

ISSN 0372-5340

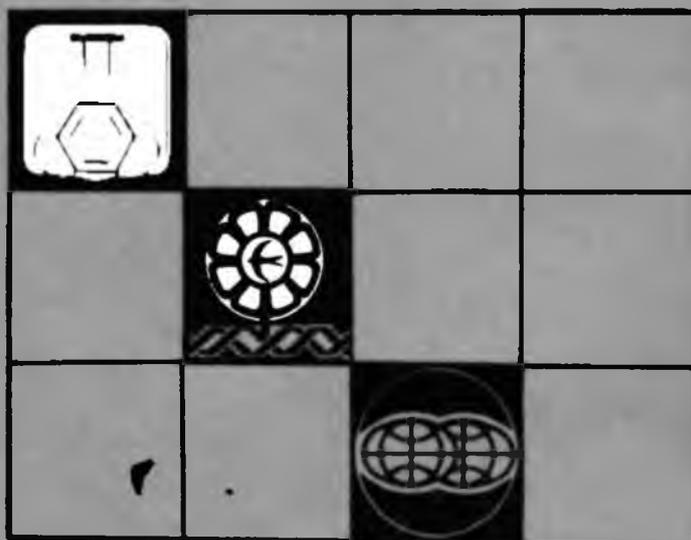
ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета

СЕРИЯ 2

Химия
Биология
География

3'94



СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

<i>Богатилов А. Н., Гапоник П. Н., Дегтярик М. М., Науменко В. Н., Лесникович А. И.</i> Комплексные соединения нитратов Cu(II), Ni(II), Co(II) и Cd(II) с 1- и 2-этилтетразолами	3
<i>Корзун Г. М., Шишко Г. В., Рахманов С. К.</i> Исследование роли поверхностных и глубинных центров скрытого изображения в процессе химического проявления рентгенотехнических пленок	9
<i>Свиридов В. В., Шукин Г. Л., Беланович А. Л., Савенко В. П., Ивашкевич Л. С., Маскевич Т. Л.</i> Микроплазменное анодирование алюминия и его сплава с медью в электролите, содержащем соединения меди	12
<i>Капуцкий Ф. Н., Юршинович Т. Л., Старобинец Г. Л., Борщевская Т. И.</i> Прогнозирование необменного сродства α -аминокислот к ионообменникам в водно-этанольных растворах	17
<i>Матусевич Ю. И., Круль Л. П.</i> Дисперсные термопласты в качестве термоклевых покрытий	22

БИОЛОГИЯ

<i>Долбровский В. Ч., Гричик В. В.</i> Особенности полиморфизма городской популяции сизого голубя (<i>Columba livia</i>) в Минске	29
<i>Добржиницкая Е. В., Максимова Н. П.</i> Характеристика нового облигатного метилотрофа <i>Methylobacillus M75</i>	32
<i>Стельмах В. А., Юршинович Т. Л., Шевляков В. В., Голуб Н. В.</i> Влияние энтеросорбентной терапии биорастворимыми дериватами целлюлозы на формирование аутоиммуноаллергического статуса	36
<i>Юрин В. М., Соколик А. И.</i> Влияние эндо- и экзогенных факторов на сопряжение биоэлектрической реакции и цикла растительной клетки	41
<i>Семак И. В., Пичулев А. Т.</i> Влияние диэтиламина и N-нитрозодиэтиламина на ферменты системы биотрансформации ксенобиотиков в печени крыс	45

ГЕОГРАФИЯ

<i>Чертко Н. К., Круговой А. В.</i> Использование метода генетических рядов для эколого-геохимического анализа и оценки ландшафта	50
<i>Тайбао Ян (КНР).</i> Эффект поднятия в формировании природного комплекса Тибетского нагорья	52
<i>Глазкова Л. Н., Горблюк А. В., Вашкевич Л. Ф.</i> Оптимизация калийного режима почв высокими дозами сапропеля	55
<i>Демидович Л. А., Тихонов С. А., Мельников О. К., Демидович А. Л.</i> Новый способ снижения уровня радиоактивной загрязненности сельскохозяйственных растений	57
<i>Капельщиков Н. А., Жмодяк Р. А., Шалькевич Ф. Е., Новиков Г. В., Фейгельман М. Е.</i> Методические и практические аспекты применения дистанционных материалов при среднемасштабном геоэкологическом картографировании севера Беларуси	62
<i>Мариинкевич Г. И., Губин В. Н., Денисова Н. Ю., Жукова В. М.</i> Ландшафтный подход к оценке состояния окружающей среды	65
<i>Лобач Т. Я.</i> Химический состав колодезных вод мелиорированных территорий Беларуси	69

ХРОНИКА

<i>Ермоленко В. А., Гончаров А. В.</i> Первооткрыватели Егор Пестерев и Томас Аткинсон	75
--	----



УДК 541.49:547.796.1

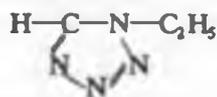
А. Н. БОГАТИКОВ, П. Н. ГАПОНИК, М. М. ДЕГТЯРИК,
В. Н. НАУМЕНКО, А. И. ЛЕСНИКОВИЧ

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ НИТРАТОВ Cu(II), Ni(II), Co(II) И Cd(II) С 1- И 2-ЭТИЛТЕТРАЗОЛАМИ

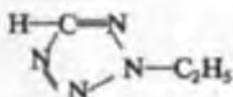
It was studied the complexation of nitrates of Cu(II), Ni(II), Co(II) and Cd(II) with 1- and 2-ethyltetrazoles. It was shown that the composition of the formed complexes essentially depends on the metal nature and the position of alkyl radical in the tetrazole cycle. The formed substances were studied by methods of IR-spectroscopy, complex thermal analysis.

Ранее на серии солей меди (II) и N-алкилтетразолов было показано, что способность к образованию комплексных соединений, а также состав последних зависит от положения заместителя в гетероцикле (1- и 2-изомеры) и природы аниона соли [1, 2]. Найденные различия в склонности реакций комплексообразования 1- и 2-изомеров по отношению к солям меди (II), а также некоторые специфические особенности этого процесса позволили предложить новый способ разделения и очистки N-замещенных тетразолов путем их комплексообразования с CuCl_2 [3].

Данная работа посвящена изучению влияния природы металла на процесс комплексообразования, состав и свойства комплексных соединений (КС) нитратов Cu(II), Ni(II), Co(II) и Cd(II) с 1- и 2-этилтетразолами как наиболее характерными представителями ряда N-алкилтетразолов [1]:



1-ЭТ



2-ЭТ

Экспериментальная часть

Для синтеза использовали кристаллогидраты нитратов металлов марки «чда». Этилтетразолы получали алкилированием тетразола иодистым этилом в ацетоне или этиловом спирте в присутствии K_2CO_3 по методике [4]. Константы 1- и 2-ЭТ соответствовали данным [5]. ИК спектры снимали на спектрометре «Specord-75-IR» ($4000-500 \text{ см}^{-1}$; в случае КС суспензии в вазелиновом масле между окнами KBr), защищенным полиэтиленом; для жидких ЭТ тонкие пленки в кювете из KBr и «Perkin-Elmer-180» ($500-200 \text{ см}^{-1}$; суспензии в вазелиновом масле для КС или пленки между полиэтиленовыми окнами в случае жидких ЭТ). Элементный анализ проводили на однолучевом фотометре «Specol-21» и СНN-анализаторе фирмы «Hewlett-Packard» (модель-185), термоанализ — на дериватографе ОД-102 системы «Paulik-Paulik-Erdey» в условиях воздушной атмосферы со скоростью нагревания $5^\circ/\text{мин}$. Чувствительность гальванометров: ДТА = 1/5; ДТГ = 1/15; ТГ = 100 мг. Навески 0,05—0,07 г размещались тонким слоем в платиновом тигле. В качестве эталона служил Al_2O_3 , прокаленный до 1000° . Растворители очищали по общепринятым методикам [6]. Данные по свойствам КС приведены в табл. 1.

Таблица 1

Некоторые свойства комплексных соединений N-этилтетразолов

Соединение	Обозначение в тексте	Выход, %	Т плавления °С	Найдено, %				Брутто-формула	Вычислено, %			
				M ²⁺	С	Н	N		M ²⁺	С	Н	N
$\text{Cu}(1\text{-ЭТ})_3(\text{NO}_3)_2$	I	93	110	13,7	22,3	3,7	40,4	$\text{CuC}_3\text{H}_{18}\text{N}_{14}\text{O}_6$	13,2	22,4	3,7	40,7
$\text{Ni}(1\text{-ЭТ})_6(\text{NO}_3)_2$	II	95	180	7,8	27,7	4,8	46,8	$\text{NiC}_{18}\text{H}_{36}\text{N}_{26}\text{O}_6$	7,6	28,0	4,7	47,2
$\text{Co}(1\text{-ЭТ})_6(\text{NO}_3)_2$	III	95	115	7,9	27,5	4,9	47,2	$\text{CoC}_{18}\text{H}_{36}\text{N}_{26}\text{O}_6$	7,6	28,0	4,7	47,2
$\text{Cd}(1\text{-ЭТ})_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	IV	81	145	24,5	16,6	3,1	31,0	$\text{CdC}_6\text{H}_{16}\text{N}_{10}\text{O}_8$	23,9	15,4	3,4	29,9
$\text{Cu}(2\text{-ЭТ})_2(\text{NO}_3)_2$	V	96	**)	16,4	—	—	—	$\text{CuC}_6\text{H}_{12}\text{N}_{10}\text{O}_6$	16,6	—	—	—
$\text{Ni}(2\text{-ЭТ})_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	VI	86	150	12,8	15,0	3,5	30,4	$\text{NiC}_6\text{H}_{20}\text{N}_{10}\text{O}_{10}$	13,1	16,0	4,4	31,0
$\text{Co}(2\text{-ЭТ})_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	VII	67	140	—	14,6	3,1	29,8	$\text{CoC}_6\text{H}_{20}\text{N}_{10}\text{O}_{10}$	—	16,0	4,4	31,0
$\text{Cd}(2\text{-ЭТ})_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	VIII	78	***)	22,8	14,0	2,1	27,6	$\text{CdC}_6\text{H}_{16}\text{N}_{10}\text{O}_8$	23,9	15,4	3,4	29,9

Примечания: * — соответствует максимуму эндотермического пика на кривой ДТА;

Синтез комплексных соединений 1-этилтетразола. В 10—15 мл смеси этилового спирта и диэтилового эфира (1:2) (в случае нитрата кадмия спирт:эфир = 1:1) растворяли 1-ЭТ и при перемешивании добавляли соль соответствующего металла. Оптимальные количества исходных компонентов при этом равны: 0,88 г (0,009 моль) 1-ЭТ и 0,72 г (0,03 моль) нитрата меди; 2,94 г (0,03 моль) 1-ЭТ и 1,45 г (0,005 моль) нитрата никеля и кобальта; 1,96 г (0,02 моль) 1-ЭТ и 1,54 г (0,05 моль) нитрата кадмия. Комплексы меди и никеля выпадают из реакционной смеси соответственно через 3—5 и 1—2 мин. Для получения КС нитрата Со(II) реакционную смесь перемешивали 2 ч с последующим концентрированием раствора. КС Cu(II), Ni(II) и Со(II) отделяли фильтрованием и промывали комплекс нитрата меди смесью этиловый спирт: диэтиловый эфир (1:2), а комплексы нитратов никеля и кобальта сухим диэтиловым эфиром. В случае нитрата кадмия раствор исходных компонентов нагревали до 70° в течение 2 ч, затем концентрировали в вакууме и сушили при комнатной температуре в вакуум-эксикаторе над P₂O₅.

Синтез комплексных соединений 2-этилтетразола. *Комплекс нитрата меди.* К 0,62 г (0,0063 моль) 2-ЭТ, растворенного в 3 мл ТГФ, ацетона или этилового спирта добавляли 0,72 г (0,003 моль) нитрата меди и нагревали 15—20 мин при 55—60°. Растворитель упаривали и остаток вакуумировали на кипящей водяной бане в течение 45—60 мин. Получили 1,1 г вязкого продукта.

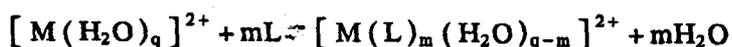
Комплекс нитрата никеля. К 1,67 г (0,017 моль) 2-ЭТ добавляли при перемешивании 2,47 г (0,0085 моль) нитрата никеля и нагревали на кипящий водяной бане 2 ч (P = 2,7—3,3 кПа), затем сушили на воздухе при комнатной температуре. Получили 2,3 г комплекса.

Комплексы нитратов кобальта и кадмия. Растворяли 0,88 г (0,003 моль) нитрата кобальта в 10 мл толуола, нагревали на кипящей водяной бане, удаляя азеотроп. Затем охлаждали до 20—25° и добавляли 1,77 г (0,018 моль) 2-ЭТ. Полученный раствор нагревали при 95—100° 3 ч, затем охлаждали до —100°. Образовавшуюся массу промывали охлажденным (—90...—100°) диэтиловым эфиром и сушили при пониженном давлении над P₂O₅. Получили 0,91 г порошкообразного комплекса. Аналогично из 0,93 г (0,003 моль) нитрата кадмия и 1,18 г (0,012 моль) 2-ЭТ получили 1,1 г Cd(2-ЭТ)₂(NO₃)₂·2H₂O.

Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что 1-ЭТ взаимодействует с нитратами некоторых металлов довольно быстро в широком круге растворителей уже при комнатной температуре. КС нитратов Cu(II) и Ni(II) с 1-ЭТ с достаточно высоким выходом (см. табл. 1) выпадают в осадок через короткий промежуток времени, в то время как для выделения КС нитрата кобальта с 1-ЭТ требуется длительное перемешивание (2 ч), а в случае нитрата Cd(II) — нагревание и концентрирование раствора. Согласно качественным наблюдениям такого рода, способность к образованию КС изученных солей с 1-ЭТ изменяется в порядке Ni²⁺ > Cu²⁺ > Co²⁺ > Cd²⁺ и не коррелирует с расположением ионов металлов в ряду Ирвинга — Вильямса (Cu²⁺ > Ni²⁺ > Co²⁺), характеризующем изменение устойчивости комплексов [7]. Следует отметить, что способность кристаллогидратов солей изученных металлов хорошо растворяться в 1-ЭТ позволила нам использовать лиганд в качестве реакционной среды. При этом оказалось, что состав и строение КС, синтезированных как в среде соответствующего лиганда, так и в других растворителях, идентичны. Независимо от соотношения металл: лиганд (от 1:1 до 1:6) выделенные КС имели постоянный состав.

В отличие от 1-ЭТ, 2-ЭТ образуют с солями изученных металлов в растворителях самого различного типа, а также в их отсутствие устойчивые гомогенные растворы, из которых выделить комплекс обычными приемами не удается. Очевидно, процесс замещения молекул растворителя в сольватированных ионах металлов протекает в случае 2-ЭТ, имеющего меньшую основность, чем 1-ЭТ, очень медленно, поэтому для увеличения скорости образования конечных продуктов требуется нагревание смеси компонентов, а для смещения равновесия



— концентрирование их с последующим вакуумированием и т. д. Применение глубокого охлаждения также ускоряет процесс выделения КС в кристаллической форме и позволяет получить соединения постоянного состава.

В табл. 1 приведены данные для КС 2-ЭТ, которые синтезированы с двух- и более кратным воспроизведением результатов. Полученные комплексы нерастворимы в углеводородах, хлороформе (кроме соединения II) и диэтиловом эфире (кроме VIII). В ацетоне и тетрагидрофуране КС хорошо растворимы. При растворении в воде комплексы легко разлагаются (за исключением II), что позволяет количественно извлекать из водных растворов соответствующие лиганды.

Таблица 2

Основные максимумы полос поглощения в ИК спектрах комплексных соединений 1-этилтетразола (L, см⁻¹)

L	CuL ₂ (NO ₃) ₂	NiL ₂ (NO ₃) ₂	CoL ₂ (NO ₃) ₂	CdL ₂ (NO ₃) ₂ ·2H ₂ O	Отнесение
—	—	—	—	3462 ос (ш)	ν(H ₂ O)
3130 ос	3118 ос	3090 ос	3074 с	3110 ос	ν(CH) _к
2987 с	2975 с	2987 с	2978 с	2978 с	ν(CH) _а
2940 ср	2868 сл	2940 сл	2938 сл	2937 сл	
2880 осл	2836 ср	2880 осл	2880 осл	—	
—	—	—	—	1642 сл	δ(H ₂ O)
—	—	1503 с	1500 с	—	ν(CN), ν(NN), ν(C=N), ν(N=N), δ(CH) _а
1438 с	1498 сл	1442 сл	1455 пл	1488 пл	
1437 ос	—	—	1441 сл	—	
1378 ср	—	—	—	—	
1350 с	—	—	—	—	ν _{ас} (NO ₃)
1250 с	—	1283 пл	1277 пл	—	
—	1470 ос	—	—	1470 ос	
—	1370 ос	1340 (ш)	1350 ос (ш)	—	ν _{ас} (NO ₃)
—	1280 ос (ш)	—	—	1280 ос (ш)	
1165 ос	1167 с	1172 ос	1163 ос	1169 ос	валентно-деформационные колебания тетразольного кольца
1107 ос	1085 с	1110 с	1109 с	1109 с	
—	—	1100 с	1093 с	1095 с	
1025 ср	1010 пл	1000 с	995 с	998 с	
967 ос	960 ср	960 сл	960 сл	970 пл	
870 с	885 ср	905 ср	905 ср	875 с	
—	1000 с	—	—	1015 ср	
—	840 ср	825 ср	825 ср	820 ср	ν _с (NO ₃)
800 ср	794 ср	795 сл	790 сл	795 сл	ν(N _к -Ca)
725 сл	720 сл	720 сл	719 сл	716 осл	
678 ос	665 ср	677 с	670 с	665 с	κ _к
640 ос	640 с	642 ос	639 ос	640 ос	
426 с	420 сл	434 сл	423 сл	436 ср	δ(C-C) _а
—	—	415 пл	—	425 пл	
342 ср	355 пл	360 сл	350 сл	343 сл	β(N _к -Ca)
—	322 с	—	—	210 ср	ν(M ²⁺ -ONO ₂)
—	268 с	260 ос	230 ос	<200	ν(M ²⁺ -N _к)

Примечания: здесь и в табл. 3: ос—очень сильная, с—сильная, ср—средняя, сл—слабая, осл—очень слабая, пл—плечо, ш—широкая, к—кольцо, а—алкил.

Данные термического анализа показывают, что разложение КС 1-ЭТ проходит экзотермично в одну стадию с высокой скоростью тепловыделения. Как правило, началу разложения предшествует плавление с

небольшим эндотермическим эффектом. Максимум потери веса исследуемых образцов (165°—соединение I; 220°—II; 210°—III; 200°—IV) соответствует пику экзотермического эффекта на кривой ДТА. Термолитз заканчивается при 380—400° небольшим экзоэффектом окисления первичных продуктов разложения. Терморазложение соединения IV начинается с отщепления молекул воды в интервале температур 80—110°, о чем свидетельствует слабый минимум на кривой ДТА и убыль массы исследуемого образца в данном интервале температур на 6—7 %.

Таблица 3

Основные максимумы полос поглощения в ИК спектрах комплексных соединений 2-этилтетразола (L , см^{-1})

L	$\text{CuL}_2(\text{NO}_3)_2$	$\text{NiL}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	$\text{CoL}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	$\text{CdL}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Отнесение
—	—	3344 ос (ш)	3344 ос (ш)	3500 ос (ш)	$\nu(\text{H}_2\text{O})$
3131 ср	3135 ср	3134 осл	3124 осл	3139 ср	$\nu(\text{CH})_k$
2984 с	3000 сл	—	—	—	$\nu(\text{CH})_a$
2940 с	2976 сл	—	2979 осл	2976 сл	
2800 с	2935 осл 2800 сл	2943 осл	—	2936 осл	
—	—	1627 ос	1628 ос	—	$\delta(\text{H}_2\text{O})$
1445 с	—	—	—	—	$\nu(\text{CN}), \nu(\text{NN}),$ $\nu(\text{C}=\text{N}),$ $\nu(\text{N}=\text{N}),$ $\delta(\text{CH})_a$
1440 ос	—	—	—	—	
1363 ос	—	—	—	—	
1276 ос 1210 с	—	1215 сл	1215 осл	1210 осл	
—	1480 с 1280 ос (ш)	1460 с 1295 ос (ш)	1470 с 1300 ос (ш)	1460 с 1280 ос (ш)	$\nu_{as}(\text{NO}_3)$
1167 с	1183 с	—	1170 ср	1168 ср	валентно- деформаци- онные коле- бания тет- разольного кольца $\nu_s(\text{NO}_3)$
1130 ос	1124 с	1128 с	1133 с	1130 с	
1060 с	1070 ср	1080 ср	1083 сл	1090 сл	
1020 с	1040 ср	1036 пл	1034 ср	1065 ср	
1000 ср	1007 с	1020 ос	1015 с	1027 с	
—	—	—	—	1010 ср	
967 ос	965 ср	967 ср	967 ср	965 с	
877 с	873 с	887 ср	894 ср	890 ос	$\nu(\text{N}_k-\text{Ca})$
—	810 с	815 с	805 ср	807 с	$\delta(\text{NO}_3)$
692 с	680 с	688 ос	680 с	680 с	κ_k
659 с	648 ос	652 с	648 ос	644 ср	
—	—	520 ср	587 с	—	$\omega(\text{H}_2\text{O})$
418 с	448 ср	465 сл	450 сл	425 ср	$\delta(\text{C}-\text{C})_a$
357 ср	390 осл	375 ср	373 ср	350 пл	$\beta(\text{N}_k-\text{Ca})$
—	339 ср	350 пл	365 пл	200 ср (ш)	$\nu(\text{M}^{2+}\text{ONO}_2)$
—	290 ср	245 ср	220 с	< 200 с	$\nu(\text{M}^{2+}-\text{N}_2)$

Процесс термического разложения КС 2-ЭТ в отличие от аналогичных комплексов 1-ЭТ проходит в несколько стадий и в эндотермическом режиме. Описанные различия в характере терморазложения КС 1- и 2-ЭТ естественно связать с большей энергией связи металл — лиганд в КС 1-ЭТ, благодаря чему данные соединения разлагаются до распада комплекса по этим связям. Более низкий интервал температур разложения (см. табл. 1), а также многостадийность процесса термического разложения с плохо разрешенными отдельными стадиями (в случае КС 2-ЭТ) можно объяснить тем, что при нагревании происходит их ступенчатая диссоциация, в результате чего молекулы лиганда, благодаря их относительно высокой летучести, удаляются из зоны нагревания не разлагаясь.

С целью выяснения особенностей состава КС были исследованы ИК спектры свободных и координированных ЭТ. Частоты максимумов полос поглощения представлены в табл. 2 и 3. Отнесение полос поглощения ЭТ проведено в соответствии с [8, 9]. Как и в спектрах ранее исследованных хлорида и роданида меди (II), наибольшие изменения при координации наблюдаются в области валентных и валентно-деформационных колебаний связей гетероцикла, что свидетельствует об участии тетразольного кольца в комплексобразовании и перераспределении при этом электронной плотности по связям цикла. Следует отметить, что область валентных колебаний связей C—N, N—N, C=N и N=N гетероцикла частично перекрывается сильными полосами поглощения валентных колебаний NO_3^- -иона, поэтому идентификация частот данных колебаний в спектрах обсуждаемых КС затруднена.

В соединениях (IV—VIII) группа NO_3^- координирована к металлу, на что указывает наличие в спектрах (область $320 - 260 \text{ см}^{-1}$) полос поглощения $\nu(\text{M—O—NO}_2)$, а также расщепление полосы валентных ассиметричных колебаний нитрат-иона на две компоненты: $1280 - 1300 \text{ см}^{-1}$ и $1460 - 1480 \text{ см}^{-1}$. В спектрах КС (II) и (III) в области $1340 - 1350 \text{ см}^{-1}$ наблюдается широкая и интенсивная полоса, характерная для внешнесферных нитратных групп. В спектре КС (I) зарегистрированы полосы при $1280, 1370, 1470$ и 322 см^{-1} , обусловленные колебаниями координированных и некоординированных нитратных групп [10 — 12].

В спектрах КС, содержащих в своем составе воду, в области $3500 - 3200 \text{ см}^{-1}$ наблюдаются широкие и сильные полосы поглощения валентных колебаний воды. Вода в КС является, по-видимому, кристаллизационной, так как в интервале частот $400 - 700 \text{ см}^{-1}$ регистрируется широкая полоса поглощения, характерная для либрационных колебаний молекул H_2O [10].

Наличие новых полос в области $200 - 290 \text{ см}^{-1}$, которые отсутствуют в спектрах свободных ЭТ и исходных солей и соответствуют валентным колебаниям связей металл — азот гетероцикла [2, 12—15], указывает на участие атомов азота тетразольного цикла в образовании координационной связи. Следует отметить, что в спектрах КС нитрата Cd с 1- и 2-ЭТ полоса $\nu(\text{M}^{2+} - \text{N})_{\text{кольца}}$, по-видимому, смещается в область частот ниже 200 см^{-1} в связи со значительной массой центрального иона. В спектрах исследуемых КС величины частот $\nu(\text{M}^{2+} - \text{N}_k)$ уменьшаются в порядке $\nu_{\text{Co}^{2+} - \text{N}} < \nu_{\text{Ni}^{2+} - \text{N}} < \nu_{\text{Cu}^{2+} - \text{N}}$, согласующемся с рядом устойчивости комплексов.

Полоса поглощения валентных колебаний связи $(\text{CH})_k$ в ЭТ наблюдается при 3130 см^{-1} . Координация 1-ЭТ с ионом металла приводит к существенному сдвигу этой полосы в область низких частот ($\Delta\nu$ достигает 50 см^{-1}), подтверждая тем самым образование донорно-акцепторной связи за счет соседнего с фрагментом СН, наиболее электроотрицательного атома азота в положении «4» тетразольного цикла. В спектрах координированного 2-ЭТ полоса $\nu(\text{CH})_k$ изменяется мало. Причиной этого может быть отмечавшаяся более слабая, по сравнению с 1-ЭТ, электронодонорная способность 2-ЭТ, приводящая к менее прочным КС.

Таким образом, нитраты Cu, Ni, Co, Cd реагируют в органических растворителях с 1- и 2-этилтетразолами с образованием КС, состав которых, независимо от соотношения исходных компонентов, определяется природой металла и электронодонорной способностью лиганда.

1. Дегтярик М. М., Гапоник П. Н., Лесникович А. И., Врублевский А. И. // ЖОХ. 1985. Т. 55. № 3. С. 516.
2. Гапоник П. Н., Дегтярик М. М., Лесникович А. И. и др. // Коорд. химия. 1986. Т. 12. № 11. С. 1478.
3. Гапоник П. Н., Дегтярик М. М., Каравай В. П. и др. // Докл. АН БССР. 1984. Т. 28. № 6. С. 543.
4. А. с. СССР № 742431 / П. Н. Гапоник, А. М. Звонок, А. Л. Верещагин, Н. И. Чернавина // Бюл. изобрет. 1980. № 23.
5. Finnegan W. G., Henry R. A. // Journ. Org. Chem. 1959. № 24. P. 1565.
6. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. М., 1976. С. 437.
7. Кукушкин Ю. Н. Химия координационных соединений. М., 1985. С. 310.
8. Соколова М. М., Мельников В. В., Островский В. А. и др. // ЖОрХ. 1975. Т. 11. № 8. С. 1744.

9. Сушко Н. И., Макаревич Н. И., Матвеева Н. А. и др. // Журн. прикл. спектроскопии. 1991. Т. 36. Вып. 5. С. 1220.
10. Володько Л. В., Комяк А. И., Умрейко Д. С. Ураниловые соединения. Мн., 1981. Т. 1. С. 403.
11. Ferraro J. R., Walker A. // Journ. Chem. Phys. 1965. V. 42. № 4. P. 1278.
12. Ferraro J. R. // Analit. Chem. 1968. V. 40. № 4. P. 618.
13. Degtyarik M. M., Garonik P. N., Naumenko V. N. et al. // Spectrochim. Acta. 1987. V. 43A. № 3. P. 349.
14. Franke P. L., Groeneveld W. D. // Transit Metal. Chem. 1981. V. 6. № 1. P. 54.
15. Frank C. W., Rogers L. B. // Inorg. Chem. 1966. V. 5. № 4. P. 615.

УДК 77.023.7 + 778.33

Г. М. КОРЗУН, Г. В. ШИШКО, С. К. РАХМАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ГЛУБИННЫХ ЦЕНТРОВ СКРЫТОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ХИМИЧЕСКОГО ПРОЯВЛЕНИЯ РЕНТГЕНОТЕХНИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

The role of the surface and internal latent image centres in the standart and modified development process on the film RT-5 has been investigated by means of selective oxidizing treatment method.

It is shown, that the surface latent image centres, which are not developable in the common developers, contribute in the mane to efficiency enhancement of development by modified solutions.

Ранее [1—3] было показано, что эффективность фотографического процесса на черно-белых галогенсеребряных фотоматериалах различного назначения, оцениваемая значениями основных сенситометрических характеристик, может быть существенно повышена за счет использования химических проявителей, одновременно содержащих добавки аминов, полиэтиленоксидов и восстанавливающих веществ, обеспечивающих более отрицательное по сравнению со стандартным значение редокс-потенциала, модифицированного указанными добавками. Необходимым условием практического использования таких проявителей является наличие в их составе, кроме указанных компонентов, органических антиуалентов — производных тетразолов. Использование растворов, не содержащих антиуалентов, приводит к сильному росту уровня вуали и, как следствие, к очень низкой селективности процесса восстановления эмульсионных микрокристаллов галогенида серебра на экспонированных участках эмульсионного слоя.

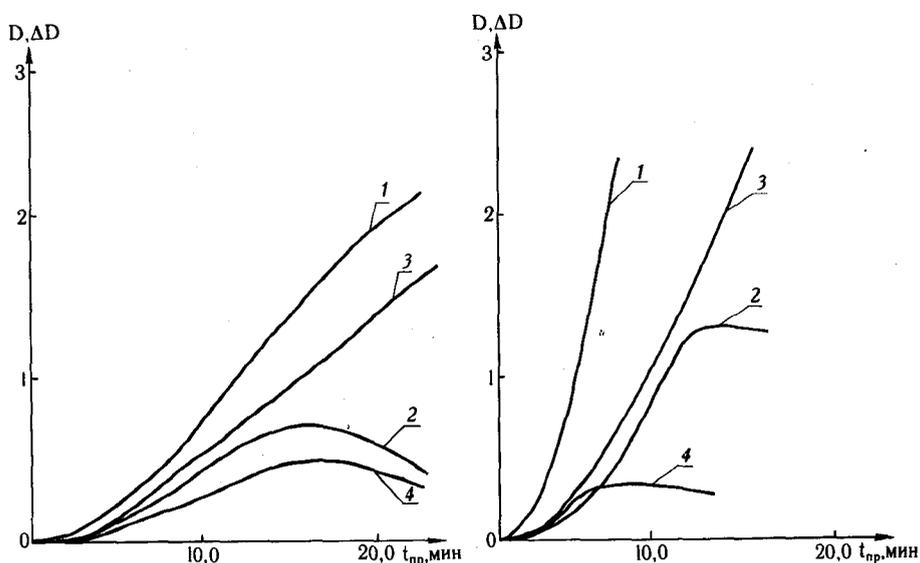
Из результатов микроскопического исследования, а также оценки значений кроющей способности и массы серебра изображения следует, что эффект модифицированного проявления связан с вовлечением в процесс формирования видимого изображения дополнительного количества эмульсионных микрокристаллов на экспонированных участках фотослоя. В случае радиографических материалов, подвергнутых воздействию рентгеновского излучения, последнее может быть связано как с повышением активности поверхностных и глубинных малоатомных центров скрытого изображения (ЦИ) в процессе восстановления эмульсионных микрокристаллов, так и с облегчением доступа молекул восстановителя к глубинным ЦИ обычного размера, обладающих достаточно высокой активностью при стандартном проявлении.

Цель данной работы — выяснить роль указанных центров в процессе стандартного и модифицированного проявления с помощью метода селективной окислительной обработки поверхностных ЦИ.

Объектом исследования служила рентгентехническая пленка РТ-5 производства КПО «Тасма», которая наиболее широко используется в отечественной практике радиографического контроля качества изделий и конструкций из металлов. Экспонирование образцов пленки производилось по методике, рассмотренной в [4]. Окислительную обработку экспонированных образцов осуществляли по [5] в водном растворе гексацианоферрата калия (30 г/л), содержащем добавку феносафранина (12,5 мл 0,1 % раствора на 1 л). Указанный раствор, по данным [5, 6], разрушает только поверхностные ЦИ, не затрагивая глубинных. Время

окислительной обработки составляло не менее 60 мин, что, по данным предварительного исследования, обеспечивало полное растворение поверхностных ЦСИ. Образцы экспонированных, а также экспонированных и подвергнутых окислительной обработке пленок проявляли (в течение 2—30 мин) при температуре 20 °С в растворе «Рентген-2» известного состава [7] либо в модифицированном проявителе, содержащем дополнительно 1,3-фенилпиразолидон и ряд названных ранее добавок [2]. Оптическую плотность проявленных образцов измеряли на денситометре ДП-1.

Кинетические особенности процесса проявления эмульсионного слоя в химических проявителях различного состава анализировали на основе зависимости оптической плотности D_{exp} экспонированного (доза 0,05Р) участка и селективности проявления $\Delta D = D_{\text{exp}} - D_0$, равной разности оптических плотностей экспонированного и неэкспонированного участков с учетом времени контакта эмульсионного слоя с раствором химического проявителя.



Кинетические кривые проявления изображения (1, 3) и селективности проявления (2, 4) в проявителе «Рентген-2» (а) и модифицированном химическом проявителе (б) при проведении окислительной обработки «поверхностного» скрытого изображения (3, 4) и без нее (1, 2)

Из полученных данных (рисунок) следует, что максимальная селективность процесса проявления экспонированных и неэкспонированных микрокристаллов достигается при 10—15 мин проявления, когда скорость проявления изображения в значительной степени превышает скорость проявления вуали. При дальнейшем увеличении времени проявления селективность процесса уменьшается в силу снижения скорости проявления изображения. Проведение окислительной обработки поверхностного скрытого изображения приводит к некоторому уменьшению скорости проявления изображения (рисунок а). Величина селективности проявления после проведения окислительной обработки уменьшается в среднем на 30—40 %. Относительно небольшое уменьшение величины селективности свидетельствует о том, что видимое изображение на пленке РТ-5 формируется, главным образом, за счет микрокристаллов, содержащих глубинные ЦСИ.

Из кинетических кривых проявления пленки в модифицированном проявителе (см. рисунок, б) следует, что вуаль и изображение проявляются с более высокой скоростью, чем в стандартном растворе. Видно, что селективность проявления пленки в этом случае значительно превосходит соответствующую величину, достигаемую при ее обработке в

проявителе «Рентген-2», что и объясняет увеличение чувствительности при переходе от стандартного к модифицированному проявлению. Проведение окислительной обработки экспонированной пленки приводит к исчезновению индукционного периода процессов проявления вуали и изображения в модифицированном растворе (см. рисунок, б) и в значительной степени выравнивает скорости этих процессов, значительно уменьшая величину селективности.

Полученные в работе экспериментальные данные: близость величин селективности проявления в проявителе «Рентген-2» для образцов, подвергшихся и не подвергшихся окислительной обработке, достаточно определенно свидетельствуют о том, что метол-гидрохиноновые химические проявители типа «Рентген-2» восстанавливают экспонированные рентгеновским излучением эмульсионные микрокристаллы, содержащие глубинное СИ.

Экспонированные микрокристаллы, содержащиеся в радиографических пленках только поверхностное СИ, в значительно меньшей степени принимают участие при построении изображения в метол-гидрохиноновых проявителях.

Окисление поверхностного СИ приводит к значительному (более чем в 3 раза) уменьшению селективности модифицированного проявления, причем селективность по величине близка к величине селективности проявленного в «Рентген-2» изображения после окисления поверхностного СИ. Таким образом, главное отличие между стандартным и модифицированным химическим проявлением состоит в вовлечении в этот процесс микрокристаллов, содержащих поверхностное СИ, не катализирующее процесс химического проявления метол-гидрохиноновыми проявителями.

Полученные данные о близости величин селективности проявления в проявителе «Рентген-2» для образцов, подвергавшихся и не подвергавшихся окислительной обработке (см. рисунок), свидетельствуют о том, что радиографическое изображение на пленке РТ-5 формируется главным образом при проявлении экспонированных микрокристаллов, содержащих глубинные ЦСИ. Экспонированные МК, содержащие поверхностное СИ, в значительно меньшей степени принимают участие при построении изображения в проявителе «Рентген-2». Значительное падение селективности проявления в модифицированных растворах после окисления поверхностного СИ свидетельствует о том, что основной вклад в увеличение эффективности проявления модифицированными растворами вносят поверхностные центры скрытого изображения, не проявляемые в обычных проявителях.

1. Рахманов С. К., Сташенок В. Д. // Журн. научн. и прикл. фотографии и кинематографии. 1991. Т. 36. № 4. С. 282.

2. Корзун Г. М., Шижко Г. В., Рахманов С. К. // Вестн. АН РБ. 1993. № 2. С. 104.

3. Кисель Л. Ф., Врублевский А. В., Рахманов С. К. и др. // Журн. научн. и прикл. фотографии и кинематографии. 1993. Т. 38. № 1. С. 3.

4. Беленков В. В., Капустин В. И., Корзун Г. М. и др. // Дефектоскопия. 1988. № 11. С. 22.

5. Джемс Т. Х. Теория фотографического процесса. Л., 1980. С. 17.

6. Мейкляр П. В. Физические процессы при образовании скрытого фотографического изображения. М., 1972. С. 253.

7. Румянцев С. В. Радиационная дефектоскопия. М., 1974. С. 184.

В. В. СВИРИДОВ, Г. Л. ШУКИН,
А. Л. БЕЛАНОВИЧ, В. П. САВЕНКО,
Л. С. ИВАШКЕВИЧ, Т. Л. МАСЬКЕВИЧ

МИКРОПЛАЗМЕННОЕ АНОДИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВА С МЕДЬЮ В ЭЛЕКТРОЛИТЕ, СОДЕРЖАЩЕМ СОЕДИНЕНИЯ МЕДИ

Peculiarities of the formation anodic oxide on surface of aluminium and it's alloy, containing copper, in sodium phosphate solution by anodic spark oxidation in electrolyte and influence on this process the presence of addition copper complex to electrolyte have been investigated.

В результате ранее проведенных исследований установлено, что в процессе микроплазменного анодирования (МПА) нелегированного алюминия в растворе фосфата натрия рост пленки прекращается после достижения ею толщины 15 мкм, в то время как на сплаве алюминия, содержащем медь, толщина оксидного слоя может достигать 90 мкм и более [1, 2].

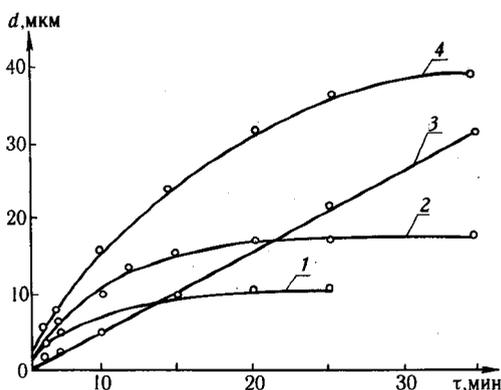


Рис. 1 Зависимость толщины оксидной пленки от времени МПА нелегированного (1, 2) и легированного медью (3, 4) алюминия в водном растворе тринатрийфосфата ($5,0 \cdot 10^{-2}$ моль/л) без (2, 3) и в присутствии (1, 4) добавки аминокислотного комплекса меди ($5,0 \cdot 10^{-2}$ моль/л)

Известно [3, 4], что оксидные пленки в процессе МПА формируются как в результате окисления металла, так и за счет продукта деструкции компонентов электролита. Различие в кинетике роста оксидного слоя в процессе МПА алюминия и его сплава с медью можно, по-видимому, объяснить соосаждением с оксидом алюминия медьсодержащих соединений. Цель данного исследования — выяснить, какое влияние на рост пленок будет оказывать соосаждение с оксидом алюминия меди или ее соединений, поставляемых не из подложки, а из раствора, а также установить состав формирующихся в этих условиях пленочных слоев продукта микроплазменного анодирования.

В качестве добавки в электролит (раствор фосфата натрия) использовался растворимый в этом электролите комплекс меди — аминокислоты. Анодирование проводили в гальваностатическом режиме при температуре 18—30 °С на пластинах алюминия (99,3 %) и его сплава Д16АТ (3,8—4,5 % Cu, 1,2—1,8 % Mg) площадью 3 см² без плакирующего слоя алюминия в электролите, содержащем тринатрийфосфат ($5 \cdot 10^{-2}$ моль/л) без и в присутствии добавки аминокислотного комплекса меди. Толщину оксидного слоя определяли на поперечном микрошлифе с помощью микроинтерферометра МИИ-4. Фазовый состав пленок определяли рентгенографическим методом на дифрактометре HZG-4A («Карл Цейс Йена») с применением Cu K_α-излучения (Ni-фильтр), скорость записи рентгенограмм 1 град/мин. Электронно-микроскопическое исследование микроструктуры пленок проводили на электронном микроскопе Nanolab-7 со сканирующей приставкой.

Ранее [2] нами было установлено, что в растворе фосфата натрия ($5 \cdot 10^{-2}$ моль/л) МПА при плотности тока 10 А/дм² приводит к формированию пленки серо-белого цвета с вкраплениями (0,2—2 мм) порошкообразного фосфата алюминия, рост которой после достижения 15 мкм за 10 мин прекращается. Введение в фосфатный раствор добавки медного комплекса в количестве (0,2—7,5) · 10⁻² моль/л повышает напряжение формирования пленки с 300 В до 400 В, а также приводит к уменьшению времени появления искр на поверхности формируемой пленки (через 15 мин в электролите без добавки и через 1 мин в

присутствии добавки) и к интенсификации процесса образования порошкообразного продукта на поверхности пленки. Рост пленки в этом случае прекращается после достижения ею толщины 10 мкм (рис. 1, кр. 2), и на ее поверхности происходит осаждение порошкообразного продукта светло-коричневого цвета. При концентрации добавки больше $7,5 \cdot 10^{-2}$ моль/л при плотности тока 10 А/дм² напряжение формирования понижается до 270 В и в местах пробоя происходит локальное осаждение рыхлого порошка темно-коричневого цвета.

Таблица 1

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ОКСИДНОЙ ПЛЕНКИ,
полученных методом МПА на нелегированном (АДОМ)
и легированном медью (Д16АТ) алюминии

t, мин	АДОМ		Д16АТ	
	Состав пленки	d, мкм	Состав пленки	d, мкм
1	Аморфные продукты	3	Следы α -, γ -, δ -Al ₂ O ₃	1
2	Аморфные продукты	5	γ -Al ₂ O ₃ Следы α -, δ -Al ₂ O ₃	2
5	Аморфные продукты Следы α -, γ - δ -Al ₂ O ₃	9	γ -Al ₂ O ₃ Следы α -, δ -Al ₂ O ₃	5
20	Аморфные продукты Следы α -, γ -, δ -Al ₂ O ₃	15	γ -Al ₂ O ₃ Следы α -, δ -Al ₂ O ₃	18
30	Аморфные продукты Следы α -, γ -, δ -Al ₂ O ₃ AlPO ₄	16	α -, γ -, δ -Al ₂ O ₃ Следы AlPO ₄ 0 1:10:3*	27
60	Аморфные продукты Следы α -, γ -, δ -Al ₂ O ₃ Следы AlPO ₄	16	α -, γ -, δ -Al ₂ O ₃ Следы AlPO ₄ 1:10:5*	54
120	AlPO ₄ α -, γ -, δ -Al ₂ O ₃ 10:10:5*	17	α -, γ -, δ -Al ₂ O ₃ Следы AlPO ₄ 2:10:5*	110

Примечание: *—мольное соотношение фаз α -Al₂O₃: γ -Al₂O₃: δ -Al₂O₃

Рентгенографическое исследование показало, что при отсутствии добавки соединения меди в электролите образующиеся на ранней стадии МПА пленки (время МПА 3—4 мин, толщина 3—5 мкм) состоят из аморфных продуктов. Более толстые пленки (9—15 мкм, время анодирования 5—20 мин) дополнительно содержат малые количества (едва обнаруживаемые рентгенографически) оксидов алюминия: α -, γ -, δ -Al₂O₃ (табл. 1). В покрытиях толщиной 16 мкм, формируемых в течение 30—60 мин, содержатся те же оксиды, но в большем количестве, а кроме того обнаруживаются также следы AlPO₄. В пленках, сформировавшихся в течение 120 мин (при этом их толщина практически не изменялась и составляла 17 мкм), обнаружилось большее количество кристаллических оксидов алюминия, что обеспечило возможность их идентификации как смеси оксидов. Мольное соотношение фаз оксидов α : γ : δ = 2:2:1.

На состав покрытия существенное влияние оказывает наличие в электролите добавки соединения меди и ее концентрация (табл. 2). Это влияние прежде всего выражается в большем относительном количестве фосфата алюминия в тонких пленках и в обеспечении формирования кристаллических форм оксида алюминия. С увеличением концентрации добавки в электролите возрастает содержание в пленке кристаллической фазы α -Al₂O₃. При использовании электролита, содержащего малое количество соединения меди, заметно лишь появление окраски у покрытия, а медьсодержащие кристаллические фазы обнаруживаются при концентрации добавки больше $7 \cdot 10^{-2}$ моль/л. При этом существенно, что увеличение концентрации соединения меди в электролите приводит к

изменению фазового состава кристаллических продуктов в составе покрытия: при концентрации добавки $7,5 \cdot 10^{-2}$ моль/л основными кристаллическими компонентами являются металлическая медь и $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, а фазы $\gamma\text{-}$, $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$ и AlPO_4 представлены в значительно меньших количествах, при концентрации добавки 0,2 моль/л в пленке обнаруживаются металлическая медь, оксиды Cu_2O , CuO , фосфат алюминия, а оксидные фазы алюминия представлены только $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (см. табл. 2).

Таблица 2

Фазовый состав оксидных пленок, полученных методом МПА на нелегированном (АДОМ) и легированном медью (Д16АТ) алюминии в растворе, содержащем растворенный комплекс меди

Концентрация медного комплекса, моль/л	Фазовый состав пленки			
	АДОМ	$\alpha:\gamma:\delta^{**}$	Д16АТ	$\alpha:\gamma:\delta^{**}$
$2,2 \cdot 10^{-3}$	ОФ*— AlPO_4 $\alpha\text{-}$, $\gamma\text{-}$, $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$	4:10:5	ОФ— $\alpha\text{-}$, $\gamma\text{-}$, $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$ Следы— AlPO_4	3:10:6
$2,2 \cdot 10^{-2}$	ОФ— AlPO_4 $\alpha\text{-}$, $\gamma\text{-}$, $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$	7:10:8	ОФ— $\alpha\text{-}$, $\gamma\text{-}$, $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$ Следы— AlPO_4	6:10:5
$7,5 \cdot 10^{-2}$	ОФ— Cu $\alpha\text{-}$, $\gamma\text{-}$, $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$ AlPO_4	25:10:8	ОФ— $\alpha\text{-}$, $\gamma\text{-}$, $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$ Следы— AlPO_4	20:10:5
$2,2 \cdot 10^{-1}$	ОФ— Cu ОФ— $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ AlPO_4 следы— CuO , Cu_2O	1:0:0	ОФ— $\alpha\text{-}$, $\gamma\text{-}$, $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$ Следы— AlPO_4	50:10:6

Примечание: *—основная(ые) фаза(ы); **—мольное соотношение фаз $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$: $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$: $\delta\text{-Al}_2\text{O}_3$; время МПА—30 мин, плотность тока—10 А/дм².

Электронно-микроскопическое исследование начальных стадий процесса МПА в электролите, не содержащем медь, показало, что в первые 5—10 с идет образование обычной оксидной пленки. Затем на поверхности пленки в отдельных местах появляются глобулы рентгеноаморфного порошкообразного продукта (после его прогрева при 900 °С происходит кристаллизация с образованием фазы AlPO_4) размером 50—200 мкм, которые растут из-под оксидной пленки. Концентрация и размеры глобул возрастают с увеличением времени протекания процесса, и фосфат алюминия покрывает всю поверхность образуемой пленки. После появления искр на поверхности пленки в местах пробоя происходит частичное отделение порошка фосфата алюминия от пленки и образование кратерообразных оплавленных глобул оксида алюминия, а в итоге формируется глобулярная структура оплавленного оксида и порошкообразного фосфата алюминия (рис. 2, а).

Рост пленки в присутствии добавки медного комплекса ($0,2\text{--}2,2$) $\cdot 10^{-2}$ моль/л в начальный период протекает так же, как и без добавки: на поверхности оксидной пленки появляются очаги вкраплений порошкообразного фосфата алюминия, размеры и количество которых увеличиваются. После появления искровых разрядов образуются оплавленные участки оксида алюминия. Затем, в отличие от роста пленок в электролите без добавки, наряду с образованием оплавленных глобул ускоряется процесс формирования глобул рыхлого продукта (рис. 2, б).

Иначе происходит рост пленок на поверхности сплава $\text{Al}\text{--}\text{Cu}$. В этом случае при плотности тока 10 А/дм² наблюдается линейный рост толщины пленки с увеличением времени анодирования (рис. 1, кр. 3). Искрение появляется при более низких (на 20 В), чем при анодировании нелегированного алюминия, напряжениях. Однако процесс МПА в этом случае протекает при более высоком напряжении (400—420 В вместо 300 В, что характерно для оксидирования нелегированного алюминия). Образующиеся пленки прочные, серо-коричневого цвета.

Введение медного комплекса в электролит приводит в начальный период к увеличению скорости роста пленок на поверхности медьсодержащего сплава. Однако после достижения пленкой толщины 30 мкм ее рост замедляется (рис. 1, кр. 4). Напряжение формирования пленки, как и в электролите без добавки, составляет 400 В.

Как показало рентгенографическое исследование, на поверхности медьсодержащего сплава алюминия формируются пленки, состоящие из α -, γ -, δ - Al_2O_3 (в относительно толстых пленках обнаружены следы AlPO_4) (см. табл. 2). При этом γ - Al_2O_3 является доминирующей фазой по сравнению с составом пленки на нелегированном алюминии. Относительное количество фазы α - Al_2O_3 возрастает при увеличении толщины пленки с 30 до 110 мкм. Рентгенографически медь и ее соединения в пленке не обнаруживаются.

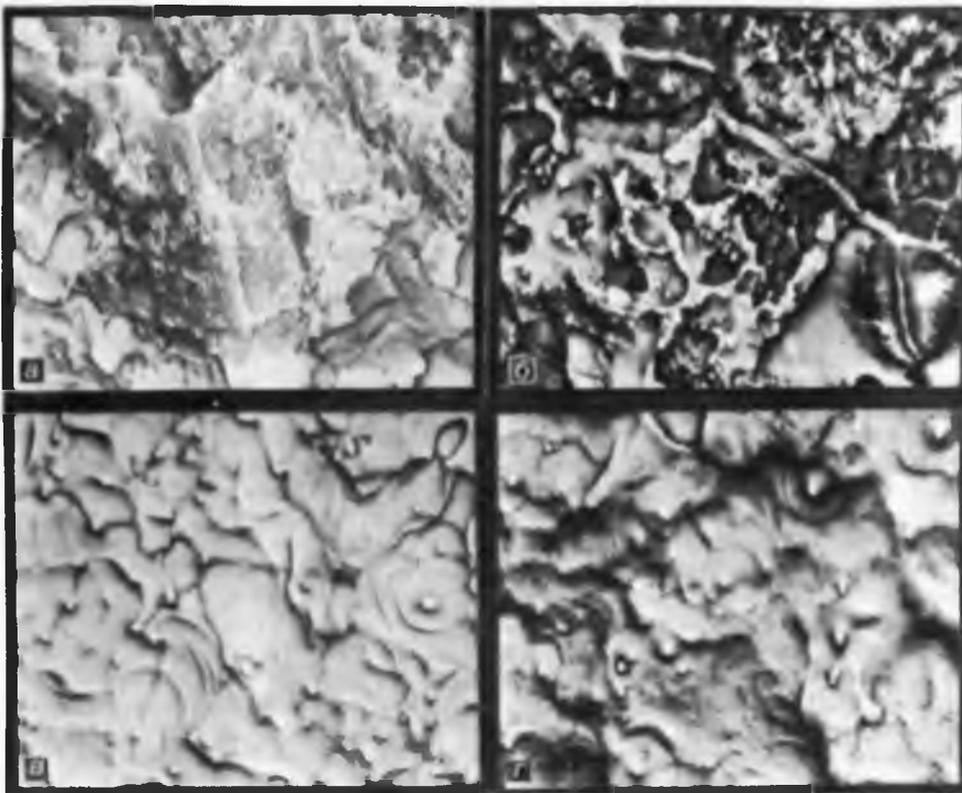


Рис. 2 Электронно-микроскопические снимки поверхности покрытий, сформированных МПА на поверхности нелегированного (а, б) и легированного (в, з) алюминия в растворе фосфата натрия без (а, в) и в присутствии (б, з) добавки аминокислотно-медного комплекса

Пленочные покрытия, полученные на сплаве алюминия в присутствии (как и в отсутствие) добавки соединения меди, состоят главным образом из оксидов алюминия α -, γ -, δ - Al_2O_3 , при этом AlPO_4 проявляется на рентгенограммах в виде следов (на грани обнаружения рентгенографическим методом). Как и в случае покрытий на нелегированном алюминии, в пленках на медьсодержащем сплаве увеличение концентрации добавки в электролите приводит к повышению доли оксида α - Al_2O_3 . В отличие от нелегированного алюминия металлическая медь и ее оксиды в составе покрытий на поверхности сплава не обнаружены (см. табл. 2).

Электронно-микроскопическое исследование показало, что в первые секунды после начала МПА процесс на поверхности сплава протекает так же, как и на поверхности нелегированного алюминия: происходит обычное анодирование с образованием сплошной пленки. Затем образуются

мелкие оплавленные кратерообразные глобулы размером 1,5—3 мкм, которые по мере роста увеличиваются до 10—15 мкм и постепенно покрывают всю поверхность образца. С увеличением толщины пленки глобулы достигают размеров 22—24 мкм, а поверхность представляет собой оплавленную глобулярную структуру (рис. 2, в). Введение добавки в электролит ускоряет процесс появления оплавленных кратерообразных глобул.

Дальнейший рост пленки на поверхности сплава протекает аналогично тому, как и в растворе без добавки (рис. 2, з).

Рассмотренные результаты свидетельствуют о влиянии добавок, способных к химическим превращениям в процессах микроплазменного анодирования в электролите, на характер этих процессов и состав образующихся при этом пленочных структур. Прежде всего продукты превращения добавок могут включаться в формируемую оксидную пленку либо выделяться на ее поверхности в виде отдельной фазы, хотя при этом в процессе МПА нелегированного алюминия в использованном в данном случае электролите не создаются условия, благоприятствующие химическому взаимодействию продукта превращения добавки с оксидом алюминия, которое возможно при достаточно высоких температурах (выше 700 °С, при более высокой температуре протекает еще быстрее). При этом существенно, что медь включается в состав пленочной структуры только в случае, если происходит процесс МПА нелегированного алюминия, а в случае МПА медьсодержащего сплава медь не попадает в рентгенографически определяемых количествах в пленочную структуру, а включается лишь в количествах, обеспечивающих появление у пленки окраски.

Интересен тот факт, что хотя условия МПА благоприятствуют протеканию окислительных процессов, тем не менее оксиды меди формируются только при наличии меди в растворе в достаточно большом количестве. При меньшем содержании меди в растворе она включается в пленочный продукт оксидированного алюминия в виде металлической фазы. Это указывает на существенную роль в процессе МПА термически возбуждаемых реакций, которые при отсутствии интенсивного источника кислорода могут приводить к формированию продуктов в восстановленной форме. Отметим, что медь рентгенографически не обнаруживается в пленочных структурах пока их толщина мала и соответственно условия для протекания термически стимулируемых химических превращений неблагоприятны.

Другая роль добавок меди в электролит заключается в том, что она заметно влияет на самую начальную стадию МПА нелегированного алюминия, способствуя повышению напряжения, при котором происходит процесс формирования пленки с 300 до 400 В. В данном случае соединения меди, по-видимому, адсорбируясь на поверхности анодной пленки, увеличивают частоту возникновения микропробоев, способствующих спеканию образующегося фосфата алюминия, что является причиной повышения сопротивления пленки, а следовательно, и повышения напряжения ее формирования. Различие условий, при которых происходит формирование плазменных образований в присутствии добавки в электролите и при ее отсутствии, сказывается существенным образом и на фазовом составе кристаллических оксидов алюминия, способствуя как увеличению содержания кристаллических фаз, так и образованию высокотемпературной формы оксида $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$.

Таким образом, при использовании для МПА электролитов, содержащих добавки, способные входить в состав пленочных образований в условиях МПА, следует учитывать, что эти добавки, во-первых, могут успевать прореагировать с оксидом алюминия, если данная реакция успеет произойти в очагах разряда с высокой температурой, а во-вторых, могут существенно влиять на условия формирования плазменных разрядов, что обуславливает изменение фазового состава алюминийсодержащей фазы.

1. Савенко В. П., Беланович А. Л., Щукин Г. Л. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1993. № 1. С. 3.

2. Савенко В. П., Беланович А. Л., Щукин Г. Л., Свири-

- дов В. В. // Весці АН Беларусі. Сер. хім. навук. 1993. № 2. С. 34.
3. Brown S. D., Kuna K. I., Van T. B. // Journ. Amer. Ceramic Soc. 1971. V. 54. № 8. P. 384.
4. Gruss L. L., McNeil W. // Electrochem. Technol. 1963. V. 1. № 9-10. P. 283.

УДК 542.61

Ф. Н. КАПУЦКИЙ, Т. Л. ЮРКШТОВИЧ,
Г. Л. СТАРОБИНЕЦ, Т. И. БОРЩЕНСКАЯ

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НЕОБМЕННОГО СРОДСТВА α -АМИНОКИСЛОТ К ИОНООБМЕННИКАМ В ВОДНО-ЭТАНОЛЬНЫХ РАСТВОРАХ

The nonexchange free energy sorption a number of α -aminoacids by a weakacid cationexchanger and a strongbase anionexchanger from binary water-ethanol mixtures has been studied. The polar item of the sorption free energy correlated well with the transfer free energy of the acids from water to the water-ethanol mixtures via Collander type expression.

Среди интенсивно разрабатываемых в настоящее время методов создания физиологически активных полимеров [1], представляющих собой сочетание полимера-носителя и физиологически активного вещества (ФАВ), наиболее доступным подходом является создание таких условий, при которых полимер-носитель выполняет лишь функцию контейнера, т. е. в удерживании ФАВ не участвуют электровалентные или ковалентные связи. Этот сравнительно простой метод открывает широкие возможности регулирования скорости миграции ФАВ из полимерного контейнера и тем самым влияет на уровень его активности и на длительность проявления миграции [2].

При оценке пригодности использования полимера в качестве контейнера необходимо учитывать коэффициенты межфазного распределения ФАВ в системе контейнер — внешняя среда. В настоящее время большое значение приобретает разработка метода модельного прогнозирования этих величин. Для этой цели принято пользоваться соотношением Колландера:

$$\lg P_{p-s} = a \lg P_{s-s} + b, \quad (1)$$

где P_{s-s} — коэффициент распределения ФАВ в двухфазной моделирующей системе типа вода — несмешивающаяся с нею органическая жидкость (обычно октанол), P_{p-s} — коэффициент распределения ФАВ между внешней средой и контейнером, «а» и «b» — константы, значения которых предварительно определяют при помощи нескольких модельных ФАВ.

В ряде работ [3—5] показана эффективная моделирующая способность системы вода — октанол при использовании соотношения (1), однако нередки исключения, природу которых нетрудно понять. Октанол содержит сравнительно невысокую концентрацию полярных ОН-групп в большом объеме неполярных радикалов, и поэтому система вода — октанол весьма чувствительна к гидрофобным взаимодействиям. Эта система хорошо имитирует физико-химические свойства полимерных контейнеров тогда, когда доминирующим слагаемым свободной энергии переноса ФАВ из водного раствора в контейнер является свободная энергия гидрофобных взаимодействий. Если же в процессе распределения участвуют силы взаимодействия иной природы, моделирующая способность системы вода — октанол резко ухудшается. Например, в [3] показано, что эта система неудовлетворительно прогнозирует значения P_{p-s} ФАВ, содержащих протонодонорные группы (например: нитроглицерин, нитрозепам), при использовании в качестве контейнера полихлорвинила, пластифицированного диэтилгексилфталатом. Таким образом, основным недочетом моделирующих систем типа вода — октанол является их недостаточно гибкая способность имитировать физико-химические свойства полимерных контейнеров, содержащих протоноакцепторные или другие полярные сорбционные центры.

С целью расширения имитирующей способности моделирующих систем нами рассмотрен иной подход к их выбору, суть которого заклю-

чается в переходе от двухфазных систем типа вода—октанол к квазидвухфазным системам типа вода — бинарные смеси, вода — низшие спирты переменного состава.

Нами изучено обменное распределение ряда цвиттерионных форм α -аминокислот (АК), содержащих углеводородные или полярные боковые радикалы, между водно-этанольными растворами и двумя ионообменниками — слабокислотным катионитом КБ-4п2(Н) и сильноосновным анионитом АРА-2п(Сl). Первый содержит слабодиссоциирующие карбоксильные группы, в которых связь протона с фиксированным карбоксилат-ионом носит преимущественно ковалентный характер, и полиакрилдивинилбензольную матрицу, а второй содержит хорошо диссоциирующие ионогенные группы хлорида триметилбензиламмония и полистиролдивинилбензольную матрицу. АК выбраны в качестве простых моделей более сложных ФАВ.

В данной статье ставились следующие цели: изучить влияние состава бинарного раствора на полярное и сольвофобное слагаемые свободной энергии необменных взаимодействий АК — ионообменник; показать, что свободная энергия переноса АК из воды в водно-спиртовые среды в зависимости от их состава имитирует свободную энергию необменных полярных взаимодействий АК — ионит.

Методики подготовки ионитов, проведения эксперимента и расчетов, характеристика исследуемых веществ описаны в [6, 7].

Обсуждение результатов

Значения $\lg P_{p-s}$ изученных АК могут быть представлены в виде двух слагаемых: полярного слагаемого, характеризующего свободную энергию вандерваальсовских взаимодействий цвиттерионных групп АК с ионогенными группами ионита и сольвофобного слагаемого, характеризующего свободную энергию переноса углеводородных радикалов АК из водного или бинарного раствора в раствор фазы ионита. У простейшего гомолога алифатических АК — глицина углеводородный радикал отсутствует, поэтому при одинаковых составах внешнего раствора величина $\lg P_{p-s}$ глицина равна полярному слагаемому всех α -АКК, соответствующему взаимодействию их функциональных групп с ионогенными группами ионитов.

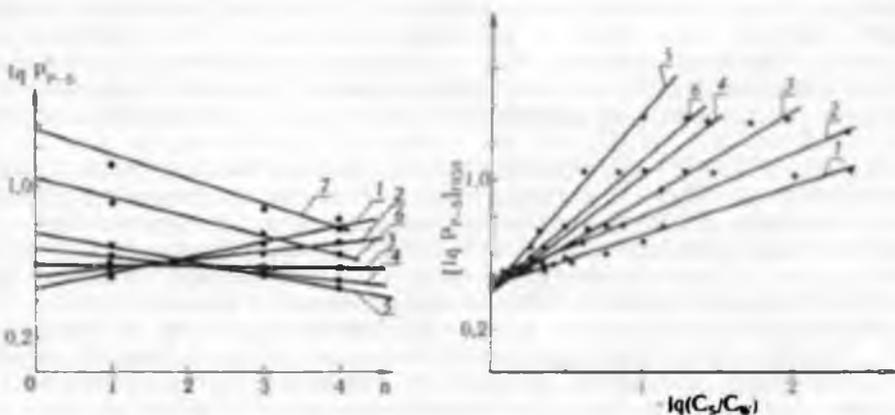


Рис. 1. Зависимость $\lg P_{p-s}$ от числа условных CH_2 -групп в боковых радикалах АК в системах с участием катионита КБ-4п2(H^+): 1— $\text{N}_2=0,00$ ($\text{I}_{\text{CH}_2}=0,08$), 2— $0,07$ ($\text{I}_{\text{CH}_2}=0,043$), 3— $0,17$ ($\text{I}_{\text{CH}_2}=-0,010$), 4— $0,24$ ($\text{I}_{\text{CH}_2}=-0,018$), 5— $0,32$ ($\text{I}_{\text{CH}_2}=-0,072$), 6— $0,55$ ($\text{I}_{\text{CH}_2}=-0,10$), 7— $0,73$ ($\text{I}_{\text{CH}_2}=-0,13$). Значения угловых коэффициентов меньше 0,01 считаются равными нулю.

Рис. 2. Зависимость $(\lg P_{p-s})_{\text{пол}} - (-\lg C_2/C_w)$ в системах с участием катионита КБ-4п2(H^+). 1—глицин, 2—аланин, 3—валин, 4—лейцин, 5—фенилаланин, 6—тирозин. Значения C_2 и C_w взяты из [12, 13]

Из данных табл. 1 и 2 видно, что для каждого ионита существует такой состав бинарного раствора, при котором значения $\lg P_{p-s}$ всех алифатических гомологов равны величине $\lg r_{p-s}$ глицина, т. е. сольво-

фобное слагаемое всех АК, содержащих углеводородные боковые радикалы, равно нулю. В растворах с участием катионита такое состояние наблюдается при $N_2 \approx 0,17$, а в растворах с участием анионита при значении N_2 , весьма близком к 0,24. При меньших значениях N_2 величины $\lg P_{p-s}$ гомологов возрастают, а при более высоких значениях N_2 они убывают с ростом молекулярной массы бокового радикала. Таким образом, величина и знак сольвофобного эффекта зависят от состава бинарного раствора.

Таблица 1

Значения $\lg P_{p-s}$ в системах анионит АРА-2п(Cl⁻)—водно-этанольные растворы

N_2	$\lg P_{p-s}$			
	глицин	аланин	валин	лейцин
0,00	0,60	0,74	0,78	0,83
0,07	0,60	0,68	0,68	0,76
0,12	0,60	0,66	0,67	0,70
0,17	0,60	0,64	0,65	0,66
0,24	0,63	0,62	0,62	0,58
0,32	0,70	0,68	0,58	0,52
0,55	1,20	0,85	0,49	0,40
0,73	1,45	0,92	0,53	0,23

Оценка сольвофобного слагаемого величины $\lg P_{p-s}$ нами выполнена на основе аддитивной схемы, которая базируется на экспериментально установленном [8, 9] равенстве инкрементов атомов С и Н в $\lg P$ при экстракции углеводородов. На рис. 1 для каждого N_2 обозначены для растворов с участием катионита линейные зависимости значений $\lg P_{p-s}$ от числа условных CH_2 -групп боковых радикалов. (В подписи к рисунку приведены значения угловых коэффициентов этих зависимостей, которые равны инкрементам CH_2 -группы (I_{CH_2}) в $\lg P_{p-s}$ при соответствующих значениях N_2 .)

Таблица 2

Значения $\lg P_{p-s}$ в системах катионит КБ-4п2(H)—водно-этанольные растворы

N_2	$\lg P_{p-s}$						
	глицин		аланин	валин	лейцин	фенил- аланин	тирозин
	экспери- мент	расчет	экспери- мент	экспери- мент	экспери- мент	экспери- мент	экспери- мент
0,00	0,48	—	0,52	0,68	0,78	0,46	0,30
0,07	0,53	0,50	0,55	0,64	0,70	0,50	0,40
0,12	0,56	0,57	0,57	0,61	0,63	0,53	0,46
0,17	0,60	0,64	0,60	0,57	0,56	0,56	0,54
0,24	0,66	0,71	0,64	0,54	0,49	0,60	0,64
0,32	0,76	0,80	0,70	0,55	0,47	0,67	0,75
0,55	1,05	1,05	0,90	0,74	0,66	0,91	1,03
0,73	1,33	1,28	1,10	0,87	0,82	1,10	1,40

При каждом составе бинарного раствора сольвофобное слагаемое в $\lg P_{p-s}$ равно $I_{\text{CH}_2} \cdot n$ (n — число условных CH_2 -групп в боковом радикале кислоты). При значениях N_2 , меньших чем 0,17, величины I_{CH_2}

положительны, а при более высоких значениях N_2 — отрицательны, и их абсолютные величины возрастают с увеличением концентрации спирта. Аналогично и в бинарных растворах с участием анионита, в которых обращение знака сольвофобного эффекта наблюдается при $N_2 \approx 0,24$. Это обращение связано с тем, что полярность раствора фазы ионита становится больше полярности равновесного внешнего раствора, а поэтому при значениях N_2 , превышающих 0,17 (для катионита) или 0,24 (для анионита), перенос боковых углеводородных радикалов из равновесных внешних растворов в более полярные растворы фазы ионитов становится термодинамически невыгодным и реализуется за счет термодинамически выгодной энергии вандерваальсовских взаимодействий цвиттерионных групп АК с ионогенными группами ионитов. Этим объясняется уменьшение величин $\lg P_{p-s}$ АК, содержащих массивные углеводородные боковые радикалы (валин, лейцин), по сравнению с соответствующими величинами $\lg P_{p-s}$ глицина при высоких значениях N_2 (см. табл. 1, 2). Это уменьшение выражено тем сильнее, чем больше масса углеводородного радикала.

Допущение того, что возрастание полярности раствора фазы ионита по сравнению с равновесным внешним раствором обусловлено более высоким содержанием воды в этой фазе, не подтверждается экспериментально. Нами изучено распределение компонентов водно-этанольных растворов между бинарными растворами и обоими ионитами [10]. Оказалось, что при всех равновесных составах внешнего раствора бинарные растворы фазы катионита обогащены спиртом, а фазы анионита водой. Однако изотермы сорбции каждой АК из растворов с участием катионита и анионита мало различаются. Отсюда следует, что концентрация воды в бинарных растворах фазы ионитов не является фактором, влияющим существенным образом на сорбционное равновесие.

Возрастание полярности растворов фазы ионитов может быть объяснено следующим образом. При высоких концентрациях спирта иониты отбухают, что сопровождается сильным повышением концентрации ионогенных групп и отрезков цепей матрицы, и свойства набухшего ионита приближаются к свойствам твердого сорбента, который вступает во взаимодействие с молекулами спирта. При этом углеводородные радикалы спирта ориентируются в сторону неполярной матрицы, а ОН-группы — в сторону полярной псевдофазы ионита. При такой ориентации ослабляется экранирование силовых полей ОН-групп углеводородными радикалами и уменьшается их способность к самоассоциации, сильно выраженной во внешнем растворе. Следствием этого является повышение полярности раствора фазы ионита и усиление вандерваальсовских взаимодействий между функциональными группами АК и ионогенными группами ионитов, причем боковые углеводородные радикалы АК также ориентируются в сторону неполярной псевдофазы, а сорбционный процесс протекает кооперативно.

Изученные нами свойства коэффициентов активности компонентов водно-спиртовых растворов [11] в фазе набухших ионитов согласуются с представлением о горизонтальной ориентации молекул спирта в этих растворах.

Из соблюдения правила аддитивности свободной энергии распределения АК следует, что энергия полярных взаимодействий функциональных групп α -АК с ионогенными группами ионитов с достаточным приближением равна энергии взаимодействия глицина с этими группами. Из рис. 2 видно, что существует четко выраженная линейная корреляция между значениями $\lg P_{p-s}$ глицина и значениями $(-\lg C_s/C_w)$ всех изученных кислот (C_s — растворимость АК в бинарных растворах переменного состава, а C_w — их растворимость в воде). Прямые отсекают на ординате отрезок, равный $\lg P_{p-s}$ глицина в водных растворах, и описываются уравнением:

$$(\lg P_{p-s})_{\text{пол}} = -a \lg (C_s/C_w) + b, \quad (2)$$

где a — угловой коэффициент каждой из прямых.

Уравнение (2) является аналогом соотношения (1) и имеет следующий смысл. У каждой α -АК свободная энергия полярных взаимодействий функциональных групп с ионогенными группами ионита в зави-

симости от N_2 с точностью до знака пропорциональна свободной энергии переноса этой АК из водного раствора в бинарные растворы переменного состава. Эта пропорциональность тесным образом связана с линейной зависимостью величин $(\lg P_{p-s})_{\text{пол}}$ и $(-\lg C_s/C_w)$ от обратной величины диэлектрической проницаемости бинарных растворов, как это видно из рис. 3.

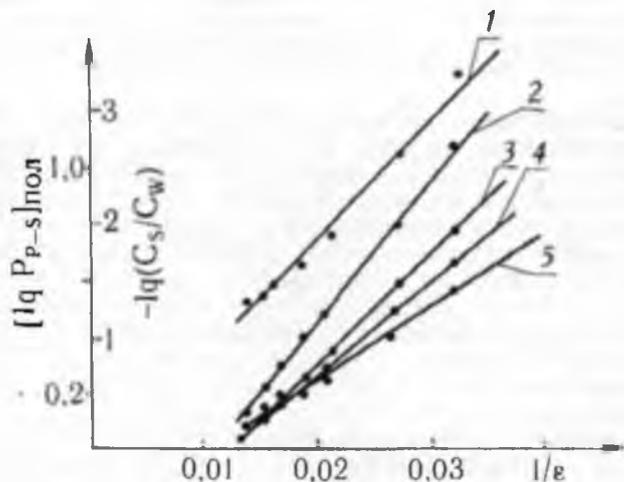


Рис. 3. Зависимости: 1. $(\lg P_{p-s})_{\text{пол}} - 1/\epsilon$ и 2–5. $(-\lg C_s/C_w) - 1/\epsilon$ в системах с участием КБ-4п2(H^+): 2–глицин, 3–аланин, 4–валин, 5–лейцин. Значения взяты из [14]

При значениях N_2 , соответствующих пересечению изотерм $\lg P_{p-s} - N_2$, рассчитанные по уравнению (2) значения $(\lg P_{p-s})_{\text{пол}}$ равны экспериментальным величинам $\lg P_{p-s}$. При меньших значениях N_2 экспериментальные величины $\lg P_{p-s}$ несколько больше рассчитанных по уравнению (2) в силу положительного сольвофобного эффекта. При значениях N_2 , расположенных правее точки пересечения изотерм, экспериментальные величины $\lg P_{p-s}$ меньше рассчитанных по уравнению (2) в силу отрицательного сольвофобного эффекта. Характерно, что если боковые радикалы представляют собой сочетание углеводородных и полярных групп (фенилаланин, тирозин), экспериментальные значения $\lg P_{p-s}$ удовлетворительно совпадают с рассчитанными по уравнению (2) (см. табл. 1). Исследование прогнозирующих свойств уравнения (2) будет продолжено.

1. Платэ Н. А., Васильев А. Е. Физиологически активные полимеры. М., 1986. С. 269.
2. Торчилин В. П. Имобилизованные ферменты в медицине. М., 1986.
3. Ienke D. R., Nauward D. S., Keniey R. A. // Journ. of Chromatogr. Sci. 1990. V. 28. P. 609.
4. Pitt C. G., Bao I. T., Andradu A. L., Samuel P. N. K. // Int. Journ. Pharm. 1988. V. 45. P. 1.
5. Taylor N. E., Van De Waterbeemd H., Testa V. // Journ. Chromatogr. 1985. V. 320. P. 305.
6. Старобинец Г. Л., Максимова С. Г. // Журн. физ. химии. 1980. Т. 54. № 8. С. 2079.
7. Старобинец Г. Л., Борщенская Т. И. // Весці АН РБ. Сер. хім. навук. 1991. № 6. С. 28.
8. Коренман И. М. Экстракция в анализе органических веществ. М., 1977. С. 95.
9. Gill S. I., Wadso J. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1976. V. 73. P. 2955.
10. Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Борщенская Т. И., Юркштович Т. Л. // Вестн. БГУ. Сер. 2. 1993. № 3. С. 3.
11. Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Юркштович Т. Л. Борщенская Т. И. // Докл. АН РБ. 1993. Т. 37. № 4. С. 55.
12. Nozaki Y., Tanford Ch. // Journ. Biol. Chem. 1971. V. 246. P. 2211.
13. Deu V. P., Lahiri S. C. // Indian Journ. Chem. 1988. V. 27A. P. 297.
14. Ахадов Я. Ю. Диэлектрические свойства бинарных растворов. М., 1977. С. 278.

ДИСПЕРСНЫЕ ТЕРМОПЛАСТЫ В КАЧЕСТВЕ ТЕРМОКЛЕЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

A possibility has been shown for foreign thermoplastic adhesive powders used in interlinings to be substituted by those obtained from regional stock, the latter being consisted of low density polyethylene and lowmelting polyester. Cryogenic desintegrated technology for production of dispersed thermoplastics has been worked out and realized in an industrial scale.

Одним из направлений физического модифицирования полимеров, в том числе термопластов, является их механическое диспергирование до частиц микронных размеров [1]. В результате превращений полимерных гранул в порошок может изменяться надмолекулярная структура полимера. Существенно возрастает удельная поверхность исходного полимера, снижающая диффузионные барьеры, затрудняющие протекание химических реакций, в результате увеличивается брутто-скорость процессов, протекающих в полимере под действием факторов внешней среды или специальных реагентов. Кроме того, порошкообразное состояние полимера является необходимым условием реализации многих технологических процессов, в том числе получения покрытий из термопластов на поверхности металлов и диэлектриков [2, 3].

Нами рассмотрены особенности диспергирования некоторых термопластов в связи с проблемой получения так называемых прокладочных материалов с точечным клеевым покрытием [4], которые представляют собой тканевую, трикотажную или нетканую текстильную основу, на которую нанесен порошок термопласта. Прокладочные материалы необходимы при изготовлении высококачественной одежды и обуви. До последнего времени в Беларуси использовались в основном прокладочные материалы импортного производства. В последние два-три года на Пинском заводе искусственных кож освоено выпуск прокладочных материалов на отечественных основах, однако в процессе их получения применяют термоклеевые порошки производства Швейцарии. В то же время уровень развития полимерной промышленности и науки в республике позволяет перейти на термоклеевые порошки из местного сырья.

Цель настоящей работы — подведение итогов начального этапа разработки термоклеевых порошков для производства прокладочных материалов, выполненного в НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета совместно с предприятиями и организациями концерна «Беллегпром».

Прокладочный материал — это, по крайней мере, трехкомпонентная полимерная система, состоящая из резко различающихся по физической, а чаще всего и по химической структуре, полимеров основы и покрытия.

Основа служит для придания формоустойчивости материалу верха изделия (ткани, коже) и подбирается с учетом функционального назначения готового изделия. В Беларуси в настоящее время производятся только тканевые основы двух типов: хлопчатобумажные, предназначенные для дублирования деталей обуви, воротничков и манжет мужских сорочек, а также смесовые (вискоза с полиэфиром), предназначенные для дублирования деталей верхней одежды. Выпускаемые основы отличаются не только химической природой полимера, но и структурой ткани, ее плотностью, наличием подворсовки и т. д.

Назначение полимерного покрытия, наносимого на основу, состоит в том, чтобы обеспечивать ее прочное сцепление с материалом верха, при этом переход полимера, образующего клеевое покрытие, в расплав должен осуществляться при относительно невысоких температурах (не выше 150—170 °С), чтобы не ухудшить свойства материала верха. Кроме того, должно обеспечиваться сохранение прочности клеевого соединения в условиях эксплуатации и обработок, которым могут подвергаться готовые изделия (стирка, химическая чистка). Наконец, форма полимера, используемого для получения покрытия, должна соответствовать параметрам технологического оборудования для его нанесения. На Пинском заводе искусственных кож клеевое покрытие на прокладочном

материале производят методом глубокой печати, в связи с чем требуется термоклеевой порошок с размером частиц не выше 600 мкм.

Анализ имеющихся данных показал, что в качестве материала для получения термоклеевых порошков чаще всего используются полиэтилен (ПЭ) высокой и низкой плотности, сополиамиды и сополиэфиры с температурой плавления (или размягчения) в пределах 70—130 °С [5]. В Беларуси в промышленном масштабе производится только ПЭ низкой плотности на Новополоцком ПО «Полимир». В опытно-промышленном масштабе в Могилевском ПО «Химволокно» выпускается низкоплавкий полиэфир [6]. Именно эти полимеры на первом этапе работ были использованы нами для разработки термоклеевых порошков.

Основная проблема состояла в выборе подходящей технологии измельчения гранул исходного полимера, которая обеспечила бы высокий выход целевой фракции порошка, соответствующего импортным аналогам по размеру и форме частиц. Возможные осложнения при дроблении ПЭ низкой плотности и особенно низкоплавкого полиэфира обусловлены относительно невысокими значениями температуры перехода этих полимеров в текучее состояние (100—105 °С для ПЭ и 60—100 °С для полиэфира). Механическое воздействие на полимер, используемое при дроблении, сопровождается переходом механической энергии в тепловую, что может привести к слипанию частиц порошка. Известны способы получения порошка из низкоплавких термопластов методом упругодеформационного измельчения [7], однако при этом образуются частицы размером менее 100 мкм, не пригодные для нанесения на ткань методом глубокой печати. Способы диспергирования низкоплавких полимеров предполагают отвод выделяющегося в процессе дробления тепла за счет предварительного охлаждения полимера до температуры жидкого азота [8]. Исследования показали, что образующиеся при криогенном измельчении из ПЭ низкой плотности и низкоплавкого полиэфира частицы имеют подходящие размеры и форму, близкую к сферической.

В качестве объектов исследования использовали ПЭ низкой плотности марок 15803—020 и 16803—070, отличающихся вязкостью расплава, а также низкоплавкий полиэфир. Температуру плавления ПЭ ($T_{пл}$) определяли методом ДСК на приборе «Mettler TA 3000» (Швеция) в воздушной среде при скорости нагревания 5 °/мин. Полиэфир по результатам ДСК оказался аморфным полимером, в связи с чем для определения температуры его течения (T_T) использовали метод термомеханического анализа. Термомеханические кривые продавливания образцов ПЭ и полиэфира записывали на установке для термомеханических испытаний полимеров УИП-70 при давлении 3 кгс/см² в воздушной среде при скорости нагревания 5 °/мин. Показатель текучести расплава (ПТР) для ПЭ определяли по стандартной методике (ГОСТ 11645-73) при 190 °С и нагрузке 21,6 Н, для полиэфира — при 160 °С и той же нагрузке. Кроме того, для полиэфира вискозиметрическим методом определяли значение характеристической вязкости ($[\eta]$) в о-хлорфеноле. Свойства исходных полимеров приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики исходных полимеров

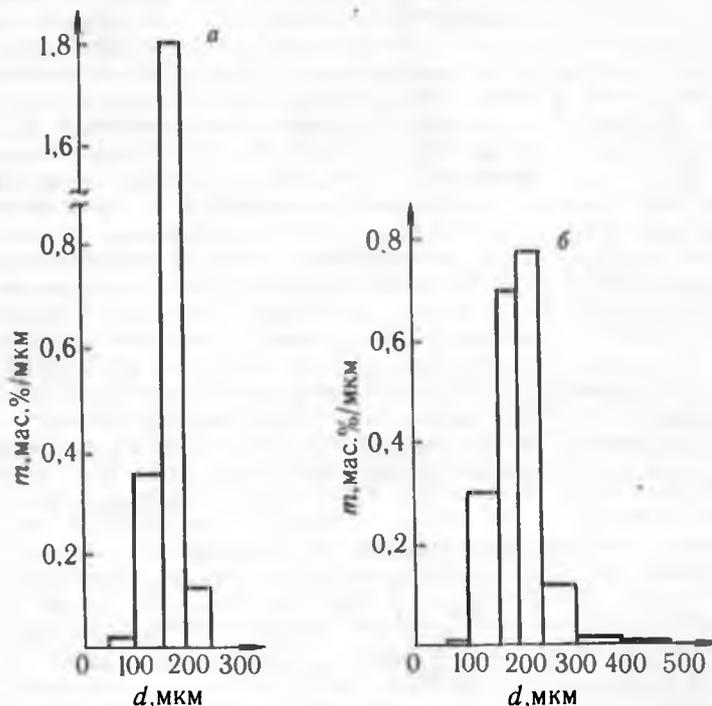
Полимер	ПТР, г/10 мин	$T_{пл}$ T_T		[η]
		°С		
ПЭ 15803—020	1,8	107	—	—
ПЭ 16803—070	6,6	105	—	—
Полиэфир	2,5*	—	63—95	0,699

* При 160 °С

Диспергирование ПЭ и полиэфира вели на лабораторном дезинтеграторе 1А146МЛ, а также на промышленном дезинтеграторе типа Деци 15. В обоих случаях измельчение осуществлялось за счет механического воздействия зубьев, выточенных на вращающихся роторах, на гранулы исходного полимера, охлажденные до температуры жидкого азота. Ча-

стота и сила ударов определяется конструкцией роторов. Промышленный дезинтегратор благодаря большему диаметру ротора оказывает более сильное механическое воздействие на полимер, чем лабораторная установка, в связи с чем в первом случае требуется интенсивное охлаждение, которое достигается за счет увеличения соотношения жидкий азот: гранулы полимера в загрузочном бункере дезинтегратора.

Для определения результатов дробления использовали ситовой анализ. Порошки просеивали на установке СИТАН ПК 2 с набором сит с ячейками от 50 до 800 мкм, всовым методом определяли массу каждой фракции и строили кривые распределения частиц порошка по размерам. Не останавливаясь подробно на результатах анализа, отметим основные результаты. Во всех случаях после дробления получают порошки с широким диапазоном размеров частиц: меньшие 50 мкм и близкие по размерам к гранулам исходного полимера (свыше 800 мкм). Распределение частиц порошка по размерам описывается кривой с четко выраженным экстремумом, причем кривые распределения не симметричны, а имеют растянутое плечо, соответствующее частицам больших размеров. Положение экстремума зависит от типа дезинтегратора и от химической природы полимера. Так, при переходе от лабораторной установки к промышленной и соответствующем увеличении интенсивности механического воздействия на полимер максимум распределения смещается в сторону частиц меньших размеров, аналогично и при переходе от менее текучего ПЭ к более текучему полиэфиру. Последнее, по-видимому, связано с тем, что в более текучем полимере межмолекулярные взаимодействия выражены слабее, и механическая энергия, приложенная к образцу, менее интенсивно рассеивается в системе и более эффективно расходуется на увеличение поверхности частиц.



Распределение частиц порошка ПЭ по размерам, построенное по результатам ситового анализа материала «Шеттификс 1820» (а), а также порошка ПЭ марки 15803-020, полученного дроблением на дезинтеграторной установке Деши 15 и классифицированного с помощью воздушного классификатора. Параметр m — усредненное (по данному сит) количество порошка полимера от всей его массы (в %), приходящееся на 1 мм диапазона, выделяемого ситом

Для использования образующихся при криогенном помоле порошков технологию глубокой печати необходимо было изменить таким образом,

чтобы удалить крупную фракцию. Для этой цели был сконструирован и изготовлен специальный классификатор гравитационного типа, который позволил извлекать фракцию с размером частиц до 250 мкм, как в импортных термоклеевых порошках. Кривые распределения частиц порошка по размерам для импортного термоклеевого материала «Шеттификс 1820» и ПЭ низкой плотности марки 15803-020, приведенные на рисунке, близки. Предложенная технология получения термоклеевых порошков реализована в промышленном масштабе фирмой «Хитон».

Таблица 2

Характеристики
хлопчатобумажных тканей,
использованных в прокладочных
материалах в качестве основ

Артикул ткани	Плотность нитей, шт./10 см	
	основа	уток
134	262	217—220
215	196—197	196—197
266	258	224—227

На первом этапе исследований решалась задача создания прокладочных материалов для мужских сорочек. В качестве основ при этом обычно используют хлопчатобумажные ткани. В опытах применяли хлопчатобумажные ткани арт. 134, 215 и 266 Барановичского производственного хлопчатобумажного объединения, отличающиеся плотностью нитей, которую (плотность) определяли по ГОСТ 3812-72 (табл. 2). Ткань арт. 215 имела одинаковую плотность по основе и утку. Ткани арт. 134 и 266 близки между собой: они в целом более плотные, чем ткань арт. 215, и отличаются более высокой плотностью по основе, чем по утку.

В результате экспериментов были определены параметры технологического процесса нанесения на хлопчатобумажные ткани порошков из ПЭ низкой плотности и полиэфира, которые позволили получить прокладочные материалы с характеристиками, по основным параметрам отвечающими требованиям, содержащимся в технических условиях. Рекомендован дозирующий вал с частотой ячеек 28 меш. Скорость протяжки ткани может составлять 12—15 м/мин. Температура на дозирующем валу должна быть 70—85 °С для порошка из ПЭ низкой плотности и 25—30 °С для порошка из полиэфира. В этом случае величина наложения порошка на ткань составляет 20—25 г/м².

Для оценки качества термоклеевого покрытия необходимо было продублировать прокладочный материал материалом верха и определить адгезионную прочность соединения до и после стирки. Известно, что прочность сцепления зависит от природы ткани верха и от условий дублирования [5]. В частности, повышение температуры, давления и продолжительности дублирования улучшает адгезионные характеристики материала. Важно, однако, было определить прочность сцепления прокладочного материала с материалом верха на тканях и оборудовании, используемых в республике. Опыты по дублированию были выполнены в условиях Дзержинской швейной фабрики. Использовали три типа тканей: I—100 % хлопка, II—55 % хлопка и 45 % полиэфира, III—33 % хлопка и 67 % полиэфира. Дублирование вели на прессе проходного типа VH-600 фирмы «Kannegiesser» при 160—165 °С и давлении 4 бар в течение 16 с. Адгезионную прочность σ_a определяли в соответствии с ТУ 17-21-235-78 как до стирки, так и после пятикратной стирки при 60 °С в растворе моющего средства для хлопчатобумажных и смесовых тканей. Кроме того, определяли следующие показатели прокладочной ткани: поверхностную плотность (ГОСТ 3811-72) и изменение линейных размеров после мокрой обработки (ГОСТ 8710-84).

Таблица 3

Прочность сцепления прокладочных материалов
на разных тканевых основах с тканями верха

Марка термопласта	Артикул ткани основы	Поверхностная плотность прокладочного материала, г/см ²	Изменение линейных размеров после мокрой обработки, %		$\sigma_{\text{в}}$ кгс/см					
					Состав ткани верха					
					I		II		III	
					основа	уток	до стирки	после стирки	до стирки	после стирки
ПЭ 15803—020	215	117	—0,6	0	0,12	0,10	0,14	0,12	0,21	0,14
ПЭ 16803—070	215	134	—0,8	0	0,33	0,22	0,31	0,27	0,30	0,33
ПЭ 15803—020	266	173	—1,5	+ 0,5	0,28	0,22	0,32	0,30	0,31	0,33
ПЭ 16803—070	266	165	—1,5	+ 0,5	0,33	0,20	0,31	0,27	0,35	0,34
ПЭ 15803—020	134	173	—2,6	+ 0,6	0,25	0,20	0,22	0,33	0,35	0,30
ПЭ 16803—070	134	182	—2,5	+ 0,5	0,29	0,23	0,30	0,30	0,39	0,27
Полиэфир	215	134	—0,5	+ 0,5	0,40	0,20	0,52	0,35	0,51	0,33

Результаты испытаний (табл. 3) свидетельствуют о том, что прокладочные материалы с термоклеевым покрытием из порошков ПЭ низкой плотности и низкоплавого полиэфира по поверхностной плотности и изменению линейных размеров после мокрой обработки полностью соответствуют техническим условиям. Наиболее важной характеристикой прокладочных материалов является прочность сцепления основы с тканью верха, которая должна быть не менее 0,2 кгс/см и может уменьшаться при стирке не более чем на 25 %.

Из анализа данных табл. 3 следует, что прочность склеивания с помощью ПЭ марки 15803-020 прокладочной основы арт. 215 в двух случаях из трех оказывается ниже нормы, а после стирки еще ниже. Вследствие этого ткань арт. 215 с ПЭ марки 15803-020, нанесенным на нее с частотой 28 меш, не пригодна для дублирования с хлопчатобумажными и смесовыми тканями верха. Согласно [9], для прочного склеивания тканевого пакета с помощью ПЭ заполнение ткани прокладки волокном должно быть выше, чем у ткани верха. При этом чем реже ткань прокладки, тем выше должен быть ПТР ПЭ. Оба эти условия в случае использования ткани арт. 215 и ПЭ марки 15803-020 не выполняются: ткань имеет низкую поверхностную плотность, полимер — низкий ПТР. У ПЭ марки 16803-070 ПТР более высокий, и поэтому он в большей степени подходит в качестве клея-расплава для тканевой основы арт. 215. Действительно, параметр σ , при дублировании этой основы составляет 0,30—0,33 кгс/см и даже после пятикратной стирки остается выше нормы, составляющей 0,2 кгс/см.

Прокладочные материалы на тканевых основах арт. 266 и 134, независимо от марки нанесенного на них ПЭ, имеют поверхностную плотность более высокую, чем материалы на тканевой основе арт. 215, поскольку более высокая поверхностная плотность самих основ. В результате адгезия прокладочного материала с клеем-расплавом из ПЭ марки 15803-020 ко всем исследуемым тканям верха при замене основы арт. 215 на основу арт. 266 или 134 резко возрастает и достигает уровня адгезии прокладочного материала с клеем-расплавом из ПЭ марки 16803-070. Следует отметить, что величины σ , тканей арт. 266, 134 и 215 с ПЭ марки 18603-070 в качестве клея-расплава мало отличаются друг от друга и почти не зависят от состава тканей верха. Сказанное характерно для продублированных тканей пакетов как до, так и после их стирки.

Величины σ , образцов прокладочных материалов на тканевых основах арт. 266 и 134 к тканям верха после стирки продублированных пакетов в большинстве случаев уменьшаются, но при этом значение σ , как в случае ПЭ марки 16803-070, так и в случае ПЭ марки 15803-020, не снижается ниже 0,2 кгс/см. Это указывает на принципиальную возможность их использования в качестве клея-расплава для нанесения на тканевые основы, имеющие высокую поверхностную плотность. Из названных в табл. 3 тканей верха меньше всего для дублирования подходят чисто хлопчатобумажные ткани, так как после стирки они в большей степени теряют прочность сцепления. Значение же σ , для смесовых тканей после стирки снижается заметно меньше, а иногда остается на уровне или даже превосходит σ , нестиранных продублированных пакетов. Это хорошо проявляется при склеивании тканевой основы арт. 134 со смесовой тканью, содержащей 55 % хлопка и 45 % полиэфира. Причина последнего явления, согласно [10], в ряде случаев может быть связана с усадкой нитей тканей клеевого пакета и увеличением в результате этого зацепления в них клеевого вещества. Действительно, ткань арт. 134 после стирки имеет усадку по основе 2,5 % при норме 2,0 % (см. табл. 3). Это выше, чем у других прокладочных основ, и существенно ограничивает возможности ее практического применения.

Использование в качестве клея-расплава полиэфира повышает адгезию прокладочного материала на тканевой основе арт. 215 ко всем тканям верха, приведенным в табл. 3. Параметр σ , в этом случае

оказывается значительно выше, чем при использовании клея-расплава из ПЭ, нанесенного на любую из основ. Особенно это проявляется при дублировании со смесовыми тканями верха, где параметр σ_a равен 0,51—0,52 кгс/см. Продублированный с этими тканями прокладочный материал теряет прочность сцепления до 0,33—0,35 кгс/см. Значение σ_a прокладочного материала с хлопчатобумажной тканью составляет 0,40 кгс/см, что ниже, чем со смесовыми тканями, а после стирки снижается в два раза, достигая предела нормы.

Следовательно, при изготовлении прокладочных материалов для мужских сорочек наряду с использованием ПЭ в качестве клея-расплава возможно использование низкоплавкого полиэфира. Наибольшая склеивающая эффективность этого полимера так же, как и при применении в качестве клея-расплава ПЭ, достигается при дублировании прокладочного материала со смесовыми (хлопок-полиэфир) тканями. Чисто хлопчатобумажные ткани подходят для этого в меньшей степени.

Таким образом, в результате проведенных исследований показана возможность замены импортных термоклеевых порошков как компонентов, необходимых при изготовлении прокладочных материалов для мужских сорочек, на термоклеевые порошки из местного сырья — ПЭ низкой плотности и низкоплавкого полиэфира. При этом отработана и реализована в промышленном масштабе криогенная дезинтеграторная технология получения дисперсных термопластов. Установлено, что применение в качестве основ прокладочных материалов относительно более плотных хлопчатобумажных тканей арт. 134 и 266 дает возможность использовать в качестве термоклеевого покрытия не только ПЭ низкой плотности марки 16803-070 с высоким значением ПТР, но и гораздо более доступный ПЭ низкой плотности марки 15803-020 с низким ПТР. Достигнутые значения прочности сцепления новых прокладочных тканей на хлопчатобумажных основах с тканями верха открывают перспективы их применения не только в швейной, но и обувной промышленности.

Полученные результаты, касающиеся особенностей диспергирования ПЭ и полиэфира, могут представлять интерес не только в связи с проблемой изготовления прокладочных материалов, но и нанесения на разнообразные металлические и неметаллические поверхности покрытий из термопластичных полимеров.

1. С о г о л о в а Т. И. // Энцикл. полимеров. М., 1974. Т. 2. С. 241.
2. Я к о в л е в А. Д., З д о р В. Ф., Ка п л а н В. И. Порошковые полимерные материалы и покрытия на их основе. Л., 1979.
3. Б е л ы й В. А., Д о в г я л о В. А., Ю р к с в и ч О. Р. Полимерные покрытия. Мн., 1976.
4. К о к е т к и н П. П. Механические и физико-химические способы соединения деталей швейных изделий. М., 1983.
5. Физико-химические методы в технологии изготовления одежды / Под ред. С. А. Беляевой, Г. Л. Кирьянова. М., 1989.
6. М л о д и к З. Э., С у т о р ш и н а Л. М., Т а м а з и н а В. Н., Т а м а з и н Ю. Ю. // Физико-химические методы в технологии изготовления одежды / Под ред. С. А. Беляевой, Г. Л. Кирьянова. М., 1989. С. 48.
7. А к о п я н Е. Л., К а р м и л о в А. Ю., Н и к о л ь с к и й В. Г. и др. // Докл. АН СССР. 1986. Т. 291. № 1. С. 133.
8. К и п н и с Б. М. // Дезинтеграторная технология. Таллинн, 1990. Т. 1. С. 101.
9. Г у д к о в М. Ю., Б ы ч к о в а Е. И. // Физико-химические методы в технологии изготовления одежды / Под ред. С. А. Беляевой, Г. Л. Кирьянова. М., 1989. С. 28.
10. Г у д к о в М. Ю., Б а р а м б о й м Н. К., З о л и н а Л. И. // Там же. С. 31.



УДК 598.654: 591.151

В. Ч. ДОМБРОВСКИЙ, В. В. ГРИЧИК

ОСОБЕННОСТИ ПОЛИМОРФИЗМА ГОРОДСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ СИЗОГО ГОЛУБЯ (*Columba livia*) В МИНСКЕ

Results of the investigations of colour morphes ratio in Feral Pigeons inhabiting city of Minsk are presented. Some heterogeneity in the distribution of different colour morphes in different parts of the city was recorded. No correlation between melanisation and higher density of population was found.

Сизый голубь (*Columba livia* Gm.) является весьма удобным объектом для изучения интересного биологического явления полиморфизма. Осваивая в качестве основного места гнездования населенные пункты разного типа, этот вид широко расселился за пределы своего первоначального ареала и стал неотъемлемым и весьма заметным элементом зооценозов большинства европейских городов. При этом, в отличие от однородных в фенотипическом отношении исходных «диких» популяций, городские голуби представляют пеструю картину из целого ряда резко различающихся окрасочных морф. Полиморфизм городских голубей сравнительно недавно стал привлекать внимание исследователей [1,2,3]. В Беларуси же это явление, как и экология вида вообще, до последнего времени специально не изучалось.

В нашей работе кратко излагаются результаты исследования соотношения окрасочных морф сизого голубя в Минске, которые являются основой для планируемых более глубоких исследований динамики полиморфизма как во временном, так и в пространственных аспектах.

Материал и методика

Исследования проводились с конца 1991 по начало 1994 г. Для получения исходных данных по фенотипическому составу городской популяции *Columba livia* было выбрано 25 точек в различных районах Минска. Небольшие выборки, полученные в соседних точках, при анализе объединялись в более крупные совокупности. В результате было выбрано пять таких совокупностей (в 1994 г. добавилась шестая). Размеры совокупностей варьировались от 19 до 215 особей (в среднем 104 особи). По территории города совокупности распределялись следующим образом:

1) в центре города в районах старой, преимущественно 4-6-этажной, застройки локализованы совокупности № 1 (район пл. Независимости и железнодорожного вокзала) и № 2 (район пл. Я. Коласа);

2) на периферии в районах 5-9-этажной застройки 30-40-летнего возраста — совокупности № 3 (пл. Казинца, ул. Ландера) и № 4 (пл. Притыцкого, ул. Я. Мавра, ул. Вельского);

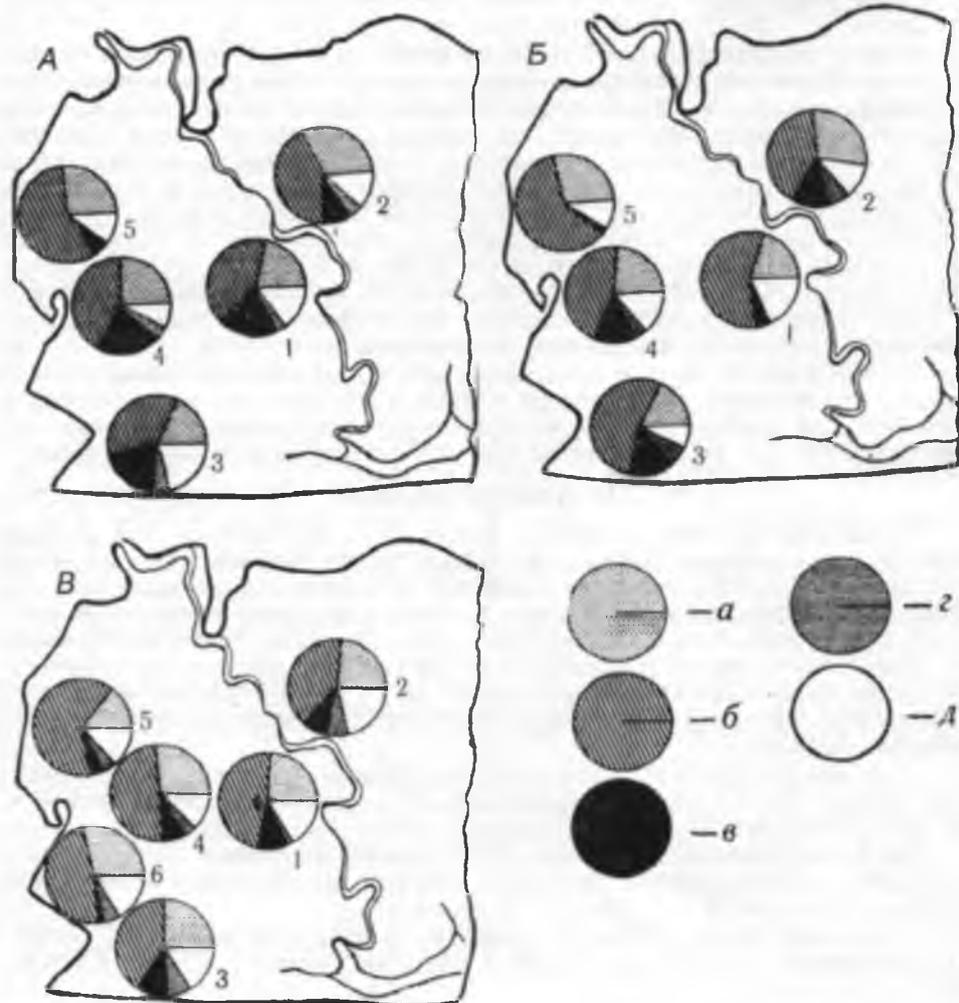
3) в новых микрорайонах на окраине города с высотными 9-16-этажными домами — совокупности № 5 (ул. Якубовского) и № 6 (Юго-Запад) (рисунок).

Учет окрасочных морф проводился по черно-белым фотографиям. Птиц фотографировали в стайках, предварительно прикармливая; при этом визуально фиксировалось лишь число особей-хромистов, поскольку

на черно-белых фотографиях эти морфы не всегда хорошо различимы. Данная методика отличается от использовавшихся ранее [1—7], поскольку мы не ограничивались простым визуальным подсчетом птиц разных морф. Применение фотографирования, на наш взгляд, дает более объективные результаты и позволяет надежно документировать полученный материал.

Результаты и их обсуждение

В популяции сизого голубя в Минске встречаются все 6 основных окрасочных морф, выделенных предыдущими исследователями в других регионах [1, 4]: сизая, черно-чеканная, черная, коричнево-чеканная, коричневая и сиреневая. Кроме того, в самостоятельную группу можно выделить голубей «серой» окраски. Этот тип меланизации характеризуется общим потемнением исходного сизого фона кроющих крыла [5], и особи с таким фенотипом не могут быть отнесены ни к одной из описанных выше морф. Частота встречаемости голубей «серой» окраски низка (менее 1 %) и эта морфа не использовалась нами при фенетическом анализе популяции. Широко распространено явление альбинизма. Этот признак может охватывать практически любую часть оперения, но частота его проявления различна. Наиболее распространенные варианты — альбинизм первостепенных и второстепенных маховых, больших кроющих крыла, оперения головы и пятно на сгибе крыла.



Распределение частот основных морфотипов сизого голубя по территории Минска: 1—6 — номера совокупностей; А — 1992 г., Б — 1993 г., В — 1994 г.; а — сизая морфа, б — черно-чеканная, в — черная, г — хромистая, д — частичные альбиносы.

При фенетическом анализе, помимо традиционных сизой, черно-чеканной и черной морф [2,3,5,6,7], принималась во внимание группа хромистов (особи с коричневой модификацией меланина) и частичных альбиносов.

Фенетическая структура популяции голубей в Минске по результатам трехлетних исследований относительно стабильна. Во всех выборках наиболее многочисленны черно-чеканные особи (36—63 % от общего числа); немного меньше частота встречаемости сизой морфы (15—32 %). Частоты встречаемости меланистов и частичных альбиносов примерно одинаковы и сильно колеблются в разных выборках (2—20 % для меланистов и 8—21 % для частичных альбиносов). Хромисты — самая малочисленная группа, их встречаемость колеблется от 0 до 8 %. По годам соотношения частот фенотипов изменялись незначительно. Исключение составляет черная морфа, частота встречаемости которой неуклонно снижается.

Как показали исследования, в пределах города популяция голубей отнюдь не однородна. Особенно обращают на себя внимание довольно резкие различия в соотношении частот фенотипов между расположенными рядом парами совокупностей 1—2, 3—6 и 4—5 (см. рисунок). В недавно построенных районах (совокупности 5 и 6) наблюдается минимальное число особей черной морфы (2—5 %) и относительно большое число черно-чеканных особей (48—63 %) по сравнению с расположенными недалеко кварталами 5-9-этажной жилой застройки (соответственно 6—20 % и 36—54 %).

Предполагаемые варианты рабочих гипотез, объясняющих такие различия, могут быть следующими:

1) черно-чеканные особи более склонны к миграции и первыми заселяют неосвоенные районы новостроек (наблюдения, свидетельствующие в пользу этого предположения, приводятся в работе [3]);

2) современные высотные дома являются более предпочтительными для гнездования черно-чеканных особей;

3) черно-чеканные особи более толерантны к специфическим условиям обитания в районах новостроек.

Однако ни один из предложенных вариантов не объясняет существенной разницы в частотах черно-чеканной и других морф между 1-й и 2-й совокупностями.

Судя по нашим данным, существует также обратная зависимость между частотой особей черно-чеканной морфы и хромистов.

Проведено сравнение динамики соотношения морф между разными совокупностями. Характер диаграммы не зависит от типа застройки или расстояния стационара от центра города. Наиболее вероятно, что совокупности со сходным характером диаграммы охватывают одну локальную группировку голубей, внутри которой происходит свободный обмен генами. Наибольшая степень сходства отмечается для совокупностей 1,3 и 4; совокупность 2 достаточно четко изолирована от остальных по всем показателям.

Полученные данные противоречат выводам Н. Ю. Обуховой и А. Г. Креславского [5, 7] о связи меланизации окраски сизого голубя с его относительно большей приспособленностью к существованию в группах повышенной плотности. В качестве фактических данных, подтверждающих эту теорию, авторы приводят увеличение частоты меланистических особей (черно-чеканная и черная морфы) от окраины к центру города (на примере Москвы и ряда других городов) и их относительно большую частоту встречаемости в стайках более 20 птиц.

Проанализировав фотографии кормящихся групп голубей разной численности, снятые в разных районах Минска, мы не обнаружили жесткой связи степени меланизации с пространственной локализацией стаяк по отношению к центру города. Процент меланистических особей одинаково высок в районе железнодорожного вокзала (центр), на Юго-Западе и Западе (окраины), еще больше увеличиваясь в районе недавних новостроек на ул. Якубовского. В то же время, в районе пл. Я. Коласа (центр), где наблюдается максимальное скопление голубей по сравнению со всеми обследованными районами жилых застроек, процент меланистических особей ниже. Зависимость степени меланиза-

ции голубей от количества особей в стайках прослеживается лишь для одного из трех лет исследований (таблица).

Соотношение частот фенотипов сизого голубя
в стайках разного размера

Год	Окрасочная морфа	Размер стайки					
		<10		11-20		>20	
		n	%	n	%	n	%
1992	сизая	34	26,8	25	21,0	46	26,7
	черно-чеканная	55	43,3	48	40,3	71	41,3
	черная	15	11,8	20	16,8	25	14,5
	частичные альбиносы	19	15,0	19	16,0	22	12,8
	хромисты	4	3,1	7	5,9	8	4,7
1993	сизая	12	21,8	22	16,8	56	26,4
	черно-чеканная	21	38,2	72	55,0	100	47,2
	черная	8	14,5	16	12,2	22	10,4
	частичные альбиносы	10	18,2	17	13,0	27	12,7
	хромисты	4	7,3	4	3,0	7	3,3
1994	сизая	55	29,7	54	24,0	96	23,5
	черно-чеканная	73	39,5	109	48,4	201	49,1
	черная	12	6,5	15	6,7	32	7,8
	частичные альбиносы	11	5,9	11	4,9	20	4,9
	хромисты	34	18,4	36	16,0	60	14,7

Таким образом, полученные данные, с одной стороны, дают представление о фенотипической структуре популяции сизых голубей в Минске по признакам окраски оперения, что может служить исходной базой для изучения возможной временной динамики соотношения фенотипов в связи с изменениями других характеристик популяции (динамика численности, изменения в трофике и т. д.). С другой стороны, для объяснения выявленных различий фенотипического состава стаек в разных районах города необходимо изучение ряда других экологических особенностей вида — плотности населения, трофических связей, лабильности и пр. — в конкретной связи с определенными фенотипическими морфами.

1. Москвитин С. С., Ксенц А. С. // ДЭП № 1228-81. М., 1981.
2. Москвитин С. С., Ксенц А. С. // Экология. 1982. № 5. С. 72.
3. Обухова Н. Ю., Креславский А. Г. // Зоол. журн. 1993. Т. 72. Вып. 3. С. 119.
4. Ксенц А. С., Москвитин С. С. // Фенетика популяций: Мат. 3-го Всесоюз. совещания. М., 1985. С. 186.
5. Обухова Н. Ю., Креславский А. Г. // Зоол. журн. 1984. Т. 63. Вып. 2. С. 233.
6. Обухова Н. Ю., Креславский А. Г. // Там же. 1985. Т. 64. Вып. 3. С. 400.
7. Обухова Н. Ю., Креславский А. Г. // Там же. Вып. 11. С. 1685.

УДК 579.8 + 582.232 + 579.06

Е. В. ДОБРОЖИНЕЦКАЯ, Н. П. МАКСИМОВА

ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО ОБЛИГАТНОГО МЕТИЛОТРОФА *Methylobacillus* M 75

A new strain of obligate methylotrophic bacteria using only methanol and methylamine as carbon and energy source, was isolated. According to a number of the physiological and biochemical characteristic this strain was believed to the genus *Methylobacillus* and designated as M75.

The rate of growth *Methylobacillus* M75 on the methanol and methylamine medium and the character of growth on the diverse concentration of this substrats were examined.

В настоящее время возникает проблема промышленного использования микроорганизмов, утилизирующих дешевые и легкодоступные субстраты. В связи с этим особое внимание привлекают метилотрофные бактерии, использующие C_1 -соединения в качестве единственного источника углерода и энергии [1]. Эти микроорганизмы могут быть эффективными продуцентами белка одноклеточных [2], аминокислот [3, 4], органических кислот, витаминов [5], полисахаридов, АТФ, биополимеров [6], ферментов [7]. Использование метилотрофов имеет важное экологическое значение для очистки сточных вод [8] и утилизации отходов промышленного производства [9].

Настоящая работа посвящена характеристике нового штамма облигатных метилотрофных бактерий и изучению его роста на средах, содержащих метанол и метиламин.

Материал и методика

Изучаемый штамм М75 был выделен из сточных вод Минского кожевенного объединения. Для культивирования бактерий использовали минеральную среду следующего состава (в г/л): KH_2PO_4 —2,0; $(NH_4)_2SO_4$ —2,0; $NaCl$ —0,5; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ —0,025; $CaCl_2$ —0,00125; вода дистиллированная, рН 7,0. Культуру выращивали в колбах объемом 250 мл, содержащих 100 мл среды, на качалке (140 об/мин) при 30 °С в течение 24 ч. В качестве источников углерода и энергии использовали метанол (1 % об/об) или метиламин (1 %). Рост бактериальной культуры определяли спектрофотометрически при A_{540} .

Морфологию клеток изучали с помощью фазово-контрастной микроскопии.

Питательные потребности бактерий проверяли на 39 источниках углерода и энергии: сахарах (в концентрации 0,2 %), спиртах (0,5—1 % об/об), солях органических кислот (0,2 %), метилированных аминах (1 %), аминокислотах (0,2 %).

Антибиотикорезистентность устанавливали методом серийных разведений на агаризованной среде с метанолом.

Тип убихиноновой системы определяли на силикагелевых пластинах Silufol (Cavalier) по методу Collins et al. [10]. Убихиноны экстрагировали в хлороформ-метанольной смеси (2:1 об/об) и хроматографировали в системе петролейный эфир — диэтиловый эфир (85:15 об/об). В качестве контроля использовали убихиноны Q-8 и Q-9.

Тонкослойную хроматографию фосфолипидов осуществляли по методике, предложенной Гальченко и др. [11]. Экстракцию проводили непосредственно на слое силикагеля Silufol в хлороформ/метанольной смеси (1:2 об/об) с последующим одномерным разделением в системе хлороформ — метанол — ацетон — уксусная кислота — вода (10:3:8:2:1 об/об). Фосфолипиды визуализировали после обработки 10 %-м $CuSO_4$ в 8 %-ом растворе ортофосфорной кислоты и нагревания при 180 °С в течение 3 мин. Спектрофотометрические измерения проводили на спектрофотометре СФ-26. Идентифицировали бактерии согласно руководству Jenkins и Jones [12].

Результаты и их обсуждение

Изучение морфологических и культуральных свойств выделенной из сточных вод бактериальной культуры (первоначально обозначенной как штамм М75) позволило установить, что она представлена мелкими (1—1,5х2 мкм) граммотрицательными подвижными палочками, имеющими перитрихальные жгутики. Размножаются бактерии штамма М75 простым делением, не имеют капсул, спор, образуют большое количество полисахаридов.

Культура в жидкой среде растет без агрегации клеток с равномерным помутнением. Колонии на агаризованной среде округлые, непрозрачные, молочного цвета, диаметром 2—3 мм, поверхность гладкая, профиль выпуклый, край ровный, консистенция выуклая.

Исследование физиолого-биохимических свойств показало, что оптимальной для роста бактерий выделенного штамма является температура 30 °С, а оптимум рН лежит в пределах 6,8—7,2. Бактерии являются строгими аэробами, в витаминах и дополнительных факторах роста не

нуждаются, пигмента не образуют. Клетки устойчивы к ампициллину (до 2000 мкг/мл), оксипиллину (более 1000 мкг/мл), стрептомицину (100 мкг/мл) и чувствительны к налидиксовой кислоте, хлорамфениколу, канамицину, тетрациклину и рифампицину (таблица). Гидролизуют крахмал и лецитин, но не желатину, восстанавливают нитраты до нитритов; индол, сероводород и аммиак не образуют. Тесты на уреазу, каталазу и оксидазу положительные. Реакция Фогес-Проскауэра и тест на *metil red* отрицательные. В качестве источника углерода и энергии используют только метанол и метиламин; иные сахара, спирты, органические кислоты и аминокислоты не утилизируются.

Сравнительная характеристика метилотрофных бактерий *Methylobacillus*

Тесты	Бактерия <i>Methylobacillus glycogenes</i> (по Jenkins и Jones) [12]	Штамм <i>Methylobacillus</i> M75
Утилизация одноуглеродных соединений ¹	метанол и метиламин	метанол и метиламин
Утилизация полиуглеродных соединений ²	—	—
Группа фосфолипидов	1	1
Тип убихинона	Q-8	Q-8
Устойчивость к ампициллину	+	+
Устойчивость к стрептомицину	+	+
Устойчивость к тетрациклину	н.о	+
Устойчивость к канамицину	+	+
Устойчивость к фурагину	—	—
Гидролиз крахмала	+	+
Гидролиз лецитина	+	+
Гидролиз желатины	—	—
Восстановление нитратов	—	+
Образование H ₂ S	—	—
Образование NH ₃	—	—
Образование индола	н.о	—
Продукция уреазы	+	+
Продукция каталазы	+	+
Продукция оксидазы	+	+
Реакция Фогес-Проскауэра	—	—
Реакция с <i>metil red</i>	—	—

Примечания: 1 — формальдегид, формиат, метиламин; 2 — глюкоза, лактоза, фруктоза, ксилоза, галактоза, арабиноза, рамноза, мальтоза, маннит, дульцит, сорбит, инозит, бензоат, антранилат, лактат, ацетат, сукцинат, аспарат, цитрат, глутамат, п-оксибензоат, малонат, малат, оксалоацетат, глицерин, мочевины, этанол, пропанол, изопропанол, бутанол, диметиламин, триметиламин, лизин, аргинин, гистидин, аланин, треонин.

Тонкослойная хроматография изопреноидных хинонов показала, что изучаемый штамм обладает убихиноновой системой типа Q-8, что соответствует хемотаксономической характеристике метанолутилизирующих бактерий, данной Т. Urakami и К. Komagata [13].

Изучение фосфолипидного состава этих бактерий выявило присутствие липидов 1-й группы (фосфатидилглицерола, фосфатидилэтаноламина и дифосфатидилглицерола). Минорные липидные компоненты идентифицированы не были.

По совокупности дифференциальных признаков, указанных в руководстве Jenkins и Jones [12], выделенный бактериальный штамм отнесен нами к роду *Methylobacillus* и обозначен индексом M75.

В настоящее время описаны четыре вида бактерий этого рода: *M. glycogenes* ATCC 29475 [12], *M. viscogenes* [14], *M. flagellatum* KT [15] и *M. methanolovorius*, описанный ранее как *Methylophilus methanolovorius*

[16]. Представители этого рода являются грамотрицательными палочками, непигментированными, неспорообразующими, ассимилирующими метанол или метиламин посредством рибулозомонофосфатного пути. Подвижность бактерий и наличие жгутиков у различных видов могут различаться: от неподвижных (*M.glycogenes* и *M.methanolovorius*) до подвижных, имеющих 1 жгутик (*M.viscogenes*) или 1—4 жгутика (*M.flagellatum* КТ). Температурный оптимум роста также варьирует у различных видов от 30 °С (*M.glycogenes*) до 30—37 °С (*M.viscogenes* и *M.methanolovorius*) и 42 °С (*M.flagellatum* КТ). Некоторые из бактерий (*M.viscogenes*) продуцируют экзополисахариды.

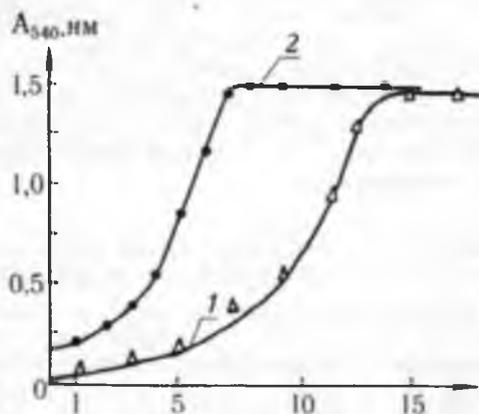


Рис. 1. Рост бактерий *Methylobacillus* M75 на среде с метанолом (1) и метиламином (2)

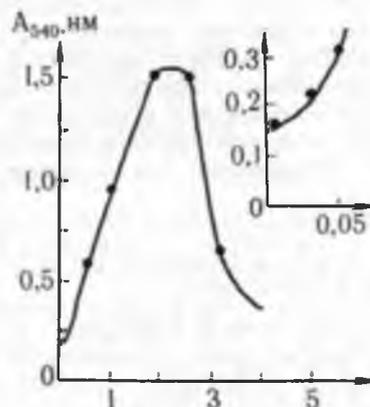


Рис. 2. Рост бактерий *Methylobacillus* M75 на различных концентрациях метиламина

Отмечена также существенная генотипическая гетерогенность этого рода. Так, молярное содержание ГЦ в ДНК у *M.glycogenes* — 56 %, *M.viscogenes* — 54 %, *M.flagellatum* КТ — 55,5 %, *M.methanolovorius* — 51 %. Имеются некоторые отличия и в биохимических свойствах. Например, бактерии *M.glycogenes* не восстанавливают нитраты до нитритов, а бактерии *M.methanolovorius* и *M.viscogenes* не гидролизуют крахмал. В остальном физиолого-биохимические свойства у представителей рода *Methylobacillus* идентичны. В таблице представлены данные исследуемого нами штамма в сравнении с типовым видом *M.glycogenes*. Выделенный штамм отличается по ряду морфологических и физиолого-биохимических признаков и, очевидно, является новым представителем рода *Methylobacillus*.

Результаты исследования динамики роста бактерий штамма *Methylobacillus* M75 на средах с метанолом и метиламином представлены на рис. 1. Как видно из рисунка, для этих бактерий метиламин является более легкоусвояемым субстратом, нежели метанол. Бактерии, выращиваемые на этом источнике питания, вступают в экспоненциальную фазу роста уже через 2 ч, а в стационарную фазу через 7 ч после начала культивирования, тогда как при использовании этими бактериями метанола фаза логарифмического роста наступает через 7 ч и длится также около 7 ч.

При изучении роста штамма M75 на средах с различными концентрациями метиламина (рис. 2) было

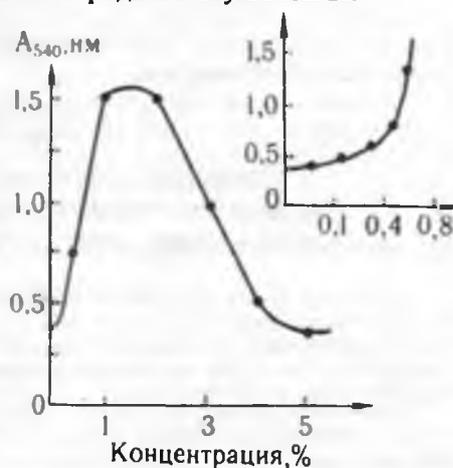


Рис. 3. Рост бактерий *Methylobacillus* M75 на различных концентрациях метанола

установлено, что оптимальной является концентрация 2 %, а минимальной концентрацией метиламина, которая может быть зарегистрирована по увеличению оптической плотности (A_{540}) с 0,12 до 0,18, является концентрация 0,025 %. Следовательно, бактерии *Methylobacillus* M75 могут быть использованы для спектрофотометрического определения даже следовых количеств этого субстрата.

Характер роста облигатных метилотрофных *Methylobacillus* M75 на средах с различными концентрациями метанола представлен на рис. 3. Максимальный рост клеток отмечался при содержании этого субстрата в среде 1—2 % (об/об), что согласуется с данными для других метилотрофных бактерий [17]. Минимальная концентрация метанола, при которой был зарегистрирован бактериальный рост, соответствовала 0,1 %, тогда как концентрация 5 % его полностью подавляла.

Таким образом, выделенный и идентифицированный нами новый штамм облигатных метилотрофных бактерий *Methylobacillus* M75 может быть использован в создании тест-системы для качественного определения в средах таких экологически опасных и токсичных одноуглеродных соединений, как метанол и метиламин.

1. Quayle Y. R. // *Journ. Biochem. Society Trans.* 1980. V.8. № 1. P.1.
2. Whindass Y. D., Worsley M. J., Pioli E. M. et al. // *Nature.* 1980. V. 287. P. 396.
3. Сассон А. Биотехнология: Свершения и надежды. М., 1987.
4. Пат. 4368271 США. 1983.
5. Nishio M., Tanaka R., Matsuno T. et al. // *Journ. Ferment. Technol.* 1977. V. 55. № 2. P.200.
6. Tani J., Yoon B. D., Yamada H. // *Agric. Biol. Chem.* 1985. V. 49. P.2385.
7. Tani J., Yamada H. // *Microbial growth on C₁-compounds.* 1984. P. 293.
8. Haber C., Allen Z., Ahaо S. et al. // *Science.* 1983. P. 1147.
9. Мосин О. В., Карнаухова Е. Н., Пшеничникова А. Б. и др. // *Биотехнология.* 1993. № 9. С. 16.
10. Jenkins O., Jones D. // *Journ. General Microbiol.* 1987. V. 133. P. 453.
11. Collins M. D. et al. // *Journ. General Microbiol.* 1977. V. 100. P. 221.
12. Гальченко В. Ф., Андреев Л. В., Троценко Ю. А. // *Таксономия и идентификация облигатных метилотрофных бактерий.* Пушино. 1986.
13. Urakami T., Komagata K. // *Journ. Syst. Bacteriol.* 1986. V. 36. № 4. P. 502.
14. Доронина Н. В., Троценко Ю. К. // *Микробиология.* 1991. Т. 60. Вып. 5. С. 908.
15. Говорухина Н. И., Клецова Л. В., Цыганков Ю. Д. и др. // *Микробиология.* 1987. Т. 56. Вып. 5. С. 849.
16. Логинова Н. В., Троценко Ю. А. // *Микробиология.* 1981. Т.50. Вып. 1. С. 21.
17. Максимова Н. П., Фомичев Ю. К. // *Молекулярная генетика, микробиология и вирусология.* 1991. № 9. С. 6.

УДК 616.183.12—07 + 661.728

В. А. СТЕЛЬМАХ, Т. Л. ЮРКШТОВИЧ,

В. В. ШЕВЛЯКОВ, Н. В. ГОЛУБ

ВЛИЯНИЕ ЭНТЕРОСОРБЕНТНОЙ ТЕРАПИИ БИОРАСТВОРИМЫМИ ДЕРИВАТАМИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ АУТОИММУНОАЛЛЕРГИЧЕСКОГО СТАТУСА

As a result of the sensitization of guinea-pigs by formaldehyde it was obtained the model of autoimmunoallergic status in which the activation of reactions of immediated and retarded type hypersensitivity, the fising of autoimmune factors content, a sharp reduction of immunocompetent blood cells pul and the phenomena of antimicrobial and non-specific immunity depression are to be observed.

Under these conditions a 10-day enteral administration of the sodium solt of monocarboxylcellulose can not render a protective action. At the same time the enterosorbent therapy with sodium solt of monocarboxylcellulose allows to normalize the immunodepressive status, to activate, the factors of antimicrobial, humoral and cellular links of immunity, to rise sharply the barrier protective functions of the body, as well as to reduce slightly the manifestations of sensitization.

Значительная ионообменная активность производных окисленной целлюлозы, их безвредность для организма и возможность перорального применения в виде высококоллоидных растворов [1, 2, 3] предполагают наличие у дериватов целлюлозы энтеросорбционных свойств (энтеросорбция — один из самых эффективных методов дезинтоксикационной терапии [4]). Не менее значимой выступает эфферентная терапия и при аллергическом статусе организма. Массообмен через кишечную стенку нейропептидов, простагландинов, серотонина, гистамина и циркулирующих иммунных комплексов резко повышается при аллергизации организма [5, 6], поэтому прямое и опосредованное терапевтическое действие энтеросорбентов приводит к коррекции обменных процессов и иммунного статуса [7].

Указанное и послужило обоснованием изучения возможности использования растворов натриевых солей монокарбоксилцеллюлозы (Na-МКЦ) и аминокарбоксилцеллюлозы (Na-АКЦ) для энтеросорбционной терапии и профилактики аллергических состояний.

Материал и методика

Коллоидные растворы (10 %) Na-МКЦ и Na-АКЦ получали по ранее описанной методике [2].

В качестве патофизиологической модели для изучения энтеросорбционных свойств дериватов целлюлозы выбрано состояние экспериментальных животных при их сенсibilизации формальдегидом. В этом случае возникают не только реакции гиперчувствительности немедленного и замедленного типа, но и аутоиммунные клеточные реакции, т. е. наблюдается формирование аутоиммуноаллергического состояния [9, 10].

Эксперименты выполнены на 29 морских свинок-альбиносах, массой 400—500 г, разделенных на четыре группы по 7—8 особей в каждой. Животным внутрикожно в латеральную поверхность уха вводили 0,85 %-й раствор NaCl в дозе 20 мкл (1-я группа — контроль) или формальдегид в стандартной дозе 200 мкг [10] (2, 3 и 4-я группы — сенсibilизация). В течение последующих 10 сут морские свинки первой и второй групп получали внутривентрикулярно воду из расчета 2,5 мл/кг, а в желудок морским свинкам третьей и четвертой групп ежедневно на протяжении 10 сут вводили растворы Na-МКЦ и Na-АКЦ в суточной дозе 250 мг/кг.

На 11-е сут опыта всем животным ставили провокационные пробы с аллергеном, а через 24 ч учитывали уровень аллергических кожных, клеточных, серологических реакций и оценивали напряженность факторов неспецифической резистентности, аутоиммунного, антимикробного и клеточного иммунитета следующими тестами: в реакциях специфического лизиса лейкоцитов (РСЛЛ), специфической лейкоагглютинации (РСАЛ), дегрануляции тучных клеток (РДТК) и агломерации лейкоцитов (РАЛ); исследовали фагоцитарные реакции нейтрофилов, обсемененность аутомикрофлорой слизистых оболочек полости рта, а также подсчитывали количество аутобляшкообразующих клеток в крови (АБОК), плазмоцитарных клеток в селезенке (ПКС), розеткообразующих Т-лимфоцитов и ауто-Т-лимфоцитов (ауто-РОК-пре-Т-супрессоров) [5, 8, 9, 10, 11]. Полученные данные обработаны статистически [12].

Результаты и их обсуждение

Однократное внутрикожное введение морским свинкам формальдегида в дозе 200 мкг вызывает развитие в организме животных своеобразного патологического состояния, характеризуемого как аутоиммуноаллергический статус. На 11-е сут у животных наблюдается интенсивная кожная реакция (воспаление, отек) на провокационное воздействие аллергена (табл. 1). Выявлено также резкое угнетение факторов естественного иммунитета. Так, показатель фагоцитоза в контроле состав-

ляет $52,4 \pm 5,01$ усл. ед., а при формальдегидной сенсibilизации только $33,7 \pm 5,92$ усл. ед. ($p < 0,05$), индекс переваривания — $0,88 \pm 0,28$ и $0,11 \pm 0,04$ усл. ед. ($p < 0,02$), а индекс фагоцитоза — $1,55 \pm 0,12$ и $0,99 \pm 0,10$ усл. ед. ($p < 0,01$). Снижение активности фагоцитов под влиянием формальдегида сопровождается возрастанием аутоиммунного компонента (увеличение количества АВОК) и явлениями клеточного иммунодефицита (снижение количества Т-лимфоцитов и ауто-РОК-пре-Т-супрессоров) (табл. 2). Существенные функциональные сдвиги в популяции иммунокомпетентных клеток происходят на фоне резкой лейкопении, когда количество лейкоцитов в крови снижается почти на треть (контроль — $12,4 \pm 0,76$, опыт — $9,5 \pm 0,67 \cdot 10^9/\text{л}$, $p < 0,01$) со значительными явлениями лимфоцитопении и эозинофилии (рис. 1). Иммунотоксическое действие формальдегида приводит к резкому снижению защитных свойств барьерных факторов — обсемененность слизистых оболочек полости рта сенсibilизированных морских свинок условно-патогенной микрофлорой (*E. coli*) возрастает более чем в десять раз (контроль — $0,42 \pm 0,32$, опыт — $5,00 \pm 1,87$ колоний / см^2 , $p < 0,001$).

Т а б л и ц а 1

Результаты иммуноаллергологического тестирования морских свинок, сенсibilизированных формальдегидом и подвергнутых энтеросорбентной терапии Na-АКЦ и Na-МКЦ

Статистические показатели	Группы животных			
	Контроль	Ф	Ф + Na-МКЦ	Ф + Na-АКЦ
1. Интенсивность кожных проб на 2 %-ый раствор формальдегида, баллы				
Н	1/7	5/7	4/7	6/8
M±m	$0,14 \pm 0,15$	$0,71 \pm 0,2^*$	$0,71 \pm 0,31$	$0,87 \pm 0,24^*$
2. Толщина отека уха свинок (ТОУС), 10^{-2} мм				
M±m	$0,14 \pm 0,15$	$2,0 \pm 0,91$	$1,0 \pm 0,58$	$1,25 \pm 0,60$
3. Толщина отека уха свинок, баллы				
Н	0/7	2/7	1/7	2/8
M±m	$0,0 \pm 0,0$	$0,3 \pm 0,20$	$0,14 \pm 0,15$	$0,25 \pm 0,17$
4. Реакция специфического лизиса лейкоцитов, %				
Н	1/7	3/7	3/7	2/8
M±m	$4,9 \pm 2,6$	$12,3 \pm 6,25$	$15,7 \pm 6,37$	$9,34 \pm 3,68$
5. Реакция специфической агглютинации лейкоцитов, баллы				
Н	1/7	3/7	2/7	3/8
M±m	$0,43 \pm 0,46$	$1,30 \pm 0,78$	$0,86 \pm 0,78$	$0,63 \pm 0,26$
6. Реакция дегрануляции тучных клеток, %				
Н	0/7	0/7	0/7	0/8
M±m	$1,43 \pm 0,66$	$1,86 \pm 1,19$	$2,86 \pm 1,21$	$1,37 \pm 0,53$
7. Реакция агломерации лейкоцитов, %				
M±m	$11,6 \pm 2,8$	$11,3 \pm 1,62$	$11,7 \pm 4,09$	$6,1 \pm 1,41$

П р и м е ч а н и е: * — здесь и на последующей таблице — статистически достоверные изменения по сравнению с контролем ($p < 0,05$); Н — в числителе — количество морских свинок с положительной тест-реакцией; в знаменателе — всего животных в опыте. Здесь и на последующей таблице — группы животных: Ф — сенсibilизация формальдегидом, Ф + Na-МКЦ и Ф + Na-АКЦ — сенсibilизация формальдегидом и эфферентная терапия Na-МКЦ и Na-АКЦ.

Десятисуточная энтеросорбентная терапия коллоидным раствором Na-МКЦ практически не вносит положительных сдвигов в динамику формирования аутоиммуноаллергического статуса. Так, уровни аллергологических тестов (кожные пробы, ТОУС, РСАЛ, РДТК), а также РАЛ, АВОК и ПКС у животных 2-й и 3-й групп близки (табл. 1, 2). В то же время некоторые иммуноаллергологические показатели у получавших Na-МКЦ животных (РСЛЛ, фагоцитарная активность, содержание

пре-Т-супрессоров) имеют даже более выраженную негативную направленность (табл. 1, 2, рис. 2). К положительным эффектам Na-MKЦ следует отнести явления нормализации количественного и качественного состава лейкоцитов (см. рис. 1), а также пятикратное снижение уровня обсемененности *E. coli* слизистых оболочек.

Т а б л и ц а 2

Показатели клеточного иммунитета у морских свинок, сенсibilизированных формальдегидом и подвергнутых энтеросорбентной терапии Na-MKЦ и Na-AKЦ (M±m)

Изучаемые показатели	Группы животных			
	Контроль	Ф	Ф + Na-MKЦ	Ф + Na-AKЦ
Количество аутобляшкообразующих клеток в крови, %	1,44±0,11	5,3±1,50*	5,0±1,13*	2,22±0,59
Количество плазмоцитарных клеток в селезенке, %	5,94±0,93	5,64±0,86	4,37±0,62	4,19±0,74
Относительное количество Т-лимфоцитов в периферической крови, %	18,3±2,7	10,7±1,28*	14,7±2,9	20,5±1,84
Абсолютное содержание Т-лимфоцитов в периферической крови, 10 ⁹ /л	1,70±0,30	0,65±0,11*	0,82±0,16	1,54±0,14
Относительное количество ауто-РОК-пре-Т-супрессоров, %	8,3±0,73	7,7±1,57	7,5±1,59	11,1±1,23*
Абсолютное содержание ауто-РОК-пре-Т-супрессоров, 10 ⁹ /л	0,74±0,05	0,47±0,10*	0,43±0,10*	0,85±0,10

В аналогичных условиях эксперимента у Na-AKЦ также не выявлено протекторных свойств в отношении феномена гиперчувствительности замедленного типа (манифестация кожных провокационных тестов у животных, получавших препарат и в контроле, практически одинакова).

В то же время уровень клеточных аллергологических реакций (РСЛЛ, РСАЛ, РДТК) у получавших Na-AKЦ морских свинок значительно снижен по сравнению с сенсibilизированными животными и приближается к контролю (см. табл. 1). Указанное свидетельствует о выработке у животных под влиянием эфферентной терапии Na-AKЦ устойчивой тенденции к снижению комплементзависимой цитотоксичности и к уменьшению образования аллергенных агглютининовых и реактивных антител.

В процессе эксперимента установлены иммунокорректирующие свойства Na-AKЦ. Так наблюдается явная нормализация количества АБОК в крови (см. табл. 2), регистрируется практически двухкратное уменьшение спонтанно агломерированных лейкоцитов (сенсibilизация — 11,3±1,62 %, лечение Na-AKЦ — 6,1±1,41 %, $p < 0,02$), т. е. происходит снижение в крови титров индуцированных формальдегидом антилейкоцитарных агглютининов как следствие уменьшения напряженности иммунотоксической модуляции. В крови получавших Na-AKЦ морских свинок наблюдается полное исчезновение лейкоцитопении и патологических сдвигов в лейкограмме (см. рис. 2). При этом абсолютное количество лимфоцитов в крови животных четвертой группы превышает аналогичный показатель контрольных. На этом фоне происходит полная нормализация относительного и абсолютного содержания в крови Т-лимфоцитов в резко возрастает доля ауто-РОК-пре-Т-супрессоров (см. табл. 2), что однозначно свидетельствует о коррекции амфолитом клеточного иммунитета у сенсibilизированных формальдегидом морских свинок.

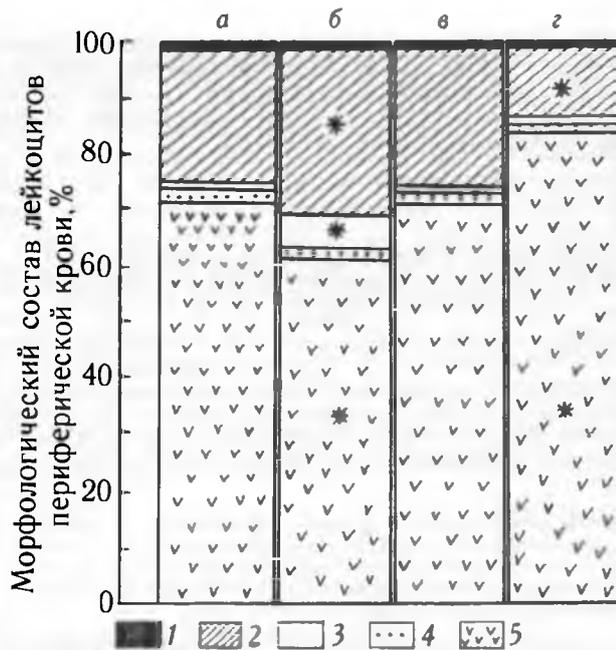


Рис. 1. Морфологический состав лейкоцитов периферической крови (%):

a — контрольных морских свинок, *б* — sensibilizированных формальдегидом, *в*, *г* — sensibilizированных формальдегидом и получавших Na-MKЦ и Na-AKЦ соответственно после 10-кратного курса эфферентной терапии; 1 — палочкоядерные и 2 — сегментоядерные нейтрофилы, 3 — эозинофилы, 4 — моноциты, 5 — лимфоциты; * — статистически достоверные различия с контролем

Существенная нормализация показателей клеточного и гуморального иммунитета в процессе эфферентной терапии Na-AKЦ формальдегидиндуцированного аутоиммуноаллергического статуса сопровождается активизацией факторов неспецифической резистентности организма. Наблюдается значительное уменьшение числа колоний *E. coli*, высеваемой со слизистых оболочек полости рта животных (до $0,13 \pm 0,13$ кол./см²; градиент достоверности по отношению к показателю второй группы $< 0,001$). Возрастает также фагоцитарная активность нейтрофилов (см. табл. 2). Это позволяет констатировать факт стимуляции антимикробного иммунитета.

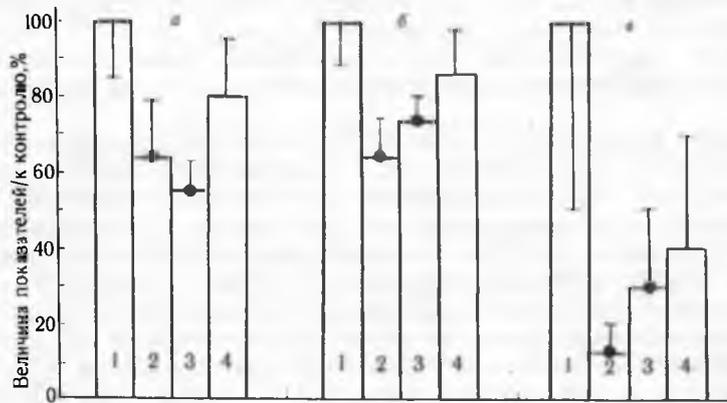


Рис. 2. Фагоцитарная реакция нейтрофилов крови (*a* — процент фагоцитоза, *б* — индекс фагоцитоза, *в* — индекс переваривания) контрольных морских свинок (1), sensibilizированных формальдегидом (2), sensibilizированных формальдегидом и получавших Na-MKЦ (3) и Na-AKЦ (4) после 10-кратного курса эфферентной терапии

Следовательно, сенсбилизация формальдегидом морских свинок приводит в течение 10 сут к формированию типичного аутоиммуноаллергического статуса. Проводимая в этот период энтеросорбционная терапия Na-МКЦ не вносит положительных сдвигов в развитие иммунопатологического состояния. В то же время регистрируется значительный защитный эффект коллоидного раствора Na-АКЦ: в процессе эфферентной терапии амфолитом достигается коррекция иммунодепрессивного компонента, наблюдается выраженная протекторная активность в отношении антимикробного, аутоиммунного и клеточного факторов иммунитета, а также незначительное ингибирование процессов алергизации. Таким образом, Na-АКЦ можно рекомендовать для дальнейшего изучения в качестве перспективного энтеросорбента при аутоиммунных, иммунодепрессивных и, возможно, алергических состояниях организма.

1. Капуцкий Ф. Н., Юркштович Т. Л. Лекарственные препараты на основе производных целлюлозы. Мн., 1989.
2. Капуцкий Ф. Н., Талапин В. И., Стельмах В. А. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1989. № 2. С. 49.
3. Стельмах В. А. // Тез. докл. V съезда фармакологов, фармацевтов и токсикологов БССР. Мн., 1989. С. 119.
4. Лужников Е. В., Костомарова Л. Т. Острые отравления: Руководство для врачей. М., 1989.
5. Клиническая иммунология и алергология / Пер. с нем.; Под ред. Л. Йегера. М., 1990.
6. Гальперин Ю. М., Лазарев П. И. Пищеварение и гомеостаз. М., 1986.
7. Энтеросорбция / Под ред. Н. А. Белякова. Л., 1991.
8. Алексеева О. Г. Иммунология профессиональных хронических бронхолегочных заболеваний. М., 1987.
9. Алексеева О. Г., Дуева Л. А. Аллергия к промышленным химическим соединениям. М., 1978.
10. Методы исследования клеточного иммунитета: Метод. рекомендации. Рига, 1981.
11. Методы определения неспецифической резистентности организма: Метод. рекомендации. Л., 1976.
12. Митрофанов Н. Г. // Гигиена и санитария. 1986. № 5. С. 24.

УДК 581.1.001.

В. М. ЮРИН, А. И. СОКОЛИК

ВЛИЯНИЕ ЭНДО- И ЭКЗОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СОПРЯЖЕНИЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ И ЦИКЛОЗА РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

The effect of the enviromental ionic composition and age of the plant cell on relations between of shifts resting potential and protoplasmic streaming are described.

Важная роль биоэлектрических потенциалов и движения протоплазмы в протекании ряда физиологических процессов в растениях в настоящее время общеизвестна [1,2,3 и др.]. Однако вопросы, касающиеся взаимосвязи и механизмов изменений этих процессов под влиянием различных факторов, требуют дальнейшего разрешения.

В этой связи в настоящей работе предпринята попытка установить некоторые зависимости сдвигов электрических характеристик и скорости циклоза от возраста клетки и варьирования ионного состава среды.

Материал и методика

Объектом исследования служили клетки харовой водоросли *Nitella supsaiga*, собранные в естественных условиях (канал Траку Воке, Литва).

В экспериментах использовались талломы, состоящие из пяти интернодальных клеток. Накануне опытов талломы препарировались и помещались в чашки Петри с искусственной прудовой водой (ИПВ) состава: 10^{-4} М КСl, 10^{-3} М NaCl и 10^{-4} М CaCl₂.

Во время опыта 3—4 отпрепарированных таллома с пятью последовательно расположенными клетками помещались в экспериментальную камеру с ИПВ, где измерялись потенциал покоя (ПП) и скорость движения протоплазмы.

Измерение ПП проводилось с помощью стандартной микроэлектрод-

ной техники [4]. Регистрация скорости движения протоплазмы (циклоз) осуществлялась по методу Штругера [5]. Средние значения регистрируемых параметров получали из пятикратной повторности.

Опыт проводился по схеме: ИПВ → однокомпонентный раствор, концентрация $3 \cdot 10^{-2}$ и т. д.

Температура окружающей среды (20 ± 1 °C), pH ($6,0 \pm 0,1$) окружающих клетки растворов, освещенность (500 ± 10 лк) поддерживались постоянными.

Результаты и их обсуждение

Учитывая разнообразную функциональную роль K^+ и особенно Ca^{2+} в метаболических и мембранных процессах, а также довольно высокое содержание натрия в отдельных компартментах растительной клетки [6,7], было целесообразным исследовать их влияние на скорость циклоза (V) и электрические параметры клеточной мембраны, в частности на величину ПП (Ψ).

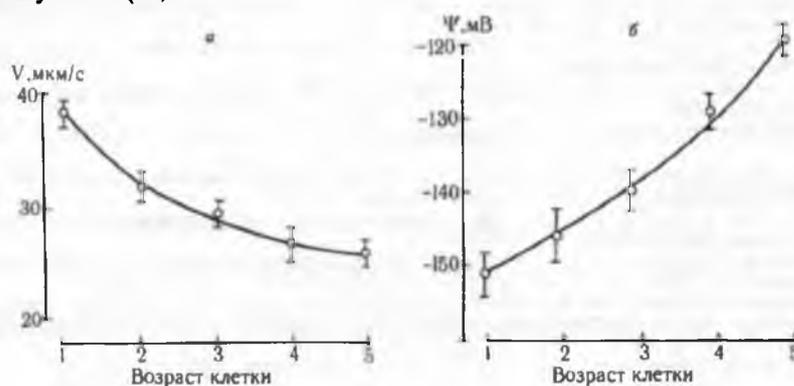


Рис. 1. Зависимость скорости циклоза (а) и ПП (б) клеток *Nitella* от возраста в растворе ИПВ

Скорость движения в контрольном растворе (ИПВ) составляла для клетки первого междоузлия $38,0 \pm 1,5$, а для пятого $25,6 \pm 1,5$, мкм/с: с увеличением возраста клетки скорость циклоза уменьшалась (рис. 1,а).

Результаты измерений электрических параметров подтвердили полученные ранее закономерности [8] об изменении ПП в зависимости от возраста клетки, т. е. наибольшая величина ПП характерна для верхних молодых клеток, которая с возрастом клетки уменьшается (рис. 1,б).

Как и следовало ожидать, ионы K^+ , Na^+ и Ca^{2+} оказывали деполяризующее действие на мембрану, величина и характер которой определялись видом иона (рис. 2,а); с увеличением концентрации иона в окружающей клетку среде скорость циклоза снижалась (рис. 2,б). Отметим, что возраст клеток не влиял на характер зависимости: во всех вариантах опыта с одинаковыми по возрасту клетками с увеличением концентрации иона в среде отмечалось падение ПП и снижение интенсивности движения протоплазмы.

Интерпретацию полученных экспериментальных данных проводили в рамках предложенной в [9] модели, описывающей развитие во времени сдвигов реакции циклоза, индуцируемых изменением потенциала покоя. В этом случае по сдвигу максимума скорости движения протоплазмы (ΔV) судили о степени потенциалзависимости реакции циклоза, а именно: в случае строго потенциалзависимой реакции точки, соответствующей значениям ΔV и $\Delta \Psi$, ложатся на прямую, проходящую через начало координат. Если положение анализируемой совокупности точек существенным образом уклоняется от описанной зависимости, то это означает, что имеют место эффекты, обусловленные взаимодействием фактора с какими-то структурами, регулирующими скорость циклоза.

Используя сказанное, мы попытались установить: в какой мере наблюдаемые в наших опытах эффекты осуществляются посредством

перерегуляции мембранного потенциала, т. е., в конечном счете, через изменение ионных проницаемостей мембран, а в какой — благодаря наличию иных путей воздействия.

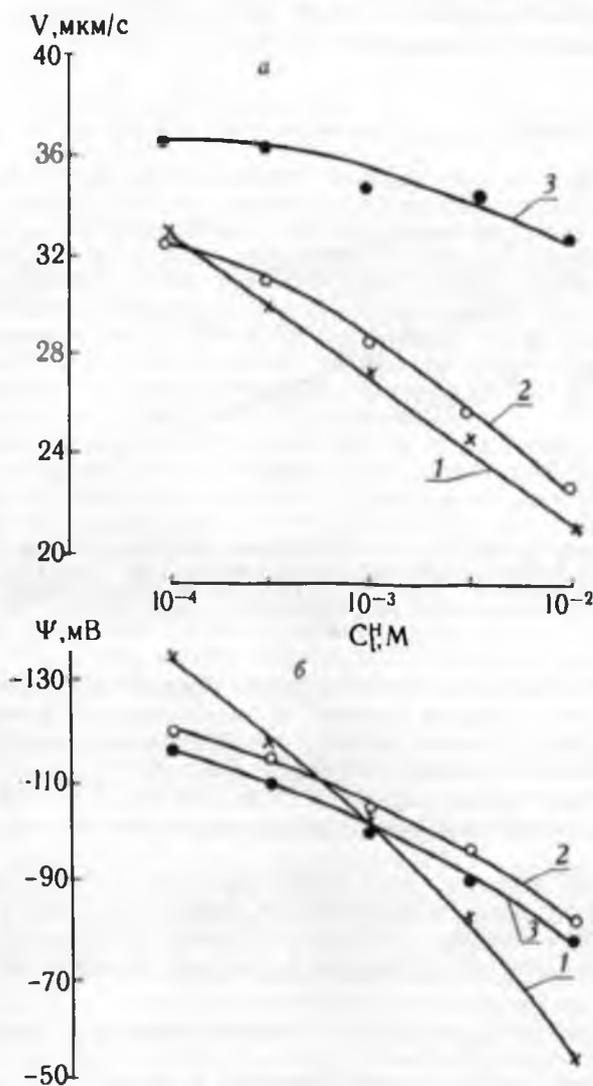


Рис. 2. Концентрационная зависимость скорости циклоза (а) и ПП (б) в однокомпонентных растворах KCl (1), NaCl (2) и CaCl₂ (3) при одновременной регистрации параметров на одной клетке

На рис. 3. представлены величины сдвигов регистрируемых параметров, которые характеризуют их изменения в растворах KCl, NaCl и CaCl₂ по сравнению с данными в ИПВ, т. е. $\Delta V = V_1 - V_{\text{ипв}}$ и $\Delta \Psi = \Psi_1 - \Psi_{\text{ипв}}$ (1 — соответствующий раствор); концентрационные зависимости V и Ψ получены на одной и той же клетке. Для растворов KCl и NaCl точки, соответствующие всем испытанным концентрациям, ложатся на прямую, проходящую через начало координат, т. е. обсуждаемая линейная зависимость проявляется достаточно четко.

В отличие от этого реакция клетки в однокомпонентном растворе CaCl₂ и наблюдаемая зависимость от возраста клеток в растворах ИПВ отличаются от предыдущих вариантов: точки соответствующих сдвигов скорости циклоза и ПП никоим образом не укладываются на прямую.

Такая реакция клетки не является неожиданной, поскольку кальций

является не только важным компонентом, стабилизирующим мембраны, но и оказывает регуляторное влияние на многие внутриклеточные процессы в растениях [2,7,10]. Действительно, предполагается двойное действие ионов Ca^{2+} на циклоз: во-первых, обратимое ингибирование Ca -чувствительного механизма, во-вторых, ингибирование через действие на миозиновые филаменты [3].

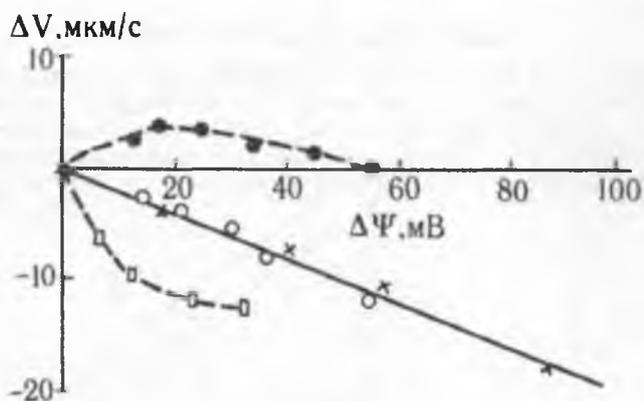


Рис. 3. Сопоставление величины сдвигов скорости циклоза с соответствующими значениями изменений ПП в растворах KCl (x-x), $NaCl$ (o-o), $CaCl_2$ (●-●) и аналогичная зависимость для клеток различного возраста (□-□) в ИГВ

Интенсивность метаболических реакций зависит от многих факторов, в том числе и от возраста клетки. В свою очередь, метаболические реакции *in vivo* несомненно связаны с процессами циклоза [3]. Это в определенной мере и подтверждается зависимостью ΔV от $\Delta \Psi$, приведенной на рис. 3 (сдвиги регистрируемых параметров в этом случае брались как разность величин между последующими и первой верхушечной клеткой).

В заключение отметим, что полученные результаты подтвердили правомочность модельных представлений, развиваемых в [9], что, в свою очередь, позволило охарактеризовать механизм действия исследуемых факторов на движение протоплазмы в клетках харовых водорослей.

1. Воробьев Л. Н. // Итоги науки и техники. Физиология растений. М., 1980. Т. 4. С. 5.
2. Clarkson D. T. // Journ. Cell. Sci. 1988. V. 91. № 1. P. 71.
3. Kamiya N. // Ann. Rev. Plant Physiol. 1981. V. 32. P. 205.
4. Юрин В. М., Гончарик М. Н., Галактионов С. Г. Перенос ионов через мембраны растительных клеток. Мн., 1977.
5. Большой практикум по физиологии растений. М., 1978. С. 282.
6. Люттге У., Хигинботам Н. Передвижение веществ в растениях. М., 1984.
7. Kinzel H. // Flora. 1989. V. 182. № 1-2. P. 99.
8. Кудасова В. Л. // Харовые водоросли и их использование в исследовании биологических процессов клетки. Вильнюс, 1973. С. 201.
9. Ониани Д. А. Физико-химические механизмы регуляции циклоза растительной клетки: Дис... д-ра биол. наук. Тбилиси, 1987.
10. Martens D. // Physiol. veg. 1985. V. 23. № 6. P. 945.

ВЛИЯНИЕ ДИЭТИЛАМИНА И N-НИТРОЗОДИЭТИЛАМИНА НА ФЕРМЕНТЫ СИСТЕМЫ БИОТРАНСФОРМАЦИИ КСЕНОБИОТИКОВ В ПЕЧЕНИ КРЫС

The state of the xenobiotic biotransformation system has been studied after a single per os administration of diethylamine and N-nitrosodiethylamine.

Решающую роль в реализации токсического, канцерогенного и мутагенного эффекта многих химических соединений играют молекулярные механизмы метаболизма ксенобиотиков, которые условно можно разделить на два взаимосвязанных звена, обеспечивающих: 1) первую стадию биотрансформации ксенобиотиков, в ходе которой в результате функционирования микросомальной монооксигеназной системы липофильные химические соединения превращаются в гидрофильные; 2) вторую стадию, во время которой образовавшиеся гидрофильные метаболиты вступают в различного рода реакции конъюгации, катализируемые, в частности, глутатион S-трансферазами.

Нарушение естественного цикла круговорота азота, связанное с интенсивным применением азотсодержащих соединений в сельском хозяйстве и промышленности, приводит к растущему загрязнению окружающей среды нитратами, нитритами, аминами и их N-нитрозопроизводными [1]. В отличие от подавляющего большинства химических соединений, попадающих в организм человека и животных главным образом из окружающей среды, канцерогенные нитрозоамины могут синтезироваться непосредственно в желудке из нитритов и соответствующих аминов [2, 3]. В связи с этим важное значение имеет изучение влияния на организм не только самих нитрозоаминов, но также и их возможных предшественников.

Учитывая это, мы изучили ответную реакцию системы метаболизма ксенобиотиков в печени крыс на однократное поступление в организм диэтиламина и N-нитрозодиэтиламина.

Материал и методика

Опыты проводили на беспородных белых крысах-самцах массой 180—210 г., содержащихся на стандартном рационе вивария. Диэтиламин (ДЭА) и N-нитрозодиэтиламин (ДЭНА) вводили однократно перорально в виде водного раствора в дозе, равной $1/3 LD_{50}$ N-нитрозодиэтиламина [1]. Контрольные животные получали чистую воду.

На 2, 8, 15 и 31-е сут после начала введения препаратов из печени крыс, умерщвленных декапитацией, методом дифференциального центрифугирования получали цитозольную и микросомальную фракции [4]. Полученные микросомы отмывали ресуспендированием в 0,1 M трис-HCl буфере, pH 7,4 и последующим центрифугированием при 105000 g в течение 1 часа.

Общее содержание гемопротеинов в микросомальной фракции определяли по общепринятому методу Омура и Сато, используя коэффициент молярной экстинкции, равный в случае цитохрома P-450 (КФ 1.14.14.1) $91000 M^{-1} cm^{-1}$ и $164000 M^{-1} cm^{-1}$ в случае цитохрома b5 [5].

В цитозоле печени измеряли активность глутатионредуктазы (ГР) (КФ 1.6.4.2) [6], глутатионпероксидазы (субстрат — гидроперекись трет-бутила) (ГП-ГПТБ) [7] и глутатион S-трансфераз (КФ 2.5.1.18) [8]. Суммарную активность цитозольных глутатион S-трансфераз (цГТ) и активность изоферментов класса *mu* (3-3 и 3-4) оценивали по скорости образования конъюгатов восстановленного глутатиона с 1-хлор-2, 4-динитробензолом (1Х2, 4ДНБ) и 1, 2-дихлор-4-нитробензолом (1,2 ДХ4 НБ) соответственно [8, 9].

Активность ферментов выражали в нмоль/мин на 1 мг белка, а содержание цитохромов — в нмоль на 1 мг белка, суммарную концентрацию которого в цитозоле и микросомальной фракции определяли по методам Лоури и др. и Петерсона соответственно, используя в качестве стандарта бычий сывороточный альбумин [10, 11].

Т а б л и ц а 1

Динамика изменения содержания гемопротеинов
в микросомальной фракции печени
крысы после однократного введения ДЭА и НДЭА,
нмоль/мг белка (M±m)

Срок, сут	Фермент	Контроль	ДЭА	НДЭА
2	Цитохром P-450	0,55±0,04	0,49±0,04	0,44±0,03 ¹
	Цитохром b5	0,39±0,02	0,35±0,02	0,36±0,02
8	Цитохром P-450	0,44±0,03	0,64±0,03 ²	0,57±0,02 ¹
	Цитохром b5	0,42±0,01	0,49±0,02	0,41±0,02
15	Цитохром P-450	0,56±0,04	0,40±0,02 ²	0,69±0,07 ¹
	Цитохром b5	0,43±0,03	0,39±0,01	0,45±0,04
31	Цитохром P-450	0,52±0,02	0,44±0,03 ¹	0,53±0,05
	Цитохром b5	0,33±0,03	0,35±0,02	0,36±0,02

П р и м е ч а н и е: здесь и в табл. 2, 3 в индексе 1 — $p < 0,05$;
2 — $p < 0,01$.

Результаты и их обсуждение

Как видно из табл. 1 через 1 сут после введения крысам ксенобиотиков в печени опытных животных происходит незначительное уменьшение содержания цитохромов P-450. Причем достоверно значимое изменение (падение на 20 % по сравнению с контролем) наблюдается только в случае воздействия ДЭА. Однако на 8-е сут после интоксикации животных ДЭА и ДЭНА отмечается увеличение содержания цитохромов P-450 на 45 % и 30 % соответственно. В дальнейшем изменения, вызываемые ДЭА и ДЭНА, носят диаметрально противоположный характер. Так, для ДЭНА аналогичная картина, хотя и выраженная в меньшей степени (повышение содержания цитохромов на 23 %), сохраняется на 15-е сут после введения ксенобиотиков. На 31-е сут после интоксикации крыс ДЭНА содержание цитохромов P-450 не отличается от такового у контрольных животных. В то же время в случае ДЭА обнаружено падение содержания цитохромов P-450 как на 15-е (29 %), так и на 31-е (15 %) сут. Содержание цитохрома b5 остается неизменным на протяжении всего эксперимента, за исключением незначительного, но статистически достоверного повышения на 8-е сут (17 %) после введения животным ДЭА.

Известно, что в результате цитохром P-450 опосредованного метаболизма N-нитрозодиэтиламина происходит образование реакционноспособных соединений, повреждающих ДНК [1, 13]. Очевидно, что поддержание стационарной концентрации активных метаболитов ДЭНА на безопасном для клетки уровне будет определяться эффективностью биохимических процессов, протекающих во время второй стадии биотрансформации ксенобиотиков. В связи с этим представлялось интересным сравнить влияние ДЭА и ДЭНА на функциональное состояние полиизоферментного семейства глутатион S-трансфераз.

Анализ суммарной глутатион S-трансферазной активности свидетельствует о существовании в целом однотипной ответной реакции данного семейства на введение ДЭА и ДЭНА. Так, на 2-е и 8-е сут после начала эксперимента суммарная глутатион S-трансферазная активность в случае ДЭА практически не изменяется по отношению к контролю и незначи-

тельно падает в случае ДЭНА (табл. 2). На 15-е и 31-е сут после интоксикации наблюдается повышение изучаемой активности как для ДЭА, так и для ДЭНА. Причем максимальный прирост активности на 15-е сут был получен после введения ДЭНА, а на 31-е сут — после введения ДЭА.

Т а б л и ц а 2

Динамика изменения глутатион S-трансферазной активности в цитозольной фракции печени крыс после однократного введения ДЭА и НДЭА, нмоль/мин на 1 мг белка (M±m)

Срок, сут	Субстрат	Контроль	ДЭА	НДЭА
2	1-хлор-2, 4-динитробензол	634,6±53,3	641,4±45,7	589,6±41,4
	1, 2-дихлор-4-нитробензол	38,2±2,7	44,3±2,1	36,9±3,9
8	1-хлор-2, 4-динитробензол	467,1±30,3	468,0±35,9	419,4±15,5
	1, 2-дихлор-4-нитробензол	33,0±3,8	36,5±2,9	31,8±2,5
15	1-хлор-2, 4-динитробензол	616,6±32,4	716,8±16,9 ¹	779,2±43,2 ²
	1, 2-дихлор-4-нитробензол	34,9±2,2	43,0±1,2 ¹	49,2±1,8 ²
31	1-хлор-2, 4-динитробензол	512,2±19,0	647,1±54,8 ¹	622,4±54,9 ¹
	1,2-дихлор-4-нитробензол	45,7±3,5	61,1±6,9 ¹	61,7±2,9 ¹

Для более детального анализа функционального состояния полиизоферментного семейства глутатион S-трансфераз в качестве субстрата дополнительно использовался дихлорнитробензол, позволяющий детектировать в основном активность изоферментов 3-3 и 3-4. Выбор анализируемых изоферментов продиктован следующими соображениями: изофермент 3-3 характеризуется высокой индуцибельностью и является одним из вносящих наибольший вклад в суммарную глутатион S-трансферазную активность, а изофермент 3-4 способен катализировать реакции денитрозирования некоторых нитрозосоединений [9, 14].

На 15-е сут скорость реакции конъюгации дихлорнитробензола и восстановленного глутатиона при интоксикации животных ДЭА и ДЭНА увеличилась соответственно на 23 и 41 % (см. табл. 2). На 31-е сут скорость конъюгации нитродихлорбензола и восстановленного глутатиона в обеих опытных группах оставалась повышенной. Учитывая одинаковую направленность изменений при использовании в качестве субстратов нитродихлорбензола и динитрохлорбензола, а также тот факт, что изучаемые изоферменты наряду с изоферментами класса альфа вносят наибольший вклад в суммарную активность глутатион S-трансфераз, можно предположить, что одной из возможных причин наблюдаемого роста на 15-е и 31-е сут после интоксикации суммарной активности изучаемой группы ферментов является индукция изоферментов 3-3 и 3-4.

Неоднозначность реакции семейства глутатион S-трансфераз на введение азотсодержащих соединений косвенно подтверждается изучением глутатионпероксидазной активности по скорости восстановления гидро-

пероксида *трет*-бутила. Известно, что, применяя органическую гидроперекись в качестве субстрата, можно выявлять как Se-зависимую, так и Se-независимую глутатионпероксидазу. В то же время показано, что Se-независимая глутатионпероксидаза идентична изоферментам класса альфа и изоферменту 5-5 семейства глутатион S-трансфераз [12]. Результаты (табл. 3) свидетельствуют о том, что наибольшие изменения скорости восстановления гидроперекиси *трет*-бутила происходят на 8-е и 15-е сут после интоксикации животных ДЭА и ДЭНА. Однако, если на 15-е сут реакция на введение обоих ксенобиотиков совпадает и заключается в существенном понижении рассматриваемой активности, составляющем 55 % для ДЭА и 54 % для ДЭНА, то на 8-е сут угнетение глутатионпероксидазы на 24 % в случае ДЭНА параллельно стимуляции ферментативной активности на 43 % в случае ДЭА. На 2-е и 31-е сут показатели в обоих опытных группах не отличаются от контрольных значений.

Т а б л и ц а 3

Динамика изменения активности глутатионзависимых ферментов в цитозольной фракции печени крыс после однократного введения ДЭА и ДЭНА, нмоль/мин на 1 мг белка (M±m)

Срок, сут	Фермент	Контроль	ДЭА	ДЭНА
2	глутатионпероксидаза	80,8±4,9	74,2±6,3	75,8±14,0
	глутатионредуктаза	188,7±20,9	175,5±11,4	176,2±17,6
8	глутатионпероксидаза	76,3±8,7	109,0±9,7 ¹	58,2±7,1
	глутатионредуктаза	144,0±11,9	136,5±12,2	129,0±5,8
15	глутатионпероксидаза	107,2±6,9	48,7±8,3 ²	49,6±8,6 ²
	глутатионредуктаза	187,6±10,0	222,8±9,8 ²	199,0±6,5
31	глутатионпероксидаза	57,4±9,2	59,2±4,9	63,3±15,7
	глутатионредуктаза	162,8±14,6	193,4±22,0	217,7±10,4 ¹

Активность глутатионредуктазы — фермента, обеспечивающего поддержание в клетке высокого уровня восстановленного глутатиона, в обоих опытных группах изменяется только на поздних стадиях эксперимента. Так, на 15-е и 31-е сут после введения ДЭА обнаружено повышение ферментативной активности на 19 %. В случае ДЭНА увеличение значения данного показателя затрагивало исключительно 31-е сут и составляло 34 % по отношению к контролю (см. табл. 3).

Для оценки степени сбалансированности ферментативных процессов, связанных с восстановленным глутатионом, были проанализированы соотношения активности глутатионзависимых ферментов (табл. 4). Так, на ранних стадиях эксперимента (2-е и 8-е сут значения соотношения активности глутатионредуктазы и ферментов, утилизирующих восстановленный глутатион, в случае ДЭНА практически не отличались от контрольных, несмотря на отмечающееся падение активности глутати-

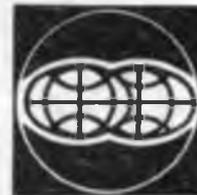
онпероксидазы, цитозольных глутатион S-трансфераз (субстрат — хлординитробензол). В то же время после введения ДЭА наблюдается незначительное преобладание реакций, расходующих восстановленный глутатион, над глутатионредуцирующими. На 15-е сут для обоих ксенобиотиков в целом прослеживается обратная тенденция, наиболее ярко проявляющаяся в случае соотношения активности глутатионредуктазы и глутатионпероксидазы. Так, после введения ДЭА и ДЭНА за счет резкого уменьшения глутатионпероксидазной активности значения данного соотношения в 2,6 и 2,3 раза соответственно превышают контроль. На 31-е сут эксперимента значения рассматриваемого параметра лишь незначительно отличаются от контрольных.

Т а б л и ц а 4
Соотношения уровней активности
глутатионзависимых ферментов печени крыс
после интоксикации ДЭА и ДЭНА

Срок, сут	Серия	ГР/цГТ 1Х2, 4ДНБ	ГР/цГТ 1, 2ДХ4НБ	ГР/ГП-ГПТБ
2	Контроль	0,29	4,90	2,30
	ДЭА	0,27	3,96	2,37
	ДЭНА	0,29	4,78	2,32
8	Контроль	0,31	4,36	1,88
	ДЭА	0,29	3,74	1,25
	ДЭНА	0,31	4,06	2,22
15	Контроль	0,30	5,38	1,75
	ДЭА	0,31	5,18	4,57
	ДЭНА	0,26	4,04	4,01
31	Контроль	0,32	3,56	2,84
	ДЭА	0,29	3,17	3,27
	ДЭНА	0,35	3,52	3,43

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что первыми на поступление в организм ДЭА и ДЭНА реагируют ферменты первой стадии биотрансформации ксенобиотиков. На поздних стадиях эксперимента (15-е и 31-е сут) внутриклеточные защитные механизмы реализуются главным образом за счет активизации ферментативных процессов, обеспечивающих вторую стадию биотрансформации ксенобиотиков. Можно предположить, что обнаруженные нами различия в эффектах, вызываемых ДЭА и ДЭНА, обусловлены наличием в составе молекулы ДЭНА полярной N-нитрозогруппы.

1. Вредные химические вещества. Азотсодержащие органические соединения/Под ред. Б. А. Курляндского, В. А. Филова. Л., 1992.
2. B a r t s c h H. // Relevance Human Cancer N-nitroso Compounds, Tob. and Mycotoxins: Proc. 10th Int. Symp. N-Nitroso Compounds, Lyon, 25—27 Sept., 1989; Lyon. 1991.
3. Рубенчик Б. Л. // Образование канцерогенов из соединений азота. Киев, 1990.
4. E d e r y M., P a n g K., L a r s o n L. et al. // Endocrinology. 1985. V. 117. N. 1. P. 405.
5. O m u r a T., S a t o R. J. // J. Biol. Chem. 1964. V. 239. N. 7. P. 2379.
6. Ланкин В. З., Гуревич С. М. // Докл. АН СССР. 1976. Т. 26. N. 3. С. 705.
7. H a f e m a n D. G., S u n d e R. A., H o e k s t r a W. G. // J. Nutrition. 1974. V. 104. P. 580.
8. H a b i g W. H., P a b s t M. J., J a c o b y W. B. // J. Biol. Chem. 1974. V. 240. № 22. P. 7130.
9. K e t t e r e r B. // Xenobiotica. 1986. V. 16. № 10-11. P. 957.
10. L o w r y O. H., R o s e b r o u g h N. J., F a r r A. L., R a n d a l l R. J. // J. Biol. Chem. 1951. V. 193. P. 265.
11. P e t e r s o n G. L. // Meth. Enzym. 1983. V. 91, Pt 1. P. 95.
12. K e t t e r e r B., M e y e r D. J. // Mutat. Res. 1989. V. 214. N. 1. P. 23.
13. S i n g h J., R o s c h e r E. // Mutagenesis. 1991. V. 6. N. 2. P. 6117.
14. J e n s e n D. E., S t e l m a n G. J. // Carcinogenesis, 1987. V. 8. № 12. P. 1791.



УДК 631.41

Н. К. ЧЕРТКО, А. В. КРУГОВОЙ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЯДОВ ДЛЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ЛАНДШАФТА

A method of genetic series for studying a geochemical structure of typical landscapes of Belarus and for comparison of natural and agrolandscapes is proposed. New principles of field investigations of landscapes on the monolithic and genetically unified basis are given.

Генетический подход широко используется различными науками географического цикла (геологией, полеогеографией, геоморфологией, ландшафтоведением и др.), где термин «генезис» применяется чаще всего как синоним слов «история», «происхождение», «связь».

В основе генетического подхода современного ландшафтоведения лежит, по мнению А. Ю. Ретеюма, происхождение природного ландшафта, который рассматривается как исторически обусловленное сочетание природных компонентов. Анализ этих компонентов необходимо проводить на базе сопряженного анализа [1]. Эта идея, но в виде климатически замещающих рядов ассоциаций при классификации растительных сообществ, была впервые выдвинута Б. Н. Городковым [2] и В. В. Алехиным [3] в геоботанике. Позже В. А. Сукачев [4] использовал целый ряд терминов, определяющих смену в пространстве и во времени биогеоценозов: «смена ценозов», «сукцессионные серии», «генетические ряды». В географии метод составления факториально-динамических рядов фаций, сходных по степени выраженности гидрологических, литологических и других условий, использован В. Б. Сочавой [5] и В. А. Снытков [6]. Анализ антропогенного ландшафта с учетом особенностей аналогичного природного ландшафта применен Ф. Н. Мильковым [7, 8] и А. А. Абдулкасимовым [9] и определен как метод историко-генетических рядов.

В геохимии ландшафта сопряженный анализ широко используется при изучении смены химического состава компонентов ландшафта в пространстве и по вертикальному профилю путем сопоставления катен, почвенных профилей с учетом историко-генетических особенностей исследуемых территорий [10]. Такой анализ на химическом уровне соответствует методу генетических рядов.

Сущность метода, адаптированного нами применительно к геохимии ландшафта и геохимической экологии, заключается не только в сопряженном анализе ландшафта, но и в количественной оценке в нем условий жизни на оптимальность с использованием расчетных коэффициентов. Анализ ландшафта проводится в пределах катены на уровне фации в ранге родов, так как именно в этом ранге специфично выражена геохимическая структура холмисто-моренно-озерных, водно-ледниковых, холмисто-моренно-эрозионных и других родов ландшафта [10].

На современном этапе основное внимание уделяется оценке трансформации ландшафтов и разработке мероприятий по их оптимизации, поскольку это направление исследований представляет собой наиболее слабое звено в эколого-геохимической науке и практике.

В настоящее время оценку эколого-геохимической ситуации проводят с использованием кларка, фона (регионального кларка), ПДК, ПДЭН, санитарно-гигиенических норм, полевых опытов, оценки содержания подвижных форм химических элементов, их геохимического баланса. К

ПДК, ПДЭН, санитарно-гигиенические нормы химических элементов и соединений, так как они отличаются от государственных. (Всем известны случаи превышения показателей ПДК радионуклидов в продуктах питания после аварии на Чернобыльской АЭС.)

Наиболее обоснованными и объективными являются те критерии, которые основаны на полевом опыте, лабораторном эксперименте и на величине кларка. Эксперименты указывают на реакцию живых организмов, а кларк является стабильной средней величиной для условий Земли. Таким показателям мы отдаем предпочтение при проведении исследований. Объективным показателем считается геохимический баланс, если при расчете используются данные эксперимента, а не расчета по отдельным показателям литературных источников.

Для оценки эколого-геохимической ситуации в агроландшафтах необходимо изучить радиальную и латеральную геохимическую структуру и сравнивать с геохимической структурой аналогичных природных ландшафтов. Такой сопряженный анализ позволит установить степень трансформации агроландшафта по отношению к генетически однородному природному ландшафту путем расчета коэффициента трансформации (K_t) по каждому химическому элементу или соединению. Однако природные ландшафты также испытывают техногенное давление, и для того, чтобы анализ получился объективным, необходимо использовать кларк с целью расчета коэффициента региональной концентрации химических элементов ($K_{рк}$). Этот коэффициент необходим для учета величины техногенного давления на природный ландшафт. Затем вводится поправочный коэффициент в трансформацию агроландшафта.

Расчеты коэффициентов производятся по формулам: $K_t = x_1/x_2$; $K_{рк} = x_2/x$, где x — кларк химического элемента, мг/кг, x_1 — содержание химического элемента в агроландшафте, мг/кг, x_2 — содержание химического элемента в природном ландшафте, мг/кг. Чем ближе к единице величина коэффициента, тем оптимальнее условия в природном и агроландшафте.

Сопряженный анализ растительных образцов не проводится, так как агроценоз отличается по ботаническому составу от природного биоценоза. При проведении сопряженного анализа растительности используется геохимический баланс химических элементов и соотношение между ними. Как известно, в зрелой стадии природного ландшафта геохимический баланс и соотношение между химическими элементами стабилизированы и находятся в равновесии. Если в агроландшафте геохимический баланс и соотношение между химическими элементами будут аналогичны природному ландшафту, т. е. геохимические условия в таком агроландшафте оптимальные, значит, внесенные химические мелиоранты создают природное равновесие и не служат источником загрязнения природной среды.

Использование метода генетических рядов предполагает химический анализ природных вод (поверхностных и грунтовых) и их сопряженный анализ. Если в грунтовых водах будет обнаружено повышенное содержание химических мелиорантов, то необходимо предложить мероприятия, направленные на создание активного сорбционного геохимического барьера, закрепляющего в обменной форме вносимые химические мелиоранты. Это могут быть природные и искусственные сорбенты.

Метод генетических рядов в сравниваемых компонентах ландшафта будет выполнять объективную роль при соблюдении следующих условий: единый генезис и гранулометрический состав пород и почв, сходные геоморфологические условия (угол уклона катены) в природном и агроландшафте, закладываемые катены должны находиться на расстоянии более 50 м от линии раздела сравниваемых ландшафтов, природный ландшафт должен быть представлен первичным биогеоценозом.

С целью выявления закономерностей миграции, концентрации и выноса химических элементов, создающих определенную геохимическую структуру, катены необходимо закладывать на мощных, единых по генезису монолитных породах. Это требование вызвано тем, что активность миграции химических элементов из-за физических и геохимических свойств грунта существенно различается, например, в моренных и лессовидных ландшафтах.

Таким образом, метод генетических рядов, используемый для выявления аналогий, является объективно значимым методом в теории и практике геохимии ландшафта и геохимической экологии, позволяющим использовать его для оценки ландшафтно-геохимической ситуации и ее прогноза в современных условиях.

1. Дроздов К. А. Элементарные ландшафты среднерусской лесостепи. Воронеж, 1991.
2. Городков Б. Н. // Дневник московского съезда ботаников, январь 1926 г. М., 1936. С. 72.
3. Алехин В. В. География растений. М., 1938.
4. Сукачев В. А. Избр. тр. Л., 1972. Т. 1.
5. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистеме. Новосибирск, 1978.
6. Снытко В. А. Геохимические исследования метаболизма в геосистемах. Новосибирск, 1978.
7. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты, М., 1973.
8. Мильков Ф. Н. // Вопр. географии. М., 1977. Т. 106. С. 11.
9. Абдулкасимов А. А. // Там же. 1984. Вып. 124. С. 64.
10. Чертко Н. К. Геохимия агроландшафтов Белоруссии и их оптимизация: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 1991. С. 40.

УДК 551.435.4(481)

ТАЙБАО ЯН (КНР)

ЭФФЕКТ ПОДНЯТИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ТИБЕТСКОГО НАГОРЬЯ

Based on field investigations and summarising references, this paper has discussed effect of uplift of Tibet on development of physical environment. It is estimated problem of history of tectonic uplift, main events of environmental evolution and climatic changes in the period of Neogene and Pleistocene.

Настоящий палеогеографический обзор составлен на основании полевых исследований автора в составе экспедиций университета г. Ланджоу в 1986—1988 гг., литературных и картографических материалов и содержит современные представления об эволюции природного комплекса одного из наименее изученных регионов планеты.

Формирование высочайших горных систем в Средиземной и Тихоокеанской подвижных зонах в неогене и плейстоцене активизировало тектонические движения в пределах эпиплатформ Центрально-Азиатского пояса. В течение короткого геологического времени — неоген — антропоген — произошли грандиозные геологические события, охватившие всю планету, вызвавшие значительное увеличение площади материков и их активное поднятие на несколько километров. В центре этих событий оказались эпиплатформенные участки суши Центральной Азии, в том числе будущее нагорье Тибета. Процесс поднятия крупных геотектур вызвал ряд коренных изменений в климатическом облике всей планеты. Эти изменения проявились в нарушении ранее сформированной циркуляции атмосферы над Азиатским материком в направлении усиления континентальности, в общем процессе похолодания и ксерофизации («остепнения» Центральной Азии). В связи с этим в литературе неоднократно высказывалось мнение, что образование покровного оледенения в высоких широтах, в том числе Альпийско-Гималайского горного пояса, явилось результатом последнего орогенного этапа.

Величайшее в мире нагорье — Тибет — имеет массивное срединное поднятие, высота которого 4000—4500 м, площадь около 2 млн км². Оно четко ограничено горными цепями Кунь-Луны на севере, Карокорума на западе, Сине-Тибетскими горами на востоке, Гималаями на юге. Существует ряд доказательств [1—4], что еще в конце палеогена (олигоцен), начале неогена (миоцен) территория Тибета представляла собой равнину, расположенную на низком гипсометрическом уровне в стабильных тектонических условиях. Длительный процесс пенеplanation палеозойских горных структур выразился в накоплении мощной толщи главным образом континентальных осадков — флювиальных, озерных, пролю-

виальных, способствовавших выравниванию поверхности. Мощные отложения этого времени свидетельствуют о теплом, относительно влажном субтропическом климате саванного типа, в котором формировалась сиалитно-ферролитовая кора выветривания. Выравненные поверхности пенеплена изобиловали крупными пресными озерными водоемами, в отложениях которых преобладали минеральные осадки, свидетельствующие об их олиготрофном режиме.

Изучение остатков флоры и фауны в разрезах озерных отложений позволяет реконструировать характер климата, растительного покрова и животного мира. В спорово-пыльцевых спектрах глинисто-илистых нижних олигоценых слоев присутствуют споры и пыльца: *Plexpollenites*, *Pletycaryollentes dongyingensis*, *Rhamnacidites*, *Cupuliferoipollgnites*, *Trochodendron*, *Palmaepoll*, *Englhardtioipoll*, *Liquidambarpollenites* (около 25 млн лет назад). Изменения климатической обстановки в конце олигоцена выразились в широком распространении пыльцы *Trochodendron*, *Pterocaryapollenites*, *Liquidambarpoll*, *Rhamnacidites* и др.

Среди остатков фауны, сохранившихся в олигоценых озерных отложениях, отмечаются: *Brachyrhizomys hehoensis*, *Crocota gigantea* var. *thibetense*, *Hipparion thibetense*, *Samotherium* sp., *gazella* sp., *Metailurus* sp., *Chilotherium tunggulaensis*, *Metacerulus capreolinus* и др. Состав ископаемых остатков молокофауны представлен 40 видами пресноводных моллюсков, в том числе: *Hyssurpis*, *cyprinotus*, *candoniella*, *candona*.

По мнению Э. М. Мурзаева [5], пресные озера покрывали до 50 % площади. В это же время в отложениях соленых озер обнаружены раковины *Cyprideis* и *Limnocythere*.

В среднем и верхнем неогене поднятие Тибета составило 1000 м и вызвало общую тенденцию похолодания и ксерофизацию климата, сокращение влияния Индийского муссона в связи с орогенезом Гималаев. Козловой [6] сделана попытка реконструировать ландшафты Тибета в середине неогена на основании ископаемых остатков орнитофауны. На невысоком гипсометрическом уровне слегка волнистой равнины значительные площади занимали пресные озера, основой питания которых были впадающие реки, ручьи и атмосферные муссонные осадки. Уровень озер был на 100—150 м выше уровня этих водоемов в настоящее время. В таких условиях широкое распространение получили кустарниковые флористические формации и ксерофитные высокотравные степи. В спорово-пыльцевых диаграммах из глинисто-илистых озерных отложений этого времени обнаружена пыльца теплолюбивых растений с примесью видов умеренных широт. Среди последних отмечаются древесные виды азалии, кедр, дуб, древовидный можжевельник, рододендрон и травянистые (полынь, ковыль, мятлик и др.).

Коренные изменения природных условий Тибетского нагорья, по мнению разных авторов [7—9], связаны с интенсивным поднятием в антропогене. В нижнем и среднем антропогене (Q_1 и Q_2) оно составило 1000 м; в верхнем антропогене — до 1500 м. В позднеледниковье и голоцене интенсивность поднятия достигала 1500—2000 м, что составляет более 1,0 м в столетие. Современные движения, установленные инструментально, достигают 10—12 мм/год. Вертикальные движения сопровождались разрывными нарушениями, образованием блоковых грабенов и горстовых столовых хребтов, возвышающихся над основной поверхностью пенеплена на 1000—1500 м. Вместе с тем основная часть нагорья при поднятии сохранила общую монументальную структуру срединного пенеплена, окруженного молодыми и возрожденными горными системами, изолировавшими внутренний массив от влияния влажных океанических воздушных масс.

Эволюция Тибета в антропогене носила пульсирующий характер, сопровождалась этапами оледенений и межледниковыми потеплениями, но в целом природные условия принципиально изменились под влиянием импульса поднятия. Наиболее ярко эти процессы выражены в западном и внутреннем (Центральном) Тибете.

Климатические изменения связаны, в первую очередь, с понижением температуры примерно на 20—25°, что соответствует переходу от субтропического муссонного климата со средней июльской температурой около 25° к климату высокогорной пустыни с отрицательными показа-

телями суточных температур во все времена года. Высокогорные холодные условия усугубляются крайне низкими величинами осадков, не превышающими 100—150 мм в год. Процесс превращения Центрального Тибета в бессточную высокогорную пустыню усиливался на протяжении всего плейстоцена. В раннем плейстоцене еще сохранялся относительно влажный климат благодаря проникновению индийского муссона. В гидрографической сети этого периода большую роль продолжают играть озера, в которых накапливается песчано-гравийный (галечниковый) и песчаный материал, свидетельствующий о холодных субарктических климатических условиях (озеро Куку-Нор). Слои илистых осадков, разделяющих кластогенные отложения, относятся к периодам потепления (межледниковьям на северных равнинах) и содержат набор пыльцевых спектров, характерных для северной тайги и тундростепи.

Мощные песчано-галечниковые озерные отложения свидетельствуют о перегляциальных условиях с постоянно мерзлыми грунтами в эпохи оледенений. Центральный Тибет, по-видимому, не имел ледникового покрова, небольшие ледники располагались лишь на вершинах внутренних хребтов на 200—300 метров ниже современной снеговой линии.

В верхнем плейстоцене около 30000 лет тому назад климат изменялся, становился еще более сухим в связи с полной изоляцией влажных океанических масс и установлением высотного Тибетского антициклона. Холодный сухой высокогорный климат, резкие суточные колебания температуры способствовали усилению физического выветривания, образованию обширных россыпей и курумов обломочного материала, сглаживанию рельефа внутри нагорья, которое получило местное название Чангтан — Большая равнина. Резко уменьшились площади озер и их глубины. Береговые линии и террасы оказались на высоте 100 и более метров над уровнем зеркала. Значительная часть озер превратилась в бессточные соленые озера с типичным соленакоплением (галит KCl). Пресными и солоноватыми оказались лишь наиболее крупные водоемы и небольшие озера, питающиеся ледниковыми водами. Площадь ледников заметно сократилась, приобрела сетчатый характер, а снеговая линия в горных системах поднялась до отметки 6400 (полюс высоты снеговой линии на Земле).

Соленые озера внутреннего Тибета являются одним из его феноменов. Мощность солей с небольшими перерывами достигает 60 м.

В растительном покрове верхнего плейстоцена и голоцена основу составляют представители пустынно-высокогорной растительности: кустарники белолозника (*Eurotia ceratoides*), горькуша (*Saussuria subulata*), полынь (*Artemisia*), типчак (*Ugeiceria*), ковыль (*Stipa pennata*); тундровые подушкообразные и стелющиеся; гигантская песчанка (*Arenaria holosteoides*, *Oxitropis*) и др. Древесная пыльца в спорово-пыльцевых диаграммах встречается редко, ограничена елью, сосной и березой и, по-видимому, принесена из окружающих высокогорий. Многочисленны представители эндемичных растений, преобразованных и приспособленных в ходе поднятия. К ним относятся виды азалии, кустарниковый рододендрон, растущие на высоте до 3500 м. Аномальные черты природы внутреннего Тибета, обязанные геологическим событиям антропогена, выражаются также в возникновении эндемичной фауны, приспособленной к условиям высокогорной пустыни, изолированной от соседних фаунистических областей (10). Наиболее известными представителями являются: як (*Poephagus grunniens*), антилопа оронго (*Antilopinae*), кианг (*Eguus hemiohus kiang*); в озерах на высоте более 4,0 тыс. м распространены эндемики ихтиофауны: *Schizopydopsis*, *Gymnocypris*, *Schizothorax*, *Diptychus*.

Таким образом, эффект необыкновенно быстрого поднятия Тибетского нагорья, в частности в его центральной части, в антропогене выразился в ряде природных феноменов:

1. Понижение температуры на 20—25° и переход из субтропических широт в субарктические. Полная изоляция от влажных океанических масс и последующая ксерофизация климата.

2. Формирование высокогорной холодной полупустыни и пустыни с преобладанием ее каменистых вариаций.

3. Наиболее высокое положение снеговой линии, слабое развитие

ледников и на этом фоне распространение подземного оледенения (вечная мерзлота).

4. Образование внутренней высокогорной бессточной области с господством в гидрографической сети остаточных озер, эволюция которых выразилась в усыхании и накоплении мощных слоев галита с высоким содержанием К.

5. Возникновение эндемичной тибетской фауны и флоры, приспособленной к аномальным климатическим условиям.

6. Внутренние части Тибета отличаются очень низкой плотностью населения. Оседлое население приурочено лишь к берегам озер, значительные районы каменистых пустынь практически не имеют постоянного населения, что также следует отнести к феноменам этого огромного региона.

1. Чэнь Вань Юн и др. // Палеопозвоночные животные и палеоантропология. 1977. № 15. С. 261 (на кит. яз.).
2. Чжао Ситао // Геологическая наука. 1975. № 3. С. 243 (на кит. яз.).
3. Ши Я Фэн и др. // Вестн. АН Китая. 1964. № 10. С. 928 (на кит. яз.).
4. Шюй Жэнь и др. // Вестн. Фитологич. о-ва Китая. 1973. № 15. С. 103 (на кит. яз.).
5. Мурзаев Э. М. // Зарубежная Азия. М., 1956. С. 282.
6. Козлова Е. В. // Тр. зоолог. Ленингр. ин-та АН СССР. 1952. Т. IX. Вып. 4. С. 32.
7. Ли Цзи Цзюнь и др. // Вестн. АН Китая. 1979. № 6. С. 608 (на кит. яз.).
8. Ганссет А. Geology of the Himalayas, Interscience publishers. London; New York, 1964.
9. Чжоу Куйту и др. Изучение некоторых вопросов о четвертичной палеогеографии путем анализа спорово-пыльцевых данных в области г. Джомолунгмы: Науч. докл. экспедиции в области г. Джомолунгмы, 1966—1968. Четвертичная геология. Пекин, 1976 (на кит. яз.).
10. Юсов Б. В. Тибет. М., 1958.

УДК 631.875

Л. Н. ГЛАЗКОВА, А. В. ГОРБЛЮК, Л. Ф. ВАШКЕВИЧ

ОПТИМИЗАЦИЯ КАЛИЙНОГО РЕЖИМА ПОЧВ ВЫСОКИМИ ДОЗАМИ САПРОПЕЛЯ

As a result of applying big doses of saptopel in the course of a production experiment with sod-podzol and some kinds of turf sandy soils the content of dissolvable in water, exchangeable and unexchangeable forms of potassium increased as a result of decrease of the almost unchangeable form. Potassium regime in both soils improved at maximum doses of saptopel applied.

В работе изложены результаты многолетних опытов на легких почвах, окультуренных высокими дозами сапропелевых удобрений (СУ). Актуальность этих исследований объясняется тем, что дерново-подзолистые песчаные и супесчаные почвы, занимающие в Белоруссии около 52,5 % пахотных земель [1], характеризуются низким естественным плодородием и нуждаются в органических и минеральных удобрениях. В ряде случаев низкое плодородие почв требует внесения повышенных доз органических удобрений.

В республике все шире применяются в качестве удобрений сапропели, прогнозируемые запасы которых оцениваются в 3,7 млрд м³ [2]. Сапропели являются источником органических веществ, а также минеральных элементов питания растений. Они воздействуют на водно-физические и агрохимические свойства почвы, способствуя существенному повышению урожая зерновых культур и картофеля [2].

Технология добычи сапропелей с намывом их в отстойники и зимним промораживанием вызывает коагуляцию и агрегацию коллоидных фракций, при этом уменьшается дисперсность, плотность, увеличивается коэффициент фильтрации, а также улучшаются агрохимические и биохимические свойства этих удобрений. Так, в 1 т сапропелевых удобрений при влажности 50 % содержится: азота 13,5 кг, фосфора — 1,2, калия — 0,81, карбонатов — 11,7 кг [3].

Следует отметить, что влияние СУ на свойства почв изучены недостаточно. Нами уже опубликованы [1, 2] работы по оптимизации фосфатного и кальций-магниевых режимов почв высокими дозами сапропелей.

В условиях производственного опыта нами изучалось влияние высоких доз сапропелей на калийный режим почв легкого механического состава. Органо-минеральные кремнеземистые сапропели оз. Червоного вносили на участках с дерново-подзолистой и дерново-глеевой песчаными почвами. По фону $N_{60}P_{90}K_{90}$ под однолетние травы сапропели вносили в дерново-подзолистую песчаную почву в дозах 100, 200, 300, 400, 800 т/га (в расчете на абсолютно сухое вещество), а в дерново-глеевую песчаную почву — 100, 200, 300, 400 т/га. На дерново-глеевой песчаной почве после многолетних трав возделывали картофель.

Изменение среднего содержания форм калия (мг/100 г) в зависимости от внесения различных доз СУ, т/га

Фон	Фон + 100	Фон + 200	Фон + 300	Фон + 400	Фон + 800
Дерново-подзолистая песчаная почва (опыт 1) (первый год после внесения СУ)					
1. 2,02	4,79	5,59	6,72	8,61	9,23
2. 3,17	5,55	7,02	8,62	9,65	16,60
3. 12,70	16,80	18,80	20,00	25,50	59,00
4. 19,95	26,90	30,60	31,40	34,00	88,93
(второй год после внесения сапропелевых удобрений)					
1. 4,43	6,05	9,88	11,27	14,20	16,22
2. 7,55	9,70	13,05	16,70	19,25	21,70
3. 11,00	14,20	15,66	17,67	21,00	24,00
4. 23,00	35,10	40,66	44,67	47,47	57,13
Дерново-перегнойно-глеевая песчаная почва (опыт 2) (первый год после внесения СУ)					
1. 4,49	6,80	8,32	9,46	11,14	—
2. 6,00	10,37	13,62	15,17	17,27	—
3. 10,92	18,50	23,62	26,50	28,67	—
4. 19,57	29,17	32,95	36,35	39,17	—
(второй год после внесения СУ)					
1. 8,28	11,33	16,72	18,29	20,70	—
2. 13,00	14,50	18,33	20,28	24,03	—
3. 14,27	16,57	20,00	23,91	27,60	—
4. 26,60	36,67	45,03	48,50	53,10	—

Примечание: 1 — воднорастворимая форма калия; 2 — обменная форма калия; 3 — труднообменная форма калия; 4 — необменная форма калия

Для каждого варианта опыта закладывали стационарные разрезы с отбором образцов по генетическим горизонтам, а также смешанных образцов почв для изучения агрохимических свойств, в том числе различных форм калия. Изучались четыре формы калия: воднорастворимый, обменный, труднообменный и необменный. Каждая из этих форм играет важную роль в формировании плодородия почв. Формы калия в почве находятся в постоянном динамическом равновесии. Резервом пополнения обменного калия, являющегося источником калийного питания растений, являются: необменный, переходящий в раствор под действием 10 %-ой соляной кислоты (по Гедройцу) и труднообменный, вытесняемый 2 н. соляной кислотой (по Пчелкину). Воднорастворимый калий определяют в водной вытяжке (по Карпинскому) [4].

Под влиянием внесения сапропелей улучшились агрохимические свойства почвы: повысилось содержание гумуса, общего азота, подвижных форм фосфора и калия, увеличилась степень насыщенности основаниями; внесение сапропелей оказало положительное влияние на групповой состав минеральных фосфатов, их количество возросло на дерново-подзолистых песчаных почвах; дозы в 200—800 т/га значительно

повысили сумму минеральных фосфатов, причем максимальное количество наблюдалось в варианте с внесением 300 т/га [1]. Накопление же форм кальция и магния в дерново-подзолистой почве отмечено при внесении сапропелеи в дозах, равных 400—800, а в дерново-глеевой песчаной — 300—400 т/га. В целом же с течением времени отмечается снижение содержания форм кальция и магния. Для покрытия этого дефицита необходимо внесение извести или доломитовой муки [2].

Результаты по изменению содержания форм калия приведены в таблице.

Содержание форм калия по фону ниже в дерново-подзолистой песчаной почве по сравнению с дерново-перегнойно-глеевой, поскольку у нее ниже емкость поглощения. С внесением различных доз СУ возрастает содержание форм калия в обеих почвах как по вариантам опыта, так и по годам исследований. Исключение составляет труднодоступная форма калия, содержание которой с течением времени уменьшается. Восстановление равновесия в содержании калия происходит за счет увеличения обменной и воднорастворимой форм, в связи с активизацией химических и биохимических процессов после внесения сапропеля. Максимальное количество калия в дерново-подзолистой песчаной почве отмечено в варианте опыта с внесением 400 т/га СУ, воднорастворимого калия по сравнению с фоном возросло в 4,3 раз, обменного в 3,0, труднообменного в 2,0 и необменного в 1,7 раза. При внесении в эту почву 800 т/га СУ содержание воднорастворимого калия возросло по сравнению с фоном в 4,5, обменного в 5,2, труднообменного в 4,6 и необменного в 4,5 раза.

В дерново-перегнойно-глеевой песчаной почве максимальной в содержании всех форм калия оказалась доза 400 т/га СУ.

1. Кудло Т. А., Горблюк А. В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1988. № 3. С. 60.
2. Глазкова Л. П., Горблюк А. В., Вашкевич Л. Ф. // Там же. 1990. № 3. С. 50.
3. Повышение плодородия почв путем применения сапропелей. Мн., 1989. С. 3.
4. Агрохимические методы исследования почв. М., 1975. С. 365.

УДК 574:539.1.04

Л. А. ДЕМИДОВИЧ, С. А. ТИХОНОВ,
О. К. МЕЛЬНИКОВ, А. Л. ДЕМИДОВИЧ

НОВЫЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ РАДИОАКТИВНОЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Many years investigations showed effectiveness of natural brines of Pripyat sagging as improving substance limiting the quantity of Cezi-137 and Stronci-90 in the plants which enables to get ecologically clean agricultural production on the territories subjected to radioactive contamination.

Одной из важнейших задач ведения сельскохозяйственного производства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, является разработка приемов и способов ограничения поступления в растениеводческую продукцию радионуклидов, в том числе долгоживущих осколочных радионуклидов цезий-137 и стронций-90, обладающих высокой биологической активностью.

В настоящее время в сельскохозяйственной практике широко используются внесение повышенных сбалансированных доз органических и минеральных удобрений, нейтрализация кислотности, глубокая запашка, применение специальных искусственных и природных мелиорантов, особых технологических приемов переработки растениеводческой продукции и т. д. Многие из названных способов недостаточно эффективны из-за больших энергетических и материальных затрат, ограниченных количеств используемых мелиорантов, резкого ухудшения свойств почв (например, захоронение гумусового слоя) и т. д. [1, 2].

Известно, что для полноценного сбалансированного минерального питания растений, возделываемых на землях, подвергшихся радиоактив-

ному загрязнению, крайне необходимы микроэлементы, которые не только усиливают положительное действие основных элементов питания, но и могут оказывать существенное влияние на снижение поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию.

Одним из дешевых нетрадиционных источников микроэлементов для сельского хозяйства как Беларуси, так и других регионов могут служить высокоминерализованные рассолы (полиметаллические водные концентраты — ПВК), содержащие в своем составе сбалансированный комплекс макро- и микроэлементов в ионной форме, а также ряд специфических органических компонентов [3]. Указанные особенности состава ПВК делают их не только поставщиком микроэлементов, но и веществом, обладающим определенными биостимулирующими свойствами. Кроме того, как показали исследования последних лет, они обладают отчетливо выраженной способностью ограничивать поступление радионуклидов в растения [3—5].

В верхнепротерозойских и девонских отложениях Припятского прогиба, расположенного на юго-востоке Беларуси в Гомельской области, имеются залежи природного полезного ископаемого — глубинного высококонцентрированного рассола ПВК. Водоносные комплексы, содержащие эти рассолы, находятся в сложных геолого-гидрогеологических условиях на глубинах 1100—5500 м и более и перекрываются мощными водоупорными толщами.

Рассолы имеют минерализацию до 450 г/л и представлены тремя геохимическими классами: хлоридно-кальциево-натриевым, хлоридно-натриево-кальциевым и хлоридно-магниевым-кальциевым. Минерализация рассолов, как правило, увеличивается с глубиной залегания водоносных комплексов. Концентрация основных компонентов (кальция, натрия, магния, калия, хлора, брома), составляющих 99 % растворенного вещества, увеличивается с ростом минерализации, а содержание микрокомпонентов (марганца, железа, стронция, редких щелочных металлов, бора и т. д.) связано с литолого-геохимическими особенностями вмещающих пород и практически мало изменяется по геохимическим классам.

В полевых и производственных опытах на территории республики использовался ПВК хлоридно-кальциево-натриевого и хлоридно-натриево-кальциевого геохимических классов с минерализацией 300—400 г/л.

Целью проведенной работы, частично выполнявшейся по заданию МАГАТЭ, было изучение влияния полиметаллического водного концентрата на урожай и содержание в нем цезия-137 и стронция-90, выявление возможности их использования для снижения поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию, выращиваемую на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС.

Поисковые опыты с различными сельскохозяйственными культурами были заложены в 1988—1992 гг. в Гомельской и Минской областях. Исследования проводились на дерново-подзолистых связно-супесчаных, подстилаемых с глубины 0,5—0,7 м моренным суглинком почвах. В той или иной мере все почвы несли признаки временного избыточного увлажнения. Агрохимические показатели их близки: гумус (по Тюрину) 2,0—2,2 %, рН (в KCl) 6,0—6,4, подвижные P_2O_5 — 180—200 и K_2O — 160—190 мг/кг. Плотность загрязнения по цезию-137 — 15—20 Ки/км², по стронцию-90 плотность загрязнения опытных участков существенно различалась. На территории Гомельской области (Хойникский и другие районы) она составляла 2,0—2,2 Ки/км², Минской (Воложинский район) — 0,13 Ки/км².

Методически проведение опытов базировалось на рекомендациях соответствующих руководств [6].

Возделывались различные сельскохозяйственные культуры: зерновые (на зерно и зеленую массу), кормовые — корнеплоды, многолетние травы и др. Повторность опытов четырехкратная. Минеральные удобрения вносились в оптимальных для каждой культуры нормах. Сроки и приемы внесения дифференцированных доз мелиоранта (ПВК) были следующие: основное внесение под культивацию или подкормки по всходам при рыхлении междурядий, а также в различные фазы развития растений.

Данные экспериментов обработаны статистически, в таблицах приве-

дены отдельные варианты опытов со статистически достоверными уровнями снижения содержания радионуклидов по отношению к фону по удобрениям.

Т а б л и ц а 1

Влияние ПВК на содержание цезия-137 и стронция-90 в урожае

Вариант	Способ внесения	Урожай, ц/га	Цезий-137		Стронций-90	
			Бк/кг	снижение (к фону), %	Бк/кг	снижение (к фону), %
Ячмень						
НРК — фон	—	36,8	25	—	41	—
Фон + 1500 л/га ПВК	в почву	37,7	11	56,0	30	26,8
Фон + 2500 л/га ПВК	→→	38,0	11	56,0	27	34,1
Фон + 1500 л/га ПВК	подкормка	37,8	10	60,0	30	26,8
Фон + 2500 л/га ПВК	→→	38,1	9	64,0	30	26,8
НСР ₀₅	→→	1,4	2,3	—	3,3	—
Озимая рожь (на зеленую массу)						
НРК — фон	—	222	66	—	—	—
Фон + 1000 л/га ПВК	в почву	232	56	15,2	—	—
Фон + 250 л/га ПВК	подкормка	245	48	27,3	—	—
Фон + 2000 л/га ПВК	в почву	228	51	22,7	—	—
Фон + 250 л/га ПВК	подкормка	238	44	33,3	—	—
НСР ₀₅	→→	9,1	5,9	—	—	—
Многолетние травы улучшенного сенокоса (1 укос)						
НРК — фон	—	50,8	133	—	165	—
Фон + 1000 л/га ПВК	в почву	54,6	117	12,0	128	21,6
Фон + 1500 л/га ПВК	→→	56,2	105	21,1	116	29,7
Фон + 3000 л/га ПВК	→→	57,6	93	31,1	108	34,5
НСР ₀₅	→→	2,7	11,1	—	14,8	—
Кормовые корнеплоды						
НРК (+ ТНК) — фон	—	367	47	—	—	—
Фон + 300 л/га ПВК	подкормка	400	7	85,1	—	—
Фон + 400 л/га ПВК	→→	456	7	85,1	—	—
НСР ₀₅	→→	43,5	12,3	—	—	—
Столовая свекла*						
НРК (+ ТНК) — фон	—	365	29	—	—	—
Фон + 1000 л/га ПВК	в почву	438	17	41,4	—	—
Фон + 1500 л/га ПВК	→→	444	15	51,7	—	—
НСР ₀₅	→→	72	10,7	—	—	—

* Данные аспирантки Е. И. Галай

Исследования (табл. 1) показали, что применение дифференцированных доз полиметаллического водного концентрата по фону традиционных удобрений (НРК, ТНК) способствовало на оптимальных вариантах росту урожайности ячменя на 1,3 ц/га (3,5 %), озимой ржи на зеленую массу — 42,0 ц/га (18,9 %), кормовых корнеплодов 89,0 ц/га (24,3 %), столовой свеклы — 79,0 ц/га (21,6 %), сена многолетних трав — 6,8 ц/га (13,4 %).

Полученные результаты показали также, что ПВК может быть использован и в качестве мелиоранта для ограничения поступления радионуклидов цезия и стронция в урожай сельскохозяйственных культур.

Применение возрастающих доз ПВК (500—2500 л/га) при внесении их под ранневесеннюю культивацию обуславливало снижение уровня содержания радиоцезия в зерне ячменя на 7—14 Бк/кг (28—56 %), радиостронция — 11—14 Бк/кг (27—34 %) по отношению к фону. Эти же дозы ПВК, но внесенные при подкормке в фазе кущения, оказались более эффективными по отношению к цезию-137 — 15—16 Бк/кг (60—64 %). Несмотря на то, что в проведенном опыте самые высокие

дозы раствора в большей степени снижали удельную радиоактивность зерна ячменя, в экономическом отношении оптимальной по эффективности следует считать дозу в 1500 л/га. Если учитывать необходимость снижения уровня поступления радиоизотопов цезия и стронция в урожай ячменя, то оба приема — внесение препарата под культивацию или подкормка в фазу кущения — по эффективности примерно равнозначны.

В опыте с озимой рожью применение ПВК в дозах 1000 и 2000 л/га под осеннюю культивацию способствовало понижению содержания радиоцезия в урожае зеленой массы на 10—15 Бк/кг (15,2—22,7 %). Дробное внесение ПВК в два приема (основное внесение под культивацию, ранневесенняя подкормка) оказалось более эффективным. Подкормка растений раствором ПВК из расчета 250 л/га сочеталась с предпосевным внесением препарата в дозе 1000 и 2000 л/га, что понизило уровень загрязненности продукции на 18 и 22 Бк/кг (27,3 и 33,3 %) соответственно.

Исследование влияния ПВК на поступление радиоцезия и радиостронция в вегетативную биомассу многолетних трав улучшенного сенокоса показало достаточно высокую эффективность доз раствора 1000, 1500 и 3000 л/га. Получено достоверное снижение содержания цезия-137 на 16 и 40 Бк/кг (12,0 и 30,1 %), стронция-90 — 37 и 57 Бк/кг (21,6 и 34,5 %) соответственно.

О снижении концентрации цезия-137 в хозяйственно-ценной части урожая после внесения ПВК свидетельствуют и данные по кормовым и столовым корнеплодам. Так, внесение 300 и 400 л/га ПВК в подкормку по всходам при рыхлении междурядий понизило уровень загрязненности радиоцезием кормовых корнеплодов на 40 Бк/кг (85,1 %), а использование 1000 и 1500 л/га ПВК в основную заправку при возделывании столовой свеклы (сорт Бордо) уменьшило поступление цезия-137 в корнеплоды на 12—14 Бк/кг (41,4—51,8 % к фону).

Т а б л и ц а 2

Действие и последствие ПВК на поступление цезия-137 в урожай многолетних трав и зеленой массы озимой ржи

Вариант	Опыт 1991 г.				Опыт 1992 г.			
	Урожай сена, ц/га	Цезий-137			Урожай зеленой массы озимой ржи	Цезий-137		
		Бк/кг	к фону			Бк/кг	к фону	
		Бк/кг	Бк/кг	%		Бк/кг	Бк/кг	%
Контроль	54,5	155	—	—	51,5	85	—	—
N ₂₀ +60P ₆₀ K ₆₀ — фон	82,4	88	—	—	151,2	56	—	—
Фон + 1500 л/га ПВК	78,1	71	- 17	19,3	193,7	39	- 17	30,4
Фон + 3000 л/га ПВК	79,8	66	- 22	25,0	195,5	40	- 16	28,6
Фон + 4500 л/га ПВК	80,2	64	- 24	27,3	188	38	- 18	32,1
НСР ₀₅	1,96	14,1			11,8	10,7		

В табл. 2 приведены данные полевого опыта по изучению последствия раствора на урожай и содержание радиоцезия в зеленой массе озимой ржи (предшественник — многолетние травы улучшенного сенокоса). Весной 1991 г. при закладке опыта поверхностно внесено три нормы препарата — 1500, 3000 и 4500 л/га. После второго укоса поле было запахано и на исследуемых вариантах посеяна озимая рожь. Минеральные удобрения внесены осенью: фосфорные и калийные — полной нормой (P₉₀K₁₁₀), азотные — в количестве 20 кг/га д. в. Весной после диагностики азотного питания посева были дополнительно подкормлены аммиачной селитрой из расчета 60 кг/га д. в.

Из табл. 2 видно, что существенные (36,8—44,3 ц/га) достоверные прибавки урожая зеленой массы озимой ржи были получены во все

вариантах опыта, наибольшие — в вариантах с дозами 1500 и 3000 л/га внесенных под предшественник — многолетние травы. Использование раствора ПВК под многолетние травы оказало также заметное воздействие на снижение поступления радиоцезия в продукцию последующей культуры — зеленую массу озимой ржи. По отношению к фону по минеральным удобрениям уровень понижения концентрации цезия-137 в зеленой массе озимой ржи достигал 16—18 Бк/кг (28,3—32,2 %).

Таким образом, применение препарата ПВК в дозах 1500—4500 л/га оказывает пролонгирующее положительное влияние и на второй год после внесения. Позитивный эффект последствия исследуемого мелиоранта на урожай зеленой массы озимой ржи и снижение содержания в продукции цезия-137 составил около 30 %.

Воздействие применяемых рассолов на снижение поступления радионуклидов в растения может быть обусловлено: а) резким повышением содержания и превышением концентраций в почвенном растворе стабильных ионов цезия и стронция, поступивших с препаратом ПВК, над их радиоизотопными аналогами, определенным антагонизмом между изотопами ^{133}Cs — ^{137}Cs и ^{87}Sr — ^{90}Sr ; б) конкуренцией щелочных и щелочно-земельных катионов, содержащихся в ПВК, с радионуклидами цезия и стронция почвенного раствора и поглощающего комплекса; в) преимущественным поглощением растениями более доступных водорастворенных форм стабильных изотопов цезия и стронция, так как к настоящему времени значительная часть осколочных радиоизотопов этих элементов в почвах находится в прочно фиксированном кристаллическими решетками минералов состоянии.

В целом, влияние препарата ПВК на развитие растений, видимо, обуславливается спецификой его состава (поликомпонентность, ионные формы макро- и микроэлементов и т. д.), который через механизмы действия принципов синергизма и антагонизма существенно повышает экологические ресурсы растения, регулирует сбалансированное поступление широкой гаммы необходимых растению питательных веществ.

Таким образом, проведенные исследования показали достаточно высокую эффективность природных рассолов Припятского прогиба как вещества-мелиоранта, ограничивающего поступление радионуклидов цезия и стронция в растения.

Серией полевых опытов установлено, что применение дифференцированных доз, помимо повышения продуктивности, положительно влияло на понижение уровня загрязненности цезием-137 и стронцием-90 урожая ячменя и многолетних трав, а также цезием-137 урожая зеленой массы озимой ржи, кормовых и столовых корнеплодов. Способы использования препарата — как основное внесение под культивацию, так и подкормки в различные фазы вегетации растений, сочетание этих приемов были сравнительно близки по эффективности.

Выявлено, что препарат как мелиорант и жидкое микроудобрение оказывает заметное последствие на второй год после использования. Так, позитивный эффект последствия раствора ПВК на урожай зеленой массы озимой ржи и снижение содержания в нем радиоцезия составил в обоих случаях около 30 % (по отношению к фону по минеральным удобрениям).

Существенное понижение уровня загрязненности растений радионуклидами цезия и стронция, рост урожайности под влиянием природного рассола позволяют рекомендовать его для использования в качестве эффективного мелиоранта при получении экологически более чистой растениеводческой продукции на всех территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

1. Рекомендации по ведению сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения земель Белорусской ССР на 1990 г. Мн., 1990.

2. Сельскохозяйственная радиоэкология / Под ред. Р. М. Алексахина, Н. А. Корнешева. М., 1991.

3. Демидович Л. А., Тихонов С. А., Мельников О. К., Фурсиков Г. Л. // Тез. науч. конф. «Актуальные проблемы социально-гуманитарных и естественных наук». Мн., 1991. С. 162.

4. Демидович Л. А. // Докл. II Всесоюз. совещания «Геохимия гипергенеза». Мн., 1991. С. 72.

5. А. с. 324864 СССР. Вещество, снижающее радиоактивное загрязнение растений. 1991.

6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд. М., 1985.

*Н. А. КАПЕЛЬЩИКОВ, Р. А. ЖМОЙДЯК, Ф. Е. ШАЛЬКЕВИЧ,
Г. В. НОВИКОВ, М. Е. ФЕЙГЕЛЬМАН*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПРИ СРЕДНЕМАСШТАБНОМ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОМ
КАРТОГРАФИРОВАНИИ СЕВЕРА БЕЛАРУСИ**

The bases of methods of average scale geocological mapmaking applying distance survey materials are considered. The methods are based on the analysis of the problems of technogenic and natural influence on the environment and their close interrelationship. In accordance with these factors ecological zones depicting the state of environment, the degree of antropogenic influence on both the separate parts of the landscape and the landscape as a whole were chosen (singled out).

Интенсивное, порой нерациональное, использование природных ресурсов оказывает существенное воздействие на почвы, воды, растительный и животный мир, приводит к локальным и региональным изменениям в ландшафтах и экосистемах. При этом характер и масштабы техногенного воздействия на геологическую среду (ГС) во многом определяются природными условиями территории. В этой связи методика геоэкологического картографирования должна базироваться на изучении вопросов как антропогенного, так и природного воздействия на окружающую среду (ОС). Неоценимую роль в таких исследованиях играют материалы дистанционных съемок (МДС), что обусловлено характерными особенностями аэрокосмической информации и в первую очередь тем, что эти материалы при значительной обзорности позволяют изучать и картировать все основные компоненты ландшафта в их пространственно-временном аспекте.

Для проведения геоэкологического картографирования севера Беларуси Минский отдел Всесоюзного НИИ Космоаэрометодов определил в 1989 г. Брагславско-Полоцкий полигон. Эта территория была выбрана в связи с довольно сложным экологическим состоянием ОС в этом регионе: интенсивным развитием нефтеперерабатывающей промышленности, строительством и частичным функционированием Игналинской АЭС, существенным загрязнением уникальных водоемов промышленными водами и отходами сельскохозяйственных производств и комплексов.

Используемая методика разделена на четыре этапа: два камеральных предполевых, полевой и окончательный камеральный. Этапы имеют свои целевые назначения, предусматривающие исследования, начиная от общего ознакомления с геоэкологическим состоянием территории до составления окончательного отчета с выработкой рекомендаций. Целевые назначения этапов обосновываются конкретными задачами и видами исследования, использованными материалами с выходом на конечный результат.

На первом камеральном этапе планируется сбор фактического материала по геолого-тектоническому строению и неотектонике, геоморфологическим и гидрогеологическим условиям, геохимии ландшафтов, сейсмичности и полезным ископаемым, размещению и состоянию промышленных предприятий, сельскохозяйственных комплексов и городских агломераций, аэрокосмосъемочной изученности. Основным материалом для изучения служат: отчеты (научные и производственные), сборники, монографии, справочники, кадастры, картограммы и др. Итоговыми являются данные в виде карт (схем), графиков, таблиц, профилей, выписок, микрофильмов и другие материалы, характеризующие геоэкологическое состояние территории в целом и отдельных ее частей, наиболее подверженных техногенному воздействию. Обработка такого материала позволяет получить предварительную схему геологического районирования территории, наметить ключевые участки.

При сборе аэрокосмосъемочного материала и топографических карт важное значение приобретает своевременное оформление в установленном порядке (получение разрешений, заключение договоров, размещение

заказов, определение технических условий съемок и др.) документов, необходимых для выполнения летно-съемочных работ. Полученные материалы затем систематизируются и подвергаются первичной обработке, включающей изготовление фотосхем по многозональным и тепловизионным аэроснимкам и прицельной космической съемке (КС), негативов и позитивов специализированных (многозональных) съемок, необходимых для синтезирования и квантования. Конечным результатом сбора аэрокосмосъемочного материала и топокарт являются комплекты разномасштабных топографических карт, штатных и специализированных аэроснимков и материалов прицельных космических съемок, аэрокосмофильмы по эталонным участкам, подготовленные для оптико-электронной и оптико-фотографической их обработки.

Весьма важными и многообъемными являются работы второго камерального этапа по предполетной обработке и анализу собранного материала. Среди конкретных видов работ следует выделить картографирование с использованием МДС рельефа и четвертичных отложений, структурное дешифрирование, морфометрические построения, ландшафтно-геоиндикационные и неотектонические исследования, обработку многозональных и тепловизионных снимков, изучение техногенных объектов и их влияния на ГС. Сюда же относится и разработка программы полевых работ. В результате будут созданы предварительные (частично—окончательные) специальные карты (схемы), получены тепловые и тональные аномалии на фотоизображении, вызванные загрязнением ОС; предварительная карта состояния ГС, а также схема полевых наземных и аэровизуальных маршрутов с указанием точек геохимического опробования и возможной наземной фоторегистрации загрязнителей.

Полевое обследование территории включает сбор фактического материала на местах, маршрутные наблюдения с отбором проб, специализированные летно-съемочные работы. Сбор материала охватывает данные стационарных наблюдений, материалы по водоохранным зонам, состоянию техногенных объектов, землепользованию на конкретных участках и в конкретные сроки. Рекогносцировочные аэровизуальные и наземные (водные) маршруты связаны с ландшафтным картографированием, изучением строения рельефа и четвертичных отложений, природных и техногенных объектов и их влияния на ГС. Попутно ведется профильное лито-, био- и гидрогеохимическое опробование наиболее загрязненных участков и фона. Обязательному опробованию подлежат аномалии, установленные оптико-электронной обработкой многозональных снимков. Важным моментом является синхронность полевых наблюдений и специализированных летно-съемочных работ.

В процессе ведения полевых работ используется почти весь собранный фактический материал, составленные специальные предварительные карты (схемы), материалы аэрокосмосъемок. Маршрутные наблюдения и полевая обработка материалов дают сведения о наличии, местоположении и состоянии природных и техногенных объектов, уточненные упомянутые ранее специальные карты, в том числе и полевую геоэкологическую, пробы грунта, воды, коры березы и др. Кроме того, полученные новые результаты о геоэкологическом состоянии территории и выработанные рекомендации о рациональном природопользовании следует передавать в рабочем порядке заинтересованным органам на местах, что должно быть зафиксировано соответствующими документами. Специализированные аэрокосмосъемки выполняются отдельно по ключевым участкам (на спектральнозональную пленку в масштабе 1:25 000, камерой МКФ-6 в масштабе 1:50 000 и тепловизором «Вулкан» в масштабе 1:5000—1:25 000) и по всей изучаемой территории (штатная АФС на черно-белую пленку масштаба 1:50 000 и прицельная КС масштаба 1:200 000).

Окончательная обработка материала на заключительном (третьем) камеральном этапе включает выборочное повторное дешифрирование МДС с фоторегистрацией аномалий, составление альбома аннотированных снимков, окончательное составление и редактирование результативных карт (схем) и легенд к ним, выработку рекомендаций и написание текстовой части отчета.

Анализ МДС позволяет предположить наличие природно-техногенных комплексов с различной технофильной нагрузкой на ландшафт, что связано с поступлением в геосистему отдельных химических элементов и их соединений. Основными загрязнителями ОС являются городские агломерации с промышленными предприятиями, технологические установки по производству тепла и энергии, транспорт, животноводческие комплексы, удобрения и др. При этом отмечена четкая приуроченность городских агломераций и промышленных предприятий к тектоническим зонам, отличающимся повышенной геодинамической активностью, увеличением водонасыщенности и перетеканием подземных вод из нижних горизонтов в верхние, что находит отражение в появлении различных гидрогенных ландшафтных аномалий. В пределах изучаемой территории были выделены три типа агломераций—крупные (Полоцк, Новополоцк), средние (Шарковщина, Миоры) и малые (Браслав, Верхнедвинск, Дисна, Россоны). Они характеризуются различной степенью техногенной нагрузки на ландшафт, обусловленной как численностью населения с соответствующим комплексом предприятий социально-бытового назначения, так и неоднородностью развития промышленности.

Для целей геоэкологического картографирования, помимо дистанционных методов исследований, проводилось комплексное геохимическое опробование верхнего горизонта и коры 10—12-летней березы по 4—5 радиальным направлениям. Для малых и средних агломераций дальность отбора проб не превышала 10 км, для крупных—25 км. Отобранные образцы анализировались на 39 химических элементах. Обобщение полученных данных позволило выделить вокруг городов техногенные зоны стойких (высоких), локальных (средних) и близких к фону (низких) аномалий. Наряду с существенными изменениями ландшафта в результате строительства Игналинской АЭС на тепловизионных аэроснимках отчетливо дешифрируется тепловое загрязнение оз. Дрисвяты. Опробование донных осадков дало в пределах тепловой аномалии и повышенную гамма-активность, почти в два раза превышающую фон субаквального ландшафта.

Из-за канцерогенных соединений, содержащихся в выхлопных газах, все большее значение приобретает проблема экологии на автотранспорте. Основным элементом-загрязнителем является свинец, который в виде тетраэтилового или тетраметилового соединения присутствует в этиловой жидкости, увеличивая октановое число и действуя в качестве антидетонатора. По результатам геохимического исследования было выделено несколько зон воздействия автотранспорта на природные ландшафты: до 25—35 м—зона сильного воздушного, почвенного и растительного загрязнения, 35—120 м—зона сильного воздушного, почвенного и умеренного растительного загрязнения и 300—3000 м—зона воздушного воздействия на ландшафт летучими компонентами выхлопных газов. В качестве санитарной зоны следует принять 600-метровые (по 300 м с каждой стороны) полосы вдоль автомагистралей межгосударственного значения, 400 м—вдоль республиканских и 200 м—вдоль дорог местного значения.

В связи с сельскохозяйственным производством, размещением ферм нередко по берегам рек и озер возникает необходимость изучения влияния животноводческих комплексов как на отдельные структурные компоненты, так и на ландшафт в целом. Прямое воздействие выражается в непосредственном загрязнении почв (несколько сот метров), воздуха (до 2—3 км) и вод азотом, фосфором, калием, кальцием, серой, аммиаком и сероводородом. Существенные загрязнения ОС вызваны порой чрезмерной химизацией сельскохозяйственных угодий, слабым обеспечением хозяйств складскими помещениями для хранения удобрений. Хранилища удобрений, расположенные в водоохраных зонах, как и животноводческие комплексы, должны быть вынесены в другие, экологически безопасные места и оборудованы соответствующим образом; аналогично и транспортные предприятия (ПМК, мехдворы), малые промышленные и полупромышленные установки, предприятия соцкультбыта с автономным тепловым обеспечением, объекты мелиоративного строительства и др.

Совокупность природных и антропогенных факторов, выявленных с

помощью МДС и подтвержденных последующими ландшафтно-геохимическими исследованиями, дали основание для выделения следующих зон:

- полной экологической стабильности—антропогенное влияние на природную среду отсутствует;
- колеблющейся экологической стабильности—вмешательство человека направлено на поддержание равновесия в экосистеме;
- экологического дисбаланса—антропогенное воздействие приводит к незначительному изменению природных связей в пределах одного компонента ландшафта;
- экологического дискомфорта—слабое изменение структуры ландшафта (в пределах нескольких компонентов);
- экологического конфликта—частичное нарушение элементарного ландшафта;
- экологического кризиса—антропогенное воздействие приводит к значительному нарушению ландшафта и частичному его изменению;
- экологической катастрофы—полная деградация ландшафта и формирование новых антропогенных структур.

Среди перечисленных ряд зон имеет место и в пределах изучаемой территории.

Таким образом, в результате техногенных нагрузок появляются первичные и вторичные ареалы загрязнения во всех компонентах ОС. Содержание в них элементов-загрязнителей контролируется с помощью значений предельно-допустимой концентрации (ПДК), которые создаются на основе природных концентраций химических соединений. Взаимодействие же природных и антропогенных влияний способствует ускоренному протеканию процессов загрязнения ОС (просадки, эрозия, смыв и т. д.), существенному распространению элементов-загрязнителей как по вертикали, так и по горизонтали.

УДК 911.2:504.55 (476)

Г. И. МАРЦИНКЕВИЧ, В. Н. ГУБИН,
Н. Ю. ДЕНИСОВА, В. М. ЖУКОВА

ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

In this article the possibility of the landscape method for dynamic and geochemist research of the nature environment is realized. Also the compositional principles and the content peculiarities of the dynamic and landscape-geochemist maps of the average scale are passed.

Обострение экологической обстановки в Беларуси требует принятия эффективных мер по ее тщательному изучению и улучшению. В связи с этим важное значение приобретает проблема геоэкологического картографирования. Согласно существующим представлениям, целью такого картографирования является отражение состояния окружающей среды, что достигается с помощью анализа взаимодействия природных и антропогенных факторов. Одним из наиболее результативных подходов к решению этой сложной проблемы является ландшафтный подход, позволяющий использовать свойства природных территориальных комплексов (ПТК) для оценки состояния окружающей среды. В предлагаемой работе в качестве критерия оценки выступают процессы, протекающие под воздействием как природных условий, так и техногенной деятельности человека.

Геоэкологическое картографирование на ландшафтной основе выполнялось в пределах Березинского полигона—эталонного в ландшафтно-геологическом отношении для области древнематерикового оледенения. Площадь полигона составляет около 5 тыс. км². В структурном отношении данная территория расположена на участке сочленения северо-восточной части Белорусской антеклизы с Оршанской впадиной с типичными холмисто-моренно-озерными, вторично-моренными, холмисто-моренно-эрозионными и вторичными водно-ледниковыми ландшафтами, литогенная основа которых сформирована главным образом в

результате экзарационно-аккумулятивной деятельности сожского (московского) и поозерского (валдайского) ледниковых покровов. Территория полигона подвергается интенсивному техногенному—сельскохозяйственному, мелиоративному, лесохозяйственному и промышленному, в том числе энергетическому, воздействию.

Одним из результатов проведенных геоэкологических исследований Березинского полигона явилось составление карты динамики ландшафтов и ландшафтно-геохимической карты среднего масштаба. Базовыми для их построения явились карты природных и природно-техногенных ландшафтов. На первой из них зафиксированы пространственные закономерности распространения ПТК в ранге родов и видов ландшафтов. Составленная по существующей методике [1] вторая модель отражает ПТК с однотипным техногенным воздействием.

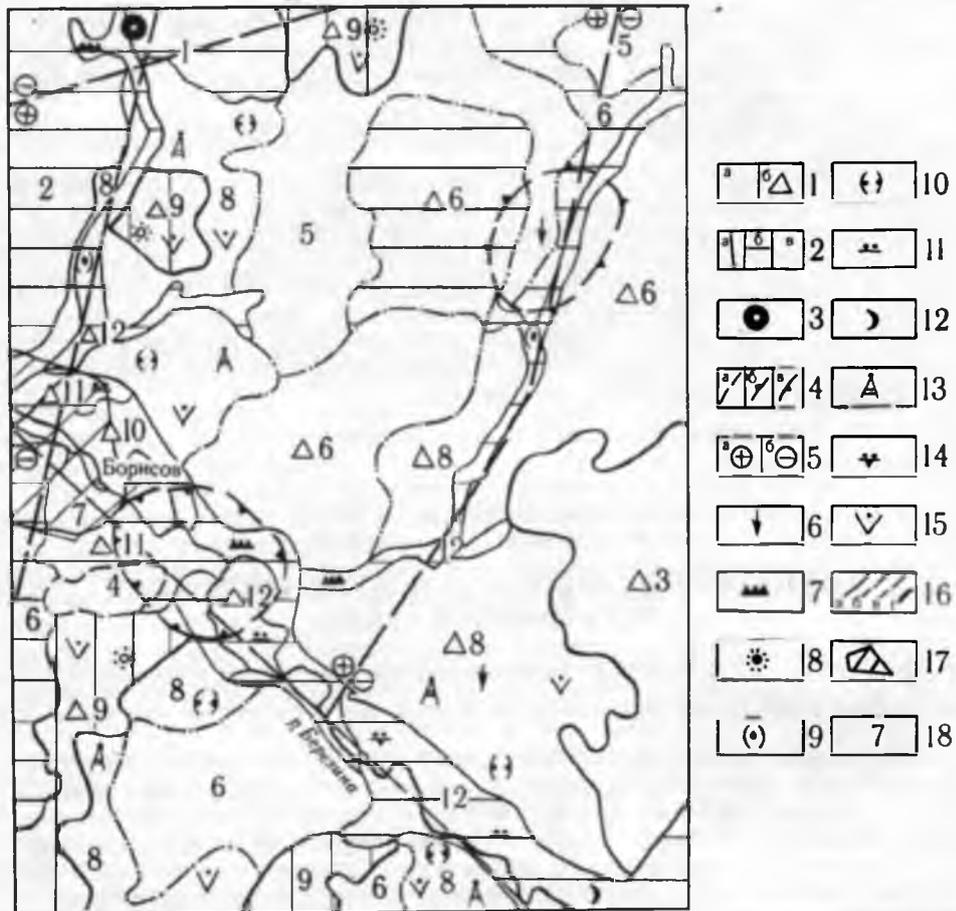


Рис. 1. Карта динамики ландшафтов.

1, 2—динамические характеристики ландшафтов: 1—неполные смены: а—первая, б—вторая, 2—фазы развития: а—зарождения и становления, б—устойчивого существования и медленного развития, в—смены; 3—5—проявление сейсмотектонических процессов: 3—эпицентры землетрясений; 4—активные структурные формы: а—линейные, б, в—кольцевые: положительный (⊕), отрицательный (⊖); 5—характер дифференцированных позднеэтропогенных движений: а—умеренное поднятие, б—слабое опускание; 6—15—экзодинамические процессы: 6—линейная эрозия; 7—русловая эрозия; 8—дефляция; в—суффозия; 10—термокарст; 11—аллювиальные; 12—зольные; 13—пролювиальные; 14—эрозионно-аккумулятивные; 15—заболочивание; 16—17—районы проявления техногенеза: 16—мелиорация и сельскохозяйственного освоения ландшафтов: а—наименее освоенные, б—менее освоенные, в—достаточно освоенные, г—наиболее освоенные; 17—промышленные районы; 18—виды ландшафтов: 1—крупнохолмистый моренно-эрозионный, 2—среднехолмистый моренно-эрозионный, 3—мелкохолмистый лессовый, 4—халисто-волнистый вторичный водно-ледниковый, 5—мелкохолмистый вторично-моренный, 6—полого-волнистый лессовый, 7—полого-волнистый аллювиальный террасированный, 8—плоско-волнистый вторичный водно-ледниковый, в—плоский моренно-зандровый, 10—плоский аллювиальный террасированный, 11—пойменный гривистый, 12—пойменный плоский

Основным принципом построения среднемасштабной карты динамики ландшафтов (рис. 1) является картографическое отображение пространственно-временных аспектов ПТК, находящихся на различных стадиях развития под совокупным воздействием природных и техноген-

ных факторов. Особое внимание уделяется установлению динамических характеристик ПТК, выраженных, по терминологии И. И. Мамай [2], в ландшафтных сменах.

В области древнематерикового оледенения полная ландшафтная смена обусловлена заменой одного ПТК другим в результате экзарационно-аккумулятивной деятельности ледников, динамика которых контролировалась неотектоническими процессами. Эти смены проявляются на региональном уровне и характеризуют этапы в развитии ПТК в ранге родов. Так, холмисто-моренно-эрозионные ландшафты Березинского полигона прошли в своем развитии четыре полные смены.

Причинами неполных ландшафтных смен в настоящее время являются изменения окружающей среды под влиянием главным образом современных экзодинамических явлений, включая техногенное воздействие. В результате интенсивно протекающих эрозионных процессов в пределах крупнохолмистого ландшафта (с покровом лессовидных супесей и суглинков, с широколиственно-еловыми зеленомошно-кисличными лесами на дерново-палево-подзолистых почвах) формируется увалистый тип рельефа.

Техногенное воздействие, оказываемое в настоящее время на ПТК, разнообразно. К неполным ландшафтным сменам приводит мелиоративное освоение территории, сооружение водохозяйственных объектов, городская застройка (см. рис. 1).

Для определения характера развития окружающей среды во временном интервале последней неполной ландшафтной смены следует выделять многолетние состояния ПТК. В данном случае при картографировании целесообразен показ следующих фаз динамического состояния ПТК: 1) зарождения и становления, 2) устойчивого существования и медленного развития, 3) смены [2]. В результате техногенного влияния большая часть ПТК Березинского полигона находится в фазе зарождения и становления или фазе смены. Этот факт свидетельствует о том, что в настоящее время ведущим фактором динамики ПТК как по степени воздействия, так и по масштабам является техногенез.

Для геоэкологических целей важно определить характер и интенсивность техногенного воздействия на ПТК и окружающую среду в целом. В данном случае следует выделять виды ландшафтов, охваченные мелиорацией и сельскохозяйственным использованием, измененные урбанизацией и промышленным строительством. Показателями мелиоративной и сельскохозяйственной измененности ПТК являются коэффициенты, которые могут быть определены как отношение освоенных и естественных угодий в структуре земельного фонда. Различиями в обозначениях ландшафтных контуров на карте динамики показываються наименее ($0,1 < k < 0,5$), менее ($0,5 < k < 0,75$), достаточно ($0,75 < k < 1$) и наиболее ($1,5 < k < 2$) освоенные ПТК (см. рис. 1)*. Карта динамики ландшафтов содержит обширную информацию о происходящих изменениях в ПТК и может существенно дополнить экологическое картографирование окружающей среды.

Применение ландшафтного подхода позволяет синтезировать значительный объем сведений о факторах дифференциации геохимического фона территории Березинского полигона и на ее основе составить ландшафтно-геохимическую карту среднего масштаба (рис. 2).

С целью выяснения общего механизма процессов перераспределения химических элементов в ПТК и установления особенностей их миграции изучаются и наносятся на карту класс водной миграции, геохимические барьеры [3], микроэлементы, кларк концентрации которых больше либо равен единице (по отношению к местным кларкам для почв Беларуси), механический состав и генезис почвообразующих пород, интенсивность водообмена. Названные показатели наиболее ярко определяют геохимическую специфику ПТК и оказывают наибольшее влияние на процессы миграции, концентрации и рассеяния химических элементов.

Геохимические барьеры указывают на потенциальные условия рассеяния в ПТК одних элементов и концентрацию других. Механические и биогеохимические барьеры развиты повсеместно, а потому отмечены лишь природные физико-химические латеральные и, главным образом,

*Цифры в контуре на рис. 1 и 2 обозначают нумерацию видов ландшафтов.

радиальные барьеры. От исходного уровня содержания микроэлементов зависит степень устойчивости почвенного покрова к техногенному воздействию. На основе данных показателей составлен геохимический индекс каждого ПТК в ранге видов ландшафтов.

Механический состав и генезис почвообразующих пород, определяющие емкость поглощения, валовый микроэлементный состав, инфильтрационные и другие свойства почвенного покрова, являющиеся геохимическими показателями более высокого ранга (см. рис. 2).

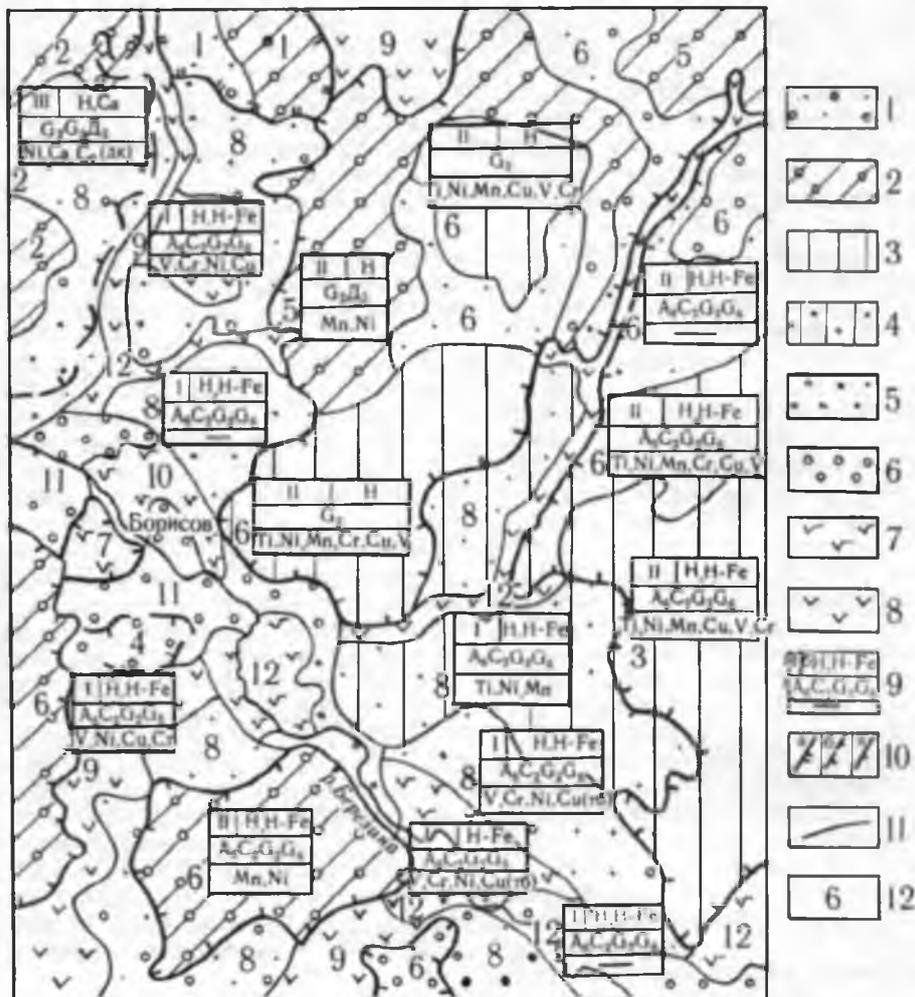


Рис. 2. Ландшафтно-геохимическая карта.

1-8-почвообразующие породы: 1-моренные пески; 2-моренные супеси; 3-лессовидные супеси и суглинки; 4-лессовидные супеси и водно-ледниковые пески; 5-водно-ледниковые пески; 6-аллювиальные пески; 7-торф и аллювиальные пески; 8-торф; 9-геохимические показатели основных видов ландшафтов: а-интенсивность водообмена: I-замедленная, II-слабая, III-средняя, IV-высокая; б-класс водной миграции: а-геохимический индекс ландшафта (дк-дерново-карбонатные почвы, тб-торфяно-болотные почвы); 10-границы областей с различной интенсивностью водообмена: а-высокой, б-средней, в-слабой; 11-границы литологических разностей; 12-виды ландшафтов (см. рис. 1)

Для характеристики общей картины дифференциации геохимического фона территории Березинского полигона проведена градация ПТК по интенсивности водообмена. Данный показатель определяется в результате сопряженного анализа характерных черт рельефа и отражает особенности поверхностного и внутрипочвенного стока, определяя геохимическую контрастность рельефа.

Для ПТК с высокой интенсивностью водообмена характерны окислительные условия, вынос химических элементов, активная механическая и водная миграция. Им свойственны автоморфные почвы, развивающиеся на моренных и лессовых отложениях, кислый класс водной миграции, распространены сорбционный и, реже, щелочной барьеры. Эти

преимущественно геохимически автономные территории. В ПТК со средней интенсивностью водообмена сохраняется преобладание данных условий, однако расчлененность и степень дренированности ПТК заметно уменьшаются.

Совершенно иная геохимическая обстановка в условиях Березинского полигона свойственна ПТК со слабой интенсивностью водообмена. Здесь широко распространены наряду с автоморфными полугидроморфные почвы на водно-ледниковых, озерно-ледниковых, аллювиальных и болотных отложениях, для которых характерны кислый глеевый класс водной миграции, кислородный, глеевый, сорбционный восстановительный барьеры. В ПТК с замедленным водообменом преобладают геохимически подчиненные территории. Им свойственны восстановительные условия, аккумуляция химических элементов, миграция которых происходит главным образом в растворенном состоянии. Повсеместно распространены гидроморфные и полугидроморфные почвы на болотных, водно-ледниковых, аллювиальных, озерных и озерно-ледниковых отложениях, отличающиеся кислым глеевым классом водной миграции, наличием сорбционного восстановительного, кислородного и глеевого барьеров (см. рис. 2).

Таким образом, анализ геохимических особенностей окружающей среды позволяет оценить степень защищенности и устойчивость геохимических систем к техногенезу, определить тенденции изменения геохимической обстановки.

Карты динамики ландшафтов и ландшафтно-геохимическая являются необходимыми для оценки состояния окружающей среды и существенно дополняют среднемасштабное геоэкологическое картографирование информацией о динамических характеристиках ПТК и ландшафтно-геохимической обстановке.

1. Марцинкевич Г. И., Клицунова Н. К. // Антропогенные ландшафты и вопросы охраны природы. Уфа, 1984. С. 135.
2. М а м а й И. И. Динамика ландшафтов. Методика изучения. М., 1992.
3. П е р е л ь м а н А. И. Геохимия. М., 1989.

УДК 628.112:543.3

Т. Я. ЛОБАЧ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОЛОДЕЗНЫХ ВОД МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ

Data of chemical composition of well-waters of Polesye, Poozerye and the Central Part of Belarus are adduced. Questions of the influence of remoteness from land-reclamation units and remoteness of the date of drainage and agricultural use of reclaimed soils on chemical composition of well-waters are considered.

Источниками водоснабжения небольших и средних городов служат подземные воды, однако их доля в общем объеме питьевой воды уменьшается. Рост городов, увеличение численности населения, бурное развитие промышленности приводит к значительному водопотреблению, в связи с чем уже невозможно ограничиться использованием в качестве источника водоснабжения лишь подземных вод. В настоящее время из общего количества воды, подаваемой в города и села, около 90 % берется из поверхностных источников.

Наиболее подходящими источниками питьевой воды небольших населенных пунктов являются подземные воды, которые считаются водами хорошего качества, удовлетворяющего по всем показателям требованиям водоснабжения, если они преимущественно гидрокарбонатного типа классов $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ и $\text{HCO}_3 > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$ [1]. В анионно-катионном выражении они могут иметь следующий состав: гидрокарбонатный кальциево-магниевый, гидрокарбонатно-натриевый, гидрокарбонат-

но-сульфатный кальциево-магниевый, гидрокарбонатно-хлоридный кальциево-натриевый. Беларусь расположена в зоне, где природным фоном являются гидрокарбонатно-кальциевые подземные воды и формирование другого класса вод свидетельствует о их загрязнении.

В сельских районах главными причинами неудовлетворительного качества воды являются ее бактериологическое и другие виды биологических загрязнений, однако в последнее время очень серьезные проблемы возникают в результате химического загрязнения водных источников.

Т а б л и ц а 1

Средний химический состав колодезных вод Беларуси, мг/л

Показатели	Регион								
	Полесский, n = 21			Центральный, n = 6			Поозерный, n = 5		
	\bar{x}	σ	m	\bar{x}	σ	m	\bar{x}	σ	m
Перманганатная окисляемость, мг O_2 /л	2,4	1,3	0,3	1,5	1,3	0,5	1,6	1,6	0,7
Жесткость, мг-экв/л	3,5	1,4	0,3	3,6	0,9	0,3	5,1	2,6	1,2
K^+	72,5*	56,7	12,4	50,6*	50,2	20,5	75,0*	64,2	28,8
Na^+	72,8	61,4	13,4	81,2	80,2	32,7	61,6	45,3	20,2
Ca^{2+}	50,0	20,6	4,5	50,0	16,4	6,7	49,5	17,1	7,6
Mg^{2+}	14,7	6,5	1,4	13,6	5,0	2,1	32,2	25,4	11,3
NH_4^+	1,3	1,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,7	0,9	0,4
Fe^{3+}	0,06	0,1	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04	0,05	0,02
Fe^{2+}	0,04	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Cl^-	91,1	54,3	11,8	140,2	126,0	51,4	86,7	68,3	30,5
SO_4^{2-}	97,4	81,8	17,9	111,0	44,4	18,1	76,6	26,1	11,7
NO_2^-	0,07	0,08	0,02	0,08*	0,09	0,03	0,05	0,05	0,02
NO_3^-	30,5	20,4	4,4	25,7	18,7	7,7	27,1	13,9	6,2
HCO_3^-	217,0	93,1	20,3	184,4	81,4	33,2	325,9	147,2	65,8
PO_4^{3-}	0,32	0,65	0,14	0,07	0,05	0,02	0,03	0,04	0,02
Плотный остаток	809,0	683,5	367,4	1127,0*	838,8	34,2	789,7	319,3	14,2
Минеральный остаток	340,0	191,7	41,8	413,0	260,3	13,0	311,0	195,4	87,4
Σ ионов	647,9	260,4	56,8	666,3	308,8	12,6	745,6	317,2	14,3

П р и м е ч а н и е: Здесь и в последующих таблицах *—превышение ПДК.

В течение длительного времени нами изучался химический состав колодезных вод. Было отобрано 32 образца вод на 22 объектах, из них 21 образец—на территории Полесья, 5 в Поозерья и 6 в Центральной Беларуси (табл. 1). Колодезные воды Полесья — гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные, Поозерья — гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые и Центральной Беларуси—гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные (классификация О. А. Алекина [2]). Большинство изучаемых колодезных вод Беларуси имеют превышение ПДК по содержанию калия. Обычно в подземных водах количество ионов калия колеблется от миллиграммов

до граммов в 1 л, что определяется составом водовмещающих пород, глубиной залегания подземных вод и другими условиями гидрогеологической обстановки. Различные растворимые соединения калия образуются также в результате биологических процессов, протекающих в коре выветривания и почвах. Калий обычно сорбируется на высокодисперсных частицах почв, пород, донных отложений и задерживается растениями в процессе их развития и роста. Это приводит к меньшей подвижности калия по сравнению с натрием, поэтому калий находится в природных водах, особенно поверхностных, в более низкой концентрации, чем натрий. В природные воды калий поступает также с хозяйственно-бытовыми, промышленными сточными водами, а также с орошаемых полей и поверхностным водным стоком с сельскохозяйственных угодий. По данным [3], хозяйственно-бытовые стоки вызывают в подземных водах возрастание калия до 20 % и хлористого натрия до 10—15 %.

В Беларуси, где находится крупное Солигорское месторождение калийных солей, в подземных водах концентрируется значительное количество ионов калия. К тому же внесение калийных удобрений на поля способствует повышению концентрации калия в грунтовых и подземных водах, так как не весь калий поглощается вегетирующими растениями и сорбируется почвой. По нашим данным [4, 5], содержание иона калия в поверхностных и почвенно-грунтовых водах Беларуси составляет от 1,5 до 31,6 мг/л, следовательно, в колодезные воды калий поступает в основном за счет антропогенного воздействия.

В колодезных водах Центральной Беларуси наблюдается превышение ПДК по плотному остатку, что может придавать питьевым водам характерный привкус и отрицательно сказываться на работе желудочно-кишечного тракта у людей [6].

Воды Поозерья отличаются повышенной жесткостью в основном за счет ионов магния, наличие которых в колодезных водах Полесья превышает норму в 2,4, а в Центральной Беларуси в 2,2 раза. Содержание иона магния в питьевых водах более чем 30 мг/л вызывает повышенную жесткость, неприятный привкус, раздражение желудочно-кишечного тракта. При жесткости свыше 2 мг-экв/л образуется чрезмерная накипь на посуде. В поверхностных и почвенно-грунтовых водах Поозерья магния также значительно больше, чем в других зонах Беларуси, что связано, очевидно, с преобладанием там минеральных почв, в основном моренных суглинков, обогащенных карбонатами [7].

Воды Полесья насыщены фосфатами. Их содержание в колодезных водах в 4,6 раза выше, чем в Центральной Беларуси, и в 10 раз выше, чем в Поозерья. Сравнивая количество фосфатов в поверхностных и почвенно-грунтовых водах Беларуси, составляющих 0,01—0,07 мг/л (попадают из почвы, сточных вод или из органических соединений при их разложении), можно сделать вывод, что повышенное содержание фосфатов в колодезных водах Беларуси так же, как и калия, свидетельствует об их антропогенном происхождении. Загрязнение природных вод фосфатами связано с применением фосфорных удобрений, особенно на Полесье, где проведена широкомасштабная мелиорация с целью сельскохозяйственного использования осушенных почв, а также с использованием полифосфатов как моющих средств, флотореагентов и умягчителей воды. Органические и минеральные соединения фосфатов образуются при биологической переработке остатков животных и растительных организмов, а также в процессе биологической очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод.

Воды Полесья характеризуются высоким содержанием аммонийной формы азота, что, очевидно, связано с повышением процессов бактериального разложения органических веществ при их осушении и освоении торфяных почв, преобладающих в этом регионе, а также применением аммиачной воды в качестве удобрения (в настоящее время это запрещено).

По содержанию других химических элементов колодезные воды Беларуси близки между собой (см. рис. 1).

В связи с широкомасштабной осушительной мелиорацией, проводи-

мой в Беларуси, изменился водный баланс, гидрологический и водно-воздушный режимы, направление почвообразовательных процессов с разложением органического вещества осушаемых торфяных почв и интенсивным выносом химических элементов из верхней толщи почв в воды. Вода с осушенных болот имеет повышенную минерализацию. В речную сеть и водохранилища выносятся ионы закисного железа, марганца, фосфора, нитратов и нитритов, которые накапливались в торфяной залежи. К тому же дальнейшее сельскохозяйственное использование осушенных территорий делает их источником поступления азота и фосфора в поверхностные, а затем и подземные воды. Применение минеральных удобрений является одной из причин увеличения содержания азота и фосфора в водных объектах, куда удобрения поступают с поверхностным стоком с неорошаемых водосборов и коллекторными водами, сбрасываемыми с орошаемых территорий. На вынос азота и фосфора в воды влияют количество внесенных удобрений, их химический состав, объем сброшенной воды, вид возделываемой культуры, механический состав почвы, близость животноводческих ферм и др.

Т а б л и ц а 2

Влияние удаленности от мелиоративных объектов
на химический состав колодезных вод, мг/л

Показатели	Место отбора проб			
	Удаленность от мелиоративного объекта, км			
	д. Клепачи Пружанского р-на		д. Смолевичи Смолевичского р-на	
	1,8	0,2	2,2	0,18
Перманганатная окисляемость, мг O_2 /л	1,20	1,74	2,40	3,68
Жесткость, мг-экв/л	3,09	4,17	4,25	5,04
K^+	59,05*	106,12*	2,05	49,07*
Na^+	60,00	91,50	78,12	235,37*
Ca^{2+}	51,50	54,61	69,14	70,74
Mg^{2+}	6,14	17,55	9,75	18,37
NH_4^+	0,82	2,40*	0,75	0,86
Fe^{3+}	0,02	0,03	0,02	0,01
Fe^{2+}	0,02	0,03	0,02	0,01
Cl^-	68,27	100,75	79,95	300,26*
SO_4^{2-}	130,03	250,80	155,55	167,48
NO_2^-	0,06	0,12*	0,01	0,25*
NO_3^-	4,65	49,37*	1,40	2,80
HCO_3^-	200,37	127,57	183,00	287,92
PO_4^{3-}	1,04	2,00	0,11	0,15
Плотный остаток	696,00	1192,00*	1263,00*	2261,00*
Минеральный остаток	360,00	601,00	664,00	621,00
Σ ионов	573,39	802,85	579,87	1133,29

Нами изучалось влияние удаленности колодцев от мелиорированных почв на химический состав вод в Пружанском и Смолевичском районах. В д. Клепачи Пружанского района в течение трех лет пробы отбирались в центре деревни и на окраине непосредственно у большого массива осушенных торфяных почв (табл. 2). Исследованиями установлено, что колодезные воды у мелиоративного объекта значительно загрязнены. В них было выявлено превышение ПДК по содержанию плотного остатка,

нитратов, нитритов, аммония, калия. Все это негативно сказывается на здоровье человека, так как превышение ПДК только по одному показателю может вызвать определенные заболевания. Особое беспокойство вызывают повышенные концентрации всех форм азота. Имеются данные о том, что нитраты вредно влияют на здоровье детей, особенно раннего возраста, если концентрация их в воде превышает 45 мг/л, поскольку после восстановления в нитриты, количество которых в данном колодце также превышает ПДК, они могут вызвать развитие метгемоглобинемии [8].

Колодезные воды у мелиоративного объекта сульфатно-гидрокарбонатно-калиевые, в центре деревни— гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные, умеренно жесткие. Колодезные воды у мелиоративного объекта по сравнению с колодезными водами в центре деревни содержат нитратов в 10,6, аммония в 2,9, нитритов в 2, сульфатов и фосфатов в 1,9, калия в 1,8, плотного и минерального остатков в 1,7, хлоридов и натрия в 1,5 раза больше. При содержании сульфатов свыше 200 мг/л у человека появляется раздражение желудочно-кишечного тракта, особенно когда сульфаты сочетаются с магнием или натрием.

В Смоленичском районе пробы колодезных вод отбирались также в центре деревни и у мелиоративного объекта (см. табл. 2). Анализы проб свидетельствуют о значительном загрязнении последних. Установлено превышение ПДК по 5 показателям: плотному остатку, калию, натрию, хлоридам, нитритам, в колодезных водах, отобранных в центре деревни— только по плотному остатку. Воды у мелиоративного объекта— хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые, умеренно-жесткие (классификация О. А. Алескина), в центре деревни— гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные, умеренно жесткие. Содержание нитритов и калия в колодезных водах у мелиоративного объекта в 24 раза выше, чем в центре деревни, хлоридов в 3,8, натрия в 3, нитратов в 2, плотного остатка в 1,8, фосфатов в 1,4 раза. При содержании хлоридов свыше 200 мг/л вода приобретает определенный привкус и вызывает коррозию металлов.

По мере давности осушения мелиорированных ландшафтов отмечается прогрессирующее загрязнение колодезных вод. Так, на Полесской опытной мелиоративной станции (Лунинецкий район) за 9 лет наблюдений (с 1979 по 1988 г.) в колодезных водах содержание нитратов и натрия увеличилось в 11,7 раз, иона калия в 12,3, сульфатов в 5,6, аммония в 4,4, нитритов в 4,0, хлоридов в 3,8, плотного остатка в 2,8, минерального остатка в 2,6, закисного железа и минерализации (по сумме ионов) в 2 раза (табл. 3). Аналогичные изменения и колодезных

Т а б л и ц а 3

Влияние сроков освоения мелиорированных территорий на химический состав колодезных вод, мг/л

Показатели	Отбор проб в летнюю межень						
	Полесская опытная мелиоративная станция				д. Сосны Любанского района		
	1979 г.	1984 г.	1987 г.	1988 г.	1978 г.	1991 г.	1992 г.
Перманганатная окисляемость, мг O ₂ /л	3,68	4,75	4,96	4,84	1,34	1,66	3,04
Жесткость, мг-экв/л	2,60	3,71	1,96	2,21	6,80	1,72	4,40
K ⁺	7,20	35,00	87,08*	88,30*	14,51	54,44*	55,45*
Na ⁺	11,50	36,75	85,04	135,20	37,50	88,22	250,00*
Ca ²⁺	50,10	57,31	35,67	40,08	112,22	26,85	61,32
Mg ²⁺	1,21	1,33	2,19	2,55	14,58	4,62	16,28
NH ₄ ⁺	0,93	1,58	4,07*	4,12*	0,82	1,98	2,28*
Fe ³⁺	0,11	0,11	0,16	0,21	0,05	0,13	0,15
Fe ²⁺	0,10	0,14	0,10	0,14	0,04	0,12	0,12
Cl ⁻	36,80	45,28	52,42	134,71	24,90	67,05	189,90
SO ₄ ²⁻	56,79	65,00	76,54	317,26	33,75	36,17	129,65
NO ₂	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02	0,02	0,07
NO ₃	4,00	4,24	6,70	46,85*	18,0	22,30	45,05*
HCO ₃ ⁻	207,42	192,73	82,96	23,18	331,84	157,33	63,44
PO ₄	0,03	0,06	0,06	0,07	0,03	0,04	0,12*
Плотный остаток	365,00	552,00	1018,0*	1042,0*	246,00	950,00	1438,00*
Минеральный остаток	153,00	287,00	373,00	392,00	143,00	234,00	432,00
Σ ионов	392,89	421,86	433,02	792,71	588,27	459,32	814,83

вод, отобранных в д. Сосны Любанского района, где за 14 лет исследований (с 1978 по 1992 г.) количество хлоридов возросло в 7,6 раза, ионов натрия в 6,7, содержание плотного остатка в 5,8, фосфатов и калия в 4,0, сульфатов в 3,8, нитритов в 3,5, железа в 3,0, аммония в 2,8, нитратов в 2,5, минерализация в 1,4 раза.

В начале исследований колодезные воды как Полесской опытной мелиоративной станции, так и воды, отобранные в д. Сосны, имели природный гидрокарбонатно-кальциевый состав. С годами состав колодезных вод ПОМС изменился и стал сульфатно-натриево-хлоридный, а колодезных вод д. Сосны—натриево-хлоридно-сульфатный (классификация О. А. Алекина), что не характерно для питьевых вод и свидетельствует об их загрязнении. К тому же воды ПОМС, отобранные в 1988 г., превышают ПДК по 4 показателям: калию, аммонии, нитратам и плотному остатку, а воды, отобранные в 1992 г. в д. Сосны, по 6 показателям: калию, натрию, аммонии, нитратам, фосфатам и плотному остатку, что очень вредно для здоровья людей, употребляющих эту питьевую воду.

В [8] отмечается, что повышенная минерализация питьевой воды может неблагоприятно отразиться на различных функциях организма, в том числе и на состоянии желудочно-кишечного тракта. Так, увеличение в воде содержания сульфат-иона приводит к угнетению секреторной функции желудка, к увеличению заболеваемости раком желудка может привести повышенная жесткость и нарушение минерализации воды.

В 29 пробах колодезных вод из 32 отмечается превышение ПДК: по содержанию калия в 20, по нитратам в 13, по плотному остатку в 12, по содержанию аммония в 9, по железу в 6.

Наибольшее загрязнение колодезных вод отмечается на Полесье, где преобладают мелиорированные торфяные почвы. Так, в д. Борки Житковичского района воды имеют превышение ПДК по 7 показателям: плотному остатку, калию, натрию, железу, нитратам, нитритам, фосфатам; в д. Клепачи Пружанского района (мелиоративный объект «Верховье р. Ясельды») превышение ПДК по 6 показателям: плотному остатку, калию, аммонии, нитратам, нитритам, фосфатам; воды Полесской опытной мелиоративной станции имеют превышение ПДК по 5 показателям: плотному остатку, калию, сульфатам, нитратам, аммонии.

На трех объектах нами выявлено превышение ПДК по 4 показателям, на 13—по 3 показателям, на 5—по двум, на 4—по одному показателю.

Очевидно, что необходимы мероприятия по снижению загрязнения природных вод, которые смогут привести к восстановлению первоначального качества воды. Однако изменения в геохимических процессах, происходящие в результате воздействия человека на водосборную площадь, очень значительны и не скоро могут быть приостановлены, не говоря уже об улучшении существующего положения. Поэтому наряду с мерами по уменьшению загрязнения непосредственно водных объектов необходимо разрабатывать научно обоснованные природоохранные мероприятия в целом, направленные на сохранение окружающей среды, в том числе и природных вод.

1. П и т ь е в а К. Е. Гидрогеохимия. М., 1988.
2. А л е к и н О. А. Основы гидрохимии. Л., 1970.
3. К у п р и я н о в В. В., С к а к а л ь с к и й Б. Г. // Водные ресурсы. 1983. № 2. С. 172.
4. З а й к о С. М. и др. Эволюция почв мелиорируемых территорий Белоруссии. Мн., 1990. С. 287.
5. З а й к о С. М., Л о б а ч Т. Я. // Вест. Белорус. ун-та. Сер. 2. № 3. 1981. С. 65.
6. Международные стандарты питьевой воды. 3-е изд. Женева, 1973. С. 78.
7. Белорусское Поозерье: анализ эколого-мелиоративного состояния. Мн., 1992. С. 156.
8. С т р у с е в и ч Е. А., Б у д е е в И. А., Г у ж о в В. К., Я к о в е н к о Б. В. Минеральный состав питьевой воды и здоровье населения. Новосибирск, 1985. С. 47.



ПЕРВООТКРЫВАТЕЛИ ГОР ПЕСТЕРЕВ И ТОМАС АТКИНСОН

Восточный Саян издавна привлекал внимание естествоиспытателей. Уникальность этого района Алтайско-Саянской горной страны в Саяно-Байкало-Хубсугульской системе горных сводов и рифтов Евразии—в возможности исследования ключевых проблем тектоники, внутриконтинентального вулканизма и геоморфологии. Именно поэтому этот район представляет значительный интерес и для геологов, и для географов.

Освоение саянских высокогорий долго сдерживалось малодоступностью их для исследований из-за лабиринтов глубоких крутосклонных долин, преодоление которых сложное горных хребтов. В этом плане выделяется Окинское плоскогорье (в районе Мунку-Сардык, высочайшей вершины Саян), систематическое геолого-географическое изучение которого было начато сравнительно недавно и связано с именами П. А. Кропоткина (1842—1921) и С. П. Перетолчина (1863—1914). Детальные геолого-геоморфологические исследования Окинское плоскогорья провел лишь в 1940 г. В. С. Обручев (1891—1965); орография уточнена по результатам аэрофотосъемки 50-х гг. XX в.

В конце миоцена здесь возникли периодические излияния оливиновых базальтов, образовавшие мощные лавовые потоки (по долине р. Жом-Болок базальтовый покров распространяется на 70 км при мощности застывших лав 100—150 м). Есть все основания полагать, что участок Окинское плоскогорья по сравнению с другими участками (Тувинское нагорье, Прихубсугулье, Тункинский рифт и т. д.)—очаг повышенных проявлений вулканизма на территории Южной Сибири; здесь зафиксирован ряд голоценовых конусов—наглядных «памятников» вулканической деятельности, среди которых выделяются два кратера.

По предложению С. В. Обручева Всесоюзное географическое общество в 1946 г. присвоило одному из этих двух вулканов имя С. П. Перетолчина (2030 м, относительная высота базальтового шлакового конуса с ярко выраженным кратером на вершине—110 м, диаметр—530 м), а второму—имя П. А. Кропоткина (2080 м, относительная высота шлакового и пирокластического конуса с небольшим кратером на вершине—120 м, диаметр—500 м).

Вместе с тем в приоритете первооткрывателей этих вулканов точка еще не поставлена. Изучая историографию вулканов Восточного Саяна, мы обратили внимание на весьма краткое сообщение (всего 5 строк) из «Бюллетеня Геологического общества Франции» за 1857 г. об открытии и обследовании английского путешественника Томаса Аткинсона цепи вулканов в восточной части Восточного Саяна. Выяснилось, что в течение 8 лет (1844—1852) Т. Аткинсон совершил путешествие по азиатской части России (Южная Сибирь и Монголия, Маньчжурия и Приамурье). Во время путешествия сделал около 600 ландшафтных пейзажей с комментариями и количественными данными объектов обследования. О мастере Т. Аткинсона как художника свидетельствует тот факт, что ряд его работ из цикла «Россия» был приобретен Государственным Русским музеем Санкт-Петербурга. По возвращении в Англию (1853) Аткинсон издал (1857) книгу «Exploration in Oriental and Western Siberia», в которой Восточному Саяну уделено особое внимание; прилагаемая карта фиксирует его основной маршрут (Петербург—Екатеринбург—Красноярск—Иркутск), который пролегал и по Окинскому плоскогорью (на 15 лет раньше Кропоткина).

Возникает вопрос—каким образом имя этого путешественника как бы выпало из поля зрения исследователей Южной Сибири (в т. ч. Восточного Саяна). Очевидно, что советские исследователи Восточного Саяна первой половины XX в. уже имели информацию о книге Аткинсона, но относились к ней с учетом «отношения Правительства» к вопросу о приоритете первооткрывателей географических объектов на территории СССР, а последующие авторы «добросовестно» заимствовали литературные источники у своих предшественников. Не удивительно поэтому, что сведений об английском путешественнике как первооткрывателе Окинских вулканов нет и в отечественных сводках Вулканов Мира и в зарубежных аналогах. Нет упоминаний об Аткинсоне и в известных очерках по истории географических открытий (И. П. Магидович, 1967 и др.).

Однако до Аткинсона, еще в конце XVIII ст., при установке пограничных знаков с Китаем от Иркутска до Красноярска район Окинских вулканов обследовал русский геодезист Егор Пестерев. Он весьма точно указал размеры лавовых (базальтовых) покровов на Окинском плоскогорье и отобразил их на карте 90-х гг. XVIII в. (опубликована в С.-Петербурге, 1793), дал первое описание фауны и флоры верховьев р. Оки (по-бурятски «Аха»).

Таким образом, и не географ П. А. Кропоткин, и не геолог С. П. Перетолчин (заслуги которых перед Отечеством за исследования Окинское плоскогорья бесценны) являются первооткрывателями Окинских вулканов, а русский геодезист Егор Пестерев и английский путешественник Томас Аткинсон.

В. А. Ермоленко, А. В. Гончаров

УКАЗАТЕЛЬ

статей, опубликованных в 1994 г. в «Вестнике
Белорусского государственного университета».
Серия 2: Химия. Биология. География

НАШИ ЛАУРЕАТЫ

Лопатин И. К. Биологическое разнообразие: энтомофауна Беларуси и задачи исследования 1 3

ХИМИЯ

<i>Амелина Н. В., Бобровская В. П., Гаевская Т. В.</i> Исследование стабилизирующего воздействия пиримидиновых оснований на растворы химического осаждения меди	1 23
<i>Богатиков А. Н., Гапоник П. Н., Дегтярик М. М., Науменко В. Н., Лесникович А. И.</i> Комплексные соединения нитратов Cu(II), Ni(II), Co(II) и Cd(II) с 1- и 2-этилтетразолами	3 3
<i>Глазков Ю. В., Рудаков И. А.</i> Химически индуцируемая динамическая поляризация ядер в системе краситель—хинон—растворитель	2 13
<i>Гриншпан Д. Д., Цыганкова Н. Г., Лущик Л. Г., Савицкая Т. А.</i> Новый процесс получения гидратцеллюлозных волокон и пленок без применения сероуглерода	2 3
<i>Капуцкий Ф. Н., Старобинец Г. Л., Юрkitович Т. Л., Борщевская Т. И.</i> Влияние специфических взаимодействий на стабилизацию сорбционных связей полиэлектролит—аминокарбоновые кислоты при их необменной сорбции из бинарных водно-органических сред	1 7
<i>Капуцкий Ф. Н., Юрkitович Т. Л., Старобинец Г. Л., Борщевская Т. И.</i> Прогнозирование необменного средства α -аминокислот к ионообменникам в водно-этанольных растворах	3 17
<i>Коктыш Д. С., Рогач А. Л., Руткевич Д. Л., Беленков В. В., Корзун Г. М., Рахманов С. К.</i> Электрохимическое исследование анодной стадии процесса модифицированного химического проявления	2 11
<i>Корзун Г. М., Шишко Г. В., Рахманов С. К.</i> Исследование роли поверхностных и глубинных центров скрытого изображения в процессе химического проявления рентгенотехнических пленок	3 9
<i>Лавич Ф. Ф., Хрипач Н. Б., Станисhevский Л. С.</i> Синтез производных дигидроксипиперидинкарбоновых кислот на основе 3-гидроксипиперидин-4-ионов	1 19
<i>Матусевич Ю. И., Круль Л. П.</i> Дисперсные термопласты в качестве термоклеевых покрытий	3 22
<i>Новоториева И. Г., Гаевская Т. В., Цыбульская Л. С.</i> Особенности электрохимического осаждения сплава никель-бор	2 16
<i>Свириденко В. Г., Пролесковский Ю. А., Мечковский С. А., Пантелеева С. М.</i> Титриметрическое определение серебра в высокоминерализованных рассолах	1 13
<i>Свиридов В. В., Шукин Г. Л., Беланович А. Л., Савенко В. П., Ивашкевич Л. С., Маськевич Т. И.</i> Микроплазменное анодирование алюминия и его сплава с медью в электролите, содержащем соединения меди	3 12
<i>Степанова Л. И., Барковская Л. В., Пуrowsкая О. Г.</i> Химическое осаждение пленок Ni-W-P на поверхность монокристаллов арсенида галлия	1 15
<i>Стрельцов Е. А., Свиридов В. В., Лабареич И. И.</i> Подпотенциальное электрохимическое осаждение свинца на Au-электроде в условиях образования монослойных количеств PbS	1 25

БИОЛОГИЯ

<i>Бабицкий В. А.</i> Мейобентос трех озер Гомельской области: предварительная оценка динамики, содержания радионуклидов и их потока	1 38
<i>Бурко Л. Д.</i> Надежность скелета конечностей птиц	1 44
<i>Гричик В. В.</i> Особенности полиморфизма и таксономический статус зеленоголовых форм желтой трясогузки (<i>Motacilla flava</i> L.)	2 30
<i>Домбровский В. Ч., Гричик В. В.</i> Особенности полиморфизма городской популяции сизого голубя (<i>Columba livia</i>) в Минске	3 29
<i>Доброжинская Е. В., Максимова Н. П.</i> Характеристика нового облигатного метилотрофа <i>Methylobacillus</i> M75	3 32
<i>Кондратенко Г. Г., Юрkitович Т. Л., Стельмах В. А.</i> Поликапран. 4. Особенности биодеградации локального гемостатика при имплантационном применении	1 31
<i>Малашевич А. В., Кабашникова Л. Ф., Михайлова С. А., Кабанова С. Н.</i> Состояние хлорофилла различных сортов тритикале	2 21
<i>Пикулев А. Т., Хрипченко И. П., Пархимович Т. В.</i> Влияние некоторых аминокислот на активность ацетилхолинэстеразы мозга крыс	1 29
<i>Рындевич С. К.</i> Экологическая структура жуков-водолюбов (<i>Coleoptera</i> , <i>Hydrophilidae</i>) фауны Беларуси	2 28
<i>Семак И. В., Пикулев А. Т.</i> Влияние диэтиламина и N-нитрозодиэтиламина на ферменты системы биотрансформации ксенобиотиков в печени крыс	3 45
<i>Сенчук В. В., Ластовская Л. А.</i> Состояние цитоскелетных белков в процессе роста злокачественных опухолей	2 25

Стельмах В. А., Юркитович Т. Л., Селезнев Е. А., Голуб Г. В. Экспериментальная коррекция гипоксических состояний с помощью моно- и аминокарбоксилцеллюлозы	2 39
Стельмах В. А., Юркитович Т. Л., Шевляков В. В., Голуб Н. В. Влияние энтеросорбентной терапии биорастворимыми дериватами целлюлозы на формирование аутоиммуноаллергического статуса	3 36
Чубанов В. С., Шолух М. В. Влияние хронического гамма-облучения в дозе 0,5 Гр на кинетические параметры аденилатциклазы мозга крыс	2 35
Юрин В. М., Соколик А. И. Растительная клетка как модель для исследования мембранотропного действия химических соединений	1 35
Юрин В. М., Соколик А. И. Влияние эндо- и экзогенных факторов на сопряжение биоэлектрической реакции и цикла растительной клетки	3 41

ГЕОГРАФИЯ

Высоцкий Э. А., Обровец С. М., Ильин Г. Г. Палеогеоморфологические условия формирования ловушек нефти в верхнесоленосных отложениях Западно-Тишковской площади Припятского прогиба	2 51
Глазкова Л. Н., Горблюк А. В., Вашкевич Л. Ф. Оптимизация калийного режима почв высокими дозами сапропеля	3 55
Демидович Л. А., Тихонов С. А., Мельников О. К., Демидович А. Л. Новый способ снижения уровня радиоактивной загрязненности сельскохозяйственных растений	3 57
Жмойдяк Р. А., Капельщиков Н. А., Шалькевич Ф. Е. Гидрографическая сеть как индикатор новейших тектонических движений	1 51
Капельщиков Н. А., Жмойдяк Р. А., Шалькевич Ф. Е., Новиков Г. В., Фейгельман М. Е. Методические и практические аспекты применения дистанционных материалов при среднемасштабном геоэкологическом картографировании севера Беларуси	3 62
Каратаев А. Ю., Самойленко В. М., Бойкова С. А., Вежновец Г. Г., Лешкович Л. Е., Ильяшенко В. И. Эвтрофирование озер Березинского заповедника	1 70
Киселев В. Н., Марзин И. Г. Эоловые формы рельефа Белорусского Полесья	1 55
Киселев В. Н., Утыро Л. Б., Кудло К. К. Урожайность и качество сельскохозяйственных растений в условиях загрязнения почв тяжелыми металлами	2 59
Козловская Л. В., Томашевич А. В. К вопросу о перестройке структуры экономики Беларуси	1 47
Круговой А. В., Чертко Н. К., Юхневич Д. И. Геохимическая структура как основа моделирования интенсивности латеральной миграции химических элементов в ландшафте	1 67
Лобач Т. Я., Зайко С. М. Мониторинг почвенно-грунтовых и поверхностных вод мелиорированных территорий	2 69
Лобач Т. Я. Химический состав колодезных вод мелиорированных территорий Беларуси	3 69
Марцинкевич Г. И., Губин В. Н., Денисова Н. Ю., Жукова В. М. Ландшафтный подход к оценке состояния окружающей среды	3 65
Михальчик Э. (Польша) Условия круговорота воды Люблинского Полесья	2 55
Ничипорович Д. В., Зайко С. М., Горблюк А. В., Лобач Т. Я., Вашкевич Л. Ф. Экологические аспекты изменения мелиорированных почв в Республике Беларусь	1 59
Новиков Г. В., Романов В. П., Капельщиков Н. А., Фейгельман М. Е. Влияние Гналинской АЭС на состояние оз. Дрисвяты	1 63
Тайбао Ян (КНР). Подтверждение гипотезы Миланковича данными по лесовым отложениям и погребенным почвам Китая	2 48
Тайбао Ян (КНР). Эффект поднятия в формировании природного комплекса Ибетского нагорья	3 52
Чертко Н. К., Круговой А. В. Использование метода генетических рядов для эколого-геохимического анализа и оценки ландшафта	3 50
Широков В. М. Изменение гидроэкологических условий озерных водохранилищ при их эксплуатации	2 44
Шкут М. А., Кузьмин С. И. Особенности эколого-ландшафтного картографирования на основе материалов дистанционного зондирования	2 65

ХРОНИКА

Гурьянова Л. В. Международная конференция «ГИС для окружающей среды»	2 76
Ермоленко В. А. Имя Костюшко на карте Австралии	2 77
Ермоленко В. А., Гончаров А. В. Первооткрыватели Егор Пестерев и Томас Кинсон	3 75

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Петр Алексеевич Лярский	1 77
-----------------------------------	------

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

Анатолий Тимофеевич Пикулев	1 74
---------------------------------------	------

РЕФЕРАТЫ

УДК 541.49:547.796.1

Богатиков А. Н., Гапоник П. Н., Дегтярик М. М., Наumenко В. Н., Лесникович А. И. Комплексные соединения нитратов Cu(II), Ni(II), Co(II) и Cd(II) с 1- и 2-этилтетразолами // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Изучено комплексообразование нитратов Cu(II), Ni(II), Co(II) и Cd(II) с 1- и 2-этилтетразолами. Показано, что состав образующихся комплексов существенно зависит как от природы металла, так и от положения алкильного радикала в тетразольном цикле лиганда. Выделенные соединения исследованы методами ИК спектроскопии, комплексного термического анализа.

Библиогр. 15 назв., табл. 3.

УДК 77.023.7 + 778.33

Корзун Г. М., Шишко Г. В., Рахманов С. К. Исследование роли поверхностных и глубинных центров скрытого изображения в процессе химического проявления рентгенотехнических пленок // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Методом селективной окислительной обработки изучена роль поверхностного и глубинного скрытого изображения в процессе стандартного и модифицированного проявления радиографической пленки РТ-5.

Показано, что основной вклад в увеличение эффективности проявления модифицированными растворами в отличие от обычных проявителей вносят поверхностные центры скрытого изображения.

Библиогр. 7 назв., ил. 1.

УДК 620.197.5

Свиридов В. В., Щукин Г. Л., Беланович А. Л., Савенко В. П., Ивашкевич Л. С., Маськевич Т. Л. Микроплазменное анодирование алюминия и его сплава с медью в электролите, содержащем соединения меди // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Исследовано влияние ионов меди, вводимых в раствор фосфата натрия в виде растворимых комплексов, на процесс формирования покрытий в условиях микроплазменного анодирования на поверхности алюминия и его медьсодержащего сплава и их фазовый состав. Установлено, что вводимая добавка способствует повышению содержания кристаллических фаз в формируемом покрытии и образованию высокотемпературной формы оксида α -Al₂O₃.

Библиогр. 4 назв., ил. 2, табл. 2.

УДК 542.61

Капуцкий Ф. Н., Юркштович Т. Л., Старобинец Г. Л., Борщенинская Т. И. Прогнозирование необменного сродства α -аминокислот к ионообменникам в водно-этанольных растворах // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Изучено необменное распределение цвиттерийных форм ряда α -аминокислот (глицин, аланин, валин, лейцин, фенилаланин, тирозин) между водно-этанольными растворами и двумя ионообменниками: слабокислотным катионитом КБ-4п2(H⁺) и сильноосновным анионитом АРА-2п(Cl⁻).

На основе метода аддитивности рассчитаны полярные и сольвофобные инкременты в логарифм коэффициента межфазного распределения ($\lg P_{p-s}$) кислот в зависимости от мольной доли спирта (N₂) в бинарном растворе.

Полярное слагаемое $\lg P_{p-s}$ описывается аналогом соотношения Колландера: $(\lg P_{p-s})_{\text{пол}} = -a \lg(C_s/C_w) + b$, в котором под знаком логарифма записано отношение растворимостей аминокислот в бинарном растворе и в воде соответственно, «a» и «b» — константы.

Библиогр. 14 назв., ил. 3, табл. 2.

УДК 687.03.076.004.12

Матусевич Ю. И., Круль Л. П. Дисперсные термопласты в качестве термоклеевых покрытий // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Показана возможность замены импортных термоклеевых порошков для прокладочных материалов на порошки из местного сырья — полиэтилена низкой плотности и низкоплавкого полиэфира. Разработана и реализована в промышленном масштабе криогенная дезинтеграторная технология получения дисперсных термопластов.

Библиогр. 10 назв., ил. 1, табл. 3.

УДК 598.654:591.151

Д о м б р о в с к и й В. Ч., Г р и ч и к В. В. Особенности полиморфизма городской популяции сизого голубя (*Columba livia*) в Минске // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Изложены результаты исследования соотношения окрасочных морф сизого голубя в Минске. Структура популяции в целом по рассмотренным признакам оставалась стабильной с 1991 по 1994 г. Однако выявлена некоторая неоднородность в распределении окрасочных морф в разных районах города. Анализ частот встречаемости особей меланистов не подтверждает предположение о прямой связи меланизации городских голубей с повышенной плотностью популяции.

Библиогр. 7 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 579.8 + 582.232 + 579.06

Д о б р о ж и н е ц к а я Е. В., М а к с и м о в а Н. П. Характеристика нового облигатного метилотрофа *Methylobacillus M75* // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Выделен новый штамм облигатных метилотрофных бактерий, использующих в качестве источника углерода и энергии метанол и метиламин. По совокупности физиолого-биохимических признаков штамм отнесен к роду *Methylobacillus* и обозначен индексом M75.

Изучена динамика роста *Methylobacillus M75* на средах с метанолом и метиламином, а также характер роста на различных концентрациях этих субстратов.

Библиогр. 17 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 616.183.12-07 + 661.728

С т е л ь м а х В. А., Ю р к ш т о в и ч Т. Л., Ш е в л я к о в В. В., Г о л у б Н. В. Влияние энтеросорбентной терапии биоразстворимыми дериwатами целлюлозы на формирование аутоиммуноаллергического статуса // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

На морских свинках-альбиносах изучено протекторное действие энтеросорбции коллоидными растворами натриевых солей монокарбоксилцеллюлозы (Na-МКЦ) и аминокарбоксилцеллюлозы (Na-АКЦ) при экспериментальном аутоиммуноаллергическом статусе, вызванном сенсибилизацией формальдегидом. Установлено, что Na-МКЦ не влияет на формирование иммунотоксического состояния у животных, а в процессе энтеросорбентной терапии Na-АКЦ регистрируется значительный защитный эффект. При этом протекторное действие амфолита выражается в полной нормализации иммунодепрессивного состояния, наблюдается активизация факторов антимикробного, гуморального и клеточного звеньев системы иммунитета, а также незначительное ингибирование процессов сенсибилизации.

Библиогр. 12 назв., ил. 2., табл. 2.

УДК 581.1.001

Ю р и н В. М., С о к о л и к А. И. Влияние эндо- и экзогенных факторов на сопряжение биоэлектрической реакции и цикла растительной клетки // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Исследована зависимость потенциала покоя (ПП) и скорости движения протоплазмы от ионного состава среды и возраста клетки.

Показано, что механизм действия рассмотренных факторов на исследуемые процессы различен. В одних случаях эффекторы (ионы K^+ , Na^+) оказывают опосредованное влияние через изменение ПП, тогда как в других (ионы Ca^{2+} , возраст клетки) в большей степени действуют на структуры, непосредственно связанные с процессами цикла.

Библиогр. 10 назв., ил. 3.

УДК 577.1

С е м а к И. В., П и к у л е в А. Т. Влияние диэтиламина и N-нитрозодиэтиламина на ферменты системы биотрансформации ксенобиотиков в печени крыс // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Изучение динамики изменений, претерпеваемых системой биотрансформации ксенобиотиков при однократном пероральном введении диэтиламина и его N-нитрозопроизводного в дозе LD_{50} N-нитрозодиэтиламина, показало, что первой на интоксикацию реагирует монооксигеназная система. На поздних стадиях эксперимента (15 и 31 сутки) внутриклеточные защитные механизмы реализуются главным образом за счет активизации ферментативных процессов, обеспечивающих вторую стадию биотрансформации ксенобиотиков.

Библиогр. 14 назв., табл. 4.

УДК 631.41

Чертко Н. К., Круговой А. В. Использование метода генетических для эколого-геохимического анализа и оценки ландшафта // Вестн. Белорус. ун-та. 2. 1994. № 3.

Предлагается использовать метод генетических рядов для изучения геохимической структуры типичных родов ландшафтов Беларуси, сравнения природного и агроландшафта. Даны новые принципы полевых исследований ландшафтов на монолитной и генетической основе.

Библиогр. 9 назв.

УДК 551.435.4 (481)

Тайбао Ян (КНР). Эффект поднятия в формировании природного комплекса Тибетского нагорья // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

На основании полевых исследований, литературных и картографических материалов изучен эффект поднятия в формировании природного комплекса Тибетского нагорья. Рассматриваются вопросы, связанные с историей тектонического поднятия, геологическими событиями развития географической обстановки и изменением климата в сторону охлаждения и иссушения на протяжении неогена и плейстоцена.

Библиогр. 10 назв.

УДК 631.875

Глазкова Л. Н., Горблюк А. В., Васькевич Л. Ф. Оптимизация калийного режима почв высокими дозами сапропеля // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

В результате внесения высоких доз сапропеля в условиях производственного опыта на дерново-подзолистой и дерново-глеевой песчаных почвах возросло содержание водорастворимой, обменной, необменной форм калия за счет уменьшения труднообменной формы. Калийный режим на обеих почвах улучшился при максимальных дозах внесения сапропеля.

Библиогр. 4 назв., табл. 1.

УДК 574:539.1.04

Демидович Л. А., Тихонов С. А., Мельников О. К., Демидович А. Л. Новый способ снижения уровня радиоактивной загрязненности сельскохозяйственных растений // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Результаты многолетних исследований показали высокую эффективность природного раскола Припятского прогиба как вещества, ограничивающего поступление цезия-137 и стронция-90 в растения. Существенное (до 50 % и более) понижение содержания радионуклидов цезия и стронция в растениях на фоне роста урожайности под влиянием природного раскола позволяет рекомендовать его для использования в качестве эффективного мелиоранта при получении экологически более чистой растениеводческой продукции на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Библиогр. 6 назв.

УДК 550.814:502.6:528(084.3)(476-17)

Капельщиков Н. А., Жмойдяк Р. А., Шалькевич Ф. Е., Новиков Г. В., Фейгельман М. Е. Методические и практические аспекты применения дистанционных материалов при среднемасштабном геоэкологическом картографировании севера Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Рассмотрены основы методики среднемасштабного геоэкологического картографирования с использованием материалов дистанционных съемок, базирующейся на равноценном исследовании вопросов техногенного и природного воздействия на окружающую среду в тесной взаимосвязи. По совокупности факторов выделены экологические зоны, определяющие состояние окружающей среды, степень антропогенного воздействия как отдельные компоненты, так и ландшафт в целом.

УДК 911.2:504.55(476)

Марцинкевич Г. И., Губин В. Н., Денисова Н. Ю., Жуков В. М. Ландшафтный подход к оценке состояния окружающей среды // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Показана возможность реализации ландшафтного метода для изучения и картографирования динамики развития и изменения геохимических параметров окружающей среды. Обоснованы принципы составления и особенности содержания ландшафтно-геохимических карт и карты динамики ландшафтов.

Библиогр. 3 назв., ил. 2.

УДК 628.112:543.3

Л о б а ч Т. Я. Химический состав колодезных вод мелиорированных территорий Беларуси // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1994. № 3.

Приведены данные по химическому составу колодезных вод Полесья, Поозерья и Центральной части Беларуси. Рассматриваются вопросы влияния удаленности от мелиоративных объектов и давности сроков осушения и сельскохозяйственного использования мелиорированных почв на химический состав колодезных вод.

Библиогр. 8 назв., табл. 3.

С октября 1994 г. принимаются заявки (авторская анкета, название доклада, реферат на русском и английском языках в 2 экз.) на участие во втором Международном Аэрозольном симпозиуме и Международной выставке «Приборы, технологии и вычислительные программы», которые будут проходить 10—14 июля 1995 г. в Москве.

Адрес оргкомитета: 103064, Москва, Обуха, 10. НИФХИ. Белову.

Тел.: (095) 916 6197, 916 69871, факс: (095) 147 4361.

CONTENTS

CHEMISTRY

<i>Bogatikov A. H., Gaponik P. N., Degtyarik M. M., Naumenko V. N., Lesnikovich A.J.</i> Complex compound of nitrates of Cu(II), Ni(II), Co(II) and Cd (II) with 1- and 2-ethyltetrazoles	3
<i>Korzun G. M., Shishko G. V., Rakhmanov S. K.</i> Investigation of the surface and internal latent image centres role in the chemical development process of x-ray technical films	9
<i>Sviridov V. V., Schukin G. L., Belanovich A. L., Savenko V. P., Ivashkevich L. S., Maskevich T. L.</i> Microplasmik anodation of aluminium and it's copper alloy in electrolyte, containing copper combination	12
<i>Kaputsky F. N., Starobinets G. L., Yurkshovich T. L., Borshchenskaya T. I.</i> Prognosis of the α -aminocarboxylic acids nonechange affinity to ionexchangers in ethanol-water solutions	17
<i>Matusevich Yu. I., Krul L. P.</i> Dispersed thermoplastics as thermoplastis adhesives	22

BIOLOGY

<i>Dombrowsky V. C., Grichik V. V.</i> Polymorphism patterns of Feral Pigeon (<i>Columba livia</i> Gm.) city population inhabiting Minsk	29
<i>Dobrozhinetskaya E. V., Maksimova N. P.</i> Characterization of a new obligate methylo-trophic bacteria <i>Methylobacillus</i> M75	32
<i>Stelmakh V. F., Yurkstovich T. L., Shevlyakov V. V., Golub N. V.</i> Influence of enterosorbent therapy with biosoluble cellulose derivatives on the formation of autoimmunoallergic status	36
<i>Yurin V. M., Sokolik A. I.</i> Influence of endo- and exogenous factors on the relation between bioelectrical reaction and cvclosis in the plant cell	41
<i>Semak I. V., Pikulev A. T.</i> Effect of diethylamine and N-nitrosodiethylamine on the enzymes of the xenobiotic biotransformation system	45

GEOGRAPHY

<i>Chertko N. K., Krugovoi A. V.</i> Utilization of the method of genetic series for ecologo-geochemical analysis and assessment of landscape	50
<i>Yang Taibao.</i> Effect of uplift of Tibet on development of physical enviroment	52
<i>Glazkova L. N., Gorblyuk A. V., Vashkevich L. F.</i> Optimization of potassium regime of soils with big doses of sapropel	55
<i>Demidovich L. A., Tihonov S. A., Melnikov O. K., Demidovich A. L.</i> New Methods of Reducing Radioactive Contermination of Agricultural Plants	57
<i>Kapelshikov N. A., Zhmoidyak R. A., Shalkevitch F. E., Novikov G. W., Feigelman M. E.</i> Systematical and practical aspects of applying distance surveyemethods in average scale geocological mapmaking of the north of Belarus	62
<i>Martsinkevitch G. I., Gubin V. N., Denisova N. Yu., Zhukova V. M.</i> The landscape approach to the estimate of the environment state	65
<i>Lobach T. Ya.</i> Chemical Composition of Well-Waters of Belarus	69

CHRONICLE

<i>Ermolenko V. A., Goncharov A. V.</i> Discoverers Egor Pesterev and Tomas Atkinson	75
--	----