

ISSN 0372-5340



ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета имени В. И. Ленина

СЕРИЯ II

ХИМИЯ

БИОЛОГИЯ

ГЕОГРАФИЯ

2
1984

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

<i>Канторович Н. И., Марченков Е. И., Вечер А. А., Севковская Л. И.</i> Термодинамический анализ выхода оксида иттрия при плазмохимическом синтезе	3
<i>Полуян А. Ф., Вечер А. А., Самохвал В. В., Савицкий А. А.</i> Термическое расширение оксида висмута и некоторых твердых растворов на его основе	5
<i>Вечер Р. А., Володкович Л. М., Петров Г. С., Усович Е. Г., Вечер А. А.</i> Электрохимические свойства фторнитрида лантана	8
<i>Браницкий Г. А., Леонова Т. М.</i> О проявлении эмульсионных фотослоев на основе йодида свинца в медных физических проявителях	11
<i>Антипова А. М., Морозова Т. К., Гапоник Л. В., Мардыкин В. П., Крахина Н. Б.</i> Полимеризация стирола на модифицированном металлоорганическом катализаторе	14
<i>Петряев Е. П., Майборода В. Д., Коваленко Н. И.</i> Окисление 1,2-пропандиола и ацетона в присутствии хлорида меди и перекиси водорода	17
<i>Звонок А. М., Кузьменок Н. М., Тищенко И. Г., Станишевский Л. С.</i> Восстановление стирилэпокси-, диэпокси- и азиридилиэпоксиэтонов боргидридом натрия	21

БИОЛОГИЯ

<i>Морозов Е. И., Морозик М. С., Горбачева О. С.</i> Действие лазерного излучения на адсорбционную способность фагов	25
<i>Кажнович Л. В., Прохоренко Н. А.</i> Пигментный фонд и состояние ассимиляционных тканей сортов ячменя различной продуктивности	27
<i>Рябушко Т. А., Попов Е. Г., Игнатович Л. Ф.</i> Образование биомассы грибом рода <i>Penicillium</i> при культивировании на среде с картофельной мезгой	30
<i>Бибииков Ю. А.</i> О произрастании <i>Geniapa cruciata</i> L., редкого и охраняемого вида растения в Минской области	32
<i>Лисов Н. Д.</i> Формирование потенциальной и реальной продуктивности культурных видов фасоли в разных условиях выращивания	34
<i>Стефанович А. И.</i> Материалы к познанию сезонного ритма фитопатогенных микромицетов	39
<i>Смирнова Л. Ф., Палилова А. Н., Королева Н. А.</i> Содержание аскорбиновой, дегидроаскорбиновой и дикетогулоновой кислот у растений кукурузы с ЦМС, их фертильных аналогов и линий восстановителей фертильности	43
<i>Сауткина Т. А., Сауткина Н. И.</i> Морфологические особенности листьев кипреев и возможность использования их в качестве диагностических признаков	48

ГЕОГРАФИЯ

<i>Марцинкевич Г. И.</i> Классификация природных и антропогенных ландшафтов БССР	53
<i>Широков В. М., Якушко О. Ф., Петров П. В., Велчев А. С.</i> Формирование водохозяйственных ландшафтов (водохранилищ и прудов) в Белоруссии и Болгарии	56
<i>Аношко В. С., Вальвачев А. Н.</i> Система хранения и обработки данных мелiorативно-географических исследований с помощью ЕС ЭВМ	60
<i>Боголейко М. В.</i> Первичная продукция в озерах разного биологического типа БССР	62
<i>Иванов Н. П., Гецевич Н. А., Чертко Н. К.</i> Роль микроэлементов в повышении продуктивности агроценозов при освоении торфяных почв переходного типа	66

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Соколов Н. А., Тищенко И. Г., Кошарная Т. П.</i> Синтез нитроенаминов	71
<i>Звонок А. М., Тищенко И. Г., Станишевский Л. С.</i> Конденсация некоторых ацилоксиранов с алифатическими альдегидами	73



ВЕСТНИК

*Белорусского государственного
университета имени В. И. Ленина*

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1969 года
один раз в четыре месяца

СЕРИЯ II

ХИМИЯ

БИОЛОГИЯ

ГЕОГРАФИЯ

№ 2
ИЮНЬ

Главный редактор **М. Д. ТИВО**
Зам. главного редактора **В. Г. РУДЬ**
Ответственный секретарь **П. Н. БАРАНОВСКИЙ**

Редакционная коллегия серии:

И. Г. ТИЩЕНКО (ответственный редактор),
А. Т. ПИКУЛЕВ (зам. ответственного редактора), М. Ф. КУ-
КУЛЯНСКАЯ (ответственный секретарь), Р. А. ЖМОПДЯК,
И. К. ЛОПАТИН, Е. Ф. ЛУНЕЦ, А. Г. МЕДВЕДЕВ, Л. А.
ПАВЛОВИЧ, Е. П. ПЕТРЯЕВ, Т. О. ПРИТЫЦКАЯ, В. В. СВИ-
РИДОВ, Г. Л. СТАРОБИНЕЦ, В. Ф. ТИКАВЫЙ, Ю. К. ФО-
МИЧЕВ, В. М. ШИРОКОВ, А. С. ШУКАНОВ, О. Ф. ЯКУШКО

ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени В. И. ЛЕНИНА

Серия II, хим., биол., геогр., 1984, № 2

Редактор *И. П. Стрельчя*
Младший редактор *Г. М. Добыш*
Художественный редактор *С. В. Баленок*
Технический редактор и корректор *Г. И. Хларун*

Сдано в набор 06.04.84. Подписано в печать 01.06.84. АТ 18740.
Формат 70×108^{1/16}. Бумага тип. № 1. Высокая печать. Усл. печ. л. 7,0.
Усл. кр.-отт. 7,44. Уч.-изд. л. 7,33. Зак. 893. Тираж 980 экз. Цена 85 коп.

Издательство «Университетское», 220048, Минск, проспект Машерова,
11. Адрес редакции: 220080, Минск, Университетский городок,
ул. Бобруйская, 7, тел. 20-65-42.

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

© Вестник БГУ имени В. И. Ленина, 1984



УДК 541.123; 536.7

*И. И. КАНТОРОВИЧ, Е. И. МАРЧЕНКОВ,
А. А. ВЕЧЕР, Л. И. СЕВКОВСКАЯ*

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЫХОДА ОКСИДА ИТТРИЯ ПРИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ

Низкотемпературная плазма достаточно широко используется для получения оксидных неорганических соединений [1, 2]. Весьма перспективным является получение указанных соединений, в том числе и оксидов РЗЭ, в высокочастотной плазме, использование которой обеспечивает максимальную чистоту целевого продукта [2].

Ввиду энергоемкости плазмохимических процессов важное значение имеет поиск путей снижения удельных энергозатрат. В случае, если процессы в плазме близки к равновесным (при использовании ВЧ плазмы при не слишком низких давлениях [3]), одним из таких путей является выбор оптимальных параметров с помощью предварительных термодинамических расчетов [4]. Синтез оксидов РЗЭ представляет собой сложную экспериментальную задачу, и термодинамические исследования позволяют более надежно и с меньшими затратами проводить соответствующие эксперименты.

Таким образом, термодинамический анализ близких к равновесным плазмохимических процессов имеет самостоятельное значение и должен предшествовать экспериментальным исследованиям.

В работе [5] показано, что удельные энергозатраты при плазмохимическом синтезе оксида иттрия снижаются с уменьшением температуры. Однако при температуре порядка 1000 К происходит резкое уменьшение выхода целевого продукта. При введении в ВЧ плазму водного раствора хлорида иттрия возрастает скорость перемешивания реагентов. Это дает возможность проводить синтез при более низкой, чем при вводе в плазму порошков, температуре, которая может быть близка к температурной границе области существования оксида иттрия. Кроме того, изменяя состав плазмообразующего газа, расход и положение ввода раствора, можно менять степень перемешивания и регулировать дисперсность. При этом температура в зоне реакции может варьироваться в достаточно широких пределах. Обнаруженное в [5] резкое изменение выхода оксида иттрия при понижении температуры приводит к тому, что удельные энергозатраты и параметры синтезируемого порошка становятся чувствительными к небольшим изменениям температуры. В связи с этим нами проведено более детальное исследование нижней температурной границы области существования оксида иттрия T_1 . Отметим, что температура T_1 характеризует также границу области максимального выхода сложных оксидных соединений алюминия и иттрия [6].

Термодинамический анализ проводился в предположении постоянных давления и температуры с использованием метода минимизации изобарно-изотермического потенциала. Наибольшие трудности в реализации этого метода возникают при расчете равновесного состава смеси, содержащей конденсированные компоненты. Мы воспользовались методом,

основанным на предположении о взаимной нерастворимости конденсированных компонент [7, 8]. Такое рассмотрение вполне пригодно для описания термодинамики гетерогенных смесей в плазменном потоке. Действительно, конденсированное вещество в реакционной зоне представляет собой совокупность мелкодисперсных частиц, каждую из которых можно считать состоящей из одной компоненты.

При построении алгоритма использован подход, разработанный в [8]. По сравнению с [8] изменено определение постоянной A в выражении для мольных долей конденсированных компонент. С учетом этого систему нелинейных уравнений, определяющую мольные доли M_i и множители Лагранжа λ_j , можно представить в следующем более компактном виде:

$$\sum_{i=1}^k r_{ij} \exp x_i = P \delta_{ij}; \quad j = 1, \dots, m, \quad (1)$$

$$\text{где } r_{ij} = n_{ij} - \frac{n_{i1} N_j}{N_1} + \alpha_{ij};$$

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} \delta_{ij}; & i \leq k' \\ 0; & i > k' \end{cases};$$

$$x_{ij} = \ln z M_i = \frac{A_i}{R} \left(\Phi_i + \sum_{j=1}^m n_{ij} \lambda_j \right),$$

$$A_i = \begin{cases} 1; & i \leq k' \\ A; & i > k' \end{cases};$$

$$Z = \frac{1}{N_1} \sum_{i=1}^k n_{ij} \exp x_i;$$

Φ_i — полный приведенный изобарно-изотермический потенциал i -ой компоненты при давлении 1 атм; k — полное число компонент; k' — число газообразных компонент; P — давление, δ_{ij} — символ Кронекера; $(m-1)$ — число химических элементов; N_j — число молей j -го химического элемента на один килограмм смеси; n_{ij} — число атомов j -го элемента в i -ой компоненте для $j < m$ или кратность ионизации i -ой компоненты при $j = m$; R — универсальная газовая постоянная, A — достаточно

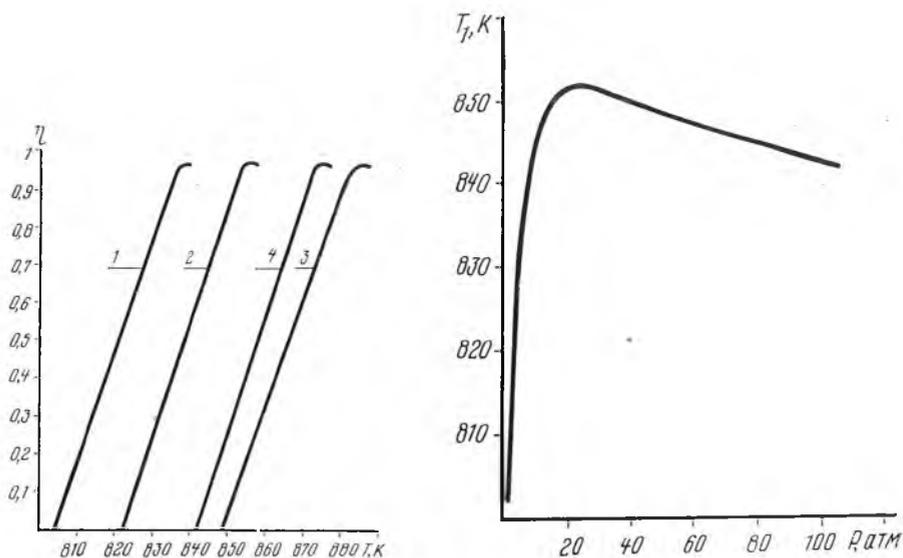


Рис. 1. Зависимость выхода Y_2O_3 от температуры:

1 — $P = 1$ атм; 2 — 2 атм; 3 — 10 атм; 4 — 100 атм

Рис. 2. Зависимость нижней температурной границы области существования Y_2O_3 от давления

большое число (результаты расчета не зависят от величины постоянной A , если значение A велико).

Выход оксида иттрия определялся по найденному из решения системы

(1) значению M_s соотношением $\eta = M_s / \tilde{M}_s$, $\tilde{M}_s = \min(N_j / n_{sj})$; $1 \leq j \leq m-1$, где s — номер целевого продукта (оксида иттрия) в списке возможных компонент. Расчеты проводились для тех же исходных данных, что и в [5].

На рис. 1 изображена зависимость выхода оксида иттрия от температуры T для различных давлений. Функция $\eta(T)$ хорошо аппроксимируется прямой линией, причем угловой коэффициент можно считать не зависящим от давления и равным 0,035. Таким образом, зависимость $\eta(T)$ можно представить в виде: $\eta(T) = 0,035[T - T_1(P)]$; $T_1' < T < T_1$.

Ширина температурного интервала, на котором выход изменяется от максимального значения до нуля, слабо зависит от давления и составляет примерно 30° .

Зависимость нижней границы области существования оксида иттрия T_1 от давления смеси P показана на рис. 2, из которого видно, что функция $T_1(P)$ является немонотонной. Максимальная температура, достигаемая при давлении 22 атм, равна 853 К. Слева от максимума функция $T_1(P)$ убывает гораздо быстрее, чем в области высоких давлений. Таким образом, для получения минимальных энергозатрат синтез оксида иттрия необходимо проводить при низких давлениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пархоменко В. Д., Верещак В. Г., Петровский В. А., Голобородько В. П.— В сб.: Плазмохимия-79. Тез. докл. 3-го Всесоюз. симпозиума по плазмохимии, т. 2. М., 1979, с. 43.
2. Рыкалин Н. Н., Кулагин И. Д., Сорокин Л. М.— В сб.: Проблемы химии и химической технологии. М., 1977, с. 11.
3. Гойхман В. Х., Гольдфарб В. М.— В сб.: Плазмохимические реакции и процессы. М., 1977, с. 232.
4. Слынько Л. Е.— В сб.: Плазмохимические реакции и процессы. М., 1977, с. 164.
5. Канторович И. И., Бабаевский А. Н., Вечер А. А., Марченков Е. И.— ИФЖ, 1979, т. 37, № 6, с. 1063.
6. Вечер А. А., Канторович И. И., Марченков Е. И., Бабаевский А. Н.— ИФЖ, 1981, № 1, с. 143.
7. Сиярев Г. Б.— Труды МВТУ, 1973, № 159, с. 35.
8. Сиярев Г. Б., Трусов Б. Г., Слынько Л. Е.— Там же, с. 60.

Поступила в редакцию
10.11.83.

Кафедра физической химии

УДК 541.11

А. Ф. ПОЛУЯН, А. А. ВЕЧЕР,
В. В. САМОХВАЛ, А. А. САВИЦКИЙ

ТЕРМИЧЕСКОЕ РАШИРЕНИЕ ОКСИДА ВИСМУТА И НЕКОТОРЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ НА ЕГО ОСНОВЕ

Ранее обнаружено существование четырех кристаллических модификаций оксида висмута: α , δ , γ и β [1—4]. Метастабильные γ - и β -модификации существуют только при определенных условиях. Низкотемпературная α -фаза Bi_2O_3 , имеющая моноклинную решетку с псевдоромбической элементарной ячейкой, переходит в δ -фазу при $725\text{—}730^\circ\text{C}$ [5]. Высокотемпературная δ -фаза Bi_2O_3 , для которой характерна гранецентрированная кубическая решетка типа флюорита, плавится при температуре $824 \pm 2^\circ\text{C}$ [4]. Кубическая объемноцентрированная γ -фаза Bi_2O_3 образуется из δ -фазы при особых условиях охлаждения от температуры 750°C [6]. β -Модификация Bi_2O_3 с тетрагональной структурой возникает в результате охлаждения $\delta\text{—Bi}_2\text{O}_3$ при температуре 650°C , а затем переходит в $\alpha\text{—Bi}_2\text{O}_3$ в интервале $650\text{—}500^\circ\text{C}$ [7]. В работе [6] отмечено, что температуры превращений $\delta \rightarrow \beta$, $\beta \rightarrow \alpha$, $\delta \rightarrow \gamma$, $\gamma \rightarrow \alpha$ зависят от скорости охлаждения и термической предыстории образца. Температура перехода

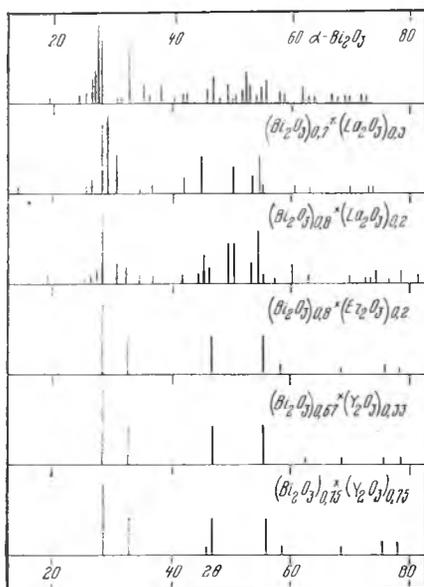


Рис. 1. Штрихрентгенограммы исследуемых образцов

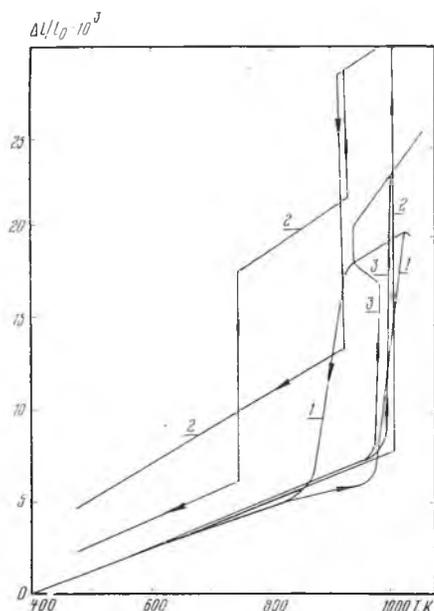


Рис. 2. Температурная зависимость относительного удлинения оксида висмута:

1 — наши данные, $\bar{\alpha} = 12,9 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ (400 — 800 К); 2 — данные [2], $\bar{\alpha} = 13,0 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ — для α - Bi_2O_3 ; 3 — данные [4], $\bar{\alpha} = 12,2 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ (373 — 473 К), $\bar{\alpha} = 12,4 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ (473 — 673 К), $\bar{\alpha} = 14,2 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ (673 — 848 К), $\bar{\alpha} = 14,8 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ (848 — 948 К)

$\beta \rightarrow \alpha$ зависит от содержания кислорода в атмосфере газовой среды [5], что, видимо, связано с нестехиометрией β -модификации. Примеси существенно влияют на появление β и γ -фаз. Наличие примеси 1 мол. % Sb_2O_3 приводит к существованию лишь α и γ -фаз [8]. Высокотемпературная кубическая δ — Bi_2O_3 , в отличие от α -фазы, обладает более высокой ионной проводимостью [9], что привлекло внимание к оксиду висмута как материалу, на основе которого возможно создание низкотемпературных твердых кислородионных проводников. Легирование рядом окислов редкоземельных металлов стабилизирует δ -фазу, вплоть до комнатной температуры, при этом сохраняется высокая проводимость по ионам кислорода. В бинарной системе Bi_2O_3 — Er_2O_3 обнаружено существование твердых растворов на основе δ -модификации Bi_2O_3 в области 17,5—45,5 мол. % Er_2O_3 [10], а в системе Bi_2O_3 — Y_2O_3 — в области 25—43 мол. % Y_2O_3 [11]. Твердые растворы с ромбоэдрической структурой, обнаруженные в бинарной системе Bi_2O_3 — La_2O_3 [7], также обладают высокой ионной или смешанной проводимостью. Однако отсутствие сведений по коэффициентам термического расширения твердых электролитов на основе оксида висмута не позволяет обоснованно выбирать материалы для конструкций различных электрохимических устройств.

Нами получены данные по термическому расширению образцов состава: $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,75} \times (\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,25}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,67} \times (\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,33}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{Er}_2\text{O}_3)_{0,2}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,7} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,3}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,2}$, синтезированных по методикам работ [7, 10, 11]. В качестве исходных реактивов взяты: оксид висмута марки «ч. д. а.» с содержанием примесей не более 1 %; оксиды эрбия иттрия и лантана — марки «особо чистый». Образцы перечисленных составов, а также оксида висмута приготовлены в виде штабиков размером $0,008 \times 0,008 \times 0,025$ м. Поверхности торцов шлифовались плоскопараллельно. Для определения термического расширения оксида висмута штабики предварительно отжигались при температуре 780 °С в течение 20 ч. У неотожженных образцов оксида висмута в противоположность отожженным выше температуры 660 °С обнаружена сильная усадка под нагрузкой. При комнатной температуре на $\text{CuK}\alpha$ -излучении были сняты

рентгенограммы полученных образцов (рис. 1). Температурная зависимость линейного расширения определялась на кварцевом dilatометре. Величины относительного удлинения фиксировались после стабилизации показаний индикатора удлинения при установившейся температуре. Температура нагреваемого пространства, куда помещался dilatометр, поддерживалась с помощью высокоточного регулятора температуры ВРТ-3 и определялась хромельалюмелевой термопарой по вольтметру В7-27 А/1. Ошибка измерения температуры не превышала 2,5 %, ошибка измерения относительного удлинения — не более 2 %.

Полученная температурная зависимость изменения относительного удлинения для оксида висмута, а также результаты работ [2, 4] приведены на рис. 2. Авторы [2] рассчитали термическое расширение оксида висмута из данных рентгеноструктурного анализа, в работе [4] результаты получены dilatометрическим методом со скоростью нагревания 7°/мин. Сравнение наших экспериментальных данных с результатами работ [2, 4] (рис. 2) показывает хорошее согласование в интервале температур 400—800 К и отличие выше 800 К. По данным настоящей работы наблюдается некоторое отклонение от линейного характера термического расширения в интервале температур 800—950 К, растянутость фазовых переходов $\alpha \rightarrow \delta$ и $\delta \rightarrow \alpha$, а также усадка образца выше 1025 К. Это может быть объяснено присутствием примесей в исходном материале, в основном оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, которые могут образовывать с оксидом висмута более легкоплавкие соединения [12]. Замечено, что увеличение верхнего температурного предела нагревания образца приводит к уменьшению температуры перехода $\delta \rightarrow \alpha$.

На рис. 3 показаны температурные зависимости относительного удлинения образцов состава: $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,75} \times (\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,25}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,67} \times (\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,33}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{Er}_2\text{O}_3)_{0,2}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,7} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,3}$ и $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,2}$. Для составов $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,75} \times (\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,25}$, $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,67} \times (\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,33}$ и $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{Er}_2\text{O}_3)_{0,2}$ на основании данных по рентгенофазовому анализу и отсутствию каких-либо скачков на температурных зависимостях термического расширения можно однозначно сделать вывод о наличии в указанных образцах флюоритоподобной структуры типа $\delta - \text{Bi}_2\text{O}_3$ и отсутствии каких-либо фазовых переходов. Для состава $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,2}$ также не обнаружено фазовых переходов, а по рентгенофазовому анализу можно предположить наличие ромбоэдрической структуры, что совпадает с точкой зрения авторов [13]. Для состава $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,7} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,3}$ наблюдается увеличение среднего коэффициента линейного расширения в области температур 760—780 К с $14,5 \cdot 10^{-6}$ до $23,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, что свидетельствует о существовании фазового перехода. Для области составов 30—40 мол. % La_2O_3 авторы [13] предполагают двухфазность из ромбоэдрической фазы, описанной в работе [14], и ромбоэдрической типа LaOF . Можно предположить поэтому, что указанные изменения в характере линейного расширения последнего образца связаны с фазовым превращением.

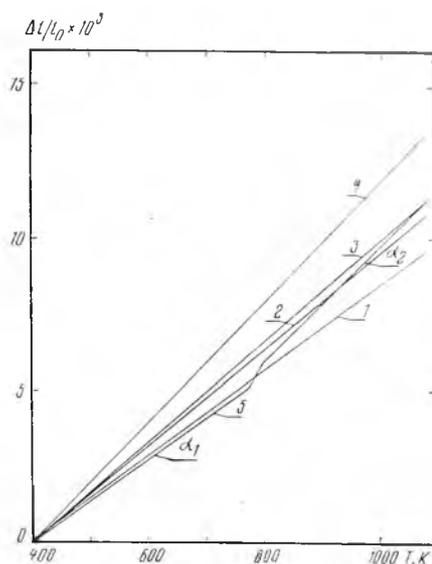


Рис. 3. Температурная зависимость относительного удлинения образцов:

- 1 — $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,75} \times (\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,25}$, $\bar{\alpha} = 14,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$;
- 2 — $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,67} \times (\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,33}$, $\bar{\alpha} = 16,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$;
- 3 — $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{Er}_2\text{O}_3)_{0,2}$, $\bar{\alpha} = 17,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$;
- 4 — $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,2}$, $\bar{\alpha} = 20,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$;
- 5 — $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,7} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,3}$, $\bar{\alpha}_1 = 14,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$,
 $\bar{\alpha}_2 = 23,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

ЛИТЕРАТУРА

1. Harwig H. A.—Anorg. Allg. Chem., 1978, B. 444, N 7, s. 151.
2. Lewin E. M., Roth R. S.—J. Res. Nat. Bur. Stand., 1964, v. 68A, N 2, p. 189.
3. Harwig H. A., Weenk J. W.—Z. Anorg. Allg. Chem., 1978, B. 444, N 7, s. 167.
4. Gattow G., Schroder H.—Z. Anorg. Allg. Chem., 1962, B. 318, N 3—4, s. 176.
5. Фомченков Л. П., Майер А. А., Грачева Н. А.—Изв. АН СССР, Неорг. матер., 1974, т. 10, № 11, с. 2020.
6. Matsuzaki R., Masumizu H., Sacki Y.—Denki Kagaku, 1974, v. 42, N 11, p. 578.
7. Takahashi T., Iwahara H., Nagai Y.—J. Appl. Electrochem., 1972, v. 2, p. 97.
8. Miyayama M., Takata M., Yanagida H.—J. Ceram. Soc. Jap., 1979, v. 87, N 1010, p. 536.
9. Rao C. N. R., Subba Rao G. V., Ramdas S.—J. Phys. Chem., 1969, v. 73, N 3, p. 672.
10. Verkerk M. J., Keizer K., Burggraaf A. J.—J. Appl. Electrochem., 1980, v. 10, p. 81.
11. Takahashi T., Iwahara H., Arai T.—J. Appl. Electrochem., 1975, v. 5, p. 187.
12. Levin E. M., Roth R. S.—J. Res. Nat. Bur. Stand., 1981, v. 68A, N 2, p. 198.
13. Iwahara H., Esaka T., Sato T.—J. Solid. State Chem., 1964, v. 39, N 2, p. 176.
14. Sillen L. G., Aurivillius B.—Z. Kristallogr., 1939, B. 101, s. 483.

Поступила в редакцию
23.10.84.

Кафедра физической химии

УДК 541.13

Р. А. ВЕЧЕР, Л. М. ВОЛОДКОВИЧ, Г. С. ПЕТРОВ,
Е. Г. УСОВИЧ, А. А. ВЕЧЕР

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФТОРНИТРИДА ЛАНТАНА

Соединения со структурой флюорита CaF_2 активно изучаются с целью поиска новых твердых электролитов. Значительно менее изучены соединения, обладающие подобной структурой, у которых анионы имеют разную химическую природу. Между тем именно у соединений такого типа можно ожидать появления интересных электрохимических свойств.

Целью данной работы явилось исследование электрохимических свойств фторнитрида лантана.

Согласно данным [1, 2], фторнитрид лантана $\text{LaN}_x\text{F}_{3-3x}$ ($0,33 \leq x \leq 0,54$) обладает широкой областью нестехиометричности, в которой, согласно кластерной модели [1], происходит внедрение дополнительных анионов в междоузлия решетки флюорита.

Синтез фторнитрида лантана проводили путем твердофазного спекания нитрида и фторида лантана. Нитрид лантана получали по реакции взаимодействия металлического лантана с азотом, которая протекает при температуре 950 К и полностью заканчивается в течение 4 ч. Фторид лантана получали обработкой оксида лантана марки «ос. ч.» избытком концентрированной плавиковой кислоты марки «хч». После выпаривания раствора образующийся продукт дополнительно обрабатывали избытком бифторида аммония и, с целью разложения NH_4HF_2 , при котором происходит фторирование остаточного количества оксида лантана, нагревали до 723—823 К в токе инертного газа. Твердофазное спекание смеси фторида и нитрида лантана проводили в токе азота в платиновой лодочке в течение 14 ч при температуре 1073 К. При этом для предотвращения возможности окисления металлического лантана и гидролиза фторнитрида лантана все операции по подготовке образцов проводили в инертной атмосфере.

Идентификация продукта проводилась методами рентгенофазового и химического анализа, причем результаты рентгенофазового анализа в пределах экспериментальных погрешностей совпали с имеющимися в литературе данными [2].

Состав трех партий образцов фторнитрида лантана по данным хими-

ческого анализа соответствовал формулам $\text{LaN}_{0,50}\text{F}_{1,50}$, $\text{LaN}_{0,49}\text{F}_{1,53}$ и $\text{LaN}_{0,51}\text{F}_{1,47}$.

Для измерения электропроводности из фторнитрида лантана прессовали таблетки диаметром 10 и толщиной около 1,5 мм; на торцовые поверхности их наносили слой графита, к которому, в свою очередь, припрессовывали серебряные токоотводы. Электропроводность измеряли с помощью моста переменного тока Е8-2. Внешним индикатором служил милливольтметр ВЗ-38. Температуру измеряли откалиброванной хромель-алюмелевой термопарой с помощью вольтметра В7-21. Для построения годографов импеданса проводили измерения в широком диапазоне частот. Внешним генератором ГЗ-102 генерировался переменный ток в частотном диапазоне 100—50 000 Гц. При этом автоматически поддерживалась постоянная температура с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$.

На рис. 1 представлена зависимость электропроводности образца фторнитрида лантана $\text{LaN}_{0,51}\text{F}_{1,47}$ от температуры в виде функции $\lg \sigma$ от $1/T$ при частоте 1000 Гц. Для образцов других составов общий вид зависимости сохранялся. Фторнитрид лантана обладает значительной общей удельной электропроводностью, на два порядка превышающей электропроводность при тех же температурах широко применяемого твердого электролита CaF_2 . Рассчитанная из зависимости $\lg \sigma - 1/T$ энергия активации носителей заряда равна 95,7 кДж/моль или около 1,0 эВ. Величина энергии активации служит косвенным подтверждением ионного характера проводимости фторнитрида лантана. Так как все используемые для измерения электропроводности образцы имели поликристаллическое строение и плотность не более 80 % теоретической, рассчитанной из рентгеновских данных, представляло интерес провести исследование зависимости электропроводности от частоты, чтобы можно было выделить составляющие, характеризующие объемное сопротивление электролита и другие эффекты.

Из примера полученных годографов импеданса (рис. 2) для состава $\text{LaN}_{0,51}\text{F}_{1,47}$ ясно, что общее удельное сопротивление существенно зависит от частоты и вид этой зависимости изменяется с ростом температуры.

Экстраполяцией годографов импеданса на бесконечную частоту для $\text{LaN}_{0,51}\text{F}_{1,47}$ получены значения сопротивления R_∞ , которые приняты равными объемному сопротивлению электролита.

В таблице для ряда температур представлены значения объемного сопротивления электролита R_∞ при бесконечной частоте, общего сопротивления использованной для импедансных измерений ячейки $R_{\text{общ}}$ при частоте 1000 Гц, а также рассчитанные из этих значений величины удельной электропроводности σ_∞ и $\sigma_{\text{общ}}$.

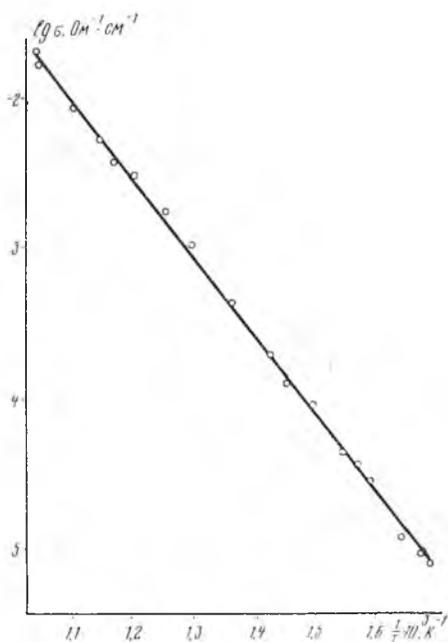


Рис. 1. Температурная зависимость электропроводности соединения $\text{LaN}_{0,51}\text{F}_{1,47}$

T, K	$R_\infty, \text{Ом}$	$R_{\text{общ}}, \text{Ом}$	$\sigma_\infty \cdot 10^3, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	$\sigma_{\text{общ}} \cdot 10^3, \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
779	88	118	2,8	2,1
843	44	59	5,6	4,2
863	38	48	6,5	5,1

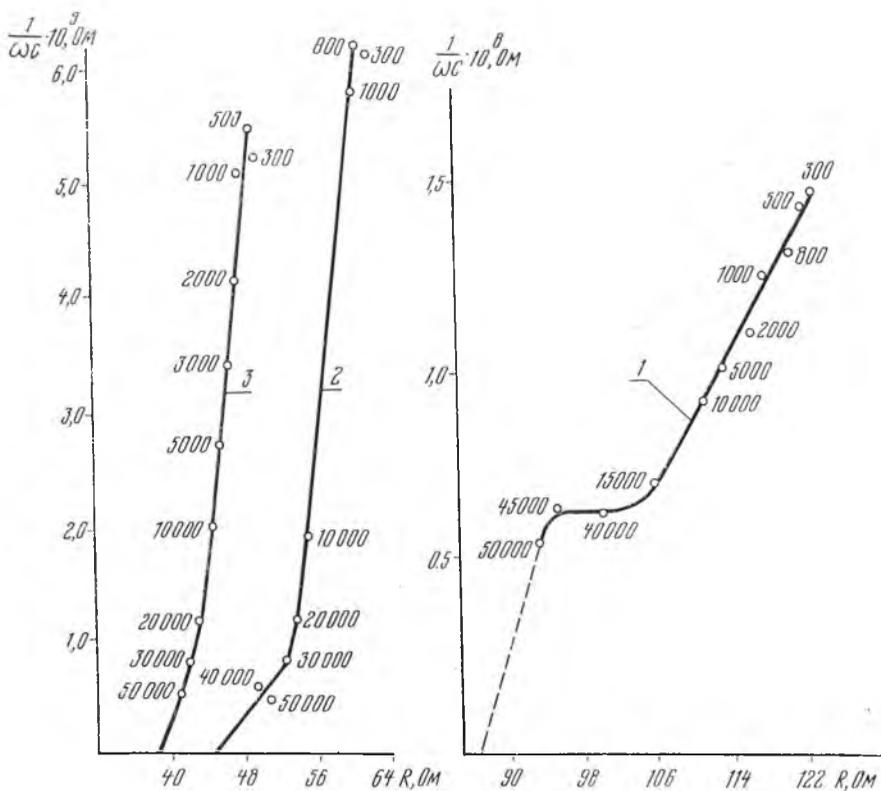


Рис. 2. Годограф импеданса ячейки $\text{Ag} | \text{LaN}_{0,51}\text{F}_{1,47} | \text{C}, \text{Ag}$ при различных температурах: 1 — 779 К; 2 — 843 К; 3 — 863 К. Числа на кривых — частота, Гц

Как видно из таблицы, наблюдается заметное различие величин R_0 и $R_{\text{общ}}$ (и, соответственно, σ_0 и $\sigma_{\text{общ}}$), что указывает на необходимость учета частотной зависимости импеданса при изучении собственного объемного сопротивления данного твердого электролита.

Сопоставление вида годографов импеданса, полученных при различных температурах, показывает, что с ростом температуры линия годографа становится более вертикальной, что хорошо согласуется с теоретическими представлениями для блокирующих электродов [3, 4]. При повышении температуры происходит дальнейшее спекание образцов и уменьшение шероховатости поверхности, что влияет и на вид годографов.

Из кристаллохимических соображений можно ожидать, что для фторнитрида лантана будет характерен перенос по ионам фтора, поэтому определение числа переноса по данному виду ионов проводили, измеряя э. д. с. гальванического элемента вида $\text{Ag} | \text{Fe}, \text{FeF}_2 | \text{LaN}_{0,51}\text{F}_{1,47} | \text{CoF}_2, \text{Co} | \text{Ag}$. Отсюда число переноса может быть вычислено по формуле $t_{\text{ср}} = \frac{E_{\text{изм}}}{E_{\text{теор}}}$, где $E_{\text{изм}}$ — экспериментально определенное значение э. д. с. $E_{\text{теор}}$ — значение э. д. с., рассчитанное на основании справочных данных по термодинамическим свойствам веществ-участников потенциалобразующей реакции.

Теоретическое значение э. д. с. рассчитывали, исходя из значений термодинамических функций веществ — участников потенциалобразующей реакции [5]. Полученные значения числа переноса в исследуемом интервале температур (650—750 К) оказались весьма близкими к единице и колебались в пределах 0,98—1,0.

Таким образом, проведенное определение некоторых электрохимических свойств фторнитрида лантана позволяет считать, что это соединение обладает высокой ионной проводимостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pezat M., Tanguy B., Vlasse M., Portier J., Hagenmüller P.— J. Solid State Chem., 1976, v. 18, p. 381.
2. Tanguy B., Pezat M., Portier J.— Mater. Res. Bull., 1971, v. 6, p. 57.
3. Чеботин В. Н., Перфильев М. В. Электрохимия твердых электролитов.— М., 1978.
4. Укше Е. А., Букуи Н. Г. Твердые электролиты.— М., 1977.
5. Основные свойства неорганических фторидов: Справочник / Под ред. Н. П. Галкина.— М., 1973.

Поступила в редакцию
30.11.83.

Кафедра физической химии

УДК 771.5+546.851

Г. А. БРАНИЦКИЙ, Т. М. ЛЕОНОВА

О ПРОЯВЛЕНИИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ФОТОСЛОЕВ НА ОСНОВЕ ИОДИДА СВИНЦА В МЕДНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЯВИТЕЛЯХ

Скрытое изображение, образующееся при действии УФ [1] или видимого [2] света, в фотослоях, содержащих в качестве светочувствительного вещества микрокристаллы йодида свинца, распределенные в связующем, может быть усилено путем обработки в растворах физических серебряных проявителей. Значительно более интересны возможности проявления скрытого изображения (СИ) на йодидно-свинцовых фотослоях в проявителях, не содержащих дефицитного серебра, например, в медных. В литературе такие данные отсутствуют. Имеются лишь сведения об осаждении меди из физических проявителей на тонкие слои, состоящие из пленки металла (Ag, Cu или Sn), на которую сконденсирована в вакууме пленка йодида свинца [3]. Наши опыты показали, что СИ в йодидно-свинцовых эмульсионных слоях не инициирует осаждение меди из медных физических проявителей, содержащих в качестве восстановителя формальдегид или борогидрид натрия. Визуализация СИ в эмульсионных фотослоях с образованием негативного изображения возможна лишь в растворах, в которых восстановителем служит аскорбиновая кислота [4]. Для получения медного изображения с хорошими фотографическими характеристиками следовало изменить состав и pH проявляющего раствора, поскольку оказалось, что проявление йодидно-свинцовых фотослоев начинается в нейтральном или слабощелочном растворе. Кроме того, обнаружено, что, если СИ проявить в серебряном физическом проявителе до небольших плотностей ($D < 0,1$), то на него уже затем осаждается медь из медного борогидридного проявителя. В связи с этим представлялось целесообразным изучить возможность проявления йодидно-свинцовых фотослоев в медноаскорбиновых проявителях, изменив соответствующим образом их состав, а также возможность получения изображений за счет последовательного проявления слоев в серебряном и медном (борогидридном) проявителе.

Для изучения осаждения меди использовались прозрачные фотослои (оптическая плотность не превышает 0,05), полученные поливом на стеклянные пластинки йодидно-свинцовой эмульсии (0,036 мл/см²), которая готовилась путем обменного взаимодействия ацетата свинца ($5 \cdot 10^{-3}$ М) с йодидом калия в присутствии полимерного связующего — поливинилового спирта и поверхностно-активного вещества ОП-7 (0,4—1,2 г/л) (несенсибилизированные слои). Для увеличения светочувствительности в состав слоев вводилась аскорбиновая кислота (0,04—0,8 г/л) (сенсибилизированные слои).

Экспонирование фотослоев проводилось через трафарет или ступенчатый клин лампами накаливания мощностью 100—300 Вт (освещенность 10^3 — 10^4 лк) в течение 30 с. Оптические плотности измерялись на денситометрах ЦДФЭУ и СР-25М.

Проявление СИ на йодидно-свинцовых фотослоях за счет осаждения меди из медноаскорбинового проявителя происходит уже в том случае, если в проявителе содержится только соль меди (CuSO_4), лиганд, обеспечивающий связывание ионов Cu^{2+} в растворимый комплекс (триэтанолламин) и восстановитель (аскорбиновая кислота). Однако использование в качестве восстанавливающего вещества в проявителе аскорбиновой кислоты оказалось малоэффективным, поскольку начавшееся в этом растворе проявление быстро прекращалось и достигаемые значения оптических плотностей не превышали 0,1.

Из галогеносеребряной фотографии известно, что восстановительные свойства аскорбиновой кислоты заметно улучшаются в присутствии фенидона [5]. Оказалось, что это же явление наблюдается и при проявлении СИ йодидно-свинцовых слоев, однако достигаемые фотографические характеристики оказываются низкими: максимальная оптическая плотность (D_{\max}) равна 0,6, светочувствительность ($S_{D_{v+0,2}}$) — $5,3 \cdot 10^{-6}$ лк $^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$, плотность вуали (D_v) — 0,3.

Введение в проявитель другого лиганда — сегнетовой соли, а также поверхностно-активного вещества ОП-7 и увеличение pH до 4—5 добавлением NaOH приводит к существенному повышению фотографических характеристик слоев: светочувствительность возрастает на порядок до $5,6 \cdot 10^{-5}$ лк $^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$, D_{\max} до 0,8—0,9, вуаль отсутствует.

Значительному возрастанию скорости восстановления меди и последующему ее осаждению на СИ фотослоя при проявлении способствует введение в проявитель хлорида калия и сульфата кадмия. При этом максимальные плотности проявленного изображения достигают 1,5—2,0.

Как видно из приведенных данных, сенситометрические характеристики фотослоев существенно зависят от состава проявителя, используемого для визуализации СИ. Наиболее высокие фотографические характеристики сенситивизированных фотослоев получаются при проявлении их в течение 25 мин при комнатной температуре в медноаскорбиновом проявителе [6], содержащем в своем составе (г/л): сульфат меди — 61,5; сегнетову соль — 7,7; триэтанолламин — 5,2; ОП-7 — 5,4; KCl — 0,9; $\text{CdSO}_4 \cdot 8/3\text{H}_2\text{O}$ — 5,7; NaOH — 3,7; аскорбиновую кислоту — 27,7 и фенидон — 0,5. При этом светочувствительность йодидно-свинцовых слоев достигает $1 \cdot 10^{-5}$ — $7 \cdot 10^{-5}$ лк $^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$; D_{\max} — 1,5—2,5, коэффициент контрастности 0,6—3,5, вуаль отсутствует. Фотографические характеристики несенситивизированных фотослоев несколько хуже: $S_{D_{v+0,2}} = 3,5 \cdot 10^{-6}$ лк $^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$, $D_{\max} = 2$, $\gamma = 1,6$, $D_v = 0$.

Если СИ на йодидно-свинцовом слое вначале проявить до небольшой оптической плотности (0,05—0,1), затем возможно дальнейшее усиление этого изображения за счет обработки в борогидридном проявителе. Для получения слабого серебряного изображения использовался метоловый физический проявитель (г/л): метол — 1,6; лимонная кислота — 12,7; AgNO_3 — 20. Далее фотослой обрабатывался 3—5 мин в фиксирующем растворе, содержащем (г/л): $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ — 110; $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ — 10; NH_4Cl — 10. Для осаждения меди на полученное изображение фотослой после промывания в проточной воде погружался в медный борогидридный проявитель, содержащий (г/л): CuSO_4 — 15,3; трилон Б — 38,7; NaOH — 14,8; NaNH_4 — 10 [7]. Осаждение меди из этого проявителя происходит на все те участки фотослоя, на которых серебряное изображение имеет плотность не ниже 0,05—0,08. Оптическая плотность полученного медного изображения зависит от продолжительности проявления и за 30—40 мин (время, в течение которого устойчив борогидридный проявитель) достигает величины, равной 4 и более. Интересно, что такие большие значения D имеют все участки клина, независимо от оптической плотности усиленного первичного изображения, лежащей в пределах 0,05—0,15.

Существенный прирост оптической плотности за счет осаждения меди на слабое серебряное изображение обеспечивает увеличение светочувствительности фотослоев в 1,5—2 раза: от $\sim 5 \cdot 10^{-5}$ лк $^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ для исходных слоев до $7,5 \cdot 10^{-5}$ — $1 \cdot 10^{-4}$ лк $^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ после осаждения меди.

Как следует из приведенных данных, серебряное изображение, полученное на йодидно-свинцовом слое после проявления в кислом (рН 2—2,5) серебряном физическом проявителе, обладает каталитической активностью в реакции осаждения меди. При этом получение качественного усиленного изображения в значительной мере зависит от фиксирующего раствора. Так, если фотослой после проявления в физическом серебряном проявителе обрабатывать в обычном кислом фиксаже, содержащем 20 % $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и 2 % $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$, то серебро, формирующее изображение, остается активным при последующем усилении за счет осаждения меди, но при этом значительно усиливается и плотность вуали (до 0,5—0,6). Использование же фиксирующего раствора с хлоридом аммония, состав которого приведен выше, не снижая каталитической активности частиц серебра, практически полностью устраняет вуалеобразование.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о возможности получения медного изображения с высокой оптической плотностью (до 2,5) на йодидно-свинцовых фотослоях путем их непосредственного проявления в медноаскорбиновом физическом проявителе. Однако светочувствительность слоев оказывается невысокой ($7 \cdot 10^{-5}$ лк $^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$).

Лучшие фотографические характеристики получаются при двухстадийном серебряно-медном проявлении (D_{max} 4 и выше, $S_{\text{ДВ}+0,2}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ лк $^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$). При этом особенно интересен тот факт, что серебро, формирующее слабое изображение на йодидно-свинцовом слое, характеризуется высокой каталитической активностью в последующей реакции осаждения меди в отличие от серебра, получаемого после проявления и фиксирования AgHal — фотоматериалов [7, 8]. Это дает основание полагать, что и для галогеносеребряных фотослоев могут быть подобраны составы обрабатывающих растворов, которые позволят осуществить непосредственное осаждение неблагородных металлов на серебряное изображение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Heuvel W. A., Vanhalst J. E., Brinckman E. M.—Англ. пат., № 1283038(1972).
2. Леонова Т. М., Браницкий Г. А.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1983, № 3, с. 73.
3. Браницкий Г. А., Рахманов С. К., Рагойша Г. А., Свиридов В. А.—Ж. научн. и прикл. fotogr. и кинематогр., 1977, т. 22, № 6, с. 457; Рахманов С. К., Хвалюк В. Н., Гаевская Т. В., Браницкий Г. А., Макута И. Д.—Ж. научн. и прикл. fotogr. и кинематогр., 1983, т. 28, № 5, с. 321.
4. Свиридов В. В., Ивановская М. И., Гаевская Т. В., Браницкий Г. А. А. с. 706815 (СССР). Медный физический проявитель.—Опубл. в БИ, 1979, № 48.
5. Миз К., Джеймс Т. Теория фотографического процесса.—Л., 1973, с. 308.
6. Леонова Т. М., Браницкий Г. А. А. с. 960716 (СССР). Способ получения изображения на светочувствительном материале на основе йодида свинца.—Опубл. в БИ, 1982, № 35.
7. Свиридов В. В., Сташонок В. Д., Капариха А. В., Рогач Л. П., Браницкий Г. А. А. с. 678458 (СССР). Способ усиления серебряных фотографических изображений.—Опубл. в БИ, 1979, № 29.
8. Сердюк Г. И., Сташонок В. Д., Шевченко Г. П., Свиридов В. В., Иванов В. О., Биктимиров Р. С., Калентьев В. К.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1982, № 2, с. 5.

ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ СТИРОЛА НА МОДИФИЦИРОВАННОМ
МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКОМ КАТАЛИЗАТОРЕ

Для повышения эффективности металлоорганических катализаторов полимеризации олефинов (этилена, пропилена) применяют модифицирование их добавками соединений магния. В меньшей мере на подобных модифицированных катализаторах исследована полимеризация стирола (Ст) [1—4], хотя в этом случае следует ожидать определенной специфики в связи со значительно меньшей активностью мономера в процессе координационной полимеризации. Ранее нами показана эффективность при стереоспецифической полимеризации Ст смешанных алкилалюминиймагниевого комплексов, используемых в качестве металлоорганической компоненты (МОК) катализатора как при восстановлении $TiCl_4$, так и при образовании активных центров (АЦ) полимеризации [1, 2, 4]. Указанные комплексные металлоорганические соединения получают в одностадийном синтезе [5], не требуют отдельного получения алюминий- и магнийорганических соединений и более активны в процессе восстановления $TiCl_4$ [6]. В присутствии таких систем стереоспецифичность катализатора при полимеризации Ст по сравнению с безмагниевыми системами повышается примерно в 6 раз. Следует отметить, что активность алкилалюминиймагниевого соединений в процессе восстановления $TiCl_4$ и полимеризации стирола является функцией состава комплекса $AlR_3 \cdot 1/nMgR_2$ [2]. В указанных работах полимеризация стирола проводилась в режиме, оптимальном для классической системы $TiCl_4 - AlEt_3$.

Учитывая специфику магнийсодержащих каталитических систем, представляло интерес исследовать полимеризацию стирола на катализаторе $TiCl_4 -$ алкилалюминиймагниевое соединение с целью определения оптимальных параметров данного процесса. В связи с этим изучено влияние таких факторов, как мольное отношение МОК/ Ti , температура, природа растворителя, добавка электронодонорного соединения при неизменном времени полимеризации.

Катализатор получали восстановлением $TiCl_4$ раствором эквимолекулярного комплекса $Al(C_7H_{15})_3 \cdot Mg(C_7H_{15})_2$, синтезированного по методике [5]. Отношение компонентов каталитической системы и температура взаимодействия изменялись, время 20 мин. Подготовка других используемых веществ и методика проведения полимеризации аналогичны, описанным в работе [7]. Порядок введения компонентов: $TiCl_4 - 1/2$ МОК — «старение» — $1/2$ МОК — (растворитель + мономер). Время полимеризации 4 ч. Изотактический полистирол (ИПС) отделяли от атактического (АПС) экстракцией последнего метилэтилкетонем. Средневязкостную молекулярную массу образцов полистирола рассчитывали по формуле $[\eta] = 2,8 \cdot 10^{-4} \cdot \bar{M}_v^{0,67}$ (толуол, 25 °С), справедливой, по данным работы [8], для сверхвысокомолекулярного полистирола.

В табл. 1, 2 и на рис. 1, 2 представлены экспериментальные результаты полимеризации стирола на исследуемой каталитической системе и некоторые характеристики полимера. В целях сравнения приведены ранее полученные данные на классическом двухкомпонентном катализаторе.

Из рис. 1 видно, что существует оптимальное соотношение между компонентами катализатора, соответствующее $МОК/Ti=2$, при котором проявляется наивысшая активность (кривая 1) и стереоспецифичность (кривая 2) системы. Известно, что для классических катализаторов при полимеризации Ст оптимально соотношение $Al/Ti=3$ [9]. Полученный результат является, очевидно, следствием повышенной активности алкилалюминиймагниевого комплекса в восстановлении $TiCl_4$. Избыточное количество МОК, конкурируя с молекулами мономера за вакантные места на

Таблица 1

Активность и стереоспецифичность катализатора $TiCl_4-Al(C_2H_5)_3 \cdot Mg(C_2H_5)_2$ в зависимости от условий полимеризации (ПМ) стирола^{а)}

Номер пп.	МОК/Ti, моль/моль	Конверсия, %	Степень кристалличес-ти, %	Выход ПС, г/г $TiCl_4$			$\bar{M}_v \cdot 10^{-5}$		Примечания
				общий	ИПС	АПС	ИПС	АПС	
1	3,0	13,1	52	—	—	—	5,6	0,1	Катализатор $TiCl_4-Al(C_2H_5)_3$
2	3,0	34,5	80	16,4	13,1	3,3	18,0	—	
3	2,5	37,6	80	17,8	13,8	3,4	—	—	
4	2,0	38,0	85	17,5	14,6	2,9	58,0	1,5	
5	1,5	34,2	60	16,2	9,7	6,5	—	—	
6	1,0	33,0	22	15,7	3,5	12,2	18,0	0,21	
7	1,0	53,0	0	25,0	—	25,0	—	0,05	Добавка фенолола; $\Phi/Ti = 0,5$
8 ^{б)}	3,0	13,8	0	—	—	—	—	0,08	Катализатор $TiCl_4-Al(C_6H_{13})_3 \cdot$ фенолол
9	2,0	28,0	84	13,0	10,9	2,1	59,0	0,44	ПМ в толуоле

а) $[TiCl_4] = 0,02$ моль/л; [стирол] = 1,7 моль/л; растворитель — н-октан; $T_{ПМ} = 70^\circ C$; время ПМ — 4 ч, «старения» катализатора — 20 мин при $20^\circ C$;

б) Данные работы [1].

Таблица 2

Полимеризация (ПМ) стирола на системе $TiCl_4-Al(C_2H_5)_3 \cdot Mg(C_2H_5)_2$ при различной температуре^(а)

Номер п/п	Температура, $^\circ C$		Конверсия, %	Степень кристалличности, %	Выход ПС, г/г $TiCl_4$		
	«старение»	ПМ			общий	ИПС	АПС
1	0	0	6,5	53	3,0	1,6	1,4
2	20	0	6,5	84	3,0	2,5	0,5
3	20	20	11,0	89	5,3	4,7	0,6
4	20	40	22,0	92	10,5	9,7	0,8
5	20	70	38,0	84	15,3	12,8	2,5
6	70	70	28,8	81	13,7	11,1	2,6
7	20	90	37,5	70	15,3	10,7	4,6

а) $[TiCl_4] = 0,02$ моль/л; МОК/Ti = 2; [стирол] = 1,7 моль/л; растворитель — н-октан; время ПМ — 4 ч, «старения» катализатора — 20 мин

каталитическом осадке, снижает выход изотактического полимера. Не исключено также протекание дальнейшего химического взаимодействия между компонентами катализатора, приводящее к более глубокому алкилированию титана и образованию нестереоспецифических АЦ. Характерно, что в условиях глубокого восстановления переходного металла наблюдается снижение активности даже нанесенных катализаторов полимеризации этилена, содержащих магний [10].

Введение в систему электронодонорного соединения (фенолола) не приводит к увеличению стереоспецифичности катализатора, как это имеет место в случае каталитической системы $TiCl_4-AlEt_3$ [7]. Напротив, система полностью теряет стереоспецифичность при одновременном увеличении общего выхода полимера (см. табл. 1, оп. 7). Такой же эф-

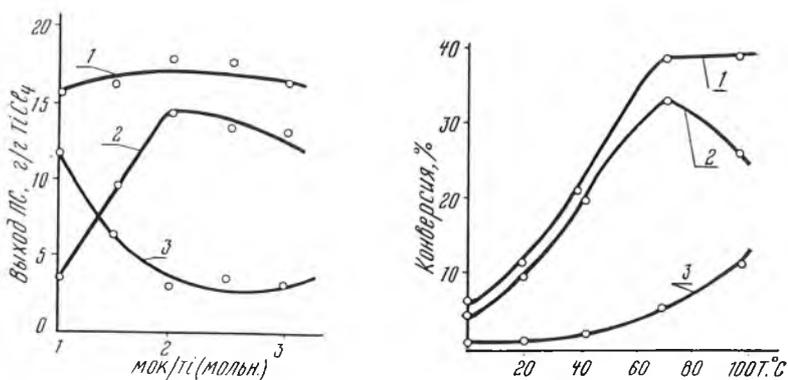


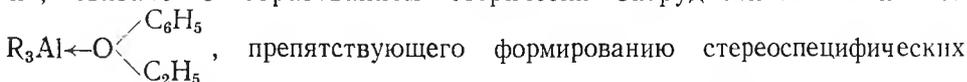
Рис. 1. Зависимость выхода полистирола от мольного отношения компонентов катализатора:

1 — общий выход; 2 — изотактический ПС; 3 — атактический ПС

Рис. 2. Влияние температуры полимеризации на активность и стереоспецифичность системы (температура формирования катализатора 20 °С):

1 — весь полимер; 2 — изотактический; 3 — атактический

фект наблюдался при модификации фенетолом и безмагниевого систем на основе высших алюминийтриалкилов (см. табл. 1, оп. 8), что, очевидно, связано с образованием стерически затрудненного комплекса



АЦ. Присутствие магнийалкила в катализаторе не меняет этой закономерности.

В ходе эксперимента установлено, что исследуемая полимеризационная система проявляет более высокую стереоспецифическую активность при использовании термодинамически «плохого» растворителя для ИПС. Замена н-октана на «хороший» растворитель — толуол привела к снижению конверсии и выхода ИПС (табл. 1, оп. 9). По-видимому, толуол и мономер как слабые донорные соединения конкурируют в процессе координации на электронодефицитном атоме Ti в АЦ. Аналогичный эффект при полимеризации изопрена на модифицированном катализаторе Циглера описан в [11].

Анализ результатов исследования температурного режима изучаемого процесса показал, что наиболее благоприятной температурой формирования АЦ является 20 °С (см. табл. 2). Зависимость стереоспецифичности системы от температуры полимеризации (см. рис. 2, кривая 2) описывается кривой с максимумом при 70 °С. Общая же конверсия возрастает в интервале от 0 до 70 °С и при дальнейшем увеличении температуры не изменяется (см. рис. 2, кривая 1). Данный результат объясним с позиций существующих представлений о природе АЦ как хлорной вакансии в координационной сфере алкилированного TiCl₃ при обязательном условии, что рядом с нею находится хемосорбированное алюминийорганическое соединение [12]. При температуре выше 70 °С происходит или десорбция последнего, или дальнейшее алкилирование Ti (III) с возникновением дополнительной Ti — R-связи. В обоих случаях стереоспецифический центр исчезает, что приводит к увеличению выхода атактического полимера.

Следует отметить чрезвычайно высокие значения молекулярной массы образующегося ИПС. При этом часть его (до 10 %) представляет собой сверхвысокомолекулярную фракцию, не растворяющуюся в толуоле даже при длительном кипячении (4—6 ч). Последнее характерно для полимеризации стирола в присутствии соединений магния [2, 3] и обусловлено стабильностью стереоспецифических АЦ, а также невозможностью протекания реакций передачи цепи на алюминийалкил, комплексно-связанный с магнийорганическим соединением. В классических циглеровских

системах такие реакции являются основной причиной ограничения роста цепи.

Таким образом, найдены некоторые особенности и параметры процесса стереоспецифической полимеризации стирола в присутствии каталитической системы $TiCl_4 - AlMg(C_7H_{15})_5$.

Наличие магниевой компоненты в металлоорганическом соединении приводит к снижению оптимального мольного отношения MOK/Ti .

Использование высших алкильных производных обуславливает специфику влияния добавок электронодонорных соединений, которые в этом случае снижают (толуол) или уничтожают совсем (фенетол) стереоспецифичность катализатора как в безмагниевого системах, так и в присутствии MgR_2 .

Оптимальная температура формирования катализатора и полимеризации стирола для изученной каталитической системы та же, что и для модельной ($TiCl_4 - AlEt_3$), соответственно, 20 и 70 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова А. М., Гапоник Л. В., Мардыкин В. П.— В сб.: Комплексные металлоорганические катализаторы полимеризации олефинов. Сб. VIII. Черноголовка, 1980, с. 83.
2. Мардыкин В. П., Антипова А. М., Гапоник Л. В.— Высокомолекулярное соед., 1981, т. Б23, № 1, с. 52.
3. Баулин А. А., Сидорова И. П.— Высокомолекулярное соед., 1982, т. Б24, № 10, с. 781.
4. Антипова А. М., Гапоник Л. В., Свиридов С. В., Мардыкин В. П.— Высокомолекулярное соед., 1983, т. Б25, № 3, с. 170.
5. Гапоник Л. В., Мардыкин В. П., Гапоник П. Н. Способ получения алкилалюминиймагниевого соединений. А. с. 691455 (СССР).— Оpubл. в БИ, 1979, № 38, с. 78.
6. Мардыкин В. П., Антипова А. М., Гапоник Л. В., Листратова Г. В.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1978, № 2, с. 14.
7. Мардыкин В. П., Антипова А. М.— Высокомолекулярное соед., 1969, т. А11, № 7, с. 1600.
8. Chrastova V., Mikulasova D.— Zb. pr. chemickotechnol. fak. SVST, 1977—1978. Bratislava, 1981, 177; РЖХим, 1982, 12С53.
9. Kern R., Hurst H., Richard W.— J. Polymer. Sci., 1960, v. 45, p. 195.
10. Баулин А. А.— Высокомолекулярное соед., 1981, т. Б23, № 10, с. 723.
11. Фролова В. В., Эстрин А. С., Андрианова Л. Г., Фурсенко А. В., Грегановский В. А.— Промышленность синтетического каучука, 1982, № 11, с. 7.
12. Rodriguez L., Van Looy.— J. Polymer. Sci., 1967, v. A4, p. 1971.

Поступила в редакцию
30.02.83.

Кафедра высокомолекулярных соединений, ИИИ ФХП

УДК 547.576

Е. П. ПЕТРЯЕВ, В. Д. МАЙБОРОДА, Н. И. КОВАЛЕНКО

ОКИСЛЕНИЕ 1,2-ПРОПАНДИОЛА И АЦЕТОНА В ПРИСУТСТВИИ ХЛОРИДА МЕДИ И ПЕРЕКИСИ ВОДОРОДА

Проведенные исследования по взаимодействию перекиси водорода с диолами в присутствии ионов Fe^{2+} показали возможность образования продуктов окисления с выходами $\sim 10\%$ [1]. В этом случае окисление идет по свободнорадикальному механизму.

Ранее нами показано, что Cu^{+2} эффективно окисляет радикалы α -диола с образованием соответствующих оксикарбонильных соединений [2]. Кроме того, в работе [3] отмечено, что система $H_2O_2 - Cu^{+2}$ может служить источником ОН-радикалов.

Обобщая результаты этих работ, можно предположить, что система $H_2O_2 - Cu^{+2}$ также является эффективным окислительным реагентом для α -диола.

Следует отметить, что радикалы 1,2-пропандиола дегидратируют, при этом одним из продуктов является ацетон [4], поэтому целью данной

работы является определение возможности применения системы $\text{Cu}^{2+} - \text{H}_2\text{O}_2$ для препаративного окисления 1,2-пропандиола и ацетона, а также отыскание оптимальных условий проведения процесса.

Следует подчеркнуть, что в литературе отмечается весьма сложный характер каталитического разложения перекиси водорода ионами Cu^{+2} [3]. Кроме того, отсутствует значительное число констант скоростей химических реакций для предлагаемого [3] механизма. Все это заставило нас отказаться от исследования окисления в рамках детерминированного математического моделирования и использовать в экспериментах методы многофакторного планирования эксперимента [5], позволяющие определять оптимальные условия процесса без установления его механизма.

При окислении ионами меди радикалов пропандиола-1,2 образуются оксиацетон и α -оксипропионовый альдегид [2], поэтому в качестве функции цели использовали их суммарный выход в м/л.

Эксперимент первого порядка по факторам при использовании ортогонального плана проведен в следующих условиях: $[\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}] - (\text{ПД}) - X_1 (2-4)$, $\Delta X_1 = 1$; $[\text{H}_2\text{O}_2] - X_2 (0,5-2,5)$, $\Delta X_2 = 1$; $[\text{CuCl}_2] - X_3 (0,1-0,3)$, $\Delta X_3 = 0,1$. Все концентрации имеют размерность м/л. Результаты проведенных экспериментов приведены в табл. 1. При их обработке получено следующее уравнение, описывающее эксперимент:

$$\bar{Y} = 0,424 + 0,0024 \cdot X_1 + 0,193 \cdot X_2 - 6,1 \cdot 10^{-3} \cdot X_3 + 0,026 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,022 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,023 \cdot X_2 \cdot X_3. \quad (1)$$

Таблица 1

Результаты полного факторного эксперимента * первого порядка при окислении 1,2-пропандиола

Номер эксперимента	1	2	3	4	5	6	7	8
\bar{Y}	0,7	0,57	0,19	0,22	0,59	0,61	0,23	0,29
\hat{Y}	0,697	0,6	0,21	0,22	0,594	0,58	0,20	0,294

* Здесь и далее номера экспериментов совпадают с планами соответствующих факторных экспериментов (табл. 5.16) работы [5]; \bar{Y} — экспериментальные средние значения, \hat{Y} — расчетные.

Проверка коэффициентов на значимость для 95 % уровня вероятности при числе экспериментов $\varphi_2 = 8$ показала малый вклад $[\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}]$ и Cu^{+2} . Вследствие статистической незначимости некоторых коэффициентов $|a_{i_{кр}}| = 0,015$ уравнение (1) в координатах концентраций принимает вид:

$$\bar{Y} = 0,453 + 0,069[\text{H}_2\text{O}_2] - 0,063[\text{ПД}] + 1,005[\text{CuCl}_2] + 0,026[\text{ПД}][\text{H}_2\text{O}_2] + 0,22[\text{ПД}][\text{CuCl}_2] + 0,23[\text{H}_2\text{O}_2][\text{CuCl}_2], \quad (2)$$

где $[C_i]$ — концентрация i -го продукта. Оптимизация по уравнению (2) в рамках метода Бокса — Уилсона проведена при изменении $[\text{H}_2\text{O}_2]$ для $[\text{ПД}] = 3$ и $[\text{CuCl}_2] = 0,2$ м/л. Результаты оптимизации представлены в табл. 2. Поскольку за $[\text{H}_2\text{O}_2] = 4,5$ м/л экспериментальные данные стали значительно отклоняться от расчетных значений в соответствии с уравнением (2), в этой точке был поставлен эксперимент второго порядка в области $X_1 = 1-5$, $\Delta X_1 = 2$; $X_2 = 3,5-5,5$, $\Delta X_2 = 1$; $X_3 = 0,1-0,3$, $\Delta X_3 = 0,1$. Эксперимент осуществлен в соответствии с ортогональным композиционным планом [5].

Результаты оптимизации. Y — рассчитаны по уравнению (2)

H_2O_2 , м/л	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
X_2	1,5	2	2,5	3,0	3,5	4,0
Y	0,71	0,81	0,91	1,0	1,1	1,2
\bar{Y}	0,64	0,68	0,75	0,85	0,85	0,85

В результате обработки экспериментальных данных (табл. 3) получено следующее адекватно описывающее эксперимент уравнение:

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 0,927 + 0,168 \cdot X_1 + 0,071 \cdot X_2 + 0,008 \cdot X_3 - 0,193 \cdot X_1^2 + \\ & + 0,069 \cdot X_2^2 - 0,067 \cdot X_3^2 + 0,04 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,035 \cdot X_1 \cdot X_3 - \\ & - 0,0125 \cdot X_2 \cdot X_3. \end{aligned} \quad (3)$$

Таблица 3

Результаты полного факторного эксперимента второго порядка при окислении 1,2-пропандиола

Номер эксперимента	1	2	3	4	5	6	7	8
\bar{Y}	0,94	0,65	0,74	0,55	1,08	0,59	0,77	0,50
Y	0,96	0,58	0,82	0,59	1,05	0,61	0,76	0,48

Продолжение табл. 3

Номер эксперимента	9	10	11	12	13	14	15
\bar{Y}	0,91	0,42	1,08	1,02	0,91	0,79	0,87
Y	0,85	0,44	1,11	0,94	0,84	0,82	0,93

Для 95 % уровня значимость $|a_{0кр}| = 0,07$, $|a_{iкр}| = 0,080$, $|a_{iikр}| = 0,128$, $|a_{ijкр}| = 0,094$ и поэтому уравнение (3) в координатах концентраций приобретает вид:

$$\hat{Y} = 0,239 + 0,375[\text{ПД}] - 0,048[\text{ПД}]^2. \quad (4)$$

Производная первого порядка от этого уравнения позволяет найти оптимальные условия проведения процесса: $X_1 = 0,435$, $X_2 = 0$, $X_3 = 0$, что соответствует 3,87 м/л $[\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}]$, 4,5 м/л $[\text{H}_2\text{O}_2]$ и 0,2 м/л $[\text{CuCl}_2]$. Эксперимент, проведенный в этих условиях, дает оптимальный выход целевого продукта ~26 % переработки исходного диола. При этом обнаружена высокая селективность процесса (98 % от суммы продуктов составляет α -оксипропионовый альдегид).

Для второй системы проведенные эксперименты по определению зависимости выхода продукта окисления (табл. 4) от концентрации (м/л) ацетона (Ац), H_2O_2 , CuCl_2 в интервале соответственно 0,75—2,25, 1,5—2,5, 0,05—0,15 показали следующую зависимость от этих параметров:

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 0,341 - 0,103[\text{Ац}] - 0,089[\text{H}_2\text{O}_2] - 2,46[\text{CuCl}_2] + \\ & + 0,0693[\text{Ац}][\text{H}_2\text{O}_2] + 0,587[\text{Ац}][\text{CuCl}_2] + 0,880[\text{H}_2\text{O}_2][\text{CuCl}_2]. \end{aligned} \quad (5)$$

Результаты полного факторного эксперимента
первого порядка при окислении ацетона

Номер эксперимента	1	2	3	4	5	6	7	8
\bar{Y}	0,515	0,235	0,275	0,185	0,245	0,14	0,18	0,09
\hat{Y}	0,516	0,234	0,274	0,184	0,246	0,14	0,18	0,09

Уравнение адекватно описывает экспериментальные данные. Определены оптимальные условия окисления согласно этому уравнению, а в дальнейшем по уравнению второго порядка в интервале концентраций 2,75—4,75; 1,5—4,5; 0,15—0,35 для ацетона, H_2O_2 и $CuCl_2$ (табл. 5):

$$Y = 1,364 - 0,541[A_{ц}] + 0,178[H_2O_2] - 0,08[CuCl_2] + 0,088[A_{ц}]^2 + 0,015[H_2O_2]^2 + 3,1[CuCl_2]^2 - 0,0193[A_{ц}][H_2O_2] - 0,360[H_2O_2][CuCl_2] - 0,240[A_{ц}][CuCl_2]$$

показали, что максимальное 30 %-ное окисление ацетона в α -оксипропионовый альдегид происходит при $[A_{ц}] = 3$ м/л, $[H_2O_2] = 4,5$ м/л и $[CuCl_2] = 0,15$ м/л.

Таблица 5

Результаты полного факторного эксперимента
второго порядка при окислении ацетона

Номер эксперимента	1	2	3	4	5	6	7	8
\bar{Y}	0,72	0,89	0,52	0,57	0,99	0,94	0,69	0,53
\hat{Y}	0,73	0,90	0,52	0,57	0,99	0,94	0,68	0,52

Продолжение табл. 5

Номер эксперимента	9	10	11	12	13	14	15
\bar{Y}	0,77	0,75	0,89	0,47	0,54	0,63	0,67
\hat{Y}	0,77	0,77	0,88	0,49	0,53	0,64	0,65

Следует отметить, что при применении системы $H_2O_2 - Fe^{2+}$ для окисления ацетона α -оксипропионовый альдегид не образуется. Продуктом в этом случае является нерастворимая в воде диперекись ацетона, которая взрывоопасна.

Таким образом, используя метод многофакторного планирования, изучено окисление 1,2-пропандиола и ацетона в широком интервале концентраций $CuCl_2$, H_2O_2 и субстрата. По результатам экспериментов найдены оптимальные условия протекания этих процессов. Выведены уравнения, адекватно описывающие процесс и позволяющие рассчитать концентрации целевого продукта в исследованном интервале концентраций исходных веществ.

Экспериментальная часть

В пробирки помещали определенное количество $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ марки «чда», растворяли в водном растворе органического субстрата и при охлаждении ($t \approx 12^\circ C$) добавляли необходимое количество перекиси водорода с концентрацией $\sim 30\%$. Общий объем раствора в результате всегда был постоянным и составлял 5 и 10 мл для 1,2-пропандиола и ацетона соответственно. Охлаждение необходимо, так как в начальный пе-

риод реакция каталитического разложения перекиси водорода протекает со значительным выделением тепла и возможно закипание, а иногда и выброс раствора. Анализ продуктов в этих системах проводился после полного разложения перекиси водорода (10—24 ч).

Определение оксиацетона и α -оксипропионового альдегида проводили на хроматографе ЛХМ-72 с пламенно-ионизационным детектором, колонка $0,4 \times 100$ см, заполненная Хромосорбом NAB с 15 % Reoplex — 400, температура анализа 110°C , газ носитель — азот (50 мл/мин), температура испарителя 135°C .

ЛИТЕРАТУРА

1. Fenton H. J. H., Jacson H. J.— J. Chem. Soc., 1899, v. 75, p. 1.
2. Петряев Е. П., Шадыро О. И., Коваленко Н. И.— Химия высоких энергий, 1982, т. 16, с. 520.
3. Сычев А. Я. Окислительно-восстановительный катализ комплексами металлов.— Кишинев, 1976.
4. Петряев Е. П., Васильев Г. Н., Павлов А. В., Шадыро О. И.— Ж. орг. химии, 1982, т. 18, № 1, с. 225.
5. Хартман К., Лецкий Э., Шефер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов.— М., 1977.

Поступила в редакцию
05.07.82.

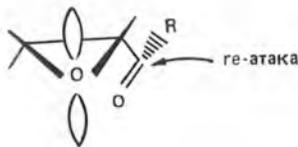
III физико-химических проблем

УДК 547.422+547.717

А. М. ЗВОНКО, Н. М. КУЗЬМЕНКО,
И. Г. ТИЩЕНКО, Л. С. СТАНИШЕВСКИЙ

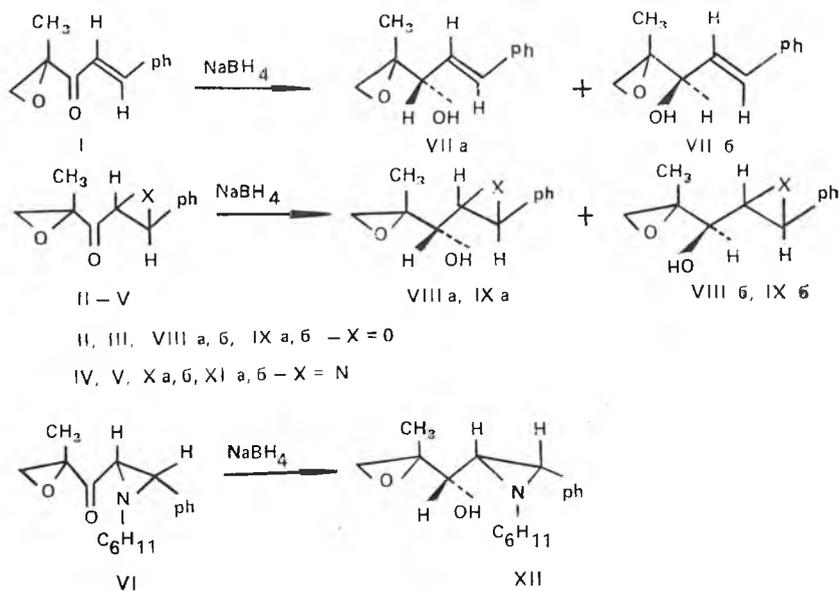
ВОССТАНОВЛЕНИЕ СТИРИЛЭПОКСИ-, ДИЭПОКСИ- И АЗИРИДИНИЛЭПОКСИКЕТОНОВ БОРГИДРИДОМ НАТРИЯ

Известен ряд примеров стереоселективного восстановления эпокси-кетонов, ненасыщенных эпокси-кетонов и диэпокси-кетонов боргидридом натрия [1—3]. Во всех описанных примерах асимметрический атом углерода, соседний с карбонильным центром, подвергающимся восстановлению, контролирует подход восстановителя. Высокая селективность боргидридного восстановления эпокси-кетонов, не содержащих заместителя у α -углеродного атома эпоксицикла, объясняется с помощью циклической модели, в которой предполагается образование хелатной связи между металлом и находящимися в цис-положении кислородами карбонильной группы и оксиранового цикла. Атака гидрид-иона со стерически менее затрудненной ге-диастереотопной стороны приводит к преимущественному образованию диастереомеров с R^*R^* относительной конфигурацией центров хиральности [2].



Приложение этой модели к восстановлению β -арилакрилоилоксирана 1 [4] и диастереомерных α , β , α' , β' -диэпокси-кетонов II, III [5] позволяет объяснить соотношение эпокси- и диэпокси-карбинолов, образующихся в ходе реакции, и подтвердить стереохимию соединений II, III. С целью выяснения влияния азиридинового цикла на соотношение диастереомерных спиртов изучено также восстановление транс-IV, V и цис-азириди-нилэпокси-кетонов VI [6].

Оказалось, что восстановление β -арилакрилоилоксирана 1 боргидридом натрия в метаноле приводит к смеси двух ненасыщенных эпокси-спиртов VII а, б в соотношении а: б — 1,3 : 1. Конфигурация диастереомерным спиртам VII а и VII б приписана на основании результатов работ [1—3], а также соотношения (1,2 : 1) диастереомерных карбинолов, полученных при восстановлении 2-ацетил-2-метилоксирана [2].



Боргидридное восстановление эпоксикетон ов II, III также дает смесь спиртов VIII a, б и IX a, б в соотношении а : б — 2,5 : 1 и 1 : 1,3, соответственно. Отнесение конфигураций диастереомерных диэпоксиспиртов произведено на основании сравнения химических сдвигов видинальных и геминальных протонов оксирановых циклов в соединениях VIII a, б, IX a, б, а также положения сигналов метинного и гидроксильного протонов в соединениях VII a, б — IX a, б (табл. 1). Соотношение образующихся спиртов определялось по спектрам ПМР реакционных смесей.

Более высокая селективность восстановления кетона II по сравнению с моноэпоксикетон ом I связана, по-видимому, с участием в образовании хелата фенилзамещенного эпоксицикла, что возможно в случае диэпок-

Таблица 1

Параметры спектров ПМР синтезированных спиртов VII a, б — XII

Соединение	Растворитель	Химические сдвиги, бм. д., КССВ, J Гц
VII a	CCl_4	1,18 _с (3H); 2,33 _д , 2,64 _д (2H, J 5,0); 3,14 _с (H); 4,00 _м (H); 5,94 _{кв} , 6,45 _д (2H, J 16,0, J 4,0); 7,00 _м (5H)
VII б	CCl_4	1,18 _с (3H); 2,38 _д , 2,69 _д (2H, J 5,0); 3,52 _с (H) 3,80 _м (H); 6,00 _{кв} , 6,45 _д (2H, J 16,0, J 4,0); 7,03 _м (5H)
VIII a	бензол	1,14 _с (3H); 2,10 _д , 2,42 _д (2H, J 5,0); 3,30 _м (2H); 2,84 _{кв} , 3,81 _д (2H, J 2,0)
VIII б	бензол	1,05 _с (3H); 2,10 _д , 2,55 _д (2H, J 5,0); 3,30 _м (2H); 2,84 _{кв} , 3,65 _д (2H, J 2,0)
IX a	бензол	1,22 _с (3H); 2,22 _д , 2,58 _д (2H, J 5,0); 2,94 _{кв} , 3,85 _д (2H, J 4,0, J 1,5); 3,40 _м (2H)
IX б	бензол	1,16 _с (3H); 2,14 _д , 2,64 _д (2H, J 5,0); 2,96 _{кв} , 3,72 _д (2H, J 4,0, J 1,5); 3,18 _д , 3,40 _{кв} (2H, J 8,0, J 4,0)
X a	бензол	0,80—1,20 _м (11H); 1,22 _с (3H); 2,15 _д , 2,35 _д (2H, J 5,0); 3,12 _м (2H); 2,80 _м , 3,35 _д (2H, J 2,3)
X б	бензол	0,80—1,20 _м (11H); 1,20 _с (3H); 2,15 _д , 2,40 _д (2H, J 5,0); 3,12 _м (2H); 2,78 _м , 3,28 _д (2H, J 2,3)
XI a	бензол	0,90—1,30 _м (11H); 1,30 _с (3H); 2,08 _д , 2,61 _д (2H, J 5,0); 2,30 _д , 2,96 _д (2H, J 8,0); 2,55 _м (H); 2,84 _м (H)
XI б	бензол	0,90—1,30 _м (11H); 0,98 _с (3H); 2,08 _д , 2,50 _д (2H, J 5,0); 2,34 _м (H); 2,30 _д , 2,96 _д (2H, J 8,0); 2,84 _м (H)
XII	бензол	0,90—1,25 _м (11H); 1,20 _с (3H); 1,85 _с (H); 2,13 _д , 2,55 _д (2H, J 5,0); 2,23 _м (H); 2,27 _д , 2,92 _д (2H, J 8,0)

сикетона с (S^*S^*) относительной конфигурацией центров хиральности фенолзамещенного эпоксидного кольца по отношению к R^* конфигурации углерода алифатического эпоксицикла. Напротив, в диастереомере III с R^* (R^*R^*) конфигурацией хиральных центров ориентирующее влияние двух эпоксидных колец при атаке реагента противоположно, в результате чего наблюдается незначительное преобладание диэпоксикарбинола IX б.

Следует отметить, что выводы о стереохимии диэпоксикетонов II и III, сделанные на основании соотношения диастереомерных спиртов, образующихся при боргидридном восстановлении, согласуются с конфигурацией диэпоксикетонов, приписанной на основе изучения продуктов кислотного гидролиза этих соединений [5].

При изучении восстановления азиридилилэпоксикетонов боргидридом натрия оказалось, что стереоселективность этой реакции различна для цис- и транс-изомеров. В случае транс-азиридилилэпоксикетонов IV и V, отличающихся конфигурацией центра хиральности эпоксицикла, соотношение диастереомерных спиртов X а, б и XI а, б близко (1,2 : 1, 1,5 : 1), в то время как в реакции цис-азиридилилэпоксикетона VI выделен один спирт XII. Высокую селективность восстановления цис-изомера VI можно, вероятно, также связать с участием в комплексообразовании гетероатомов обоих циклов, что стерически затруднено в случае транс-изомеров IV, V.

В целом восстановление соединений I—VI боргидридом натрия приводит к смеси диастереомерных спиртов, соотношение которых зависит от относительной конфигурации центров хиральности в исходных кетонах.

Экспериментальная часть

Спектры ПМР 10 %-ных растворов соединений в CCl_4 или бензоле записаны на спектрометре Varian HA-100 Д-15, внутренний эталон — ГМДС. ИК спектры растворов веществ в CCl_4 сняты на спектрофотометре «Spesord 75-IR». Физико-химические характеристики полученных соединений приведены в табл. 2.

Таблица 2
Физико-химические характеристики синтезированных спиртов VII а, б—XII

Соединение	Выход, %	$t_{пл}$, °C	Найдено, %		Формула	Вычислено, %	
			С	Н		С	Н
VII а, б	95	в смеси масло	75,69	7,38	$C_{12}H_{14}O_2$	75,75	7,43
VIII а	98	68—69	75,00	7,33	$C_{12}H_{14}O_3$	75,02	7,36
VIII б		в смеси масло	74,86	7,28			
IX а	98	в смеси масло	74,99	7,25	$C_{12}H_{14}O_3$	75,02	7,36
IX б		70—73	74,96	7,35			
X а	95	в смеси 138—143	75,07	8,71	$C_{18}H_{25}NO_2$	75,21	8,78
X б		143—145	75,14	8,66			
XI а, б	100	в смеси масло	75,16	8,72	$C_{18}H_{25}NO_2$	75,21	8,78
XII	100	55—57	75,14	8,66	$C_{18}H_{25}NO_2$	75,21	8,78

3-Гидрокси-2-метил-5-фенил-1,2-эпокси-пентен-4 (VII а, б); 3-гидрокси-2-метил-5-фенил-1, 2, 4, 5-диэпокси-пентаны (VIII а, б, IX а, б); транс- и цис-2-(2-гидрокси-2-метил-2,3-эпокси-пропил)-3-фенил-1-циклогексил-азиридины (X а, б, XI а, б, XII). 0,02 Моля соединения I—VI растворяют в 50 мл метанола и прибавляют 0,38 г (0,01 моль) боргидрида натрия в 20 мл метанола. Через 30 мин избыток боргидрида натрия разлагают

разбавленным раствором соляной кислоты, метанол упаривают на пленочном испарителе, остаток разбавляют водой и экстрагируют эфиром. Эфирный раствор сушат сульфатом натрия и растворитель упаривают. Спирты VIII а и IX б кристаллизуют из смеси эфир-гексан 1 : 2, а соединения X а, б и XII из бензола.

В ИК спектрах соединений VII а, б-XII отсутствуют полосы валентных колебаний группы $C=O$, а полосы валентных колебаний группы OH наблюдаются в области $3500-3610\text{ см}^{-1}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chautemps P., Piègre J.-L.— Bull. Soc. chim. Fr., 1974, N 12, p. 2899.
2. Piègre J.-L., Chautemps P.— Tetrahedron Lett., 1972, N 42, p. 4371.
3. Chautemps P.— C. r. Acad. Sci., 1977, C 284, N 9, p. 807.
4. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Гузиков А. Я.— ЖОрХ, 1970, т. 6, с. 1565.
5. Звонок А. М., Кузьменок Н. М., Тищенко И. Г., Станишевский Л. С.— ХГС, 1983, с. 17.
6. Звонок А. М., Кузьменок Н. М., Станишевский Л. С.— Тез. докл. II Всесоюз. конф. по химии азотсодержащих гетероциклов. Рига, 1979, с. 61.

Поступила в редакцию
12.04.83.

НИИ ФХП



УДК 576.312+576.852

Е. И. МОРОЗОВ, М. С. МОРОЗИК, О. С. ГОРБАЧЕВА

ДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА АДСОРБЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ ФАГОВ

Облучение лазерным светом низкой интенсивности с длиной волны в диапазоне 300—650 нм вызывает стимуляцию дыхания, синтеза белка, увеличение скорости деления у таких различных в систематическом отношении микроорганизмов, как *B. Subtilis*, *Pseudomonas* и др. [1]. Имеются данные о снижении индукции фага λ под действием лазерного излучения [2]. Под действием лазерного света у вирусов могут быть нарушены белковые структуры капсида, хотя ДНК в ряде случаев сохраняет нативную структуру [3].

Продолжая исследования биологического действия лазерного излучения на фаги, мы изучили изменение адсорбционной способности фагов Q β и λ на бактериальной клетке в ответ на облучение.

Материал и методика

В экспериментах использованы штаммы *E. coli* Hfr H, фаги Q β и λ . Облучение проводили в среде следующего состава: Na₂HPO₄ — 7 г; KH₂PO₄·3H₂O — 4,2 г; NaCl — 4 г; MgSO₄·7H₂O — 0,2 г; вода дист. — 1000 мл; рН 7,0 [4]. Подготовка культур к опыту и выделение фагов осуществляли по общепринятым методикам. Долю адсорбировавшихся фагов подсчитывали по числу фаговых частиц, не адсорбировавшихся за определенный период в смеси фаг — бактерия, после фильтрации на мембранном фильтре с размером пор 0,22 мкм. Титр неадсорбировавшегося фага определяли подсчетом стерильных пятен при посеве на двуслойном агаре по обычной методике [5]. Культуры облучали в трех вариантах: облучение фага до смешивания с чувствительной культурой; облучение чувствительной культуры до смешивания с фагом; облучение смеси фаг — бактерия. Множественность заражения поддерживалась в пределах 6—7 частиц на клетку. Температура при облучении и в момент адсорбции поддерживалась в пределах 20—21 °С. В качестве источника лазерного излучения использовали лазер ЛГ-78 с длиной волны 0,63 мкм. Облучение производили в дозе 3, 6 и 9 Дж/см² [6].

Результаты и их обсуждение

Предварительные эксперименты по определению выживаемости бактериальной культуры и фагов под действием данной мощности излучения показали отсутствие летального эффекта.

Результаты экспериментов по определению влияния лазерного излучения на способность фагов адсорбироваться на бактериальной клетке после облучения фаговых частиц представлены в табл. 1. Облучение

Таблица 1

Влияние лазерного излучения на адсорбционную способность фага (облучение фаговых частиц)

Доза облучения, Дж/см ²	Доля адсорбированных частиц			
	фаг Qβ		фаг λ	
	длительность адсорбции		длительность адсорбции	
	1 мин	2 мин	1 мин	2 мин
Контроль	0,08	0,40	0,16	0,48
3	0,99	0,99	0,82	0,94
6	0,99	0,99	0,80	0,94
9	0,99	0,99	0,74	0,96

Достоверно при уровне значимости 0,01.

обоих фагов до смешивания с чувствительной культурой приводит к резкому увеличению их адсорбционной способности. При длительности адсорбции (до фильтрации) в 1 мин в контроле (фаг Qβ) наблюдается 8 % адсорбции, в то время как после облучения адсорбция достигает 98 % независимо от дозы облучения. Статистическая обработка результатов показала достоверность разницы между контролем и опытом при уровне значимости 0,01. Отмеченный эффект активации адсорбции носит временный характер: при 30 мин задержки смешивания облученных фаговых частиц и бактериальных клеток процент адсорбции резко падает и становится равным контрольному уровню. Из сказанного можно сделать предположение о вероятной эффективности лишь первых мгновений облучения, активирующих фаг, после чего облученная частица не реагирует на излучение и лишь теряет индуцированную активность.

Таблица 2

Влияние лазерного излучения на способность бактериальных клеток адсорбировать бактериофаг (облучение бактериальных клеток)

Доза облучения, Дж/см ²	Доля адсорбированных частиц	
	фаг Qβ	фаг λ
Контроль	0,40	0,48
3	0,24	0,29
6	0,19	0,30
9	0,19	0,30

Время адсорбции 2 мин. Достоверно при уровне значимости 0,01.

Таблица 3

Влияние лазерного облучения на адсорбцию фага (облучение смеси фаг — бактерия)

Доза облучения, Дж/см ²	Доля адсорбированных частиц	
	фаг Qβ	фаг λ
0,6	0,15	0,36
контроль	0,10	0,22
1,2	0,39	0,74
контроль	0,24	0,47

Время облучения при дозе 0,6 Дж/см² 1 мин, при дозе 1,2 Дж/см² — 2 мин. Достоверно при уровне значимости 0,01.

При определении влияния лазерного излучения на адсорбцию фага представляет интерес выяснение той роли, которую играет в этом процессе другой компонент — бактериальная клетка. Несмотря на определенную мягкость действия лазерного излучения на клетку (отсутствие летального эффекта), облученные клетки адсорбировали значительно меньше фаговых частиц, чем необлученные (табл. 2).

В облученной смеси фаг — бактерия наблюдается повышение процента адсорбции фага (табл. 3). Очевидно, это связано с активацией адсорбционной способности самих фаговых частиц, что можно предположить из результатов предыдущих опытов.

Выводы

1. Лазерное излучение с длиной волны 0,63 мкм при воздействии на фаговые частицы активирует их адсорбционную способность.
2. Облучение бактериальных клеток снижает их способность адсорбировать фаговые частицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рубин Л. Б., Фрайкин Г. Я.— В сб.: Проблемы фотоэнергетики растений. Кишинев, 1974, с. 129.
2. Морозов Е. И. и др.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. хим., биол., геогр., 1981, № 3, с. 62.
3. Маныкин А. А. и др.— В сб.: Применение методов и средств лазерной техники в биологии и медицине.— Киев, 1981, с. 164.
4. Миллер Д. Ж. Эксперименты в молекулярной генетике.— М., 1976.
5. Адамс М. Бактериофаги.— М., 1961.
6. Газовые лазеры в экспериментальной и клинической онкологии / Под ред. С. Д. Плетнева.— М., 1978.

Поступила в редакцию
11.10.82.

Кафедра генетики

УДК 581.132

Л. В. КАХНОВИЧ, Н. А. ПРОХОРЕНКО

ПИГМЕНТНЫЙ ФОНД И СОСТОЯНИЕ АССИМИЛЯЦИОННЫХ ТКАНЕЙ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Формирование биологического и хозяйственного урожая растений определяется многими физиологическими процессами, в том числе функциональной активностью фотосинтетического аппарата и его структурой на различных уровнях организации [1, 2]. У многих сельскохозяйственных растений наблюдается довольно широкий интервал фенотипической изменчивости фотосинтетических показателей и это может быть исходным для отбора продуктивных сортов [3]. Ведется поиск генотипов с лучшей структурой и активностью фотосинтетического аппарата [4].

Важна проблема выделения морфофизиологических показателей и характеристик фотосинтетического аппарата на уровне целого растения, коррелирующих с формированием биомассы растением. Определенный интерес представляют данные сравнительного плана на сортах, различающихся продуктивностью, что обеспечивает возможность выделения параметров, от которых в значительной степени зависит оптимизация ряда физиологических процессов, ответственных за продуктивность растений.

С учетом этих положений исследовалась взаимосвязь между пигментным фондом и формированием ассимиляционной поверхности у сортов ячменя различной продуктивности. Выявлялись показатели, тесно связанные с продукционным процессом растений.

Материал и методика

Исследования проводили в полевых условиях на сортах ячменя, отличающихся как морфофизиологическими, так и хозяйственно ценными признаками (Альза, Эльгина, Мама, Трумпф, Надя) на ранних этапах развития растений, а также в фазе кущения и колошения. Данные приводятся для растений в фазе колошения. Учитывались морфологические показатели растений, их пигментный фонд, а также продуктивность. Достоверность подчеркиваемых различий статистически обоснована.

Результаты и их обсуждение

Сорта ячменя различного уровня продуктивности формировали в определенные фазы роста неодинаковый по своей потенциальной воз-

возможности ассимиляционный аппарат, оцениваемый по ряду показателей. В зависимости от сортовых различий изменялась величина ассимиляционной поверхности растений как в расчете на растение, так и на 1 м² посева (табл. 1). Формирование и состояние ассимиляционной по-

Таблица 1

Морфофизиологические показатели и урожай различных сортов ячменя

Сорт	Площадь листьев, см ²		Объем мезофилла в листе, 10 ⁹ мкм ³	Отношение поверхности мезофилла к поверхности листа	Сухая масса			Урожай, ц/га
	в расчете на одно растение	на 1 м ² посева, 10 ²			1 см ² листа, мг	одного растения, г	% в листе	
Альза	76,20	36,1	170	111	3,04	2,53	10,07	24,0
Эльгина	113,58	37,7	213	122	3,40	3,02	11,42	30,0
Мами	135,66	38,1	223	124	3,70	3,75	12,21	31,0
Трумф	95,20	36,1	190	119	3,22	2,81	11,00	27,1
Надя	170,73	39,9	240	129	4,14	3,84	13,50	35,6

верхности растений может быть оценено и такими показателями, как объем мезофилла в листе и отношением поверхности мезофилла к поверхности листа. По этим параметрам наблюдаются существенные различия в зависимости от сорта ячменя. Максимальные величины получены для сорта Надя, минимальные — для сорта Альза. Формирование ассимиляционной поверхности во многом определяет фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность растений, уровень которых обеспечивает урожай растений [5—7]. Различная фотосинтетическая поверхность может обеспечить неодинаковую степень использования фотосинтетически активной радиации и прирост сырой и сухой массы. Если судить по степени развития ассимиляционных тканей, различные сорта имеют неодинаковые предпосылки для накопления биомассы и сухих веществ. Состояние ассимиляционной поверхности характеризуется также определенной поверхностной плотностью листьев (см. табл. 1). Этот показатель при световом насыщении положительно коррелирует с интенсивностью фотосинтеза, что опосредовано связью удельной поверхностной плотности листа с проводимостью мезофилла [8]. За счет удельной поверхностной плотности листа может быть выше поглощение фотосинтетически активной радиации, так как более высокая удельная поверхностная плотность листа включает в себя большее количество структурных показателей, от которых зависит функциональная активность листа. Это прежде всего связано с изменением толщины листа, числа клеток, а следовательно, и числа хлоропластов в единице ассимиляционной поверхности листа.

При оценке формирования биомассы обнаружены различия между сортами по весу в расчете на одно растение и проценту накопления абсолютно сухой массы (см. табл. 1), которые обусловлены генетическими особенностями сортов, так как условия выращивания растений были относительно равноценными.

Листья исследуемых сортов различались по ряду показателей оптико-фотосинтетической структуры. На единицу ассимиляционной поверхности листа приходится различное количество фотосинтетических пигментов (табл. 2). Получена неодинаковая концентрация на единицу площади листа хлорофилла и каротиноидов в листьях растений различных сортов. Однако более четко выявляется зависимость содержания пигментов от сортовых особенностей при расчете пигментов на лист (см. табл. 2). Более существенно связан с продуктивностью растений так называемый хлорофилловый индекс: количество хлорофилла на 1 м² посева. Этот показатель определяет радиационный режим расте-

Содержание пигментов в листьях сортов ячменя различной продуктивности

Сорт	Содержание хлорофилла $a + b$, мг					Содержание каротиноидов, мг		
	на 1 дм ² листа	на лист	на растение	на 1 м ² посева	Продуктивность работы хлорофилла, мг/сут	на 1 дм ² листа	на лист	на 1 м ² посева
Альза	1,96	0,154	2,31	34,69	1,55	0,32	0,162	11,56
Эльгина	2,34	0,214	3,55	88,32	1,45	0,40	0,252	15,09
Мами	2,59	0,261	4,95	98,76	1,42	0,45	0,321	17,16
Трумф	2,14	0,180	3,06	77,44	1,50	0,36	0,202	13,02
Надя	2,70	0,438	9,19	107,95	1,53	0,50	0,406	19,99

ний, связанный с поглощением и усвоением интегральной радиации, что может быть решающим фактором при формировании биологической продуктивности и хозяйственного урожая растений. Имеются различия и по содержанию каротиноидов в листьях исследуемых растений (см. табл. 2).

Сопоставление полученных морфофизиологических показателей позволяет выявить особенности состояния ассимиляционных тканей различных сортов ячменя, что может обуславливать их различную активность, связанную с продукционным процессом растений. Как показывают исследования (см. табл. 1), по величине урожая сорта могут быть расположены в следующем порядке: Надя, Мами, Эльгина, Трумпф, Альза. Это соответствует выявленным зависимостям как по хлорофилловому индексу, так и по объему мезофилла в листе и другим величинам морфофизиологических характеристик сортов. Наблюдается взаимосвязь между формированием ассимиляционной поверхности, накоплением биомассы, пигментным фондом и продуктивностью растений, о чем свидетельствуют положительные корреляционные связи между этими величинами (коэффициент корреляции 0,89—0,98).

Наиболее продуктивный сорт ячменя Надя имеет в расчете на растение в четыре раза больше хлорофилла, чем сорт Альза, оказавшийся наименее урожайным (см. табл. 2). Отмечена существенная разница по хлорофилловому индексу (в 3,14 раза больше у сорта Надя). Увеличение урожая сортов по отношению к менее урожайному сорту Альза составляет 12—48 % в зависимости от сорта. По накоплению сухой массы растением эти величины варьируются в пределах 11—51 %, по накоплению абсолютно сухой массы листом разница с менее продуктивным сортом составляет 9—34 %. Увеличение хлорофилла в листьях более продуктивных сортов, чем Альза, при расчете на 1 дм² составляет величины порядка 9—37 %, содержание пигментов в расчете на лист, растение и на 1 м² посева значительно превышает эти значения, что связано как с различным числом листьев на растении, так и с их суммарной площадью и толщиной, определяющей объем мезофилла в листе. Увеличение концентрации пигментов было более значительным, чем прирост биомассы у растений, о чем свидетельствуют довольно близкие значения величин продуктивности работы единицы веса хлорофилла и различных сортов, отличающихся по величине полученного урожая (см. табл. 2).

Данные по морфологическим, физиологическим показателям и продуктивности растений ячменя исследуемых сортов свидетельствуют об определенной взаимосвязи между этими показателями. Более продуктивные сорта ячменя (Надя, Мами) имели большую ассимиляционную поверхность в посевах, большую насыщенность ее пигментами, что способствовало активной работе фотосинтетического аппарата, определяющего в значительной степени процесс формирования урожая. Эта зави-

симось четко проявляется у сортов, контрастных по урожаю. Следовательно, морфофизиологические характеристики и в первую очередь объем мезофилла, удельная поверхностная плотность листа, отношение поверхности мезофилла листа к его площади и хлорофилловый индекс являются дополнительными показателями продукционных возможностей разных сортов. Однако при этом необходимо учитывать, что только комплексный подход к изучению дает возможность выявить функциональные возможности растений, определяющие биологическую продуктивность растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ничипорович А. А.— Физиология растений, 1978, т. 25, вып. 5, с. 922.
2. Ничипорович А. А.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 7.
3. Быков О. Д., Заленский М. И.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 294.
4. Кумаков В. А.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 283.
5. Неттевич Э. Д., Комар О. А.— Докл. ВАСХНИЛ, 1980, № 4, с. 10.
6. Прыгун М. А., Андреева Н. М.— В сб.: Физиолого-биохимические основы повышения продуктивности растений.— Минск, 1980, с. 54.
7. Довнар В. С., Кашевская О. В.— В сб.: Физиолого-биохимические основы регулирования роста и обмена растений.— Минск, 1981, с. 99.
8. Расулов Б. Х., Асроров К. А.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 270.

Поступила в редакцию
30.11.83.

Кафедра физиологии растений

УДК 581.14.582.288.42

Т. А. РЯБУШКО, Е. Г. ПОПОВ, Л. Ф. ИГНАТОВИЧ

ОБРАЗОВАНИЕ БИОМАССЫ ГРИБОМ РОДА *PENICILLIUM* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА СРЕДЕ С КАРТОФЕЛЬНОЙ МЕЗГОЙ

Наша страна — самый крупный производитель картофеля в мире. Учитывая, что отходы картофелеперерабатывающей промышленности (очистки, поврежденный картофель, мезга и пр.) могут составлять значительную часть заготавливаемого картофеля, квалифицированное использование этих отходов будет иметь важное народнохозяйственное значение.

Среди различных методов утилизации этих отходов все большее внимание привлекают микробиологические, позволяющие получать ряд полезных продуктов. Такими продуктами могут быть сама биомасса микроорганизмов, используемая в качестве белкового компонента питания сельскохозяйственных животных, или ферменты, образуемые в результате жизнедеятельности микроорганизмов.

Целью данного исследования является изучение способности гриба рода *Penicillium* накапливать биомассу и комплекс гидролитических ферментов при культивировании на питательных средах с картофельной мезгой.

Материал и методика

Объектом исследования служил музейный штамм гриба рода *Penicillium*.

Культивирование штамма осуществляли на минеральной среде М1, содержащей в качестве источника углерода картофельную мезгу в концентрации от 2,0 до 6,0 % и компоненты минерального питания (г/л): NH_4Cl — 2,8; K_2HPO_4 — 2,0; KH_2PO_4 — 0,84; Na -цитрат — 1,0; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,15; $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — 0,012; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,007; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,002; $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ — 0,002, а также на среде М10 (фосфатный буфер рН 6,8, мезга 3 %) и М6 (то же, 3,6 г/л хлористого аммония, 1 мл/л кукурузного экстракта, микроэлементы в указанном выше наборе); рН сред 6,8—7,0.

Штамм выращивали в колбах Эрленмейера объемом 250 мл, содержащих 50 мл среды, на качалке (120 кач/мин) при 28 °С в течение 72 ч.

Инокулумом служила суспензия спор гриба (смыв с 1 косяка, соответствующий примерно 4 мг спор) в количестве 10 % от засеваемого объема.

Накопление биомассы определяли весовым методом [1], ферментативную активность по [2] и [3], сырой протеин по [4], а истинный белок — по Лоури [5], редуцирующие сахара по [6]. Повторность опыта трехкратная.

Результаты и их обсуждение

При культивировании гриба на питательной среде с различными концентрациями мезги (от 2,0 до 6,0 %) установлено следующее: максимальный выход биомассы, соответствующий 0,6 г/г субстрата, наблюдается через 48 ч роста. По мере увеличения концентрации мезги (от 2,0 до 6,0 %) примерно в 25 раз снижается амилолитическая активность культуры в пересчете на сухую биомассу. При этом отмечено снижение рН среды и увеличение содержания редуцирующих сахаров. Возможно, значительное снижение амилолитической активности обусловлено кислотным шоком или катаболитной репрессией.

Изучение роста гриба на средах М10 и М6 показало, что урожай биомассы зависит от наличия в среде источника азота и микроэлементов. Он ниже (0,29 г/г субстрата) на среде без источника азота и микроэлементов и выше (0,42 г/г субстрата) на полноценной среде М6; соответственно ниже содержание истинного белка (определяемого по Лоури) (44,2 % сухой биомассы) на среде без минерального источника азота и микроэлементов и выше (46,6 % сухой биомассы) на полноценной среде; в то же время амилолитическая активность несколько выше (5,8 ед/г сухой биомассы) на среде М10, чем на полноценной среде М6 (4,3 ед/г сухой биомассы).

При выращивании исследуемого гриба на минеральной среде М6 с 2 % мезги и органическими добавками в виде кукурузного экстракта, молочной сыворотки и дрожжевого экстракта выявлено, что выход биомассы, соответствующий 0,6 г/г субстрата (мезги), и содержание в ней истинного белка (46,6 % сухой биомассы) не зависят от внесения органических добавок; в то время как амилолитическая активность гриба максимальна (23,8 ед/г сухой биомассы) на среде с кукурузным экстрактом, ниже (14,6 ед/г сухой биомассы) с дрожжевым и (5,8 ед/г сухой биомассы) молочной сывороткой. Возможно, это обусловлено тем, что с кукурузным экстрактом в питательную среду вносятся почти все аминокислоты, необходимые для синтеза ферментов, в том числе и амилазы.

В культуральной жидкости (кж) через 24 ч культивирования гриба зафиксирована полигалактуронозная (0,13 ед/мл кж) и протеолитическая активность (0,02 ед/мл кж). Культуральная жидкость становилась прозрачной. Пробы на крахмал и редуцирующие сахара были отрицательными, что свидетельствует о полной утилизации мезги. Накапливалась грибная бесцветная биомасса.

Фильтрат культуральной жидкости после выращивания гриба (в результате смешивания в соотношении 1:1 с полноценной средой М1) был использован для повторного выращивания исследуемой культуры. При этом урожай биомассы составлял 0,28 г/г субстрата (мезги) с содержанием в ней истинного белка 42,5 % сухой биомассы и амилолитической активности 16,0 ед/г сухой биомассы.

Таким образом, исследуемый гриб рода *Penicillium* способен расти на простой минеральной среде и утилизировать в качестве источника углерода картофельную мезгу.

Выход биомассы гриба равен 0,6 г/г субстрата (мезги), что несколько

ко выше выхода биомассы (0,45—0,50 г/г субстрата) уже известных продуцентов грибной биомассы.

Содержание истинного белка 46,6 %, а сырого протеина 58 % сухой биомассы, что соответствует лучшим продуцентам грибной белковой биомассы.

Гриб синтезирует комплекс гидролитических ферментов (амилазу, протеазу, полигалактуроназу и, возможно, другие), с помощью которых осуществляет трансформацию мезги в биомассу.

Активность амилазы соответствует 23,8 ед/г сухой биомассы, что составляет около 72 % активности лучшего продуцента амилазы [7].

Культуральную жидкость, отделенную от биомассы гриба, можно повторно использовать для выращивания этого штамма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пименова М. Н., Гречушкина Н. Н., Азова Л. Г. Руководство к практическим занятиям по микробиологии.— М., 1971, с. 138.
2. Yamaguchi K., Matsusuki H., Maeno V. J.—J. Gen. Appl. Microbiol., 1969, v. 15, p. 97.
3. Родзевич В. И., Климовский Д. И. Унифицирование методов определения активности ферментных препаратов производственного назначения.— Киев, 1967, с. 53.
4. Методы экспериментальной микологии.— Киев, 1973, с. 124.
5. Lowry O. H., Rosenbrough N. J., Farr A. L., Randall R. S.—J. Biol. Chem., 1951, v. 193, p. 265.
6. Luchsinger W., Cornesky R.—Analyt. Biochem., 1962, v. 4, p. 346.
7. Яровенко В. А., Устинов Б. А., Максимова Е. А. Способ получения амилолитических ферментных препаратов. А. с. СССР, кл. С 12 Д 13/10, 302365.— Заявлено 01.08.69 № 1353256/28-13. Оубл. в БИ, 1971.

Поступила в редакцию
09.06.83.

Кафедра микробиологии

УДК 582 : 594.2 : 581.9(476.1)

Ю. А. БИВИКОВ

О ПРОИЗРАСТАНИИ *GENTIANA CRUCIATA* L., РЕДКОГО И ОХРАНЯЕМОГО ВИДА РАСТЕНИЯ В МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В Белоруссии горечавка крестовидная охраняется с 1964 г. на всей территории как редкий и высоко декоративный вид, представляющий научный и практический интерес. В 1981 г. *Gentiana cruciata* L. занесена в «Красную книгу БССР», так как нависла реальная угроза полного исчезновения мелких и малочисленных ее популяций.

Сведения о распространении названного вида на территории республики весьма скупы и противоречивы. Во флористических монографиях отмечается, что *Gentiana cruciata* L. произрастает в Беловежской пуще [1], на юго-западе БССР [2], изредка на всей территории республики [3]. В работе В. И. Парфенова [4] имеются конкретные указания о произрастании ее в Брестской, Гродненской, Гомельской, Могилевской и Витебской областях. Итак, горечавка крестовидная приводится для всех областей Белоруссии, кроме Минской. Всего отмечено 8 местопроизрастаний, где она встречается спорадически единичными экземплярами и небольшими группами [5].

Общее распространение *Gentiana cruciata*: Кавказ, Малая Азия, Западная Сибирь, Средняя Азия, Средиземноморье, Средняя и Атлантическая Европа. В европейской части СССР она приурочена к северному, прибалтийскому, центральному, западному, волжскому и крымскому флористическим районам [6].

В Белоруссии среди флористов нет единства мнений относительно хорологии горечавки крестовидной. Одни исследователи относят ее к евросибирскому элементу флоры [5, 7], другие — к европейскому [4]. Кроме того, в одних работах отмечается, что она находится вблизи юж-

ной границы своего ареала [4, 5], в других — западной [11]. Эти утверждения вызывают сомнение, так как *Gentiana cruciata* произрастает почти во всех областях, которые граничат с нашей республикой.

Места произрастания *Gentiana cruciata* характеризуются большим разнообразием биотопов. Она обитает на лугах, полянах, опушках леса, среди кустарников [3], на открытых склонах холмов у выхода грунтовых вод [5], на сухих склонах [8], вплоть до среднего горного пояса [6]. Все это указывает на высокую экологическую пластичность исследуемого вида.

В 1982 г. автор настоящей статьи обнаружил около хутора Хамино Мядельского района Минской области новую, сравнительно крупную (100×130 м) популяцию горечавки крестовидной, а в 1983 г. — еще несколько популяций в окрестностях д. Теляки, Пасынки, Некасецк и оз. Рудаково. Ранее нами выявлена небольшая популяция у оз. Мясро [9].

Исследуемая популяция расположена на прибрежном пологом склоне и частично на древней террасе оз. Мядель примерно в 70—80 м от уреза воды. Почвы здесь дерново-подзолистые, суглинистые, на склоне — нормального увлажнения, а на вершине всхолмления — суховатые.

Растения *Gentiana cruciata* входят в состав злаково-разнотравного фитоценоза суходольного луга. Общее проективное покрытие лугового травостоя достигает 90—95 %. Доминантным видом в этом ценозе является горечавка крестовидная, которая в нижней части склона имеет покрытие около 20 %, а ближе к вершине всхолмления на более сухой почве — до 35—45 %. Растения горечавки хорошо развиты, их средняя высота 40—50 см. На 1 м² отмечено в среднем 6—7, максимально — 16 цветущих экземпляров. Семенное возобновление осуществляется успешно. Подрост состоит в среднем из 13 ювенильных особей на 1 м², максимально — из 42.

В конце августа почти все генерирующие растения обильно плодоносили, а у единичных экземпляров наблюдалось вторичное цветение.

Совместно с *Gentiana cruciata* в луговом фитоценозе произрастает свыше 50 видов травянистых растений. Из них наиболее распространены: *Achillea millefolium*, *Agrimonia eupatoria*, *Agrostis vulgaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Briza media*, *Campanula glomerata*, *C. patula*, *C. rotundifolia*, *Centaurea scabiosa*, *Centaureum umbellatum*, *Cerastium caespitosum*, *Cuscuta europaea*, *Cynosurus cristatus*, *Euphrasia stricta*, *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Fragaria vesca*, *Galium mollugo*, *Heracleum sibiricum*, *Hieracium pilosella*, *H. umbellatum*, *Knautia arvensis*, *Leontodon hispidus*, *Leucanthemum vulgare*, *Linum catharticum*, *Lotus corniculatus*, *Medicago falcata*, *M. lupulina*, *Melilotus albus*, *Parnassia palustris*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago media*, *Platanthera bifolia*, *Poa compressa*, *P. pratensis*, *Potentilla argentea*, *P. erecta*, *Polygala vulgaris*, *Primula veris*, *Prunella vulgaris*, *Rhinanthus minor*, *Solidago virga-aurea*, *Thymus serpyllum*, *T. ucrainicus*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Vicia cracca*, *V. sepium* и др.

Итак, рассматриваемая популяция горечавки крестовидной способна устойчиво поддерживать свое доминирующее положение в луговом биоценозе благодаря тому, что особи ее отличаются хорошей жизнеспособностью, пластичностью к различным экологическим факторам среды и высокой конкурентной способностью. Наряду с этим отразно отметить, что нами не обнаружено заметного отрицательного влияния человека на *Gentiana cruciata*. Напротив, весьма ограниченная пастьба скота и периодическое выборочное сенокосение луга являются, вероятно, исторически сложившимися факторами, к которым приспособились растения изучаемого вида.

Вызывает серьезное беспокойство судьба остальных примерно десяти выявленных в БССР мелких популяций горечавки крестовидной. Они почти все имеют большую пространственную изоляцию, что может привести к исчезновению таких популяций даже и без вмешательства человека.

По мнению П. Л. Горчаковского [10], эволюционные последствия синантропизации ведут к уменьшению генетической разнородности отдельных видов. Разобщенные фрагменты популяций уже не обладают достаточным генным полиморфизмом. В таких популяциях создаются предпосылки для выраженной дивергенции и возникновения серии викарных таксонов внутривидового и даже видового ранга. Обеднение генетических ресурсов в ходе формирования мелких популяций существенно ограничивает возможность их приспособления к меняющимся условиям среды. Это может вызвать дальнейшее исчезновение популяций и в конечном итоге ускорить вымирание вида растения.

В связи с изложенным возникает необходимость осуществления специальных исследований и систематического контроля за состоянием малых популяций, находящихся на грани исчезновения, а также организации определенного заповедного режима для более представительных популяций горчавки крестовидной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайловская В. А. Флора Полесской низменности.— Минск, 1953.
2. Флора БССР, т. 4.— Минск, 1955.
3. Определитель растений Белоруссии.— Минск, 1967.
4. Парфенов В. И. Обусловленность распространения и адаптация видов растений на границах ареалов.— Минск, 1980.
5. Красная книга Белорусской ССР: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений.— Минск, 1981.
6. Флора европейской части СССР.— Л., 1978, т. 3.
7. Козловская Н. В., Парфенов В. И. Хорология флоры Белоруссии.— Минск, 1972.
8. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части СССР.— Л., 1964.
9. Бибииков Ю. А., Зубкевич Г. И., Сауткина Т. А.— Вестн АН БССР. Сер. биол., 1980, № 6, с. 20.
10. Горчаковский П. Л., Шурова Е. А. Редкие и исчезающие растения Урала и Приуралья.— М., 1982.
11. Козловская Н. В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования, научной основы использования и охраны.— Минск, 1978.

Поступила в редакцию
10.10.83.

Кафедра ботаники

УДК 635.652/654.2

Н. Д. ЛИСОВ

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ И РЕАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУРНЫХ ВИДОВ ФАСОЛИ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ

При изучении естественных ценозов употребляются термины потенциальная и реальная продуктивность плодо- и семенообразования [1—4]. Под потенциальной продуктивностью плодообразования понимается число плодов, которое могло бы дать растение при 100 %-ном плодоцветении (процентное отношение между числом цветков и завязавшихся плодов). При этом учитываются лишь цветки, достигшие фазы цветения. В работе [5, 6] потенциальное плодообразование для бобовых растений предложено выражать, исходя из числа всех цветков, заложенных на V этапе органогенеза; периодизация этапов по [7].

Задачей наших исследований являлось определение потенциальных возможностей заложения цветков на V этапе органогенеза у растений фасоли, а также дальнейший учет реализации их на последующих этапах органогенеза и определение реального плодообразования. Реальная продуктивность плодообразования определялась нами, исходя из количества реально вызревших плодов, а не из числа завязавшихся, а также числа всех заложенных цветков. Это дает возможность не только оценить отдельные сорта и виды по проценту реализации элементов продуктивности

в урожае, но и выявить критические периоды наибольшей гибели генеративных и репродуктивных органов.

В работе использованы сорта четырех культурных видов фасоли из коллекции Всесоюзного института растениеводства имени Н. И. Вавилова: фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris* L.)— Contender Golden Wax, Tenderette, Grain Gelinex, Триумф, Сакса без волокна 615; фасоль многоцветковая (*Phaseolus coccineus* L.)— Nelpus ultra; фасоль лимская (*Phaseolus lunatus* L.)— Corolina or Sieva, Jackson Wonder; фасоль остролистная (*Phaseolus acutifolius* A. Gray)— K-941. Исследования проведены в 1979—1980 гг. в разных эколого-географических условиях (на экспериментальном участке МГУ имени М. В. Ломоносова и в Краснодарском крае на Крымской опытно-селекционной станции ВИР). Посев осуществляли в оптимальные для каждой зоны сроки с использованием соответствующих агротехнических приемов.

Результаты исследований (см. таблицу) показывают, что изученные нами виды и сорта фасоли по числу заложившихся на V этапе органогенеза можно разделить на три группы: с высоким потенциалом заложения, средним и низким. К первой группе отнесены сорта фасоли многоцветковой и лимской. Большое число цветков у растений этих видов образуется как за счет высокого числа продуктивных узлов (фасоль многоцветковая формирует до 30 и более узлов), так и за счет высокого числа

Число сформированных на V этапе органогенеза цветков у растений культурных видов фасоли

Вид, сорт	Год	Крымск	Москва
		Число цветков (абсолютные значения)	
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.			
Contender golden wax	1979	517	214
	1980	482	205
Tenderette	1979	913	241
	1980	845	132
Подарок	1979	473	216
	1980	449	191
Сакса без волокна 615	1979	230	141
	1980	205	137
Триумф	1979	219	126
	1980	191	119
Grain gelinex	1979	250	142
	1980	240	131
<i>Phaseolus coccineus</i> L.			
Nelpus ultra	1979	3730	3700
	1980	3580	3300
<i>Phaseolus lunatus</i> L.			
Corolina or Sieva	1979	4593	+
	1980	4487	+
Jackson wonder	1979	1552	+
	1980	1236	+
<i>Phaseolus acutifolius</i> A. Gray			
K-941	1979	753	+
	1980	697	+

† В условиях Москвы не изучались.

цветков в соцветии (у сорта *Nelpus ultra* фасоли многоцветковой и сорта *Corolina* от *Sieva* фасоли лимской в одной кисти формируется до 60 цветков).

Средними потенциальными возможностями заложения цветков на V этапе органогенеза обладают растения фасоли остролистной К-941 и сорта фасоли обыкновенной — *Tenderette*, *Contender Golden Wax*, *Подарок*.

Наиболее низким потенциалом заложения цветков характеризуются растения сортов фасоли обыкновенной — *Триумф*, *Сакса без волокна 615*, *Grain Gelinex*.

Однако большое число цветков, заложившихся на V этапе органогенеза, не определяет высокую продуктивность растений на последующих этапах. По времени и степени редукции и гибели цветков виды и сорта фасоли также не одинаковы. У растений большинства сортов фасоли обыкновенной при выращивании в условиях Краснодарского края происходит в основном редукция и отмирание цветков на V этапе органогенеза (рис. 1, 2). У сортов *Grain Gelinex*, *Триумф*, *Contender Golden Wax* на V этапе погибает цветков до 70 % и более; несколько ниже этот показатель у широко распространенного сорта *Сакса без волокна 615* (59,3—60,8 %) и нового сорта *Подарок* (55,9—56,7 %). Довольно высоким процентом сохранения цветков характеризуется фасоль остролистая, у которой до VII этапа органогенеза доходит 42,5—50,1 % цветков от числа заложившихся.

У сорта *Corolina* от *Sieva* фасоли лимской на V этапе органогенеза погибает более 70 % цветков, в то время, как у сорта *Jackson Wonder* того же вида только 27,4—32,1 % и 33,3 % у сорта *Nelpus ultra* фасоли многоцветковой (рис. 2).

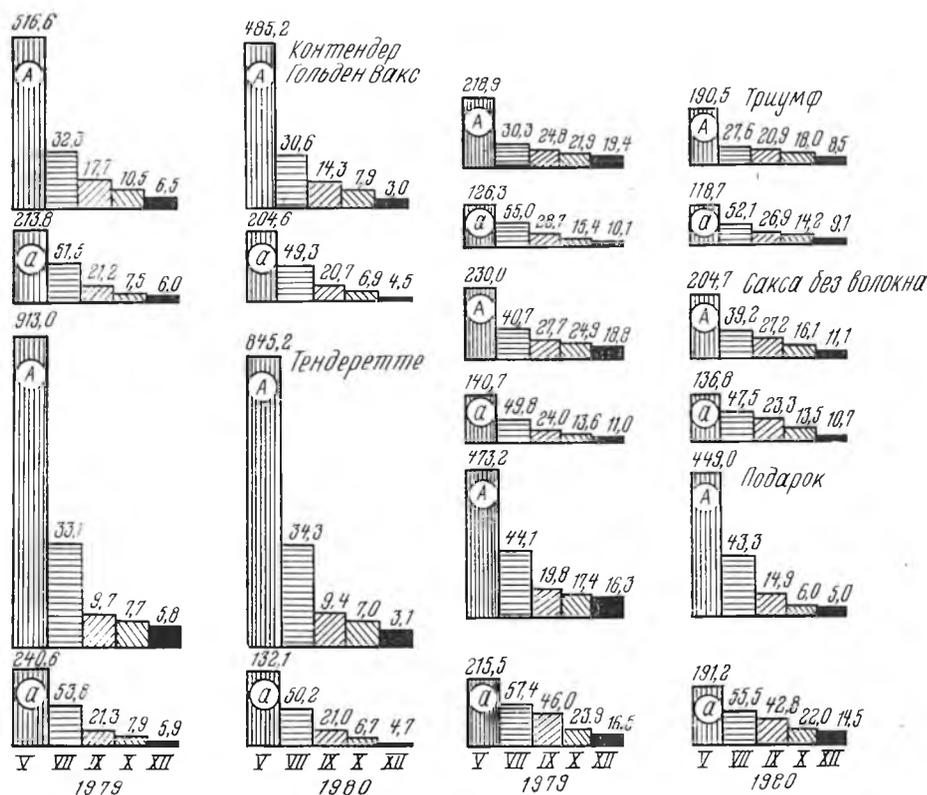


Рис. 1. Число формирующихся цветков на растениях сортов фасоли и их реализация по этапам органогенеза (среднее на одно растение в % к V этапу). А — Краснодарский край; а — Москва

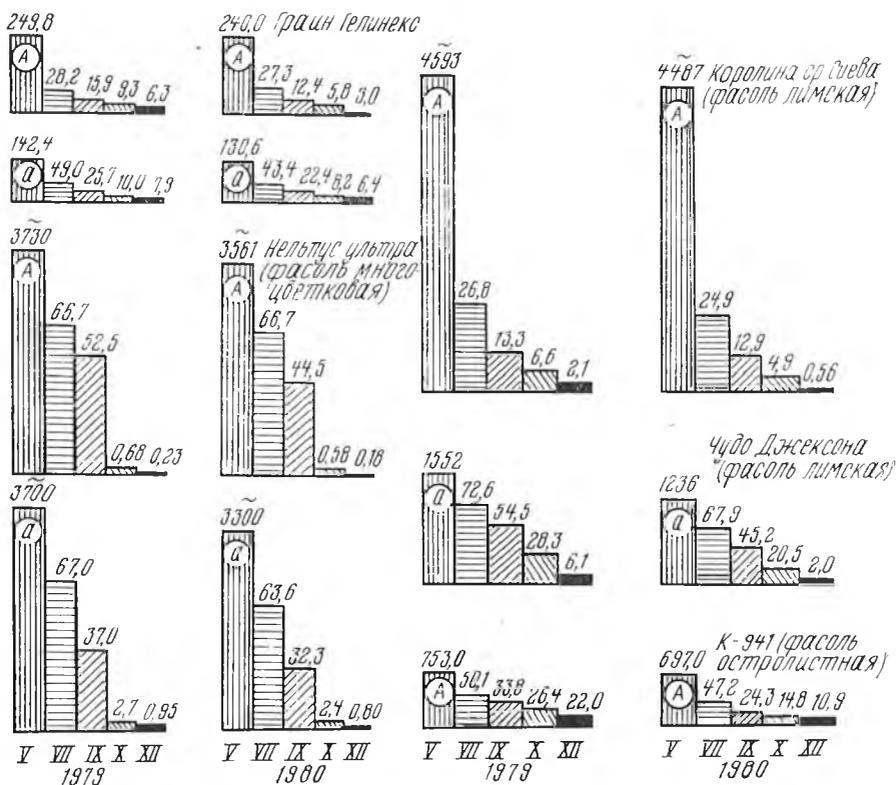


Рис. 2. Обозначения те же, что и для рис. 1

Высокий процент отмирания цветков на V этапе органогенеза обусловлен, по-видимому, несоответствием большого числа заложившихся цветков и возможностями растений обеспечить их пластическими веществами. В период формирования цветков на V этапе органогенеза растения фасоли обыкновенной представляют собой проростки, у которых листовая поверхность еще недостаточно хорошо развита и, как правило, представлена двумя простыми и тремя — пятью неразвернутыми тройчатыми листьями. Ограниченность возможностей обеспечения пластическими веществами можно объяснить также и тем, что во время заложения генеративных органов происходит интенсивное формирование вегетативной сферы, в частности побегов разных порядков. Рост заложённых вегетативных органов, например, у фасоли обыкновенной очень интенсивно проходит до начала цветения (IX этап органогенеза), а иногда и во время его. Таким образом, формирование вегетативных и генеративных органов в этот период происходит одновременно на всем растении, и значительная часть пластических веществ расходуется на ростовые процессы вегетативных органов. В этом отношении фасоль многоцветковая значительно отличается от фасоли обыкновенной. У растений этого вида, благодаря наличию индетерминантного верхушечного конуса нарастания, заложение цветков на V этапе органогенеза происходит на протяжении всей вегетации. В связи с этим нарастание общего числа цветков идет синхронно нарастанию ассимиляционной поверхности листьев, а следовательно, и пластических веществ. Кроме того, фасоль многоцветковая обладает большей вегетативной массой и, вследствие этого, большими возможностями обеспечения заложившихся цветков пластическими веществами на ранних этапах органогенеза.

На VII—IX этапах органогенеза процесс отмирания цветков продолжается. У большинства видов фасоли число погибших цветков на VIII—IX этапах несколько ниже, чем на VII этапе (рис. 1, 2).

На X этапе опадают молодые плоды. Особенно подвержены гибели

плоды фасоли многоцветковой и лимской. Так, на этом этапе органогенеза у растений фасоли многоцветковой опадает до 70 % плодов, у сорта *Corolina or Sieva* фасоли лимской — до 68 % и у сорта *Jackson Wonder* — до 90 %. В конце созревания, к уборке, на растениях этих видов остается ничтожно малое число плодов от потенциально возможных.

Наши исследования показали, что реализация возможностей плодобразования фасоли обыкновенной при выращивании в условиях Краснодарского края по годам колеблется от 3,0 до 19,4 % (см. рис. 1, 2). Наибольшим процентом реализации обладают старые районированные сорта Триумф, Сакса без волокна, новый сорт Подарок, а также фасоль остролистной. Реальная продуктивность плодобразования фасоли лимской и многоцветковой, напротив, очень низка (рис. 1, 2).

Сопоставляя реальную продуктивность разных видов и сортов фасоли с габитусом растений и типом роста можно видеть, что наибольшим процентом реализации потенциальных возможностей обладают формы с детерминантным верхушечным конусом нарастания и формирующие верхушечные соцветия, т. е. кустовые. Это сорта фасоли обыкновенной и сорт *Jackson Wonder* фасоли лимской. У сортов *Corolina or Sieva* фасоли лимской и *Nelpus ultra* фасоли многоцветковой, относящихся к вьющимся формам с индетерминантным верхушечным конусом нарастания, реальная продуктивность в основном низка, за исключением фасоли остролистной, растения которой также имеют индетерминантный верхушечный конус нарастания, однако реальное плодобразование в 1979 г. у этой формы было самым высоким среди всех изученных.

Исследование формирования потенциальной и реальной продуктивности фасоли обыкновенной и многоцветковой проведено также в Москве (сорта остролистной и лимской фасоли не изучались, так как плоды на растениях этих видов в условиях Москвы образуются только в конце лета и не вызревают). Анализ данных показал, что число цветков, закладывающихся на V этапе органогенеза у сортов фасоли обыкновенной, в этих условиях значительно ниже, чем в условиях Краснодарского края, а у фасоли многоцветковой примерно одинаковое (см. таблицу). Установлено, что процент отмерших цветков на V—IX этапах в условиях Москвы значительно ниже, чем в Краснодарском крае, за исключением сорта Сакса без волокна 615, у растений которого процент цветков, достигших IX этапа, ниже в условиях Москвы. Реальное же плодобразование в большинстве случаев выше в условиях Краснодарского края, кроме сортов Подарок и *Grain Gelinex* (1980) фасоли обыкновенной и фасоли многоцветковой, которые в условиях Москвы образуют большее число плодов, и их плодобразование выше (см. рис. 1, 2).

Таким образом, наши исследования показали, что потенциальная продуктивность плодобразования и ее реализация в урожае зависят не только от наследственных особенностей вида и сорта, но и от эколого-географических условий выращивания. По реакции на условия среды изученные сорта не одинаковы. Выявлены сорта, имеющие такую же продуктивность в условиях Москвы, как и в Краснодарском крае, а в отдельные годы и выше. Следовательно, при правильном подборе сортов и видов фасоль можно с успехом культивировать в средней полосе. Это относится к фасоли обыкновенной и в особенности к фасоли многоцветковой, реальная продуктивность которой в условиях Москвы в четыре раза выше, чем в Краснодарском крае.

Выявлены также критические периоды развития растений фасоли, связанные с гибелью генеративных и репродуктивных органов. Для большинства изученных сортов таким периодом является V этап органогенеза (*Contender Golden Wax*, Сакса без волокна 615, Триумф, Подарок, *Grain Gelinex*), для других — VII—VIII этапы органогенеза (фасоль многоцветковая и сорт *Jackson Wonder* фасоли лимской), а для некоторых и X этап органогенеза. В целом же отмирание генеративных и репродуктивных органов в той или иной степени затрагивает V—X этапы органогенеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гогина Е. Е.— Ботанический журнал, 1960, т. 45, № 9, с. 1330.
2. Крылова В. В.— В кн.: Биология оплодотворения и гетерозис культурных растений, вып. 2. Кишинев, 1963, с. 79
3. Работнов Т. А.— В кн.: Труды Ботанического ин-та АН СССР. Сер. 3, геоботаника, М.—Л., 1950, вып. 6, с. 7.
4. Старикова В. В.— Ботанический журнал, 1963, т. 48, № 5, с. 696.
5. Ахундова В. А.— Биологические науки, 1967, № 11, с. 80.
6. Ахундова В. А. Морфогенез и особенности потенциальной и реальной продуктивности однолетних бобовых растений.— М., 1979.
7. Куперман Ф. М., Дворянкин Ф. А., Ростовцева З. П., Ржанова Е. Н. Этапы формирования органов плодоношения злаков.— М., 1955.

Поступила в редакцию
10.12.82.

Минский государственный педагогический институт
имени А. М. Горького

УДК 582.28

А. И. СТЕФАНОВИЧ

МАТЕРИАЛЫ К ПОЗНАНИЮ СЕЗОННОГО РИТМА ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ

Фитопатогенные микромицеты на территории Белоруссии характеризуются разнообразным видовым составом и широким распространением. Это обусловлено прежде всего почвенно-климатическими условиями. Занимая юго-запад обширной дерново-подзолистой зоны нашей страны с умеренно континентальным климатом, длинным вегетационным периодом, Белоруссия является благоприятной зоной для произрастания около полутора тысяч видов высших растений, многие из которых представляют субстрат, необходимый для роста и развития паразитных грибов. Развитию фитопатогенных микромицетов способствуют относительно большое количество осадков и сравнительно невысокие температуры теплого периода года, обширные пространства лесов, лугов и болот, обуславливающие повышенную влажность воздуха, особенно необходимую для периода внедрения паразита в ткани растений [1—5].

В настоящей публикации сделана первая попытка дать общую картину развития этой разнообразной и многочисленной в систематическом отношении группы грибов в течение вегетационного периода.

Сбор гербарного материала и наблюдения за развитием фитопатогенных микромицетов проводились во всех главнейших типах растительности: лесах, лугах, болотах с 1963 по 1981 г. преимущественно в Минской области; регулярно посещались окультуренные угодья (поля, сенокосы, сады, парки и т. д.), обследовалась рудеральная растительность.

Результаты наших исследований и наблюдений позволили выявить самые ранние формы, паразитирующие на растениях весенней флоры. Такими оказались некоторые представители мучнисторосяных и ржавчинных грибов. Уже в конце апреля — первой декаде мая, вскоре после исчезновения снежного покрова на прогреваемых южных склонах на *Rosa appia* L. и других видах мятликов обнаруживалась конидиальная стадия мучнисторосяного гриба *Erysiphe graminis* DC. Самое раннее нахождение этого паразита отмечено в парке культуры и отдыха имени 50-летия Октября г. Минска 24 апреля 1976 г. В первой декаде мая белый мучнистый налет обнаруживался на молодых побегах *Malus domestica* Borkch, который был вызван другим представителем мучнисторосяных грибов *Rodosphaera leucotricha* Salm. (09.05.77). В первой декаде мая ржавчинный гриб *Puccinia (urtica) caricis* (Schum.) Reb. в спермогонииальной и эцидиальной стадии интенсивно развивался на молодых листьях и стеблях *Urtica dioica* L. Других фитопатогенных микромицетов в этот ранне-весенний период обнаружить не удалось.

Во второй и третьей декадах мая появляются новые виды грибов, паразитирующие на других видах растений-хозяев. В это время конидиальная стадия *Erysiphe graminis* DC. развивает хорошо заметный белый на-

лет на листьях *Secale cereale* L., *Agropyron repens* P. B., а виды рода *Sphaerotheca* образуют белый налет конидиального спороношения на *Ribes nigrum* L., видах *Rosa* и *Alchemilla*. Мучнистая роса в виде обильного белого налета полностью покрывала все листья и стебли *Lamium purpureum* L., произрастающей на еще не вспаханных полях и огородах. Ржавчинные грибы в эцидиальной стадии уже четко проявлялись не только на некоторых травянистых растениях (*Puccinia roarum* Niels. на *Tussilago farfara* L., *Triphragmium ulmariae* (Schum.) Link. на *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Puccinia suaveolens* (Pers.) Karst. на *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Phragmidium rubi-idaei* (DC.) Karst. на *Rubus idaeus* L.), но и на кустарниках (*Puccinia ribesii-caricis* Kleb. на *Grossularia reclinata* (L.) Mill., *P. coronifera* Kleb. на *Rhamnus cathartica* L., *P. coronata* Cda. на *Frangula alnus* Mill.). Из древесных пород в конце мая ржавчина поражала *Pinus silvestris* L. (на хвое сосны паразитировал *Coleosporium* sp.), листья *Sorbus aucuparia* L. (*Gymnosporangium juniperi* Link.).

В третьей декаде мая впервые обнаружены ржавчинные грибы в телеитостадии (*P. malvacearum* Mont. на *Alcea rosea* L., *P. oreoselini* (Strauss) Fckl. на *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench.).

В конце мая наряду с мучнисторосьями и ржавчинными грибами на растениях начали появляться патогенные микромицеты из других систематических групп. Молодые плоды *Padus racemosa* (Lam.) Gilib нередко были повреждены голосумчатым грибом *Taphrina pruni* Tub. var. *radi* Jacz. В это же время (21.05.75.) в Налибокской пуще (окрестности д. Першай) отмечен пиреномицет *Epichloe typhina* (Pers.) Wint., паразитировавший на *Dactylis glomerata* L. Стебли питающего растения были окольцованы белыми плотными стромами; сумки в перитециях уже сформировались, но спор еще не содержали. В последней декаде мая появляется пятнистость на листьях *Viola tricolor* L., вызванная несовершенным грибом *Colletotrichum violae-tricoloris* Smith. В мае на различных видах растений проявляются пероноспорные грибы (*Plasmopara nivea* Schröt. на *Aegopodium podagraria* L., виды рода *Peronospora*: *P. parasitica* Fries на *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic., *P. effusa* dBy на *Chenopodium album* L. и др.).

В июне видовой состав паразитных грибов и круг их питающих растений заметно расширяются. Мучнисторосьяные грибы обильно поражают более 30 видов растений из различных семейств. Наиболее распространенными оказались: *Erysiphe graminis* DC., поражающий главным образом виды из семейства *Poaceae* (виды *Poa*, *Agropyron repens* P. B., *Bromus mollis* L., *Milium effusum* L., *Festuca gigantea* (L.) Vill., *Anthoxanthum odoratum* L., *Dactylis glomerata* L., *Phleum pratense* L.), *Erysiphe cichoracearum* DC., развивающийся на представителях семейства *Asteraceae* (*Taraxacum officinale* Web., *Arctium minus* (Hill.) Bernh., *Sonchus arvensis* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Arnica montana* L.), а также другие виды, например, *Erysiphe labiatarum* Chév., паразитирующий на *Galeopsis tetrahit* L. и *Galeobdolon luteum* Huds.; *Sphaerotheca macularis* Jacz.— на *Geum rivale* L. и *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.; *Microsphaera betulae* Magn.— на *Betula pubescens* Ehrh.; *Microsphaera divaricata* Lév.— на *Frangula alnus* Mill.; *Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.— на *Quercus robur* L.

В июне наблюдалось также дальнейшее развитие ржавчинных грибов, поражающих растения в различных формациях. В этот период на ряде растений все еще отмечалась эцидиальная стадия (на *Rhamnus cathartica* L., *Tussilago farfara* L.), но уредостадия значительно преобладала. Многие виды ржавчинных грибов уже обильно продуцировали уредоспоры (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. на *Secale cereale* L., *P. suaveolens* (Pers.) Rostr. на *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Phragmidium* sp. на видах *Rosa* и др.).

В третьей декаде июня в ассоциациях сосновых лесов на листьях, реже стеблях *Vaccinium vitis-idaea* L. начинают появляться пятна, вы-

званные холобазидиальным грибом *Echobasidium vaccinii* Woron. В это же время в светлых сухих сосновых лесах, на опушках в виде черных сажистых соцветий обнаруживается головня осоки, вызванная склеробазидиальным грибом *Cintractia*. На ряде древесных и травянистых растений в виде некротических пятен начинают проявляться дейтеромицеты (*Gloeosporium tiliae* Oud. на *Tilia cordata* Mill., *Leptothyrium alneum* Sacc. на *Alnus glutinosa* Garth., *Heterosporium echinulatum* Cooke на *Dianthus*, *Ramularia pratensis* Sacc. на *Rumex acetosa* L. и других видах *Rumex*).

Массовое развитие фитопатогенных микромицетов наблюдалось в июле. Появляются новые представители семейства *Erysiphaceae*: *Sphaerotheca macularis* Jacz. на *Alchemilla* sp.; *Erysiphe cichoracearum* DC. на *Phlox paniculata* L., *Artemisia vulgaris* L., *Cichorium intybus* L.; *Erysiphe communis* Link. на *Trifolium pratense* L., *Verbascum nigrum* L., *Astragalus glycyphyllus* L.; *Microsphaera lonicerae* (DC.) Wint. на *Lonicera tatarica* L.; *Erysiphe labiatarum* Chév. на *Salvia verticillata* L.

На плодах и молодых побегах *Grossularia reclinata* Mill. уже в конце первой декады июля обнаруживаются сформированные плодовые тела возбудителя американской мучнистой росы, которые образуют черную поверхностную довольно плотную пленку. Во второй декаде июля многочисленные клейстокарпии мучнисторосяных грибов проявляются на *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Convolvulus arvensis* L., *Lupinus luteus* L., *Heracleum sibiricum* L. Ржавчинные грибы впервые обнаруживались на *Rumex acetosella* L. (*Uromyces polygoni* (Pers.) Fckl.), покрывая бурым порошачим налетом почти всю надземную поверхность растений, на видах *Salix* (*Melampsora* sp.), видах *Viola* (*Puccinia violae* (Schum.) DC., на *Polygonum bistorta* L. (*Puccinia bistortae* (Strauss) DC., на *Populus tremula* L. (*Melampsora* sp.).

В первой декаде июля из пероноспорных грибов повсюду, но не обильно проявлялась *Albugo candida* Kze. на *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med. На *Secale cereale* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Alopecurus pratensis* L., *Festuca rubra* L. изредка встречался пиреномицет *Claviceps purpurea* Tul. Головные грибы в значительной степени поражали *Avena sativa* L. (*Ustilago avenae* (Pers.) Jens., *Hordeum distichon* L. (*Ustilago nuda* (Jens.) Rostr., *Glyceria aquatica* (L.) Wahlb. (*Ustilago longissima* (Schlecht.) Meyen). Дейтеромицеты вызывают пятнистости на *Geum urbanum* L., *Tataxacum officinale* Web., *Vaccinium myrtillus* L., *Populus tremula* L., *Cornus sanguinea* L., *Cerasus vulgaris* Mill., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Oenothera biennis* L., *Pirus communis* L. В июле месяце на листьях и плодах *Malus domestica* Borkh. и *Pirus communis* L. появляются первые пятна, вызванные асколокулярными грибами *Venturia inaequalis* Wint. и *V. pirina* Aderh. На листьях видов *Populus*, *Pirus communis* L. паразитируют голосумчатые грибы *Taphrina bullata* Tul., *T. aurea* Fr. в виде округлых желтоватых вздутых пятен. Тафриновые грибы вызывают подобные поражения и на листьях *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. На *Prunus domestica* L. паразитирует *Taphrina pruni* Tul., вызывая гипертрофию плодов. На *Chepородium album* L. продолжает развиваться *Peronospora*. В городских зеленых насаждениях на листьях *Acer platanoides* L. начинают проявляться крупные, около 1—2 см в диаметре пятна, вызванные *Rhytisma acerinum* (Pers.) Rehm., а на листьях видов *Salix* — *R. salicinum* (Pers.) Rehm. На плодах *Rubus idaeus* L., *R. nesensis* W. Hall. обнаруживается конидиальная стадия гриба *Botryotinia fuckeliana* (dBy) Whet., на плодах *Malus domestica* Borkh. — *Monilinia fructigena* (Schroet.) Honey.

В августе в основном продолжалось развитие фитопатогенных грибов, отмеченных в июле и ранее. Однако появлялись и новые представители. Из мучнисторосяных грибов впервые появлялись *Podosphaera trydactyla* dBy на *Padus racemosa* (Lam.) Gilib.; *P. oxyacanthae* dBy на *Crataegus* sp.; *Microsphaera palczewskii* Jacz. на *Caragana arborescens* Lam; *Uncinula salicis* Wint. на *Populus* sp.; *Erysiphe communis* Grev. на *Melilotus*

officinalis L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Descurainia sophia* (L.) Welb. et Berth., *Sysimbrium officinalis* (L.) Scop., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med., *Rumex acetosella* L., *Odontites seratina* (Lam.) Rchb., *Trifolium pratense* L.; *Sphaerotheca macularis* Jacz. на *Rubus caesius* L., *Humulus lupulus* L., *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Epilobium hirsutum* L.; *Trichocladia evonymi* Neger — на *Euonymus europaea* L.; *Erysiphe cico-racearum* DC. на *Solidago canadensis* L., *Aster saliciformis* Schiller., *Bidens tripartitus* L., *Ptarmica cartilaginea* Ldb., *Erigeron canadensis* L., *Xanthium strumarium* L., *Tanacetum vulgare* L., *Carduus* sp.

Из порядка *Uredinales* в августе месяце характерными были: *Puccinia arnaudii* Har. et Diet. на *Echium vulgare* L., *P. absinthii* DC. на *Artemisia vulgaris* L., *P. sp.* на *Ptarmica cartilaginea* Ldb., *Coleosporium euphrasiae* (Schum.) Wint. на *Odontites seratina* (Lam.) Rchb., *Uromyces baeumlerianus* Bub. на *Melilotus albus* Desf., а также ржавчина на *Symphytum officinale* L. (возбудитель не установлен).

В последнем месяце лета и в течение осеннего периода весьма широкое распространение получили дейтеромицеты, причем из всех порядков — гифомицетов, меланкониальных и сферопсидных. На листьях они вызывали различные по форме, размерам и окраске пятна, а на плодах — нередко и гнили. Пораженные травянистые растения часто засыхали. Другие группы фитопатогенных микромицетов в сравнении с дейтеромицетами осенью играли подчиненную роль.

Наиболее распространенными представителями дейтеромицетов — паразитов дикорастущих и культурных растений явились многочисленные виды родов: *Alternaria*, *Botrytis*, *Cercospora*, *Ramularia*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Gloeosporium*, *Colletotichum*, *Phyllosticta*, *Sphaeropsis*, *Ascochyta*, *Diplodina*, *Septoria* и др.

Таким образом, главнейшими группами паразитных микромицетов, развивающимися на растениях в течение вегетационного периода, оказались мучнисторосяные, ржавчинные и несовершенные грибы.

Мучнисторосяные грибы в условиях Белоруссии сильнее развиваются во второй половине лета и в начале осени. Единственным видом, который встречался с одинаковой частотой в течение всего периода вегетации растений, оказался *Erysiphe graminis*. Проявление мучнисторосяных грибов обусловлено преимущественно климатическими факторами: более низкая влажность воздуха во второй половине вегетационного периода способствовала поражению растений этими грибами. Для развития ржавчинных грибов благоприятной оказалась повышенная относительная влажность воздуха, особенно в первой половине вегетационного периода. Повышенная температура и недостаточное количество осадков сдерживало массовое их проявление на растениях. Наиболее распространенный и вредоносный из пероноспорных грибов *Phytophthora infestans* dBy на *Solanum tuberosum* L., *Lycopersicum esculentum* Mill. вызывал эпифитотии в годы с высокой влажностью воздуха во второй половине июля — августе.

Поскольку ритм развития разных видов фитопатогенных микромицетов неодинаков, состав их в определенных растительных группировках в течение сезона не остается постоянным: одни виды грибов или их стадии на одних растениях заканчивают свой цикл развития, другие только начинают его, третьи появляются еще позднее, т. е. наблюдается явление их смены во времени. Причем на одном и том же экземпляре или даже органе растения появляется вначале один патоген, затем другой, а нередко они паразитируют совместно.

Систематические наблюдения за развитием фитопатогенных микромицетов в течение сезона позволили установить виды, распространенные повсеместно; виды, отмеченные многократно, и менее распространенные микромицеты. Выявлены виды патогенов, развивающиеся ежегодно, и виды, проявляющиеся на растениях только в годы, благоприятные для их развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшева З. Н.— В сб.: Тез. докл. 5-го Закавказского совещания по спорным растениям. Ереван, 1972, с. 200.
2. Виттерг S. Echte Mehltauipilze (Erysiphaceae). Ein Bestimmungsbuch für die in Europa vorkommenden Arten.— Jena, 1967.
3. Головин П. Н. Микофлора Средней Азии, т. 1, вып. 1.— Ташкент, 1949.
4. Головин П. Н. Мучнисторосяные грибы, паразитирующие на культурных и полезных растениях.— М.— Л., 1960.
5. Ячевский А. А. Карманный определитель грибов, вып. 2: Мучнисторосяные грибы.— Л., 1927.

Поступила в редакцию
12.01.83.

Кафедра ботаники

УДК 581.134.5+577.164.2:633.15

Л. Ф. СМЕРНОВА, А. Н. ПАЛИЛОВА, Н. А. КОРОЛЕВА

СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ, ДЕГИДРОАСКОРБИНОВОЙ И ДИКЕТОГУЛОНОВОЙ КИСЛОТ У РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ С ЦМС, ИХ ФЕРТИЛЬНЫХ АНАЛОГОВ И ЛИНИЙ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ ФЕРТИЛЬНОСТИ

Аскорбиновая кислота (АК) и ее окисленные формы — дегидроаскорбиновая (ДАК) и дикетогулоновая (ДКГК) кислоты играют значительную роль в метаболизме растений. Обратимо окисляясь и восстанавливаясь, АК и ДАК участвуют в транспорте электронов и протонов, влияют на процессы дыхания и фотосинтеза. АК повышает восстановительный уровень клеток, стимулируя работу соответствующих ферментов, создает благоприятные условия для общего метаболизма. С содержанием и превращениями АК тесно связан обмен фенольных соединений, которые стабилизируются аскорбиновой кислотой, предотвращая нарушение метаболизма, вызываемые хинонами.

Наряду с исследованием содержания АК следует определять и количество ее окисленных форм — ДАК и ДКГК, состоящих с АК в обратимом взаимодействии. Содержание ДАК может составлять 10—50 % (и выше) от количества АК, т. е. значительную долю в общей сумме этих биологически активных веществ; лактон ДКГК является дегидроаскорбиновой кислотой.

Необходимо исследовать также условия, определяющие содержание аскорбиновой кислоты, в частности влияние генетических (ядерных и цитоплазматических) факторов. Объектами изучения влияния хромосомальных и экстрахромосомальных факторов, позволяющими, кроме того, разграничить ядерные и внеядерные воздействия, могут служить формы растений, различающиеся цитоплазмой (нормальной или стерильной) и доминантным или рецессивным состояниями ядерного *Rf*-гена. Сочетание стерильной цитоплазмы и рецессивных *rf*-аллелей ядерного гена, ответственного за фертильность, приводит к неблагоприятным ядерно-плазматическим взаимодействиям, которые проявляются в снижении содержания отдельных веществ и уровня метаболизма. Введение в стерильную цитоплазму доминантных *Rf*-аллелей вызывает репарацию нарушений. Изменение степени проявления стерильности или фертильности, обусловленное различными погодными условиями, изменяет и степень их воздействия на изучаемые показатели, что наблюдается в разные годы исследования.

Некоторые авторы [1] отмечают снижение у стерильных форм растений содержания фенольных соединений и аскорбиновой кислоты, причем недостаток АК вызывает рост количества хинонов. Хиноны способны нарушать переаминирование отдельных аминокислот, в результате уменьшается синтез пролина — компонента пыльцевых зерен, определяющего конформацию белков мембран. Недостаток пролина может оказаться критическим: нарушаются процессы микроспорогенеза, что при-

водит к дегенерации пыльцы и к возникновению андростерильности. Следовательно, снижение содержания АК, наряду с другими нарушениями, может привести к первичному биохимическому дефекту, вызывающему явление цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС).

Материал и методика

Содержание АК, ДАК, ДКГК определяли у стерильных и фертильных аналогов кукурузы и у линий-восстановителей фертильности. Сравнивая по изучаемым показателям линии с рецессивными *rf*-аллелями (фертильные линии — закрепители стерильности и их стерильные аналоги), можно проследить влияние нормальной или стерильной цитоплазм. При сопоставлении стерильной линии (с *rf*-аллелями) и восстановителя на стерильной основе (с *Rf*-аллелями), или закрепителя стерильности с восстановителем на нормальной основе, можно проследить влияние доминантных или рецессивных аллелей ядерного *Rf*-гена.

Исследование проведено на материале лаборатории нехромосомной наследственности Института генетики и цитологии АН БССР, выращенном в мелкоделяночном полевом опыте: Вир 29, Вир 29т, Вир 29м, Вир 29 тв, Вир 29 вт, Вир 29 мв.

Для раздельного количественного определения АК, ДАК, ДКГК использовали метод Роу в модификации Соколовского и др. [2].

Результаты и их обсуждение

При сравнении количества аскорбиновой кислоты и ее окисленных форм у фертильных линий и их стерильных аналогов в течение двух лет исследований (табл. 1) отмечены существенные различия. У сте-

Таблица 1

Содержание аскорбиновой, дегидроаскорбиновой, дикетогулоновой кислот в метелках и листьях стерильных и фертильных аналогов кукурузы

Линии	Цитоплазма	Ядерные факторы	В абсолютно сухой массе					
			АК		ДАК		ДКГК	
			мг %	% к фертильной линии	мг %	% к фертильной линии	мг %	% к фертильной линии
Метелки								
I								
Вир 29	Н	<i>rf/rf</i>	34,0	100,0	13,7	100,0	31,7	100,0
Вир 29 м	М	<i>rf₃</i>	18,8*	55,3	12,3	89,8	28,7	90,5
II								
Вир 29	Н	<i>rf/rf</i>	74,9	100,0	39,2	100,0	37,6	100,0
Вир 29 т	Т	<i>rf₁rf₂</i>	58,6*	78,3	26,0*	66,3	31,3	83,4
Листья								
I								
Вир 29	Н	<i>rf/rf</i>	46,1	100,0	39,4	100,0	41,8	100,0
Вир 29 м	М	<i>rf₃</i>	40,8*	88,5	25,6*	64,9	25,8*	61,7
II								
Вир 29	Н	<i>rf/rf</i>	134,8	100,0	55,7	100,0	48,9	100,0
Вир 29 т	Т	<i>rf₁rf₂</i>	76,3*	56,6*	27,5*	49,4	23,2*	47,4

Примечания: К табл. 1, 3, 4: 1) I, II — первый и второй годы исследований; 2) для выражения результатов в мкг/г цифровые значения увеличить в 10 раз. * — различия достоверны (для табл. 1—5).

рильных линий Вир 29 т и Вир 29 м наблюдали более низкое содержание АК, ДАК и ДКГК (47—94 % их количества у фертильного аналога). Уменьшение количества исследуемых кислот обнаружено как в метелках стерильных линий, так и в листьях, что свидетельствует об изменениях не только в генеративных, но и в вегетативных органах. В метелках наиболее значительно уменьшалось содержание аскорбиновой кислоты, причем в большинстве случаев изменения, вызванные Т-типом цитоплазмы во втором году исследований, были более значительными, чем изменения, обусловленные М-типом цитоплазмы в первом году исследований.

Представляется также необходимым сделать расчет содержания АК и ее окисленных форм в 1 цветке метелок фертильных и стерильных линий (табл. 2). Вследствие того, что у стерильных форм наблюдается снижение как массы 1 цветка, так и концентрации исследуемых кислот, содержание АК, ДАК, ДКГК в 1 цветке уменьшилось в 1,5—2,5 раза. При одинаковом геноме и *rf*-аллелях у исследованных аналогов причиной снижения количества АК и ее окисленных форм является неблагоприятное сочетание стерильной цитоплазмы Т- и М-типов с рецессивными *rf*-аллелями.

Таблица 2

Масса цветка и содержание АК, ДАК, ДКГК в 1 цветке метелки фертильной линии Вир 29 и ее стерильных аналогов Вир 29 т и Вир 29 м

Линии	Цитоплазма	Ядерные факторы	Масса 1 цветка				Содержание кислот в 1 цветке					
			свежая масса		абсолютно сухая масса		АК		ДАК		ДКГК	
			мг	% к фертильной линии	мг	% к фертильной линии	мкг	% к фертильной линии	мкг	% к фертильной линии	мкг	% к фертильной линии
I												
Вир 29	Н	<i>rfrf</i>	17,46	100,0	4,80	100,0	1,48	100,0	0,60	100,0	1,37	100,0
Вир 29 м	М	<i>rf₃</i>	12,50	71,6	3,35	69,8	0,62	41,9	0,41	68,3	0,91	66,4
II												
Вир 29	Н	<i>rfrf</i>	19,50	100,0	5,36	100,0	4,34	100,0	2,27	100,0	2,18	100,0
Вир 29 т	Т	<i>rf₁rf₂</i>	17,32	88,8	4,76	88,8	2,07	47,7	0,92	40,5	1,11	50,9

Примечание к табл. 2 и 5: 1) I, II — разные годы исследования; 2) для выражения веса 1000 цветков цифровые значения те же, данные выражаются в граммах; 3) при расчете на 1000 цветков содержания АК, ДАК, ДКГК цифровые значения те же, данные выражаются в мг.

Более низкое содержание АК в пыльниках стерильных линий может в недостаточной мере стабилизировать фенольные соединения и восстанавливать хиноны, и, следовательно, служить причиной нарушения микрорепарогенеза и возникновения ЦМС.

Известно, что ядерный *Rf*-ген отвечает за фертильность пыльцы. Однако, сопоставляя формы растений с доминантными или рецессивными аллелями *Rf*-гена, идентичные по геному и цитоплазме, можно обнаружить различия по морфологическим и физиолого-биохимическим показателям. Причиной различий, без сомнения, является доминантное или рецессивное состояние *Rf*-гена, взаимодействие *Rf*- или *rf*-аллелей с цитоплазмой.

В нашем исследовании показано, что у восстановителей на стерильной основе (Вир 29тв, Вир 29мв) в сравнении с соответствующими стерильными линиями содержание АК, ДАК в метелках возросло в 1,5—3,8 раза (табл. 3). В листьях восстановителей (табл. 4) количество исследуемых кислот увеличилось в несколько меньшей степени: в 1,1—

Влияние рецессивных и доминантных аллелей Rf -гена на содержание АК, ДАК, ДКГК в метелках кукурузы

Линии	Цито-плаз-ма	Ядерные факторы	В абсолютно сухой массе					
			АК		ДАК		ДКГК	
			мг %	% к исходной линии	мг %	% к исходной линии	мг %	% к исходной линии
Восстановители на стерильной основе								
I								
Вир 29 м	М	rf_3	18,82	100,0	12,27	100,0	28,67	100,0
Вир 29 мв	М	Rf_3	71,86*	381,8	40,29*	328,4	44,00*	153,5
II								
Вир 29 т	Т	rf_1rf_2	58,63	100,0	25,98	100,0	31,37	100,0
Вир 29 тв	Т	Rf_1Rf_2	93,24*	159,1	48,65*	187,3	29,45	93,9
Восстановитель на нормальной основе								
II								
Вир 29	Н	$rfrf$	74,95	100,0	39,15	100,0	37,60	100,0
Вир 29 вт	Н	Rf_1Rf_2	72,26	96,4	36,98	94,5	25,00*	66,5

1,8 раза. Увеличение содержания АК и ДАК у линий-восстановителей может быть объяснено репарирующим влиянием Rf -аллелей, благоприятным ядерно-плазматическим взаимодействием.

Роль Rf -аллелей в нормальной цитоплазме (у Вир 29 вт) в отношении накопления АК, ДАК, ДКГК с достоверностью не отмечена ни в метелках, ни в листьях (см. табл. 3, 4, 5). Содержание исследуемых кислот у Вир 29 вт приближается к уровню Вир 29. Этот факт может быть объяснен тем, что сравнение производится с фертильным закрепителем стерильности Вир 29, содержащим нормальную цитоплазму, не имеющим таких серьезных нарушений метаболизма, как у стерильных форм с дефектной, стерильной цитоплазмой.

Таблица 4

Влияние рецессивных и доминантных аллелей Rf -гена на содержание АК, ДАК, ДКГК в листьях кукурузы

Линии	Цито-плаз-ма	Ядерные факторы	В абсолютно сухой массе					
			АК		ДАК		ДКГК	
			мг %	% к исходной линии	мг %	% к исходной линии	мг %	% к исходной линии
Восстановители на стерильной основе								
I								
Вир 29 м	М	rf_3	40,78	100,0	25,57	100,0	25,84	100,0
Вир 29 мв	М	Rf_3	44,48	109,0	27,86	109,00	42,50*	164,5
II								
Вир 29 т	Т	rf_1rf_2	76,33	100,0	27,51	100,0	23,18	100,0
Вир 29 тв	Т	Rf_1Rf_2	103,80*	136,0	43,88*	187,6	42,31*	182,5
Восстановитель на нормальной основе								
II								
Вир 29	Н	$rfrf$	134,8	100,0	55,70	100,0	48,90	100,0
Вир 29 вт	Н	Rf_1Rf_2	123,9	91,9	50,90	91,3	40,14*	82,1

Произведены расчеты содержания АК, ДАК, ДКГК в 1 цветке метелки восстановителей фертильности и соответствующих стерильных линий (табл. 5). Количество аскорбиновой кислоты и ее окисленных форм в 1-ом цветке метелки линий-восстановителей в сравнении со стерильными формами возрастает значительно: в 1,8—4 раза; особенно АК и ДАК. Такое значительное различие в содержании АК и ДАК в метелках восстановителей и стерильных форм может подтвердить роль исследуемых кислот в формировании стерильности или восстановлении фертильности.

Таблица 5

Содержание АК, ДАК, ДКГК в 1-ом цветке метелок восстановителей фертильности и исходных линий

Линии	Цитоплазма	Ядерные факторы	Содержание кислот в 1-ом цветке					
			АК		ДАК		ДКГК	
			мкг	% к исходной линии	мкг	% к исходной линии	мкг	% к исходной линии

Восстановители на стерильной основе

I

Вир 29 м	М	r_f^3	0,62	100,0	0,41	100,0	0,91	100,0
Вир 29 мв	М	Rf^3	2,20*	354,9	1,67*	407,3	1,82*	200,0

II

Вир 29 т	Т	$r_{f_1}r_{f_2}$	2,07	100,0	0,92	100,0	1,11	100,0
Вир 29 тв	Т	Rf_1Rf_2	3,64*	175,8	1,90*	206,5	1,15	103,6

Восстановитель на нормальной основе

II

Вир 29	Н	$r_f r_f$	4,34	100,0	2,27	100,0	2,18	100,0
Вир 29 вт	Н	Rf_1Rf_2	3,92	90,3	2,01	88,5	1,36*	62,4

Таким образом, показана роль Rf -гена и в накоплении аскорбиновой кислоты и ее окисленных форм. По-видимому, Rf -ген входит в группу генов, контролирующих накопление АК, ДАК, ДКГК или создающих наиболее благоприятные условия для их накопления.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что накопление АК, ДАК и ДКГК является как нехромосомно наследуемым явлением, зависящим от типа цитоплазмы, так и определяется ядерным Rf -геном, его доминантными или рецессивными аллелями.

Различия, отмеченные в генеративной сфере и в вегетативных органах, подчеркивают, что изменения происходят не только в генеративной сфере, а затрагивают метаболизм растения в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пашкарь С. И., Земель Ф. М., Школенко В. В., Чалык Т. Е.— В кн.: Фенольные соединения и их свойства. Алма-Ата, 1973, с. 85.
2. Соколовский В. В., Лебедева Л. В., Лиэлуп Т. Б.— Лабораторное дело, 1974, № 3.

Поступила в редакцию
08.09.83.

Кафедра физиологии растений,
Лаборатория нехромосомной наследственности
Института генетики и цитологии АН БССР

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИСТЬЕВ КИПРЕЕВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИХ В КАЧЕСТВЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ

Морфологические признаки цветка и вегетативных органов имеют важное значение при идентификации кипреев. Во всех определителях [1—6 и др.] в качестве основных признаков учитываются особенности рыльца пестика, опушение стебля, коробочки, чашелистиков, характер прикрепления листа к стеблю. Иногда принимают во внимание особенности основания и ширину листьев, размеры черешка. Однако в связи с тем, что у многих видов кипреев некоторые указанные признаки совпадают или весьма близки, идентифицировать их трудно.

Мы изучили морфологические особенности листа у 11 видов кипреев, распространенных на территории Белоруссии, и попытались выявить новые признаки, которые можно использовать при их определении.

Следует отметить, что такие признаки, как длина и ширина листовых пластинок варьируются в широких пределах и у особей вида одной популяции, и у одного вида из разных популяций (табл. 1), что во мно-

Таблица 1

**Морфометрическая характеристика листа кипрея горного
в различных местообитаниях**

Местообитание	Длина листовой пластинки, см $\bar{x} \pm S_x$	Ширина листовой пластинки, см $\bar{x} \pm S_x$	Д : Ш
Сосняк черничный	4,40 ± 0,028	1,70 ± 0,015	2,5
	4,55 ± 0,029	1,51 ± 0,003	3,0
	3,93 ± 0,014	1,53 ± 0,006	2,6
	8,63 ± 0,028	2,73 ± 0,006	3,1
	3,70 ± 0,028	1,53 ± 0,006	2,4
Среднее	5,04 ± 0,025	1,88 ± 0,007	2,7
Ельник кисличный	5,93 ± 0,011	2,10 ± 0,028	2,8
	4,10 ± 0,028	1,54 ± 0,003	2,6
	3,97 ± 0,028	1,20 ± 0,028	3,3
	5,57 ± 0,028	2,33 ± 0,006	2,3
	7,15 ± 0,028	2,65 ± 0,043	2,6
Среднее	5,34 ± 0,025	1,96 ± 0,022	2,7
Черноольшаник крапивно-таволговый	8,52 ± 0,028	3,35 ± 0,005	2,5
	7,15 ± 0,028	2,93 ± 0,006	2,4
	6,25 ± 0,026	2,35 ± 0,028	2,6
	6,72 ± 0,057	2,33 ± 0,006	2,8
	4,25 ± 0,071	1,58 ± 0,071	2,6
Среднее	6,57 ± 0,042	2,51 ± 0,023	2,6
Обочина дороги вдоль защитных лесопосадок	4,48 ± 0,044	1,71 ± 0,003	2,6
	4,62 ± 0,028	1,84 ± 0,003	2,5
	2,94 ± 0,006	1,20 ± 0,058	2,4
	4,89 ± 0,072	1,90 ± 0,028	2,5
	4,25 ± 0,028	1,60 ± 0,014	2,6

гом обусловлено экологическими факторами. В то же время отношение длины листовой пластинки к ее ширине у особей вида из различных местообитаний варьируются незначительно (см. табл. 1). Как показали наши данные, отношение длины к ширине листовой пластинки оказывается более или менее одинаковым. Эта закономерность выявлена у всех изученных видов кипреев (табл. 2). Установлено, что размеры листа и

Таблица 2

Морфометрическая характеристика листа у различных видов кипреев

Название вида	n	Длина листовой пластинки, см $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Ширина листовой пластинки, см $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Д : Ш
<i>Epilobium collinum</i>	20	1,71 ± 0,031	0,58 ± 0,017	2,6
<i>E. adenocaulon</i>	75	4,00 ± 0,020	1,26 ± 0,019	3,2
<i>E. hirsutum</i>	25	10,68 ± 0,064	2,04 ± 0,037	5,2
<i>E. montanum</i>	75	5,40 ± 0,030	2,07 ± 0,032	2,6
<i>E. nervosum</i>	20	4,84 ± 0,027	1,50 ± 0,021	3,2
<i>E. obscurum</i>	20	5,22 ± 0,061	1,80 ± 0,036	2,9
<i>E. palustre</i>	25	6,56 ± 0,083	0,81 ± 0,017	8,1
<i>E. parviflorum</i>	25	7,43 ± 0,059	1,44 ± 0,026	5,2
<i>E. roseum</i>	50	5,30 ± 0,020	1,75 ± 0,020	3,2
<i>E. rubescens</i>	20	4,50 ± 0,043	1,60 ± 0,038	2,8
<i>E. tetragonum</i>	25	7,30 ± 0,056	1,48 ± 0,021	4,9

особенности отношения длины листовой пластинки к ее ширине у различных видов неодинаковы, что можно рассматривать как проявление видовой специфичности (табл. 2). Отношение длины листовой пластинки к ширине — признак довольно постоянный и устойчивый; он учитывается при определении формы листовой пластинки. По форме листовой пластинки кипреи Белоруссии можно разделить на две группы: с ланцетными или линейно-ланцетными листьями (длина в 5 и более раз превышает ширину) и с продолговатыми, яйцевидно-продолговатыми или яйцевидными (длина в 2—3 раза превышает ширину).

Изучение длины черешков у некоторых видов кипреев показало, что по этому признаку также наблюдается значительная вариация как в пределах одного растения в разных ярусах, так и у разных особей одного вида в пределах одного и того же яруса. Однако длина черешка листа у изученных видов различна и в сравнительном плане должна рассматриваться как таксономический признак (табл. 3). Черешки нижних и средних листьев у изученных видов имеют приблизительно одинаковую длину, в то время как черешки верхних — короче. Это следует учитывать при идентификации кипреев. Так как нижние листья ко времени цветения у многих видов начинают засыхать, при определении надо учитывать длину черешков средних листьев.

Таблица 3

Морфометрическая характеристика черешка листа некоторых видов кипреев

Название вида	Длина черешка у листьев различных ярусов, мм		
	Нижние $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Средние $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Верхние $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$
<i>Epilobium montanum</i>	1,97 ± 0,010	1,94 ± 0,010	1,64 ± 0,020
<i>E. adenocaulon</i>	2,31 ± 0,019	2,30 ± 0,016	1,82 ± 0,019
<i>E. roseum</i>	7,29 ± 0,056	6,82 ± 0,031	3,65 ± 0,034

Морфологические особенности листа у различных видов кипреев

Название вида	Опушение листа	Листорасположение, прикрепление листа к стеблю	Характер края листовой пластинки	Особенности строения жилок
<i>Epilobium hirsutum</i>	Лист с обеих сторон опушен простыми длинными заостренными, иногда спирально закрученными волосками, к которым примешиваются более короткие тупые пластинчатые спирально закрученные волоски, отчего они кажутся многоклеточными или железистыми	Супротивное, листья сидячие, стеблеобъемлющие	Неравно-пильчатый с тупыми хрящеватыми зубцами крючковидно загнутыми к заостренной верхушке	Четко выступают главная жилка и жилки 2-го порядка, прочие жилки выражены слабо
<i>Epilobium palustre</i>	С верхней стороны весь лист опушен редкими короткими серповидно изогнутыми волосками. Снизу опушение главным образом по центральной жилке	Супротивное на всем протяжении стебля. Листья сидячие, клиновидно суженные	Цельнокрайний с едва заметными очень редкими железками. Край листовой пластинки завернут на нижнюю сторону	Хорошо различаются центральная жилка и жилки 2-го порядка
<i>Epilobium parviflorum</i>	Весь лист с обеих сторон густо покрыт длинными белыми отстоящими волосками. На верхней стороне волоски сидят на белых бородавочках, отчего весь лист покрыт белыми блестящими точками	В нижней и средней частях стебля супротивное, в верхней очередное. Листья сидячие	Неравномерно и неравнопильчатый. Зубцы короткие, тупые с темноокрашенными верхушками зубчиков. Зубчики направлены к притупленной верхушке	С нижней стороны сильно выступают центральная и редко расположенные жилки 2-го порядка. Жилки 3-го порядка видны слабо
<i>Epilobium tetragonum</i>	Лист голый, только по краю листовой пластинки расположены редкие, тонкие серповидные волоски	Супротивное. Листья сидячие или короткочеренковые	Поясно зубчатый с короткими едва выступающими хрящеватыми зубчиками, расположенными перпендикулярно краю листовой пластинки	Хорошо видна главная жилка и жилка 2-го порядка. Главная жилка крылатая
<i>Epilobium montanum</i>	Жилки с верхней и нижней стороны, а также край листа густо покрыт короткими изогну-	Супротивное. Листья с хорошо выраженными черешками	Неравномерно зубчатый с короткими зубцами, направленными к верхушке	С нижней стороны жилки 1 и 2-го порядка выдающиеся, окрыленные. Главная значительно шире боковых. С верхней сторо-

	тыми волосками. Кроме того, на листовой пластинке с обеих сторон имеются очень короткие волоски			ны жилки 1 и 2-го порядка четкие, светлые, слегка выступающие, почти не отличающиеся по ширине
<i>Epilobium collinum</i>	Жилки и край листа опушены с обеих сторон белыми серповидными прижатыми волосками. Поверхность листа бледно-зеленая с блестками	В нижней и средней частях стебля супротивное, в верхней — очередное. Листья сидячие, под соцветием на коротких черешках	Неравномерно-пильчатый с 3—4 парами коротких тупых вверх направленных зубцов	Хорошо видна довольно широкая жилка 1-го порядка. Жилки 2—3-го порядков тонкие, но хорошо заметные
<i>Epilobium nervosum</i>	Листья средней части стебля опушены только по краю серповидными волосками	Супротивное по всему стеблю, иногда только под самым соцветием очередное. Листья сидячие, под соцветием на коротких черешках	Неравномерно-зубчатый с очень короткими темноокрашенными зубчиками, направленными перпендикулярно краю листа	Жилки 1 и 2-го порядка с нижней стороны выступающие, приподнимающиеся над поверхностью листа. Прочие жилки хорошо заметны
<i>Epilobium roseum</i>	Край листа и жилки с нижней и верхней стороны листа опушены короткими изогнутыми прижатыми волосками	Супротивное. Листья с длинными черешками	Неравнозубчатый с хорошо заметными заостренными зубцами, направленными вверх	С нижней стороны жилки 1 и 2-го порядка резко выступают. С верхней — вдавлены. Прочие не выступают, образуют хорошо заметную сеточку
<i>Epilobium adenocaulon</i>	Опушен только край листа. Волоски короткие, редкие, изогнутые	Супротивное, в верхней части очередное. Листья на довольно длинных черешках	Почти цельнокрайний с очень редкими, едва заметными короткими зубчиками	Жилки белые. Главная жилка толстая, выдающаяся. Жилки 2-го порядка тонкие, слабо выделяющиеся
<i>Epilobium obscurum</i>	Лист совершенно голый или опушен по краю короткими изогнутыми волосками	Супротивное, в верхней части очередное. Листья на коротких черешках	Неравномерно и неравнозубчатый. Короткие, тупые хрящеватые зубцы слегка направлены к верхушке листа	Жилки темно-коричневые, 1 и 2-го порядка, резко выступающие. Мелкие жилки темные, не выступающие, образуют хорошо заметную сеточку
<i>Epilobium rubescens</i>	Листья тонкие, голые, опушенные только по краю короткими изогнутыми волосками	Супротивное, в верхней части очередное. Листья на хорошо заметных черешках	Почти цельнокрайние с короткими толстыми на верхушке темноокрашенными зубцами	Жилки белые, с нижней стороны выступающие, с хорошо выраженным крыловидным краем. Ширина крыла равна ширине жилки

Листья всех выявленных видов кипреев, кроме морфометрических показателей, различаются характером опушения, строением края листовой пластинки, строением и степенью выраженности жилок (табл. 4). Эти признаки устойчивы, и их следует учитывать при идентификации видов кипреев Белоруссии.

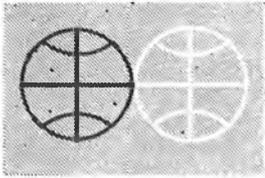
Таким образом, нам удалось выявить целый ряд новых признаков, которые раньше не использовались при определении кипреев. На основании полученных данных мы составили новый ключ к определению кипреев Белоруссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гроссгейм А. А. Определитель растений Кавказа.— М., 1949, с. 190.
2. Гомин М. П. Семейство Кипрейные.— В кн.: Флора БССР, т. 3. М., 1950, с. 436.
3. Станков С. С., Талнев В. И. Определитель высших растений европейской части СССР.— М., 1957, с. 191.
4. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части СССР.— Л., 1964, с. 359.
5. Ворошилов В. В., Скворцов А. К., Тихомиров В. Н. Определитель растений Московской области.— М., 1966, с. 238.
6. Определитель растений Белоруссии.— Минск, 1967, с. 481.

Поступила в редакцию
20.10.82.

Кафедра ботаники



УДК 911.2.001

Г. И. МАРЦИНКЕВИЧ

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ БССР

Сравнительно недавно к традиционному объекту изучения ландшафтоведения — природным территориальным комплексам (ПТК) добавились антропогенные комплексы (АК), формирующиеся под влиянием хозяйственной деятельности человека. ПТК представляют собой естественные образования, возникшие в результате дифференциации географической оболочки в процессе ее развития. Будучи вовлеченными в хозяйственное использование, ПТК приобрели новые свойства и функции, наполнились «антропогенным» содержанием и превратились в АК. В сущности, АК — это современные, повсеместно распространенные ландшафты, а ПТК — реконструированные ландшафты прошлого, природная основа АК.

Антропогенные ландшафты сформировались в результате сложного взаимодействия хозяйственной деятельности человека с природной основой и в своем развитии подчиняются как социально-экономическим, так и природным закономерностям. Однако в разных АК роль природной основы неодинакова. С этой точки зрения указанные ландшафты можно разбить на две группы. К первой относятся комплексы, целенаправленно созданные человеком, не имеющие аналогов в природе и нуждающиеся в постоянном регулировании и уходе. Это города, дороги, плотины, шахты, карьеры, промышленные предприятия и множество других объектов, являющихся чисто антропогенными образованиями. Из всех природных компонентов ПТК в их формировании наиболее существенна роль литогенной основы. Эти АК вступают с окружающими их ПТК в сложные взаимоотношения, образуя так называемые паразитические системы [1].

Вторая группа АК — комплексы, формирующиеся в результате как преднамеренного, так и непреднамеренного воздействия хозяйственной деятельности на природные ландшафты. Роль природной основы в них неизмеримо возрастает, при этом имеют значение не только литогенные, но и все прочие компоненты ПТК. С учетом особенностей природных ландшафтов деятельность человека привела к формированию таких АК, как пашни, луга, пастбища, посадки лесных культур, пруды, водохранилища и т. д. Структура и качество антропогенных ландшафтов второй группы во многом определяются природными предпосылками, вследствие чего эти комплексы можно называть природно-антропогенными (ПАК), тем более, что такой термин уже существует. Ввиду того, что ПАК подчиняются тем же природным закономерностям, что и ПТК, правомочным представляется выяснение соотношений между ними с целью разработки их единой классификации.

Обычно к проблеме классификации ПТК и АК подходят раздельно, считая, что принципы выделения этих комплексов несовместимы. В основе существующих классификаций ПТК лежат природные факторы, АК — направленность хозяйственной деятельности человека. При этом роль природной основы в формировании антропогенных ландшафтов совершенно игнорируется. Если учесть, что природные и природно-антропогенные ландшафты существуют на одной и той же территории, не соседствуя, а как бы дополняя друг друга, то ПАК, как явление вторичное, должны рассматриваться в качестве модификаций ПТК, возникающих под влиянием хозяйственной деятельности.

Антропогенные модификации могут формироваться в пределах ПТК любого классификационного ранга. При этом на определенных ступенях классификации произойдет сближение или даже совпадение категорий ПТК и ПАК. Для подтверждения этого необходима единая классификация с одинаковым ранжированием тех и других комплексов.

Общепринятыми основными единицами классификации ПТК являются классы, типы, роды, виды ландшафтов. Среди АК выделяют обычно только классы, иногда — типы. Между тем Ф. Н. Мильков [2] считает, что вероятность сближения ПТК и АК возрастает на низших ступенях классификации. Наш опыт классификации природных [3] и антропогенных [4] ландшафтов Белоруссии подтверждает это предположение.

Высшей единицей классификации ПТК и АК является класс ландшафтов. Классы природных ландшафтов выделяются по крупным морфоструктурным особенностям территории с характерной для нее структурой широтных зон или высотной поясности. По этим признакам различают классы равнинных, горных, межгорно-котловинных ландшафтов. Классы антропогенных ландшафтов принято выделять по направленности хозяйственной деятельности человека в определенных отраслях народного хозяйства. На территории БССР, расположенной в пределах равнинного класса природных ландшафтов, можно обособить такие классы АК, как сельскохозяйственные, лесные, водохозяйственные, рекреационные, горно-промышленные, городские. В зависимости от вида хозяйственной деятельности внутри классов различаются подклассы ландшафтов. Так, в классе сельскохозяйственных ландшафтов выделены пахотный, пахотный мелиорированный, лугово-пастбищный, в классе лесных — лесохозяйственный, лесокультурный, лесоболотный подклассы и т. д.

Следующая единица классификации — тип ландшафтов — выделяется с учетом зональных почвенно-биоклиматических факторов. По этим признакам природные ландшафты образуют тундровый, лесной, лесостепной, степной типы и т. д. Природно-антропогенные комплексы также подчиняются принципу зональности. Например, сельскохозяйственные ландшафты природных зон различаются между собой спецификой освоения, внешним обликом, специализацией хозяйств; водохозяйственные — типами водоемов, интенсивностью их антропогенного эвтрофирования; лесные — составом и структурой лесов, направленностью лесохозяйственной деятельности. Более того, природные предпосылки зачастую определяют и структуру подклассов АК. Так, для сельскохозяйственных ландшафтов лесной зоны характерны пахотные мелиорированные и лугово-болотные комплексы, для степной — пахотные и садовые, а для полупустынной — лугово-пастбищные.

Значительно слабее проявляются черты зональности в городских и горно-промышленных ландшафтах. Возникновение и развитие городов чаще всего обусловлено социально-экономическими или историческими предпосылками. В то же время облик городов, городских парков, пригородных зон отдыха, некоторые особенности застройки и даже отдельные архитектурные элементы зданий и сооружений в определенной степени отражают характер природной зоны. Формирование же горно-промышленных ландшафтов связано с особенностями тектонического и геологического строения территории и наличием месторождений полезных

ископаемых, т. е. явлениями аazonальными. Вместе с тем в распространении некоторых полезных ископаемых (торф, самосадочная поваренная соль, мирабилит) сказывается и фактор зональности.

В классификациях ПТК внутри типа по переходным биоклиматическим признакам обычно выделяют подтип ландшафтов. В пределах БССР хорошо различаются между собой бореальный подтаежный (смешанно-лесной) и суббореальный полесский (широколиственно-лесной) подтипы. Антропогенные комплексы такого ранга обычно не выделяются, так как различия в их внутренней структуре на этом уровне не имеют принципиального значения.

Следующая единица классификации — род ландшафтов. ПТК этого ранга в пределах БССР обособлены по генетическому принципу, т. е. с учетом их происхождения и развития. В целом род ландшафтов характеризуется однотипным рельефом и геологическими отложениями, определенной степенью дренированности территории, закономерным спектром типов почв и растительных формаций. Благодаря этому каждый род ландшафтов обладает определенными природными ресурсами, использование которых и приводит к формированию на данной территории того или иного природно-антропогенного комплекса. Например, ландшафты лёссовых равнин, вторично-моренные, холмисто-моренно-эрозионные характеризуются высококачественными земельными ресурсами, в результате здесь широко распространены пахотные АК. В пределах вторично-водно-ледниковых и аллювиально-террасированных ландшафтов произрастают продуктивные лесные насаждения, позволяющие вести заготовку древесины и вызывающие формирование лесохозяйственных АК. К нерасчлененным комплексам речных долин приурочены основные водохранилища.

Эти и другие примеры привели нас к убеждению, что более низкая единица классификации природно-антропогенных комплексов — род ландшафтов должна учитывать вид хозяйственной деятельности в пределах тех или иных природных ландшафтов. В результате выделяются такие роды ПАК, как пахотные вторично-моренные, лесохозяйственные аллювиально-террасированные, торфяно-промышленные болотные и т. д. Таким образом, на уровне родов ландшафтов классификации ПТК и АК пересекаются.

Правомерность выделения родов ПАК с учетом указанных особенностей подтверждается различиями их внутренней структуры. Дело в том, что отличительной чертой основных природно-антропогенных ландшафтов Белоруссии (сельскохозяйственных и лесных) является комплексность, мелкоконтурность. В каждом из них встречаются участки пашни, лугов, лесов, болот, а также сеть небольших сельских населенных пунктов, которые функционально тяготеют к окружающему ландшафту. Все эти структурные элементы ПАК образуют различные соотношения, характеризующие ту или иную степень антропогенизации ландшафтов. Например, в структуре сельскохозяйственного класса ландшафтов доминирует подкласс пахотных ландшафтов, приуроченный к различным природным комплексам. Пахотные вторично-моренные роды ПАК характеризуются высоким удельным весом пашни (74—75 % площади ландшафта) и высокой степенью заселения: на долю селитебных территорий приходится 14—15 % площади ландшафтов, плотность населения около 60 чел./км². Луга, леса и болота занимают ограниченные территории, не превышающие в сумме 5—8 %. Пахотные вторично-водно-ледниковые ландшафты имеют совсем иные показатели: удельный вес пашни около 60 %, лесов — 30 %, лугов и болот до 7 %. На долю селитебных территорий приходится всего лишь 2 % площади ландшафта, плотность сельского населения снижается до 20 чел./км². Таким образом, пахотные ландшафты первой группы отличаются более интенсивным освоением и заселением по сравнению с ландшафтами второй группы. Основная причина этого — различия природных предпосылок (литологии четвертичных отложений, рельефа, почв, степени дрениро-

ванности) для сельскохозяйственной деятельности человека внутри ПТК. Аналогичные примеры можно привести и по структуре лесных ПАК, основные массивы которых тяготеют к ПТК с преобладанием бедных песчаных или переувлажненных почв, мало пригодных для сельскохозяйственного использования. Род лесохозяйственных вторично-водно-ледниковых ландшафтов характеризуется очень высоким удельным весом лесов (до 93 %) и небольшой (менее 5 %) долей пашни. Селитебные территории занимают до 1 % площади ПАК, плотность населения — 14 чел./км². В лесокультурных аллювиально-террасированных ландшафтах доля лесов понижается до 70—80 %, а доля пашни возрастает до 15—18 %. Плотность населения 9—14 чел./км², площадь поселений около 2 %.

Приведенные данные свидетельствуют о необходимости учета природной основы, влияющей на структуру антропогенных ландшафтов, и открывают возможность разработки единой классификации природных и природно-антропогенных комплексов. Такая классификация позволит шире использовать материалы ландшафтных исследований в мелиорации, оценке земель, районной планировке, рекреации, охране природы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милюков Ф. Н. Рукотворные ландшафты.— М., 1977, с. 83.
2. Милюков Ф. Н. Классы антропогенных и естественных ландшафтов, их соотношение и принципы выделения.— В сб.: Оптимизация природной среды. М., 1981, с. 175.
3. Клишунова Н. К., Марцинкевич Г. И.— В сб.: Проблемы Полесья. Минск, 1980, вып. 6, с. 226.
4. Якушко О. Ф., Марцинкевич Г. И., Петров П. В., Велчев А. С. Антропогенизированные ландшафты Белоруссии и Болгарии.— София, 1983, с. 85.

Поступила в редакцию
27.06.83.

Кафедра физической географии СССР

УДК 627.18 : 627.81 : 550.81 : 551.41

В. М. ШИРОКОВ, О. Ф. ЯКУШКО, П. В. ПЕТРОВ, А. С. ВЕЛЧЕВ

ФОРМИРОВАНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ (водохранилищ и прудов) В БЕЛОРУССИИ И БОЛГАРИИ

В течение 1976—1980 гг. сотрудники кафедр физической географии и общего земледования БГУ имени В. И. Ленина и кафедры ландшафтоведения и охраны природы Софийского университета имени К. Охридского провели исследования по количественной и качественной характеристике антропогенизированных ландшафтов. Оценка влияния хозяйственной деятельности человека на ландшафтную обстановку БССР и НРБ показала, что все антропогенные ландшафты делятся на шесть основных типов: сельскохозяйственные, лесохозяйственные, горнопромышленные, водохозяйственные, селитебные и рекреационные. Соотношение занимаемых площадей по всем выделенным типам ландшафтов для БССР и НРБ неодинаково, хотя основная часть, приходящаяся на сельскохозяйственные и лесохозяйственные их типы, в основном совпадает по своим размерам и в сумме составляет до 80 % всей территории. Объясняется это тем, что при всех различиях природных условий и ресурсов уровень хозяйственного воздействия на природу близок для обеих республик [1].

Из всех выделенных типов антропогенизированных ландшафтов наиболее преобразованными и легко поддающимися внешнему воздействию являются водохозяйственные, особенно пруды и водохранилища. Для их более детального изучения, начиная с 1981 г., сотрудники кафедры общего земледования Белгосуниверситета имени В. И. Ленина и кафедры ландшафтоведения и охраны природы Софийского университета име-

ни К. Охридского проводят совместные исследования, целью которых является разработка методов оценки антропогенных нарушений природной среды при создании искусственных водоемов и рекомендаций по рациональному их использованию.

Значение искусственных водоемов в хозяйстве республик постоянно растет, так как только с их помощью возможна рациональная организация системы водохозяйственного устройства многих районов, испытывающих дефицит в водных ресурсах. Наличие прудов и водохранилищ является одним из признаков национального благосостояния, а изучение их — базой для повышения эффективности использования зарегулированных вод. Для представления о росте водохранилищного фонда республик с учетом ближайшей перспективы приводим на рисунке увеличение его во времени, составленное по опубликованным данным [2, 3].

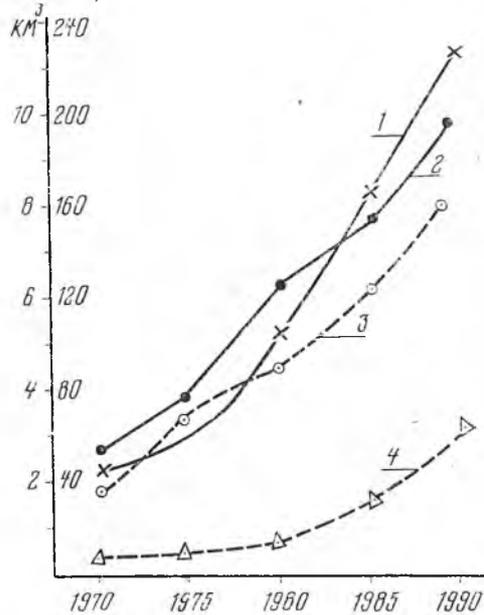
Для организации стационарных наблюдений за процессом формирования водохранилищ и их влиянием на окружающую среду выбраны опорные объекты, которые размещаются в различных природных условиях и характеризуют наиболее репрезентативные антропогенные водные ландшафты. В БССР это Вилейское, Заславльское, Солигорское и Лепельское водохранилища (табл. 1). В НРБ для этих целей выбраны водохранилища Искырское с полным объемом 673 млн. м³, полезным — 580 млн. м³; Лобош на р. Струме; Дьяково, получающее основное питание по деривации с горного массива Рилы и оз. Мандринское, имеющие регулируемую плотину в месте соединения с Черным морем.

Выбор таких объектов исследований в БССР и НРБ позволяет организовать изучение различных типов водохранилищ как по характеру их расположения (горные, предгорные, равнинные), так и по основным элементам затопленного рельефа (долинные, русловые, озерные и долинно-озероидные).

Основная цель изучения этих водохозяйственных ландшафтов — выявление как наиболее динамичных внутриводоемных процессов, так и более медленных изменений ложа, берегов и прилегающей суши, определяющих особенности формирования аквальных ландшафтов на различных этапах эволюции водохранилищ. Методы и способы наблюдений, которые применяются при этом, изложены в работах [4—6].

Фонд искусственных водоемов БССР состоит из 1229 объектов, что составляет по суммарному полному объему 2,9 и по полезному 0,88 км³ воды (табл. 2). Площадь водного зеркала всех созданных прудов и водохранилищ достигла 863,2 км², т. е. 0,5 % всей территории республики. Степень зарегулированности местного речного стока в средний по водности год, который формируется в пределах БССР, по отношению к полезному объему всех искусственных водоемов составляет 2,4 %. Таким образом, в среднем на каждые 200 км² территории республики приходится по одному искусственному водоему. В БССР создано 91 водо-

Уполезн, количество водоемов



Рост водохранилищного фонда БССР и НРБ:

1 — количество водохранилищ в НРБ; 2 — суммарный полезный объем воды в водохранилищах НРБ; 3 — количество водохранилищ в БССР; 4 — суммарный полезный объем воды в водохранилищах БССР

Опорные объекты стационарных исследований
водохранилищ в БССР

Основные показатели	Водохранилища			
	Вилейское	Заславльское	Солигорское	Лепельское
Средний многолетний объем стока к створу плотны, млн. м ³	939,9	129,8	288,0	283,0
Тип водохранилища	долинное	долинно-озеро-видное	русловое	озерное
Вид регулирования	годовое	многолетнее	сезонное	сезонное
Полный объем, млн. м ³	260,0	108,5	55,9	43,5
Полезный объем, млн. м ³	235,0	105,0	38,0	4,1
Площадь акватории при НПУ, км ²	77,0	31,1	23,1	9,7
Площадь акватории при УМО, км ²	13,0	3,8	14,8	8,9
Год ввода в эксплуатацию	1974	1955	1967	1959
Расстояние от устья до створа плотны и название реки, озера, км	407; Вилия	299,1; Свислочь	115; Случь	122,5; Улла, оз. Лепельское
Площадь водосбора, км ²	419,9	562	179,3	1326
Длина, км	30,0	10,0	24,0	7,5
Средняя глубина, м	3,38	5,50	2,50	4,46
Хозяйственное использование	водоснабжение, мелиорация и рекреация	рекреация, водоснабжение	мелиорация, водоснабжение, рыборазведение и рекреация	рыборазведение, рекреация
Общая длина берегов км	128	54	70	37

Таблица 2

Общее количество и полный объем зарегулированных вод прудов и водохранилищ БССР и НРБ

Объем млн. м ³	БССР				НРБ			
	количество	% от полного объема	суммарный полный объем, млн. м ³	% от полного объема	количество	% от полного количества	суммарный полный объем млн. м ³	% от полного объема
до 10	1206	98,1	550,1	19,3	1980	96,8	824,1	11,4
11—12	5	0,4	74,9	2,5	27	1,4	231,3	3,2
21—50	5	0,4	178,0	6,1	15	0,8	505,2	7,0
51—100	7	0,5	479,9	16,5	5	0,2	340,7	4,7
101—200	2	0,2	218,7	7,5	6	0,3	852,9	11,8
201—300	2	0,2	503,0	17,3	3	0,1	676,9	9,3
301—400	1	0,1	313,0	10,7	5	0,2	1679,8	23,2
401—500	—	—	—	—	2	0,1	935,4	12,8
501—700	1	0,1	584,7	20,1	2	0,1	1205,0	16,6
Всего	1229	100	2902,3	100	2044	100	7215,5	100

хранилище, их полный объем 2,5 км³, а полезный — 0,84 км³, площадь водного зеркала 628,9 км² [7].

Основная часть водохранилищ предназначена для рыбного хозяйства, водоснабжения, мелиорации и рекреационного использования. Созданные в равнинных условиях, они имеют достаточно значительные площади мелководий (до 20—25 % всего водного зеркала), легко зарастают и подтапливают прилегающую сушу.

По данным Л. Зябкова [8], на 1975 г. искусственных водоемов в НРБ насчитывалось 2044 объекта с полным суммарным объемом воды 7,2 км³ (см. табл. 2). Полезный объем их достигает 5 км³. Степень зарегулированности местного речного стока в средний по водности год составляет по отношению к полезному объему 27 %. В результате на каждые 100 км² территории республики приходится в среднем по два искусственных водоема. Водоохранилищ создано около 70, их полный объем составляет более 4 км³, а площадь водного зеркала 2270 км². Водоохранилища, созданные в горных и предгорных условиях, а также на прилегающей равнине Черного моря, в основном используются в орошении и водоснабжении. Площади мелководий их небольшие (не более 5 % водного зеркала), преобладают заиление и занесение их ложа наносами; на береговых склонах проявляются различные геодинамические процессы (оползни, осыпи и обвалы).

Водоохранилища проходят несколько основных стадий в своем развитии: становление, стабилизацию и отмирание аквальных ландшафтов с постепенным переходом в болотный массив [9]. Опыт периодических обследований небольших водохранилищ БССР, построенных в разные периоды, показал, что срок их полной эксплуатации в среднем 60—80 лет, из них 15—20 первых лет приходится на стадию становления, 30—35 на стабилизацию и 15—25 лет на период отмирания. Если на стадии стабилизации или отмирания происходит реконструкция водоема, срок его эксплуатации удлинится, а обновленный водоем проходит вновь все три стадии развития. Следует отметить, однако, что период становления у такого рода обновленных водоемов бывает значительно короче, но интенсивность проявления береговых явлений, зарастания и других сопутствующих природных процессов, как правило, менее выражена.

Каждая стадия эволюционного развития аквального ландшафта водохранилищ характеризуется наличием определенных условий и факторов, под влиянием которых идет их формирование. К ним относятся две основные группы — унаследованные и приобретенные. На стадии становления наибольшее значение имеют унаследованные факторы и условия: генезис и геологическое строение ложа, характер затопленных грунтов, ландшафтная обстановка водосборов. По мере развития водохранилища роль приобретенных факторов и условий возрастает, и на стадии стабилизации увеличивается влияние установившегося гидрологического режима (периодическое колебание уровня воды, различные виды течений, ветровое волнение и т. п.), нового микроклимата и теплового режима. При переходе водохранилища в стадию отмирания природный облик его постепенно меняется, и процессы зарастания и заболачивания преобладают.

Развитие водохранилищ находится в тесном взаимодействии с природной обстановкой окружающих ландшафтов. Для небольших водохранилищ, характерных для БССР и НРБ, отмечается не только их воздействие на прилегающую сушу, но и влияние водосбора на аквальные ландшафты самих водохранилищ. Так, например, в периоды экстремально засушливых лет климатическое влияние водохранилищ на окружающую сушу резко сокращается, во влажные годы вновь возрастает. Такое переменное воздействие является характерным состоянием небольших по размеру искусственных водоемов.

Проведенные исследования водохранилищ в БССР и НРБ показывают, что организация комплексных стационарных наблюдений за процессами формирования аквальных ландшафтов искусственных водоемов

позволяет непосредственно изучить все периоды их эволюционного развития. На этой основе можно дать рекомендации по использованию прудов и водохранилищ в хозяйстве и мерам борьбы с отрицательными последствиями при их создании и эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якушко О. Ф. и др. Антропогензированные ландшафты Белоруссии и Болгарии.— София, 1983.
2. Прогноз развития водного хозяйства в странах-членах СЭВ до 1990 г.— М., 1976.
3. Широков В. М., Плужников В. Н.— В кн.: Влияние хозяйственной деятельности на природу Белоруссии. Минск, 1981, с. 6.
4. Широков В. М., Лопух П. С.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., бпол., геогр., 1983, № 3, с. 47.
5. Широков В. М., Лопух П. С.— В кн.: Методы исследования антропогенных ландшафтов. Л., 1982, с. 128.
6. Белчев А. и др. Ръководство за стационарни ландшафтни изследвания.— София, 1980.
7. Широков В. М.— В кн.: Водные ресурсы Белоруссии и их охрана. Минск, 1982, с. 112.
8. Зябков Л.— Изв. на Българското географско дружество, кн. XV (XXV), София, 1977, с. 3.
9. Широков В. М.— В кн.: Оптимальное использование водных ресурсов. Международный симпозиум, т. 2. София, 1983, с. 189.

Поступила в редакцию
12.09.83.

*Кафедра общего землеведения,
кафедра ландшафтоведения и охраны природы
Софийского университета*

УДК 631.62

В. С. АНОШКО, А. Н. ВАЛЬВАЧЕВ

СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МЕЛИОРАТИВНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЕС ЭВМ

Проведение мелиораций должно быть тщательно экономически и экологически обоснованно, что можно сделать путем детального анализа огромного количества данных, описывающих объект мелиорации. Оценка количественно и качественно все факторы, определяющие мелиоративную неустроенность территории, можно разработать рекомендации о средствах мелиоративного воздействия и эксплуатации мелиоративных объектов.

Для хранения данных, описывающих мелиоративную неустроенность и другие характеристики мелиоративных объектов, используются перфорированные карты типа к-4 и к-5 [1—3]. Эти карты хорошо зарекомендовали себя в работе, но они имеют и некоторые недостатки. Это прежде всего большие затраты времени даже для простейшей обработки, невозможность применения ряда эффективных методов анализа без дополнительной ручной обработки, неудобство хранения и группировки данных по отдельным признакам.

Применяя карты к-4 и подобные, из большого количества данных быстро извлечь информацию, отобрать главное, систематизировать, выявить взаимосвязи показателей, построить качественные модели взаимодействия факторов с применением новейших математических методов практически невозможно.

Для решения этих проблем нами с использованием работ [4—6] разработана система хранения, корректировки и обработки данных. Система базируется на ЭВМ ЕС-1020 или ЕС-1022 с дисковой операционной системой и состоит из трех частей: программа создания и обслуживания базы данных; непосредственно база данных на пакете магнитных дисков; пакет прикладных программ, включающий новейшие методы обработки и анализа данных, хранящихся в базе.

Программы создания и обслуживания выполняют следующие функции: форматизация участков диска под запись, внесение информации в базу данных с перфокарт или магнитных лент, корректировка каждого элемента базы данных по заданному ключу.

Вся информация о мелиоративном объекте по определенному макету перфорируется на 80-колоночные перфокарты стандартным перфоратором или наносится на магнитную ленту с помощью устройства ЕС-9002, затем записывается на магнитный диск программами обслуживания.

База данных расположена на пакете магнитных дисков емкостью 7,25 миллионов байт и содержит всю собранную о мелиоративном объекте информацию. Каждому конкретному объекту соответствует одна запись длиной 2500 байт. Всего на одном пакете дисков помещается информация о 2600 объектах. Высокоскоростной накопитель НМД ЕС-5052 обеспечивает мгновенный (60 микросекунд) доступ к любой записи.

Каждая запись содержит следующие реквизиты: номер объекта; название, идентификационные признаки; геоморфологические характеристики (средняя высота над уровнем моря, средневзвешенная крутизна склонов, глубина расчленения рельефа и т. д.); биоклиматические (среднегодовое количество атмосферных осадков, среднеголетняя температура за вегетационный период, сумма активных температур (свыше $+10^{\circ}\text{C}$) и т. д.; почвенные (механический состав верхнего горизонта и подстилающей породы, кислотность почв, средневзвешенное содержание PO , средневзвешенное содержание KO , и т. д.); гидрогеологические (глубина залегания грунтовых вод, степень естественной дренированности, коэффициент фильтрации верхней толщи, мощность отложений до регионального водоупора, соотношение слоев с различными фильтрационными свойствами и т. д.); гидрологические (коэффициент канализованности, средневзвешенный гидравлический уклон, озерность, степень современного использования водных ресурсов, зарегулированность стока и т. д.). Кроме этих показателей, зарезервировано место для временных рядов, т. е. набора данных по одному или группе показателей за определенный отрезок времени.

Программы обработки составляют единый пакет и выполняют следующие работы: предварительная обработка данных (вычисление средних, среднего квадратического отклонения, коэффициента асимметрии, минимума, максимума для каждой переменной множества наблюдений); корреляционный анализ (вычисление коэффициента корреляции, организация подмножества из большой корреляционной матрицы и т. д.) используется для выявления связи между переменными, когда переменные случайны и имеют нормальный закон распределения; регрессионный анализ (множественная линейная регрессия, образование матрицы данных для полиномиальной регрессии и т. д.) применяется для установления зависимости между результативным признаком и наблюдавшимся признаком и для оценки функции регрессии; дисперсионный анализ (межгрупповая и внутригрупповая дисперсия и т. д.) используется для анализа результатов наблюдений, зависящих от группы одновременно действующих факторов, выбор из них наиболее важных и оценка их влияния; факторный анализ (нормализация данных, вычисление матрицы факторных нагрузок, вращение факторов) производит группировку объектов со сходными сочетаниями признаков с целью нахождения главных компонент.

Предполагается расширить пакет программ обработки, подключив дискриминантный и кластерный анализы, а также метод группового учета аргументов.

Выборка данных и выполнение программ производится по запросу с пишущей машинки «Consul 260» или заданиями с перфокарточного ввода. Результаты обработки выводятся на алфавитно-цифровое печатающее устройство или представляются на малом рулонном графопостроителе ЕС-7052 в виде графиков, изолиний, гистограмм.

Система проста в эксплуатации, затраты машинного времени в большинстве случаев незначительны. Исследователь, не обладая фундаментальным знанием математики, имеет возможность выполнить глубокий анализ собранных им данных современными математическими методами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аношко В. С.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 2, с. 48.
2. Маринин А. М., Абишев М. Н.—Вестн. Московского ун-та. Сер. геогр., 1973, № 1, с. 36.
3. Пузаченко Ю. Г.—Итоги науки, 1969, вып. 3, с. 115.
4. Дейт Д. Введение в системы баз данных.— М., 1980.
5. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах.— М., 1978.
6. Фишер Р. А. Статистические методы для исследователей.— М., 1958.

Поступила в редакцию
28.11.83.

Кафедра почвоведения и геологии

УДК 581.526.325(476)

М. В. БОГОЛЕЙКО

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ В ОЗЕРАХ РАЗНОГО БИОЛИМНОЛОГИЧЕСКОГО ТИПА БССР

Первичная продукция озер разной трофности (Рудаково, Загатье и Забельское) в северной части Белоруссии изучалась при проведении комплексных исследований ОНИЛ озераведения БГУ имени В. И. Ленина в 1979—1980 гг. Согласно физико-географическому районированию Белоруссии [1], перечисленные водоемы расположены в пределах Белорусско-Валдайской провинции, округа Белорусского Поозерья. Озера развиваются приблизительно в одинаковых климатических условиях, однако существенно различаются по своим морфометрическим характеристикам (табл. 1) и величине антропогенного воздействия.

Таблица 1

Морфометрическая характеристика исследованных озер

Озера	Уровень трофии	Площадь, км ²	Объем воды, млн. м ³	Глубина максимальная, м	Глубина средняя, м	Прозрачность	Нагрузка	
							критическая, гР/м ² ·год	реальная, гР/м ² ·год
Рудаково	мезотрофное	0,24	2,72	28,6	11,3	5,3	0,044	0,053
Загатье	эвтрофное	0,29	1,16	7,8	3,9	1,5	0,257	0,573
Забельское	гиперэвтрофное	0,44	0,52	2,1	1,2	0,30	0,031	1,940

Наиболее глубокое оз. Рудаково используется в основном лишь для рекреации. На водосборной площади озера населенные пункты отсутствуют.

Деятельность человека в значительной степени коснулась водосбора оз. Загатье. Большая часть водосбора распахана, в его пределах находятся несколько населенных пунктов, хуторов и хозяйственных построек. Наиболее мелководное оз. Забельское, являясь по сути очистным прудом стоков животноводческой фермы и стоков, поступающих с территории крупной птицеводческой фабрики, получает довольно высокую биогенную нагрузку (табл. 2). Неодинаковое по степени антропогенное воздействие обусловило различную биогенную нагрузку озер, и, следовательно, различную степень их эвтрофирования. К настоящему времени нагрузка по фосфору в мезотрофном оз. Рудаково лишь незначитель-

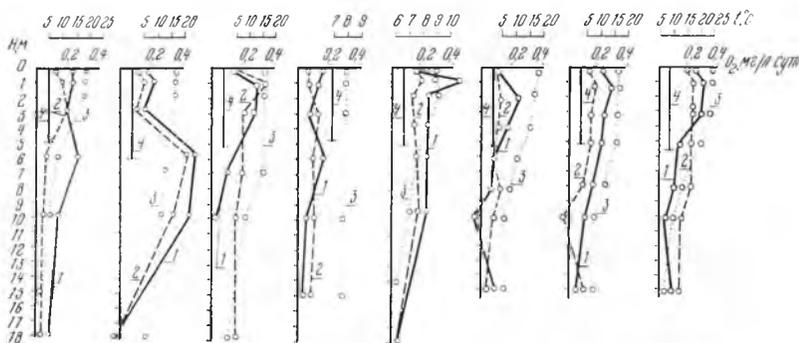


Рис. 1. Среднемесячные величины фотосинтеза и деструкции органического вещества на разных горизонтах оз. Рудаково:

1 — фотосинтез; 2 — деструкция; 3 — температура; 4 — прозрачность. Те же обозначения к рис. 2 и 3

но превышает критическую, в эвтрофном оз. Загатье — превышает критическую в два и в гиперэвтрофном оз. Забельское — приблизительно в 60 раз [2] (см. табл. 1). Озера характеризуются слабой степенью зарастания. По данным ОНИЛ озераведения БГУ имени В. И. Ленина, зарастание в оз. Рудаково составляет 23, оз. Загатье 15 и в оз. Забельское около 17 % общей площади озера.

По степени развития фитопланктона оз. Рудаково в 1948 г. [3] приближалось к первично олиготрофному типу, и попытка И. С. Захаренкова измерить первичную продукцию планктона оз. Рудаково в то время не дала результатов, так как интенсивность фотосинтеза и дыхания планктона оказались столь малыми, что суточный срок экспозиции склянок был недостаточен для их обнаружения. Первичную продукцию озер Загатье и Забельское, ранее не исследовавшуюся, определяли скляночным методом в кислородной модификации [4] на 3—7 горизонтах до глубины, равной трем прозрачностям воды по диску Секки. Время экспозиции зависело от трофности водоема и составляло: в оз. Рудаково 48—72, в оз. Загатье 6—24 и в оз. Забельское — 2—4 ч. Кислород определяли по Винклеру. Всего в 1979 г. провели 11, а в 1980—13 наблюдений. На оз. Рудаково и Загатье в июле наблюдения проводились один раз в декаду; в мае, июне, августе и октябре — один раз в месяц; на оз. Забельское — один раз в год, в июле.

В период исследования, при прозрачности 5—6 м в 1979—1980 гг. в оз. Рудаково наблюдали низкую интенсивность фотосинтеза (не выше 0,45 мгО₂/л·сут), что характерно для мезотрофных глубоководных водоемов. Вертикальное распределение скорости фотосинтеза в озере показано на рис. 1. Значимые величины скорости этих процессов в некоторые месяцы исследования достигали глубины 10 м и более. Максимум фотосинтеза приходился на глубину 1—2 м и в июне 1979 г. составил 0,44 мгО₂/л·сут, в мае 1980 г. — 0,43 мгО₂/л·сут. Такие величины интенсивности валового фотосинтеза в оз. Рудаково, ранее бывшего первично олиготрофным водоемом [3], свидетельствуют об изменении его трофического статуса в сторону мезотрофии. По уровню интенсивности фотосинтеза оз. Рудаково приблизилось к мезотрофному оз. Нарочь, максимальный фотосинтез планктона в котором находится в пределах 0,2—0,4 мгО₂/л·сут [5]. В июне, июле и октябре 1979 г. наблюдали второй максимум скорости фотосинтеза в зоне термоклина (см. рис. 1), который, по-видимому, обусловлен концентрацией фитопланктона в этой области. В конце июля, августе и октябре 1979 г. деструкция в озере преобладала над продукцией, в 1980 г. превышала продукцию только в начале июля и августе. В целом за сезон в 1979 и 1980 гг. в озере отмечены положительные величины первичной продукции (Ф/Д 1,27 и 1,28). Максимальные значения интегрального фотосинтеза и дыхания

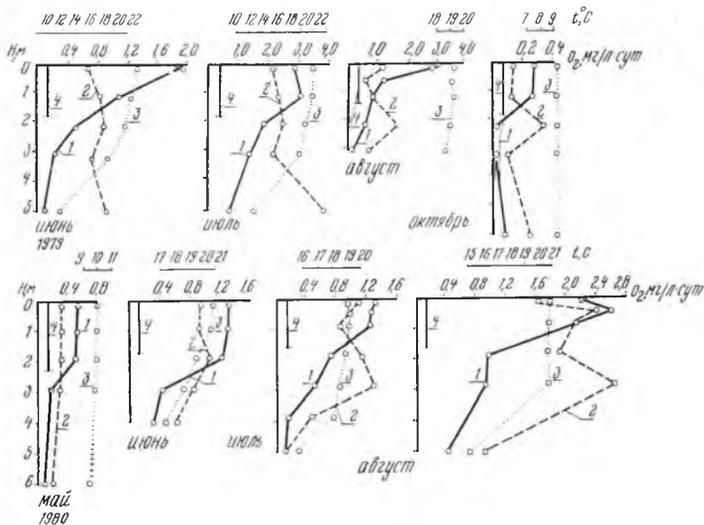


Рис. 2. Среднемесячные величины фотосинтеза и деструкции органического вещества на разных горизонтах оз. Загатые

планктона приходились на май, в июне наблюдали некоторое снижение. В июле интенсивность процессов опять возрастала, резко снижаясь в октябре (см. табл. 2).

Таблица 2

Первичная продукция (над чертой) и деструкция органического вещества (под чертой), $\text{мг O}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут.}$, в озерах разного биолимнологического типа

Время исследований	Озера	май	июнь	июль	август	октябрь	В среднем
1979	Рудаково	—	2,43	4,95	1,63	0,85	2,47
		—	0,96	4,45	3,31	0,99	2,43
	Загатые	—	2,99	8,05	2,78	0,50	3,58
		—	4,07	11,03	3,56	1,17	4,96
	Забельское	—	—	9,96	—	—	9,96
		—	—	8,45	—	—	8,45
1980	Рудаково	3,05	1,45	2,00	2,12	—	2,16
		2,03	1,25	1,56	2,34	—	1,80
	Загатые	1,65	3,78	3,66	6,16	—	3,81
		1,38	3,74	4,06	9,78	—	7,74
	Забельское	—	—	11,20	—	—	11,20
		—	—	10,98	—	—	10,98

В эвтрофном оз. Загатые при сравнительно низкой прозрачности (1,2—2,4 м) интенсивность фотосинтеза резко уменьшалась с глубиной (рис. 2). Максимум валового фотосинтеза отмечен на глубине 0—1,0 м, где составлял в июле—августе 1979 г. 3,0 и 2,56 $\text{мг O}_2/\text{л} \cdot \text{сут}$ в августе 1980 г., что близко к величинам эвтрофного оз. Мястро, где скорость фотосинтеза была в пределах 1,5—2,5 $\text{мг O}_2/\text{л} \cdot \text{сут}$ [6]. На глубинах выше 3 м фотосинтез в основном прекращался. В 1979 г. максимум фотосинтеза и деструкции под 1 м^2 наблюдали в июле (8,05 и 11,03 $\text{г O}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$), в 1980 г.— в августе (6,16 и 9,78 $\text{г O}_2/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$) (см. табл. 2), что совпадало со временем наибольшего прогрева воды. Наибольшие величины фотосинтеза в летние месяцы отмечают также рядом авторов [6, 7].

В целом за сезон в 1979 и 1980 гг. в оз. Загатье деструкция преобладала над продукцией ($\Phi/\text{Д}$ 0,75 и 0,85).

Небольшая глубина оз. Забельского, гомотермия, большое поступление биогенных элементов (см. табл. 1) [2], практически полное перемешивание водной массы создают оптимальные условия для развития фитопланктона. Высокий уровень развития фитопланктона [8] обуславливает и высокий уровень скорости фотосинтеза, максимум которого отмечен в поверхностных слоях воды, где в 1979 г. он составил 48,09, а в 1980 г.— 43,98 $\text{мгО}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$ (рис. 3).

С увеличением глубины скорость первичной продукции резко падала, что связано с чрезвычайно низкой прозрачностью (0,15—0,25 м), и уже на глубине 0,5 м фотосинтез практически отсутствовал. Довольно интенсивно в озере происходят и деструкционные процессы. При полном перемешивании водной массы во время наблюдения в 1979 г. высокий уровень деструкции распространялся практически до дна (см. рис. 3). В 1980 г. при очень слабом ветре перемешивание воды было незначительно, и скорость дыхания планктона, подобно скорости фотосинтеза, резко уменьшалась с глубиной. В поверхностном слое воды оз. Забельское деструкция составляла 26, а на глубине 0,75 м — уже 6,96 $\text{мгО}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$. Компенсационная точка располагалась на глубине 0,25—0,30 м. В 1979 и 1980 гг. продукция планктона преобладала над деструкцией ($\Phi/\text{Д}$ 1,27 и 1,02).

Со времени первого исследования (1948) оз. Рудаково перешло в разряд мезотрофных водоемов в результате повышенного поступления в озеро биогенных элементов; так, если суточная экспозиция склянок И. С. Захаренковым не позволила измерить скорость фотосинтеза и дыхания планктона (уровень $< 0,05 \text{ мгО}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$), то в настоящее время озеро по интенсивности фотосинтеза приблизилось к мезотрофному оз. Нарочь с уровнем фотосинтеза 0,23—0,44 $\text{мгО}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$. По уровню первичной продукции (43,98—48,09 $\text{мгО}_2/\text{л}\cdot\text{сут}$) оз. Забельское гиперэвтрофно и приближается к уровню биологических очистных прудов, в связи с чем использование его для хозяйственно-бытовых нужд крайне ограничено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзяменцьёў В. А., Шкляр А. Х., Якушка О. Ф. Природа Беларуси.— Минск, 1959.
2. Романов В. П., Гигевич Г. С., Карташевич З. К., Пряхина Н. П. Оценка количества питательных веществ, поступающих в озерные водоемы (на примере некоторых озер Белоруссии).— Рукопись деп. в ВИНТИ, № 2414-81. Деп. от 21.05.81.
3. Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов.— Минск, 1960.
4. Хромов В. Н., Семин В. А. Методы определения первичной продукции в водоемах.— М., 1975, с. 73.
5. Винберг Г. Г. и др.— В сб.: Биопродуктивность озер Белоруссии. Минск, 1971.
6. Хусаннова Н. З., Митрофанов В. П., Мамилова Р. Х., Шаранова Л. И.— В сб.: Продукционно-биологические исследования экосистем пресных вод. Минск, 1973.
7. Горбунова З. А., Гордеева Г. Л., Дмитренко Ю. С., Заболоцкий А. А., Рыжков Л. П.— В кн.: Продукционно-биологические исследования экосистем пресных вод. Минск, 1973, с. 32.
8. Власов Б. П.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 1, с. 63.

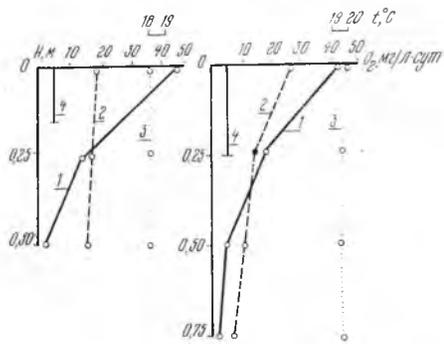


Рис. 3. Результаты наблюдений методом склянок на оз. Забельское

РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЦЕНОЗОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПЕРЕХОДНОГО ТИПА

Большим резервом увеличения производства сельскохозяйственной продукции в Белоруссии является освоение и интенсивное использование осушенных торфяных почв переходного типа, площадь которых в республике составляет 326,8 тыс. га [1]. В естественном состоянии эти почвы, как правило, заняты малопродуктивными угодьями и характеризуются низким эффективным, но достаточно высоким потенциальным плодородием. Использование этих почв возможно при внедрении интенсивной системы земледелия, основным звеном которой является научно обоснованное применение органических и минеральных макро- и микроудобрений.

Опыты по изучению звена севооборота и исследованию влияния удобрений на урожай и качество сельскохозяйственных культур при освоении торфяных почв переходного типа с целью залужения проведены на территории племзавода «Будагово» БелНИИ животноводства МСХ БССР, начиная с 1972 г. Торф по ботаническому составу относится к древесно-осоково-сфагновому, степень разложения 15,6, зольность 8,5 %. Уровень грунтовых вод находился на глубине 160—180 см в летний период после осушения. Почва характеризовалась неблагоприятными агрохимическими свойствами: сильнокислой реакцией (рН в КСl 3,5—4,2 до глубины 70 см); высокой гидролитической кислотностью (105—124 мг-экв. на 100 г почвы), слабой насыщенностью основаниями (28—43 %); низким содержанием подвижного фосфора и обменного калия (соответственно 2,8—3,9 и 2,0—3,2 мг на 100 г почвы); низкой обеспеченностью микроэлементами (содержание подвижных Cu —0,6; Mo —0,18; Co —0,5; Mn —35,0; Zn —1,2 мг/кг почвы), за исключением бора (0,55 мг/кг — средняя обеспеченность).

Освоение торфяных почв переходного типа целесообразно начинать с выращивания пропашных культур в звене севооборота: картофель — зерновые (ячмень) — многолетние травы (тимофеевка) [2, 3]. Многократная обработка почвы под пропашными культурами способствует улучшению физико-химических свойств торфа, повышению интенсивности микробиологических процессов, и, следовательно, обогащению почвы доступными для питания растений элементами. Возделывание в последующие годы зерновых с подсевом многолетних трав вызывает уменьшение активности микробиологических процессов и замедление сработки торфа.

В первый год (1972) освоения под картофель была применена следующая система удобрений (фон): $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{180} + 15$ т/га доломитовой муки + 10 т/га компоста. Внесение таких доз удобрений [4] не только обеспечивает существенное улучшение агрохимических свойств почвы (обменная кислотность почвы снизилась до рН 5,0, а гидролитическая — до 100 мг-экв. на 100 г почвы; возросли степень насыщенности основаниями до 45—52 %, содержание подвижного фосфора до 10,5—13,2 и обменного калия — до 9,0—9,7 мг на 100 г почвы) и активизацию биохимических процессов [2], но и позволяет получить довольно высокие урожаи картофеля. В наших опытах урожай картофеля сорта Темп колебался по годам на контроле от 170,3 до 215,7 ц/га. Применение микроудобрений позволило дополнительно собрать 15—25 ц/га, или 9,5—12,6 % картофеля [5].

В следующем году в севооборот была включена зерновая культура (ячмень сорта Зефир) с подсевом многолетних трав (тимофеевка). Под ячмень вносились основные удобрения $\text{N}_{45}\text{P}_{50}\text{K}_{180}$ и микроудобрения.

Урожай ячменя составил 29,4 ц/га, в вариантах с внесением микроудобрения 31,6—32,9 ц/га [2].

В течение последующих трех лет изучалось влияние микроудобрений на морфофизиологические показатели, урожай и качество тимофеевки. Повторность опыта четырехкратная, размер делянок 50 м², норма высева под покровную культуру (ячмень) 20 кг/га тимофеевки. Ежегодно проводились два укоса: в июне и сентябре.

Агрохимические свойства почвы к третьему году освоения существенно улучшились: снизилась обменная (рН 5,4—5,6) и гидrolитическая (41—54 мг-экв. на 100 г почвы) кислотность; возросли степень насыщенности основаниями до 73—76 %, содержание форм фосфора и обменного калия (до 19,5—22,7 мг на 100 г почвы), подвижных форм микроэлементов (Cu 0,80—1,34; Mn 51,75—57,50; Co 1,33—1,58; B—0,80—1,10; Mo—0,30—0,40; Zn 2,0—2,4 мг/кг почвы). По градации обеспеченности почв подвижными формами микроэлементов [6] почва опытного участка, несмотря на увеличение содержания микроэлементов в 2—3 раза, осталась низко обеспеченной медью и кобальтом, средне обеспеченной молибденом, марганцем, цинком и бором. В результате по фону N₄₅P₆₀K₁₈₀ под тимофеевку были внесены микроудобрения в следующих формах и дозах действующего вещества на гектар: Na₂B₄O₇—3,0; ZnSO₄—5,0; MnSO₄—20,0; CuSO₄—2,5; CoSO₄—2,0; (NH₄)₂—MoO₄—2,0.

Микроэлементы оказали положительное влияние на морфофизиологические показатели: увеличились рост растений, площадь листа, сухой вес листа и растения. Максимальная высота побегов растений отмечена в варианте с внесением цинковых удобрений (106,35 см, на фоне 94,1 см). Микроудобрения способствовали накоплению фотосинтетических пигментов. При внесении цинка сумма хлорофиллов *a* и *b* в листе увеличилась на 48,9 %; каротиноидов — на 38,4 %; под влиянием кобальта — соответственно на 29,9 и 33,7 %. Сухой вес растения возрос при внесении цинковых микроудобрений на 21 %; борных — на 12; под влиянием других микроудобрений — на 6—8 %. Благоприятное формирование фотосинтетического аппарата в дальнейшем стимулирует продуктивность биомассы тимофеевки.

Аккумуляция микроэлементов в сене тимофеевки соответствует особенностям потребления химических элементов растениями, т. е. зависит от содержания элементов в почве и потребности в них растений. Содержание микроэлементов в сене тимофеевки на контроле ниже, чем в вариантах с внесением соответствующих микроэлементов: Mn—32,5 (контроль)/41,65 (вариант с внесением Mn); Zn—22,0/39,4; Cu — 7,0/10,9; B — 0,8/1,5; Mo — 0,78/0,82; Co — 0,10/0,17.

На протяжении трех лет исследований микроудобрения повышали урожай сена тимофеевки на 9,3—11,7 % (табл. 1), причем действие их по годам было неравнозначным. Так, в 1974 г. по эффективности микроэлементов можно расположить в следующий ряд: B>Mn>Cu>Zn>Mo>Co; в 1975 г.— Co>Cu>Zn>Mo>B>Mn; в 1976 г. Cu>Mn>Zn>B>Mo>Co; по средним трехлетним данным — Cu>B>Zn>Co>Mn>Mo. Это объясняется изменением погодных условий, которые по-разному влияли на подвижность микроэлементов и их усвоение, а также частичным их закреплением или выщелачиванием.

Микроэлементы положительно влияли на улучшение качества сена. Наиболее высокие прибавки абсолютно-сухого вещества (10,4 %), органического вещества (11,4 %), белка (19,9 %), жира (30,9 %) получены в варианте с медью; сырого протеина (21,2 %) — в варианте с бором; содержание клетчатки возросло на 11,6—9,6 % в вариантах с внесением кобальта и меди (табл. 2). Сравнение состава сена летнего и осеннего укосов показывает, что осенью снижается содержание протеина, белка, клетчатки, но значительно увеличивается (в 1,6—2,1 раза) количество жира. Отмечено различие качественного состава первого и второго укосов в зависимости от вида микроудобрения. Например, в пер-

Таблица 1

Влияние микроудобрений на урожай сена тимopheевки, выращенной на торфяной почве переходного типа, ц/га

Варианты опыта	1-й год исследований			2-й год исследований			3-й год исследований			Среднее за три года			Прибавка	
	укос		всего	укос		всего	укос		всего	укос		всего	ц/га	%
	I	II		I	II		I	II		I	II			
N ₄₅ P ₆₀ K ₁₈₀ (фон)	42,6	49,5	95,7	54,3	38,0	92,3	61,9	66,6	128,5	54,1	51,4	105,5		
Фон + В 3,0	55,1	53,3	108,4	56,2	41,2	97,4	71,6	71,0	142,6	61,0	55,2	116,2	10,7	10,1
Фон + Zn 0,5	54,4	51,5	105,9	57,5	41,6	99,1	71,4	71,8	143,2	61,1	55,0	116,1	10,6	10,1
Фон + Mn 20,0	54,1	52,9	107,0	56,2	39,7	95,9	75,1	68,5	143,6	61,8	53,7	115,5	10,0	9,5
Фон + Cu 2,5	53,9	52,4	106,3	60,5	39,5	100,0	73,3	73,9	147,2	62,6	55,3	117,9	12,4	11,8
Фон + Co 2,0	54,7	50,3	105,0	61,2	38,7	100,8	72,2	69,0	141,2	63,0	52,7	115,7	10,2	9,7
Фон + Mo 2,0	54,4	51,1	105,5	58,1	40,9	99,0	72,4	69,2	141,6	61,6	53,7	115,3	9,8	9,3
т, %			1,24			0,93			0,92					
НСР 0,95 ц/га			1,63			1,34			1,77					

Влияние микроудобрений на качественный состав сена тимopheевки (среднее за 3 года), ц/га

Варианты опыта	Абсолютно-сухое вещество		Органическое вещество		Протеин		Белок		Жир		Клетчатка	
	валовый сбор	прибавка	валовый сбор	прибавка	валовый сбор	прибавка	валовый сбор	прибавка	валовый сбор	прибавка	валовый сбор	прибавка
1	86,57		74,61		7,76		6,87		1,36		28,72	
2	95,20	8,63	82,96	8,35	9,41	1,65	7,97	1,10	1,76	0,40	31,22	2,50
3	94,98	8,41	82,78	8,17	9,32	1,56	8,02	1,15	1,65	0,29	31,21	2,49
4	93,98	7,41	82,12	7,51	8,76	1,00	8,05	1,18	1,58	0,22	30,97	2,25
5	95,59	9,02	83,12	8,51	9,12	1,36	8,24	1,37	1,78	0,42	31,48	2,76
6	95,39	8,82	83,11	8,50	8,71	0,95	7,80	0,93	1,63	0,27	32,05	3,33
7	94,72	8,15	82,31	7,70	9,09	1,33	8,12	1,25	1,64	0,28	31,29	2,57

Таблица 3

Влияние микроудобрений на качественный состав сена тимopheевки летнего (I) и осеннего (II) укосов, %

Варианты опыта	Абсолютно-сухое вещество		Органическое вещество		Белок		Протеин		Жир		Клетчатка	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	92,74	91,45	86,06	83,31	8,79	7,09	9,43	8,52	1,10	2,04	36,72	29,65
2	92,82	92,23	87,12	87,18	9,05	7,69	10,62	9,16	1,43	2,28	37,27	28,32
3	92,96	92,38	87,14	87,18	9,36	7,55	10,53	9,09	1,20	2,75	36,91	28,82
4	92,77	92,51	87,32	86,46	8,97	8,18	10,12	8,52	1,22	2,14	37,53	28,64
5	93,14	92,12	87,20	86,72	8,87	8,38	10,34	8,75	1,32	2,40	37,72	28,56
6	92,82	92,58	86,86	87,39	9,19	7,18	9,71	8,55	1,23	2,19	38,12	28,66
7	92,60	92,77	86,17	87,60	9,48	7,66	10,18	9,03	1,23	2,24	37,28	28,77

вом укосе микроэлементы (по влиянию на накопление белка в сене) образуют следующий ряд: Mo>Zn>Co>Mn>Cu>B; во втором укосе — Cu>Mn>B>Mo>Co>Zn (табл. 3).

Положительное действие микроэлементов на морфофизиологию, урожай и качество фитоценозов способствует повышению активности ферментов систем, ускоряющих процессы синтеза органических соединений, метаболизма веществ. Однако поступление микроэлементов в растение зависит от динамичных почвенных условий в течение вегетации (увлажнение, реакция среды, окислительно-восстановительный потенциал, температура и др.). В растительном организме активность ферментов, в состав которых входит тот или иной микроэлемент, зависит от поступления в достаточном количестве строительного материала для синтеза различных органических соединений. Этим и объясняются колебания физиологической активности микроэлементов в процессе роста и развития тимopheевки по годам и в течение вегетации.

Таким образом, исследования показали, что освоение торфяных почв переходного типа, оптимизацию агрохимических и водно-физических свойств целесообразно начинать в звене севооборота: пропашные — зерновые — многолетние травы с внесением удобрений (минеральные + органические + известь).

Микроудобрения (дозы д. в. кг/га: В — 3; Zn — 5; Mn — 20; Cu — 2,5; Co — 2, Mo — 2) в трехлетних опытах с тимофеевкой повышали урожай сена на 9,3—11,7 %.

Внесение микроэлементов, особенно цинка, положительно влияло на морфофизиологические показатели тимофеевки (увеличивались рост растений, площадь листьев, сухой вес, содержание фотосинтетических пигментов, хлорофилла).

Все микроэлементы улучшали качество сена. Максимальная прибавка абсолютно сухого (10,4 %) и органического (11,4 %) вещества, белка (19,9 %), жира (30,9 %) получена в вариантах с внесением меди; протеина (21,2 %) — с внесением бора; клетчатки (11,6) — с внесением кобальта.

Отмечена динамика качественного состава сена тимофеевки: во втором укосе снизилось содержание протеина, белка, клетчатки, увеличилось в 1,6—2,1 раза количество жира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаковская Т. Н., Роговой П. П., Смяи Н. И. Почвы Белорусской ССР.— Минск, 1974, с. 85.
2. Иванов Н. П., Чертко Н. К., Колешко О. И.— Докл. АН БССР, 1976, т. 20, № 7, с. 646.
3. Иванов Н. П., Скурко И. Е., Тимошенко М. К.— и др.— Агрехимия, 1979, № 7, с. 85.
4. Емельянова И. М.— В кн.: Осушение и освоение заболоченных земель.— Л., 1974, с. 20.
5. Гецевич Н. А., Чертко Н. К., Иванов Н. П.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1979, № 2, с. 68.
6. Анспок П. И. Микроудобрения.— Л., 1978, с. 259.

Поступила в редакцию
11.10.82.

Проблемная НИЛ мелиорации ландшафтов

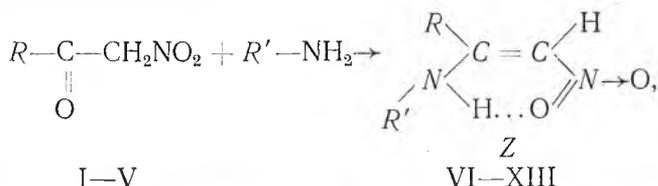
Краткие сообщения

УДК 547.416

Н. А. СОКОЛОВ, И. Г. ТИЩЕНКО, Т. П. КОШАРНАЯ

СИНТЕЗ НИТРОЕНАМИНОВ

Окисление нитроспиртов, образующихся при конденсации нитропарафинов с карбонильными соединениями, приводит к α -нитрокетонам [1—3]. В настоящей работе показано, что α -нитрокетоны в реакции с первичными аминами образуют нитроенамины, привлекающие довольно широкое внимание исследователей [4].



где $R = \text{CH}_3$ (I, VI, VIII); C_2H_5 (II, VII); $i-\text{C}_3\text{H}_7$ (III, IX); C_6H_5 (IV, XI, XII); $\text{o}-\text{CH}_3\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4$ (V, XIII). $R' = \text{C}_6\text{H}_5$ (VI, VII, X, XI, XIII); $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$ (VIII, IX), CH_3 (XII).

В работе [1] отмечается, что α -нитрокетоны при взаимодействии с анилином образуют соединения, характеризующиеся авторами как анилы. Нами установлено, что взаимодействие α -нитрокетонов с первичными аминами в уксусной кислоте приводит к образованию нитроенаминов с выходом 30—76%. Строение синтезированных нитроенаминов установлено по данным элементного анализа, ИК и ПМР спектроскопии. В ИК спектрах соединений VI—XI, XIII наблюдаются характеристические полосы поглощения валентных колебаний NH группы в области 3600—3300 cm^{-1} , в виде широкой интенсивной полосы, C=C связи 1645—1610 cm^{-1} , антисимметрические и симметрические колебания NO_2 группы в области 1585—1550 и 1358—1335 соответственно. В ИК спектрах растворов соединений VI, IX, X отсутствует полоса поглощения свободной NH группы в области 3400 cm^{-1} , а в области 3200—3130 cm^{-1} наблюдается уширенная полоса, не зависящая от концентрации раствора, что характерно для соединений с внутримолекулярными водородными связями. Эти данные хорошо согласуются с имеющимися в литературе для подобного типа систем [5—7].

ПМР спектры соединений VI, VIII—X, XII указывают на наличие синглета 2H^1 протона в области 6,36 м. д. (VI)—7,20 м. д. (XII) и уширенного синглета NH группы в области 8,12 м. д. (XII)—11,37 м. д. (V), что также свидетельствует о существовании нитроенаминов в Z конфигурации, стабилизированной за счет образования внутримолекулярной водородной связи.

Характеристика синтезированных нитроенаминов (VI—XIII)

Номер соединения	Название	$t_{пл}$, °C	Выход	ПМР спектры, δ м. д. / Гц	Найдено			Брутто формула	Вычислено		
					C	H	N		C	H	N
VI	1-метил-1-фениламино-2-нитроэтилен	87*	72	1,89 с (3H); 6,37 с (H); 7,26 м (5H); 11,15 с (H)	—	—	—	—	—	—	—
VII	1-этил-1-фениламино-2-нитроэтилен	45*	42,7	—	—	—	—	—	—	—	—
VIII	1-метил-1-бензиламино-2-нитроэтилен	76	71	1,86 с (3H); 4,45 д (2H 10,2); 6,37 с (H); 7,28 м (5H); 10,92 с (H)	62,22	6,20	14,11	$C_{10}H_{12}O_2N_2$	62,50	6,25	14,58
IX	1-изопропил-1-бензиламино-2-нитроэтилен	52	42	1,07 д (6H, 11,8); 2,72 м (H); 4,68 (2H, 10,2); 6,73 с (H); 7,26 м (5H); 10,43 с (H)	65,11	7,49	12,48	$C_{12}H_{16}O_2N_2$	65,15	7,69	12,66
X	1-изопропил-1-фениламино-2-нитроэтилен	108	52	1,02 д (6H, 11,8); 2,86 м (H); 6,78 с (H); 7,26 м (5H); 11,37 с (H)	64,37	6,92	13,26	$C_{11}H_{14}O_2N_2$	64,08	6,79	13,59
XI	1-фенил-1-фениламино-2-нитроэтилен	12,5	76,7	—	69,17	4,86	11,81	$C_{14}H_{12}O_2N_2$	70,00	5,00	11,66
XII	1-фенил-1-метиламино-2-нитроэтилен	112—113	54	2,82 д (3H; 5,2); 7,20 с (H); 7,32 м (5H); 8,10 с (H),	59,73	5,94	15,14	$C_9H_{11}O_2N_2$	60,33	6,19	15,67
XIII	1-O-метоксифенил-1-фениламино-2-нитроэтилен	131—132	75	—	66,01	5,04	10,51	$C_{15}H_{14}O_3N_2$	66,66	5,26	10,36

* Лит. данные VI $t_{пл}$ 87°C; VII $t_{пл}$ 47°C [1] ** Исходный 1-нитро-3-метилбутанон-2 получен по методике [1] с $t_{кип}$ 75—77°/3 мм рт. ст. n_D^{20} 1,4492; Найдено, %: C 45,83; H 6,91; N 10,87. $C_9H_9O_2N$ Вычислено, %: C 45,80 H 6,87; N 10,68.

Экспериментальная часть

Исходные α -нитрокетоны (I—V) синтезированы по известным методам [1—3] с константами близкими к литературным. ИК-спектры сняты на спектрометре UR-20 в таблетках из KBr, и в растворах CCl_4 , концентрация $1-5 \cdot 10^{-3}$ мол/л, в кюветках CaF_2 , на спектрометре Specord-75 IR. ПМР-спектры сняты на спектрометре Varian HA15AD (100 МГц), Tesla BS467A (60 МГц), в CCl_4 , $CDCl_3$ с внутренним стандартом ГМДС.

Синтез нитроенаминов (VI—XIII). К 0,1 г-моля нитрокетона в 40 мл ледяной уксусной кислоты прибавляют при перемешивании 0,12 г-моля свежеперегнанного амина, наблюдается разогревание. По окончании экзотермической реакции смесь нагревают до кипения и выдерживают 3—5 мин. После охлаждения к реакционной смеси добавляют небольшое количество воды, выпавшие кристаллы отфильтровывают и перекристаллизуют из изопропилового спирта (см. таблицу).

ЛИТЕРАТУРА

1. Hurd D., Nilson M. E.— J. Org. Chem., 1955, v. 20, p. 927.
2. Залукаев Л. П. Синтез и реакции α -нитрокетонов.— Рига, 1958, с. 91.
3. Тищенко И. Г., Соколов Н. А., Карпицкая Н. В., Гринкевич В. Т.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1978, с. 18.
4. Rajjappa S.— Tetrahedron, 1981, v. 37, p. 1453.
5. Фрейманис Я. Ф. Химия enamинокетонов, enamинионов, enamинотионов.— Рига, 1974, с. 72.
6. Паперно Т. Я., Перекалли В. П. Инфракрасные спектры нитросоединений.— Л., 1974, с. 51.
7. Freeman J. D., Emmons W. D.— J. Am. Chem. Soc., 1956, v. 78, p. 3405.

Поступила в редакцию
19.12.83.

Кафедра органической химии

УДК 547.422

А. М. ЗВОНК, И. Г. ТИЩЕНКО, Л. С. СТАНИШЕВСКИЙ

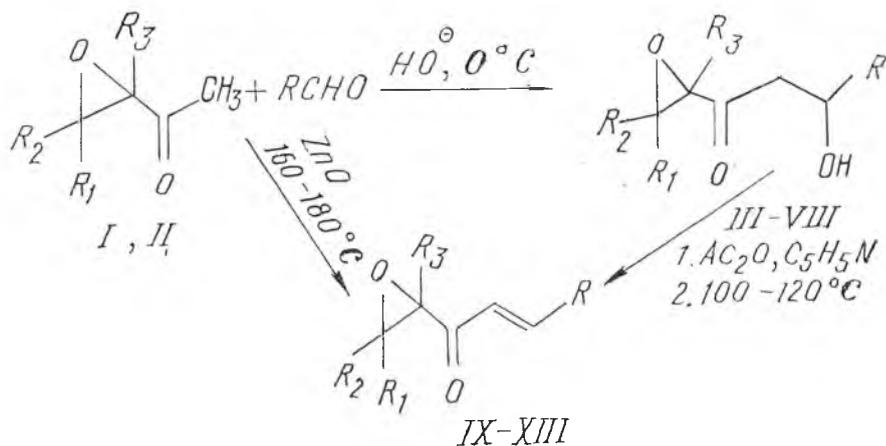
КОНДЕНСАЦИЯ НЕКОТОРЫХ АЦЕТИЛОКСИРАНОВ С АЛИФАТИЧЕСКИМИ АЛЬДЕГИДАМИ

Конденсация ароматических альдегидов с ацетилоксиранами является удобным методом синтеза моноэпоксидов арилаллифатических дивинилкетонов [1, 2], которые могут быть использованы для синтеза ациклических [3, 4], алициклических [5—7] и целого ряда гетероциклических соединений [8—10], зачастую содержащих α , β -эпоксикетонный фрагмент [11—13]. Распространение указанной конденсации на простейшие алифатические альдегиды позволило бы получать ценные в синтетическом отношении алифатические моноэпоксиды дивинилкетонов, синтез которых из дивинилкетонов селективным окислением одной из двойных связей затруднителен и не всегда возможен. Это ограничение обусловлено легким щелочным эпоксицированием менее замещенной двойной связи дивинилкетонов [14].

В настоящей работе предпринята попытка разработки препаративного метода синтеза моноэпоксидов дивинилкетонов алифатического ряда путем конденсации низших предельных альдегидов с 3,3-диметил- и 2-метил-2-ацетилоксиранами. В отличие от ароматических альдегидов алканальдегиды в щелочной среде способны легко вступать в реакцию самоконденсации с образованием альдолей. Для подавления процесса самоконденсации альдегидов нами использовался трехкратный избыток эпоксикетона и альдегиды вводились в реакционную смесь в виде раствора в эпоксикетоне. В качестве катализатора применен водно-метанольный раствор гидроксида натрия в количестве 0,09 моль на 1 моль альдегида. При уменьшении концентрации щелочи наблюдалось снижение выхода продуктов, в то время как при более высокой концентрации щелочи увеличивалось содержание альдоля в реакционной смеси.

Анализ фракций после перегонки реакционных смесей с помощью ТСХ, ГЖХ, ИК- и ПМР спектроскопии показал наличие целого ряда продуктов, однако основными были α , β -эпокси- β' -гидроксикетоны, обра-

зующиеся с выходом 49—65 %. Все α , β -эпокси- β' -гидроксикетоны содержат примеси соответствующих альдолей и моноэпоксидов дивинилкетонатов; последние образуются при перегонке в результате частичной дегидратации.



I, II, III—VI, IX—XII. $\text{R}_1 = \text{R}_2 = \text{CH}_3$, $\text{R}_3 = \text{H}$, $\text{R} = \text{CH}_3$, C_2H_5 , $n\text{-C}_3\text{H}_7$, $i\text{-C}_3\text{H}_7$. VII, VIII, XIII. $\text{R}_1 = \text{R}_2 = \text{H}$, $\text{R}_3 = \text{CH}_3$, $\text{R} = \text{CH}_3$, $i\text{-C}_3\text{H}_7$.

Таблица 1

Спектральные параметры некоторых эпоксикетолов и эпоксиенонов

Номер соединения	ИК спектр, см^{-1}	ПМР спектр, δ , м. д., КССВ, Гц
III	3480 (ОН), 1710 (C=O), 980, 950 $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} - \text{C} \end{array} \right)$	0,92 с (3H); 1,30 с (3H); 1,20 д (3H, J6,2); 2,33 с (H); 3,44 с (H); 3,93 к (H, J6,2); 2,33 м (2H, J12)
VII	3480 (ОН), 1710 (C=O) 980 $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} - \text{C} \end{array} \right)$	1,33 с (3H); 1,18 д (3H, J7,0); 2,27 дд (2H, J5,0); 2,68 м (3H); 3,57 м (H)
VIII	3450 (ОН), 1700 (C=O), 930, 980 $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} - \text{C} \end{array} \right)$	1,37 с (3H); 0,82 д (6H, J6,2); 2,25 дд (2H, J5,0); 2,75 м (2H); 3,12 м (H); 3,63 м (H)
XII	1670 (C=O), 1600 (C=C), 980 $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} - \text{C} \end{array} \right)$	1,10 с (3H); 1,30 с (3H); 0,98 д (6H, J6,2); 2,33 м (2H); 3,40 м (H); 6,15 дд (H, J1,2); 6,80 дд (H, J5,8)
XIII	1680 (C=O), 1620 (C=C), 980 $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} - \text{C} \end{array} \right)$	1,39 с (3H); 1,00 д (6H, J6,2); 2,37 м (H); 2,83 дд (2H, J5,0); 6,12 дд (H, J1,2); 6,85 дд (H, J5,8)

Строение соединений III—VIII подтверждено ИК- и ПМР спектрами (табл. 1). Поглощение карбонильной группы всех эпоксикетолов III—VIII проявляется при $1710\text{—}1700\text{ см}^{-1}$, а поглощение гидроксильной группы при $3490\text{—}3480\text{ см}^{-1}$. На сохранение эпоксидного цикла указывают полосы валентных колебаний кольца $930, 980\text{ см}^{-1}$, а также параметры спектров ПМР (химические сдвиги протонов $\text{R}_3 = \text{H}$, $\text{R}_1 = \text{R}_2 = \text{H}$ и величина КССВ $J = 5,0$ Гц, $\text{R}_1 = \text{R}_2 = \text{H}$).

Ацилирование эпоксикетолов III—VII уксусным ангидридом в пиридине приводит к соответствующим β' -ацетокси- α , β -эпоксикетонам, которые при перегонке в вакууме подвергаются пиролизу с образованием моноэпоксидов дивинилкетонатов (эпоксиенонов) IX—XII. Строение сое-

Физико-химические константы полученных соединений

Номер соединения	Выход, %	$t_{\text{кип}}^{\circ}\text{C/р мм}$	20	Найдено, %		Формула	Вычислено, %	
				С	Н		С	Н
III	65	72—80	1,4528	59,8	8,8	$\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_3$	60,08	8,86
IV	52	76—81	1,4496	62,5	9,2	$\text{C}_9\text{H}_{16}\text{O}_3$	62,80	9,30
V	63	86—91	1,4490	64,3	9,6	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$	64,50	9,68
VI	49	94—98	1,4500	64,2	9,5	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$	64,50	9,68
VII	68	69—76	1,4513	58,0	8,3	$\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_3$	58,30	8,33
VIII	54	88—95	1,4506	62,6	9,2	$\text{C}_9\text{H}_{16}\text{O}_3$	62,80	9,30
IX	83(25)*	42—45	1,4646	68,3	8,4	$\text{C}_8\text{H}_{12}\text{O}_2$	68,60	8,57
X	70	54—57	1,5638	69,9	9,0	$\text{C}_9\text{H}_{14}\text{O}_2$	70,02	9,09
XI	66	64—68	1,4628	71,1	9,5	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_2$	71,14	9,53
XII	69(41)	66—70	1,4610	69,7	9,4	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_2$	71,14	9,53
XIII	61(38)	59—67	1,4616	67,5	9,6	$\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_2$	67,60	9,86

* Выход по методике б

динений IX—XII подтверждено ИК- и ПМР спектрами (см. табл. 2). Так, в ИК-спектрах всех эпоксиенонов отсутствуют полосы валентных колебаний гидроксильной группы и наблюдаются характерные полосы поглощения сопряженных карбонильной группы и двойной связи при 1680 и 1620 см^{-1} , относительные интенсивности которых свидетельствуют об S-дис-конформации. Величина КССВ протонов H_α и H_β , равная 16 Гц характерна для транс-замещенной двойной связи. Тонкий характер расщепления протона H_α с $J=1,2$ Гц указывает на наличие дальнего спин-спинового взаимодействия с протонами в аллильном положении. КССВ H_β с протонами алкильной группы равна 5,8 Гц.

Таким образом, моноэпоксиды дивинилкетонных алифатического ряда могут быть получены альдольно-кетоновой конденсацией ацетилоксиранов с насыщенными альдегидами, однако этот путь является не прямым и требует введения в реакцию значительного избытка ацетилоксирана. Представлял интерес поиск непосредственного метода синтеза эпоксиенонов из компонентов. С этой целью нами использован гетерофазный катализатор — окись цинка, предложенный авторами [15] для синтеза различным образом замещенных α , β -ненасыщенных кетонных из соответствующих кетонных и альдегидов. Реакцию проводили в автоклаве при 160—180 $^{\circ}\text{C}$ в течение 5—8 ч при перемешивании. Исследование конденсации 3,3-диметил- и 2-метил-2-ацетилоксиранов с уксусным и изомасляным альдегидами в указанных условиях показало, что как I, так и II вступают в реакцию с изомасляным альдегидом с образованием эпоксиенонов XII, XIII, причем выход продуктов достигает $\sim 40\%$. В случае уксусного альдегида удалось получить только продукт конденсации с 3,3-диметил-2-ацетилоксираном с выходом IX около 25 %.

Экспериментальная часть

ИК спектры растворов веществ в CCl_4 сняты на спектрофотометрах UR-20 и Specord 75 JR. Спектры ПМР 10 %-ных растворов соединений в CCl_4 или смеси CCl_4 и CD_3OD записаны на спектрометре Tesla BS 467A, внутренний эталон — ГМДС. Физико-химические константы полученных соединений приведены в табл. 2.

3,3-диметил-, и 2-метил-2-(β -гидроксиацил) оксираны (III—VI) и (VII, VIII). К 150 г ацетилоксирана I или II, охлажденных до -5°C , прибавили 20 мл 10 %-ного раствора NaOH в 10 %-ном водном метаноле. При интенсивном перемешивании, в течение 20—30 мин прибавляли

по каплям раствор 0,6 моля альдегида в 50 мл ацетилоксирана, поддерживая температуру реакционной смеси около 0 °С. После добавления всего раствора перемешивание продолжали при этой же температуре еще 10—30 мин, щелочь нейтрализовали 10 %-ной уксусной кислотой, разбавили 50 мл воды и проэкстрагировали эфиром или хлористым метиленом. Экстракт сушили сульфатом натрия, растворитель отгоняли и остаток перегоняли в вакууме. Выход и физико-химические константы соединений представлены в табл. 2.

3,3-диметил- и 2-метил-2- (β-алкилакрилоил) оксираны (IX—XII) и (XIII). а. К 20 г эпоксикетолов III—VI прибавили 20 мл уксусного ангидрида в 25 мл пиридина и оставили реакционную смесь на двое суток при комнатной температуре. Затем большую часть пиридина отогнали в вакууме, к остатку добавили 50 мл воды и проэкстрагировали эфиром. Эфирный экстракт промыли 5 %-ным раствором уксусной кислоты от следов пиридина и сушили сульфатом натрия. После удаления растворителя остаток перегоняли в вакууме.

б. В автоклав из нержавеющей стали емкостью 150 мл поместили 0,3 моля ацетилоксирана I или II, 0,25 моля соответствующего альдегида, 3 г окиси цинка (ч. д. а.) и якорь магнитной мешалки. Автоклав нагревали при 160 °С с одновременным перемешиванием содержимого на магнитной мешалке в течение 5 ч в случае I и при 180 °С, 8 ч в случае II. После охлаждения до 20 °С раствор фильтровали, отгоняли летучие фракции при нормальном давлении, а остаток перегоняли в вакууме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Гузиков А. Я.—ЖОрХ, 1970, т. 6, с. 1565.
2. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Гузиков А. Я.—ЖОрХ, 1971, т. 7, с. 73.
3. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Звонок А. М.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1974, № 3, с. 24.
4. Звонок А. М., Кузьменок Н. М., Станишевский Л. С.—ЖОрХ, 1981, т. 17, с. 1191.
5. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Звонок А. М.—Вестн. АН БССР. Сер. хим. наук, 1974, № 1, с. 59.
6. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Звонок А. М.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1974, № 2, с. 20.
7. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Звонок А. М.—Изв. вузов СССР. Химия и хим. технол., 1980, т. 23, № 1, с. 44.
8. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Гузиков А. Я.—ЖОрХ, 1971, т. 7, с. 2612.
9. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Гузиков А. Я.—ЖОрХ, 1972, т. 8, с. 860.
10. Станишевский Л. С., Тищенко И. Г., Звонок А. М.—ХГС, 1975, № 5, с. 670.
11. Звонок А. М., Кузьменок Н. М., Станишевский Л. С.—ХГС, 1980, № 7, с. 880.
12. Звонок А. М., Кузьменок Н. М., Станишевский Л. С.—ХГС, 1982, № 8, с. 1025.
13. Звонок А. М., Кузьменок Н. Т., Тищенко И. Г., Станишевский Л. С.—Вестн. АН БССР. Сер. хим. наук, 1982, № 6, с. 76.
14. Назаров И. Н., Ахрем А. А., Тищенко И. Г.—ЖОХ, 1955, т. 25, вып. 4, с. 725.
15. Пат. Великобритании 1390464, C07C 49/20, 49/45, 49/61.

РЕФЕРАТЫ

УДК 541.123; 536.7

Канторович И. И., Марченков Е. И., Вечер А. А., Севковская Л. И. Термодинамический анализ выхода оксида иттрия при плазмохимическом синтезе.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Численно исследован выход оксида иттрия при плазмохимическом синтезе вблизи нижней температурной границы максимального выхода. Показано, что в области уменьшения выхода его зависимость от температуры является линейной, причем угол наклона слабо зависит от давления. Обнаружена немонотонная зависимость нижней температурной границы области существования оксида иттрия от давления.

Библ. 8 назв., ил. 2.

УДК 541.11

Полуян А. Ф., Вечер А. А., Самохвал В. В., Савицкий А. А. Термическое расширение оксида висмута и некоторых твердых растворов на его основе.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Получены данные по термическому расширению оксида висмута и образцов состава: $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,75} \times (\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,25}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,67} \times (\text{Y}_2\text{O}_3)_{0,33}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{Er}_2\text{O}_3)_{0,2}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,2}$; $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,7} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,3}$. Для α — Bi_2O_3 средний коэффициент линейного расширения в интервале 400—80 К составил $12,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; для трех первых перечисленных составов, имеющих структуру типа δ — Bi_2O_3 , в интервале 400—1000 К, соответственно равен $14,6 \cdot 10^{-6}$, $16,8 \cdot 10^{-6}$, $17,2 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; для $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,8} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,2}$ с ромбоэдрической структурой — $20,4 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; для $(\text{Bi}_2\text{O}_3)_{0,7} \times (\text{La}_2\text{O}_3)_{0,3}$ — $14,5 \cdot 10^{-6}$ и $23,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ для интервалов температур 400—760 К и 780—1000 К соответственно. В последнем образце для температур 293—760 К предполагается наличие смешанного фазового состава.

Библ. 14 назв., ил. 3.

УДК 541.13

Вечер Р. А., Володкович Л. М., Петров Г. С., Усович Е. Г., Вечер А. А. Электрохимические свойства фторнитрида лантана.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Изучена температурная зависимость электропроводности фторнитрида лантана, из которой рассчитана энергия активации движения носителей тока. Показано, что для $\text{ZaN}_{0,51}\text{F}_{1,47}$ ионное число переноса близко к единице.

Библ. 5 назв., ил. 2.

УДК 771.5+546.851

Браницкий Г. А., Леонова Т. М. О проявлении эмульсионных фотослоев на основе йодида свинца в медных физических проявителях.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Установлено, что скрытое изображение, получаемое при действии видимого света на йодидно-свинцовые эмульсионные фотослои, может быть проявлено в медноаскорбиновом физическом проявителе. Фотографические характеристики фотослоев (светочувствительность, достигаемые значения оптической плотности и коэффициента контрастности) возрастают при проявлении вначале в серебряном, а затем, после фиксирования в тиосульфатном растворе, в медном борогидридном физическом проявителе.

Библ. 8 назв.

УДК 541.64 : 547(538.141+256.2)

Антипова А. М., Морозова Т. К., Гапоник Л. В., Мардыкин В. П., Крахина Н. Б. Полимеризация стирола на модифицированном металлоорганическом катализаторе.— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Исследована стереоспецифическая полимеризация стирола на катализаторе TiCl_4 — $\text{AlMg}(\text{C}_7\text{H}_{15})_3$, найдены некоторые особенности и параметры данного процесса, обусловленные присутствием соединений магния в системе (повышенная стереоспецифическая активность, снижение мольного отношения металлоорганической компоненты к TiCl_4). Показано специфическое влияние добавок электронодонорных соединений, природы растворителя и температуры.

Библ. 12 назв., ил. 2, табл. 2.

УДК 547.576

Петряев Е. П., Майборода В. Д., Коваленко Н. И. Окисление 1,2-пропандиола и ацетона в присутствии хлорида меди и перекиси водорода.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

При использовании метода многофакторного планирования эксперимента изучено окисление 1,2-пропандиола и ацетона в широком интервале концентраций перекиси водорода, CuCl_2 и органического субстрата. Показано, что основным продуктом окисления в обоих случаях является α -оксипропионовый альдегид. Найдены оптимальные условия протекания процесса окисления. Выведены уравнения, адекватно описывающие процесс.

Библ. 5 назв., табл. 5.

УДК 547.422+547.717

Звонок А. М., Кузьменок Н. М., Тищенко И. Г., Станишевский Л. С. Восстановление стирилэпокси-, диэпокси- и азиридинилэпоксикетонов боргидридом натрия.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Изучено восстановление стирилэпокси-, диэпокси- и азиридинилэпоксикетонов боргидридом натрия. Показано, что соотношение диастереомерных эпоксиалколов определяется замещением и конфигурацией α -углеродного атома эпоксидного кольца, а также природой второго гетероцикла.

Библ. 6 назв., табл. 2.

УДК 576.312+576.852

Морозов Е. И., Морозик М. С., Горбачева О. С. Действие лазерного излучения на адсорбционную способность фагов.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Показано активирующее действие лазерного излучения на адсорбционную способность фагов.

Библ. 6 назв., табл. 3.

УДК 581.132

Кахнович Л. В., Прохоренко Н. А. Пигментный фонд и состояние ассимиляционных тканей сортов ячменя различной продуктивности.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Изучали взаимосвязь формирования биологической и хозяйственной продуктивности растений ячменя различных сортов с состоянием ассимиляционных тканей и их пигментным фондом. Показано, что ряд морфофизиологических характеристик растений на определенных этапах их развития могут быть дополнительными показателями продуктивности сорта.

Библ. 8 назв., табл. 2.

УДК 581.14.582.288.42

Рябушко Т. А., Попов Е. Г., Игнатович Л. Ф. Образование биомассы грибом рода *Penicillium* при культивировании на среде с картофельной мезгой.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Гриб рода *Penicillium* с помощью образуемого им комплекса гидролитических ферментов трансформирует картофельную мезгу в биомассу. Урожай биомассы составляет 0,6 г/г субстрата с содержанием истинного протеина 46,6 %, сырого — 58 % от сухой биомассы. Культуральную жидкость, отделенную от биомассы гриба, можно повторно использовать для выращивания этого штамма.

Библ. 7 назв.

УДК 582:594.2:581.9(476.1)

Бибинков Ю. А. О произрастании *Gentiana cruciata* L., редкого и охраняемого вида растения в Минской области.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Впервые в Минской области обнаружена крупная популяция горечавки крестовидной. Приводится подробная эколого-фитоценотическая характеристика этой популяции.

Библ. 11 назв.

УДК 635.652/654.2

Лисов Н. Д. **Формирование потенциальной и реальной продуктивности культурных видов фасоли в разных условиях выращивания.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Приведены данные о формировании реальной продуктивности плодообразования растений культурных видов фасоли по этапам органогенеза. Показана связь потенциальной и реальной продуктивности не только с наследственными особенностями вида и сорта, но и с эколого-географическими условиями выращивания. Установлены критические периоды развития растений, связанные с гибелью генеративных органов, различные для разных сортов и видов фасоли.

Библ. 7 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 582.28

Стефанович А. И. **Материалы к познанию сезонного ритма фитопатогенных микромрицетов.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Планомерные наблюдения за патогенными микромрицетами, паразитирующими на различных видах высших растений, позволили выявить некоторые общие закономерности развития этих грибов в течение вегетационного периода. Отмечены микромрицеты, проявляющиеся на растениях весной, летом и осенью; установлены сроки их массового развития.

Библ. 5 назв.

УДК 581.4+582.4/9+581.9

Сауткина Т. А., Сауткина Н. И. **Морфологические особенности листьев кипреев и возможность использования их в качестве диагностических признаков.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Изучены морфологические особенности листьев всех видов кипреев, произрастающих на территории Белоруссии, показано, что такие признаки, как форма листовой пластинки, длина черешка, соотношение длины и ширины листовой пластинки, характер опушения, строение края листовой пластинки, строение и степень выраженности жилок являются устойчивыми. Рекомендуется учитывать эти признаки при идентификации видов кипреев Белоруссии.

Библ. 6 назв., табл. 4.

УДК 581.134.5+577.164.2 : 633.15

Смирнова Л. Ф., Палилова А. Н., Королева Н. А. **Содержание аскорбиновой, дегидроаскорбиновой и дикетогулоновой кислот у растений кукурузы с ЦМС, их фертильных аналогов и линий восстановителей фертильности.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Исследовали содержание аскорбиновой (АК), дегидроаскорбиновой (ДАК) и дикетогулоновой (ДКГК) кислот в листьях и метелках закрепителя стерильности Вир 29, его стерильных аналогов Т- и М-типов, восстановителей в Н-, Т- и М-цитоплазмах. Показано, что стерильная цитоплазма вызывает снижение содержания АК, ДАК, ДКГК в единице массы листьев и метелок и в расчете на 1 цветок. Rf-аллели содействовали увеличению количества АК, ДАК, ДКГК в листьях и особенно в метелках.

Библ. 2 назв., табл. 5.

УДК 911.2.001

Марцинкевич Г. И. **Классификация природных и антропогенных ландшафтов БССР.**— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Обсуждаются проблемные вопросы ландшафтоведения — принципы классификации природных и антропогенных ландшафтов. На основании материалов полевых исследований обосновывается возможность выделения новой единицы классификации антропогенных комплексов — рода ландшафтов. Поднимается вопрос о возможности разработки единой классификации природных и антропогенных комплексов.

Библ. 4 назв.

УДК 627.18 : 627.81 : 550.81 : 551.41

Широков В. М., Якушко О. Ф., Петров П. В., Велчев А. С. **Формирование водохозяйственных ландшафтов (водохранилищ и прудов) в Белоруссии и Болгарии.**— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Сопоставлен водохранилищный и прудовый фонд Белоруссии и Болгарии. Показаны пути формирования искусственных водохозяйственных ландшафтов на примере водохранилищ.

Библ. 9 назв., ил. 1, табл. 2.

УДК 631.62

Аношко В. С., Вальвачев А. Н. **Система хранения и обработки данных мелиоративно-географических исследований с помощью ЕС ЭВМ.**— Вести. Белорусского ун-та, сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Для решения мелиоративно-географических задач разработана система хранения, корректировки и обработки данных на базе ЭВМ ЕС-1020 или ЕС-1022 с дисковой операционной системой. С помощью предлагаемой системы исследователь, не обладая фундаментальной математической подготовкой, имеет возможность выполнить глубокий анализ собранных данных современными математическими методами.

Библ. 6 назв.

УДК 581.526.325(476)

Боголейко М. В. **Первичная продукция в озерах разного биологического типа БССР.**— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Рассматривается вопрос о первичной продукции в озерах разного типа, подверженных различной степени антропогенного воздействия. Оз. Рудаково (в 1948 г. первично-олиготрофного типа) в настоящее время по интенсивности фотосинтеза приблизилось к мезотрофному оз. Нарочь. В эвтрофном оз. Загатье максимум валового фотосинтеза составлял 2,56—3,0 мгО₂/л·сут, что близко к величинам эвтрофного оз. Мясро. По уровню первичной продукции (43,98—49,09 мгО₂/л·сут) оз. Забельское гиперэвтрофно и приближается к уровню биологических очистных прудов.

Библ. 8 назв., ил. 3, табл. 2.

УДК 631.445.24

Иванов Н. П., Гецевич Н. А., Чертко Н. К. **Роль микроэлементов в повышении продуктивности агроценозов при освоении торфяных почв переходного типа.**— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Опыт освоения торфяных почв переходного типа в звене севооборота пропашные—зерновые—многолетние травы показал улучшение свойств почв и повышение урожайности картофеля на 9,5—12,0 %, ячменя—на 7,9—11,9, сена тимopheевки—на 9,3—11,7 % на фоне N₄₃P₅₀K₁₈₀ (в первый год освоения внесли 15 т/га доломитовой муки и 10 т/га компоста) под влиянием микроудобрений в дозах действующего вещества: В—3; Zn—5; Mn—20; Cu—2,5; Co—2; Mo—2 кг/га. Улучшились морфофизиологические показатели и качество продукции (увеличилось содержание биомассы, протеина, белка, жира и клетчатки).

Библ. 6 назв., табл. 3.

УДК 547.416

Соколов Н. А., Тищенко И. Г., Кошарная Т. П. **Синтез нитроенаминов.**— Вести. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1984, № 2.

Изучено взаимодействие α-нитрокетонов с первичными аминами. Показано, что реакция приводит к образованию нитроенаминов, имеющих Z конфигурацию. Строние синтезированных соединений подтверждается данными элементного анализа, ИК и ПМР спектроскопии.

Библ. 7 назв., табл. 1.