



ВЕСТНИК

*Белорусского государственного
университета имени В. И. Ленина*

СЕРИЯ II

ХИМИЯ

БИОЛОГИЯ

ГЕОГРАФИЯ

3

1981



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

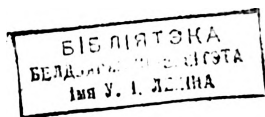
№ 3
ОКТАБРЬ

Фундаментальная библиотека

БГУ



01152532



Главная редакционная коллегия журнала:

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

Редакционная коллегия серии:

И. Г. ТИЩЕНКО (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., 1981, № 3

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

Сдано в набор 14.07.81. Подписано в печать 13.10.81. АТ 21052. Формат 70×108¹/₁₆. Высокая печать. Усл. печ. л. 7,0. Уч.-изд. л. 7,52. Тираж 900 экз. Заказ 383.

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.



К 60-летию БГУ имени В.И. Ленина

УДК 54

В. Ф. ТИКАВЫЙ, Л. С. СТАНИШЕВСКИЙ, В. В. САМОХВАЛ

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ В ИСТОРИИ УНИВЕРСИТЕТА

Основанный на четвертом году Советской власти Белорусский государственный университет стал также первым центром развития химической науки и высшего химического образования в Белоруссии. В год создания университета были организованы кафедры неорганической и органической химии, которые с 1921 по 1930 г. обеспечивали преподавание химических дисциплин на естественном отделении педагогического факультета и медицинском факультете. В университет были приглашены известные советские химики член-корреспондент АН СССР, профессор Н. А. Прилежаев и профессор Б. М. Беркенгейм. Начались первые планомерные научные исследования в области неорганической и органической химии.

В 1930 г. кафедры неорганической и органической химии стали ядром самостоятельного химического отделения, преобразованного через год в химический факультет, на двух курсах которого уже обучалось 113 студентов.

К концу 40-х — началу 50-х годов факультет заметно вырос. Педагогическую и научную работу вели кафедры неорганической, физической и коллоидной, аналитической, органической химии. На факультете преподавали 4 профессора, 5 доцентов и 14 ассистентов. В это же время закладываются основы неразрывного единства учебной и научной работы, благодаря исследованиям академиков АН БССР Н. Ф. Ермоленко и М. М. Павлюченко создаются новые научные направления. Работы сотрудников факультета по изучению адсорбции и структуры адсорбентов, природы периодических реакций, кинетики и механизма гетерогенных химических процессов, протекающих с участием твердых тел, становятся широко известны научной общественности. Сотрудники кафедры органической химии первыми на факультете получают два советских патента.

Вероломное нападение фашистской Германии на Советский Союз прервало плодотворную деятельность факультета. В тяжелые годы войны Коммунистическая партия и Советское правительство проявили исключительно большую заботу о Белорусском государственном университете, который в 1943 г. возобновил работу под Москвой, на станции Сходня Октябрьской железной дороги. Там же начались занятия и на химическом факультете.

В августе 1944 г. университет возвратился в Минск и весь состав факультета активно включился в дело восстановления учебно-производственной базы, на что ушла практически вся первая послевоенная пятилетка.

Важное значение для развития факультета имели решения партии и правительства об улучшении качества подготовки специалистов, укреплении связи учебной и научной работы с практикой. Были обновлены

учебные планы, устранившие узкую специализацию, что позволило готовить специалистов широкого профиля, увеличен набор на факультет. Все это привело к быстрому количественному и качественному росту подготовки специалистов. Если в 1945—1953 гг. на факультете обучалось около 250 студентов, то набор только 1954 г. составил 100 человек. Открываются новые кафедры: высокомолекулярных соединений (1962), радиационной химии (1968), строения вещества (1969), общей химии и методики преподавания химии (1973), организуются научно-исследовательские лаборатории по новым, наиболее перспективным направлениям.

Так, в 1957 г. была организована радиохимическая лаборатория, а в 1961 г. — научно-исследовательская лаборатория химии редких и тяжелых элементов. На базе этих лабораторий и других подразделений факультета в 1978 г. создан НИИ физико-химических проблем БГУ имени В. И. Ленина. В 1976 г. была открыта отраслевая лаборатория термодинамики нефтехимических процессов.

С 1975 г. факультет постепенно переходит к работе по новым планам и программам, в которых были учтены новейшие достижения науки и опыт подготовки молодых специалистов.

За это время значительно выросла учебно-лабораторная база, поднялась на новый уровень учебно-методическая работа. По новым учебным планам студенты за период учебы получают фундаментальную подготовку по неорганической, аналитической, физической и коллоидной химии, органической химии, химии высокомолекулярных соединений, квантовой химии, кристаллохимии, строению вещества.

В большом объеме обеспечивается и физико-математическая подготовка, изучаются статистические методы в научных исследованиях и основы использования в химии вычислительной техники. Курс химической технологии дополняется теорией моделирования технологических процессов, при изучении курса широко используются аналоговые вычислительные машины.

На факультете по инициативе Г. А. Кожушкова с 1970 г. широко развернулось исследование по разработке общих принципов применения автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ в обучении студентов химических специальностей. Кафедрой общей химии и методики преподавания химии совместно с кафедрами неорганической химии, электронных математических машин и вычислительным центром университета разработано методическое и математическое обеспечение занятий по основным разделам курса общей и неорганической химии, создана библиотека программ, позволяющая проводить регулярные семинарские и практические занятия в классе ЭВОС БГУ — первом в СССР классе на базе ЭВМ, в котором ведется обучение химиков. Химический факультет с 1979 г. определен в качестве головной организации в СССР по разработке программ по химии для автоматизированных обучающих систем. В настоящее время такие системы широко применяются в учебном процессе при изучении законов термодинамики, химического равновесия, строения электронных оболочек атомов, свойств химических соединений, химической кинетики в рамках курса радиационной химии, органической химии и др. По указанной проблеме кафедра общей химии и методики преподавания химии тесно сотрудничает с МГУ имени М. Ломоносова и химиками Люблинского университета (СФРЮ).

С 1973 г. факультету предоставлено право, начиная уже с первого курса, осуществлять подготовку специалистов отдельно по производственному и педагогическому профилям. В соответствии с характером будущей работы усиливается специальная подготовка на производственном потоке, что отражено в особых учебных планах, введенных с 1977 г. На педагогическом потоке введен ряд специальных дисциплин психолого-педагогического цикла, изучаются методика преподавания химии и общий курс педагогики.

Указанные мероприятия позволили не только более целенаправленно организовать учебный процесс, но и проводить научно-методические исследования в области преподавания химии в университете. Так, под руководством члена-корреспондента АН БССР В. В. Свиридова и доцента В. Ф. Тикавого на кафедрах неорганической химии и общей химии и методики преподавания химии проведены исследования по разработке критериев для отбора изучаемого материала и классификации его по значимости с учетом современного развития химии, степени использования при изучении других дисциплин, а также в практической деятельности специалистов-химиков.

Составлены и используются в учебном процессе сквозные программы по химической термодинамике, электрохимии, химической связи и строению молекул, что позволило исключить излишнее дублирование на разных стадиях обучения.

За последние 10 лет сотрудниками факультета опубликовано в различных изданиях свыше 50 научно-методических статей, сделано около 40 докладов на всесоюзных, республиканских и международных конференциях, совещаниях по вопросам методики преподавания и дидактики химии.

Существенно изменились содержание и направленность специализаций. В настоящее время подготовка студентов осуществляется по семи специализациям: неорганической, аналитической, физической, органической химии, химии высокомолекулярных соединений, полупроводников, радиационной химии. Наряду с теоретическими дисциплинами специализаций разработан ряд прикладных спецкурсов, программы которых согласованы с ведущими специалистами предприятий и учреждений.

Только за последние годы разработаны такие спецкурсы, как «Методы анализа и очистки промышленных выбросов», «Аналитическая химия гальванических процессов», «Технология металлических покрытий», «Газовая электрохимия», «Химия природных соединений», «Жидкие кристаллы» и др. Для обеспечения преподавания некоторых спецкурсов привлекаются ведущие ученые Академии наук БССР. Так, с 1980 г. академик АН БССР Б. В. Ерофеев читает спецкурс по органическому катализу, а член-корреспондент АН БССР В. С. Солдатов — по физико-химии сетчатых полимеров.

В рамках специализации значительное место отводится учебно-исследовательской работе студентов, участию их в выполнении госбюджетных и хозяйственных научно-исследовательских тем. Около 20% студентов факультета принимают участие в научно-исследовательской работе НИИ ФХП университета, на предприятиях республики и в институтах АН БССР.

За время своего существования факультет подготовил около 3 тысяч специалистов, среди которых 20 докторов и свыше 300 кандидатов наук.

Фундаментальная подготовка позволяет выпускникам факультета успешно работать в научных учреждениях, промышленности, высших и средних специальных учебных заведениях, общеобразовательных школах. Около 30 преподавателей удостоены почетного звания заслуженного учителя республики.

Большую роль в подготовке кадров высшей квалификации сыграла аспирантура, в которой ежегодно обучаются около 15 аспирантов с отрывом и около 35 — без отрыва от производства. Ее выпускники не только составляют основу научно-педагогических кадров факультета, но и успешно работают на кафедрах химии Белорусской сельхозакадемии, Могилевского технологического института, Брестского инженерно-строительного института и других вузов республики.

Факультет выполняет и свой интернациональный долг помощи развивающимся странам в подготовке кадров. Среди аспирантов и студентов факультета посланцы Кубы, Эфиопии, Афганистана, Индии, Гвинеи и других стран.

Большинство преподавателей химического факультета являются его же выпускниками. Сегодня на факультете работают 8 докторов и 81 кандидат наук. Среди них член-корреспондент АН БССР, заведующий кафедрой аналитической химии, профессор Г. Л. Старобинец, член-корреспондент АН БССР, заведующий кафедрой органической химии, профессор И. Г. Тищенко, член-корреспондент АН БССР, заведующий кафедрой неорганической химии, профессор В. В. Свиридов.

Многие выпускники факультета возглавляют научные коллективы, широко известные своими научными достижениями. Так, заведующая лабораторией Института физической химии АН СССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Ленинской премии СССР, профессор Н. Е. Брежнева является крупным специалистом в области радиохимии. Выполненные под ее руководством работы по изучению физико-химических основ и закономерностей концентрирования, разделения, выделения в чистом виде, а также по исследованию поведения радиоактивных продуктов деления, образующихся в процессе переработки ядерного горючего, получили широкую известность.

Директор Института фотобиологии АН БССР, член-корреспондент АН СССР, профессор А. А. Шлык — известный специалист в области фотосинтеза. Основное направление научных работ — исследование фотосинтетического аппарата растений с использованием изотопных и оптических методов, изучение структурных и энергетических взаимоотношений молекул пигментов зеленых растений и их биосинтеза. Доктор химических наук Е. Н. Прилежаева заведует лабораторией ИОХ АН СССР.

Выпускники факультета составляют основной контингент сотрудников институтов АН БССР химического профиля. Среди них академик-секретарь Отделения химических и геологических наук АН БССР, академик АН БССР Н. И. Мицкевич, директор Института общей и неорганической химии АН БССР, академик АН БССР В. С. Комаров, заведующий лабораторией Института торфа АН БССР, член-корреспондент АН БССР П. И. Белькевич, заведующие лабораториями Института общей и неорганической химии АН БССР, члены-корреспонденты АН БССР В. С. Солдатов и И. Н. Ермоленко, заведующие лабораториями ИФОХ, доктора наук С. В. Маркевич, С. Ф. Наумова и другие.

Непрерывно рос научный потенциал факультета, улучшалась материальная оснащенность, что позволило поднять на более высокий уровень фундаментальные и прикладные исследования. Только за последние 10 лет сотрудниками факультета защищено 6 докторских и около 60 кандидатских диссертаций, опубликовано более 200 научных статей, издано более 30 монографий, учебников и учебных пособий, получено 210 авторских свидетельств.

Достаточно полный анализ ранних работ, выполненных на факультете, дан в статьях Н. Ф. Ермоленко, И. Г. Тищенко, А. С. Баркана «Химия в Белорусском государственном университете имени В. И. Ленина» (Уч. зап. БГУ им. В. И. Ленина, 1958, вып. 42); Н. Е. Ермоленко, М. М. Павлюченко, Ю. А. Ольдекопа и других в сборнике «Наука БССР за 50 год»; И. Г. Тищенко «Органическая химия в Белорусском государственном университете» (Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр. 1971, № 3, с. 5); Г. Л. Старобинца и О. Р. Скороход «Исследования в области ионного обмена на кафедре аналитической химии» (там же, с. 26).

Кратко остановимся на основных научных направлениях кафедр факультета со дня их создания.

Первым заведующим кафедрой неорганической химии был профессор Б. М. Беркенгейм. Под его руководством сотрудники кафедры провели большие исследования минеральных ресурсов БССР, что позволило геологам составить ориентировочную карту полезных ископаемых республики с геолого-химической характеристикой сырьевых запасов.

В последующие годы кафедрой заведовали профессора Э. В. Змачин-

ский, А. В. Памфилов, доценты А. П. Иваницкая, И. П. Морковко. С 1937 по 1965 г. кафедрой заведовал академик АН БССР Н. Ф. Ермоленко. В этот период на кафедре был проведен большой объем исследований по изучению механизмов адсорбции и структуре адсорбентов. Н. Ф. Ермоленко с сотрудниками детально изучил избирательную адсорбцию из многокомпонентных растворов, провел цикл работ по регулированию структуры пористых адсорбентов и физико-химическому исследованию многокомпонентных солевых систем.

С 1965 г. кафедрой заведует член-корреспондент АН БССР В. В. Свиридов. Под руководством Н. Ф. Ермоленко и В. В. Свиридова в шестидесятые годы на кафедре были проведены исследования адсорбционных свойств совместно осажденных гидроксидов различных металлов и закономерностей их структурных превращений при прокаливании. Цикл работ в этой области выполнен Т. П. Адамович, Г. А. Попкович, Т. П. Каратаевой, Г. И. Васильевой, А. Р. Улазовой, А. И. Лесниковичем, Г. И. Тарайковской. В последние годы работа вылилась в исследование тонких оксидных пленок, представляющих интерес для различных областей техники (В. В. Свиридов, Г. А. Браницкий, Г. А. Попкович, Н. Н. Горошко).

Указанные работы составили целое научное направление в области химии твердого тела.

В рамках этого направления под руководством В. В. Свиридова и А. И. Лесниковича выполнен также цикл работ, в которых исследовались закономерности горения различных твердых тел и сложных композиций на их основе.

Еще в пятидесятые годы на кафедре неорганической химии начались работы в области фотохимии и радиационной химии твердых неорганических веществ. Под руководством В. В. Свиридова проведено исследование закономерностей фотолиза и радиолиза различных кристаллических солей серебра и механизма фотохимических реакций, протекающих на поверхности твердых тел в водных растворах. Эти работы привели к созданию нового, активно развиваемого в настоящее время научного направления в области фотохимии и химии фотографических процессов, сущность которого заключается в использовании для фотографических изображений химического усиления фотохимических эффектов в различных неорганических и органических системах за счет осаждения благородных металлов из растворов. Была разработана целая серия фотографических процессов, в которых соединения серебра или других благородных металлов не используются или используются в очень малых количествах, а проявление скрытого изображения производится за счет восстановления меди или никеля из водных растворов различными восстановителями.

Г. А. Браницкий, Н. И. Кунцевич, Т. П. Каратаевой, Г. Л. Шукным, Т. Н. Воробьевой, Т. Н. Гаевской, Л. П. Рогачем, Л. И. Степановой, Т. М. Леоновой, С. Н. Мальченко, С. К. Рахановым, В. Г. Соколовым, А. И. Кулаком проведен большой цикл исследований в направлении поисков и изучения свойств новых неорганических систем на основе соединений серебра, ртути, меди.

Начало научных исследований по органической химии в университете было заложено известным химиком-органиком членом-корреспондентом АН СССР, профессором Н. А. Прилежаевым, который вместе со своими учениками продолжил на кафедре органической химии исследования по окислению ненасыщенных органических соединений надкислотами (реакция Прилежаева). Эта реакция стала общим методом получения α -оксидов — одного из важнейших классов органических соединений. В ряде работ Н. А. Прилежаева и его учеников исследован состав терпентинового масла, изучены продукты перекислотного окисления аминов, а также некоторые реакции металлоорганических соединений.

В 1934 г. кафедру органической химии возглавил ученик академика Н. Д. Зелинского профессор Н. С. Козлов (ныне академик АН БССР).

Основным направлением исследований сотрудников кафедры стало изучение реакций конденсации ароматических аминов с ацетиленом с целью синтеза соединений ряда хинолина. В результате были разработаны доступные пути каталитического синтеза подобного рода соединений.

После войны, вплоть до 1963 г., научно-исследовательская работа на кафедре проводилась в нескольких направлениях, основным из которых было изучение продуктов взаимодействия фенолов с карбонильными соединениями, а также исследование химического состава растительного сырья с целью использования его для нужд народного хозяйства.

С 1963 г. кафедрой заведует член-корреспондент АН БССР, профессор И. Г. Тищенко, под руководством которого изучаются реакционная способность непредельных органических соединений и химические превращения трехчленных карбо- и гетероциклических систем.

Большинство работ в области оксирановых соединений, начатых на кафедре И. Г. Тищенко в 1953 г., связано с изучением химических превращений ацилоксиранов — продуктов окисления щелочной перекисью водорода соответствующих α , β -ненасыщенных кетонов.

И. Г. Тищенко и В. В. Березовским, О. Н. Бубелем, П. М. Малашко, И. Ф. Ревинским, Л. С. Станишевским, В. И. Тыворским, А. Я. Гузиковым, Г. И. Полозовым, Г. З. Стасевичем, А. М. Звонок, В. Н. Сытиным, О. А. Гринкевичем изучены реакции моно- и диэпоксикетонов с водой, аминами, спиртами, фенолами и их тиоаналогами, малоновым, фосфонуксусным и хлоруксусным эфирами, альдегидами и другими соединениями. Это позволило на основе ацилоксиранов разработать новые методы синтеза различных многофункциональных соединений ациклического, карбо- и гетероциклического рядов, которые могут быть легко трансформированы в ценные биологически активные соединения.

Следует также отметить исследования И. Г. Тищенко и Л. С. Новикова, Л. С. Станишевского, А. И. Чирко, Г. М. Сосновского, С. Г. Степина по жидкофазному окислению ненасыщенных органических соединений. В работах этого направления были широко изучены кинетика и продукты окисления ацетиленовых углеводородов и α , β -ненасыщенных кетонов, что позволило раскрыть механизм многих реакций автоокисления и найти новые пути получения практически важных для народного хозяйства веществ.

В последние годы И. Г. Тищенко и О. Г. Куликовичем проведены интересные исследования по химическим превращениям активированных циклопропанов, что позволило значительно расширить границы синтетического использования такого рода систем.

На кафедре ведутся исследования и в других направлениях. Так, Б. Ф. Беляевым и А. И. Бабуриной на основе β -хлорвинилкетонов разработаны методы синтеза функционально замещенных α , β -ненасыщенных кетонов и исследованы их химические превращения. Н. А. Соколовым на основе ненасыщенных нитросоединений и нитрогликолей разработаны методы синтеза нитроэпоксидов, нитропиримидинов, нитрооксазолидинов и других соединений.

А. П. Ельницким разработан новый метод синтеза несимметричных диацильных перекисей и изучены механизмы их распада. Л. В. Шубиной исследованы реакции различных сульфуратов с ароматическими альдегидами.

Исследования в области физической химии начали проводиться на факультете в 1933 г., когда была основана кафедра физической и коллоидной химии. Первым заведующим кафедрой был профессор В. К. Никифоров, под руководством которого выполнен ряд работ по изучению природы периодических реакций, а также исследования с использованием математической статистики для описания химических процессов.

В 1938 г. кафедру возглавил академик АН БССР профессор М. М. Павлюченко. Основная тематика исследований под его руковод-

ством — изучение кинетики и механизма гетерогенных химических процессов, протекающих с участием твердых тел. М. М. Павлюченко в работах, выполненных совместно с М. П. Гилевичем, И. Ф. Кононюком, Г. А. Лазерко, Т. И. Торгонской, И. Е. Шимановичем и другими, разработал оригинальную теорию механизма твердофазных реакций, которые лежат в основе таких важных процессов, как производство полупроводниковых и магнитных материалов, катализаторов, люминофоров и т. д. Совместно с Ф. Н. Капуцким (ныне профессор, зам. министра высшего и среднего специального образования БССР) М. М. Павлюченко изучал кинетику и механизм окисления целлюлозы двуокисью азота до монокарбоксицеллюлозы, которая в настоящее время начинает широко применяться в медицине.

Научная работа кафедры физической химии, которой с 1967 г. руководит профессор А. А. Вечер, ведется по нескольким направлениям. Основное из них — физическая химия высоких температур. В этой области вместе с А. А. Вечером работают Л. А. Мечковский, А. Г. Воропаев, А. А. Козыро, А. С. Скоропанов, А. Г. Гусак и другие. Сотрудниками кафедры сконструирован ряд уникальных установок для измерения низкотемпературной теплоемкости, проведения исследований методами количественной термографии, определения электропроводности керамик в различных условиях и др. На кафедре разрабатываются методы изучения поведения твердых тел при высоких температурах и при воздействии на них агрессивных сред.

А. А. Вечером, В. В. Самохвалом, С. А. Судариковым, И. И. Покровским, А. А. Савицким и другими разработаны физико-химические основы применения твердых электролитов в различных электрохимических устройствах: датчиках состава, химических источниках тока, ионных насосах. К настоящему времени разработана конструкция анализатора расплавов металлов на кислород, которая имеет лучшие эксплуатационные характеристики по температурным интервалам и надежности, чем известные ранее. Кроме того, получен ряд новых твердых электролитов, позволяющих расширить диапазон применения электрохимических устройств.

Исследования Е. А. Гусева, Г. А. Лазерко, Н. Г. Рафальского позволили решить важную научно-техническую проблему создания источников сжатых холодных газов, имеющих хорошие весовые и эксплуатационные характеристики.

А. А. Вечером, Г. Я. Кабо, Л. А. Мечковским, А. А. Козыро, Р. А. Вечер и другими проведены исследования по определению таких фундаментальных характеристик веществ, как их термодинамические свойства. Ими разработаны методы исследования термодинамических свойств веществ, определения энтальпий химических реакций методами динамической калориметрии и получена обширная информация о термодинамике реакций сплавообразования, образования двойных фторидов и ряда органических веществ.

В. А. Лишневым с сотрудниками с 1968 г. проводятся комплексные исследования в области криохимии. Установлено явление сверхвысокой реакционной способности замороженных донорно-акцепторных молекулярных систем с сильным коллективным взаимодействием. Предложена новая концепция в химической кинетике, учитывающая роль многочисленных коллективных взаимодействий и туннельного переноса заряда на зарождение и протекание реакций в конденсированной фазе.

Кафедрой аналитической химии со дня основания и по 1938 г. заведовал профессор Н. Ф. Ермоленко, а с 1938 по 1951 г. — доцент А. А. Будкевич. В последующие годы кафедру возглавлял член-корреспондент АН БССР, профессор П. И. Белькевич, а с 1956 г. — член-корреспондент АН БССР, профессор Г. Л. Старобинец.

Основным научным направлением кафедры является изучение экстракции минеральных и органических веществ в экстракционных системах различного типа (октан — несмешивающийся с ним органический

растворитель, органический растворитель — вода, раствор амина или четвертичной аммониевой соли в органическом растворителе — вода и др.).

В результате исследований, проведенных Г. Л. Старобинцем, Е. М. Рахманько, В. В. Егоровым, С. Ф. Петрашкевичем, Е. Ф. Мазовко, С. М. Лещевым, показано, что поведение изученных веществ во всех экстракционных системах может быть объяснено на основе учета сольвофобных и сольватационных эффектов среды. Разработаны методы количественного описания экстракционных процессов различного типа (физическое распределение, экстракция ионных ассоциатов, анионообменная экстракция, экстракция аминами и кислотами), основанные на учете эффектов среды для отдельных фрагментов экстрагирующих соединений.

Г. Л. Старобинцем, Е. М. Рахманько, В. Л. Ломако, Ж. С. Сороко разработаны на основе изучения анионообменной экстракции высоко-селективные экстракционно-фотометрические методики определения сурьмы, цинка, висмута, золота, ртути, свинца, кадмия, алкилсульфатов, высших карбоновых кислот, четвертичных аммониевых солей, микропримесей аминов в четвертичных аммониевых солях и др. Результаты, полученные при изучении анионообменной экстракции, использованы для разработки ионоселективных электродов на анионы $\text{Au}(\text{CN})_2^-$, $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$, HgI_3^- , Zn , $(\text{CNS})_4^{2-}$, пикрат, алкилсульфат. Разработан электрод для определения жесткости воды. Электроды использованы для создания различных вариантов (прямых и титриметрических) методик определения золота и серебра в электролитах, цинка в сплавах, алкилсульфатов в объектах окружающей среды.

Г. Л. Старобинцем, С. Г. Максимова, В. А. Винарским, Н. А. Поляк, И. Ф. Зиминой предложена экстракционная модель необменной сорбции электролитов нонитами. Показана эффективность этой модели для количественного описания необменной сорбции неорганических и органических электролитов.

Г. Л. Старобинцем, С. А. Мечковским, Е. А. Акинчиц разработан метод хроматографического разделения анионов в виде их натриевых солей с применением катионитов в натриевой форме в качестве носителей стационарных фаз и водно-органических смесей в качестве подвижных фаз.

Профессором О. Р. Скороход с А. А. Сосновской, И. Б. Станкевичем, М. Л. Павлович, М. М. Григорович, В. И. Власовой, Т. П. Бабаевской исследованы молекулярная сорбция и ионный обмен ряда алифатических и ароматических кислот, фенолов, некоторых азотсодержащих соединений на нонитах в зависимости от степени сетчатости, концентрации обменных групп, солевой формы нонита. В результате разработаны методы, позволяющие управлять сорбционными свойствами ионообменных смол, что расширяет границы их использования для разделения и анализа различных классов органических и неорганических соединений. Изучение процесса лигандной и лигандообменной сорбции органических оснований на нонитах позволило предложить метод разделения изомерных аминов методом лигандообменной хроматографии.

Совместно с Р. Г. Грученковым проведены исследования по изучению аналитических свойств аминоксифуранонов.

Г. Л. Старобинцем, Г. Н. Булацкой, Л. И. Севастьяновой, Л. М. Овсянко показано, что принцип аддитивности применим для количественного описания избирательности обмена анионов органических кислот и катионов органических оснований в смешанных водно-органических средах. Разработан метод количественного описания распределения компонентов бинарных водно-органических растворов между фазами.

Научная работа кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидной химии, которой заведует доцент В. П. Мардыкин, проводится в двух направлениях — синтез комплексных алюминийорганических соединений и исследование в области химии целлюлозы.

В. П. Мардыкиным, А. М. Антиповой, Т. С. Притыцкой и другими, начиная с 1962 г., выполнен ряд работ по синтезу и исследованию эфиратов и азотсодержащих комплексов алюминийорганических соединений. Синтезированные комплексы обладают рядом специфических свойств и могут быть использованы в качестве компонентов комплексного металлоорганического катализатора процессов полимеризации, сополимеризации, олигомеризации.

Исследования в области химии целлюлозы начали проводиться на кафедре с 1970 г., когда профессор Ф. Н. Капуцкий с сотрудниками выполнил цикл работ по исследованию растворения целлюлозы и ее смесей с синтетическими полимерами в неводных бинарных растворителях и формированию из таких растворов волокон и пленок. Такой путь переработки целлюлозы в волокна и пленки исключает необходимость использования токсического и взрывоопасного сероуглерода, применяемого в традиционном вискозном методе, и позволяет получать композиционные материалы на основе целлюлозы и синтетических полимеров непосредственно в процессе формирования. В результате проведенных исследований в области переработки и модификации целлюлозы получены также производные целлюлозы, обладающие гемостатическим, бактерицидным и другими видами биологического действия.

Наряду с исследованиями по синтезу новых производных целлюлозы Ф. Н. Капуцким, Е. М. Борисенко, Г. М. Павлюченко и В. М. Сидерко изучены структурные переходы целлюлозы в процессах химических превращений, физико-химические свойства привитых сополимеров гидратцеллюлозы и монокарбоксихлеллюлозы, термическая устойчивость, сорбционные свойства, карбонизация образцов производных целлюлозы, обработанных различными методами и реагентами. Изучены также процессы радикальной сополимеризации целлюлозы с использованием новых окислительно-восстановительных систем.

Научная работа кафедры радиационной химии, которой со дня основания заведует профессор Е. П. Петряев, направлена на установление соотношения между строением веществ и выходом продуктов их радиолитиза, на выявление общих закономерностей и механизма радиационно-химических реакций. Результаты исследований имеют большое значение для решения практически важной задачи — управления химическими процессами и способствуют пониманию механизма действия излучения на биологически важные вещества, например, углеводы, пептиды и т. д. Так, Е. П. Петряевым, В. Н. Васильевым, В. И. Гергаловым, А. Н. Рухлей, О. И. Шадыро и другими установлены общие закономерности свободнорадикальных превращений спиртов, α -гликолей, глицерина и ряда гетероциклических соединений. Изучено влияние на радиационные превращения состояния веществ в растворах, добавок ионов металлов, вида излучения и др. Установленные закономерности позволили смоделировать процессы радиационных превращений таких сложных веществ, как углеводы, в частности, целлюлозы, и на этой основе предложить методы радиационной и радиационно-ферментативной утилизации целлюлозосодержащих материалов. Е. П. Петряевым и В. Д. Майбородой также проведен цикл исследований по математическому моделированию радиационно-химических процессов, разработаны программы и методы расчета констант элементарных реакций, обработки кинетических кривых, определения радиационно-химических выходов и стационарных концентраций продуктов.

Ряд работ сотрудников кафедры выполнен в области охраны природы с целью исследования процессов радиационно-химической очистки сточных вод и выбросных газов промышленных предприятий для установления оптимальных условий обработки стоков и отходящих газов, разработки методов наиболее экономичного осуществления процесса очистки с помощью ядерных излучений, разработки научных основ использования энергии ионизирующих излучений для защиты окружающей среды. Так, Е. П. Петряевым, А. М. Ковалевской, В. Г. Шлык,

М. Г. Никоненко, А. А. Сосновской и другими разработаны научные и технические основы радиационно-химической очистки сточных вод и выбросных газов. Например, Е. П. Петряевым и В. И. Власовой разработан и внедрен на ПО «Азот» (г. Гродно) промышленный метод очистки сточных вод от мышьяка, что позволило создать полностью замкнутое производство. Ряд других разработок находится на стадии внедрения в промышленность.

На кафедре в отраслевой научно-исследовательской лаборатории термодинамики нефтехимических процессов под руководством профессора Д. Н. Андреевского проводятся исследования по изучению физико-химических свойств веществ и смесей промышленности синтетического каучука.

В результате проведенных исследований Д. Н. Андреевским, А. Д. Пешенко, З. А. Антоновой, М. М. Бражниковым, А. И. Сачеком и др. выданы экспериментальные и расчетные данные по свойствам большого ряда кислородсодержащих, непредельных, галондзамещенных органических соединений — продуктов крупнотоннажного нефтехимического синтеза. Разработанная в лаборатории аппаратура по автоматическому определению температуры вспышки нефтепродуктов экспонировалась на Национальной выставке СССР в Индии (Нью-Дели), на Международной выставке в Венгрии (Будапешт), на ВДНХ СССР и БССР. Ее авторы А. Д. Пешенко и А. И. Сачек награждены золотой и бронзовой медалями ВДНХ СССР.

Кафедра строения вещества под руководством доцента Ю. В. Глазкова ведет научно-исследовательскую работу в области изучения спектральных и фотохимических свойств органических и координационных соединений.

Сотрудниками кафедры изготовлена и успешно эксплуатируется установка для изучения фотонидуцированного явления химической поляризации ядер. На базе ее созданы генерационные схемы и проводятся интенсивные работы по их совершенствованию.

Доцентом В. С. Корольковым совместно с сотрудниками Института физики АН БССР ведутся работы по теоретическому анализу спектроскопических свойств соединений редкоземельных элементов, которые находят широкое применение в квантовой электронике в качестве рабочих сред в квантовых счетчиках, усилителях и генераторах. Основное внимание уделяется изучению влияния структуры ближайшего окружения редкоземельного иона на спектральные характеристики. Одновременно ведутся работы по расширению области применения аналитических методов стационарной и нестационарной теории возмущений в квантовой механике, для чего предложен ряд оригинальных методов аналитического решения уравнения Шредингера.

На кафедре выполнены экспериментальные работы по спектроскопии и фотохимии координационных соединений. Широкое изучение парамагнитных свойств продуктов фотохимических реакций с участием координационных соединений позволило раскрыть некоторые детали механизма этих реакций, обусловленных актами переноса электронов и влиянием свободных радикалов.

На кафедре общей химии и методики преподавания химии, которой заведует доцент В. Ф. Тикавый, проводится научно-исследовательская работа в области синтеза, изучения свойств и строения неорганических материалов на основе многовалентных металлов и многоосновных кислот, главным образом фосфатов подгруппы титана и трехвалентных металлов.

Сотрудниками кафедры Л. И. Продан, В. А. Люцко, К. Н. Лапко, А. А. Рагойша, В. А. Корпусем и другими разработаны новые ионообменные материалы на основе фосфатов циркония и титана, определены термодинамические характеристики процесса ионного обмена на фосфате циркония, позволяющие установить общие закономерности обмена на катионитах с жесткой, не набухающей в воде матрицей.

Разрабатываются также составы неорганических связующих и клеев на основе фосфатов алюминия и хрома.

Исследованы ионообменные свойства и изучена гидролитическая стабильность кристаллических триполифосфатов алюминия, хрома, железа, таллия. Установлена их высокая избирательность к отдельным ионам, а также возможность применения в качестве твердых электролитов.

Методами физико-химического анализа изучено взаимодействие в водных растворах между триполифосфатами и солями алюминия, железа, таллия, скандия, висмута и титана. Установлен состав образующихся растворимых комплексов и изучена их устойчивость. Выделены аморфные триполифосфаты, продукты дегитратации которых в случае солей алюминия и железа обладают каталитической активностью в реакциях органического синтеза.

М. Л. Павлович и И. Б. Станкевичем исследованы закономерности сорбции слабых органических электролитов на синтетических ионообменных смолах и неорганических ионообменниках.

Коллектив химического факультета встречает 60-летие университета и свое 50-летие в поисках новых форм учебно-воспитательной работы, непрерывного совершенствования уровня научных исследований.

Решения XXVI съезда КПСС и XXIX съезда КПБ нацеливают весь профессорско-преподавательский состав факультета на решение важнейших задач по усилению взаимной связи науки и производства, совершенствованию качества подготовки специалистов.

УДК 54

Н. И. МИЦКЕВИЧ, Н. И. ПЛЮШЕВСКИЙ

ВКЛАД ХИМФАКА УНИВЕРСИТЕТА В РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ В РЕСПУБЛИКЕ

Пять десятилетий отделяют нас от времени организации химического факультета в Белорусском государственном университете. С созданием факультета впервые в истории Белоруссии началась систематическая планомерная подготовка высококвалифицированных специалистов по различным направлениям химической науки. В настоящее время выпускники химфака плодотворно трудятся на крупных химических и родственных им предприятиях, в высших и средних учебных заведениях, школах, отраслевых научно-исследовательских учреждениях республики и страны.

Многие выпускники химфака ведут научную работу в институтах Отделения химических и геологических наук Академии наук БССР и других научно-исследовательских институтах академии.

Прочные творческие узы связывают химфак БГУ имени В. И. Ленина и институты химии АН БССР уже с самых первых дней их существования. Их развитие шло параллельно, взаимно обогащаясь и в значительной степени способствуя повышению эффективности в работе.

Начало развития химии в БССР следует отнести к 1921 г., когда по декрету, подписанному В. И. Лениным, в нашей стране был открыт ряд университетов, в том числе и Белорусский государственный университет. Менее чем через год основывается высшее научное учреждение республики — Институт белорусской культуры (Инбелкульт), на базе которого 1 января 1929 г. была создана Академия наук БССР. В конце 1929 г. в Академии наук организуется Институт химии, директором которого в 1931—1933 гг. был крупный ученый химик-органик член-корреспондент АН СССР (с 1933 г.) и академик АН БССР (с 1940 г.) Н. А. Прилежаев. Переехав в 1924 г. из Киева в Минск, Н. А. Прилежаев возглавил кафедру органической химии в университете. Его работы по окислению ненасыщенных соединений гидропероксидами (реакция

Прилежаева») заложили основы развития органической химии в БССР.

Развитию исследований по неорганической химии в республике во многом способствовали работы крупного ученого профессора Б. М. Беркенгейма, который с 1921 по 1927 г. возглавлял кафедру неорганической химии в БГУ. Под его руководством были выполнены работы по химическому изучению минеральных ресурсов республики.

В 1934 г. в АН БССР организуется Институт торфа, в котором развернулись комплексные исследования, в том числе и по химии торфа.

В разное время в 30-х годах на химическом факультете БГУ и в Институте химии АН БССР работали: доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки БССР Н. Ф. Ермоленко (член-корреспондент АН БССР с 1936 г., академик АН БССР с 1947 г.), заведующий кафедрой неорганической химии на химфаке в 1930—1938 гг., 1944—1966 гг. и лабораторией коллоидной химии в Институте химии; доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР Н. С. Козлов (академик АН БССР с 1966 г.), директор Института химии АН БССР в 1933—1938 гг. и заведующий кафедрой органической химии химфака БГУ в те же годы; доктор химических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, заслуженный деятель науки БССР Б. В. Ерофеев (член-корреспондент с 1940 г., академик АН БССР с 1947 г.), директор Института химии АН БССР с 1939 г.; доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки БССР М. М. Павлюченко (член-корреспондент с 1956 г., академик АН БССР с 1959 г.), который с 1938 г. заведовал кафедрой физической и коллоидной химии химфака БГУ и одновременно работал в Институте химии.

Трудом этих талантливых ученых и педагогов в предвоенные годы в Белоруссии был заложен прочный фундамент химической науки и подготовлены квалифицированные специалисты-химики.

Из работ этого периода следует отметить исследования в области коллоидной и неорганической химии Н. Ф. Ермоленко, оказавшего большое влияние на формирование химической мысли в республике.

Б. В. Ерофеевым выполнены работы по кинетике реакций с участием твердых веществ, для которых позднее им было выведено толокинетическое уравнение, нашедшее широкое применение в работах советских и зарубежных авторов.

Н. С. Козловым разработаны удобные методы синтеза хинолиновых оснований путем каталитической конденсации ароматических аминов с ацетиленом.

Исследования кинетики окисления смоляных кислот и скипидара позволили М. М. Павлюченко высказать предположение, что самоускорение таких реакций связано с кристаллической решеткой исходных веществ.

Одним из первых академиков АН БССР В. В. Шкателовым исследованы состав и строение смоляных кислот и скипидаров. Он организовал в Белоруссии добычу сосновой живицы и переработку ее в канифоль и скипидар. Работы в данном направлении были продолжены академиком АН БССР К. Н. Коротковым (директор Института химии АН БССР в 1949—1952 гг.).

Химии древесины и ее компонентов посвящена научная деятельность доктора химических наук, профессора А. И. Скригана, работавшего с довоенных лет в Институте химии, а затем в Институте физико-органической химии.

Институт химии Академии наук БССР перед Великой Отечественной войной размещался в хорошо оборудованном лабораторном корпусе. Из 49 сотрудников Института большинство в различные годы закончили химфак БГУ. В годы фашистской оккупации все оборудование было уничтожено, а корпус сожжен.

С 1949 г. в восстановленном лабораторном корпусе развернулись исследования по разным направлениям химической науки.

Следует отметить, что в Белоруссии до войны фактически не было химической промышленности. Из крупных предприятий этой отрасли можно назвать только Могилевский завод искусственного волокна, построенный в 1930 г.

После Великой Отечественной войны до 1958 г. химическая промышленность в республике развивалась медленно. Белорусская земля считалась бедной. Якуб Колас — замечательный белорусский поэт и ученый, бессменный вице-президент АН БССР с 1929 по 1956 г. еще до Великой Октябрьской социалистической революции писал о Белоруссии как о крае лесов, болот и песков. Однако геологи республики опровергли это мнение. В результате проведения научного-исследовательских и геолого-разведочных работ на территории БССР открыты крупные месторождения калийных и каменных солей, сланцев, бурых углей, нефти и ряда других полезных ископаемых.

Революционный переворот в развитии химической промышленности и науки Белоруссии произошел после майского (1958) Пленума ЦК КПСС, который нацелил нашу страну на ускоренную химизацию народного хозяйства. Большой вклад в развитие химической промышленности в республике внесли ученые-химики (академики АН БССР Б. В. Ерофеев, М. М. Павлюченко, Н. Ф. Ермоленко и др.).

Белоруссия, в прошлом страна болот и лесов, стала крупным центром современной химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, а также производства минеральных удобрений, химических волокон, полиэтилена и других химических материалов. Одновременно была проведена большая научно-организационная работа по расширению и углублению фронта химических исследований, укреплению их связи с предприятиями республики.

К 40-летию БССР (1959) Институт химии АН БССР был разделен на два института: физико-органической и общей и неорганической химии. В 1974 г. в Академии наук БССР на базе отдела Института физико-органической химии организуется Институт биоорганической химии.

В настоящее время в Отделении химических и геологических наук АН БССР работают институты физико-органической химии, общей и неорганической химии, биоорганической химии, торфа, геохимии и геофизики. Из 906 научных сотрудников этих институтов выпускники химфака БГУ имени В. И. Ленина составляют почти половину (429 чел.), среди них 2 академика и 3 члена-корреспондента АН БССР, 2 заслуженных деятеля науки БССР, 1 заслуженный деятель науки и техники, 8 докторов и 123 кандидата наук, 4 лауреата Государственной премии БССР. 60 выпускников химфака работают в институтах торфа, геохимии и геофизики, 38 — в институтах Отделения биологических наук АН БССР, в том числе 2 доктора биологических наук, 1 член-корреспондент АН СССР (А. А. Шлык), 16 кандидатов биологических наук. Кроме того, химики работают в институтах физического и технического профиля АН БССР.

АН БССР	Научные сотрудники			Выпускники химфака			Лаборатории	
	всего	доктора наук	кандидаты наук	всего	доктора наук	кандидаты наук	всего	возглавляемые выпускниками химфака
Институт общей и неорганической химии	135	5	67	127	4	47	6	4
Институт физико-органической химии	265	7	70	154	3	37	10	3
Институт биоорганической химии	125	3	44	88	—	19	7	3

Как видно из таблицы, 10 лабораторий из 23 возглавляются докторами и кандидатами наук, в разное время закончившими химфак БГУ имени В. И. Ленина, при этом в Институте общей и неорганической химии большинством лабораторий руководят выпускники химфака.

В институтах АН БССР успешно развиваются исследования в области химической кинетики и катализа, неорганической, органической и биорганической химии, синтеза и изучения адсорбентов, ионообменных процессов, поверхностных явлений в дисперсных системах, химии торфа.

Объем статьи не позволяет проанализировать все проведенные исследования, постараемся охарактеризовать только основные работы, выполненные выпускниками химфака.

Известным ученым в области коллоидной химии академиком АН БССР, заслуженным деятелем науки БССР В. С. Комаровым (директор Института общей и неорганической химии с 1966 г.), закончившим в 1952 г. химфак БГУ, проведены исследования в области синтеза, разработки методов регулирования пористой структуры, изучения физико-химических, адсорбционно-структурных и каталитических свойств адсорбентов и катализаторов.

В. С. Комаровым детально изучены состав и адсорбционные свойства природных и активированных глин Белоруссии, разработан ряд новых эффективных методов их активации. обстоятельно изучен механизм формирования структуры полученных адсорбентов и катализаторов в зависимости от природы интермицелярной жидкости, гидротермальной обработки, действия поверхностно-активных веществ. Предложен новый метод выражения изотерм адсорбции, позволивший уточнить структурную классификацию адсорбентов.

Совместно с сотрудниками разработаны методы синтеза специфических и высокоактивных алюмосиликатных катализаторов крекинга, цеолитнаполненных катализаторов изомеризации, окисления углеводов и спиртов, синтеза аммиака и дожига выхлопных газов.

За разработку и внедрение новых катализаторов для интенсификации производства капролактама совместно с работниками Гродненского производственного объединения «Азот» В. С. Комаров в 1980 г. удостоен Государственной премии БССР.

Научной общественности хорошо известны работы члена-корреспондента АН БССР, заслуженного деятеля науки и техники БССР П. И. Белькевича (заведующий лабораторией Института торфа АН БССР с 1960 г.), который в 1928 г. закончил Белорусский государственный университет. На основе изучения химических реакций в твердой фазе П. И. Белькевичем совместно с академиком АН БССР Б. В. Ерофеевым предложена новая форма топокинетиического уравнения. Под руководством П. И. Белькевича выполнены работы в области физико-химии торфа, которые позволили сделать ряд новых выводов о структуре этого природного сырья, установить закономерности термического разложения торфа и механизма ионного обмена на нем. На основе этих работ получен ряд новых материалов из торфа: воск и антиадгезионные составы на его основе, применяемые в производстве пенополиуретановых изделий, физиологически активные составы для медицины и бытовой химии.

Членом-корреспондентом АН БССР И. Н. Ермоленко (заведующий лабораторией Института общей и неорганической химии с 1960 г., выпускник химфака БГУ 1952 г.) детально изучены строение и важнейшие свойства продуктов окисления целлюлозы, установлены особенности ее ионообменных свойств, разработаны пути направленного получения модифицированной целлюлозы. На ее основе предложены самые различные материалы, в том числе жаростойкие и пирофорные волокна, сорбенты и катализаторы, биопрепараты, светочувствительные материалы.

Выпускником химфака 1959 г. членом-корреспондентом АН БССР

В. С. Солдатовым (заведующий лабораторией Института общей и неорганической химии с 1966 г.) проведены исследования термодинамики ионообменных процессов. В этой области им разработан новый вариант термодинамического описания ионообменных равновесий. В результате изучения ионообменных процессов в многоионных системах предложены искусственные нонитные почвы для выращивания растений. Разработаны и внедрены микрофилтры для тонкой очистки технологических сред.

Цикл исследований в области термодинамики ионообменных процессов, выполненных В. С. Солдатовым, отмечен премией Ленинского комсомола (1971). В 1980 г. В. С. Солдатов вместе с сотрудниками удостоен Государственной премии БССР за разработку теоретических принципов и технологии получения искусственной нонитной почвы.

Под руководством доктора химических наук Х. М. Александровича (заведующий лабораторией Института общей и неорганической химии с 1966 г., выпускник химфака БГУ 1953 г.) проведены исследования в области поверхностных явлений в дисперсных системах. Изучены закономерности флотационного обогащения калийных руд и коллоидно-химические основы действия реагентов на этот процесс. В результате исследований предложены и совместно с работниками производственного объединения «Белорускалий» внедрены в промышленном масштабе новые эффективные дешевые реагенты (кубовые остатки производства бутилового спирта, технический крахмал, мочевино-формальдегидные смолы), которые позволили не только сократить расход используемых дефицитных аминов и карбоксиметилцеллюлозы, но и в значительной степени улучшить технологический процесс обогащения калийных удобрений.

Доктор химических наук С. В. Маркевич (заведующий лабораторией Института химии, затем Института физико-органической химии с 1958 г., выпускник химфака 1940 г.) внес существенный вклад в физико-химию элементарных процессов каталитического и радиационно-химического превращения органических молекул. На основе реакций изотопного обмена установлен диссоциативный механизм $H-D$ обмена в алканах и oleфинах на активных центрах алюмосиликатов с координационной ненасыщенностью атомов алюминия. Осуществлен управляемый радиолит полисахаридов с получением плейномеров, в том числе плазмозаменителя крови, внедряемого в медицинскую практику.

С. В. Маркевич участвовал в разработке и внедрении в производственном объединении «Белорускалий» защитного экрана, предотвращающего засоление почв и вод отходами производства калийных удобрений в Солигорске.

С 1949 г. после окончания химфака БГУ имени В. И. Ленина в Институте химии, а затем в Институте физико-органической химии АН БССР работает доктор химических наук С. Ф. Наумова. Под ее руководством выполнены работы по синтезу новых олигомеров и полимеров с комплексом ценных свойств, пригодных для создания светочувствительных материалов, антистатиков, стабилизаторов и т. д. Негативный светочувствительный материал, разработанный С. Ф. Наумовой, Б. В. Ерофеевым и О. Д. Юриной, удостоен золотой медали и диплома 1-й степени на Лейпцигской ярмарке в 1979 г.

В 1947—1955 гг. в Институте химии АН БССР работал заведующий лабораторией органической химии, доктор химических наук, профессор, заслуженный деятель науки БССР В. И. Пансевич-Коляда (закончил химфак в 1935 г.), в дальнейшем заведующий кафедрой химии Белорусского политехнического института. Продолжая работы своего учителя Н. А. Прилежаева, он изучил окисление 1,3-диеновых и алленовых углеводородов, а также ненасыщенных спиртов гидропероксидом ацетилла.

Доктор химических наук, профессор Х. М. Черчес, который закончил химфак в 1939 г. и работал в Институте химии, а затем в Институте фи-

зико-органической химии в 1947—1967 гг., изучил химический состав смоляных кислот, выделенных из бальзамов отечественных хвойных. В настоящее время он работает в Белорусском политехническом институте, где наряду с большой педагогической деятельностью ведет исследования по синтезу, изучению свойств и изысканию областей применения соединений редкоземельных металлов.

В самом молодом химическом институте академии — Институте биоорганической химии успешно развиваются исследования в области химии и биологического действия природных соединений, в том числе белков и пептидов, полинуклеотидов, простагландинов и фосфолипидов, стероидов и родственных соединений. Из 44 кандидатов наук, работающих в институте, 19 — выпускники химфака БГУ.

На современном этапе экономического и социального развития нашей страны особое значение имеет быстрейшее использование научно-технических разработок, что в значительной мере зависит от степени интеграции науки с производством, связи научных учреждений с промышленностью.

Следует отметить, что институты химии АН БССР установили связи со всеми крупными предприятиями республики: производственным объединением «Белорускалий» в Солигорске, нефтеперерабатывающим заводом и производственным объединением «Полимир» в Новополоцке, Могилевским производственным объединением «Химволокно», Гродненским производственным объединением «Азот» и другими предприятиями.

Реальный экономический эффект, полученный от внедрения результатов исследований институтов химии АН БССР в 10-й пятилетке, был значительно выше, чем в любой предыдущей пятилетке. При этом примерно $\frac{2}{3}$ экономического эффекта дали работы, выполненные под руководством ведущих сотрудников, закончивших химфак БГУ.

Приведем основные внедренные работы. Предложенные доктором химических наук Х. М. Александровичем с сотрудниками реагенты для флотации калийных удобрений дали суммарный экономический эффект около 4 млн. руб.

На ряде предприятий внедрены разработанные членом-корреспондентом АН БССР П. И. Белькевичем с сотрудниками антиадгезионные составы для изготовления изделий из пенополиуретана, экономический эффект составил 2,5 млн. руб.

Использование в Минском производственном объединении «Интеграл» полимерных мембранных фильтров, предложенных членом-корреспондентом АН БССР В. С. Солдатовым с сотрудниками, дало экономию в 1,6 млн. руб.

На многих заводах страны применяется алюмосиликатная присадка, предложенная академиком АН БССР В. С. Комаровым для ускоренной приработки двигателей внутреннего сгорания, суммарный экономический эффект составил более 1,5 млн. руб.

Около 1 млн. руб. составил экономический эффект от рекомендаций по совершенствованию промышленного процесса получения диметилтерефталата на Могилевском ПО «Химволокно».

Антиблочный состав, разработанный кандидатом химических наук И. Ф. Осипенко и академиком АН БССР Б. В. Ерофеевым для предотвращения слипания целлофановой пленки, внедрен на всех заводах отрасли, производящих целлофан (экономический эффект 2,45 млн. руб.).

Широкой научной общественности хорошо известны работы крупного ученого физико-химика Г. Л. Старобинца. Вся плодотворная научная и педагогическая деятельность члена-корреспондента АН БССР, заслуженного деятеля науки БССР, профессора Г. Л. Старобинца на протяжении 45 лет неразрывно связана с химфаком, который он закончил в 1936 г. Отдавая должное заслугам Г. Л. Старобинца в развитии различных областей физической и аналитической химии в университете, мы хотим также напомнить, что он принимал непосредственное участие в

развитии исследований Института общей и неорганической химии АН БССР, будучи организатором и руководителем лаборатории аналитической химии этого института в 1959—1961 гг.

Известный ученый химик-органик член-корреспондент АН БССР И. Г. Тищенко много сил и энергии отдал подготовке высококвалифицированных специалистов в области органической химии, которые успешно работают в Академии наук БССР и других научно-исследовательских учреждениях и высших учебных заведениях.

В настоящее время И. Г. Тищенко с сотрудниками ведет работы по синтезу функционально-замещенных кислород- и азотсодержащих гетероциклов, функциональных органических соединений на основе непределенных систем в рамках республиканской комплексной программы «Исследование химических превращений циклических органических соединений и синтез на их основе ценных продуктов» (Оргсинтез), головной организацией которой является Институт физико-органической химии АН БССР.

В качестве других примеров проведения комплексных и совместных исследований можно назвать работы, выполняемые Институтом физико-органической химии, Научно-исследовательским институтом физико-химических проблем и кафедрой неорганической химии, по исследованию способов нанесения металлических покрытий на полиимидную пленку, а также по разработке новых методов получения стабильных нанесенных катализаторов, изучению их свойств и механизма действия. Исследования по синтезу светочувствительных составов, гидротермальной обработке неорганических ионообменных материалов, разработке волокнистых катализаторов проводятся Институтом общей и неорганической химии АН БССР и кафедрами общей химии, высокомолекулярных соединений и коллоидной химии, физической химии.

Есть еще немало других «точек соприкосновения», которые должны вылиться в совместные работы институтов химии Академии наук БССР, химфака и Научно-исследовательского института физико-химических проблем. Результативность таких работ, как показывает практика, очень высока, так как проявляет, образно говоря, своего рода синергический эффект.

В заключение сердечно поздравляем профессорско-преподавательский состав и всех сотрудников химфака с 60-летием университета и с золотым юбилеем химического факультета от имени всех его выпускников, работающих в Академии наук БССР. Желаем новых больших успехов в научной работе и подготовке высококвалифицированных кадров, личного счастья, доброго здоровья.

УДК 547.717

И. Г. ТИЩЕНКО, И. Ф. РЕВИНСКИЙ, ПРАДИП НАХАР

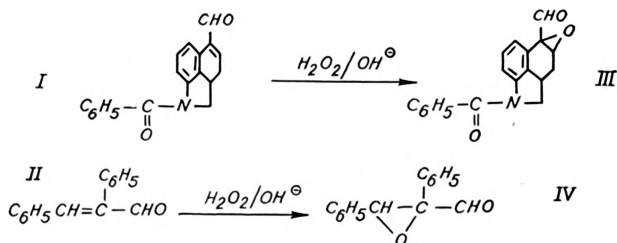
ХИМИЯ α -ФОРМИЛОКСИРАНОВ

В последнее десятилетие возрос интерес к химии α -формилоксиранов. Это в значительной степени связано с их высокой реакционной способностью, обусловленной наличием формильной группы и оксиранового цикла. Реакции α -формилоксиранов по двум реакционным центрам позволяют использовать их в тонком органическом синтезе при получении функциональнозамещенных органических веществ, труднодоступных при синтезе другими методами. Так, избирательное взаимодействие формилоксиранов по формильной группе позволяет простым путем получать различные функциональные производные оксиранов. Реакции, протекающие при участии формильной группы и оксиранового цикла, приводят к получению производных фурана, тиазола, диоксана, 1,3-диоксаланов, пиразола, имидазола и некоторых других важных соединений, применяемых в производстве красителей, гербицидов, лекарственных средств.

В настоящем обзоре рассмотрены основные литературные данные по химии α -формилоксиранов, опубликованные до 1980 г. и включающие реакции по двум реакционным центрам. Механизм протекания этих реакций постулирован в соответствии с принятыми литературными данными.

1. Синтез α -формилоксиранов

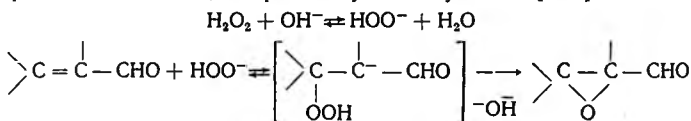
Первые попытки получения α -формилоксиранов основывались на эпексидировании α , β -непредельных альдегидов надбензойной кислотой [1] или перекисью водорода в щелочной среде [2]. В первом случае, однако, были выделены моно- и дикарбонильные соединения, во втором — кислотные продукты реакции. Возможно, из-за этих неудач до 1958 г. заметные исследования по синтезу α -формилоксиранов не проводились. В 1956 г. Корнфельдом [3] было проведено эпексидирование щелочной перекисью водорода 1-бензоил-5-формил-1, 2, 2а, 3-тетрагидробензиндола (I), а затем Циммерманом [4] эпексидирование 2, 3-дифенилакролеина (II), в результате чего были получены первые представители этого класса соединений (III, IV).



Методика направленного синтеза α -формилоксиранов была разработана Пайном [5]. Оказалось, что хорошие выходы формилоксиранов могут быть получены, если окисление α , β -непредельных альдегидов щелочной перекисью водорода вести при некоторой оптимальной для каждого альдегида концентрации щелочи. Это значение pH выбирают таким, чтобы скорость эпексидирования была достаточно большая, а скорость окисления альдегидной группы минимальная.

На практике эпексидирование по Пайну проводят добавлением раствора щелочи к эквимолекулярной смеси непредельного альдегида и перекиси водорода в водном или водно-метанольном растворе при pH 8—9,5.

Надо полагать, что, как и при эпексидировании α , β -непредельных кетонов по Вейтцу [2], эпексидирующим агентом здесь является гидроперекисный ион OOH^- , который атакует двойную связь [6—8]:

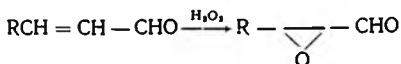


Контроль pH реакционной смеси проводится обычно с помощью pH-метра. Для этой цели могут быть применены и кислотно-основные индикаторы [9].

По этой методике Пайном [10, 11] были получены 2-метил-2-формил-, 3-метил-2-формил- и 3-фенил-2-формилоксираны, а также окиси цитраля и 3-формил-5,6-дигидро-2H-пирана, выход которых составлял 46—70% и лишь при окислении коричного альдегида — 24%. По мнению автора [10], главным продуктом при окислении последнего щелочной перекисью

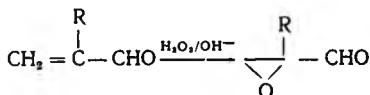
водорода является органическая перекись. Впоследствии [12] эпокси́дирование указанного альдегида было осуществлено с помощью гидроперекиси трет-бутила в метанольном растворе при pH 8,5, что позволило получить соответствующий эпоксид с выходом 73%.

Яновская и сотр. [13] осуществили эпокси́дирование α , β -непредельных альдегидов с электроноакцепторными заместителями в β -положении. Окисление велось перекисью водорода в водно-метанольном растворе при pH 8—8,5. Таким образом, из моноацетала фумарового альдегида получен моноацеталь 2,3-эпоксиантарного альдегида (V), а из β -карбэтокснакролеина — 3-карбэтоксн-2,3-эпоксипропионовый альдегид (VI).



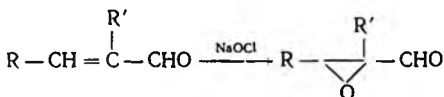
V, VI: R = CH(OC₂H₅)₂, COOC₂H₅

Недавно авторами этого обзора аналогичным окислением α -алкил-кролеинов в водно-метанольном растворе при pH 8—9 были получены соответствующие 2-алкил-2-формилоксираны (VII—IX) с выходом 52—57%, один из которых описан в работе [14].



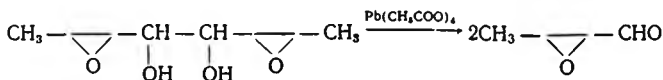
VII—IX: R = C₂H₅, n — C₃H₇, изо — C₃H₇

Из других методов получения α -формилоксиранов следует отметить окисление α , β -непредельных альдегидов гипохлоритом натрия [15]. Этим методом получены 2-этил-2,3-эпоксигексаналь (X), 2,3-эпоксигексаналь (XI) и 2,3-эпоксибутаналь (XII).



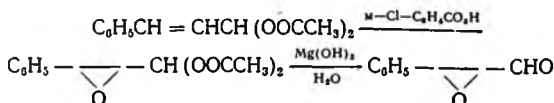
X: R = n — C₃H₇, R' = C₂H₅; XI: R = n — C₃H₇, R' = H; XII: R = CH₃, R' = H

Известно получение 2,3-эпоксибутаняля (XII) окислением 2,3-6,7-диэпоксиоктан-4,5-диола тетраацетатом свинца.



XII

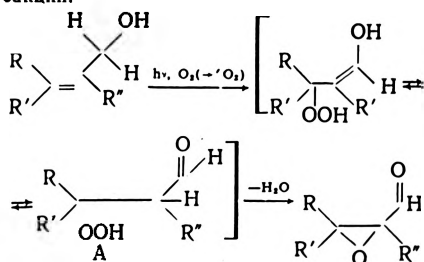
α -Формилоксираны могут быть получены также электрофильным окислением диацетатов α , β -непредельных альдегидов м-хлорнадбензойной кислотой по реакции Прилежаева с последующей регенерацией формильной группы в слабо щелочной среде. Так, из соответствующего диацетата был успешно получен [17] 2-формил-3-фенилоксиран (XIII).



XIII

Самсоновой и Покатило [18] было показано, что окись цитраля может быть получена с хорошим выходом окислением последнего 30%-ной перекисью водорода в щелочной среде в присутствии триэтилбензиламмонийхлорида.

В работе [19] отмечается, что формилоксираны в качестве основных продуктов образуются при фотоокислении 3,3-дизамещенных аллиловых спиртов молекулярным кислородом. Авторы предлагают следующий механизм этой реакции:

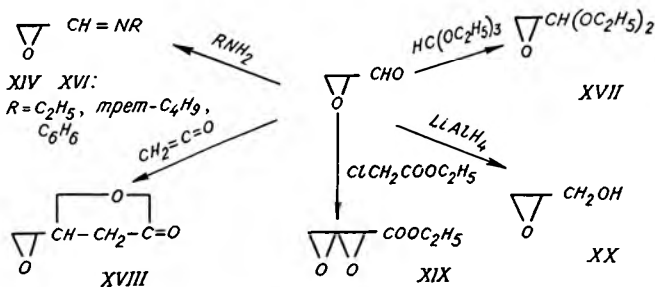


Интересно отметить, что промежуточное β -гидропероксикарбонильное соединение (A) напоминает собой промежуточный продукт эпексидирования щелочной перекисью водорода [6].

2. Реакции формилоксиранов с сохранением оксиранового цикла.

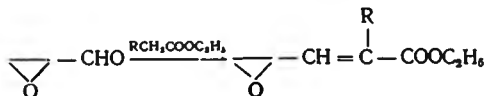
Уже в одном из первоначальных исследований свойств формилоксиранов Пайн [10] реакцией гидросиламина и 2,4-динитрофенилгидразина с глицидным альдегидом получил соответственно оксим и гидразон последнего, а также ацетат оксима. Оксирановый цикл при этом сохранился.

Широкая возможность применения 2-формилоксирана для синтеза различных многофункциональных органических соединений была показана Виллиамсом и сотр. [20]. Авторы установили, что взаимодействие глицидного альдегида с первичными алифатическими и ароматическими аминами в бензоле идет исключительно по альдегидной группе с образованием эпоксиальдиминнов (XIV—XVI). С ортомуравьиным эфиром в присутствии нитрата аммония получают диэтилацеталь (XVII). Реакции с кетеном и этиловым эфиром хлоруксусной кислоты приводят к лактону 4,5-эпокси-3-оксипентановой (XVIII) и эфиру 2,3,4,5-диэпокси-пентановой кислот (XIX) соответственно. При восстановлении боргидридом калия в этаноле или алюмогидридом лития в эфире реакция протекает избирательно по альдегидной группе с образованием эпокси-спирта (XX).



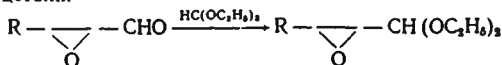
Конденсация глицидного альдегида с малоновым эфиром и этиловым эфиром циануксусной кислоты в условиях реакции Кновенагеля проте-

кает нормально [20] с образованием обычных продуктов реакции (XXI—XXII).



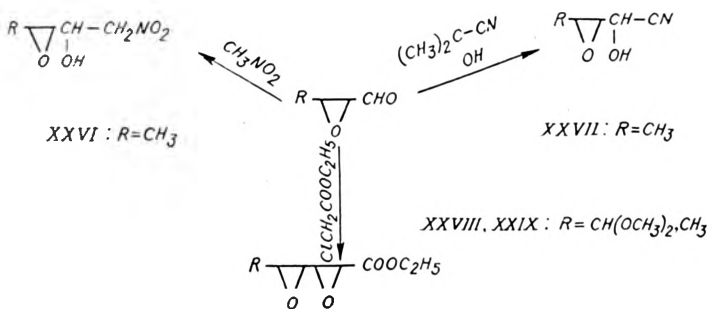
XXI — XXII : R = COOC₂H₅, CN

Яновская, Козыркин и Кучеров [13] показали, что диметилацеталь эпоксиформарового альдегида (XXIII) β-карбэтоксипоксиакроленна (XXIV) и 2,3-эпоксибутаналь (XXV) подвергаются ацетализации при действии спиртового раствора ортомуравьиного эфира, давая соответствующие ацетали.

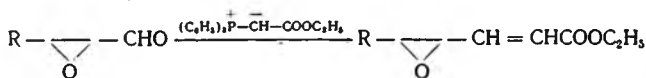


XXIII — XXV : R = CH(OCH₃)₂, COOC₂H₅, CH₃

Конденсация 2,3-эпоксибутаналь с нитрометаном в водной или спиртовой среде в присутствии поташа или этилата натрия сопровождается разрывом окисного кольца и осмолением. Однако в присутствии каталитических количеств триэтиламина реакция протекает гладко при комнатной температуре и с удовлетворительным выходом образуется 1-нитро-3,4-эпоксипентанол-2 (XXVI). Триэтиламин при этом оказался лучшим катализатором конденсации 2,3-эпоксибутаналь с ацетонциангидрином, приводящей к нитрилу 3,4-эпокси-2-оксипентановой кислоты (XXVII). Оксираны (XXIII, XXV) вступают в реакцию с этиловым эфиром хлоруксусной кислоты в присутствии метилата натрия с образованием этиловых эфиров 6,6-диметокси-2,3,4,5-диэпокси- и 2,3,4,5-диэпоксигексановых кислот (XXVIII, XXIX).



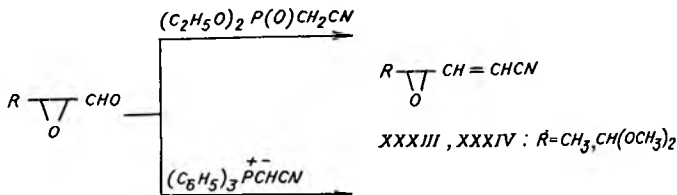
Оксираны (XXIII—XXV) вступают также в реакцию Виттига с устойчивыми фосфоранами и фосфонатами, давая продукты конденсации по альдегидной группе с сохранением окисного цикла [21]. Взаимодействием их с карбэтоксиметилтрифенилфосфораном получены этиловые эфиры 4,5-эпоксигексен-2-овой (XXX) 6,6-диметокси-4,5-эпоксигексен-2-овой (XXXI) и 5-карбэтокси-4,5-эпоксипентен-2-овой (XXXII) кислот.



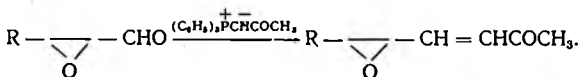
XXX — XXXII : R = CH₃, CH(OCH₃)₂, COOC₂H₅

Реакцией оксиранов XXIII, XXV с диэтиловым эфиром цианметилфосфоновой кислоты и цианметилтрифенилфосфораном получены ни-

трилы 4,5-эпоксигексен-2-овой (XXXIII) и 6,6-диметокси-4,5-эпоксигексен-2-овой (XXXIV) кислот.

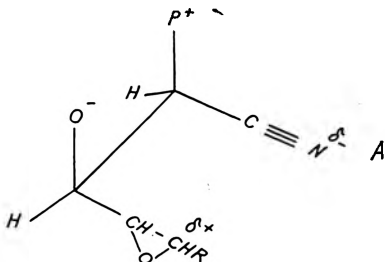


С ацетилметилтрифенилфосфораном соединения (XXIII—XXV) с хорошим выходом дают соответственно: 7,7-диметокси-5,6-эпоксигептен-3-он-2 (XXXV), 6-карбэтокси-5,6-эпоксигексен-3-он-2 (XXXVI) и 5,6-эпоксигептен-3-он-2 (XXXVII) [21].



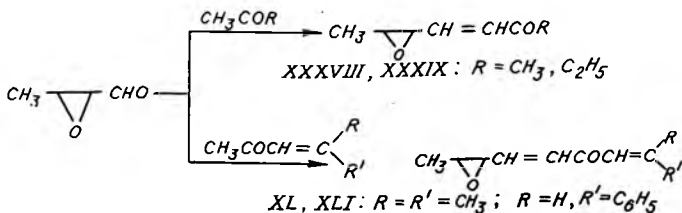
XXXV — XXXVII: R = CH(OCH₃)₂, COOC₂H₅, CH₃

Соединения (XXX—XXXII, XXXV—XXXVII) имеют транс-конфигурацию. Примесь цис-изомеров для них не превышает 5—8%. Продукты (XXXIII—XXXIV) представляют собой смесь цис- и транс-изомеров. Образование цис-изомера авторы объясняют стабилизацией промежуточного соединения (A) за счет электростатического взаимодействия нитрильной группы и звена СН—СН эпосикцикла.

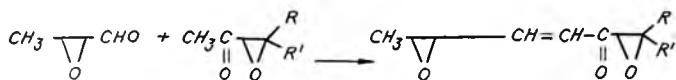


2-Формилоксираны вступают в реакцию Кляйзена — Шмидта с предельными и непредельными кетонами с образованием непредельных эпоксикетонов.

Исследовано [22] взаимодействие 2,3-эпоксибутанала с ацетоном, метилэтилкетонем, оксью мезитила и бензальацетоном. Реакция протекает легко при 0° С в присутствии 5%-ного водного раствора натрневой щелочи. Выход продуктов конденсации (XXXVIII—XLI) составляет 50—70%.

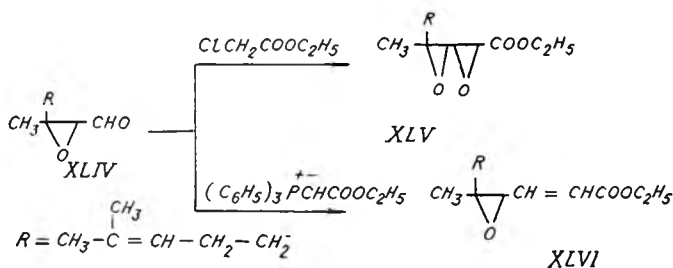


В аналогичных условиях 2,3-эпоксибутаналь реагирует с окисями бензальацетона и окиси мезитила с образованием непредельных диэпоксикетонов (XLII—XLIII).

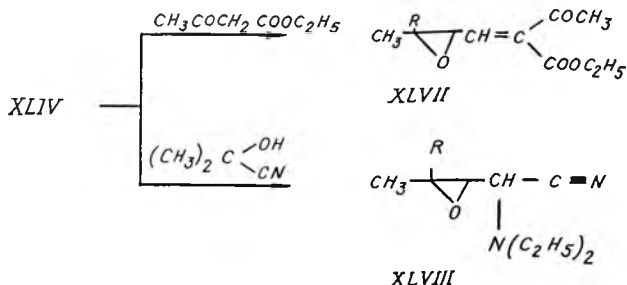


XLII, XLIII: R, R' H, C₆H₅; CH₃, CH₃

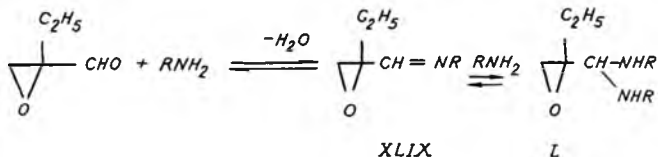
Ряд реакций конденсации по альдегидной группе описаны для окиси цитраля [18]. Эпоксид этого природного терпеноида (XLIV) с этиловым эфиром хлоруксусной кислоты и карбэтоксиметилентрифенилфосфораном дает соответственно этиловые эфиры 5,9-диметил-2,3:4,5-диэпоксидецен-8-овой (XLV) и 5,9-диметил-4,5-эпоксидекадиен-2,8-овой (XLVI) кислот.



При взаимодействии указанной окиси цитраля с ацетоуксусным эфиром в условиях межфазного катализа получается 6,10-диметил-5,6-эпокси-3-карбэтоксинундекадиен-3,9-он-2. (XLVII), а с ацетонциангидрином в присутствии диэтиламина — нитрил 4,8-диметил-3,4-эпокси-2-диэтиламинононен-7-овой кислоты (XLVIII).

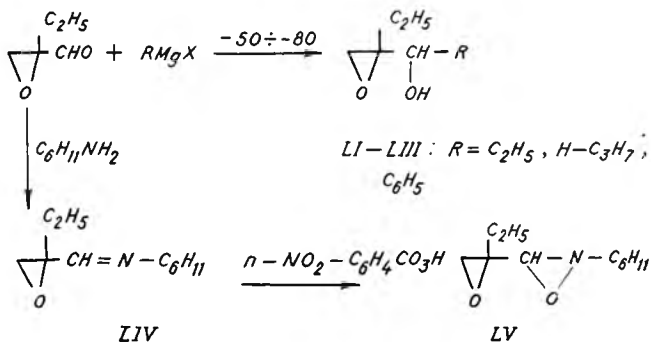


В работе [23] показано, что при взаимодействии 2-формилоксиранов с избытком первичных алифатических и особенно ароматических аминов, содержащих электронаакцепторные группы в орто-положении, кроме эпоксиальдиминов (XLIX) образуются эпокси-N, N-ацетали (L).

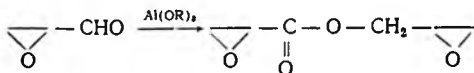


Эпокси-N, N-ацетали неустойчивы и при нагревании разлагаются на эпоксиальдимины и первичные амины. Такое превращение особенно легко идет при перегонке в вакууме.

Исследуя химическую особенность 2-этил-2-формилоксирана мы установили [24], что последний избирательно реагирует при низких температурах по альдегидной группе с реактивами Гриньяра, образуя соответствующие эпокиспирты (LI—LIII), а при взаимодействии с циклогексиламином в неводном растворителе образует эпоксиазометин (LIV), который действием п-нитронадбензойной кислоты в растворе хлористого метилена превращается с выходом 50% в 2-циклогексил-3-(2-этилоксиранил-2) оксаиран (LV), содержащий два сопряженных трехчленных гетероцикла [25].

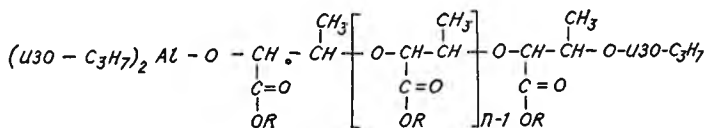


Пайн и Вильямс [26] в 1964 г. показали, что 2-формилоксиран в присутствии изопропилата алюминия по обычной реакции Тищенко превращается в 2,3-эпоксипропиловый эфир 2,3-эпоксипропионовой кислоты (LVI).



LVI

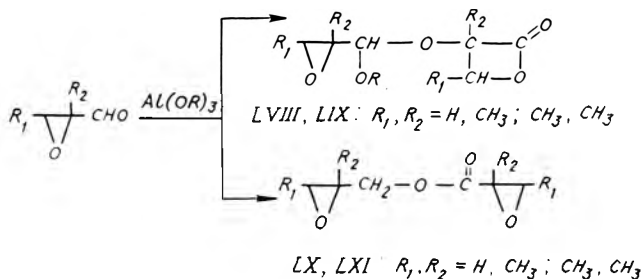
Едлинский и сотр. [27], используя в этой реакции 2-формил-3-метилоксиран наряду с обычным продуктом реакции диспропорционирования выделили полимер (LVII) состава:



LVII

То, что эпоксиальдегиды являются интересным классом мономеров, содержащих такие функциональные группы, как альдегидную и оксирановый цикл и которые хорошо полимеризуются в определенных условиях, показано в ряде других работ [28—30].

Несколько по другому протекает реакция диспропорционирования 2-формилоксиранов, если в положении 2 окисного цикла находятся электронодонорные группы [31—33]. Так, при обработке 2-метил-2-формил- и 2,3-диметил-2-формилоксиранов алкоголятами алюминия в качестве основного продукта образуются 2-(1-алкокси-2,3-эпокси-2-метилпропилокси)-2-метилпропанолиды (LVIII, LIX) наряду с обычными продуктами реакции (LX, LXI).

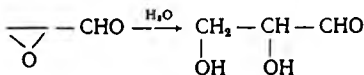


Избежать образования производных β -пропиолактона из 2-метил-2-формилоксирана можно, применив в качестве катализатора гидрид натрия [34].

Катализатором реакции Тищенко и перегруппировки в производные β -пропиолактона 2-метил-2-формилоксирана может быть и триалкилалюминий [35]. При этом выход продуктов перегруппировки составляет 23—27%, а в качестве основного продукта с выходом 41% образуется 2,3-эпокси-2-метилпропиловый эфир 2,3-эпокси-2-метилпропионовой кислоты. Отмечается, что суммарная скорость обоих процессов заметно выше для триалкилалюминия по сравнению с триалкоксиалюминием.

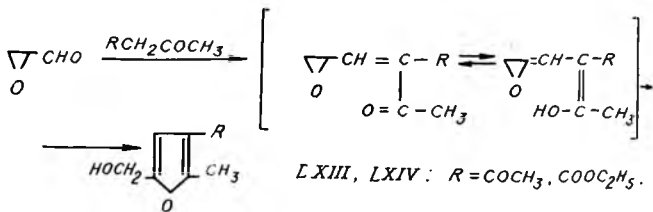
3. Реакции формилоксиранов при участии оксиранового цикла.

Реакции формилоксиранов, протекающие при участии оксиранового цикла, исследованы мало. В одном из первых своих сообщений Пайн [10] показал, что при гидролизе глицидного альдегида образуется глицериновый альдегид (LXII).

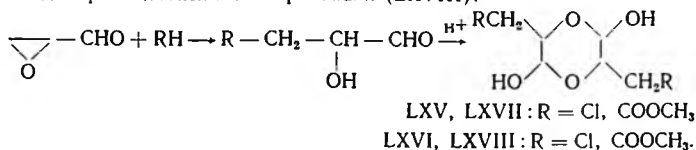


LXII

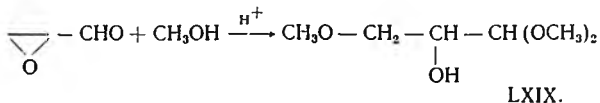
Описано своеобразное взаимодействие 2-формилоксирана с ацетил-ацетоном и ацетоуксусным эфиром в условиях реакции Кювенагеля [20]. Образующиеся вначале обычные продукты конденсации через енольную форму циклизуются в производные фурана (LXIII, LXIV).



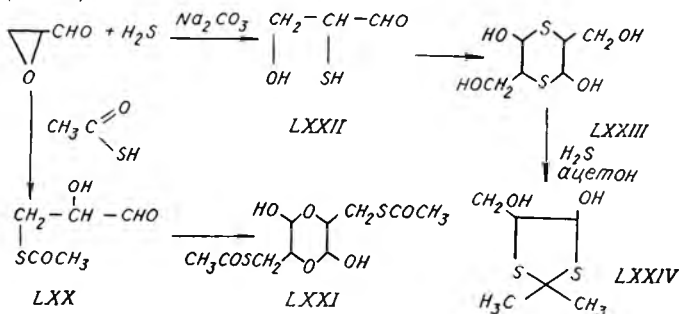
Хлористый водород при взаимодействии с глицидным альдегидом образует с количественным выходом 3-хлор-2-оксипропаналь (LXV) [20], который димеризуется в кислой среде в циклический димер (LXVI). С уксусной кислотой реакция протекает аналогично (LXVII), но очень медленно даже при кипячении. Конечным продуктом в этом случае является димер 3-ацетокси-2-оксипропанола (LXVIII).



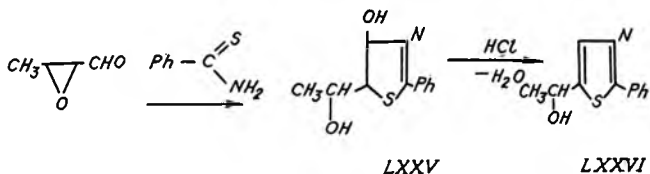
С метанолом в кислой среде глицидный альдегид образует с выходом 77% диметилацеталь 3-метокси-2-оксипропанола (LXIX).



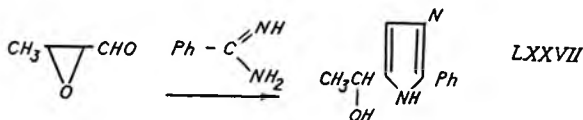
Сэлливан и Вильямс [36] показали, что при действии на глицидный альдегид тиоуксусной кислоты эпоксидный цикл раскрывается со стороны β-углеродного атома. Образующийся 2-окси-3-ацетилтиопрופןаль-1 (LXX) димеризуется в (LXXI). Сероводород в водно-ацетоновом растворе раскрывает оксирановый цикл глицидного альдегида наоборот, причем промежуточный 3-меркапто-2-оксипропаналь (LXXII) превращается через димер (LXXIII) в 2,2-диметил-5-окси-4-оксиметил-1,3-дитиолан (LXXIV).



Взаимодействие 2-формил-3-метилоксирана с бензтиоамидом при нагревании в этилацетате приводит к образованию 4-гидрокси-5-(1-гидроксиэтил)-2-фенил-2-тиазолина (LXXV), который при действии соляной кислоты дегидратируется в производное тиазола (LXXVI) [37].

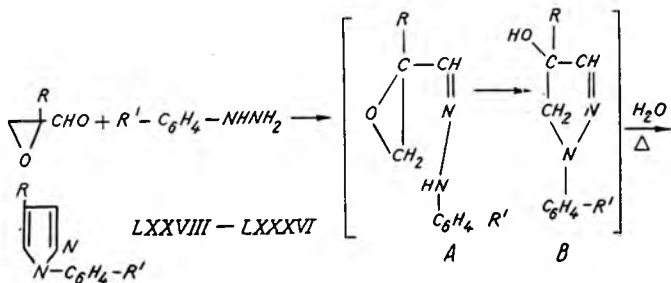


Аналогично солянокислый бензамидин реагирует с указанным оксираном в метаноле в присутствии метилата натрия, образуя 5-(1-гидроксиэтил)-2-фенилмидазол (LXXVII) [37].



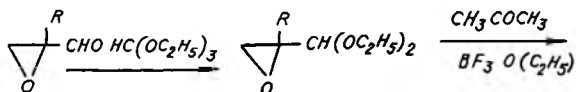
На основе 2-алкиламещенных формилоксиранов при взаимодействии их с фенилгидразином и его замещенными в ароматическом ядре в мягких условиях с препаративным выходом могут быть получены 1-арил-4-алкилпиразолы.

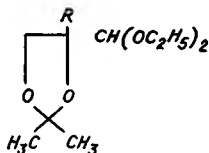
Несомненно, что реакция при этом протекает через стадию образования арилгидразонов (А) формилоксиранов. Последние внутримолекулярно циклизируются в промежуточные 4-оксипиразолины (В), дегидратирующиеся в 1-арил-4-алкилпиразолы (LXXVIII—LXXXVI), труднодоступные при получении другими методами и лежащие в основе ряда биологически активных препаратов [38].



$\text{R}, \text{R}' = \text{CH}_3, \text{H}; \text{C}_2\text{H}_5, \text{H}; \text{C}_3\text{H}_7, \text{H}; \text{U3O} \text{---} \text{C}_3\text{H}_7, \text{H}; \text{CH}_3, \text{o-CH}_3;$
 $\text{CH}_3, \text{p-CH}_3; \text{C}_2\text{H}_5, \text{o-CH}_3; \text{C}_2\text{H}_5, \text{p-CH}_3; \text{U3O} \text{---} \text{C}_3\text{H}_7, \text{o-CH}_3.$

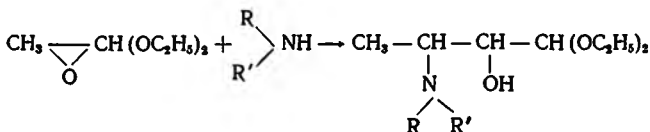
Окисный цикл 2-алкил-2-формилоксиранов может быть расширен до 1,3-диоксоланового (LXXXVII, LXXXVIII) после защиты альдегидной группы, переводом ее в диэтилацетальную [39].





LXXXVII, LXXXVIII: $R = \text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5$.

Аналогичную защиту применяют и при нуклеофильном аминолизе эпоксицикла 2-формилоксиранов. Яновская и сопр. [40, 41] изучили взаимодействие 2,3-эпоксибутанала с аммиаком, первичными аминами (метиламин, этиламин, н-гексиламин, бензиламин) и вторичными аминами (диметиламин, диэтиламин).



LXXXIX

Раскрытие окисного цикла указанными аминами идет таким образом, что образуются ацетали 2-окси-3-аминобутанала (LXXXIX) эритро-конфигурации. Небольшое количество трео-изомера выделено только в случае диэтиламина.

Взаимодействие диэтилацетала 2-этил-2-формилоксирана с первичными и вторичными аминами идет также структурно избирательно и с высоким выходом образуются ацетали 2-окси-2-этил-3-аминобутанала [24].

ЛИТЕРАТУРА

1. Прилежаев Н. А. Органические перекиси и применение их для окисления непредельных соединений.— Варшава, 1912.
2. Weitz E., Scheffler A.— Ber., 1921, B. 54, S. 2327.
3. Kornfeld E. C., et al.— J. Am. Chem. Soc., 1956, v. 78, p. 3087.
4. Zimmerman H. E., Singer L., Thyagarajan.— J. Am. Chem. Soc., 1959, v. 81, p. 108.
5. Payne G. B.— J. Am. Chem. Soc., 1958, v. 80, p. 6461.
6. Bunton, Minkoff J. J.— J. Chem. Soc., 1949, p. 665.
7. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф.— ЖОХ, 1971, т. 45, с. 2326.
8. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Сытин В. Н.— ЖОХ, 1977, т. 13, с. 347.
9. Jedlinski Z., Majnusz J.— Collected Papers of Silesian Institute of Technology, 1964, v. 106, p. 197.
10. Payne G. B.— J. Am. Chem. Soc., 1959, v. 81, p. 4901.
11. Payne G. B., Williams P. H.— J. Org. Chem., 1961, v. 26, p. 250.
12. Payne G. B.— J. Org. Chem., 1960, v. 25, p. 275.
13. Яновская Л. А., Козыркин Б. И., Кучеров Л. К.— Изв. АН СССР. Сер. хим. наук, 1966, № 9, с. 1595.
14. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Гринкевич В. Г., Суббоч В. П.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1978, № 1, с. 28.
15. Schaer C.— Helv. Chim. Acta, 1958, v. 41, № 75, p. 614.
16. Kogl F., Veldstra H.— Ann. 1942, S. 552.
17. Olstein Rita, Stephenson Emily F. M.— Australian J. of Chem., 1979, v. 32, № 7, p. 1596.
18. Самсонова В. Н., Покатило Л. И. Новые методы синтеза и исследования орг. соед., ч. 2.— Рукопись деп. в ОНИИТЭХИМ г. Черкассы. № 3047—79. Деп. от 24.09.79.
19. Schulte-Elte K. H., Muller B. L., Pamingle H.— Helv. Chim. Acta, 1979, v. 62, p. 816.
20. Williams P. H., Payne G. B., Sullivan W. J., Vann Ess P. R.— J. Am. Chem. Soc., 1960, v. 82, p. 4883.
21. Козыркин Б. И., Яновская Л. А., Кучеров В. Ф.— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1966, № 4, с. 683.

22. Садых-Заде С. И., Курбанов С. Б., Пашаев З. М., Абдулаев А. С.— Докл. АН Аз. ССР, 1977, т. 33, № 9, с. 19.
23. Тищенко И. Г., Гринкевич В. Г.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1980, № 1, с. 30.
24. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар П.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1980, № 3, с. 18.
25. Тищенко И. Г., Гринкевич В. Г.— ХГС, 1979, № 5, с. 707.
26. Payne G. B., Williams P. H.— Пат. США. N 3136788, 1964.
27. Jedlinski Z., Majnusz J.— Makromol Chem., 1972, p. 155.
28. Furukawa J., Saegusa T.— «Special lectures at the international Symposium of Macromolecular Chemistry», Butterworths, London, 1962, p. 401.
29. Sullivan W. J., Williams P. H.— Пат. США N 3067175, 1962.
30. Sullivan W. J.— Пат. США. № 3067174, 1962.
31. Jedlinski Z., Rybezyk J., Janik S.— Macromol. Chem., 1975, v. 176, p. 905.
32. Jedlinski Z., Kowalezuk M.— J. Org. Chem., 1979, v. 44, p. 222.
33. Jedlinski Z., Kowalezuk M.— Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Chim., 1979, v. 27, p. 191.
34. Klecan T., Rybezyk M., Jedlinski Z.— Roczn. Chem., 1974, v. 48, p. 401.
35. Jedlinski Z., Kowalezuk M.— Synthesis, 1979, N 11, p. 900.
36. Sullivan W. J., Williams P. H.— J. Org. Chem., 1960, v. 25, p. 2138.
37. Eiichi Haruki, Shoichi Izumita, Eiji Imoto— J. Chem. Soc. Japan, 1965, v. 86, p. 942.
38. Раевский К. С., Батулин Ю. М.— Фармакол. и токсикол., 1963, № 5, с. 551.
39. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар П.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 2, с. 70.
40. Яновская Л. А., Козыркин Б. И., Кучеров Л. К.— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1966, № 5, с. 919.
41. Козыркин Б. И., Яновская Л. А., Кучеров Л. К.— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1966, № 9, с. 1669.

Поступила в редакцию
04.04.81.

Кафедра органической химии

УДК 581.15 : 575.125-631

В. С. АНОХИНА

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ГЕНЕТИКЕ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ КУЛЬТУР

В материалах XXVI съезда КПСС указывается на необходимость решения важнейших научных проблем, в том числе «...выведение высокопродуктивных сортов растений, пород животных и культур полезных микроорганизмов...», а также «...познание механизма физиологических, биохимических, генетических и иммунологических процессов жизнедеятельности» [1].

Успешное развитие селекции сельскохозяйственных культур, как важнейшего средства научно-технического прогресса в земледелии, невозможно без совершенствования существующих и разработки новых методов и приемов селекции растений, без познания закономерностей изменчивости и наследственности основных хозяйственно-ценных признаков, генетических и других особенностей развития растений.

Современной генетикой разработан ряд методов, которые дают возможность создавать разнообразный исходный материал для отбора и ускоряют процесс выведения новых сортов. Применение некоторых приемов позволило резко повысить урожайность многих культур.

Начало генетических исследований в Белгосуниверситете имени В. И. Ленина связано с формированием в 1954 г. под руководством акад. ВАСХНИЛ и АН БССР Н. В. Турбина кафедры дарвинизма и генетики. В это время были организованы и первые генетические лаборатории в АН БССР, которые вошли позже в Институт генетики и цитологии. Здесь под руководством акад. Н. В. Турбина были возобновлены генетические исследования, ранее проводившиеся акад. АН БССР А. Р. Жебраком.

Основным научным направлением кафедры первоначально было изучение биологии оплодотворения у сельскохозяйственных растений и разработка теории гетерозиса. Исследования в этом направлении начали канд. биологических наук Е. И. Заливская, доц. А. И. Палилов, канд. биологических наук В. П. Дуброва.

Были получены новые экспериментальные данные по биологии оплодотворения самоопыляющихся и перекрестноопыляющихся растений, в частности, о биологическом эффекте опыления растений пыльцесмесями и механизме взаимодействия пыльцы [2, 3]. В опытах с различными видами самоопыляющихся растений (ячмень, пшеница, горох, фасоль, томаты, махорка, лен, мак) было установлено, что эти растения не являются строгими самоопылителями. Дополнительное опыление растений таких культур дает биологически полезный эффект, свидетельствующий о наличии взаимодействия своей и чужой пыльцы в процессе оплодотворения [3, 7]. Вскрытые генетические причины самонесовместимости у ржи [8, 9] и роли дополнительного опыления у самоопыляющихся растений положены в основу объяснения путей формирования повышенной урожайности и разработки методов селекции этих культур.

Проблема гетерозиса давно привлекает внимание исследователей. К началу 70-х годов предложены гипотезы объяснения причин данного явления и достигнуты определенные успехи в разработке эффективных приемов гетерозисной селекции.

Успехи, достигнутые в селекции гибридной кукурузы, стимулировали интерес исследователей к поискам аналогичных способов практического применения гетерозиса у других культурных растений. Необходима была и дальнейшая работа по изучению генетической основы гетерозиса, создание общей теории гетерозиса, способной объяснить различные проявления этого явления. В связи с этим на кафедре были начаты исследования генетической природы гетерозиса, а также высокоурожайных гетерозисных форм сельскохозяйственных растений [10—16].

В результате исследований теории и практики гетерозиса Н. В. Турбиным [17] предложена новая генетическая концепция, основанная на теории генетического баланса, согласно которой гетерозис является результатом суммарного эффекта сходного действия разнородных генетических процессов и не может быть объяснен одним только типом взаимодействия наследственных факторов, одной генетической причиной — доминирования или сверхдоминирования генов.

Дальнейшее развитие эта гипотеза получила в работах сотрудников Института генетики и цитологии АН БССР акад. Л. В. Хотылевой, чл.-кор. АН БССР В. Е. Бормотова, д-ра биологических наук А. Н. Палиловой, кандидатов биологических наук Л. Н. Каминской, Н. В. Атрашенок, А. И. Палилова и др. [17—30]. В работах сотрудников кафедры и Института генетики и цитологии АН БССР под руководством акад. Н. В. Турбина были уточнены методики оценки комбинационной способности сортов и линий кукурузы на основе их свободного переопыления, предложена математическая модель и схемы анализа комбинационной способности, учета роли факторов среды при оценке комбинационной способности исходного материала в селекции гетерозисных гибридов. Разработан и экспериментально проверен метод реципрокной селекции межлинейных гибридов с использованием межсортовых скрещиваний, дающий существенный экономический эффект в создании высокопродуктивных форм. Продолжается изучение вопросов математической возможности моделирования явления гетерозиса, количественной оценки некоторых его параметров, генетической природы гетерозиса и совершенствования методов селекции гетерозисных гибридов [19—24, 27].

Следует отметить, что генетическая природа гетерозиса еще не совсем ясна, разрабатываются новые приемы оценки компонентов гибридизации на общую и специфическую комбинационную ценность, изучается влияние гетерозиготности по отдельным генам на эффект гетерозиса. Для повышения эффективности гетерозиса в настоящее время исполь-

зуются также явления цитоплазматической мужской стерильности и самонесовместимости, которые активно изучаются генетически и цитологически и берутся на вооружение селекционерами [31].

При решении селекционных задач важная роль принадлежит отдаленной гибридизации, которая позволяет сочетать в одном организме разнообразный набор генов и является мощным резервом комбинационной изменчивости. Доказана ее роль в эволюции многих видов растений. Однако общеизвестны и трудности в отдаленной гибридизации: низкая завязываемость зерен, пониженная жизнеспособность гибридных семян, стерильность гибридов первого поколения. Это обусловило постановку на кафедре целой серии исследований по разработке методов преодоления нескрещиваемости и повышения плодовитости отдаленных гибридов у пшеницы [32—36] и других культур [37, 38]. В дальнейших работах д-ра биологических наук В. И. Банникова (Дубровой) и кандидатов биологических наук Л. А. Дыленок, Т. С. Шилко, М. С. Морозика, Л. Н. Каминской и других показана роль цитогенетических и цитохимических методов в изучении генетических закономерностей отдаленных гибридов у зерновых культур и возможных путей их улучшения.

Практическому использованию теоретических основ селекции, предложенных акад. Н. И. Вавиловым, посвящена серия работ чл.-кор. АН БССР проф. кафедры А. Н. Ипатьева и его учеников кандидатов биологических наук М. К. Тимошенко (Зуй), Т. И. Шарепо [39, 49] и др. Ими получены новые данные по закономерностям наследования признаков у овощных и плодовых культур [44, 45] при скрещивании эколого-отдаленных форм. Выявленное проявление эффекта гетерозиса во втором поколении гибридов подтверждает возможность практического решения проблемы закрепленного гетерозиса [26]. Различия по продуктивности у гибридов в зависимости от подбора родительских компонентов реципрокных скрещиваний у гороха и томатов положены в основу разработки путей увеличения выхода гетерозисных гибридов и предложенных методов получения гибридных семян без предварительной кастрации материнских растений [43, 44]. Вскрыты некоторые физиологические причины гетерозисного эффекта [45] и связи между размером клеток, темпами клеточного деления и высотой растений гетерозисных форм. Это позволило разработать цитологические критерии оценки гибридных растений и наиболее эффективные методы их получения [46—49].

Широко используются в селекции растений полиплоидные формы: высокопродуктивные и сахаристые триплоиды сахарной свеклы, широкое распространение получают работы по созданию синтетических популяций из разных сортов тетраплоидной ржи, более урожайных и устойчивых к полеганию. С успехом возделывается на полях сорт тетраплоидной ржи Белта, распространяется сорт тетраплоидного клевера, районирован тетраплоидный редис, проходят сортоиспытания новые формы сахарной свеклы и овощных культур. Возможности полиплоидии далеко не исчерпаны, в дальнейшей разработке нуждаются и методы получения, оценки и отбора перспективных полиплоидных форм. Эти вопросы нашли отражение в работах канд. биологических наук, доцента кафедры Е. И. Тарасевич, кандидатов биологических наук А. Ф. Стельмаха, С. А. Павлюкович и др. [29, 50, 51], выполненных под руководством академиков Н. В. Турбина и А. Р. Жебрака. В плане решения проблемы создания исходного материала для селекции необходимо было разработать методы получения полиплоидных форм высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы, ряда овощных культур (редис, огурцы, салат) и изучить биологические и физиолого-биохимические особенности получения тетра- и триплоидных гибридов и их родительских форм [29, 52—54].

Главное внимание в этих исследованиях сосредоточено на анализе генетических особенностей полиплоидной свеклы, редиса, определении наследуемости некоторых показателей продуктивности диплоидной и тетраплоидной свеклы. Получены новые данные об особенностях измен-

чивости, наследуемости и корреляций в развитии признаков у полиплоидной свеклы, о роли анеуплоидии в снижении продуктивности полиплоидных форм, сделаны рекомендации по повышению эффективности отбора в полиплоидных популяциях. Выделены лучшие триплоидные гибридные комбинации сахарной свеклы, превосходящие по сбору сахара лучшие районированные сорта более чем на 15%.

Сравнительный анализ морфологических, цитохимических, биохимических, цитогенетических показателей позволил заключить, что полиплоидные формы — перспективный исходный материал для создания сортов, однако успехи работы зависят от выбора культуры [53—56].

Среди методов селекционной работы выделяется экспериментальный мутагенез. В ряде учреждений имеются большие коллекции мутантов разных культур, как ценный исходный материал для селекции, успех которой во многом определяется шириной генофонда исходного материала. В связи с этим использование всех имеющихся в науке средств для создания генетически измененных форм представляет бесспорный интерес, чем и объясняется постановка на кафедре исследований по решению некоторых теоретических и практических вопросов мутагенеза. В серии работ, выполненных В. С. Анохиной, Е. И. Тарасевич [57—65], доказана разная реакция на экспериментальное воздействие физическими (рентген, γ - и УФ-лучи) и химическими (НММ, ЭМ, колхицин) факторами форм, различающихся по уровню плоидности, происхождению и генотипам [59, 62—64]. Более широкий спектр изменчивости полиплоидов значительно расширяет возможности отбора.

Значительное место в научных исследованиях кафедры занимают работы д-ра биологических наук проф. А. В. Константинова и его учеников (А. Л. Врублевского, М. С. Морозика, Т. А. Сауткиной, Нгуен Чан Тьена) по экспериментальному изучению гаметогенеза у культурных растений [66, 69, 72, 73, 75], особенностей механизма мейоза у покрытосеменных растений в норме и при экспериментальном воздействии с использованием цитохимических и цитогенетических методов [69, 74].

Проф. А. В. Константиновым и его аспирантами были обобщены данные по изучению мега- и микроспорогенеза, развитию женского и мужского гаметофита у различных растений в связи с их продуктивностью. В результате установлен ряд специфических особенностей цитозембриологических процессов у гибридов и их родительских форм в норме и при воздействии физиологически активными веществами [66, 68—72].

В течение ряда лет на кафедре дарвинизма и генетики проводились исследования митотического и мейотического циклов у 26 разных видов и форм покрытосеменных растений.

Одновременно с цитологическими и кариологическими методами использовался метод цитофотометрии, позволяющий определять количество различных соединений в клеточных структурах.

Экспериментально изучались следующие вопросы: 1) сравнительная морфологическая характеристика соматических клеток и мейоцитов; 2) цитохимический анализ нуклеиновых кислот и основных белков в митотическом и мейотическом циклах; 3) особенности нарушений мейоза у некоторых видов, инбридных линий и гибридов покрытосеменных; 4) нарушения мейоза при различных химических воздействиях, рассчитанных на изменение нуклеинового или белкового обмена мейоцитов; 5) выяснение возможности индукции конъюгации гомологичных хромосом и редукции их числа в соматических клетках.

Полученные данные позволили заключить, что причинами нарушений в мейозе при смене способов опыления (само- и перекрестноопыления), инбридинге у различных гибридов и амфидиплоидов является изменение функционирования генов, детерминирующих процессы, определяющие подготовку к мейозу, гомологичную конъюгацию и формирование веретена делений [75].

При экспериментальном воздействии на мейоз в пыльниках ряда покрытосеменных растений различными химическими агентами (некто-

рые соли, щелочь, ферменты, наркотики и антибиотики) с последующим цитохимическим и цитологическим анализом микроспороцитов было установлено, что изменение белкового обмена в предмейотический период с большой частотой до 70% индуцировало асинапсис. Это указывает на особое значение белкового компонента хромосом для гомологичной конъюгации [68—70, 73].

В опытах по индукции гомологичной конъюгации и реакции числа хромосом показано, что наибольшая частота этих явлений обеспечивается при угнетении синтеза основных белков, т. е. при разобщении по времени периодов синтеза ДНК и гистонов.

Результаты эксперимента позволили по-новому подойти к пониманию механизмов конъюгации хромосом, а доказательство возможности индукции гомологичной конъюгации в соматических клетках подтверждает наличие генетической связи между митозом и мейозом, а также может явиться основой разработки методов получения гаплоидных клеток, а затем растений, что является крайне важным для практической селекции при получении чистотельного исходного материала [69, 74].

В решении актуальной задачи сельского хозяйства — увеличении зернового производства — важное место занимает тритикале, используемая в качестве зернофуражной, кормовой и зерновой культуры. Повышенное внимание к тритикале объясняется тем, что этот гибрид обладает рядом ценных признаков, не присущих пшенице и ржи (зимостойкость, устойчивость к некоторым болезням, возможность выращивания на бедных песчаных почвах и др.) и в то же время имеет высокое качество зерна. В настоящее время в ряде стран уже имеются производственные посевы пшенично-ржаных амфидиплоидов (АД). Однако зерно тритикале в основном используется на корм скоту и для технических целей, потенциальные возможности этого злака остаются нереализованными в результате неизученности метаболических процессов и особенно причины нарушений мейоза. Разработка эффективных методов устранения нарушений мейоза и повышения фертильности тритикале, программированный синтез и селекция АД возможны только после выяснения метаболических, физиолого-биохимических особенностей мейотического цикла и его генетического контроля.

На кафедре дарвинизма и генетики изучение тритикале проводится с 1965 г. канд. биологических наук М. С. Морозиком, с 1978 г. доц. Е. И. Тарасевич, канд. биологических наук М. К. Тимошенко и др. Результаты этих работ были доложены на Республиканской межвузовской конференции молодых ученых (Минск, 1970), Третьем Всесоюзном совещании по полиплоидии (Минск, 1970) и продемонстрированы на Всесоюзном симпозиуме «Половой процесс и эмбриогенез растений» (Москва, 1973), на Третьем съезде БОГИС в июне 1976 г. [76—79].

Наиболее интересные результаты получены при фотометрическом определении количества ДНК, РНК и гистонов в мейоцитах тритикале, в результате чего была показана незавершенность синтеза ДНК в интерфазе мейотического цикла. У АД наблюдается выраженная интенсификация синтеза РНК в П I по сравнению с исходными формами, но сама по себе эта активность невысока ни в интерфазе, ни в профазе I.

Таким образом, у АД замедлена общая синтетическая активность в предмейотической интерфазе и, вероятно, часть синтеза, который в норме протекает в интерфазе, переносится на профазу I, где синтетическая активность клеток возрастает, но не достигает нормы.

Согласно гипотезе «преждевременности мейоза» в ее новом варианте у пшеницы и ржи синтез гистонов в предмейотической интерфазе не завершается, что является одним из важных факторов для нормальной конъюгации хромосом. Завершенность синтеза гистонов в микроспорах АД, вероятно, одна из причин нарушения нормальной конъюгации хромосом в мейозе. Однако большинство хромосом АД конъюгирует в условиях практически полного завершения синтеза гистонов предмейотической интерфазы.

Впервые выявленное нарушение синтеза гистонов в микроспориоцитах, возможно, является одной из основных причин асинопсиса и десинапсиса [73, 78, 79], что подтверждается данными по количеству гистонов различными методами у разных форм (т. е. абсолютные значения) и результатами определения нуклеогистонового отношения. Это «пересыщение» хромосом гистонами может препятствовать нормальному синнапсису, а нарушения нормального синтеза в П I — привести затем к десинапсису, а в конечном счете к снижению фертильности пыльцы.

Несмотря на обширные всесторонние исследования тритикале учеными многих стран и наличие в практике ряда сортов и более 900 образцов тритикале в коллекции ВИР, исследователям не удалось преодолеть некоторые недостатки, свойственные этой молодой в эволюционном отношении форме — низкую фертильность, череззерницу, полегание, морщинистость зерен, частичную ломкость колоса, слабую экологическую пластичность и др. Не решена еще проблема создания скороспелых форм тритикале, устойчивых к болезням. Тритикале — хорошая модель для экспериментального изучения особенностей функционирования геномов, фенотипическим проявлением которых является формирование конкретных признаков организма.

Для улучшения имеющихся и получения новых тритикале крайне необходимы методы ранней диагностики перспективности селекционного материала, изыскание критериев оценки новых форм. Последними могут служить некоторые морфологические и биохимические признаки, совокупность цитогенетических и цитохимических параметров, коррелируемых с элементами продуктивности.

В работах доц. Е. И. Тарасевич, канд. биологических наук. М. С. Морозика, М. К. Тимошенко, Н. В. Лугинина, Э. В. Крупновой под руководством проф. А. В. Константинова и акад. Л. В. Хотылевой показана возможность изучения функционирования геномов у тритикале и других аллополиплоидов по вторичным их проявлениям путем цитоморфологического, цитохимического и биохимического анализов. Выявлены критерии оценки продуктивности растений на основе изучения цитоморфологических и, в частности, цитометрических исследований клеточных основ роста растений [80—86].

Цитофотометрическое определение количества ДНК позволило провести сравнительный анализ степени активности генома и его изменения при экспериментальных воздействиях. Выявлено различие электрофоретических спектров глиадинов ржи, тритикале и пшеницы, наличие связей в формировании отдельных элементов продуктивности тритикале с числом нарушений в митозе и на конечных этапах мейоза и изменением особенностей функционирования геномов в жизненном цикле растений по изученным параметрам. Результаты исследования позволили разработать практические рекомендации для селекции по выявлению критериев ранней диагностики перспективности гибридного материала и определить наиболее эффективные методы отбора.

Большой теоретический и практический интерес представляют исследования, начатые в 1960 г. аспиранткой В. С. Анохиной под руководством акад. ВАСХНИЛ и АН БССР Н. В. Турбина по изучению причин «перерождения» кормового люпина [87—96]. В них впервые были вскрыты генетические причины этого явления, наносящего значительный ущерб семеноводству этой ценной культуры. Показано, что нормальное восстановление синтеза алкалоидов возможно при гибридизации некоторых кормовых сортов, являющихся по отношению друг к другу неаллельными мутантами вследствие комплементарного эффекта взаимодействия генов алкалоидности. Этот эффект осуществляется постепенно в ходе онтогенеза гибридных растений.

Последующее изучение этого явления позволило выделить группы кормовых сортов (совместимые, несовместимые, расщепляющиеся) по наличию или отсутствию эффекта комплементарности по признаку алкалоидности при их гибридизации и составить карту-схему [92], позво-

ляющую распределить все исследуемые сорта по группам комплементации. Результаты этих исследований положены в основу генетической характеристики признака алкалоидности узколистного люпина [93] и разработку практических рекомендаций семеноводству по устранению «перерождения» кормовых форм в алкалоидные.

С 1975 г. по заданию Госкомитета по науке и технике Совета Министров СССР на кафедре группой научных сотрудников были продолжены генетические исследования культуры люпина с целью разработки теоретических основ его селекции и семеноводства. В этом отношении большую теоретическую и практическую ценность имеют выявленные пути блокирования синтеза алкалоидов и механизмы восстановления этого процесса, показана зависимость между накоплением алкалоидов и формированием ряда других показателей у культуры люпина (фертильность пыльцы, продуктивность растений и семян, синтез аминокислот, белка, морфологические признаки, генотипы сортов и гибридов) [94, 97, 98].

Для практики сельского хозяйства имеет важное значение вывод о постепенном восстановлении биосинтеза алкалоидов в гибридном поколении несовместимых сортов и у сложных гибридов, на котором основаны рекомендации о необходимости неоднократной апробации алкалоидности растений в их онтогенезе в семеноводческих и селекционных посевах люпина. Восстановление путей алкалоидного синтеза у гибридных форм за счет снятия блока генов или перераспределения алкалоидного комплекса у гибридов в направлении усиленного синтеза более токсичных алкалоидов выдвигает необходимость разработки экспресс-методов определения количества каждого алкалоида в растениях люпина [97—103].

Впервые показано наличие определенной (положительной или отрицательной) зависимости ряда количественных признаков у люпина, что явилось основой для разработки рекомендаций по проведению отбора у сортов и гибридов и может быть использовано при создании модели высокопродуктивного растения кормового люпина.

Учитывая роль культуры люпина в плане решения проблемы кормового белка, крайне отрывочные сведения по генетике хозяйственно-ценных признаков, а также необходимость разработки новых методов селекции, сотрудники отдела цитогенетики растений (канд. биологических наук А. Г. Купцова, Л. С. Козлова, Г. А. Федорова, Э. В. Крупнова) под руководством доц. В. С. Анохиной в период с 1978 по 1980 гг. впервые провели наиболее полное и всесторонне генетическое изучение количественных признаков и корреляций между ними у 57 сортов и 60 гибридов узколистного и желтого люпина. Была модифицирована методика количественного анализа нового алкалоида люпина — грамина. Впервые изучены характер наследования и изменчивости количественного содержания хинолизидиновых алкалоидов и грамина в ходе онтогенеза гибридных растений, а также количественное отношение отдельных компонентов алкалоидного комплекса в зависимости от генотипа сортов и гибридов люпина. Закончено изучение генетико-статистических параметров, характеризующих комбинационную способность сортов желтого люпина, гетерозис и трансгрессию хозяйственно-ценных признаков у гибридов F_1 — F_3 люпина этого вида [100—108].

На основе анализа комбинационной способности сортов, генетических параметров изменчивости и наследуемости, степени фенотипических корреляций разработаны теоретические основы методов генетической диагностики перспективности исходного материала для селекции. Это позволяет дать оценку гибридного материала на ранних этапах селекции и своевременно провести браковку нежелательных форм.

Полученные результаты по генетике хозяйственно-важных признаков положены в основу создания генетических моделей перспективных сортов люпина, а выделенные ценные трансгрессивные формы и сорта с высокой комбинационной способностью будут использованы в качест-

ве исходного материала при выведении новых форм люпина, сочетающих высокую продуктивность, скороспелость, устойчивость к болезням с высокими кормовыми качествами, а также высокогетерозисных гибридов желтого и узлолистного люпина.

Начатые исследования по генетике хозяйственно важных признаков люпина с применением дналлельного анализа и разработка методов получения положительных рекомбинантов по продуктивности, скороспелости, безалкалоидности и устойчивости растений к фузариозу будут положены в основу получения в XI пятилетке нового исходного материала для селекции перспективных для Белорусской ССР сортов кормового люпина. Будет закончен генетический анализ полиморфизма популяций растений люпина и выделены доноры высокой продуктивности, безалкалоидности, скороспелости и устойчивости к фузариозу. Для этого сконцентрированы усилия всех сотрудников отдела и большинства сотрудников кафедры.

Сформировавшиеся основные направления и полученные результаты научных исследований в университете по генетике растений: биология оплодотворения растений, использование методов индуцированного мутагенеза, полиплоидии и отдаленной гибридизации для расширения спектра наследственной изменчивости при создании перспективного селекционного материала, теория и практика гетерозиса, цитогенетическое изучение митоза и мейоза, генетика количественных и качественных признаков люпина и тритикале являются научной основой для выполнения важных народнохозяйственных задач — разработки теоретических основ селекции растений, создания перспективных сортов и гибридов зерновых и зернобобовых культур, решения проблемы растительного кормового белка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы XXVI съезда КПСС: Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года.— М., 1981, с. 146.
2. Палилов А. И., Палилова А. Н., Федирчук В. Д., Алехнович В. С.— Уч. зап. БГУ им. В. И. Ленина, 1957, вып. 37, с. 115.
3. Палилов А. И., Демидова Г. Ф., Ивашкевич Т. М. Там же, с. 223.
4. Палилов А. И., Лобочкая Л. И., Анохина В. С.— Весті АН БССР. Сер. біял. навук, 1964, № 2, с. 46.
5. Палилов А. И., Мушнская Л. Т., Демидова Г. Д.— В сб.: Дарвинизм и генетика.— Минск, 1959, т. 2, с. 71.
6. Палилов А. И., Дуброва В. П., Карабанова Т. А. и др. Там же, с. 99.
7. Алехнович В. С. Там же, с. 133.
8. Суриков И. М.— Уч. зап. БГУ им. В. И. Ленина, 1957, вып. 37, с. 213.
9. Суриков И. М.— Бюл. Ин-та биологии за 1958 г.— Минск, 1960, вып. IV, с. 174.
10. Турбин Н. В., Лобочкая Л. И., Куницкий Е. А.— Уч. зап. БГУ им. В. И. Ленина, 1957, с. 255.
11. Лобочкая Л. И.— В сб.: Дарвинизм и генетика.— Минск, 1959, т. 2, с. 177.
12. Лобочкая Л. И. Там же, с. 195.
13. Турбин Н. В., Вахтин Ю. Б. Там же, с. 21.
14. Мечковская П. А.— Материалы республиканской межвузовской конференции молодых ученых по естественным наукам.— Минск, 1970, с. 120.
15. Турбин Н. В., Кедрова-Зихман Л. В.— Бюл. Ин-та биологии за 1958 г.— Минск, 1960, вып. 4, с. 154.
16. Турбин Н. В., Атрашенок Н. В. Там же, с. 158.
17. Гетерозис: Сб. статей. / Под ред. Н. В. Турбина.— Минск, 1961.
18. Турбин Н. В., Володин В. Г., Савченко В. К.— В сб.: Экспериментальный мутагенез.— Минск, 1967, с. 100.
19. Вопросы генетики и селекции: Сб. статей.— Минск, 1970.
20. Генетика гетерозиса: Сб. статей.— Минск, 1964.
21. Вопросы экспериментальной генетики: Сб. статей.— Минск, 1965.
22. Хотылева Л. В. Селекция гибридной кукурузы. / Под ред. Н. В. Турбина.— Минск, 1965.
23. Турбин Н. В., Хотылева Л. В. Использование гетерозиса в растениеводстве: Обзор.— М., 1966.
24. Генетические основы селекции гетерозисных популяций: Сб. статей. / Под ред. Н. В. Турбина.— Минск, 1971.
25. Бормотов В. Е., Турбин Н. В. Экспериментальная полиплоидия и гетерозис у сахарной свеклы.— Минск, 1972.

26. Палилов А. И. Многократный гетерозис.— Минск, 1976.
27. Турбин Н. В., Хотылева Л. В., Тарутинна Л. А. Диплоидный анализ в селекции растений.— Минск, 1974.
28. Турбин Н. В., Хотылева Л. В., Каминская Л. Н. Периодический отбор в селекции растений.— Минск, 1976.
29. Бормотов В. Е., Стельмах А. Ф. Полиплоидия и гетерозис в селекции сахарной свеклы: Обзор литературы.— М., 1970.
30. Палилова А. Н. Цитоплазматическая мужская стерильность у растений. / Под ред. Н. В. Турбина.— Минск, 1969.
31. Генетические и цитологические исследования ядерной и цитоплазматической наследственности: Сб. статей.— Минск, 1973.
32. Дуброва В. П.— Уч. зап. БГУ им. В. И. Ленина, 1957, вып. 37, с. 237.
33. Дуброва В. П., Желудева В. П., Кондылева Т. С.— В сб.: Дарвинизм и генетика.— Минск, 1959, т. 2, с. 143.
34. Дуброва В. П., Дыленок Л. А., Каминская Л. Н. Там же, с. 159.
35. Дуброва В. П.— Вестн АН БССР. Сер. биол. наук, 1957, № 2, с. 47.
36. Банишкова В. П.— В кн.: Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений в Белоруссии.— Минск, 1961, с. 63.
37. Палилов А. И., Анохина В. С., Матусевич Б. И. Там же, с. 175.
38. Палилов А. И., Тарасевич Е. И., Анохина В. С. Ботаника, исследование.— Минск, 1964, вып. 4, с. 102.
39. Ипатьев А. Н.— Уч. зап. БГУ им. В. И. Ленина, 1957, вып. 37, с. 41.
40. Ипатьев А. Н.— Докл. АН БССР, 1962, т. 6, № 1, с. 19.
41. Ипатьев А. Н., Никитина Л. В. и др. Ботаника.— Минск, 1966, с. 51.
42. Шарепов Т. И.— В сб.: Экспериментальная ботаника.— Минск, 1966, с. 82, 88.
43. Зуй М. К. Там же, с. 91, 102.
44. Ипатьев А. Н.— В кн.: Биология и агротехника с.-х. культур.— Горки, 1967, с. 29.
45. Ипатьев А. Н., Зуй М. К., Шарепов Т. И. Там же, с. 21.
46. Зуй М. К.— Материалы научной конференции по проблемам генетики, селекции и семеноводства растений.— Горки, 1969, с. 102.
47. Ипатьев А. Н., Тимошенко М. К.— В сб.: науч. трудов БСХА.— Горки, 1970, с. 11.
48. Шарепов Т. И.— В кн.: Генетика и цитология.— Минск, 1970, с. 34.
49. Тимошенко М. К. Там же, с. 44.
50. Тарасевич Е. И. и др. Там же, с. 22, 27.
51. Павлович С. А. Там же, с. 16.
52. Турбин Н. В. и др.— В кн.: Селекция и семеноводство с.-х. растений в Белоруссии.— Минск, 1961, с. 139.
53. Полиплоидная сахарная свекла: Сб. статей.— Минск, 1966, с. 220.
54. Тарасевич Е. И.— Тез. докл. II Всесоюз. совещания по полиплоидии.— Л., 1963, с. 18.
55. Тарасевич Е. И.— В кн.: Генетика и цитология.— Минск, 1970, с. 95, 10.
56. Тарасевич Е. И. и др. Там же, с. 86, 102.
57. Тарасевич Е. И. Механизмы биол. действия иониз. излучений.— В кн.: Материалы 2 Республ. конф.— Львов, 1969, с. 117.
58. Тарасевич Е. И.— Докл. АН БССР, 1961, т. 5, № 10, с. 131.
59. Тарасевич Е. И.— Тез. докл. 3 Всесоюз. совещания по полиплоидии.— Минск, 1970, с. 86.
60. Тарасевич Е. И.— Материалы I Республ. конф. по проблемам генетики и селекции.— Минск, 1969, с. 166.
61. Тарасевич Е. И.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1971, № 2, с. 30; 1972, № 2, с. 31; 1974, № 3, с. 29.
62. Тарасевич Е. И.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1977, № 3, с. 68.
63. Анохина В. С.— В кн.: Генетика и цитология.— Минск, 1970, с. 75.
64. Анохина В. С. и др. Там же, с. 67, 69.
65. Анохин А. С., Анохина В. С.— Вестн АН БССР. Сер. биол. наук, 1971, № 3, с. 56.
66. Константинов А. В., Шарепов Т. И.— В кн.: Генетика и цитология.— Минск, 1970, с. 170.
67. Константинов А. В. и др. Там же, с. 176, 182.
68. Константинов А. В. Там же, с. 191.
69. Константинов А. В. Там же, с. 161, 170, 176, 182, 199.
70. Константинов А. А., Тимошенко М. К., Шарепов Т. И.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1974, № 3, с. 34; 1975, № 1, с. 33.
71. Константинов А. В.— Тез. докл. IV Совещания эмбриологов.— Л., 1963, с. 17.
72. Константинов А. В., Врублевский А. Л., Морозик М. С.— Докл. АН БССР, 1967, № 8, с. 731.
73. Константинов А. В., Кохнюк П. Я., Морозик М. С.— Тез. докл. III Всесоюз. симпозиума по структуре и функциям клеточного ядра.— Киев, 1970, с. 110.
74. Константинов А. В. Мейоз.— Минск, 1971.
75. Нгуен Чан Тьен, Константинов А. В.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1978, № 2, с. 30.

76. Морозик М. С.—Материалы Республ. межвуз. конф. молод. ученых по естеств. наукам.—Минск, 1970, с. 32.
77. Кохнюк П. Я. Там же, с. 118.
78. Морозик М. С., Константинов А. В.—Тез. докл. III Всесоюз. совещ. по полиплоидии.—Минск, 1970, с. 103.
79. Морозик М. С., Константинов А. В.—Там же, с. 147.
80. Тарасевич Е. И.—В сб.: Генетика продуктивности с.-х. культур.—Минск, 1978, с. 125.
81. Тарасевич Е. И.—Тез. докл. конф. «Адаптация и рекомбинация у культурных растений.—Кишинев, 1979, с. 68.
82. Тарасевич Е. И.—В сб.: Изменчивость и отбор.—Минск, 1980, с. 149.
83. Тарасевич Е. И.—Тез. докл. на VI Всесоюз. симпозиум по структуре и функциям клеточного ядра.—Харьков, 1980, с. 110.
84. Морозик М. С., Тимошенко М. К., Морозов Е. И. и др. Там же, с. 111.
85. Тарасевич Е. И. и др.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1976, № 3, с. 66; 1977, № 3, с. 68.
86. Морозик М. С., Тимошенко М. К., Морозов Е. И. и др.—Тез. докл. 3 конф. по теорет. вопросам мутагенеза.—Вильнюс, 1980, с. 93.
87. Турбин Н. В., Анохина В. С.—Бюл. МОИП, отд. биол., 1963, № 1, с. 116.
88. Турбин Н. В., Мироненко А. В., Анохина В. С. и др.—Докл. АН СССР, 1964, т. 155, № 2, с. 911.
89. Анохина В. С.—Материалы науч. конф. по пробл. генетики, селекции, семеноводства растений. Секц. кормовых культур.—Горки, 1969, с. 40.
90. Анохина В. С. и др.—В сб.: Генетика и цитология.—Минск, 1970, с. 54.
91. Турбин Н. В., Анохина В. С. и др. Там же, с. 61.
92. Турбин Н. В., Анохина В. С. и др.—В сб.: Проблемы экспериментальной генетики.—Минск, 1972, с. 45.
93. Турбин Н. В., Анохина В. С.—В кн.: Селекция, семеноводство и приемы возделывания люпина.—Орел, 1974, с. 109.
94. Турбин Н. В., Анохина В. С., Купцова А. Г.—С.-х. биология, 1972, № 5, т. 8, с. 659.
95. Турбин Н. В., Анохина В. С.—Селекция и семеноводство сельскохоз. растений на генетических основах: Тез. докл. 2 съезда ВОГиС.—М., 1972, с. 236.
96. Турбин Н. В., Анохина В. С.—Докл. ВАСХНИЛ, 1973, № 3; 1972, № 2, с. 2.
97. Анохина В. С., Купцов Н. С., Купцова А. Г.—В кн.: Генетика продуктивности с.-х. культур.—Минск, 1978, с. 119.
98. Анохина В. С. и др.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1979, № 1, с. 81; 1981, № 1, с. 33.
99. Анохина В. С. и др.—В сб.: Изменчивость и отбор.—Минск, 1980, с. 235.
100. Козлова Л. С., Анохина В. С., Купцова А. Г. Там же, с. 165.
101. Анохина В. С. и др.—Сельскохозяйств. биология, 1980, т. 15, № 1, с. 111.
102. Анохина В. С.—Матер. 3 съезда ВОГиС, т. 1: Генетика и селекция растений.—Л., 1977, с. 28.
103. Купцова А. Г.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1978, № 1, с. 41.
104. Анохина В. С., Купцова А. Г., Федорова Г. А. Формирование и коррелятивная зависимость отдельных элементов продуктивности у сортов желтого и узколистного люпина в различных погодных условиях.—Рукопись деп. в ВИНТИ, № 1158—78. Деп. от 04.04.78.
105. Анохина В. С.—Тез. докл. на XIV МГК.—М., 1978, ч. 2, с. 62.
106. Анохина В. С., Купцова А. Г., Козлова Л. С. Взаимосвязь между содержанием белка и алкалоидов в вегетативных органах и семенах кормового и горького люпина.—Рукопись деп. в ВИНТИ, № 1978—78. Деп. от 04.04.78.
107. Анохина В. С., Козлова Л. С., Федорова Г. А.—Адаптация и рекомбинация у культурных растений: Тез. докл. конф.—Кишинев, 1979, с. 47.
108. Купцов Н. С., Купцова А. Г., Анохина В. С.—В сб.: Исследование роли биологически активных факторов в экспериментальном мутагенезе.—Саранск, 1979, с. 60.

УДК 91(09)(476)

В. А. ЖУЧКЕВИЧ, О. Ф. ЯКУШКО

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ В БЕЛОРУССКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

До создания географического факультета Белорусского государственного университета территория Белоруссии была слабо изучена, а первые описания ее природы были сделаны учеными Москвы, Петер-

бурга и других крупных научных центров задолго до Октябрьской революции¹. Следует отметить, что в первые годы своей работы молодой географический факультет еще не располагал нужными научными силами и материальной базой для серьезных исследований, однако уже вскоре после войны он получил известность как центр развития ландшафтоведения, физико-географического районирования, геоморфологии, климатологии, географии почв. Заведующий кафедрой физической географии СССР В. А. Дементьев создал ландшафтную школу, которая разработала теоретические и научно-практические вопросы современного ландшафтоведения [1]. Проф. В. А. Дементьевым и его учениками (О. Ф. Якушко, Л. Н. Вознячук) заложены основы физико-географического и геоморфологического районирования Белоруссии. С конца 50-х годов ландшафтные исследования принимают планомерный характер и охватывают постепенно всю территорию республики. Складываются основные направления работ: полевое картографирование ландшафтов и создание ландшафтных карт разных масштабов, разработка вопросов теории ландшафтов, прикладного ландшафтоведения. В процессе полевых исследований были разработаны и апробированы методика ландшафтного картирования для карт разных масштабов, выявлена морфологическая структура типичных ландшафтов БССР. Итогом многолетних полевых исследований явилось создание ландшафтной карты республики в масштабе 1:600000 (Г. И. Марцинкевич, Н. К. Клицунова, Г. Т. Хараничева, Л. В. Логинова). Сплошной съемкой было охвачено 70 тыс. км². Составление ландшафтной карты позволило разработать классификацию ландшафтов, выявить их структуру, произвести ландшафтное районирование. Основными единицами, полученными отражение на карте, являются роды и виды ландшафтов. На территории БССР выявлено 17 родов и около 30 видов ландшафтов. В распределении ландшафтов обнаружены черты зональности и провинциальности. Составленная общенаучная ландшафтная карта в границах административных районов и областей подготовлена к опубликованию. Прикладные вопросы ландшафтоведения, связанные с потребностями народного хозяйства, развивались в нескольких направлениях. Это ландшафтно-рекреационные, агроландшафтные, ландшафтно-индикационные, связанные с территориальными планировками и ландшафтно-индикационные, связанные с территориальными планировками и ландшафтно-антропогенным прогнозом (Г. И. Марцинкевич, Н. К. Клицунова, А. Н. Мотузко, В. Г. Синякова). Результаты внедрены в практику и использованы в институтах Белгоспроект, Минскпроект, БелНИИградостроительства, БелНИИгипросельстроя. В Белгипроводхозе материалы ландшафтных исследований использованы при составлении ТЭО инженерных мероприятий по защите от затопления и мелиорации поймы р. Припять.

Новым направлением в ландшафтных исследованиях является изучение антропогенных ландшафтов и их бонитировка. Эта работа выполнена О. Ф. Якушко и Г. И. Марцинкевич совместно с сотрудниками кафедры ландшафтоведения и охраны природы Софийского университета П. В. Петровым и А. С. Велчевым. Предложена классификация антропогенных ландшафтов Белоруссии и Болгарии, составлены соответствующие карты.

Одновременно на кафедре физической географии СССР большое значение получили работы по изучению климата, климатических ресурсов БССР с точки зрения использования их в сельском хозяйстве. Основателем этого научного направления А. Х. Шклярю проанализирован и обобщен накопленный системой Гидрометеослужбы БССР и частично опубликованный ранее материал по климату Белоруссии, дана исчерпывающая характеристика территории Белоруссии в отношении раз-

¹ Эти вопросы освещены в ст.: В. А. Жучкевич. Физическая география в Белоруссии за 60 лет.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1978, № 3, с. 14.

вития природы и культурных растений в тесной связи с физико-географическими особенностями республики. Это позволило разработать агроклиматическое районирование БССР и детально осветить климатические ресурсы выделенных на территории республики агроклиматических районов [2].

Под руководством А. Х. Шкляра было начато изучение микроклимата Белоруссии, которое успешно продолжают его ученики П. А. Ковриго, Н. П. Хомицкий, В. А. Еремина. В 70-х годах были изучены особенности теплового баланса и влажности торфяно-болотных и минеральных почв Белорусского Полесья, а также выявлены специфические особенности микроклимата на мелиорированных почвах. Установленная количественная связь составляющих теплового и водного баланса вегетационного периода с продукцией естественного растительного покрова (С. М. Зубов) [3] дала возможность применить данные климатических наблюдений для оценки возможных урожаев многолетних трав на территории Белоруссии. Исследования по проблемам лесотипологических характеристик ведутся также на кафедре физической географии материков и океанов (Г. Я. Рылюк, И. П. Галай).

В послевоенные годы на географическом факультете широкое развитие получили почвенные и почвенно-мелиоративные исследования под руководством акад. АН БССР И. С. Лупиновича и чл.-кор. АН БССР А. Г. Медведева, которые создали классификацию почв БССР, разработали бонитировку почв, первые схемы мелиорации торфяно-болотных почв. Их многочисленные ученики на кафедре почвоведения и геологии, а также в Проблемной научно-исследовательской лаборатории мелиорации ландшафтов успешно продолжают развивать важнейшие вопросы мелиорации и оптимизации почв на основе современных достижений науки и техники. По предложенной А. Г. Медведевым методике проведена качественная оценка почв БССР. Написанная по этой тематике группой авторов «Качественная оценка земель колхозов и совхозов Белоруссии» удостоена премии имени В. Р. Вильямса. За руководство почвенными исследованиями и участие в написании монографии «Почвы БССР» А. Г. Медведеву присуждена Государственная премия БССР. По итогам исследований за последние 15 лет аспирантами кафедры защищено 14 кандидатских диссертаций. В настоящее время успешно разрабатываются новые научные направления: мелиоративная география (В. С. Аношко) [4—6], геохимия ландшафтов (Н. К. Чертко), оценка природных ресурсов и оптимизация почв (В. И. Шабанова, Н. А. Гецевич), исследование почвообразующих пород (В. В. Стецко). По этим проблемам изданы монографии и учебные пособия. Сотрудники кафедры почвоведения и геологии ведут совместную научную работу с Белгипроводхозом, БелНИИ почвоведения и агрохимии, БелНИИ мелиорации и водного хозяйства.

Созданная в 1972 г. на географическом факультете Проблемная научно-исследовательская лаборатория мелиорации ландшафтов проводит исследования совместно с кафедрами физической географии СССР, почвоведения и геологии, геодезии и картографии. Основными направлениями исследований лаборатории являются: комплексное изучение почв, структуры почвенного покрова мелиорированных территорий и их изменения; оптимизация твердой фазы мелиорированных почв. Сотрудниками лаборатории С. М. Зайко, Л. Ф. Вашкевичем, Л. Я. Свириповским, В. М. Яцухно заложены стационары для мониторинга мелиорированных и смежных территорий в Пружанском, Малоритском, Березовском, Лунинецком, Любанском и других районах. Исходные и повторные исследования на стационарах выявили динамику природных компонентов. Составлены модели эволюции мелиорированных почв (С. М. Зайко) [7—9]. Торфяно-низкозональные почвы в результате сработки торфа эволюционируют в торфяно-глеевые дерново-глееватые, дерновые выщелочные, дерновые оглеенные внизу. Конечная стадия преобразования мелиорированных торфяных почв зависит от уровня

грунтовых вод и при их глубине 0,5—0,8 м эволюция торфяных почв останавливается на стадии дерново-перегнойно-глееватых и дерново-глееватых почв.

При переосушении итогом эволюции мелиорированных почв могут быть зональные минеральные почвы. Плодородие почв, образовавшихся после сработки торфа, зависит от подстилающей минеральной породы. На мелиорированных территориях с сочетанием торфяных и минеральных почв происходит усложнение рельефа, увеличение относительных высот и усиление контурности почв.

Изучены морфологические и химические особенности почв, образовавшихся после сработки торфа (А. В. Горблюк). Лабораторными исследованиями установлены изменения водно-физических и химических свойств мелиорированных почв по мере давности сельскохозяйственного использования (Л. Я. Свирновский, Т. А. Кудло, Д. В. Ничипорович, Л. Н. Глазкова, Т. Я. Лобач).

Проведено крупномасштабное картографирование почв мелиорированных объектов с микрозападным рельефом для экспериментального мелиоративного проектирования (В. Н. Яцужно, М. К. Алисевич). А. Г. Медведевым разработаны теоретические основы оптимизации мелиорированных торфяных и песчаных почв путем добавления глины и обогащения органическим веществом песчаных, а также и глинованием торфяных почв. В результате работ по оптимизации почв (И. П. Иванов, Г. А. Липская) увеличение урожайности зерновых и пропашных составило от 30 до 90%.

Кафедрой геодезии и картографии совместно с лабораторией мелиораций ландшафтов на стационаре, расположенном на мелиорируемых землях объекта «Верховье р. Ясельды» Пружанского района, в течение пяти лет методом повторных нивелировок ведутся работы по изучению сработки торфа. В ней принимают участие Р. А. Жмойдяк, Б. А. Медведев, А. А. Беспалый и П. П. Явид.

В творческом содружестве с Институтом почвоведения и агрохимии МСХБ, кафедрой геодезии и картографии, лабораторией мелиорации ландшафтов и кафедрой почвоведения в Кореличском районе методом повторных фототеодолитных съемок проводятся работы по изучению роста оврагов, развитию оползневых процессов в оврагах и эрозии почв.

В 60-е годы на географическом факультете возникло новое направление физической географии — озероведение. Оно концентрируется на кафедре общего земледелия под руководством О. Ф. Якушко [10, 11]. Развитие этой отрасли связано с обилием в республике озерных водоемов, слабоизученных и недостаточно освоенных в народном хозяйстве.

За прошедшие 20 лет в области лимнологии выполнены фундаментальные исследования, итоги которых послужили основой для дальнейшего развертывания работ: уточнена типизация данных отложений на основе соотношения органического и минерального вещества; изучены гидрохимические параметры озер разного типа; разработана генетическая классификация озер Белоруссии, которая дает представление о трофическом уровне озер. В области палеолимнологии определены основные этапы развития озер в позднеледниковье и голоцене. Обстоятельно изучены наиболее крупные группы и системы озер (М. В. Лавринович, Н. А. Мысливец).

Деятельность Отраслевой научно-исследовательской лаборатории озероведения (научный руководитель О. Ф. Якушко, зав. лабораторией В. А. Калечниц), созданной в 1973 г. при кафедре общего земледелия, направлена на решение научно-практических задач, связанных с рациональным использованием озер республики и их охраной в условиях интенсивной хозяйственной деятельности.

Итогом работы большой группы сотрудников (О. К. Мельников, А. Н. Рачевский, В. Г. Миронов, М. А. Мелешко, С. И. Гаврилов, Б. П. Власов и др.) явился подготовленный в 1981 г. справочник, вклю-

чающий комплекс сведений по 400 озерам. Материалы лаборатории нашли широкое применение при разработке мелноративных схем юга и севера республики, путей межбассейновой переброски речных вод, строительства озер-водохранилищ для сельского хозяйства и энергетического использования. В создании справочника активное участие принимали студенты-географы.

Новые исследования в области лимнологии ведутся Ю. Н. Емельяновым, В. П. Романовым, Г. С. Гигевич, Н. П. Пряхиной и другими по проблеме антропогенных нарушений лимнических систем, испытывающих интенсивные техногенные нагрузки (оз. Нарочь, Браславская группа озер и др.).

Значительные по размаху и новизне комплексные исследования водохранилищ проводятся группой сотрудников кафедры общего землеведения (Г. М. Базыленко, П. С. Лопух, В. А. Пидопличко и др.) под руководством В. М. Широкова. Лимнологи Белгосуниверситета имени В. И. Ленина тесно сотрудничают с Институтом геохимии и геофизики АН БССР, Институтом озероведения АН СССР.

Физико-географы Белгосуниверситета имени В. И. Ленина разработали ряд спецкурсов, важных для подготовки специалистов в различных отраслях народного хозяйства. Спецкурсы содержат результаты новейших исследований в области взаимодействия и прогнозирования в системе «Человек — окружающая среда», охраны природы, рационального использования земельных и водных ресурсов [12]. По этим же проблемам изданы монографии, учебники и учебные пособия [13].

Большую организаторскую роль в развитии географических наук играет Географическое общество БССР, объединившее географов республики.

Физико-географы БГУ имени В. И. Ленина выполнили ряд важных научных работ на территории Советского Союза и за рубежом: В. А. Деметьев в Корее, В. Г. Завриев во Вьетнаме, С. Д. Бачурин в Алжире и т. д. За послевоенные годы в университете были защищены 72 кандидатские и 4 докторские диссертации по географическим и смежным наукам.

Ряд важных научных проблем физической географии и смежных наук изучается в научно-исследовательских институтах АН БССР и других учреждениях в сотрудничестве с географическим факультетом Белгосуниверситета имени В. И. Ленина. Так, в Институте геохимии и геофизики АН БССР развивается палеогеографическая школа акад. АН БССР Г. И. Горецкого, его соратников и учеников: М. М. Цапенко, Н. А. Махнач, Л. Н. Вознячука, Г. К. Хурсевич, С. Ф. Зубовича, Я. К. Еловичева и др. [14—16], в лабораториях геохимии ландшафтов (акад. АН БССР К. И. Лукашев [17]), рационального природопользования (А.А. Хомич), динамики ландшафтов (А. В. Матвеев) этого института разрабатываются проблемы геохимии ландшафтов, техногенных нарушений природных комплексов, геоморфологии и современных геоморфологических процессов.

Выпускники географических факультетов БГУ имени В. И. Ленина работают во многих научных и учебных учреждениях Белоруссии и вносят свой вклад в изучение природы республики, рациональное использование ее богатств.

В 11-й пятилетке перед физико-географами Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина открываются новые перспективы. Охрана природы, рациональное природопользование, решение вопросов конструктивной географии — все это требует активного участия советских географов в решении насущных проблем народного хозяйства.

Вместе с географами других вузов и научных учреждений географы Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина активно включаются в работу по выполнению задач, поставленных в решениях XXVI съезда КПСС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзяменсьеў В. А., Раманоўскі М. Т. Геаграфія Беларускай ССР.— Мінск, 1952.
2. Шкляр А. Х. Климатические ресурсы Белоруссии и их использование в сельском хозяйстве.— Минск, 1973.
3. Зубов С. М. Природные комплексы и продуктивность растительности СССР.— Минск, 1978.
4. Аношко В. С. Географические основы мелиорации.— Минск, 1974.
5. Аношко В. С. Мелиоративная география Белоруссии.— Минск, 1978.
6. Аношко В. С., Мееровский А. С. Справочник по мелиоративной географии.— Минск, 1981.
7. Зайко С. М. Проблемная научно-исследовательская лаборатория мелиораций ландшафтов.— Минск, 1975.
8. Зайко С. М., Чертко Н. К. Методика и некоторые результаты изучения процессов в песчано-болотных геосистемах Белорусского Полесья. Изучение геосистем.— Иркутск, 1974.
9. Зайко С. М., Вашкевич Л. Ф., Свириновский Л. Я. Изменение структуры почвенных мелиорированных территорий.— Минск, 1981.
10. Якушко О. Ф. Озероведение. География озер Белоруссии.— Минск, 1981.
11. Якушко О. Ф. Белорусское Поозерье.— Минск, 1971.
12. Марцинкевич Г. И. Использование природных ресурсов и охрана природы.— Минск, 1977.
13. Зубов С. М. Физическая география СССР: ч. 1-3.— Минск, 1965, 1967, 1971.
14. Цапенко М. М., Махнач Н. А. Антропогенные отложения Белоруссии.— Минск, 1959.
15. Вознячук Л. Н.— В кн.: Проблемы палеогеографии антропогена Белоруссии.— Минск, 1973.
16. Гурский Б. Н. Нижний и средний антропоген Белоруссии.— Минск, 1974.
17. Лукашев К. И. Геология четвертичного периода.— Минск, 1971.

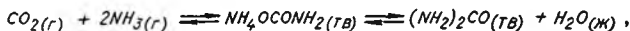


УДК 549.117/127+541.123

В. А. ЛИШНЕВСКИЙ, Т. А. МАДЗНЕВСКАЯ

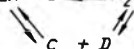
КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ РЕАКЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ ТВЕРДОГО КАРБАМАТА АММОНИЯ ИЗ ГАЗОВ

На свойстве углекислого газа реагировать с аммиаком с образованием карбамата аммония ($\Delta H_{298}^{\circ} = -38,32$ ккал; $\Delta S_{298}^{\circ} = -103,43$ э. е.), который затем сравнительно легко отщепляет молекулу воды ($\Delta H_{298}^{\circ} = 6,26$ ккал; $\Delta S_{298}^{\circ} = 2,03$ э. е.):



основано крупнотоннажное производство карбамида [1-3].

В общем виде процесс можно представить схемой: $2A + B \rightleftharpoons A_2B$



Хотя этот способ синтеза карбамида открыт А. И. Базаровым еще в 1868 г. и с 1922 г. применяется в азотной промышленности (первое упоминание о карбамате аммония относится к 1809 г.) [4], в научном плане эти реакции остаются малоисследованными процессами, несмотря на их громадное и все возрастающее прикладное значение. В частности, кинетика и механизм реакции образования карбамата аммония до сих пор практически не изучены. Имеющиеся в литературе данные по этой реакции отрывочны и не дают четкого представления о ее закономерностях.

Согласно [4], сухая газовая смесь $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$ при обычных температурах и давлениях реагирует медленно, а при более тщательной осушке исходных газов вообще никакой заметной реакции не наблюдается в течение 24 ч. По данным Вант-Гоффа [5], порядок реакции ниже третьего. Реакция ускоряется при увеличении поверхности сосуда, в присутствии осадка карбамата, а также водяных паров (при добавке 4 вес. % паров воды скорость примерно удваивается). Присутствие же паров спирта в газовой смеси тормозит реакцию, тогда как значительное количество воздуха не оказывает влияния на скорость. Покрытие стенок стеклянного сосуда пленкой машинного масла уменьшает скорость реакции примерно в шесть раз. Действие паров воды не связано с образованием карбоната или бикарбоната аммония, так как в системе $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$ (1:1:1) сначала весьма быстро образуется карбамат аммония, который затем очень медленно переходит в бикарбонат.

Важно подчеркнуть, что попытки обнаружить молекулы карбамата аммония непосредственно в газовой фазе при давлении стехиометрической смеси 0,2—5 атм и $t = 20 - 180^\circ\text{C}$ не привели к успеху [6].

По данным Фрежака [7], скорость реакции (почасовая) при постоянном давлении газовой смеси вначале медленно растет с повышением

температуры, проходит через максимум, а затем резко уменьшается, достигая нуля, когда давление диссоциации карбамата становится равным давлению исходной смеси. Энергия активации реакции 2,42 ккал/моль. Скорость реакции пропорциональна квадрату общего давления стехиометрической смеси и описывается уравнением $X = aS(P^2 - P_1^2)$, где $\lg a = B - 530/T$; X — вес образовавшегося за 1 ч карбамата, г; S — величина реакционной поверхности, см²; P — рабочее давление, атм; P_1 — давление диссоциации карбамата при температуре T , атм; B — константа, величина которой зависит от природы поверхности и изменяется от 0,35 до 0,4.

В [7] указывается также, что реакция, медленная при обычных условиях, становится практически мгновенной при давлении порядка 100 атм и температуре порядка 150 °С. Заметим, что при $t = 130-150$ °С и $P = 100$ атм в системе $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$ не исключено образование жидкой фазы за счет частичной конденсации смеси на стенке или в объеме (для чистого аммиака: $t_{\text{крит}} = 132,4$ °С, $P_{\text{крит}} = 111$ атм). Поэтому реакция в этих условиях может инициироваться стадией образования зародышей жидкости в сжатой смеси и в действительности протекать в жидкой фазе, в том числе в расплаве или на поверхности расплава карбамата после накопления последнего.

Дальнейшее более глубокое изучение кинетики и механизма стадий образования карбамата аммония и последующей реакции дегидратации должно способствовать нахождению оптимальных условий синтеза карбамида и усовершенствованию существующих технологических схем и может привести к созданию новых, более эффективных способов производства карбамида. Исследование этих реакций представляет и большой самостоятельный интерес.

Целью данной работы являлось изучение кинетики реакции образования твердого карбамата аммония из газов и обратной реакции распада. Изучено влияние на скорость прямой реакции следующих факторов: температуры (от 20 до -78 °С), давления исходной газовой смеси (39,9 — 133 гПа), величины поверхности реакционного сосуда, присутствия твердого продукта [8, 9].

Экспериментальная часть

Опыты проводили в стеклянной вакуумной установке, позволяющей получать разрежение до $1,33 \cdot 10^{-6}$ гПа. Исходные газы подвергали многократной низкотемпературной перегонке в вакууме, причем использовали только среднюю фракцию. Чтобы исключить влияние возможных следов примесей с малой упругостью паров, особенно влаги, газы для опытов отбирали при низких температурах из предварительно сконденсированного состояния. В пределах чувствительности хроматографа ХЛ-4 газы не содержали примесей.

В качестве реакционного сосуда использовали стеклянную ловушку диаметром 3,2 см, которую предварительно откачивали до $1,33 \cdot 10^{-4}$ гПа, а затем термостатировали соответствующей охлаждающей смесью. Температуру измеряли пентановым термометром с точностью ± 1 °С. После охлаждения нижней части ловушки в нее вводили заранее приготовленную газовую смесь, не реагирующую при комнатной температуре. За скоростью реакции следили по изменению давления с помощью ртутного манометра. Точность измерения давления $\pm 0,665$ гПа. Количество смеси, которое при данной температуре опыта необходимо отобрать в перепускной объем, чтобы после ее вбрасывания в реакционный сосуд и охлаждения до температуры стенок сосуда в системе (манометр, перепускной объем, охлажденная ловушка) в отсутствие реакции установилось определенное исходное давление газов, определяли заранее. Для этого проводили специальные опыты с отдельными газами, когда реакция отсутствует, и падение давления вызывается только изменением объема и охлаждением части газа. Эти опыты показали также, что при используемых нами давлениях и температурах, в том числе и в случае,

когда ловушку не охлаждали, время установления показаний ртутного манометра составляет около 8 с. Так как это время не зависит от температуры, оно характеризует инерционность ртутного манометра. Газы приобретают температуру стенок ловушки за время меньше 1 с. При изучении реакции показания манометра в первые 8—10 с не учитывали.

Отметим, что при наших условиях (поверхность охлажденной части сосуда 200 см^2 ; общий объем газовой смеси 660 см^3 ; P смеси = $109,06 \text{ гПа}$) убыль давления в $1,33 \text{ гПа}$ (1 мм рт. ст.) соответствует образованию на стенке пленки продукта толщиной порядка $5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$ (~ 100 монослоев), если считать, что пленка равномерно образуется на всей охлажденной поверхности.

О влиянии различных факторов на реакцию судили по начальным скоростям, когда обратной реакцией в первом приближении можно пренебречь, и по скоростям при определенной глубине превращения. Значения скоростей находили путем графического дифференцирования кинетических кривых.

При изучении реакции разложения использовали образцы карбамата аммония, полученные в ходе прямой реакции. После термостатирования ловушки с образовавшимся на стенках слоем карбамата аммония насосом выкачивали паровую фазу, перекрывали кран, а затем снимали показания манометра во времени.

Результаты и их обсуждение

Взаимодействие газообразной смеси $\text{NH}_3 + \text{CO}_2$ происходит в соответствии с приведенным выше стехиометрическим уравнением. Продуктом реакции является карбамат аммония, который образуется в виде белой пленки на стенках охлажденной части сосуда. Идентификацию продукта проводили с помощью элементного анализа, путем записи ИК спектров, измерения давления его насыщенных паров при различных температурах, анализа состава насыщенных паров и продуктов полного разложения методами ИК спектроскопии и газовой хроматографии.*

Влияние температуры на скорость реакции при постоянном давлении исходной стехиометрической газовой смеси изучали в интервале от 20 до -78°C . Давление исходных смесей $109,06 \text{ гПа}$. Чтобы исключить влияние возможной конденсации аммиака в такой смеси при -78°C , были проведены также опыты со смесями при давлении $71,82 \text{ гПа}$, в которых парциальное давление аммиака меньше давления его насыщенных паров при -78°C ($58,52 \text{ гПа}$) и конденсация невозможна. Полученные в этих опытах кинетические кривые приведены на рис. 1. Видно, что начальная скорость и скорость при определенной глубине превращения возрастают с понижением температуры. Эффективная энергия активации суммарной реакции отрицательна и составляет не менее -21 кДж/моль . Об ускорении реакции с понижением температуры говорит, в частности, и следующий факт. Если газовую стехиометрическую смесь, находящуюся при комнатной температуре, вымораживать на поверхность стекла, охлаждаемого жидким азотом, то при скорости вымораживания примерно $10^{18} \text{ молекул/см}^2 \cdot \text{с}$ реакция проходит в виде периодических вспышек (длительность вспышек — сотые доли секунды) непосредственно во время конденсации смеси при температуре, близкой к температуре жидкого азота [8—11]. Таким образом, экспериментальные результаты не согласуются с данными Фрежака. Скорость реакции возрастает с понижением температуры вплоть до -78°C . По-видимому, нет никаких веских оснований ожидать, что при более высоких температурах или давлениях экспериментальная зависимость скорости этой реакции от температуры будет соответствовать левой ветви кривой Фрежака.

С целью выяснения вопроса, является ли реакция гомогенной или ге-

* В опытах по идентификации продукта принимали участие Г. М. Целовальникова и В. Н. Науменко.

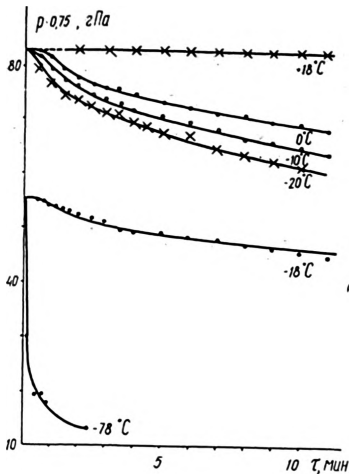


Рис. 1. Кинетические кривые изменения общего давления газовой смеси $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$ в результате реакции образования твердого карбамата аммония при различных температурах

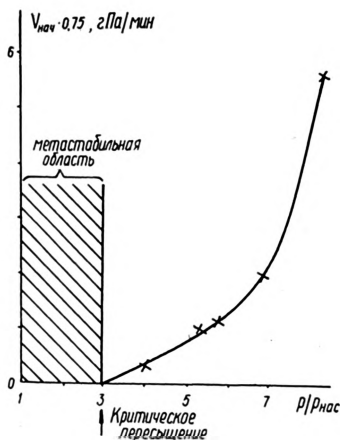


Рис. 2. Зависимость начальной скорости образования карбамата аммония от пересыщения газовой фазы при 0°C

терогенной, и изучения влияния величины поверхности реакционного сосуда на скорость реакции проведены опыты с набивкой сосуда. Найденно, что начальная скорость реакции возрастает с увеличением отношения S/V . Эти данные свидетельствуют о том, что реакция является гетерогенной и протекает не в газовой фазе, а на поверхности реакционного сосуда. Реакция может зародиться либо на отдельных участках поверхности, на которых адсорбированные газы находятся в сконденсированном состоянии, либо в тонком поверхностном слое (атмосфере) сжатых газов или жидкого раствора, если поверхностные силы являются дальнедействующими.

О гетерогенном и автокаталитическом характере реакции говорит также S-образный характер кинетических кривых (см. рис. 1) и влияние осадка твердого карбамата аммония. Например, в чистом сосуде при 20°C и исходном давлении газовой смеси 109,06 гПа ($P_{\text{нас}}$ карбамата = 82,46 гПа) реакция вовсе не идет в течение 2,5 ч. За 14 ч изменение давления составило всего 5,32 гПа. Если же опыт проводить в присутствии пленки конечного продукта на стенках сосуда, то изменение давления в 5,32 гПа достигается за 18 мин, т. е. примерно в 47 раз быстрее. При 0°C и давлении смеси 41,895 гПа ($P_{\text{нас}} = 16,492$ гПа) реакции не наблюдалось в течение 2 ч. Следовательно, при небольших пересыщениях (1,3 при 20°C и 2,6 при 0°C) никакой заметной реакции может не наблюдаться в течение нескольких часов. Для протекания реакции требуется определенная степень пересыщения газовой фазы (3 при 0°C). Влияние пересыщения на скорость реакции при 0°C показано на рис. 2.

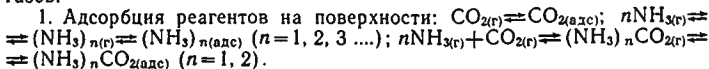
Отсутствие реакции при 20° и 0°C при небольших степенях пересы-

щения и ее резкое ускорение в присутствии конечного твердого продукта указывают на определяющую роль процесса зародышеобразования новой фазы на начальной стадии реакции. Из результатов этих опытов и из кинетических кривых (см. рис. 1) следует также, что для рассматриваемой реакции характерен период индукции $\tau_{\text{инд}}$, во время которого образуются в достаточном количестве и растут зародыши новой фазы и продолжительность которого сильно зависит от степени пересыщения и температуры. Укажем, что в условиях наших опытов (см. методику) за время $\tau_{\text{инд}}$, в течение которого $\Delta P = 0 \pm 0,665$ гПа, в действительности на стенке может образоваться пленка продукта со средней толщиной до 50 монослоев.

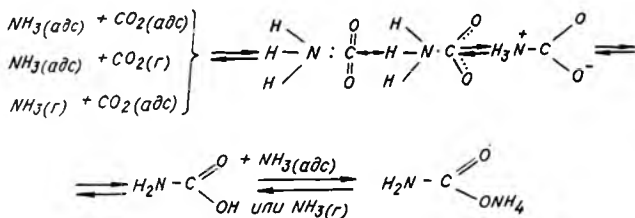
Результаты работ [4], в которых наблюдалось протекание реакции в случае влажных исходных газовых смесей и отсутствие реакции в случае хорошо осушенных исходных газов, можно объяснить тем, что вероятность образования зародышей твердого продукта зависит и от природы и состояния поверхности реакционного сосуда. На влажной поверхности, хорошо адсорбирующей исходные газы и способствующей их ионизации, работа образования зародышей может быть близка к нулю. Поэтому реакция начинается сразу, без периода индукции, если рабочее давление в достаточной степени превышает равновесное давление карбамата. На хорошо очищенных поверхностях, если на них затруднена адсорбция исходных газов, образование зародышей и реакция начнутся только после большого периода индукции или вовсе не пойдут. Тормозящее действие паров спирта [5] можно объяснить тем, что его молекулы сильно адсорбируются на активных центрах, препятствуя тем самым адсорбции реагентов и зародышеобразованию. Поверхностные же этильные группы неактивны.

Таким образом, полученные нами результаты и литературные [5—7] данные указывают на то, что реакция углекислого газа с аммиаком с образованием твердого карбамата аммония является гетерогенной и зарождается на поверхности сосуда, а в дальнейшем протекает на поверхности твердого продукта как автокаталитическая. Она относится к числу низкотемпературных реакций, эффективная константа скорости которых возрастает с понижением температуры. Для протекания реакции требуется определенное критическое пересыщение газовой фазы. Закономерности реакции во многом аналогичны закономерностям физических процессов конденсации. Химические стадии почти никак не проявляют себя кинетически, кроме того что, как и в случае конденсации, не каждое столкновение о поверхность эффективно. Расчеты с использованием значений начальных скоростей показывают, что при $P = 109,06$ гПа и 0°C примерно одно из 10^7 столкновений о поверхность приводит к реакции, а при -78°C число таких столкновений увеличивается в 100—1000 раз, т. е. доля эффективных столкновений растет с понижением температуры, хотя и при -78°C эта доля все еще остается $\ll 1$. В связи с этим отметим, что при одинаковом давлении смеси и изменении температуры от 20 до -78°C число ударов молекул о единицу твердой поверхности за 1 с возрастает всего в 1,2 раза, т. е. практически не зависит от температуры в указанном интервале. Влияние роста числа молекул в 1 см³ газа при понижении температуры практически компенсируется уменьшением их средних скоростей.

На основании полученных данных можно предложить следующую схему механизма реакции образования твердого карбамата аммония из газов:



2. Последовательное образование адсорбированных промежуточных комплексов, карбаминной кислоты и карбамата аммония путем туннелирования электрона и протона при взаимодействии адсорбированных частиц между собой или с налетающими из газовой фазы:



3. Кооперативное образование зародышей новой фазы в пересыщенной пленке из m монослоев карбамата: $n\text{NH}_4\text{OCONH}_2(\text{адс}) \rightarrow [\text{NH}_4^+\text{OCONH}_2]_n$.

При обычных и повышенных температурах, когда на поверхность поступают малые количества реагентов, а зародыши должны быть сравнительно велики, зародышеобразование особенно затруднено.

Возможно также, что превращение происходит по типу коллективно-го процесса (с синхронным разрывом одних и образованием других связей в упорядоченных агрегатах сильно связанных полярных комплексов состава 2 : 1) либо по цепному механизму с участием в качестве активных промежуточных частиц ионов NH_2^- , H_2NCO_2^- и комплексов $\text{O}_2\text{C}:\text{NH}_2$.

Изучена также кинетика обратной реакции — реакции разложения твердого карбамата аммония в интервале от 30 до -10°C и определена энергия активации по начальным скоростям, которая оказалась равной 52 кДж/моль, что в пределах точности измерений согласуется с известным из литературы значением 46 кДж/моль [12]. Полученное значение $E_{\text{акт}} \approx 1/3 \Delta H$ реакции разложения, т. е. температурные коэффициенты скорости реакции разложения и давления насыщенных паров над твердым карбаматом примерно равны $\frac{d \ln v_{\text{нач}}}{dT} \approx \frac{d \ln P_{\text{нас}}}{dT}$. Лимитирующей стадией процесса разложения, по-видимому, является стадия переноса протона $\text{NH}_4\text{OCONH}_2(\text{тв}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{адс}) + \text{H}_2\text{NCOOH}(\text{адс})$. Небольшая $E_{\text{акт}}$ лимитирующей стадии распада, вероятно, и является основной причиной сравнительно малой кинетической стабильности этой соли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кучерявый В. И., Лебедев В. В. Синтез и применение карбамида.— Л., 1970.
2. Сталл Д., Вестрам Э., Зинке Г. Химическая термодинамика органических соединений.— М., 1971.
3. Карапетьянц М. X., Карапетьянц М. Л. Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ.— М., 1968, с. 55.
4. Gmelin L. Handbuch der anorgan. Chemie.— Berlin, 1936, B. 23, S. 348.
5. Вант-Гофф Я. К. Очерки по химической динамике.— Л., 1936 (1884), с. 53, 59, 60, 80.
6. Науман А.— Ann., 1871, B. 160, S. 1.
7. Fregasques M.— Chim. ind., 1948, v. 60, p. 22.
8. Мадзиевская Т. А.— В сб.: 2-я Республиканская конференция молодых ученых-химиков: Тез. докл.— Таллин, 1977, ч. 1, с. 88.
9. Лишневский В. А., Мадзиевская Т. А., Науменко В. Н. и др.— В сб.: Седьмое Всесоюзное совещание по кинетике и механизму реакций в твердом теле: Тез. докл.— Черногоровка, 1978, с. 338—341; Способ получения карбамата аммония. А. с. 730683 (СССР) — Опубл. в Б. И., 1980, № 16.
10. Лишневский В. А.— Ж. физ. хим., 1978, т. 52, с. 1.
11. Лишневский В. А., Мадзиевская Т. А.— В сб.: Всесоюзное научное совещание по химии низких температур. Тез. докл.— М., 1979, с. 70.
12. Ваганьски А.— Chemia stosowana, 1963, т. 2, с. 321.

ПОГЛОЩЕНИЕ НЕКОТОРЫХ КАТИОНОВ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОРТО- И ПОЛИФОСФАТОМ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Волокнистые ионообменники, не уступающие по обменной емкости синтетическим смолам, но с высоко развитой поверхностью и хорошей фильтрующей способностью, нашли применение в промышленности, науке, медицинской практике [1—3]. Доступность сырья, простота изготовления, дешевизна повышают интерес исследователей к этим сорбентам. В литературе недостаточно сведений об избирательности обмена ионов на ионитах, изготовленных на основе целлюлозы. Нами изучена избирательность обмена ряда однозарядных (Li^+ , Na^+ , K^+), двухзарядных (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+}) и трехзарядных (Al^{3+} , Fe^{3+}) катионов на орто- и полифосфате целлюлозы, изготовленных в Институте общей и неорганической химии АН БССР.

Результаты и их обсуждение

Орто- и полифосфат целлюлозы изготовлены путем обработки медицинской марли фосфорными кислотами [4, 5]. Полная статическая обменная емкость различных партий образцов целлюлозы в зависимости от режима фосфорилирования колебалась от 2,0 до 3,0 мг-экв/г. Набухаемость различных партий ионообменников также различна и изменялась для водородной формы в пределах 50—70%. На кривых потенциометрического титрования ортофосфата целлюлозы, снятых по общепринятой методике [6], наблюдается два скачка в области $\text{pH} \sim 5$; ~ 10 . Кривые титрования полифосфата целлюлозы имеют три скачка при $\text{pH} \sim 3$; ~ 6 . В первом приближении скачки на кривых титрования соответствуют величинам pK ступенчатой диссоциации кислот по второй и третьей ступени ($\text{pK}_2=7,2$ и $\text{pK}_3=11,9$) для ортофосфорной кислоты и 3—5 ступеням ($\text{pK}_3=2,3$, $\text{pK}_4=6,9$, $\text{pK}_5=8,9$) для трифосфорной [7]. Диссоциация по нижним ступеням происходит, по-видимому, в процессе фосфорилирования целлюлозы.

Коэффициенты распределения ионов на орто- и полифосфате целлюлозы в натриевой и водородной формах

Ионы	Ортофосфат целлюлозы		Полифосфат целлюлозы	
	Na-форма	H-форма	Na-форма	H-форма
Li^+	—	70	—	30
Na^+	—	100	—	45
K^+	—	180	—	120
Mg^{2+}	1900	200	1600	200
Ca^{2+}	630	500	750	450
Ba^{2+}	720	900	800	—
Zn^{2+}	—	460	—	380
Cu^{2+}	2400	1400	2000	480
Ni^{2+}	1700	—	700	—

Оба ионообменника поглощают одно- и двухзарядные катионы металлов, что дает возможность применять их для стабилизации крови. Коэффициенты распределения ионов (см. таблицу) рассчитаны по тангенсу угла наклона касательных к начальным участкам изотерм обмена, снятых в статических условиях при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Из таблицы видно, что способность к поглощению двухзарядных ионов орто- и полифосфатом целлюлозы примерно одинакова и больше на натриевой форме, чем на водородной. Обмен на водородной форме

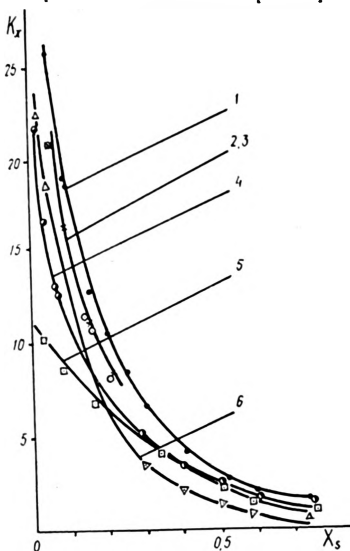
сопровождается подкислением равновесных растворов и подавлением диссоциации ионизированных групп орто- и полифосфата целлюлозы как типичных слабокислотных групп. По этой причине, а также вследствие гидролиза солей по катиону трехзарядные катионы (Al^{3+} , Fe^{3+}) слабо поглощаются водородной формой изученных обменников. Натриевая форма ионитов для поглощения алюминия и железа также не пригодна,

так как гидролиз солей алюминия и железа приводит к выпадению их гидроксидов. Хотя при обмене катионов солей слабых оснований на орто- и полифосфате целлюлозы возможна нейтрализация продуктов гидролиза соли внешнего раствора и солевой формы ионита, приводящая к установлению в системах рН, близких к 7, но и при этих рН алюминий и железо будут находиться в осадке в виде гидроксидов.

Как видно из таблицы, однозарядные ионы поглощаются ионитами на основе целлюлозы также значительно хуже двухзарядных. Таким образом, для избирательного поглощения двухзарядных ионов из многокомпонентных смесей пригодна как натриевая, так и водородная формы ионообменников, но вследствие больших значений коэффициентов распределения двухзарядных ионов на натриевой форме последняя предпочтительнее (см. таблицу).

На рисунке приведена зависимость коэффициентов избирательности (K_x) двухзарядных ионов на натриевой форме ионитов от эквивалентной доли (X_s) обменивающихся ионов в равновесных растворах, рассчитанных при ионной силе, равной 0,3. Видно, что различия в избирательности обмена этих ионов на орто- и полифосфате невелики. Отсюда следует, что изученные иониты более пригодны для улавливания двухзарядных ионов из смесей с одно- и трехзарядными ионами, чем для разделения двухзарядных.

Избирательность обмена ионов Mg^{2+} (1, 4), Ni^{2+} (2, 3), Ca^{2+} (5, 6) раствора на Na^+ фазы ионита; 1, 3, 5 — орто-; 2, 4, 6 — полифосфат целлюлозы



Отклонение кривых, приведенных на рисунке, от прямолинейной зависимости говорит о том, что поглощение ионов из водных растворов изученными ионитами идет не только за счет обменной реакции, но и сопровождается молекулярной сорбцией [8], что требует дальнейшего изучения.

В заключение авторы приносят благодарность заведующему лабораторией неорганических и сорбционноактивных волокон и пленок ИОНХ АН БССР доктору химических наук, профессору И. Н. Ермоленко и кандидату химических наук Н. К. Луновой за предоставленные для работы образцы ионитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермоленко И. Н., Люблинер И. П.— ЖПХ, 1972, т. 45, с. 748.
2. Ермоленко И. Н., Буглов Е. Д., Довгалев С. И., Люблинер И. П.— Полимеры в медицине, 1976, т. 6, № 3, с. 135.
3. Ермоленко И. Н., Довгалев С. И., Буглов Е. Д., Люблинер И. П. и др.— Весті АН БССР. Сер. хім навук, 1975, № 3, с. 29.
4. Скорынина И. С., Гусев С. С., Воробьева Н. К., Ермоленко И. Н.— Высокомолек. соед., 1970, т. 11, с. 2452.
5. Ермоленко И. Н., Лунова Н. К.— Cellulose Chem. Technol., 1977, т. 11, с. 647.
6. Самуэльсон О. Ионообменные разделения в аналитической химии.— М., 1966, с. 35.
7. Некрасов Б. В. Основы общей химии.— М., 1970, т. 1, с. 440.
8. Измайлов Н. А., Мушинская С. Х.— ЖФХ, 1962, т. 36, с. 1210.



УДК 594.1(285.2)(476)

А. Ю. КАПАТAEВ

ЛИЧИНОЧНАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ *DREISSENA POLYMORPHA PALLAS* В оз. ЛУКОМЛЬСКОМ — ВОДОЕМЕ-ОХЛАДИТЕЛЕ ТЭС

Оз. Лукомльское служит водоемом — охладителем Новолукомльской ТЭС [1]. За последнее десятилетие в озеро вселился, распространился и чрезвычайно размножился моллюск *Dreissena polymorpha Pallas*, который составляет теперь более 90% биомассы бентоса [2]. Дрейссена — единственный пресноводный пластинчатожаберный моллюск, откладывающий яйца в воду и сохранивший пелагическую личинку — велигер [3]. Цель данной работы — изучение личиночного этапа в жизненном цикле дрейссены, оценка эффективности размножения и удельного веса личинок в сообществе зоопланктона.

Материал и методика

Материалом послужили пробы зоопланктона, собранные параллельно на двух станциях, расположенных в пелагиали озера на глубине 8 м. Одна из станций находилась в зоне влияния теплых вод (подогрев воды на 2—3°С), вторая вне зоны подогрева. Пробы отбирали с конца мая до конца октября в 1978 и 1979 гг. с интервалом 10—15 дней, с горизонтов: поверхность; 2; 4; 6 и 7,5 м 10-литровым планктоночерпачем Новка в модификации Щербакова. Кроме того, на каждой станции по несколько раз вертикально протягивали сеть Цеппелина для сбора качественных проб. На орудиях лова использовался шелковый газ № 76. Пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина. Для анализа размерной структуры личинок дрейссены в каждой пробе измеряли длину 30 экземпляров велигеров с точностью до 25 мкм. Для определения численности личинок пробы целиком просчитывали под бинокуляром в камере Богорова. Биомассу велигеров вычисляли по формуле Станчиковской [4]: $W = 58,207 - 2,636l + 0,037l^2$, где W — вес, мг·10⁻⁶; l — длина, мкм.

Вертикальное распределение и суточные миграции велигеров в период наибольшего их развития (конец июля 1978) прослежено по пробам зоопланктона, собранным с горизонтов: поверхность; 1; 2; 3; 4; 5; 6 и 7,5 м через каждые 4 ч, на указанных станциях. Всего собрано и обработано более 300 качественных и количественных проб планктона.

Результаты и их обсуждение

D. polymorpha впервые вселилась в озеро около 1969 г. и в настоящее время ее общая сырая масса превышает 7,5 тыс. т [2].

Большинство литературных источников свидетельствует, что велигеры появляются в планктоне при температуре воды 15—17°С [5—8], однако некоторые авторы обнаруживали первые велигеры уже при 12°С [9].

Первое массовое появление велигеров в литорали подогреваемой зоны оз. Лукомльского в 1978 г. отмечено в начале июня при 16°С, а в литорали, удаленной от сброса теплых вод части озера, лишь в конце июня при 17,5°С, хотя в небольших количествах велигеры встречались вне зоны подогрева уже в начале июня. В 1979 г. велигеры найдены в планктоне в значительных количествах уже в конце мая в обеих температурных зонах. В 1978 г. велигеры присутствовали в планктоне до конца сентября, а в 1979 г. личинки дрейссены исчезли из планктона неподогреваемой зоны озера в конце сентября, в то время как в подогреваемой части водоема они оставались до второй половины октября.

В летнем планктоне оз. Лукомльского велигеры составляют в среднем около 30% общей численности зоопланктона.

Размерная структура (длина мкм) велигеров в подогреваемой (П) и контрольной (К) частях оз. Лукомльского в 1978 и 1979 гг.

1978			1979		
Дата	П	К	Дата	П	К
05.06	112 ± 4	108 ± 4	31.05	185 ± 6	170 ± 4
15.06	135 ± 5	115 ± 4	22.06	183 ± 13	100 ± 3
26.06	160 ± 5	148 ± 5	06.07	165 ± 10	168 ± 11
16.07	168 ± 6	123 ± 6	16.07	153 ± 5	150 ± 6
28.07	135 ± 10	93 ± 6	27.07	140 ± 8	157 ± 6
15.08	192 ± 5	153 ± 6	11.08	125 ± 4	108 ± 3
27.08	195 ± 10	140 ± 8	09.09	175 ± 8	185 ± 8
10.09	173 ± 5	150 ± 5	19.09	160 ± 5	165 ± 10
25.09	178 ± 4	180 ± 4	30.09	182 ± 5	175 ± 6
22.10	—	—	16.10	190 ± 8	—
В среднем за сезон	160,8	134,2	В среднем за сезон	165,7	153,0

Длина только что появившегося в планктоне велигера 50—60 мкм, максимальные размеры превышают 300 мкм. Средние линейные размеры велигеров выше в подогреваемой зоне озера, особенно отчетливо это заметно в 1978 г. (см. таблицу). Разница в средних за сезон линейных размерах личинок в этом году превышает 25 мкм, в то время как в 1979 г. эта разница едва достигает 12 мкм. Снижение этих различий достигается значительным увеличением средних размеров личинок в неподогреваемой зоне водоема в 1979 г. Это, вероятно, обусловлено различными температурными условиями 1978 и 1979 гг. для озера в целом. Так, средние за сезон 1978 г. температуры в подогреваемой и неподогреваемой зонах водоема составляли соответственно 20,2 и 17,5°С, в то время как в 1979 г. эти величины достигали 22,3 и 19,2°С, т. е. среднесезонная температура контрольного участка 1979 г. значительно приблизилась к среднесезонной температуре подогреваемого участка в 1978 г.

Дальнейшее повышение среднесезонной температуры на подогреваемом участке в 1979 г. привело лишь к незначительному увеличению средних размеров велигеров. Так, с повышением среднесезонной температуры в 1979 г. на 2,1°С средние размеры велигеров возросли лишь на 4,9 мкм (см. таблицу).

Более крупные размеры велигеров в подогреваемой части озера, видимо, связаны с увеличением скорости роста личинок дрейссены в

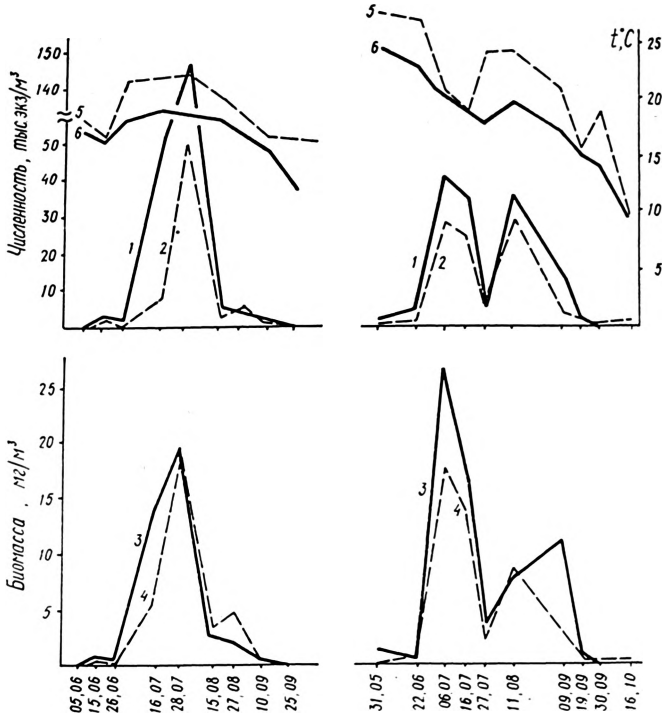


Рис. 1. Сезонные изменения численности (1, 2), биомассы (3, 4) велигеров и изменения температуры воды (5, 6) в 1978 г. (слева) и 1979 г. (справа) в подогреваемой (пунктирная линия) и контрольной (сплошная линия) зонах оз. Лукомльского

результате подогрева воды, хотя дифинитивные размеры взрослых моллюсков меньше в подогреваемой зоне [10].

В сезонной динамике численности велигеров обычно наблюдается один — два отчетливо выраженных пика [6, 8, 9], хотя в некоторых случаях имеют место три пика численности личинок [11]. По нашим данным, в оз. Лукомльском в 1978 г. отмечен один максимум численности велигеров, приходящийся на конец июля, в 1979 г. зарегистрировано два пика, один в начале июля, второй — в середине августа (рис. 1).

Причину различия между динамикой численности велигеров следует искать в температурных условиях этих лет. Необычайно теплые для изучаемого водоема весна и первая половина лета 1979 г. привели к тому, что пик численности велигеров, отмеченный в 1978 г. в конце июля, в 1979 г. сместился к началу июля, а в середине августа отмечен второй, ярко выраженный пик численности велигеров, образованный, вероятно, размножением двухлеток, осевших на дно осенью предыдущего года. В 1978 г. также наблюдалось некоторое увеличение численности молоди велигеров, приходящееся на конец августа — слабый аналог хорошо выраженного второго пика 1979 г. Не исключена возможность, что в образовании пиков численности в конце лета принимает участие и часть сеголеток наиболее раннего оседания, поскольку есть сведения,

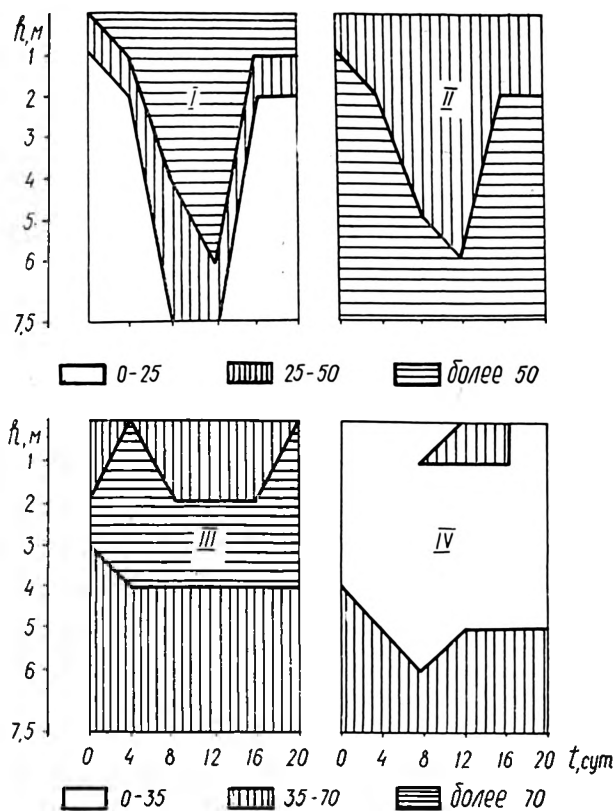


Рис. 2. Вертикальное распределение велигеров в течение суток в подогреваемой (I, II) и контрольной (III, IV) зонах оз. Лукомльского: I, III — первая, II, IV — вторая размерные группы личинок. Заштрихованными квадратами обозначена градация плотностей, %

что сеголетки дрейссены, осевшие в начале лета, приступают к размножению в конце этого же сезона [11].

Сравнение динамики численности велигеров подогреваемого и контрольного участков озера показало, что в обеих зонах ход кривых, отображающих сезонные изменения численности личинок, аналогичен, как в 1978, так и в 1979 гг., а численность велигеров постоянно выше в зоне с естественным температурным режимом (см. рис. 1).

Среднесезонные величины численности личинок дрейссены в 1978 г. в подогреваемой и контрольной зонах озера составляют 8,7 и 25,7 тыс. экз/м³ соответственно. В 1979 г. различия в среднесезонной численности велигеров между температурными зонами озера значительно меньше: 9,2 и 13,6 тыс. экз/м³ — в подогреваемой и контрольной зонах соответственно. Среднесезонные величины биомассы личинок дрейссены подогреваемого и контрольного участков озера, наоборот, близки. В 1978 г. в зоне подогрева среднесезонная биомасса составляла 4,2 мг/м³, а вне по-

догрева — 4,8 мг/м³; в 1979 г. — 4,6 мг/м³ и 6,7 мг/м³ соответственно. Это связано с описанными различиями размерной структуры велигеров разных температурных зон озера.

Второй пик биомассы велигеров 1979 г. выражен слабее, чем первый, и наступает на месяц раньше в подогреваемой зоне (начало августа), чем в зоне с естественным температурным режимом. В 1978 г. второй пик биомассы, более слабый, чем в 1979 г., зарегистрирован в конце августа только в подогреваемой зоне, примерно, на 20 дней позже, чем в 1979 г. (см. рис. 1).

Таким образом, можно заключить, что в 1979 г. в связи с более высокой весенне-летней температурой пика развития биомассы личинок дрейссены наступают на 20—30 суток раньше, чем в 1978 г.

Вертикальное распределение личинок дрейссены в пелагиали неравномерно и зависит от глубины, размеров велигеров и времени суток. Так, в 4 ч максимальная плотность и в подогреваемой, и в контрольной зонах озера отмечена на глубине 1 м, в 8 ч на глубине 2 м, в 12, 16 и 20 ч на глубине 3 м и в 24 ч вновь на глубине 1 м, т. е. в ночное время максимальная плотность велигеров наблюдается в поверхностных слоях воды. Это совпадает с данными, полученными для Боденского озера [12].

Для анализа суточных миграций велигеров разных размеров личинки разделены нами на две группы: в первую вошли особи с длиной меньше 125 мкм, во вторую все более крупные (рис. 2).

Первая группа в подогреваемой зоне озера с 16 до 4 ч концентрируется в поверхностном метровом слое воды. На рассвете область максимальной концентрации этой группы распространяется вглубь, достигая к 12 ч 6 м. В этой же температурной зоне водоема личинки второй группы образуют область максимальных концентраций в придонных слоях воды на всем протяжении суток, однако в ночное время эта область расширяется, достигая 1—2 метрового горизонта.

Характер суточных миграций велигеров контрольного участка в целом аналогичен характеру суточных миграций личинок в подогреваемой зоне. Однако в дневное время зона максимальных концентраций личинок первой возрастной группы опускается с поверхности на 2—4-метровый горизонт, а личинки второй группы в ночное время не поднимаются выше 4—5 м.

Выводы

1. Период пребывания велигеров дрейссены в планктоне подогреваемой зоны оз. Лукомльского на 20—30 дней продолжительнее, чем вне зоны подогрева.
2. Сренесезонные размеры (длина) велигеров в подогреваемой зоне озера составляют 160,8—165,7 мкм, вне зоны подогрева 134,2—153,0 мкм.
3. В суточной динамике вертикального распределения велигеров характерна максимальная концентрация личинок в ночное время в поверхностном слое воды, днем на глубине 3 м. Молодь велигеров концентрируется у поверхности воды, а более крупные особи в придонных слоях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якушко О. Ф. и др. — В сб.: XIX науч. конф. по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии. — Минск, 1977, с. 168.
2. Ляхнович В. П., Каратаев А. Ю., Тишиков Г. М. Проблемы экологии Прибайкалья: Тез. докл. к респ. совещ. — Иркутск, 1979, т. 1, с. 158.
3. Мордухай-Болтовской Ф. Д. — Тр. Ин-та биол. внутр. вод. Борок, 1975, т. 27 (30), с. 7.
4. Hillbricht-Ilkowska A. and Stanczykowska A. — Polish archives of hydrobiology. 1969, v. 16 (29), N 2, S. 193.
5. Качанова А. А. — Тр. Всес. гидробиол. о-ва. 1961, т. 2, с. 117.
6. Качанова А. А. — Вопросы экологии. 1962, т. 5, с. 94.
7. Скальская И. А. — Бюл. внутр. вод.: Информ. бюл. — Борок, 1976, № 31, с. 30.

8. Suter-Weiden Peter, Zimmerman Ulrich.—Schweiz. Z. Hydrol. 1976, Bd. 38, N 2, S. 159.
9. Kornobis Stefan.—Polish archives of hydrobiology. 1977, v. 24, N 4, 531.
10. Каратаев А. Ю., Тишиков Г. М.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1979, № 3, с. 39.
11. Львова А. А. Бентос Учнинского водохранилища.—М., 1980, с. 106.
12. Waiz-Norbert.—Arch. Hydrobiol. 1973, v. 42, N 3—4, S. 452.

Поступила в редакцию
04.03.80.

Кафедра общей экологии

УДК 577.475+551.481:576.8

Ю. С. ПОТАЕНКО, Л. А. ГОЛОВЧИЦ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА ПО АКВАТОРИИ НАРОЧАНСКИХ ОЗЕР

Изучение бактериопланктона Нарочанских озер, начатое в 1955 г. [1], только с 1967 г. проводится более или менее регулярно. Однако до настоящего времени исследованиями охвачено ограниченное число станций: на оз. Нарочь три постоянные станции, на озерах Мястро и Баторин — по две. Станции находились в области максимальных глубин и на литорали. В отдельные годы число станций увеличивали на две — три за счет литоральных. Определяли численность бактерий на разных горизонтах в столбе воды. Основное внимание уделяли изучению сезонных и межгодовых различий в развитии бактериопланктона в озерах разного типа, определению бактериальной продукции [2, 3]. Количественное распределение бактерий по акватории озер ранее никем не изучалось. Данная работа восполняет этот пробел.

Материал и методика

В марте 1978 г. в подледный период проведено изучение пространственного распределения численности бактериопланктона по акватории озер Нарочь, Мястро и Баторин. Пробы отбирали с учетом объемов слоев, т. е. объем воды с каждого горизонта брали в зависимости от объема соответствующего водного слоя. Путем смешивания всех взятых объемов воды с определенных горизонтов каждой станции получали интегрированные пробы*. На оз. Нарочь взяты интегрированные пробы бактериопланктона на 53 станциях, на оз. Мястро — на 32 и на оз. Баторин — на 14 станциях. Кроме того, на озерах Нарочь и Мястро произведен отбор проб с разных горизонтов на стандартных станциях (на оз. Нарочь станции «Буй-1», «Буй-2», и «Литораль»; на оз. Мястро станции «Тоня Вилы» и «Мядельская лука»).

Общее число бактерий определяли методом прямого микроскопирования на окрашенных эритрозином мембранных фильтрах № 6 марки «Супрог» производства ЧССР (диаметр пор 0,40 мкм) по методу А. С. Разумова [4, 5]. Бактериальные клетки подсчитывали с помощью микроскопа МБИ-6 (увеличение $\times 900$) в 20 полях зрения. Общая просчитываемая площадь на каждом фильтре составляла 29 378 мкм².

Результаты и их обсуждение

Общая численность бактериопланктона на разных станциях оз. Нарочь находилась в пределах 1,00—2,76 млн. кл./мл. Только на десяти станциях (14, 15, 18, 19, 24, 43, 44, 49, 52, 53) из 53 количество бакте-

* Пробы бактериопланктона отобраны сотрудниками Отдела гидробиологии Проблемной НИЛ экспериментальной биологии БГУ имени В. И. Ленина при проведении подледной съемки озер.

Численность бактериопланктона
(*N*, млн. кл./мл) на станциях оз. Нарочь

Литоральные станции		Пелагические станции			
Номер станции	<i>N</i>	Номер станции	<i>N</i>	Номер станции	<i>N</i>
1	1,58	2	1,83	36	1,22
4	1,80	3	1,51	37	1,56
6	1,43	5	1,37	38	1,43
7	1,98	8	1,82	39	1,22
14	2,38	9	1,09	40	1,26
15	2,41	10	1,28	41	1,35
16	1,82	11	1,65	42	1,90
17	1,71	12	1,95	45	1,28
18	2,30	13	1,80	46	1,95
19	2,64	22	1,23	47	1,38
20	1,97	23	1,00	48	1,39
21	1,80	24	2,12	49	2,76
26	1,98	25	1,58	50	2,04
31	1,34	27	1,00	51	1,47
32	1,49	28	1,16	52	2,11
33	1,78	29	1,16		
43	2,29	30	1,28		
44	2,62	34	2,00		
53	2,60	35	1,29		
Среднее	2,00 ± 0,09	Среднее			1,54 ± 0,07

рий превышало 2,0 млн. кл./мл (табл. 1). Средняя численность бактерий по озеру составила $1,71 \pm 0,06$ млн. кл./мл. На трех постоянных станциях оз. Нарочь среднее количество бактерий оказалось равным 1,93 млн. кл./мл (на станции «Буй-1» 2,06, на станции «Буй-2» 1,82 и на станции «Литораль» 1,91 млн./мл). По 20 станциям малого плеса средняя численность бактерий составила $1,82 \pm 0,09$ кл./мл, а по 36 станциям большого плеса — $1,67 \pm 0,08$. Следовательно, различия между плесами по количественному развитию бактерий статистически не достоверны.

Для анализа сходства и различия между литоральной и пелагической зонами принято, что станции, расположенные на глубинах, не превышающих 1,5 м — литоральные. Литоральных станций на оз. Нарочь было 19, пелагических — 34. Численность бактерий в литоральной зоне была в пределах 1,34—2,64 млн. кл./мл при средней величине $2,00 \pm 0,09$. Количество бактериопланктона в пелагиали находилось в пределах 1,00—2,76 млн. кл./мл при средней величине $1,54 \pm 0,07$. Как видим, различия в количественном развитии бактерий на литоральных и пелагических станциях озера незначительны.

На оз. Мястро литоральных станций было 20, пелагических — 12 (табл. 2). Количество бактерий на литоральных станциях было в пределах 1,56—3,59 млн. кл./м. Среднее содержание бактерий на этих станциях составило $2,65 \pm 0,14$ мл. кл./мл. На пелагических станциях численность бактериопланктона находилась в пределах 1,76—3,48 млн. кл./мл при средней величине $2,50 \pm 0,12$. Таким образом, и для оз. Мястро не обнаружено достоверных различий в численности бактерий между ли-

Численность бактериопланктона
(*N*, млн. кл./мл) на станциях оз. Мястро

Литоральные станции				Пелагические станции	
Номер станции	<i>N</i>	Номер станции	<i>N</i>	Номер станции	<i>N</i>
1	3,07	20	2,59	2	1,77
7	3,33	21	1,78	3	2,30
8	3,27	22	3,54	4	2,56
12	2,68	23	2,86	5	3,45
13	3,59	24	2,48	6	1,76
14	2,39	25	1,56	9	1,81
16	2,43	27	1,96	10	1,89
17	1,89	28	2,09	11	3,48
18	2,72	31	2,66	15	3,33
19	2,56	32	3,54	26	1,83
				29	3,10
				30	2,75
Среднее			2,65 ± 0,14	Среднее	2,50 ± 0,12

торальной зоной и пелагиалью. Общая численность бактериопланктона в оз. Мястро колебалась по станциям в пределах 1,56—3,54 млн. кл./мл. Среднее число бактерий по озеру оказалось равным 2,59 ± 0,11 млн. кл./мл.

На постоянной станции «Тоня Вилы» в это время количество бактерий составило 2,79 млн. кл./мл, на литоральной станции «Мядельская лука» — 3,03 млн. кл./мл при средней величине по озеру — 2,91 млн. кл./мл. Различия средних величин численности бактерий для озера по данным постоянных станций и при отборе проб со всей акватории озера с учетом объемов слоев недостоверны.

Из 14 станций на оз. Баторин 7 станций были литоральными и 7 — пелагическими (табл. 3). Численность бактерий в литоральной зоне была в пределах 12,65—22,45 млн. кл./мл, в пелагиали — 13,27—22,12 млн. кл./мл. Среднее значение для литорали составило 15,69 ± 1,39, для пелагиали — 17,18 ± 1,13 млн. кл./мл, а среднее по всему озеру — 16,44 ± 0,88, при размахе колебаний от 12,65 до 22,45 млн. кл./мл.

Проведенные исследования свидетельствуют об отсутствии существенных различий в количественном развитии бактериопланктона в литоральной зоне и пелагиали озер Нарочь, Мястро и Баторин в подледный период. Отсутствие достоверных различий в распределении бактериопланктона по акватории озер в конце зимней стагнации при полном от-

Таблица 3

Численность бактериопланктона
(*N*, млн. кл./мл) на станциях оз. Баторин

Литоральные станции		Пелагические станции	
Номер станции	<i>N</i>	Номер станции	<i>N</i>
1	16,65	2	18,87
4	14,35	3	15,70
5	12,85	6	18,80
9	12,71	7	16,70
10	12,65	8	14,80
11	18,19	12	22,12
14	22,45	13	13,27
Среднее	15,69 ± 1,39	Среднее	17,18 ± 1,13

сутствии перемешивания водных масс свидетельствует о большой их однородности как экологической среды для бактерий. По мере увеличения абсолютной численности бактериопланктона уменьшается относительная неравномерность его горизонтального распределения. Так, размах колебаний общей численности бактерий в оз. Нарочь составляет 2,76 раза, в оз. Мястро — 2,27 раза, а в оз. Баторин — 1,77 раза.

Исследования подтвердили существенные различия развития бактериопланктона в озерах разного трофического типа и показали репрезентативность данных, полученных при наблюдениях на постоянных станциях. Последнее особенно важно для программы гидробиологического мониторинга на Нарочанских озерах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляцкая Ю. С.— Микробиология, 1958, т. 27, вып. 1, с. 113.
2. Потаенко Ю. С.— Микробиология, 1968, т. 37, вып. 3, с. 540.
3. Потаенко Ю. С.— В сб.: Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979, с. 80.
4. Разумов А. С.— Микробиология, 1932, т. 1, вып. 2, с. 131.
5. Разумов А. С.— Методы микробиологических исследований воды. М., 1947.

Поступила в редакцию
26.06.80.

Кафедра общей экологии

УДК 576.312+576.852

Е. И. МОРОЗОВ, М. С. МОРОЗИК, В. Д. ШКЛЯРОВА
**СНИЖЕНИЕ ЧАСТОТЫ ИНДУКЦИИ ФАГА λ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

К настоящему времени накоплено много сведений о биологической эффективности лазерного излучения и вскрыты некоторые особенности механизма его влияния на различные виды микроорганизмов. Импульсное лазерное излучение УФ диапазона ($\lambda=265$ нм) оказывается необычно высокоэффективным ингибирующим фактором при воздействии на бактерии (*E. coli*), водоросли (хлорелла), вирусы (ВТМ). Это объясняется повышенной способностью указанного излучения вызывать деструктивные повреждающие реакции в биологических системах. Наблюдается образование димеров тимина в местах локального расплетания нитей ДНК при считывании информации с определенных ее участков [1].

Видимый лазерный свет менее эффективен вследствие прозрачности бактериальных клеток [2]. Красный лазерный свет оказывает ингибирующее действие на псевдомонад в случае применения фотосенсибилизаторов (родамин), молекулы которых служат для передачи адсорбированной энергии бактериальной клетке [3]. При использовании импульсного излучения большой мощности наблюдается угнетение роста бактериальной культуры без применения фотосенсибилизаторов [4].

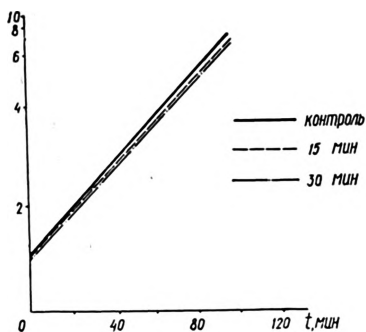
Имея в своем распоряжении лазер небольшой мощности, мы выбрали для определения его биологической эффективности такой чувствительный тест, как индукция фага, одновременно проверяли влияние излучения на рост и выживаемость облученной культуры.

Материал и методика

Бактериальные штаммы: лизогенный штамм *E. coli* Hfr (λ^+) th1str—s, индикаторный штамм *E. coli* AB 1157 (λ^-). Бактерии культивировали на полной питательной среде — аминокислотном бульоне (аминокислоты — 450 мг, вода дистиллированная — 1550 мл, основной пептон — 20 г, NaCl — 20 г, pH — 7,2). Для разведения культур использо-

валась жидкая минимальная среда следующего состава: А — $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — 2 г; Na_2HPO_4 — 6 г; KH_2PO_4 — 3 г; NaCl — 3,9 г; Na_2SO_4 — 0,011 г; вода дист. — 200 мл; Б — MgCl_2 — 0,2 г; CaCl_2 — 0,1 г; FeCl_3 — 0,0005 г; вода дист. — 800 мл. Непосредственно перед опытом смешивали 200 мл А и 800 мл Б. Для определения скорости роста на жидкой среде в нее добавляли 0,2% глюкозы и 2 мкг/мл тиамина. Оптическую плотность культуры определяли на ФЭК-56 (светофильтр с максимумом пропускания 540 нм).

Для экспериментов по определению частоты индукции фага ночную бульонную культуру *E. coli* разводили 1:10 бульоном и подращивали 2 ч. при 37 °С, центрифугировали 10 мин при 4000 об/мин. Осадок расуспензировали в минимальной среде. Полученная взвесь бактерий делилась на две части — для опыта и для контроля. В опытах использовался лазер ЛГ-75, дающий непрерывное излучение с длиной волны $\lambda=632,8$ нм и плотностью потока мощности 20 мВт/см². Посев бактерий для определения частоты индукции фага осуществляли по обычной методике на двухслойном агаре [5]. Результаты учитывали через 14—16 ч.



Рост бактериальных культур после лазерного облучения (632,8 нм)

Результаты и их обсуждение

Для определения биологической эффективности лазерного излучения в первую очередь изучено его действие на культуру, растущую в жидкой минимальной среде с глюкозой. По возрастанию оптической плотности культуры в полулогарифмическом масштабе определялся период генерации. Как видно из рисунка, облучение практически не оказывает никакого действия на растущую культуру *E. coli*. Кривые плотности во всех трех вариантах практически идентичны. Все культуры имеют один период генерации — 42 мин и достигают плато одновременно.

Данная серия экспериментов подтверждает имеющиеся данные о неэффективности красного лазерного излучения малой мощности на выживаемость клеток.

В таблице представлены результаты по определению частоты индукции фага λ при различной экспозиции. Как следует из приводимых данных, не отмечено летального действия излучения. В облученных культурах количество клеток, образующих колонии, равно количеству клеток в контроле.

Влияние лазерного излучения на индукцию фага λ и выживаемость клеток

Облучение, мин	Число индуцированных клеток	Частота индукции	P	Плотность культуры, клеток/мл
0 (контроль)	290	$1,9 \cdot 10^{-2}$		$1,5 \cdot 10^8$
15	210	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$t=3,7$ $P=99,9$	$1,5 \cdot 10^8$
30	193	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$t=3,8$ $P=99,9$	$1,5 \cdot 10^8$

Подсчет количества стерильных пятен в посевах из разведения 10^{-4} дал цифры значительно отличающиеся в контроле и в опыте. Отмечено снижение частоты индукции по сравнению со спонтанной ($1,4 \cdot 10^{-2}$ и $1,9 \cdot$

$\cdot 10^{-2}$ соответственно), при 15-минутной экспозиции (до $1,2 \cdot 10^{-2}$) при 30-минутной экспозиции.

Таким образом, можно отметить тенденцию к снижению частоты индукции при увеличении длительности облучения.

Выводы

1. Низкоинтенсивное лазерное излучение не обладает ингибирующим действием на бактериальные культуры.

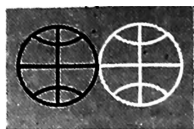
2. При облучении лизогенной культуры *E. coli* (λ^+) наблюдается снижение частоты индукции фага λ .

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов А. Г., Меньшакова Т. Н., Пискунова Н. Ф. и др.— Докл. АН СССР, 1978, т. 239, № 5, с. 1238.
2. Mac Millan J. D., Maxwell W. A., Chichester C. O.— Photochem. Photobiol., 1965, v. 5, p. 555.
3. Klein E., Fine S.— Fed. Proc., 1965, v. 24, p. 104.
4. Takahashi P. K., Toups H. J.— Applied Microbiology, 1975, v. 29, N 1, p. 63.
5. Gratia A.— Ann. Inst. Pasteur 1936, v. 57, p. 123.

Поступила в редакцию
02.07.80.

Кафедра генетики



УДК 551.482.214 : 631.603

С. М. ЗАЙКО, Т. Я. ЛОБАЧ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОЧВЕННО-ГРУНТОВЫХ ВОД МЕЛИОРАТИВНОГО ОБЪЕКТА «ВЕРХОВЬЕ РЕКИ ЯСЕЛЬДЫ»

Цель наших исследований — изучение влияния осушительных мелиораций торфяно-болотных почв на почвенно-грунтовые и поверхностные воды. Исследования проводились на крупном мелиоративном объекте «Верховье реки Ясельды» на осушенном и целинном участке одного и того же болотного массива, расположенного на северо-западе Брестской области, восточнее заповедника Беловежская Пуща. Здесь, по данным [1], за год выпадает около 550 мм осадков, которые распределяются по месяцам следующим образом:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
24	24	23	42	52	72	80	64	48	42	33	27

В теплый период (при температуре выше 0°) выпадает 360—370 мм.

Воды, поступающие на объект, подразделяются на атмосферные, поверхностно-сточные и грунтовые [2]. По данным [3], химический состав атмосферных осадков на Европейской территории СССР следующий: рН 4,36; SO_4^{2-} 3,41 мг/л; Cl^- 0,52, NO_3^- 0,48; HCO_3^- 0,28; NH_4^+ 0,24; Na^+ 0,29; K^+ 0,15; Mg^{2+} 0,27; Ca^{2+} 0,55 и общая минерализация 6,15 мг/л. Химический состав поверхностных вод определяется их происхождением (речные, склоновые, паводковые, талые и т. д.). Наш объект расположен в климатической зоне, характеризующейся избыточной увлажненностью верхних слоев водосбора. Поэтому в результате непрерывного движения воды (в процессе инфильтрации и стока) продукты химического выветривания горных пород не накапливаются в больших количествах, так как в них происходит смещение равновесия процесса растворения неорганических и органических веществ почв и выноса этих продуктов со стекающими водами. Грунтовые воды характеризуются большим содержанием неорганических соединений за счет образования угольной кислоты, кальция и магния из пород и минералов грунтовой толщи. В них резко увеличивается содержание гидрокарбонатного иона.

С 1973 г. на мелиоративном объекте ведутся комплексные стационарные наблюдения за изменением свойств торфяно-болотных почв под воздействием осушительной мелиорации. Осушение проведено открытой сетью каналов. Сброс воды осуществляется самотеком.

Для изучения поверхностных и почвенно-грунтовых вод выбраны три ключевые площадки на торфяно-болотных среднемощных почвах низинного типа на осушенном в 1972—1974 гг. торфяном болоте под многолетними травами и на неосушенном участке — торфяно-болотной маломощной почве на болоте «Дикое». Неосушенная площадка расположена в 0,6 км от осушенного массива.

Исследования почвенно-грунтовых и поверхностных вод торфяных почв проводили в течение 1975—1978 гг. Почвенно-грунтовые воды отбирали непосредственно из разрезов, а поверхностные — из магистральных каналов вблизи от площадок. Химический состав вод определяли по методикам, изложенным в работе [4], органическое вещество — по угле-роду органическому бихроматным методом по Тюрину в модификации Симачова, с дополнениями, внесенными Дьяконовой для водных вытяжек. Общее количество органического вещества рассчитывали как удво-

Таблица 1

Статистические характеристики состава и свойств почвенно-грунтовых вод

Показатели	Почвенно-грунтовые воды осушенных участков, n=18			Почвенно-грунтовые воды неосушенных участков, n=9			t _{AB}
	А			Б			
	\bar{x}	m	V, %	\bar{x}	m	V, %	
pH	7,30	0,03	1,64	7,17	0,10	3,76	1,24
Минерализация, мг/л	226,26	10,46	19,05	111,90	6,30	16,89	9,36
Окисляемость, мг O ₂ /л	6,35	0,65	43,78	6,50	0,63	29,38	0,02
Жесткость, мг-экв/л	2,30	0,09	16,52	0,90	0,06	20,00	12,94
K ⁺ , мг/л	5,40	0,88	66,11	2,00	0,50	75,50	3,36
Na ⁺ , мг/л	6,80	1,50	91,17	4,70	0,67	42,55	1,42
Ca ²⁺ , мг/л	38,47	1,69	18,17	13,14	1,50	34,17	11,21
Mg ²⁺ , мг/л	5,50	0,56	42,18	5,40	0,64	35,74	0,12
NH ₄ ⁺ , мг/л	1,40	0,94	269,28	0,90	0,37	114,44	0,49
Fe ³⁺ , мг/л	0,07	0,01	55,55	0,14	0,01	43,48	2,95
Cl ⁻ , мг/л	20,94	2,09	42,36	8,76	0,51	17,58	5,66
SO ₄ ⁻ , мг/л	21,53	1,89	37,15	21,79	0,96	13,17	0,12
NO ₂ ⁻ , мг/л	0,05	0,01	80,00	0,01	0,02	428,57	2,09
HCO ₃ ⁻ , мг/л	132,50	11,13	35,65	54,20	3,21	17,77	6,76

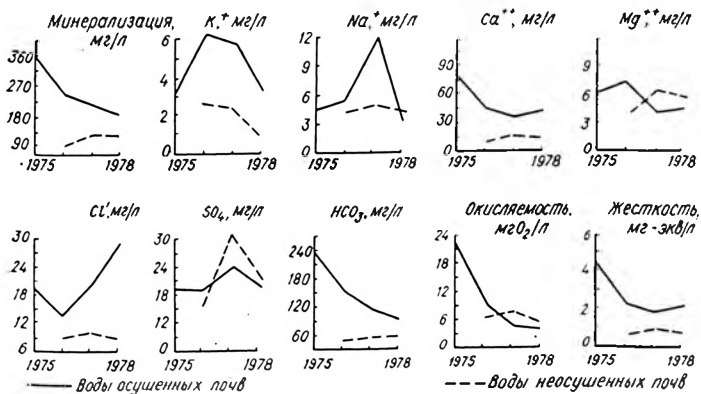


Рис. 1. Изменение химического состава почвенно-грунтовых вод мелкорированных и целинных торфяных почв

енное значение углерода органического. Подготовку образцов и определение микроэлементов в водах вели по Г. Я. Ринькису [5].

Результаты сравнительного изучения химического состава почвенно-грунтовых вод представлены в табл. 1 и на рис. 1. Из таблицы видно, что имеются существенные различия в содержании химических компонентов в водах осушенных и неосушенных почв. Так, минерализация почвенно-грунтовых вод осушенных и неосушенных болот была соответственно 226,26 и 111,9 мг/л, содержание катионов: Ca^{2+} 38,47 и 13,14, K^+ 5,4 и 2,0, Na^+ 6,8 и 4,7, анионов: Cl' 20,84 и 8,76, HCO'_3 132,50 и 54,20 мг/л. Следовательно, мелиорация торфяных почв и усиление процессов почвообразования и обмена веществ между твердой, газообразной и жидкой фазами почв увеличивает поступление химических компонентов в почвенно-грунтовые воды. Почвенно-грунтовые воды мелиорируемых территорий имеют довольно тесную связь с поверхностными водами осушительной сети. Сравнение различия химического состава поверхностных и грунтовых вод позволяет судить, насколько воды осушительной сети могут характеризовать почвенно-грунтовые воды и наоборот. При условии близости и идентичности их химического состава можно для характеристики почвенно-грунтовых вод ограничиваться отбором поверхностных вод. Отбор почвенно-грунтовых вод связан с земляными работами или с закладкой специальных скважин с периодической откачкой вод из них. Поверхностные воды (табл. 2) из каналов, рядом расположенных с местами отбора почвенно-грунтовых вод, существенно различаются по величине pH (7,60 и 7,30), окисляемости (3,23 и 6,35), катионам: K^+ 2,4 и 5,4, Mg^{2+} 7,47 и 5,50, анионам: Cl' 9,58 и 20,94, HCO'_3 198,6 и 138,5 мг/л. Однако по минерализации жесткости, содержанию натрия и кальция различия незначительны. Следовательно, в целом поверхностные воды не могут характеризовать химический состав почвенно-грунтовых вод. Поверхностные воды из старых заросших каналов с

Таблица 2

Статистические характеристики состава и свойств поверхностных вод

Показатели	Поверхностные воды осушенных участков, n=27			Поверхностные воды неосушенных участков, n=10			$t_{\text{ВГ}}$	$t_{\text{АВ}}$	$t_{\text{БГ}}$
	В			Г					
	\bar{x}	m	V, %	\bar{x}	m	V, %			
pH	7,60	0,07	4,47	7,35	0,18	6,94	1,29	3,94	0,87
Минерализация, мг/л	227,53	13,64	30,58	111,61	15,14	40,70	5,69	0,10	0,02
Окисляемость, мг O_2 /л	3,23	0,36	58,20	3,37	0,36	33,53	0,27	4,20	4,31
Жесткость, мг-экв/л	2,50	0,13	25,60	1,50	0,30	64,00	3,06	1,26	1,96
K^+ , мг/л	2,40	0,27	56,66	2,30	0,59	81,30	0,15	3,26	0,53
Na^+ мг/л	7,70	1,14	75,71	4,00	0,65	51,75	2,82	0,48	0,53
Ca^{2+} , мг/л	38,80	1,59	20,93	23,41	5,25	67,28	2,81	0,16	1,88
Mg^{2+} , мг/л	7,47	0,58	39,89	3,61	0,77	63,71	4,00	2,44	1,78
NH_4^+ , мг/л	0,70	0,14	100,00	0,35	0,09	88,57	2,10	0,73	1,44
Fe^{3+} , мг/л	0,12	0,02	150,00	0,07	0,01	57,14	1,18	1,16	1,05
Cl' , мг/л	9,58	0,89	48,33	8,32	1,17	42,43	0,86	5,00	2,22
$\text{SO}_4^{\cdot-}$, мг/л	17,92	1,80	51,17	16,57	4,15	75,13	0,30	1,38	1,22
NO_2 , мг/л	0,02	0,01	125,00	0,02	0,01	176,99	0,20	1,24	0,82
$\text{HCO}_3^{\cdot-}$, мг/л	198,60	14,49	37,91	84,91	11,86	44,17	6,07	3,62	5,54

незаметным течением и почвенно-грунтовые воды неосушенного болота отличаются по величине pH (7,35 и 7,17), окисляемости (3,37 и 6,50 мг O₂/л), жесткости (1,50 и 0,90 мг-экв/л), катионам: Ca²⁺ (23,41 и 13,14), Mg²⁺ (3,61 и 5,40), аниону HCO₃⁻ (84,91 и 54,20 мг/л). По соотношению химических компонентов в почвенно-грунтовых и поверхностных водах можно судить об их миграции. Повышенное содержание определенного химического компонента в поверхностных водах по сравнению с грунтовыми говорит о повышенной миграции его.

У поверхностных вод осушенного болотного массива содержание всех компонентов химического состава более высокое (см. табл. 2), что свидетельствует о повышенной их миграции по сравнению с неосушенным болотным массивом. Особенно велики различия в минерализации (227,53 и 111,61 мг/л), содержании Mg²⁺ (7,47 и 3,61) и HCO₃⁻ (198,60 и 84,91 мг/л).

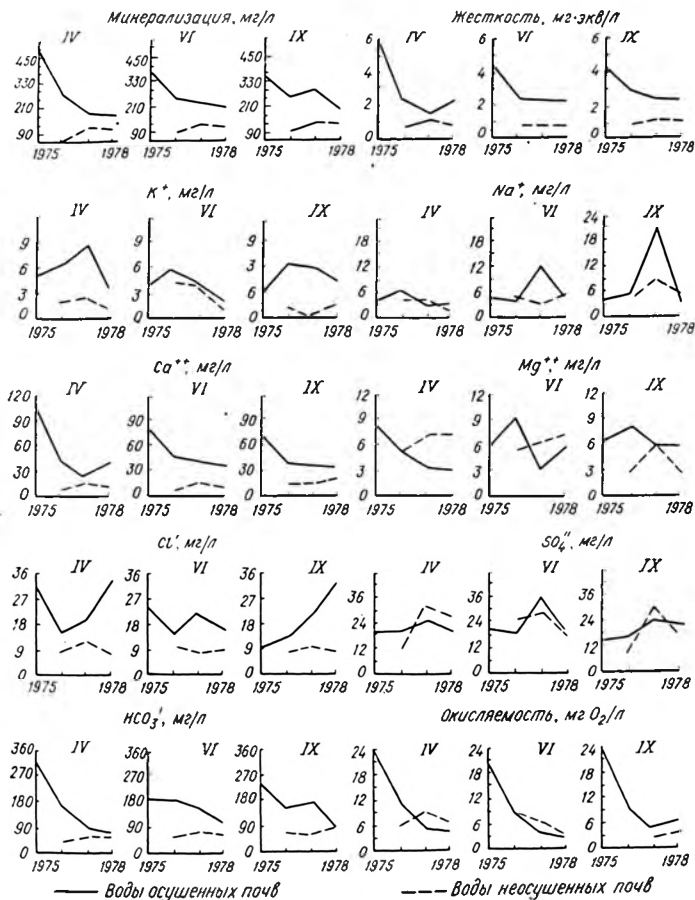


Рис. 2. Сезонные изменения химического состава почвенно-грунтовых вод

Изучение годичной динамики химического состава почвенно-грунтовых вод и направленности его изменения представляет интерес для прогноза загрязнения поверхностных вод в связи с широкой осушительной мелиорацией. Как видно из рис. 1, с 1975 по 1978 г. отмечается уменьшение в почвенно-грунтовых водах осушенного болота минерализации, жесткости, окисляемости, Ca^{2+} и HCO_3^- , возрастание Cl^- . В основном происходит уменьшение химических компонентов в почвенно-грунтовых водах осушенного болота. На целинном болоте, где сказалось влияние мелиорации, отмечается увеличение минерализации, жесткости и содержания большинства химических компонентов.

Химический состав вод изучался в динамике по сезонам. Пробы отбирались ежегодно в апреле, июне и сентябре (рис. 2). Установлено, что химический состав всех изучаемых вод подвержен сезонной динамике, зависящей от изменения температуры грунтовых вод и, следовательно, изменения растворимости большинства химических элементов, а также колебаний уровня грунтовых вод и контакта их с различными горизонтами почв. На воды мелиорированных территорий большое влияние оказывает также внесение удобрений.

Математическая обработка полученных данных (табл. 1, 2) выявила достоверность различий химического состава почвенно-грунтовых вод осушенных и целинных массивов, поверхностных осушенных и целинных участков, почвенно-грунтовых и поверхностных вод целинных болот. Для почвенно-грунтовых вод осушенных и целинных участков достоверны различия в содержании общей минерализации, жесткости, ионов: K^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cl^- , NO_2^- , HCO_3^- ; для поверхностных вод осушенных и целинных участков — в содержании общей минерализации, жесткости, ионов: Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , HCO_3^- ; для почвенно-грунтовых и поверхностных вод осушенных массивов — в содержании pH, перманганатной окисляемости, ионов: K^+ , Mg^{2+} , Cl^- , HCO_3^- .

Результаты исследований могут служить исходными данными для дальнейших исследований изменения химического состава почвенно-грунтовых и поверхностных вод мелиорированного и немелиорированного участков единого болотного массива через 5—10 и более лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шкляр А. Х. Климатические ресурсы Белоруссии и их использование в сельском хозяйстве.— Минск, 1973.
2. Мокроусова И. В.— В сб.: Технология и механизация торфяного производства.— М., 1969.
3. Дроздова В. М., Петренчук О. П., Селезнева Е. С., Свистов П. Ф. Химический состав атмосферных осадков на Европейской территории СССР.— М., 1964.
4. Руководство по химическому анализу вод суши.— М., 1973.
5. Ринькис Г. Я. Методы ускоренного колориметрического определения микроэлементов в биологических объектах.— Рига, 1963.

Поступила в редакцию
16.01.80.

Проблемная НИЛ мелиорации ландшафтов

УДК 631.4

Т. А. КУДЛО, К. К. КУДЛО

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ

Со времени вовлечения целинных почв в сельскохозяйственное производство они находятся под влиянием совместного действия механической обработки, культурных растений, удобрений и других факторов. В зависимости от характера хозяйственного использования естественное плодородие первоначальной целинной почвы может истощаться и наоборот — сохраняться и даже повышаться. Окультуривание почвы —

целый комплекс одновременно или последовательно осуществляемых приемов, направленных на улучшение их физико-химических свойств и создание наиболее благоприятного воздушного, водного и пищевого режима с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Изменение свойств дерново-подзолистых почв БССР под влиянием окультуривания изучалось рядом исследователей [1—5]. Если одни авторы [2] приходят к выводу, что при окультуривании дерново-подзолистых почв подзолообразовательный процесс затухает, а затем и совсем прекращается, то другие [5] считают, что окультуривание не может коренным образом повлиять на сущность дерново-подзолистых почв.

Нами с использованием собственных экспериментальных данных проведено обобщение новейших исследований по изменению свойств дерново-подзолистых почв БССР под влиянием окультуривания. При полевом изучении почв применялся метод парных почвенных разрезов, которые закладывались на целине (в лесу), пашне, огороде в одинаковых условиях рельефа и почвообразующих пород. Проводилось детальное описание профиля почв и по генетическим горизонтам отбирались образцы для последующих лабораторных анализов. Собирались также сведения по истории полей, о характере применявшейся агротехники и высоте урожая возделываемых культур. Подразделение почв по степени окультуренности проводилось на основании мощности пахотного горизонта и его структурности, наличия или отсутствия подзолистого горизонта, содержания гумуса, степени кислотности, обеспеченности подвижными формами фосфора и калия.

Изучение и сравнение морфологических свойств дерново-подзолистых почв, подвергшихся хозяйственному воздействию в различной степени, показало, что под влиянием окультуривания наибольшие изменения происходят в верхних, элювиальных горизонтах. В результате глубокой вспашки и внесения удобрений произошло увеличение мощности перегнойного горизонта и уменьшение мощности подзолистого. Однако даже на хорошо окультуренных почвах огорода подзолистый горизонт частично сохранился, к тому же нижняя его граница опустилась глубже, чем у целинных почв. Элювиальные горизонты во всех сравниваемых почвах были почти одинаковыми.

Наши исследования показали, что в целом механический состав почв оказался консервативным и мало изменился при окультуривании, хотя в элювиальных горизонтах хорошо окультуренных почв под огородами содержание илстых частиц несколько увеличилось. По данным [4] увеличение коллоидной фракции в пахотном горизонте окультуренных почв происходит в основном за счет минеральных частиц, а не за счет органических компонентов.

Исследованиями [3] установлено, что при экстенсивном окультуривании дерново-подзолистых почв БССР в валовом химическом составе не наблюдается изменений, а при интенсивном отмечается повышение содержания CaO , отчасти Fe_2O_3 , P_2O_5 , MgO , K_2O и относительное снижение SiO_2 в пахотном горизонте по сравнению с перегнойным горизонтом целинной почвы. Более объективно характер перераспределения окислов по генетическим горизонтам под влиянием процесса окультуривания может быть выявлен лишь на основе сопоставления их элювиально-аккумулятивных горизонтов (ЕА по А. А. Роде). Величина ЕА показывает интенсивность процессов выноса или накопления окислов в сравнении с SiO_2 . Общий характер распределения кремнезема и окислов в средней и хорошо окультуренных почвах типичен для дерново-подзолистых почв — с максимумом кремнезема в верхней, а окислов — в средней и нижней частях профиля (табл. 1). Однако под влиянием окультуривания значительно уменьшается степень выноса окислов из верхней части почвенного профиля.

Интенсивное окультуривание почв приводит к значительному улучшению физико-химических свойств пахотных почв по сравнению с целин-

Таблица 1

Эллиовально-аккумулятивные коэффициенты (ЕА) почвообразующих окислов в дерново-подзолистых суглинистых почвах

Степень окультуренности	Номер разреза	Горизонт и глубина образца, см	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O
Под лесом	4	A ₁ 5—10	-51	-30	-71	-30	-33
		A ₂ 20—30	-50	-71	-63	-59	-39
		B ₁ 50—60	-14	-35	-50	-18	-14
		B ₂ 90—100	-1	-4	-10	+2	-1
Среднеокультуренная	5	A _л 5—10	-15	-29	-45	-52	-16
		A ₂ 26—30	-23	-70	-46	-46	-37
		B ₁ 50—60	+17	-30	-29	-3	-8
		B ₂ 90—100	+1	+5	-6	-10	-2
Хорошоокультуренная	6	A _л 5—10	-10	-24	-28	-31	-16
		A ₁ , A ₂ 32—35	-27	-53	-45	-35	-30
		B ₁ 50—60	+26	-30	-28	-5	-9
		B ₂ 90—100	0	+1	-1	-6	-1

Таблица 2

Агрохимическая характеристика дерново-подзолистых суглинистых почв разной степени окультуренности

Степень окультуренности	Номер разреза	Горизонт и глубина образца, см	Гумус, %	pH в KCl	N	S	Степень насыщения основными катионами, %	Al ₂ O ₃	K ₂ O	P ₂ O ₅
					м-эква на 100 г почвы			мг на 100 г почвы подвижных форм		
Под лесом	4	A ₁ 5—10	2,09	4,35	4,2	3,4	44,7	1,47	7,8	5,4
		A ₂ 20—30	—	4,10	2,9	2,1	42,0	2,24	2,7	13,2
		B ₁ 50—60	—	4,45	4,3	4,2	40,0	1,16	2,4	9,1
		B ₂ 90—100	—	5,80	2,5	9,8	79,9	нет	3,5	12,4
		C 160—170	—	5,80	2,5	9,1	78,5	нет	3,0	17,2
Среднеокультуренная	5	A _л 5—10	1,93	5,30	2,2	5,5	71,4	0,12	10,4	10,7
		A ₂ 26—30	—	4,80	2,0	2,8	58,3	0,40	4,0	15,3
		B ₁ 50—60	—	4,90	3,4	5,1	60,0	0,70	1,8	13,8
		B ₂ 90—100	—	6,00	2,4	10,2	80,9	нет	2,0	17,5
		C 150—160	—	5,90	2,5	8,8	77,9	нет	2,4	18,0
Хорошоокультуренная	6	A _л 5—10	2,80	5,75	2,0	6,3	75,9	0,10	12,8	14,5
		A ₁ , A ₂ 32—35	—	4,90	1,5	3,4	69,9	0,40	4,6	13,4
		B ₁ 50—60	—	5,55	2,4	6,2	72,1	0,54	2,5	14,0
		B ₂ 90—100	—	5,90	2,4	10,4	81,2	нет	3,0	15,0
		C 150—160	—	5,95	2,4	8,2	77,3	нет	3,0	16,4

ными [1, 6]. Однако при ослаблении интенсивности окультуривания может произойти и ухудшение свойств ранее окультуренных почв [7].

Как видно из данных табл. 2, при окультуривании дерново-подзолистых легкосуглинистых почв понижается их кислотность и повышается степень насыщенности основаниями, улучшается состав обменных катио-

нов — увеличивается количество поглощенных кальция и магния и уменьшается содержание обменных алюминия и железа [2, 8].

С насыщением почв катионами кальция и магния резко уменьшается количество подвижного алюминия.

Содержание гумуса в хорошо окультуренных почвах значительно выше, чем в перегнойном горизонте целинных почв, а в среднеокультуренных — несколько ниже. При распашке целинной почвы происходит припашка безгумусного подзолистого горизонта и «разбавление» гумуса в большей минеральной массе, что и обуславливает относительное снижение содержания гумуса, хотя с учетом мощности перегнойных горизонтов запасы гумуса в данных почвах в пахотном горизонте будут выше, чем в целинных.

На содержание гумуса в пахотном горизонте почв большее влияние оказывают различные агротехнические мероприятия. Наиболее эффективным является систематическое применение навоза в достаточном высокох дозах. По данным [9] необходимо ежегодно вносить 9—10 т/га навоза только для того, чтобы содержание гумуса в почве стабилизировалось на современном уровне. В Белоруссии в 1963—1968 гг. в почву вносилось около 8 т/га органических удобрений и только в последние годы стали вносить 10—12 т/га [10].

Окультуривание почв сопровождается улучшением качественного состава гумуса за счет увеличения содержания гуминовых кислот и снижения фульвокислот [6, 8, 11].

При окультуривании почв также увеличивается содержание подвижных форм фосфора и калия (см. табл. 2), причем ряд исследователей [5, 12] отмечают положительное изменение группового состава фосфора и калия.

Распашка целинных дерново-подзолистых почв и их окультуривание влияют на характер почвообразовательного процесса на этих почвах, однако о направлении этого изменения до сих пор нет единого мнения.

Одни исследователи [1, 13, 14 и др.] полагают, что в окультуренных почвах подзолообразовательный процесс вначале ослабляется, а позже полностью подавляется культурным процессом, другие [9, 15—17] считают, что в пахотных почвах подзолообразовательный процесс не прекращается, а развивается в подпахотной части профиля и захватывает верхнюю часть горизонта вымывания, что ведет к опусканию нижней границы подзолистого горизонта.

В связи с этим следует заметить, что хотя в профиле пахотных дерново-подзолистых почв и обнаруживаются следы протекания подзолообразовательного процесса, это еще не говорит о его активизации. Рассмотренные нами морфологические особенности почв разной степени окультуренности, данные механического и валового химического состава почв, их физико-химические свойства свидетельствуют не об активизации, а о постепенном затухании подзолообразовательного процесса при окультуривании.

Наличие угасающего подзолистого процесса в профиле пахотной дерново-подзолистой почвы, лишенной основного источника свободных кислот — лесной подстилки, видимо, обусловлено рядом факторов.

В подзолообразовательном процессе, кроме специфических перегнойных кислот, в разложении минеральной части почвы и миграции продуктов этого разложения принимают участие и индивидуальные органические кислоты растительного происхождения [18]. Не всегда также пахотные почвы обладают благоприятным водным режимом, исключающим сезонное переувлажнение и анаэробные условия. В пахотных почвах при периодических анаэробных условиях образуются кислые органические продукты, способные не только переводить компоненты минеральной части почвы в растворенное состояние, но и давать с ними устойчивые соединения, способные к миграции [19].

Возможен и еще один механизм, поддерживающий подзолообразо-

вание в пахотных почвах. Корневые системы культурных растений в процессе контактного усвоения поглощенных оснований обменивают их на ион водорода, который при этом внедряется в коллоидный комплекс. При обратном вытеснении катионами водородных ионов происходит частичный распад коллоидного комплекса. Продукты этого распада в виде соединений полуторных окислов с органическими кислотами передвигаются вниз, вызывая процесс оподзоливания. Однако все эти факторы, обуславливающие проявление в пахотных дерново-подзолистых почвах подзолообразовательного процесса, не являются существенными, и усиление процессов окультуривания, безусловно, приведет к полному затуханию подзолообразовательного процесса.

Следует помнить, что и в культурном почвообразовательном процессе на почву продолжают оказывать влияние и естественные факторы почвообразования, поэтому приобретенные окультуренными почвами признаки не являются постоянными и при низкой агротехнике могут ухудшаться.

Выводы

1. Под влиянием окультуривания дерново-подзолистых суглинистых почв происходит увеличение мощности перегнойного и уменьшение мощности подзолистого горизонтов. Однако и в хорошо окультуренных почвах признаки подзолообразовательного процесса сохраняются.

2. В окультуренных суглинистых почвах значительно уменьшается степень выноса окислов из верхней части профиля, однако общий характер распределения окислов и кремнезема по профилю в окультуренных почвах сохраняет характерные для почв дерново-подзолистого типа особенности.

3. Под влиянием окультуривания дерново-подзолистых почв понижается их кислотность, повышается степень насыщенности основаниями и улучшается состав обменных катионов, повышается содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия и улучшается их фракционный и групповой состав.

4. По мере окультуривания дерново-подзолистых суглинистых почв интенсивность подзолообразовательного процесса ослабевает, но полностью не затухает даже в хорошо окультуренных почвах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаркуша И. Ф. Окультуривание как современный этап почвообразования.— Горки, 1956.
2. Гаркуша И. Ф.— Труды БСХА, 1965, вып. 36, с. 35.
3. Гаркуша И. Ф.— Докл. АН БССР, 1970, вып. 14, № 11, с. 1038.
4. Лисица В. Д.— Труды БелНИИ почвоведения и агрохимии, 1968, вып. 5, с. 83.
5. Роговой П. П., Туренков М. И., Юшкевич И. А.— В кн.: Окультуривание почв, их свойства и урожай сельскохозяйственных культур.— М., 1965, с. 130
6. Коротков А. А.— Почвоведение, 1972, № 4, с. 15.
7. Надеждин В. В.— Почвоведение, 1960, № 1, с. 64.
8. Левин Ф. И. Окультуривание подзолистых почв.— М., 1972.
9. Тюлин В. В.— Труды Кировского сельскохозяйственного ин-та, 1969, вып. 22, № 44, с. 42.
10. Кулаковская Т. Н. Применение удобрений.— Минск, 1970.
11. Кононова М. М., Панкова Н. А., Бельчикова Н. П.— Почвоведение, 1949, № 1, с. 28.
12. Авдонин И. С. Повышение плодородия кислых почв.— М., 1969.
13. Благовидов Н. Л.— Почвоведение, 1954, № 2, с. 46.
14. Ковда В. А. Основы учения о почве.— М., 1973.
15. Коротков А. А.— Почвоведение, 1972, № 4, с. 15.
16. Пестряков В. К.— Труды по агрономической физике Агрофизического ин-та.— Л., 1969, с. 45.
17. Тюлин В. В.— Труды Кировского сельскохозяйственного ин-та, № 44, 1969, с. 47.
18. Кононова М. М. Проблемы почвенного гумуса и современные задачи его изучения.— М., 1951.
19. Ярков С. П. Почвы лесно-луговой зоны СССР.— М., 1961.



Рецензии

В. М. Широков, А. М. Пеньковская, В. Н. Плужников. **Водохозяйственный баланс бассейна Днепра.**— Минск: Изд-во БГУ им. В. И. Ленина, 1980.—128 с.

В рецензируемой книге поставлена задача коротко осветить вопросы методики составления водохозяйственных балансов в нашей стране и за рубежом и рассмотреть данные по современному и перспективному соотношению между водными ресурсами и потребностями в воде на территории бассейна Днепра, занимающей свыше полумиллиона кв. километров. Подобная ширина охвата материала может повлечь за собой поверхностный подход к решению водохозяйственных задач, однако, следует отметить, что авторы успешно избежали этой опасности. Изложение привлекает ясностью и четкостью, отнюдь не в ущерб глубине рассматриваемого материала.

Книга состоит из пяти глав и двух приложений, библиография включает около 120 наименований. Структура работы и схема изложения материала отличаются последовательностью и систематичностью.

Вначале рассмотрены методические вопросы составления водохозяйственных балансов, приведены краткие рекомендации по выбору балансовых участков, оценке водных ресурсов поверхностных и подземных вод с учетом взаимосвязи между ними, по определению потребностей в воде населения, промышленности, сельского хозяйства, а также по расчетам регулирования стока и анализа водохозяйственных балансов. Далее, вполне логично, дается полное физико-географическое описание территории бассейна Днепра с целью обоснования выделения восьми расчетных балансовых участков. По каждому из них приведены сведения о ресурсах речных вод, составлен прогноз ожидаемых изменений речного стока под воздействием осушительных мелиораций и повышения урожайности сельскохозяйственных культур

в этом регионе. Представлены данные по естественным и эксплуатационным ресурсам пресных подземных вод, указаны наиболее вероятные значения степени влияния отбора подземных вод на речной сток по расчетным участкам бассейна.

Много внимания уделено материалам по современному использованию водных ресурсов Днепра и перспективам его развития в динамике предстоящих двадцати и более лет. Представлена подробная характеристика коммунального, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, орошения и увлажнения осушительных земель.

В бассейне Днепра уже сложились и заметно развиваются крупные водохозяйственные связи. В книге приведены данные по внутриводоразделным и междоводоразделным переброскам речного стока. Подробно освещены вопросы регулирования стока в бассейне. Собран богатый материал по существующим и намеченным водохранилищам. Особое внимание уделено описанию режима днепровского каскада и возможностей его рационализации в интересах удовлетворения растущих потребностей в воде в бассейне, главным образом, в связи с орошением земель на юге Украины.

Результаты проведенных расчетов и сопоставлений собраны в отдельной главе. Раскрыты особенности этих расчетов, заключающиеся в анализе степени несинхронности стока и потребления воды на территории днепровского бассейна. Дано обоснование размеров дефицита воды по участкам бассейна и пути его устранения. Показано, что коренное улучшение водообменности связано с подачей воды извне. В этом плане рассмотрены также направления переброски стока в бассейн Днепра из Дуная, бассейна оз. Ильмень, а также р. Неман на территории Белоруссии.

В заключение названы основные направления исследований, необходимых для повышения точности водохозяйственных расчетов по большому территории.

Книга хорошо иллюстрирована, в приложении даны основные сведения по существующим и проектируемым водохранилищам, приведены также важнейшие результаты расчетов водохозяйственных балансов по участкам бассейна Днепра.

С выходом рецепзируемой книги читатель получил содержательный материал, имеющий большое научное и прикладное значение в решении водохозяйственных и меллиоративных задач. Следует отметить инициативу издательства в публикации нужной и своевременной книги.

В. С. Аношко

А. А. Крауклис. Проблемы экспериментального ландшафтоведения.— Новосибирск: Наука, 1979.—233 с.

Для успешного решения проблем охраны и рационального использования природных ресурсов первостепенное значение имеют физико-географические исследования. Это вызывает необходимость расширения стационарных географических работ, носящих комплексный ландшафтоведческий характер. Данным вопросам и посвящена монография А. А. Крауклиса, в основу которой положены результаты активных экспериментальных исследований ландшафтов.

Фактически автором разработано новое научное направление в изучении структуры, пространственных закономерностей и особенностей функционирования ландшафтов на топологическом уровне, основанное на геосистемной концепции. В этом плане работа А. А. Крауклиса, несомненно, относится к числу актуальных научных исследований, новизна которой определяется оригинальным подходом к структурно-динамической оценке элементарных геосистем — фаций, всесторонним и детальным изучением их сезонной ритмики и многолетней биогенной периодичности, применением математико-статистического анализа экспериментальных данных комплексных стационарных наблюдений и моделированием геосистем.

Выдвинутые автором отдельные положения, полученные в результате ландшафтно-экспериментальных исследований, вносят, по нашему мнению,

существенные дополнения и коррективы в общую теорию физической географии. Несомненно и их практическая ценность. Накопленная информация при стационарном изучении ландшафтов методом полигонов-трансект нашла широкое применение также в решении вопросов прогнозирования и планирования оптимальной структуры.

Особый интерес представляет раздел, в котором рассматриваются программа и методика исследований на комплексных стационарах — своеобразных экспериментальных базах изучения различных геосистем. Разработанные автором принципы организации стационаров, элементы методик изучения покомпонентного состава геосистем, а также некоторые подходы при их картографировании могут быть с успехом использованы при создании сети подобных стационаров в других районах страны, в том числе и в Белоруссии.

Следует отметить, однако, и ряд положений, носящих дискуссионный характер. Во-первых, вряд ли справедливо отождествление элементарной геосистемы — фации с биогеоценозом, даже при условии их пространственного совпадения. Очевидно, используя показатель внутрифациальной неоднородности, следует различать «гомогенные» и «гетерогенные» фации. Во-вторых, вызывает сомнение роль биоты как саморегулирующего и стабилизирующего начала геосистем. По нашему мнению, более объективным индикатором в этом являются почвенные режимы и направленность почвообразовательных процессов.

Отмеченные замечания не умаляют большого научного значения работы, отличающейся масштабностью поставленных и удачно решенных научно-методических и прикладных задач. Полученные автором выводы существенно повышают уровень теоретических разработок и практическую значимость современного ландшафтоведения, вносят существенный вклад в решение проблем оптимизации природной среды.

Книга А. А. Крауклиса является заметной вехой в развитии географической науки, она позволит читателям более глубоко проникнуть в сложные проблемы теоретической и прикладной географии.

В. С. Аношко, В. М. Яцухно

СОДЕРЖАНИЕ

К 60-ЛЕТИЮ БГУ имени В. И. ЛЕНИНА

<i>Тикавый В. Ф., Станишевский Л. С., Самохвал В. В.</i> Химический факультет в истории университета	3
<i>Мицкевич Н. И., Пляцковский Н. И.</i> Вклад химфака университета в развитие химической науки в республике	13
<i>Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар Прадип.</i> Химия α -формилоксиранов	19
<i>Анохина В. С.</i> Развитие исследований по генетике возделываемых культур	31
<i>Жучкевич В. А., Якушко О. Ф.</i> Физическая география в Белорусском университете	40

ХИМИЯ

<i>Литневский В. А., Мадзиевская Т. А.</i> Кинетические закономерности низкотемпературной реакции образования твердого карбамата аммония из газов	46
<i>Поляк Н. А., Зимина И. Ф.</i> Поглощение некоторых катионов орто- и полифосфатом целлюлозы из водных растворов	52

БИОЛОГИЯ

<i>Каратаев А. Ю.</i> Личиночная стадия развития <i>Dreissena polymorpha</i> Pallas в оз. Лукомльском — водоеме-охладителе ТЭС	54
<i>Потаенко Ю. С., Головчиц Л. А.</i> Распределение бактериопланктона по акватории Нарочанских озер	59
<i>Морозов Е. Н., Морозик М. С., Шклярова В. Д.</i> Снижение частоты индукции λ под действием лазерного излучения	62

ГЕОГРАФИЯ

<i>Зайко С. М., Лобач Т. Я.</i> Химический состав поверхностных и почвенно-грунтовых вод мелиоративного объекта «Верховье реки Ясельды»	65
<i>Кудло Т. А., Кудло К. К.</i> Изменение свойств дерново-подзолистых суглинистых почв под влиянием окультуривания	69

РЕЦЕНЗИИ

<i>Аношко В. С. В. М. Широков, А. М. Пеньковская, В. Н. Плужников.</i> Водохозяйственный баланс бассейна Днепра	74
<i>Аношко В. С., Якушко В. М. А. А.</i> Крауклис. Проблемы экспериментального ландшафтоведения	75

К сведению подписчиков журнала

«Вестник БГУ имени В. И. Ленина.

Серия II, химия, биология, география».

В связи с увеличением стоимости печатных сортов бумаги с января 1982 г. розничная цена одного номера журнала составит 85 коп. Стоимость отдельной серии на год — 2 руб. 55 коп.

УКАЗАТЕЛЬ

статей, опубликованных в «Вестнике Белорусского университета»,
серия II
«Химия, биология, география» в 1981 году

К 60-ЛЕТИЮ БГУ имени В. И. ЛЕНИНА

Тикавый В. Ф., Станишевский Л. С., Самохвал В. В. Химический факультет в истории университета	3	3
Мицкевич Н. И., Плющевский Н. И. Вклад химфака университета в развитие химической науки в республике	3	13
Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар Прадип. Химия α -формилоксиранов	3	19
Анохина В. С. Развитие исследований по генетике возделываемых культур	3	31
Жучкевич В. А., Якушко О. Ф. Физическая география в Белорусском университете	3	40

ХИМИЯ

Артемова С. В., Вечер Р. А., Володкович Л. М., Вечер А. А. Термодинамические свойства NaMgF_3	2	3
Бобровский А. П., Герт Е. В., Филанчук А. П., Башмаков И. А., Капуцкий Ф. Н. Влияние воды на изменение структуры и степени полимеризации целлюлозы под действием окислов азота	1	12
Володкович Л. М., Петров Г. С., Вечер Р. А., Вечер А. А. О теплоте полиморфных превращений гексафторалюминатов некоторых щелочных металлов	1	20
Голуб Н. В., Юркин Г. Т., Ткачев С. В., Капуцкий Ф. Н. Набухание диэтиламинооксипропилцеллюлозы в бинарных водно-органических средах	1	16
Грученков Р. Г., Скорород О. Р., Бондарь Н. И. Экстракция Mo(VI) с помощью 2-(α -N-пиперидино)-изопропил-4-окситетрагидрофуранона-3	2	9
Кильчицкая С. Л., Петряев Е. П., Калязин Е. П., Ковалева Е. П. Исследование влияния линейной передачи энергии на радиолитические превращения водных растворов спиртов	1	3
Круль Л. П. Термостойкость радиационно-привитых пленок полиэтилена	1	23
Лишевский В. А., Мадзиевская Т. А. Кинетические закономерности низкотемпературной реакции образования твердого карбамата аммония из газов	3	46
Павлов А. В., Бурыкина Л. К., Зятков И. П. Исследование радикальной сополимеризации изопрена и п-формилстирола в блоке и растворе	2	13
Поляк Н. А., Зимица И. Ф. Поглощение некоторых катионов орто- и полифосфатом целлюлозы из водных растворов	3	52
Прытыцкая Т. С., Гураш Г. В., Мардыкин В. П., Почерняев Н. М. О получении чередующихся сополимеров для термопластической записи информации	1	27
Превыш-Квинто А., Тищенко И. Г. Диаминметилные производные 2-карбэтоксисбензофурана	1	29
Рахманов С. К., Браницкий Г. А., Баран Г. М. О фотоактивировании пленочных слоев соль металла PbJ_2 при их физическом проявлении	2	11
Сердюк Г. И., Сташенок В. Д., Шевченко Г. П., Свиридов В. В., Иванов В. О., Биктимиров Р. С., Калентьев В. К. Особенности проявления галогалосеребряных фотослов в медноформальдегидном физическом проявителе	2	5
Соколов Н. А., Тищенко И. Г., Чекарлева Е. Д. Синтез производных тиазола реакцией 2-нитрооксиранов с тиамидами и тиомочевной	2	21
Тищенко И. Г., Бубель О. Н., Стасевич Г. З., Козинец В. А. Синтез кеталей арилзамещенных глициринов	2	17
Уварова Л. Р., Матвеевцева М. С., Зятков И. П., Зубарева М. М., Абрамов А. Ф. Олигомерные перекиси с различающимися по термостойкости перекисными группировками	1	5

БИОЛОГИЯ

Анохина В. С., Козлова Л. С. Проявление эффекта функционирования генов алкалоидности у сортов и гибридов узколистного люпина в процессе онтогенеза	1	33
Гриц Н. В., Максимова Н. П., Фомичев Ю. К. Антибиотикорезистентность бактерий рода <i>Pseudomonas</i> , выделенных из природных источников	2	27
Каратаев А. Ю. Личиночная стадия развития <i>Dreissena polymorpha</i> Pallas в оз. Лукомльском — водоеме-охладителе ТЭС	3	54
Кажнович Л. В., Рак Л. Д. Изменение пигментного фонда и активности фотосинтетического аппарата под воздействием ингибитора белкового синтеза	1	45
Крючкова Н. М., Михеева Т. М., Бабицкий В. А., Ганченкова А. П. Некоторые показатели роста и развития ветвистоусых раков на естественном планктоне	1	40
Лемеза Н. А. Светозависимое изменение гликолатоксидазной активности в изолированных клеточных структурах проростков ржи	1	48

Ляхович В. П., Митрахович П. А. Динамика и продукция популяции <i>Eudrilatopus graciloides</i> Lill. в условиях водоема-охладителя ТЭС	1 56
Матусевич С. А., Константинов А. С., Лопатин И. К. Новые для фауны БССР виды жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae)	2 25
Морозов Е. И., Морозик М. С., Шклярова В. Д. Снижение частоты индукции фага λ под действием лазерного излучения	3 62
Потаенко Ю. С., Головиц Л. А. Распределение бактериопланктона по акватории Нарочанских озер	3 59
Смирнова Л. Ф., Палилова А. Н., Юдина М. Г. Содержание фенольных соединений в листьях и метелках стерильных линий кукурузы и их фертильных аналогов	2 30
Терехович В. Ф., Маюхина Н. В., Голубева М. Б. Особенности размножения обыкновенной полевки южной части Белоруссии в весенне-летний период	2 39
Хрипенко И. П., Кукулянская М. Ф., Коряго Л. А., Сулимова В. А. Об участии холинэргической системы в опосредованном действии ионизирующей радиации на некоторые ферменты мозга	1 38
Чан Тхи Сыонг, Евтушенков А. Н. Зависимость бактерицидного действия озона от условий обработки бактериальных культур	1 52
Шуканов А. С., Стефанович А. И. Грибы рода <i>Sphaerotheca</i> Lév. в Белоруссии	2 34

ГЕОГРАФИЯ

Анчиенко Г. В. Особенности отраслевой структуры промышленности Пинска	2 52
Аношко В. С. Природно-мелноративные системы и комплексы, возможности их исследования информационно-картографическим методом	2 49
Алсиевич М. К., Санько П. М. Пойменные гидроморфные почвы Белоруссии и их плодородие	1 64
Вашкевич Л. Ф., Глазкова Л. Н., Ляхович С. Р. Содержание форм калия и подвижного фосфора в мелнированных почвах стационарных участков Брестского Полесья	1 72
Витченко А. Н., Молчанова О. В., Хомицкий Н. П. Оценка почвенно-климатических условий Белоруссии для возделывания льна	2 55
Власов Б. П. Экологические изменения альгофлоры эвтрофных озер Белоруссии, подверженных антропогенной трансформации	1 62
Губин В. Н., Марцинкевич Г. И. Особенности методики и технологии картографирования природных территориальных комплексов на основе аэровизуальных наблюдений	2 60
Зайко С. М., Лобач Т. Я. Химический состав поверхностных и почвенно-грунтовых вод мелноартивного объекта «Верховье реки Ясельды»	3 65
Курлович Н. Н., Серафимович А. А. Озерные ресурсы Белоруссии	1 68
Кудло Т. А., Кудло К. К. Изменение свойств дерново-подзолистых суглинистых почв под влиянием окультуривания	3 69
Пирожник И. И., Бычваров М. П. Географические аспекты развития международного туризма в Балканском рекреационном макрорайоне	2 64
Шабанова В. И., Горблюк А. В. О регулировании активации микрофлоры мелнированных торфяно-болотных почв	2 46
Якушко О. Ф., Емельянов Ю. Н., Романов В. П., Гигевич Г. С., Карташевич Э. К. Принципы определения и количественные оценки антропогенных трансформаций в озерных комплексах	2 42

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Лопатин И. К., Мороз М. Д., Константинов А. С. Новые для фауны СССР и БССР виды жесткокрылых (Coleoptera)	2 72
Матусевич П. А., Матусевич Ю. И., Круль Л. П. Исследование методом ИК спектроскопии конформационных переходов в стабилизированном полиэтилентерефталате	2 68
Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар П. Синтез 1, 3-диоксоланов на основе ацеталей α-формилоксиранов	2 70

РЕЦЕНЗИИ

Аношко В. С. В. М. Широков, А. М. Пеньковская, В. Н. Плужников. Водохозяйственный баланс бассейна Днепра	3 74
Аношко В. С., Яцухно В. М. А. А. Крауклис. Проблемы экспериментального ландшафтоведения	3 75

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Ольга Филипповна Якушко (К 60-летию со дня рождения)	2 74
Вадим Васильевич Свиридов (К 50-летию со дня рождения)	2 75

РЕФЕРАТЫ

УДК 54

Тикавый В. Ф., Станишевский Л. С., Самохвал В. В. Химический факультет в истории университета.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Излагается история создания и развития химического факультета БГУ имени В. И. Ленина. Анализируются основные направления исследований на химических кафедрах университета с 1921 г. до наших дней.

УДК 54

Мицкевич Н. И., Плющевский Н. И. Вклад химфака университета в развитие химической науки в республике.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Приведены основные результаты работ выпускников химического факультета БГУ имени В. И. Ленина, оказавшие существенное влияние на развитие химической науки в институтах АН БССР.

УДК 547

Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар Прадип. Химия α -формилоксиранов.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Рассмотрены известные до настоящего времени способы получения α -формилоксиранов, их реакции по формильной группе, по оксирановому циклу, а также с участием обеих функциональных групп. Механизмы образования α -формилоксиранов и их реакции постулированы в соответствии с принятыми литературными данными.

Библ. 42 назв.

УДК 581.15 : 575.125-631

Анохина В. С. Развитие исследований по генетике возделываемых культур.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Рассматриваются основные направления научных исследований по генетике растений в отделе цитогенетики растений Проблемной научно-исследовательской лаборатории экспериментальной биологии и на кафедре дарвинизма и генетики Белорусского университета. Дается анализ результатов экспериментальных работ по биологии оплодотворения растений, проблеме гетерозиса, отдаленной гибридизации, полиплоидии. Приведены результаты исследования митоза и мейоза у покрытосеменных растений. Показана роль генетических, цитогенетических, цитохимических исследований качественных и количественных признаков для разработки генетических основ селекции люпина и зерновых культур и ранней диагностики перспективности исходного материала в создании новых сортов.

Библ. 108 назв.

УДК 91(09)(476)

Жучкевич В. А., Якушко О. Ф. Физическая география в Белорусском университете — Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Дается краткая характеристика физико-географических исследований на географическом факультете.

Библ. 17 назв.

УДК 541.117/.127+541.123

Лишневецкий В. А., Мадзиевская Т. А. Кинетические закономерности низкотемпературной реакции образования твердого карбамата аммония из газов.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Изучено влияние температуры, отношения S/V , конечного продукта и величины пересыщения газовой фазы на скорость образования твердого карбамата аммония из газов. Показано, что скорость реакции растет с понижением температуры. Для протекания реакции требуется определенное критическое пересыщение газовой фазы. Реакция имеет период индукции, является гетерогенной и автокаталитической. Важная стадия реакции — процесс зародышеобразования новой фазы. Предложен механизм реакции. Приведены также данные по кинетике обратной реакции разложения.

Библ. 12 назв., ил. 2.

УДК 541.183.12

Поляк Н. А., Зинина И. Ф. Поглощение некоторых катионов орто- и полифосфатом целлюлозы из водных растворов.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Слабокислотные катионообменники — орто- и полифосфат целлюлозы в натриевой и водородной форме избирательно поглощают двухзарядные катионы из водных растворов смесей ионов. Избирательность поглощения двухзарядных катионов несколько больше на натриевой форме катионообменников.

Библ. 8 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 594.1(285.2)(476)

Каратаев А. Ю. Личиночная стадия развития *Dreissena polymorpha Pallas* в оз. Лукляцком — водоохлаждителе ТЭС.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Изучалось влияние подогрева на сроки нахождения личинок дрейссены в планктоне, сезонную и суточную динамику велигеров. Установлено, что период пребывания личинок в планктоне подогреваемой зоны озера на 20—30 суток продолжительнее. Среднесезонные размеры велигеров в зоне подогрева больше, чем на участке с естественным температурным режимом. Повышение температуры приводит к сдвигам в сезонной динамике численности личинок дрейссены.

Библ. 11 назв., ил. 2.

УДК 577.475+551.481:576.8

Потаенко Ю. С., Головци Л. А. Распределение бактериопланктона по акватории Нарочанских озер.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Приведены результаты количественного распределения бактериопланктона по акватории озер Нарочь, Мястро и Баторни за март 1978 г. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии различий в количественном развитии бактериопланктона в литоральной зоне и пелагиали озер в подледный период. Показана репрезентативность данных по бактериопланктону при наблюдениях на постоянных станциях озер.

Библ. 5 назв., табл. 3.

УДК 576.312+576.852

Морозов Е. И., Морозик М. С., Шклярора В. Д. Снижение частоты индукции фага λ под действием лазерного излучения.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Показано снижение частоты индукции фаза λ под действием лазерного излучения малой мощности. Частота индукции сравнивалась со спонтанной индукцией фага. Приемленные дозы облучения не оказывали никакого воздействия на рост бактериальной культуры.

Библ. 5 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 551.482.214:631.603

Зайко С. М., Лобач Т. Я. Химический состав поверхностных и почвенно-грунтовых вод мелиоративного объекта «Верховье реки Ясельды».— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Рассматриваются результаты сравнительного изучения химического состава почвенно-грунтовых и поверхностных вод осушенных и целинных болот мелиоративного объекта «Верховье реки Ясельды». Показаны различия в химическом составе вод осушенного и целинного болота. Выявлена сезонная динамика всех изучаемых элементов. По мере давности сельскохозяйственного использования на мелиорированном торфянике отмечается уменьшение содержания в водах большинства химических компонентов.

Библ. 5 назв., табл. 2, ил. 2.

УДК 631.4

Кудло Т. А., Кудло К. К. Изменение свойств дерново-подзолистых суглинистых почв под влиянием окультуривания.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 3.

Изучено изменение морфологических свойств, механического, валового химического состава и агрохимических свойств дерново-подзолистых почв под влиянием окультуривания. Установлено, что по мере окультуривания интенсивность подзолообразовательного процесса ослабевает, но полностью не затухает даже в хорошо окультуренных почвах.

Библ. 19 назв., табл. 2.

