



# ВЕСТНИК

*Белорусского государственного  
университета имени В. И. Ленина*

СЕРИЯ II

ХИМИЯ

БИОЛОГИЯ

ГЕОГРАФИЯ

2

1982

## СОДЕРЖАНИЕ

Владимир Алексеевич Белый (К 60-летию со дня рождения) . . . . . 8

### ХИМИЯ

Ажар Г. В., Биктимиров Р. С., Браницкий Г. А., Поляков Ю. С., Рогач Л. П., Сидоров Ю. Д., Сташенок В. Д. Получение фотографических изображений из меди на малосеребряных рентгеновских пленках . . . . .	6
Савастенко Г. Н., Ермоленко И. Н., Сидерко В. М., Капуцкий Ф. Н., Гриншпан Д. Д. Светочувствительный материал на базе сополимеров целлюлозы с акриловой или метакриловой кислотами . . . . .	8
Сокаррас А. М., Капуцкий Ф. Н., Герт Е. В., Бобровский А. П., Башмаков И. А. Реакционная способность активированной окислами азота целлюлозы в процессах ацилирования . . . . .	11
Тихонова Л. А., Кононюк И. Ф., Махнач Л. В., Жавнерко Г. К. Условия получения и электрические свойства куприта лантана . . . . .	15
Павлович М. Л., Скороход О. Р., Корзун В. И. Молекулярная и лигандная сорбция аминокислот сульфокатионом КУ-2Х8 в медной форме из смешанных водно-органических растворителей . . . . .	17
Иванова Т. Г., Лазерко Г. А., Ермоленко И. Н. Поглощение основных и кислых агрессивных газов волокнистыми углеродными сорбентами . . . . .	22

### БИОЛОГИЯ

Гриц Н. В., Белявский К. М., Фомичев Ю. К. Влияние состояния гесА-системы на клеточное деление интактных и УФ-облученных бактерий <i>E. coli</i> . . . . .	26
Рябушко Т. А., Игнатович Л. Ф., Дубиковская Т. Г. Изолирование быстрорастущих мутантов этанол- и метанолутилизирующих псевдомонад . . . . .	29
Сауткина Т. А., Левкевич О. А. Сравнительно-морфологическое изучение <i>Gluceria fluitans</i> (L.) R. Br. и <i>Gluceria plicata</i> (Fries) Fries . . . . .	33
Джугурян Н. А., Пикулев А. Т., Мостовников В. А., Хохлов И. В. Влияние лазерного излучения на активность ферментов цикла Кребса в тканях белых крыс . . . . .	36
Иконников В. Ф. Эмпирические модели для оценки величины первичной продукции фитопланктона . . . . .	39
Потаенко Ю. С., Колешко О. И., Шарангович Л. И. Годовая динамика сапрофитов и общего числа бактерий в мезотрофном оз. Нарочь . . . . .	43
Каратаева И. В. Влияние подогретых вод на количественное развитие и размерную структуру популяций <i>Potamothrix hammoniensis</i> Michaelsen оз. Лукомльского . . . . .	45
Бабинок В. В. Благородный олень в Белоруссии и результаты его реакклиматизации . . . . .	49

### ГЕОГРАФИЯ

Широков В. М., Гриневиц А. Г. Зарегулированность стока рек Полесья . . . . .	55
Липская Г. А., Жилинский И. В., Иванов Н. П. Фотосинтетический аппарат и урожай ячменя при внесении кобальта на мелиорированной торфяно-болотной почве переходного типа . . . . .	59
Медведев А. Г., Горблюк А. В. Оптимизация плодородия глееземов измельченной древесной растительностью . . . . .	62
Манак Б. А., Перепечко А. С. Основные черты семейной структуры населения БССР и республик Прибалтики . . . . .	65
Иванов Н. П., Колешко О. И., Куликов Я. К., Сергучев С. В., Тиво П. Ф. К вопросу освоения торфяно-болотных почв низинного типа . . . . .	69

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Лесникович А. И., Лапшина В. В. Влияние степени окисления хрома на активность катализатора горения смешанной системы на основе перхлората аммония . . . . .	73
Ревинский И. Ф., Тищенко И. Г., Нахар Прадип. Синтез 4-алкилпиразолов на основе ацеталей $\alpha$ -алкилглицидных альдегидов . . . . .	75

11 02 50 мюб



# ВЕСТНИК

*Белорусского государственного  
университета имени В. И. Ленина*

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1969 года  
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ II

ХИМИЯ

БИОЛОГИЯ

ГЕОГРАФИЯ

№ 2  
ИЮНЬ

Фундаментальная библиотека

БГУ



01152536

БІБЛІЯТЭКА  
БЕЛАРУСЬКАГО ДАТЭКА  
ІМЯ У. І. ЛЕНІНА

**Главная редакционная коллегия журнала:**

М. Д. ТИВО (*главный редактор*),  
П. Н. БАРАНОВСКИЙ (*ответственный секретарь*), В. С. ГРИГОРЬЕВ, И. И. ЖБАНКОВА, В. Г. ИВАШИН, В. Г. РУДЬ  
(*зам. главного редактора*), А. М. САРЖЕВСКИЙ, А. С. СУПРУН, И. Г. ТИШЕНКО

**Редакционная коллегия серии:**

И. Г. ТИШЕНКО (*ответственный редактор*),  
С. М. ЗУБОВ, М. Ф. КУКУЛЯНСКАЯ (*ответственный секретарь*), И. К. ЛОПАТИН, Е. Ф. ЛУНЕЦ, А. Г. МЕДВЕДЕВ, Е. П. ПЕТРЯЕВ, А. Т. ПИКУЛЕВ (*зам. ответственного редактора*), В. В. СВИРИДОВ, Г. Л. СТАРОБИНЕЦ, Ю. К. ФОМИЧЕВ, В. М. ШИРОКОВ, А. С. ШУКАНОВ, О. Ф. ЯКУШКО

**ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
имени В. И. ЛЕНИНА**

Серия II, хим., биол., геогр., 1982, № 2

Редактор *И. П. Стрельченя*  
Младший редактор *Г. М. Добыш*  
Художественный редактор *Л. Г. Медведева*  
Технический редактор и корректор *Г. И. Хмарун*

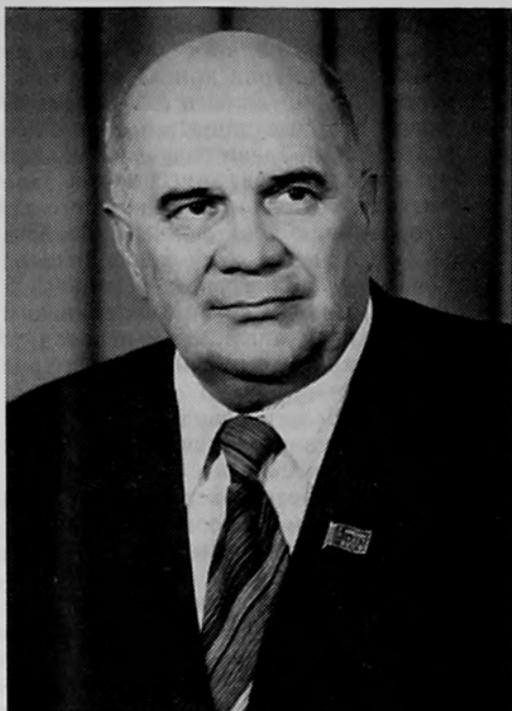
Сдано в набор 15.03.82. Подписано в печать 17.06.82. АТ 14686. Формат 70×108<sup>1/8</sup>. Высокая печать. Усл. печ. л. 7,0. Уч.-изд. л. 7,47. Тираж 660 экз. Заказ 820.

Издательство Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина. 220048, Минск, проспект Машерова, 11. Адрес редакции: 220080, Минск, Университетский городок, ул. Бобруйская, 7, тел. 20-65-42.

Ордена Трудового Красного Знамени типография издательства ЦК КП Белоруссии. 220041, Минск, Ленинский пр., 79.

## ВЛАДИМИР АЛЕКСЕЕВИЧ БЕЛЫЙ

(К 60-летию со дня рождения)



8 июня 1982 г. исполнилось 60 лет со дня рождения крупного советского ученого в области физики и механики полимеров, вице-президента Академии наук БССР, ректора Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина, лауреата Государственной премии БССР, заслуженного деятеля науки и техники БССР, члена КПСС с 1947 г., академика АН БССР Владимира Алексеевича Белого.

Научная деятельность Владимира Алексеевича началась в Ростовском-на-Дону институте инженеров железнодорожного транспорта, который он окончил с отличием в 1945 г.

После успешной защиты диссертации в Москве В. А. Белый был направлен в Гомель для организации Белорусского института инженеров железнодорожного транспорта. Здесь под его руководством создается первая в Белоруссии периферийная научно-исследовательская лаборатория АН БССР, преобразованная в 1969 г. в Институт механики металлополимерных систем АН БССР, который возглавил Владимир Алексеевич. В 1969 г. В. А. Белый был назначен ректором открывшегося в Гомеле государственного университета, оставаясь одновременно директором ИММС на общественных началах.

Отдавая много сил и энергии научно-организационной деятельности, В. А. Белый продолжает исследовательскую работу и сосредоточивает знания и опыт на решении важнейшей народнохозяйственной проблемы — создании новых конструкционных материалов.

Владимир Алексеевич Белый сформировал новое направление в науке — механику металлополимеров. Деятельность созданной им научной школы охватывает практически все аспекты механики металлополимеров: от поиска на атомномолекулярном и надмолекулярном уровнях фи-

зических и химических закономерностей взаимодействия отдельных элементов металлополимерных систем до создания научных принципов формирования новых композиционных материалов.

Широкий диапазон научных интересов В. А. Белого и его учеников способствовал развитию и ряда смежных областей знаний: структурной механики, теории адгезии, теории трения и изнашивания. Обнаружен ряд весьма важных эффектов в области механики металлополимеров: наследственное термоокисление, транскристаллизация, способность расплавов полимеров растворять металлы в окислительной среде. Получены принципиально новые научные данные о механике трения полимерных материалов, в частности, найдена связь молекулярной подвижности и образования свободных радикалов, эмиссионных явлений и фрикционных характеристик; изучен механизм фрикционного переноса; предложены новые методы управления фрикционными свойствами при взаимодействии твердых тел. Все это нашло отражение в монографиях В. А. Белого и его учеников: «Трение полимеров», «Трение и износ материалов на основе полимеров» (недавно англо-американским издательством «Пергамон пресс» опубликован английский перевод). В. А. Белый является автором 9 монографий и около 400 научных трудов, из них около 80 вышли в свет за рубежом.

Под руководством В. А. Белого разработаны новые методики и оригинальные приборы для изучения различных процессов в металлополимерных системах. Его теоретические исследования удачно сочетаются с большой практической и изобретательской деятельностью. Он автор многочисленных изобретений, имеет более 20 патентов в Англии, Франции, США, Японии, ФРГ, Италии, Швеции и т. д. Для изготовления композиционных материалов и изделий из них, в основе которых лежат изобретения В. А. Белого и его учеников, уже построены и строятся крупные промышленные предприятия, дающие большой технико-экономический эффект. Более 100 учеников Владимира Алексеевича стали активными изобретателями, двоим из них, как и самому В. А. Белому, присвоены почетные звания заслуженного изобретателя БССР.

За успехи в изобретательской деятельности Владимир Алексеевич Белый награжден почетной медалью «Техника — колесница прогресса», четырьмя золотыми медалями и почетными дипломами ВДНХ СССР. Он является членом Центрального Совета Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов.

Академик В. А. Белый неоднократно выступал с научными и учебно-методическими докладами на многочисленных международных конгрессах и конференциях в ГДР, Англии, США, Франции, Японии, Польше, Италии, ФРГ, Югославии, на Кубе, Филиппинах и в других странах. Во Франции за научные достижения в области трибоники он удостоен почетных медалей имени Вокасона (1968) и Жакара (1970).

В. А. Белый с 1973 г. возглавляет научно-техническую комиссию ГКНТК при Совете Министров СССР по сотрудничеству с Великобританией в области трения и износа.

Всемирным центром анализа научных публикаций (США) отмечено весьма большое количество ссылок на научные работы В. А. Белого, что свидетельствует об их популярности у ученых различных стран.

Целью своей жизни Владимир Алексеевич считает подготовку кадров высшей квалификации. Среди его учеников более 50 докторов и кандидатов наук.

В 1969 г. Владимир Алексеевич Белый избирается членом-корреспондентом, затем действительным членом, а в 1973 — вице-президентом Академии наук БССР.

В 1978 г. В. А. Белый назначается ректором Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина. С этого времени благодаря настойчивости, уменью и энергии Владимира Алексеевича значительные изменения произошли в жизни университета. Возросло количество и повысилось качество публикаций и монографий, научных разра-

боток, защищаемых авторскими свидетельствами СССР и патентами за рубежом. Если в 1977 г. было получено 82 авторских свидетельства, то в 1980 — 204, а количество авторов изобретений увеличилось от 319 до 532. Экономический эффект от внедрения научно-исследовательских работ возрос от 4,6 млн. руб. в 1977 г. до 23,6 млн. руб. в 1981.

Существенно улучшилась подготовка кандидатов и докторов наук. Если в 1977 г. защитили диссертации на соискание степени кандидата наук 38 человек, то в 1981 — 105.

За высокие показатели в социалистическом соревновании среди вузов страны университет трижды (1979, 1980, 1981 гг.) награждался Переходящим Красным Знаменем Министерства высшего и среднего специального образования СССР и ЦК профсоюза работников просвещения, высшей школы и научных учреждений.

Владимир Алексеевич Белый ведет большую общественную работу. Он член Центрального Комитета Компартии Белоруссии и депутат Верховного Совета СССР, в котором возглавляет комиссию по науке и технике. Избирался делегатом XXIV и XXVI съездов КПСС, ряда съездов Компартии Белоруссии, съездов профсоюзов.

В. А. Белый является активным борцом за мир. С докладами о миролюбивой политике Советского государства он выступает перед различными аудиториями в нашей стране и за рубежом. За активную деятельность в борьбе за мир он награжден двумя высшими наградами Советского комитета защиты мира.

Многогранна и общественно-научная деятельность В. А. Белого: заместитель председателя Научного совета АН СССР по трению и смазкам, член Комиссии Президиума АН СССР по физике и механике полимеров, член экспертного совета ВАК по машиностроению, председатель комиссии по премиям Ленинского комсомола Белоруссии, член научного совета по «Полимерным материалам в народном хозяйстве» ГКНТ Совета Министров СССР, член редколлегии ведущих академических журналов «Поверхность: физика, химия и механика», «Механика композитных материалов», а также «Бюллетень ВАК» и др.

Велика роль В. А. Белого в организации всесоюзного журнала АН СССР и АН БССР «Трение и износ», главным редактором которого он является. Журнал объединил усилия советских ученых в данной области и завоевал большой авторитет в нашей стране и за рубежом, о чем свидетельствует приобретение права на переиздание его в США на английском языке с целью распространения во всем мире.

Плодотворный труд академика АН БССР В. А. Белого высоко оценен Коммунистической партией и Советским правительством. Он награжден орденом Ленина, орденами Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени, медалями, Почетными грамотами Верховного Совета БССР.

Свое шестидесятилетие Владимир Алексеевич встречает в расцвете духовных сил и научного таланта. Неиссякаемость творческой энергии, научного потенциала и смелых замыслов Владимира Алексеевича вызывает восхищение и уважение. Поздравляя Владимира Алексеевича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, личного счастья, новых свершений на благо нашей Родины.



УДК 771.531.34

Г. В. АЖАР, Р. С. БИКТИМИРОВ,  
Г. А. БРАНИЦКИЙ, Ю. С. ПОЛЯКОВ,  
Л. П. РОГАЧ, Ю. Д. СИДОРОВ, В. Д. СТАШОНОК

## ПОЛУЧЕНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИЗ МЕДИ НА МАЛОСЕРЕБРЯНЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ПЛЕНКАХ

Частицы серебра, образующиеся при стандартной химико-фотографической обработке фототехнических галогенидосеребряных пленок, оказываются каталитически неактивными в реакции последующего осаждения на них меди из физических проявителей, содержащих в качестве восстановителя ионов меди борогидрид натрия [1, 2].

Медные изображения хорошего качества получаются на фототехнических пленках как с нормальным, так и с существенно уменьшенным (до 10—20 раз) содержанием в них серебра в том случае, если физическому проявлению предшествует обработка в растворе отбеливателя, приводящая к конвертированию серебра в бромид.

Цель данной работы — изучение возможности использования приема конвертирования серебра в бромид для получения изображений из меди на малосеребряных аналогах рентгеновских пленок.

Опыты проводились с пленками двух типов — рентгеновскими техническими и рентгеновскими медицинскими. Для их изготовления использовались серийные эмульсии для пленок РТ-5 и РМ-1, полив которых осуществлялся на триацетатную основу на машине кюветного типа.

Таблица 1

Фотографические характеристики рентгеновских пленок  
с различным содержанием серебра  
после стандартной химико-фотографической обработки

Тип пленки	$C_{Ag}$ , г/м <sup>2</sup>	$S_{0,85+D_0}$ , кг/Кл	$\gamma$	$D_0$	$D_H^{**}$	$L$
РТ-5*	22,0	$11,6 \cdot 10^3$	4,0	0,10	0,40	—
РТ-5	7,7	$5,81 \cdot 10^3$	3,0	0,07	0,20	—
РТ-5	4,7	$4,65 \cdot 10^3$	1,8	0,06	0,15	—
РТ-5	2,3	$3,10 \cdot 10^3$	1,0	0,06	0,10	—
РМ-1*	11,8	$17,44 \cdot 10^3$	2,8	0,10	1,00	1,00
РМ-1	6,4	$8,52 \cdot 10^3$	0,6	0,08	1,36	0,95
РМ-1	2,3	$3,88 \cdot 10^3$	0,5	0,08	0,56	0,89
РМ-1	1,9	$1,16 \cdot 10^3$	0,5	0,08	0,52	0,83

\* Полносеребряные пленки.

\*\*  $H_{PM-1} = 1,29 \cdot 10^{-5}$  Кл/кг,  $H_{РТ-5} = 5,16 \cdot 10^{-5}$  Кл/кг.

Содержание серебра в фотослое полностью серебряных технических пленок составляло 22, медицинских — 11,8 г/м<sup>2</sup>; в малосеребряных аналогах этих пленок, приготовленных из эмульсий, разбавленных водой — 7,7; 4,7 и 2,3 г/м<sup>2</sup> (аналоги пленки РТ) и 6,4; 2,3 и 1,9 г/м<sup>2</sup> (аналоги пленки РМ).

Стандартная химико-фотографическая обработка пленок после экспонирования рентгеновскими лучами включала их обработку в проявителе «Рентген-2», промывку в воде и фиксирование в тиосульфатном растворе. Конвертирование серебряного изображения в бромид проводилось в растворе, содержащем K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> (125 г), Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (60 г), KBr (6 г), H<sub>2</sub>O (до 1000 мл).

Для получения изображений применяли медный борогидридный проявитель (МБП), который готовили сливанием растворов А (медь сернокислая, кристаллическая 25 г, трилон Б 42, борная кислота 21,7 г, едкий натр до рН 10,7, вода до 1000 мл) и Б (0,5 %-ный раствор борогидрида натрия в 0,5 н растворе едкого натра, t = 20 °С) в соотношении 9:1.

Из табл. 1 видно, что основные фотографические характеристики изучавшихся пленок при уменьшении содержания в них серебра и использовании стандартной химико-фотографической обработки существенно ухудшаются.

Однако после конвертирования серебра в бромид и проявления в МБП картина принципиально изменяется (табл. 2 и 3). На изучавшихся малосеребряных рентгеновских пленках, проявленных в МБП до требуемого уровня коэффициента контрастности, достигаются более высокие значения максимальной оптической плотности изображения по сравнению с полностью серебряными аналогами при допустимом уровне вуали.

Особенно важно то, что чувствительность малосеребряных пленок после усиления в МБП резко увеличивается и, хотя значения этой величины имеют тенденцию к снижению с уменьшением содержания серебра в слое, они остаются более высокими, чем у полностью серебряных материалов. К тому же, в случае медицинских пленок, проявленных в

Таблица 2

Фотографические характеристики малосеребряных пленок РТ-5, получаемые при усилении в растворе МБП до  $\gamma=4,0$

$C_{Ag}$ , г/м <sup>2</sup>	$t_{yc}$ , мин	$S_{0,85+D_0}$ , кг/Кл	$D_0$	$D_{max}$
7,7	4,5	$0,77 \cdot 10^6$	0,05	>6
4,7	4,0	$0,70 \cdot 10^6$	0,05	>6
2,3	3,0	$0,35 \cdot 10^6$	0,05	>6

Таблица 3

Фотографические характеристики малосеребряных пленок РМ-1, получаемые при усилении в растворе МБП до  $\gamma=3,0$

$C_{Ag}$ , г/м <sup>2</sup>	$t_{yc}$ , мин	$S_{0,85+D_0}$ , кг/Кл	$D_0$	$D_{max}$	$L$
6,4	7,0	$3,88 \cdot 10^6$	0,26	3,0	1,00
2,3	4,0	$4,65 \cdot 10^6$	0,09	2,6	0,91
1,9	4,0	$4,27 \cdot 10^6$	0,08	2,8	0,91

МБП до требуемого уровня  $\gamma=3,0$ , фотографическая широта уменьшается незначительно. На таких пленках, однако, при увеличении времени физического проявления наблюдается появление небольшой вуали, имеющей тенденцию к росту с повышением содержания серебра. Ее уровень можно снизить, изменяя время обработки пленки в проявителе «Рентген-2», при этом, однако, уменьшается чувствительность, которую не удастся скомпенсировать увеличением времени проявления в МБП. На уровень вуали влияют также условия созревания эмульсии. Обычно уровень вуали оказывается более высоким у пленок, для изготовления которых используются эмульсии со временем второго созревания, превышающем оптимальное.

Рассмотренный материал позволяет сделать однозначный вывод о возможности получения фотографических изображений хорошего качества из меди на различных типах рентгеновских фотопленок, изготовленных по технологии, используемой в химико-фотографической промышленности, но содержащих уменьшенное в 5—10 раз количество остродефицитного серебра.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Свиридов В. В., Сташенок В. Д., Рогач Л. П. и др. А. с. 678458 (СССР). Способ усиления серебряных фотографических изображений.— Оpubл. в БИ, 1979, № 29, с. 182.

2. Свиридов В. В., Сташенок В. Д., Капариха А. В. и др.— Докл. АН БССР, 1980, т. 24, № 2, с. 151.

Поступила в редакцию  
23.02.81.

Лаборатория химии фотографических процессов  
НИИ ФХП

УДК 771.5+678

*Г. Н. САВАСТЕНКО, И. Н. ЕРМОЛЕНКО, В. М. СИДЕРКО,  
Ф. Н. КАПУЦКИЙ, Д. Д. ГРИНШПАН*

### СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ НА БАЗЕ СОПОЛИМЕРОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ С АКРИЛОВОЙ ИЛИ МЕТАКРИЛОВОЙ КИСЛОТАМИ

Известны целлюлозные однокомпонентные пленочные фотоматериалы низкой светочувствительности, содержащие карбоксильные группы. К ним относится монокарбоксилцеллюлоза, получаемая окислением целлофана окислами азота, или карбоксиметилцеллюлоза, синтезируемая обработкой целлюлозного материала монохлоруксусной кислотой [1, 2].

Несмотря на то, что в этих материалах величина зерен проявленного изображения мала (находится практически на молекулярном уровне), достижение наивысшей разрешающей способности ограничивается их текстурой. При химической модификации пленки в гетерогенных условиях [1, 2] процесс протекает неоднородно по объему и площади пленки. В результате продукт включает участки с разными фотографическими свойствами, что вызывается неоднородностью структуры проявленного изображения.

Нами поставлена цель получить однокомпонентный пленочный светочувствительный материал с повышенной однородностью.

Предлагаемый в работе материал представляет собой гомогенную пленку, состоящую из сополимера целлюлозы и высокомолекулярной кислоты (например, полнакриловой или полиметакриловой), с содержанием свободных карбоксильных групп от 0,3 до 6,3 мас.%. В отличие от карбоксиметилцеллюлозы или монокарбоксилцеллюлозы этот полимер представляет собой привитый сополимер, а не производное целлюлозы, в котором карбоксильные группы принадлежат модифицированным ангидроглюкозным остаткам (элементарным звеньям целлюлозы).

Описываемый в работе материал характеризуется более высокой однородностью за счет того, что пленки формируются из гомогенного раствора сополимера [3].

Процесс получения такого однокомпонентного пленочного материала, чувствительного к ультрафиолетовой области спектра, состоит в следующем. Проводится реакция привитой сополимеризации гидрат-целлюлозного штапельного волокна с акриловой или метакриловой кислотой в присутствии солей  $Ce^{+4}$ , обеспечивающая минимальное образование гомополимеров. Механизм привитой сополимеризации виниловых мономеров в этих условиях описан в работе [4].

Для синтеза привитого сополимера целлюлозы и высокомолекулярной кислоты 2,5 г воздушно-сухого гидратцеллюлозного штапельного волокна помещали в 6 %-ный раствор акриловой кислоты (модуль ванны 100). Реакционную смесь нагревали до 323 К и добавляли в нее 5 мл 0,1 н раствора церийаммонийнитрата. Синтез вели при указанной температуре в течение 1 ч. Гомополимер акриловой кислоты отмывали водой при температуре 313 К. Содержание карбоксильных групп в сополимере составило 3,4 мас. %.

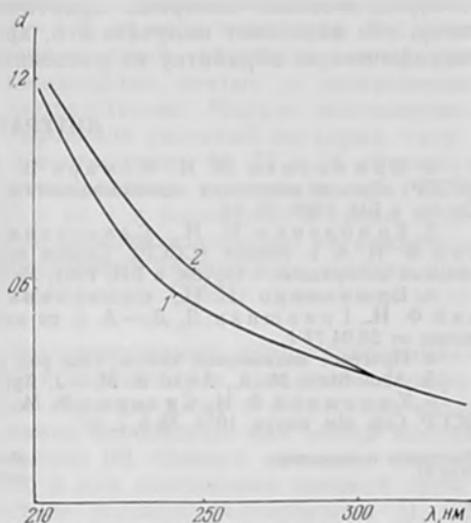
При обработке реакционной смеси 7,5 мл 0,1 н раствора церийаммонийнитрата получался сополимер с содержанием  $COOH$ -групп 6,3 мас. %.

Сополимеры целлюлозы с метакриловой кислотой получали по той же методике, что и сополимеры с акриловой кислотой. При обработке реакционной смеси, содержащей метакриловую кислоту, 10 мл 0,1 н раствора инициатора синтезировали сополимер с 3,5 мас. % карбоксильных групп. Следует отметить, что процесс может проводиться с использованием другого целлюлозного сырья.

Для получения пленочного материала привитый сополимер растворяли в смеси диметилформамида с двуокисью азота [5, 6]. Навеску сополимера заливали смесью диметилформамида с двуокисью азота в объемном соотношении 5 : 1 для приготовления 6 %-ного раствора комнатной температуры. Из полученного раствора отливали пленку, обрабатывали ее бутиловым спиртом и затем отмывали дистиллированной водой, сушили при 293—313 К.

Максимальная оптическая плотность ( $D_{max}$ ) и плотность вуали ( $D_0$ ) пленок привитых сополимеров целлюлозы с акриловой и метакриловой кислотами

Содержание в сополимере $COOH$ -групп, мас. %	$D_0$	$D_{max}$
Сополимеры с акриловой кислотой		
0,4	0,05	1,87
3	0,04	2,1
3,5	0,03	1,19
6,3	0,03	1,12
Сополимеры с метакриловой кислотой		
0,5	0,05	1,27
0,7	0,03	2,56
1,1	0,04	1,36
1,6	0,05	1,35



Спектр поглощения сополимера целлюлозы с акриловой кислотой с содержанием  $COOH$ -групп 6,3 мас. % (2) и экспонированной УФ излучением дозой  $1,2 \cdot 10^{20}$  квант/см<sup>2</sup> (1)

Изменяя условия реакции, можно варьировать степень прививки и, следовательно, содержание COOH-групп в пленках. Толщина пленок также может быть различной.

Для испытания светочувствительности пленочный материал экспонировали полным спектром ртутно-кварцевой лампы. Химико-фотографическая обработка включала воздействие солей и восстановителей, в частности, ионов палладия и формалина. После экспонирования материала УФ излучением и последующей сорбции ионов металла, например, палладия, и проявления появлялось почернение (см. таблицу). Интенсивность почернения возрастала с увеличением экспозиции. Сорбция следовых количеств ионов палладия экспонированным материалом осуществлялась из  $10^{-3}$  и раствора хлорида палладия (рН 2,2) в течение 45 мин. Для проявления экспонированного материала, содержащего сорбированный палладий, нами использовался физический проявитель следующего состава: А)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  (17,5 г/л), К-На виннокислый (85 г/л), NaOH (8 г/л); В) формалин. А : В = 20 : 1.

Оптическая плотность проявленных неэкспонированных образцов 0,03—0,05. Максимальная оптическая плотность изображения, получаемого на материале, состоящем из сополимера целлюлозы с метакриловой кислотой, 2,56, а на материале, представляющем собой сополимер целлюлозы с акриловой кислотой, 2,1.

Наиболее интенсивное поглощение в спектре материала лежит в коротковолновой ультрафиолетовой области. Экспонирование приводит к уменьшению поглощения в рассматриваемой области спектра (см. рисунок).

Максимум поглощения света находится в области 200—400 нм, где лежит и спектр светочувствительности, поэтому материал наиболее эффективно может быть использован (как малочувствительный) для печати с помощью УФ излучения. Энергия, необходимая для достижения плотности видимого изображения, равной 0,2 над плотностью вуали, составляет 0,1 Дж/см<sup>2</sup>.

Физико-механические свойства сополимеров целлюлозы с высокомолекулярными кислотами удовлетворительные. Они устойчивы к действию щелочных сред, используемых в процессе химико-фотографической обработки.

Предлагаемый материал практически нечувствителен к видимому свету, что позволяет получать его, хранить и осуществлять химико-фотографическую обработку на рассеянном свете.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ермоленко И. Н., Комарь В. В., Савастенко Г. Н. А. с. 244888 (СССР). Способ получения однокомпонентных светочувствительных фотоматериалов.— Оpubл. в БИ, 1969, № 18.
2. Ермоленко И. Н., Савастенко Г. Н., Сидерко В. М., Капуцкий Ф. Н. А. с. 888058 (СССР). Способ получения однокомпонентных светочувствительных материалов.— Оpubл. в БИ, 1981, № 45.
3. Ермоленко И. Н., Савастенко Г. Н., Сидерко В. М., Капуцкий Ф. Н., Гриншпан Д. Д.— А. с. по заявке 2210088 от 11.10.76 г. Положит. решение от 28.04.77 г.
4. Прогресс полимерной химии./Под ред. В. В. Коршака.— М., 1969, с. 174.
5. Abou-Ste M. A., Awad V. M.— J. Appl. Biotechnol., 1977, v. 27, p. 399.
6. Капуцкий Ф. Н., Сидерко В. М., Сабельников Г. Е. и др.— Вестн АН БССР. Сер. хим. наук, 1974, № 6, с. 87.

Поступила в редакцию  
20.04.81.

Кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидной химии, Институт общей и неорганической химии АН БССР

## РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ АКТИВИРОВАННОЙ ОКИСЛАМИ АЗОТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПРОЦЕССАХ АЦИЛИРОВАНИЯ

В литературе описаны способы активации целлюлозы азотсодержащими соединениями такими, как аммиак, различные амины [1]. Возрастание реакционной способности целлюлозы происходит в результате преобразования под действием данных соединений высокоупорядоченной структуры исходного материала в менее упорядоченное состояние с хорошо развитой удельной поверхностью и соответственно более высокой степенью доступности для низкомолекулярных веществ [1, 2].

В работах [3—5] нами рассмотрены некоторые закономерности декристаллизации целлюлозы окислами азота. Целлюлоза, аморфизованная жидкими окислами азота, характеризуется повышенной гидролизуемостью и водоудерживающей способностью. В предлагаемом сообщении рассмотрена реакционная способность декристаллизованной окислами азота целлюлозы на примере продолжительности реагирования ее в процессах получения сложных триэфиров.

Использовали хлопковую целлюлозу со степенью полимеризации (СП) 1200 и 2700, а также древесную целлюлозу «Флоренье» (СП = 1150). Активация образцов заключалась в погружении при комнатной температуре 5 г полимера на 15 с в 50 мл окислов азота с последующими отжимом и отмывкой. В ряде опытов во избежание сильной деполимеризации целлюлозы в окислы азота вводили небольшие добавки гидрохинона [4, 5].

Для сравнительной оценки реакционной способности целлюлозы, активированной окислами азота, параллельно в идентичных условиях активировали образцы, активированные общепринятыми способами. Методика формилирования целлюлозы приведена в [6]. Ацелирование образцов проводили по гомогенному метиленхлоридному и гетерогенному методам при 26 °С (в термостате) с использованием хлорной кислоты в качестве катализатора (~1 % от веса полимера). В случае гомогенного ацелирования применяли смесь уксусного ангидрида, ледяной уксусной кислоты и метиленхлорида, взятых в соотношении 30, 10 и 60 объемных процентов соответственно. Модуль ацелирования 1 : 10. При гетерогенном ацелировании уксусный ангидрид, уксусную кислоту и бензол смешивали в соотношении 44, 22 и 34 объемных процента. Модуль ванны 1 : 20. Бутилирование проводили при 26 °С ангидридом масляной кислоты (4,5 г на 1 г полимера) в среде метиленхлорида с использованием серной кислоты в качестве катализатора (0,02 г на 1 г целлюлозы). Для определения химического состава продуктов синтеза и СП триацетата целлюлозы (ТАЦ) применяли методики, приведенные в [6—7].

Известно, что в реакциях формилирования концентрированная муравьиная кислота сама активирует целлюлозу и вызывает этерификацию наиболее доступных участков волокна даже в отсутствие катализатора, в силу чего формилирование используют как метод оценки структурной неоднородности целлюлозы [6]. Однако нативная целлюлоза формилируется очень медленно и для достижения высокой степени этерификации необходимы жесткие условия реагирования [1, 6]. Нами установлено, что скорость формилирования хлопковой целлюлозы существенно возрастает в результате активации, включающей контакт исходного материала с окислами азота, отмывку от окислов азота водой и вытеснения воды муравьиной кислотой. После 24 ч реагирования при комнатной температуре степень замещения гидроксильных

**Результаты ацетилирования  
по гомогенному способу хлопковой целлюлозы  
СП=1200, подвергнутой различным  
активирующим обработкам**

Агент активации	Время реагирования, мин	$\tau$	СП ТАЦ	Выход, %
Уксусная кислота	180	295	760	92
Оксиды азота	20	297	250	90
Оксиды азота с ингибитором	25	296	730	92

групп ( $\gamma$ ) в активированном образце равняется 253, в то время как у целлюлозы, не подвергнутой указанной обработке, всего лишь 105.

Наибольший интерес для оценки «активности» целлюлозы, обработанной оксидами азота, представляет процесс ацетилирования, поскольку отмывку образцов от оксидов азота удобно проводить непосредственно уксусной кислотой, входящей в состав ацетилирующей смеси, и этерифицировать материал сразу после отжима. В таблице приведены результаты ацетилирования по гомогенному способу хлопковой целлюлозы, подвергнутой отмеченной активации, а также активации только концентрированной уксусной кислотой (2 ч при 20°C и модуле 1:20).

Установлено, что практически полное ацетилирование природной целлюлозы, активированной с использованием оксидов азота, протекает в 7—9 раз быстрее, чем ацетилирование после активации обычным путем. Следует отметить, что общая продолжительность стадии активации, включающей обработку образца оксидами азота и вытеснение последних уксусной кислотой в наших условиях не превышала 20 мин. Обработка целлюлозы оксидами азота, содержащими ингибитор деполимеризации, позволяет получать материал с высокой реакционной способностью и достаточно большой молекулярной массой. Эфиры, синтезированные на основе целлюлозы, активированной таким путем, характеризуются высокой СП.

Хорошо известно [1,2], что целлюлоза-II (как мерсеризованная, так и регенерированная) в отличие от природной целлюлозы очень плохо ацетируется. В то же время в результате обработки природной целлюлозы оксидами азота и последующей отмывки происходит трансформация структуры кристаллической целлюлозы-I в структуру практически аморфной целлюлозы-II [5], реакционная способность которой в процессах ацетилирования значительно выше, чем у целлюлозы-I. Представляло интерес выявить активирующее действие оксидов азота на мерсеризованную целлюлозу. Активацию мерсеризованной 18%-ным раствором NaOH хлопковой целлюлозы оксидами азота и обычным

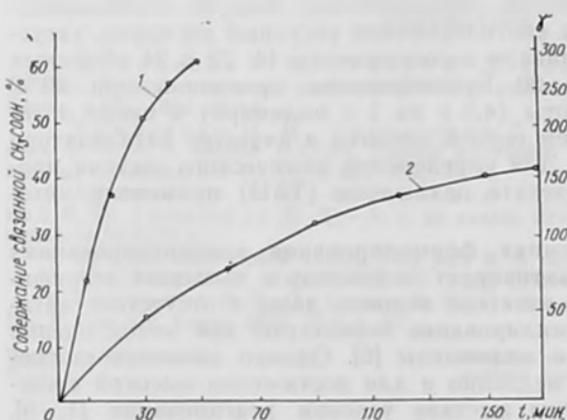


Рис. 1. Кинетика ацетилирования по гомогенному способу мерсеризованной хлопковой целлюлозы, активированной оксидами азота с последующим вытеснением их уксусной кислотой (1) и только уксусной кислотой (2)

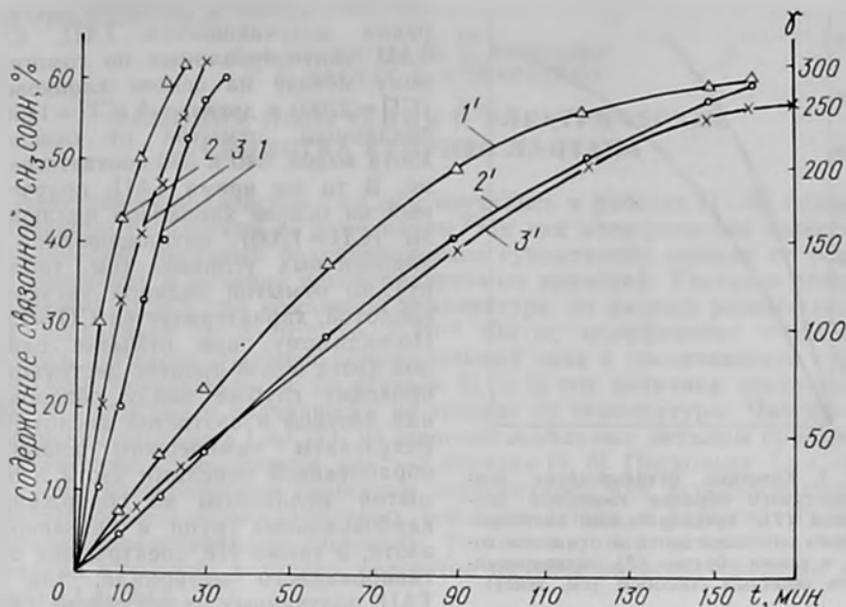


Рис. 2. Кинетика ацетилирования хлопковой (1, 3) и древесной (2) целлюлозы после обработки окислами азота, отмывки водой и высушивания, а также после активации 80 %-ной уксусной кислотой с последующим вытеснением ее ледяной уксусной кислотой (1—3):

1, 1', 2, 2' — гомогенный, 3, 3' — гетерогенный способы

способом проводили так, как указано выше. Соответствующие кинетические кривые изображены на рис. 1. Как видно, степень замещения продукта, получающегося после 3 ч ацетилирования мерсеризованной целлюлозы, активированной уксусной кислотой, не соответствует даже диацетату ( $\gamma=155$ ). В то же время продолжительность практически полного ацетилирования (до чистого поля) мерсеризованной целлюлозы, активированной окислами азота, составляет лишь 50 мин.

В литературе отмечается [8], что эффект активации целлюлозы уксусной кислотой теряется в результате промывки активированного материала водой и высушивания. На рис. 2 приведены кинетические кривые (1—3) ацетилирования образцов хлопковой и древесной целлюлозы, которые после обработки окислами азота, содержащими гидрохинон, отмывали водой, высушивали при 60—70°C и хранили в течение недели в комнатных условиях. Перед помещением в ацетилирующую смесь эти образцы выдерживали 20 мин в ледяной уксусной кислоте при 18°C. Для сравнения на этом же рисунке приведена кинетика ацетилирования (кривые 1'—3') указанных образцов после активации замочкой в течение 1 ч в 80 %-ной уксусной кислоте с последующим вытеснением ее в течение 1 ч ледяной уксусной кислотой. Как видно из рис. 2, резкое повышение реакционной способности целлюлозы в результате контакта с окислами азота имеет место даже после отмывки ее водой и высушивания. Время полного ацетилирования данных образцов после дополнительной кратковременной активации их ледяной уксусной кислотой — 25—35 мин. Следует отметить, что при получении ТАЦ с сохранением волокнистой структуры исходного материала (гетерогенный метод) на основе целлюлозы, активированной окислами азота, необходимо повышенное содержание нерастворителя (бензола) в ацетилирующей смеси для предотвращения растворения в ней образующегося продукта. Очевидно, при обычном составе ацетилирующей смеси в условиях очень быстрого реагирования выделяющаяся в результате реакции уксусная кислота не успевает диффундировать из воло-

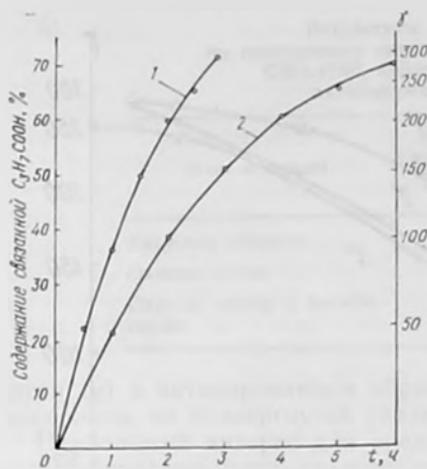


Рис. 3. Кинетика бутилирования воздушно-сухого образца хлопковой целлюлозы (1), предварительно активированного окислами азота и отмытого водой, а также образца (2), активированного обычным способом (см. текст)

свидетельствуют о неизменности химического состава целлюлозы при указанной активации.

Высокая реакционная способность целлюлозы, обработанной окислами азота, проявляется даже в том случае, когда ее после отмытки водой и высушивания помещают в этерифицирующую среду в воздушно-сухом виде. В качестве примера на рис. 3 приведена кинетика бутилирования воздушно-сухого образца хлопковой целлюлозы, подвергнутого предварительно отмеченной активации (кривая 1). Кривая 2 этого рисунка соответствует образцу, этерификация которого проводилась после активации известным способом [10], включающим замачивание в воде в течение 16 ч, вытеснение воды масляной кислотой и вытеснение масляной кислоты хлористым метилом, входящим в состав ацилирующей смеси. Как видно, образование трибутирата целлюлозы при этерификации воздушно-сухого материала, предварительно активированного окислами азота и отмытого водой, протекает в два раза быстрее, чем при этерификации целлюлозы, активированной известным способом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кленкова Н. И. Структура и реакционная способность целлюлозы.— Л., 1976.
2. Папков С. П., Файнберг Э. З. Взаимодействие целлюлозы и целлюлозных материалов с водой.— М., 1976.
3. Капуцкий Ф. Н., Башмаков И. А., Герт Е. В., Бобровский А. П.— Ж. прикл. химии, 1976, т. 49, с. 2476.
4. Капуцкий Ф. Н., Бобровский А. П., Герт Е. В., Башмаков И. А.— Ж. прикл. химии, 1979, т. 52, с. 900.
5. Бобровский А. П., Герт Е. В., Филанчук А. П., Башмаков И. А., Капуцкий Ф. Н.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 1, с. 12.
6. Ушаков С. Н. Эфиры целлюлозы и пластические массы на их основе.— М.— Л., 1941, с. 278.
7. Геллер А. А., Геллер Б. Э. Практическое руководство по физико-химии волокнообразующих полимеров.— М., 1972.
8. Аким Э. Л., Перепечкин Л. П. Целлюлоза для ацетилирования и ацетаты целлюлозы.— Л., 1971.
9. Атрощенко В. И., Каргин С. И. Технология азотной кислоты.— М., 1970, с. 116.
10. Бытенский В. Я., Кузнецова Е. П. Производство эфиров целлюлозы.— М., 1974, с. 62.

Поступила в редакцию  
02.04.81.

НИИ ФХП

Л. А. ТИХОНОВА, И. Ф. КОНОНЮК,  
Л. В. МАХНАЧ, Г. К. ЖАВНЕРКОУСЛОВИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА КУПРИТА ЛАНТАНА

Электрические свойства  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  изучались в работах [1—5], однако полученные результаты не однозначны, так как электрические свойства керамических оксидных полупроводников существенно зависят от условий получения и наличия неконтролируемых примесей. Удельное сопротивление  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  при комнатной температуре, по данным разных авторов, составляет от  $5 \cdot 10^{-4}$  до  $2 \cdot 10^{-3}$  Ом·м; коэффициент термоэдс  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ , согласно [1], имеет положительный знак и увеличивается с повышением температуры, а по данным [2, 3, 5] его величина составляет 140—210 мВ/град и практически не зависит от температуры. Частичное замещение лантана в  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  на щелочно-земельные металлы приводит к увеличению проводимости на 1—2 порядка [4, 5]. Поскольку  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  по своим электрическим свойствам перспективен для использования в качестве основы термостабильных токопроводящих и резистивных материалов, представлялось полезным установить, как влияют условия спекания и чистота исходных реагентов на электрические свойства керамики  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ .

Порошки  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  синтезировали из растворов азотнокислых солей. При этом нитрат лантана получали путем растворения в азотной кислоте окиси лантана марки «LaO» с последующей перекристаллизацией конечного продукта. Нитрат меди использовался двух квалификаций «хч» и «ч». Добавки ионов щелочноземельных металлов вводились в виде соответствующих нитратов марок «чда» и «хч». Растворы нитратов, взятые в заданных соотношениях, упаривали досуха, затем нагревали до 800—900 °С и выдерживали в течение 4 ч. Полученные порошки перетерлись и дополнительно обжигались на воздухе при 1050—1100 °С в течение 2—4 ч. После такой термообработки порошки  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  стали однофазными, их дифрактограммы соответствовали данным работ [5, 6]. Керамические образцы  $0,005 \times 0,005 \times 0,03$  м формовались методом полусухого прессования при давлении  $\sim 3 \cdot 10^8$  Па и затем спекались при 1000—1200 °С в течение 2—16 ч на воздухе или в кислороде. Удельное сопротивление измерялось четырехзондовым методом по компенсационной схеме на постоянном токе [7]. Термоэдс определяли при разности температур на концах образцов 15—30 °С. Разброс значений сопротивлений и термоэдс в одной и той же партии образцов не превышал  $\pm 10\%$ , а в разных партиях одного и того же состава иногда достигал 20—25%. Рентгенофазовый анализ проводили на дифрактометре ДРОН-1. Плотность образцов определяли методом гидростатического взвешивания. Коэффициент температурного расширения находили с помощью кварцевого dilatометра.

Для выяснения влияния температуры и длительности спекания на электрические свойства куприта лантана были приготовлены прессовки из порошка  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ , полученного с применением нитрата меди марки «хч». Образцы спекались на воздухе при 1000, 1100 и 1200 °С от 2 до 16 ч. Как следует из рис. 1, с повышением температуры спекания от 1000 °С (кривая 1) до 1200 °С

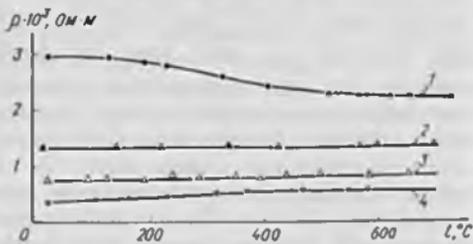


Рис. 1. Температурная зависимость удельного сопротивления  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  после спекания на воздухе в течение 4 ч при 1000 (1), 1100 (2), 1200 °С (3, 4); 1—3 —  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ , синтезировано с применением нитрата меди марки «хч», 4 — марки «ч»

(кривая 3) удельное сопротивление керамики  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  изменялось от  $2,8 \cdot 10^{-3}$  Ом·м до  $8 \cdot 10^{-4}$  Ом·м. Дополнительный обжиг таких образцов в течение 10—20 ч в кислороде при 800—900 °С также практически не влиял на их удельное сопротивление. Полученные результаты в определенной степени коррелируют с плотностями керамических образцов. С повышением температуры спекания от 1000 до 1100 и 1200 °С плотность образцов также возрастала от 80 до 93 и 95% от теоретической. Следует отметить, что температурный коэффициент сопротивления (ТКС) более плотных образцов в области температур от комнатной до 700 °С имел небольшое положительное значение  $\sim (1-2) \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1}$ , тогда как ТКС менее плотных образцов, спеченных при 1000 °С, в области температур от комнатной до  $\sim 150$  °С близко к нулевому, а при более высоких температурах (200—750 °С) — отрицательное ( $-4 \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1}$ ). Последнее, характеризует не состав вещества, а недостаточно плотную структуру керамики, в которой с повышением температуры может происходить увеличение площади контактов между зернами.

Для выяснения влияния неконтролируемых примесей в исходных веществах на электрические свойства  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  порошок его синтезирован описанным способом с применением нитрата меди марки «ч». Удельное сопротивление образцов после спекания при 1200 °С оказалось вдвое ниже, а ТКС — более положительным (см. рис. 1, кривая 4).

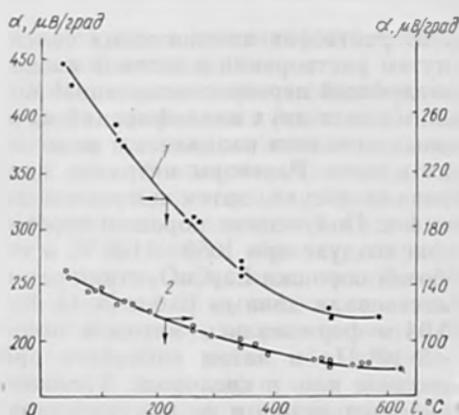


Рис. 2. Температурная зависимость коэффициента термоэдс  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ , синтезированного с применением нитрата меди марки «хч» (1) и «ч» (2)

Коэффициент термоэдс  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ , синтезированного с применением нитрата меди марки «хч», оказался неожиданно высоким ( $+450 \mu\text{В/град}$  при комнатной температуре) (рис. 2, кривая 1) и практически не зависел от температуры спекания образцов. Однако коэффициент термоэдс куприта лантана, синтезированного с применением нитрата меди марки «ч», оказался в три раза ниже, что связано с влиянием неконтролируемых примесей, содержащихся в исходных препаратах.

Как известно, электрически весьма активными примесями в  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  являются ионы щелочноземельных металлов [4, 5]. При частичном замещении трехвалентных ионов лантана в  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  на двухвалентные ионы щелочноземельных металлов ( $\text{Me}^{2+}$ ) компенсация электрического заряда достигается за счет образования ионов трехвалентной меди  $[\text{La}_{2-x}\text{Me}_x^{2+}\text{Cu}_{1-x}^{2+}\text{Cu}_x^{3+}\text{O}_4^-]$  или анионных вакансий  $\text{La}_{2-x}^{3+}\text{Me}_x^{2+}\text{Cu}^{2+}\text{O}_{4-x/2}^{2-}$ , или того и другого. Проведенные нами опыты показали, что при небольшой концентрации ионов щелочноземельных металлов компенсация заряда осуществляется преимущественно по первому способу. Замена иона  $\text{Cu}^{2+}$  на ион меньших размеров  $\text{Cu}^{3+}$  приводит к уменьшению длины связи  $\text{Cu}-\text{O}$  вдоль оси  $a$  тетрагональной решетки  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ , что увеличивает перекрытие орбиталей  $\pi$ -электронов в цепочках  $\text{Cu}-\text{O}-\text{Cu}$  и, следовательно, повышает проводимость [4, 5]. К тому же наличие ионов меди разной валентности в одних и тех же кристаллографических позициях может способствовать осуществлению дополнительно перескокового механизма переноса заряда:  $\text{Cu}^{2+} + \text{Cu}^{3+} \rightarrow \text{Cu}^{3+} + \text{Cu}^{2+}$ . В случае стронцийзамещенного куприта лантана после спекания на воздухе при 1100 °С наибольшая концентрация ионов трехвалентной меди характерна для состава  $\text{La}_{1,67}\text{Sr}_{0,33}\text{Cu}_{0,76}^{2+}\text{Cu}_{0,24}^{3+}\text{O}_{3,95}$  [8].

Одновременно с уменьшением электросопротивления при замещении лантана в  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  на щелочноземельные металлы резко уменьшается и коэффициент термоэдс. Например, при замещении 10 ат. %  $\text{La}^{3+}$  на  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  коэффициент термоэдс при комнатной температуре снижался с +450  $\mu\text{В/град}$  до  $\sim$  +60, +10, +30  $\mu\text{В/град}$  соответственно. Последнее, видимо, указывает на увеличение электронной составляющей проводимости сложных оксидов.

Коэффициент температурного расширения (КТР)  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  найден равным  $(8-9) \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  в области температур от 20—200 °С и  $(12-14) \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  в области более высоких температур (300—600 °С). Полученные значения КТР согласуются с вычисленными из температурной зависимости параметров решетку  $a$  и  $c$  в области температур от комнатной до 990 °С: КТР ( $a$ ) =  $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ , КТР ( $c$ ) =  $16 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  [6].

Таким образом, полученные результаты показывают, что плотная и механически прочная керамика  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  может быть получена путем спекания в течение нескольких часов на воздухе при 1200 °С. Удельное сопротивление такой керамики при комнатной температуре составляет  $(8 \pm 1) \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , коэффициент термоэдс +  $(450 \pm 30) \mu\text{В/град}$ , температурный коэффициент сопротивления около +  $(1-2) \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1}$ . Частичное замещение лантана в  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  на щелочноземельные металлы снижает удельное сопротивление и коэффициент термоэдс на 1—2 порядка.

Авторы выражают благодарность инженеру кафедры физической химии БГУ имени В. И. Ленина А. С. Собескому за снятие рентгенограмм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Foëx M.—Bull. Sos. ch'm. Franc. 1961, № 1, p. 109.
2. Ganguly P., Rao C. N. R.—Mater. Res. Bull. 1973, v. 8, № 4, p. 405.
3. Kenjo T., Yajima S.—Bull. Chem. Soc. Japan, 1973, v. 46, № 5, p. 1329.
4. Kenjo T., Yajima S.—Bull. Chem. Soc. Japan, 1977, v. 50, № 11, p. 2847.
5. Шапльгин И. С., Кахан Б. Г., Лазарев В. Б.—ЖНХ, 1979, т. 24, № 6, с. 1478.
6. Longo J. M., Rassaiah P. M.—J. Solid State Chem. 1973, v. 6, № 4, p. 526.
7. Кононюк И. Ф., Тихонова Л. А., Махнач Л. В.—Изв. АН СССР. Неорганич. материалы, 1981, т. 17, № 1, с. 161.
8. Nguyen N., Choisnel J., Hervien M.—J. Solid State Chem, 1981, v. 39, № 1, p. 120.

Поступила в редакцию  
02.12.81.

НИИ ФХП

УДК 541.183.12

М. Л. ПАВЛОВИЧ, О. Р. СКОРОХОД, В. И. КОРЗУН

### МОЛЕКУЛЯРНАЯ И ЛИГАНДНАЯ СОРБЦИЯ АМИНОБЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ СУЛЬФОКАТИОНИТОМ КУ-2×8 В МЕДНОЙ ФОРМЕ ИЗ СМЕШАННЫХ ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

Дальнейшее развитие теории и практики сорбционных процессов требует детального изучения поглощения, связанного как с неспецифическим взаимодействием сорбата и сорбента (молекулярная сорбция), так и со специфическим взаимодействием за счет донорно-акцепторной связи (лигандная сорбция), из смешанных водно-органических растворителей, широко применяющихся в лабораторной и промышленной практике.

Практическое исследование процесса комплексообразования в фазе нонита необходимо и для развития теоретических представлений химии координационных соединений о строении и устойчивости комплексных соединений, а также метода лиганднообменной хроматографии, обладающего рядом преимуществ перед другими хроматографическими методами.

Настоящая работа посвящена изучению поглощения орто- и мета-изомеров аминобензойной кислоты сульфополистирольным нонитом

КУ-2×8 в медной форме из смешанных водно-этанольного, водно-пропанольного и водно-диоксанового растворов с мольной долей органического растворителя  $N_0=0,04-0,7$ . При изучении процесса поглощения учитывалось общее и парциальное набухание ионита в изученных растворителях. Путем исследования фазы равновесного раствора и фазы ионита оценен вклад величин молекулярной и лигандной сорбции в общее поглощение и выявлено влияние ряда факторов на оба процесса.

Как показали результаты исследования, процесс неинообменного поглощения аминокислот на ионите КУ-2×8 в медной форме из изученных водно-органических растворов осуществляется по типу как ван-дер-ваальсовой (молекулярной), так и лигандной сорбции в результате комплексобразования сорбируемых молекул с противоиононом ионита (рис. 1, 2). Доля лигандной сорбции в общем процессе поглощения меняется в зависимости от состава и природы растворителя. При сорбции из воды основным в общем процессе поглощения является специфическое взаимодействие с ионогенными группами ионита. Добавление к воде небольших количеств диоксана ( $N_0 \leq 0,2$ ), растворителя аполярного, наиболее сильно влияет на изменение молекулярной сорбции изученных кислот, уменьшая ее, поэтому в этой области составов лигандная сорбция вносит основной вклад в общее поглощение, как и при сорбции из воды.

Дальнейшее увеличение содержания диоксана в смешанном растворителе неоднозначно влияет на величину молекулярной сорбции и значительно уменьшает поглощение по типу лигандной сорбции. Поэтому в области составов смешанного растворителя вода — диоксан  $N_0 > 0,2$  величины лигандной и молекулярной сорбции становятся соизмеримыми.

При поглощении из водно-органических растворителей с полярным органическим компонентом (этанол, пропанол) величины сорбции по молекулярному и лигандному механизму соизмеримы уже при небольших содержаниях органического растворителя, так как его влияние на уменьшение молекулярной сорбции проявляется слабее.

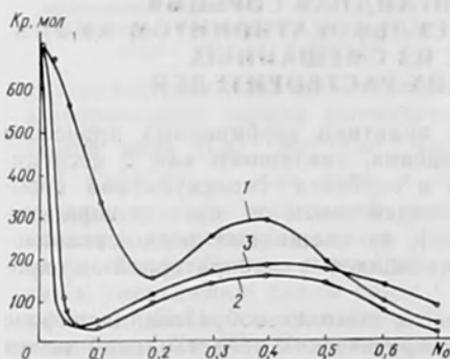


Рис. 1. Зависимость коэффициентов распределения молекулярной сорбции метаминобензойной (1, 2) и ортоаминобензойной кислот (3) от мольной доли этанола (1) и диоксана (2, 3) из смешанных водно-органических растворителей на ионите КУ-2×8 в Си-форме ( $Cp=0,001$  моль/л)

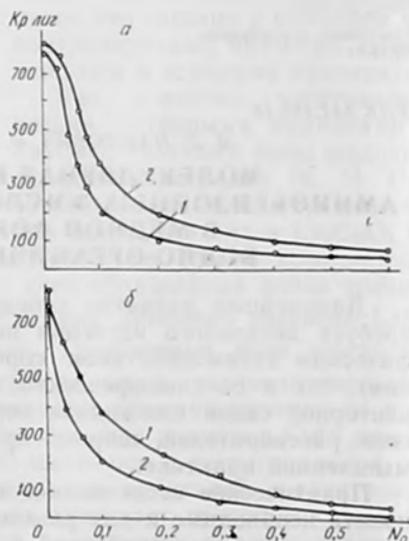


Рис. 2. Зависимость коэффициентов распределения лигандной сорбции орто- (1) и метаминобензойной (2) кислот от мольной доли этанола (а) и диоксана (б) на ионите КУ-2×8 в Си-форме ( $Cp=0,001$  моль/л)

Вклад ионообменного поглощения из водно-органических растворителей пренебрежимо мал по сравнению с водными растворами, что обусловлено уменьшением степени ионизации функциональных групп кислоты и ионита при переходе к менее полярным растворителям.

Как следует из результатов данной работы, молекулярная сорбция слабых электролитов из растворов является сложным процессом и может быть осуществлена в результате проявления определенных сил взаимодействия молекул сорбата с сорбентом, а также распределения их между растворителем фазы ионита и внешним раствором.

Исследование закономерностей влияния природы и состава смешанных водно-органических растворителей на молекулярную сорбцию аминокислот на ионите КУ-2×8 в медной форме подтверждает развиваемые в [1—3] представления о механизме молекулярной сорбции и позволяет сделать вывод, что наряду с ван-дер-ваальсовым взаимодействием молекул сорбата с углеводородной матрицей ионита, фиксированными ионами и противоионами, значительное влияние на процесс молекулярной сорбции оказывают распределение молекул сорбата между внешним раствором и растворителем набухшего ионита, а также эффект высаливания.

Кривая зависимости коэффициентов распределения молекулярной сорбции аминокислот от мольной доли органического растворителя на ионите КУ-2×8 в медной форме, как и в случае молекулярной сорбции жирных кислот на ионите КУ-2×8 в водородной форме [4], характеризуется наличием минимума и максимума (см. рис. 1), положение которых для изученных кислот устанавливается, как правило, при одном и том же составе смешанного растворителя (min при  $N_0=0,1-0,2$  и max при  $N_0=0,4-0,5$ ). Это свидетельствует о связи появления экстремумов с изменением структуры растворителя от структуры воды до структуры органического растворителя.

В зависимости от состава и структуры смешанного растворителя основное влияние на изменение молекулярной сорбции оказывает растворение сорбируемых кислот либо в воде, либо в органическом растворителе фазы набухшего ионита, что и приводит к сложному характеру изменения коэффициентов распределения.

При небольшом содержании органического компонента ( $N_0 < 0,1-0,2$ ) в смешанном растворителе определяющее влияние на сорбцию должно оказывать растворение кислот в воде набухшего ионита, так как, согласно [5—8], в этой области составов смешанный растворитель имеет структуру воды и сольватные оболочки молекул сорбируемых

Общая, г/г, и парциальная, моль/г-экв, сорбция смешанных растворителей ионитом КУ-2×8 в Си-форме

N <sub>0</sub>	Вода-этанол			Вода-и-пропанол		
	Общая сорбция	Парциальная сорбция		Общая сорбция	Парциальная сорбция	
		вода	этанол		вода	и-пропанол
0,04	0,88	10,63	0,23	0,88	10,62	0,28
0,06	0,83	9,71	0,46	0,85	9,50	0,51
0,08	0,82	9,54	0,49	0,86	9,05	0,66
0,10	0,85	8,77	0,95	0,85	8,77	0,73
0,20	0,81	7,09	1,40	0,83	7,76	0,84
0,30	0,79	7,18	1,27	0,80	6,23	1,38
0,40	0,73	4,03	2,19	0,78	6,83	1,11
0,50	0,75	4,27	2,19	0,78	4,19	1,71
0,60	0,73	4,09	2,20	0,73	3,29	1,62
0,70	0,69	1,99	2,80	0,71	2,87	1,92

кислот и ионогенных групп ионита состоят главным образом из воды. Это приводит к первоначальному уменьшению молекулярной сорбции с увеличением мольной доли органического растворителя в результате уменьшения парциальной сорбции воды (см. таблицу).

Ионогенные группы ионита обладают большим сродством к воде, а фаза внешнего раствора обогащается органическим растворителем (рис. 3). Уменьшение сорбции при небольших добавках органического растворителя может быть связано также с уменьшением эффективной концентрации кислоты во внешнем растворе в результате увеличения ее растворимости.

Дальнейшее возрастание молекулярной сорбции с повышением содержания органического компонента в смешанных растворителях, появление минимума на кривой  $Kp-N_0$  (см. рис. 1), обусловлено, вероятно, тем, что поглощение начинает определяться растворением кислот в органическом растворителе набухшего ионита в результате разрушения структуры воды и образования структуры смешанного растворителя, что приводит к пересольватации сорбируемых молекул.

Уменьшение ионизации функциональных групп ионита и полярных групп кислоты в связи с уменьшением диэлектрической проницаемости внешнего и внутреннего растворов при относительно большом содержании органического растворителя облегчает проникновение молекул сорбата в ионит в результате ослабления электростатического отталкивания полярных групп, что также способствует увеличению молекулярной сорбции.

Окончание перестройки структуры растворителя и образование структуры чистого органического растворителя приводит к появлению второй экстремальной точки на кривой  $Kp-N_0$  и к уменьшению коэффициентов распределения молекулярной сорбции. Это происходит в результате значительного возрастания растворимости и уменьшения эффективной концентрации кислот, сольватные оболочки которых в данной области составов ( $N_0 > 0,4-0,5$ ) состоят в основном из молекул органического растворителя.

С увеличением содержания органического компонента растворимость кислот возрастает как в фазе внешнего раствора, так и в фазе ионита, но растворимость во внешнем растворе имеет большее значение. Это связано с тем, что во всей изученной области составов более избирательно сорбируется ионитом вода, как более полярный компонент смешанного растворителя (см. рис. 3), а сольватные оболочки фиксированных ионов и противоионов в области структуры органического растворителя состоят преимущественно из молекул органического растворителя.

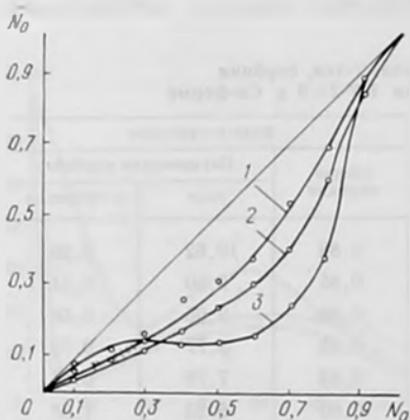


Рис. 3. Кривые избирательности сорбции смешанных водно-этанольных (1), водно-н-пропанольных (2) и водно-диоксаноновых (3) растворителей на ионите КУ-2×8 в Си-форме

Уменьшение сорбции аминокислот с увеличением мольной доли органического компонента в растворе в области структуры органического растворителя может быть связано также с возрастанием стерических препятствий для проникновения сорбируемых молекул ионита в связи с довольно значительным уменьшением набухания ионита в этой области составов (см. таблицу).

Меньшая сорбция изученных кислот, наблюдаемая, как правило,

из растворителей с меньшим значением диэлектрической проницаемости (см. рис. 1) во всей области составов, связана, очевидно, с более сильным уменьшением эффективной концентрации кислоты во внешнем растворе.

Наиболее сильное влияние природы растворителя на величину молекулярной сорбции наблюдается в области структуры чистой воды и структуры смешанного растворителя.

Влияние изомерии положения аминокислотных групп на молекулярную сорбцию неоднозначно, так как в зависимости от состава и структуры растворителя определяющим может быть растворение либо в воде, либо в органическом растворителе набухшего ионита.

В области составов раствора, соответствующих структуре воды, сорбция м-изомера больше сорбции о-изомера в связи с его большей растворимостью в воде. Незначительное уменьшение эффективной концентрации кислоты с более полярной карбоксильной группой при небольших добавках органического растворителя также способствует большему ее поглощению.

В области растворов со смешанной структурой и структурой чистого органического растворителя молекулярное поглощение начинает определяться растворением кислот в органическом растворителе, поэтому сорбция молекул о-изомера, менее полярных и обладающих большим сродством к органическому растворителю, больше сорбции м-изомера.

Величина лигандной сорбции с увеличением доли органического растворителя во всей области составов ( $N_0=0,04-0,7$ ) уменьшается, особенно сильно при небольших его добавках (см. рис. 2). Ослабление процесса комплексообразования молекул сорбата с противоионом нонита при увеличении мольной доли органического растворителя в растворе может быть связано с влиянием диэлектрической проницаемости раствора на парационное образование: фиксированный ион — противоион [9], что приведет к понижению эффективного заряда противоиона и величины лигандной сорбции в связи с уменьшением устойчивости комплекса и числа координированных противоионом молекул кислот.

Более слабое влияние мольной доли органического растворителя на величину лигандной сорбции в области составов смешанного растворителя, где он обладает промежуточной структурой и структурой органического растворителя ( $N_0>0,4-0,5$ ), можно объяснить изменением состава сольватной оболочки противоиона. Процесс комплексообразования, который можно рассматривать как лигандный обмен молекул сольватной оболочки противоиона на молекулы кислоты, в этой области составов протекает легче, так как молекулы органического растворителя обладают меньшим сродством к ионогенным группам нонита, поэтому влияние эффективного заряда противоиона на изменение величины лигандной сорбции сказывается в меньшей степени.

Изменение лигандной сорбции в зависимости от состава смешанного растворителя связано как с уменьшением эффективного заряда противоиона, так и с изменением состава его сольватной оболочки, поэтому влияние природы растворителя на величину лигандной сорбции неоднозначно и зависит от изомерии положения сорбируемой кислоты (см. рис. 2). Более полярный изомер (метааминобензойная кислота) сорбируется по лигандному механизму в большей степени из более полярных растворителей (вода — этанол), и наоборот: ортоаминобензойная кислота, с менее полярной карбоксильной группой, лучше сорбируется из менее полярного растворителя (вода — диоксан). Следовательно, в случае м-изомера сорбируемой кислоты на величине лигандной сорбции сильнее сказывается уменьшение эффективного заряда противоиона в связи с изменением природы органического компонента смешанного растворителя, в случае о-изомера — сильнее влияние изменения состава сольватной оболочки противоиона.

Таким образом, сложный характер влияния состава смешанного

растворителя на изменение молекулярной сорбции аминобензойных кислот, более сильное изменение лигандной сорбции в области составов с небольшой мольной долей органического растворителя, а также неоднозначное влияние изомерии положения сорбата на величину молекулярной и лигандной сорбции в зависимости от состава и природы растворителя свидетельствуют в пользу представлений об определяющем влиянии на величину поглощения сорбируемых кислот изменения структуры смешанного растворителя и состава сольватных оболочек.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Скороход О. Р., Табуло М. Л.—В сб.: Ионообменная технология. М., 1964, с. 186.
2. Павлович М. Л., Скороход О. Р., Головки М. С.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1972, № 2, с. 14.
3. Павлович М. Л., Скороход О. Р.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1975, № 1, с. 16.
4. Павлович М. Л., Скороход О. Р.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1979, № 1, с. 31.
5. Михайлов В. Н.—ЖСХ, 1961, т. 2, с. 667.
6. Алцыбева А. И., Белоусов В. П., Морачевский А. Г.—В сб.: Химия и термодинамика растворов. Л., 1964, с. 145.
7. Маркова В. А., Карапетьянц М. Х.—Труды МХТИ имени Д. И. Менделеева, 1970, № 67, с. 25.
8. Григорьева А. А., Спивак Л. Л.—В сб.: Физическая химия растворов. М., 1972, с. 159.
9. Трёмийон Б. Разделение на ионообменных смолах.—М., 1967, с. 139.

Поступила в редакцию  
06.04.81.

*Кафедра общей химии и методики преподавания химии*

УДК 541.183 : 661.183.2

Т. Г. ИВАНОВА, Г. А. ЛАЗЕРКО, И. Н. ЕРМОЛЕНКО

### ПОГЛОЩЕНИЕ ОСНОВНЫХ И КИСЛЫХ АГРЕССИВНЫХ ГАЗОВ ВОЛОКНИСТЫМИ УГЛЕРОДНЫМИ СОРБЕНТАМИ

В работах [1, 2] нами указывалось на возможность использования волокнистых активированных углей (ВАУ) для поглощения аммиака. Представляло интерес изучить сорбцию ВАУ других газов основного характера (метиламин, диметиламин), а также кислых газов (двуокись углерода, сероводород). Исследования в этом направлении представляют большой практический интерес в связи с проблемами защиты окружающей среды, очистки технологических газов и т. п. Литература по использованию ВАУ в качестве специфических поглотителей вредных газов и паров немногочисленна [3—5], между тем эта область исследования весьма перспективна, поскольку ВАУ обладают рядом преимуществ перед зернистыми углями и синтетическими сорбентами [6]. Они характеризуются термической, химической стойкостью, хорошими кинетическими параметрами сорбции, удобны в аппаратурном оформлении.

В качестве сорбента использовались ВАУ, полученные в результате активирования водяным паром при 850—900 °С карбонизованного гидратцеллюлозного волокна. На основании изотерм поглощения бензола установлено, что исследуемые ВАУ характеризуются развитой микро- и переходной пористостью с суммарным объемом пор 0,380 см<sup>3</sup>/г. Исследовались также сорбционные свойства ВАУ, модифицированных по методике [1] хлоридом меди (II) в количестве 22 вес. %. Кинетика поглощения изучалась в вакуумной установке в статических условиях с использованием весов Мак-Бена — Бакра. Образцы волокон предварительно вакуумировались (10<sup>-4</sup> гПа) при 150 °С. Амины получали действием щелочи на концентрированные растворы CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>·HCl и (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH·HCl, двуокись углерода и сероводород — действием разбавленной соляной кислоты на мрамор и сульфид алюминия соответственно. Исследуемые газы тщательно осушались и очищались от примесей. Процессы сорбции изучались при температуре 20 °С.

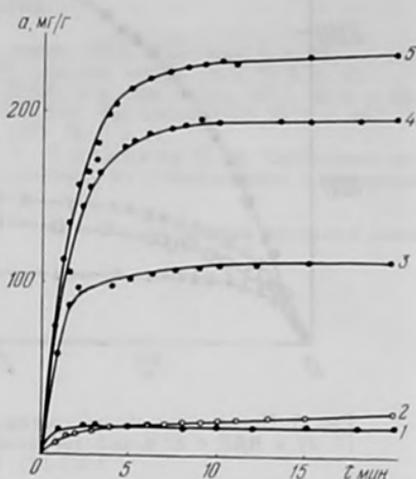
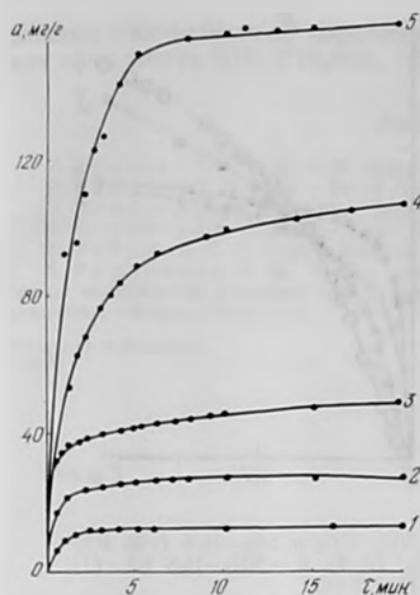


Рис. 1. Поглощение  $\text{NH}_3$  (1),  $\text{CO}_2$  (2),  $\text{H}_2\text{S}$  (3),  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  (4),  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$  (5) ВАУ

Рис. 2. Поглощение  $\text{CO}_2$  (1),  $\text{H}_2\text{S}$  (2),  $\text{NH}_3$  (3),  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  (4),  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$  (5) ВАУ с 22 % -ной добавкой  $\text{CuCl}_2$

На рис. 1 показана кинетика поглощения исследуемых газов ВАУ при давлении 26,6 гПа. Сорбционная емкость ВАУ за 2 ч поглощения составила 15, 25, 50, 120, 165 мг/г по  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$  соответственно. Скорость поглощения исследуемых газов высокая, около 90 % сорбируется в первые 10 мин. Высокие кинетические параметры поглощения газов обусловлены хорошо развитой поверхностью углеродных волокон, сочетающейся с малым диаметром элементарного волокна. Емкость ВАУ по отношению к газам основного характера можно значительно повысить введением в волокно неорганических комплексообразователей. Сорбционную активность модифицированных  $\text{CuCl}_2$  ВАУ оценивали по изотермам сорбции газов, представленным на рис. 2. По сравнению с немодифицированными ВАУ сорбционная емкость волокон, содержащих солевую добавку, возрастает на 80—110 мг/г, или в 7,7, 1,9, 1,5 раза больше по отношению к  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ . Таким образом, в поглощении основных газов наряду с физической адсорбцией существенную роль играет комплексообразование газов с  $\text{CuCl}_2$ . Емкость модифицированных  $\text{CuCl}_2$  ВАУ (ммоль/г) по отношению к газам основного характера уменьшается в ряду  $\text{NH}_3 > \text{CH}_3\text{NH}_2 > (\text{CH}_3)_2\text{NH}$ .

С учетом физической адсорбции определен состав продуктов комплексообразования. При поглощении аммиака образуется  $\text{CuCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ , метиламина  $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{CH}_3\text{NH}$ , диметиламина —  $\text{CuCl}_2 \cdot 1,5(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ . Как аммиак, так и алифатические амины являются монодентатными лигандами, поэтому дентатность не может обуславливать различий в величинах сорбции за счет комплексообразования. Уменьшение емкости, по-видимому, объясняется стерическими затруднениями процесса координации лигандов  $\text{Cu}^{2+}$  ионом, которые проявляются более отчетливо с ростом размера лигандов и поэтому для комплексов  $\text{Cu}^{2+}$  с аммиаком характерна более высокая степень координации по сравнению с комплексами, где лигандами являются метиламин и диметиламин.

Как видно из рис. 2, модифицирование  $\text{CuCl}_2$  приводит к уменьшению сорбционной активности ВАУ по отношению к  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CO}_2$ . Это связано с тем, что при модифицировании происходит сокращение сорбционного

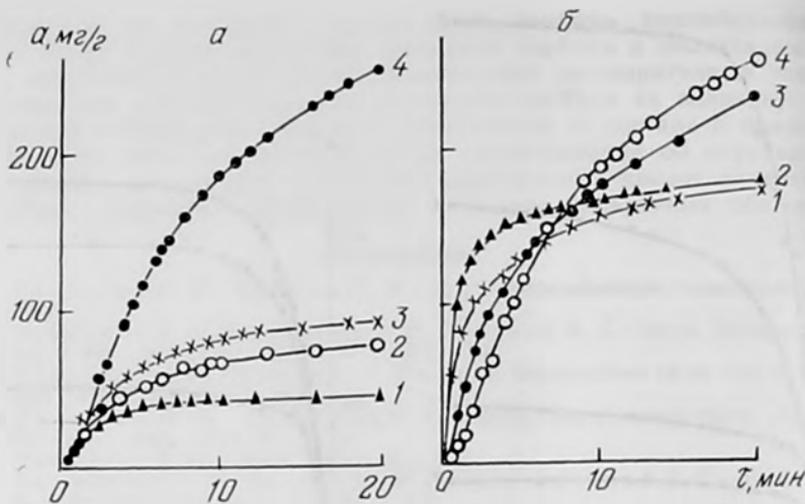


Рис. 3. Поглощение смесей состава: а —  $\text{NH}_3\text{—CO}_2$  и  $\text{NH}_3\text{—H}_2\text{S}$  (1:5) ВАУ (1, 2) и ВАУ с 22 %-ной добавкой  $\text{CuCl}_2$  (3, 4); б —  $\text{NH}_3\text{—H}_2\text{S}$  1:1 (1), 1:0,5 (2), 1:2,5 (3), 1:5 (4)

пространства волокон. Исследование пористой структуры ВАУ показало, что для волокон с добавкой  $\text{CuCl}_2$  характерен меньший (вдвое) объем пор. Соответственно уменьшается и емкость ВАУ по  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CO}_2$ , поскольку адсорбция газов протекает преимущественно в узких порах. Однако модифицирование значительно улучшает свойства ВАУ при поглощении  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CO}_2$  из смесей с  $\text{NH}_3$  (рис. 3, а). Кинетика совместного поглощения  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$  изучалась из смесей состава 1 : 5, при давлении  $\text{NH}_3$  26,6 гПа и  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  — 133 гПа. Емкость модифицированного  $\text{CuCl}_2$  ВАУ в два раза больше количества поглощенных газов немодифицированным волокном в случае поглощения  $\text{NH}_3\text{—CO}_2$  смеси и в четыре раза — при поглощении  $\text{NH}_3\text{—H}_2\text{S}$  смеси. Ход кинетических кривых показывает, что скорость совместного поглощения газов отлична от скорости поглощения индивидуальных компонентов, что определяется изменением химизма поглощения газов. Если при сорбции  $\text{NH}_3$  из чистой аммиачной среды происходит только образование аммиакатов  $\text{CuCl}_2$ , то при совместном поглощении  $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$  на волокне возможно образование карбомата аммония, при поглощении  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$  — сульфидов аммония, меди.

На рис. 3, б показано влияние состава  $\text{NH}_3\text{—H}_2\text{S}$  смеси на процесс поглощения газов модифицированными ВАУ. Давление аммиака во всех случаях постоянно: 26,6 гПа. Состав смеси ( $\text{NH}_3\text{ : H}_2\text{S}$ ) выражался соотношениями 1 : 0,5; 1 : 1; 1 : 2,5; 1 : 5. Результаты свидетельствуют о том, что с увеличением парциального давления сероводорода в смеси наблюдается рост количества поглощенных газов. Емкость ВАУ за 2 ч сорбционного процесса составила 190, 320, 350 мг/г для смесей 1 : 1; 1 : 2,5; 1 : 5 соответственно. С увеличением давления сероводорода происходит замедление скорости процесса. Следует отметить, что при совместном поглощении  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$  емкость волокон превышает суммарную емкость сорбентов при поглощении индивидуальных компонентов смеси.

Изучение цикличности работы ВАУ показало, что сорбенты могут многократно использоваться для поглощения исследуемых газов. Регенерация образцов осуществляется в результате термической обработки при вакуумировании, причем температура обработки определяется устойчивостью образующихся в результате сорбции соединений.

Таким образом, проведенные исследования показали, что волокнистые активированные угли характеризуются значительной емкостью, хо-

рошими кинетическими параметрами сорбции и могут использоваться для поглощения  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$  и их смесей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брунько Т. Г. и др.— Ж. прикладной химии, 1978, т. 51, вып. 1, с. 67.
2. Брунько Т. Г. и др.— Весті АН БССР. Сер. хім. навук, 1979, № 6, с. 45.
3. Ермоленко И. Н. и др.— Весті АН БССР. Сер. хім. навук, 1975, № 5, с. 20.
4. Морозова А. А. и др.— Весті АН БССР. Сер. хім. навук, 1978, № 2, с. 36.
5. Фридман Л. И. и др.— Хим. волокна, 1977, № 1, с. 11.
6. Ермоленко И. Н., Морозова А. А., Люблинер И. П. Сорбционно-активные волокнистые угольные материалы и перспективы их использования в народном хозяйстве.— Минск, 1976, с. 3.

Поступила в редакцию  
17.11.80.

*Кафедра физической химии*



УДК 576.8.095.5

Н. В. ГРИЦ, К. М. БЕЛЯВСКИЙ, Ю. К. ФОМИЧЕВ

## ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ *recA*-СИСТЕМЫ НА КЛЕТОЧНОЕ ДЕЛЕНИЕ ИНТАКТНЫХ И УФ-ОБЛУЧЕННЫХ БАКТЕРИЙ *E. COLI*

Ранее нами было показано [1—4], что введение в мутантные по *recA*-гену бактерии *recA*<sup>+</sup>-аллеля частично или полностью восстанавливает ряд свойств бактериальной клетки, утрачиваемых вследствие мутаций в гене *recA* [5—8]. Причем в зависимости от конкретного изученного признака действие *recA*<sup>+</sup>-аллеля в сочетании с мутантным аллелем проявлялось от полной доминантности до полной рецессивности.

В задачу данного исследования входило изучить процессы роста и клеточного деления гетерозиготных по *recA*-гену бактерий *E. coli* в сравнении с изогенными бактериями *recA*<sup>+</sup> и *recA* 13 и установить степень доминирования аллеля *recA*<sup>+</sup> над мутантным аллелем в отношении обеспечения указанных процессов.

### Материал и методика

Использовали следующие штаммы *Escherichia coli* K-12: АВ 1157 *recA*<sup>+</sup> [9], АВ 2463 *recA* 13 [9] и М 143 *recA*<sup>+</sup>/*recA* 13 [10].

Морфологию, рост и деление бактерий исследовали путем микрофотографирования препаратов, приготовленных из живых клеток в Ш-образной камере Пешкова [11], при фазово-контрастном освещении в микроскопе МБИ-6, оборудованном специальной термостатирующей приставкой.

Для УФ-облучения использовали бактерицидную лампу БУВ-30 (максимум испускаемой энергии в диапазоне 253,7 нм, мощность дозы 6 эрг/мм<sup>2</sup>·с). Бактерии облучали после нанесения на поверхность питательной среды камеры Пешкова.

### Результаты и их обсуждение

Визуальное наблюдение за микроорганизмами позволяет наиболее полно изучить детали самого процесса роста и деления клеток и особенности поведения отдельных, генотипически различающихся штаммов, тогда как в жидких культурах подобные исследования провести практически невозможно. Следует отметить, что, хотя характер роста клеток на плотной среде может обладать некоторой спецификой, использование этого метода дает возможность обнаружить особенности поведения каждого штамма в одинаковых условиях и позволяет наблюдать во времени за ростом отдельных изолированных клеток. Фотодокументирование препаратов позволяет проследить общую динамику процесса и обнаружить отдельные его детали.

Результаты проведенных исследований показали, что, по крайней мере, на протяжении 4 ч наблюдения все клетки штамма АВ 1157 *recA*<sup>+</sup>, находящиеся в поле зрения микроскопа, обладают способностью к делению и формируют микроколонии дочерних клеток нормальных размеров (рис. 1), тогда как наличие *recA*-мутации резко изменяет

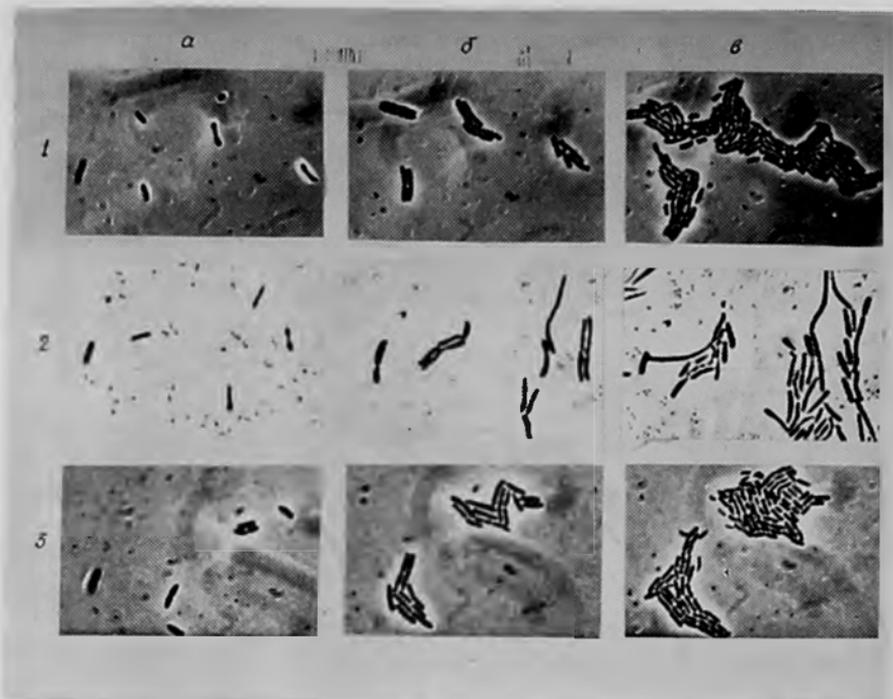


Рис. 1. Рост интактных бактерий штаммов *E. coli* АВ 1157 *gesA*<sup>+</sup> (1), АВ 2463 *gesA13* (2) и М 143 *gesA*<sup>+</sup>/*gesA13* (3) на плотной питательной среде. (Фазово-контрастная микроскопия, объектив 90×, окуляр 2,5·10×):  
а — через 0 мин; б — через 2 ч; в — через 4 ч

процесс роста и деления клеток штамма АВ 2463 *gesA13*. Часть клеток удлиняется без деления, образуя нитевидные формы. Последние либо вообще не делились на протяжении всего времени наблюдения, либо отделяли на полюсах дочерние клетки крупных размеров. Кроме того, обнаруживались неделяющиеся клетки нормальной длины, а также бактерии, которые осуществляли лишь два — три цикла деления, после чего дочерние клетки прекращали делиться. Резюмируя, можно с полным основанием заключить о высокой гетерогенности популяции бактерий штамма АВ 2463 *gesA13* и выделить в ней несколько фракций: 1) клетки нормальных размеров и способные к делению; 2) клетки нормальных размеров, но дефектные по способности к делению; 3) клетки нормальных размеров, деление которых ограничено несколькими циклами; 4) неделяющиеся филаменты и 5) филаменты, способные отделять дочерние клетки на полюсах.

Введение в бактерии штамма АВ 2463 *gesA13* аллеля *gesA*<sup>+</sup> (штамм М 143) приводит к восстановлению клеточного деления и морфологической однородности популяции. Существенных различий в этом отношении между штаммами АВ 1157 *gesA*<sup>+</sup> и М 143 *gesA*<sup>+</sup>/*gesA13* не обнаружено. Таким образом, визуальное наблюдение за ростом и делением бактерий с различным состоянием *gesA*-системы позволяет сделать вывод о доминировании *gesA*<sup>+</sup> над *gesA*<sup>-</sup>-аллелем по признаку контроля деления и роста интактных бактерий.

С целью усиления нарушений в клеточном делении на последующем этапе бактерии штамма АВ 2463 *gesA13* облучали малыми дозами УФ-света. Оказалось, что в отличие от интактных бактерий у облученных ультрафиолетом в дозе 180 эрг/мм<sup>2</sup> клеток штамма АВ 1157 *gesA*<sup>+</sup> имела место задержка деления, которое возобновлялось не ранее второго часа после обработки (рис. 2). При этом клетки удлинялись, а при делении отделяли дочер-

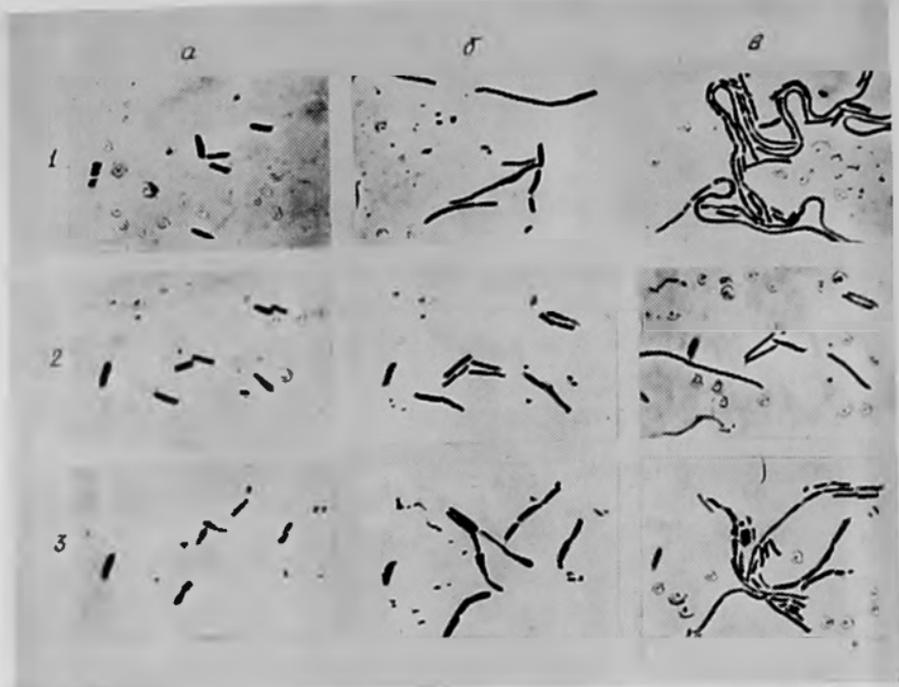


Рис. 2. Рост облученных ультрафиолетовым светом бактерий штаммов *E. coli* АВ 1157 *гесA*<sup>+</sup> (1), АВ 2463 *гесA13* (2) и М 143 *гесA*<sup>+</sup>/*гесA13* (3) на плотной питательной среде. (Фазово-контрастная микроскопия, объектив 90×, окуляр 2,5 · 10×): а — через 0 мин; б — через 2 ч; в — через 4 ч

ние особи нормальных размеров, которые продолжали делиться и формировали микроколонию. Кроме того, в популяции УФ-облученных клеток штамма АВ 1157 *гесA*<sup>+</sup> встречались нитевидные и нормальные по внешнему виду бактерии, неспособные делиться.

Принимая во внимание крайне высокую чувствительность к УФ-лучам *гесA*-мутантов [12], клетки штамма АВ 2463 облучали втрое меньшей дозой УФ-света. Тем не менее, и указанная доза полностью блокировала деление и рост мутантных бактерий. Однако после облучения в дозе 12 эрг/мм<sup>2</sup> бактерии штамма АВ 2463 увеличивались в размерах, образуя филаменты различной длины (см. рис. 2). Деление их полностью блокируется, так что большая часть популяции клеток штамма АВ 2463 нежизнеспособна. За время наблюдения только две клетки разделились через час после облучения их УФ-светом, однако дочерние клетки дальше не увеличивались в размере и не делились. Следует указать, что одна из клеток по истечении 3 ч роста целиком лизировалась (см. рис. 2). Таким образом, и доза 12 эрг/мм<sup>2</sup>, как и доза 60 эрг/мм<sup>2</sup>, оказалась летальной для мутантных по гену *гесA* бактерий штамма АВ 2463, хотя при дозе 12 эрг/мм<sup>2</sup> наблюдается удлинение бактерий и, отчасти, остаточная способность к делению.

В контрольном эксперименте установлено, что облучение в дозах 12 и 60 эрг/мм<sup>2</sup> бактерий штаммов АВ 1157 *гесA*<sup>+</sup> и М 143 *гесA*<sup>+</sup>/*гесA13* не вызывает заметных изменений в их росте или делении. Облучение же гетерозиготных бактерий штамма М 143 в дозе 180 эрг/мм<sup>2</sup> дает эффект, аналогичный УФ-облучению в той же дозе клеток штамма АВ 1157 *гесA*<sup>+</sup>, но в отличие от штамма АВ 1157, удлинившиеся особи гетерозиготного штамма М 143 делятся, как правило, только по полюсам (см. рис. 2).

Справедливость результатов приведенных наблюдений подтвердилась при просмотре большого количества полей зрения микроскопа у нескольких независимо приготовленных препаратов. В результате мож-

но вполне обоснованно заключить, что аллель дикого типа гесА-гена доминирует над аллелем гесА 13 в отношении обеспечения роста и деления интактных и УФ-облученных бактериальных клеток.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гриц Н. В., Белявский К. М.— В сб.: Биология и научно-технический прогресс. Пушино, 1974, с. 347.
2. Гриц Н. В.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1976, № 2, с. 49.
3. Гриц Н. В.— Там же, № 3, с. 38.
4. Белявский К. М.— Там же, 1977, № 1, с. 32.
5. Clark A.— Ann. Rev. Microbiol., 1971, v. 25, p. 437.
6. Clark A.— 10th Int. Congr. Microbiol., 1971, p. 257.
7. Clark A.— Ann. Rev. Genetics, 1973, v. 7, p. 67.
8. Clark A.— Genetics, 1974, v. 78, p. 259.
9. Howard-Flanders P., Theriot L.— Genetics, 1966, v. 53, p. 1137.
10. Былинский А. Ф., Белявский К. М., Гриц Н. В.— В сб.: Микроорганизмы — продуценты биологически активных веществ. Минск, 1973, с. 217.
11. Пешков Н. А. Цитология бактерий.— М.— Л., 1955.
12. Clark A., Margulies A.— J. Mol. Biol., 1965, v. 19, p. 442.

Поступила в редакцию  
12.11.81.

Проблемная НИЛ экспериментальной биологии

УДК 576.8.095.58 : 663.1

Т. А. РЯБУШКО, Л. Ф. ИГНАТОВИЧ, Т. Г. ДУБИКОВСКАЯ

### ИЗОЛИРОВАНИЕ БЫСТРОРАСТУЩИХ МУТАНТОВ ЭТАНОЛ- И МЕТАНОЛУТИЛИЗИРУЮЩИХ ПСЕВДОМОНАД

Дефицит высококачественного белка в мире стимулирует развитие исследований по увеличению его ресурсов как традиционным путем, так и с помощью микроорганизмов. Созданию продуцентов белка, утилизирующих окисленные углеводороды, посвящена обширная литература в нашей стране и за рубежом. Недостатком всех разработок является низкая продуктивность культур, устранить его можно путем изолирования мутантов с производственно ценными качествами (высокой скоростью роста и значительным содержанием белка в биомассе).

Целью нашей работы является выделение быстрорастущих мутантов псевдомонад, утилизирующих низшие спирты.

#### Материал и методика

Объектом исследования служили клоны музейных этанол- и метанолутилизирующих псевдомонад.

Питательную среду для культивирования культур в периодическом процессе (на качалке 120 кач/мин) подбирали по прописи [1]. Метанол и этанол добавляли непосредственно перед посевом культуры в 1%-ной концентрации по объему.

Селективную среду для отбора мутантов готовили по прописи [2] с добавлением селективирующих агентов — моноiodоуксусной кислоты (МИУ) и формальдегида (Ф) в 0,01 %-ной концентрации.

Культуры выращивали в 250 мл колбах с 40 мл жидкой питательной среды на качалках при 28 °С 24 ч. На чашках Петри посевы выдерживали в течение 5—7 дней при 28 °С.

Для определения удельной скорости роста ( $\mu, \text{ч}^{-1}$ ) культуры доводили на качалках до логарифмической стадии, затем пересеивали на свежую питательную среду, подогретую до 28 °С, и культивировали на качалках в течение 7 ч. Для получения статистически достоверных данных при вычислении удельной скорости роста пользовались методом наименьших квадратов [3]. Рост культур регистрировали, измеряя оптическую плотность культуральной жидкости на ФЭК-56М ( $E_{540 \text{ нм}}^{0,5 \text{ см}}$ ). Накопление биомассы исследуемыми штаммами определяли весовым методом [4], а белок биомассы — методом Лоури [5]. Содержание бел-

ка в испытуемой пробе устанавливали по калибровочной кривой для бычьего альбумина и выражали в процентах от количества сухой биомассы.

В качестве мутагенов использованы N-нитро-N-метил-N'-нитрозогуанидин (НГ) и нитрозо-метил-мочевина (НММ) в концентрации 300 и 600 мкг/мл соответственно. Индукцию мутаций под действием НГ и НММ осуществляли общепринятым методом [6].

### Результаты и их обсуждение

Путем обработки некоторых этанол- и метанолутилизирующих псевдомонад химическими мутагенами получены мутанты, отличающиеся от исходных культур более высокой удельной скоростью роста. НГ и НММ индуцируют устойчивые к селекционирующим агентам (МИУ и Ф) мутации с частотой  $4 \cdot 10^{-3}$ — $2,5 \cdot 10^{-5}$  и  $6,5 \cdot 10^{-3}$ — $3 \cdot 10^{-4}$  соответственно.

Использование селективной среды, содержащей в качестве селективных агентов МИУ-ингибитора активности алкогольдегидрогеназы (ключевой фермент при метаболизме этанола), и повышенной концентрации промежуточного метаболита (Ф) при метаболизме метанола, позволило сократить выборку до трех десятков вариантов и изолировать мутанты с повышенной скоростью роста. Превышение лучших мутантов над исходными культурами по удельной скорости роста соответствовало 38—83 % этанолутилизирующих и 12—30 % метанолутилизирующих псевдомонад, а по урожаю биомассы в экспоненциальной фазе роста на 96—320 и 18—43 % соответственно.

Таблица 1

Удельная скорость роста мутантов исследуемых культур (процент вариантов), отобранных на селективных средах

$\mu, \text{ч}^{-1}$	МИУ		Формальдегид	
	Исходная культура			
	179	22	1	19
0,15—0,20	6,2	0	0	25
0,20—0,25	9,4	33,3	0	25
0,25—0,30	43,7	50,0	46,6	45
0,30—0,35	16,0	16,6	53,3	0
0,35—0,40	3,0	0	0	0
0,40—0,45	9,0	0	0	0
0,45—0,50	6,0	0	0	0
0,10—0,15	0	0	0	0

Питательные среды, содержащие в качестве селективных агентов антиметаболиты, ингибиторы ключевых ферментов метаболизма и повышенные концентрации промежуточных метаболитов, широко используются в разных лабораториях мира для выделения продуцентов аминокислот и других биологически активных соединений. С. П. Коваленко [7] впервые исследовал возможность приложения метода селекции на устойчивость к антиметаболитам для выделения более активных этанолутилизирующих продуцентов кормового белка. В качестве селек-

тирующего агента автором [7] использована монофтороруксусная кислота (МФУ) — структурный аналог ацетата.

Причиной повышения продуктивности полученных мутантов, по мнению авторов [8, 9], является более высокая алкогольдегидрогеназная активность, обусловленная дерепрессией биосинтеза этого фермента в клетках мутантов.

Повышенная скорость роста изолированных нами этанолутилизирующих мутантов, вероятно, связана с увеличением продукции алкогольдегидрогеназы по сравнению с исходной культурой. Для доказательства этого предположения необходимы эксперименты по изучению указанного фермента у полученных мутантов и их исходной культуры.

Повышенная скорость роста изолированных нами метанолутилизирующих мутантов, по-видимому, объясняется более высокой скоростью

переработки формальдегида в менее токсичные для клетки вещества. Однако биохимическая природа этой способности мутантов нами не исследовалась.

Таблица 2

Сравнение исходных культур псевдомонад и их мутантов по биомассе и удельной скорости роста

Исследуемые штаммы	$\mu$		Биомасса в экспоненциальной фазе роста	
	$ч^{-1}$	% от исходной культуры	$E_{540}$ нм	% от исходной культуры
Исходный 179	0,25	100	1,00	100
Мутант 179/2	0,43	178	4,20	420
179/14	0,49	196	4,00	400
179/21	0,44	176	1,86	186
Исходный 22	0,13	100	0,46	100
Мутант 22/4	0,18	138	0,90	196
Исходный 19	0,28	100	0,85	100
Мутант 19/1	0,32	114	1,02	120
Исходный 1	0,27	100	0,82	100
Мутант 1/12	0,35	129	1,02	127
Исходный 68	0,23	100	1,10	100
Мутант 68/16	0,30	130	1,30	118

Как видно из табл. 1, удельная скорость роста большинства отобранных вариантов (44—53 %) находится в пределах 0,25—0,30  $ч^{-1}$ . Для лучших мутантов этанолутилизирующих псевдомонад (табл. 2) характерна удельная скорость роста 0,43—0,49  $ч^{-1}$ , в то время как для исходных культур — 0,25  $ч^{-1}$ .

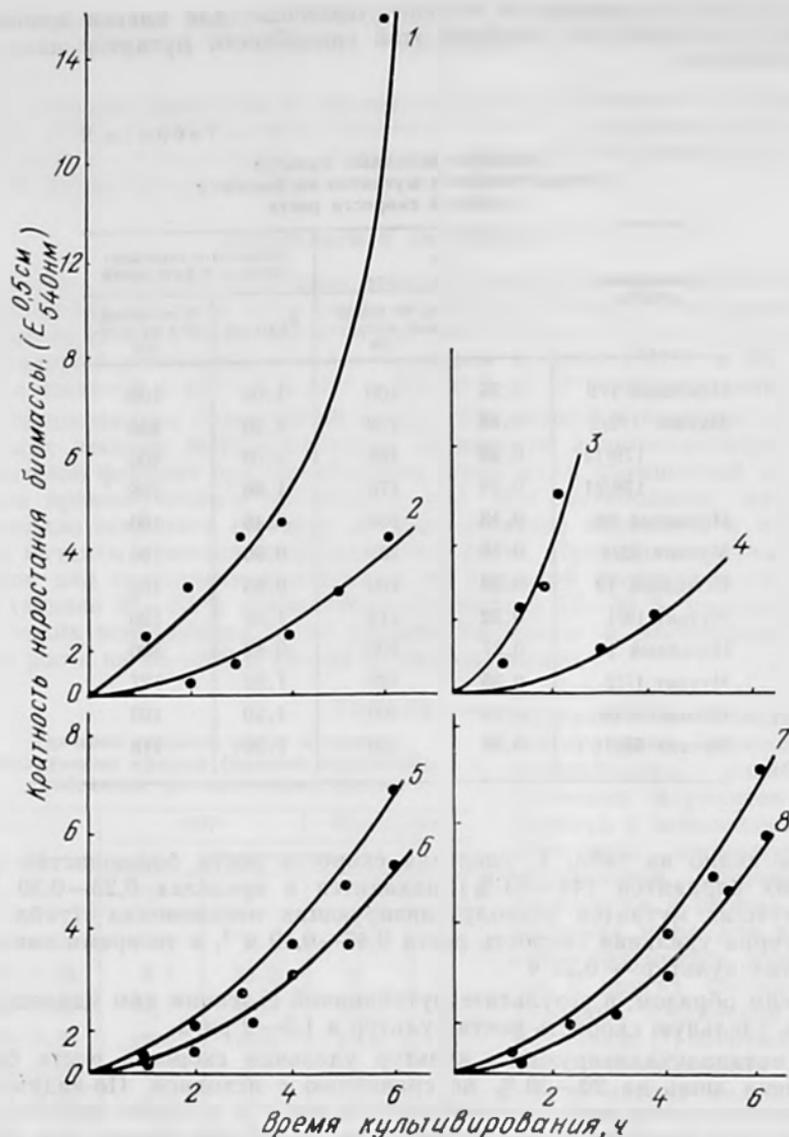
Таким образом, в результате мутационной селекции нам удалось повысить удельную скорость роста культур в 1,5—2 раза.

У метанолутилизирующих культур удельная скорость роста была повышена лишь на 20—30 % по сравнению с исходной. По-видимому, в условиях нашего эксперимента использование в качестве селекционирующих агентов промежуточных метаболитов менее эффективно, чем ингибиторов активности ключевых ферментов метаболизма низших спиртов.

Как видно из рисунка, выделенные нами мутанты в отличие от исходных культур растут в экспоненциальной фазе значительно быстрее. Содержание белка в биомассе мутантов на этой стадии развития сохраняется на уровне исходных культур и находится в пределах 60 % веса сухой биомассы.

Итак, путем обработки некоторых бактерий рода *Pseudomonas* химическими мутагенами и выращивания на селективных средах с экспериментально подобранными концентрациями промежуточного метаболита (формальдегид) и ингибитора активности алкогольдегидрогеназы (монодооуксусная кислота) получены устойчивые к селекционирующим агентам мутанты.

В результате одноступенчатой селекции с испытаниями 1—3 десятков устойчивых мутантов удельная скорость роста повышена на 11—30 % метанолутилизирующих и на 20—96 % этанолутилизирующих псевдомонад по сравнению с удельной скоростью роста исходных куль-



Рост исходных культур псевдомонад и их мутантов на питательной среде с этанолом или метанолом:

1, 3 — этанолутилизующие мутанты (штаммы 179/2, 22/31); 2, 4 — исходные культуры (штаммы 179к, 22к); 5, 7 — метанолутилизующие мутанты (штаммы 19/1, 1/9); 6, 8 — исходные культуры (штаммы 19к, 1к)

тур. Содержание белка в биомассе мутантов сохраняется на уровне исходных культур и находится в пределах 60 % веса сухой биомассы.

Авторы выражают благодарность доктору биологических наук С. П. Коваленко за любезно предоставленный реактив МИУ, состав селективной среды и консультации по исследуемому вопросу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Yamada S., Nabe K., Wada M.— J. Ferment. Technol., 1977, v. 55, № 5, p. 436.
2. Горнак Н. М., Коваленко С. П., Идельчик М. С., Замбрицкий О. Н.— Прикл. биохим. микробиол., 1979, т. 15, № 3, с. 350.

3. Плохинский Н. А. Биометрия.— М., 1970, с. 227.
4. Пименова М. Н., Гречушкина Н. Н., Азова Л. Г. Руководство к практическим занятиям по микробиологии.— М., 1971, с. 138.
5. Loury O. H., Rosenbrough N. J., Farr A. L., Raudall R. S.— J. Biol. Chem., 1951, v. 193, p. 265.
6. Миллер Дж. Эксперименты в молекулярной генетике.— М., 1976, с. 116.
7. Коваленко С. П.— В сб.: Микробный синтез биохимически активных соединений.— Минск, 1976, с. 159.
8. Коваленко С. П., Полупанов В. С., Замбржидский О. Н. и др. Микроорганизмы в промышленности, с. х., медицине.— Тез. докл. науч. конф. БМО, 1979, с. 23.
9. Шевчук В. С., Коваленко С. П., Полупанов В. С.— Там же, с. 25.

Поступила в редакцию  
03.10.80.

Кафедра микробиологии

УДК 581.4+582.4/9

Т. А. САУТКИНА, О. А. ЛЕВКЕВИЧ

## СРАВНИТЕЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ *GLYCERIA FLUITANS* (L.) R. BR. И *GLYCERIA Plicata* (FRIES) FRIES

*Glyceria* R. Br.— Манник — относительно небольшой, но широко распространенный род семейства Poaceae. Общее число видов в роде около 50 [1, 2], в СССР — 15 [2], в БССР — 6 [3].

Многие виды манника имеют большое практическое значение [2, 4, 5]. Манники интересны и в систематическом плане. Видовые признаки многих из них изучены недостаточно, что затрудняет идентификацию. Особенно это касается *Glyceria fluitans* (L.) R. Br. и *Glyceria plicata* (Fries) Fries, которые в гербарных сборах различить бывает весьма трудно.

Цель данной работы — найти более четкие диагностические признаки, которые можно использовать при определении видов.

Материал для морфологических исследований собран в 1978—1979 гг. на территории Березинского заповедника. Морфологические особенности вегетативных органов во многом зависят от экологических факторов. Поэтому, чтобы получить сопоставимые данные, образцы *Glyceria fluitans* и *Glyceria plicata* брались из одних и тех же или близких по экологическим условиям мест произрастания. Загербаризировано свыше 200 экземпляров *Glyceria fluitans* и *Glyceria plicata*. Кроме того, просмотрен материал Гербариев БГУ имени В. И. Ленина и Института экспериментальной ботаники АН БССР. При сравнительном изучении манников проанализировано 37 морфологических признаков. Данные обработаны статистически [6].

Морфологический анализ образцов манников показал, что они имеют ряд отличительных признаков, по которым можно довольно четко отличить *Glyceria fluitans* от *Glyceria plicata*.

Таблица 1

Морфометрические показатели стебля  
*Glyceria fluitans* и *Glyceria plicata*

Название вида	Диаметр стебля на уровне почвы, мм, $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Диаметр стебля в средней части, мм, $x \pm \bar{S}_{\bar{x}}$	Длина стебля, см, $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$
<i>Glyceria fluitans</i>	3,8±0,1	2,3±0,1	59,0±2,8
<i>Glyceria plicata</i>	4,6±0,1	3,2±0,1	49,0±2,4
<i>t</i>	4,21	5,28	2,67

**Особенности строения стеблей.** Стебли сравниваемых видов манников несколько сплюснутые у основания, восходящие, гладкие. Диаметр стеблей постепенно уменьшается по направлению от основания к соцветию. Как показали наши данные (табл. 1), длина стеблей у манников очень сильно варьирует, в то время как диаметр — величина относительно постоянная. Нам кажется, что отмеченные различия стебля можно объяснить видовой специфичностью и в какой-то мере использовать эти признаки при идентификации видов.

**Особенности строения листьев.** При изучении морфологических особенностей листьев учитывались особенности влагалища листа (очертание в поперечном сечении, характер опушения листового влагалища и влагалищного пластинчатого сочленения), строение листовых пластинок (длина и ширина, наличие кия, степень заостренности, выраженность продольных и поперечных жилок с нижней и верхней стороны) и язычка.

Влагалище листа у изученных видов манников цельное килеватое. У *Glyceria plicata* оно в верхней части более или менее шероховатое от шпиков, у *Glyceria fluitans* — гладкое. Наружная поверхность влагалища у обоих видов ребристая, внутренняя — гладкая и блестящая.

Листовые пластинки линейные, плоские. Длина листовых пластинок чрезвычайно варьирует у обоих видов, в то время как ширина их, а также длина язычка являются признаками устойчивыми (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика листа  
*Glyceria fluitans* и *Glyceria plicata*

Название вида	Длина листовой пластинки, мм, $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Ширина листовой пластинки, мм, $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Длина языч- ка у средних листьев, мм, $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$
<i>Glyceria fluitans</i>	125,0 ± 5,5	4,6 ± 0,2	8,0 ± 0,3
<i>Glyceria plicata</i>	167,0 ± 7,8	6,0 ± 0,3	4,2 ± 0,5
<i>t</i>	6,30	13,60	7,17

У обоих видов манников хорошо выражены жилки, число их зависит от ширины листовой пластинки. На 1 мм в листовых пластинках *Glyceria fluitans* и *Glyceria plicata* приходится в среднем по четыре жилки. Края листовых пластинок у изученных видов снабжены шпиками.

**Особенности репродуктивной сферы.** Признаки метелки во всех определителях указываются как основные диагностические. У *Glyceria fluitans* метелка обычно сжатая, односторонняя, на верхушке слегка извилистая. У *Glyceria plicata* метелка чаще всего не однобокая, шире, чем у *Glyceria fluitans*, иногда на верхушке поникающая. Однако в гербарных образцах эти признаки сглаживаются и отличить данные виды манников, которые к тому же могут образовать гибриды, иногда не удается.

Как показали наши исследования, хотя признаки метелки сильно варьируют, многие из них могут быть использованы в качестве диагностических (табл. 3). На наш взгляд, наиболее надежным таксономическим признаком является число веточек в нижнем узле метелки, которое у *Glyceria fluitans* не превышает одного — двух, у *Glyceria plicata* их не менее трех.

Изученные виды манников надежно различаются по числу колосков на короткой веточке нижнего узла метелки (табл. 4). В то же время

Таблица 3

Морфологические показатели метелки  
*Glyceria fluitans* и *Glyceria plicata*

Название вида	Длина метелки, см. $\bar{x} \pm S_x$	Ширина метелки, см. $\bar{x} \pm S_x$	Число веточек в метелке $\bar{x} \pm S_x$	Число веточек в нижнем узле метелки $\bar{x} \pm S_x$	Размеры веточек в нижнем узле метелки. $\bar{x} \pm S_x$
<i>Glyceria fluitans</i>	30,9±1,6	2,0±0,3	16,0±0,6	1,9±0,1	4,6±0,7
<i>Glyceria plicata</i>	40,2±1,5	9,5±1,2	22,0±0,7	3,6±0,1	5,9±1,6
<i>t</i>	4,29	6,09	7,90	9,44	0,79

Таблица 4

Характеристика колосков  
*Glyceria fluitans* и *Glyceria plicata*

Название вида	Число колосков на короткой веточке нижнего узла. $\bar{x} \pm S_x$	Длина колосков, мм. $\bar{x} \pm S_x$	Ширина колосков, мм. $\bar{x} \pm S_x$	Число цветков в колоске. $\bar{x} \pm S_x$
<i>Glyceria fluitans</i>	1,2±0,1	23,0±1,2	2,3±0,1	8,0±0,3
<i>Glyceria plicata</i>	3,2±0,2	18,0±1,4	2,0±0,1	9,0±0,7
<i>t</i>	8,00	3,26	2,50	1,37

Таблица 5

Характеристика элементов цветка  
*Glyceria fluitans* и *Glyceria plicata*

Название вида	Длина нижней цветковой чешуи, мм. $\bar{x} \pm S_x$	Ширина нижней цветковой чешуи, мм. $\bar{x} \pm S_x$	Число жилок	Размеры пыльников, мм. $\bar{x} \pm S_x$
<i>Glyceria fluitans</i>	5,7±0,1	2,5±0,1	7,0	1,6±0,02
<i>Glyceria plicata</i>	4,7±0,1	2,1±0,1	7,0	1,1±0,05
<i>t</i>	8,33	2,84		9,47

такие признаки, как длина и ширина колоска, число цветков в нем, которым придавалось большое значение, у обоих видов близки и, следовательно, не пригодны для диагностики.

Строение цветка у манников однотипно, но признаки различных элементов цветка могут служить надежными диагностическими признаками. *Glyceria fluitans* и *Glyceria plicata* различаются по форме нижних цветковых чешуй. У *Glyceria fluitans* нижняя цветковая чешуя несколько заостренная продолговато-ланцетная, у *Glyceria plicata* — продолговатая, всегда притупленная или закругленная. Надежно различаются манники по длине нижних цветковых чешуй и величине пыльников (табл. 5), что согласуется с данными литературы [2, 7].

Иногда в качестве отличительного признака манников указывают окраску пыльников. Так, у *Glyceria fluitans* пыльники должны быть окрашены в фиолетовый цвет, а у *Glyceria plicata* — в желтый [1]. Проанализировав свыше 200 образцов манников, мы пришли к заключению, что окраска пыльников у изученных видов очень изменчива и без учета прочих признаков вряд ли является надежным критерием для распозна-

навания видов. Этот вопрос нуждается в дальнейшем уточнении. Как показали наши данные, пыльники у *Glyceria plicata* чаще всего светло-желтые, в то время как у *Glyceria fluitans* окраска их может быть фиолетовой, фиолетово-желтой или темно-желтой.

Таким образом, на основании сравнительно-морфологического анализа мы пришли к заключению, что при идентификации *Glyceria fluitans* и *Glyceria plicata* целесообразно учитывать следующие признаки: диаметр стебля, ширину листовых пластинки, длину язычка, длину и ширину метелки, число веточек в метелке, число веточек в нижнем узле метелки, число колосков на короткой веточке нижнего узла, длину нижней цветковой чешуи, размеры пыльников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Флора СССР.— Л., 1934, т. 2, с. 449.
2. Цветев Н. Н. Злаки СССР.— Л., 1976, с. 538.
3. Козловская Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научные основы использования и охраны.— Минск, 1978, с. 126.
4. Гаевская Н. С. Роль высших водных растений в питании животных пресных водоемов.— М., 1966, с. 148.
5. Экзерцева В. В.— В сб.: Биологическая флора Московской области.— М., 1976, вып. 3, с. 104.
6. Рокницкий П. Ф. Основы вариационной статистики для биологов.— Минск, 1961, с. 24.
7. Флора европейской части СССР.— Л., 1974, т. 1, с. 320.

Поступила в редакцию  
14.11.80.

Кафедра ботаники

УДК 577.3

Н. А. ДЖУГУРЯН, А. Т. ПИКУЛЕВ,  
В. А. МОСТОВНИКОВ, И. В. ХОХЛОВ

### ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ ЦИКЛА КРЕБСА В ТКАНЯХ БЕЛЫХ КРЫС

Все более широкое применение лазеров в биологии и медицине [1—3] диктует необходимость изучения механизмов биологического действия лазерного излучения на клеточно-молекулярном уровне. Для решения этой задачи большое значение имеют исследования влияния лазерного излучения различных параметров на активность ключевых ферментов метаболизма в клетке.

Данная работа посвящена изучению действия как высоко- так и низкоинтенсивного лазерного излучения широкого спектрального диапазона в непрерывном и импульсном режимах на активность важнейших дегидрогеназ цикла Кребса при облучении *in vitro* и *in vivo*.

#### Материал и методика

Исследования проводили на белых крысах-самках массой 120—180 г, содержащихся на стандартном рационе. Крыс умерщвляли декапитацией. Гомогенаты больших полушарий головного мозга и сердечной мышцы готовили на 0,25 М сахарозе.

Облучение гомогенатов тканей проводили в стеклянной кювете 2×2 см, которую помещали в ванночку со льдом, при постоянном перемешивании. При облучении животных луч лазера направлялся на эпигастральную область поверхности тела.

Для облучения применялись: гелий-неоновый лазер ЛГ-75 ( $\lambda=632,8$  нм, выходная мощность  $W=20$  мВт); углекислотный лазер ЛГ-21 ( $\lambda=10600$  нм,  $W=2$  Вт); моноимпульсный рубиновый лазер ( $\lambda=694$  нм, энергия одного импульса 3 Дж, длительность импульса  $3 \cdot 10^{-8}$  с); моноимпульсный неодимовый лазер ГОС-1001 ( $\lambda=1060$  нм, энергия одного импульса 2 Дж, длительность импульса  $3 \cdot 10^{-8}$  с). Изме-

рение энергии проводили с помощью измерителя средней энергии и мощности ОКГ ИМО-2.

Через 2 ч после облучения в гомогенатах тканей определяли активность  $\alpha$ -оксоглутаратдегидрогеназы [ $\alpha$ -оксоглутарат: липоатоксидоредуктазы (ацилирующей акцептор) КФ 1.2.4.2] и сукцинатдегидрогеназы [сукцинат (акцептор) — оксидоредуктазы КФ 1.3.99.1] по методике [4] с помощью неотетразолия хлорида. Белок определяли методом Лоури. Активность ферментов выражали в милликаталах. Полученные данные обработаны статистически.

### Результаты и их обсуждение

Активность  $\alpha$ -ОГДГ и СДГ сердечной мышцы достоверно уменьшается после воздействия излучения  $\text{CO}_2$ -лазера соответственно на 73 и 21 % (табл. 1). Снижение ферментативной активности отмечено также и при облучении гомогенатов обеих тканей импульсным рубиновым лазером. В гомогенатах больших полушарий головного мозга активность  $\alpha$ -ОГДГ падает на 23, СДГ — на 11 %. При облучении гомогенатов сердца наблюдалось сильное угнетение активности  $\alpha$ -ОГДГ (до 8 % по отношению к контролю). Как показали измерения проходящей энергии, излучение  $\text{CO}_2$ -лазера в инфракрасной области спектра практически полностью поглощается гомогенатом в кювете (слой жидкости 2 см). Прямые измерения температуры образцов свидетельствуют, что в момент облучения происходит ее повышение приблизительно на 60—70 °С (см. табл. 1). По-видимому, тепловой фактор играет основную роль в механизме действия углекислотного лазера на активность ферментов. Измерения энергии после прохождения через слой гомогената излучения рубинового лазера красной области спектра показало, что общая поглощенная энергия значительно ниже, чем при облучении  $\text{CO}_2$ -лазером. Тем не менее, например, в сердечной мышце, содержащей много гемопорфиринов, поглощающих в оранжево-красной области спектра, угнетение активности  $\alpha$ -ОГДГ выражено значительно сильнее, чем после воздействия углекислотного лазера.

Таким образом, для объяснения биологического действия рубинового лазера необходимо привлекать не только тепловой, но и другие физико-химические механизмы. Вероятно, в этом случае угнетение активности ферментов связано с нарушением мембранных структур клетки под воздействием ударной волны, возникающей при взаимодействии мощного импульса рубинового лазера с биологической тканью.

Импульсное лазерное излучение способно, как выяснилось, оказы-

Таблица 1

Сравнительное действие мощного непрерывного и импульсного лазерного излучения на активность дегидрогеназ при облучении *in vitro*

Тип лазера	Облучаемые гомогенаты	Фермент	Количество повторностей	Активность фермента		Достоверность различия опыта и контроля
				в опыте	в контроле	
Углекислотный (доза 30 Дж/см <sup>2</sup> )	Сердце	$\alpha$ -ОГДГ	6	6,4	23,4	$P < 0,01$
		СДГ	6	43,3	54,2	$P < 0,01$
	Сердце	$\alpha$ -ОГДГ	18	2,0	23,6	$P < 0,001$
		СДГ	18	65,4	67,9	$P > 0,1$
Рубиновый (доза 30 Дж/см <sup>2</sup> )	Мозг	$\alpha$ -ОГДГ	18	5,0	6,5	$P < 0,05$
		СДГ	18	38,4	42,9	$P < 0,05$

Примечание.  $\alpha$ -ОГДГ —  $\alpha$ -оксоглутаратдегидрогеназа, СДГ — сукцинатдегидрогеназа.

Таблица 2

**Влияние излучения неодимового лазера (доза облучения 16 Дж/см<sup>2</sup>)  
на активность дегидрогеназ мозга при облучении *in vivo* и *in vitro***

Объект облучения	Фермент	Количество повторностей	Активность фермента		Достоверность различия опыта и контроля
			в опыте	в контроле	
Животные	$\alpha$ -ОГДГ	6	16,6	8,8	$P < 0,05$
	СДГ	6	60,9	55,8	$P > 0,01$
Гомогенаты	$\alpha$ -ОГДГ	6	12,7	8,5	$P < 0,05$
	СДГ	6	65,5	63,7	$P > 0,1$

вать и стимулирующее действие на активность ферментов (табл. 2). Излучение импульсного неодимового лазера в ближней инфракрасной области спектра как при воздействии на гомогенаты, так и при локальном облучении поверхности тела животных в дозе 16 Дж/см<sup>2</sup> приводит к возрастанию активности дегидрогеназ. Активность  $\alpha$ -ОГДГ повышалась на 88 % при облучении крыс и на 49 % — при облучении гомогенатов. Следует обратить внимание на то, что изменение активности ферментов наблюдалось в головном мозге животных, в то время как облучению подвергался эпигастральный участок тела.

Этот факт указывает на общестимулирующее действие лазерного излучения. Аналогичное явление стимуляции активности биоэнергетических ферментов во внутренних органах животных наблюдалось при действии непрерывных низкоинтенсивных гелий-кадмиевого и гелий-неонового лазеров на отдельные участки поверхности тела [5].

Общестимулирующий эффект при локальном воздействии лазерного излучения на организм находит применение в медицинской практике, однако механизм этого явления не выяснен.

В этой связи большой интерес представляет вопрос, будет ли наблюдаться изменение ферментативной активности во всем объеме гомогената при облучении небольшой его части. Для выяснения этого изуча-

Таблица 3

**Сравнительное действие сфокусированного ( $S=0,01$  см<sup>2</sup>)  
и расфокусированного луча ( $S=4$  см<sup>2</sup>)  
гелий-неонового лазера на активность  
дегидрогеназ при облучении *in vitro***

Вид облучения	Облучаемые гомогенаты	Фермент	Количество повторностей	Активность фермента		Достоверность различия опыта и контроля
				в опыте	в контроле	
СФ	С	$\alpha$ -ОГДГ	18	30,6	28,0	$P > 0,1$
	е	СДГ	18	91,5	72,9	$P < 0,01$
РФ	р					
	д					
	ц	$\alpha$ -ОГДГ	17	29,9	28,0	$P > 0,1$
СФ	е	СДГ	17	84,6	72,9	$P < 0,05$
	М	$\sigma$ -ОГДГ	18	10,1	9,4	$P > 0,1$
СФ	о	СДГ	18	69,0	65,3	$P > 0,1$
	з					
РФ	г	$\alpha$ -ОГДГ	17	8,9	9,4	$P > 0,1$
		СДГ	17	53,6	65,3	$P < 0,05$

лись изменения активности дегидрогеназ при облучении гомогенатов сфокусированным и расфокусированным лучом гелий-неонового лазера (табл. 3). Оказалось, что в первом случае наблюдается повышение активности всех анализируемых ферментов в гомогенатах как сердца, так и мозга. Использование расфокусированного на всю площадь кюветы луча лазера приводило к повышению активности ферментов только в сердце и к снижению активности дегидрогеназ мозга.

В опытах *in vivo* применение сфокусированного луча дало более выраженный стимулирующий эффект на активность ферментов, чем при облучении расфокусированным лучом [6].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для объяснения стимулирующего действия лазерного излучения на живой организм недостаточно привлечь только нервно-рефлекторный механизм, а необходимо детально изучать физико-химические основы этого явления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гамалея Н. Ф. Лазеры в эксперименте и клинике.— М., 1972.
2. Никитина М. М., Маслаков А. И.— Вести. МГУ. Сер. биол., 1977, № 4, с. 12.
3. Богданович У. Я., Гордеева А. И., Краснощекова Е. Е. и др.— Ортопед., травматол., протезирование, 1976, № 3, с. 35.
4. Nordmann J., Nordmann R., Jaurchery O.— Bull. Soc. Chim. Biol., 1951, v. 33, № 12, p. 1826.
5. Богуш Н. А., Мостовников В. А., Мохорева С. И., Пикулев А. Т. и др.— Докл. АН БССР, 1977, т. 21, № 8, с. 759.
6. Богуш Н. А., Мостовников В. А., Пикулев А. Т., Хохлов И. В.— Вестн АН БССР. Сер. биол. наук, 1980, № 3, с. 80.

Поступила в редакцию  
06.01.81.

Кафедра биохимии

УДК 574.53 : 51

В. Ф. ИКОННИКОВ

### ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕЛИЧИН ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА

Наряду с прямыми методами определения первичной продукции фитопланктона в водоемах (метод склянок в кислородной и радиоуглеродной модификациях) большое распространение получили косвенные методы ее оценки. Среди них можно выделить эмпирические модели, для построения которых пользуются, как правило, методами математической статистики, в частности, методами корреляционного и регрессионного анализа. Однако часто приходится сталкиваться с трудностями применения таких моделей на практике, связанными в основном с определением значений эмпирических коэффициентов, входящих в уравнения расчета величин первичной продукции.

В настоящей работе рассматривается ряд эмпирических моделей расчета первичной продукции фитопланктона под  $1 \text{ м}^2$  поверхности водоема.

Полевые данные получены сотрудниками Отдела гидробиологии Проблемной НИЛ экспериментальной биологии во время проведения комплексных экспедиционных исследований на мезотрофном оз. Нарочь (май—август 1977), эвтрофном оз. Мястро (июнь—август 1975), высокоэвтрофном оз. Баторин (июль 1977) и водоеме-охладителе Березовской ГРЭС оз. Белом (март 1973).

Эмпирические модели расчета первичной продукции фитопланктона под  $1 \text{ м}^2$  поверхности водоема ( $A_{\text{м}^2}$ ,  $\text{г О/м}^2 \cdot \text{сут}$ ) можно подразделить на три типа, основанные на: 1) измерении скорости фотосинтеза на оптимальной глубине, т. е. на глубине с оптимальной освещенностью ( $A_{\text{мах}}$ ,  $\text{г О/м}^3 \cdot \text{сут}$ ), и закономерностях вертикального распределения скоростей фотосинтеза фитопланктона; 2) изменении содержания в воде биогенных веществ; 3) балансе растворенного в воде кислорода.

В пределах одной статьи, естественно, невозможно рассмотреть все модели; остановимся лишь на моделях первого типа.

Одной из простых моделей этого типа является следующая [1—3]:

$$A_m = A_{\max} \cdot K_{\phi} \cdot S, \quad (1)$$

где  $K_{\phi}$  — коэффициент пропорциональности, учитывающий влияние вертикального распределения водорослей и интенсивности света на скорость фотосинтеза;  $S$  — прозрачность воды по диску Секки, м. Трудность применения этой модели на практике связана с выбором значения коэффициента, который изменяется от водоема к водоему, а также в течение сезона в одном водоеме.

В модели [4] величина первичной продукции выражается через эффективную глубину ( $Z_{\text{эф}}$ ),

$$A_m = A_{\max} \cdot Z_{\text{эф}}, \quad (2)$$

которая, однако, в этой модели зависит от содержания хлорофилла  $a$  в планктоне ( $C_{\text{хл}}$ ):  $Z_{\text{эф}} = a \cdot \exp(-b \cdot C_{\text{хл}})$ , где  $a$ ,  $b$  — эмпирические коэффициенты. Повышение содержания хлорофилла в планктоне вызывает, с одной стороны, рост интенсивности фотосинтеза, с другой — увеличение поглощения света в воде. Наличие двух противоположных тенденций приводит к установлению определенной геометрии вертикального профиля фотосинтеза.

Модель расчета первичной продукции фитопланктона [5] строится на предположении, что продукция под  $1 \text{ м}^2$  пропорциональна содержанию хлорофилла  $a$  и энергии солнечной радиации. В модели учитывается также, что продукция фитопланктона закономерно снижается с повышением экстинкции света в воде. Расчет продукции ведется по следующей формуле:

$$A_m = \frac{\alpha \cdot C_{\text{хл}} \cdot I_0}{\epsilon}, \quad (3)$$

где  $\alpha$  — коэффициент пропорциональности;  $\epsilon$  — коэффициент вертикального ослабления света в воде,  $\text{м}^{-1}$ ;  $I_0$  — поверхностная радиация,  $\text{кал}/\text{см}^2 \cdot \text{день}$ .

Модель Райли [6] строится на предположении, что скорость фотосинтеза прямо пропорциональна интенсивности света:  $A = \rho \cdot I$ , где  $\rho$  — коэффициент пропорциональности.

Полагая, что интенсивность света уменьшается с глубиной по экспоненциальному закону, можно записать  $A_z = \rho \cdot I_0 \cdot \exp(-\epsilon \cdot Z)$ . Величину первичной продукции под  $1 \text{ м}^2$  поверхности водоема можно получить, интегрируя это уравнение по глубине от поверхности до глубины эвфотной зоны:

$$A_m = \frac{\rho \cdot I_0}{\epsilon Z_{\text{эф}}} \cdot [1 - \exp(-\epsilon \cdot Z_{\text{эф}})], \quad (4)$$

где  $Z_{\text{эф}}$  — глубина эвфотной зоны, т. е. глубина, на которой еще имеются минимальные условия для фотосинтеза.

Большое распространение получил метод расчета первичной продукции под  $1 \text{ м}^2$  по максимальной скорости фотосинтеза на оптимальной глубине и зависимости скорости фотосинтеза от интенсивности света. Чаще других применяется уравнение Толлинга [7, 8]:

$$A_m = \frac{A_{\max}}{\epsilon} \cdot [\ln I_0 - \ln 0,5 \cdot I_K], \quad (5)$$

где  $I_K$  — величина начала светового насыщения фотосинтеза. Она определяется экстраполяцией начального линейного участка световой кри-

вой фотосинтеза до пересечения с линией, соответствующей максимальной скорости фотосинтеза.

Таблица 1

Гидрооптическая характеристика и показатели первичной продукции исследуемых водоемов

Водоем, время исследования	$A_m$ , г O/м <sup>2</sup> ·сут	$A_{max}$ , г O/м <sup>2</sup> ·сут	Хлорофилл а, мг/м <sup>3</sup>	S, м	$Z_{эф}$ , м
оз. Нарочь, 1977 май — август	1,93	0,31	3,8	5,00	12,0
оз. Мястро, 1975 июнь	2,82	1,48	17,4	1,29	4,0
июль	4,04	1,96	17,5	1,26	
август	5,37	3,28	50,3	0,95	
оз. Баторин, 1977 июль	3,49	6,89	66,8	0,39	1,2
оз. Белое, 1973 март	2,35	2,79	28,8	0,53	1,5

Таблица 2

Значения параметров для расчета первичной продукции планктона под 1 м<sup>2</sup> поверхности водоема

Водоем, время исследования	$K_\phi$	$I_K$	$\alpha$	$b$	$\rho$	$a$
оз. Нарочь, 1977 май—август	1,13	40	5,2	0,0021	0,040	0,0009
оз. Мястро, 1975 июнь	1,45	37	2,1	0,0065	0,040	0,0006
июль	1,59	32	2,1	0,0065	0,055	0,0008
август	1,67	26	2,1	0,0065	0,110	0,0005
оз. Баторин, 1977 июль	1,25	56	1,6	0,0171	0,050	0,0004
оз. Белое, 1973 март	1,63	13	—	—	0,066	0,0014

По предложенным моделям рассчитаны величины первичной продукции в исследованных водоемах; некоторые продукционные характеристики их приведены в табл. 1. Эмпирические коэффициенты для водоемов с разным уровнем трофности изменяются в довольно широких пределах:  $K_\phi = 1,13-1,63$ ;  $I_K = 13-56$ ;  $\alpha = 0,0004-0,0014$ ;  $\rho = 0,040-0,110$  (табл. 2). Низкие величины коэффициента  $K_\phi$ , полученные для оз. Нарочь, типичны для водоемов с высокой прозрачностью. Большие величины этого коэффициента для оз. Белое обусловлены высоким отношением  $A_m/A_{max}$ , что вполне объяснимо. Фотосинтез в этом озере в период исследований шел до глубин, где интенсивность света была гораздо ниже 1% от поверхностной интенсивности света, которую обычно принимают за нижнюю границу фотосинтеза. Значительные колебания величин  $I_K$  в исследованных озерах связаны со световыми условиями в них, а следовательно, и с различной адаптацией к свету естественных популяций фи-

Средние относительные отклонения  
расчетных величин первичной продукции под 1 м<sup>2</sup>  
от наблюдаемых *in situ* ( $\Delta$ , %)

Водоем, время исследования	Число наблюдений	Расчет по формуле				
		1	2	3	4	5
оз. Нарочь, 1977 май—август	7	15,7	13,3	40,9	31,2	13,6
оз. Мястро, 1975 июнь	23	14,7	12,8	24,6	22,2	10,9
июль	31	14,0	15,0	24,5	27,5	11,9
август	29	11,9	12,6	21,3	23,7	7,1
оз. Баторин, 1977 июль	7	20,5	14,4	28,9	20,8	11,1
оз. Белое, 1973 март	20	18,2	—	17,5	17,3	13,8

топланктона. Для величин  $I_k$  в оз. Мястро характерен четкий сезонный ход. В свою очередь, для эмпирических коэффициентов  $\alpha$  и  $\rho$  не выявлены закономерные изменения в исследуемых водоемах.

Степень соответствия расчетных величин с наблюдаемыми *in situ* выражалась величиной относительного отклонения:  $\Delta = |A_{M_{набл.}} - A_{M_{расч.}}| / A_{M_{расч.}}$ . В табл. 3 приведены значения средних относительных отклонений для различных моделей расчета первичной продукции. Хорошее соответствие расчетных величин продукции с наблюдаемыми *in situ* получено для уравнения (5). Среднее относительное отклонение находилось в пределах 7,1—13,8%. Для моделей 1 и 2 разброс средних отклонений составил 11,9—20,5 и 12,6—15,0% соответственно. Большой размах отклонений получен для моделей 3, 4. Такой результат не является неожиданным, поскольку эти модели строились на довольно упрощенных предположениях, которые не отражают в полной мере реальных процессов в водной системе.

Таким образом, из моделей, предложенных для оценки уровня первичной продукции, более подходящими оказались эмпирические модели 1, 2 и 5. Коэффициенты, входящие в эти модели, довольно существенно различаются в водоемах с неодинаковым уровнем развития продукционных процессов. Более того, некоторые из них имеют четко выраженный сезонный ход. В связи с этим при использовании моделей необходимо применять коэффициенты, полученные для соответствующего типа водоемов и сезона года.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокин Ю. И.—Труды Всесоюз. гидробиол. об-ва, 1956, т. 7, с. 271.
2. Романенко В. И.—Биол. внутр. вод: информ. бюл., 1973, № 19, с. 15.
3. Винберг Г. Г.—Известия АН СССР, Серия биол., 1975, № 1, с. 83.
4. Megard R. O., Smith P. D.—Limnol. and Oceanogr., 1974, v. 19, p. 279.
5. Steele J. H.—Limnol. and Oceanogr., 1962, v. 7, p. 137.
6. Riley G. A.—J. Mar. Res., 1946, v. 6, p. 54.
7. Talling J. F.—New Phytol. 1957a, v. 56, p. 29.
8. Talling J. F.—New Phytol., 1957b, v. 56, p. 133.

## ГОДОВАЯ ДИНАМИКА САПРОФИТОВ И ОБЩЕГО ЧИСЛА БАКТЕРИЙ В МЕЗОТРОФНОМ оз. НАРОЧЬ

Бактериопланктон водоемов имеет важное значение в трансформации органического вещества и в формировании качества воды, одним из микробиологических показателей которого является общее количество бактерий, учитываемых по прямому счету, и сапрофитов, растущих на МПА. Процентное отношение сапрофитов к общему числу бактерий в воде — высокочувствительный и надежный показатель ее чистоты [1]. Данные по общему количеству бактерий, их сезонной динамике и о закономерностях распределения бактериопланктона оз. Нарочь получены нами ранее [2—4]. Исследования сапрофитной микрофлоры впервые проведены в 1975—1976 гг. [5].

Цель нашей работы — изучить закономерности динамики общей численности бактерий и сапрофитов и дать оценку чистоты воды оз. Нарочь в годовом цикле.

### Материал и методика

Исследования проведены с января 1979 по февраль 1980 г. на восьми литоральных и одной пелагической станциях оз. Нарочь. Литоральные станции, расположенные приблизительно на 50 м от берега, приурочены к соответствующим объектам на берегу (ст. 1—санаторий «Нарочь», ст. 2—биостанция, ст. 3—турбаза «Нарочь», ст. 4—санаторий «Боровое», ст. 5—пионерлагерь «Юность», ст. 6—пионерлагерь «Зубренок», ст. 7—автокемпинг, ст. 8—д. Никольцы). Пробы воды на литоральных станциях отбирали стерильными склянками только с поверхностных горизонтов. На пелагической станции «Буй» (глубина 16,0 м), кроме поверхностного горизонта, производили отбор проб с 8,0 и 15,5 м батометром системы Руттнера, соблюдая условия стерильности. Сапрофитные бактерии учитывали на МПА при посеве глубинным способом в чашки Петри после 3—5 суток инкубирования в термостате при 28 °С. Общую численность бактерий определяли на мембранных фильтрах № 6 марки «Сынпор» (ЧССР) по А. С. Разумову [6, 7]; количество бактериальных клеток подсчитывали под микроскопом МБИ-6 при увеличении  $\times 90$  в 20 полях зрения.

### Результаты и их обсуждение

Содержание сапрофитной микрофлоры в поверхностном слое воды на восьми литоральных станциях оз. Нарочь в сезонной динамике представлено в табл. 1. Наименьшая численность сапрофитных бактерий на всех станциях выявлена в январе — феврале 1979 и 1980 гг., а также в сентябре — октябре 1979 г. Заметное повышение количества сапрофитов в конце марта продолжалось почти на всех станциях до конца мая, максимум на станциях 6 и 8 отмечен в конце марта, на станциях 1 и 5—12 апреля, на станциях 2—4 в конце апреля и на ст. 7 — 18 мая. Относительно высокая численность сапрофитов на всех станциях наблюдалась до конца августа. Различия в числе сапрофитных бактерий на литоральных станциях были незначительны. Наименьшие величины сапрофитов в течение исследуемого периода характерны для ст. 7 (14—160 кл./мл), наибольшие — для ст. 6 (25—540 кл./мл).

Общая численность бактерий и количество сапрофитной микрофлоры на литоральных станциях превышают соответствующие величины пелагической станции (табл. 2). Так, общее число бактерий в течение исследуемого периода на литоральных станциях было в пределах 1,11—4,92 млн./мл (среднее  $2,54 \pm 0,39$ ), сапрофитов — 22—225 кл./мл (среднее  $105 \pm 23$ ), на пелагической станции соответственно — 0,96—3,22 млн./мл (среднее  $2,02 \pm 0,27$ ) и 9—121 кл./мл (среднее  $59 \pm 12$ ).

Количество сапрофитных бактерий, кл./мл,  
в воде литоральных станций оз. Нарочь

Дата	Станции							
	1	2	3	4	5	6	7	8
20.01.79.	39	22	27	56	49	42	41	39
23.02.79.	19	36	31	20	30	25	14	25
07.03.79.	120	40	160	80	200	242	100	190
23.03.79.	250	310	270	120	290	540	120	203
12.04.79.	310	290	150	190	380	420	80	40
29.04.79.	180	320	280	260	200	300	110	90
18.05.79.	120	180	270	100	320	270	160	110
25.05.79.	270	160	220	100	200	300	110	130
13.07.79.	166	135	150	135	190	190	135	145
23.07.79.	160	80	140	160	165	105	150	170
08.08.79.	164	30	84	136	184	146	143	159
30.08.79.	120	149	192	63	185	121	152	74
15.09.79.	54	52	34	80	65	170	76	100
21.10.79.	20	47	18	33	12	68	28	57
27.01.80.	31	24	23	27	10	33	19	12
15.02.80.	75	58	65	46	54	43	46	66
Среднее	131 ± 23	121 ± 26	132 ± 24	100 ± 16	158 ± 28	188 ± 37	93 ± 13	101 ± 15

Таблица 2

Соотношение между сапрофитами  
и общим количеством бактерий в воде оз. Нарочь

Время исследования	Литораль			Пелагиаль		
	сапро- фиты, кл./мл	общее число бактерий, млн./мл	сапрофиты, % общего числа	сапро- фиты, кл./мл	общее число бактерий, млн./мл	сапрофиты, % общего числа
Январь 1979	39	1,58	0,003	23	1,16	0,002
Февраль 1979	25	1,43	0,002	14	1,18	0,001
Март 1979	203	3,89	0,005	75	2,84	0,003
Апрель 1979	225	4,92	0,005	121	3,22	0,004
Май 1979	189	2,27	0,008	42	1,88	0,002
Июль 1979	148	1,59	0,009	121	1,48	0,008
Август 1979	131	2,11	0,006	84	1,78	0,005
Сентябрь 1979	79	3,49	0,002	62	3,13	0,002
Октябрь 1979	35	3,95	0,001	63	3,17	0,002
Январь 1980	22	1,11	0,002	9	0,96	0,001
Февраль 1980	57	1,64	0,003	35	1,47	0,002
Среднее	105 ± 23	2,54 ± 0,39	0,004 ± 0,0008	59 ± 12	2,02 ± 0,27	0,003 ± 0,0006

Сезонная динамика общей численности бактерий и на литоральных, и на пелагических станциях характеризуется весенним и осенним максимумами, летним и зимним минимумами, что подтверждает данные,

полученные нами ранее [2, 3]. Однако следует указать на более высокий уровень развития бактериопланктона в этот год исследования, особенно на литоральных станциях, испытывающих влияние рекреационной нагрузки.

В развитии сапрофитных бактерий также отмечено два максимума (весенний и летний), причем на литоральных станциях высокая численность сапрофитов в весенний период поддерживалась дольше, чем на пелагической. На пелагической станции наибольшее количество сапрофитов было в апреле, на литоральных — в марте — мае. Летний максимум в развитии сапрофитных форм предшествует осеннему максимуму общего числа бактерий. Максимальное содержание бактериопланктона и сапрофитов в весенний период обычно связано с обогащением воды аллохтонным органическим веществом, поступающим с талыми водами. Летний максимум сапрофитов и осенний максимум общего числа бактерий обусловлены, по-видимому, обогащением водоема органическим веществом при массовом отмирании фитопланктона.

Наименьшая численность общего числа бактерий и сапрофитов на всех станциях наблюдалась в подледный период (январь — февраль), что можно объяснить низкой температурой воды и малой концентрацией органических веществ.

В. И. Романенко [1, 8] дает примерную оценку чистоты воды разных водоемов по отношению числа сапрофитных бактерий к общему числу, выраженному в процентах. По средним данным, отношение сапрофитов к общему числу бактерий в течение года на восьми литоральных и пелагической станции находится в пределах (0,001—0,009 %) (см. табл. 2). Наибольшие величины отмечены в марте — августе, наименьшие — в подледный период и в октябре. Для литоральных станций среднегодовое отношение сапрофитов к общему числу бактерий составляет 0,004 %, для пелагической — 0,003 %. Следовательно, по этому показателю оз. Нарочь в подледный период относится к водоемам с особо чистой водой, а в период открытой воды — к водоемам с чистой водой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Романенко В. И.— Водные ресурсы, 1979, № 6, с. 139.
2. Беляцкая Ю. С.— Микробиология, 1958, т. 27, вып. 1, с. 113.
3. Потаенко Ю. С.— Микробиология, 1968, т. 37, вып. 3, с. 540.
4. Потаенко Ю. С.— В сб.: Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979, с. 80.
5. Никитина Г. А.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1978, № 3, с. 41.
6. Разумов А. С.— Микробиология, 1932, т. 1, вып. 2, с. 131.
7. Разумов А. С.— Методы микробиологических исследований воды. М., 1947.
8. Романенко В. И.— Микробиология, 1971, т. 40, вып. 4, с. 707.

Поступила в редакцию  
03.12.80.

Кафедры общей экологии, микробиологии

УДК 577.472(28) : 551.488.1

Н. В. КАРАТЯЕВА

### ВЛИЯНИЕ ПОДОГРЕТЫХ ВОД НА КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ И РАЗМЕРНУЮ СТРУКТУРУ ПОПУЛЯЦИЙ *ROTAMOTHRIX HAMMONIENSIS* MICHAELSEN оз. ЛУКОМЛЬСКОГО

Малощетинковые черви *R. hammoniensis* широко распространены в бентосе пресноводных водоемов и часто доминируют в составе зооценозов профундала. Как важный индикатор качества водной среды *R. hammoniensis*, рекомендован в качестве модельного объекта исследований

по проекту 86 (18) «Вид и его продуктивность в ареале» программы МАБ и аналогичной программы СЭВ.

Оз. Лукомльское (площадь 36,2 км<sup>2</sup>, объем 243,5 млн. м<sup>3</sup>, средняя глубина 6,7 м, максимальная 11,5 м) расположено на юго-востоке Витебской области БССР. Литораль озера песчаная, реже торфяная. Значительные площади мелководий озера покрыты зарослями макрофитов. Профундаль озера, представленная илами, занимает более 60 % площади водоема. С 1969 г. озеро служит водоемом-охладителем крупнейшей на северо-западе СССР Лукомльской ГРЭС. В настоящее время электростанция потребляет и сбрасывает (нагретую на 8—10 °С) 150—216 тыс. м<sup>3</sup>/ч воды, что обеспечивает полный оборот ее в озере за 45—67 суток [1].

### Материал и методика

Материалом для данной работы послужили пробы, собранные в течение 1978 г. на двух полигонах с одинаковой глубиной (8 м) и идентичным грунтом (оливковый ил). Один из полигонов располагался в зоне влияния подогретых вод (подогрев верхнего слоя донных отложений на 1—2 °С), второй — в зоне с естественным температурным режимом. На каждом полигоне брали 4—10 образцов грунта дночерпателем Боруцкого с площадью захвата 1/40 м<sup>2</sup>. Пробы промывали через мельничное сито № 21, животных фиксировали 4 %-ным раствором формалина. Всего за период исследования проведено по 15 параллельных сборов проб на обоих полигонах.

Для анализа размерной структуры измеряли длину фиксированных олигохет под бинокуляром МБС-9 при увеличении 8×0,6.

### Результаты и их обсуждение

Среднегодовые величины биомассы популяций *P. hamptoniensis* в зоне подогрева и вне ее были довольно близки, а численности существенно различались. Так, в подогреваемой зоне эти показатели для половозрелых особей 78 экз/м<sup>2</sup> и 0,26 г/м<sup>2</sup>, в контрольной зоне — 116 экз/м<sup>2</sup> и 0,27 г/м<sup>2</sup> соответственно. Численность и биомасса неполовозрелых особей в соответствующих зонах 251 экз/м<sup>2</sup>, 0,29 г/м<sup>2</sup> и 270 экз/м<sup>2</sup> и 0,23 г/м<sup>2</sup>.

Среднегодовые величины индивидуальных масс в подогреваемой зоне выше, чем в контрольной, и составляют у неполовозрелых особей *P. hamptoniensis* 1,03 и 0,87 мг, у половозрелых — 2,57 и 1,93 мг соответственно.

Анализ сезонных изменений биомассы всей популяции *P. hamptoniensis* в обеих температурных зонах показал, что изменения этого параметра с начала года и до середины августа в целом аналогичны. В дальнейшем изменения биомассы олигохет в подогреваемой части озера опережают во времени изменения этого параметра в зоне с естественным температурным режимом (рис. 1).

Сезонные изменения численности половозрелых и неполовозрелых олигохет различных температурных зон довольно сходны, однако в неподогреваемой части озера они характеризуются более резко выраженными пиками, особенно в отношении неполовозрелых олигохет (рис. 2).

Таким образом, показатель линейных размеров фиксированных особей довольно стабилен и может использоваться при сравнении размерной структуры популяций олигохет в подогреваемой и неподогреваемой зонах озера.

Большие величины средней статистической ошибки у неполовозрелых олигохет объясняются тем, что в этой группе собраны только что вылупившиеся из коконов животные и более крупные особи, приближающиеся к половой зрелости, кроме того, в эту группу попадают особи, отложившие коконы с резорбированной половой системой [2].

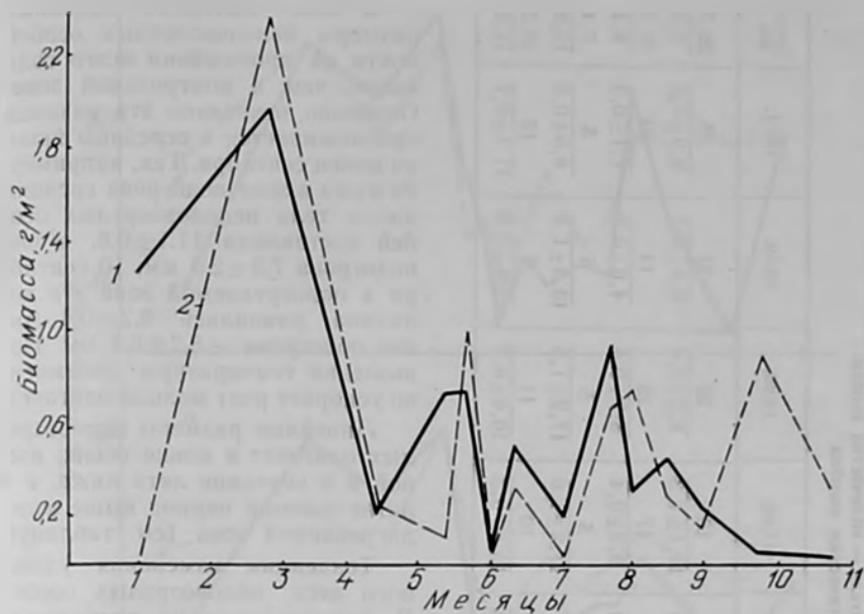


Рис. 1. Сезонные изменения биомассы популяций *P. hammoniensis* в подогреваемой (1) и непогрееваемой (2) частях озера

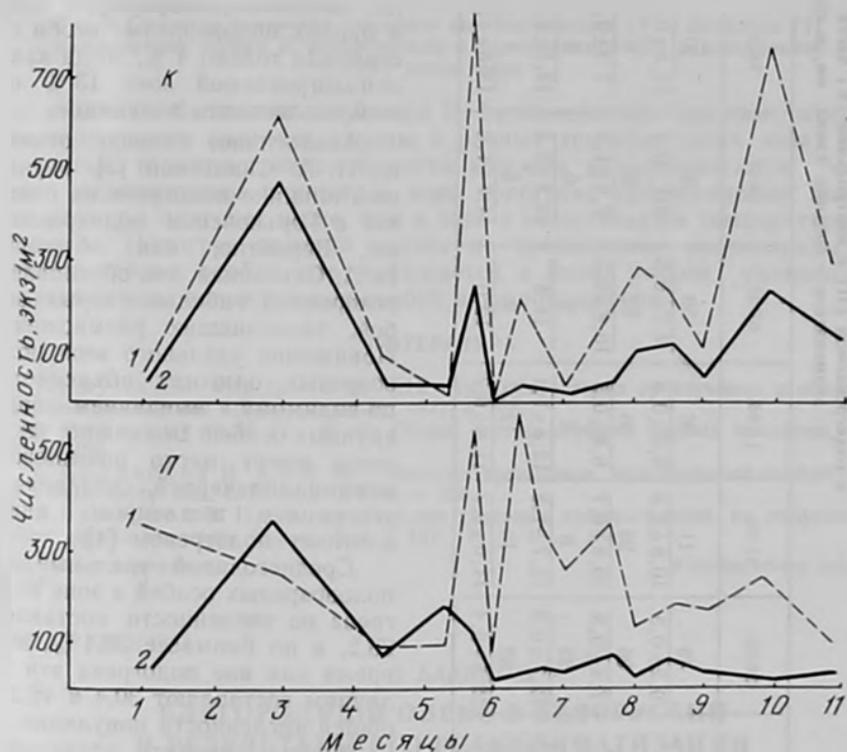


Рис. 2. Сезонные изменения численности неполовозрелых (1) и половозрелых (2) особей *P. hammoniensis* в контрольной (К) и подогреваемой (П) частях озера

Размерная характеристика неполовозрелых (I) и половозрелых (II) особей *P. hammoniense* в подогреваемой (П) и контрольной (К) частях озера; числитель — количество особей, знаменатель — средняя длина, мм, и средняя статистическая ошибка

Дата	30.03	07.05	15.06	07.07	16.07	26.07	15.08	27.08	10.09	25.09	19.11	Сред- нее	
I	П	45 $9,2 \pm 0,3$	11 $10,8 \pm 2,5$	26 $8,6 \pm 0,8$	30 $9,7 \pm 0,5$	36 $8,1 \pm 0,6$	20 $11,1 \pm 0,6$	32 $14,1 \pm 0,6$	16 $11,1 \pm 1,3$	32 $8,2 \pm 0,4$	21 $6,6 \pm 0,7$	25 $5,9 \pm 0,5$	26,7 9,4
	К	36 $7,4 \pm 0,3$	20 $10,8 \pm 0,7$	36 $6,8 \pm 0,5$	22 $10,8 \pm 0,5$	22 $7,9 \pm 1,0$	6 $7,9 \pm 2,0$	6 $7,9 \pm 2,0$	24 $11,7 \pm 0,8$	17 $8,9 \pm 0,4$	25 $5,7 \pm 0,4$	14 $4,0 \pm 0,2$	30 $7,1 \pm 0,3$
II	П	23 $12,7 \pm 0,9$	8 $12,7 \pm 1,8$	6 $12,8 \pm 1,1$	2 $14,3$	6 $14,3 \pm 2,5$	5 $13,1 \pm 1,0$	11 $16,0 \pm 0,7$	5 $17,2 \pm 1,5$	5 $13,3 \pm 1,8$	5 $8,6 \pm 0,3$	5 $11,1 \pm 0,7$	7,4 13,8
	К	32 $12,5 \pm 0,4$	10 $14,0 \pm 0,7$	12 $11,8 \pm 0,7$	2 $10,0$	4 $14,7 \pm 1,6$	4 $14,5 \pm 1,4$	10 $16,0 \pm 1,3$	10 $10,6 \pm 0,3$	11 $10,6 \pm 0,7$	5 $12,4 \pm 0,9$	12 $11,1 \pm 0,7$	10,2 12,6

В зоне подогрева линейные размеры неполовозрелых особей почти на протяжении всего года выше, чем в контрольной зоне. Особенно отчетливо эта разница прослеживается с середины июля по конец сентября. Так, например, 26 июля в зоне подогрева средняя длина тела неполовозрелых особей составляла  $11,1 \pm 0,6$ , а вне подогрева  $7,9 \pm 2,0$  мм. 10 сентября в подогреваемой зоне эта величина равнялась  $8,2 \pm 0,4$  мм, вне подогрева —  $5,7 \pm 0,4$  мм. Повышенные температуры несомненно ускоряют рост молодки олигохет.

Линейные размеры половозрелых олигохет в конце осени, весной и в середине лета ниже, а в летне-осенний период выше в подогреваемой зоне (см. таблицу).

Тенденции изменения удельного веса половозрелых особей *P. hammoniense* на протяжении года в подогреваемой и контрольной зонах в целом совпадают (рис. 3). Однако в зоне подогрева эти изменения выражены более отчетливо, например, 7 июля в пробах половозрелые особи составляли только 4%, тогда как в неподогреваемой зоне 13% общей численности популяции.

Аналогичное явление отмечено И. А. Скальской [3], изучавшей влияние подогрева на олигохет в Горьковском водохранилище. Вероятно, как объясняет И. А. Скальская, это обусловлено ускоренной гибелью старых особей, закончивших размножение. Понижение удельного веса половозрелых олигохет объясняется, по-видимому, выеданием более крупных особей. Возможно, также здесь имеет место повышенная элиминация червей, связанная с ускорением жизненного цикла олигохет подогревом [4].

Среднегодовой удельный вес половозрелых особей в зоне подогрева по численности составляет 23,2, а по биомассе 39,4%, в то время как вне подогрева эти величины составляют 30,4 и 48,2% общей численности популяции.

Можно отметить следующее. Увеличение среднегодовой температуры на 1—2°C существенно не влияет на среднегодо-

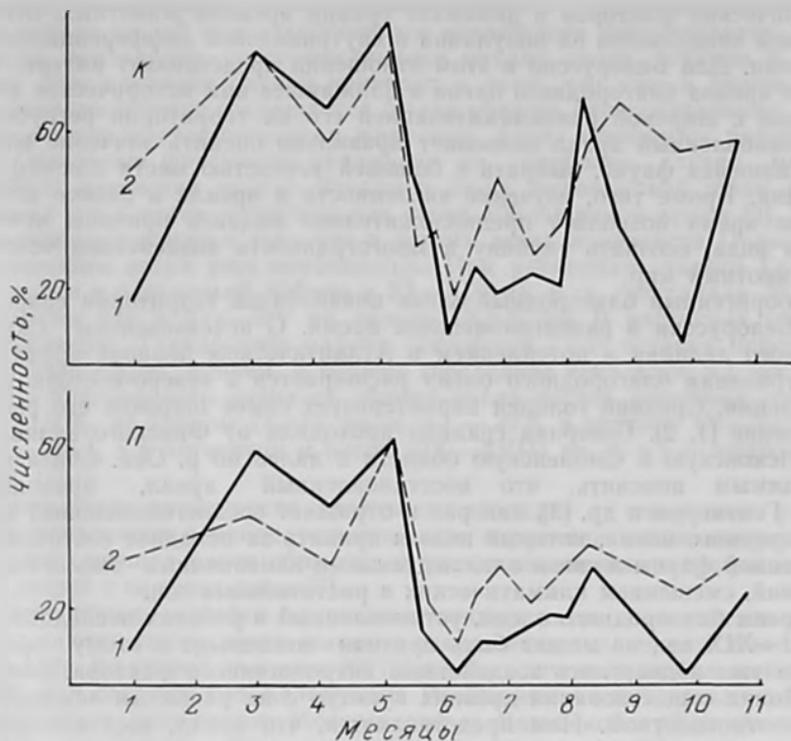


Рис. 3. Сезонные изменения удельного веса численности (1) и биомассы (2) половозрелых особей *P. hammoniensis* в подогреваемой (II) и контрольной (K) зонах озера

вые величины биомассы популяции *P. hammoniensis*. Сезонные изменения численности олигохет сходны в разных температурных зонах озера, однако в непогреваемой части водоема характеризуются более резко выраженными пиками. В зоне подогрева среднегодовые линейные размеры олигохет выше, чем в зоне с естественным температурным режимом. Подогрев заметно влияет на соотношение половозрелых и неполовозрелых особей, что выражается в более резком уменьшении удельного веса половозрелых особей в зоне подогрева.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Якушко О. Ф. и др.— В сб.: XIX науч. конференция по изучению и освоению водосмов Прибалтики и Белоруссии. М., 1977, с. 168.
2. Финигонова Н. П.— В сб.: Общие основы изучения водных экосистем.— Л., 1979, с. 180.
3. Скальская И. А.— В сб.: Экология организмов водохранилищ-охладителей. Ин-т биол. внутр. вод, 1975, вып. 27(30), с. 258.
4. Семерной В. П.— В сб.: Влияние тепловых электростанций на гидролог. и биол. режим водоемов. Борок, 1974, с. 157.

Поступила в редакцию  
03.12.80.

Кафедра общей экологии

УДК 599.735.3(476)

В. В. БАБИНОК

### БЛАГОРОДНЫЙ ОЛЕНЬ В БЕЛОРУССИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО РЕАККЛИМАТИЗАЦИИ

Работы последних десятилетий показали, что при реконструкции охотничье-промысловой фауны необходимо иметь представление о роли

исторических факторов в динамике границ ареалов животных, относительной численности их популяции и внутривидовой дифференциации во времени. Для Белоруссии в этом отношении представляет интерес изучение ареала благородного оленя в ближайшее нам историческое время в связи с широкой реакклиматизацией его на территории республики. Восстановленный ареал позволяет правильно оценить значение вида в сложившейся фауне, выбрать с большей точностью места для его расселения. Кроме того, изучение численности и ареала в разное историческое время позволяет предположительно выявить причины исчезновения вида, осознать глубину и многогранность воздействия человека на животный мир.

Аборигенный благородный олень появился на территории современной Белоруссии в раннеголоценовое время. С исчезновением Скандинавского ледника и потеплением в Атлантическом периоде ареал распространения благородного оленя расширяется в северо-восточном направлении. Средний голоцен характеризует самое широкое его распространение [1, 2]. Северная граница проходила от Финского залива через Псковскую и Смоленскую области и далее по р. Оке. Считаем необходимым пояснить, что восстановленный ареал, приводимый В. Г. Гептнером и др. [3], как раз и отражает среднеголоценовый ареал благородного оленя, который нельзя принять за исходное состояние современной фауны в связи с последующими изменениями экологических условий, смещением климатических и растительных зон.

Ареал благородного оленя, установленный в работах исследователей XVIII—XIX вв., не может быть признан исходным: к этому времени фауна уже подверглась воздействию антропогенного фактора, особенно в районах существования древних культур с их развитым земледелием и животноводством. Нам представляется, что ареал, восстановленный на рубеже нашей эры, когда сформировались современные ландшафты, но они еще не были изменены человеком, а непосредственное преследование благородного оленя не могло существенно изменить его ареал, характеризует естественное состояние благородного оленя и является ключевым при изучении перспектив реакклиматизации его на территории республики.

Анализ более ста археологических памятников железного века и средневековья позволил определить не только северную границу ареала, но и относительную численность оленя в разных частях его. Нет сомнения в том, что доля оленя в охотничьей добыче характеризует различие в природной численности этих животных. В частности, в раскопках Гродно остатков благородного оленя больше, чем в материалах памятников Центральной Белоруссии, но значительно меньше, чем в памятниках Полесья. Пространственное распределение благородного оленя тех времен характеризуется увеличением плотности вида в юго-западном направлении. К. Л. Паавер [1] также указывает, что в памятниках Эстонии благородный олень отсутствует, в Латвии по относительной численности занимает десятое место, в Литве этот вид по количеству костных остатков стоит на первом месте среди видов охотничье-промысловой фауны.

Данные материалов археологических раскопок полностью подтверждают предположение В. Г. Гептнера и В. И. Цалкина [4] о том, что северная граница распространения благородного оленя в историческое время представляла дугу, выпуклую к югу, от средней Балтики к южному Уралу. Характер кривых ареала, современных границ зон снежности и природных зон позволяет утверждать, что изменение ареала со времени среднего голоцена до начала нашего летоисчисления произошло под воздействием изменения климата и растительности, в частности, перемещения к югу изохон и продолжительности снежного покрова, а также ухудшения кормности биотопов с наступлением с севера ольхи, сосны, березы, ели и т. д. Столь незначительное отступление ареала к югу объясняется соизмеримостью периода похолодания кли-

мата с эволюционным периодом приспособления к этому изменению.

С начала нашей эры антропогенное воздействие увеличивается: развивается земледелие, совершенствуются орудия охоты. Прямое и косвенное преследование оленей приводит к тому, что уже в нашем тысячелетии постепенно сокращается былая область распространения; еще быстрее уменьшается поголовье животных. Ареал становится разорванным. Отдельные фрагменты указывают на наиболее глухие места. В 1409 г. литовский король Ягелло в лесах Беловежской пуши заготавливал мясо диких копытных для своей 100-тысячной армии [5]. Этот факт свидетельствует о том, что в других лесах королевств Польского и Литовского зверя уже поубавилось. При раскопках старого Гродно доля оленя в охотничьей добыче в XI—XIV вв. н. э. составляла 30,6 %, в то время как в XIV—XV вв. только 18,5 % [6]. В раскопках города Аукштадварис Тракайского района Литовской ССР остатки определены по пяти слоям, причем, в первом (последние века до н. э.) костные остатки благородного оленя от общего числа костей копытных составляли 41,9 %, во втором (I—IV вв. н. э.) — 37,8, в третьем (V—VIII вв. н. э.) — 35,1, а в четвертом и пятом (IX—XVIII вв. н. э.) — всего лишь 20,8 % [1].

Уменьшение численности животных приводит к тому, что уже в XVI в. появляются законодательные акты, ограничивающие охоту, правда, только низших слоев общества и устанавливающие штрафы за добычу зверей в частных лесах [7].

Интенсивная вырубка широколиственных лесов, начавшаяся в середине нашего тысячелетия, вызвала сокращение численности благородного оленя. Во второй половине XVIII в. олень исчезает на большей части территории современной Белоруссии. В «Экономических примечаниях к генеральному межеванию Могилевской и Витебской губерний» олень упоминается только в Белицком и Гомельском уездах. На западе Белоруссии, вплоть до середины XIX в., олень встречался в Кобринском уезде [8]. А. Корева [9] считал благородного оленя очень редким животным в Виленской губернии, где наиболее вероятными местами его обитания были Мендзыржецкая, Налибокская и Олькеницкая пуши. Истребление охотничьих зверей с изобретением огнестрельного оружия становится настолько интенсивным, что со второй половины XIX в. человек уже полностью контролирует динамику местной охотфауны. Повидимому, последних оленей истребили к середине прошлого века. Так или иначе, но даже в наиболее сохранившемся лесном массиве средней Европы — Беловежской пуше в начале прошлого столетия благородных оленей не было. Если рассматривать процесс позднеголоценового сокращения ареала благородного оленя, можно заметить отступление северных границ в южном и юго-западном направлениях, хотя в этих районах антропогенное влияние было более существенным, чем в прилегающих к северо-востока областях. Это связано с тем, что благородный олень является формой южного происхождения и отступление вида происходило в сторону его экологического оптимума.

Начало реакклиматизации оленя в Белоруссии было положено в 1864 г., когда из имения силезского князя Плесс в Беловежскую пушу завезли 18 оленей (13 самок и 5 самцов). С этого времени начался длительный процесс восстановления и селекции благородного оленя в Беловежской пуше [10]. Теперь в Государственном заповедно-охотничьем хозяйстве насчитывается более 2 тыс. оленей. За послевоенный период к 1980 г. из Беловежской пуши расселено около 1,5 тыс. благородных оленей, отличающихся хорошо выраженной принадлежностью к средневропейскому подвиду.

В 1929 г. в Налибокскую пушу из Польши были завезены 3 самца и 3 самки. Олени хорошо приживались, и в 1934 г. в специально огороженном вольере (4 км<sup>2</sup>) их было уже 86. Начался выпуск в соседние леса. Во время Великой Отечественной войны олени разошлись по лесам Воложинского и бывшего Ивенецкого районов. Удивительно, что

несмотря на отсутствие охраны, суровые зимы военных лет хищникам и браконьерам понадобилось более 15 лет для истребления оленей в Налибокской пуше. Последний олень был убит браконьерами в 1954 г. в Першайском лесничестве (устное сообщение Короткина Н. И.).

Процесс реакклиматизации оленя в республике разделяют на два этапа: первый (1856—1965) без достаточного научного обоснования, как в выборе мест выпуска, так и в формировании расселяемой партии и проведении передержки, подкормки и т. д.; второй (1968—1980), проведенный Министерством лесного хозяйства БССР с учетом и устранением ошибок, допущенных на первом этапе [11]. По нашему мнению, учитывая относительную молодость популяции благородного оленя в республике, ее не выраженные экологические особенности, исходя из особенностей самой реакклиматизации, можно выделить третий этап (с 1980 г.), когда для расселения внутри республики стали использовать запасы животных в ранее созданных очагах (фрагментах).

На первом этапе реакклиматизации олени завозились в Березинский заповедник, Бабиновичское и Юрковичское охотхозяйства общества охотников. Подробный анализ неудач и допущенных при этом ошибок дан в работе В. С. Романова [10], где указывается на необходимость передержки в вольерах и формирование благоприятного возрастного и полового состава завозимых партий животных. Кроме того, важное значение имеет выбор места выпуска зверей.

На втором этапе работы по реакклиматизации благородного оленя активизировались и стали более эффективными. Увеличились объемы расселения. Опыт Государственного заповедно-охотничьего хозяйства «Беловежская пуша» позволил Министерству лесного хозяйства БССР подобрать наиболее благоприятные места для реакклиматизации оленя. При выборе мест выпуска предварительного обследования и оценки охотугодий не проводилось. Субъективно для заселения оленем были намечены лесохозяйственные хозяйства лесхозов с заведомо благоприятным набором охотугодий. Оленей завозили большими партиями с первоначальным содержанием их в вольерах. Использование лучших охотугодий и увеличение объемов расселяемых животных позволили создать в республике новые фрагменты ареала — Осиповичский, Чериковский, Дятловский, Налибокский, Негорельский, Минский, Телеханский и Тетеринский.

На территории Белоруссии искусственным путем создана популяция благородного оленя с разорванным (фрагментным) ареалом. Всего с 1956 г. в разные районы республики завезено 1178 голов благородного оленя. Начало реакклиматизации прошло успешно (см. таблицу). Материалы таблицы, в отличие от ранее опубликованных, более точно и самым полным образом отражают результаты расселения благородного оленя в республике. В настоящее время ареал благородного оленя состоит из 12 частей. Более успешно реакклиматизация прошла в Бабиновичском охотничьем, Чериковском, Дятловском и Осиповичском лесохозяйственных хозяйствах, а также в Налибокской пуше. Однако имеются случаи, когда численность оленей стала значительно меньше, чем число интродуцированных животных (Березинский, Юрковичский фрагменты), в то время как в Липеньском, Лименьском, Налибокском лесничествах плотность населения животных превысила 15 голов на 1 тыс. га. В Вязском лесничестве Осиповичского фрагмента зимой плотность достигает 40 голов на 1 тыс. га.

В 1980 г., как нами и предлагалось [11], для расселения начали использовать запасы ранее созданных очагов. С учетом опыта Воронежского заповедника по имбилизации животных в Осиповичском лесохозяйственном хозяйстве было отловлено 10 оленей, которые совместно с 28 животными, поставленными Государственным заповедно-охотничьим хозяйством «Беловежская пуша», были помещены в вольер соседнего Кличевского лесхоза. Отдельно этот фрагмент нами не выделяется, а характеризуется как искусственное расширение Осиповичского

### Хронология расселения благородного оленя в БССР

Время завоза	Количество животных					Место выпуска (фрагмент)	Длительность пере- держки (месяцев)
	всего	в том числе					
		сам- цов	самок	взрос- лых	мо- лоди.		
март—апрель 1956	48	23	25	3	45	Березинский	не было
февраль—март 1963	22	10	12	5	17	Березинский	»
февраль 1963	20	10	10	10	10	Бабиновичский	»
апрель 1964	12	7	5	6	6	Березинский	»
февраль 1965	17	10	7	13	4	Бабиновичский	»
февраль 1965	32	12	20	15	17	Юрковичский	»
март 1968	50	7	43	30	20	Осиповичский	6,5
март—апрель 1968	50	8	42	39	11	Чериковский	3,0
октябрь—декабрь 1968	102	17	85	72	30	Осиповичский	3,0
январь 1969	135	32	103	72	63	Осиповичский	3,0
февраль 1971	22	7	15	10	12	Дятловский	2,5
март 1971	50	9	41	41	9	Чериковский	2,0
февраль 1972	39	9	30	12	27	Дятловский	3,0
февраль 1973	53	25	28	28	25	Юрковичский	не было
декабрь 1973	25	2	23	8	17	Налибокский	2,0
февраль 1974	10	4	6	4	6	Минский	не было
февраль 1975	14	2	12	5	9	Минский	1,0
январь 1976	50	13	37	19	31	Налибокский	3,0
февраль 1977	27	2	25	12	15	Налибокский	4,0
январь 1978	16	6	10	9	7	Бабиновичский	не было
январь—февраль 1978	60	11	49	17	43	Налибокский	2,5
февраль 1978	40	18	22	17	23	Юрковичский	не было
февраль 1978	20	2	18	6	14	Минский	3,0
февраль—март 1978	46	8	38	20	26	Негорельский	1,5
январь 1979	60	19	41	16	44	Бабиновичский	не было
февраль 1979	14	5	9	9	5	Бабиновичский	2,5
март 1979	52	8	44	14	38	Телеханский	3,0
февраль 1980	34	11	23	8	26	Тетеринский	3,0
март 1980	20	6	14	13	7	Бабиновичский	2,5
март 1980	38	3	35	4	34	Осиповичский	2,5

фрагмента. Олени этого фрагмента в летнее время преодолевают границу указанных лесхозов (р. Березина), и, по-видимому, уже в самое ближайшее время произойдет слияние этих макропопуляций.

Численность благородных оленей на территории современного ареала в пределах республики выросла до 3,5 тыс. голов, что уже сопоставимо с численностью других парнокопытных, тем не менее неудачи при реакклиматизации его в республике свидетельствуют о необходимости дальнейшего увеличения продуктивности популяции животного. Следует отметить актуальность оценки роли благородного оленя в лесном хозяйстве и сложившейся фауне копытных республики, так как создаваемые микропопуляции оленя служат увеличению производительности угодий и поэтому несколько отличаются от таковых в заповедниках.

Таким образом, исторический опус, а также несомненный успех при расселении благородного оленя в республике свидетельствуют о целесообразности восстановления вида в фауне республики. Расселение

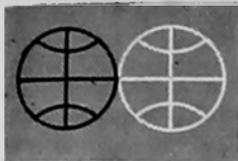
следует проводить в первую очередь в Белорусском Полесье. Однако с целью более правильного подбора других мест выпуска требуется разработка критериев оценки охотничьих угодий с последующей целевой бонитировкой всей территории республики. Кроме того, для успешного продолжения работ по расселению благородного оленя в республике необходимы безотлагательное изучение прикладной экологии животного, его роли в фитоценозах и значения в лесном хозяйстве БССР, а также анализ процесса реакклиматизации и ее результатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Па а в е р К. Л. Формирование териофауны и изменчивость млекопитающих Прибалтики в голоцене.— Тарту, 1965, с. 235.
2. В е р е щ а г и н Н. К., Р у с а к о в О. С. Копытные Северо-Запада СССР: История, образ жизни и хозяйственное использование.— Л., 1979.
3. Г е п т н е р В. Г., Н а с и м о в и ч А. А., Б а н н и к о в А. Г. Млекопитающие Советского Союза.— М., 1961, т. 1, с. 120.
4. Г е п т н е р В. Г., Ц а л к и н В. И. Олени СССР (систематика и зоогеография): Материалы к познанию фауны и флоры БССР. Новая серия, отд. зоол., вып. 10 (25).— М., 1947, с. 5.
5. Ш а й н о х а К. Ядвига и Ягайло.— СПб.— М., 1882, т. 2.
6. Ц а л к и н В. Н. Материалы для истории скотоводства и охоты в древней Руси: Материалы и исследования по археологии СССР.— М., 1956, № 51.
7. Статус Великого Княжества Литовского.— СПб., 1811, ч. II, с. 117.
8. Сельская летопись, составленная из наблюдений, могущих служить к определению климата России в 1851 г.— СПб., 1854.
9. К о р е в а В. Материалы для географии и статистики России: Виленская губерния.— СПб., 1861, с. 269—270.
10. Р о м а н о в В. С. Реакклиматизация европейского благородного оленя в Белоруссии: Беловежская пушта. Исследования, вып. 3.— Минск, 1969, с. 183.
11. Б а б н о к В. В., З у б к о В. Г. Реакклиматизация европейского благородного оленя в Белоруссии: Состояние и пути дальнейшего совершенствования охраны лесов и ведения охотничьего хозяйства в республике.— Тез. докл. научно-технического семинара. Минск, 1980, с. 32—33.

Поступила в редакцию  
03.11.81.

Белорусский НИИ лесного хозяйства



УДК 556.53

В. М. ШИРОКОВ, А. Г. ГРИНЕВИЧ

## ЗАРЕГУЛИРОВАННОСТЬ СТОКА РЕК ПОЛЕСЬЯ

Характер и степень зарегулированности стока рек Полесья отличаются значительной неоднородностью. Зависит это от многих причин, в том числе и от специфических природных условий этого района. Так, равнинность центральной части Полесья и хорошая выработанность русел рек не позволяют проводить значительных работ по глубокому регулированию речного стока. Анализ фактического размещения искусственных водных объектов показал, что наибольшее количество прудов, рыбхозов и водохранилищ приходится на юг Полесья. Особенно интенсивное строительство их отмечается в Украинском Полесье в верховьях таких рек, как Стырь, Иква, Горынь, Случь и Уж. В Белорусском Полесье эти водные объекты находятся в основном на крайнем севере, в верховьях рек Ясельды, Гривды, Щары, Цны, Лани, Морочи, Случи, Орессы и Птичи. В центральной части Полесья зарегулированность рек крайне мала, за исключением низовий бассейна Припяти, где встречаются только наливные водохранилища и пруды.

По основным притокам первого и второго порядков Припяти распределение регулирующих емкостей выглядит следующим образом. Из левых притоков повышенной степенью абсолютной зарегулированности отличаются бассейны рек Лани, где полезная суммарная емкость составляет 89 млн. м<sup>3</sup> (25 % объема годового стока), Случи — 164 млн. м<sup>3</sup> (28 % объема годового стока) и Орессы — 79,5 млн. м<sup>3</sup> (15 % объема годового стока). В бассейнах рек Ясельды, Цны, Бобрика расположены в основном пруды и небольшие наливные водохранилища. По нижнему течению притоков отсутствуют регулирующие емкости, что связано со спецификой строения речных долин, практически исключающим возможность создания искусственных водоемов; то же отмечается и для правых притоков Припяти. Объем речного стока, сформированный на территории, которая характеризуется наличием регулирующих емкостей, оценивается в 8,3 км<sup>3</sup> в год. В целом по Припяти эта зарегулированная область занимает около 60 % площади бассейна. Большинство правых притоков Припяти отличается значительным прудовым фондом. Так, в целом на долю правых притоков приходится 89 % всего количества прудов Полесья, что по суммарному объему составляет 83 % и по площади водного зеркала — 88 %. Следует отметить, что суммарный объем вод, зарегулированных во всех прудах, иногда превышает объем вод в водохранилище того же бассейна. Такое положение характерно для бассейнов рек Уж и левой Случи. Сток ряда бассейнов правых притоков Припяти регулируется исключительно прудами — бассейны рек Желонь ( $W=2$  млн. м<sup>3</sup>), Словечна ( $W=1,06$  млн. м<sup>3</sup>), Уборть ( $W=3,2$  млн. м<sup>3</sup>), Ствига ( $W=7,3$  млн. м<sup>3</sup>).

Наибольшей густотой расположения прудов ( $\lambda$  — отношение общего количества к водосборной площади) характеризуются бассейны рек Случи ( $\lambda=0,038$ ), Коростянки ( $\lambda=0,031$ ), Горыни ( $\lambda=0,029$ ) и Иквы ( $\lambda=0,028$ ).

В соответствии с основной направленностью использования вод Припяти значительные зарегулированные объемы приходится после водохранилищ на рыбхозы.

Повышенным значением зарегулированных объемов в рыбхозах отличаются бассейны рек Лани ( $W=41,7$  млн. м<sup>3</sup>), Случи ( $W=54,8$  млн. м<sup>3</sup>) и Орессы ( $W=37,9$  млн. м<sup>3</sup>).

Существуют различные методы оценки степени зарегулированности речных вод искусственными водоемами в зависимости от целей исследований и необходимой или возможной степени детализации исходных данных [1].

Учитывая, что в Полесье подавляющее большинство искусственных водоемов предназначено для сезонного регулирования стока, наиболее приемлемы здесь методы оценки характера зарегулированности весеннего половодья. При отсутствии подробных данных о характере регулирования и закономерностях распределения стока в период половодья удобна для практических расчетов формула Г. А. Алексеева [2] для подсчета коэффициента снижения максимального расхода весеннего половодья ( $r$ ) под влиянием системы водохранилищ и прудов, расположенных по территории в произвольном порядке:

$$r = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n W_i F_i}{F \Sigma Q}, \quad (1)$$

где  $W_i$  — регулирующие емкости;  $F_i$  — частные водосборные площади;  $F$  — общая площадь водосбора;  $\Sigma Q$  — объем паводка, сформированного на всей водосборной площади.

Формула (1) позволяет получить наиболее полную и обобщенную характеристику степени зарегулированности бассейнов, на которых расположена целая система водохранилищ и прудов. Однако сумма частных водосборных площадей не всегда отражает действительное участие той или иной площади в формировании соответствующей части весеннего половодья.

Более упрощенный вариант формулы (1) выглядит следующим образом:

$$r = 1 - \frac{\Sigma W_i}{\Sigma Q}, \quad (2)$$

где  $\Sigma W_i$  — суммарная полезная емкость всех водоемов.

Расчеты проводились по обеим формулам: по формуле (1) только для водохранилищ, так как для прудов отсутствуют сведения о соответствующих водосборных площадях; по формуле (2) степень зарегулированности бассейна определяли с учетом объемов, зарегулированных во всех искусственных водоемах бассейна.

В тех случаях, когда водохранилища расположены по основной реке одно за другим, коэффициенты снижения максимального расхода весеннего половодья рассчитаны для двух вариантов: в более упрощенном все объемы приурочены к самому низкорасположенному водохранилищу, а в наиболее полном учитывались частные водосборные площади между водохранилищами по длине реки. Результаты практически совпадали. Кроме основных расчетных створов, аналогичные просчеты сделаны для отдельных характерных районов: верховьев бассейнов левых притоков и некоторых правых притоков Припяти. В тех речных бассейнах, где расположены только пруды (Ясельда, Словечна, Уборть и др.)  $r \sim 1$ , т. е. практически заметной срезки паводочного стока в целом по бассейну не происходит. Этот показатель в среднем

варьирует в пределах 1—0,7, достигая значения 0,2 на р. Лани и створе Локтыши. В целом для верховьев левых притоков Припяти (Шара, Лань, Случь и Оресса)  $r=0,77$ , а для верховьев правых притоков (Стырь и Горынь)  $r=0,9$ .

Таким образом, на территории Полесья по степени и характеру регулирования стока половодья можно выделить три области: 1) нижнее течение правых и левых притоков Припяти, характеризующееся практически полным отсутствием регулирования стока; 2) верховье рек Стырь и Горынь, отличающееся наибольшей насыщенностью прудового фонда по территории, но из-за незначительной суммарной их емкости регулирующая роль прудов и малых водохранилищ очень мала; 3) верховья левых притоков Припяти (Лань, Случь и Оресса) с наибольшей степенью зарегулированности за счет водохранилищ и крупных рыбхозов. На эту область приходится 41 % полезного объема всех искусственных водоемов Полесья и 59 % суммарного полезного объема созданных водохранилищ.

К началу 1980 г. в Полесье проведены большие гидротехнические работы по созданию различных регулирующих сооружений. Создано 39 водохранилищ с суммарным объемом воды 0,42 км<sup>3</sup>, из них на Белорусское Полесье приходится 21 водохранилище с объемом воды 0,31 км<sup>3</sup>. В Полесье действуют 1620 прудов с общим объемом воды 0,17 км<sup>3</sup>. Построены 46 рыбхозов с суммарным объемом воды 0,22 км<sup>3</sup>. В результате суммарный зарегулированный объем речного стока в Полесье определен в 0,81 км<sup>3</sup> (см. таблицу), а площадь водного зеркала всех водных объектов составляет 502 км<sup>2</sup>.

Суммарные объемы регулирования вод в Полесье

Искусственные водные объекты	Белорусское Полесье		Украинское Полесье		Полесье в целом	
	млн. м <sup>3</sup>	%	млн. м <sup>3</sup>	%	млн. м <sup>3</sup>	%
Водоохранилища	310	60	110	39	420	52
Рыбхозы	180	34	40	14	220	27
Пруды	40	6	130	47	170	21
Всего	530	100	280	100	810	100

Регулирование стока рек выполняется в Полесье в первую очередь для ликвидации угрозы наводнения, дальнейшей организации осушительно-увлажнительных мероприятий при сельскохозяйственном освоении новых земель, а также для нужд промышленности, рыбного хозяйства и бытовых.

Анализ хозяйственного использования водохранилищного и прудового фондов Полесья показал, что их строительство в перспективе должно быть направлено на создание небольших по объему и площади искусственных водных объектов, в основном с сезонным регулированием стока. В этом случае хозяйственный эффект от использования созданных водохранилищ и прудов повышается за счет сокращения путей подачи воды потребителям.

Для существенного улучшения гидрологического режима рек и прилегающих к ним земель в Полесье возможно строительство значительно большего количества прудов и водохранилищ по сравнению с тем, что имеется в настоящее время. В проектной практике ведущих водохозяйственных организаций при разработке схемы осушения и освоения земель Полесской низменности и при ее последующем уточнении в 1967 г. в Полесье предусматривалось создать 34 водохранилища с полным объемом воды 2,7 км<sup>3</sup> и полезным — 2,0 км<sup>3</sup>. Из этого числа в Белорусском Полесье необходимо построить 17 водохранилищ с пол-

ным объемом воды  $0,76 \text{ км}^3$  и полезным —  $0,49 \text{ км}^3$ . При разработке Белгипроводхозом технико-экономического обоснования инженерных мероприятий по защите от затоплений и мелиорации поймы Припяти в 1978—1979 гг. были запроектированы 33 небольших водохранилища с суммарным полезным объемом  $0,29 \text{ км}^3$ . Кроме того, в многочисленных схемах, разработанных для небольших рек бассейна Припяти, предлагается создать еще более 100 водохранилищ. Так, за 1971—1979 гг. по Белорусскому Полесью составлено 15 схем комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов ряда его водосборных бассейнов, а также мелиоративных систем с целью водного благоустройства.

Таким образом, только в Белорусском Полесье полезный объем всех запроектированных водохранилищ составляет более  $1,0 \text{ км}^3$ , а объем воды в рыбохозах и прудах — еще  $0,5 \text{ км}^3$ .

Для Украинского Полесья проектные разработки показали возможность создания на перспективу значительного количества водохранилищ с общей полезной емкостью свыше  $2,0 \text{ км}^3$ , кроме того, в прудах и рыбохозах объем воды достигнет  $0,7 \text{ км}^3$ .

В результате возникает реальная возможность со временем всей системой будущих прудов и водохранилищ задержать значительную часть паводочного стока на притоках Припяти, защитить большую часть земель от длительного затопления и улучшить водообеспеченность намеченных к осушительно-обводнительным мероприятиям земель.

К сожалению, строительство регулируемых объектов ведется крайне медленно. Так, в Белорусском Полесье из 17 водохранилищ, запроектированных в Схеме осушения и освоения земель Полесской низменности к 1980 г., создано только 10. Такой разрыв между наличием подготовленных земельных угодий к осушительно-увлажнительным мероприятиям и малыми зарегулированными объемами воды в водохранилищах может со временем отрицательно сказаться на урожайности этого района, особенно в засушливые годы.

Необходимо также отметить, что, если все объекты регулирования, запланированные в различных схемах, будут созданы, полезный объем задержанных, в основном весенних, вод составит более  $5 \text{ км}^3$  в год. Эта величина превышает 35 % бытового стока Припяти в средний по водности год. Учитывая нужды обязательных санитарных весенних пусков в нижние бьефы рек этого бассейна, можно с уверенностью сказать, что такой предполагаемый объем регулирования к 2000 г. является завышенным и может привести к ухудшению санитарно-экологических условий. Следует пересмотреть предлагаемые объекты регулирования в разработанных схемах и сократить суммарный полезный объем до  $3,0—3,5 \text{ км}^3$ , так как прогнозируемый дефицит воды в бассейне Припяти к 2000 г. в летний период будет составлять не более  $1,5 \text{ км}^3$  [3]. При составлении новой схемы регулирования стока рек в бассейне Припяти это положение необходимо учесть.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Grinevich A. G., Shirokov V. M.— XII conference regionale de la C. I. I. D pour l'Europe. Dubrovnik, 1979, p. 41.
2. Алексеев Г. А.— Труды ГГИ, 1956, вып. 52 (106), с. 201.
3. Широков В. М., Пеньковская А. М., Плужников В. Н. Водохозяйственный баланс бассейна Днепра.— Минск, 1980.

## ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ И УРОЖАЙ ЯЧМЕНЯ ПРИ ВНЕСЕНИИ КОБАЛЬТА НА МЕЛИОРИРОВАННОЙ ТОРФЯНО-БОЛОТНОЙ ПОЧВЕ ПЕРЕХОДНОГО ТИПА

Комплексная мелнорация торфяно-болотных почв может быть наиболее эффективной при правильном подборе оптимального режима питания для различных культур, основанном на учете содержания валовых и подвижных форм макро- и микроэлементов в этих почвах. В результате многолетних исследований удалось выявить [1—3], что торфяно-болотные почвы слабо обеспечены кобальтом и внесение его может быть важным резервом повышения продуктивности растений.

Вновь осваиваемые торфяно-болотные почвы переходного типа обладают высоким потенциальным и очень низким эффективным плодородием, поэтому использование их может быть успешным при освоении интенсивной системы земледелия, одним из основных элементов которой является обоснованное применение минеральных и органических удобрений.

### Материал и методика

Кобальт вносили под ячмень, который высевали после пропашной культуры. Первой культурой в севообороте был картофель сорта Темп. Фоновое удобрение ( $N_{60}P_{60}K_{180} + 15$  т/га доломитовой муки + 10 т/га компоста) обеспечило урожайность картофеля 170,3 ц/га. Агрохимические показатели почвы оказались более благоприятными за счет последнего внесения внесенных удобрений. Гидролитическая кислотность уменьшилась почти в четыре раза (36 мг-экв/100 г почвы), увеличились сумма поглощенных оснований и степень насыщенности основаниями более чем в два с половиной раза (132 мг-экв/100 г почвы), содержание подвижного калия в шесть и подвижного фосфора в четыре раза (12 и 15,5 мг/100 г почвы соответственно) [4].

Опыты проводили на экспериментальной базе БелНИЖ «Будагово» (Минская область) в течение 1976—1977 гг. Площадь делянок 50 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Сорт ячменя Зефир, норма высева семян 140 кг/га. На контроле вносили  $N_{50}P_{60}K_{180}$  в виде аммиачной селитры, гранулированного двойного суперфосфата и калийной соли. Содержание подвижного кобальта в почве 0,50 мг/кг, что свидетельствует о крайне низкой обеспеченности ее исследуемым микроэлементом. Сернокислый кобальт вносили в почву вместе с основным удобрением в количестве 2 кг/га (в расчете на элемент).

Фотосинтетический аппарат исследовали в фазе колошения (7-й лист). Промеры клеток и хлоропластов, подсчет их в клетках сделаны на свежем материале в середине нижней четверти листовой пластинки между первой и второй боковыми жилками, считая от главной, по методике [5]. Из той же зоны листа брали высечки для извлечения пигментов и определения сырого и сухого веса единицы площади листа. Повторность определения пигментов четырехкратная. Измерение листа, а также параметров клеток и хлоропластов, подсчет числа хлоропластов в клетке проведены в шестидесятикратной повторности.

### Результаты и их обсуждение

Кобальт интенсифицировал ростовые процессы, что выражалось в увеличении числа побегов в кусте ( $2,20 \pm 0,12$  в контроле и  $2,90 \pm 0,19$  при внесении микроэлемента). Удельная поверхностная плотность листа в контроле составляла 242—249 см<sup>2</sup>/г, а в опытных вариантах увеличилась до 281 см<sup>2</sup>/г, видимо, кобальт активизировал отток ассимилятов в репродуктивные органы, что очень существенно, поскольку роль последнего листа (флага) особенно велика в наливе зерна злаковых [6].

Морфоанатомические показатели 7-го листа (флага) ячменя

Вариант	Лист			Клетки			Хлоропласты		
	площадь, см <sup>2</sup>	толщина, мм	толщина хлоропла- стов, мм	длина, мм	ширина, мм	объем, тыс. мм <sup>3</sup>	число в клетке	объем, мм <sup>3</sup>	поверх- ность, мм <sup>2</sup>
1976 г.									
Контроль	5,49	139,35	92,52	27,57	23,49	11,9	23,75	48,62	66,41
	±0,25	±0,69	±2,58	±0,75	±0,48		±0,63		
Со 2 кг/га	5,60	136,35	86,13	32,70	21,93	12,8	26,85	45,12	61,28
	±0,28	±2,85	±2,46	±0,93*	±0,81*		±0,71*		
1977 г.									
Контроль	7,11	123,18	82,68	28,74	18,00	7,3	22,00	30,70	47,41
	±0,40	±1,29	±1,41	±0,53	±0,37		±0,59		
Со 2 кг/га	9,39	123,93	82,92	27,45	17,04	6,2	23,68	52,37	69,68
	±0,39*	±1,86	±1,32	±0,90	±0,39*		±0,63		

\* Достоверные изменения относительно контроля (то же в табл. 2).

Таблица 2

Насыщение единицы площади 7-го листа (флага) клетками, хлоропластами, пигментами

Вариант	Клетки, тыс.	Хлоропла- сты, млн.	Поверхность хлоропла- стов, см <sup>2</sup>	Хлорофилл (a + b), мг·10 <sup>-2</sup>	Каротино- иды, мг·10 <sup>-2</sup>	Хлоро- филл, мг 10 <sup>-9</sup>		Каротино- иды, мг·10 <sup>-9</sup>	Хлоропла- сты, млн.	Хлорофилл (a + b), мг
						a	b			
						на 1 см <sup>2</sup> толщи листа				
1976										
Контроль	775	18,4	11,8	2,77±0,12	1,10±0,04	1,25	0,25	0,60	101,2	0,15
Со 2 кг/га	698	18,7	11,5	3,72±0,11*	1,27±0,03*	1,61	0,38	0,68	104,7	0,21
1977										
Контроль	1131	24,9	11,8	2,58±0,12	0,81±0,05	0,78	0,25	0,32	177,0	0,18
Со 2 кг/га	1325	31,4	21,2	2,84±0,11	0,88±0,03	0,69	0,22	0,28	294,8	0,27

Площадь листа (флага) составляла 5,5—9,4 см<sup>2</sup>. Большею она была в более влажном 1977 г. (табл. 1) и достоверно возрастала при внесении кобальта на 32 %. При большей площади листа толщина листа и мезофилла оставались на уровне контроля, а объем мезофилла в листе увеличивался на 32 %. Кобальт стимулировал деление и растяжение клеток, что выражалось в достоверном росте длины и числа клеток в единице площади (табл. 2). В основе механизма действия кобальта на процесс деления и растяжения клеток лежит его взаимосвязь с гормональным балансом клетки. Кобальт угнетает биосинтез этилена [7, 8] — ингибитора клеточного деления и растяжения [9].

Под действием кобальта увеличилось число хлоропластов в клетке, причем в сухой год оно не сопровождалось возрастанием размеров хлоропластов. В более влажном и прохладном 1977 г. отмечалось значительное укрупнение хлоропластов при одинаковом их числе в клетке. Достоверное увеличение количества хлоропластов происходило па-

раллельно росту объема клетки, что, вероятно, связано с торможением биосинтеза этилена, поскольку в недавно опубликованной работе японских исследователей [10] указывается на снижение числа хлоропластов и их размеров в плодах мандарина, обработанных этиленом.

В разные по степени увлажнения годы действие кобальта на накопление пигментов в хлоропласте проявлялось неодинаково. В сухой 1976 г. при меньшей площади листа значительно возрастало содержание хлорофилла и каротиноидов в единице площади листа и в хлоропласте. Причем при внесении кобальта хлорофилл *b* накапливался в хлоропласте в большей мере (на 52 %), чем хлорофилл *a* (на 29 %). Содержание хлорофилла *a* в единице объема хлоропласта превышало этот показатель в контроле на 39 %, *b* — 62 %, каротиноидов — 24 %. Накопление белка в расчете на 1 г сырых хлоропластов достоверно увеличивалось при внесении кобальта на 27 %.

В более влажном 1977 г. при большей площади листа возрастало число клеток и хлоропластов в единице площади листа и листе. Общая фотоактивная поверхность хлоропластов превышала контроль почти вдвое, содержание пигментов в хлоропласте снижалось на 12—13 %, причем в равной мере для хлорофилла *a*, *b* и каротиноидов. В единице объема хлоропласта хлорофиллов *a* и *b* накапливалось вдвое меньше, чем в хлоропластах контрольного варианта.

Сбор зерна ячменя при внесении кобальта достоверно увеличивался на 2,1 ц/га в 1976 г., составляя  $38,20 \pm 0,26$  ц/га против  $36,10 \pm 0,17$  в контроле. В 1977 г. урожай зерна остался на уровне контроля ( $40,25 \pm 5,13$  ц/га), а сбор соломы увеличился на 21 % ( $78,50 \pm 7,65$  в контроле и  $95,25 \pm 6,75$  при внесении кобальта).

Таким образом, действие кобальта на торфяно-болотной почве переходного типа в сухой год проявилось в увеличении урожая зерна, в более влажный год — в увеличении общей биомассы. Это явление можно объяснить тем, что с повышением температуры атмосферного воздуха резко возрастает количество этилена [11]. Следует отметить, что внесение кобальта на торфяно-болотной почве переходного типа в условиях повышенного увлажнения может быть эффективным при возделывании трав на корм скоту.

При оценке эффективности действия кобальта необходимо учитывать большее накопление кобальта в семенах, что ценно при использовании их в кормовых и пищевых целях, в семеноводстве, а также возможность длительного последствия этого удобрения [12].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кедров-Зихман О. К., Розенберг Р. Е., Проташик Л. М.— В сб.: Микроэлементы в сельском хозяйстве. Рига, 1956, с. 51.
2. Вашкевич Л. Ф.— В сб.: Актуальные вопросы почвоведения и агрохимии: Тез. докл. второй конф. молодых ученых. Минск, 1973, с. 226.
3. Дубиковский Г. П., Микулович Л. С.— В сб.: Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. Ивано-Франковск, 1978, т. 2, с. 186.
4. Иванов Н. П., Чертко Н. К., Колешко О. И.— Докл. АН БССР, 1976, т. 10, № 7, с. 646.
5. Липская Г. А., Коломенцова Н. В.— Вестн АН БССР, Сер. биол. наук, 1980, № 2, с. 34.
6. Кумаков В. А.— В сб.: Физиология растений, ВИНТИ, 1977, т. 3, с. 108.
7. Grover S., Purves W. K.— Plant Physiol., 1976, v. 57, N 6, p. 886.
8. Lau O. L., Jang S. F.— Plant Physiol., 1976, v. 58, N 1, p. 114.
9. Burg S. P.— Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1973, v. 70, N 2, p. 591.
10. Shimokawa K., Sakanoshita A.— Bull. Fac. Agr. Miyazaki Univ., 1977, v. 24, N 1, p. 27.
11. Blaschke H.— Flora, 1977, v. 166, N 3, p. 471.
12. Липская Г. А. Кобальт и структурно-функциональная организация листа.— Минск, 1980, с. 144.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛОДОРОДИЯ ГЛЕЕЗЕМОВ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

Антропогенные глееземы — почвы с невысоким уровнем плодородия, располагаются среди торфяных массивов в непосредственной близости от объектов, где проводятся культуртехнические работы. Внесение в почву измельченных веток хвойных и лиственных растений, так называемой хвойной и лиственной мелочи, может значительно повысить плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

При осушительной мелиорации удаляется большое количество кустарников и мелколесья. По данным исследований [1], сгребаемый при мелиорации материал (кустарники, кочки, почва) составляют в среднем около 600 т/га.

С целью оптимизации плодородия антропогенных глееземов измельченной растительностью нами проведен вегетационный опыт с глееземами, который был заложен в стеклянных сосудах в четырехкратной повторности по следующей схеме: 1) контроль — глеезем +  $N_{45}P_{60}K_{90}$  (фон); 2) фон + хвойная мелочь 60 т/га; 3) фон + хвойная мелочь 30 т/га + навоз 10 т/га; 4) фон + лиственная мелочь 60 т/га; 5) фон + лиственная мелочь 30 т/га + навоз 10 т/га; 6) фон + навоз 10 т/га; 7) фон + навоз 20 т/га.

Ячмень сорта Московский высевали наклюнувшимися семенами. Во всех сосудах всходы появились через три дня. В сосудах поддерживалась влажность 60 % от полной влагоемкости.

Параллельно был заложен вегетационный опыт в стеклянных сосудах с торфянисто — глеевой почвой по аналогичной схеме, исключая варианты 6 и 7.

Наблюдения показали, что растения 2-го и 4-го вариантов развиваются слабо, сильно угнетены, по краям листьев наблюдается желтизна. Видимо, лиственная и хвойная мелочь при первоначальном частичном разложении образуют соединения, токсичные для растений [2]. В вариантах 5—7 растения развиваются хорошо: стебли упругие, листья сочные. Опыт был снят спустя 24 дня со времени появления всходов, в вариантах 1, 2, 3, 4 в стадии кушения, а в вариантах 5, 6, 7 в стадии выхода в трубку.

Фенологические данные и содержание азота, фосфора и калия в вегетационной массе ячменя представлены в табл. 1. Наибольшее развитие вегетационной массы (59,0—61,5 см, в контроле — 43,5 см) наблюдается в вариантах 5, 6, 7. Соответственно выше и вес воздушно-сухих растений в этих же вариантах.

Отмечается повышенное содержание азота в растениях вариантов 3, 5, 6 и 7 (1,45; 1,42; 1,57; 2,02 % на абсолютно сухую навеску, по вариантам 3, 5, 6, 7 соответственно, в контрольных сосудах 1,33 %). Картина содержания  $P_2O_5$  аналогична. Потребление  $K_2O$  растениями очень высокое, особенно в вариантах с лиственной мелочью 30 т/га + навоз 10 т/га, где содержание  $K_2O$  составляет 1,79 %, а в контрольных сосудах — 1,35 %.

В вегетационном опыте на торфянисто-глеевой почве отмечено угнетенное развитие растений во всех вариантах. Высота растений 35,6—44,0 см, в контрольных сосудах — 69,0 см, то же и по весу воздушно-сухого урожая. Содержание азота по сравнению с контролем повышалось во всех вариантах опыта, фосфора и калия — понижалось. Данные вегетационного опыта, обработанные методом вариационной статистики, выявили высокую достоверность полученных результатов [3]. Следует отметить, что растения развиваются одинаково в вариантах 5, 6, 7 и на торфянисто-глеевой почве (фон).

Таким образом, при внесении в глеезем лиственной мелочи с до-

Фенологические данные и содержание N<sub>общ</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O (вегетационный опыт, 1976)

Варианты опыта	Высота растений во время уборки, см	Вес воздушно-сухих растений, г	Содержание в растениях, %		
			N <sub>общ</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>На глееземе*</b>					
Контроль N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> — фон	43,5	5,5	1,33	0,81	1,35
Хвойная мелочь 60 т/га+фон	25,9	2,0	1,02	0,50	1,49
Хвойная мелочь 60 т/га+10 т/га навоза+фон	31,0	3,25	1,45	0,81	2,10
Лиственная мелочь 60 т/га +фон	32,0	4,75	0,97	0,80	1,55
Лиственная мелочь 30 т/га+навоз 10 т/га+фон	61,0	18,3	1,42	1,25	1,79
Навоз 10 т/га+фон	61,5	16,5	1,57	1,50	1,40
Навоз 20 т/га+фон	59,0	22,0	2,02	1,56	1,39
<b>На торфянисто-глеевой почве*</b>					
Контроль P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> — фон	69,0	7,3	1,12	3,18	3,50
Хвойная мелочь 60 т/га+фон	41,6	5,2	1,18	2,64	3,58
Хвойная мелочь 30 т/га+фон	35,6	5,0	1,35	3,10	3,78
Лиственная мелочь 60 т/га+фон	44,0	4,25	1,39	2,90	4,06
Лиственная мелочь 30 т/га+фон	43,7	5,3	1,39	2,52	4,36

\* Среднее из четырех наблюдений.

бавлением навоза, а еще лучше компоста из названных компонентов, можно приблизить плодородие глеезема к плодородию торфянисто-глеевой почвы с минимальными затратами на его восстановление.

Следует отметить, что сведения о применении и использовании компостов из отходов древесных пород при их переработке в литературе немногочисленны [2—7].

Во Всесоюзном научно-производственном объединении целлюлозно-бумажной промышленности еловую кору компостировали с использованием в качестве источника азота активного ила, который образуется при очистке сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий. Подобная работа проводилась в Научно-исследовательском институте лесного хозяйства (ПНР). Для активизации деятельности микроорганизмов к коре прибавляли активный отстой из биологических отстойников и минеральное азотное удобрение в дозе 1,4 кг/м<sup>3</sup> (14 т/га). Трехлетние опыты показали, что при выращивании растений компост вполне заменяет торф.

В центре сельскохозяйственных исследований штат Огайо (США) для выращивания рододендронов применяли субстрат, состоящий из двух частей компостированной коры и одной части песка. Для компостирования использовали измельченную на молотковых мельницах кору мягколиственных пород, к 1 м<sup>3</sup> которой добавляли 3,6 кг нитрата аммония, 3 кг суперфосфата, 0,7 кг серы, 63 %-ной окиси железа [8].

Опыты с применением для компостирования лиственной и хвойной мелочи с добавлением навоза, проведенные нами, в литературе не встречаются.

Как показывают результаты анализов (табл. 2), рН в KCl в вариантах 3 и 5 составляет соответственно 6,80 и 6,40, что выше, чем в контрольных сосудах. В вариантах 2 и 4 рН в KCl колеблется около 6,0—6,6.

Таблица 2

**Агрохимические свойства глееземов и торфянисто-глеевой почвы  
после уборки урожая в вегетационных сосудах**

Вариант опыта	рН в КСl	Н   S   Т			V, %	N <sub>общ</sub> , %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   K <sub>2</sub> O		
		мг-экв/100 г почвы					мг/100 г почвы		
<b>На глееземе</b>									
1	Контроль (N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> ) — фон	6,15	1,50	1,12	2,62	42,7	0,30	2,23	1,4
2	Фон+хвойная мелочь 60 т/га	6,00	1,66	1,69	3,35	50,4	0,55	1,73	7,5
3	Фон+хвойная мелочь 30 т/га+ +10 т/га навоза	6,40	1,40	2,91	4,31	67,5	0,81	1,63	10,0
4	Фон+лиственная мелочь 60 т/га	6,60	0,87	3,38	4,25	79,5	0,50	1,62	25,0
5	Фон+лиственная мелочь 30 т/га+ +10 т/га навоза	6,80	1,40	3,10	4,50	68,9	1,16	3,00	8,6
6	Фон+навоз 10 т/га	6,45	2,29	3,85	6,14	62,7	0,56	2,21	20,0
7	Фон+навоз 20 т/га	6,01	2,15	3,90	6,05	64,5	0,56	2,29	9,1
<b>На торфянисто-глеевой почве</b>									
1	Контроль P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> — фон	5,20	51,2	39,5	90,68	43,5	—	11,2	2,3
2	Фон+хвойная мелочь 60 т/га	4,91	45,2	37,6	87,77	42,8	—	15,5	8,5
3	Фон+хвойная мелочь 30 т/га	5,0	51,2	30,1	81,28	37,0	—	11,9	8,6
4	Фон+лиственная мелочь 60 т/га	5,20	47,2	32,0	79,13	39,9	—	11,0	9,8
5	Фон+лиственная мелочь 30 т/га	5,06	42,6	7,52	50,12	15,0	—	11,5	9,5

Таблица 3

**Степень разложения целлюлозы в глееземах  
(вегетационный опыт, 1976)**

Вариант опыта		Вес ткани после опыта, г	Убыль в весе, г	Степень, раз- ложения, %
1	Контроль — глеезем	0,90	0,22	19,6
2	Контроль+хвойная мелочь (60 т/га)	0,76	0,36	32,1
3	Контроль+хвойная мелочь (30 т/га)+навоз (10 т/га)	0,45	0,67	59,8
4	Контроль+лиственная мелочь (60 т/га)	0,11	1,01	90,2
5	Контроль+лиственная мелочь (30 т/га)+навоз (10 т/га)	нет		100
6	Навоз (10 т/га)+контроль	нет		100
7	Навоз (20 т/га)+контроль	нет		100

Примечание: ткань закладывалась на глубину 20 см, влажность почвы поддерживалась на уровне 60% от ПВ, температура колебалась в пределах 19—22 °С, первоначальный вес ткани 1,12 г.

Значительная разница по сравнению с контролем наблюдается по емкости поглощения в вариантах, где, кроме хвойной и лиственной мелочи, добавлен навоз. В вариантах 3 и 5 емкость поглощения составила соответственно 4,3—4,5 мг-экв/100 г почвы, а в вариантах 6 и 7—6,14 и 6,05 мг-экв/100 г почвы, в то время как в контрольных сосудах — 2,62 мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями в контрольном сосуде составляет 42,7 %, в вариантах 3 и 5—67,5 и 68,9 %. В варианте 5 отмечается повышенное содержание общего азо-

та (1,16 %) по сравнению с контролем (0,30 %). По всем остальным вариантам опыта также отмечено повышение содержания общего азота примерно в 2—2,5 раза (см. табл. 2).

В опыте с торфянисто-глеевой почвой отмечено снижение емкости поглощения и степени насыщенности почв основаниями, а также содержание подвижных  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (см. табл. 2).

Изучение биологической активности в сосудах было проведено по методике, предложенной А. Ф. Захаренко. В сосуды на глубину 15 см закладывалась хлопчатобумажная ткань. По истечении двух месяцев ткань была извлечена из сосудов. По убыли в весе ткани определялся процент ее разложения.

Данные табл. 3 показывают, что наибольший процент разложения ткани отмечен в вариантах 5, 6, 7 (100 %) и в варианте 4 (90,2 %), наименьший — в варианте 2 (32,1 %).

Таким образом, внесение хвойной мелочи ингибирует микробиологическую деятельность, снижает скорость минерализации органического вещества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аношко В. С. Мелиоративная география.— Минск, 1978.
2. Гладкова Л. И.— Информационный бюллетень: Земледелие и растениеводство.— М., 1976, № 7, с. 27.
3. Рокицкий П. Ф. Вариационная статистика для биологов.— Минск, 1963.
4. Утилизация древесной коры в качестве удобрений. Продукты переработки древесины — сельскому хозяйству.— Рига, 1973, т. 2, с. 87.
5. Транина Н., Гришкова Л. Удобрения из коры.— Продукты переработки древесины — сельскому хозяйству.— Рига, 1973, т. 2, с. 87.
6. Carpaert I., Verdonek O., Boodt M.— Compost Sci., 1975, v. 26, № 4, p. 12.
7. Deppe R., Lignostrat O.— Gartenwelt, 2975, B. 22, S. 477.
8. Hoitink A., Schmiidhenner A., Herr L.— Ohio Report, 1975, B. 60, № 2, S. 25.

Поступила в редакцию  
03.11.81.

Кафедра почвоведения и геологии

УДК 392.3 : 312 (476+474.0)

Б. А. МАНАК, А. С. ПЕРЕПЕЧКО

### ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СЕМЕЙНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ БССР И РЕСПУБЛИК ПРИБАЛТИКИ

В свете социально-экономических и нравственно-воспитательных задач, поставленных XXVI съездом КПСС, все большее значение приобретает решение проблемы дальнейшего укрепления семейно-брачных отношений. Усиление заботы о семье рассматривается как один из главных путей решения проблем народонаселения и проведения эффективной демографической политики, которая на данном этапе является неотъемлемой частью социально-экономической политики советского государства [1].

Осуществление мер демографической политики, которые изложены в решениях XXVI съезда КПСС и последующих постановлениях ЦК КПСС, носит региональный характер [2, 3]. В этой связи тщательное изучение региональных особенностей в демографических процессах, в том числе вопроса формирования семьи, становится необходимым условием научно обоснованного социально-экономического планирования.

В данной работе изложены результаты сравнительного анализа изменений, происшедших в семейной структуре населения БССР и республик Прибалтики за 20-летний период (1959—1979). Такая сравнительная характеристика представляется весьма важной и интересной: по многим чертам указанные республики представляют единый демографический регион, имеющий много общих черт в историко-экономи-

ческом и демографическом аспектах. Анализ численности семей за период с 1959 по 1979 г. (табл. 1) позволяет сделать вывод, что во всех четырех республиках наблюдается значительный прирост семей, опережающий по темпам общий прирост населения. Это связано с увеличением числа молодых браков, дроблением семей (из сложных в простые) и увеличением повторных браков за счет разведенных. При этом произошло резкое изменение в соотношении городских и сельских семей. Если в 1959 г. большинство из них были сельскими, особенно в Белоруссии и Литве, то в настоящее время во всех указанных республиках преобладают городские семьи (см. табл. 1). Данные изменения соответствуют темпу и уровню урбанизации каждой из республик. Интенсивный процесс урбанизации в БССР и Литовской ССР позволил сблизить по этому показателю и семейную структуру населения.

Таблица 1

**Изменение численности семей в БССР  
и республиках Прибалтики за 1959—1979 гг. [4—6]**

Республики	Прирост за 1959—1979 гг., %		Удельный вес семей, %			
			городских		сельских	
	численности населения	числа семей	1959	1979	1959	1979
Белорусская	18,6	28,3	29,9	53,9	70,1	46,1
Литовская	24,6	34,3	37,3	59,4	62,7	40,6
Латвийская	20,4	25,7	55,5	68,2	44,5	31,8
Эстонская	23,3	27,5	56,0	70,6	44,0	29,4

Динамика размера семей в БССР и республиках Прибалтики также сходна. За анализируемый период средний размер семьи уменьшился до 3,1—3,3 человека и стал практически одинаковым во всех республиках как среди городского, так и среди сельского населения. Особенно резко снизился этот показатель в Белорусской и Литовской ССР и приблизился к таковому в Латвии и Эстонии. Среди демографических факторов уменьшения среднего размера семьи можно назвать следующие: прирост числа молодых браков, увеличение числа молодых брачных пар без детей; упрощение (нуклеаризация) семей; накопление неполных семей в результате увеличившейся разводимости и овдовения; малодетность по причине снижения рождаемости; увеличение удельного веса одиночек.

Значительные изменения произошли в структуре семей (табл. 2). Например, в Белоруссии в 1959 г. все семьи можно разделить на четыре равные группы: из двух и трех человек — по 25,5 %, из четырех —

Таблица 2

**Группировка семей по числу совместно проживающих членов семьи [4—6]\***

Республики	2 чел.		3 чел.		4 чел.		5 и более чел.	
	1959	1979	1959	1979	1959	1979	1959	1979
Белорусская	25,5	31,9	25,5	29,2	22,9	25,1	26,1	13,8
Литовская	27,8	31,8	28,0	29,2	21,8	25,4	22,4	13,6
Латвийская	36,6	36,5	30,5	31,7	19,3	21,8	13,6	10,0
Эстонская	39,4	36,7	30,1	30,8	18,5	23,0	12,0	9,5

\* Процент из общего числа семей.

Число состоящих в браке на 1000 человек  
данного пола в возрасте 16 лет и старше [4—6]

Республики	Городское население				Сельское население			
	1959		1979		1959		1979	
	муж- чины	жен- щины	муж- чины	жен- щины	муж- чины	жен- щины	муж- чины	жен- щины
Белорусская	687	528	708	596	695	502	732	580
Литовская	651	523	694	582	648	526	690	600
Латвийская	665	504	687	551	655	495	675	553
Эстонская	641	499	692	559	639	473	640	529

22,9 %, из пяти и более человек — 26,1 %. В 1979 г. 2/3 семей имели в своем составе менее четырех человек. По переписи 1959 г. сельская местность БССР наряду с Литвой резко выделялась высокой долей больших семей (пять и более человек), которые составляли почти 1/3 их общей численности. В настоящее время доля таких семей резко сократилась; в сельской местности, так же как и в городах, доминирующей стала семья из двух или трех человек (более 60 %). В результате миграции в города сельской молодежи происходит дробление сложных семей, уменьшение до минимума и постарение сельских семей.

Для Латвии и Эстонии, как наиболее урбанизированных и высоко-развитых республик, процесс уменьшения размеров семей был характерен на более ранних этапах и в настоящее время остается практически стабильным. За прошедшие 20 лет в этих республиках несколько улучшилась демографическая ситуация, о чем свидетельствует рост числа семей, увеличение доли полных нуклеарных семей (см. табл. 1, 2). Однако этим позитивным сдвигам препятствуют следующие факторы: повышение удельного веса вдовых, одиноких, холостых, высокая раз-водимость, нарушенная возрастная структура населения (табл. 3, 4).

Таким образом, можно назвать следующие основные причины, обусловившие изменения в группировках семей по размеру: высокие темпы урбанизации, рост миграционной подвижности населения, членение семей на городские и сельские ветви; изменение репродуктивной установки на желаемое число детей; уменьшение брачной плодовитости и детности семей; структурные сдвиги в населении, постарение сельского населения; увеличение нестабильности браков, рост числа разводов и как следствие, неполных семей; членение сложных семей; рост числа неполных семей за счет овдовения.

К настоящему времени условия брачности населения во всех четырех республиках улучшились в связи с тем, что сгладились диспропорции по полу, и поэтому число состоящих в браке увеличилось (см. табл. 3). Происходит постепенное омоложение среднего брачного возраста. В Белоруссии показатели брачности населения выше, чем в соседних республиках Прибалтики за счет более низкой доли холостых и разведенных. Удельный вес лиц, никогда не состоявших в браке, наиболее высок в Литве, а разведенных — в Латвии и Эстонии (см. табл. 4); при этом доля разведенных среди женщин почти вдвое выше, чем среди мужчин (мужчины чаще вступают в повторный брак). Показатели овдовения во всех республиках региона очень велики (табл. 4). Особенно это касается женского населения, и в первую очередь сельского. Так, в Белоруссии каждая четвертая сельская женщина — вдовая. По этому показателю БССР наряду с УССР и РСФСР превосходит все остальные республики. Следует отметить, что доля вдовых женщин в 9 раз выше, чем вдовых мужчин. В этом сказываются последствия Великой Отечественной войны (большие потери мужского населения, вы-

Число лиц, никогда не состоявших в браке, вдовых, разведенных и разошедшихся в возрасте 16 лет и старше на 1000 человек соответствующего пола (по переписи 1979 г.)

Республики	Мужчинам			Женщинам		
	никогда не состоявшие в браке	вдовы	разведенные и разошедшиеся	никогда не состоявшие в браке	вдовы	разведенные и разошедшиеся
Белорусская	237	21	22	171	189	50
	251 <sup>а</sup>	14	26	210	128	65
	220 <sup>б</sup>	30	16	126	260	32
Литовская	251	26	29	198	161	51
	250 <sup>а</sup>	19	36	216	134	67
	252 <sup>б</sup>	37	20	170	203	26
Латвийская	231	29	56	170	187	91
	227 <sup>а</sup>	25	60	174	169	105
	238 <sup>б</sup>	38	48	162	225	59
Эстонская	242	27	53	178	188	83
	230 <sup>а</sup>	22	54	179	167	94
	267 <sup>б</sup>	39	53	175	237	58
В среднем по СССР	239	20	32	162	190	66
	241 <sup>а</sup>	18	38	176	167	79
	233 <sup>б</sup>	25	22	138	232	42

Примечание: а — городское, б — сельское население (относится ко всему ряду цифр).

сокая смертность мужчин из-за инвалидности, от ран в первые послевоенные годы), а также в целом более высокая смертность среди мужского населения и на современном этапе, что особенно заметно в демографически «старых» регионах, к числу которых относятся изучаемые республики, в особенности их сельская местность.

Таким образом, сравнительный анализ позволил выявить особенности и общие закономерности характера эволюции семейно-брачной структуры населения Прибалтийско-Белорусского демографического региона. Учитывая их, для данного региона необходимо осуществление мер, направленных на повышение рождаемости и формирование двух- и трехдетной семьи. Кроме того, в Латвии и Эстонии система мер должна быть направлена на повышение стабильности семей; в Белорусской ССР обращает на себя внимание повышенный процент вдовых женщин, которые требуют особой заботы со стороны государства. На необходимость внимательного учета особенностей положения в различных республиках и регионах при осуществлении мер демографической политики особо указывалось в Отчетном докладе ЦК КПСС XXVI съезду партии [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы XXVI съезда КПСС.— М., 1981, с. 54.
2. О мерах по усилению государственной помощи семьям, имеющим детей; О мерах по дальнейшему улучшению социального обеспечения населения.— Правда, 1981, 31 марта.
3. К в а ш а А. Я. Демографическая политика в СССР.— М., 1981.
4. Итоги Всесоюзной переписи населения 1959 года: СССР (сводный том).— М., 1962, с. 73, 242.

5. Итоги Всесоюзной переписи населения 1970 года, т. 7.— М., 1974, с. 234.  
6. Состояние в браке, число и размер семей: Всесоюзная перепись населения 1979 г.— Вести. статистики, 1980, № 12.

Поступила в редакцию  
02.10.81.

Кафедра экономической географии зарубежных  
стран

УДК 631.881.3

Н. П. ИВАНОВ, О. И. КОЛЕШКО,  
Я. К. КУЛИКОВ, С. В. СЕРГУЧЕВ, П. Ф. ТИВО

## К ВОПРОСУ ОСВОЕНИЯ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ НИЗИННОГО ТИПА

Существенным резервом увеличения производства сельскохозяйственной продукции являются торфяно-болотные почвы низинного типа, площадь которых в Белоруссии превышает 2,5 млн. га. Производительность этих почв при благоприятных условиях водно-воздушного режима во многом зависит от уровня минерального питания растений и реакции среды [1]. На территории республики распространены торфяники с рН солевой вытяжки 4,2—5,5. Количество СаО в низинных торфяниках колеблется в пределах 1,2—6,8 % и более. Особенно низким содержанием кальция и магния отличаются торфяные почвы Белорусского Полесья, что объясняется высокой промытостью песчаных отложений и уменьшением доломитового материала в составе четвертичного покрова. Сельскохозяйственное использование таких почв приводит к дальнейшему подкислению пахотного слоя в результате выноса оснований урожая, их вымывания, систематического воздействия физиологически кислых минеральных туков, а также интенсивной обработки почвы и глубокого осушения. Приостановить этот процесс можно лишь известкованием, которое, однако, должно проводиться дифференцированно, с учетом специфики торфяно-болотных почв. Оптимальные показатели рН для возделываемых на них культур сдвигаются в кислую среду, что объясняется различной природой кислотности, по сравнению с дерново-подзолистыми почвами, и особенностями микроклимата болот.

Критериями оценки потребности торфяников в известковании являются величина рН и степень насыщенности основаниями. При этом расчет норм известковых удобрений удобно проводить по предложенной одним из авторов формуле:  $D = (0,05 \cdot H \cdot d \cdot h) \cdot K$ , где  $D$  — норма СаСО<sub>3</sub>, т/га;  $H$  — гидrolитическая кислотность, определяемая с 1 н уксуснокислым натрием без коэффициента на неполноту вытеснения ионов водорода, мг-экв/100 г почвы;  $d$  — объемная масса торфа, г/см<sup>3</sup>;  $h$  — глубина известкуемого слоя, см;  $K$  — коэффициент 0,25 для почв с рН в КС1 3,9—4,7 и 0,5 — для более кислых торфяников.

Торфяно-болотные почвы с рН в КС1 более 4,71—5,00 и степенью насыщенности основаниями свыше 65—75 % практически не нуждаются в регулировании реакции среды, так как характеризуются органомной природой и высокой буферной способностью. Исключение составляют лишь слаборазложившиеся и ожелезненные торфяники, где применение известковых удобрений способствует мобилизации почвенного азота и фосфора.

Как показали наши исследования в 1972—1974 гг. на объекте «Святыца» (Ляховичский район Брестской области), эффективность известкования торфяно-болотных почв низинного типа с рН 4,6—4,7 зависит также от мощности органомного слоя, возделываемых культур, норм и способов внесения известковых материалов. Так, в мелкоделянчном опыте внесение 2—4 т/га доломита в расчете на СаСО<sub>3</sub> повышало урожай сена клеверо-тимофеечной травосмеси на маломощном торфянике в среднем за три года на 12,8—10,7 ц/га. Менее отзывчивы на нейтрализацию кислотности зерновые культуры. Получена достоверная прибавка урожая зерна ячменя лишь в 1974 г. на фоне 2 т/га доломитовой муки.

Сильное полегание растений на делянках (дозу извести рассчитывали по гидролитической кислотности — 16 т/га  $\text{CaCO}_3$  в форме доломита) способствовало некоторому снижению урожая, что, по-видимому, обусловлено избытком азотного питания и недостатком усвояемой меди и марганца. Тем более, что в 1 кг сухого торфа на контроле содержание доступных форм марганца (по Ринькису) в почве составило 54 мг, меди — 5,5, а при внесении 16 т/га доломита 30,4 и 4,3 мг/кг сухого торфа соответственно.

На среднемощном торфянике клеверо-злаковая травосмесь слабее реагировала на известкование: достоверно повышался урожай от внесения в почву 2—4 т/га доломитовой муки только в первом году использования трав. Очевидно, при содержании в таких почвах валового кальция (2,3 %) и магния (0,2 %) на сухую навеску растения малочувствительны к повышенной концентрации ионов водорода. Количество подвижного алюминия не превышало здесь 0,1 мг-экв/100 г сухого торфа. С увеличением мощности торфяной залежи возрастают и запасы усвояемого азота, что также ведет к различной реакции трав на известкование.

Определены и агротехнические условия известкования. Доломитовую муку необходимо вносить в системе зяблевой обработки почв под дисковые бороны. Поверхностное известкование не эффективно, так как известь не перемешивается с почвой. Послойное внесение известковых удобрений (под плуг и дисковые бороны) не имеет преимуществ перед заделкой их только дисковыми боронами. В первом случае в среднем за три года прибавка урожая сухой массы трав составила 6,7, а во втором — 6,5 ц/га. Применять для этой цели плужную обработку нецелесообразно: известь попадает на дно борозды и не изменяет кислотности верхнего корнеобитаемого слоя. Существенно снижается эффективность известкования и при внесении на бедных магнием торфяниках кальцийсодержащих известковых материалов (табл. 1).

Наряду с регулированием кислотности в повышении плодородия вновь осваиваемых торфяно-болотных почв важная роль принадлежит фосфорным и калийным удобрениям. Однако производимые в стране калийные туки преимущественно хлорсодержащие. При внесении высоких доз этих удобрений в почве накапливается избыточное количество

Таблица 1

Влияние известкования на агрохимические свойства маломощного торфяника и урожай клеверо-тимофеечной травосмеси

Вариант опыта	рН в КСl	Гидролитическая кислотность	Обменный кальций	Обменный магний	Степень насыщенности основаниями, %	Урожай сухого вещества, ц/га
Без извести	4,6	53,4	59,1	3,0	55,2	68,8
Доломит, т/га $\text{CaCO}_3$						
2,0	5,1	44,1	66,8	4,5	63,0	79,6
4,0	5,4	39,4	72,1	5,2	67,3	77,8
8,0	5,8	33,8	89,1	11,5	75,5	74,7
16,0	6,3	26,4	102,3	19,2	82,5	70,5
Мел 4,0 т/га $\text{CaCO}_3$	5,5	38,5	80,4	3,1	69,4	71,9
НСП <sub>0,95</sub> , ц/га						6,2
Р, %						3,1

Примечания. Обменные Са и Mg вытеснялись хлористым аммонием. Известкование проводилось на фоне  $\text{P}_{30}\text{K}_{100}\text{Cu}_{2,5}$  кг/га.

хлора, который неблагоприятно влияет на величину и качество урожая сельскохозяйственных культур и развитие почвенных микроорганизмов. Исследованиями на дерново-подзолистых почвах установлено, что отрицательное действие хлора можно снизить внесением повышенных доз азотно-фосфорных удобрений. Применительно к торфяно-болотным почвам подобные сведения в литературе ограничены [1, 2]. В связи с этим нами изучалось действие калийных удобрений на урожай и качество клубней картофеля, а также микробиологическую активность вновь осваиваемых низинных торфяников.

Исследования проводили с культурой картофеля сорта Зазерский на вновь осваиваемой низинной торфяно-болотной почве экспериментальной базы «Будагово» в течение 1971—1973 гг. Повторность опыта — четырехкратная, площадь учетной делянки 50 м<sup>2</sup>. Минеральные удобрения вносили в форме аммиачной селитры, в виде порошковидного суперфосфата, а также 40 %-ной калийной соли и сернокислого калия. Результаты агрохимических анализов почвы (исходной) показали: рН<sub>кв</sub> 5,1—5,5; гидролитическая кислотность 16,5—27,5 и сумма поглощенных оснований 92—200 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями 79—88,1 %. Содержание подвижных форм фосфора, по Кирсанову, 9,0—11,5 и калия, по Масловой, 4,4—5,8 мг/100 г почвы. В клубнях картофеля определяли содержание хлора методом Фольгарда, коэффициент относительного угнетения рассчитывался по Строгову.

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений на урожай картофеля сорта Зазерский на торфяно-болотных почвах низинного типа

Варианты опыта	Урожай клубней, ц/га				Прибавка		Содержание хлора, %	Коэффициент относительного угнетения
	1971	1972	1973	среднее	ц/га	%		
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> (фон)	234,0	220,5	243,5	232,6	—	—	3,22	—
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	250,0	228,5	255,5	244,6	12,0	87,9	6,17	0,121
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>с 180</sub> (контроль)	286,0	266,3	282,5	278,3	45,7	100	2,97	—
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>с 180</sub>	338,0	302,0	307,0	315,6	71,0	98,3	3,62	0,016
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>с 180</sub> (контроль)	344,0	310,5	308,5	321,0	42,7	100	2,01	—
P, %	0,7	1,1	0,9					
НРС <sub>0,95</sub> ц/га	5,6	8,3	5,5					

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют (табл. 2), что калийные удобрения оказывали положительное влияние на урожай картофеля не в одинаковой степени. Так, если сернокислый калий увеличивал урожай клубней по сравнению с фоном на 45,7 ц/га, то калийная соль всего на 12,0 ц/га. Преимущество сульфата калия в сравнении с калийной солью отмечают в своих работах и другие исследователи [1, 2]. В нашем опыте установлено, что клубни хлоридного варианта содержали на 3,2 % хлора больше, чем клубни сульфатного варианта. Кроме того, выявлено, что в почве, удобренной сернокислым калием, микроорганизмы преобладали не только количественно, но и качественный состав микробных ассоциаций был более богатым и разносторонним. Калийная соль оказывала в основном сдерживающее, а на некоторые микроорганизмы — угнетающее действие. Количество нитрификаторов в почве с калийной солью снизилось на 25 % по сравнению с фоном и сернокислым калием.

Внесение двойных доз азота и фосфора в сочетании с калийной солью способствовало увеличению урожая клубней картофеля и активизировало почвенные микроорганизмы. При этом прибавка урожая клубней

по сульфату калия составила 42,7, а по калийной соли 71,0 ц/га по сравнению с аналогичными вариантами, где применялись одинарные дозы азотных и фосфорных удобрений. Видимо, здесь сказалось снижение токсичности хлора, а также обогащение почвы доступными элементами питания. О снижении токсического действия хлора калийной соли на фоне двойных доз азотно-фосфорного питания свидетельствует коэффициент относительного угнетения. Так, если на фоне одинарных доз азотно-фосфорного питания этот коэффициент составил 0,121, то на фоне с двойным уровнем азотно-фосфорных удобрений — лишь 0,016. Следовательно, обильное азотно-фосфорное питание картофеля уменьшает токсическое действие хлора калийной соли в 7,55 раза. Это явление можно, видимо, объяснить тем, что повышение уровня азотно-фосфорного питания картофеля тормозит интенсивность поступления и накопления хлора в клубнях. Так, клубни картофеля хлоридных вариантов с двойным уровнем азотно-фосфорного питания содержали 3,62 % хлора, а клубни хлоридных вариантов на фоне одинарных доз азота и фосфора — 6,17 %. Кроме того, двойные дозы азотно-фосфорных удобрений улучшали азотно-фосфорный режим питания картофеля. Известно, что азот и фосфор, как источники минерального питания, интенсивно поглощаются растениями и уже в корнях включаются в органические формы, в результате синтетические процессы органических веществ активизируются, продуктивность растений повышается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лупиневич И. С., Голуб Т. Ф. Торфяно-болотные почвы БССР и их плодородие.— Минск, 1975.
2. Иванов Н. П., Скурко И. Е., Тимошенко М. К. и др.— Агрехимия, 1979, № 7, с. 85.

Поступила в редакцию  
16.06.80.

*Проблемная НИЛ мелиорации ландшафтов,  
БелНИИ мелиорации водного хозяйства*

# Краткие сообщения

УДК 546.171.1'137+662.311.1+66.097

А. И. ЛЕСНИКОВИЧ, В. В. ЛАПШИНА

## ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ХРОМА НА АКТИВНОСТЬ КАТАЛИЗАТОРА ГОРЕНИЯ СМЕСЕВОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПЕРХЛОРАТА АММОНИЯ

Связь между валентным состоянием переходных элементов, составляющих основу катализаторов горения смесевых систем (твердый окислитель и полимерное горючее связующее), и эффективностью этих катализаторов систематически не изучалась, несмотря на то, что этот вопрос имеет прямое отношение к конструированию катализаторов горения с оптимальными свойствами. Такое положение объясняется не столько тем, что изменение валентного состояния активного компонента катализатора практически не влияет на активность, сколько трудностью получения сопоставимых данных: вместе с изменением состояния окисления  $d$ -элемента обычно изменяется ряд физико-химических свойств катализатора, которые могут повлиять на его активность. Целесообразно поэтому специально выбрать объект исследования, основные свойства которого (дисперсность, удельная поверхность, фазовый состав) мало зависели бы от степени окисления и были бы достаточно полно изучены. С этой точки зрения наиболее подходящим представляется катализатор, активный компонент которого включен в матрицу-носитель. Такой катализатор химически устойчив к сравнительно слабым воздействиям, например, в процессе приготовления смесевой системы и в то же время допускает изменение степени окисления простыми способами без существенного изменения отмеченных свойств. Ввиду распространенности оксидохромовых катализаторов горения и наличия у хрома широкого спектра валентных состояний выбор пал на хромсодержащие системы на основе диоксида циркония, более простые, чем известные меднохромовые, и подробно изученные с участием одного из нас ранее [1, 2]. В плане преследуемой нами цели — выяснить влияние изменения валентного состояния активного компонента катализатора на его эффективность в горении — природа химически инертной матрицы-носителя (диоксид циркония) имеет второстепенное значение.

Образцы катализаторов (см. таблицу) получены при 800 °С из соосаженных гидроокисей хрома и циркония, как описано в [1]. Для восстановления окисленного хрома часть из них выдерживалась в течение 0,5 ч при 500 °С в токе водорода. Смесевые системы готовились на основе перхлората аммония (ПХА, смесь фракций < 50 мкм и 140—315 мкм), пластифицированного бутилкаучука (25 вес. %) и содержали 3 вес. % катализатора. Их сжигание проводилось в приборе постоянного давления при 4 МПа в азоте.

Сравнительную оценку эффективности полученных добавок удобно провести по относительному изменению скорости горения при введении хромсодержащих катализаторов:

$$\Delta z (\%) = \frac{u - u_{zrO_2}}{u_0} \cdot 100,$$

Изменение  $\Delta z$  (%) катализаторов в зависимости от содержания хрома и способа получения

Мол. % в расчете на $\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\Delta z$ , %	
	получены на воздухе	восстановлены в $\text{H}_2$
0,12	-19	9
0,62	-11	0
1,30	-27	16
3,00	-15	8
5,00	-17	—
9,40	-6	11
100 ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )	54	41

где  $u$ ,  $u_{\text{ZrO}_2}$ ,  $u_0$  соответственно скорости горения состава с катализатором, с  $\text{ZrO}_2$  и без добавки. Ход изменения эффективности в зависимости от общего содержания хрома в катализаторе для восстановленных и невосстановленных образцов (см. таблицу) антибатный: образцы, полученные прокаливанием на воздухе, характеризуются отрицательными значениями  $\Delta z$  и уменьшают свою активность в горении по мере роста содержания хрома до  $\sim 1,3$  мол. % (в пересчете на  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), после чего она начинает возрастать; восстановленные в водород катализаторы, наоборот, увеличивают активность в области содержания хрома до  $\sim 1,3$  мол. %, причем для них  $\Delta z \geq 0$ . По данным [1], в этой же области при неизменном фазовом составе и несколько возрастающей удельной поверхности (последнее обстоятельство не

может отрицательно повлиять на активность) полученных на воздухе образцов наблюдается максимум в содержании Cr (V), регистрируемого методом ЭПР, и в доли окисленного хрома. Последняя резко снижается при содержании хрома около 3 мол. % за счет нарастания количества Cr (III), хотя общее содержание окисленного хрома начинает уменьшаться лишь при  $\sim 4$  мол. %.

Таким образом,  $\text{ZrO}_2$  уменьшает свою активность в процессе горения при допировании ее высшими оксидами хрома и лишь по мере нарастания в катализаторе количества Cr (III) она начинает постепенно возрастать. Это говорит о низкой, по сравнению с Cr (III), эффективности высших окисленных форм хрома в горении рассматриваемой смеси системы. Сделанный вывод подтверждается нарастанием активности восстановленного катализатора по мере увеличения содержания хрома.

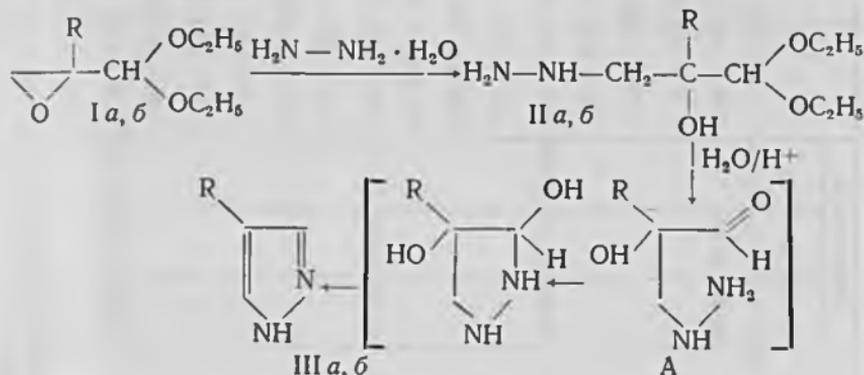
Полученный результат не может рассматриваться как частный, характерный только для хромциркониевой системы, так как опыты по выяснению влияния степени окисления хрома в распространенных меднохромовых оксидных катализаторах на их активность в горении такой же смеси системы показали, что оно аналогично, хотя по указанным причинам это влияние в случае меднохромовых систем может быть не единственным фактором, определяющим активность. Тем не менее, в совокупности с рассмотренным материалом эти опыты показывают, что увеличение степени окисления хрома до валентного состояния больше трех в окиснохромовых катализаторах сопровождается относительным уменьшением их активности, что необходимо учитывать при разработке таких катализаторов и способов их получения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Lesnikowitsch A. I., Ebert I., Scheve J.—Z. anorg. allg. Chem., 1967, B. 355, № 1—2, S. 52.
2. Walter H.—P., Lesnikowitsch A. I., Scheve J., Rienacker G.—Z. anorg. allg. Chem., 1969, B. 364, № 5—6, S. 276.

## СИНТЕЗ 4-АЛКИЛПИРАЗОЛОВ НА ОСНОВЕ АЦЕТАЛЕЙ $\alpha$ -АЛКИЛГЛИЦИДНЫХ АЛЬДЕГИДОВ

В настоящей работе нами установлено, что при нагревании спиртового раствора диэтилацеталей  $\alpha$ -алкилглицидных альдегидов (I а, б) с избытком гидразингидрата в качестве основных продуктов образуются ацетали 2-алкил-2-окси-3-гидразинопропаналя (II а, б). Гидролиз последних приводит, вероятно, к образованию промежуточных 2-алкил-2-окси-3-гидразинопропаналя (А), которые циклизируются в 4-алкилпиразолы (III а, б), привлекающие к себе внимание широким спектром биологической активности [1].



I а, II а, III а — R = C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>; I б, II б, III б — R = n-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>

Исходные ацетали 2-формилоксиранов (I а, б) получены по методике [2]. Физико-химические константы соединения (I а) соответствовали литературным [2]. Строение синтезированного впервые нами диэтилацетала 2-пропил-2-формилоксирана (I б) подтверждено элементным анализом и ПМР спектром (см. таблицу).

Ацетали 2-алкил-2-окси-3-гидразинопропаналя (II а, б) получали нагреванием соответствующих ацеталей 2-формилоксирана с десятикратным избытком гидразингидрата в спиртовом растворе при температуре 75—80 °С в течение 48 ч. Этанол и избыток гидразингидрата отгоняли при пониженном давлении, остаток экстрагировали эфиром, сушили сульфатом магния, эфир удаляли и продукты перегоняли в вакууме.

4-Алкилпиразолы (III а, б) синтезировали нагреванием на водяной бане смеси 0,03 моль (I а, б) и 0,08 моль концентрированной HCl в течение 8—10 мин. Реакционную смесь охлаждали, кислоту нейтрализовали метанольным раствором гидроксида натрия, метанол отгоняли при пониженном давлении, а остаток экстрагировали эфиром. После дальнейшей обычной обработки продукты реакции выделяли перегонкой в вакууме.

В спектрах ПМР полученных соединений (см. таблицу) число сигналов, их химический сдвиг, мультиплетность и интеграл соответствуют их строению.

В ИК спектрах продуктов аминлиза (II а, б) имеются слабые узкие полосы при 3590 см<sup>-1</sup>, обусловленные валентными колебаниями свободных гидроксильных групп. В области 3100—3500 см<sup>-1</sup> отмечаются широкие полосы с максимумом при 3330 см<sup>-1</sup>, обусловленные валентными колебаниями NH-групп.

В ИК спектрах разбавленных растворов (10<sup>-2</sup> моль/л) 4-алкилпиразолов (III а, б) в области 3100—3500 см<sup>-1</sup> имеются две основные поло-

## Синтезированные соединения

Номер соединения	Выход, %	$t_{\text{кип}}$ (мм), °C	$d_4^{20}$	$n_D^{20}$	Найдено, %			Формула	Вычислено, %			Спектр ПМР $\delta$ , м. д.
					C	H	N		C	H	N	
I б	85	85—86 (12)	0,9339	1,4218	63,53	10,30	—	$C_{10}H_{20}O_3$	63,82	10,63	—	0,88 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 1,12 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 1,15 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 1,2—1,8 м (4H, 2CH <sub>2</sub> ); 2,50 д.д. (2H, H <sub>2</sub> C—O); 3,3—3,7 м (2H, 2OCH <sub>2</sub> ); 4,06 с (1H, CH)
II а	82	128—129 (4)	0,9901	1,4575	52,37	9,95	13,72	$C_9H_{22}N_2O_3$	52,68	10,24	13,65	0,87 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 1,20 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 1,23 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 1,4—1,8 м (2H, CH <sub>2</sub> ); 2,72 д.д. (2H, NCH <sub>2</sub> ); 3,3—3,8 м (4H, 2OCH <sub>2</sub> ); 4,0 шир. с (3H, NHNH <sub>2</sub> ); 4,20 с (1H, CH)
II б	73	138—140 (4)	1,0009	1,4592	54,46	11,10	12,53	$C_{10}H_{24}N_2O_3$	54,52	10,98	12,72	0,84 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 1,16 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 1,19 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 0,8—1,5 м (4H, CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> ); 2,71 д.д. (2H, CH <sub>2</sub> N); 3,3—3,8 м (4H, 2OCH <sub>2</sub> ); 3,72 шир. с (3H, NHNH <sub>2</sub> ); 4,18 с (1H, CH)
III а	58	98—100 <sup>a</sup> (5)	0,9860	1,4950	—	—	—	—	—	—	—	1,17 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 2,44 к (2H, CH <sub>2</sub> ); 7,26 с (2H, 2CH)
III б	64	107—109 (5)	0,9724	1,4868	65,30	10,16	25,37	$C_8H_{10}N_2$	65,45	9,09	25,45	0,86 т (3H, CH <sub>3</sub> ); 1,2—1,7 м (2H, CH <sub>2</sub> ); 2,36 т (2H, CH <sub>2</sub> ); 7,18 с (2H, 2CH)

Данные литературы [1]: а —  $t_{\text{кип}}$  82—85 °C (3),  $d_4^{20}$  0,9862,  $n_D^{20}$  1,4907.

сы поглощения с максимумами при 3480 и 3170  $\text{см}^{-1}$ , которые обусловлены валентными колебаниями соответственно свободных и ассоциированных NH-групп.

Индивидуальность синтезированных соединений установлена методом ТСХ на пластинках «Silufol». Спектры ПМР снимали на спектрометре Varian-NA-100 (10 %-ные растворы в  $\text{CCl}_4$ , внутренний стандарт TMS), ИК спектры записаны на спектрофотометре UR-20 в растворе  $\text{CCl}_4$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Клишко В. Т., Протопопова Т. В., Сколдинов А. П.— ЖОХ, 1961, т. 31, с. 170.
2. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар П.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1980, № 3, с. 18.

Поступила в редакцию  
14.12.81.

*Кафедра органической химии*

## РЕФЕРАТЫ

УДК 771.531.34

Ажар Г. В., Биктимиров Р. С., Браницкий Г. А., Поляков Ю. С., Рогач Л. П., Сидоров Ю. Д., Сташенок В. Д. **Получение фотографических изображений из меди на малосеребряных рентгеновских пленках.**—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Исследован процесс получения фотографических изображений из меди на различных типах рентгеновских фотоматериалов, содержащих уменьшенное в 5—10 раз количество серебра. Приведены сравнительные данные сенситометрических характеристик малосеребряных материалов и их полносеребряных аналогов.

Библ. 2 назв., табл. 3.

УДК 771.5+678

Савастенко Г. Н., Ермоленко И. Н., Сидерко В. М., Капуцкий Ф. Н., Гришпан Д. Д. **Светочувствительный материал на базе сополимеров целлюлозы с акриловой или метакриловой кислотами.**—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Описываются фотографические свойства и способ получения однокомпонентного пленочного материала, содержащего карбоксильные группы и чувствительного к УФ излучению. Максимальная оптическая плотность изображения, получаемого на пленке из сополимера целлюлозы с акриловой кислотой, 2,1; из сополимера целлюлозы с метакриловой кислотой — 2,56. Энергия, необходимая для достижения плотности изображения, равной 0,2 над плотностью вуали, 0,1 Дж/см<sup>2</sup>.

Библ. 6 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 541.728.81 : 547.458.82

Сокаррас А. М., Капуцкий Ф. Н., Герт Е. В., Бобровский А. П., Башмаков И. А. **Реакционная способность активированной окислами азота целлюлозы в процессах ацилирования.**—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Показано, что декристаллизация целлюлозы окислами азота приводит к резкому возрастанию ее реакционной способности в процессах получения сложных эфиров. В идентичных условиях реагирования триацетат на основе целлюлозы, активированной окислами азота, синтезируется в семь—девять раз быстрее, чем на основе целлюлозы, активированной уксусной кислотой. Время практически полного ацетилирования (до чистого поля) мерсеризованной хлопковой целлюлозы, активированной окислами азота, составляет 50 мин, тогда как после 3 ч реагирования степень замещения гидроксильных групп в данном материале, активированном уксусной кислотой, не соответствует даже диацетату ( $\gamma=155$ ). Высокая реакционная способность целлюлозы, активированной окислами азота, сохраняется после отмывки полимера водой и высушивания.

Библ. 10 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 621.315.592+546.56 : 546.654

Тихонова Л. А., Кононюк И. Ф., Махнач Л. В., Жавнерко Г. К. **Условия получения и электрические свойства куприта лантана.**—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Изучены электрические свойства куприта лантана в зависимости от температуры спекания и чистоты исходных реагентов. Плотная, механически прочная керамика получается после спекания в течение нескольких часов на воздухе при 1200 °С. Удельное сопротивление  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  при комнатной температуре  $(8 \pm 1) \cdot 10^{-4}$  Ом·м, температурный коэффициент сопротивления  $\sim + (1-2) \cdot 10^{-4}$  K<sup>-1</sup>, коэффициент термоэдс  $+(450 \pm 30)$  мВ/град, коэффициент температурного расширения  $(8-9) \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>. Примеси щелочноземельных металлов резко снижают удельное сопротивление и коэффициент термоэдс.

Библ. 8 назв., ил. 2.

УДК 541.183.12

Павлович М. Л., Скороход О. Р., Корзун В. И. Молекулярная и лигандная сорбция аминокислотной кислоты сульфокатионом КУ-2x8 в медной форме из смешанных водно-органических растворителей.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Изучено поглощение орто- и мета-изомеров аминокислотной кислоты на сульфополистирольном ионите КУ-2x8 в медной форме из воды и смешанных водно-этанольного, водно-и-пропанольного, водно-диоксанового растворителей с мольной долей органического растворителя  $N_0 = 0,04-0,7$ . Установлено, что процесс неіонообменного поглощения изученных кислот осуществляется как по типу ван-дер-ваальсової, так и лигандной сорбции в результате комплексообразования сорбируемых молекул с противоионами ионита. Показано, что кривая зависимости коэффициентов распределения молекулярной сорбции аминокислотных кислот от состава бинарного растворителя характеризуется наличием  $\text{mip}$  и  $\text{max}$ , а величина лигандной сорбции с увеличением доли органического растворителя уменьшается.

Библ. 9 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 541.183 : 661.183.2

Иванова Т. Г., Лазерко Г. А., Ермоленко И. Н. Поглощение основных и кислот агрессивных газов волокнистыми углеродными сорбентами.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Представлены результаты по кинетике поглощения аммиака, метиламина, диметиламина, сероводорода, двуокиси углерода из газовой фазы волокнистыми активированными углями. Установлено, что сорбенты характеризуются значительной емкостью, хорошими кинетическими параметрами сорбции по отношению к исследуемым газам и их смесям.

Библ. 6 назв., ил. 3.

УДК 576.8.095.5

Гриц Н. В., Белявский К. М., Фомичев Ю. К. Влияние состояния гесА-системы на клеточное деление интактных и УФ-облученных бактерий *E. coli*.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Путем микроскопирования препаратов живых бактерий изучены особенности роста и деления клеток штаммов *E. coli* АВ 1157 гесА<sup>+</sup>, АВ 2463 гесА13 и М 143 гесА<sup>+</sup>/гесА13. Показано, что гесА<sup>+</sup>-аллель доминирует над мутантным аллелем и компенсирует нарушение функций деления и роста, свойственное бактериям штамма АВ 2463 гесА13. Облучение ультрафиолетовым светом приводит к задержке клеточного деления и образованию питевидных форм одинаково у бактерий штаммов АВ 1157 гесА<sup>+</sup> и М 143 гесА<sup>+</sup>/гесА13. Деление бактерий указанных штаммов возобновляется не ранее двух часов с момента облучения в дозе 180 эрг/мм<sup>2</sup>. Доза 12 эрг/мм<sup>2</sup> летальна для мутантных по гену гесА бактерий штамма АВ 2463, однако отдельные особи популяции облученных клеток сохраняют способность увеличиваться в размерах без последующего деления.

Библ. 12 назв., ил. 2.

УДК 576.8.095.58 : 663.1

Рябушко Т. А., Игнатович Л. Ф., Дубиковская Т. Г. Изолирование быстрорастущих мутантов этанол- и метанолутилизирующих псевдомонад.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Путем обработки некоторых бактерий рода *Pseudomonas* химическими мутагенами и выращивания на селективных средах с экспериментально подобранными концентрациями промежуточного метаболита (формальдегид) и ингибитора активности алкогольдегидрогеназы (моноиодуксусная кислота) получены устойчивые к селективирующим агентам мутанты. В результате одноступенчатой селекции с испытанием 1—3 десятков устойчивых мутантов повышена удельная скорость роста на 11—30 % метанолутилизирующих и на 20—96 % этанолутилизирующих псевдомонад по сравнению с удельной скоростью роста исходных культур. Содержание белка в биомассе мутантов сохраняется на уровне исходных культур и находится в пределах 60 % веса сухой биомассы.

Библ. 9 назв., ил. 1, табл. 2.

УДК 581.4+582.419

Сауткина Т. А., Левкевич О. А. Сравнительно-морфологическое изучение *Glyceria hultans* (L.) R. Br и *Glyceria plicata* (Fries) Fries.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

На основании сравнительно-морфологического анализа установлено, что при идентификации изученных манников целесообразно учитывать следующие признаки: диаметр стебля, ширину листової пластинки, длину язычка, длину и ширину метелки, число веточек в метелке, число веточек в нижнем узле метелки, число колосков на короткой веточке нижнего узла, длину нижней цветковой чешуи, размеры пыльников.

Библ. 7 назв., табл. 5.

**УДК 577.3**

Джугурян Н. А., Мостовников В. А., Пикулев А. Т., Хохлов И. В. **Влияние лазерного излучения на активность ферментов цикла Кребса в тканях белых крыс.**— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Изучено действие высоко- и низкочастотного лазерного излучения широкого спектрального диапазона в непрерывном и импульсном режимах на активность ряда дегидрогеназ цикла Кребса при облучении *in vitro* и *in vivo*. Показана зависимость изменений активности анализируемых ферментов мозга и сердца от параметров излучения применяемых лазеров.

Библ. 6 назв., табл. 3.

**УДК 574.53 : 51**

Иконников В. Ф. **Эмпирические модели для оценки величин первичной продукции фитопланктона.**— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Рассмотрен ряд эмпирических моделей расчета первичной продукции фитопланктона. Проведено сравнение рассчитанных по предложенным моделям величин продукции с данными полевых наблюдений на ряде водоемов БССР с разным уровнем трофности: мезотрофном оз. Нарочь, эвтрофном оз. Мясро, высокоэвтрофном оз. Баторин, водоем-охладителе Березовской ГРЭС оз. Белом (Брестская обл.). Приводятся значения эмпирических коэффициентов, используемых для расчета величин первичной продукции в этих водоемах.

Библ. 8 назв., табл. 3.

**УДК 576.8 : 551.481(476)**

Потаенко Ю. С., Колешко О. И., Шарангович Л. Н. **Годовая динамика сапрофитов и общего числа бактерий в мезотрофном оз. Нарочь.**— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Учитывалась общая численность бактерий и сапрофитов на пелагической и литоральных станциях оз. Нарочь в течение года. Максимальное количество как общего числа бактерий, так и сапрофитов приходится на период весеннего половодья. Отношение количества сапрофитов к общему числу бактерий в течение года на литоральных и пелагической станциях было в пределах 0,001—0,009, что соответствует особа чистой воде в подледный период и чистой — в период открытой воды.

Библ. 8 назв., табл. 2.

**УДК 577.472(28) : 551.488.1**

Каратаева И. В. **Влияние подогретых вод на количественное развитие и размерную структуру популяций *Potamothrix hammoniensis* Michaelson оз. Лукомльского.**— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Изучалось влияние подогретых вод на количественное развитие и размерную структуру популяций *P. hammoniensis*. Повышение среднегодовой температуры на 1—2°C существенно не влияет на среднегодовые величины биомассы олигохет. Сезонные изменения численности сходны в разных температурных зонах озера, однако в контрольной характеризуются более резко выраженными пиками. В зоне подогрева среднегодовые линейные размеры олигохет выше, чем в зоне с естественным температурным режимом. Подогрев оказывает существенное влияние на соотношение половозрелых и неполовозрелых особей *P. hammoniensis*. Среднегодовой удельный вес половозрелых олигохет ниже в зоне подогрева.

Библ. 4 назв., ил. 3, табл. 1.

**УДК 599.735.3(476)**

Бабинок В. В. **Благородный олень в Белоруссии и результаты его реакклиматизации.**— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

По опубликованным палеонтологическим и археологическим материалам проведен анализ былого пространственного распространения благородного оленя в Европейской части СССР. Определен восстановленный ареал в историческое время и указаны причины его исчезновения на территории современной Белоруссии. Изложены материалы по хронологии расселения оленя в республике, показаны ошибки и успехи в технологии реакклиматизации, анализируется современный фрагментный ареал зверя в БССР. Даны предложения по дальнейшему расселению животного и изучению его прикладной экологии.

Библ. 11 назв., табл. 1.

**УДК 556.53**

Широков В. М., Гриневич А. Г. **Зарегулированность стока рек Полесья.**— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Рассматриваются характер и степень зарегулированности стока рек Полесской низменности, приведены суммарные объемные регулирования вод в Полесье. Отмечается завышенный объем регулирования к 2000 г. При составлении новой схемы регулирования стока рек в бассейне р. Припяти целесообразно учесть санитарные весенние попуски в нижние бьефы рек.

Библ. 3 назв., табл. 1.

УДК 581(133+174.1)

Липская Г. А., Жилинский И. В., Иванов И. П. Фотосинтетический аппарат и урожай ячменя при внесении кобальта на мелиорированной торфяно-болотной почве переходного типа.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Показано, что внесение кобальтового микроудобрения в дозе 2 кг/га под ячмень, выращиваемый после пропашной культуры на вновь осваиваемой мелиорированной торфяно-болотной почве переходного типа с низким содержанием подвижного кобальта, способствовало повышению урожая зерна в сухой год. В более влажный год действие кобальта проявилось преимущественно в увеличении веса соломы.

Библ. 12 назв., табл. 2.

УДК 631

Медведев А. Г., Горблюд А. В. Оптимизация плодородия глееземов измельченной древесной растительностью.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Изложены результаты вегетационного опыта по использованию измельченной хвойной и лиственной растительности в различных вариациях для оптимизации плодородия антропогенных глееземов. Определено изменение агрохимических свойств почв в связи с внесением изучаемых компонентов, проведены фенологические наблюдения за растениями в опыте, исследована активность разложения целлюлозы в сосудах.

Библ. 8 назв., табл. 3.

УДК 392.3 : 312(476+474.0)

Манак Б. А., Перепечко А. С. Основные черты семейной структуры населения БССР и республик Прибалтики.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

В результате сравнительного анализа за период с 1959 по 1979 г. выявлены общие закономерности и некоторые особенности эволюции семейно-брачной структуры населения БССР и республик Прибалтики с учетом их влияния на демографическую политику в регионе.

Библ. 6 назв., табл. 4.

УДК 631.881.3

Иванов И. П., Колешко О. И., Куликов Я. К., Сергучев С. В., Тиво П. Ф. К вопросу освоения торфяно-болотных почв низинного типа.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Показано, что в повышении плодородия вновь осваиваемых торфяно-болотных почв важная роль принадлежит известкованию и внесению минеральных удобрений. Исследования проводились на объекте «Святица» Ляховичского района Брестской области и на экспериментальной базе «Будагово» БелНИИЖ Минской области в течение трех лет.

Библ. 2 назв., табл. 2.

УДК 546.171.1'137+662.311.1+66.097

Лесникович А. И., Лапшина В. В. Влияние степени окисления хрома на активность катализатора горения смесевой системы на основе перхлората аммония.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Показано, что увеличение степени окисления хрома (III) — активного компонента катализатора (оксид хрома — оксид циркония) горения смесевой системы на основе перхлората аммония и бутилкаучука — сопровождается относительным уменьшением его активности, что необходимо учитывать при разработке окиснохромовых катализаторов горения.

Библ. 2 назв., табл. 1.

УДК 547.772

Ревинский И. Ф., Тищенко И. Г., Нахар Прадип. Синтез 4-алкилпирозолов на основе ацеталей  $\alpha$ -алкилглицидных альдегидов.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2.

Установлено, что диэтилацетали  $\alpha$ -алкилглицидных альдегидов с избытком гидразингидрата образуют ацетали 2-алкил-2-окси-3-гидразинопропаналя, последующий гидролиз которых приводит к 4-алкилпирозолам.

Библ. 2 назв., табл. 1.

85 коп

Индекс 74852