионный рельеф.

Геоморфологическая область Предполесья служит естественным переходом к южной части республики – Белорусскому Полесью – обширной низменной заболоченной равнине, протянувшейся вдоль долины Припяти от Западного Буга на западе до Сожа на востоке. Отложения и рельеф днепровского (рисского) оледенения сильно трансформированы здесь флювиальными, эоловыми и другими геоморфологическими процессами. Абсолютные высоты обычно не более 150 – 160 м.

Располагаясь в центре Европы, территория Беларуси постоянно находилась в условиях интенсивной хозяйственной деятельности. Достаточно отметить, что распаханность возвышенных районов достигает 50 – 60 %. Уже в неолите – бронзовом веке – строение поверхности территории имело значение экологического фактора, в частности, поселения человека, располагались, как правило, на крутых склонах и надпойменных террасах речных долин. Ниже приведенные примеры характеризуют экологическое значение различных типов рельефа в условиях того или иного проявления хозяйственной деятельности в современную эпоху.

Холмисто-моренно-озерный рельеф возвышенностей Поозерья отличается разнообразием орографического рисунка, высокими показателями холмистости (10 – 20 вершин на 1 км²), расчлененным рельефом вблизи озерных котловин, завалуненностью моренных суглинков.

Частая смена положительных и отрицательных форм является основной причиной мелкоконтурности угодий, что служит негативным экологическим фактором. Средний размер пахотных угодий менее 5 га, а сенокосных и пастбищных – не более 1–2 га. Особенности рельефа, локальное размещение пахотных участков вызывает усиление плоскостной эрозии. Сильно эродированные земли составляют 30 %. Совокупность неблагоприятных геоэкологических показателей в определенной степени оказала влияние на развитие хуторского типа поселений, а также невысокой плотности сельского населения (10 – 12 человек на 1 км²) [3, 4].

Наряду с негативными геоэкологическими показателями для холмисто-моренно-озерного рельефа нельзя не отметить и положительные черты. К ним относятся своеобразие и живописность ландшафтов, важные с точки зрения создания рекреационных центров и заповедных территорий (заказник «Межозерный»). Многочисленные глубокие озерные котловины, полузамкнутые расширения речных долин создают естественные предпосылки для подъема уровня воды, сооружения озер-водохранилищ, небольших гидростанций, водяных мельниц. Отдельные вершины холмов благоприятны для создания ветровых энергетических установок.

Камово-моренно-озерный рельеф территориально близок предыдущему. Образование его связано с деятельностью талых ледниковых вод на поверхности и в теле ледника и скопления в понижениях и пустотах слоистого песчаного материала с включением ленточных глин и гальки.

Нередко камовы холмы насажены на моренные основания, а вблизи озер они получили название лимнокамов (г. Браслав). Частыми спутниками камовых скоплений являются озовые гряды, создающие крупнохолмистые водораздельные участки. Многочисленные озерные котловины и заболоченные понижения создают условия мелкоконтурности рельефа; значительная глубина расчленения и холмистость в сочетании с преобладанием песков и бедных слабоподзоленных почв характеризуют неблагоприятную геоэкологическую ситуацию для хозяйственного использования. (Средний размер пахотных угодий менее 3 га). Выражением ее служит небольшая (<20 %) распаханность, низкая плотность населения. В Россонском районе она около 6 человек на 1 км². К благоприятным геоэкологическим факторам относятся естественные возможности создания озер-водохранилищ и небольших гидросооружений. Значительные лесные массивы способствуют организации рекреационных центров охраняемых территорий (заказник «Блакитные озера»).

Кроме Белорусского Поозерья, аналогичная геоэкологическая ситуация возникает на крупнохолмистых возвышенностях Белорусской гряды, где камы и озы насажены на моренные основания и занимают положение местных водоразделов, а глубина расчленения достигает 20–30 м.

Типичны в этом отношении Радошковичский, Логойский, Плещеницкий, Воложинский участки Минской возвышенности, где сохранились значительные лесные массивы.

Занимающие основные площади более низкие ярусы рельефа возвышенностей центра республики, представленные склонами и обширными межхолмистыми пространствами с преобладанием моренных пород и плодородных дерново-подзолистых почв, часто на лёссовидных супесях в геоэкологическом отношении отличаются рядом положительных черт. В определенной степени это является причиной высокой распаханности (30–40 %) территории густого сельского населения (>30 человек на 1 км²). Несмотря на значительный плоскостной смыв и процессы линейной эрозии, порожденные хозяйственной деятельностью, средний размер пахотных угодий достигает 20–25 га [4].

Обширные песчаные низменные равнины водно-ледникового и озерно-ледникового происхождения также характеризуют геоэкологическую обстановку на территории Беларуси: Полоцкая, Дисненская, Центрально-Березинская, Верхне-Березинская и др. Слабая расчлененность поверхности, высокая степень заболоченности, бедные гумусом песчаные почвы создают неблагоприятные с точки зрения геоэкологии условия ведения сельского хозяйства. Этим же в значительной степени объясняется высокая облесенность (до 70 % под лесом) и относительно низкая плотность населения (11–12 человек на 1 км²). Те же геоэкологические причины создают условия для развития лесного хозяйства; не случайно на этих территориях расположен биосферный Березинский заповедник и ряд заказников (Ельнянский, Козьянский).

Интерес в экологическом аспекте представляет рельеф высоких моренно-лессовых равнин, занимающих значительные территории на востоке республики. Ряд положительных факторов, связанных с общей равнинностью рельефа, плодородными почвами, создали здесь условия для развития древней культуры ведения сельского хозяйства – до 50 % распаханности и значительной плотности сельского населения (около 25 на 1 км²). Характерна значительная площадь пахотных контуров – до 20 га. Негативные геоэкологические факторы возникли в условиях высоких лёссовых равнин под влиянием деятельности человека и выразились в сплошной вырубке лесов, появлении суффозионных процессов на плоских участках (до 100 западин на 100 га пашни) и резком усилении овражной эрозии на склонах речных долин и древних балок.

Выше уже отмечалось, что человек в результате хозяйственной деятельности стал крупным экологическим фактором, это касается и техногенных преобразований рельефа. Изучение этой важнейшей проблемы геоморфологии достаточно серьезно проводится в институте геохимии и геофизики АНБ, особенно в Лаборатории динамики ландшафтов, материалы, которой использованы ниже.

В качестве основного показателя техногенного воздействия на рельеф

А. В. Матвеевым [5] использованы данные об объеме искусственно перемещенных грунтов. В млн м³ эти цифры составили: добыча полезных ископаемых – 4770, распашка земель – 15200, мелиорация – 1270, складирование отходов – 399, дорожное строительство – 3050 и т. д. Всего этот показатель составил 25 млрд м³. Районы с наиболее высоким значением величины перемещенных грунтов расположены на возвышенностях и моренных равнинах.

Наиболее распространенным отрицательным техногенным экологическим показателем территории является распашка земель и связанная с ней водная и ветровая эрозия.

Карьеры и отвалы, связанные с добычей полезных ископаемых, сосредоточены главным образом в пределах Белорусской гряды и возвышенностей севера. Их площадь превышает 20 тыс. га. Наиболее крупный карьер Микашевичский превысил 100 м глубины. Многочисленные карьеры по добычке песка, глины, гравия и известняка в окрестностях Кричева, Волковыска, Гродно, Минска имеют глубины более 90 м и далеко не всегда рекультивированы.

Значительную экологическую опасность представляют терриконы и шлакохранилища Старобинского месторождения калийных солей, занимающих площадь около 2000 га и создающих совершенно новый ландшафт. Рассолы, возникающие под солеотвалами, приводят к засолению почв в радиусе более 1 км; на всей площади наблюдается развитие суффозии и карстовых процессов. К 2000 г. масса солеотвалов достигнет 1000 млн т.

К числу положительных техногенных преобразований рельефа следует, с определенными оговорками, отнести строительство искусственных водоемов-прудов и водохранилищ. К наиболее крупным относятся Вилейское (75 км²), Заславское, Солигорское, Краснослободское.

Имея в виду общую тенденцию к расширению влияния хозяйственной деятельности на рельеф республики, можно высказать следующие предложения и рекомендации.

1. При планировании и проектировании нового строительства необходим учет конкретной геоморфологической ситуации, сокращение работ по нарушению естественного рельефа. Приведем такой пример. Нередко естественный рельеф городов уничтожается мощными бульдозерами и экскаваторами, огромные территории превращаются в уплощенные поверхности и только после этого начинается строительство (микрорайон «Веснянка» в Минске). Иной принцип применен при застройке северных окраин города (микрорайон «Зеленый луг»). Здесь, как и в других городах (р-н Ладзиняй в Вильнюсе), первичный рельеф использован как элемент городского ландшафта, что и придает этим территориям совершенно иной вид. Прекрасные примеры использования особенностей рельефа можно видеть и в других странах (р-н Вельд в Потсдаме, Германия).

2. Необходимо усилить работу по рекультивации карьеров, канав и других использованных выработок. Решение этой проблемы возможно только при условии установления цены на землю, платы за использование поверхности и недр.

3. До настоящего времени в республике нет ни одного геоморфологического заповедника. В процессе мелиорации, добычи полезных ископаемых навсегда исчезли многие уникальные формы рельефа, такие, как долины малых рек, озы, камы, краевые гряды и др. Необходимо в ближайшее время произвести паспортизацию наиболее типичных форм рельефа Беларуси с целью придания им статуса заповедников.

4. Существенно должно быть расширено изучение современного рельефообразования с созданием не только теоретических моделей, но и динамических полигонов во всех крупных геоморфологических областях республики. Такие полигоны, оснащенные современной техникой, являются базой для прогнозирования последствий тех глубоких изменений современного рельефа, которые имеют место в настоящее время и резко возрастут в будущем.

5. Одной из актуальных задач является повышение культуры земледелия, строгое соблюдение выработанных наукой приемов агротехники, применения сельскохозяйственных машин, соблюдение всех правил противоэрозионной защиты. Только в этом случае удастся замедлить или прекратить тенденцию к заметному сокращению посевных площадей из-за полного или частичного разрушения почвенного слоя. Для нашей республики эта задача делается еще более важной в связи с исключением из севооборота значительных территорий, подвергшихся загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Список литературы

1. М а т в е е в А. В., Г у р с к и й Б. Н., Л е в и ц к а я Р. И. Рельеф Белоруссии. Мн., 1988.
2. Я к у ш к о О. Ф. Белорусское Поозерье. Мн., 1971.
3. Белорусское Поозерье: анализ эколого-мелиоративного состояния. Мн., 1992.
4. М о н а к Б. А. Насельніцтва Беларусі: рэгіянальныя асаблівасці развіцця і рассялення. Мн., 1992.
5. М а т в е е в А. В. История формирования рельефа Белоруссии. Мн., 1990.

УДК 910

А. М. ТРОФИМОВ, Р. А. ЖМОЙДЯК

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ: ОТРАЖЕНИЕ ИДЕЙ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОГРАФИИ

Основной задачей современной географии является описание существующего распределения географических объектов в пространстве, поиск закономерностей этого распределения и на основании последних, базируясь на них, построение такого распределения, которое с позиции поставленной цели в условиях складывающейся географической ситуации является наиболее рациональным и рентабельным, эффективным. Эта задача логично коррелирует с общей позицией географического прогнозирования. За время становления, особенно в последнее десятипятнадцатилетие, география испытала сильнейшие изменения в плане социального заказа, изменения требований в постановке задач. Соответственно менялись цели и задачи социально-экономического прогнозирования, особенно в плане концептуально-методического и методологического характера [1].

Отметим, что традиционная география в своей классической форме характеризовалась двумя основными направлениями: изучением связей между компонентами геобразований и изучением пространственных закономерностей в их распределении (так называемое хорологическое направление). В последнее время сильно возрос социально-экономический и экологический аспекты. Это выражается в исследованиях рационального размещения производства, конкурирующей роли производств и связи их с окружающей средой, в эколого-экономическом районировании, оценке природных и хозяйственных ресурсов и в социально-эколого-экономическом ракурсе.

Социально-экономический компонент вначале незаметно, а в дальнейшем все более отчетливо начал сказываться на развитии науки и в особенности на прогнозировании [2]. Отчетливо осознавалась необходимость наполнения существующих концепций в географии концепциями *географического пространства и экологии*. Эффект социологизации географии пробудил интерес к экологизации. Взаимосвязь между ними сложная. Ясно только одно, что хотя экологический подход вполне удовлетворительно объяснял природное окружение и процессы, ее формирующие, он не мог объяснить ее социальных компонентов. Именно это обстоятельство обусловило тот факт, что в дополнение к понятию географического пространства пришло понятие *социального пространства*. Эффекты подходов к изучению социологизации и экологизации замкнулись. Однако внесли явный элемент неопределенности в понятие географического прогнозирования, которое все более становится по сути

социо-эколого-экономическим. В этих случаях ясно только одно, что социальный аспект дает лишь общие контуры целей, гео-эколого-экономический — «проявляет» отдельные конкретные ситуации.

Примерно в те же годы И. П. Герасимов [3] вводит понятие конструктивной географии, которая как бы «завязывает в один узел» основные задачи географии в широком смысле.

Конструктивная география нацелила географический прогноз, который приобрел более определенный социально-экономический смысл в связи с широким развитием в географии комплексных целевых программ, и несколько упорядочила процесс управления. А. И. Чистобаев и Ю. Н. Баженов [4] пишут, что целевые комплексные программы служат средством концентрации усилий, координации деятельности различных органов, инструментом решения социо-эколого-экономических задач.

В 80-е годы группой ведущих специалистов [5] была подмечена тенденция смещения акцента на интеграционные процессы в географии. Оказывается, социология и экологизация географии в значительной степени способствует ускорению реализации внутреннего интеграционного потенциала географии. Задачи оптимизации взаимодействия природы и общества неразрешимы с позиций и методов отдельных подсистем науки. Последнее обстоятельство побудило к жизни комплексный географический прогноз, который одновременно несколько изменил отношение географов к проблемам управления.

Пожалуй, наиболее сильный импульс географическая наука получила в связи с «количественной» и последовавшей за ней «философской» революцией. В этих условиях географический прогноз и управление шагнули вперед как в области идеологии (содержательной структуризации направлений исследования), так и в области развития новых методов и подходов.

Массовое проявление каких-либо событий, фиксирующееся в виде определенной закономерности, задает в географическом пространстве времени также определенную структуру. Направленность и особенность географических процессов, выражающиеся в том, что в пространстве протекают направленные и, чаще всего, определяющие друг друга либо следующие друг за другом (друг из друга) процессы (пространственная концентрация и рассеивание, возникновение зон и сфер влияния, полей и потоков и т. п.), приводят к тому, что эти структуры часто имеют унифицированный характер. Они-то и являются объектом пространственного анализа. Проблема их изучения имеет два аспекта: 1) непосредственный анализ структуры для оценивания характера функционирования и развития и 2) поиск адекватности между геометрической формой структуры на территории и гипотетическим процессом ее формирования и развития. Это два основных аспекта, ориентированных на прогноз и управление, поэтому им посвящено большое количество научных разработок в географии [1].

А. Робинсон [6] предложил графический образ географических полей (структур), отображающих характер распределения количественных признаков явлений или их групп на какой-либо реальной территории. В дальнейшем им же был введен термин «статистическая поверхность». С ее помощью возможно, даже отвлекаясь на первых шагах от содержательной стороны проблемы, изучать идентичными методами закономерности пространственного размещения, динамики и взаимосвязи самых различных природных и социально-экономических явлений [7]. Статистический «рельеф», отражающий статистическую «поверхность» размещения различных явлений и процессов, является умозрительным (ментальным; прообраз ментальных карт), что и позволяет анализировать поля распределения адекватными методами.

Для прогностических целей статистическая поверхность раскладывается с помощью ряда способов на две составляющие, одна из которых дает картину пространственного распределения ведущего фактора (трендовая или фоновая поверхность), а вторая показывает пространственное расположение аномалий, локальных неоднородностей и т. п., т. е. образований, способных нести потенциальный «заряд» перестройки пространственной структуры. В общем-то это задача эвристического характера,

допускающая элементы имитационного моделирования, если суметь фоновую поверхность задавать с позиций «нормы», «заданной величины» и т. п., а полученную величину остатка (остаточная поверхность) постоянно идентифицировать итеративным путем с поиском нужных кондиций.

Использование идей пространственного анализа для прогнозных, а затем и управленческих целей привело к значительному расширению средств и методов содержательного анализа. Это расширение арсенала, в свою очередь, побудило к жизни развитие ряда новых направлений в географическом прогнозировании: математико-географическое моделирование как основа получения вариантных результатов прогноза, системная динамика, пространственная динамика, системное моделирование и т. п. В связи с этим уточняются и подходы к эффективному управлению развитием геообразований.

К настоящему времени географическая наука располагает достаточным количеством эффективных и универсальных методов прогнозирования, имеющих довольно прочное концептуальное обоснование. Однако они требуют доработки во всех тех случаях, когда речь идет о сложном социо-эколого-экономическом прогнозе, т. е. о прогнозе комплексной ориентации.

П. Я. Бакланов [8] показал, что основным принципом прогнозирования развития геосистем в целом является изучение пространственных отношений между элементами подсистем и подсистемами, между подсистемами и между ними и интегральной системой. Этот общий принцип был дополнен В. Я. Ромом [9] концепцией асинхронно развивающихся структур.

А. И. Чистобаев и Ю. Н. Баженов [4] увязывают эти представления в понятие *территориального* прогноза. Задачей его разработки является необходимость научного обоснования целей социо-эколого-экономического развития районов, выявление путей их достижения, определение необходимых для развития в прогнозируемом периоде ресурсов (в самом широком смысле слова). Фактически речь идет о разработке научно-обоснованных рекомендаций социально-экономического и природно-экологического развития изучаемой территории и оценке их последствий. Постепенно принцип территориальности географического прогноза становится одним из ведущих, формируя региональные его аспекты (региональное планирование [10, 11], а также усиление внимания к социальным трактовкам отдельных положений («Шведский эксперимент» [12]). Этому способствовало широкое появление справочной литературы всевозможной ориентации, выпускаемой различными международными комиссиями, организациями и институтами ([13] и др.). В основе географического прогноза должны лежать два принципа прогнозирования: раскрытие функциональной сущности процесса, на основе которой и определяется последующее его развитие, приводящее к тем или иным формам проявления в пространстве, и, если функциональная сущность по тем или иным причинам не вскрыта (или не вскрываема в принципе при современном состоянии науки) – поиск статистических путей толкований тенденций развития (трендов). Однако и в том, и в другом случаях прежде всего должно быть найдено устойчивое состояние динамического равновесия либо устойчивое состояние формы проявления процесса в пространстве с окружающей обстановкой (инвариантов процессов или форм размещения), с позиции которых оценивается современное состояние и возможности его изменения в будущем.

В работах А. М. Трофимова и Р. Г. Хузеева показано, что наиболее ценным для социально-экономико-экологического прогноза и общественной практики географическим представлением является представление о территории как о сложной и своеобразной природно-социально-экономической целостности, управление которой отнюдь не сводится

к механическому суммированию воздействий на ее отраслевые компоненты. Именно на территории происходит преломление и фокусирование всех процессов и их взаимодействий в заданной точке пространства. Территория несет на себе отпечаток результатов этих пространственно-временных взаимодействий. Отсюда происходит представление об эмерджентных свойствах территорий и связанных с этим проблемах управления и прогнозирования развития. Важнейшими из этих проблем можно считать следующие:

– проблема целеполагания для территории как целостного объекта управления;

– отсутствие эффективного механизма, призванного осуществлять в общественных интересах согласование внешних управленческих воздействий на территорию, обусловленных ее местом в иерархии территориальных единиц, с имманентными интересами территории, проистекающими из ее внутренних условий.

Далеко не все географические явления и процессы могут быть описаны на строгом формальном уровне, так как они «размыты» по своей природе. Это означает, что многие понятия географии могут иметь лишь неформальное или полужформальное выражение и поэтому цели развития и функционирования территориальных систем в принципе не могут быть поставлены однозначно. Имеют смысл лишь общие контуры целей, тогда как детали «размываются» в общей размытой обстановке. Отсюда следует, что модели прогноза и управления географическими системами не могут и не должны быть полностью формально-количественными. Это определяет необходимость широкого привлечения логико-содержательных подходов и приемов анализа, базирующихся на особенностях и закономерностях географического мышления. Речь идет о разумном сочетании формального и неформального при решении проблемы прогнозирования в географии.

Необходимо сказать о принципах комплексного прогноза в той форме, в какой они изложены и сформулированы в работах Казанской школы. Начнем с того, что непосредственное составление всеобъемлющего прогноза является задачей невыполнимой. Обычно частные прогнозы (демографические, социологические, научно-технические, прогнозы природных ресурсов и окружающей среды, экономические и т. п.) разрабатываются с учетом специфики объекта прогнозирования и его взаимодействия с внешней средой. Однако, поскольку возможности учета влияния внешних условий довольно ограничены в силу вполне понятных причин, частные прогнозы всегда в той или иной степени противоречивы. Это тем более характерно для сравнительно небольших территорий (областей, республик, экономических регионов, ТПК и др.), так как локальные условия налагают более жесткие ограничения на допустимые значения параметров частных прогнозов. Противоречивость частных прогнозов фактически означает, что при совместном рассмотрении оценка их достоверности снижается, что делает необходимым их корректировку с тем, чтобы степень достоверности вновь стала приемлемой.

Важнейшим моментом и отправной точкой согласования частных прогнозов должно быть содержательное описание прогнозной ситуации на рассматриваемой территории. Ситуация понимается как система отношений (прежде всего – отношений взаимодействия) объектов частного прогнозирования. Это своего рода концептуальная модель, множество знаний и представлений о взаимодействиях, сведенных в единую систему с позиции цели исследования (разработки комплексного территориального прогноза) и представленных как в словесном, так и формализованном виде. Частные прогнозы с их более или менее конкретными выводами являются той исходной базой, которая «проявляет» ситуацию на рассматриваемой территории. «Проявленная» ситуация может быть расценена субъектом прогнозирования как реальная или

заведомо нереальная, желательная (приемлемая) или нежелательная (неприемлемая) и т. д. Это дает основание полагать, что на множестве всех реальных ситуаций можно задать отношения предпочтения, отражающие наиболее важные стратегические цели и задачи развития общества. Согласование частных прогнозов можно тогда рассматривать как задачу выбора максимального элемента на множестве реальных ситуаций с заданными на нем отношениями предпочтения.

При комплексном территориальном прогнозе значения и возможности строгих методов сравнительно ограничены; все большее значение здесь приобретают неформальные и полужформальные методы и прежде всего экспертные оценки и методы множеств. Это и определяет представление о допустимых интервалах временных, пространственных и других параметров комплексного территориального прогноза.

Выше мы говорили об особой значимости территориального аспекта при прогнозировании и управлении. Существенным здесь является то обстоятельство, что от взаиморасположения компонентов геосистем зависят функции, свойства отдельных элементов и качество всей системы в целом. Поэтому географические свойства существенно зависят от структурных особенностей геосистемы. Отсюда следует вывод, что, воздействуя на территориальную структуру, изменяя взаиморасположение элементов, можно, в принципе, менять в желаемом направлении свойства, функции, а в конечном счете и развитие геосистем. Именно в этом заключается основной механизм географического прогнозирования и управления развитием природными и социально-экономическими образованиями. Он показывает также, что эффективный и реализуемый процесс управления развитием возможен на уровне совместного учета результатов взаимодействия различных (природных и социально-экономических) составляющих географического пространства-времени. Это и есть комплексный географический прогноз.

Список литературы

1. Аношко В. С., Трофимов А. М., Широков В. М. Основы географического прогнозирования. Мн., 1985.
2. Покшишевский В. В., Миц А. А., Константинов О. А. О новых направлениях в развитии советской экономической географии. Л., 1970.
3. Герасимов И. П. Советская конструктивная география. М., 1976.
4. Чистобаев А. И., Баженов Ю. Н. Территориальные комплексные программы. Л., 1984.
5. Трешников А. Ф., Жекулин В. С., Лавров С. Б., Преображенский В. С., Рябчиков А. М., Салищев К. А. // Современные проблемы географии. Л., 1980. С. 3.
6. Robinson A. H. Elements of cartography. New York; London, 1960.
7. Червяков В. А. Концепция поля в современной картографии. М., 1978.
8. Бакланов П. Я. // Экономико-географическое прогнозирование. Иркутск, 1973.
9. Ром В. Я. // Геогр. исслед. для целей планирования, проектирования, разработки и анализа комплексных программ: Тез. докл. I секции. 8-й съезд ГО СССР. Киев, окт. 1985. С. 33.
10. European Conf. of Ministers Responsible for Regional Planning 2nd session. La grande motte, 25—27 sept. 1973. Cartography and Regional Planning. Base Maps. Strasbourg, 1973.
11. South-South Trade and Development. V. 2. South-South Trade in Manufactured Goods since 1960 saquantitative analysis of the Export of 81 Developing Countries. Copenhagen, 1989.
12. Exurbanization. The Swedish Experience. Ed. Thomas Lunden. Stockholm, 1983.
13. World Resources 1988—89. An Assessment of the Resource Base that supports the Global Economy. World Resourccns Institut for Environment and Development. UNEP, 1988.

ДИНАМИКА ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ В МЕЛИОРАТИВНЫХ ЛАНДШАФТАХ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

В результате изучения техногенных изменений торфяно-болотных комплексов установлены некоторые особенности динамики земельных угодий Припятского Полесья на протяжении более 120 лет (1866 – 1988). С этой целью на территории ряда ключевых участков были интерпретированы и сопоставлены результаты мелиоративных, геоботанических и таксационных съемок, картографические материалы, данные аэро- и космофотосъемок, архивные, фондовые и литературные источники. Первые картографические материалы, позволяющие установить количественное соотношение доминирующих площадей земельного фонда (леса, луга, мелколесье, пашни), соответствуют 1866 и 1925 гг. Структуру земельных угодий перед началом активной мелиорации характеризуют данные крупномасштабных инженерно-геологических съемок 1955 г. [1].

Структура земельных угодий, %

Годы	Виды угодий					
	лес	мелко- лесье	луг	пашня	водохра- нилище	поля тор- фодобычи
1866	34	25	30	11		
1925	31	16	37	16		
1955	30	18	27	25		
1975	21	5	17	41	2	14
1983	24	7	2	60	2	5
1988	32	6	2	54	2	4

Наиболее типичными для Припятского Полесья являются природно-территориальные комплексы междуречья Лань – Случь, представленные ландшафтами речных долин, озерно-аллювиальных, водно-ледниковых и моренных равнин. До начала активной мелиорации было заболочено от 60 до 85 % территории, пашня занимала лишь 11 % площади (см. таблицу). Преобладающая часть района была занята травяными и травяно-моховыми болотами в сочетании с зарослями ивняка и черноольшаника. В составе лесов доминировали коренные черноольхово-березовые древостои на низинных болотах, сосняки – на переходных, широколиственно-елово-сосновые группировки на водоразделах [2].

За период с 1866 г. по 1925 г. на территории были осуществлены два и начат третий цикл осушительных работ. Вследствие этого резко сократилась площадь черноольхово-ивовых мелколесий, возрос удельный вес лугов и лесов на болотах, за счет вырубок суходольных древостоев увеличилась площадь пашен. Общая лесистость территории несколько уменьшилась.

В предвоенный период (30-е гг.) был проведен еще один цикл осушительных работ. Однако за годы войны и послевоенное время мелиоративная сеть пришла в упадок. К 1955 г. территория была покрыта густой сетью каналов, но эффективно действовали лишь некоторые из них. На преобладающей части болот наблюдалось приповерхностное стояние грунтовых вод. Несколько уменьшилась площадь плакорных лесов, возросла облесенность и закустаренность болот, площадь пашни расширилась за счет лугов. Коренного изменения структуры землепользования в условиях неинтенсивной мелиорации не происходило.

С 1955 г. началось активное мелиоративное строительство и освоение торфяных месторождений. В результате сократилась площадь коренных лесов на болотах, возросла площадь пашни на осушенных землях. Одновременно снизилась доля лугов и мелколесий (в таблице площадь последних на 1955 г. показана в сочетании с фрезерными полями, подготавливаемыми к торфодобыче).

После 1955 г. в перечне земельных угодий появились территории, занятые под водохранилища и добычу торфа.

В 1975 г. площадь, занятая лесом, была на 13 % меньше, чем в 1866 г. Но к 1983 г. она возросла до 25 %, а к 1988 г. достигла 32 %, что почти соответствует данным по лесам 1866 и 1925 гг. Объясняется это усиленными лесовосстановительными работами с конца 70-х гг. После канализирования притоков Припяти сведены водоохраные леса в их поймах. Учитывая то, что водорегулирующая роль болот снижена мелиоративным строительством, а водораздельные участки вовлечены в сельхозоборот, некоторую часть выработанных торфяников целесообразно использовать под лесопосадки.

Под пашней площадь все эти годы постоянно увеличивалась: 41 % в 1975 г., 60 % в 1983 г. и почти стабилизировалась на 55 % в 1988 г.

Два крупных водохранилища – Краснослободское и Солигорское – занимают 1,4 % исследуемой территории.

Пик торфоразработки – 14 % площади в 1975 г. – постепенно спадает. В 1983 г. под добычу отведено 4,7 % территории, а в 1988 г. – 4,5 %. Высвободившиеся площади передаются в основном под сельхозугодья, и только незначительная часть их (около 5 %) занята мелколесьем. Естественные луга и травяные болота еще в 1975 г. занимали 17,6 %, но к 1983–1988 гг. под ними осталось только 1,3–1,6 % территории, остальная площадь в основном распахана и передана под искусственное залужение.

Кумулятивный учет земельного фонда (данные на 1925 и 1955 гг.) показывает резкие различия в структуре угодий для болот (долинные и озерно-аллювиальные ландшафты) и минеральных почв (моренная и водно-ледниковая равнины). В последние десятилетия наблюдается тенденция к сглаживанию этих различий.

Список литературы

1. Т а н о в и ц к и й И. Г., О б у х о в с к и й Ю. М. Антропогенные изменения торфяно-болотных комплексов. Мн., 1988. С. 165.
2. Д о к т у р о в с к и й В. С. // Болотоведение. № 1. 1913. С. 1.

УДК 551.510.629.13

В. Н. НЕСТЕРУК, М. В. ЛЫСКОВЕЦ, П. А. КОВРИГО

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ТОПЛИВА НА ЭКОЛОГИЮ И МИКРОКЛИМАТ МИНСКА

Экологическая обстановка в белорусских городах довольно сложная. Несмотря на то, что сегодня уже практически приостановлен процесс увеличения в воздухе объема пыли, двуокиси серы и других веществ, в некоторых городах превышает их допустимая концентрация. В число 68 городов стран СНГ с высоким уровнем загрязнения воздуха входят и города Беларуси. Не последнюю роль в загрязнении воздушного бассейна крупных населенных пунктов играют транспортные средства, рост количества которых не приостановил даже энергетический кризис. По данным Госкомстата Беларуси, на 1991 г. в личной собственности у населения республики насчитывалось 633 255 легковых автомобилей. Если же к этому числу прибавить общественный и грузовой транспорт, то эта цифра возрастет еще в несколько раз. Только минский автотранспорт ежегодно выбрасывает на жителей города 155,8 тыс. т отходов. А ведь еще существуют 4 ТЭЦ, множество котельных, 2 аэропорта и др. Загрязнение воздушного бассейна приводит к увеличению заболеваемости. За последние семь лет анализы показали, что у каждого пятого-ше-

стого человека болезнь связана с неблагоприятным воздействием окружающей среды. А в Могилеве, Новополоцке, Гомеле и Минске эти факторы определяющие. Особенно страдают дети как наименее приспособленная часть населения. В результате углубленного осмотра в одной из школ Минска были получены такие результаты: к I группе (практически здоровы) было отнесено 196 чел. (24,8 %), ко II группе (с различными заболеваниями) – 724 чел. (69,9), к III группе (хронические больные) – 56 чел. (5,3 %), т. е. практически здоровым является только каждый четвертый ребенок.

Однако кроме роста заболеваемости, сжигание топлива вызывает увеличение в атмосфере углекислого газа [1], что может вызвать повышение температуры и скажется на изменении режима ветров, осадков, уровня воды и т. д. В Минске среднегодовая абсолютная влажность в среднем на 5–10 %, скорость ветра на 0,8–1 м/сек, а количество дней с сильным ветром в 2,5 раза меньше, чем в пригородах. Устойчивый снежный покров образуется на 3–4 дня позже и сходит на столько же дней раньше, чем в окрестностях [2]. Определенное влияние на микроклимат Минска оказывает и увеличение количества аэрозолей в атмосфере, что приводит к изменению поступающей солнечной радиации [1, 3]. Загрязнение атмосферы города пылью, газами, дымом увеличивает ее мутность и уменьшает приток солнечной радиации примерно на 10 % [2]. С развитием индустриализации быстро возрастает и выделение тепловой энергии. В Минске среднегодовая температура воздуха на 0,2–0,3 °С, в июле на 0,4–0,5, летней ночью на 4–5 °С выше, чем в пригородной зоне. Все факторы непреднамеренных воздействий на окружающую среду в литературе еще не получили достаточного освещения. Например, вопросы влияния дополнительного увлажнения от сгорания топлива на экологию и микроклимат крупного города достаточно не рассмотрены. Мы попробуем частично восполнить этот пробел.

Газы при выходе из труб котельных, теплоэлектростанций, автомобильных двигателей имеют более высокую температуру и меньшую плотность по сравнению с окружающим воздухом. Они поднимаются на высоту до нескольких десятков метров, задерживаясь в подинверсионном слое. Занос в подинверсионный слой дополнительных ядер конденсации, золы и непосредственно водяного пара способствует ухудшению прозрачности атмосферы и образованию в приземном слое густых дымок, туманов, смогов. Установлено [3], что конденсация водяного пара может происходить в чистом воздухе только в случае больших перенасыщений (порядка 4–8-кратных). Ядра конденсации продуктов сгорания топлива в значительной мере способствуют конденсации водяных паров.

Замечено, что из-за большой концентрации аэрозолей образование туманов в промышленных городах начинается при относительной влажности менее 100 % (около 90–95 %), а с понижением температуры – даже при 80–90 %. При сгорании 1 т жидкого топлива образуется 1,4 т водяного пара, 1 т торфа – 637 кг водяного пара, 1 т угля – 458 кг, а 1 т водорода – более 9 т водяного пара [3, 4, 6, 7].

В крупных городах и промышленных центрах топочные и выхлопные газы, круглосуточно выбрасываемые в атмосферу, создают дополнительное увлажнение и влияют на образование негативных явлений (густых дымок, туманов и смогов). В отдельные годы при норме 67 сут количество дней с туманом может увеличиться в Минске до 102 [2]. Особо опасны смоги, которые на территории города бывают: а) в виде влажного густого тумана с примесью дыма или газовых отходов и б) в виде покрывала из едких газов и аэрозолей повышенной концентрации без тумана. Такие явления можно наблюдать в районе радиаторного завода, в часы «пик» на наиболее загруженных автотранспортом улицах (напр., ул. Московская) и в других районах. Эти процессы могут существенно нарушать функции органов дыхания человека, особенно у людей пожилого возраста.

Следует указать на диалектическую связь погодных условий и продуктов сгорания. Так, слабый ветер способствует медленному перемещению продуктов сгорания топлива от источников, инверсия является задерживающим слоем по высоте, а выделение скрытого тепла в подинверсионном слое при конденсации водяных паров усиливает инверсию.

В целом, метеорологические факторы оказывают влияние на распространение продуктов сгорания топлива, а последние, в свою очередь, способствуют образованию неблагоприятных экологических явлений. Таким образом, продукты сгорания топлива и метеорологические условия следует рассматривать как единую систему оценки последствий на окружающую среду. В Беларуси загрязняющие вещества могут рассеиваться на большой территории. Наиболее интенсивное загрязнение наблюдается при антициклональной деятельности. Зимой в Минске создаются наиболее благоприятные условия для концентрации загрязняющих веществ в центре города. Наибольшее загрязнение воздуха пылью наблюдается в теплое время года с максимумами, приходящими на осень и весну.

Анализ вертикального распределения температуры позволяет определить слои инверсии и заранее предвидеть зоны скопления продуктов сгорания топлива. Специальными исследованиями [4, 5] установлено, что при одних и тех же метеорологических условиях относительная влажность в районе выбросов отличается более высокими значениями. Причиной этому в данных случаях являются процессы, ведущие к выбросам водяного пара за счет сжигания топлива.

Рассмотрим физическую сущность процесса образования дополнительной влаги на примере жидкого топлива с целью выработки прогностических рекомендаций. Известно, что в химический состав жидкого топлива входят углерод (84–85 %) и водород (15–16 %). При сгорании углерод, соединяясь с кислородом, образует углекислый газ (CO_2), а за счет химической реакции соединения водорода с кислородом ($2\text{H} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$) образуется водяной пар. При горении на одну весовую часть водорода приходится восемь весовых частей кислорода. При сгорании одного кг топлива, в котором содержится по весу 150–160 г водорода, образуется около 1,4 кг водяного пара: $(155\text{г} \times 8) + 155\text{г} \approx 1395\text{г} \approx 1,4$ кг. Следовательно, фактор дополнительного увлажнения от сгорания топлива представляется возможным учитывать не только качественно, но и количественно. Нами получена формула для расчета дополнительного увлажнения при сжигании жидкого топлива вида [6]:

$$\Delta a = 1,4 \cdot 10^3 \frac{MT_1 + MT_2 + MT_3}{lahK},$$

где Δa – дополнительное увлажнение от сгорания топлива, г/м³; MT_1 , MT_2 , MT_3 – количество сжигаемого топлива энергетики, промышленности и транспорта, кг; l – длина зоны увлажнения, м; a – ширина зоны увлажнения, м; h – высота зоны увлажнения, м; K – коэффициент, учитывающий подстилающую поверхность и условия переноса.

Ввиду того, что в психрометрических таблицах количественная характеристика влажности выражается в миллибарах, дополнительное увлажнение целесообразно определять также в миллибарах (мб). Установлено, что для диапазона температур воздуха от -30°C до $+30^\circ\text{C}$ отношение $\frac{\Delta a}{\Delta c}$ изменяется от 0,89 до 0,72 и в среднем равно коэффициенту 0,8. Введя в формулу коэффициент 0,8, мы получим уравнение, выражаемое в мб:

$$\Delta c = 1,75 \cdot 10^3 \frac{MT_1 + MT_2 + MT_3}{lahK},$$

где Δc – дополнительная влажность от сгорания топлива (выраженная в единицах упругости), мб.

Рассчитав по данной формуле дополнительное увлажнение от сгорания топлива в городе для конкретных значений сжигаемого топлива, площади и высоты увлажнения, мы можем получить рабочие таблицы и с помощью расчетных листов прогнозировать образование смогов, туманов и городских дымок.

В последнее время широкое распространение получила идея использования чистого водорода в качестве альтернативного топлива [2]. Интерес к водородному топливу объясняется тем, что его отработанные газы менее токсичны. Однако авторы этих проектов не учитывают того, что продукты сгорания водорода содержат водяного пара в 6,5 раза

больше, чем традиционное топливо. Таким образом, расчеты показывают, что с переходом на газовые энергоносители резко возрастет дополнительная влажность в городах (природного газа – более чем в 2 раза, водородного топлива – в 6–7 раз), что приведет не только к возрастанию повторяемости туманов, густых дымок и смогов в городах, но и к резкому увеличению количества осадков, облачности, шквальных ветров. Все это обусловит рост простудных и легочных заболеваний населения.

Для предотвращения негативных последствий данных явлений необходимо решать проблему комплексно с использованием новой концепции в градостроительстве. Целесообразна постройка широких улиц, проспектов, озелененных площадей, хорошо продуваемых ветром, сооружение зданий разновысотной планировки (для увеличения обмена воздуха по вертикали). Необходимо шире эксплуатировать для перевозки пассажиров в Минске метро, троллейбусы и трамваи, использующие в качестве энергоносителя электричество, в наибольшей мере отвечающие современным экологическим требованиям. Существующие в республике средства наземного пассажирского транспорта не успевают удовлетворять потребности перевозок быстро растущего населения больших городов. Часто проблему пытаются решить за счет наращивания парка автобусов и такси. Это влечет за собой непомерное увеличение расходов жидкого и газообразного топлива, что все больше воздействует на атмосферу. Заметим, что расход топлива на 1 кВт энергии на электростанциях в 2 раза ниже, чем у двигателя внутреннего сгорания.

Конечно, у каждого вида транспорта есть свои плюсы и минусы, например, трамвай создает шумовое загрязнение. Для избавления от шума получает развитие новое направление – строительство подземных линий скоростного трамвая. Такие линии вступили в строй в 1984 г. в центральной части г. Волгограда в многолюдном районе, продолжив трамвайные загородные маршруты. Они могут в дальнейшем легко рестраиваться в самый безвредный для экологии вид транспорта – метро. Затраты на строительство Минского метрополитена окупятся гораздо быстрее, если связать наиболее посещаемые населением загородные места отдыха (напр., Заславское водохранилище) скоростным трамваем. Это поможет уменьшить пассажиропоток на электропоезда Молодечненского направления.

Выбросы продуктов сгорания топлива от энергетики, промышленности и транспорта существенным образом сказываются на микроклимате города и в связи с этим метеорологический режим большого города отличается от пригородной зоны. Так, количество осадков за год в Минске на 30–50 мм и пасмурных дней на 18–19 больше, чем в окрестностях. Дней с атмосферной дымкой на 40–90, а с мглой примерно на 11 больше, чем в пригородах [7]. Это обусловлено выбросами в атмосферу, вызывающими изменение термогигрометрических характеристик в приземном слое атмосферы. Использование уравнений для определения количественных величин выбросов от продуктов сгорания топлива позволит заблаговременно прогнозировать ухудшение прозрачности атмосферы, образование густых дымок, смогов и туманов в городе.

Список литературы

1. Б у д ы к о М. И. Изменение климата. Л., 1974.
2. Природа Беларуси. Мн., 1986.
3. М а т в е е в Л. Т. Курс общей метеорологии: Физика атмосферы. Л., 1976.
4. Н е с т е р у к В. Н. // Техника и вооружение. 1971. № 1. С. 29.
5. Н е с т е р у к В. Н. // Авиация и космонавтика. 1971. № 7. С. 30.
6. Н е с т е р у к В. Н., Л ы с к о в е ц М. В. // Физико-географические аспекты изучения урбанизированных территорий. Ярославль, 1992. С. 74.
7. Г о л у б е в И. Р., Н о в и к о в Ю. В. Окружающая среда и транспорт. М., 1987.

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАРОБИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Республика Беларусь является крупным продуцентом калийных удобрений и входит в первую пятерку калиедобывающих стран мира. Около 85 % производимых калийных солей экспортируется в Восточную Европу, Прибалтику, Российскую Федерацию и другие регионы. Производство калийных удобрений в республике сосредоточено на базе Старобинского месторождения, отработка которого шахтным способом осуществляется с 1964 г. ПО «Белорускалий». В настоящее время в его составе действуют четыре рудоуправления.

На месторождении разрабатываются II калийный горизонт и нижний сильвинитовый пласт III горизонта. Добываемая руда имеет относительно невысокое содержание KCl (%): 1РУ – 26,63, 2РУ – 26,44, 3РУ – 28,66, 4РУ – 22,98, а в среднем по ПО «Белорускалий» – 26,64. Количество нерастворимого в воде остатка (н. о.) в сильвинитовой руде (%) на 1РУ – 4,26, 2РУ – 5,55, 3РУ – 5,22, 4РУ – 3,89, а в среднем по месторождению – 4,79 [1]. Содержание $MgCl_2$ в рудах II горизонта 0,12 – 0,16 %, а в продуктивном пласте III горизонта 0,16 – 0,24 % [2]. Низкое качество приводит к большим расходам руды (до 4–5 т) на получение 1 т калийных удобрений, усложняет процесс обогащения из-за дополнительных операций по обесшламливанию (в связи с высоким содержанием н. о.). В результате переработки сильвинитовой руды такого состава в среднем около 75 % ее массы идет в отходы.

Крупномасштабная разработка Старобинского месторождения и концентрация калийного производства в пределах относительно небольшой и освоенной в сельскохозяйственном отношении территории создали ряд проблем, связанных с негативным воздействием калийного производства на окружающую среду, что резко осложнило экологическую обстановку в Солигорском и Любанском районах Минской области [3, 4]. На значительной территории произошло оседание поверхности земли над горными выработками, что привело к изменению гидрогеологического режима подземных и гидрологического режима поверхностных вод, подтоплению и заболачиванию земель с интенсивным развитием болотных биоценозов. Особенно активизировались эти процессы в последнее десятилетие после того, как с целью увеличения коэффициента извлечения руды из недр широко стала применяться система разработки длинными столбами с обрушением кровли. Это интенсифицировало также развитие трещиноватости пород в надсолевых отложениях, вспучивание подошвы горных выработок. На поверхности земли созданы мощные техногенные геохимические аномалии, оказывающие резко негативное влияние на почвы, поверхностные и подземные воды (активно протекают процессы засоления). На поверхности земли накоплены в огромных объемах твердые (глинисто-солевые) и жидкие отходы, в результате чего формируется искусственный специфический ландшафт в виде мощных солевых отвалов (терриконов) и озер – шламо- и рассолохранилищ. Для складирования производственных отходов изъять большие площади пахотных земель. По данным ПО «Белорускалий», на поверхности земли в Солигорском промышленном районе накоплено около 250 млн т промышленных отходов, которые размещены на площади более 1200 га. В перспективе количество отходов возрастет до 800–900 млн т. Следует отметить также вредное влияние выбросов газов и пыли в атмосферу. По данным почвенно-агрохимических исследований основное засоление почв происходит отходами, поступающими с дымом обогатительных фабрик [5].

Интегральное отрицательное воздействие калийного производства на окружающую среду при существующих объемах производства будет возрастать с каждым годом. Поэтому важнейшей природоохранной задачей является разработка комплекса мер, предусматривающего повышение полезного компонента в руде при добыче (за счет более широкого

внедрения прогрессивных технологий разработки – селективной выемки сильвинитовых слоев, комбинированной выемки и т. д.), утилизацию в крупных масштабах накопленных отходов, комплексное использование недр Старобинского месторождения и др.

Проблема комплексного использования недр Старобинского месторождения – одна из наиболее актуальных. В настоящее время на месторождении производится разработка лишь сильвинитовых руд. В связи с истощением запасов калийных солей на 1 и 2РУ перспективным является отработка пластов каменной соли на части площади этих рудоуправлений. Следует отметить, что при разведке месторождения было выделено и изучено 6 пластов каменной соли, которые по требованиям ГОСТа в условиях естественного залегания отвечают первому и второму сортам пищевой соли. На 1 РУ ПО «Белорускалий» начаты опытные работы по разработке пластов каменной соли, залегающих непосредственно под II калийным горизонтом. Заслуживает внимания вопрос о возможности опытной отработки карналлитовых руд в III горизонте на части площади 2 и 3-го шахтных полей. Карналлитовая руда является основным источником получения высококонцентрированных хлормagneзиевых растворов, используемых для производства специальных марок быстрохватывающего цемента и изготовления силикатных блоков.

Проблема совершенствования технологии горных работ и планирования разработки месторождения. С точки зрения охраны окружающей среды совершенствование систем разработки калийных горизонтов должно сводиться к резкому снижению объемов выдачи из шахт пустой породы (межслоевой каменной соли) и сведения к минимуму оседания земной поверхности. В этом отношении наиболее целесообразным является применение селективной выемки сильвинитовых слоев с оставлением промежуточного слоя каменной соли в горных выработках, а также использование комбинированной системы отработки, успешно применяемой на III горизонте. Планирование разработки месторождения (использование на определенных участках шахтных полей различных систем отработки) должно осуществляться с учетом ландшафтных обстановок и расположения сельскохозяйственных угодий в пределах горного отвода. Например, систему отработки длинными очистными забоями с обрушением кровли применять только под естественными заболоченными участками, а под участками развития высокопродуктивных пахотных земель и вблизи населенных пунктов – системы отработки с закладкой галитовыми отходами, исключающие оседание поверхности земли.

Проблема ликвидации отходов – одна из наиболее труднорешаемых задач в калийной промышленности всех калиедобывающих стран мира. Существуют два направления: 1) складирование на поверхности земли; 2) размещение в недрах. В Республике Беларусь твердые отходы складировались на поверхности земли в солеотвалы, а для хранения глинистых шламов и рассолов сооружены шламохранилища. В конце 80-х гг. на ПО «Белорускалий» начат сброс избыточных рассолов в подсолевой поглощающий терригенный комплекс. Одной нагнетательной скважиной заканчивается около 500 м³ рассолов в сутки.

Хранение отходов на поверхности земли требует выполнения комплекса мероприятий по экранированию оснований солеотвалов и шламохранилищ и защите этих сооружений от воздействия атмосферных осадков и сдвижения земной поверхности. Тем не менее на участках складирования отходов достаточно активно протекают процессы засоления подземных вод, а также почв и поверхностных вод. Поэтому в качестве альтернативного в условиях Беларуси с избыточным увлажнением (превышением осадков над испарением) должен быть рассмотрен вариант складирования галитовых отходов в горных выработках, несмотря на то, что ранее он был признан экономически нецелесообразным [4].

Проблема утилизации отходов калийного производства. Утилизация отходов – это сложный, но весьма перспективный путь, так как при этом в комплексе решаются вопросы использования минеральных ресурсов и охраны окружающей среды. На возможность использования отходов калийного производства для получения различных видов продукции внимание обращалось давно [3, 4]. Однако конкретных решений из-за ведомственных барьеров в этом направлении практически не

предприималось (проведены лишь опытные работы). Наиболее реальный и экономически выгодный вариант, позволяющий использовать жидкие и твердые галитовые отходы калийного производства в значительных объемах, — это организация производства кальцинированной соды с замкнутой технологией, предусматривающей утилизацию жидких высокоминерализованных отходов содового производства (получение товарного хлористого кальция) и слабоминерализованных стоков (возвращение их в голову технологического процесса), а также переработка обезвоженного шлама для производства строительной извести. При этом содовый завод мощностью 200 тыс. т в год будет утилизировать ежегодно около 320 тыс. т галитовых отходов (в пересчете на 100 % NaCl). В перспективе Солигорский промышленный район наряду с производством калийных удобрений должен стать крупным производителем дефицитной соды, а также технической, кормовой и пищевой соли.

Глинисто-солевые отходы могут найти применение в буровом деле в качестве промывочных растворов, использоваться в производстве строительных материалов и для получения новых видов удобрений.

Проблема использования отработанных горных выработок. Отработанные горные выработки калийных шахт являются уникальными искусственными сооружениями со специфическим микроклиматом. Они могут быть использованы для различных целей — бальнеологических, хозяйственных и других. В Российской Федерации накоплен определенный опыт использования калийных шахт для лечения различных аллергических заболеваний, в том числе и бронхиальной астмы [6]. На 1 Березниковском калийном рудоуправлении уже более пятнадцати лет функционирует подземный аллергический стационар, размещенный в толще калийных солей. Терапевтический эффект обусловлен стабильным микроклиматом, постоянством химических и физико-химических компонентов среды, низким уровнем содержания бактерий, отсутствием аллергенов и других раздражающих веществ в воздухе, наличием ионизированных соляных аэрозолей и большого количества легких отрицательно заряженных аэроионов. В Солигорском промышленном районе в целях спелеотерапии наиболее перспективным может быть использование отработанных горных выработок во II калийном горизонте 1 и 2РУ.

Возможен вариант производства в ПО «Белорускалий» галоклиматических камер из соляных блоков при различных климатических, санаторных и курортных учреждениях Беларуси для лечения больных бронхиальной астмой, хроническим астматическим бронхитом и другими аллергическими заболеваниями. Производство таких камер в СНГ налажено в ПО «Уралкалий».

Горные выработки могут представлять интерес для выращивания экологически чистой сельскохозяйственной продукции и грибов. Имеется опыт выращивания огурцов и помидоров в отработанных шахтах на Украине [7]. Причем урожайность в подземных условиях значительно превышает урожайность в открытом грунте.

В условиях Беларуси перспективным может стать вариант захоронения высокотоксичных отходов химических предприятий в глубинных выработках III калийного горизонта.

Таким образом, при рациональном использовании недр Старобинского месторождения существует реальная возможность значительно снизить темпы негативного воздействия на окружающую среду и получить достаточно ощутимый экономический эффект за счет организации производства новых видов продукции на базе отходов калийной промышленности, а также использования отработанных горных выработок.

Список литературы

1. Высоцкий Э. А., Гарецкий Р. Г., Кислик В. З. Калиеносные бассейны мира. М., 1988.
2. Гарецкий Р. Г., Высоцкий Э. А., Кислик В. З. Калийные соли Припятского прогиба. Мн., 1984.
3. Охрана окружающей среды калийных производств. Мн., 1979.
4. Калийная промышленность СССР и окружающая среда. Мн., 1983.
5. Богомолов Г. В., Туренков Н. И., Жигарев П. Ф., Сапун В. П. // Докл. АН БССР. 1975. Т. 19. № 11. С. 1041.
6. Старцев В. А., Красноштейн А. Е., Баранников В. Г. // Совершенствование разработок калийных месторождений. Пермь, 1987. С. 108.
7. Холдков Н., Кобец В. // Приусадебное хозяйство. 1986. № 1. С. 37.



Наши юбиляры

НИКОЛАЙ ТАРАСОВИЧ РОМАНОВСКИЙ



Исполнилось 80 лет со дня рождения заслуженного работника высшей школы, доктора экономических наук, профессора Николая Тарасовича Романовского.

Н. Т. Романовский родился 7 декабря 1912 г. в г. Минске. В 1938 г. окончил Белорусский институт народного хозяйства. В годы Великой Отечественной войны Н. Т. Романовский был активным участником партизанского движения в Беларуси. После войны возглавлял техникум по подготовке кадров статистической службы в Минске. С 1946 г. работает на кафедре экономической географии БГУ. В 1947 г. успешно защитил кандидатскую, а в 1967 г. — докторскую диссертацию.

Более пятидесяти лет жизни Николая Тарасовича Романовского связаны с географическим факультетом Белгосуниверситета, деканом которого он был около 30 лет. Благодаря его инициативе геофак стал крупнейшим в республике центром подготовки высококвалифицированных специалистов-географов. При непосредственном участии Н. Т. Романовского на факультете организованы новые кафедры и научно-исследовательские лаборатории, создано одно из первых в стране отделение туризма и краеведения, построена учебная географическая станция, установлены тесные связи

со многими академическими и отраслевыми институтами, планово-экономическими и проектными учреждениями.

За годы работы в университете Н. Т. Романовский создал в республике школу экономико-географов. Им написан ряд учебников и учебных пособий по экономической географии Беларуси, опубликовано более 100 научных работ, в том числе в зарубежных изданиях. Он один из постоянных редакторов и авторов Белорусской Энциклопедии и многих научных сборников.

В своих работах Николай Тарасович дал глубокий экономико-географический анализ производительных сил Беларуси на различных этапах ее социально-экономического развития. Узвязал проблемы территориальной организации хозяйства республики с природными и трудовыми ресурсами, обосновал важнейшие направления исследований в области географии промышленности, сельского хозяйства, разработал основные пути интеграции народнохозяйственного комплекса Беларуси в мировое хозяйство. Как ведущий ученый-географ неоднократно выезжал в зарубежные страны для участия в работе международных конференций и симпозиумов, консультаций и обмена опытом.

Николай Тарасович внимательный и чуткий педагог. Им подготовлено 8 кандидатов наук.

Многогранную научную и педагогическую работу профессор Н. Т. Романовский успешно сочетает с активной общественной деятельностью в проблемных и научно-технических советах, является председателем специализированного Ученого совета по защите кандидатских диссертаций в области географической науки.

Н. Т. Романовский — ветеран Великой Отечественной войны, награжден орденами Отечественной войны II степени, Красной Звезды и медалями. Доблестный многолетний труд профессора Н. Т. Романовского отмечен высокими наградами — орденом Дружбы народов, Почетными грамотами Верховного Совета БССР и др. Ему присвоено звание «Заслуженный работник высшей школы».

Принципиальный и требовательный к себе и другим Николай Тарасович снискал заслуженный авторитет и уважение студентов и сотрудников университета и географической общественности.

Студенты, преподаватели и сотрудники географического факультета, редколлегия журнала «Вестник БГУ» желают дорогому юбиляру крепкого здоровья, счастья и новых творческих успехов.

УКАЗАТЕЛЬ

**статей, опубликованных в 1992 г. в «Вестнике
Белорусского государственного университета».
Серия 2: Химия. Биология. География**

ХИМИЯ

- Барановская Т. В., Пиеничный Г. В., Станишевский Л. С.* Синтез 4-гидрокси-2-фенилдекагидрохинолин-4-она и 4-гидрокси-2-фенилоктагидропиридин-4-она на основе эпоксидов 1-ацетилцикленов 3 12
- Бобровская В. П., Соколов В. Г., Бирюкова Н. М.* Влияние ионов сульфаминовой кислоты на процесс химического осаждения никеля из гипофосфитных растворов 3 17
- Браницкий Г. А., Баран С. В., Ивановская М. И.* Химические аспекты проблемы создания термокаталитических газовых сенсоров 3 3
- Бубель О. Н., Пташников Ю. Л.* Реакция Пассерини в ряду ацетилоксиранов 2 15
- Василевская Е. И., Кунцевич Н. И., Лук Т. Л.* ИК-спектроскопическое исследование модифицированных пленок диоксида титана 1 11
- Гордейко В. В., Богданова В. В., Коваленко К. К., Гуслев В. Г.* Стенд для регистрации температурных профилей в волне горения 1 15
- Дикий В. В., Кабо Г. Я.* О допустимости классического подхода к расчету вкладов в термодинамические функции внутреннего вращения 1 3
- Дикий В. В.* Программа для создания молекулярных моделей в декартовой системе координат 2 10
- Зимица И. Ф., Шуть Н. В.* Извлечение ионов серебра из водно-органических растворов нитратов анионитом АВ-17Х4 в фосфатной и феррицианидной формах 2 24
- Зубец О. В., Шишонко М. В., Герт Е. В., Капуцкий Ф. Н.* Азотнокислый вариант получения микрокристаллической целлюлозы II из нативного волокна 3 13
- Колёда В. В., Казаков А. А., Шукин Г. Л.* Влияние условий формирования анодных пленок оксида алюминия на их толщину 3 19
- Сидерко В. М., Клыго Н. В.* Привитые сополимеры поликапроамида с полиметилметакрилатом и полиакриловой кислотой 1 7
- Сидерко В. М., Бильдюкевич Т. Д., Капуцкий Ф. Н.* Привитые сополимеры целлюлозы с бутилметакрилатом 2 21
- Смальцер В. Г., Коваленко К. К., Гуслев В. Г.* Система для масс-спектрометрических исследований термоллиза твердых веществ при высоких скоростях нагрева 2 13
- Тьворский В. И., Кухарев А. С.* Синтез пиридилзамещенных пиперидинкарболатонов 2 7
- Уварова Л. Р., Лобашова Е. А., Халанская Е. В.* Синтез некоторых производных 4-винилбензойной кислоты 2 3
- Хартон В. В., Жук П. П., Вечер А. А., Астанко В. В., Гурло А. Ч.* Физико-химические свойства кобальтата лантана, легированного свинцом 1 19

БИОЛОГИЯ

- Бабицкий В. А.* Донная мейофауна озер, находящихся под влиянием аварии на ЧАЭС 3 24
- Бибиков Ю. А., Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А.* Охраняемые растения Вилейского района 2 30
- Бурко Л. Д.* Относительная нагрузка трубчатых костей конечностей птиц 1 32
- Гирилович И. С., Лемеза Н. А., Шуканов А. С.* Ржавчинные грибы восточной части Минско-Борисовского геоботанического района 3 42
- Голуб Н. В., Стельмах В. А., Юркин Т. Л.* Характер влияния коллоидных растворов аминокислот на тромбозластографические показатели крови белых крыс 1 26
- Гричик В. В.* Изменчивость рисунка рулевых перьев у желтой трясогузки (*Motacilla flava* L.) как объект феногеографического анализа 2 36
- Иванов Н. П., Куликов Я. К., Масный М. Н., Тальчук Л. С.* Влияние условий минерального питания на изменение активности РНКазы и ДНКазы у растений ячменя 1 36
- Кахнович Л. В., Стружко В. А.* Влияние ингибитора синтеза белка в хлоропластах на фонд фотосинтетических пигментов 2 40
- Кахнович Л. В., Стружко В. А.* Изменение соотношения хлорофилла в пигмент-белковых комплексах при дефиците белка в хлоропластах 3 36
- Киеня А. И.* Влияние стимуляции бета-адренорецепторов на инициированную пентагастроинную желудочную секрецию при дефиците тиреоидных гормонов 1 23
- Крючкова Н. М., Бабицкий В. А.* Структура сообщества зоопланктона мезотрофного озера и частота отбора проб 2 46
- Ломоносова Е. Е., Пикулев А. Т., Курченко В. П.* Активация перекисного окисления липидов в печени крыс при действии бензидина 2 43

<i>Пикулев А. Т., Дашкевич И. Н., Ластовская Л. А., Сенчук В. В.</i> Влияние ароматических аминов на состояние белков цитоскелета печени и головного мозга крыс	3 38
<i>Стефанович А. И.</i> Фитопатогенные микромицеты филлопланы деревьев и кустарников в г. Минске	1 39
<i>Стефанович А. И.</i> К вопросу об охране грибов в Республике Беларусь	3 34
<i>Черник В. В., Черник В. Ф.</i> Формирование и строение перикарпия и спермодермы у <i>Silphium perfoliatum</i>	2 48
<i>Чернов С. П., Гриневиц Ю. М., Катько В. А.</i> Сорбция бактерий семейства <i>Enterobacteriaceae</i> энтеросорбентом «Ваулен»	2 34
<i>Юрин В. М., Соколик А. И., Матусов Г. Д.</i> Мембранотропный эффект некоторых регуляторов роста растений	3 29

ГЕОГРАФИЯ

<i>Базыленко Г. М., Гурьянова Л. В., Блажевич Л. А.</i> Тепловой баланс оз. Нарочь	3 47
<i>Балбалов Н. Н., Ракович В. А.</i> Спектральная отражательная способность торфа	1 68
<i>Брилевский М. Н.</i> Мелиоративно-экологический потенциал природных комплексов Белорусского Поозерья	2 51
<i>Вежновец Г. Г., Бойкова С. А., Каратаев А. Ю.</i> Изменение гидробиологического режима оз. Миорское в условиях антропогенного загрязнения	3 61
<i>Власов Б. П., Иконников В. Ф., Ясько А. О.</i> Форма котловин озер Беларуси и ее трансформация в процессе осадконакопления	3 73
<i>Высоцкий Э. А.</i> Палеогеографические и палеогеоморфологические условия формирования залежей бишофита и тахгидрита	1 58
<i>Высоцкий Э. А.</i> Палеогеоморфологические условия накопления калийных солей в Припятском прогибе	2 63
<i>[Гурский Б. Н.]</i> , <i>Бессараб Д. А., Емельянов Ю. Н., Лысковец М. В., Нелицова Г. Д.</i> Галечная фракция морен Беларуси как индикатор их возраста и генезиса	2 58
<i>Гурьянова Л. В., Тумишская С. Ф.</i> Водохозяйственный баланс мелководного озера в условиях осушительной мелиорации земель Полесья (на примере оз. Червоное, РБ)	3 52
<i>Демидович Л. А., Савицкий Б. П., Высоцкий Э. А., Обровец С. М.</i> Концепция геоэкологических исследований верхней части литосферы территории Республики Беларусь	3 86
<i>Загорец И. В.</i> Влияние миграции населения на трудоресурсный потенциал Гомельской области	3 57
<i>Иванов Н. П., Липская Г. А., Чертко Н. К., Куликов Я. К., Скурко И. Е., Зеленкевич Л. Ф.</i> Эффективность последствия оптимизации дерново-подзолистой почвы при выращивании кукурузы	3 70
<i>Киселев В. Н.</i> Концепция качества окружающей среды Беларуси	3 66
<i>Кудло К. К., Киселев В. Н.</i> Микроэлементы в болотных биогеоценозах пригородной зоны г. Минска	2 70
<i>Лобач Т. Я., Оверчук В. А., Зайко С. М.</i> Влияние минеральных удобрений на химический состав почвенных вод	1 63
<i>Манак Б. А.</i> Воздействие Чернобыльской катастрофы на географию населения Беларуси: региональные аспекты	1 47
<i>Обровец С. М., Демидович Л. А., Высоцкий Э. А., Свицерский Э. И.</i> Палеогеографические и палеогеоморфологические условия формирования боричевских отложений Припятского прогиба	2 67
<i>Пирожник И. И., Зайцев В. М., Федорцова Т. А.</i> Структура свободного времени и тенденции развития загородного отдыха населения Беларуси	2 55
<i>Рылюк Г. Я.</i> Русские топонимы на карте Северной и Южной Америки	3 80
<i>Соломко А. В., Киреенко Е. Г.</i> Проблемы формирования экономического механизма рационального природопользования Республики Беларусь в условиях рыночных отношений	3 80
<i>Трофимов А. М., Жмойдяк Р. А.</i> Роль идей А. Ф. Асланикашвили в развитии фундаментальных положений современной географии	1 43
<i>Трофимов А. М., Широков В. М.</i> Динамические принципы изменения географических ситуаций и состояния геосистем	3 82
<i>Федорцова Т. А.</i> Причины изменения структуры и величины туристских потоков в Республике Беларусь за период с 1985 по 1990 г.	1 61
<i>Широков В. М.</i> Основные природно-экологические изменения при создании малых водохранилищ	1 54

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Бибилов Ю. А.</i> О произрастании <i>Neotianthe cuculata</i> (L.) Schlechter в Минской области	1 72
<i>Рындевич С. К.</i> Видовая структура и экологические особенности жуков-водолюбов (Coleoptera, Hydrophilidae) фауны Беларуси	1 73

ХРОНИКА

<i>Аношко В. С., Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А.</i> Ян Доминикович Черский (1845—1892).	3 92
<i>Жмойдяк Р. А., Чертко Н. К., Рюмин В. В.</i> Диалог с природой: возможно ли сотворчество?	3 91

Международная конференция «Математическое моделирование в географии»	2 77
--------------------------------------------------------------------------------	------

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

<u>Борис Николаевич Гурский</u>	1 75
<u>Онуфрий Нестерович Андрющенко</u>	2 77

РЕФЕРАТЫ

УДК 547.558.82

Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Сидерко В. М., Торгашов В. И., Линкевич Н. М. Обменная сорбция ионов кальция и стронция натриевой солью сульфата маннана // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Изучено ионообменное сродство натриевой соли сульфата маннана к ионам кальция и стронция при конечных и бесконечно малых заполнениях фазы полиэлектролита в водно-этанольных средах переменного состава. Установлено преимущественное концентрирование ионов стронция в фазе катионита.

Библиогр. 10 назв., ил. 3.

УДК 541.182.3

Лесникович А. И., Шункевич Т. М., Воробьева С. А., Наменко В. Н. Исследование взаимодействия высокодисперсного алюминия с олеиновой кислотой // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Исследовано взаимодействие высокодисперсного алюминия с олеиновой кислотой. Показано, что продукты взаимодействия алюминия и олеиновой кислоты содержат олеиновую кислоту в свободном состоянии и в анионной форме первоначально в виде химически слабосвязанного ионизированного аниона, количество которого со временем увеличивается, а при более длительном хранении пасты — в виде олеата алюминия.

Библиогр. 9 назв.

УДК 771.531.34 + 621.793

Поляков Ю. С., Браницкий Г. А. Особенности формирования и роста частиц меди при ее химическом осаждении на поверхности серебра // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Рассмотрены топахимические и кинетические особенности протекания процесса химического осаждения меди на поверхности частиц серебра, формирующих фотографическое изображение. Установлено, что поверхность частиц серебра неоднородна по каталитической активности: осаждение меди начинается в отдельных точках на поверхности частиц серебра. Частицы меди непрерывно увеличивают свои размеры и по ходу реакции не теряют контакта с частицами серебра. Скорость осаждения меди максимальна в начале процесса, затем снижается и далее вновь медленно увеличивается. Эти закономерности наблюдаются независимо от формы, размеров и концентрации частиц серебра в фотослое.

Результаты кинетических и электронно-микроскопических опытов дают основание считать, что процесс окисления ВН_4^- -ионов во время восстановления меди (II) протекает как на частицах серебра, так и на частицах меди, а восстановление ионов меди — на формирующихся частицах этого металла. Скорость осаждения меди зависит и определяется изменением соотношения величин доступной для реагентов поверхности частиц серебра и поверхности частиц меди.

Библиогр. 6 назв., ил. 4.

УДК 621.357.8

Щукин Г. Л., Кулешова И. Л., Беланович А. Л., Савенко В. П. Анодирование алюминия в электролите на основе фосфата натрия // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Изучены особенности формирования анодных пленок на алюминии в растворе тринатрийфосфата. Установлено, что добавка в электролит фторида натрия позволяет увеличить скорость роста пленок до двух раз и обеспечивает формирование термостойких и коррозионностойких анодных пленок толщиной до 20 мкм.

Библиогр. 13 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 621.793.3

Бобровская В. П., Соколов В. Г., Юркевич В. В. Исследование влияния Vi(III) на процесс химического никелирования // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Исследовано влияние висмута на процесс химического осаждения никеля. Показано, что добавка Vi(III) в состав раствора химического никелирования способствует образованию мелкозернистых, монодисперсных по микроструктуре покрытий и, соосаждаясь с никелем, улучшает такие свойства покрытий, как паяемость и адгезионная прочность.

Библиогр. 4 назв., ил. 1.

Б а т я н Е. Ю., С в и р и д о в В. В., И в а н о в с к а я М. И., Б р а н и ц к и й Г. А., И в а ш к е в и ч Л. С. Связь между структурнофазовыми превращениями в серебросодержащей алюмосиликатной керамике и ее каталитическими свойствами // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Исследовано влияние структурнофазовых превращений в серебросодержащей алюмосиликатной керамике при прокаливании на воздухе при температурах 1000—1400 °С на ее каталитические свойства в реакции окисления метанола в формальдегид.

Установлено, что даже при высокотемпературном прокаливании фаза металлического серебра не образуется, но ее формирование происходит в атмосфере водорода благодаря его восстановительному действию уже при комнатной температуре. При этом также происходит кристаллизация фазы муллита, который обычно появляется при прокаливании керамики на воздухе свыше 1000 °С. Рассмотрены возможные причины стабилизации окисленной формы серебра в высокотемпературной керамике.

Библиогр. 7 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 595.763.5

А л е к с а н д р о в и ч О. Р., Ц и н к е в и ч В. А. Жуки пилюльщики (Byrrhidae), ложнопилульщики (Limnichidae) и нозодендриды (Nosodendridae) фауны Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1

Инвентаризована фауна 3 семейств жесткокрылых, обитающих на территории Беларуси, в результате чего обнаружено 16 видов: Byrrhidae—12, Limnichidae—3 и Nosodendridae—1. Из них 6 видов впервые указываются для фауны Беларуси: *Simplocaria semistriata* (F.), *Cytilus auricomus* (Duft.), *Byrrhus arietinus* Steff., *Pelochares versicolor* (Walfl), *Limnichus incurvus* Kisenw., *Nosodendron fasciculare* (Oliv.). Виды *Limnichus pygmaeus* (Sturm) и *Curimopsis setigera* (Ill.) возможно будут обнаружены на территории республики.

Библиогр. 11 назв.

УДК 591.9 + 598.2 (476).

Г р и ч и к В. В., Ш к л я р о в Л. П. Изменения в орнитофауне бассейна Нарочанских озер в течение XIX—XX вв. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

На основании наблюдений 1953—1991 гг., анализа литературных данных и коллекционных фондов зафиксирован ряд качественных изменений в орнитофауне бассейна Нарочанских озер (Минская обл.). Констатируется прекращение гнездования чернозобой гагары, кваквы, змееяда, орлана-белохвоста, черного коршуна, изменения статуса пребывания лебедя-шипуна и скопы, а также появление новых гнездящихся видов — хохлатой и красноголовой чернетей.

Библиогр. 14 назв.

УДК 634.737:581.16:631

Ч е р н и к В. В., Ч е р н и к В. Ф., М о р о з о в О. В. Культура гибридных семян *Oxucoccus macrocarpus* Porsch. × *Vaccinium vitis-idaea* L. in vitro // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Сравнительно успешное прорастание гибридных семян *Oxucoccus macrocarpus* × *Vaccinium vitis-idaea* происходит на модифицированных питательных средах Андерсона и Мурасиге-Скуга. Хорошо развивались проростки и регенерировали экспланты верхних частей стерильных проростков только на питательной среде Андерсона (рН = 4,0), включавшей гормональные добавки: 15 мг/л аналога 2-иР и 4 мг/л ИУК, при 25 °С ± 2 и при 24 ч фотопериоде (интенсивность круглосуточного освещения 2000 лк). Изменение в питательной среде соотношения гормонов в сторону уменьшения содержания ИУК (до 3 мг/л) стимулировало появления адвентивных почек и рост боковых побегов.

Библиогр. 12 назв., ил. 1.

УДК 591.9 + 598.2(476)

Г р и ч и к В. В. Некоторые коррективы к списку птиц Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

На основе анализа литературы и коллекционных фондов мотивируется исключение из списка птиц Беларуси орла-могильника, исландского песочника и дубровника, а из списка гнездящихся видов — малого веретенника и щеголя.

Библиогр. 14 назв.

УДК 582.282.11

С т е ф а н о в и ч А. И. Некоторые наблюдения над развитием мучнисторосяных грибов // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Прослежен процесс развития мучнисторосяных грибов от прорастания споры и до формирования клейстотециев с асками и аскоспорами. Выявлены факторы, влияющие на степень развития конидий и плодовых тел.

Библиогр. 6 назв.

УДК 661.728:615.9]-99

Алиновская В. А., Капуцкий Ф. Н., Стельмах В. А., Талпин В. И., Юрштович Т. Л. Поликапран. 1. Создание, гемостатическая активность и токсикологическая характеристика // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Исследованы физико-химические процессы получения поликапрана (местного гемостатика на основе полиангидроглюкуроновой и ϵ -аминокапроновой кислот). В модельных экспериментах на белых крысах, морских свинках и кроликах поликапран проявляет высокие местные прокоагулянтные свойства при капиллярном, паренхиматозном и глубоком травматическом кровотечениях, превосходящие по эффективности действие его исходных ингредиентов. Поликапран не обладает токсическими свойствами, не способен к кумуляции в организме, не вызывает явлений местного раздражения и является аллергобезопасным продуктом. Биологическое действие поликапрана на организм подопытных животных реализуется, как и у других ионоактивных полимеров, в виде нефротропного компонента (сдвиги в водно-солевом обмене), усиления детоксицирующей функции печени и реакций со стороны крови (относительные ретикуло- и тромбоцитозы с явлениями лимфоцитопении).

Библиогр. 16 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 577.391 + 616.006

Куклянская М. Ф., Хрипченко И. П., Пикулев А. Т. Активность гексокиназы и уровень пиридоксальных коферментов в саркоме М1 и карциносаркоме Уокера при комбинированных воздействиях на опухоль // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

В перевиваемых опухолях крыс в саркоме М1 и карциносаркоме Уокера наблюдалось снижение активности гексокиназы и изменение уровня пиридоксальных коферментов под влиянием комплексного воздействия гипергликемии и гипертермии на фоне цитостатиков.

Библиогр. 8 назв., ил. 3.

УДК 577.391

Зырянова Т. Н., Лаврова В. М., Пикулев А. Т. Влияние бензидаина и *o*-толидина на активность аспартатаминотрансферазы и глутаматдегидрогеназы в тканях крыс // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Изучена активность аспартатаминотрансферазы и глутаматдегидрогеназы в головном мозге и печени крыс после введения бензидаина и *o*-толидина. Показано, что введение аминобифенилов вызывает изменение скорости синтеза и дезаминирования глутаминовой кислоты, процессов трансаминирования, катализируемого изоферментами аспартатаминотрансферазы. Направленность и степень выраженности этих изменений зависят от дозы и химического строения аминобифенилов.

Библиогр. 3 назв., ил. 2.

УДК 633.16

Желдакова Р. А., Таманькова А. В., Шевчик В. Е., Евтушенко А. Н. Использование пектиназ бактерий *Egwinia* для выделения протопластов и клеток из листьев табака // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Разработана методика получения протопластов и клеток из мезофилла листьев табака с использованием пектолитических и целлюлолитических ферментов. Оптимальная концентрация пектатлиаз (мацеразы А или мацеразы С) и целлюлазы (целловиридин ГЗ х) составляет 1,5 Е/мл и 0,5% соответственно. При этом образуется более $2 \cdot 10^6$ протопластов или клеток в расчете на грамм сырой ткани.

Библиогр. 5 назв., табл. 2.

УДК 551.481.1

Гурьянова Л. В., Тумишская С. Ф. Взмучивание донных отложений мелководного озера как внутренний источник эвтрофирования (на примере оз. Червоное) // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

На примере мелководного, значительного по площади озера выявлены и оценены факторы, определяющие взмучивание донных отложений (глубина воды, скорость ветра, длина разгона воздушного потока, техногенное воздействие). Проведено сопоставление объемов поступающего с водосбора в озеро взвешенного материала, соединений фосфора и аккумулируемых в водной массе веществ за счет ресуспензии донных отложений.

Библиогр. 8 назв., табл. 1, ил. 4.

УДК 581.133

Иванов Н. П., Куликов Я. К., Борисенко О. Ф. Влияние оптимальных условий минерального питания на снижение поступления радионуклидов в растения // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

В вегетационных опытах с растениями кукурузы в водных культурах на питательной смеси Гельригеля установлено, что с увеличением уровня минерального питания снижалось поступление и накопление радионуклидов в растениях.

Библиогр. 8 назв., табл. 3.

УДК 551

Гурский Б. Н., Якушко О. Ф. Экологические аспекты современного геоморфологического комплекса Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

На основании современных представлений рассматриваются экологические аспекты природного и техногенного рельефа Беларуси в связи с некоторыми социальными проблемами, в том числе характером расселения, особенностями сельскохозяйственной деятельности.

Библиогр. 5 назв.

УДК 910

Трофимов А. М., Жmoidяк Р. А. Географический прогноз: отражение идей современной географии // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Излагаются основные задачи современной географии: описание существующего распределения географических объектов в пространстве, поиск закономерностей этого распределения, построение такого распределения, которое является наиболее эффективным, рациональным и рентабельным.

Библиогр. 13 назв.

УДК 502.63

Каждан Е. Н., Шалькевич Ф. Е. Динамика земельных угодий в мелиоративных ландшафтах Припятского Полесья // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

На примере междуречья Лань—Морочь — Случь путем сопоставления отраслевых съемок, картографических материалов, аэрокосмической информации, архивных, фондовых и литературных источников показана динамика основных земельных угодий Припятского Полесья за 1866—1988 гг.

Библиогр. 2 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 551.510.629.13

Нестерук В. Н., Лысковец М. В., Ковриго П. А. Влияние продуктов сгорания топлива на экологию и микроклимат Минска // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Рассматривается воздействие продуктов сгорания топлива на экологические аспекты микроклимата. Показано, что на образование туманов в городе существенное влияние оказывает дополнительное увлажнение от сгорания водорода, содержащегося в энергоносителях. Получены уравнения для расчета дополнительного увлажнения. Даются некоторые рекомендации для снижения отрицательных антропогенных воздействий на климат методами градостроительства, перехода на виды транспорта, не использующие жидкое топливо.

Библиогр. 7 назв.

УДК 628.34 (476)

Высоцкий Э. А., Демидович Л. А., Клементьев В. П. Проблемы рационального использования Старобинского месторождения калийных солей и охраны окружающей среды // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1993. № 1.

Рассмотрены проблемы рационального использования минерально-сырьевых ресурсов Старобинского месторождения калийных солей в связи с охраной окружающей среды в районе сосредоточения калийного производства Республики Беларусь.

Библиогр. 7 назв.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ (НИЧ)
БЕЛГОСУНИВЕРСИТЕТА

(Бобруйская, 7, к. 402, 414, тел. 20-92-03) предоставляет в распоряжение всех, желающих оперативно получать научно-техническую информацию для выполнения НИР, участвовать в работе телеконференций и вести деловую переписку,

узел международной электронной почты, абонентский пункт теледостоупа в банки и базы данных различных центров информации.

Высококвалифицированные специалисты в соответствии с Вашим запросом оперативно и качественно подберут необходимую научно-техническую информацию из баз данных:

– ВИНТИ (реферативные базы данных по естественным и техническим наукам, оглавления иностранных журналов);

– НПО «Поиск» (патентная информация);

– ВИТИЦентр (информация о завершенных НИОКР и защищенных диссертациях);

– ИНИОН (библиографическая и реферативная информация по естественным наукам);

– БелНИИНТИ (политематическая и адресная информация).

Электронная почта позволит практически каждому сотруднику Белгосуниверситета получить собственный международный почтовый адрес для участия в обмене необходимой специальной информацией.