



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
ОКТЯБРЬ

БИБЛИОТЕКА
БЕЛОРУССКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
ИМЯ В. И. ЛЕНИНА

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

Леонова Т. М., Браницкий Г. А. Усиление серебряных изображений на галогеносеребряных фотослоях в кобальтовых физических проявителях	3
Вязовкин С. В., Лесникович А. И. О применении корреляционного анализа в обратных задачах неизотермической кинетики	8
Скоропанов А. С., Скумс В. Ф., Альфер С. А., Вечер А. А., Филонов Б. О. Дилатометрический анализ соединений системы $\text{GeTe} - \text{Sb}_2\text{Te}_3$	11
Бурдь В. Н., Ревинский И. Ф., Тищенко И. Г. Эпоксидирование β -алкилзамещенных пропеналей перекисью водорода в щелочной среде	14
Пшеничный Г. В., Машенков В. А., Станишевский Л. С. Синтез замещенных 2-оксофуро [2,3-с] пиперидинов на основе 3 α -гидрокси-4-пиперидона.	17

БИОЛОГИЯ

Анохина В. С., Крупнова Э. В. Реакция различных сортов люпина желтого на условия возделывания.	21
Кахнович Л. В., Прохоренко Н. А. Особенности фотосинтетического аппарата растений ячменя различной продуктивности	23
Ляхнович В. П., Воронова Г. П., Куцко Л. А. Количественное развитие микрофлоры в грунтах рыбоводных прудов	26
Трибуш С. С., Белявский К. М. Конъюгационный перенос F' -плазмид в системе <i>E. Coli</i> — <i>Pseudomonas</i>	29
Бабицкий В. А., Инкина Г. А., Макаревич Т. А., Ковалевская Р. З., Деренговская Р. А. Гидробиологическая характеристика реки Паляваам (Чукотка)	33
Писаненко А. Д. Фаунистический очерк стрекоз (<i>Insecta, Odonata</i>) Белоруссии	37
Стефанович А. И. О распространении фитопатогенных микромицетов на лугах	41

ГЕОГРАФИЯ

Широков В. М. Преобразование термического режима малых рек после их регулирования прудами и водохранилищами	45
Швецов А. А. Структурно-динамическая классификация урочищ Мозырского Полесья	50
Клесов С. К. Динамическое равновесие гидросферы как мера взаимодействия природных и антропогенных факторов	54
Комаровский М. Е. К истории изучения Минской возвышенности	58
Иванов Н. П., Липская Г. А., Чертко Н. К., Куликов Я. К., Дорохова В. В., Ляхович С. Р., Скоропанова А. И. Влияние оптимизации мелниорированных дерново-подзолистых почв на урожай и качество многолетних трав	62

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Тыворский В. И., Тищенко И. Г., Кухарев А. С. Синтез фенилзамещенных 2-галогено-4-галогенометил-2-битенолидов-4	67
Бурлакова Л. Е., Герасимова Л. К., Татаринов Б. А. Сравнительное изучение влияния ультрафиолета, λ -излучения, двуокиси серы и озона на интенсивность транспирации яблок и клубней картофеля	68
Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А. К проблеме рационального использования недр на нефтепромыслах Белоруссии	71

РЕЦЕНЗИИ

Коровин В. И., Мищенко А. А. В. А. Еремшина. Физико-географическое районирование	73
Левков Э. А. География Белоруссии: Учебное пособие / Под ред. М. С. Войтовича и Б. Н. Гурского	73

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

[Андрей Григорьевич Медведев]	75
---	----

ПАМЯТИ ТОВАРИЩА

[Михаил Демьянович Тиво]	76
------------------------------------	----



УДК 771.7.023/024+669.25

Т. М. ЛЕОНОВА, Г. А. БРАНИЦКИЙ

УСИЛЕНИЕ СЕРЕБРЯНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ГАЛОГЕНОСЕРЕБРЯНЫХ ФОТОСЛОЯХ В КОБАЛЬТОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЯВИТЕЛЯХ

К настоящему времени достаточно подробно изучены процессы, лежащие в основе получения на галогеносеребряных материалах различного назначения фотографических изображений из меди и никеля в варианте, предусматривающем обработку таких материалов в растворах физических проявителей (ФП) [1]. Отмечалась также возможность получения на них изображений из кобальта [2], хотя специально этот вопрос сколько-нибудь подробно не изучался.

С учетом более высокой по сравнению с медью и никелем коррозионной стойкости кобальта представлялось интересным изучение особенностей усиления серебряных изображений в кобальтовых ФП.

В работе использовалась серийная пленка Фото-32 и пленка ФТ-ФП (нанос серебра 0,8 г/м²) — малосеребряный аналог фототехнической пленки ФТ-41. Химико-фотографическая обработка пленок после экспонирования включала проявление в проявителе УП-2, фиксирование в тиосульфатном растворе и промывку в воде. Далее, как и при получении медных или никелевых изображений [3, 4], проводилось регалогенирование полученного серебряного изображения в растворе, содержащем феррицианид калия, сульфат натрия и бромид калия [2, 3], после чего следовало кобальтовое ФП. Оптические плотности изображения измерялись на денситометре ЦДФЭУ.

Предварительное исследование показало, что многие из известных растворов металлизации, описанные в [5], содержащие в своем составе хлорид кобальта, малеиновую (янтарную или яблочную) кислоту, гидроксид и борогидрид натрия, оказываются непригодными для усиления слабовидимого серебряного изображения: в них происходит либо растворение конвертированного в галогенид исходного изображения, либо сползание эмульсионного слоя с подложки. Растворение конвертированного серебряного изображения может быть связано с присутствием (или образованием во время приготовления) в растворах кобальтирования компонентов, растворяющих галогенид серебра. Поскольку концентрация щелочи в растворах металлизации в большинстве случаев велика (рН ~ 12—14) и эффективное осаждение кобальта на подложку происходит только при повышенных температурах (до 90—95 °С), их невозможно использовать в фотографических процессах из-за разрушения эмульсионного слоя фотоматериала.

В растворе, содержащем сульфат кобальта, цитрат натрия, сульфат аммония и гипофосфит, из которого в значительно более мягких условиях (рН 9—10, температура 50 °С) хорошо осаждается кобальт на палладиевые центры, сформированные на бумажной или целлофановой подложке [6], серебро изображения на галогеносеребряном материале не обладает каталитической активностью в реакции осаждения кобальта.

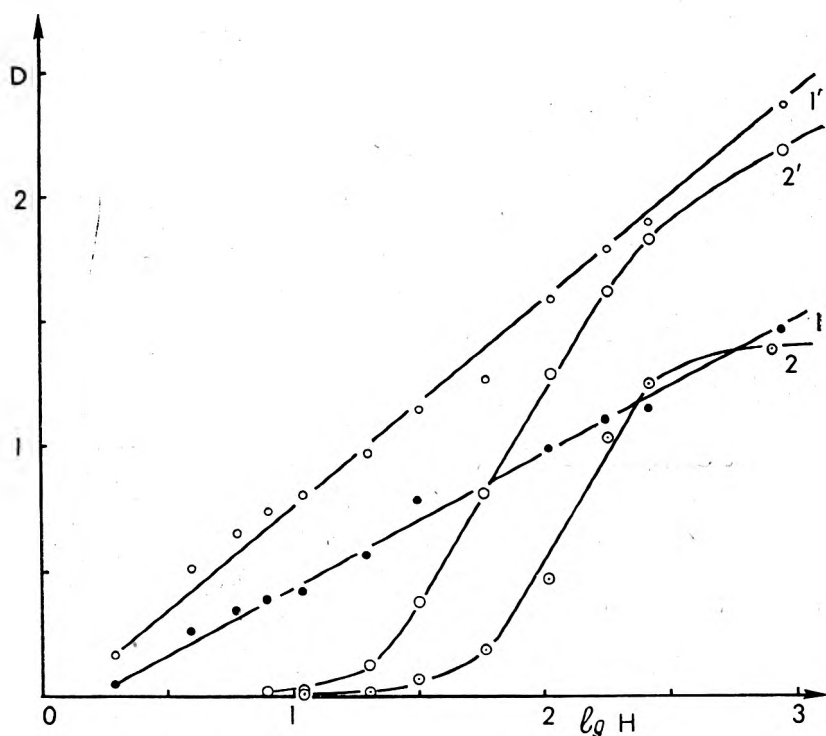


Рис. 1. Характеристические кривые пленок фото-32 и ФТ-ФП после обычного проявления и фиксирования (1, 2) и после дополнительной обработки регалогенированного изображения (1 ч) в проявителе, содержащем CoCl_2 , цитрат натрия, глицин и гипофосфит (1', 2')

Если использовать борогидридные растворы, содержащие комплексы кобальта с этилендиамином и цитрат-ионами [7], а также гипофосфитные растворы, содержащие комплексы кобальта с цитрат-ионами, или с цитрат- и ацетат-ионами, то в них наблюдается лишь восстановление до серебра конвертированного в бромид изображения, на котором кобальт не осаждается (это установлено спектральным анализом). В то же время после указанной обработки изображение приобретает коричневый оттенок и его оптическая плотность заметно увеличивается (рис. 1). Светочувствительность материала ($S_{0,2}$) увеличивается примерно в два раза, контрастность изображения возрастает мало [8].

Отмеченное изменение в сторону улучшения сенситометрических характеристик, по-видимому, обусловлено увеличением дисперсности серебра, образующегося в процессе взаимодействия регалогенированного изображения с восстановителями, входящими в состав кобальтового ФП. Подобное изменение дисперсности частиц серебра, приводящее к увеличению его кроющей способности, а также цвета изображения при обработке галогеносеребряных материалов в растворах фотографических восстановителей отмечалось ранее [9].

Образование активного серебра в реакциях осаждения кобальта* нами наблюдалось при обработке конвертированного в галогенид изображения в щелочных борогидридных растворах, содержащих в качестве лигандов для ионов Co^{2+} этилендиаминтетрауксусную кислоту и аммиак.

Простейший раствор, из которого происходит осаждение кобальта на конвертированное изображение, содержит хлорид кобальта, трилон Б, гидроксид аммония и натрия и борогидрид (раствор 1, см. таблицу). Концентрации компонентов должны быть не ниже указанных в таблице.

* Из борогидридных растворов кобальтирования осаждается сплав кобальта с бором. Количество бора может быть от 1 до 15 % [5, 7].

Составы растворов кобальтовых проявителей

Компо- ненты	Состав раствора, М/л										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11*
CoCl ₂	0,23	0,33	0,25	0,22	0,27	0,22	0,27	0,25	0,30	0,30	0,27
трилон Б	0,22	0,25	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,20	0,21
NH ₄ OH	0,46	0,57	0,60	0,60	0,65	0,48	0,65	0,58	0,73	0,76	0,51
Na ₄ P ₂ O ₇	—	—	—	0,0058	0,0056	0,0059	—	—	0,0057	0,0057	0,0056
Na ₂ B ₄ O ₇	—	—	—	—	—	—	0,0033	—	—	—	—
Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇	—	—	—	—	—	—	—	0,030	—	—	—
NH ₄ Cl	—	—	—	—	—	—	—	—	0,096	—	—
NaOH	0,27	0,28	0,24	0,26	0,24	0,26	0,25	0,21	0,29	0,18	0,12
NaBH ₄	0,036	0,036	0,036	0,034	0,033	0,035	0,033	0,035	0,034	0,026	0,032
pH	9,9	9,8	9,75	9,9	9,75	10,15	9,75	9,75	9,95	9,8	9,65

* В состав 11 входит поверхностно-активное вещество ОП-10 (2,44 г/л) или окись алкилдиметиламина (8,1 мл 30 %-ного раствора на л).

Минимальная плотность серебряного изображения (D_{Ag}) на пленке ФТ-ФП, достаточная для осаждения кобальта, равна 0,05. За 15 мин усиления она возрастает до $\sim 0,15^{**}$; плотности $\sim 0,1 \rightarrow 1,2$ увеличиваются до $0,4 \rightarrow 3$ (рис. 2), получается контрастное черное изображение. Светочувствительность материала возрастает в 1,5—10 раз по сравнению с полученной после химического проявления. В отдельных случаях при усилении появляется вуаль (D_v до 0,15—0,20).

При увеличении содержания в ФП хлорида кобальта и соответственно трилона Б и аммиака (состав 2, 3, см. таблицу) плотности серебряного изображения, равные 0,1—0,2, усиливаются незначительно (до $D_{yc} \sim 0,12 \rightarrow 0,25$), в то же время плотности $D_{Ag} = \sim 0,5 \rightarrow 1$ возрастают до $D_{yc} = \sim 0,8 \rightarrow 3$ (см. рис. 2).

При разбавлении раствора ФП состава 1 (см. таблицу) на 25 % количество осаждающегося на серебряное изображение кобальта заметно уменьшается ($D_{Ag} = \sim 0,1 \rightarrow 1,2$ увеличивается до $D_{yc} \sim 0,3 \rightarrow 1,7$). При дальнейшем разбавлении раствора ($\sim$ в 1,5 раза) осаждение кобальта прекращается. Тем не менее плотность серебряного изображения после обработки пленки в таком растворе немного увеличивается (от $\sim 0,1 \rightarrow 1,2$ до $\sim 0,15 \rightarrow 1,4$), что, по-видимому, обусловлено изменением кроющей способности серебра вследствие образования более мелкодисперсных, чем первоначальные, частиц этого металла (см. рис. 1).

Отметим, что осаждение кобальта на серебряное изображение из проявителей 1—3 (см. таблицу) происходит неравномерно. Устойчивость этих растворов невелика (5—40 мин), и процесс усиления трудно контролировать: кобальт осаждается не только на серебряном изображении, но также выделяется в объеме раствора, иногда на стенках пластмассовой или стеклянной ванны. После разбавления устойчивость раствора снижается: образование кобальта в объеме раствора начинается через 0,5—2 мин после приготовления ФП.

Из [5] известно, что добавление в кобальтовый раствор металлизации буры, солей пиррофосфорной кислоты, хлорида аммония и других существенно изменяет свойства этих растворов, способствуя значительному ускорению восстановления и последующего осаждения кобальта на подложку, активированную палладием. Некоторые из перечисленных в [5] соединений использованы нами в качестве компонентов кобальтового

** D_{yc} — оптическая плотность усиленного изображения, которая складывается из плотности серебряного изображения D_{Ag} и плотности осевшего на это изображение сплава кобальта с бором (D_{Co+B}), т. е. $D_{yc} = D_{Ag} + D_{Co+B}$.

ФП. Оказалось, что в присутствии пирофосфата натрия (состав 4 и 5, см. таблицу) начинают усиливаться плотности серебряного изображения, равные 0,01—0,05 ($D=0,01$ — минимальная оптическая плотность, которую удается зарегистрировать на денситометре ЦДФЭУ). После обработки (15 мин) конвертированного серебряного изображения в кобальтовых проявителях с пирофосфатом натрия (состав 4 и 5, см. таблицу) плотности $D_{Ag}=0,01-0,05$ возрастают до $D_{yc} \sim 0,3-1$, плотности $D_{Ag} \sim 0,1-0,2$ до $D_{yc} \sim 1,1-2$. Контрастность изображения γ увеличивается в 2—4, а светочувствительность в 3—10 раз по сравнению с достигаемой после обычной химико-фотографической обработки материала.

Введение в кобальтовый проявитель буры (состав 7, см. таблицу) приводит к более равномерному осаждению кобальта на все участки серебряного изображения и тем самым улучшает его качество. Однако малые плотности серебряного изображения ($\sim 0,01-0,10$) в проявителях, содержащих буру, усиливаются слабо, плотности же $0,4-1$ увеличиваются до $D_{yc} \sim 1,2-3$ (см. рис. 2). Светочувствительность материала увеличивается примерно в 1,5 раза.

В кобальтовом проявителе, содержащем дополнительно цитрат натрия, серебряное изображение с плотностями 0,01—0,15 вообще не усиливается. Заметное осаждение кобальта происходит только на изображение с плотностями $>0,4$. Они увеличиваются до $D_{yc} \sim 0,7-3$ (см. рис. 2). Усиленное изображение имеет металлический блеск.

Добавление в проявитель моноэтаноламина не приводит к изменению оптической плотности серебряного изображения.

При использовании ФП, содержащих одновременно пирофосфат и

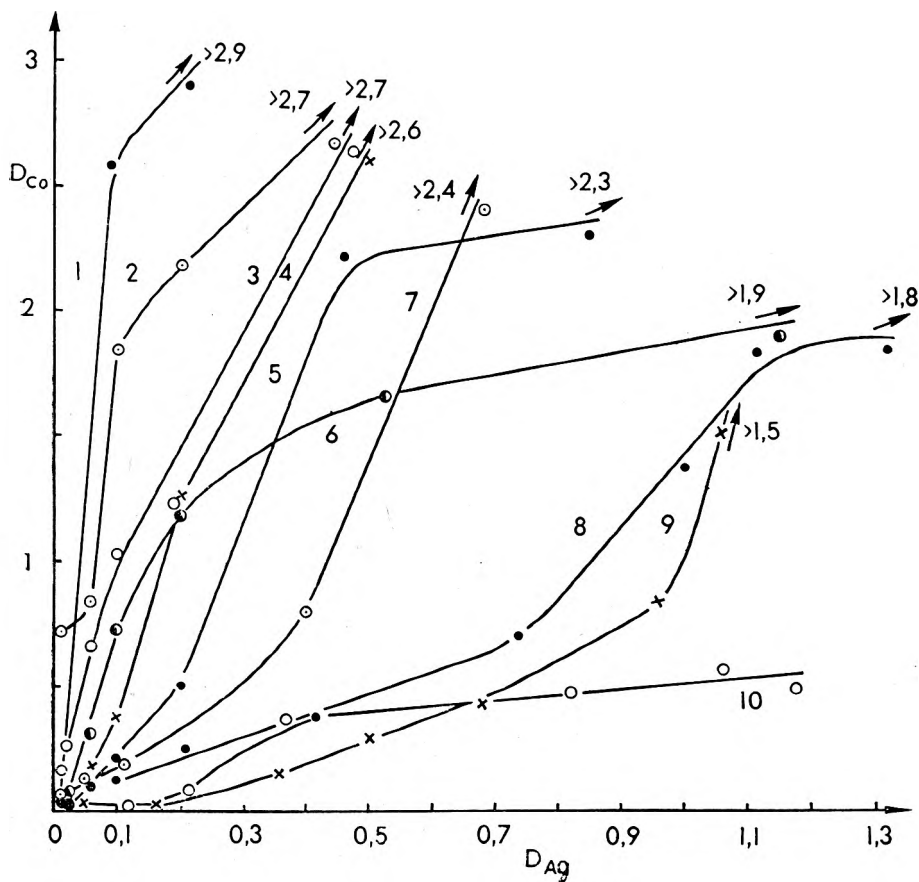


Рис. 2. Изменение оптической плотности серебряных изображений на пленке ФТ—ФП после усиления в течение 15 мин в кобальтовых проявителях различного состава (см. таблицу):

1—11; 2—4; 3—5; 4—1; 5—9; 6—10; 7—7; 8—8; 9—2; 10—6

цитрат натрия (состав 10, см. таблицу), увеличивается количество кобальта, осаждающегося на изображение с $D_{Ag}=0,01-0,1$ (см. рис. 2). В то же время при замене цитрата натрия на хлорид аммония малые плотности изображения усиливаются слабо.

Если в состав проявителя одновременно ввести пирофосфат натрия и поверхностно-активное вещество, например ОП-10 или окись алкилдиметиламина (состав 11, см. таблицу), то кобальт осаждается на серебряное изображение в виде ровного и плотного слоя. В этом случае наиболее значительно усиливается изображение с $D_{Ag}=0,01-0,1$ до $D_{yc} \sim 0,04-2,6$, плотности $>0,1-0,15$ возрастают до $D_{yc} > 3$ (рис. 2).

Таким образом, проведенное исследование показало, что наиболее эффективно осаждение кобальта на конвертированное изображение происходит при комнатной температуре в физических кобальтовых проявителях (рН 9,65—9,90), содержащих соль кобальта, трилон Б, гидроксид натрия и аммония, пирофосфат натрия или пирофосфат натрия и поверхностно-активное вещество и борогидрид. При этом значительно усиливаются малые плотности серебряного изображения, равные 0,01—0,1.

Следует отметить, что осаждение кобальта на серебряное изображение осуществляется лишь в гетерогенной среде, т. е. только в том случае, когда в растворе присутствуют гидроксид кобальта или нерастворившиеся комплексы кобальта. Такие растворы, как и растворы кобальтовых ФП, не содержащие добавок, нестабильны. Спустя 15—60 мин после приготовления кобальт выделяется в объеме проявителя. Если повысить рН до 10,0—10,15 (состав 6, см. таблицу), устойчивости проявителя возрастает до двух и более часов, однако скорость восстановления кобальта на серебре резко снижается и плотности усиленного изображения увеличиваются мало (см. рис. 2).

Наиболее интенсивно осаждение кобальта на конвертированное серебряное изображение происходит в течение первых пяти минут усиления, затем скорость этого процесса снижается. Через 20 мин после приготовления ФП кобальт продолжает осаждаться, однако плотность серебряного изображения возрастает незначительно.

Из рассмотренного материала следует, что оптическая плотность усиленного изображения не во всех случаях может являться простой суммой плотностей серебряного и кобальтового слоя. Вполне вероятно, что при усилении в растворах 4, 5 и 10 (см. таблицу и рис. 2) может происходить вначале увеличение оптической плотности изображения за счет образования более мелкодисперсного, по сравнению с первоначальным, серебра в результате взаимодействия фотослоя с восстановителем, входящим в состав ФП, а уже затем за счет осаждения на нем кобальта. В то же время в растворах 2, 6 и 8 (см. таблицу и рис. 2), хотя и наблюдается увеличение оптической плотности слабого серебряного изображения ($D_{Ag}=0,02-0,5$) за счет осаждения кобальта, однако оно не превышает величины усиления, полученной в тех случаях, когда осаждение этого металла на серебре не происходит (см. рис. 1). Выделить ту часть оптической плотности, которая обусловлена образованием высокодисперсного серебра, из общей величины D_{yc} не всегда представляется возможным.

Возможность увеличения оптической плотности изображения за счет осаждения кобальта может определяться рядом факторов. Так, из сравнения поведения предварительно отбеленного серебряного изображения в кобальтовых ФП следует, что на формирующееся в физическом проявителе серебро влияют присутствующие в растворе комплексы или восстановители, способствуя пассивации или активации поверхности серебряных частиц. С другой стороны, возможность осаждения кобальта может определяться способностью комплексов кобальта и (или) восстановителя адсорбироваться на серебряной поверхности.

Механизм реакций, которые протекают при восстановлении бромид серебра и ионов кобальта, в данной работе не изучался. Однако из полученных данных можно заключить, что одним из решающих факторов

при образовании кобальтового покрытия является состав комплексов в растворе проявителя. По-видимому, наиболее благоприятные условия для образования таких комплексов создаются в растворе, содержащем аммиак и ионы этилендиаминтетрауксусной кислоты. Образованию смешаннолигандных комплексов, по-видимому, способствует также введение в проявитель пирофосфата натрия, буры и др.

Из приведенных данных следует, что плотность регалогенированного серебряного изображения после обработки в кобальтовых ФП может возрастать как за счет увеличения дисперсности серебра, образующегося при восстановлении бромидов серебра в ФП, так и за счет осаждения кобальта. Серебро изображения обладает каталитической активностью, обеспечивающей последующее осаждение кобальта на него, только в растворах, содержащих сложные смешаннолигандные комплексы кобальта с аммиаком. При этом наблюдается значительный прирост оптической плотности изображения за счет осажденного кобальта, а также увеличение светочувствительности исходного галогеносеребряного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свиридов В. В.—В кн.: Несеребряные фотографические процессы.—Л., 1984 г., с. 242.
2. Свиридов В. В., Сташенков В. Д., Капариха А. В., Рогач А. П., Браницкий Г. А.—Докл. АН БССР, 1980, т. 24, № 2, с. 151.
3. Свиридов В. В., Сташенков В. Д., Капариха А. В., Рогач А. П., Браницкий Г. А. А. с. 678458 (СССР). Способ усиления серебряных фотографических изображений.—Опубл. в БИ, 1979, № 29.
4. Ажар Г. В., Браницкий Г. А., Гаевская Т. В., Свиридов В. В., Цыбульская Л. С., Гершенович А. И., Стефанович В. В. А. с. 1029128 (СССР). Никелевый борогидридный проявитель для галогеносеребряных материалов.—Опубл. в БИ, 1983, № 26.
5. Горбунова К. М., Никифорова А. А., Садаков Г. А., Моисеев В. П., Иванов М. В. Физико-химические основы химического кобальтирования.—М., 1974.
6. Свиридов В. В., Болдырев В. В., Рогач Л. П., Луцкина Т. В. А. с. 388662 (СССР). Способ получения фотографических изображений.—Опубл. в БИ, 1979, № 40.
7. Вальсунене Я. И., Прокопчик А. Ю.—Труды АН ЛитССР. Сер. Б, 1972, т. 1 (68), с. 19.
8. Леонова Т. М., Капариха А. В.—В кн.: Фотографические процессы на основе галогенидов серебра: Тез. докл. Черноголовка, 1983., с. 285; Поляков Ю. С., там же, с. 296.
9. Миз К., Джеймс Т. Теория фотографического процесса.—Л., 1973 г., с. 347.

УДК 541.127

С. В. ВЯЗОВКИН, А. И. ЛЕСНИКОВИЧ

О ПРИМЕНЕНИИ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА В ОБРАТНЫХ ЗАДАЧАХ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ

Решение обратной кинетической задачи в рамках неизотермической кинетики предполагает нахождение величин кинетических параметров A , E и вида кинетической функции $f(\alpha)$ из основного уравнения неизотермической кинетики:

$$\frac{d\alpha}{dT} = \frac{A}{\beta} \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \cdot f(\alpha). \quad (1)$$

Существуют два основных метода решения уравнения (1): дифференциальный и интегральный, причем каждый из этих методов представлен несколькими вариантами. Как правило, во всех вариантах как интегрального, так и дифференциального методов решения (1), полученные уравнения сводятся к уравнению прямой. Например, дифференциальный метод [1] основан на использовании уравнения:

$$\ln\left(\frac{d\alpha}{f(\alpha) \cdot dT}\right) = \ln \frac{A}{\beta} - \frac{E}{RT}, \quad (2)$$

а интегральный метод [2] на уравнении:

$$\ln \left(\frac{g(\alpha)}{T^2} \right) = \ln \frac{AR}{\beta E} \left(1 - \frac{2RT}{E} \right) - \frac{E}{RT}, \quad (3)$$

где $g(\alpha)$ — интегральный вид $f(\alpha)$. Причем, чем лучше кинетическая функция описывает протекающий процесс, тем ближе уравнение (2) или (3) к уравнению прямой. На этом основан, в частности, выбор кинетических функций, т. е. характеристикой адекватности последней является степень линейности зависимостей типа (2) или (3).

Чтобы определить, насколько хорошо полученные экспериментальные данные описываются уравнением прямой, обычно используется коэффициент линейной корреляции. Так, для уравнения:

$$Y = AX + B \quad (4)$$

коэффициент корреляции равен:

$$R = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1) S_x S_y}, \quad (5)$$

$$\text{где } S_x^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}; \quad S_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1};$$

n — число экспериментальных точек; $\bar{x}$ и $\bar{y}$ — средние значения x_i и y_i . Таким образом, решение обратной кинетической задачи сводится к выбору кинетической функции, при использовании которой в уравнении типа (2) или (3) получается максимальный коэффициент корреляции $|R|$, и вычислению соответствующих кинетических параметров A и E .

Большинство исследователей, как правило, останавливаются на этом, считая задачу решенной. Однако это не всегда так. Целью нашей статьи является демонстрация более подробной схемы корреляционного анализа, учитывающей малый объем выборки, с которой обычно приходится иметь дело при кинетических исследованиях. Последнее обстоятельство, к сожалению, часто остается неучтенным, хотя оно накладывает специфические черты на решение таких важных вопросов, как значимость каждого полученного коэффициента корреляции и значимость различия между ними.

После того, как рассчитана величина R , встает вопрос о ее статистической значимости. Обычно для выборок большого объема он решается путем сравнения величины

$$t = \frac{|R|}{S_R}, \quad (6)$$

где

$$S_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{n-1}}, \quad (7)$$

с величиной табличного t -значения распределения Стьюдента (t_p). В случае $t > t_p$ величина R статистически значима. Однако подобная проверка не является корректной в случае малых объемов выборки. Причиной этого является то, что формула (6) следует из нормального распределения коэффициента корреляции, в случае же малых выборок распределение R сильно отличается от нормального [3] и формула (6) неприменима. Поэтому для проверки значимости R следует использовать табличные значения критических величин R^0 , которые имеются, например, в [4].

Так, к примеру, если коэффициент корреляции R , рассчитанный по десяти экспериментальным точкам, будет $R = 0,6000$, то при использовании формулы (6) он оказывается значимым, так как $t = 2,81$ больше табличного значения $t_8 = 2,31$. Однако данное значение коэффициента корреляции меньше критического $R^0 = 0,6319$, а значимыми в данном случае будут все $R > R^0$. Данный пример подтверждает невозможность использования формулы (6) при выборках малого объема (< 30).

При работе с выборками малых объемов в корреляционном анализе необходимо использовать нормализующее преобразование Фишера

$$Z = \ln \frac{1+R}{1-R} = \operatorname{arth} R \quad (8)$$

Это преобразование позволяет использовать критерии нормального распределения в корреляционном анализе [3].

После того, как показана значимость R , можно переходить к решению обратной кинетической задачи, т. е. к выбору вида кинетической функции и определению соответствующих кинетических параметров.

Для примера рассмотрим экспериментальные данные по разложению $\text{Mg}(\text{OH})_2$ в неизотермических условиях при скорости нагрева 5 град/мин [5]. Формальное описание разложения проводится кинетической функцией $g(\alpha) = \frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n}$. Результаты корреляционного анализа данных [5] с помощью (3) представлены в таблице.

Сравнительные значения коэффициента корреляции R и T -статистики (9) для различных порядков реакции

Порядок реакции	Коэффициент корреляции	T -статистика
n	R	T
0	0,9869	4,91
0,33	0,9811	4,33
0,50	0,9930	3,96
0,67	0,9946	3,57
1,00	0,9972	2,59
1,50	0,9994	0,27
2,00	0,9995	0

Максимальное значение коэффициента корреляции соответствует кинетической функции с $n=2$. Однако для ответа на вопрос, является ли максимальное значение R достаточным условием выбора кинетической функции, необходимо провести оценку значимости различий коэффициентов корреляции по сравнению с максимальным значением R . Данная оценка основана на статистике вида

$$T = 0,5 |Z_i - Z_{\max}| \cdot \sqrt{N-3}, \quad (9)$$

имеющей распределение Стьюдента с $N-2$ степенями свободы [6]. Z_i — величина (8) — преобразование некоторого R , где i соответствует определенному формальному порядку n . $Z_{\max}$ — величина (8) для $R_{\max}$; N — объем выборки. Различие является значимым в случае, если T больше табличного значения t_p . В приложении к приведенному примеру отметим, что кинетические функции с $n=1,5$ и $2,0$ одинаково хорошо описывают процесс разложения $\text{Mg}(\text{OH})_2$ — значение T меньше табличного 2,09. Кинетические функции с другими значениями n , приведенными в таблице, должны быть исключены.

Авторами [5] при описании разложения $\text{Mg}(\text{OH})_2$ было использовано 17 кинетических функций (включая функции с приведенными в таблице значениями n). Применяв неполную схему корреляционного анализа к уравнению (3) на основе максимального значения R , авторы [5] выбрали модели с формальным порядком реакции $n=1,5$ и $2,0$, хотя они незначимо отличались по величине R от моделей Аврами — Ерофеева (A_m) [7] с различной величиной m и модели Мампеля [8]. Следует отметить, что возникновение подобной неоднозначности характерно при использовании корреляционного анализа для решения обратной кинетической задачи. Этот факт есть следствие очень низкой чувствительности коэффи-

циента корреляции к виду кинетической функции, что графически можно проиллюстрировать очень пологой зависимостью R от n . Чем более пологой эта зависимость, тем более широкий интервал значений формального порядка реакции n будет давать такие значения R , которые значимо не отличаются от $R_{\max}$. Таким образом, решение обратной кинетической задачи становится неоднозначным. Попытаться избавиться от подобной неоднозначности можно путем использования более чувствительных расчетных процедур, например, нелинейного регрессионного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Achar B. N. N., Brindley G. W., Sharp J. H.—Proc. Int. Clay Conf., Jerusalem, 1966, v. 1, p. 67.
2. Coats A. W., Redfern J. P.,—Nature, 1964, v. 201, p. 68.
3. Фишер Р. Статистические методы для исследователей.—М., 1958.
4. Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики.—М., 1965.
5. Fong P. H., Chen D. T. Y.—Thermochim. Acta, 1977, v. 18, p. 273.
6. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке.—М., 1980, т. 1.
7. Ерофеев Б. В.—Докл. АН СССР, 1946, т. 52, с. 511.
8. Янг Д. Кинетика разложения твердых веществ.—М., 1969.

УДК 541.11

А. С. СКОРОПАНОВ, В. Ф. СКУМС,
С. А. АЛЬФЕР, А. А. ВЕЧЕР, Б. О. ФИЛОНОВ

ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЕДИНЕНИЙ СИСТЕМЫ $\text{GeTe} - \text{Sb}_2\text{Te}_3$

Взаимодействие GeTe и Sb_2Te_3 в соотношениях 2 : 1, 1 : 1 и 1 : 2 ведет к образованию по перитектическим реакциям трех промежуточных фаз, характеризующихся полупроводниковым типом проводимости [1, 2]. Практическое использование этих материалов требует всестороннего знания их физико-химических, в частности теплофизических, свойств, одной из важнейших характеристик которых является температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР). Вместе с тем такая информация дает представление об особенностях межчастичного взаимодействия в веществах, однако для халькогенидных материалов данные по их ТКЛР представлены в литературе явно недостаточно.

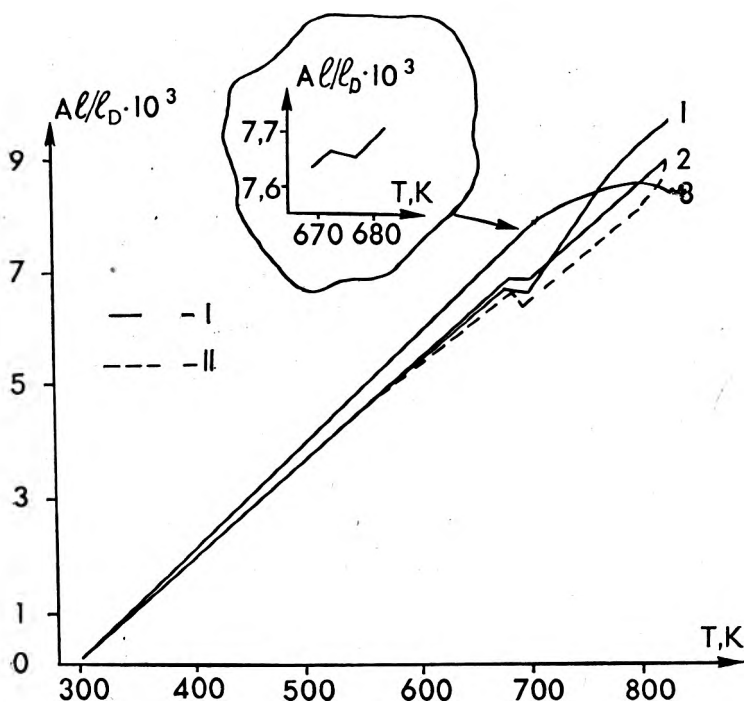
В настоящей работе сообщаются результаты изучения термического расширения поликристаллических образцов тройных соединений системы $\text{GeTe}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$: GeSb_4Te_7 , GeSb_2Te_4 и $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$. Отметим, что ТКЛР бинарных соединений этой системы ранее определялись рядом авторов [3—6].

Исследование теплового расширения материалов проводилось нами с помощью модифицированного варианта автоматического кварцевого дилатометра типа ДКВ-5А: внутрь нагревательного устройства с измерительной ячейки мы помещали кварцевую трубку, в которую непрерывно подавали аргон со скоростью 2—3 л/мин, создавая вокруг образца инертную среду. Определение ТКЛР проводилось при скорости нагрева веществ в 1,5 К/мин в температурном интервале 293—425 К и 3,0 К/мин в области температур 425—825 К. Температура образцов контролировалась с помощью хромель-алюмелиевой термопары и цифрового вольтметра В7-21. Обработка экспериментальных данных показала, что относительная погрешность в измерении ТКЛР при заданной надежности 0,95 не превышала 3,5 % для 293—425 К и 2,5% — для более высоких температур.

Теллуриды системы $\text{GeTe}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$ готовились сплавлением необходимых количеств металлов полупроводниковой чистоты (германий ГПЗ-1, сурьма Су 0000, теллур Те 0000), причем теллур брался в полупроцент-

ном избытке, в эвакуированных кварцевых ампулах с выдержкой расплава в течение 3 ч при 970 ± 10 К при постоянном встряхивании. Затем сплавы подвергались двухступенчатому гомогенизирующему отжигу при 830 ± 10 К (100 ч) и 400 ± 10 К (70 ч). Полученные слитки веществ растапливали в агатовой ступке и из порошков прессовались цилиндрические образцы диаметром 7 и высотой 20—30 мм. Цилиндрики отжигались в вакууме по 50 ч при 800 ± 10 К и 400 ± 10 К для снятия запасаемой при прессовании энергии.

Полученные экспериментальные данные по температурной зависимости линейного относительного удлинения ($\Delta l/l_0$) прессованных образцов тройных соединений системы GeTe—Sb₂Te₃ представлены на рисунке, а результаты их математической обработки — в таблице.



Температурная зависимость относительного удлинения прессованных образцов тройных соединений системы GeTe—Sb₂Te₃:

1 — GeSb₄Te₇; 2 — GeSb₂Te₄; 3 — Ge₂Sb₂Te₅;
I — нагрев; II — охлаждение

Термическое расширение поликристаллических образцов тройных соединений системы GeTe—Sb₂Te₃

Соединение	$\Delta l/l_0 \cdot 10^3 = -a + b \cdot 10^{-2} T$		Температурный интервал, К
	a	b	
GeSb ₄ Te ₇	5,49	1,844	293—678
	4,9	1,693	703—823
GeSb ₂ Te ₄	5,52	1,844	293—673
	7,91	2,176	688—800
Ge ₂ Sb ₂ Te ₅	5,79	1,944	293—673

Для всех исследованных трехкомпонентных материалов характерен линейный рост $\Delta l/l_0$ при нагреве веществ до 670—680 К. При достижении указанной температурной границы на графиках имеет место перелом,

соответствующий уменьшению $\Delta l/l_0$, а выше 680—700 К опять следует линейный рост относительного удлинения.

Характерный ход графиков $\Delta l/l_0 = f(T)$ при охлаждении материалов от 823 К проиллюстрирован на рисунке для GeSb_2Te_4 : при уменьшении температуры первоначально наблюдается гистерезис $\Delta l/l_0$, фиксируется перелом на графике, а ниже 560—570 К температурный ход $\Delta l/l_0$ при нагреве и охлаждении совпадают (т. е. расширение является полностью обратимым).

Исключение составляют образцы $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, первоначальные размеры которых не восстанавливаются: после термообработки до 823 К и охлаждения материала до комнатной температуры они меньше исходных. Последующие циклы «нагрев до 823 К — охлаждение до 293 К» дают результаты по $\Delta l/l_0$, согласующиеся для GeSb_4Te_7 и GeSb_2Te_4 с данными первой серии измерений. Для $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ согласие хуже, так как, согласно нашим данным, (полученным с помощью дифференциального термического анализа (ДТА) и рентгенофазового анализа (РФА)) выше 810 К начинается разложение соединения, что накладывает свой отпечаток на значения $\Delta l/l_0$ как при охлаждении вещества, так и для последующих циклов «нагрев до 823 К — охлаждение до 293 К».

Отметим, что полученные нами результаты по $\Delta l/l_0 = f(T)$ для GeTe и Sb_2Te_3 хорошо согласуются с данными [3—7].

Так как переход тройных соединений системы $\text{GeTe}—\text{Sb}_2\text{Te}_3$ из твердого состояния в жидкое, согласно [1] и нашим результатам ДТА и РФА, происходит при температурах выше 810—890 К, то отмеченные аномалии в температурном ходе $\Delta l/l_0$ в области 670—690 К обусловлены, вероятно, протеканием в исследованных материалах термостимулированных твердофазовых превращений (которые носят обратимый характер), подобно отмеченному ранее [3] для теллурида германия (фазовый переход GeTe из низкотемпературной кубической в высокотемпературную ромбоэдрическую модификацию, протекающий в зависимости от стехиометрии соединения при 638—703 К). Подобные термические эффекты зафиксированы нами ранее в трехкомпонентных фазах указанного состава в системах $\text{GeTe}—\text{Bi}_2\text{Te}_3$ и $\text{PbTe}—\text{Bi}_2\text{Te}_3$ [8—11]. Именно протеканием в тройных теллуридах системы $\text{GeTe}—\text{Sb}_2\text{Te}_3$ термостимулированных твердофазных превращений объясняется, по-видимому, аномальный температурный ход теплоемкости (C_p) этих соединений: для них C_p с ростом температуры от 360 до 630 К уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

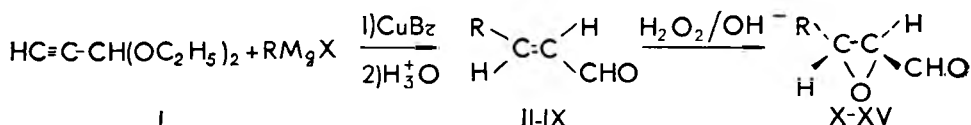
1. Абрикосов Н. Х., Данилова-Добрякова Г. Т.—Изв. АН СССР. Неорг. материалы. 1965, т. 1, № 2, с. 204.
2. Абрикосов Н. Х., Данилова-Добрякова Г. Т., Добрынина Н. А.—Изв. АН СССР. Неорг. материалы. 1973, т. 9, № 4, с. 568.
3. Шелимова Л. Е., Абрикосов Н. Х., Жданова В. В.—ЖНХ, 1965, т. 10, № 5, с. 1200.
4. Жукова Т. Б., Заславский А. И.—Кристаллография, 1967, т. 12, № 1, с. 37.
5. Новикова С. И., Шалимова Л. Е., Абрикосов Н. Х., Галюхин В. И., Евсеев Б. А.—Физика твердого тела, 1970, т. 12, № 12, с. 3623.
6. Новикова С. И., Шелимова Л. Е., Абрикосов Н. Х., Евсеев Б. А.—Физика твердого тела, 1971, т. 13, № 9, с. 2764.
7. Валевский Б. Л., Скоропанов А. С., Гусаков А. Г., Козыро А. А., Вечер А. А.—ЖФХ, 1983, т. 57, № 1, с. 213.
8. Скоропанов А. С., Самаль Г. И., Вечер А. А., Бобрович Л. И.—Тез. докл. II Всес. совещ. Термодинамика и полупроводниковое материаловедение. М., 1983, с. 188.
9. Скоропанов А. С., Скумс В. Ф., Валевский Б. Л., Самаль Г. И., Вечер А. А.—Тез. докл. VI Всес. конференц. по хим., физ. и техн. применению халькогенидов. Тбилиси, 1983, с. 66.
10. Skogorpanov A. S., Valevsky B. L., Skums V. F. Third European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry, Switzerland, 1984.
11. Скумс В. Ф., Петров Г. С., Канторович И. И., Скоропанов А. С., Вечер А. А.—ЖФХ, 1985, т. 58, № 4, с. 1032.

ЭПОКСИДИРОВАНИЕ β -АЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ ПРОПЕНАЛЕЙ ПЕРЕКИСЬЮ ВОДОРОДА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

Двойная связь α , β -непредельных альдегидов окисляется перекисью водорода в щелочной среде до оксиранового цикла [1, 2]. В работе [3] нами показано, что введение метильной группы в β -положение α , β -непредельного альдегида алифатического ряда снижает скорость реакции в 3,4 раза. Детальное исследование влияния β -алкильного заместителя на скорость эпексидирования α , β -непредельных альдегидов в литературе отсутствует.

Представлялось интересным изучить эту реакцию на некоторых β -замещенных α , β -непредельных альдегидах алифатического ряда и выяснить влияние природы алкильного заместителя у β -углеродного атома на скорость эпексидирования их щелочной перекисью водорода.

Для этой цели выбраны: пропеналь (II) и β -алкилпропенали (III—IX), алкильные заместители которых различаются как длиной, так и степенью разветвленности. β -Алкилпропенали (IV—IX) получены взаимодействием диэтилацетата пропиола (I) с соответствующими магниегалогеналкилами в присутствии однобромистой меди [4]. Эпексидированием их щелочной перекисью водорода в водно-метанольном растворе получены соответствующие 3-алкил-2-формилоксираны (X—XV). Продукты эпексидирования соединений (II, III) описаны в работах [1, 2].



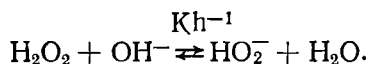
R=H (II), CH₃ (III), n-C₃H₇ (IV, X), n-C₄H₉ (V, XI), изо-C₄H₉ (VI, XII), втор-C₄H₉ (VII, XIII), трет-C₄H₉ (VIII, XIV), C₆H₁₁ (IX, XV).

Строение соединений (X—XV) подтверждено данными элементного анализа, ПМР (табл. 1) и ИК спектрами.

В ИК спектрах наблюдаются сильные полосы поглощения в области 1720—1730 см⁻¹, принадлежащие карбонильной группе, полосы средней интенсивности в области 844—855 см⁻¹ характеризуют наличие эпексидного цикла. В ПМР спектрах константа спин-спинового взаимодействия протонов эпексидного цикла, равная 2 Гц, свидетельствует о транс-конфигурации формилоксиранов (X—XV) [6].

Для выяснения влияния природы β -алкильного заместителя α , β -непредельных альдегидов на их реакционную способность по отношению к щелочной перекиси водорода была изучена кинетика эпексидирования соединений (II—IX) в 80 %-ном водном метаноле.

Как оказалось, реакция имеет общий второй порядок, первый по непредельному альдегиду и первый по гидроперекисному иону, образуемому в результате кислотно-основной реакции:



Лимитирующей стадией процесса, как отмечалось нами ранее [3], является, вероятно, атака гидроперекисного иона на β -углеродный атом α , β -непредельного альдегида.

Константа гидролиза гидроперекисного иона (Kh), необходимая для расчета констант скоростей, определена нами известным методом [7], основанным на различии поглощения УФ света ионом и молекулой перекиси водорода. При 15 °С для 80 %-ного водного метанола Kh=0,056.

Обработку кинетических данных вели дифференциальным методом по начальным скоростям, так как при более глубоких степенях превращения становится заметным образование кислотных продуктов.

Таблица 1

3-Алкил-2-формилоксираны (X—XV), $\text{RCH}_A-\text{CH}_B\text{CH}_C\text{O}$

Номер соединения	R	Выход, %	$t_{\text{кип.}}^{\circ\text{C}}$ (р мм. рт. ст.)	n_D^{18}	Спектр ПМР ^a , δ м, д., J Гц	Найдено, %		Формула	Вычислено, %	
						С	Н		С	Н
X	n-C ₃ H ₇	50	50—51 ^б (14)	1,4288	8,83 д (1H, CHO), 3,40—2,87 м (2H, CH—CH), 1,83—0,80 м (7H, C ₃ H ₇)	63,60	8,94	C ₆ H ₁₀ O ₂	63,14	8,83
XI	n-C ₄ H ₉	40	67—69 (19)	1,4302	8,75 д (1H, CHO), 3,30—2,78 м (2H, CH—CH), 1,88—0,63 м (9H, C ₄ H ₉)	65,71	9,08	C ₇ H ₁₂ O ₂	65,60	9,44
XII	изо-C ₄ H ₉	62	77—80 (28)	1,4312	8,77 д (1H, CHO), 3,22—2,78 м (2H, CH—CH), 2,10—0,72 м (9H, C ₄ H ₉)	65,30	9,77	C ₇ H ₁₂ O ₂	65,60	9,44
XIII	втор-C ₄ H ₉	54	79—81 (40)	1,4326	8,80 д (1H, CHO), 3,13—2,78 м (2H, CH—CH), 1,83—0,71 м (9H, C ₄ H ₉)	66,06	9,57	C ₇ H ₁₂ O ₂	65,60	9,44
XIV	трет-C ₄ H ₉	51	60—63 (26)	1,4332	8,83 д (1H, CHO), 3,30—2,82 м (2H, CH—CH), 0,96 с (9H, 3CH ₃)	66,01	9,88	C ₇ H ₁₂ O ₂	65,60	9,44
XV	C ₆ H ₁₁	49	76—78 (1)	1,4727	8,87 д (1H, CHO), 3,07—2,75 м (2H, CH—CH), 2,12—0,63 м (11H, C ₆ H ₁₁)	69,93	9,25	C ₈ H ₁₄ O ₂	70,10	9,15

^a J_{BC} 6 Гц, J_{AB} 2 Гц, ^б по данным [5] $t_{\text{кип}}$ 60-63 (20 мм. рт. ст.), n_D^{20} 1,4292

Таблица 2

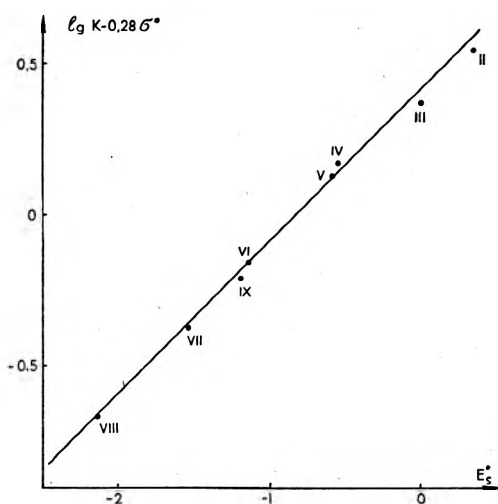
Значения констант скорости реакции эпексидирования
β-алкилзамещенных пропеналей
перекисью водорода, 15 °С, 80 %-ный водный метанол

Номер соединения	R	k*, л/(моль·с)
II	H	4,54
III	CH ₃	2,25
IV	n—C ₄ H ₉	1,40
V	n—C ₄ H ₉	1,24
VI	изо—C ₄ H ₉	0,64
VII	втор—C ₄ H ₉	0,37
VIII	трет—C ₄ H ₉	0,18
IX	C ₆ H ₁₁	0,55

* Случайная ошибка в определении k не превышала 5 %.

Полученные таким образом константы скорости второго порядка приведены в табл. 2, из которых видно, что введение алкильного заместителя в β-положение α, β-непредельного альдегида значительно снижает скорость эпексидирования. Снижение скорости реакции вызывает также рост длины и особенно степени разветвленности алкильного заместителя, что, по-видимому, обусловлено в первую очередь ростом индукционного и стерического эффектов заместителей, непосредственно связанных с реакционным центром.

Для более детального выяснения влияния β-алкильной группы на реакционную способность α, β-непредельных альдегидов проверялась корреляция констант скоростей с индукционными (σ^*) и стерическими (E_s^0) константами Тафта [8]. Методом последовательных приближений было найдено уравнение, связывающее $\lg k$ с σ^* и E_s^0 : $\lg k = 0,49 E_s^0 + 0,28 \sigma^* + 0,39$, (S_σ 0,016, S_{ρ^*} 0,052).



Зависимость логарифма констант скоростей реакции эпексидирования β-алкилпропеналей перекисью водорода от стерических констант Тафта с учетом индукционных

Как видно из рисунка, отражающего зависимость констант скоростей от стерических постоянных с учетом индукционных, наблюдается хорошая корреляция между указанными величинами. Положительное значение ρ^* свидетельствует о нуклеофильном характере реакции. Небольшие по величине значения δ и ρ^* говорят о низкой чувствительности реакции к изменению индукционного и стерического эффектов заместителей, что связано, по-видимому, с относительно небольшим объемом и высокой нуклеофильностью гидроперекисного иона, а также плоскостным строением непредельных альдегидов (II—IX), β-углеродный атом которых, согласно предложенному механизму [3], атакуется на определяющей скорости стадии ионом HO_2^- .

Экспериментальная часть

Спектры ПМР соединений X—XV сняты на спектрометре Tesla BS 467 A в растворе CCl_4 , внутренний стандарт — ГМДС, ИК спектры записаны на спектрофотометре Spesord 75 IR в растворе CCl_4 . Индивидуальность синтезированных соединений установлена методом ТСХ на незакрепленном слое окиси алюминия (элюэнт — гексан : эфир — 1 : 1). Чистоту соединений II—IX, используемых для кинетических измерений, контролировали с помощью ГЖХ на хроматографе ЛХМ 8 МД, детектор — катарометр. Стальная колонка (2000×5 мм) с 5 % OV—I на Chromaton N-Super 0,16—0,20 мм. Газ-носитель — гелий.

β -Алкилпропенали (IV—IX). К смеси 0,15 моля диэтилацетата пропиолаля и 0,75 г однобромистой меди в 110 мл эфира добавляли по каплям при перемешивании раствор 0,20 моля соответствующего алкилмагнийгалогенида в 120 мл эфира при $-15 : -10^\circ\text{C}$. После прибавления раствор перемешивали еще 30 мин и выливали в раствор (400 мл), содержащий 20 г хлористого аммония и 25 г хлористого натрия. После экстракции и отгонки эфира остаток растворяли в 110 мл ДМСО и приливали 25 мл 30 %-ного раствора серной кислоты. Полученную смесь перемешивали при 50°C 20 мин. Затем ее охлаждали и выливали в 300 мл насыщенного раствора хлористого натрия. После обычной обработки отгоняли эфир и остаток перегоняли при пониженном давлении. Выходы непредельных альдегидов IV—IX составляли 66—75 %. Их физико-химические константы соответствовали литературным [9, 10].

3-Алкил-2-формилоксираны (X—XV) (см. табл. 1). К раствору 3 г непредельного альдегида в 20 мл 50 %-ного метанола добавляли раствор гидроксида натрия до pH 8—9. Затем по каплям при перемешивании вводили 4,6 мл 30 %-ной перекиси водорода. По окончании реакции (контроль ТСХ) смесь разбавляли водой, насыщенной хлористым натрием, подкисляли уксусной кислотой и экстрагировали эфиром. Эфирные вытяжки промывали водой, раствором гидрокарбоната натрия и снова водой. После осушки и отгонки растворителя остаток перегоняли в вакууме.

Кинетические измерения проводили по методике, описанной нами ранее [11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Рауне G. B.— J. Am. Chem. Soc., 1959, v. 81, p. 4901.
2. Рауне G. B.— J. Org. Chem., 1961, v. 26, p. 250.
3. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Бурдь В. Н., Нахар Прадип.— Докл. АН БССР, 1983, т. 27, № 12, с. 1095.
4. Tadema G., Vermeer P., Meijer I., Brands L.— Rec. trav. Chim., 1976, v. 95, p. 66.
5. Schaer C.— Helv. Chim. Acta, 1958, v. 41, p. 614.
6. Арбузов Б. А., Верещагин А. Н., Донскова А. И.— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1979, № 6, с. 1257.
7. Richardson W. H., Hodge V. F.— J. Org. Chem., 1970, v. 35, p. 4012.
8. Справочник химика.— М., 1965, т. 3, с. 954.
9. Jutz C.— Chem. Ber., 1958, B. 91, S. 1867.
10. Miller R. B., Al-Hasson M. I.— Tetrahedron Lett., 1983, v. 24, p. 2055.
11. Ревинский И. Ф., Тищенко И. Г., Бурдь В. Н., Бубель О. Н.— ЖОрХ, 1985, т. 21, вып. 4, с. 704.

УДК 547.822.3

Г. В. ПШЕНИЧНЫЙ, В. А. МАШЕНКОВ, Л. С. СТАНИШЕВСКИЙ

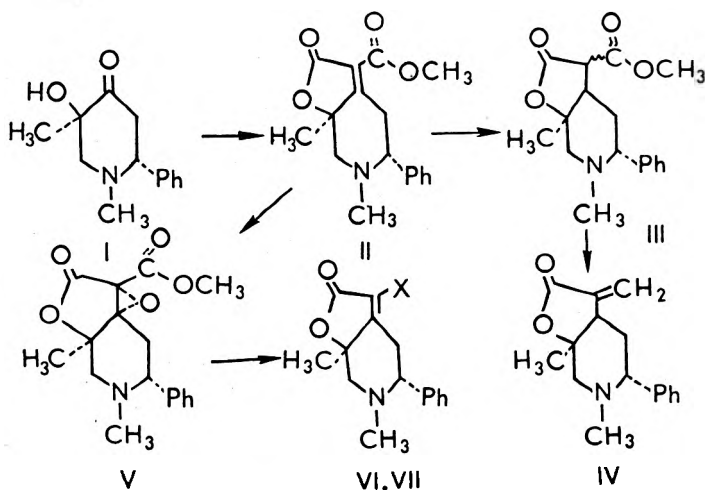
СИНТЕЗ ЗАМЕЩЕННЫХ 2-ОКСОФУРО [2, 3-с] ПИПЕРИДИНОВ НА ОСНОВЕ 3 α -ГИДРОКСИ-4-ПИПЕРИДОНА

Среди карбоциклических карболактонов и их ненасыщенных производных известно немало соединений, обладающих биологической активностью [1, 2]. Однако до настоящего времени в литературе недостаточно

сведений о пиперидинкарболактонах [3, 4]. Такие соединения могут представлять интерес как промежуточные продукты для синтеза других функциональных производных пиперидина, а также как биологически активные вещества [4].

С целью синтеза новых бициклических лактонов ряда пиперидина для последующих испытаний на биологическую активность нами с помощью метода синтеза α -карбалкокси- $\Delta^{\alpha,\beta}$ -бутенолидов на основе α -кетолов [5, 6], взаимодействием 3 ϵ -гидрокси-1 ϵ , 3 α -диметил-6 ϵ -фенил-4-пиперидона I с диметилмалонатом получен пиперидинкарболактон II и исследованы некоторые его превращения с участием двойной связи и карбметоксигруппы. Так, при восстановлении лактона II комплексными гидридами или взаимодействием с трет-бутилмагнийхлоридом получен лактон III, который по методу [7] превращен в метиленлактон IV. Как нами установлено, последний может быть получен с высоким выходом в одну стадию из лактона II.

Цис-сочленение у лактонов III и IV следует из величин вицинальных констант спин-спинового взаимодействия протона у C-9 с протонами у C-4 лактона III, которые равны 1,5 и 5,6 Гц [8], что отвечает атаке гидрид-ионом из экваториальной области при восстановлении лактона II. Возможность эпимеризации при получении и выделении, а также данные спектра ПМР не позволяют достаточно однозначно установить конфигурацию C-3-углеродного центра у лактона III.



VI X=OH, VII X=Cl

Эпоксидирование лактона II перекисью водорода в условиях межфазного катализа с количественным выходом приводит к образованию эпоксилактона V, которому приписано цис-сочленение лактонного и пиперидинового циклов на основании данных по восстановлению лактона II.

При нагревании растворов лактона V в 25 %-ной серной или 30 %-ной соляной кислотах образуются лактоны VI и VII. Это превращение, вероятно, протекает через стадии гидролиза карбметоксигруппы, раскрытие эпоксидного цикла под действием воды или хлорид-иона у атома углерода, связанного с двумя электроноакцепторными заместителями, декарбоксилирования и дегидратации. Согласно спектрам ПМР и ИК, лактон VI существует как в твердом виде, так и в растворах исключительно в енольной форме. Этот факт согласуется с литературными данными для бициклических α -кетоллактонов [9].

Экспериментальная часть

ИК спектры растворов веществ в CCl_4 , CHCl_3 , а также в таблетках KBr сняты на спектрофотометрах Spesord 75 IR и UR-20. Спектры ПМР

5—10 %-ных растворов в CCl_4 , C_6D_6 и CDCl_3 получены на спектрометрах Tesla BS-467A (60 МГц), Bruker WM-360 (360 МГц) и Tesla BS-567A (100 МГц) с ГМДС в качестве внутреннего стандарта. Молекулярные ионы регистрировались на масс-спектрометре Varian MAT-311 при энергии ионизирующих электронов 70 эВ. Зе-гидрокси-4-пиперидон I получен по [10].

6а,8а-диметил-3-карбметокси-2-оксо-5е-фенил-фуро[2,3-с]пиперидин II. К раствору 1,8 г (0,032 моль) метилата натрия в 50 мл сухого метанола при перемешивании последовательно добавляли 13,2 г (0,1 моль) диметилмалоната и 15,0 г (0,068 моль) пиперидона I. Реакционную смесь выдерживали в течение 1 ч при температуре 20—25 °С. Выпавшие кристаллы фильтровали, промывали холодным метанолом. Упаренный фильтрат растворяли в 100 мл толуола, промывали дважды водой по 25 мл и сушили сульфатом натрия. После отгонки части толуола кристаллизовали из смеси толуол — гексан. Промытые холодным метанолом кристаллы объединяли с ранее выделенными. Получено 18,1 г, выход 87 %, т. пл. 139,5 °С. Найдено, %: N 4,41. $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_4$. Вычислено, %: N 4,65. ИК спектр: 1655 (C=C), 1710 (C=O), 1771 (C=O). Спектр ПМР: δ 1,67 (с, 8- CH_3), 1,95 (с, 6- CH_3), 2,07 (д, 7- H_a , 11,0 Гц), 2,43 (дд, 4- H_a , 12,5 Гц, 10,8 Гц), 2,96 (дд, 5- H_a , 10,8 Гц, 3,0 Гц), 3,22 (д, 7- H_e , 11,0 Гц), 3,55 (дд, 4- H_e , 12,5 Гц, 3,0 Гц), 3,70 (с, O- CH_3).

8а,9е-дигидро-6е,8а-диметил-3-карбметокси-2-оксо-5е-фенилфуо[2,3-с]пиперидин III. а) К взвеси 1 г (0,026 моль) алюмогидрида лития в 50 мл абсолютного эфира прибавили при перемешивании по каплям 10 мл сухого трет-бутилового спирта и через 30 минут 5 г (0,016 моль) лактона II. Через 10 мин прилили 3 мл уксусной кислоты. Осадок отфильтровывали и промывали 200 мл эфира. Промытый водой два раза по 25 мл эфирный раствор сушили сульфатом натрия. После отгонки эфира остаток кристаллизовали из смеси толуол-гексан. Получено 4,0 г, выход 80 %.

б) К раствору 0,50 г (0,0016 моль) лактона II в 10 мл ТГФ прибавили при перемешивании раствор трет-бутилмагнийхлорида, полученного из 0,19 г (0,003 моль) трет-бутилхлорида и 0,12 г (0,005 моль) магния в 15 мл ТГФ. Реакционную смесь обработали 10 мл насыщенного раствора хлористого аммония, водный слой отделили, растворитель упарили, а остаток кристаллизовали из смеси толуол-гексан. Получено 0,40 г, выход 80 %.

в) К раствору 0,3 г (0,013 моль) боргидрида лития в 10 мл ТГФ приливали при перемешивании раствор 1,0 г (0,003 моль) лактона II в 25 мл ТГФ. Через 5 мин последовательно добавили 4 мл ацетона и 7 мл уксусной кислоты. После упаривания реакционной смеси добавили 20 мл воды, подщелачивали карбонатом натрия и экстрагировали эфиром. Эфирные вытяжки сушили сульфатом натрия. После отгонки эфира получено 1 г продукта, не требующего дополнительной очистки. Выход 100 %, т. пл. 136 °С. Найдено, %: N 4,53. $\text{C}_{17}\text{H}_{21}\text{NO}_4$. Вычислено, %: N 4,65. ИК спектр: 1735 (C=O), 1785 (C=O). Спектр ПМР: δ 1,75 (с, 8- CH_3), 1,82 (ддд, 4- H_e , 14,5 Гц, 3,2 Гц, 1,5 Гц), 1,98 (ддд, 4- H_a , 14,5 Гц, 11,4 Гц, 5,6 Гц), 2,00 (с, 6- CH_3), 2,25 (д, 7- H_a , 11,8 Гц), 2,86 (ддд, 9- H_e , 12,0 Гц, 5,6 Гц, 1,5 Гц), 2,95 (д, 7- H_e , 11,8 Гц), 3,00 (дд, 5- H_a , 11,4 Гц, 3,2 Гц), 3,78 (д, 3- H , 12,0 Гц), 3,80 (с, O- CH_3).

8а,9е-дигидро-6е,8а-диметил-3-метилен-2-оксо-5е-фенилфуо[2,3-с]пиперидин IV. а) К раствору 4,5 г (0,015 моль) лактона II в 80 мл метанола добавили раствор 0,6 г (0,015 моль) гидроокиси натрия в 20 мл воды и через 5 ч в течение 10 мин присыпали 1 г (0,026 моль) боргидрида лития, а затем прилили 60 мл формалина, 20 мл диэтиламина и 25 мл уксусной кислоты. Реакционную смесь кипятили в течение 5 мин, метанол отгоняли, а водный слой подщелачивали карбонатом натрия и экстрагировали бензолом. Бензольные вытяжки сушили сульфатом натрия. После отгонки части бензола остаток кристаллизовали из смеси бензол — гексан. Получено 2,9 г, выход 76 %.

б) К раствору 0,35 г (0,0011 моль) лактона III в 14 мл метанола прилили раствор 0,044 г (0,0011 моль) гидроокиси натрия в 2 мл воды. Через 5 ч реакционную смесь последовательно обработали 5 мл формалина, 1,5 мл диэтиламина и 3,5 мл уксусной кислоты. После обработки и кристаллизации, как в предыдущем опыте, получено 0,24 г продукта. Выход 80 %, т. пл. 106,5 °С. Найдено, %: N 5,38. $C_{16}H_{19}NO_2$. Вычислено, %: N 5,44. ИК спектр: 1665 (C=C), 1770 (C=O). Спектр ПМР: δ 1,36 (с, 8-CH₃), 1,53—1,59 (м, 2 4-H), 1,62 (с, 6-CH₃), 1,87 (д, 7-H_a, 10,5 Гц), 2,16—2,21 (м, 9-H_e), 2,48 (дд, 7-H_e, 10,5 Гц, 1,0 Гц), 2,57 (дд, 5-H_a), 4,87 (д, =C-H, 3,2 Гц), 6,17 (д, =C-H, 3,6 Гц).

6е,8а-диметил-3-карбметокси-2-оксо-5е-фенил-3, 9е-эпоксифуро[2,3-с]пиперидин V. К раствору 5 г лактона II в 200 мл бензола добавили 2 г гидроокиси тетрабутиламмония и 20 мл перекиси водорода. После интенсивного перемешивания в течение 4 ч отделили бензольный слой, промыли его водой и сушили поташом. После отгонки бензола получено 5,26 г лактона IV, не требующего дополнительной очистки. Выход 100 %, т. пл. 97 °С. Найдено, %: N 4,48. $C_{17}H_{19}NO_5$. Вычислено, %: N 4,41. ИК спектр: 1755 (C=O), 1795 (C=O). Спектр ПМР: δ 1,68 (с, 8-CH₃), 1,87 (дд, 4-H_e, 14,0 Гц, 3,0 Гц), 2,04 (с, 6-CH₃), 2,29 (д, 7-H_a, 11,0 Гц), 2,42 (дд, 4-H_a, 14,0 Гц, 11,7 Гц), 3,00 (дд, 5-H_a, 11,7 Гц, 3,0 Гц), 3,25 (д, 7-H_e, 11,0 Гц), 3,93 (с, O-CH₃).

3-гидрокси-6е,8а-диметил-2-оксо-5е-фенилфуро[2,3-с]пиперидин VI. Растворили 0,8 г лактона У в 25 мл 25 %-ной серной кислоты и кипятили в течение 12 ч. После охлаждения подщелачивали содой до слабощелочной среды и экстрагировали эфиром. Эфирные вытяжки сушили сульфатом натрия. После отгонки эфира остаток кристаллизовали из смеси бензол — гексан. Получено 0,25 г, выход 36 %, т. пл. 164 °С. Найдено, %: N 5,43. $C_{15}H_{17}NO_3$. Вычислено, %: N 5,40. ИК спектр: 1710 (C=C), 1760 (C=O). Спектр ПМР: δ 1,68 (с, 8-CH₃), 2,03 (с, 6-CH₃), 2,07 (д, 7-H_a, 11,0 Гц), 2,31 (дд, 4-H_a, 14,0 Гц, 10,5 Гц), 2,83 (дд, 5-H_a, 10,5 Гц, 3,0 Гц), 2,98 (дд, 4-H_e, 14,0 Гц, 3,0 Гц), 3,26 (д, 7-H_e, 11,0 Гц).

6е,8а-диметил-2-оксо-5е-фенил-3-хлорфуро[2,3-с]пиперидин VII. Раствор 0,9 г лактона V в 40 мл 30 %-ной соляной кислоты кипятили в течение 5 ч. После обработки, как в предыдущем опыте, лактон VII кристаллизовали из смеси бензол — гексан. Получено 0,74 г, выход 93 %, т. пл. 122 °С. Найдено, %: N 5,17. $C_{15}H_{16}NO_2Cl$. Вычислено, %: N 5,04. ИК спектр: 1665 (C=C), 1780 (C=O). Спектр ПМР: δ 1,68 (с, 8-CH₃), 1,99 (с, 6-CH₃), 2,09 (д, 7-H_a, 11,5 Гц), 2,42 (дд, 4-H_a, 14,5 Гц, 11,5 Гц), 2,86 (дд, 5-H_a, 11,5 Гц, 3,0 Гц), 2,94 (дд, 4-H_e, 14,5 Гц, 3,0 Гц), 3,24 (д, 7-H_e, 11,5 Гц).

ЛИТЕРАТУРА

1. Kurchan S. M., Hemingway R. J., Werner D., Karim A.—J. Org. Chem., 1969, v. 34, N 12, p. 3903.
2. Kurchan S. M., Hemingway R. J., Karim A., Werner D.—J. Org. Chem., 1969, v. 34, N 12, p. 3908.
3. Takemura S., Miki Y., Kuroda M., Ozaki T., Suzuki A.—Chem. Pharm. Bull., 1982, v. 30, N 3, p. 1084.
4. Katagiri N., Niwa R., Furuya Y., Kato T.—Chem. Pharm. Bull., 1983, v. 31, N 6, p. 1833.
5. Colonge J., Dreux J.—Compt. rend., 1956, t. 243, N 5, p. 498.
6. Аветисян А. А., Татевосян Г. Е., Мангасарян Ц. А., Мацюян С. Г., Дангян М. Т.—ЖОрХ, 1970, т. VI, вып. 5, с. 262.
7. Parker W. L., Johnson F.—J. Org. Chem., 1973, v. 38, N 14, p. 2489.
8. Быстров В. Ф.—Успехи хим., 1972, т. XLI, вып. 3, с. 531.
9. Brooks C. J. W., Eglinton G., Magrill D. S.—J. Chem. Soc., 1961, p. 308.
10. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Гузиков А. Я.—ЖОрХ, 1971, т. VII, вып. 12, с. 2612.



УДК 575.1.111

В. С. АНОХИНА, Э. В. КРУПНОВА

РЕАКЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО НА УСЛОВИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Степень реакции генотипов на изменения условий среды характеризует свойства сорта — его пластичность и стабильность в реализации уровня развития признаков [1—3].

Изучение этих параметров важно не только для отбора превосходных и стабильных генотипов, но и при сопоставлении эффективных селекционных программ [3].

В нашей работе проведено изучение отдельных элементов семенной продуктивности сортов люпина желтого по их реакции на различные условия возделывания.

Полевые опыты проводились на участке учебно-опытного хозяйства «Щемяслица» БГУ имени В. И. Ленина. В опыте использовали 10 сортов люпина желтого. Посев выполняли мелкоделяночным способом в три различных срока и на различных площадях питания. Повторность — трехкратная. При статистической обработке использовали методические руководства [2, 4]. Полученные данные были обработаны на ЭВМ ЕС-1022 с использованием разработанной программы для количественных признаков.

Результаты и их обсуждение

Результаты дисперсионного анализа изученных признаков приведены в табл. 1. Средние квадраты, обусловленные различиями между сортами, значимы для всех признаков. Дисперсия взаимодействия генотип — сроки и площади — генотип достоверно отличались от случайной ($F_{\text{фак.}} > F_{0,05}$ и $> F_{0,01}$) и поэтому нужно признать, что изучаемые генотипы по-разному реагируют на изменения экологических условий (в данном примере на условия выращивания), вызванные изменением густоты стояния растений и различными сроками посева.

Оценкой степени реакции генотипа на изменения условий среды может служить коэффициент регрессии. Он характеризует пластичность в генетическом и стабильность в широком смысле, выступает как показатель стабильности реализации фенотипических значений признака в разных условиях среды.

Средние характеристики, коэффициент регрессии и средние квадраты отклонения от регрессии у сортов люпина желтого по анализируемым признакам приведены в табл. 2. По признаку «высота растений до главного соцветия» такие сорта, как Житомирский ($b_i=0,57$), Быстрорастущий-4 ($b_i=0,94$), Академический-1 ($b_i=0,70$), Тедин ($b_i=0,83$), Мутант-273 ($b_i=0,58$) можно отнести к сортам экстенсивного типа. В противоположность им Янтарь ($b_i=1,39$), Цит ($b_i=1,24$), Нойцухт ($b_i=1,46$) и другие относятся к сортам интенсивного типа. Виста, Быстрорастущий-4, Швако имеют высоту растения до главного соцветия выше среднего и их коэффициент регрессии соответственно: 1,11; 0,94; 1,13.

Таблица 1

**Дисперсионный анализ сортов люпина желтого,
выращенного в различных условиях среды**

Причины изменчивости	Степени свободы	Средние квадраты			
		Высота растений до главного соцветия	Количество		Масса семян
			бобов	семян	
Общая	269	—	—	—	—
Сроки	2	889,91**	238,59**	5937,41**	66,75**
Площади	2	2805,06**	229,64**	4383,91**	42,92**
Сорта	9	5496,92**	89,59**	2370,01**	21,54**
Взаимодействия:					
сроки-площади	4	818,35**	9,20	58,18	1,26
сорта-сроки	18	430,74**	18,00**	333,46**	4,46**
сорта-площади	18	601,22**	13,55*	305,31**	3,42*
Сорта—сроки—площади	36	92,99	10,84*	198,63	2,04
Случайные отклонения	180	204,55	7,44	148,30	2,07

Достоверно при: $P=0,05^*$; $P=0,01^{**}$.

Таблица 2

**Характеристика сортов люпина желтого
по некоторым количественным признакам (среднее по 9 условиям, 1981)**

Сорта	Высота растений до главного соцветия			Количество						Масса семян		
				бобов			семян					
	$\bar{x}$	b_i	$S_{d_i}^2$	$\bar{x}$	b_i	$S_{d_i}^2$	$\bar{x}$	b_i	$S_{d_i}^2$	$\bar{x}$	b_i	$S_{d_i}^2$
Янтарь	56,00	1,39	38,61	8,94	0,38	1,18	33,38	0,45	102,65	3,62	0,90	1,73
Мутант-273	69,68	0,58	7,59	10,71	1,21	2,56	43,93	1,53	57,91	4,35	1,40	0,46
Тедин	50,61	0,83	12,11	9,17	1,27	1,59	33,16	1,04	43,81	4,08	0,86	0,81
Виста	54,36	1,11	20,24	8,87	0,50	1,18	31,87	0,80	54,33	4,22	1,03	0,39
Швако	60,65	1,13	16,24	10,46	1,02	2,02	37,82	1,16	126,35	4,84	0,80	0,18
Академический-1	30,85	0,70	16,76	9,76	0,10	3,59	31,12	0,10	61,58	3,75	1,14	1,85
Нойцухт	62,83	1,46	13,28	7,84	0,93	0,88	32,04	0,83	19,73	3,95	0,90	0,54
Быстрорастущий-4	58,49	0,94	8,67	9,40	0,87	3,27	35,42	1,32	94,93	4,37	0,91	0,60
Цит	62,85	1,24	57,51	12,27	2,41	2,00	53,70	2,50	19,03	5,19	1,63	0,64
Житомирский	35,52	0,57	26,10	6,31	1,33	1,88	20,80	0,80	40,46	2,25	0,62	0,79

Однако средние квадраты отклонения от регрессии у них неодинаковы, следовательно, и стабильность проявления у них признака разная.

Так, сорт Быстрорастущий-4 проявил относительно стабильную высоту в различных условиях возделывания ($S_{d_i}^2=8,57$). В то же время сорта Виста, Швако имели большие значения среднего квадрата отклонения от регрессии ($S_{d_i}^2=20,24$ и $16,24$), что свидетельствует о значительной вариации и отзывчивости этих сортов на различные условия возделывания относительно анализируемых признаков.

По признаку «масса семян» у большинства сортов, за исключением Мутант-273 ($b_i=1,40$), Цит ($b_i=1,63$), Житомирский ($b_i=0,62$), коэффициенты регрессии приближаются к единице. Их можно отнести к сортам относительно стабильным, среднепластичным из-за отсутствия отклонений от аддитивного эффекта генотипа и среды.

У сорта Житомирский ($b_i<1$): он характеризуется по этому признаку слабой пластичностью, как плохо реагирующий на изменения нормы высева и сроков посева, и высокой абсолютной стабильностью ($S_{d_i}^2=0,79$), поскольку значение признака мало отличается от среднего по опыту. Хорошей реакцией генотипов на изменения условий среды характеризуются сорта Мутант-273, Академический-1, Цит: их коэффициенты регрессии соответственно: $b_i=1,40$; 1,14; 1,63. Однако разброс фактических урожаев у сортов Янтарь, Академический-1 значительно больше, чем у сортов Швако, Мутант-273, Быстрорастущий-4. Можно сделать заключение, что сорта Швако, Быстрорастущий-4, Мутант-273 имеют более стабильную урожайность в различных условиях при высоком среднем урожае этих сортов.

По признаку «количество семян» высокие значения средних квадратов отклонений от коэффициента регрессии наблюдаются почти у всех сортов; особенно велики значения $S_{d_i}^2$ у сортов Янтарь (102,65) и Швако (126,35). У этих генотипов трудно прогнозировать стабильность в реализации признака в пределах изучаемых экологических условий.

Таким образом, обнаруженное взаимодействие генотипов со средой по изучаемым признакам, характеризующим семенную продуктивность растений люпина желтого, свидетельствовало о различной реакции сортов на изменяющиеся условия среды.

На основании показателей $\bar{x}$, b_i и $S_{d_i}^2$ (см. табл. 2) сорта можно разделить на группы.

К первой относятся сорта Цит, Мутант-273 с высокими показателями по изучаемым признакам и коэффициентами регрессии $b_i>1$. Эти сорта хорошо отзываются на изменения условий среды. Их можно отнести к пластичным в генетическом смысле сортам, относительно стабильным.

Ко второй группе относятся сорта Академический-1, Житомирский, Виста, у которых в основном $b_i<1$. Это слабопластичные сорта, плохо реагирующие на изменения нормы высева.

Особо выделяется сорт Нойцухт, который по всем изучаемым показателям семенной продуктивности имел коэффициенты регрессии близкие к единице и незначительные средние квадраты отклонений от линии регрессии. Его можно отнести к стабильным, среднепластичным сортам ввиду отсутствия отклонений от аддитивного эффекта генотипа и среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bedo L., Balla L.—Acta agron. Acad. Sci. Hungaricae. 1982, 31, N 3—4, p. 246.
2. Eberhart A., Russell W. A.—Crop. Sci, 1966, v. 6, p. 36.
3. Хотылева Л. В., Тарутин Л. А. Взаимодействие генотипа и среды.— Минск, 1982.
4. Ракицкий П. Ф. Биологическая статистика.— Минск, 1967.

УДК 581.132

Л. В. КАХНОВИЧ, Н. А. ПРОХОРЕНКО

ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Продуктивность растений определяется рядом физиолого-биохимических процессов, среди которых важнейшим является фотосинтез. В то же время интенсивность фотосинтетических реакций в значительной мере

обусловлена структурной организацией фотосинтетического аппарата и его особенностями [1—4]. Функционально активный фотосинтетический аппарат обеспечивает интенсивное образование ассимилятов в процессе роста и развития растений, что связано с формированием биологической продуктивности растений и хозяйственно ценной части урожая. Однако в настоящее время еще не ясно, какой уровень и какие звенья структуры и функции фотосинтетического аппарата в наибольшей степени ответственны за его активность, в том числе и за продукционный процесс.

При исследовании фотосинтетического аппарата у сортов растений, различающихся по продуктивности в равных условиях произрастания, появляется возможность сопоставить изменения его структуры и функции с величиной как биологического, так и хозяйственного урожая. Это позволяет выявить степень варьирования показателей структуры фотосинтетического аппарата и их связь с формированием биомассы растений. В связи с этим исследовалась структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата на уровне листа, что позволило выявить его особенности у растений различной продуктивности.

Материал и методика

Объектом исследования служили растения ячменя, различающиеся по продуктивности (Альза, Эльгина, Трумф, Мами, Надя) с учетом этапов и фаз роста и развития. Данные полевых опытов приводятся для растений в фазе кущения, что обусловлено поисками взаимосвязи степени развития фотосинтетического аппарата с продуктивностью растений на более ранних этапах роста и развития.

Формирование ассимиляционных тканей, степень их развития, пигментный фонд определяли по методикам [5]. Исследовались физиологически зрелые листья; данные приводятся по усредненному показателю. Достоверность подчеркиваемых различий статистически обоснована.

Результаты и их обсуждение

Как показывают данные табл. 1, зерновая продуктивность сортов ячменя неодинакова, что позволяет характеризовать их как сорта различной продуктивности. На основании этого можно выделить наиболее контрастные по урожаю и его элементам сорта Надя и Альза. Различия по продуктивности могут быть связаны со многими процессами, обеспечивающими рост, развитие растений, отток ассимилятов. Однако продуктивность растений в значительной мере определяется динамикой и степенью развития листовой поверхности, так как формирование общей массы растения, его урожая тесным образом связано с развитием и функционированием ассимиляционных тканей растений. За счет более активной ассимиляционной поверхности листьев растение увеличивает биологический и хозяйственный урожай. Результаты изучения формирования ассимиляционных тканей сортов ячменя свидетельствуют о различиях между сортами по площади ассимиляционных поверхностей (см. табл. 1) на уровне усредненной величины площади листа и на уровне общей площади листьев в расчете на растение. Следовательно, величина ассимиляционных поверхностей может предопределять функциональные возможности этих сортов. Отличия по листовому индексу между сортами менее значительны, но достоверны при сравнении сортов наиболее контрастных по зерновой продуктивности.

Отличаются сорта степенью развития ассимиляционных тканей, что может быть охарактеризовано прежде всего объемом и поверхностью мезофилла в листе (см. табл. 1). Объем мезофилла в листьях изменяется синхронно с величиной урожая и может быть фактором, обеспечивающим условия для максимального образования продуктов фотосинтеза, которые идут на формирование урожая. Максимальная продуктивность достигается в случае формирования оптимального по размерам фотосин-

тетического аппарата на уровне листа. Показатель этого — отношение поверхности мезофилла листа к поверхности листа, отражающее величину внутренней поверхности ассимиляционных тканей в листе (см. табл. 1). Различие сортов по данному показателю выявляется достаточно четко и положительно коррелирует с урожаем растений. Полученные данные позволяют отметить значительное варьирование структурных различий фотосинтетического аппарата на уровне листа у различных сортов ячменя и считать их определяющими в формировании урожая. Именно различная внутренняя поверхность листа, характеризующаяся объемом и поверхностью мезофилла, может обеспечить различную степень поглощения и усвоения световой энергии. Можно полагать, что, хотя это исследовано еще не достаточно, структурные характеристики фотосинтетического аппарата на уровне листа в какой-то мере отражают направленность обмена веществ в растении.

Таблица 1

Урожай и степень развития ассимиляционных тканей
у различных сортов ячменя

Сорт	Урожай зерна		Масса 1000 семян, г	Площадь листа, см ²			Объем мезо- филла в листе, мкм ³ ·10 ⁹	Отношение поверхности мезофилла в листе к по- верхности листа
	ц/га	% к уро- жаю сорта Альза		листа	на одно растение	на 1 м ² посева·10 ²		
Надя	35	148	41	16,8	130,4	28,1	190	114
Мами	31	129	41	15,1	105,3	27,2	174	109
Эльгина	30	125	39	14,3	80,5	26,2	165	107
Трумф	27	112	38	13,1	65,3	25,1	140	104
Альза	24	100	37	12,0	46,1	24,9	120	96

Таблица 2

Фонд хлорофилла и показатели формирования биомассы
растений ячменя различных сортов

Сорт	Хлорофилл a + b, мг				Продуктив- ность работы единицы веса хлорофилла, мг/сут.	Сухая масса		
	на 1 дм ² листа	на лист	на растение	на 1 м ² посева		1 см ² листа, г	одного растения, г	% в листе
Надя	2,97	0,488	7,07	100,19	1,96	3,46	1,98	11,80
Мами	2,74	0,441	3,80	93,73	1,60	3,25	1,75	10,13
Эльгина	2,62	0,387	2,41	83,71	1,49	3,00	1,53	10,07
Трумф	2,47	0,329	2,04	71,13	1,50	2,80	1,31	9,08
Альза	2,01	0,279	1,27	30,75	1,40	2,60	1,13	8,03

Взаимосвязь особенностей фотосинтетического аппарата с урожаем растений реализуется через метаболические пути листа. В связи с этим одной из важных характеристик ассимиляционного аппарата является наличие определенного фонда хлорофилла. Данные табл. 2 свидетельствуют о количественных межсортных различиях в содержании хлорофилла, но степень их зависит от сорта. Сортные особенности по содержанию хлорофилла выявлены на различных уровнях. Установлено, что содержание хлорофилла изменяется аналогично изменению продуктивности сортов. Особенно четко выражена взаимосвязь при сопоставлении урожая и хлорофиллового индекса (количества хлорофилла в расчете на 1 м² посева). При сравнении контрастных по урожаю сортов обнаружены особенности в хлорофилловом аппарате, что связано прежде всего с различ-

ными функциональными возможностями хлоропластов этих сортов. Об этом свидетельствуют данные о продуктивности работы единицы веса хлорофилла (см. табл. 2). Функциональные особенности могут быть связаны с различиями в организации хлоропластов исследуемых сортов ячменя.

Следовательно, хлорофилловый индекс может служить одним из показателей потенциальных возможностей ассимиляционного аппарата в создании урожая и наряду с величиной продуктивности работы единицы веса хлорофилла использоваться как физиологическая основа характеристики продуктивности сортов.

Анатомо-морфологические и биохимические особенности ассимиляционного аппарата различных сортов могут обуславливать различия в интенсивности фотосинтеза и влиять на последующие реакции фотосинтеза, связанные с синтезом веществ и накоплением биомассы. Это подтверждается полученными нами данными (см. табл. 2). Сорта неодинаковой продуктивности накапливают различное количество биомассы уже на ранних этапах развития. Эти особенности устойчивы и проявляются на различных этапах роста и развития растений.

Итак, максимальное развитие фотосинтетического аппарата на уровне листа по таким параметрам, как величина ассимиляционной поверхности на площадь посева, объем и поверхность мезофилла в листе, продуктивность работы единицы веса хлорофилла, хлорофилловый индекс обеспечивают формирование более высоких урожаев. При исследовании сопряженности между этими параметрами и урожаем растений установлены относительно высокие значения коэффициентов корреляции (0,67—0,89) и доказана их достоверность. Это свидетельствует о необходимости при отборе продуктивных сортов использовать сочетание отбора по морфологическим признакам с физиолого-биохимической оценкой сортов. В связи с этим дальнейшие исследования должны быть направлены на отбор растений с активным фотосинтетическим аппаратом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ничипорович А. А.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 7.
2. Быков О. Д., Заленский М. И.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 294.
3. Кумаков В. А.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 283.
4. Кахнович Л. В., Прохоренко Н. А.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр. 1984, № 2, с. 27.
5. Кахнович Л. В. Фотосинтетический аппарат и световой режим.— Минск; 1980.

УДК 639.31.031.1:576.8

В. П. ЛЯХОВИЧ, Г. П. ВОРОНОВА, Л. А. КУЦКО

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ МИКРОФЛОРЫ В ГРУНТАХ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ

Микрофлора грунтов является важным компонентом водной экосистемы, оказывающим значительное влияние не только на формирование донных отложений, но и на качество водных масс. В водоемах процессы минерализации органического вещества протекают преимущественно в донных отложениях, причем наиболее активно — в поверхностном слое [1], где наблюдается наибольшее содержание бактерий [2, 3]. Благодаря их деятельности значительная часть аккумулированных грунтом биогенов включается в биотический круговорот.

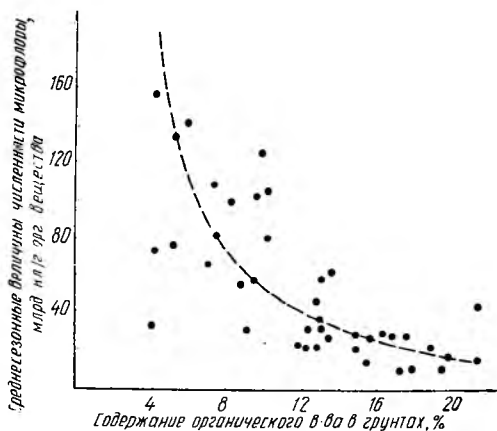
Значимость грунтовой микрофлоры особенно велика в прудовых экосистемах, где современная интенсификация рыбоводных процессов способствует накоплению органического вещества и увеличению численности бактериобентоса до 20 млрд. кл./г сырого грунта [4]. Изучение количественного развития микрофлоры в донных отложениях прудов имеет первостепенное значение при оценке экологического состояния прудов,

биологической продуктивности, концентрации органического вещества, скорости его минерализации.

В настоящем сообщении обобщаются результаты восьмилетних исследований количественного развития микрофлоры грунтов, проводившиеся на 50 экспериментальных нагульных прудах рыбплемхоза «Изобелино» Минской области, с целью изучения эффективности утилизации азотно-фосфорных удобрений, влияния фактора зарыбления и плотностей посадки годовиков карпа от 1 до 8 тыс. экз./га, выращиваемых в монокультуре и совместно с белым амуром трех- и четырехлетнего возраста (плотность 0,2—0,8 тыс. экз./га), на биологическую продуктивность прудов. Грунты в прудах представляют собой пестрое чередование слабозаиленных торфяников и песков.

Численность грунтовой микрофлоры в каждом пруду учитывали ежедекадно на протяжении всего вегетационного периода в поверхностном слое грунта (0—2 см) по методике Германова, в описании А. Н. Наумовой [5]. Объем бактериальной биомассы рассчитывали исходя из общего количества бактерий и средних размеров бактериальных клеток. Все пруды ранжированы на 9 групп в зависимости от плотности зарыбления годовиком карпа от 1 до 8 тыс. экз./га, адекватно возраставших нагрузок искусственных кормов (0—77 ц/га) и удобрений суперфосфатом и аммиачной селитрой (0—10 ц/га) в равных весовых отношениях.

Сезонное изменение численности и биомассы грунтовой микрофлоры в исследуемых нагульных прудах в основном можно описать двумя типами кривых: 1 — одновершинной, с максимальным развитием бактерий к концу вегетационного сезона; 2 — двухвершинной, с максимальным развитием бактерий весной (май) и летом (июль, август), с последующими спадами в начале лета и в сентябре. В некоторых случаях при таком распределении бактерий в грунтах летний минимум был выражен нечетко или отсутствовал. Колебания численности микрофлоры в грунтах обусловлены изменениями, происходящими во всей экосистеме пруда и в первую очередь в донном сообществе. Они зависят от накопления в грунтах органического вещества, его качественного состава, токсических веществ, вырабатываемых микробным сообществом, развития бентосных животных [6]. В исследуемых прудах максимумы в развитии микрофлоры в весенний и летний периоды, как правило, наблюдались во время снижения биомассы зообентоса в грунтах. Накопление органического вещества в грунтах не всегда сопровождалось увеличением количества микрофлоры. Во многих случаях наблюдалась обратная зависимость между этими показателями. Проведенные пересчеты средней за сезон численности бактерий в грунтах на 1 г органического вещества показали, что между обсемененностью органического вещества бактериями и запасами его в грунтах прудов существует достоверная сильная обратная зависимость ($r = -0,78$ при $p = 0,999$). Вероятно, поэтому в исследуемых прудах наиболее интенсивное накопление органического вещества в грунтах наблюдается в периоды снижения численности микрофлоры. Зависимость между численностью микрофлоры (Y , млрд. кл./г органического вещества) и количеством органического вещества в грунтах (X , %) описывается уравнением: $Y = 1472 X^{-1,447}$ (см. рисунок).



Зависимость между содержанием органического вещества в грунтах (%) и среднесезонными величинами численности микрофлоры (млрд. кл./г органического вещества)

**Количественное развитие бактериобентоса и рыбоводные результаты
в нагульных прудах рыбхоза «Изобелино», 1969—1975, 1977, 1978 гг.**

Ва- рианты	Зарыблено годовиком карпа (K ₁) и амуром ст. возр. групп (A), тыс. экз./га	Количество микроорганизмов в сыром грунте		Общая рыбопродук- тивность, ц/га
		млрд. кл./г	мг/г	
1*	—	2,5±0,2	0,87±0,06	—
1-а	—	2,6	1,32	—
2*	1,0 (K ₁)	3,6±0,6	1,30±0,23	2,5±0,3
3*	1,0 (K ₁) + 0,8 (A)	3,7±0,6	1,32±0,22	2,8±0,2
4	1,0 (K ₁)	3,4±0,8	3,01±0,70	3,5±0,2
5	1,0 (K ₁) + 0,6 (A)	8,1±1,4	4,72±0,86	5,4±0,3
6	4,0 (K ₁)	3,2±0,3	2,82±0,13	11,6±0,2
7	4,0 (K ₁) + 0,2 (A)	8,6±0,9	5,46±0,57	18,9±1,8
8	6,0 (K ₁) + 0,2 (A)	5,2±0,2	3,35±0,03	19,8±2,2
9	8,0 (K ₁) + 0,3 (A)	5,8±0,6	4,79±1,41	19,5±1,4

* Пруды без удобрения.

В зависимости от степени интенсификации прудового рыбоводства уровень развития бактерий в грунтах составлял от 2,5 до 8,6 млрд. кл./г при биомассе 0,87—5,46 мг/г сырого грунта (см. таблицу). Применение азотно-фосфорных удобрений увеличивало количество микрофлоры в грунтах в среднем на 57 %. Наименьшее воздействие удобрений на микрофлору отмечено в прудах без рыбы. Значительное влияние на бактериобентос оказывает совместное выращивание карпа с растительно-ядными рыбами [7, 8]. Изымая первичное звено, они способствуют очищению водоема от избытка растительной биомассы, улучшают гидрохимический режим, стимулируют процессы минерализации и продуцирования в водных экосистемах [9]. В условиях эксперимента выращивание карпа совместно с белым амуром увеличивало количество микрофлоры донных отложений нагульных прудов на 138 %.

Современная интенсификация прудового рыбоводства основана главным образом на уплотнении посадки рыбы и кормлении ее комбикормом. За период выращивания рыбы в пруды поступает от 30 до 80 ц/га концентрированных кормов, большая часть которых не съедается и действует как органическое удобрение. Кроме того, в пруды поступает до 10 т экскрементов рыб. Все это включается в биотический круговорот через процессы минерализации, осуществляемые микрофлорой. Таким образом, плотность выращиваемой рыбы в прудах и применяемые комбикорма относятся к основным факторам, регулирующим биологические процессы в прудовой экосистеме. В опытных прудах, где применялась комплексная интенсификация (удобрение прудов, кормление рыбы, уплотнение посадки карпа 4—8 тыс. экз./га), содержание бактерий в грунтах в среднем увеличивалось на 46 % по сравнению с прудами, в которых интенсификация не проводилась, или проводилась слабо. Следует отметить, что при выращивании годовиков карпа с плотностью посадки 4,0 тыс. экз./га совместно с белым амуром, эффективность комплексной интенсификации возрастала до 130 %. В целом по вариантам отмечена тенденция увеличения количественного развития микрофлоры по мере увеличения рыбопродуктивности прудов (см. таблицу).

Сопоставление биомассы микрофлоры грунтов с микрофлорой воды [10] показало достоверную корреляцию между этими показателями ($r=0,55$).

Биомасса зообентоса в прудах, различающихся по продуктивности, в среднем за сезон составляла 1,9—19,2 г/м² [11]. С увеличением троф-

ности прудов и плотности зарыбления от 1 до 8 тыс. экз./га проявляется тенденция к возрастанию биомассы зообентоса. При адекватном комплексе интенсификационных мероприятий пресс выедания зообентоса двухлетними карпами в широком интервале плотностей зарыбления нагульных прудов не оказывал угнетающего действия на его развитие.

В прудах с различным режимом эксплуатации доля бактерий от суммарной биомассы бактерий и зообентоса составляла в среднем от 61 до 88 %, что свидетельствует как об активности микробиальных процессов, так и о стабильности донного биоценоза исследуемых прудов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hall K., Kleiber P., Yesaki I.—Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 1972, v. 29. Suppl., p. 441.
2. Hayes F.—Intern. Verein Limnol., Stuttgart, 1955, Bd. 12, S. 111.
3. Антипчук А. Ф.—Гидробиол. ж., 1972, т. 8, № 2, с. 63.
4. Шпет Г. И., Харитонов А. Ф., Антипчук А. Ф., Бешлей Т. Г.—Матем. всеююз. совещ.: Применение минеральных удобрений в рыбоводных прудах. Киев, 1969, с. 17.
5. Наумова А. Н.—В кн.: Микробиология почвы и удобрения. М., 1933, вып. 108, с. 115.
6. Драбкова В. Г. Зональное изменение интенсивности микробиологических процессов в озерах.—Л., 1981.
7. Niewiadomska-Kröger D.—Pol. arch. hydrobiol., 1971, v. 18, N 2, p. 119.
8. Кузнецов Е. А.—Сб. науч. трудов ВНИИПРХ, 1979, вып. 26, с. 207.
9. Хабибулин Э. Т., Ляхнович В. П.—В кн.: Основы биопродуктивности внутренних водоемов Прибалтики. Вильнюс, 1975, с. 314.
10. Воронова Г. П., Ляхнович В. П.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 3, с. 32.
11. Головнев В. И., Ляхнович В. П., Астапович И. Т.—19-ая науч. конф. по изучению и освоению водоемов Прибалтики и Белоруссии: Тез. док. Минск, 1977, с. 35.

УДК 576.8.095.5

С. С. ТРИБУШ, К. М. БЕЛЯВСКИЙ

КОНЪЮГАЦИОННЫЙ ПЕРЕНОС F'-ПЛАЗМИД В СИСТЕМЕ E. COLI-PSEUDOMONAS

Наличие у *E. coli* K-12 F-фактора, детерминирующего донорскую способность бактерий, предоставляет возможность получения F'-плазмид, содержащих в автономном от хромосомы состоянии F-фактор и участок хромосомы различной длины. Такие генетические структуры, способные к конъюгационному переносу в бактерии семейства *Enterobacteriaceae*, могут служить инструментом в решении многих проблем, связанных с передачей чужеродной генетической информации в неродственные бактерии, и ее выражением в новом хозяине.

Для решения ряда теоретических и практических задач представляется перспективным осуществление передачи F'-плазмид *E. coli* другим бактериям, в том числе псевдомонадам. В частности, такого рода исследования необходимы для изучения системы рестрикции ДНК *E. coli* K-12 и механизмов стабилизации чужеродной генетической информации в бактериях *Pseudomonas*. Имеющиеся в литературе данные о передаче и выражении генов между *E. coli* и *Pseudomonas* [1—3] доказывают принципиальную возможность преодоления таксономических барьеров между этими семействами при конъюгации. Экспериментальное осуществление такого рода работ затрудняется в связи с отсутствием систем переноса генов и с невозможностью поддержания достаточной стабильности переданных структур в клетках.

Исходя из изложенного, целью данной работы являлось изучение возможных путей конъюгационного переноса F'-плазмид *E. coli* K-12 в бактерии *Pseudomonas*.

Материал и методика

Бактерии и бактериофаги. В работе использовались штаммы *E. coli* K-12 (табл. 1), а также бактерии рода *Pseudomonas* из коллекции Проблемной НИЛ экспериментальной биологии Белгосуниверситета имени В. И. Ленина: 16 штаммов *Ps. aeruginosa*, 13 штаммов *Ps. fluorescens*, 8 штаммов *Ps. putida*, 61 штамм 36 видов *Pseudomonas* и 503 штамма, выделенные из природных источников и идентифицированные до рода *Pseudomonas*. Штамм *E. coli* K-12 AB51-11/F_{ts} lac⁺ (Tn10) любезно предоставлен доктором биологических наук Г. Б. Смирновым (НИИЭМ имени Н. Ф. Гамалеи, Москва). Применялись бактериофаги PRR1 и Q_φ.

Среды. Использовали жидкие и агаризованные полноценные питательные среды, приготовленные на основе аминокислот. Синтетические среды, буферные растворы, ЕМВ-агар, фаговый бульон и 0,7 %-ный фаговый агар готовили по [4, 5].

Методы. Приготовление бактериальных культур и фаголизатов, обработку бактерий акридиновым оранжевым осуществляли, согласно руководствам [4, 5]. Чувствительность клеток к бактериофагам определяли спот-тестом [5], а также методом двойных агаровых слоев [6]. Скрещивание бактерий проводили по [4, 7]. Для получения ауксотрофных мутантов бактерий рода *Pseudomonas* выращенную в полноценной питательной среде культуру бактерий в логарифмической фазе роста дважды центрифугировали, отмывали равным объемом 0,1 М цитратного буфера (рН 5,5) и обрабатывали нитрозометилмочевинной в концентрации 300 мкг/мл в течение 24 часов при 28 °С с аэрацией. Затем бактериальную культуру дважды центрифугировали, отмывали от мутагена фосфатным буфером (рН 7,2) и культивировали 18—24 ч при 28 °С в полноценной среде. Обогащение клеточной суспензии ауксотрофными мутантами проводили по [5].

Таблица 1

Использованные в работе штаммы *E. coli* K-12

Штамм	Характеристика	Источник получения
C600	thr leu thi lac Str ^s	Коллекция лаборатории То же » »
C600/RP4	thr leu thi lac Str ^s /Tc ^r Km ^r Ap ^r	
W1655/F ⁺ lac ⁺	met Str ^s /lac ⁺	
J62	pro trp his lac Str ^r	
AB2463/F ⁺ 104	thr leu pro his arg thi lac gal mtl xyl recA Str ^r /thr ⁺ leu ⁺ pro ⁺	НИИЭМ имени Н. Ф. Гамалеи (Москва) Получены нами То же » »
JC1553/F ⁺ 131	his met arg leu lac mtl recA Str ^r /his ⁺ supD	
AB51-11/F _{ts} lac ⁺ (Tn10)	met arg recA Str ^r /T ^s lac ⁺ Tc ^r	
J62/F ⁺ lac ⁺	pro trp his lac Str ^r /lac ⁺	
J62/F ⁺ lac ⁺ , RP4	pro trp his lac Str ^r /lac ⁺ , Tc ^r Km ^r Ap ^r	» » »
J62/F ⁺ 104	pro trp his lac Str ^r /thr ⁺ leu ⁺ pro ⁺	
J62/F ⁺ 104, RP4	pro trp his lac Str ^r /thr ⁺ leu ⁺ pro ⁺ , Tc ^r Km ^r Ap ^r	

Результаты и их обсуждение

Для изучения конъюгационного переноса F'-плазмид от *E. coli* K-12 бактериям рода *Pseudomonas* первоначально была выбрана плазида F⁺lac⁺. Это обуславливалось прежде всего природной неспособностью исследуемых штаммов псевдомонад утилизировать лактозу в качестве источника углерода и энергии, что позволяет осуществлять отбор транс-

конъюгантов, воспринявших F'-плазмиду, без дополнительного генетического маркирования реципиентных бактерий. Кроме того, использование индикаторной среды ЕМВ для отбора Lac⁺ клеток *Pseudomonas* позволяет контролировать продолжительность выражения lac-оперона F'lac⁺-плазмиды в потомстве трансконъюгантов.

Конъюгационный перенос плазмиды F'lac⁺ от *E. coli* K-12 J62 в 601 реципиентный штамм *Pseudomonas* не осуществлялся с частотой большей, чем 10⁻⁸ на 1 донорскую клетку, судя по образованию Lac⁺ трансконъюгантов. В дальнейшем была осуществлена попытка опосредованной плазмидой RP4 передачи плазмиды F'lac⁺ в гетерологичных скрещиваниях, поскольку известна способность плазмиды RP4 мобилизовать некоторые неконъюгативные плазмиды [8]. С этой целью получен штамм *E. coli* K-12 J62, стабильно наследующий в автономном состоянии одновременно плазмиды RP4 и F'lac⁺. Донорские клетки *E. coli* K-12 J62 (RP4, F'lac⁺) в скрещиваниях с F⁻-реципиентными бактериями *E. coli* K-12 C600 передавали плазмиду F'lac⁺ с частотой 6·10⁻⁴, а плазмиду RP4 — с частотой 3·10⁻⁵. Вероятность одновременного выявления в трансконъюгантах маркеров обеих плазмид равна частоте передачи плазмиды RP4.

Таблица 2

Распределение реципиентных бактерий *Pseudomonas* по частоте восприятия F'lac⁺ и RP4 плазмид от *E. coli* K-12 J62

Фенотип трансконъюгантов	Число штаммов, воспринимающих плазмиду с частотой		
	10 ⁻³ — 10 ⁻⁴	10 ⁻⁵ — 10 ⁻⁶	10 ⁻⁷ — 10 ⁻⁸
Lac ⁺	2	9	0
Tc ^r Lac ⁺	6	17	17

В гетерологичных скрещиваниях донорских клеток *E. coli* K-12 J62 (RP4, F'lac⁺) и бактерий рода *Pseudomonas* использовались 106 реципиентных штаммов, способных воспринимать плазмиду RP4 от *E. coli* K-12 с частотой 10⁻³—10⁻⁶ на 1 донорскую клетку. В результате получены Lac⁺ и Tc^rLac⁺ трансконъюганты, что свидетельствует о передаче реципиентным клеткам *Pseudomonas* плазмид F'lac⁺ и RP4 (табл. 2). Как видно из представленных данных, частота формирования Lac⁺-трансконъюгантов зависит от используемого реципиента. Однако внутри одного и того же вида разные штаммы практически не отличались по способности воспринимать F'lac⁺ от донорских бактерий *E. coli*. В дальнейших экспериментах для изучения мобилизующей роли RP4 в отношении переноса плазмиды F'lac⁺ в гетерологичных скрещиваниях *E. coli* K-12 x *Pseudomonas* нами использовался один штамм дикого типа *Pseudomonas* sp. 256 и его ауксотрофный мутант *Pseudomonas* sp. 256-54 (pro, leu). В скрещиваниях *E. coli* K-12 J62/F'lac⁺, RP4 со штаммом дикого типа и его мутантом трансконъюганты Tc^r выявлялись с частотой 10⁻², трансконъюганты Tc^rLac⁺ — с частотой 10⁻³, а трансконъюганты Lac⁺ — с частотой 10⁻⁶—10⁻⁷. Особенностью отобранных на селективной среде трансконъюгантов Lac⁺ и Tc^rLac⁺ этих скрещиваний является утрата ими способности к росту на той же селективной среде в результате многократных пересевов. Наблюдение за ростом Lac⁺ и Tc^rLac⁺ трансконъюгантов на селективной среде с тетрациклином и лактозой в течение 1—2 пересевов позволило установить ряд закономерностей.

1. Трансконъюганты Tc^rLac⁺ приобретают чувствительность к специфическому для содержащих плазмиду RP4 бактерий фагу PRR1, сохраняют все плазмидные маркеры RP4 и ее конъюгативность в скрещиваниях с *E. coli* K-12 J62.

2. Трансконъюганты Lac^+ и Tc^rLac^+ не чувствительны к F-специфическому бактериофагу Q_β и не передают lac^+ маркер в скрещиваниях с *E. coli* K-12 J62.

3. Трансконъюганты Lac^+ и Tc^rLac^+ на среде ЕМВ с лактозой формируют темно-розовые без металлического блеска колонии и отличаются от колоний Lac^+ клеток *E. coli* K-12 и колоний Lac^- клеток *Pseudomonas*.

4. У трансконъюгантов Lac^+ и Tc^rLac^+ не выявляются стабильные Lac^+ клоны.

Возможной причиной наблюдаемой нестабильности трансконъюгантов Lac^+ скрещивания *E. coli* K-12 и *Pseudomonas* может быть «слабое» выражение в клетках псевдомонад генов lac -оперона, как это показано для *Ps. putida* [9]. Поэтому в следующей серии экспериментов использовалась производная этой плазмиды $\text{F}'_{\text{ts}} \text{lac}^+$ (Tn 10), содержащая дополнительно транспозон, детерминирующий устойчивость к тетрациклину, что позволяло контролировать перенос и экспрессию плазмиды с использованием антибиотика. В скрещивании донора *E. coli* K-12 AB51-11/ $\text{F}'_{\text{ts}} \text{lac}^+$ (Tn 10) и реципиента *Pseudomonas* sp. 256-54 Tc^r трансконъюганты формировались с частотой до 10^{-7} .

Уровни их резистентности к тетрациклину находились в пределах 80—200 мкг/мл (клетки реципиента были чувствительны к 20 мкг/мл этого антибиотика). Все без исключения Tc^r -трансконъюганты не наследовали lac^+ -маркер плазмиды F'_{lac^+} (судя по неспособности к росту на минимальной среде с лактозой и по отсутствию способности к ферментации лактозы на ЕМВ-агаре), а также были нечувствительны к F-специфическому бактериофагу Q_β . Маркер тетрациклинрезистентности не элиминировался из трансконъюгантов после обработки акридиновым оранжевым и не передавался ими реципиентам *E. coli* K-12 J62 и *Pseudomonas* sp. 256—56 (pro, leu, Str^r). Перечисленные свойства Tc^r трансконъюгантов позволяют предполагать, что они возникли в результате транслокации транспозона Tn10 из плазмиды в хромосому клеток *Pseudomonas* и последующей утраты переданной F-плазмиды.

Наряду с плазмидой F'_{lac^+} исследована передача и некоторых других F'-плазмид от *E. coli* K-12 бактериям *Pseudomonas*. В экспериментах с реципиентом *Pseudomonas* sp. 256-54 не был выявлен перенос как плазмиды F'_{104} , так и ее совместный перенос с плазмидой RP4. Также не был обнаружен перенос плазмиды F'_{104} от *E. coli* K-12 в ауксотрофные по треонину, лейцину или пролину мутанты 8 штаммов *Ps. aeruginosa* (B-2, B-4, B-5, B-6, B-7, B-9, B-10, B-12), 3 штаммов *Ps. fluorescens* (B-23, B-25, B-29) и 3-х штаммов *Ps. putida* (B-21, B-37, B-40). Кроме того, не установлен перенос плазмиды F'_{131} от *E. coli* K-12 в зависимые по гистидину мутанты 4 штаммов *Ps. aeruginosa* (B-4, B-7, B-9, B-10), штамма *Ps. fluorescens* B-25 и штамма *Ps. putida* B-37.

Наблюдаемая в предыдущей серии экспериментов нестабильность трансконъюгантов Tc^rLac^+ и невозможность конъюгационного переноса ряда F'-плазмид в гетерологичной системе *E. coli* K-12 — *Pseudomonas*, по-видимому, обуславливается влиянием реципиентных клеток на чужеродную ДНК. В пользу этого свидетельствуют данные некоторых авторов о возможности переноса «нетрансмиссивных» плазмид в условиях временной инактивации системы рестрикции реципиента [10—12]. Такая инактивация системы рестрикции, например, для бактерий *Ps. aeruginosa* осуществляется кратковременным культивированием их при 43 °C [10].

Чтобы оценить влияние этого феномена на выход трансконъюгантов в системе скрещивания *E. coli* K-12 — *Pseudomonas*, были повторены эксперименты по передаче плазмиды F'_{lac^+} от *E. coli* K-12W1655 стрептомицинрезистентному варианту штамма *Pseudomonas* sp. 256-56 с предварительным прогреванием реципиентных бактерий при 52 °C в течение различных промежутков времени. В результате установлено, что наи-

большая частота Lac⁺-трансконъюгантов ($5 \cdot 10^{-6}$) наблюдается при 3—4-минутной обработке реципиентных клеток, что свидетельствует в пользу предположения о роли системы рестрикции в наследовании F' плазмид, переданных бактериям *Pseudomonas* от *E. coli*. Однако полученные трансконъюганты утрачивали стабильность наследования плазмиды после двух расщеплений.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о возможности конъюгационного переноса плазмиды F'lac⁺ клеток *E. coli* K-12 в бактерии *Pseudomonas* и в то же время — о крайне нестабильном наследовании их в новом хозяине.

Выводы

1. Показана возможность мобилизации RP4 плазмидой конъюгационного переноса F'lac⁺ в бактерии *Pseudomonas*, способные с высокой частотой воспринимать плазмиду RP4.

2. Обнаружен перенос плазмиды F'lac⁺ в системе скрещивания *E. coli* K-12 — *Pseudomonas* после предварительного культивирования реципиентных клеток при повышенной температуре, экспериментально подобранный оптимум которого для штамма *Pseudomonas* sp. 256-56 составляет 3—4 мин при 52 °C.

3. Особенностью поведения F'lac⁺ плазмиды в клетках исследованных бактерий *Pseudomonas* является нестабильность ее наследования, что может быть использовано для введения в хромосому реципиентов различных транспозонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Datta N., Hedges R.— *J. Gen. Microbiol.*, 1972, v. 70, p. 453—460.
2. Mergeay M., Gerits J.— *J. Bacteriol.*, 1978, v. 135, 1, p. 18—28.
3. Mergeay M., Bogen A., Ugrain C., Hansdorff N.— *J. Bacteriol.*, 1978, v. 136, 3, p. 1187—1188.
4. Клаус Р., Хейс У.— Сборник методик по генетике микроорганизмов. М., 1970.
5. Миллер Дж.— Эксперименты в молекулярной генетике. М., 1976.
6. Gratia A.— *Ann. Inst. Pasteur.* 1936, v. 57, p. 652—694.
7. Chandler P., Krishnapillai V.— *Genet. Res.*, 1974, v. 23, 3, p. 239—250.
8. Willetts N., Crowther C.— *Genet. Res.*, 1981, v. 37, 3, p. 311—316.
9. Baumberg S., Cornelis G., Panagiotakopoulos M., Roberts M.— *J. Gen. Microbiol.*, 1980, v. 119, p. 257—262.
10. Rolfe B., Holloway B.— *J. Bacteriol.*, 1966, v. 92, 1, p. 43—48.
11. Bradley D., Choen D.— *J. Gen. Microbiol.*, 1976, v. 97, 1, p. 91—103.
12. Cornelis G., Colson C.— *J. Gen. Microbiol.*, 1975, v. 87, 2, p. 285—291.

УДК 577.472(28)

В. А. БАБИЦКИЙ, Г. А. ИНКИНА, Т. А. МАКАРЕВИЧ,
Р. З. КОВАЛЕВСКАЯ, Р. А. ДЕРЕНГОВСКАЯ

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ ПАЛЯВААМ (Чукотка)

Сообщение 2. Бактериофлора, водоросли и фауна перифитона

Разработка мероприятий по рациональному использованию биологических ресурсов северных рек признана важнейшей задачей ближайшей и долгосрочной перспективы [1]. В этих условиях гидроэкологические исследования приобретают важнейшее значение, поскольку всякая деятельность по освоению Севера не может планироваться без экологически обоснованных норм поступления в водотоки загрязняющих веществ.

В предыдущем сообщении [2] приведены сведения о методах и принятых при расчетах предположениях. Дана характеристика распределения сухого органического вещества перифитона и его сольности на разных станциях в реке и в двух ее притоках: руч. Кукэвеемкей, подверженном антропогенному воздействию, и чистом руч. Двойной.

В предлагаемой работе исследуется состав и развитие фито- и зооперифитона, а также бактериоперифитона на изученном участке реки.

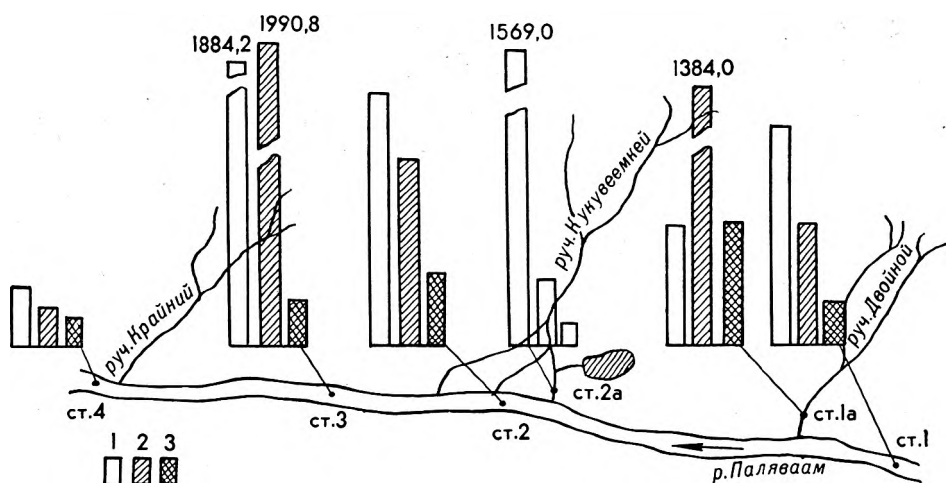


Рис. 1. Численность фито- (1), бактерио- (2) и зооперифитона (3) на разных станциях изученного участка реки:

1—1 млн. экз/м²; 2—100 млрд. кл/м²; 3—1 тыс. экз/м²

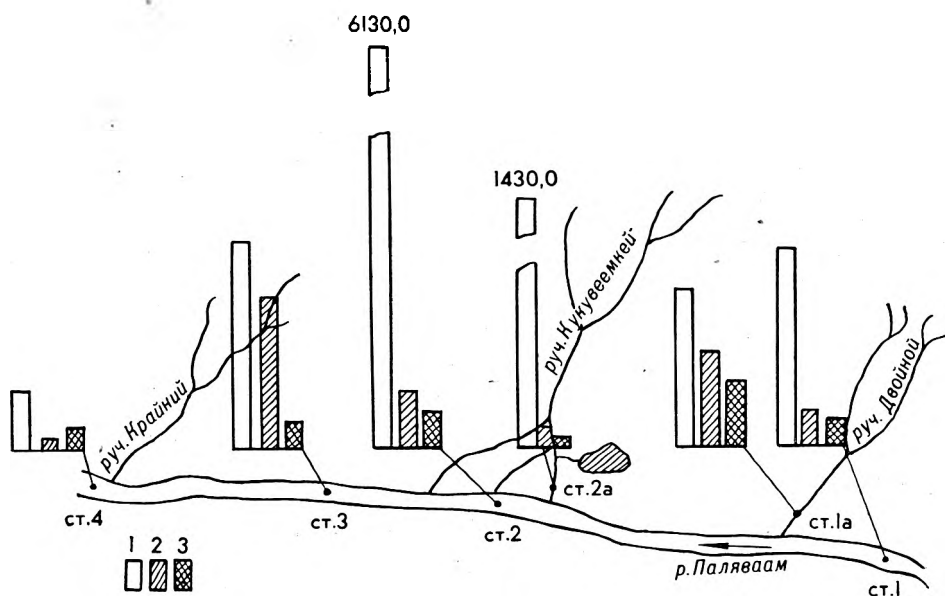


Рис. 2. Биомасса фито- (1), бактерио- (2) и зооперифитона (3) на разных станциях изученного участка реки:

1, 2, 3 — 100 мг/м² сыр. в-ва

Бактериоперифитон. Количественное развитие микрофлоры обрастаний на разных станциях изученного участка реки существенно различалось (рис. 1, 2). Наименьшие величины численности и биомассы микрофлоры наблюдались на ст. 4, для которой в целом было характерно незначительное развитие биоты. Здесь численность бактериоперифитона составляла всего 145,1 млрд. кл/м², биомасса — 50,8 мг/м². Достаточно низкое развитие бактерий в обрастаниях отмечено на ст. 2а (руч. Кукуевекей), расположенной в районе поступления загрязненных вод. На этой станции численность бактериоперифитона составляла 310,4 млрд.кл/м² при биомассе 94,2 мг/м². Наиболее обильное развитие микрофлоры перифитона зарегистрировано на ст. 3, удаленной от ст. 4

на 15—20 км вверх по течению (1990,8 млрд. кл/м² и 602,0 мг/м²). Несмотря на незначительную удаленность этих станций друг от друга численность и биомасса бактериального населения перифитона различалась более чем в 10 раз. В сходном по гидрологии с руч. Кукэвеемкей, но не загрязненном руч. Двойном численность и биомасса бактериоперифитона достигала 1384,4 млрд. кл/м² и 416,1 мг/м².

Изучение количественного развития бактерий в обрастаниях в разных гидробиологических условиях показало, что с увеличением скорости течения биомасса бактерий снижалась: на ст. 1 на плесе этот показатель был равен 220, а на перекате — всего 123,3 мг/м².

Фитоперифитон. В составе фитоперифитона реки и двух ее притоков зарегистрирован 81 таксон водорослей: Bacillariophyta — 49 таксонов, Chlorophyta — 16, Cyanophyta — 14 и Chrisophyta — 2. Наибольшее разнообразие водорослей перифитона наблюдалось в верховьях изученного участка реки до поступления в нее вод проточастка (ст. 1, 1а), где встречено 37 и 35 таксонов соответственно. После прохождения проточастка разнообразие водорослей заметно снизилось и на разных станциях составляло 23—27 таксонов. Помимо этого, в ручьях различался комплекс доминирующих видов. Так, в чистом руч. Двойном доминировали типичные обрастатели диатомей *Achnanthes minutissima* Kutz. var. *minutissima* и *A. m.* var. *cryptocephala* Grun. В ручье с загрязненными водами (ст. 2а) преобладали сине-зеленая водоросль *Oscillatoria* Vauch. sp. и диатомей *Gomphonema angustatum* var. *productum* Grun. В самой реке на всех станциях, кроме ст. 2, доминировали те же диатомей, что и в чистом ручье. На ст. 2 зарегистрировано массовое развитие крупных колоний сине-зеленых водорослей *Tolypothrix* sp., которая на других станциях не зарегистрирована.

Таблица 1

Численность (млн. экз/м², числитель) и биомасса (мг/м² сыр. в-ва, знаменатель) разных таксонов фитоперифитона на изученном участке реки

Таксоны	Ст. 1	Ст. 1а	Ст. 2	Ст. 2а	Ст. 3	Ст. 4
Диатомовые	903,81 793,50	310,44 466,5	792,36 695,7	1097,22 1272,4	1836,66 835,4	201,80 117,0
Сине-зеленые	17,88 1,0	134,02 16,9	192,09 5209,4	427,90 28,7	44,55 5,0	40,01 20,0
Зеленые:						
хлорококковые	—	0,33 0,3	4,08 8,9	21,94 12,3	—	1,74 1,6
улотриковые	—	19,99 161,9	—	—	—	—
конъюгаты	12,67 48,0	2,95 12,1	53,10 19,3	21,94 116,3	—	—
Золотистые	—	40,31 7,7	4,08 0,6	—	—	—

Количественное развитие разных групп водорослей в обрастаниях приведено в табл. 1. На долю диатомовых водорослей приходилось 61,0 (ст. 1а) — 97,4 % (ст. 3) общей численности и 11,3 (ст. 2) — 99,5 % (ст. 3) общей биомассы фитоперифитона. Сине-зеленые водоросли развивались в заметно меньших количествах. Только на ст. 2 в результате массового развития *Tolypothrix* sp., (5,18 г/м²) доля сине-зеленых в общей биомассе водорослей составляла 84,4 %.

Общая численность фитоперифитона (см. рис. 1) на разных станциях реки различалась почти в 8 раз. На ст. 2а (руч. Кукэвеемкей), куда поступают загрязненные воды, численность водорослей, несмотря на вы-

сокую мутность воды, оказалась в 3 раза выше, чем в сходном по гидрологии руч. Двойном (1569,0 млн. экз/м² против 508,7 млн. экз/м²). Видимо, это объясняется тем, что воды промучастка содержат большое количество биогенных элементов, которые стимулируют развитие водорослей. Суммарная биомасса фитоперифитона колебалась в еще более широких пределах (см. рис. 2) — от 0,14 до 6,13 г/м². В целом суммарная биомасса водорослей обрастаний на изученном участке реки закономерно нарастала к ст. 3, расположенной в 4—5 км от места поступления вод промучастка вниз по течению. Затем следовало резкое снижение этого показателя.

Содержание хлорофилла *a* в обрастаниях на разных станциях реки и в двух ручьях составило 0,30—5,62 мг/м² и было небольшим в перифитоне руч. Кукэвеемкей и на ст. 2 (3,29 мг/м²), удаленной от ст. 2а всего на 4—5 км вниз по течению. Наименьшее количество хлорофилла наблюдалось в руч. Двойном. Четкой взаимосвязи между сырой массой водорослей и количеством хлорофилла в перифитоне получено не было ($r = +0,53$). Относительное содержание этого ингредиента в сырой биомассе фитоперифитона на разных станциях менялось от 0,05 до 0,40 % (в среднем 0,18 %).

Зооперифитон. Фауна беспозвоночных обрастаний как в реке, так и в ее притоках представлена нематодами, олигохетами, водяными клещами, кладоцерами и личинками веснянок, поденок и хирономид. Только личинки веснянок и хирономид зарегистрированы на всех станциях, другие группы животных встречались sporadически. И только на ст. 3, удаленной на 10—15 км от промучастка вниз по течению, зарегистрированы все указанные группы животных.

Таблица 2

Численность (тыс. экз/м², числитель) и биомасса (мг/м² сыр. в-ва, знаменатель) разных таксонов животных в обрастаниях на изученном участке реки

Таксоны	Ст. 1	Ст. 1а	Ст. 2	Ст. 2а	Ст. 3	Ст. 4
Nematoda	—	$\frac{0,01}{0,1}$	$\frac{0,01}{0,1}$	—	$\frac{0,01}{0,1}$	—
Oligochaeta	—	—	—	—	$\frac{0,01}{1,2}$	$\frac{0,01}{1,2}$
Hydrocarina	—	$\frac{0,01}{0,9}$	—	—	$\frac{0,01}{1,5}$	$\frac{0,01}{1,5}$
Cladocera	—	—	—	—	$\frac{0,04}{0,7}$	—
Plecoptera+ Ephemeroptera	$\frac{0,06}{10,1}$	$\frac{0,06}{7,1}$	$\frac{0,13}{11,8}$	$\frac{0,02}{2,9}$	$\frac{0,05}{6,2}$	$\frac{0,22}{27,2}$
Chironomidae	$\frac{2,25}{119,8}$	$\frac{5,33}{281,4}$	$\frac{9,40}{155,6}$	$\frac{0,99}{52,4}$	$\frac{1,65}{87,7}$	$\frac{0,83}{44,1}$

Личинки хирономид преобладали среди фауны перифитона (табл. 2). На разных станциях на их долю приходилось 77,6—98,5 % общей численности и 59,9—97,2 % общей биомассы зооперифитона камней. Наибольшая численность и биомасса этих животных наблюдалась в чистом руч. Двойном (5,33 тыс. экз/м² и 284,1 мг/м²). В загрязненном ручье значение этих показателей было равно всего 0,99 тыс. экз/м² и 52,1 мг/м².

Наименьшие величины общей численности и биомассы зооперифитона зарегистрированы в руч. Кукэвеемкей (см. рис. 1, 2). В чистом руч. Двойном общая численность фауны обрастаний была равна 5,41 тыс. экз/м², биомасса — 289,5 мг/м². В руч. Кукэвеемкей с промучастка вместе с водой поступает большое количество минеральной и органической взвеси. Согласно [3], повышение концентрации взвеси в два — три раза

ведет к увеличению числа дрейфующих организмов в пять — шесть раз и к почти полному разрушению донных биоценозов. В самой реке наибольшее развитие зооперифитона наблюдалось на ст. 2 (3,08 тыс. экз/м² и 171,5 мг/м²).

Существенная разница отмечена в количественном развитии фауны перифитона на участках реки с разной скоростью течения. Так, на ст. 1 на плесе общая биомасса беспозвоночных в обрастаниях составляла 0,22, а на перекате — только 0,09 г/м². При высоких скоростях течения происходит вымывание фауны из перифитона, что ведет к увеличению дрейфа на таких участках [4].

Суммарная биомасса фито-, бактерио- и зооперифитона возрастала от верховий изученного участка (1,13 г/м² сыр. в-ва) до ст. 2 (6,53 г/м²). Затем следовало снижение этого показателя на ст. 4. Суммарная биомасса биоты составила только 0,26 г/м². Суммарная биомасса живой фракции перифитона в загрязненном и чистом ручье оказалась примерно одинаковой (1,56 и 1,37 г/м² соответственно).

Роль отдельных компонентов биоты перифитона в суммарной их биомассе на разных станциях неоднозначна. Наибольшее относительное количество водорослей отмечено на отрезке реки, прилегающем к промучастку (ст. 2, 2а). Здесь доля фитоперифитона составляла 90,6—93,9 %. Спустя 4—5 км вниз по течению (ст. 3) эта величина была равна 54,9 %. В верховьях изученного участка (ст. 1, 1а) на долю бактерио- и зооперифитона приходилось 25 и 20 % суммарной биомассы биоты.

Доля живой фракции (без инфузорий) в общей массе перифитона, выраженной в органическом веществе, была низкой и на разных станциях менялась от 0,5 до 31,9 %. Приведенные величины свидетельствуют о том, что основная роль в формировании органического вещества обрастаний принадлежит детриту аллохтонного и автохтонного происхождения. Наименьшее относительное содержание фито-, бактерио- и зооперифитона зарегистрировано в руч. Кукэвеемкей в районе поступления вод с промучастка. Здесь на долю соответствующих групп организмов приходилось всего 0,4; 0,04 и 0,02 % общей массы органического вещества обрастаний.

Таким образом, проведенные исследования показали, что основная роль в суммарной массе обрастаний на изученном участке реки принадлежит мертвому органическому веществу (детриту). Основу биомассы живой фракции перифитона составляют водоросли. Наибольшая биомасса фитоперифитона зарегистрирована в районе поступления вод с промучастка, что свидетельствует о стимулирующем воздействии этих вод на развитие водорослей. Вместе с тем повышенное содержание минеральной взвеси в воде загрязненного ручья вело к редукции бактерио- и зооперифитона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харитонов В. Г., Морев А. П.— В сб.: Биологич. проблемы Севера. Магадан, 1983, ч. 2, с. 294.
2. Бабицкий В. А., Деренговская Р. А., Никитина Л. В.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 1, с. 32.
3. Самохвалов В. Л., Харитонов В. Г.— В сб.: Биологич. проблемы Севера. Магадан, 1983, ч. 2, с. 277.
4. Самохвалов В. Л.— Там же, с. 276.

УДК 595.7+591.9+595.733

А. Д. ПИСАНЕНКО

ФАУНИСТИЧЕСКИЙ ОЧЕРК СТРЕКОЗ (Insecta, Odonata) БЕЛОРУССИИ

Стрекозы как один из древних и широко распространенных отрядов насекомых играют существенную роль в водных и наземных биоценозах. Значительную часть биомассы большинства пресноводных экосистем со-

ставляют водные насекомые, среди которых важнейшее место принадлежит личинкам стрекоз. Любое экологическое исследование как в водных, так и в наземных биоценозах, включающих представителей этого отряда, без знания их систематической принадлежности будет неполным. Разнообразные взаимоотношения стрекоз с населением пресноводных водоемов и околотовными животными, а также роль их в рыбоводстве указывают на необходимость дальнейшего изучения биологии, территориального распределения и фауны стрекоз БССР.

Первой публикацией по фауне стрекоз Белоруссии была работа Н. М. Арнольда [1], отметившего для Могилевской губернии 13 видов, в том числе *Aeschna mixta* Latr. (= *coluberculus* Harr.), являющегося южным и довольно редким для БССР видом. Дальнейшее изучение стрекоз Белоруссии было продолжено А. Н. Бартеневым [2], указавшим 20 видов, обитающих в условиях Полесской низменности, и 10 видов из Виленской губернии, среди которых *Nehalennia speciosa* Charp., не часто встречающийся на территории Белоруссии вид. Одонатологические исследования восточной части Польши и северо-западной части Белоруссии М. Знамеровской-Прюфферовой [3] несколько расширили представления о фауне стрекоз данного региона. В статье А. Н. Поповой и А. Н. Бартенева [4] приводятся сведения об 11 видах стрекоз из Гродненской губернии по сборам 1912 г., среди которых два вида (*Brachytron pratense* Müll. и *Rugrhosoma nimpfula* Sulz.) отмечены для Белоруссии впервые. В 1928 г. А. И. Радкевич [5] указал 41 вид стрекоз для северо-востока Белоруссии и привел несколько ранее не указанных видов: *Sympetrum pedemontanum* All., *Aeschna isosceles* Müll., *Coenagrion concinnum* Joh.

Наиболее полной и обобщающей сводкой по фауне стрекоз нашей республики следует считать работу В. В. Внуковского [6], где приводится 48 видов, среди которых *Coenagrion armatum* Charp. и *Aeschna affinis* V. d. Lind. указаны им впервые для Белоруссии. В этой статье дан глубокий анализ всех известных одонатологических работ до 1937 г. и обработаны фаунистические материалы по южной части БССР. Кроме того, автор на основании сравнения фауны стрекоз сопредельных территорий приходит к заключению о том, что общее число видов по Белоруссии составит не более 58.

В 1957 г. А. И. Радкевич [7] приводит 43 вида стрекоз, собранных на северо-востоке Белоруссии (в Витебской и Могилевской областях), среди которых *Coenagrion ornatum* Sel. и *Cordulegaster annulatus* Latr. ранее другими авторами не регистрировались. В работе Е. С. Шалапенок [8] впервые для фауны стрекоз БССР указывается *Anax imperator* Leach., личинка которого была обнаружена в литоральной зоне оз. Нарочь. До настоящего времени на территории БССР по литературным данным зарегистрирован 51 вид стрекоз, большинство из которых относится к числу обычных и широко распространенных в Палеарктике.

Наши исследования касались изучения состава фауны стрекоз в 34 районах (6 областях) республики и осуществлялись во время экспедиционных выездов и стационарных работ с мая по октябрь 1977—1979 гг.; июня, июля 1980 г.; мая, сентября 1982 г. и мая, августа 1984 г.

Сбор стрекоз проводился на водоемах различного типа: в эвтрофных и дистрофных озерах, реках, речках, ручьях, мелиоративных каналах, водохранилищах, болотах и небольших пересыхающих водоемах. Личинки собирались гидробиологическим сачком и скребком чаще всего в литорали обследуемых водоемов. Собранные личинки стрекоз фиксировались в 4 %-ном растворе формалина или 70° спирте. Сбор имаго проводился с помощью стандартного энтомологического сачка в непосредственной близости от водоемов, по лесным опушкам, дорогам, просекам, в поселках, вдоль полотна железной дороги и т. д. Регулярно фиксировались сроки лёта стрекоз и проводился анализ встречаемости видов. При определении личиночных и имагинальных форм стрекоз использовались определительные таблицы [9—11]. Правильность определения отдельных видов проверена А. Ю. Харитоновым (Биологический инсти-

Видовой состав стрекоз Белоруссии
(по литературным данным и сборам 1977—1980, 1982, 1984 гг.)

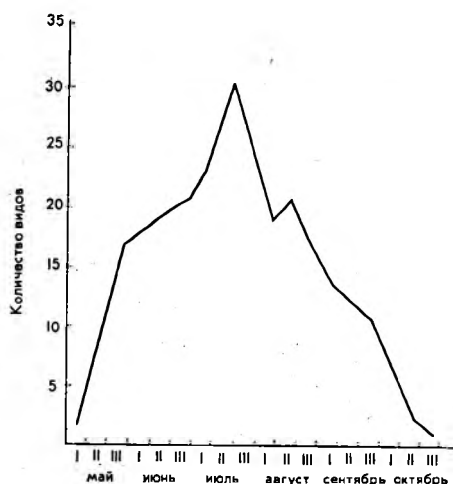
Номер п.п.	Виды	Области					
		Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
1	<i>Gomphus flavipes</i> Charp.		+	+		+	
2	<i>G. vulgatissimus</i> L.	+	+	+	+	+	+
3	<i>Onychogomphus forcipatus</i> L.		+			+	+
4	<i>Ophyogomphus serpentinus</i> Charp.	+	+		+	+	+
5	<i>Cordulegaster annulatus</i> Latr.		+			+	+
6	<i>Brachytron pratense</i> Müll.		+	+	+	+	
7	<i>Aeschna juncea</i> L.	+	+	+		+	+
8	<i>A. coluberculus</i> Harr. (-mixta Latr.)*)			+			+
9	<i>A. affinis</i> V. d. Lind.*)			+			
10	<i>A. viridis</i> Eversm.	+	+	+		+	+
11	<i>A. grandis</i> L.	+	+	+	+	+	+
12	<i>A. cyanea</i> Müll.	+	+	+	+	+	+
13	<i>A. squamata</i> Müll. (-coerulea Ström.)		+	+			+
14	<i>Anax imperator</i> Leach.		+			+	
15	<i>Anaciaeschna</i> (- <i>Aeschna</i>) <i>isosceles</i> Müll.)*)		+	+			+
16	<i>Somatochlora metallica</i> V. d. Lind.	+	+	+	+	+	+
17	<i>S. flavomaculata</i> V. d. Lind.	+	+	+		+	+
18	<i>Epithea bimaculata</i> Charp.	+	+	+	+	+	+
19	<i>Cordulia aenea</i> L.	+	+	+	+	+	+
20	<i>Orthetrum cancellatum</i> L.		+			+	+
21	<i>Libellula depressa</i> L.	+	+	+	+	+	+
22	<i>L. fulva</i> Müll.		+			+	
23	<i>L. quadrimaculata</i> L.	+	+	+	+	+	+
24	<i>Sympetrum flaveolum</i> L.	+	+	+	+	+	+
25	<i>S. pedemontanum</i> All.		+	+		+	
26	<i>S. scoticum</i> Don. (- <i>danae</i> Sulz.)	+	+	+	+	+	+
27	<i>S. vulgatum</i> L.	+	+	+	+	+	+
28	<i>S. sanguineum</i> Müll.		+		+	+	
29	<i>Leucorrhinia albifrons</i> Burm.		+			+	
30	<i>L. dubia</i> V. d. Lind.	+	+	+	+	+	+
31	<i>L. pectoralis</i> Charp.	+	+	+	+	+	
32	<i>L. rubicunda</i> L.	+	+	+		+	+
33	<i>L. caudalis</i> Charp.			+		+	
34	<i>Platycnemis pennipes</i> Pall.	+	+	+	+	+	
35	<i>Coenagrion concinnum</i> Joh.		+			+	
36	<i>C. armatum</i> Charp.		+		+	+	
37	<i>C. hastulatum</i> Charp.	+	+	+	+	+	+
38	<i>C. pulchellum</i> V. d. Lind.		+	+	+	+	+
39	<i>C. puella</i> L.	+	+	+	+	+	+
40	<i>C. ornatum</i> Sel.)*)		+				+
41	<i>C. vernale</i> Hag. (- <i>lunulatum</i> Charp.)		+	+		+	
42	<i>Pyrrhosoma nymphula</i> Sulz.	+	+		+	+	+

Номер п.п.	Виды	Области					
		Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
43	<i>Erythromma najas</i> Hans.	+	+	+	+	+	+
44	<i>Nehalennia speciosa</i> Charp.		+	+		+	
45	<i>Ischnura pumilia</i> Charp.					+	
46	<i>I. elegans</i> V. d. Lind.	+	+	+	+	+	+
47	<i>Enallagma cyathigerum</i> Charp.	+	+	+	+	+	+
48	<i>Lestes dryas</i> Kirby	+	+	+	+	+	+
49	<i>L. sponsa</i> Hans.	+	+	+	+	+	+
50	<i>L. virens</i> Charp.		+			+	+
51	<i>Sympycna annulata</i> Sel.					+	
52	<i>Calopteryx virgo</i> L.	+	+	+	+	+	+
53	<i>C. splendens</i> Harr.	+	+	+	+	+	+
Всего		29	48	38	39	48	36

* Отмечены литературные указания.

тут СО АН СССР), за что мы выражаем ему искреннюю благодарность. Список видов (см. таблицу 1) приводится согласно новой номенклатуре стрекоз СССР [12]. Собранный материал хранится частично в коллекциях Зоологического музея БИ СО АН СССР, в Институте зоологии АН БССР и в зоомузее БГУ имени В. И. Ленина.

На территории Белоруссии нами за период исследований выявлено 49 видов стрекоз, относящихся к 2 подотрядам и 9 семействам, типичным для Европейской части СССР. Это составляет 92,4 % всей известной фауны стрекоз Белоруссии (от 53 видов). Некоторые виды были найдены только в имагинальной фазе, другие — в личиночной. Только в имагинальной стадии обнаружено 26 видов, 22 вида стрекоз представлены в



Изменение видового разнообразия стрекоз Белоруссии в период их активного лета

наших сборах обеими фазами и один вид *Coenagrion concinnum* Joh. выявлен лишь в личиночной стадии. Всего собрано 4379 экз. стрекоз, из них 3782 экз. — имаго и 596 экз. — личинки. Среди обнаруженных видов *Ischnura pumilia* Charp. и *Sympycna annulata* Sel. приводятся впервые для республики. Зарегистрированные виды дополнили список стрекоз БССР, который насчитывает в настоящее время 53 вида.

Анализируя полученные данные по сезонной активности стрекоз, согласно [13], можно выделить в зимующей группе лишь *Sympycna annulata* Sel., которая летает с мая до октября, но с некоторым перерывом в середине лета, что связано со своеобразным циклом развития этого вида. Наиболее часто из весенних форм стрекоз встречались *Brachytron pra-*

tense Müll., *Epithea bimaculata* Charp., *Leucorrhinia pectoralis* Charp., *L. rubicunda* L., *Coenagrion armatum* Charp. Индикаторными видами весенне-летней группы являются *Gomphus vulgatissimus* L., *Cordulia aenea* L., *Libellula quadrimaculata* L., *L. fulva* Müll., *Coenagrion hastulatum* Charp., *Erythromma najas* Hans. Доминирующими видами летней группы стрекоз, наиболее богатой в видовом и количественном отношении, следует выделить *Aeschna juncea* L., *Somatochlora metallica* V. d. Lind., *S. flavomaculata* V. d. Lind., *Coenagrion puella* L., *Ischnura elegans* V. d. Lind., *Enallagma cyathigerum* Charp., *Calopteryx virgo* L., *C. splendens* Harr. Представителями летне-осенней группы стрекоз данного региона можно считать такие виды, как *Aeschna viridis* Eversm., *A. grandis* L., *Sympetrum flaveolum* L., *S. sanguineum* Müll., *Lestes dryas* Kir., *L. sponsa* H. Отдельные виды наиболее часто встречающихся стрекоз осенней группы *Aeschna cyanea* Müll., *Sympetrum scoticum* Don., *S. vulgatum* L., *Lestes virens* Charp. продолжали лёт до второй декады октября.

Изучение активного периода жизнедеятельности взрослых фаз за время исследований позволило установить, что лёт стрекоз на территории Белоруссии начинался 6 мая и продолжался до 14 октября, т. е. около 5,5 месяцев. Наибольшее количество видов (31) (см. рисунок) летает во второй декаде июля. Некоторое увеличение численности видов стрекоз наблюдалось и во второй декаде августа (21 вид). В остальной период жизненного цикла взрослых фаз (с мая по октябрь) количество летающих стрекоз не превышает 20 видов. Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что на территории Белоруссии существуют два периода максимального видового разнообразия стрекоз — вторая декада июля и вторая декада августа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольд Н. М. Каталог насекомых Могилевской губернии.— СПб., 1902, с. 73.
2. Бартенев А. Н.— Труды студ. кружка для исслед. Русск. природы. Москов. ун-та, 1907, кн. 3, с. 133.
3. Znamierowska-Prüfferowa M.— Prace T-wa Przyjaciół Nauk w Wilnie. Wydział nauk mat. i przyr., 1925—1926, t. 3, s. 181.
4. Бартенев А. Н., Попова А. Н.— Русск. энтомот. обозр., 1928, т. 22, № 3—4, с. 235.
5. Радкевич А. И. Стрелки Віцебшчыны (Odonata). Віцебшчына.— Віцебск, 1928, т. 2, с. 85.
6. Wnukowsky W. Beitrage zur Kenntniss der Odonaten-Fauna Weiss-Russlands.— Festschr. 60. Geburtstage Prof. Dr. Embrik Strand. Riga, 1937, B. 3, s. 568.
7. Радкевич А. И.— Уч. зап. Витебск. пед. ин-та, 1957, вып. 6, с. 71.
8. Шалапенко Е. С. Фауна водных насекомых литорали озера Нарочь.— Биол. основы рыбн. хоз. на внутр. водоемах Прибалтики: Тез. докл. X науч. конф., Минск, 1963, с. 196.
9. Попова А. Н. Личинки стрекоз фауны СССР (Odonata). Определитель по фауне СССР.— М.— Л., 1953, № 50.
10. Спурис З. Д. Стрекозы (Odonata). Определитель насекомых Европейской части СССР.— М.— Л., 1964, т. 1.
11. Бельшев Б. Ф., Харитонов А. Ю. Определитель стрекоз по крыльям.— Новосибирск, 1977.
12. Павлюк Р. С., Харитонов А. Ю. Номенклатура стрекоз (Insecta, Odonata) СССР.— В сб.: Полезн. и вредн. насекомые Сибири, Новосибирск, 1982, с. 12.
13. Бельшев Б. Ф.— Энтомот. обозр., 1960, т. 39, вып. 2, с. 395.

УДК 582.28

А. И. СТЕФАНОВИЧ

О РАСПРОСТРАНЕНИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ НА ЛУГАХ

Паразитные грибы в Белоруссии достаточно полно изучены на сельскохозяйственных растениях, а также на интродуцентах [1]. В естественных же фитоценозах, в частности на лугах, занимающих более 17 % об-

шей площади республики [2], они, к сожалению, пока еще не привлекли внимания исследователей.

Заливные (пойменные) луга обследованы нами в поймах рек Немана (от д. Николоевщина до хутора Альбушь Столбцовского района) и Свислочи (от д. Старый Двор до д. Турин Пуховичского района); внепойменные луга (суходольные и низинные) — преимущественно в районе Нарочанских озер.

По видовому составу, частоте встречаемости, а нередко и степени поражения растений в луговых травостоях преобладали грибы из семейства Erysiphaceae. Доминировали виды из рода *Erysiphe*. В центральной части пойм и на низинных внепойменных лугах представители этого рода нередко поражали злаки: *Festuca rubra* L., *F. pratensis* Huds., *Poa trivialis* L., *Agrostis vulgaris* With., *Phleum pratense* L. (*Erysiphe graminis* DC.); бобовые: *Trifolium pratense* L., *T. hybridum* L., *Lathyrus pratensis* L. (*E. martii* Lév.), *Vicia cracca* L. (*E. pisi* DC.); разнотравье: *Filipendula ulmariae* (L.) Maxim. (*E. ulmariae* Dasmaziheres), *Thalictrum lucidum* L., *Ranunculus acer* L. (*E. ranunculi* Grev.), *Symphytum officinale* L. (*E. asperiofolium* Grev.), *Sphaerotheca macularis* (Wallr. ex Fr.) Magn. развивалась на *Geranium pratense* L.

На высоких и средних уровнях пойм, представленных буграми и гривами, а также среди кустарников питающими растениями мучнисторосяных грибов были: *Anthoxanthum odoratum* L. (*E. graminis* DC.), *Parmica cartilaginea* Ldb., *Taraxacum officinale* Web. (*E. cichoracearum* DC. et Mèrat), *Rumex crispus* L. (*E. polygoni* DC. ex Saint-Amans), *Achillea millefolium* (S. *macularis* (Wallr. ex Fr.) Magn.).

По берегам рек, стариц и канав мучнистая роса отмечена на *Dactylis glomerata* L. (*E. graminis* DC.), *Cirsium oleraceum* L. и других видах рода *Cirsium* (*E. montagnei* Lév.), *Urtica dioica* L. (*E. urticae* (Wallr.) Blumer), *Epilobium hirsutum* L. (*Sphaerotheca epilobii* (Wallr. ex Lk.) Sacc.), *Geum rivale* L. (*S. macularis* (Wallr. ex Fr.) Magn.).

На средних и низких уровнях пойм, на заболоченных участках, характеризующихся избыточным увлажнением, среди кустарников мучнисторосяными грибами поражались: *Valeriana officinalis* (*E. valerianae* (Jacq.) Blumer), *Stachys palustris* L. (*E. galeopsidis* DC. ex Mèrat), *Myosotis palustris* Lam. (*E. asperiofolium* Grev.), *Ranunculus repens* L., *R. flammula* L. (*E. ranunculi* Grev.), *Lythrum salicaria* L. (*E. communis* (Wallr.) Lk.), *Caltha palustris* L. (*E. aquilegiae* DC. ex Mèrat), *Selinum carvifolia* L. (*E. heraclei* DC. ex Saint-Amans), *Succisa pratensis* Moench (Oidium), *Deschampsia caespitosa* (L.) P. B. (*E. graminis* DC.).

В растительном покрове суходольных лугов на злаках: *Festuca pratensis* Huds., *F. rubra* L., *Agrostis vulgaris* With., *Phleum pratense* L., *Anthoxanthum odoratum* L. нередко обильно развивался *E. graminis* DC.; на бобовых: *Trifolium pratense* L., *Melilotus albus* Desr., *Lupinus polyphyllus* Lindl., *Medicago falcata* L. паразитировали *E. martii* Lév., *E. pisi* DC. ex Saint-Amans. Отмечено широкое распространение в луговых травостоях грибов *S. macularis* (Wallr. ex Fr.) Magn. и *E. cichoracearum* DC. et Mèrat на *Achillea millefolium* L.; *S. fuliginea* (Schlecht. ex Fr.) Poll. на *Veronica chamaedrys* L.; *E. cichoracearum* DC. et Mèrat на *Centaurea jacea* L., *Leontodon autumnalis* L., *Taraxacum officinale* Web.; *E. biocellata* Ehrh. на *Prunella vulgaris* L.; *E. martii* Lév. и *E. pisi* DC. ex Saint-Amans на *Trifolium pratense* L., *Melilotus albus* Desr., *Medicago falcata* L., *Vicia cracca* L., *Lupinus polyphyllus* Lindl.; *E. artemisiae* Grev. на *Artemisia campestris* L.; *E. ranunculi* Grev. на *Ranunculus acer* L.; *E. communis* (Wallr.) Lk. на *Berteroa incana* (L.) DC., *Knautia arvensis* (L.) Cout.; *E. hyperici* на *Hypericum perforatum* L., *H. maculatum* Crantz; *E. sordida* Junell на *Plantago major* L. На суходольных лугах мучнистой росой нередко были поражены *Echium vulgare* L. (*E. asperiofolium* Grev.), *Verbascum nigrum* L. (*E. verbasci* (Jacq.) Blumer), *Rumex acetosella* L. (*E. polygoni* DC. ex Saint-Amans), *Plantago major* L. (*E. sordida* Junell), *Bunias orientalis* L. (Oidium).

Нами выявлены растения, на которых мучнисторосяные грибы встречались редко (например, *Thesium ebracteatum* Hayne (*E. communis* (Wallr.) Lk.), *Plantago media* L. (*E. sordida* Junell), *Rumex acetosa* L. (*E. polygona* DC. ex Saint-Amans), *Pimpinella saxifraga* L. (*E. heraclei* DC. ex Saint-Amans), однако степень развития мучнистой росы на этих растениях была достаточно высокой.

На растениях лугов нередко развивались ржавчинные грибы. Из группы злаков ржавчина в уредо- и телейтостадии постоянно отмечалась на видах *Poa* (*Puccinia poarum* Niels.), на видах *Agrostis* (*P. agrostis* Plowr.), на *Alopecurus pratensis* L. (*P. perplaxans* Plowr.). По берегам рек, канав, на заболоченных участках пойменных и низинных лугов ржавчинные грибы (*P. phragmitis* (Schum.) Koern., *P. magnusiana* Koern.) обильно развивались в уредо- и телейтостадии на листьях и стеблях *Phragmites communis* Trin. Из бобовых растений ржавчина обнаружена только на *Vicia cracca* L. (*Uromyces vicia-cracca* Const.). Несколько видов ржавчинных грибов в уредо- и телейтостадии (например, *P. (urticae) caricis* (Schum.) Reb., *P. ribessii-caricis* Kleb., *P. dioicae* Magn.) обильно паразитировали на осоках.

На пойменных и низинных лугах многие виды ржавчинных грибов отмечены на растениях из группы разнотравья (*Triphragmium ulmariae* (Schum.) Lk. на *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.; *Thecopsora galii* (Lk.) de T. и *P. punctata* Lk. на *Galium mollugo* L.; *P. violae* (Schum.) DC. на видах *Viola*; эцидиальная стадия *P. polygoni-amphibii* Pers., все стадии *Uromyces geranii* (DC.) Lév. на видах *Geranium*; *P. menthae* Pers. на видах *Mentha*; эцидиальная стадия *P. dioicae* Magn. на *Cirsium palustris* Scop.; уредо- и телейтостадия *P. cirsii* Lasch. на других видах *Cirsium*. На пойме реки Неман гриб *P. bistortae* (Strauss) DC. в уредо- и телейтостадии чрезвычайно обильно поражает *Polygonum bistorta* L. На глинистых склонах лугов *P. poarum* Niels. в эцидиальной стадии и *Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lév. нередко обнаруживались на *Tussilago farfara* L. По заболоченным берегам рек, стариц и канав на *Polygonum amphibium* L. в уредо- и телейтостадии развивалась *P. polygoni-amphibii* Pers. Весной на *Urtica dioica* L. постоянно отмечались пустулы эцидиального спороношения *P. (urticae) caricis* (Schum.) Reb.

На суходольных лугах, по склонам на *Potentilla argentea* L. во всех стадиях развития обнаруживался *Phragmidium potentillae* (Pers.) Karst.; на *Centaurea jaceae* L.— в уредо- и телейтостадии — *P. jaceae* Oth., на *C. scabiosa* L.— *P. centaureae* DC.; на *Campanula patula* L.— *P. campanulae* Carmichael; на *Hyssopus officinalis* L. и *Acinos thymoides* Moench.— *P. menthae* Pers.; на *Hypericum perforatum* L.— *Melampsora hypericolum* (DC.) Wint.; на *Pimpinella saxifraga* L.— *P. pimpinellae* (Strauss) Mart.; на *Campanula persicifolia* L. и *C. rapunculoides* L.— уредо- и телейтостадия *Coleosporium campanulae* (Pers.) Lév.

На закустаренных лугах *Melampsoridium betulinum* Kleb. нередко поражал *Betula pubescens* Ehrh., а представители рода *Melampsora* — виды *Salix*.

Видовой состав пероноспоровых грибов, развивающихся на растениях луговых ценозов, оказался небогатым. Повсеместно отмечались *Plasmopara pusilla* Berl. et de T. на видах *Geranium* и *P. densa* Schroet. на *Rhinantus* и *Odontites serotina* L. Широкое распространение получили виды рода *Peronospora* (*P. alta* Fckl. на *Plantago major* L., *P. meliloti* Syd. на *Melilotus albus* Desm., *P. pratensis* Syd. на *Trifolium pratensis* L., *P. gei* Syd. на *Geum urbanum* L., *P. verbasci* Güm. на *Verbascum nigrum* L.). На листьях и других органах *Crepis paludosa* Moench развивался белый налет спороношения *Bremia lactucae* Regel.

Из группы пиреномицетов на *Alopecurus*, *Anthoxanthum odoratum* L., *Festuca rubra* L. неоднократно отмечался в склероциальной стадии *Claviceps purpurea* Tul. А на стеблях *Poa* в первой половине лета обнаруживалась вначале белая, затем золотистая строма *Epichloe typhina*

(Pers.) Wint. В конце лета и осенью на листьях различных злаков развивались черные стромы гриба *Phyllachora graminis* (Pers.) Wint.

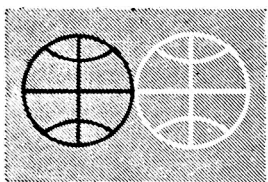
На суходольных лугах, особенно на склонах холмов, в соцветиях видов *Carex* обнаруживались в виде черной, нередко пылящей массы телиоспоры головневого гриба *Cintractia*. На заливных лугах, по берегам рек, широкое распространение получил другой представитель головневых грибов — *Ustilago longissima* (Sow.) Meyen, чрезвычайно часто поражающий *Glyceria aquatica* (L.) Wahlb.

Группа фитопатогенных грибов из класса дейтеромицетов нами не учитывалась. Дело в том, что обследование лугов проводилось в весенне-летний период, когда несовершенные грибы еще не получили массового развития.

Таким образом, как показали наши исследования, фитопатогенные грибы на растениях лугов характеризуются богатым видовым составом и нередко широким распространением. По видовому разнообразию преобладали мучнисторосяные (27 видов) и ржавчинные грибы (26 видов), другие группы были представлены значительно беднее. Из мучнисторосяных грибов по количеству видов доминировал род *Erysiphe* (21 вид), из ржавчинных — *Puccinia* (18 видов), из пероноспорных — *Peronospora* (5 видов). По количеству видов паразитные грибы преобладали на растениях из группы разнотравья, меньше их отмечено на злаках, еще меньше на осоках и бобовых. Больше видов грибов выявлено на растениях суходолов, меньше — на растениях пойм. Обильнее паразитные грибы развивались на закустаренных лугах, заболоченных участках, а также на повышенных элементах рельефа, где растения испытывали дефицит влаги. На закустаренных лугах паразитные грибы нередко отмечались и на древесно-кустарниковых породах, преимущественно на березе, ивах, черемухе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорожкин Н. А. — Микология и фитопатология, 1982, т. 16, № 6, с. 475.
2. Юркевич И. Д., Голод Д. С., Адериho В. С. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование. — Минск, 1979.



УДК 556.5

В. М. ШИРОКОВ

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА МАЛЫХ РЕК ПОСЛЕ ИХ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРУДАМИ И ВОДОХРАНИЛИЩАМИ

Массовое строительство и эксплуатация различных по объему и площади прудов и водохранилищ является характерным элементом современного преобразования природы. В настоящее время достаточно полно изучено влияние крупных водохранилищ не только на прилегающую сушу, но и на нижний бьеф, а часто и на устье рек и взморье [1].

При эксплуатации больших водохранилищ на Волге, Каме, Енисее, Ангаре и других реках выполнены исследования, которые показали наличие существенных изменений также и в термике рек. Исследования по перераспределению теплового стока проводились в Волжско-Камском, Енисейско-Ангарском гидротехнических каскадах ГЭС [2, 3] и на других зарегулированных крупных реках страны [4]. В результате выяснены основные особенности изменения термического режима рек.

1. Процесс регулирования стока ведет к перераспределению теплового стока во времени. Создание крупных водохранилищ приводит к изменению температурного режима рек не только в районе распространения подпора, но и на значительном протяжении в нижнем бьефе.

2. Масштабы нарушения бытового режима в термике рек после их преобразования зависят от расположения водохранилищ в различных географических зонах, размеров созданных водных объектов, а также характера принятого регулирования и проточности.

3. Крупные искусственные водоемы оказывают охлаждающее влияние на речной сток нижнего бьефа в весенне-летний период и обогревающее — в осенне-зимний.

4. В нижнем бьефе крупных ГЭС охлаждающее и обогревающее влияние сбрасываемых из водохранилища вод проявляется на разных расстояниях. Участки нижнего бьефа реки, на котором фиксируется охлаждающее влияние водохранилищ, всегда по протяженности значительно больше обогревающего.

Для малых рек оценка влияния прудов и водохранилищ на изменение термического режима вод в нижнем бьефе длительное время не выполнялась. Считалось, что влияние прудов и малых водохранилищ незначительно, и существенных изменений в термике таких рек они не вносят [5]. Такое мнение было связано с тем, что, как правило, на созданных прудах и малых водохранилищах и в их нижних бьефах отсутствовали длительные наблюдения за термическим режимом вод. Только в последние годы появилась возможность проверить это утверждение, используя стационарные пункты наблюдений на малых реках, по которым накоплены значительные ряды наблюдений. Такой фактической основой явились наблюдения за температурой воды на водомерных постах, полученные за определенный период как до, так и после создания водохранилищ на реках Белоруссии и Литвы (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Основные показатели водохранилищ,
по которым проводятся наблюдения за температурой воды**

Водохранилище	Река	Характер регулирования	Расстояние от платины до устья, м	Год создания водохранилища	Площадь водохранилища, км ²	Объем водохранилища, млн. м ³		Объем годового стока, млн. м ³	Средний многолетний коэффициент водообмена
						полный	полезный		
Солигорское	Случь	сезонный	123,0	1967	23,1	55,9	38,0	267,8	4,8
Заславское	Свислочь	многолетний	299,0	1957	31,3	108,5	105,0	115,6	1,1
Осиповичское	Свислочь	недельный	148,6	1954	11,9	17,5	5,8	856,8	49,0
Любанское	Оресса	сезонный	78,1	1966	22,5	39,5	32,7	189,0	4,8
Чигиринское	Друть	недельный	78,0	1960	23,4	62,6	11,7	680,0	10,9
Рачунское	Ошмянка	суточный	35,0	1958	1,5	2,3	1,2	157,5	68,5
Каунасское	Неман	суточный	210,0	1960	63,5	462,0	222,0	9009,0	19,5

Основные показатели температурного режима воды
в малых водохранилищах и их нижних бьефах

Водохранилище	Максимальная среднедекадная температура воды после регулирования, °C	Водомерный пост	Расстояние от створа плотины вниз по реке до в/п, км	Средняя годовая температура воды после регулирования	Максимальная среднемесячная температура воды после регулирования
				°C	
Солигорское	21,9—I дек. VIII	Старобин	6	9,9	21,1° VII
Заславское	19,7—III дек. VII	Заречье	3,0	8,5	19,3° VII
Осиповичское	21,5—III дек. VII	ГЭС	1,0	9,2	21,0° VII
Любанское	20,5—I дек. VIII	Андреевка	78,0	8,5	19,8° VII
Чигиринское	21,6—III дек. VII	ГЭС	0	9,1	21,1° VII
Рачунское	20,4—II дек. VII	Вел. Яцны	27,0	8,8	20,1° VII
Каунасское	20,3—III дек. VII	Каунас	1,0	9,2	19,8° VII

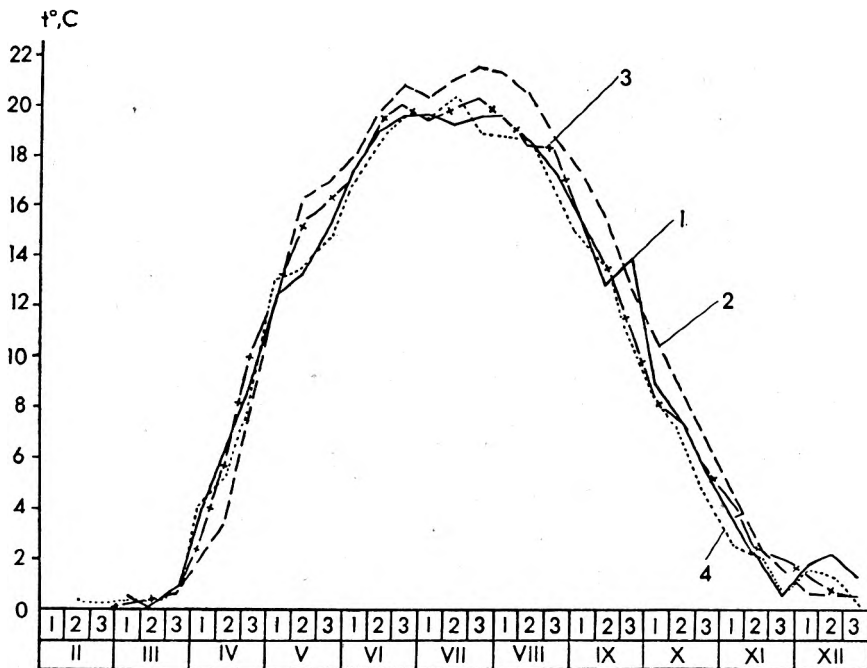


Рис. 1. Распределение температуры воды в Чигиринском водохранилище и нижнем бьефе р. Друть:

1 — по водпосту Румок (1949–1961); 2 — по водпосту ГЭС (1962–1972); 3 — по водпосту Городище (1948–1959); 4 — по водпосту Городище (1961–1972)

Сравнительный анализ термического режима в бытовом состоянии рек и после их регулирования показал, что в них возник ряд характерных изменений. К их числу следует отнести запаздывание в наступлении дат максимальных температур воды по сравнению с бытовым режимом на 8–10 дней. Это запаздывание было отмечено как в самих искусственных водоемах, так и в нижних бьефах зарегулированных рек (рис. 1).

В прудах и малых водохранилищах период весеннего нагревания начинается в марте-апреле. Он не имеет особых отличий по сравнению с бытовым состоянием реки, хотя нарастание температур воды как в искусственных водоемах, так и нижнем бьефе идет в это время с некото-

рым занижением в абсолютных показателях, достигающим в среднем $0,3\text{--}0,8^\circ\text{C}$. В последующий период процесс летнего нагревания по сравнению с бытовым режимом протекает при повышенных температурах, достигающих в некоторые месяцы разницы в среднем до 1° [6].

В зависимости от теплой или холодной весны в середине апреля или начале мая малые водохранилища и пруды начинают нагреваться значительно быстрее, чем воды впадающих в них рек. Эта разница в температуре воды прослеживается почти до конца года, а в период максимального прогрева в середине июля составляет $1,0\text{--}1,5^\circ\text{C}$ [7, 8]. Достаточно часто степень прогрева зарегулированных вод зависит и от водности года. Так, материалы наблюдений за температурой воды в прудах рыбхоза «Белое», по данным И. И. Кирвеля, показывают значительную разницу температуры воды в многоводные и маловодные годы, достигающую в летне-осенний период $5\text{--}6^\circ\text{C}$ (рис. 2).

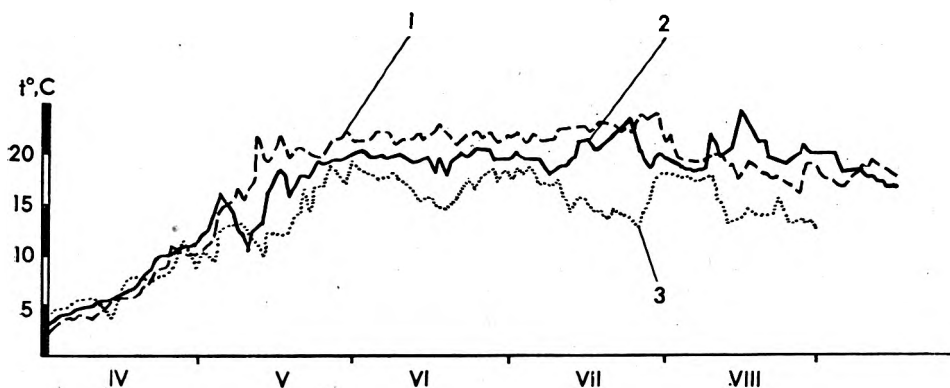


Рис. 2. Графики хода температур в прудах рыбхоза «Белое» за вегетативный период:
1—в маловодный год; 2—в средний по водности год; 3—в многоводный год

При летне-осеннем и зимнем охлаждении воды в прудах и малых водохранилищах этот процесс, по сравнению с бытовым режимом рек до их регулирования, тоже идет с повышенной температурой воды [9]. В результате отепляющее влияние сбрасываемых вод из искусственных водоемов в нижний бьеф продолжается 8—10 месяцев в году, а охлаждающее — не более 2 месяцев (табл. 3). Такой ход изменения температуры воды при ее сбросе из искусственных водоемов в нижний бьеф рек прослежен наиболее полно по ряду малых водохранилищ Белоруссии (Осиповичское, Солигорское и др.). Для выяснения этого обстоятельства построены графики связи по средним декадным показателям за период до создания водохранилища и после, которые показывают степень отклонения температур воды в нижнем бьефе в сторону увеличения или уменьшения по сравнению с бытовым режимом. Все эти изменения показаны на графике в виде температурной «петли» [10]. Эти связи с температурной «петлей» подтвердили, что верхняя кривая дает нарастание температур воды в первую половину безледоставного периода года, а нижняя кривая — их постепенное убывание во вторую половину этого периода. За нормальную бытовую температуру воды взята средняя кривая, которая показывает их распределение до создания водохранилища по этим же водомерным постам.

В средних водохранилищах период охлаждающего влияния в нижнем бьефе реки резко увеличивается во времени. Так, для анализа изменения температурного режима более крупного искусственного водоема взято Каунасское водохранилище на р. Неман в Литовской ССР. Оценка разности температур воды между входным и выходным створами определена по данным двух водомерных постов (Неманюкнай и Каунас), где имеются длительные ряды наблюдений (см. табл. 3). Выяснилось, что для такого вида водохранилищ выделяется период охлаждения с декабря по июль и период нагревания — с августа по ноябрь.

Таблица 3

Изменения в температуре воды рек после создания на них водохранилищ *

Водохранилище и река	Водомерный пост и разница температур, °С	Период наблюдений	Распределение температуры воды											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Осиповичское, Свислочь		с 1954 по 1972 г.												
	Требуты		0,4	0,1	1,3	6,8	15,1	19,2	20,1	18,6	13,6	7,9	—	—
	Осиповичская ГЭС		0,1	0,2	1,0	6,7	15,2	19,5	21,0	19,9	14,7	8,3	3,1	1,1
	Разница в температуре воды между двумя водпостами		—0,3	+0,1	—0,3	—0,1	+0,1	+0,3	+0,9	+1,3	+1,1	+0,4	—	—
Солигорское, Случь		с 1968 по 1982 г.												
	Новодворцы		—	—	—	7,7	15,7	19,8	20,2	19,4	13,9	6,9	3,0	1,5
	Старобин		1,9	1,6	2,1	6,9	15,9	20,1	21,1	20,3	15,2	8,2	4,2	1,9
	Разница в температуре воды между двумя водпостами		—	—	—	—0,8	+0,2	+0,3	+0,9	+0,9	+1,3	+1,3	+1,2	+0,4
Каунасское, Неман		с 1960 по 1973 г.												
	Неманюкнай		—	—	1,9	7,1	14,6	19,0	20,2	18,7	14,0	8,5	3,6	1,6
	Каунас		—	—	0,9	5,5	13,3	17,9	19,8	19,7	16,0	10,6	4,9	1,2
	Разница в температуре воды между двумя водпостами		—	—	—1,0	—1,4	—1,3	—1,1	—0,4	+1,0	+2,0	+2,1	+1,3	—0,4

* Знаком «—» показано охлаждающее влияние воды в нижнем бьефе рек по сравнению с их незарегулированным состоянием, а знаком «+» — отепляющее влияние.

В результате исследований установлено некоторое «потепление» в термическом режиме рек после создания на них прудов и водохранилищ. Средние годовые температуры воды стали в многолетнем разрезе на 0,5—0,7°C выше по сравнению с бытовым режимом рек. «Отепляющий» эффект сбрасываемых вод из прудов и водохранилищ особенно значительно проявляется в летне-осенний период в их нижнем бьефе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вендров С. Л., Широков В. М.— В сб.: Водохранилища и окружающая природная среда: тез. докл. Всесоюз. науч.-теор. совещ. по динамике берегов водохранилищ, их охране и рациональному использованию. Черкассы, 1979, кн. 6, с. 19.
2. Ляхов С. М.— В сб.: Материалы по биологии и гидрологии Волжских водохранилищ. М.—Л., 1963, с. 121.
3. Подлипский Ю. И., Широков В. М.— В сб.: Материалы межвуз. науч. конф. по вопросам изучения влияния водохранилищ на природу и хозяйство окружающих территорий. Калинин, 1970, с. 115.
4. Ноговицын Л. Д., Подлипский Ю. И., Широков В. М.— В сб. докл. Всесоюз. науч.-теор. совещ.: Проблемы Энергетики Крайнего Севера. Якутск, 1975, ч. III, с. 89.
5. Россинский К. И. Термический режим водохранилищ.— М., 1975.
6. Широков В. М.— В сб.: Комплексное изучение и рациональное использование природных ресурсов: Тез. докл. Всесоюз. совещания. М., 1980, с. 99.
7. Широков В. М.— В сб.: Оптимальное использование водных ресурсов: Симпозиум 26—28 мая 1983. Варна НРБ, 1983, т. 2, с. 189.
8. Широков В. М.— В сб.: Малые реки Белорусской ССР, их использование и охрана. Минск, 1984, с. 22.
9. Широков В. М.— В сб.: Вторая Всесоюз. конф.: Динамика и термика рек, водохранилищ и эстуариев: тез. докл. М., 1984, т. 2, с. 162.
10. Широков В. М. Конструктивная география рек: основы преобразования и природопользования.— Минск, 1985.

УДК 911.5 (476.2)

А. А. ШВЕЦОВ

СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ УРОЧИЩ МОЗЫРСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Изучение современных геокомплексов, составление целостной их картины при региональных исследованиях требуют упорядочения, классификации их объективно существующего разнообразия. Однако такая работа, выполняемая на уровне современных требований практики, сталкивается с целым рядом сложностей. Наиболее крупный и труднорешаемый комплекс проблем создает то относительно недавно осознанное обстоятельство, что современные геокомплексы сформировались и продолжают формироваться под воздействием двух групп разнокачественных факторов: природных и антропогенных. Существующие ландшафтные классификации отражают только одну из их сторон, да и то не всегда полно; и если вопросы классификации геокомплексов как природных образований разработаны достаточно основательно, то об антропогенной их составляющей этого сказать нельзя. Причина лежит в объективно существующих трудностях, главные из которых — многообразие видов хозяйственного воздействия на геокомплексы и различная степень измененности последних. Они могут давать широкий спектр геокомплексов, развившихся даже на одной природной основе, и при этом остаются пока еще слабоизученными.

Предлагаемая классификация представляет собой попытку разрешить эти трудности и упорядочить все многообразие геокомплексов ранга урочищ на примере Мозырского Полесья. По замыслу автора она должна учитывать и отражать не только пространственное строение территории, но и различные динамические состояния геокомплексов в зависимости от вида, интенсивности и продолжительности антропогенного воздействия. Это и определило название классификации.

Урочища Мозырского Полесья		Дренированные			Слабодренированные		Недренированные	
		на песках:	на глин.песках и супесях	на суглинках	проточные	слабопроточные	проточные	слабопроточные
красевых ледниковых образований	холмов	Ц2 △ △ △ Р (Ц2) (Б2)	ДЦ5 △ △ △ △ Ц2 (Ц5) (Б5) (Б2) (Ц1) (Ц5) Р	ДБ △ △ △ △ (ББ) (ЦБ) (ББ)		Условные обозначения Серии и циклы типов леса: 1 — злаково-лишайниковые 2 — бруснично-мшистые 3 — вересковые 4 — долгомошно-черничные 5 — орляково-черничные 6 — снытьево-кисличные 7 — папоротниково-крапивные 8 — пойменные 9 — осоково-таволговые 10 — осоковые 11 — осоково-сфагновые Антропогенные трансформации: I — промышленно-селитебные II — горно-промышленные III — пашня IV — сенокосы V — пастбища Лесные трансформации и субформации: С — сосновые ДС — дубово-сосновые Д — дубовые Е — еловые ДЕ — дубово-еловые ЯД — ясеневые-дубовые Ол — черноольховые Б — березовые Ос — осиновые Г — грабовые СБ — сосново-березовые Болота: ОС — осоковые ОС-СФ — осоково-сфагновые М — мелиоративные е — бугристые пески		
	ложбин и понижений	Ц2 △ △ △ Р Ц1 (Б2) Ц4 △ (Ц3)	ДЦ5 △ △ △ △ Р (Ц2) (Ц5) (Б5) (Ц5) (Б2) (Ц1)	ДБ △ △ △ △ (ББ) (ЦБ) (ББ) (ЦБ)	Оп9 ЯД7 Ол Д7 ДБ △ △ △ △ (ЦБ) (ББ)			
	оврагов	Ц2 (Б2) (Ц1)	ДЦ5 △ (Ц2) (Ц5) (Б5) (Ц5) (Б2)	ДБ △ (ББ) (ЦБ)				
моренно-вдольно-ледниковой разины	плакоров	Ц2 △ △ (Б2) (Ц1) Р Ц4 △ (Ц3)	ДЦ5 △ △ △ △ Ц2 (Ц5) (Б5) (Ц5) (Б2) (Ц1) Р	ДБ △ △ △ △ (ББ) (ЦБ) (ББ) (ЦБ)				
	ложбин и понижений	Ц4 △ (Ц3)	ДЦ5 △ △ △ △ Ц2 Ц5 (Б5) (Ц3) (Б2) (Ц5)	ДБ △ △ △ △ (ЦБ) (ББ) (ЦБ) ДЕБ △	Оп9 М △ △ △ △ △ ЯД7 △ △ △ Д7 (Ол7) ДБ △ △ △ △	СБ11 М △ △ △ △ △	Б10 М △ △ △ △ △ ОС-СФ М △ △ △ △ △	ОС М △ △ △ △ △
озерно-аллювиальных разин		Ц2 △ △ △ Ц1 (Б2) Р Ц4 △ (Ц3)	ДЦ5 △ △ △ △ Ц2 Ц3 (Ц5) (Б2) (Б5) (Ц5)	ДБ △ △ △ △ (ЦБ) (ББ)	Ол8 М △ △ △ △ △ Е7 Е5 △ ЯД7 ДБ △ △ △ △ △	СБ11 М △ △ △ △ △	Б10 М △ △ △ △ △ ОС М △ △ △ △ △	
		Ц2 △ △ (Б2) (Ц1) Р Ц4 (Ц3)	Д8 △ △ △ △ △ (Б7) (Ол7)		Оп9 М △ △ △ △ △ ДБ △ △ △ △ △ △		Б10 М △ △ △ △ △ ОС М △ △ △ △ △	
золовых образований	дрог	Ц2 △ △ Р Ц1						

□ — коренные урочища

□ — квазикоренные урочища

△ — антропогенные трансформации

○ — серийные урочища

Принцип построения классификации заключается в том, что урочища вначале классифицируются как природные образования, затем как производные хозяйственной деятельности — их антропогенные модификации. Это позволяет найти для всего многообразия измененных геокомплексов общий знаменатель — их природную основу.

Классификация природной основы геокомплексов выполнена в виде решетки — перекрестной классификации (см. таблицу). По горизонтали производится систематизация урочищ Мозырского Полесья по основным факторам их дифференциации [1]. Вначале урочища разделяются по типу водного режима, определяемому степенью дренированности, на дренированные, слабодренированные и недренированные. Затем дренированные урочища по механическому составу покровных отложений разделяются на: а) сложенные песками, б) глинистыми песками и супесями, в) суглинками. Для слабодренированных и недренированных урочищ на этой ступени классифицирования более важным показателем является степень проточности, выделяются проточные и слабопроточные урочища. Принятое здесь деление одного родового понятия на видовые по механическому составу отложений, а двух других по проточности вполне логически оправдано и не противоречит правилам деления понятий, так как «если родовые понятия разные, то видовые отличия каждого из них могут выделяться по разным признакам» [2].

По вертикали производится систематизация и привязка урочищ к конкретным мезоформам рельефа различных генетических типов, с которыми традиционно и связывается их формирование. Для Мозырского Полесья выделяются урочища генетических типов рельефа: а) краевых ледниковых образований, б) моренно-водно-ледниковой равнины, в) озерно-аллювиальной равнины, г) аллювиальных равнин и пойм, д) эоловых образований. В пределах аллювиальных и озерно-аллювиальных равнин мезоформы не выделяются. Несколько особое место занимают урочища эоловых образований. Они вторичны в геологическом отношении, занимают небольшие площади и разбросаны по всей территории. Чисто природными здесь признаны только дюны, бугристые и грядовые пески относятся к более поздним антропогенным образованиям.

Положение в рельефе и факторы, приведенные в этой классификации при систематизации по горизонтали, определяют растительность, являющуюся критерием при выделении видов природных урочищ. За основу приняты лесотипологические разработки [3—5]. В качестве видов природных урочищ взяты сосняки бруснично-мшистые и долгомошно-черничные, ельники черничные, дубравы снытиево-кисличные и пойменные, смешанные сосново-дубовые леса, орляково-черничные и дубово-еловые снытиево-кисличные, ясеневые-дубовые папоротниково-крапивные, ольсы осоково-таволговые, березняки осоковые, сосново-березовые осоково-сфагновые леса, открытые низинные осоковые и переходные осоково-сфагновые болота.

Теоретической основой для классификации на втором этапе являются разработки В. Б. Сочавы [6] об эпифации, определяемой как совокупность состояний фации (коренных, условнокоренных, квазикоренных, серийных и антропогенных трансформаций), подчиненных одному инварианту. Все превращения инварианта геокомплекса рассматриваются как его динамика, смена инварианта — как эволюция геокомплекса. В предлагаемой работе все теоретические разработки об эпифации автоматически переносятся на взятое за основную единицу классификации урочище, тем более, что по своему порядку размерности (каждая в своей классификации) эти таксономические единицы совпадают. Таким образом, здесь будем оперировать понятием «эпиурочище».

Различаются два вида динамических состояний: эквифинальное и переменное. К первому относятся коренные (условнокоренные) и квазикоренные (псевдокоренные) — урочища с прочно установившимися связями, соответствующими представлению о климаксе или близком к не-

му состоянии. Ко второму — серийные урочища и антропогенные трансформации с внутренними и внешними связями, далекими от устойчивого состояния. Первые стремятся через ряд сукцессий перейти в эквифинальное состояние, вторые поддерживаются в равновесии благодаря постоянному антропогенному воздействию.

Ядром эпиурочища являются **коренные природные урочища**, уже расклассифицированные на первом этапе. Квазикоренные, серийные урочища и антропогенные трансформации, производные от коренного, сформировались на одной общей природной основе. При классифицировании они все привязываются к своему коренному урочищу и являются совершенно равноправными по отношению к нему.

Особое место занимают **квазикоренные урочища** — геокомплексы эквифинального вида с деформированными целенаправленно или случайно связями, дающие свои ряды производных урочищ. Обычно деформации связей происходят в результате хозяйственной деятельности, приводящей к глубоким изменениям, но сохраняющей преимущественно природный режим связей. Наиболее значительную серию квазикоренных урочищ в Мозырском Полесье дает осушение болот. Образуются мелiorативно-производные леса. Обычно они долго не сохраняются и параллельно с осушением переводятся в одну из трансформаций. Для упрощения схемы имеет смысл объединить все антропогенные трансформации на осушенных землях под одним названием, без деления на ряды разных квазикоренных урочищ, тем более, что происходит их конвергенция в условиях, когда перестают действовать главные здесь факторы дифференциации — обводненность и проточность.

Квазикоренные урочища горнопромышленных разработок занимают очень небольшие площади и возникают на месте антропогенных трансформаций. Переход в новое состояние происходит при достаточно глубоких изменениях и после прекращения антропогенного воздействия, когда устанавливается природный режим связей. Если изменения незначительны — восстанавливается геокомплекс, близкий к исходному.

Антропогенные трансформации — геокомплексы переменного вида с природно-антропогенным режимом. На территории Мозырского Полесья можно выделить следующие виды антропогенных трансформаций: промышленно-селитебные, горнопромышленные, пашню, сенокосные луга, пастбища.

Серийные урочища — геокомплексы переменного вида, представляющие собой сукцессионные ряды при переходе геокомплексов в эквифинальное состояние после прекращения на них антропогенного воздействия. Выделяются следующие типы серийных урочищ: урочища бугристых песков; урочища производных типов леса, чаще всего отражающие кратковременные возрастные и дигрессивные сукцессии; урочища производных растительных формаций и субформаций, обычно длительно-производные.

Таким образом, предлагаемая классификация учитывает все возможные виды природных урочищ и их антропогенные состояния, четко отграничивая одно от другого, показывая одновременно их связи между собой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Швецов А. А. Литолого-геоморфологическая основа ландшафтов Мозырского Полесья: Морфогенез на территории Белоруссии. — Минск, 1983, с. 52.
2. Арманд Д. Л. Наука о ландшафте. — М., 1975.
3. Юркевич И. Д. и др. Леса Белорусского Полесья (геоботанические исследования). — Минск, 1977.
4. Юркевич И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах. — Минск, 1980.
5. Гельтман В. С. Географический и типологический анализ растительности Белоруссии. — Минск, 1982.
6. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск, 1976.

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ ГИДРОСФЕРЫ КАК МЕРА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

В условиях современной научно-технической революции во взаимодействии человека с природой наступил качественно новый этап: возросла роль антропогенного фактора. Одним из серьезных отрицательных последствий антропогенной деятельности является загрязнение окружающей среды, масштабы которого возрастают. Одной из важнейших задач является поддержание динамического равновесия природных систем, общества и природы. Принцип динамического равновесия раскрывает механизм взаимодействия человека и природы, природных систем. Понятие равновесия связано с поддержанием в системе «общество — природа» тех существенных связей, отношений, которые не вызывают отрицательных последствий как в обществе, так и в природных системах. Необходимость сохранения равновесия в природных системах вызывается объективными процессами использования человеком ресурсов природы, при которых происходит нарушение ранее сложившегося равновесия между ними.

Принцип динамического равновесия является одним из компонентов устойчивости систем. Его основу определяет равенство протекания процессов в противоположных направлениях [1]. Любая природная система характеризуется определенной целостностью, в которой выражены ее структура, элементы, разнообразие связей между элементами. Свойство устойчивости, поддержания динамического равновесия между компонентами системы и всей системы в пространственном и временном аспектах — наиболее общее свойство всех природных систем [2].

Естественное равновесное состояние в природных системах основано на процессе круговоротов вещества и энергии. Круговороты не имеют замкнутого характера и, в свою очередь, включены в систему глобального круговорота, который объективно отражает сущность развития природных систем. Его отдельные звенья представляют собой полуавтономные системы, характеризующиеся статистическими и динамическими чертами развития [3].

В такой сложной динамической открытой системе, как физико-географическая оболочка Земли, равновесное состояние будет определяться состоянием низших подсистем: атмосферы, гидросферы, литосферы, биосферы. Эта система будет находиться в состоянии динамического равновесия только при равновесном состоянии ее подсистем.

Наличие биотической составляющей в каждой природной системе придает им более высокую степень устойчивости, которая характеризуется саморегулирующей деятельностью. Такие системы способны регулировать изменение структуры, связей между компонентами под влиянием возмущающих воздействий.

На природные системы действуют естественные и антропогенные возмущения, порожденные хозяйственной деятельностью человека.

Природные системы обладают способностью нейтрализовать не только влияние нормальных колебаний среды, но и катастрофических явлений (вулканические извержения, наводнения, землетрясения и т. д.). Естественные факторы, вызывающие развитие природных систем, являются для них нормой. При воздействии на систему антропогенных факторов, которые вызывают значительные изменения в функционировании системы, она может перейти в качественно новое состояние, имеющее подчас необратимый характер.

Естественные и антропогенные возмущения отличаются своей динамикой. Естественные возмущения в природных системах вызываются главным образом абиотическими факторами — воздушными массами, во-

дой, твердым стоком и др. Последние вызывают постепенные изменения в биотической части природных систем. Возмущения, вызванные антропогенными факторами, во много раз усиливают скорость изменений в природных системах, что может привести к нарушению равновесия структуры систем.

Особо острую проблему представляет изучение механизма устойчивости гидросферы — сложной, саморегулирующейся динамической системы, участвующей в ходе основных геологических и географических процессов, которые охватывают весь планетарный обмен веществом и энергией. Гидросфера, с одной стороны, входит в качестве элемента в систему более высокого иерархического уровня, а с другой — сама состоит из более мелких геосистем: океанов, морей, поверхностных и подземных вод. Целостность гидросферы обусловлена разнообразными связями и взаимодействиями поверхностных вод с Мировым океаном. Воды суши связаны с водами Мирового океана планетарным обращением влаги через атмосферу, а также вещественным обменом через литосферу. Мировой океан является не только важнейшим звеном глобального обмена веществ, но и областью, где завершается конечный распад минерального и органического вещества. Таким образом, равновесное состояние в низших подсистемах гидросферы будет определять устойчивость гидросферы в целом.

Важнейшую регулирующую роль в поддержании динамического равновесия в гидросфере играют ее низшие звенья — системы вод суши (озерные, речные, система подземных вод, ледники). Актуальность сохранения динамического равновесия в этих системах обусловлена тем фактом, что водные системы обладают меньшей устойчивостью, чем воды Мирового океана. В этой связи следует заметить неправомерность бытующего мнения о том, что огромная площадь Мирового океана гарантирует его от загрязнения. Самая биологически продуктивная часть Мирового океана — шельфы и эстуарии рек подвержены сильному загрязнению и выделены известным французским исследователем океана Ж-И Кусто как «критические зоны» [4, 5].

Занимая около $\frac{2}{3}$ земной поверхности, мировая гидросфера играет ведущую роль в процессах, происходящих в атмосфере, формировании климата, поглощении избытков углекислого газа и выделении кислорода, а также в других жизненных процессах, происходящих в биосфере.

Охрана гидросферы становится важнейшей государственной задачей, поскольку изменения в ней, вызванные вмешательством человека, затрагивают не только процессы в гидросистемах, но и губительно действуют на природные системы суши.

Нарушение динамического равновесия в гидросфере и ее подсистемах является следствием изменения интенсивности протекающих в ней процессов. Естественные возмущения, вызывающие нарушение равновесия в водных системах, ведут к изменению структуры системы постепенно, плавно. Кроме того, любая динамическая система, к которой относится и гидросфера, способна восстанавливать относительно исходное состояние при естественных возмущениях. Антропогенное воздействие влияет на водные системы с большей интенсивностью, ускоряя естественные процессы, происходящие в воде, и качественно изменяя структуру системы. В результате антропогенного воздействия водные системы переходят из одного качественного состояния в другое.

Особую актуальность представляет вопрос о поддержании динамического равновесия тех компонентов гидросферы, которые включены в хозяйственный оборот. Это связано с тем, что происходит быстрый рост водопотребления, урбанизации, перераспределение стока в больших масштабах, загрязнение водных объектов техногенными отходами.

Водные системы различаются между собой как в количественном отношении, так и в качественном. В количественном — это неравномерность их распределения, в качественном — различная их динамичность. Если для речных систем характерна высокая динамичность происходя-

щих в них процессов, то озерные системы, ледники характеризуются меньшей динамичностью, замедленным водообменом, меньшей устойчивостью.

Вместе с тем высокая динамичность водных систем позволяет легко воздействовать на них, изменяя структуру водного баланса, а это незамедлительно сказывается на величинах других элементов баланса влаги и их взаимных соотношениях. В итоге изменяется водный режим почвогрунтов, испарение и сток, что, в свою очередь, влияет на весь комплекс экологических характеристик.

Опасность вызывает угроза не количественного, а качественного истощения водных ресурсов в результате загрязнения природных вод отходами хозяйственной деятельности. Известный гидролог А. И. Шикломанов подчеркивает: «в настоящее время и в ближайшем будущем ресурсы поверхностных вод не подвергнутся существенным количественным изменениям и уменьшение их под влиянием деятельности человека будет незначительным» [6].

Воздействие загрязнений на водные системы может вызвать как обратимые, так и необратимые изменения в них. Это зависит и от качества загрязняющих веществ, и от их количества. Большую опасность представляет так называемое аккумулирующее антропогенное загрязнение. С течением времени происходит нарастание концентрации загрязняющих веществ и увеличивается воздействие на элементы системы, что вызывает в конечном счете ее разрушение.

Соотношение качественных характеристик загрязняющих веществ и их количества не может пониматься абстрактно, вне состава и условий функционирования той природной системы, в которую они попадают. Так, незначительное количество высокотоксичных веществ, попадающих в водную систему, может вызвать в ней за короткий промежуток времени губительные последствия, в то же время поступление значительного количества более простых по своему составу загрязнителей не вызывает в системе существенных изменений.

Важнейшие нарушения естественных процессов в водных системах связаны с изменением их структуры, что проявляется в нарушении количественных соотношений вещественного состава, а также в появлении новых веществ [7]. Нарушение вещественного состава проявляется в изменении химического состава воды, и, следовательно, биологических показателей, а изменение биогенной нагрузки ведет к нарушению трофических связей, изменению видового состава, повышению уровня биопродуктивности.

Любая материальная система входит во всеобщий процесс развития, который в природных системах заключается в усложнении структуры системы. В водных системах процесс развития при естественных условиях протекает от момента формирования водоема до его «старения». Деятельность человека может ускорить этот процесс, что ведет к перестройке системы водоема.

При естественном развитии водных систем в них поддерживается динамическое равновесие между продукционной деятельностью организмов и деструкцией вещества. В результате антропогенного вмешательства характер этого равновесия нарушается: преобладают процессы образования вещества над его разрушением, и система переходит в качественно новое состояние.

Огромную роль в поддержании динамического равновесия вещества и энергии в водных системах играет процесс саморегуляции, который выражается в способности водных систем к самоочищению.

Самоочищение выступает как комплекс физических, химических, биологических процессов, восстанавливающих систему в относительно исходное состояние. Самоочищение — способность системы сохранять во времени механизм формирования качественного состояния воды [8]. Являясь неотъемлемым процессом саморегуляции водных систем, самоочищение определяет устойчивость водных систем. Под последней понима-

ется способность водных систем к самоочищению в условиях повышенного поступления веществ с водосбора [9].

Способность водных систем к самоочищению не должна рассматриваться как единственный путь, который может решить проблему загрязнения. Природные особенности вод, их саморегуляция имеют пределы, определяющиеся мерой поступления загрязненных веществ. Нормальное функционирование водных систем требует определенных условий, допускающих изменения в системе в сравнительно узких параметрах. Эти параметры, взятые в их единстве, образуют значение меры [10].

Для гидросферы как целостной саморазвивающейся системы существует обязательное значение меры — мера прозрачности, насыщения кислородом, органическим веществом, мера солености и т. д. Понятие меры применительно к водным системам может быть определено как тот допустимый диапазон антропогенных изменений в системе, в пределах которого не происходит нарушения динамического равновесия между ее элементами.

В настоящее время еще не в полном объеме выяснены пределы устойчивого существования водных систем, границы их эксплуатации. Особенно важно выявить те пределы антропогенной нагрузки на водные системы, за которыми уже будут сказываться отрицательные последствия. Следует отметить, что характер воздействия антропогенных факторов на водные системы приобретает все более устойчивый характер. Кроме того, естественные и антропогенные факторы действуют одновременно и поэтому бывает нелегко определить причины вызываемых изменений. Для решения этой проблемы необходим обширный информационный материал, который является необходимым условием прогнозирования развития всех природных систем в условиях современного научно-технического прогресса.

Основой экологического прогнозирования является применение математического моделирования, которое дает возможность выяснить диапазон состояний системы, в пределах которого она остается устойчивой к конкретным внешним возмущениям. В настоящее время создаются модели взаимодействия океана и континентов, экологические модели отдельных морей (Балтийское, Азовское), модели качества воды, круговорота веществ.

Не вызывает сомнения тот факт, что в условиях бурного развития научно-технической революции антропогенная нагрузка на природные системы будет возрастать. Одной из важнейших предпосылок решения экологической проблемы является получение достоверной прогнозной информации о последствиях воздействия человека на природу, в результате чего появится возможность для более точного определения границ устойчивости природных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водопьянов П. А. — В кн.: Динамическое равновесие человека и природы. Минск, 1977, с. 42.
2. Куприянова Т. П. — В кн.: Устойчивость геосистем. М., 1983, с. 8.
3. Алпатов А. М. Развитие, преобразование и охрана природной среды. — Л., 1983, с. 210.
4. Coustau J. The sea in danger. — New York, 1974, p. 10.
5. The state of the environment 1972—1982. — Nairobi, 1982, p. 14.
6. Шикломанов И. А. Антропогенное изменение водности рек. — Л., 1979, с. 5.
7. Шилькрот Г. С. Типологические изменения режима озер в условиях культурных ландшафтов. — М., 1979, с. 3.
8. Пичахчи И. Д., Верниченко А. А., Васьковец Л. А., Беличенко Ю. П. — В кн.: Антропогенное эвтрофирование природных вод. Черноголовка, 1977, с. 36.
9. Якушко О. Ф., Мысливец И. А. — В кн.: Антропогенное эвтрофирование природных вод. Черноголовка, 1977, с. 205.
10. Гирусов Э. В. Система «общество — природа». — М., 1976, с. 81.

К ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ МИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Минская возвышенность, расположенная в центре Белорусской гряды, образует важный орографический узел, по которому проходит водораздел Черноморского и Балтийского водосборных бассейнов.

Краевые ледниковые образования Минской возвышенности в силу своего положения в структуре главного пояса конечных морен Восточно-Европейской равнины издавна привлекали внимание геологов, географов и геоморфологов. Связующее положение ее в структуре Белорусской гряды, а также отсутствие естественного геологического рубежа между Минской и Ошмянской возвышенностями послужило причиной появления различных гипотез о характере их сочленения и особенностях происхождения. От правильного решения вопроса о взаимоотношении краевых образований этих возвышенностей зависит расшифровка строения всей Белорусской гряды.

В истории изучения Минской возвышенности намечаются три основных периода: дореволюционный (1830—1917), довоенный (1917—1941) и современный (с 1945). Каждый из них характеризуется своим уровнем знания о краевых ледниковых образованиях.

Дореволюционный период. Первые специальные исследования территории Минской возвышенности относятся к началу 40-х годов XIX в., когда под руководством К. И. Теннера была организована экспедиция для создания триангуляционной сети на малоизученных землях Минской губернии (1830—1834). Проведение таких работ диктовалось потребностью Департамента генерального штаба России в построении топографических карт. На основании военно-топографической съемки были составлены карты для Минской губернии. После этого представление о наличии возвышенности в центре Белоруссии получило общее признание.

Более убедительное заключение о характере рельефа Минских высот сделано в 1864 г. офицерами генерального штаба [1]. Они пришли к выводу о существовании на площади Минского и Ошмянского уездов Овратынского кряжа-сырта, продолжающего Карпаты, северо-западный склон которого наклонен к Балтийскому морю, а юго-восточный — плавно опускается в долину Припяти. Первые исследователи полагали, что Овратынский кряж-сырт образовался в процессе переноса по морю и последующего нагромождения обломочного материала ледяными глыбами, и формирование поднятия связывали с намывной формацией третичного возраста.

Интерес к Минской возвышенности возрос в 80-е годы в связи с развитием капитализма в царской России, ростом городов, сооружением железных дорог, а также в связи с появлением спроса на местные строительные материалы. Возникла необходимость в проведении геологических изысканий на территории и создании геологической карты. Работы по геологическому изучению названного региона были возложены на сотрудников Геологического комитета. Главная задача съемки заключалась в исследовании общих черт не только коренных пород, но и антропогенных отложений, а также в выяснении происхождения рельефа.

Изыскания специалистов Геологического комитета [2, 3] позволили описать большое количество обнажений ледниковых отложений и выделить два моренных горизонта. Господствовавшие раньше взгляды о морском происхождении Минских высот сменились представлениями о ледниковом генезисе региона.

В начале XX в., особенно после развертывания геоморфологических исследований в Минской губернии, осуществляемых при поддержке Императорского московского общества испытателей природы, стала вырисовываться картина простираения краевых ледниковых образований. Появляются работы [4, 5], в которых впервые делается вывод о том, что

Восточные (Красное — Докшицы) и Вилейско-Минская (Ошмяны — Веложин) ветви конечных морен образуют складку, выполненную из пластичного моренного материала односторонним боковым давлением ледника. В них же высказывается идея о фронтальной аккумуляции конечных морен северной части Минской и Ошмянской возвышенностей.

Первая империалистическая война прервала геолого-геоморфологические работы на территории Минской возвышенности. Однако для решения задач обеспечения армии и крупных городов водой, строительными материалами и инженерными сооружениями в течение 1914—1915 гг. были пройдены выработки на воду в Минске, Койданово, верховьях р. Усы. Полученный бурением керновый материал позволил выявить сложную стратиграфию отложений, определить мощность антропогенного чехла (120 м) и отметить особенности поверхности коренного доколя возвышенности. К концу первого периода исследований были получены самые общие сведения о гляциоморфологии и составе антропогенного покрова Минской возвышенности, однако требовалось выяснить структуру слагающих ее осадочных толщ и строение рельефа.

Довоенный период. После Великой Октябрьской социалистической революции быстрые темпы развития производительных сил молодой республики способствовали заметному расширению геолого-геоморфологических исследований. Потребность в росте изысканий была вызвана развертыванием строительства и водоснабжения городов, поисками минеральных строительных материалов, а также необходимостью решения научных проблем — стратиграфического расчленения атропогеновой толщи, геоморфологического районирования, истории развития описываемой территории.

Изучение Минской возвышенности в то время проводилось сотрудниками Горного отдела при ВСНХ БССР, Горной группы, Института геологии при АН БССР и Геологоразведочного управления. Их активными усилиями были осуществлены мелкомасштабная (1919—1933), среднемасштабная (с 1928) геологические съемки региона и бурение в черте Минска (1925—1929). Материалы картирования позволили фактически обосновать наличие в антропогенном чехле разновозрастных морен. При этом одни геологи выделяли здесь два комплекса моренного суглинка (рисс, вюрм) [6], другие — три (миндель, рисс, вюрм) [7] а М. М. Цапенко — даже четыре горизонта ледниковых отложений (миндель, рисс, вюрм I и вюрм II). Почти все геологи того периода верхнюю морену Минской возвышенности относили к вюрму.

В довоенный этап предпринимались попытки классифицировать рельеф макроформы. Первые такие пробы были проведены на площади правобережья р. Березины. В этом месте по морфологическому признаку обосновывалось выделение конечно-моренного, зандрового и аллювиального ландшафтов [8]. Немного позднее (1933), описав рельеф остальной части возвышенности, исследователи [9] предложили различать здесь ландшафты конечных морен, зандров, донных морен, друмлинов, лессовых участков и озов.

Таким образом, усилиями работников геологической службы и научных организаций республики изучение Минской возвышенности в довоенный период значительно продвинулось. Это позволило не только установить закономерности распределения различных генетических типов антропогенных отложений, но и выяснить горизонты, строящие эту толщу, определить отдельные типы рельефа. Однако исследования, в которых решались бы общие вопросы геологии, геоморфологии и палеогеографии территории макроформы, в то время не выполнялись.

Современный период — период качественных изменений в геолого-геоморфологических исследованиях возвышенности. Проведению изысканий способствовало быстрое восстановление народного хозяйства в послевоенные годы, которое нуждалось в более целесообразном размещении предприятий, сельскохозяйственных культур, выработке рекомендаций по борьбе с эрозией почв, поисках новых месторождений строитель-

ного сырья, мелиорации земель, сооружении дорог и др. Решение практических вопросов вызвало потребность планомерного и комплексного изучения особенностей строения антропогенного чехла и форм рельефа.

Уже в 1947—1949 гг. сотрудники БГУ имени В. И. Ленина [10, 11] первыми предложили детальное геоморфологическое районирование южной части макроформы, выделив здесь в соответствии со стратиграфической схемой того времени зону аккумуляции вюрмского оледенения с 11 районами и 20 подрайонами. Они же считали, что образование рельефа этой крупной формы происходило в результате крупных осцилляций белорусской и ошмянской стадий вюрмского оледенения.

Расширению знаний о геологическом строении и рельефе возвышенности способствовали проведенные специалистами Белглавгеологии, Института геологических наук АН БССР, других организаций среднемасштабная геологическая съемка (50-е — 70-е годы) и крупномасштабная геолого-гидрогеологическая съемка верховьев водосборов рр. Птичи (60-е годы), Березины, Илии, Гайны и Вилии (70-е годы). Геологосъемочные работы проводились с целью всестороннего изучения геологического строения территории, осуществления ее геоморфологического районирования и установления особенностей распределения полезных ископаемых.

Обширный фактический материал, полученный в результате съемок, позволил выявить новые закономерности в строении морфографии и антропогенной толщи Минской возвышенности, которые не укладывались в рамки представления о вюрмском возрасте макроформы. Прежде всего обнаружилось различие между сильно денудированным рельефом центральной Белоруссии и рельефом относительно свежей сохранности в области Поозерья. Одновременно с этим было установлено широкое распространение в регионе отложений древней и средней эпох, а к северу от него — образований нижней половины новой эпохи. Обобщив геолого-геоморфологические данные, В. А. Дементьев, М. М. Цапенко и Н. А. Махнач [12] сделали вывод о среднеплейстоценовом возрасте Минской возвышенности. Здесь следует указать, что некоторые геологи [13], считая этот вывод неосновательным, связывали время происхождения макроформы с калининской верхнеплейстоценовой ледниковой эпохой. В подтверждение приводилось описание торфяников мологошескнинского межледниковья у г. Логойск, с. Тарасово, датирующих калининский возраст нижележащей морены.

Внимание геологов и геоморфологов к краевым ледниковым образованиям центральной Белоруссии и дискуссия о их возрасте вызвали обнаружение на рассматриваемой территории десятков пунктов с муравинскими межледниковыми отложениями, залегающими над верхней московской мореной [14]. Тем самым подтвердилось мнение о том, что определяющую роль в оформлении современного облика Минской возвышенности сыграл последний среднеплейстоценовый ледник.

Параллельно с этим шли гляциоморфологические исследования региона. Особый упор был сделан на установление общих черт структуры макроформы и выявление ее связей с соседними возвышенностями. В пределах краевых ледниковых образований Минской возвышенности выделялись три пояса конечных морен, отвечающих копыльской, верхненеманской и ошмянской фазам московской стадии днепровского оледенения [15].

В современный период Минская возвышенность оказалась в центре внимания не только геологов и геоморфологов, но и палинологов, геохимиков, петрографов. Появились работы, в которых на основе спорово-пыльцевых и диатомных анализов дается обоснование расчленения антропогенной толщи и устанавливается возраст межледниковых отложений в окрестностях гг. Дзержинска, Заславля, сс. Тесновая, Лаперовичи и др. Дальнейшее развитие получила проблема лессовидных пород центральной Белоруссии. По особенностям распределения петрографи-

ческих ассоциаций пород среди валунов петрографы доказали разнопотоковый характер формирования макроформы.

В 80-е годы в связи с проведением Институтом геохимии и геофизики АН БССР исследований по Международной программе геологических корреляций впервые начали осуществляться систематические экспедиции с целью выяснения строения возвышенности. Результатом этих изысканий явилось установление в ее структуре крупных разновозрастных морфоструктур (Ивенецко-Минского углового массива и фронтального Ошмянско-Докшицкого пояса гряд), свидетельствующих о фазияльных подвижках края второго среднеплейстоценового ледника. Кроме того, выявлена унаследованность в размещении краевых ледниковых образований возвышенности, а также прямая связь ее поверхности с глубокими ложбинами и гляциотектоническими сооружениями постели антропогенных отложений.

Следует добавить, что в последние годы появились фундаментальные коллективные монографии [16, 17], в которых обосновывается возраст, структура и палеогеография не только Минской возвышенности, но и всего главного пояса конечных морен Восточно-Европейской равнины.

Таким образом, на рассматриваемой территории в современный период проведены разносторонние работы по изучению краевых ледниковых образований Минской возвышенности. В то же время необходимо отметить, что многие вопросы гляциоморфологии и геологии этой крупной формы рельефа еще требуют дальнейшей разработки. К числу таких проблем, например, должно быть отнесено выяснение характера коренного цоколя и его роли в гляциоморфогенезе, определение условий залегания и соотношения ледниковых и межледниковых горизонтов в антропогенной толще, осуществление детального геоморфологического районирования территории, проведение корреляции отложений и форм рельефа возвышенности с другими сходными формами Белорусской гряды, установление этапов развития региона. Решение этих задач позволит расширить знания о геолого-геоморфологических особенностях Минской возвышенности, наметить пути к более эффективному выявлению на этой площади полезных ископаемых, даст возможность рациональнее осваивать территорию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленский И. Материалы для географии и статистики России, собранные офицерами генерального штаба. Минская губерния.— СПб., 1864, ч. 1, с. 672.
2. Гедройц А. Геологические исследования в губерниях Виленской, Гродненской, Минской, Волынской и северной части Царства Польского.— В кн.: Материалы для геологии России. СПб., 1895, т. XVII, с. 326.
3. Тутковский П. А. Геологический очерк Минской губернии.— Киев, 1915, с. 21.
4. Миссуна А. Б. Материалы к изучению ледниковых отложений Белоруссии и Литовского края.— М., 1902, с. 36.
5. Миссуна А. Б. Материалы к изучению ледниковых отложений Белоруссии и Литовского края.— В кн.: Материалы к познанию геологического строения Российской империи. М., 1903, вып. 2, с. 72.
6. Жирмунский А. М. К вопросу о границе оледенений на Русской равнине.— В кн.: Бюл. комиссии по изуч. четв. периода. М.-Л., 1929, № 1, с. 22.
7. Мирчинк Г. Ф. О количестве оледенений Русской равнины.— Природа, 1928, № 7, 8, с. 683.
8. Мирчинк Г. Ф., Микулина Т. М. Предварительный отчет о геологических исследованиях правобережья р. Березины в пределах северо-западной четверти 29 листа.— Л., 1929, с. 11.
9. Родионов И. И., Сакс В. Н. Несколько слов о конечных моренах в западной части БССР.— Изв. Гос. географ. об-ва— Л., 1933, XVII, вып. 6.
10. Дементьев В. А. Геоморфологические районы БССР.— В кн.: Уч.-зап. Минск, 1948, вып. 8, сер. геогр., с. 3.
11. Якушко О. Ф. Геоморфология южной части Минской возвышенности.— Минск, 1949, с. 14.
12. Цапенко М. М., Махнач Н. А. Антропогенные отложения Белоруссии.— Минск, 1959, с. 226.
13. Москвитин А. И. Плейстоцен Европейской части СССР.— М., 1965, вып. 123, с. 179.

14. Зубович Г. И. Новые данные о строении и возрасте конечных образований Минской возвышенности.— В кн.: Природа и хозяйство Белорусской ССР. Минск, 1969, с. 29.

15. Вазнячук Л. М. Фарміраванне рэльефу.— В кн.: БелСЭ. Мінск, 1975, с. 22.

16. Московский ледниковый покров Восточной Европы.— М., 1982, с. 237.

17. Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет.— М., 1982, с. 159.

УДК 631.6:631.8

Н. П. ИВАНОВ, Г. А. ЛИПСКАЯ,
Н. К. ЧЕРТКО, Я. К. КУЛИКОВ,
В. В. ДОРОХОВА, С. Р. ЛЯХОВИЧ, А. И. СКОРОПАНОВА

ВЛИЯНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Ведущая отрасль сельского хозяйства Белоруссии — животноводство. Оно дает 80 % всей товарной продукции, которая составляет весьма существенную долю в балансе продовольственных ресурсов страны [1]. Неуклонное наращивание отдачи этой отрасли невозможно без увеличения производства и повышения качества кормов. Основной резерв увеличения производства кормов — повышение урожайности кормового клина на мелиорированных землях. Теоретические расчеты показывают, что, применяя оптимизацию мелиорированных почв путем смешивания торфа, песка, глины или суглинка, можно оценку этих почв увеличить до 90—100 баллов, а урожайность многолетних трав довести до 140—150 ц/га [2, 3]. С этой целью Проблемной НИЛ мелиорации ландшафтов Белгосуниверситета имени В. И. Ленина в течение 1979—1982 гг. проведены серии полевых опытов в системе севооборота картофель — ячмень — многолетние травы.

Полевые опыты с площадью делянок 50 м² при четырехкратной повторности проводили на базе племхоза «Будагово» Смолевичского района Минской области на мелиорированных дерново-подзолистых глееватых связносупесчаных почвах. Исходная почва характеризовалась повышенной кислотностью (рН в KCl 4,8), низким содержанием гумуса (1,65 %), слабой насыщенностью основаниями (69 %), низким содержанием фосфора и калия (0,09 и 1,03 % в расчете на абсолютно сухую массу). Оптимизацию данной почвы проводили путем внесения торфа в дозах (т/га в расчете на абсолютно сухой торф): 100, 200, 300, 400. Торф имел рН 5,40; содержание азота 2,23 %; насыщенность основаниями 91,14 %. Внесенные дозы торфа перемешивались с пахотным горизонтом исходной почвы при ее обработке.

Первой культурой после оптимизации был картофель, под который дополнительно вносили N₁₂₀P₁₂₀K₂₄₀, 5 т/га доломитовой муки и 80 т/га компоста с соотношением навоз : торф (1 : 1). На второй год высевали ячмень с внесением P₉₀K₁₈₀. Азотные удобрения не вносили, так как под картофель был создан высокий агрофон. Последействие оптимизации на третий год после внесения торфа изучали на многолетних травах (тимopheевка луговая, ежа сборная, овсяница луговая), где в качестве фона применяли N₉₀P₉₀K₁₈₀. Учет урожая проводили поделочно, качество продукции определяли по методикам [4, 5]. Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически [6].

Трехлетние данные по двум укосам трав на третий год после оптимизации свидетельствуют (табл. 1), что максимальный сбор сена наблюдался при внесении в мелиорированную дерново-подзолистую глееватую почву 400 т/га торфа, прибавка составила по сумме двух укосов в среднем 38,0 ц/га, или 39 %. Минимальная прибавка получена при внесении 100 т/га торфа (по двум укосам в среднем 15,1 ц/га, или 15,5 %). Увеличение дозы торфа вдвое (200 т/га) повышало урожай еще на 11 %, а втрое — на 20 %.

Т а б л и ц а 1

**Влияние оптимизации на урожай многолетних трав
при выращивании их на мелиорированных дерново-подзолистых глееватых почвах**

Варианты опыта	Первый укос						Второй укос					
	сено, ц/га				прибавка		сено, ц/га				прибавка	
	1980	1981	1982	среднее	ц/га	%	1980	1981	1982	среднее	ц/га	%
Контроль (фон)	49,8	50,2	50,4	50,1	—	—	55,4	40,1	47,0	47,5	—	—
Фон+100 т/га торфа (последействие)	58,8	57,5	53,9	56,7	6,6	13,2	60,7	50,8	56,4	56,0	8,5	17,0
Фон+200 т/га торфа (последействие)	60,2	59,6	56,1	58,7	8,6	17,2	74,3	54,1	60,2	62,9	15,4	32,4
Фон+300 т/га торфа (последействие)	70,2	67,1	58,5	65,3	15,2	30,3	77,4	58,7	62,5	66,2	18,7	39,4
Фон+400 т/га торфа (последействие)	75,3	70,6	59,6	68,5	18,4	36,7	78,1	59,8	63,3	67,1	19,6	41,3
<i>m, %</i>	5,8	0,9	0,6	—	—	—	1,0	2,7	0,6	—	—	—
НСР _{0,95} ц/га	14,3	2,2	1,2	—	—	—	2,0	4,5	1,2	—	—	—

Таблица 2

**Влияние оптимизации на содержание белка
в биомассе многолетних трав**

Варианты опыта	Первый укос						Второй укос					
	белок, %			сбор, ц/га	прибавка		белок, %			сбор, ц/га	прибавка	
	1980	1981	среднее		ц/га	%	1980	1981	среднее			
Контроль (фон)	10,5	9,5	10,0	4,6	—	—	9,6	9,2	9,4	4,1	—	—
Фон+100 т/га торфа (последствие)	10,8	9,7	10,2	5,3	0,7	15,2	9,7	9,4	9,6	4,9	0,8	19,5
Фон+200 т/га торфа (последствие)	10,9	10,5	10,7	5,7	1,1	23,9	9,9	9,6	9,8	5,6	1,5	36,6
Фон+300 т/га торфа (последствие)	10,9	10,7	10,8	6,4	1,8	39,1	10,2	9,8	10,0	6,0	1,9	46,3
Фон+400 т/га торфа (последствие)	11,1	11,0	11,0	6,9	2,3	50,0	10,4	10,1	10,2	6,5	2,4	58,5

Характерно, что максимальная прибавка урожая трав по первому укосу получена в наиболее благоприятном по температуре и осадкам 1980 г. В 1981 г. и особенно 1982 г. прибавка биомассы по всем вариантам опыта снижалась и не компенсировалась вторым укосом, как наблюдалось в 1981 г.

Так, при внесении 100 т/га торфа по первому укосу прибавка составляла в 1980 г. 9,0 ц/га, в 1981 г. — 7,3 ц/га, в 1982 — 3,5 ц/га. По второму укосы соответственно 5,3; 10,7 и 9,4 ц/га. Такая же закономерность прослеживалась при дозах 200 и 300 т/га торфа. При дозе 400 т/га торфа прибавка по первому укосы в 1980, 1981 и 1982 гг. соответственно составляла 25,5; 20,4 и 9,2 ц/га, а по второму укосы — 22,7; 19,7 и 16,3 ц/га. Эти изменения объясняем различными погодными условиями.

Содержание абсолютно сухого вещества в сене не снижалось, а возрастало с увеличением вносимых доз торфа и для дозы торфа 400 т/га прибавка составила по двум сборам 46—49 %. Увеличился сбор белка с гектара, причем определяющей величиной являлось увеличение урожая трав, хотя одновременно прослеживалась и тенденция к возрастанию процента белка в биомассе (табл. 2). Прибавка сбора белка по двум укосам за два года составила в среднем 17 % при минимальной дозе торфа и 42,5 и 54 % соответственно дозам 300 и 400 т/га. Определение разных форм азота показало, что при оптимизации возрастает преимущественно содержание белкового азота, содержание фосфора не изменилось, а калия несколько снизилось.

Оптимизация оказала положительное влияние на со-

держание как незаменимых, так и заменимых аминокислот (табл. 3). Внесение торфа в дозе 100 т/га увеличивало содержание незаменимых аминокислот в многолетних травах на 200 мг% по сравнению с фоном, где содержание их составило 2130 мг%. В результате применения торфа в дозах 200 и 300 т/га положительный эффект оптимизации возрастал. При этом сумма незаменимых аминокислот повышалась соответственно на 900

Таблица 3

Влияние оптимизации на содержание аминокислот в многолетних травах, мг % на абсолютно сухую биомассу (данные за 1981 г.)

Аминокислоты	Контроль (фон)	Фон+100 т/га торфа (последствие)	Фон+200 т/га торфа (последствие)	Фон+300 т/га торфа (последствие)	Фон+400 т/га торфа (последствие)
Незаменимые аминокислоты					
Лизин	290	310	410	390	280
Треонин	270	290	360	370	310
Валин	410	440	540	570	510
Метионин	50	70	120	150	120
Изолейцин	210	220	260	280	250
Лейцин	430	440	570	600	580
Фенилаланин	280	320	400	430	410
Триптофан	190	240	370	400	370
Сумма	2130	2330	3030	3190	2830
Заменимые аминокислоты					
Гистидин	120	140	190	200	150
Аммиак	500	570	700	780	760
Аргинин	230	270	350	370	280
Аспарагиновая	950	950	1140	1240	1070
Серин	300	360	400	420	400
Глутаминовая	880	880	1050	1080	1100
Пролин	460	490	550	570	540
Глицин	240	270	320	330	310
Аланин	370	400	490	500	500
Цистин	следы	следы	следы	следы	следы
Тирозин	200	210	250	260	240
Сумма	4250	4540	5440	5750	5350
Всего аминокислот	6380	6870	8470	8940	8180
Биологическая ценность трав, %	7,4	8,4	11,2	11,9	10,4

и 1060 мг% в основном за счет валина, лейцина, лизина и триптофана, в то время как содержание других аминокислот увеличивалось в меньшей мере. Валовой сбор незаменимых аминокислот возрос на 52 кг/га, или 27 % в варианте с дозой торфа 100 т/га. Внесение торфа в дозах 200 и 300 т/га повышало валовой сбор незаменимых аминокислот на 152 и 206 кг/га, или 79 и 107 %. Увеличение доз торфа до 400 т/га уже не имело преимуществ по сравнению с дозой 300 т/га, так как сумма незаменимых аминокислот хотя и превышала контроль, но снижалась на 11 % по сравнению с дозой 300 т/га. Такая же закономерность прослеживалась по заменимым аминокислотам. В повышении их содержания определяющая роль принадлежала аланину, пролину, серину, аспарагиновой и глутаминовой кислотам. Биологическая ценность многолетних трав возрастала с 7,4 %

на контроле до 11,9 % на варианте с внесением 300 т/га. Следовательно, оптимизация улучшает сбалансированность аминокислотного состава белка многолетних трав за счет увеличения удельного веса незаменимых аминокислот.

Анализ данных по изменению урожая и качества продукции многолетних трав в условиях последействия при внесении торфа в дозах 100—400 т/га в мелиорированную дерново-подзолистую глееватую почву свидетельствует о значительном возрастании сбора продукции и увеличении ее качества. Наши данные согласуются с теми немногочисленными сведениями, которые имеются в литературе о положительном влиянии внесенных доз торфа (40—108 т/га) в условиях последействия на урожай ржи и озимой пшеницы [7]. В монографии Ф. А. Малышева [7] указывается, что внесение суспензии торфа (гидроторфа) в количестве 140—400 т/га (в пересчете на 60 % влажности) в легкие дерново-подзолистые почвы значительно повышает их плодородие на длительное время; урожай ряда сельскохозяйственных культур на протяжении четырнадцати лет возрастает на 20—130 %. К сожалению, не приводится никаких данных об урожае и качестве выращиваемых яровых зерновых культур и картофеля. Опыты с травами не проводились. Наши исследования показывают, что увеличение урожая трав при внесении торфа от 100 до 400 т/га сопровождается улучшением качества кормовой продукции.

Таким образом, оптимизация мелиорированных дерново-подзолистых глееватых связносупесчаных почв путем внесения в них торфа в дозах 100—400 т/га является эффективным приемом, повышающим их плодородие, что проявляется в увеличении урожая и качества многолетних трав. В условиях последействия на третий год после оптимизации урожай многолетних трав возрос с 98 до 136 ц/га, увеличился сбор абсолютно сухого вещества, белка, улучшилось качество сена за счет оптимального соотношения незаменимых и заменимых аминокислот в биомассе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы XII Пленума ЦК КП Белоруссии от 10 марта 1983 г.— Советская Белоруссия, 1983, 11 марта.
2. Медведев А. Г.— В сб.: Тез. докл. республ. конференц. по проблемам минерализации и эрозии торфа. Минск, 1978, с. 70.
3. Медведев А. Г.— В сб.: Влияние хозяйственной деятельности на природу Белоруссии. Минск, 1981, с. 71.
4. Петербургский А. В. Практикум по агрохимической химии.— М., 1968, с. 592.
5. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений.— М., 1976, с. 225.
6. Доспехов Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных.— М., 1972, с. 207.
7. Малышев Ф. А. Мелиорация легких почв суспензий торфа.— Минск, 1969, с. 198.

Краткие сообщения

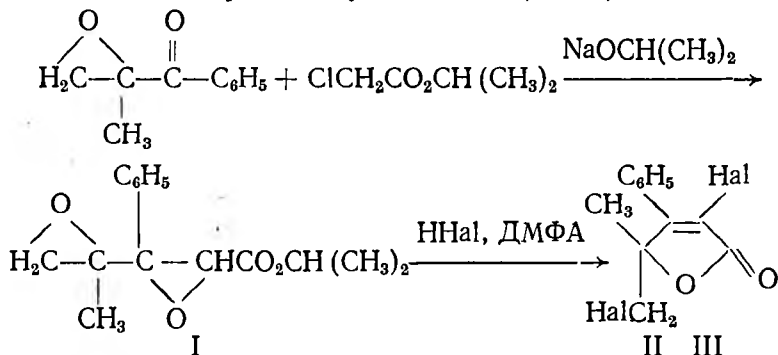
УДК 547.722'724

В. И. ТЫВОРСКИЙ, И. Г. ТИЩЕНКО, А. С. КУХАРЕВ

СИНТЕЗ ФЕНИЛЗАМЕЩЕННЫХ 2-ГАЛОГЕНО-4-ГАЛОГЕНОМЕТИЛ-2-БУТЕНОЛИДОВ-4

Галогензамещенные бутенолиды используются в синтезе ряда природных соединений [1—3], а также проявляют антибиотическую [4] и антимикотическую [5] активность.

В настоящей работе установлено, что при взаимодействии смеси диастереомеров изопропилового эфира 4-метил-3-фенил-2, 3, 4, 5-дизпоксивалериановой кислоты (I) с избытком хлороводорода или бромоводорода с хорошим выходом образуются ранее неизвестные 2-галогено-4-метил-4-галогенометил-3-фенил-2-бутенолиды-4 (II, III).



Hal = Cl, Br

Эфир I получили реакцией 2-метил-2-бензоилоксирана с изопропилхлорацетатом в присутствии изопропилата натрия по предложенной нами ранее методике [6]. Выход эфира 1—75 %, $t_{\text{кип}}$ 134—136 °C (1 мм), n_D^{20} 1,5025. Найдено, %: C 68,86; H 6,60. $\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{O}_4$. Вычислено, %: C 68,70; H 6,87. ИК спектр (CCl_4): 3020—3080, 1760, 1720, 1600, 1490, 1285, 820—860 см^{-1} . Спектр ПМР (CCl_4): δ 0,60 и 0,96 [6H, д. д, $J=7$ Гц, $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$]; 1,18 (0,64H, с, CH_3); 1,20 (1,63H, с, CH_3); 1,28 (0,73H, с, CH_3); 2,36 и 2,80 (2H, д. д, $J=5,5$ Гц, CH_2); 3,58 (1H, с, 2-H); 4,58 [1H, септет, $J=7$ Гц, $\text{CH}(\text{CH}_3)_2$]; 7,16 м. д. (5H, ушир. с, C_6H_5).

Раствор 0,01 моля эфира I и 0,25 моля галогеноводорода в 25 мл диметилформамида выдержали в течение 1 ч при 18—20 °C, затем нагрели на водяной бане в течение 16—20 ч. Реакционную смесь разбавили водой и экстрагировали эфиром, эфирные вытяжки промыли раствором соды, сушили сульфатом натрия. Остаток после удаления эфира кристаллизовали из изопропилового спирта. Выход дихлорлактона II 63 %, $t_{\text{пл}}$ 122—123 °C. Найдено, %: C 55,98; H 4,15; Cl 27,22. $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{Cl}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: C 56,06; H 3,92; Cl 27,58. ИК спектр (CHCl_3): 3020—3080, 1760, 1650, 1600, 1490 см^{-1} . Спектр ПМР (CHCl_3): δ 1,60 (3H, с, CH_3); 3,58 и 3,88 (2H, д. д, $J=12$ Гц, CH_2). Выход дибромлактона III 65 %, $t_{\text{пл}}$ 122—123 °C. Найдено, %: C 55,98; H 4,15; Br 27,22. $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{Br}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: C 56,06; H 3,92; Br 27,58. ИК спектр (CHCl_3): 3020—3080, 1760, 1650, 1600, 1490 см^{-1} . Спектр ПМР (CHCl_3): δ 1,60 (3H, с, CH_3); 3,58 и 3,88 (2H, д. д, $J=12$ Гц, CH_2). Выход дибромлактона III 65 %, $t_{\text{пл}}$ 122—123 °C. Найдено, %: C 55,98; H 4,15; Br 27,22. $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{Br}_2\text{O}_2$. Вычислено, %: C 56,06; H 3,92; Br 27,58. ИК спектр (CHCl_3): 3020—3080, 1760, 1650, 1600, 1490 см^{-1} . Спектр ПМР (CHCl_3): δ 1,60 (3H, с, CH_3); 3,58 и 3,88 (2H, д. д, $J=12$ Гц, CH_2).

$t_{пл}$ 134—135 °С. Найдено, %: С 41,65; Н 3,12; Br 46,41. $C_{12}H_{10}Br_2O_2$. Вычислено, %: С 41,63; Н 2,91; Br 46,19. ИК спектр ($CHCl_3$): 3020-3080, 1757, 1645, 1600, 1490 cm^{-1} . Спектр ПМР ($CHCl_3$): δ 1,58 (3H, с, CH_3); 3,45 и 3,74 м. д. (2H, д. д, $J=12$ Гц, CH_2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Hefliger W., Petrasilka T.—*Helv. Chim. Acta*, 1966, v. 49, p. 1937.
2. Connik W. J. Jr., Pepperman A. B. Jr.—*J. Agric. Food Chem.*, 1981, v. 29, p. 884.
3. McMorris T. T.—*J. Org. Chem.*, 1970, v. 35, p. 458.
4. Donaubauer J. R., McMorris T. C.—*Tetrahedron Lett.*, 1980, v. 21, p. 2771.
5. Карклия А. Х., Паулиньш Я. Я. Химическая технология биологически активных соединений.— Рига, 1983.
6. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Тыворский В. И., Глазков Ю. В., Машенков В. А., Хильманович Л. А.—*Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр.*, 1973, № 1, с. 26.

УДК 581.116:578.088

Л. Е. БУРЛАКОВА, Л. К. ГЕРАСИМОВА, Б. А. ТАТАРИНОВ

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТА, α -ИЗЛУЧЕНИЯ, ДВУОКСИ СЕРЫ И ОЗОНА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ТРАНСПИРАЦИИ ЯБЛОК И КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

Внешние физико-химические воздействия способны модифицировать покровные ткани растений, изменять их защитные функции. Одним из таких факторов воздействия является озон — сильный природный окислитель. Способность озона изменять активность транспирации запасющих органов растений [1] связана с его химическими свойствами и определяется молекулярными механизмами реакций. В первую очередь озон, активно взаимодействуя с двойными связями органических соединений [2], способен нарушать структуру и активность белков. Кроме того, при его распаде в растительных тканях могут образовываться гидроксильные и другие радикалы [3]. Наконец, в ходе химических реакций с участием озона, как и при распаде этой молекулы, возможно возбуждение молекул биосубстратов и, следовательно, протекание дополнительных реакций через электронно-возбужденные состояния молекул.

Целью данной работы было выяснение молекулярного механизма действия озона, приводящего к изменению интенсивности транспирации запасющих органов растений. Для этого был использован ряд физико-химических воздействий с известными молекулярными механизмами, причем их влияние на плоды ограничивается покровными тканями последних. Как известно, УФ излучение вызывает лишь возбуждение молекул, входящих в состав покровных тканей, а α -излучение, кроме того, приводит к образованию радикалов. Двуокись серы использована в качестве тестового воздействия, позволяющего определять способность плодов и клубней изменять транспирацию при активном внешнем воздействии на их поверхность.

Исследования проводились на яблоках сорта Джонатан и клубнях картофеля сорта Темп. Обработку плодов и клубней озоном проводили в потоке озонозооной смеси при его концентрации 0,27 г/м³. Это соответствует (с учетом способности плодов поглощать озон) взаимодействию 10^{14} молекул озона в секунду на см² поверхности плодов. В качестве источника УФ-излучения использовали ртутную лампу СВД-120. Интенсивность облучения поверхности плодов, определенная по методу [4], составляла $2,4 \cdot 10^{14}$ квант/с · см². Источником α -излучения служил Pu_{239} с плотностью излучения $1,96 \cdot 10^6$ частиц/с · см². Торможение этих α -частиц в тканях приводит к образованию около $1 \cdot 10^{13}$ радикалов в секунду [5].

**Интенсивность транспирации яблок и клубней картофеля
при различных физико-химических воздействиях по отношению к контролю**

Время обработки, мин	Интенсивность транспирации (отн. единицы)							
	SO_2 , $\text{C}_{\text{SO}_2} = 5,6 \cdot 10^{-6}$, моль/м ³		УФ-излучение $I_{\text{УФ}} = 24,3 \cdot 10^3$ квант/с		α -излучение $I_{\alpha} = 1,96 \cdot 10^6$ частиц/с		озон $\text{C}_{\text{O}_3} = 0,27$ г/м ³	
	через час	через сутки	через час	через сутки	через час	через сутки	через час	через сутки
Яблоки								
0,5	$0,96 \pm 0,11$	$1,2 \pm 0,14$	$0,89 \pm 0,04$	$1,03 \pm 0,07$	$0,99 \pm 0,04$	$1,13 \pm 0,11$	$0,99 \pm 0,12$	$0,93 \pm 0,03$
1	$1,02 \pm 0,08$	$1,07 \pm 0,11$	$0,87 \pm 0,07$	$0,95 \pm 0,1$	$1,09 \pm 0,09$	$1,14 \pm 0,11$	$0,91 \pm 0,04$	$0,78 \pm 0,08$
3	$1,07 \pm 0,05$	$1,06 \pm 0,09$	$0,9 \pm 0,13$	$1,01 \pm 0,09$	$1,02 \pm 0,1$	$1,15 \pm 0,18$	$0,91 \pm 0,15$	$0,91 \pm 0,04$
10	$0,97 \pm 0,05$	$0,96 \pm 0,09$	$0,99 \pm 0,24$	$0,96 \pm 0,23$	$0,98 \pm 0,1$	$1,26 \pm 0,02$	$0,88 \pm 0,04$	$0,85 \pm 0,05$
30	$1,07 \pm 0,05$	$1,08 \pm 0,09$	$0,92 \pm 0,11$	$1,05 \pm 0,22$	$0,94 \pm 0,12$	$1,17 \pm 0,07$	$0,89 \pm 0,08$	$0,96 \pm 0,08$
Клубни картофеля								
0,5	$1,06 \pm 0,3$	$1,05 \pm 0,14$	$0,76 \pm 0,09$	$0,81 \pm 0,13$	$0,92 \pm 0,15$	$0,86 \pm 0,11$	$0,86 \pm 0,1$	$0,78 \pm 0,07$
1	$1,18 \pm 0,2$	$1,06 \pm 0,25$	$0,8 \pm 0,13$	$0,79 \pm 0,13$	$1,03 \pm 0,06$	$0,92 \pm 0,04$	$0,96 \pm 0,12$	$1,15 \pm 0,18$
3	$0,85 \pm 0,07$	$0,94 \pm 0,06$	$0,96 \pm 0,32$	$0,92 \pm 0,33$	$0,86 \pm 0,1$	$0,82 \pm 0,02$	$1,02 \pm 0,1$	$0,99 \pm 0,08$
10	$0,71 \pm 0,01$	$0,93 \pm 0,13$	$0,79 \pm 0,09$	$0,81 \pm 0,09$	$0,78 \pm 0,15$	$0,91 \pm 0,1$	$0,89 \pm 0,07$	$0,91 \pm 0,11$
30	$0,90 \pm 0,01$	$0,80 \pm 0,08$	$0,93 \pm 0,15$	$0,87 \pm 0,14$	$1,07 \pm 0,12$	$1,08 \pm 0,06$	$1,01 \pm 0,13$	$1,08 \pm 0,26$

Для обеспечения равномерности обработки проводили постоянное вращение плодов относительно источников воздействий. Обработку плодов и клубней картофеля двуокисью серы осуществляли при ее концентрации в газовой фазе $5,6 \cdot 10^{-6}$ моль/м³. Транспирацию определяли методом [6], основанным на сорбции поглотителем воды, выделяемой плодами и клубнями в атмосферу. Измерение интенсивности транспирации воспроизводилось на серии из трех образцов.

Воздействие химического агента (SO_2) на плоды и клубни приводит к снижению уровня транспирации, что происходит, возможно, вследствие наблюдаемого некроза тканей, вызванного снижением рН тканевой жидкости при поглощении SO_2 покровными тканями. Следовательно, транспирация плодов и клубней способна изменяться при интенсивном химическом воздействии, а величина транспирации может служить показателем способности внешнего воздействия вызывать изменения в покровных тканях.

Через час после обработки озоном яблок и клубней картофеля интенсивность транспирации не изменялась, однако она усилилась через сутки (см. таблицу). Отмечено возрастание скорости с увеличением длительности обработки. Воздействие α -излучения на плоды и клубни также развивается во времени. Для яблок снижение интенсивности транспирации наблюдается уже в начальный период после облучения. Влияние α -излучения на транспирацию клубней картофеля проявляется только через сутки, возрастая с увеличением дозы облучения. Эта зависимость коррелирует с данными по влиянию озона. Ультрафиолетовое излучение не оказывает существенного воздействия на транспирацию исследуемых объектов.

Как указано выше, условиями эксперимента предусмотрены приблизительно одинаковые интенсивности элементарных химических актов, приходящихся на единицу поверхности плодов при их обработке озоном, α - и УФ-излучением. Поэтому сопоставление наблюдаемых эффектов позволяет сделать вывод о молекулярных механизмах начальных этапов процессов изменения транспиративных функций покровных тканей плодов под действием озона.

Таким образом, внешние физические и химические воздействия на покровные ткани запасующих органов способны изменять транспиративную функцию этих тканей. Поскольку воздействие озона и α -излучения проявляется однотипно, это указывает на общность молекулярных механизмов модификации покровных тканей, т. е. на преимущественно радикальный механизм действия озона на покровные ткани запасующих органов растений. Молекулярные реакции, отражающие специфику действия озона, лишь усиливают эффекты, обусловленные радикальными реакциями.

ЛИТЕРАТУРА

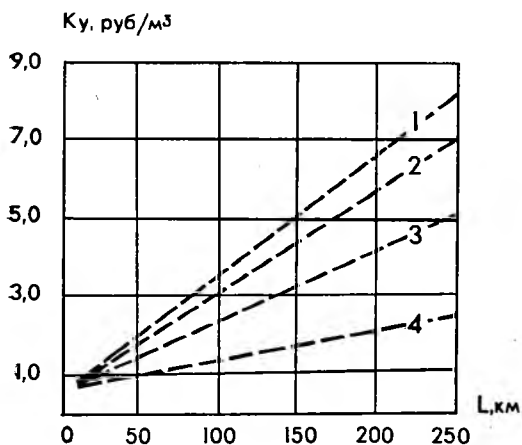
1. Герасимова Л. К., Татаринев Б. А., Храповицкий В. П.—В сб.: I Всесоюзный биофизический съезд: Тез. докл. стендовых сообщений.— М., 1982, т. 3.
2. Разумовский С. Д.—Изв. АН СССР. Сер. хим., 1970, с. 335.
3. Разумовский С. Д., Занков Г. Е. Озон и его реакции с органическими соединениями.— М., 1974.
4. Калверт Д., Питтс Д. Фотохимия.— М., 1968.
5. Татаринев Б. А., Герасимова Л. К., Черенкевич С. Н.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 1, с. 68.
6. Хенли А. Радиационная химия.— М., 1974.

К ПРОБЛЕМЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДР НА НЕФТЕПРОМЫСЛАХ БЕЛОРУССИИ

Промышленное освоение Припятского нефтеносного бассейна, начатое в 1965 г., практически завершено. При этом объемы нефтедобычи за прошедшие 20 лет достигли стабильного уровня (при опережающих темпах роста основных промышленно-производственных фондов). Вместе с тем результаты добычи нефти по способам эксплуатации промышленных месторождений указывают на необходимость изыскания радикальных способов повышения экономической эффективности этой отрасли народного хозяйства. Одним из таких способов является пластовое заводнение, осуществляемое с целью увеличения отдачи нефтяных пластов. Следует отметить, что с этой целью используется также закачка пара, двуокиси углерода, ПАВ, полимеров и щелочей [1], но применение обычной воды наиболее экономично.

Способ заводнения разрабатываемых нефтяных пластов для увеличения эффективности добычи нефти впервые был применен в США и получил довольно широкое распространение в СССР [2] и в других странах. Вопросы совершенствования технологии заводнения, технической эффективности систем заводнения и прогнозирования добычи нефти на этой основе достаточно обстоятельно изложены в работах [2—4]. Закачка воды в нефтеносный пласт может производиться с начала разработки месторождения (для поддержания пластового давления) и на более поздних стадиях его эксплуатации (вторичная разработка). Она создает искусственный водонапорный режим, позволяющий поддерживать добычу нефти на одном уровне и, что особенно важно, — получать наиболее полное извлечение нефти из недр.

Экономические выгоды искусственного заводнения нефтяных залежей (ловушек) бесспорны. Однако при этом приходится сталкиваться с трудностями обеспечения водой, потребляемой на нефтепромыслах в огромных количествах (в настоящее время в целом по стране в нефтяные пласты закачивается более 1 млрд. м³ воды).



Удельные капиталовложения (K_y) в перекачку промысловых вод в зависимости от расстояния транспортирования (L , км) при годовых объемах промысловых вод:

1—0,5 млн. м³; 2—1,0 млн. м³; 3—2,0 млн. м³; 4—5,0 млн. м³

В наилучших условиях находятся морские и приморские нефтепромыслы, например, в районе г. Баку. На континентальных месторождениях типа Припятского нефтеносного района в основном используются речные воды (иногда подземные, грунтовые). Однако некоторые речные воды, в частности бассейна р. Припяти, насыщены взвешенными частицами ила, и закачка их в нефтяные коллекторы технически затруднительна из-за заиливания породных пор. В связи с этим представляется целесообразным использовать на нефтепромыслах Белоруссии условно-чистые стоки промышленных предприятий, при удельных капиталовложениях в пере-

качку промстоков по трубопроводам в зависимости от расстояния их транспортирования, приведенных на рисунке. В этом отношении наиболее перспективно использование промстоков Светлогорского завода искусственного волокна и производственного объединения «Белорускалий», что обусловлено незначительным расстоянием транспортирования промстоков, их химическим составом и экологической совместимостью с породами нефтеносных структур.

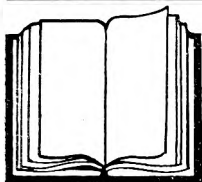
Использование в этих целях промстоков, помимо увеличения дебита нефтяных скважин, предопределяет значительный народнохозяйственный эффект за счет снижения капитальных вложений в строительство специальных прудов-отстойников и шламохранилищ на промплощадках предприятий и текущих затрат по их эксплуатации, уменьшения экологического ущерба, наносимого в результате складирования и накопления промстоков в Солигорском и Светлогорском промрайонах, эффективного решения проблемы водообеспечения ПО «Белорускалий» и Светлогорского завода из бассейна р. Припять (по тем же трубопроводам в обратном направлении, в периоды между заводнениями нефтяных залежей) и т. д.

Светлогорский завод уже поставляет свои промстоки на нефтепромыслы республики в количестве около 30 тыс. м³/сут [5]. Перекачка промстоков осуществляется 10 центробежными насосами типа МС производительностью 350 м³/ч. Промстоки подаются по двум трубопроводам-коллекторам диаметром 500 мм под давлением 60 атм. Капитальные вложения завода весьма незначительны — 100 тыс. руб.; нефтепромыслы потребляют промстоки бесплатно. Вместе с тем объемы поставок этих промстоков следует увеличить, как минимум, в два-три раза. Необходимо также решить организационно-технические вопросы по использованию промстоков на нефтепромыслах ПО «Белорускалий».

Заводнение нефтяных пластов необходимо осуществлять в пределах горного отвода нефтепромыслов, где условия охраны недр находятся в прямой зависимости от технологии нефтедобычи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Six EOR methods under scrutiny.— Drill Bit., 1984, v. 33, N 3, p. 31.
2. Обз. инф. ВНИИ орг., упр. и экон. нефтегаз. промышленности — Нефтепромысловое дело, 1984, № 7/79; 1984, № 9/81.
3. В а ш у р к и н А. И. — В сб.: Проблемы нефти и газа Тюмени, 1984, № 61, с. 40.
4. С и п а ч е в Н. В. — В кн.: Вопросы добычи и переработки нефти и газа.— Ташкент, 1982, с. 87.
5. Е р м о л е н к о В. А., К л е м е н т ь е в В. П., К а р т а ш о в А. Ф. Перспективы подземного сброса промышленных стоков.— Минск, 1978, с. 42.



Рецензии

В. А. Еремина. Физико-географическое районирование.— Минск: Изд-во БГУ, 1982.— 79 с.

Выход в свет рецензируемого пособия особенно актуален в связи с проблемой рационального использования и охраны природных ресурсов. Автор, соблюдая историческую преемственность, проанализировал значительное количество опубликованной литературы по данной проблеме. Учебное пособие написано в строгом соответствии с читаемым количеством часов, состоит из предисловия, введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во введении дается определение физико-географического районирования, раскрывается содержание этого понятия, излагается история вопроса, обосновывается актуальность и необходимость проведения работ по районированию.

В первой главе излагаются принципы и методы физико-географического районирования. На основе общих законов развития природных комплексов показан ряд принципов, лежащих в основе современного физико-географического районирования; одновременно перечислены и методы районирования. Эта глава значительно выиграла бы, если бы автор попытался указать, когда и какой метод надо применять для конкретных условий, хотя при существующей изученности проблемы конкретный ответ на этот вопрос затруднителен.

Вторая глава посвящена весьма важному вопросу — системе таксономических единиц районирования. Дается понятие географической оболочки — самого крупного и сложного природно-территориального комплекса Земли. В пределах отведенного времени при чтении спецкурса приводятся характеристики существующих систем таксономических единиц районирования. При этом широко используется опубликованная литература по данному вопросу.

Наиболее ценной в учебном пособии является третья глава «Схемы физико-географического районирования», которой отводится и значительный объем. Вначале приводятся схемы районирования материков и океанов, затем схемы районирования СССР. После этого автор переходит к рассмотрению схем районирования Белорусской ССР и особен-

ностей районирования гор. В. А. Еремина уделяет внимание такому важному вопросу, как физико-географические границы. Особо следует отметить анализ схем физико-географического районирования океанов. Этот вопрос в географической литературе освещен еще не достаточно, и введение его в пособие является весьма положительным моментом.

В четвертой главе указываются материалы районирования и рассматриваются вопросы практического использования результатов физико-географического районирования.

Учебное пособие В. А. Ереминой отличается краткостью и четкостью изложения материала и несомненно является хорошим подспорьем для студентов, специализирующихся в области физической географии. В научном плане пособие также заслуживает одобрения, так как включает в себя новые обобщения и систематизацию опубликованных данных. Приводимые автором карты, таблицы, формулы аргументируют основные положения физико-географического районирования.

Имеющиеся разработки по данной проблеме касаются в основном территории СССР в целом и в меньшей степени отдельных районов. Поэтому в дальнейшем целесообразно подготовить аналогичное пособие для Белорусской ССР. Целесообразно было бы включить разделы, посвященные отраслевым видам районирования: географо-гидрологическому, агрометеорологическому и т. д., рассмотреть их принципы и методику. Все эти виды частного районирования нашли бы свое достойное место в учебном пособии. Они расширили бы и углубили проблемы комплексного физико-географического районирования.

**В. И. Коровин,
А. А. Мищенко**

География Белоруссии: Учебное пособие
/ Под ред. М. С. Войтовича и Б. Н. Гурского.— Минск: Вышэйшая школа, 1984.— 304 с., ил.

Рецензируемое учебное пособие написано в основном сотрудниками кафедр физической и экономической географии МГПИ имени А. М. Горького в соответ-

ствии с программой курса «География БССР». Наибольший объем в книге отведен характеристике природных условий и ресурсов республики. Детально анализируются геологическое строение, полезные ископаемые, рельеф, история геологического развития и формирование современного рельефа, климат, внутренние воды, почвы, растительность, животный мир, физико-географическое районирование, охрана природы.

В отличие от прежних работ в пособии рассматриваются особенности тектоники, стратиграфии, истории геологического развития и возникновения рельефа. Отмечается, что эта территория, находящаяся в пределах древней Восточно-Европейской платформы, имеет сложное геологическое строение. Особенно полно здесь представлены фанерозойские образования. Оправдано заметное место, отведенное в пособии антропогенным отложениям, сложенным преимущественно ледниковыми аккумуляциями. Хотя общие черты орографии и речной сети предопределила тектоника, справедливо указывается, что отличительные особенности созданы деятельностью днепровского, сожского и поозерского оледенений. Исходя из этого проведено и геоморфологическое районирование. Размещение региона в зоне достаточного увлажнения, особенности геологического строения и рельефа привели к появлению развитой гидрографической сети. Сложное взаимодействие природных факторов и условий почвообразования обусловило формирование в основном подзолистых, дерновых и болотных почв и возникновение трех почвенно-географических провинций.

Интересные факты приведены в разделах, описывающих растительный и животный мир. Так, ныне в флоре Белоруссии выявлено около 1550 видов высших

растений, более 400 видов мохообразных, 1000 видов высших грибов, около 500 видов водорослей и примерно 600 видов лишайников, в фауне — одних позвоночных около 430 видов. Особое внимание уделяется проблеме охраны природы.

Небольшая по объему глава, посвященная населению Белоруссии, достаточно полно раскрывает численность, размещение, воспроизводство, структуру, миграцию, трудовые ресурсы, национальный состав и другие особенности населения, характеризует типы городских и сельских поселений.

Становление и развитие народного хозяйства Белоруссии анализируются в специальной главе, убедительно показывается, как аграрная отсталая окраина царской России за годы после Великого Октября превратилась в республику высоко развитой промышленности и сельского хозяйства. Ныне структура промышленности носит многоотраслевой характер, имеет разветвленную систему связей. Особенностью рецензируемой книги является то, что в ней впервые детально анализируются природные условия и ресурсы, население, хозяйство, внутренние различия и города всех шести областей республики.

Таким образом, в свет вышло интересное и содержательное учебное пособие по физической и экономической географии Белорусской ССР. Новая книга отражает современный уровень географической науки в республике, имеет отчетливую краеведческую направленность. Хотя пособие адресовано студентам-географам пединститутов и учителям географии, его с интересом прочтут и специалисты-географы, геологи, краеведы, а также все те, кто интересуется природой и достижениями республики в развитии народного хозяйства.

Э. А. Левков

АНДРЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ МЕДВЕДЕВ

На 88-ом году жизни перестало биться сердце члена-корреспондента АН БССР, заслуженного деятеля науки БССР, лауреата Государственной премии БССР и премии имени академика В. Р. Вильямса, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Андрея Григорьевича Медведева.

А. Г. Медведев родился в д. Социлов Стародубского уезда Черниговской губернии (ныне Брянская область) в семье крестьянина. В 1925 г. Андрей Григорьевич окончил агрономический факультет Горького сельскохозяйственного института (ныне Белорусская сельскохозяйственная академия). Формирование А. Г. Медведева как ученого проходило под руководством выдающегося ученого-почвоведом академика АН БССР Я. Н. Афанасьева.

За период с 1925 по 1935 г. А. Г. Медведев прошел путь от ассистента до доцента, заведующего кафедрой почвоведения Белорусской сельскохозяйственной академии, где проработал в течение 27 лет.

Исследования Андрея Григорьевича были направлены на изучение почвенного покрова восточной и северной частей Белоруссии. Впервые в республике им было проведено картографирование почв отдельных районов.

В БГУ имени В. И. Ленина А. Г. Медведев работал вначале по совместительству (1953—1958 г.— профессор кафедры почвоведения); с 1961 г. Андрей Григорьевич — профессор, а с 1968 по 1980 г.— заведующий кафедрой почвоведения и геологии университета. Одновременно А. Г. Медведев на общественных началах в течение длительного времени являлся научным консультантом Белорусского НИИ почвоведения и агрохимии.

Профессор А. Г. Медведев приложил много энергии и старания для организации на географическом факультете в 1972 г. Проблемной лаборатории мелиорации ландшафтов; руководил научными исследованиями двух отделов лаборатории.

А. Г. Медведев — ученый широкого профиля. Он является основоположником таких важных отраслей почвоведения Белоруссии, как эрозия и бонитировка почв. Им опубликованы первые региональные работы, привлечено внимание исследователей к этим важным отраслям почвенной науки. А. Г. Медведев вместе со своими учениками разработал методику бонитировки почв, по которой проведена качественная оценка почв колхозов, совхозов, районов и областей республики. Результаты проведенных работ опубликованы в монографии «Качественная оценка земель в совхозах и колхозах БССР» (1971). Монография удостоена премии имени академика В. Р. Вильямса.

А. Г. Медведев большое внимание уделял изучению таких важнейших вопросов, как динамика сработки торфа мелиорированных почв и их охрана. Им разработаны теоретические основы оптимизации плодородия мелиорированных торфяно-болотных и минеральных заболоченных почв. За свою продолжительную педагогическую и научно-исследовательскую деятельность А. Г. Медведев подготовил большой отряд высококвалифицированных специалистов, в том числе более 25 кандидатов наук. Им опубликовано свыше 170 научных работ, из них — 20 монографий; составлено свыше 700 почвенных карт хозяйств, МТС, районов и др.

А. Г. Медведев был активным пропагандистом общества «Знание», членом редколлегии журналов «Вестник БГУ имени В. И. Ленина», «Известия АН БССР».

За заслуги перед Родиной Андрей Григорьевич Медведев награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак почета», двумя Почетными грамотами Верховного Совета БССР, пятью медалями. За цикл работ по почвенным исследованиям и соавторство в монографии «Почвы Белорусской ССР» в 1976 г. А. Г. Медведеву присуждено звание Лауреата Государственной премии БССР.

До последних дней жизни А. Г. Медведев отличался исключительной работоспособностью и результативностью в научной работе. Только за последние пять лет им опубликовано свыше 20 научных статей по актуальной тематике почвоведения и агрохимии. Подготовлено и передано производству четыре рекомендации.

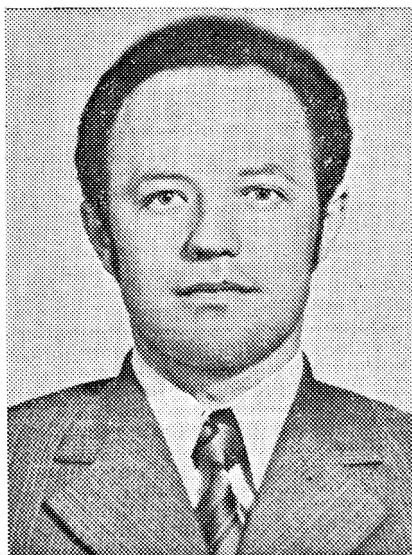
Андрею Григорьевичу Медведеву была присуща высокая культура, всесторонняя эрудиция, исключительная скромность и доброжелательность.

Все, кто знал Андрея Григорьевича, будут помнить его как человека большой души, доброжелательного, исключительно чуткого и внимательного. Память о нем навсегда останется в сердцах его коллег и воспитанников.



Памяти товарища

МИХАИЛ ДЕМЬЯНОВИЧ ТИВО



9 сентября 1985 г. на 46-ом году жизни безвременно оборвалась жизнь талантливого журналиста и ученого, главного редактора журнала «Вестник Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина», члена Союза журналистов СССР, кандидата философских наук Михаила Демьяновича Тиво. Он ушел от нас в расцвете сил, полный творческих и научных планов, с большой любовью к жизни и людям.

М. Д. Тиво родился 12 сентября 1939 г. в местечке Смольяны Оршанского района Витебской области в семье крестьянина. Рано начав трудовую деятельность, он упорно тянулся к знаниям и, совмещая работу с учебой, в 1956 г. окончил Смольянскую среднюю школу, затем техническое училище, по окончании которого работал слесарем-монтажником.

В 1964 г. после демобилизации из рядов Советской Армии Михаил Демьянович — студент факультета журналистики БГУ имени В. И. Ленина. С университетом связана вся дальнейшая жизнь и деятельность М. Д. Тиво. Здесь он прошел путь от

студента, аспиранта до кандидата философских наук, главного редактора журнала.

Еще в студенческие годы Михаил Демьянович проявил большие организаторские способности: избирался секретарем комитета комсомола БГУ имени В. И. Ленина, заместителем председателя месткома, заместителем секретаря парткома.

С 1973 по 1976 г. М. Д. Тиво учился в аспирантуре. В 1977 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Развитие социальной активности молодежи и роль печати в этом процессе». По результатам исследования М. Д. Тиво опубликовал монографию, методическую и методологические разработки общим объемом 15 п. л.

После окончания аспирантуры М. Д. Тиво был направлен на работу в Проблемную лабораторию социологических исследований на должность старшего научного сотрудника. Под его руководством отдел эффективности идеологической работы лаборатории в 1976 г. успешно закончил внеплановое исследование: «Роль системы политобразования в развитии социальной активности слушателей», проведенное в Гродненской области по заданию ЦК КП Белоруссии.

Кроме плановых заданий Михаил Демьянович Тиво разработал «Комплексную программу идейно-воспитательной работы со студентами на пятилетний период обучения».

С января 1978 г. до последних дней жизни М. Д. Тиво — главный редактор журнала «Вестник Белорусского государственного университета имени В. И. Ленина». В этой должности особенно проявились организаторские способности и научная компетентность Михаила Демьяновича. Под его руководством «Вестник» становится научно-теоретическим журналом республиканского значения.

Михаил Демьянович вел большую общественную работу. Он неоднократно избирался членом бюро Ленинского РК ЛКСМБ г. Минска, Минского городского и областного комитетов ЛКСМБ, членом Октябрьского РК КПБ и членом парткома БГУ, являлся членом специализированного совета Белгосуниверситета имени В. И. Ленина по присуждению ученой степени доктора философских наук.

За заслуги в научно-исследовательской работе, активное участие в общественной жизни университета М. Д. Тиво награжден двумя грамотами Верховного Совета БССР, грамотами Госкомиздата и Минвуза БССР.

Тяжело поверить, что так рано ушел из жизни наш коллега, человек большой души, талантливый, щедрый и доброжелательный.

Светлая память о Михаиле Демьяновиче Тиво навсегда сохранится в сердцах всех, кто знал его и работал вместе с ним.

УДК 771.7.023/024+669.25

Леонова Т. М., Браницкий Г. А. **Усиление серебряных изображений на галогено-серебряных фотослоях в кобальтовых физических проявителях.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Установлено, что эффективное усиление слабых серебряных изображений в обычных галогеносеребряных слоях и слоях, содержащих уменьшенное до десяти раз количество серебра, за счет химического осаждения кобальта происходит лишь в кобальто-борогидридных физических проявителях определенного состава, содержащих CoCl_2 , аммиак, трилон и др. Обоснован состав проявляющего раствора, обеспечивающего получение кобальтового изображения хорошего качества. Показано, что в ряде растворов, содержащих комплексы кобальта с различными лигандами и в качестве восстановителя борогидрид или гипофосфит, осаждение кобальта на серебро не происходит, но плотность изображения заметно усиливается за счет повышения дисперсности серебра.

Библ. 9 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 541.127

Вязовкин С. В., Лесникович А. И. **О применении корреляционного анализа в обратных задачах неизотермической кинетики.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Рассмотрены недостатки использования корреляционного анализа как метода решения обратных задач неизотермической кинетики, в частности малая чувствительность к виду кинетической функции. Показана необходимость оценки значимости различия коэффициентов корреляции с учетом нормирующего преобразования Фишера.

Библ. 8 назв., табл. 1.

УДК 541.11

Скоропанов А. С., Скумс В. Ф., Альфер С. А., Вечер А. А., Филонов Б. О. **Дилатометрический анализ соединений системы $\text{GeTe-Sb}_2\text{Te}_3$.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Впервые в интервале температур 293—823 К охарактеризованы температурные коэффициенты линейного расширения тройных соединений системы $\text{GeTe-Sb}_2\text{Te}_3$: GeSb_4Te_7 , GeSb_2Te_4 и $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_5$. Показано, что выше 670—680 К указанные теллуриды подвергаются термостимулированному фазовому превращению, имеющему обратимый характер.

Библ. 11 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 547.381.:541.127

Бурль В. Н., Ревинский И. Ф., Тищенко И. Г. **Эпоксидирование β -алкилзамещенных пропеналей перекисью водорода в щелочной среде.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Действием щелочной перекиси водорода β -алкилпропеналей $\text{RCH}=\text{CHCHO}$, где $\text{R}=\text{n-C}_3\text{H}_7$ (I), $\text{n-C}_4\text{H}_9$ (II), $\text{изо-C}_4\text{H}_9$ (III), $\text{втор-C}_4\text{H}_9$ (IV), $\text{трет-C}_4\text{H}_9$ (V) и C_6H_{11} (VI), окислены до соответствующих 3-алкил-2-формилоксиранов. Исследованием кинетики указанной реакции установлено, что скорость эпоксидирования снижается с ростом длины и степени разветвленности β -алкильного заместителя, при этом наблюдается корреляция констант скоростей с индукционными и стерическими константами Тафта.

Библ. 11 назв., ил. 1, табл. 2.

УДК 547.822.3

Пшеничный Г. В., Машенков В. А., Станишевский Л. С. **Синтез замещенных 2-оксофуоро[2,3-с]пиперидинов на основе 3ε-гидрокси-4-пиперидона.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Конденсацией 3ε-гидрокси-4-пиперидона с диметилмалонатом получен 6ε, 8α-диметил-3-карбметокси-2-оксо-5ε-фенилфуоро[2, 3-с]пиперидин, на основе которого разработаны методы синтеза эпокси-, метилен-, гидрокси- и хлорзамещенных пиперидинкарболактонов.

Библ. 10 назв.

УДК 575.1.111

Анохина В. С., Крупнова Э. В. Реакция различных сортов люпина желтого на условия возделывания.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Изучались закономерности реакции генотипа, его пластичность и стабильность в реализации уровня развития признаков на фоне изменения условий среды.

Библ. 4 назв., табл. 2.

УДК 581.132

Кахнович Л. В., Прохоренко Н. А. Особенности фотосинтетического аппарата растений ячменя различной продуктивности.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Проведены структурные и физиолого-биохимические исследования ассимиляционных тканей пяти сортов ячменя различной продуктивности (Надя, Мами, Эльгина, Трумф, Альза). Показано, что различные сорта имеют особенности фотосинтетического аппарата, определяющиеся рядом показателей. Выявлены сортовые различия при характеристике морфо-анатомической структуры листа, а также те параметры фотосинтетического аппарата, которые в значительной степени определяют его активную работу и коррелируют с продуктивностью растений.

Библ. 5 назв., табл. 2.

УДК 639.31.031.1:576.8

Ляхнович В. П., Воронова Г. П., Куцко Л. А. Количественное развитие микрофлоры в грунтах рыбоводных прудов.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 2.

Изложены результаты восьмилетних исследований микрофлоры грунтов нагульных прудов при различной степени интенсификации рыбоводства. Показано влияние удобрений и растительноядных рыб на развитие бактериобентоса. Рассчитана зависимость численности микрофлоры от содержания органического вещества в грунтах.

Библ. 11 назв., табл. 1, ил. 1.

УДК 576.8.095.5

Трибуш С. С., Белявский К. М. Конъюгационный перенос F'-плазмид в системе E. coli — Pseudomonas.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Приведены данные о возможности мобилизации RP4 плазмидой конъюгационного переноса F'lac⁺ в бактерии Pseudomonas, способные с высокой частотой воспринимать плазмиду RP4. Обнаружен перенос плазмиды F'lac⁺ в системе скрещивания E. coli K-12 — Pseudomonas после предварительного культивирования реципиентных клеток при повышенной температуре, экспериментально подобранный оптимум которого для штамма Pseudomonas sp. 256-56 составляет 3—4 мин при 52 °C. Особенностью поведения F'lac⁺ плазмиды в клетках исследованных бактерий Pseudomonas является нестабильность ее наследования, что может быть использовано для введения в хромосому реципиентов различных транспозонов.

Библ. 12 назв., табл. 2.

УДК 577.472(28)

Бабицкий В. А., Инкина Г. А., Макаревич Т. А., Ковалевская Р. З., Деренговская Р. А. Гидробиологическая характеристика реки Паляваам (Чукотка). Сообщение 2. Бактериофлора, водоросли и фауна перифитона.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр. 1985, № 3.

Приведены данные, характеризующие количественное развитие фито-, бактерио- и зооперифитона в реке и двух ручьях. В ручье, подверженном антропогенному воздействию, и прилегающем участке реки зарегистрировано массовое развитие фитоперифитона и угнетение бактерио- и зооперифитона. Показано, что главная роль в общей массе обрастаний принадлежит мертвому органическому веществу (детриту) аллохтонного и автохтонного происхождения. Основу биомассы живой фракции перифитона составляли водоросли. (Сообщение I см.: — Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 1, с. 32).

Библ. 4 назв., ил. 2, табл. 2.

УДК 595.7+591.9+595.733

Писаненко А. Д. **Фаунистический очерк стрекоз (Insecta, Odonata) Белоруссии.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Кратко изложена история фаунистических исследований стрекоз Белоруссии за период с 1900 г. до настоящего времени. Представлены результаты сборов стрекоз общей численностью 4379 экз. на территории 34 районов БССР в 1977—1980, 1982, 1984 гг. Приведен фаунистический список стрекоз Белоруссии, который насчитывает 53 вида. Среди обнаруженных видов два отмечаются впервые для республики. Дается анализ сезонной активности стрекоз и указываются периоды максимального видового разнообразия на территории БССР.

Библ. 13 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 582.28

Стефанович А. И. **О распространении фитопатогенных микромицетов на лугах.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

На растениях лугов отмечено 66 представителей фитопатогенных микромицетов, относящихся преимущественно к Erysiphaceae и Uredinales.

Библ. 3 назв.

УДК 556.5

Широков В. М. **Преобразование термического режима малых рек после их регулирования прудами и водохранилищами.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Изучены термические условия малых рек при создании на них водохранилищ и прудов. Оценено влияние искусственных водоемов на нижний бьеф рек. Выявлены два основных типа влияния на термику рек малых водохранилищ и прудов, а также средних водохранилищ. Эти различия в термическом режиме показаны на примере малых рек Белоруссии и Литвы.

Библ. 10 назв., ил. 2, табл. 3.

УДК 911.5(476.2)

Швецов А. А. **Структурно-динамическая классификация урочищ Мозырского Полесья.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 1, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Предлагается классификация, построенная по схеме, позволяющей показать урочища одновременно как природные и антропогенные образования. Таким образом достигается отражение в классификации не только пространственного строения территории, но и динамического состояния каждого ее элемента.

Библ. 6 назв., табл. 1.

УДК 113:551.48

Клесов С. К. **Динамическое равновесие гидросферы как мера взаимодействия природных и антропогенных факторов.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Рассматривается динамическое равновесие как существенная сторона устойчивости природных систем. Особое значение имеет динамическое равновесие гидросферы и всех ее подсистем. Делается попытка дать методологическое обоснование меры во взаимодействии природных и антропогенных факторов, что имеет большое значение для выявления количественных показателей ПДК, ПДН—предельно допустимых концентраций загрязнителей и предельно допустимой антропогенной нагрузки в водных системах.

Библ. 10 назв.

УДК 551.7(476)

Комаровский М. Е. К истории изучения Минской возвышенности.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Описывается история изучения Минской возвышенности от первых геологических исследований до наших дней, выделены дореволюционный, довоенный и современный периоды. Анализируется роль разных исследователей в развитии представлений о геолого-геоморфологическом строении этой основной формы рельефа Белорусской гряды. Намечены актуальные проблемы дальнейшего изучения возвышенности.

Библ. 17 назв.

УДК 631.6:631.8

Иванов Н. П., Липская Г. А., Чертко Н. К., Куликов Я. К., Дорохова В. В., Ляхович С. Р., Скоропанова А. И. Влияние оптимизации мелиорированных дерново-подзолистых почв на урожай и качество многолетних трав.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

На основании трехлетних исследований установлено, что в результате применения торфяных добавок в дозах 100—400 т/га в условиях последействия на третий год выращивания многолетних трав увеличивается их урожай на 44 % и улучшается качество сена.

Библ. 7 назв., табл. 3.

УДК 547.722'724

Тыворский В. И., Тищенко И. Г., Кухарев А. С. Синтез фенилзамещенных 2-галогено-4-галогенометил-2-бутенолидов-4.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Взаимодействием 2-метил-2-бензоилоксирана с изопропилхлорацетатом в присутствии изопропилата натрия получена смесь диастереомеров изопропилового эфира 4-метил-3-фенил-2, 3, 4, 5-диэпоксивалериановой кислоты. При обработке последнего избытком раствора хлороводорода или бромводорода в диметилформамиде образуются с выходом 63—65 % соответствующие 2-галогено-4-метил-4-галогенометил-3-фенил-2-бутенолиды-4.

Библ. 6 назв.

УДК 581.116:578.088

Бурлакова Л. Е., Герасимова Л. К., Татаринов Б. А. Сравнительное изучение влияния ультрафиолета, α -излучения, двуокиси серы и озона на интенсивность транспирации яблочек и клубней картофеля.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Рассмотрен механизм воздействия внешних физических и химических факторов на функции покровных тканей запасющих органов растений.

Библ. 6 назв., табл. 1.

УДК 556.388.4(476)

Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А. К проблеме рационального использования недр на нефтепромыслах Белоруссии.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1985, № 3.

Рассмотрены вопросы рационального использования нефтяных ресурсов в условиях Белорусского географо-экономического района на основе пластового заводнения недр с использованием промстоков химических производств.

Библ. 5 назв., ил. 1.