

ФЕВРАЛЬ

1

СЕРИЯ 2, 1988

---

# ВЕСТНИК

---

Белорусского государственного  
университета имени В.И. Ленина

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 1969 года  
один раз в четыре месяца

**Химия  
Биология  
География**



МИНСК  
ИЗДАТЕЛЬСТВО  
„УНИВЕРСИТЕТСКОЕ“  
1988

# СОДЕРЖАНИЕ

## ХИМИЯ

Шевченко Г. П., Афанасьева З. М., Свиридов В. В. О проявлении фотослоев на основе $TiO_2$ в меднотитановом проявителе	3
Кузьмищев А. А., Бобровская В. П., Рогач Л. П., Биктимиров Р. С. Влияние стабилизирующих добавок медноборогидридного физического проявителя на качество фотографических изображений	5
Мальченко С. Н., Браницкий Г. А., Ермоленко В. И., Лычковский Ю. Н. Электронно-микроскопическое исследование поведения пленочных структур $TiO_2$ -Pt при прогреве	8
Голуб Н. В., Юркишович Т. Л., Капуцкий Ф. Н., Сахарова Е. Ю. Влияние водно-спиртовых растворителей на основность аминогрупп диэтиламинооксипропилцеллюлозы	12
Никифоров А. М., Бражникова Л. Ю., Кривль Л. П. Исследование сорбции и диффузии некоторых (мет)акриловых мономеров в полиэтилене	16
Масалов Н. В., Притыцкая Т. С., Резников И. В. Хлортитантриацилаты в качестве аппретов для наполненных полиэтиленовых композиций	18
Корзун Г. М., Рахманов С. К., Григоренко В. И. Электронно-микроскопическое исследование процесса усиления радиографического изображения методом диспергирования серебра	20

## БИОЛОГИЯ

Орел Н. М., Пикулев А. Т., Грецкая Н. М. Влияние локальной СВЧ гипертермии на активность лактатдегидрогеназы в сыворотке крови крыс-опухоленосителей саркомы 45	25
Самаль А. Б., Черенкевич С. Н., Хмара Н. Ф. Связывание флуоресцентного зонда 1-анилинонафталин-8-сульфоната тромбоцитами	27
Кахнович Л. В., Петько Л. В. Фотосинтезирующая поверхность и пигментный фонд растений ячменя	30
Стефанович Е. Н. Особенности формирования фотосинтетического аппарата проростков ячменя разной потенциальной продуктивности	34
Черник В. В., Романович В. Ф. Строение и биология семян <i>Hegetium leptanthium</i> Bunge	36
Митрахович П. А., Ляхнович В. П. Сезонная и многолетняя динамика зоопланктона водоема-охладителя ТЭС оз. Лукомского	40
Стефанович А. И. Об эволюции мучнисторосяных грибов	46
Парфенов П. В. Особенности накопления свинца роголистником темно-зеленым ( <i>Ceratophyllum demersum</i> L.)	50

## ГЕОГРАФИЯ

Томашевич А. В., Жмойдяк Р. А. Интенсификация географических исследований в условиях перестройки	52
Зайцев В. М. Анализ территориальной организации пригородного отдыха посредством параметризации рекреационной деятельности	56
Лобач Т. Я. Воздействие антропогенных факторов на гидрохимический состав водосбора р. Гайны	60
Сороко П. О. Особенности развития овощеводства в пригородной зоне Минска	64
Овчинникова Р. И. О распространении топонимов Ляда и Пасека на территории Белоруссии	68

## РЕЦЕНЗИИ

Бубель О. Н. Г. Я. Кабо, Г. Н. Роганов, М. Л. Френкель. Термодинамика и равновесия изомеров	71
Соломко А. В. О. Е. Агаханянц. Ботаническая география СССР	72



УДК 778.342 + 546.824

Г. П. ШЕВЧЕНКО, Э. М. АФАНАСЬЕВА, В. В. СВИРИДОВ

## О ПРОЯВЛЕНИИ ФОТОСЛОЕВ НА ОСНОВЕ $\text{TiO}_2$ В МЕДНОТИТАНОВОМ ПРОЯВИТЕЛЕ

Процессы обработки, основанные на принципе несеребряного физического проявления (НФП), перспективны для получения изображений на полупроводниковых фотослоях, в частности на основе диоксида титана [1]. Так, использование физических медных проявителей, содержащих в качестве восстановителей аскорбиновую кислоту [2] или комплексные ионы  $\text{Fe}^{2+}$  [3], обеспечивает высокую фотографическую чувствительность (ФЧ)  $\text{TiO}_2$ -слоев, сопоставимую с получаемой при их серебряном физическом проявлении. Практической реализации НФП для рассматриваемого типа слоев препятствует недостаточная стабильность указанных проявителей, а также медных изображений, формирующихся из этих растворов. Заметим, что наиболее стабильные ( $> 10$  ч) физические медноборогидридный и медноформальдегидный проявители [1] не позволяют при одностадийном проявлении достичь высокой фотографической чувствительности  $\text{TiO}_2$ -слоев [4, 5].

В настоящем сообщении приведены данные о фотографических свойствах (ФС)  $\text{TiO}_2$ -слоев при использовании меднотитанового проявителя (МТП), который обеспечивает на галогеносеребряных фотослоях с уменьшенным содержанием серебра получение медного изображения, обладающего высокой коррозионной устойчивостью [6—8]. В работе использовался МТП состава (моль/л):  $\text{CuSO}_4$ —0,085,  $\text{Na}_3\text{Cit}$ —0,042, трилон Б—0,075,  $\text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3$ —0,1,  $\text{TiCl}_4$ —0,15,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ —0,25,  $\text{HCl}$ —0,66, ОП-10—0,014, который в присутствии стабилизирующих добавок устойчив 10—12 ч.

Фотослой получали диспергированием  $\text{TiO}_2$  в водном растворе поливинилового спирта (ПВС) с последующим поливом суспензии на стеклянную подложку. Содержание  $\text{TiO}_2$  в суспензии составляло 20 г/л. Для активирования в слои вводились ионы  $\text{Ag}^+$  ( $10^{-4}$  г/м<sup>2</sup> подложки). Слои экспонировались ртутно-кварцевой лампой ДРТ-375 с суммарной энергией падающего потока  $3 \cdot 10^{-4}$  Дж/см<sup>2</sup>·с.

В таблице представлены фотографические характеристики (ФХ)  $\text{TiO}_2$  и  $\text{TiO}_2(\text{Ag}^+)$ -слоев, проявленных в МТП, а также для сравнения характеристики тех же слоев при их серебряном и медном физическом проявлении в одну стадию. МТП при одностадийном проявлении  $\text{TiO}_2$ -слоев обеспечивает практически те же ФХ, что и наиболее активные для этих слоев проявители — серебряный, медноаскорбиновый и медножелезный.

Медные изображения, формирующиеся из МТП, обладают высокой коррозионной устойчивостью. При обычных условиях (комнатная температура, влажность 60—70 %, без освещения) они хранятся в течение 5 лет без изменения.

Фотографические свойства слоев на основе  $TiO_2$

Проявитель	$TiO_2$ -слой			$TiO_2(Ag^+)$ -слой			
	$D_{max}$	$\gamma$	$S_{0,2}$ , Дж <sup>-1</sup> ·см <sup>2</sup>	$D_{max}$	$D_B$	$\gamma$	$S_{0,2}$ , Дж <sup>-1</sup> ·см <sup>2</sup>
Серебряный	1,2	0,5—0,8	$5 \cdot 10^5$	1,25	0,2	0,8—1,0	$2 \cdot 10^6$
Медножелезный	0,9	0,5	$1 \cdot 10^2$	1,2	0,08	0,5—0,7	$2 \cdot 10^6$
Медноформальдегидный	1,0	0,5	$1 \cdot 10^2$	1,2	0,0	0,6	$3 \cdot 10^2$
Медноаскорбиновый	1,2	0,5	$1 \cdot 10^5$	1,2	0,15	0,6	$5 \cdot 10^6$
Меднотитановый	1,2	0,8	$1 \cdot 10^5$	1,3	0,1	1,0	$10^6—5 \cdot 10^6$

Изучение кинетики проявления показало, что осаждение меди на  $TiO_2(Ag^+)$ -слоях начинается сразу, т. е. без индукционного периода, и предельные ФХ достигаются за 5—7 мин, в то время как  $TiO_2$ -слой (без серебра) проявляются медленнее (10 мин) с индукционным периодом (5—10 с) и достигается меньшая ФЧ. Более длительное проявление сопровождается вуалированием слоев.

Установлено, что очень существенно скорость проявления зависит от концентрации в МТП трилона Б. В отсутствие трилона Б проявление протекает с малой скоростью, достигаемые значения  $D_{max}$  на  $TiO_2$ -слоях—0,3—0,4, на  $TiO_2(Ag^+)$ -слоях—0,5—0,6. Значения чувствительности и  $\gamma$  также соответственно уменьшаются до  $10^2—10^3$  Дж<sup>-1</sup>·см<sup>2</sup> и 0,4—0,5. Небольшое добавление трилона Б (~0,015 моль/л) в МТП приводит к значительному увеличению скорости проявления слоев и повышению их ФХ. Оптимальная концентрация трилона Б в растворе проявителя лежит в пределах 0,015—0,035 моль/л, при более высоких его концентрациях слои начинают вуалироваться.

Скорость проявления зависит также от величины соотношения  $[Ti^{3+}]/[TiO_2^{2+}]$  и кислотности раствора. При соотношении  $Ti^{3+}/TiO_2^{2+} \leq 0,4$  и кислотности  $[H^+] > 1,3$  г-ион/л  $TiO_2$ -слои не проявляются.

Повышения ФЧ в 3—5 раз можно достичь за счет использования МТП, содержащего наряду с трилоном Б нитрилтриацетат натрия (НТА). Введение НТА позволяет повысить рН МТП до 1,5—2.

Рассмотренный вариант фотослоев на основе  $TiO_2$ , содержащих ионы  $Ag^+$ , при использовании МТП может быть предназначен и для получения изображений под действием видимого света, при этом достигается ФЧ  $S_{0,2} = 10^{-3}$ лк<sup>-1</sup>·с<sup>-1</sup>.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о высокой проявляющей активности МТП по отношению к слоям на основе диоксида титана. Наряду с высокими ФХ он обеспечивает получение коррозионноустойчивых изображений из меди.

Список литературы

1. Свиридов В. В. // Несеребряные фотографические процессы. Л., 1984. С. 242.
2. Свиридов В. В., Кондратьев В. А., Ивановская М. И. и др. // Ж. науч. и прикл. фотогр. и кинематогр. 1976. Т. 21. № 3. С. 223.
3. Сердюк Г. И., Шевченко Г. П., Свиридов В. В. и др. // Медный физический проявитель с окислительно-восстановительной парой  $Fe^{2+}/Fe^{3+}$  в качестве восстановителя: Тез. докл. Всесоюз. конференц.: Процессы усиления в фотографических системах регистрации информации. Минск, 1981. С. 209.
4. Капариха А. В., Рогач Л. П., Браницкий Г. А., Свиридов В. В. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1979. № 1. С. 23.
5. Свиридов В. В., Гаевская Т. В., Шевченко Г. П. и др. // Ж. науч. и прикл. фотогр. и кинематогр. 1975. Т. 20. № 6. С. 460.

6. Шевченко Г. П., Афанасьева З. М., Потапенко Л. Т., Свиридов В. В. // Ж. науч. и прикл. фотогр. и кинематогр. 1984. Т. 29. № 5. С. 340.

7. Свиридов В. В., Шевченко Г. П., Афанасьева З. М. Фотографические свойства галогеносеребряных слоев с уменьшенным содержанием серебра при использовании меднотитанового физического проявителя / Редкол. ж. «Весті АН БССР. Сер. хім. навук». Минск, 1986. Деп. в ВИНТИ 04.11.86. № 7563-Б86.

8. Шевченко Г. П., Афанасьева З. М., Свиридов В. В. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1985. Т. 4. С. 47.

УДК 771.537.62

А. А. КУЗЬМИЧЕВ, В. П. БОБРОВСКАЯ,  
Л. П. РОГАЧ, Р. С. БИКТИМИРОВ

## ВЛИЯНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК МЕДНОБОРОГИДРИДНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ПРОЯВИТЕЛЯ НА КАЧЕСТВО ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Предложенный в [1—3] способ усиления слабых фотографических изображений как на серийно выпускаемых, так и на малосеребряных фотографических материалах путем их обработки в бессеребряных физических проявителях позволяет получать фотографические изображения различного контраста и оптической плотности и изменять эти характеристики путем варьирования экспозиции и времени усиления.

Растворы, применяемые для физического проявления (усиления), представляют собой термодинамически нестабильные системы. В них самопроизвольно протекают реакции, приводящие к образованию в объеме раствора продукта восстановления в виде металлических частиц коллоидных размеров. После появления в объеме раствора зародышей металлической фазы реакция приобретает автокаталитический характер, и резко ускоряющийся процесс саморазложения раствора вызывает потерю его работоспособности.

Практическое использование физических проявителей для обработки различных фотографических материалов определяется прежде всего возможностью значительного увеличения их стабильности. Проведенное ранее [3, 4] исследование показало, что стабилизирующее действие на медные физические проявители оказывает ряд поверхностно-активных веществ, органических серосодержащих соединений, слабых окислителей и лигандов по отношению к ионам  $\text{Cu}^+$ , а также различные комбинации указанных добавок. При этом устойчивость физических проявителей может быть увеличена от минут до часов и суток при сохранении фотографической чувствительности обрабатываемых в них фотоматериалов.

Целью настоящей работы было изучение влияния стабилизаторов, вводимых в медноборогидридный физический проявитель (МБП), на качество получаемых фотографических изображений (разрешающую способность, среднеквадратичную гранулярность). В качестве объекта исследования использовалась малосеребряная фототехническая пленка ФТ-М с содержанием серебра  $0,8 \text{ г/м}^2$  (содержание серебра уменьшено в 7 раз по сравнению с полносеребряным аналогом — пленкой ФТ-41), изготовленная на ПО «ТАСМА» (Казань).

Состав исходного усиливающего нестабилизированного раствора МБП следующий:  $\text{CuSO}_4$  — 0,09;  $\text{NaЭДТА}$  — 0,1;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  — 0,18;  $\text{NaOH}$  — 0,5;  $\text{NaBH}_4$  — 0,13 (моль/л) при  $\text{pH} = 11,0$ — $11,5$ . Количество вводимых стабилизаторов:  $\text{NaCl}$  — 0,2; L-цистин (цистеин) —  $2,5 \cdot 10^{-3}$  ( $1,25 \cdot 10^{-3}$ );  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  —  $1,4 \cdot 10^{-3}$  алкилтриметиламмоний хлорид — АТМ (N-окись алкилдиметиламина) —  $7,0 \cdot 10^{-3}$  ( $2,0 \cdot 10^{-3}$ ) моль/л [4].

Разрешающую способность фотоматериала определяли по стандартной методике с использованием миры Ащеулова и резольвометра РП-2М1, регулярную оптическую плотность измеряли на микроденситометре МД-100, СК-гранулярность определяли на установке СР-31 по методике [5].

Ранее было показано [6], что тип и состав первого (химического) проявителя практически не влияют на величину разрешающей способ-

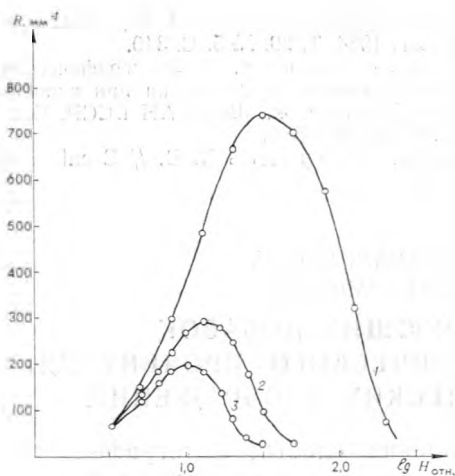


Рис. 1. Зависимость  $R$  от  $\lg H$  для пленки ФТ-М при проявлении ее в УП-2 (1) и усилении в растворе нестабилизированного МБП в течение 4 (2) и 7 (3) мин

ности пленки ФТ-М (после первого проявления — более  $750 \text{ мм}^{-1}$ ). Как и следовало ожидать, усиление слабых серебряных изображений в растворе стабилизированного МБП за счет осаждения на них слоя металлической меди неизбежно приводит к потере разрешающей способности, причем в большей степени тогда, когда увеличиваются экспозиция и время усиления в МБП. Следует, однако, отметить, что и в этом случае разрешающая способность пленки ФТ-М остается достаточно высокой (более  $550 \text{ мм}^{-1}$ ), что значительно превышает разрешающую способность серийно выпускаемых пленок-аналогов ( $150\text{—}200 \text{ мм}^{-1}$ ). Исследования показали, что на разрешающую способность пленки ФТ-М заметное влияние оказывают стабилизирующие добавки, вводи-

мые в раствор МБП. Усиление первичных серебряных изображений в нестабилизированном МБП приводит к значительному снижению разрешающей способности (с  $750$  до  $200\text{—}250 \text{ мм}^{-1}$ ) в зависимости от времени усиления (рис. 1). Введение стабилизирующих добавок, представляющих катионные ПАВ, лиганды ионов  $\text{Cu}^{+}$  и серосодержащие органические соединения, также вызывает заметное снижение разрешающей способности усиленного изображения, которая, в зависимости от типа стабилизатора, составляет от  $100$  до  $250 \text{ мм}^{-1}$  при времени усиления от 4 до 7 мин (рис. 2а, б), достигаемая при этом оптическая плотность имеет величину более 2,5. Введение добавки, имеющей окислительную природу ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ), способствует получению на пленке ФТ-М усиленных изображений с высокой разрешающей способностью ( $500\text{—}550 \text{ мм}^{-1}$ ) (рис. 3), причем максимальная величина ее сохраняется независимо от того, введена ли в состав МБП только добавка  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , это вещество в паре с каким-либо другим стабилизатором или со всеми стабилизирующими добавками вместе. При этом наблюдается заметное смещение

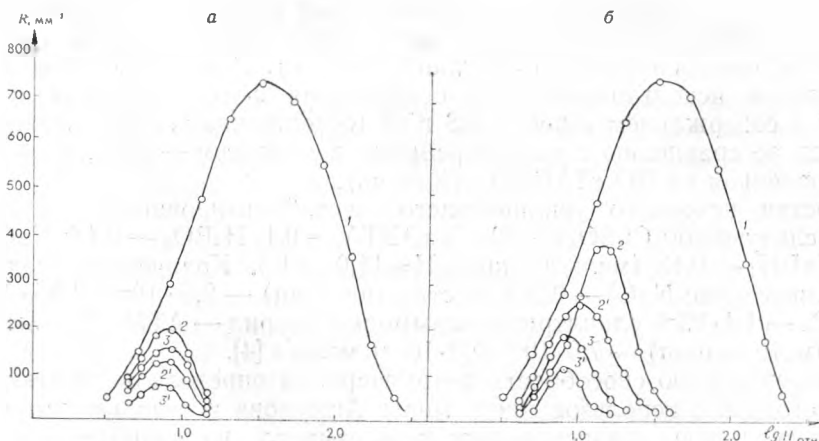


Рис. 2. Зависимость  $R$  от  $\lg H$  для пленки ФТ-М при проявлении ее в УП-2 (1) и усилении в растворе МБП с добавками на АТМ (2 и 2') и N-окси алкилдиметиламина (3 и 3') (а), цистинна (2 и 2') и NaCl (3 и 3') (б) в течение 4 и 7 мин соответственно

резольвометрических кривых в область больших экспозиций (ср. рис. 1, 2 с рис. 3).

Причиной зависимости разрешающей способности от природы стабилизирующих добавок является, по-видимому, то, что их наличие в усиливающем растворе влияет на закономерности роста в фотографическом материале частиц металла, формирующего изображение. Как показало электронно-микроскопическое исследование [7], при использовании МБП, содержащего АТМ (либо N-окись), цистеин (либо цистин) и NaCl при указанных концентрациях, почти все частицы серебра, наблюдаемые в электронном микроскопе, выполняют функцию центров проявления.

Введение хромат-ионов в состав усиливающего раствора приводит к уменьшению устойчивости мельчайших частиц серебра в МБП, в результате многие из них растворяются и концентрация частиц уменьшается. Кроме того, введение в состав МБП хромат-ионов приводит к образованию более плотного и компактного осадка металлической меди, что также может существенно повлиять на величину разрешающей способности усиленного изображения.

Как можно полагать, растворение мельчайших частиц серебра приводит к уменьшению оптической плотности образующейся при экспонировании слоя фотографической вуали рассеяния настолько, что при усилении ее в растворе МБП не происходит «заплывания» штрихов резольвометрической миры на достаточно высоких пространственных частотах (до  $550 \text{ мм}^{-1}$ ). Следствием этого является значительное увеличение разрешающей способности, а также смещение резольвометрической кривой в область больших экспозиций.

Проведенное в работе измерение среднеквадратичной гранулярности ( $\sigma_D \times 1000$ ) показало, что зависимость  $\sigma_D \times 100 / \sqrt{D}$  практически линейна как для изображений, сформированных на пленке ФТ-М только за счет химического проявления, так и за счет усиления в растворах МБП со стабилизирующими добавками и без них. Рост гранулярности с увеличением оптической плотности при усилении соответствует зависимостям, наблюдаемым для полносеребряных материалов, и, следовательно, физическое проявление не приводит к аномальному росту гранулярности изображения.

Таким образом, введение стабилизирующих добавок в состав МБП не только значительно повышает его сохранность и увеличивает время активной работы, но и способствует значительному улучшению качества фотографических изображений, получаемых при его использовании на стадии усиления.

### Список литературы

1. Браницкий Г. А., Евтухович И. Н., Рогач Л. П. // Всесоюз. конференц. по процессам усиления в фотографич. системах: Тез. докл. Минск, 1982. С. 279.
2. Биктимиров Р. С., Браницкий Г. А., Свиридов В. В. // Ж. науч. и прикл. фотогр. и кинематогр. 1980. Т. 25. № 5. С. 282.
3. Бобровская В. П., Гаевская Т. В. Там же. 1983. Т. 28. № 5. С. 354.
4. Бобровская В. П., Гаевская Т. В. Там же. 1984. Т. 29. № 1. С. 5.
5. Вендровский К. В., Вейцман А. И. Фотографическая структурометрия. М., 1982.
6. Кузьмичев А. А., Браницкий Г. А. // Всесоюз. конференц. по фотографич. процессам на основе галогенидов серебра: Тез. докл. Черногловка, 1983.

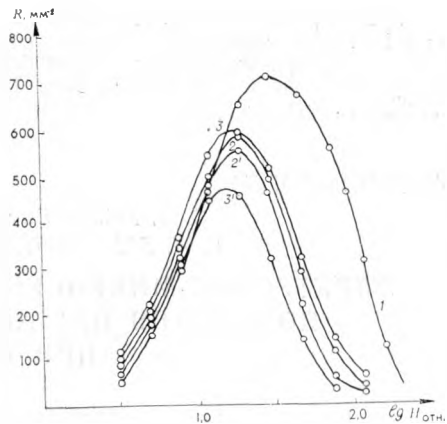


Рис. 3. Зависимость  $R$  от  $\lg H$  для пленки ФТ-М при проявлении ее в УП-2 (1) и усилении в растворе МБП с добавкой хромат-ионов (2 и 2') и при одновременном введении всех стабилизаторов (3 и 3') в течение 4 и 7 мин соответственно

7. Бобровская В. П., Воробьева Т. Н., Гаевская Т. В., Свиридов В. В. Электронно-микроскопическое исследование закономерностей осаждения меди на серебряных центрах в медноборогидридном проявителе / Редкол. ж. «Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр.». Минск, 1983. 25 с. Деп. в БелНИИНТИ. 12.03.84. № 861. Бе-Д284.

УДК 541.128(539.25)

С. Н. МАЛЬЧЕНКО, Г. А. БРАНИЦКИЙ,  
В. И. ЕРМОЛЕНКО, Ю. Н. ЛЫЧКОВСКИЙ

## ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР $TiO_2$ -Pt ПРИ ПРОГРЕВЕ

Поиск путей регулирования дисперсности и термической стабильности катализаторов на носителях — задача большой научной и практической важности. Ранее выполненные исследования [1—6] показали, что процессы агрегации мелкодисперсных частиц палладия и серебра можно в значительной мере замедлить, если такие частицы формировать на поверхности носителей одновременно с пленкой термостойкого оксида, например, при пиролизе в кислородсодержащей атмосфере осажденных на носитель солей труднокристаллизующихся органических кислот, в частности резинатов, с добавками соединений благородных металлов. При использовании ряда термостойких носителей таким образом получены высокостабильные в процессе работы катализаторы реакций окисления и гидрирования [1, 2]. Для изучения структуры и некоторых свойств частиц в пленках металл-оксид их можно наносить на плоские подложки различной химической природы.

В данной работе сопоставляются результаты электронно-микроскопического (ЭМ) исследования поведения при прогреве частиц платины, сформированных на поверхности пленок диоксида титана двумя способами.

Подложками для пленок служили пластинки из стекла, кварца, а также сколы монокристаллов NaCl.

Формирование пленок способом 1 включало нанесение поливом на подложку расчетного количества смеси растворов резината титана и  $H_2PtCl_6$  в третичном бутиловом спирте (ТБС), сушку (80 °С, 1 ч) и прокаливание образцов на воздухе. Для получения пленок способом 2 на подложках вначале формировалась пленка  $TiO_2$  в результате пиролиза осажденного на нее резината титана. Затем на ее поверхность наносился раствор  $H_2PtCl_6$  в ТБС, после чего образцы сушились и прокаливались, как описано выше. Количество  $TiO_2$  на подложке составляло  $2 \cdot 10^{-5}$  г/см<sup>2</sup>, что соответствовало толщине пленок около 100 нм, а содержание платины варьировалось в интервале  $10^{-7}$ — $5 \cdot 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup>. Часть образцов прогревалась в токе осушенного электролитического водорода, поступавшего из генератора СГС-1.

Препарирование образцов для ЭМ исследования осуществлялось методом углеродных реплик с извлечением поверхностных частиц платины, которые в случае стеклянных и кварцевых подложек отделялись в 18 %-ном растворе HF, а в случае монокристаллов NaCl — в воде. ЭМ снимки и электронограммы получены на приборе ЭМВ-100ЛМ. Средний размер частиц ( $d_{cp}$ ) и их поверхностная концентрация (ПК) рассчитывались по методике [3].

Электронографическое исследование показало, что пленки  $TiO_2$  и  $TiO_2$ -Pt, прогретые при 450 °С менее 1 ч, не дают дифракционной картины. Прогрев на воздухе 1 ч и более при этой температуре приводит к кристаллизации пленок с образованием анатаза. На электронограммах, полученных с пленок, прогретых при 500 °С (время прогрева 1 ч), видны линии рутила, который становится основным компонентом в пленках, прогретых при 600 °С 1 ч.



Результаты ЭМ исследования частиц платины в пленках  $\text{TiO}_2\text{-Pt}$ , сформированных различными способами, после прогрева на воздухе и в атмосфере водорода

Содержание Pt, г/см <sup>2</sup>	Условия прогрева, °C		$d_{\text{ср}}$ , нм	ПК · 10 <sup>-10</sup> , см <sup>-2</sup>
	на воздухе	в водороде		
10 <sup>-6</sup> , способ 1	450, 1 ч	300, 1 ч	3,0	4,0
10 <sup>-6</sup> , способ 1	450, 1 ч	500, 1 ч	3,0	4,9
10 <sup>-6</sup> , способ 1	450, 1 ч	800, 1 ч	3,5	9,0
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 1	450, 1 ч	без прогрева	2,5	60,0
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 1	450, 10 ч	без прогрева	5,5	3,9
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 1	800, 1 ч	без прогрева	14,0	3,7
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 1	450, 1 ч	20, 1 ч	2,7	50,0
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 1	450, 1 ч	300, 1 ч	2,9	96,0
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 1	450, 1 ч	500, 1 ч	3,8	14,0
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 1	450, 1 ч	800, 1 ч	5,5	5,6
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 2	450, 1 ч	без прогрева	8,0	6,0
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 2	450, 10 ч	без прогрева	22,0	0,28
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 2	800, 1 ч	без прогрева	38,0	0,39
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 2	450, 1 ч	20, 1 ч	3,3	31,0
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 2	450, 1 ч	300, 1 ч	5,7	61,0
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 2	450, 1 ч	500, 1 ч	4,0	58,1
5 · 10 <sup>-6</sup> , способ 2	450, 1 ч	800, 1 ч	9,1	3,6

В пленках  $\text{TiO}_2\text{-Pt}$ , прогретых на воздухе при 450 °C и выше, платина электронографически фиксируется только в металлической форме. Это не исключает возможности присутствия окисленных форм платины в мелкодисперсном состоянии или в виде поверхностных соединений. В составе пленок  $\text{TiO}_2\text{-Pt}$ , подвергнутых прогреву в атмосфере водорода (500 °C и выше), кроме металлической платины и анатаза, идентифицируется также низкостехиометрический оксид  $\text{Ti}_4\text{O}_7$ , что свидетельствует о восстановлении  $\text{TiO}_2$ . Это согласуется с данными литературы [7]. Размеры микрокристаллов диоксида титана с повышением температуры прогрева увеличиваются и при 800 °C (рутил) достигают 300—500 нм. Различий в фазовом составе пленок  $\text{TiO}_2\text{-Pt}$ , сформированных обоими способами, после прогрева на воздухе и в водороде не обнаружено.

Средний размер и концентрация частиц платины в пленках зависят от способа их формирования, содержания Pt и условий прогрева. В пленках  $\text{TiO}_2\text{-Pt}$  (способ 1) после прогрева на воздухе (450 °C, 1 ч) частицы Pt при содержании металла 10<sup>-6</sup> г/см<sup>2</sup> и менее не видны в электронный микроскоп. При содержании платины 5 · 10<sup>-6</sup> г/см<sup>2</sup> их ПК составляет 6 · 10<sup>11</sup> см<sup>-2</sup>, а  $d_{\text{ср}}$  2,5 нм (см. таблицу). Частицы платины в пленках этого типа равномерно распределены по их поверхности. Увеличение температуры и времени прогрева на воздухе вызывает уменьшение ПК с одновременным возрастанием среднего размера частиц из-за их спекания. Тем не менее ПК частиц высока даже при температуре прогрева 800 °C (3,7 · 10<sup>10</sup> см<sup>-2</sup>), а доля мелких частиц (преимущественно неправильной формы) при этом значительна.

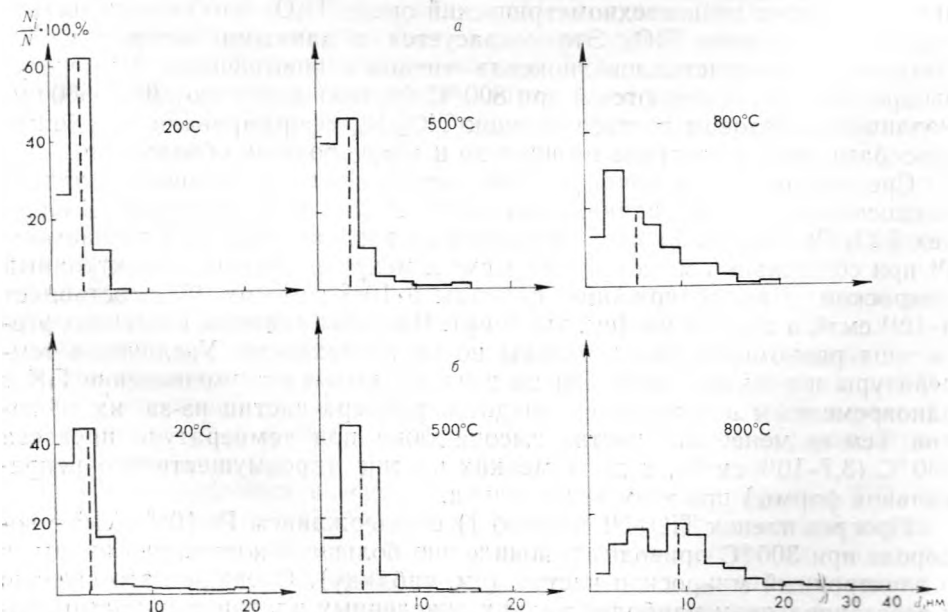
Прогрев пленок  $\text{TiO}_2\text{-Pt}$  (способ 1) с содержанием Pt 10<sup>-6</sup> г/см<sup>2</sup> в водороде при 300 °C приводит к появлению большого количества видимых в электронный микроскоп частиц (см. таблицу). Очевидно, это связано с восстановлением наиболее мелких окисленных платиновых частиц, которые образуются на стадии формирования пленок, удаляются из образцов в процессе препарирования с использованием HF и вследствие этого не видны в электронный микроскоп.

С увеличением температуры прогрева в водороде наряду с ростом среднего размера частиц в этих пленках вопреки ожиданию наблюдается рост их ПК. Следует отметить, что число частиц, наблюдавшихся при просмотре пленок  $\text{TiO}_2\text{-Pt}$  (способ 1) «на просвет», в 5—10 раз больше, чем при изучении поверхности методом углеродных реплик. Это указывает на то, что частицы платины распределены не только на поверхности, но и в объеме пленок этого типа. Вероятно, увеличение ПК частиц в процессе прогрева вызвано миграцией на поверхность образцов присутствующих в объеме пленок мелких частиц благородных металлов, а возможно, и ионов с последующим их восстановлением. Подобная картина наблюдалась в случае палладиевых частиц в пленках  $\text{TiO}_2\text{-Pd}$  [5].

ПК частиц в пленках с содержанием платины  $5 \cdot 10^{-6}$  г/см<sup>2</sup> при прогреве в водороде значительно выше, чем в случае пленок с содержанием  $10^{-6}$  г/см<sup>2</sup> (см. таблицу). Увеличение среднего размера, сопровождающееся вначале небольшим ростом (до 300 °С), а затем уменьшением ПК, происходит за счет сокращения доли мелких частиц. Вместе с тем, как видно из рисунка, а, доля мелких частиц, лежащих вблизи предела разрешения использованной методики ЭМ исследования (1—2 нм), в пленках этого типа значительна даже после прогрева при 800 °С, а частицы крупнее 20 нм вообще отсутствуют. Большинство частиц в пленках  $\text{TiO}_2\text{-Pt}$  после прогрева в  $\text{H}_2$ , в отличие от прогретых только на воздухе, имеют круглую форму. Наиболее крупные частицы представляют собой агрегаты сложной формы с отростками и выступами. Количество мелких частиц вблизи крупных при увеличении температуры прогрева до 800 °С заметно сокращается. Укрупнение частиц сопровождается образованием их скоплений и цепочек, причем на ЭМ снимках видно, что платиновые частицы локализируются преимущественно на гранях растущих микрокристаллов диоксида титана.

Изменения ПК и  $d_{\text{ср}}$  при прогреве в водороде менее выражены, чем при прогреве на воздухе при этих же условиях, т. е. спекание платиновых частиц в водороде происходит менее интенсивно (см. таблицу, рисунок, а).

ПК частиц на ЭМ снимках реплик с пленок  $\text{TiO}_2\text{-Pt}$ , сформированных по способу 2, ниже, а размеры частиц больше, чем в аналогичных образцах, полученных способом 1. Так, уже в пленках, прогретых на



Распределение частиц по размерам на поверхности пленок  $\text{TiO}_2\text{-Pt}$ , прогретых в атмосфере водорода (1 ч) при различных температурах:

способ получения 1 (а), 2(б)

воздухе при 450 °С, ПК частиц почти в 10 раз меньше и  $d_{\text{ср}}$  в 3—4 раза больше (см. таблицу). С ростом температуры прогрева эти различия в ПК и  $d_{\text{ср}}$  в целом сохраняются. Следует отметить, что частицы Pt распределены на поверхности этих пленок менее равномерно. Наряду с мелкими частицами Pt здесь наблюдаются и значительно более крупные (до 40—100 нм). Такие частицы, часто представляющие собой агрегаты неправильной формы, видны в электронный микроскоп и при более низкой концентрации Pt, составляющей  $10^{-7}$  г/см<sup>2</sup>. Крупные частицы и агрегаты закрепляются на трещинах, впадинах и других дефектах рельефа пленок TiO<sub>2</sub>, декорируя ее поверхность. Увеличение размера частиц в пленках, приготовленных по способу 2, сопровождается резким сокращением доли мелких частиц. В пленках, прогретых на воздухе при 800 °С (1 ч), наиболее крупные частицы приобретают гексагональную огранку.

Обработка пленок TiO<sub>2</sub>-Pt, приготовленных методом пропитки, водородом уже при комнатной температуре приводит к существенному повышению ПК и уменьшению  $d_{\text{ср}}$  (см. таблицу, рисунок, б) за счет появления большого количества мелких частиц металлической платины, имеющих круглую форму. Однако после восстановления при комнатной температуре ПК частиц в этом случае не превышает ПК в невосстановленных образцах, приготовленных способом 1. Повышение температуры прогрева в H<sub>2</sub> сопровождается, как и для пленок, сформированных по способу 1, вначале увеличением ПК частиц, по видимому, за счет дальнейшего восстановления окисленных форм платины, а затем ее уменьшением вследствие процесса спекания, приводящего к уменьшению доли мелких частиц (см. рисунок, б). Прогрев в водороде в этом случае так же, как и при способе 1, приводит к менее выраженным изменениям ПК и  $d_{\text{ср}}$ , чем прогрев на воздухе, однако если для последних ПК частиц после прогрева при 800 °С на воздухе и в водороде сопоставимы, то для пленок, приготовленных по способу 2, эти величины различаются почти на порядок. Важно подчеркнуть, что средний размер частиц в пленках TiO<sub>2</sub>-Pt, сформированных по способу 2, как при прогреве на воздухе, так и в водороде, значительно выше, чем в пленках, полученных способом 1.

Наблюдаемый переход от ограненной к округлой форме частиц при смене атмосферы прогрева на водород свидетельствует об изменении энергии взаимодействия частица — подложка, что может быть обусловлено появлением большого количества дефектов (Ti<sup>3+</sup>, анионные вакансии) в пленках, образованием сплава или соединений Pt с Ti и другими причинами. Приблизительно одинаковое относительное изменение  $d_{\text{ср}}$  и ПК наблюдаемых частиц при большей величине среднего размера (способ 2 по сравнению со способом 1) соответствует переносу большей массы металла, т. е. более интенсивному процессу спекания. Таким образом, результаты экспериментов указывают на то, что мелкодисперсные частицы платины в пленочных структурах TiO<sub>2</sub>-Pt, формируемых при совместном разложении резината титана и H<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>, характеризуются более высокой стабильностью, чем в пленках, получаемых методом пропитки, при прогреве как на воздухе, так и в водороде.

Причина выявленных различий в дисперсности металла в пленках TiO<sub>2</sub>-Pt заключается в особенностях процесса их формирования. В пленках, полученных при совместном пиролизе резината титана и соединений платины, обеспечиваются более благоприятные условия для стабилизации частиц металла. Во-первых, при пиролизе гомогенной системы, представляющей собой смесь резината титана и соединения платины, происходит одновременное формирование частиц Pt и диоксида титана, причем плавление, сопутствующее разложению резината титана, способствует более равномерному распределению платины в образующейся структуре оксида, а деструкция органических веществ — более полному восстановлению ее окисленных форм до металла. Во-вторых, согласно полученным результатам, частицы Pt локализуются не только по поверх-

ности, но и в объеме пленки, где границы отдельных микрокристаллов служат естественными областями, ограничивающими миграцию частиц. При использовании метода пропитки частицы платины формируются только на поверхности готовой пленки  $TiO_2$ , что создает менее благоприятные условия для электронного взаимодействия между частицами и диоксидом титана; повышение количества платины в поверхностном слое пленок при таком способе их приготовления способствует спеканию частиц. Другими факторами, определяющими повышенную термическую стабильность частиц Pt, сформированных при совместном пиролизе, могут быть образование при прогреве в водороде сплава или интерметаллических соединений платины и титана [8], а также частичное инкапсулирование частиц диоксидом титана [9].

Повышенная термическая стабильность частиц платины, характеризующихся относительно небольшим их разбросом по размерам в широком интервале температур, делает рассмотренный способ совместного формирования пленочных гетерогенных структур платина-оксид металла перспективным для приготовления стабильных металлнанесенных катализаторов.

### Список литературы

1. Браницкий Г. А. // Вопросы кинетики и катализа. Иваново, 1983. С. 20.
2. Иванькович Е. Ф., Буганова Л. Ф., Полякова В. П. и др. // Вестн. АН БССР. Сер. хим. наук. 1986. № 3. С. 36.
3. Браницкий Г. А., Мальченко С. Н., Воробьева Т. Н. и др. Каталитические свойства частиц серебра, распределенных в пленках диоксида титана, в реакциях химического осаждения серебра из водных растворов / Редкол. ж. «Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр.» Минск, 1983. 25 с. Деп. в БелНИИНТИ 05.08.83. № 762. Бе-д-83-26.
4. Браницкий Г. А., Мальченко С. Н., Мычко Д. И., Рахманов С. К. Каталитические свойства частиц палладия, распределенных в пленках диоксида титана, в реакциях химического осаждения металлов из растворов / Редкол. ж. «Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр.». Минск, 1983. 28 с. Деп. в ВИНТИ 27.01.83. № 502-83.
5. Браницкий Г. А., Мальченко С. Н., Мычко Д. И. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1985. № 2. С. 13.
6. Ермоленко В. И., Мальченко С. Н., Браницкий Г. А. // IV Всесоюз. совещ. МОС для получения неорганических покрытий и материалов (Горький, 1983). М., 1983. С. 107.
7. Baker T. K. // J. Catal. 1980. V. 63. № 2. P. 523.
8. Horsley J. A. // J. Amer. Chem. Soc. 1979. V. 101. P. 2870.
9. Spencer M. S. // J. Catal. 1985. V. 93. № 2. P. 216.

УДК 661.728

*Н. В. ГОЛУБ, Т. Л. ЮРКШТОВИЧ,  
Ф. Н. КАПУЦКИЙ, Е. Ю. САХАРОВА*

### ВЛИЯНИЕ ВОДНО-СПИРТОВЫХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ НА ОСНОВНОСТЬ АМИНОГРУПП ДИЭТИЛАМИНООКСИПРОПИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Использование бинарных водно-органических растворителей в сорбционных процессах представляет значительный интерес в связи с возможностью изменения селективности ионообменных материалов и улучшения разделительных свойств. Еще большее значение приобретают бинарные среды в случае ионитов на основе целлюлозы, имеющих свои монополные области применения, однако обладающих недостаточной устойчивостью к действию водных растворов щелочей.

Интерпретация результатов по сорбции различных соединений ионами в бинарных средах невозможна без оценки влияния растворителя на кислотно-основные характеристики взаимодействующих веществ. Авторами [1] показано увеличение силы кислотности синтетического (КБ-4×8) и целлюлозного (монокарбоксилцеллюлоза — МКЦ) карбоксильных катионитов в смесях воды с этанолом, изопропанолом и трет-

бутанолом и сделан вывод, что величина кажущейся константы диссоциации зависит от основности молекул органического компонента бинарного растворителя и диэлектрической проницаемости, определяющей взаимодействие карбоксильных групп с противоионами.

С целью выяснения влияния качественного и количественного состава бинарного растворителя и ионной силы раствора на основность анионообменных групп ионитов в работе методом потенциометрического титрования изучены основные свойства целлюлозного анионита — диэтиламинооксипропилцеллюлозы (ДЭАОПЦ) в средах вода — метанол, вода — этанол, вода — изопропанол.

### Экспериментальная часть

ДЭАОПЦ получали этерификацией целлюлозы диэтилэпоксипропиламином в соответствии с методикой [2]. Потенциометрическое титрование ДЭАОПЦ осуществляли методом отдельных навесок, для чего анионит в основной форме приводили в равновесие с растворами соляной кислоты различной концентрации в водно-метанольных, -этанольных и -изопропанольных растворителях при мольной доле органического компонента ( $N_0$ ) 0,2—0,6 и постоянной ионной силе 0,05 или 0,5. Количество поглощенных ионов  $Cl^-$  определяли по равновесным значениям pH с использованием калибровочных зависимостей: pH от количества добавленной гидроокиси натрия или соляной кислоты в 0,05 и 0,5 н водно-спиртовые растворы NaCl. Кажущуюся константу диссоциации рассчитывали по уравнению Гендерсона—Гассельбаха  $pH = pK + n \lg (1 - a/a)$ , где  $pK$  — показатель кажущейся константы диссоциации полиэлектролита;  $n$  — константа;  $a$  — степень ионизации функциональных групп анионита.

Относительная ошибка определения кажущейся константы диссоциации не превышала  $1 \pm 0,2 \%$ .

### Результаты и их обсуждение

Из приведенных на рис. 1 кривых потенциометрического титрования образцов ДЭАОПЦ следует, что, во-первых, ДЭАОПЦ является слабоосновным анионитом, у которого кислотно-основные свойства в пределах экспериментальной погрешности не меняются в зависимости от обменной емкости.

Во-вторых, наиболее существенное изменение кислотно-основных характеристик ДЭАОПЦ наблюдается с изменением ионной силы в водном растворе. При использовании бинарных водно-спиртовых растворителей показатели кажущейся константы ионизации аминогрупп в значительно меньшей степени зависят от ионной силы.

Основным фактором, влияющим на положение кривой  $pH = f(a)$  слабокислотного катионита с изменением ионной силы раствора, является концентрация противоионов, увеличение которой в 10 раз должно привести к изменению показателя кажущейся константы диссоциации ( $pK$ ) примерно на единицу [3]. Однако, как следует из данных, представленных в таблице, способность соляной кислоты протонировать функциональные группы анионита возраста-

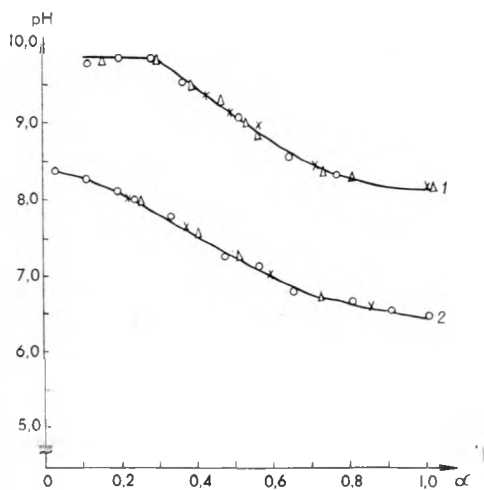


Рис. 1. Кривые потенциометрического титрования образцов ДЭАОПЦ с обменной емкостью (мг-экв/г) 1,5 (O); 1,0 (Δ) и 0,7 (X) при ионных силах раствора 0,5 (1) и 0,05 (2) (растворитель — вода)

ет быстрее, чем концентрация  $\text{Cl}^-$ -ионов в водных растворах. По-видимому, значительное увеличение  $pK$  анионита обусловлено уменьшением активности воды с ростом концентрации хлористого натрия в растворе, что приводит к уменьшению размеров гидратных оболочек алкиламиногрупп и снижению эффекта экранирования электронной плотности атома азота. Косвенным подтверждением сделанного предположения является уменьшение степени набухания ДЭАОПЦ (примерно на 20 %) с ростом ионной силы водного раствора.

Значения кажущихся констант ионизации ( $pK$ ) и степени набухания ( $Q$ , г/г) при  $\alpha = 0,5$  ДЭАОПЦ ( $OE = 1,5$  мг-экв/г) в воде и бинарных водно-спиртовых растворителях

Ионная сила	0,05						0,5					
	$N_0 = 0$		$N_0 = 0,2$		$N_0 = 0,4$		$N_0 = 0$		$N_0 = 0,2$		$N_0 = 0,4$	
	$pK$	$Q$	$pK$	$Q$	$pK$	$Q$	$pK$	$Q$	$pK$	$Q$	$pK$	$Q$
Вода	7,3	0,9	—	—	—	—	9,1	0,7	—	—	—	—
Вода—метанол	—	—	7,4	0,82	7,7	0,74	—	—	7,7	0,65	8,0	0,6
Вода—этанол	—	—	7,6	0,79	7,8	0,70	—	—	7,9	0,62	8,2	0,58
Вода—изопропанол	—	—	7,8	0,77	8,0	0,67	—	—	8,1	0,59	8,4	0,56

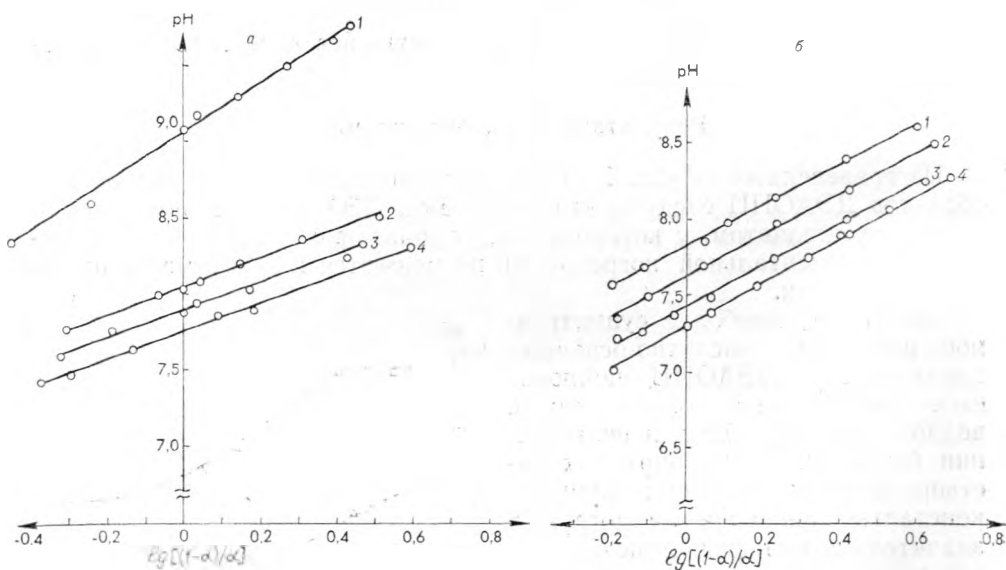


Рис. 2. Результаты потенциметрического титрования ДЭАОПЦ ( $OE = 1,5$  мг-экв/г) в водно-спиртовых средах ( $N_0 = 0,2$ ) с ионной силой раствора 0,5 (а) и 0,05 (б):

1 — вода — метанол; 2 — вода — этанол; 3 — вода — изопропанол

Изменение показателей кажущихся констант ионизации алкиламиногрупп ДЭАОПЦ в зависимости от свойств растворителя и ионной силы раствора (рис. 2) сводится к двум последовательностям. При ионной силе раствора 0,05 наблюдается увеличение  $pK$  в смешанных растворителях в ряду: вода < вода — метанол < вода — этанол < вода — изопропанол. В растворах с ионной силой 0,5 основность аминогрупп анионита уменьшается при переходе от воды к смесям ее с изопропанолом, этанолом и метанолом.

В связи с тем, что способность ионитов к диссоциации может быть

реализована лишь при замене одного иона на другой [3], а установившееся равновесие слабоосновного анионита в различных растворителях можно рассматривать как результат ионного обмена гидроксидионов на  $\text{Cl}^-$ -ионы:  $\text{Цел} - \text{NR}_2\text{H} + \text{OH}^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{Цел} - \text{NR}_2\text{H} + \text{Cl}^- + \text{OH}^-$ , мы попытались интерпретировать полученные результаты при помощи теоретических обобщений Измайлова [4]. Согласно электростатической теории ионного обмена, изменение константы обмена гидроксидионов на ионы  $\text{Cl}^-$  в зависимости от свойств среды определяется электростатическим эффектом и эффектом специфической сольватации, которые зависят от констант кислотности и диэлектрической проницаемости растворителя и соотношения энергий сольватации обменивающихся ионов. Проанализируем влияние каждого из этих факторов на  $pK$  ДЭАОПЦ, набухшей в бинарных средах.

Энергии сольватации ионов  $\text{OH}^-$  в воде и водно-спиртовых средах больше энергий сольватации ионов  $\text{Cl}^-$  в тех же растворителях [5]. Поэтому в соответствии с [4] уменьшение диэлектрической проницаемости растворителя должно смещать равновесие в сторону увеличения поглощения ДЭАОП-целлюлозой ионов  $\text{Cl}^-$ , что действительно имеет место для исследованных нами систем.

Степень обмена ионов  $\text{OH}^-$  и  $\text{Cl}^-$  должна возрастать с увеличением константы кислотности растворителя [5]. Однако экспериментальные данные, представленные на рис. 2 (а, б), свидетельствуют, что в смесях воды с метанолом, этанолом и изопропанолом с увеличением электронодонорных свойств органического компонента возрастает поглощение  $\text{Cl}^-$ -ионов ДЭАОПЦ, и равновесие смещается в сторону более щелочных  $pH$ . Таким образом, полученная последовательность изменения  $pK$  не согласуется с порядком изменения констант кислотности исследованных растворителей, что объясняется, вероятно, незначительным изменением кислотности водно-спиртовых сред с небольшим содержанием спирта [4]. Мы не наблюдали также корреляции между изменением  $pK$  ДЭАОПЦ и диэлектрической проницаемостью смесей воды с различными растворителями (рис. 3). Так, например, при равенстве значений диэлектрической проницаемости ( $\epsilon = 46$ ) смесей вода — метанол с  $N_0 = 0,6$  и вода — изопропанол с  $N_0 = 0,2$   $pK$  ДЭАОПЦ равны 8,4 и 8,1 соответственно. Кроме того, не обнаружено и линейной зависимости  $pK = f(1/\epsilon)$  для водно-метанольных и водно-этанольных систем по мере увеличения содержания спирта. Наличие линейной зависимости показателей кажущихся констант диссоциации ДЭАОПЦ от диэлектрической проницаемости растворителя отмечается только в водно-изопропанольном растворе. По-видимому, только к данной системе возможно применить электростатическую теорию и предположить, что при мольных долях спирта в растворе меньше 0,6 сольватация функциональных групп ДЭАОПЦ осуществляется преимущественно водой, а роль второго компонента сводится лишь к изменению величины  $\epsilon$  [6].

Ранее нами показано [7], что способность протолитических растворителей сольватировать третичную аминогруппу анионита уменьшается по мере усиления их электронодонорных свойств в ряду метанол > этанол >

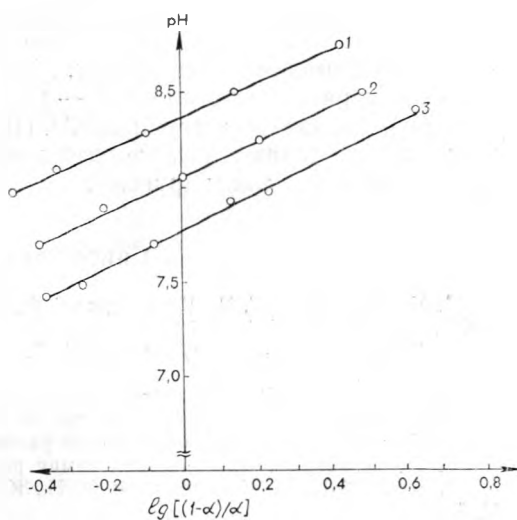


Рис. 3. Результаты потенциометрического титрования ДЭАОПЦ ( $OE=1,5$  мг-экв/г) в водно-метанольных средах с  $N_0$ :

1—0,2; 2—0,4; 3—0,6 (ионная сила раствора 0,5)

изопропанол. В этом же направлении при одинаковых мольных долях спирта в смеси происходит разрушение структуры и ослабление сольватирующей способности водно-спиртового растворителя (см. таблицу 1), что приводит к уменьшению эффекта экранирования электронной плотности атома азота и увеличению основности анионита. Показатели кажущихся констант ионизации ДЭАОПЦ, а также составы сольватных оболочек аминогрупп [7] при переходе от одного смешанного растворителя к другому при равных мольных долях в них спирта изменяются в пределах экспериментальной погрешности на постоянную величину. Следовательно, основность аминогрупп ДЭАОПЦ можно рассматривать как линейную функцию состава смешанной сольватной оболочки, который, в свою очередь, зависит от основности растворителя и эффектов гидрофобного взаимодействия между компонентами бинарной смеси.

С увеличением концентрации хлористого натрия в водно-спиртовом растворе возрастает высаливающее действие соли по отношению к спиртам, что так же, как и увеличение мольной доли спирта, приводит к изменению условий сольватации и росту  $pK$  ДЭАОПЦ.

Таким образом, анализ экспериментальных результатов в связи с важнейшими переменными химическими и физико-химическими свойств растворителя свидетельствует о существенном вкладе эффектов специфической сольватации в кислотно-основные равновесия ДЭАОПЦ в бинарных водно-спиртовых средах. При этом основными факторами, влияющими на равновесие анионит — раствор, являются процессы сольватации функциональных групп ДЭАОПЦ и обменивающихся анионов, которые и определяют последовательность изменения  $pK$  при переходе от одного растворителя к другому.

### Список литературы

1. Устиченко Г. В., Капуцкий Ф. Н., Юркштович Т. Л., Янова Т. В. // ЖФХ. 1986. Т. LX. № 1. С. 167.
2. Капуцкий Ф. Н., Ткачев С. В., Капуцкий В. Е. // ЖПХ. 1975. Т. 48. № 9. С. 2041.
3. Солдатов В. С. Простые ионообменные равновесия. Минск, 1972. С. 224.
4. Измайлов Н. А. Избранные труды. Киев, 1967. С. 459.
5. Измайлов Н. А. Электрохимия растворов. М., 1966. С. 575.
6. Гордон Дж. Органическая химия растворов электролитов. М., 1979. С. 297.
7. Голуб Н. В., Капуцкий Ф. Н., Юркштович Т. Л. // Коллоидн. ж. 1986. № 5. С. 1009.

УДК 541.64:678.7

А. М. НИКИФОРОВ, Л. Ю. БРАЖНИКОВА, Л. П. КРУЛЬ

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ И ДИФфуЗИИ НЕКОТОРЫХ (МЕТ)АКРИЛОВЫХ МОНОМЕРОВ В ПОЛИЭТИЛЕНЕ

Одним из наиболее перспективных современных методов получения полимерных материалов с заданным комплексом свойств является прививочная полимеризация [1]. В качестве полимерной матрицы для прививки часто используют полиэтилен (ПЭ) — самый дешевый и распространенный полимер, ряд свойств которого (прочность, теплостойкость, эластичность и др.) можно целенаправленно улучшить прививкой различных мономеров, в том числе (мет)акриловых [2].

Известно, что в реакцию прививочной полимеризации вступают молекулы мономера, сорбированные полимерной матрицей [1]. Количество привитого полимера и характер распределения его в материале определяется такими сорбционно-диффузионными характеристиками системы матрица — мономер, как коэффициент диффузии мономера ( $D$ ) и величина его равновесной сорбции ( $m_m$ ).

Важное значение в последнее время приобретают методы синтеза привитых сополимеров, в которых процессы сорбции и прививки разделены во времени [3, 4]. В этом случае с целью повышения количества вво-



димого мономера сорбционно-диффузионный процесс проводят обычно при повышенных температурах (333—353 К).

В литературе имеются данные по величинам  $m_m$  и  $D$  для акриловой (АК) и метакриловой (МАК) кислот, измеренным при комнатной температуре [5, 6], однако данные при температуре  $T > 293$  К отсутствуют. Нет также сведений о величинах  $m_m$  и  $D$  для таких важных в практическом отношении мономеров, как диметиламиноэтилметакрилат (ДМАЭМ) и диэтиламиноэтилметакрилат (ДЭАЭМ).

В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение сорбции и диффузии АК, МАК, ДМАЭМ и ДЭАЭМ в ПЭ при повышенных температурах.

В опытах использовали пластины из ПЭ толщиной 1 и 2 мм марки 15803-020. Мономеры (АК, МАК, ДМАЭМ и ДЭАЭМ) очищали перегонкой при пониженном давлении, их физико-химические константы соответствовали данным литературы. Опыты проводили при  $T = 293, 333$  и  $353$  К.

Мономер термостатировали в закрытом сосуде, после чего помещали туда образец ПЭ размером  $1 \times 3$  см<sup>2</sup>. Через определенный промежуток времени образец извлекали, капли мономера с поверхности удаляли фильтровальной бумагой и взвешивали образец в закрытом бюксе.

Из кривых зависимости массовой доли продиффундировавшего в ПЭ мономера от продолжительности диффузии (см. рисунок) определяли величину  $m_m$ . Значение  $D$  рассчитывали по уравнению [7]:

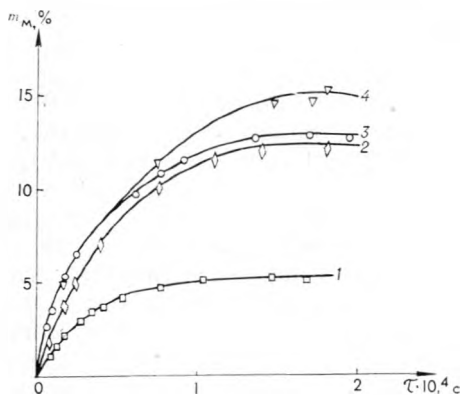
$$D = - \frac{a^2 \partial \ln(m_m - m)}{\pi^2 \partial \tau},$$

где  $a$  — толщина образца. Из этих же кривых определяли время полу-превращения  $\tau_{0,5}$ , которое также использовали для расчета  $D$  по уравнению [8]:  $D = 0,04919 a^2 / \tau_{0,5}$ . Значения  $D$ , рассчитанные по этим уравнениям, оказались близкими. Ошибка в определении  $D$  и  $m_m$  не превышала 10 % с надежностью 0,95.

#### Сорбционно-диффузионные характеристики ПЭ

Мономер	Т, К	$m_m$		$D \cdot 10^{-12}$ , м <sup>2</sup> /с
		%	моль/л ПЭ	
АК	293	4,0	0,51	1,6
АК	333	4,8	0,61	42,0
АК	353	7,0	0,89	85,0
МАК	333	11,6	1,24	32,0
ДМАЭМ	333	12,1	0,71	29,0
ДЭАЭМ	333	14,6	0,73	25,0

Время, за которое величина сорбции достигает равновесного значения  $m_m$ , а также сама величина  $m_m$  зависят от природы мономера и температуры опыта (см. рисунок, таблицу). При 333 К равновесие АК в пластинах толщиной 1 мм достигается за 3 ч, МАК и ДМАЭМ — за 3,5 ч, ДЭАЭМ — за 4—4,5 ч. Величины  $m_m$  при 333 К возрастают в ряду АК <



Зависимость массовой доли продиффундировавшего в ПЭ мономера от продолжительности диффузии при 333 К:

1 — АК; 2 — МАК; 3 — ДМАЭМ; 4 — ДЭАЭМ

ДМАЭМ < ДЭАЭМ < МАК. Значения  $D$  при 333 К убывают в ряду АК > МАК > ДМАЭМ > ДЭАЭМ.

Для АК была определена температурная зависимость  $m_m$  и  $D$  (см. таблицу). С увеличением  $T$  от 293 до 353 К величина  $m_m$  возрастает на 80 %, а  $D$  — более чем в 50 раз. Отметим также, что при изменении толщины ПЭ от 1 до 2 мм время достижения равновесной сорбции при 353 К увеличивается с 1,5 до 3,0 ч, величины же  $m_m$  и  $D$  оказываются не зависящими от толщины образца.

Полученные в настоящей работе результаты представляют интерес при разработке и совершенствовании методов модифицирования ПЭ, включающих прививочную полимеризацию. В частности, в случае радиационно-инициированной прививки АК к пленкам ПЭ с целью повышения равномерности распределения привитой полиакриловой кислоты по сечению пленок можно рекомендовать повышение температуры прививки, так как происходящее при этом увеличение  $m_m$  и  $D$ , согласно [2], должно приводить к возрастанию характеристического параметра  $\alpha$  и связанного с ним значения относительной толщины привитого слоя. Полученные кинетические кривые могут быть использованы для оценки времени, необходимого для полного завершения сорбции мономера гранулами ПЭ, при осуществлении диффузии мономера как первой стадии процесса химически инициированной прививки (мет) акриловых мономеров к ПЭ [4], а также для определения необходимой температуры диффузии.

#### Список литературы

1. Баттерд Г., Трегер Д. У. Свойства привитых и блок-сополимеров. Л., 1970.
2. Круль Л. П. Гетерогенная структура и свойства привитых полимерных материалов. Минск, 1986.
3. Хватова Т. П., Сафроненко Е. Д., Климанова Л. Б., Фирсов Ю. И. Сшивание полиолефинов органосиланами: Обзорная информация. Сер. Полимеризационные пластмассы. М., 1980.
4. Бражникова Л. Ю., Круль Л. П. // Докл. АН БССР. 1987. Т. 31. № 8. С. 625.
5. Поликарпов А. П., Осипенко И. Ф., Круль Л. П. // Высокомолек. соед. 1984. Т. 26. № 5. С. 1013.
6. Гордеев Ю. И., Зайцев В. Н., Китаев К. Н. // Заводская лаборатория. 1978. № 7. С. 834.
7. Журков С. Н., Рыскин Г. Я. // ЖТФ. 1954. Т. 24. № 5. С. 834.
8. Crank J., Park G. S. // Diffusion in polymers. London, 1968. P. 4.

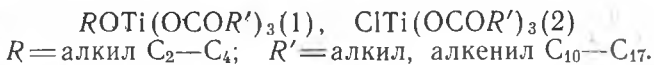
УДК 678.049.4

Н. В. МАСАЛОВ, Т. С. ПРИТЫЦКАЯ, И. В. РЕЗНИКОВ

#### ХЛОРИТАНТРИАЦИЛАТЫ В КАЧЕСТВЕ АППРЕТОВ ДЛЯ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Алкокситантриацилаты (1) являются эффективными аппретами для наполненных полиолефиновых композиций [1]. Закрепление аппрета на наполнителе обеспечивается легкостью замещения алкоксидной группировки при взаимодействии с адсорбированной влагой или функциональными группами на поверхности наполнителя. Синтез алкокситантриацилатов достаточно трудоемок и основан на реакции карбоновых кислот с алкоголями титана [2]. Последние, в свою очередь, получают взаимодействием четыреххлористого титана со спиртом в присутствии акцепторов хлористого водорода [3].

В настоящей работе нами изучена возможность использования в качестве аппретов для наполненных полиэтиленовых композиций хлоритантриацилатов (2), способных к замещению в мягких условиях атома галогена и являющихся более доступными веществами, чем соответствующие алкоголяты титана:

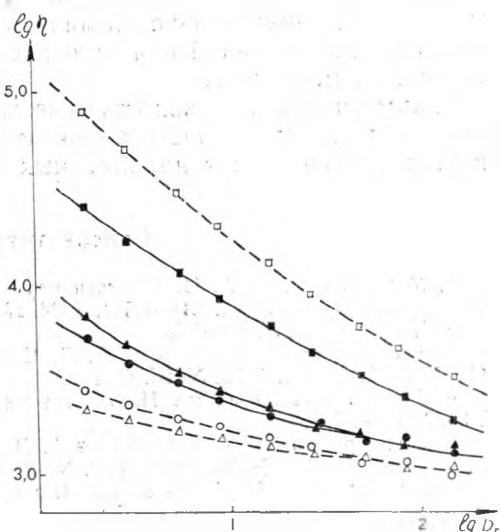


Соединения (2) получены реакцией тетраоксида титана с карбоновыми кислотами в среде кипящего бензола или четыреххлористого углерода с использованием методики, аналогичной [4]. В ИК спектрах соединений (2) наблюдаются характеристические полосы в области  $1100 \text{ см}^{-1}$ , подтверждающие наличие связи  $\text{Me}-\text{O}-\text{C}$  [5], и интенсивные полосы поглощения в области  $1400-1450 \text{ см}^{-1}$  и  $1520-1580 \text{ см}^{-1}$ , соответствующие симметричным и асимметричным колебаниям карбоксилатных фрагментов, связанных с атомом металла [5,6].

Аппретирующая активность синтезированных соединений исследована на примере веществ, содержащих остатки стеариновой и олеиновой кислот, а также соединений, синтезированных реакцией  $\text{TiCl}_4$  с фракцией синтетических жирных кислот  $C_{10}-C_{16}$ . Изучено влияние соединений (2) на вязкость модельных систем: вазелиновое масло (50 масс.%) — гидроокись алюминия или тальк (50 масс.%) и на некоторые физико-механические характеристики полиэтиленовой композиции, наполненной гидроокисью алюминия (ПЭВД 75% —  $\text{Al}(\text{OH})_3$  25%). Аппретирование наполнителей проводили путем добавления к их суспензии в четыреххлористом углероде раствора аппрета в том же растворителе, смесь перемешивали 30 мин и растворитель удаляли в вакууме.

Предварительная обработка гидроокиси алюминия и талька хлоридтритриацилатами в количестве 1 масс.% приводит к резкому снижению динамической вязкости композиции (см. рисунок).

Полиэтиленовые композиции, наполненные гидроокисью алюминия, получали методом горячего смешения на лабораторных микровальцах при температуре  $140^\circ\text{C}$  (время смешения 20 мин). Из вальцованного полотна прессовали пластины толщиной 2 мм и определяли предел теку-



Зависимость логарифма вязкости ( $\eta$ , сантипуаз) от логарифма скорости сдвига ( $D_r, \text{с}^{-1}$ ) для композиций вазелиновое масло (50 масс.%) — гидроокись алюминия (---) или тальк (—) (50 масс.%). Ротационный вискозиметр «Реотест-2». Немодифицированные гидроокись алюминия ( $\square$ ), тальк ( $\blacksquare$ ). Аппретированные изопропокситантрипальмитатом гидроокись алюминия ( $\blacktriangle$ ), тальк ( $\blacktriangle$ ). Аппретированные хлоридтантрипальмитатом гидроокись алюминия ( $\circ$ ), тальк ( $\bullet$ )

Предел текучести и относительное удлинение при разрыве композиций ПЭВД-15803-020 (75 масс.%) — гидроокись алюминия ТУ 6-22-11-50-83 со средним размером частиц  $6 \mu$  (25 масс.%)

Аппрет	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
—	11,3	80
1 $R = iC_3H_7; R' = C_{17}H_{35}$	10,5	500
2 $R' = C_{17}H_{35}$	11,0	490
2 $R' = C_{17}H_{33}$	10,9	280
2 $R' = C_{10}H_{21} - C_{15}H_{33}$	10,7	260

чести и относительное удлинение при разрыве полученных композиций по ГОСТ 11262-80.

Полученные данные свидетельствуют о том, что хлортитантриацилаты позволяют значительно увеличить эластичность наполненных полиэтиленовых композиций при относительно небольшом снижении предела текучести (см. таблицу).

Таким образом, легкодоступные хлортитантриацилаты могут с успехом использоваться вместо алкоксититантриацилатов в качестве аппретирующих агентов для наполненных полиэтиленовых композиций.

### Список литературы

1. Михальский А. И. // Итоги науки и техники. Химия и технология высокомолекулярных соединений. ВИНТИ. 1984. № 19. С. 151.
2. Патент США № 4098758.
3. Ятлух Ю. Г., Суворов А. Л. Способ получения алкилортотитанатов: А. с. 941375. СССР // БИ. 1982. № 25. С. 112.
4. Janga K. L., Banga H. S., Kaushik R. L. // J. Indian Chem. Soc. 1962. V. 39. № 8. P. 531.
5. Семернева Г. А., Суворов А. Л., Самарина Л. А., Алексеева И. Л., Спасский С. С. // ЖПС. 1965. Т. 3. № 6. С. 555.
6. Leger A. F., Haines R. L., Hubleg C. E., Hyde J. C., Sheffer H. // Can. J. Chem. 1957. V. 35. № 8. P. 799.

УДК 771.531.37:778.33

Г. М. КОРЗУН, С. К. РАХМАНОВ, В. И. ГРИГОРЕНКО

### ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА УСИЛЕНИЯ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ МЕТОДОМ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ СЕРЕБРА

Для целей совершенствования фотографического процесса на черно-белых галогенсеребряных материалах большой интерес представляет разработанный в последние годы метод некаталитического усиления серебряного изображения, основанный на повышении кроющей способности (КС) серебра, так называемый метод диспергирования серебра (МДС) [1—5].

МДС достаточно универсален и применим для обработки галогенсеребряных материалов самого различного назначения. Однако наиболее эффективен он в случае рентгенотехнических и рентгеновских медицинских пленок. Последнее определяется тем, что в силу больших размеров эмульсионных микрокристаллов в этих материалах, достигающих 0,8 мкм и более, серебро, формирующее в них химически проявленное изображение, обладает низкой КС, которая не превышает 0,2—0,3 м<sup>2</sup>·г<sup>-1</sup> и существенно уступает известному теоретическому пределу (около 5,0 м<sup>2</sup>·г<sup>-1</sup>) [6]). В соответствии с нашими данными, применение МДС обеспечивает повышение КС серебра радиографического изображения до 2,6—2,8 м<sup>2</sup>·г<sup>-1</sup>. Практически это позволяет увеличить оптическую плотность изображения до 8—10 раз и создает возможность радикального уменьшения содержания серебра в радиографических материалах без ухудшения их сенситометрических и эксплуатационных свойств или сокращения в несколько раз длительности просвечивания при получении штатных радиографических снимков на полносеребряных пленках.

Процесс усиления серебряного изображения по МДС включает две функциональные операции: 1) отбеливание (галогенирование) первичного изображения и 2) восстановление отбеленного изображения. Высокая эффективность МДС при усилении изображения на радиографических материалах вызывает интерес к природе происходящих здесь изменений структуры формирующей изображение твердой фазы. Важная информация о таких изменениях может быть получена благодаря методу просвечивающей электронной микроскопии. Цель данной работы состоя-

ла в изучении с помощью этого метода морфологических изменений, которые претерпевают эмульсионные микрокристаллы в радиографических материалах при обычной химико-фотографической и последующей усиливающей обработке по МДС.

### Материал и методика

Объектом исследования служила радиографическая пленка технического назначения Д7 производства фирмы «Агфа-Геверт» (Бельгия), которая широко применяется при контроле изделий энергомашиностроения.

Ступенчатое экспонирование и обычную химико-фотографическую обработку пленки проводили по методике, описанной в [3].

Усиление полученных сенситограмм включало отбеливание серебряного изображения в растворе, содержащем феррицианид калия и галогенид щелочного металла, и восстановление отбеленного изображения в щелочных растворах соли олова (II), содержащих или не содержащих добавку лигандов ионов  $\text{Ag}^+$ .

Для электронно-микроскопического препарирования образцов использовалась методика ферментативного разрушения желатины эмульсионного слоя. Для этого образцы пленок размером  $0,5 \text{ см}^2$  в пробирках, содержащих 3—6 мл 0,5 %-ного водного раствора амилосубтилина, помещали в термостат при  $40^\circ\text{C}$  на 1,5—2 ч. Полученную после центрифугирования и двукратной промывки дистиллированной водой суспензию наносили на медную сеточку. Структуру эмульсионных микрокристаллов и отбеленного изображения исследовали с помощью методики углеродных реплик. Структура химически проявленного и усиленного изображения изучалась при непосредственном просмотре вкрапленных в углеродную пленку частиц серебра. (В работе пользовались электронным микроскопом ЭМВ-100 ЛМ.)

### Результаты эксперимента и их обсуждение

Типичная электронно-микроскопическая картина структуры твердой фазы, формирующей радиографическое изображение на различных стадиях химико-фотографической обработки рассматриваемых пленок, и микрофотографии содержащихся в них эмульсионных микрокристаллов показаны на рис. 1, 2.

В состав эмульсионного слоя радиографической пленки Д7 входят кубические микрокристаллы бромида серебра со средним размером около 0,9 мкм (рис. 1, а). После экспонирования пленки на рентгеносенситометре и ее проявления в растворе химического проявителя «Рентген-2» [3] из указанных микрокристаллов формируются компактные серебряные частицы со структурой коротких «нитей» средней толщины несколько более 1 мкм (рис. 1, б). Отбеливание радиографического изображения приводит к формированию из этих серебряных частиц галогенида серебра (хлорида серебра, см. рис. 1, в), структура которых мало зависит от природы галогенирующего агента. Общая форма частиц галогенида серебра хорошо соответствует форме частиц серебра, формирующих химически проявленное изображение. Однако размер частиц галогенида серебра несколько больше, что может быть связано с более высокой плотностью металлического серебра по сравнению с его галогенидами и с тем, что рассматриваемые частицы галогенида серебра не имеют компактной структуры. По существу, они представляют собой агломераты большого числа соприкасающихся мелкодисперсных частиц.

Электронно-микроскопическая картина усиленного изображения определяется составом восстанавливающего раствора, используемого в рамках операции усиления по МДС (см. рис. 2). В тех случаях, когда раствор не содержит добавки лиганда ионов  $\text{Ag}^+$ , структура усиленного изображения мало отличается от структуры первичного, химически проявленного изображения (см. рис. 1, б и 2, а). Можно лишь отметить, что

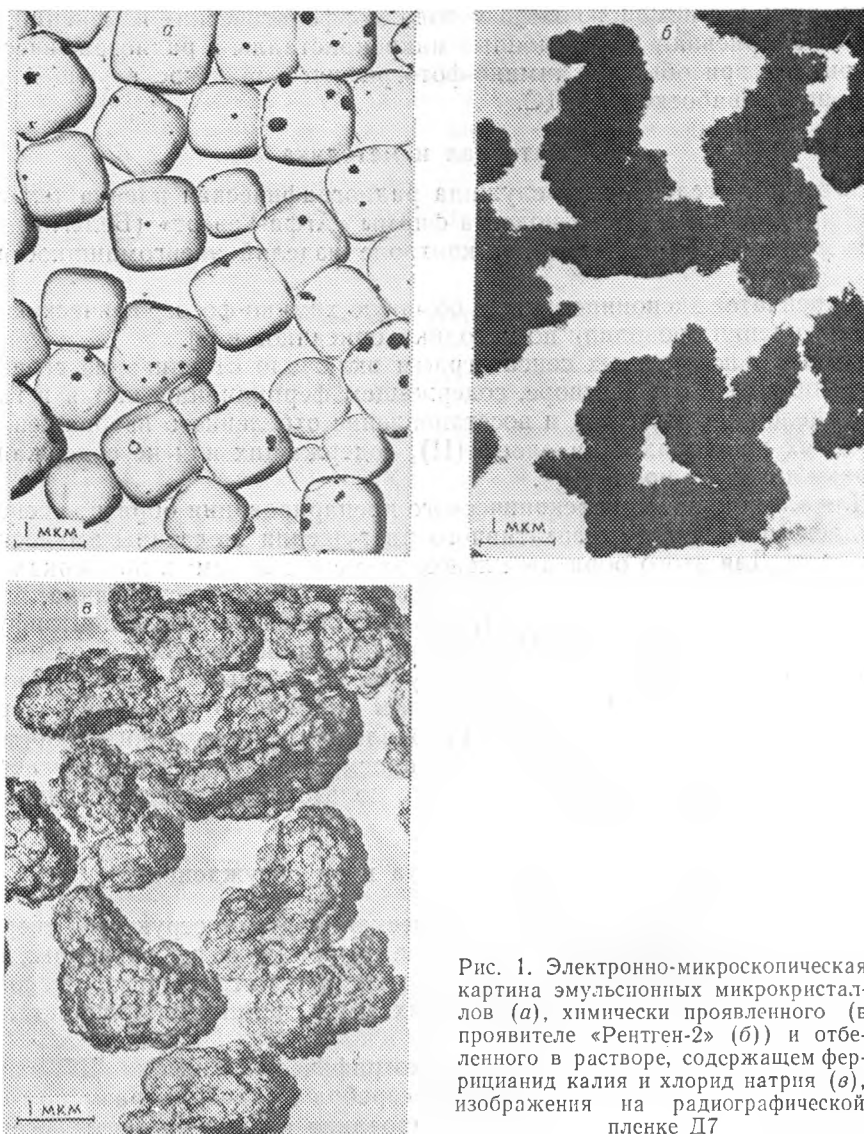


Рис. 1. Электронно-микроскопическая картина эмульсионных микрокристаллов (а), химически проявленного (в проявителе «Рентген-2» (б)) и отбеленного в растворе, содержащем феррицианид калия и хлорид натрия (в), изображения на радиографической пленке Д7

в результате усиления происходит частичное разрушение «нитсевидной» структуры изображения и образование серебряных частиц несколько более правильной формы. В этих условиях усиливающая обработка по МДС приводит не более чем к двукратному увеличению оптической плотности изображения, а само изображение после усиления полностью сохраняет нейтральный тон. Если же лиганды ионов  $\text{Ag}^+$  входят в состав восстанавливающего раствора, то усиленное серебряное изображение имеет существенно более мелкодисперсную структуру (см. рис. 2, б). При этом средний размер формирующих изображения серебряных частиц может уменьшаться на два порядка величины и составлять лишь 0,008—0,01 мкм. Предельная степень увеличения оптической плотности изображения достигает здесь 8—10 раз, а усиленное изображение приобретает цветовой тон, отличный от нейтрального. По мере увеличения степени усиления изображения, определяемой составом обрабатываемых растворов, он меняется от темно-коричневого до кирпично-красного. Важно отметить, что в тех случаях, когда степень усиления изображения не является предельной, усиленное по МДС радиографическое изображение состоит из двух фракций серебряных частиц: мелкодис-

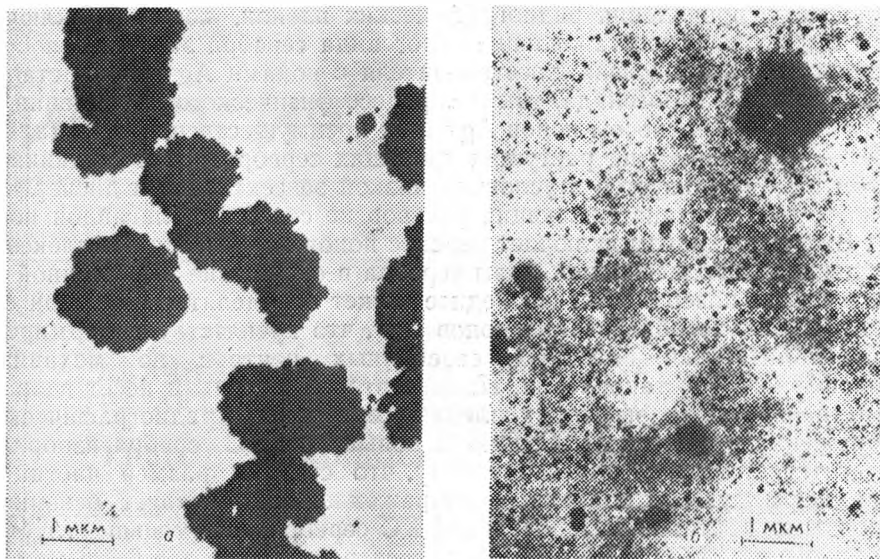


Рис. 2. Электронно-микроскопическая картина серебра, составляющего усиленное по МДС радиографическое изображение на пленке Д7 при использовании восстанавливающего раствора на основе Sn (II) без добавки лигандов ионов  $Ag^+$  (а) и с указанной добавкой (б)

персных частиц с указанным выше размером и крупнодисперсных со средним размером около 0,4—0,5 мкм.

Полученные результаты в соответствии с имеющимися в литературе данными [7] свидетельствуют о том, что в отличие от фототехнических пленок [1] нитевидная структура химически проявленного изображения на радиографических пленках технического назначения выражена слабо и это изображение является достаточно компактным. Такая картина может быть связана с тем, что в силу высокого содержания в проявителе «Рентген-2» сульфита натрия, оказывающего растворяющее действие на галогениды серебра, в процессе проявления в нем радиографических пленок высока доля так называемого «физического проявления через раствор» [8. С. 379]. С другой стороны, квант ионизирующего излучения формирует в эмульсионном микрокристалле множество центров проявления [8. С. 638], что исключает возможность преимущественного проявления отдельных микрокристаллов с участием лишь одного или небольшого числа таких центров.

В варианте обработки серебряного радиографического изображения по МДС с использованием восстанавливающего раствора, содержащего добавку лигандов ионов  $Ag^+$ , предельная степень дисперсности составляющих усиленное изображение частиц серебра не отличается от таковой для усиленного изображения на фототехнических пленках [1]. В полном соответствии с этим КС серебра изображения в условиях его наиболее эффективного усиления по МДС достигает практически одинаковых значений: около  $2,6—2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{г}^{-1}$  как для радиографических, так и для фототехнических пленок с уменьшенным содержанием серебра. Таким образом, можно считать, что предельные возможности усиления серебряного изображения на галогенсеребряных черно-белых материалах по МДС не только качественно, но и количественно определяются средним размером эмульсионных микрокристаллов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что так же, как и в случае фототехнических пленок [1], процесс восстановления отбеленного радиографического изображения может протекать по двум механизмам, приводящим к формированию крупнодисперсных (0,4—0,5 мкм) и мелкодисперсных (0,008—0,01 мкм) частиц серебра соответственно. С учетом наблюдаемой электронно-микроскопической картины (см. рис. 1, б и 2, а) можно полагать, что первый механизм не отличается от механизма

химического проявления радиографических пленок, который включает как твердофазное восстановление галогенида серебра за счет непосредственного взаимодействия восстановителя с ионами  $\text{Ag}^+$  из кристаллической решетки галогенида, так и «процесс физического проявления через раствор» с переносом ионов  $\text{Ag}^+$  и их преимущественным (каталитическим) осаждением на растущих частицах серебра. Этот механизм в чистом виде реализуется в условиях низкой эффективности диспергирования, когда восстанавливающий раствор не содержит лигандов ионов  $\text{Ag}^+$ . Второй механизм включает перенос ионов  $\text{Ag}^+$  в виде комплексов и выделение мелкодисперсной фазы серебра в отсутствие выраженной каталитической поверхности. Последнее может определяться высокой скоростью комплексообразования ионов  $\text{Ag}^+$ , что препятствует формированию каталитически активных серебряных центров по механизму твердофазного восстановления. Именно второй механизм несет главную ответственность за эффект усиления серебряного радиографического изображения в рамках МДС. Резкое повышение КС серебра изображения достигается здесь благодаря тому, что средний размер частиц серебра, формирующих усиленное изображение, соответствует основному требованию достижения предельной КС серебра: он меньше глубины проникновения света в слой серебра, составляющей около 0,026 мкм [6].

### Список литературы

1. Браницкий Г. А., Капариха А. В., Лапшина В. В. и др. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1985. № 6. С. 37.
2. Браницкий Г. А., Капариха А. В., Рогач Л. П. и др. // Перспективы развития фотографических средств регистрации информации для астрономических наблюдений: Тез. докл. науч. сессии. Душанбе, 1983. С. 36.
3. Браницкий Г. А., Корзун Г. М., Рахманов С. К. и др. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1986. № 1. С. 102.
4. Беленков В. В., Маркварде М. М., Кушнеров А. А. и др. // Здоровоохранение Белоруссии. 1987. № 3. С. 27.
5. Биктимиров Р. С., Капустин В. И., Корзун Г. М. и др. // Дефектоскопия, 1987. № 8. С. 11.
6. Solomon L. R. // J. Phot. Sci. 1970. V. 18. P. 179.
7. Hara H. // J. Soc. Phot. Sci. Technol. Jap. 1979. V. 42. P. 263.
8. Джеймс Т. Теория фотографического процесса. Л., 1980. С. 379, 638.





УДК 577.391+616.006

*Н. М. ОРЕЛ, А. Т. ПИКУЛЕВ, Н. М. ГРЕЦКАЯ*

## **ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ СВЧ ГИПЕРТЕРМИИ НА АКТИВНОСТЬ ЛАКТАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КРЫС-ОПУХОЛЕНОСИТЕЛЕЙ САРКОМЫ 45**

В последние годы возрос интерес онкологов к использованию гипертермии и особенно управляемой СВЧ гипертермии при лечении злокачественных новообразований. Результаты исследований свидетельствуют о том, что прогревание опухолевой ткани в диапазоне температур 42—44 °С повышает проницаемость мембран, нарушает синтез ДНК и белка, вызывает некроз клеток опухоли [1—3]. Отмечено, что локальная гипертермия приводит к ацидозу в опухоли за счет снижения потребления  $O_2$  и увеличения анаэробного метаболизма, при котором главным образом аккумулируется лактат и другие продукты [4, 5]. Это не может не отразиться на физико-химических параметрах крови. Так, установлено, что через 24 ч после прогревания в ней возрастает уровень глюкозы, изменяется содержание ряда ферментов [6]. С целью расширения наших представлений о состоянии организма при термотерапии в этой работе представлены результаты исследований общей активности лактатдегидрогеназы (КФ, 1.1.1.27, ЛДГ) и ее изоферментов, имеющих важное диагностическое значение, в сыворотке крови крыс-опухоленосителей после локальной СВЧ гипертермии саркомы 45.

### **Материал и методика**

Опыты проведены на нелинейных белых крысах-самцах массой 150—180 г. Опухолевый штамм саркомы 45 прививали подкожно в паховую область по методу В. А. Чернова [7]. Животных использовали в опыте на 12—13-е сут развития опухоли.

Локальную СВЧ гипертермию проводили на установке «Парус» с частотой электромагнитного излучения 2450 МГц ( $\lambda$  12,6 см). Антенны-излучатели диаметром 5 см устанавливали над опухолью. Температуру измеряли с помощью медь-константановых термопар, которые вводили перпендикулярно к вектору  $E$  поля. Температурно-экспозиционный режим составлял 42 °С (нижний полюс опухоли) в течение 30 мин, погрешность измерения  $\pm 0,1$  °С.

Гипертермию осуществляли на фоне нейролептоанальгезии, вызванной внутримышечным введением смеси дроперидола и фентанила (2 : 1) по 0,3 мл/100 г массы животного.

Исследования проводили через 6, 18, 24, 48 и 120 ч после сеанса. В каждой серии использовали 6—7 крыс. Контролем служили «интактные» опухоленосители.

Общую активность ЛДГ определяли спектрофотометрически по методу [8]. Активность изоферментов рассчитывали, исходя из общей, после проведения диск-электрофореза в полиакриламидном геле и денситометрии. Расчет соотношения Н:М форм проводили математическим методом [9]. Белок определяли по [10]. Данные обработаны методом биологической статистики, описанным П. Ф. Рокицким [11].

## Результаты и их обсуждение

Развитие саркомы 45 повышает общую активность ЛДГ и приводит к достоверному снижению ЛДГ-1 и увеличению ЛДГ-2 и ЛДГ-4 изоферментов. Такие изменения являются характерными и согласуются с данными [12], которые указывают на увеличение общей активности ЛДГ в сыворотке крови больных раком. Они, в какой-то мере, могут быть обусловлены увеличением доли заключительной реакции гликолиза в реализации потребления опухолью глюкозы [13].

Как вытекает из результатов исследований, через 6 ч после воздействия СВЧ гипертермии общая активность ЛДГ в сыворотке крови имеет незначительную тенденцию к повышению. В более поздние сроки происходит понижение скорости дегидрирования лактата ферментом. Наиболее значимые сдвиги отмечены через 18, 48 и 120 ч. Изменения в изоферментном спектре характеризуются увеличением активности ЛДГ-3 в первый исследованный срок. Через 18 ч отмечается повышение ЛДГ-1 при снижении ЛДГ-2 и ЛДГ-4 изоферментов. Через 24 ч после сеанса прогревания увеличивается скорость реакции, катализируемой ЛДГ-1 и ЛДГ-5 изоферментами, и уменьшается — промежуточными, особенно ЛДГ-3 и ЛДГ-4. К исходу 2-х и 5-х сут направленность изменений в изоферментном спектре в сторону активации ЛДГ-1 и ЛДГ-5 и угнетения промежуточных изоферментов сохраняется. Количественно сдвиги более выражены через 48 ч после воздействия.

Расчет соотношения Н:М форм изоферментов свидетельствует о том, что через 18 ч после прогревания в сыворотке крови возрастает доля Н форм изоферментов и снижается доля М форм. В более поздние сроки из-за противоположной направленности сдвигов активности анодного, катодного и промежуточных изоферментов соотношение Н : М форм близко к уровню его у контрольных животных.

Из данных литературы [14] известно, что повреждение внутриклеточных и цитоплазматических мембран, отек, а затем деструкция раковых клеток после локальной гипертермии наступает к концу 1-х сут, и содержащее клетку частично поступает в кровоток. В течение последующих 2—3-х сут деструктивные изменения нарастают. Увеличение активности анаэробного изофермента в сыворотке крови в эти сроки может быть связано с поступлением его из саркомы 45, в которой на 12—13-е сут ее развития он определяет общую активность фермента [15]. Однако существенное повышение активности ЛДГ-1 и снижение ее у промежуточных изоферментов не может быть объяснено только с позиции «высвобождения», так как, возможно, является ответной реакцией организма на патохимические вещества, образующиеся в саркоме 45 после применения воздействия [14]. Тем не менее сопоставление результатов наших исследований и данных литературы дает основание сделать заключение о том, что специфические изменения общей активности ЛДГ и ее изоферментного спектра, наступающие в сыворотке крови через 24—120 ч после локальной СВЧ гипертермии, позволяют косвенно оценивать состояние регрессивных процессов в опухоли.

## Список литературы

1. Dreznik A., Falk R., Howard E., Makovka L., Venturi D. // *Canad. J. Surg.* 1982. V. 26. P. 603.
2. Storm F., Elliot R., Harrison W., Morton D. // *IEEE. Trans Microwave Theor. Techn.* 1982. V. 30. № 8. P. 1149.
3. Волков Е. П., Полежаев А. А. // *Успехи соврем. биологии.* 1983. Т. 96. В. 3. (6). С. 353.
4. Лопатин В. Ф., Деденков А. Н. // *Мед. радиология.* 1979. № 9. С. 9.
5. Александров Н. Н., Савченко Н. Е., Фрадкин С. З., Жаврид Э. А. *Применение гипертермии и гипергликемии при лечении злокачественных опухолей.* М., 1980.
6. Vaupel P., Müller-Kleiser W., Otte J., Mans R., Kallinowski F. // *Strahlentherapie.* 1983. V. 159. H. 2. S. 73.
7. Чернов В. А. *Методы экспериментальной терапии.* М., 1971.

8. Schwert G., Wineg A. // Acad. Press. 1963. P. 127.
9. Даниелян К. С., Акопян Ж. И. // Биолог. ж. Армении. 1979. Т. 32. № 4. С. 330.
10. Lowri O. H., Rosebrough N. J., Farr A. L., Randall R. I. // J. Biol. Chem. 1951. V. 193. № 1. P. 265.
11. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск, 1964.
12. Горожанская Э. Г., Шапот В. С. // Вопр. онкологии. 1980. Т. 24. № 1. С. 55.
13. Протасова Т. Н. Гормональная регуляция активности ферментов. М., 1975.
14. Александров Н. Н., Фурманчук А. В. // Вопр. онкологии. 1982. Т. 28. № 4. С. 89.
15. Кукулянская М. Ф., Мохорева С. И., Орел Н. М. и др. Применение гипертермии и гипергликемии в лечении злокачественных новообразований: Материалы совещ. Координац. совета всесоюз. межведомств. программы «Модификатор». Минск, 1983. С. 106.

УДК 612.111.7:535.37

А. Б. САМАЛЬ, С. Н. ЧЕРЕНКЕВИЧ, Н. Ф. ХМАРА

## СВЯЗЫВАНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ЗОНДА 1-АНИЛИНОНАФТАЛИН-8-СУЛЬФОНАТА ТРОМБОЦИТАМИ

Для оценки изменений в мембранных системах клеток при действии на них физических и химических факторов широко используется флуоресцентный зонд АНС [1]. С применением АНС исследуется влияние агрегирующих агентов на структурные и функциональные свойства тромбоцитов [2, 3]. Данные о механизмах взаимодействия тромбоцитов с АНС в литературе отсутствуют. С целью правильной интерпретации результатов, получаемых с применением флуоресцентного зонда АНС, в работе проведено изучение взаимодействия этого зонда с тромбоцитами в условиях варьирования рН среды и концентрации ионов кальция.

### Материал и методика

Отмытые тромбоциты получали из крови доноров методом дифференциального центрифугирования [4] и суспендировали в буфере, содержащем ЭДТА. В качестве буферов использовали универсальную буферную смесь или трис-НСl. При исследовании люминесценции 0,05 мл суспензии тромбоцитов добавляли к 2 мл забуференного 0,155 М NaCl. Концентрация тромбоцитов в исследуемых суспензиях составляла  $1-5 \cdot 10^6$  клеток в мл раствора, концентрация АНС (Serva, ФРГ)  $10^{-4}-10^{-5}$  М. Спектры флуоресценции исследовали с помощью установки, описанной в работе [5].

Параметры связывания зонда АНС тромбоцитами определяли путем флуориметрического титрования [6]. Флуоресценцию АНС возбуждали светом с длиной волны 360 нм, регистрировали при 480 нм.

Определение проницаемости мембран тромбоцитов к АНС проводили, как описано в работе [1]. Согласно методике, к суспензии тромбоцитов добавляли АНС и регистрировали кинетику изменения интенсивности флуоресценции этого зонда. После установления равновесия тромбоциты осаждали центрифугированием в течение 2—3 мин при 400 g, осадок доводили до прежнего объема 0,155 М NaCl и вновь регистрировали кинетику изменения флуоресценции АНС.

### Результаты и их обсуждение

Исследование спектров люминесценции АНС показало, что при взаимодействии с тромбоцитами интенсивность флуоресценции зонда резко увеличивалась, а максимум в спектре его флуоресценции смещался от 520 до 480 нм, т. е. АНС при связывании с тромбоцитами попадал в неполярное окружение. Кинетика изменения интенсивности флуоресценции АНС после его добавления к тромбоцитам зависела от рН среды. Как видно на рис. 1, в средах со значениями рН, меньшими 7,0, сразу же после добавления АНС к клеткам происходит быстрое увеличение интенсивности флуоресценции до некоторой постоянной величины (кривая 2). При добавлении АНС к тромбоцитам, суспендированным в сре-

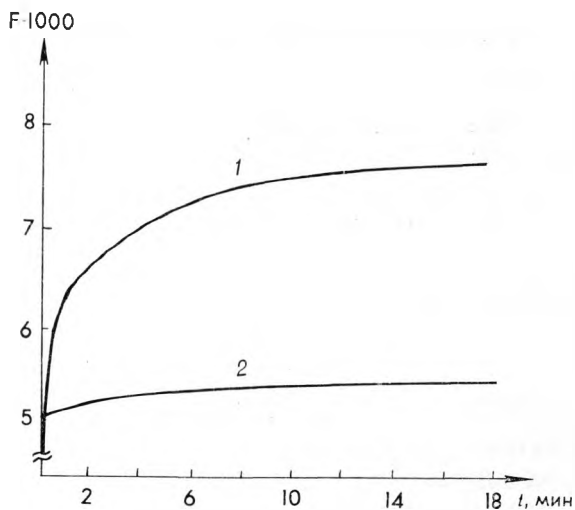


Рис. 1. Изменение интенсивности флуоресценции АНС после добавления к суспензии тромбоцитов со временем:

1 — буфер с  $\text{CaCl}_2$ , рН 7,5; 2 —  $\text{NaCl}$ , рН 6,5.  $F$  — интенсивность флуоресценции АНС в отн. ед.

дах со значениями рН, большими 7,0, наблюдался двухстадийный рост интенсивности флуоресценции зонда (кривая 1). Предварительные исследования показали, что собственная флуоресценция АНС практически не зависит от рН среды в области рН 5,0—9,0, что хорошо согласуется с данными работы [7]. В этой связи было предположено, что двухстадийный рост интенсивности флуоресценции АНС в щелочной среде связан с сорбцией молекул красителя на плазматической мембране и с дальнейшим проникновением флуоресцентного зонда внутрь клеток.

Проницаемость мембран тромбоцитов к зонду АНС определяли в области рН 7,0—8,0. Максимальное значение амплитуды медленной стадии и минимальное время, необходимое для ее достижения, наблюдались при значениях рН 7,6—8,0. На рис. 2 представлены кинетические кривые, характеризующие нарастание интенсивности флуоресценции при добавлении АНС к тромбоцитам, суспендированным в среде с рН 7,6 (кривая 1) и спад флуоресценции после удаления АНС (кривая 2)

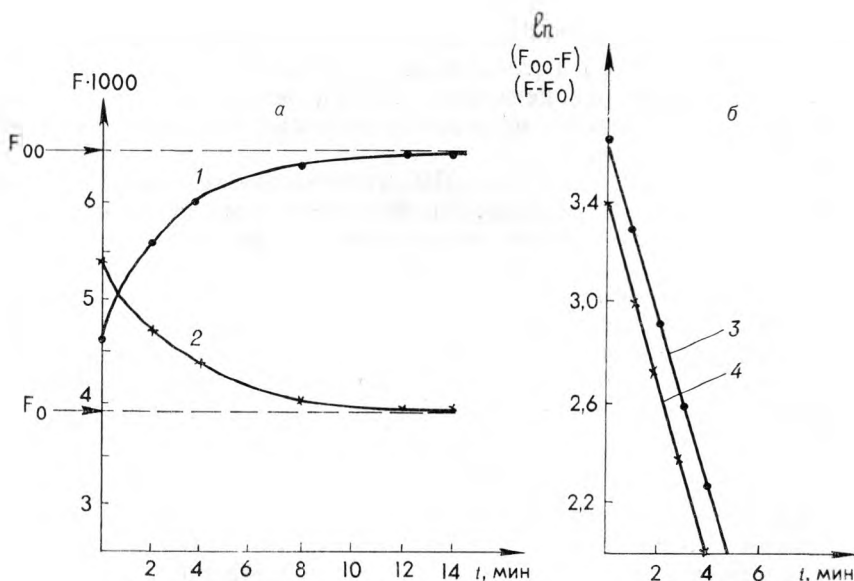


Рис. 2. Кинетика изменений интенсивности флуоресценции АНС (а):

1 — после добавления АНС к суспензии тромбоцитов; 2 — после перемещения тромбоцитов из этого раствора в буферный раствор, не содержащий АНС.

Полулогарифмические анаморфозы кинетических кривых, характеризующие нарастание интенсивности флуоресценции при добавлении АНС (3) и снижение интенсивности флуоресценции при удалении из раствора АНС (4)

(б)

и их полулогарифмические анаморфозы (прямые 3 и 4 соответственно). Анализ кривой 1 показал, что после введения АНС в исследуемую систему интенсивность флуоресценции зонда увеличивалась на 60—70 % в течение нескольких секунд, а дальнейший рост происходил в течение 10—15 мин по экспоненциальной зависимости. После центрифугирования и ресуспендирования клеток в растворе, не содержащем АНС, интенсивность флуоресценции экспоненциально уменьшалась со временем. Наклон прямых, характеризующих кинетику медленной стадии изменения интенсивности флуоресценции АНС при добавлении (прямая 3) и удалении (прямая 4), одинаков. Полученные данные свидетельствуют о проницаемости плазматической мембраны тромбоцитов для отрицательно заряженного зонда АНС. Таким образом, совокупность данных, полученных при варьировании рН среды, показывает, что мембраны тромбоцитов проницаемы к зонду АНС в области рН 7,2—8,0. Важную роль в регулировании проницаемости тромбоцитарных мембран к АНС играет рН среды.

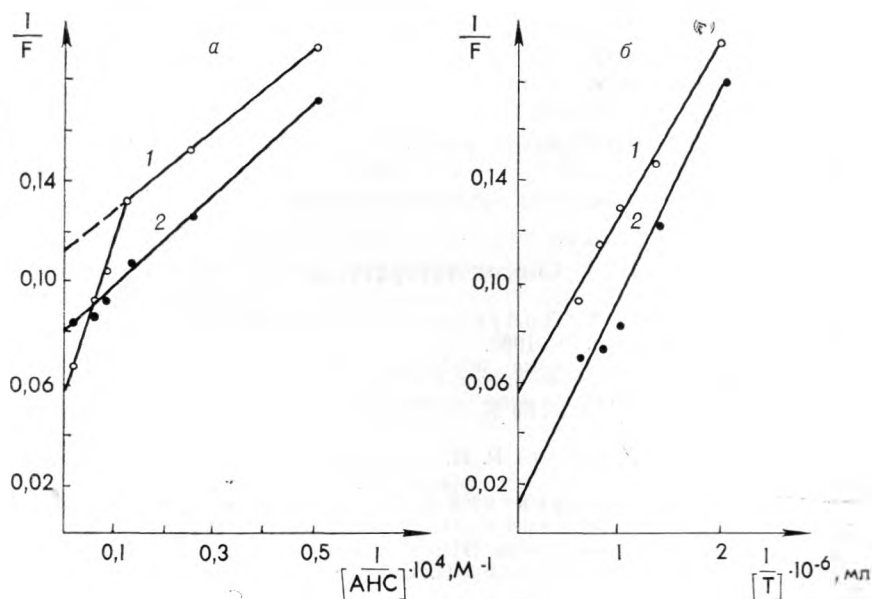


Рис. 3. Кривые флуориметрического титрования:

а — тромбоцитов ( $5 \cdot 10^9$  кл/мл), суспендированных в безкальциевых средах зондом АНС; б — зонда АНС ( $10^{-4}$  М) тромбоцитами. 1 — рН 8,0; 2 — рН 6,5

**Константы связывания АНС тромбоцитами  
при различных значениях рН среды**

рН	$K_C \cdot 10^{-4} \text{ M}^{-1}$	
	АНС+тромбоциты	АНС+тромбоциты+CaCl <sub>2</sub> ( $10^{-3}$ м)
6,0	$K_C = 2,5$	$K_C = 3,3$
7,0	$K_C = 2,2$	$K_C = 3,3$
8,0	$K_{C1} = 1,4$ $K_{C2} = 12,0$	$K_{C1} = 1,7$ $K_{C2} = 5,6$

Параметры связывания зонда АНС тромбоцитами при флуориметрическом титровании, выраженные в двойных обратных координатах, показаны на рис. 3. В таблице приведены константы связывания АНС тромбоцитами при трех значениях рН среды. При значениях рН 6,0 и 7,0 тромбоциты имели один тип мест связывания АНС с константами связывания  $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}^{-1}$  и  $2,2 \cdot 10^{-4} \text{ M}^{-1}$  соответственно. При указанных зна-

чениях рН среды АНС не проникает внутрь тромбоцитов, следовательно, центры связывания этого типа находятся на плазматической мембране. В области щелочных значений рН среды тромбоциты имели два типа мест связывания флуоресцентного зонда АНС. Так, например, при значениях рН 7,6—8,0 константы связывания:  $K_{c1} = 1,4—1,6 \cdot 10^{-4} M^{-1}$  и  $K_{c2} = 12—15 \cdot 10^{-4} M^{-1}$ . В этой области значений рН мембраны тромбоцитов проницаемы к АНС, следовательно, одна из этих констант характеризует центры связывания АНС, принадлежащие плазматической мембране, другая — центры связывания внутри клеток.

При добавлении  $CaCl_2$  к суспензии тромбоцитов, проинкубированных с АНС, интенсивность флуоресценции этого зонда увеличивалась в области значений рН 6,0—7,0 и уменьшалась при рН, большей 7,2. Из таблицы видно, что в присутствии в среде двухвалентных катионов значение констант связывания АНС тромбоцитами  $K_c$  при рН 6,0 и 7,0 и  $K_{c1}$  при рН 8,0 возрастало, а  $K_{c2}$  при рН 8,0—уменьшалось. Однонаправленное изменение  $K_c$  и  $K_{c1}$  при добавлении  $CaCl_2$  позволило заключить, что  $K_{c1}$  характеризует тот же тип мест связывания АНС на плазматической мембране, что и  $K_c$ . Очевидно, места связывания, находящиеся внутри клеток, характеризуются  $K_{c2}$ .

Приведенные в работе данные свидетельствуют о том, что при рН 6,0—7,0 зонд АНС располагается на плазматической мембране тромбоцитов, имеющей один тип мест связывания для молекул красителя. При защелачивании среды (рН 7,2—8,0) АНС связывается с поверхностной мембраной тромбоцитов, а также проникает внутрь клеток.

### Список литературы

1. Владимиров Ю. А., Добрецов Г. Е. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран. М., 1980.
2. Самаль А. Б. Актуальные проблемы общественных и естественных наук. Минск, 1981. С. 95.
3. Horne W. G., Guilmette K. M., Simons E. R. // Fed. Proc. 1975. V. 34. № 3. P. 242.
4. Черняк Н. Б., Лаптева Р. И. // Вопросы мед. химии. 1965. Т. 11. № 1. С. 60.
5. Перцев А. Н., Писаревский А. Н., Резников И. В., Сошин Л. Д., Шущкевич С. С., Черенкевич С. Н. // ЖПС. 1964. Т. 1. № 4. С. 303.
6. Добрецов Г. Е. Биофизика (Итоги науки и техники). М., 1975. Т. 4. С. 86.
7. Авакян А. Б., Венедиктов П. С., Добрецов Г. Е., Рубин А. Б. // Биофизика. 1982. Т. 27. № 3. С. 415.

УДК 581.174

Л. В. КАХНОВИЧ, Л. В. ПЕТЬКО

### ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩАЯ ПОВЕРХНОСТЬ И ПИГМЕНТНЫЙ ФОНД РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ

При исследовании физиолого-биохимических показателей, связанных с формированием продуктивности растений, важным является выявление параметров, имеющих существенное значение для оценки продуктивности. Особого внимания заслуживают показатели физиологических процессов, определяющих ход накопления биомассы и формирование урожая растений. Взаимосвязи активности физиологических процессов и продуктивности растений уделяется должное внимание [1—5]. Тем не менее и в настоящее время весьма актуальными являются исследования, направленные на выяснение особенностей фотосинтетического аппарата у растений различной продуктивности, что необходимо для создания и конструирования сортов интенсивного типа. О степени развития ассимиляционного аппарата судят по разным показателям, в том числе и по содержанию пигментов в растениях [6]. Однако до сих пор не выяснена взаимосвязь между отдельными показателями активности фотосинтетического аппарата и продуктивностью различных сельскохозяйственных культур, в том

числе и для ячменя, хотя ведутся исследования на разных уровнях и с использованием различных методических подходов [5, 7].

В связи с этим представляет интерес сопоставление комплекса показателей, характеризующих степень развития фотосинтезирующей поверхности на уровне целого растения, с продуктивностью.

### Материал и методика

Объектами исследования служили растения ячменя (сорта Московский 121, Мама, Фаворит) в различные фазы онтогенеза с учетом их продуктивности. Исследовалась степень развития фотосинтезирующей поверхности и формирование пигментного аппарата, оцениваемого по накоплению пигментов различными фотосинтезирующими органами растений и растением в целом [5, 6]. Данные приводятся для растений в фазу колошения, что позволило оценить вклад ассимиляционной поверхности и фонда фотосинтетических пигментов различных органов, в том числе и колоса, в формирование биологического и хозяйственного урожая сортов.

Различия в урожае между сортами составляли 4,0—7,0 ц/га (10—24%): Фаворит — 35,3; Мама — 31,5; Московский 121—28,3 ц/га. Масса 1000 зерен у сорта Фаворит 41,3; Мама — 40,3, Московский 121—38,1 г. Масса зерна с колоса (г): Фаворит — 0,70, Мама — 0,67, Московский 121—0,58.

Приводимые различия статистически доказуемы.

### Результаты и их обсуждение

Как показывают данные (табл. 1), сорта ячменя неодинаковой продуктивности в процессе роста и развития формировали различную ассимиляционную поверхность. Наблюдаются отличия по площади флагового

Таблица 1

Характеристика степени развития ассимиляционной поверхности различных сортов ячменя (фаза колошения)

Показатели	Сорт		
	Московский 121	Мама	Фаворит
Площадь листьев, см <sup>2</sup> :			
7-го листа	15,10 ± 0,10	17,20 ± 0,11	19,30 ± 0,09
на растении	407,2 ± 10,2	437,1 ± 11,2	452,1 ± 9,6
на 1 м <sup>2</sup> посева, м <sup>2</sup>	3,08 ± 0,21	3,41 ± 0,19	3,67 ± 0,18
Поверхность нелистовых фотосинтезирующих органов, см <sup>2</sup> /растение	2010,11 ± 9,20	2210,12 ± 8,70	2230,17 ± 9,10
Поверхность фотосинтезирующих органов от общей ассимилирующей поверхности растения, %:			
лист	19,25 ± 0,09	20,95 ± 0,05	21,11 ± 0,04
влагалище	18,37 ± 0,11	22,97 ± 0,07	22,40 ± 0,08
стебель	58,45 ± 1,10	51,80 ± 1,08	52,30 ± 1,02
колос	3,93 ± 0,40	4,28 ± 0,10	4,19 ± 0,12
Отношение площади листьев к высоте растений	1,39	1,60	1,82
Отношение площади последующего листа к предыдущему	2,1—1,1	2,0—1,2	2,2—1,0
Отношение минимальных приростов к максимальным	0,303	0,320	0,383
Удельная поверхностная плотность листа, мг	8,68 ± 0,09	9,43 ± 0,06	11,30 ± 0,07
Удельная плотность листьев, г/м <sup>2</sup>	40,41 ± 0,23	43,94 ± 0,31	45,31 ± 0,27
Сухая масса листа, мг	131,06 ± 2,10	169,19 ± 2,40	218,01 ± 3,01

листа (13—27 %), которому отводится существенная роль в формировании продуктивности колоса. Наибольшая листовая поверхность в расчете на растение у сорта Фаворит, имеющего максимальный урожай. У менее продуктивного сорта Московский 121 этот показатель снижен на 7—11 % по сравнению с более интенсивными сортами. Данные различия четко подтверждаются величинами листового индекса, значения которого ниже у сорта с меньшей продуктивностью (на 10—19 %). Однако лист ячменя является основным фотосинтезирующим органом на начальных этапах развития, но в фазу колошения и в последующие фазы фотосинтезирующими органами являются также стебли и колосья, играющие важную роль в формировании урожая растений [8, 9].

Исследуемые сорта различались (9—15 %) и по величине поверхности нелистовых фотосинтезирующих органов. Анализ вклада фотосинтезирующих органов в общую ассимилирующую поверхность выявил ряд особенностей. Более старый сорт (Московский 121) характеризуется большим вкладом стеблей в общую фотосинтезирующую поверхность (см. табл. 1). На долю стебля у него приходится 58, у других сортов 51—52 % общей фотосинтезирующей поверхности. У сорта более старой селекции меньший вклад в фотосинтезирующую поверхность влагалищ и колоса, чем у более продуктивных сортов.

Более продуктивные сорта характеризовались меньшей амплитудой колебания ростовых процессов и более высокими значениями индекса равномерности линейного роста (отношение минимальных приростов к максимальным за определенный период). В то же время отношение площади последующего листа к предыдущему (от 1 до 7-го) практически сходны у всех исследуемых сортов и выражаются линейной зависимостью.

Сорта различались и объемной плотностью распределения фитомассы (отношение площади листьев на растении к высоте растения), что могло обуславливать и различную продуктивность. Об этом свидетельствуют также данные по удельной поверхностной плотности листа и ряд показателей, характеризующих вклад фотосинтезирующей поверхности в формирование биомассы (см. табл. 1).

Продуктивность растений зависит не только от величины ассимилирующей поверхности, но и от возможной ее активности, что определяется рядом факторов, в том числе и фондом фотосинтетических пигментов, находящихся у злаковых культур не только в листьях, но и в других органах. В связи с этим для выяснения вклада фотосинтетических пигментов в процесс формирования биомассы важна оценка фонда пигментов во всех фотосинтезируемых органах, так как в репродуктивный период роль в общем балансе обмена нелистовых органов растения значительно возрастает [9].

Данные по пигментному фонду (табл. 2) показывают, что растения отличаются по потенциальным возможностям фотосинтетического аппарата. Насыщенность пигментами единицы площади листа неодинакова. Имеются отличия и по хлорофилловому индексу. Содержание хлорофилла во всех фотосинтезирующих органах было выше у сорта Фаворит, наименьшее у сорта Московский 121. Кроме того, в фазу колошения сорта отличались распределением содержания хлорофилла в различных органах (см. табл. 2). Для сортов с большей семенной продуктивностью характерно довольно высокое содержание хлорофилла в органах растений. Вклад листа, стебля и колоса варьируется в зависимости от сортовых различий. Менее продуктивный сорт имел большее количество хлорофилла в стебле. Доля пигментов в листьях сорта разной продуктивности близка по значению.

Отличаются сорта не только содержанием хлорофилла, но и концентрацией каротиноидов в единице площади листа и в расчете на общую поверхность листьев (см. табл. 2). У сортов неодинакова продуктивность работы фотосинтетических пигментов, которая может быть оценена рядом косвенных величин, характеризующих функциональную активность пигментов (отношение каротиноиды / хлорофилл  $a + v$ ; хлорофилл  $v + каро$



тиноиды / хлорофилл *a*). Различное соотношение в листьях исследуемых сортов основных и вспомогательных пигментов подчеркивает неодинаковую функциональную активность фотосинтетического аппарата как на уровне листа, так и хлоропластов. Об этом свидетельствуют данные и по продуктивности работы единицы массы хлорофилла.

Т а б л и ц а 2

Пигментный фонд ассимиляционных тканей различных сортов ячменя

Показатели	Сорт		
	Московский 121	Мами	Фаворит
Содержание хлорофилла:			
<i>a</i> , мг/см <sup>2</sup> · 10 <sup>-2</sup>	2,059 ± 0,07	2,443 ± 0,010	2,636 ± 0,013
<i>b</i> , мг/см <sup>2</sup> · 10 <sup>-2</sup>	1,211 ± 0,08	1,357 ± 0,05	1,464 ± 0,07
<i>a</i> + <i>b</i> , мг/см <sup>2</sup> · 10 <sup>-2</sup>	3,270 ± 0,11	3,800 ± 0,10	4,100 ± 0,09
<i>a</i> + <i>b</i> на лист, мг · 10 <sup>-2</sup>	49,37 ± 1,21	65,36 ± 2,01	79,13 ± 1,89
<i>a</i> + <i>b</i> на листья 1 растения, мг	13,31 ± 0,40	46,13 ± 2,18	18,53 ± 0,51
<i>a</i> + <i>b</i> на 1 м <sup>2</sup> посева, мг	985,60 ± 10,20	1295,80 ± 8,36	1504,70 ± 9,87
<i>a</i> + <i>b</i> на растение, мг	41,37 ± 1,27	16,61 ± 0,33	48,20 ± 3,11
<i>a</i> + <i>b</i> от общего количества в растении, %:			
лист	41,48	43,50	45,27
влагалище	20,57	31,58	29,47
стебель	33,70	21,05	21,07
колос	2,35	3,87	4,19
Содержание каротиноидов:			
мг/см <sup>2</sup> · 10 <sup>-2</sup>	0,477 ± 0,10	0,527 ± 0,11	0,643 ± 0,11
на лист, мг · 10 <sup>-2</sup>	7,202 ± 0,09	9,064 ± 0,10	12,409 ± 0,09
в листьях 1-го растения, мг · 10 <sup>-2</sup>	194,234 ± 5,12	230,351 ± 5,31	290,719 ± 6,14
мг/м <sup>2</sup> посева	146,910 ± 4,13	179,700 ± 3,20	235,980 ± 4,01
Каротиноиды / хлорофилл <i>a</i> + <i>b</i>	0,145	0,138	0,156
Хлорофилл <i>b</i> + каротиноиды, мг/см <sup>2</sup> · 10 <sup>-2</sup>	1,688	1,884	2,107
Хлорофилл <i>b</i> +каротиноиды / хлорофилл <i>a</i> , мг/см <sup>2</sup>	0,819	0,771	0,799
Продуктивность работы хлорофилла, мг/мг · сут	1,37	1,61	1,72

Таким образом, при оценке роста и формирования ассимилирующей поверхности и насыщенности ее фотосинтетическими пигментами обнаружены различия между сортами, которые обуславливают фотосинтетическую активность сортов и в значительной степени — продукционные возможности растений. Это позволяет заключить, что более продуктивные сорта обладают большей интенсивностью ряда физиолого-биохимических процессов.

Были исследованы коррелятивные связи между количественными признаками, характеризующими степень развития фотосинтезирующей поверхности на различных этапах онтогенеза, и урожаем растений. В фазу колошения наблюдался высокий уровень корреляции между следующими признаками растений: площадью листьев, объемной плотностью распределения фитомассы, хлорофилловым индексом, содержанием пигментов на растение и урожаем растений (коэффициент корреляции равен соответственно 0,86, 0,82, 0,90, 0,87). Средний уровень корреляции (0,50—0,61) отмечен между другими количественными показателями, приведенными в табл. 1, 2.

Анализ корреляционных связей показывает, что уровень продуктивности исследуемых сортов ячменя в значительной степени определяется размерами ассимилирующей поверхности и общим фондом фотосинтетических пигментов в растении.

Полученные данные могут быть использованы для диагностики и выявления особенностей фотосинтетического аппарата различных сортов злаковых зерновых культур, и, следовательно, при разработке программ по созданию высокопродуктивных сортов ячменя.

### Список литературы

1. Быков О. Д. // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1980. № 2. С. 3.
2. Быков О. Д., Заленский М. И. // Сельскохозяйственная биология. 1982. Т. 17. С. 14.
3. Шевелуха В. С., Чайка М. Т., Ламан Н. А., Гриб С. И. // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1982. № 3. С. 3.
4. Ламан Н. А., Стасенко Н. Н., Каллер С. А. Биологический потенциал ячменя. Устойчивость к полеганию и продуктивность. Минск, 1984.
5. Кахнович Л. В., Прохоренко Н. А. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1985. № 3. С. 23.
6. Тарчевский И. А., Андрианова Ю. Е. // Физиол. растений. 1980. Т. 27. Вып. 2. С. 341.
7. Кабашникова Л. Ф., Чайка М. Т. // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. 1986. № 3. С. 26.
8. Шатилов И. С., Ваулин А. В. // Вестн. с.-х. науки. 1972. № 10. С. 19.
9. Кумаков И. Ф., Игошин А. Б., Березин В. В., Леина Г. Д. // Физиол. и биохим. культурных растений. 1983. Т. 15. № 2. С. 163.

УДК 577.22+581.174

*Е. Н. СТЕФАНОВИЧ*

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ПРОРОСТКОВ ЯЧМЕНЯ РАЗНОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Биологический урожай растения зависит от многих факторов, в том числе от содержания пигментов, времени и интенсивности их работы во всех фотосинтезирующих органах [1]. Суммарное содержание хлорофилла в растении дает представление о его потенциальной возможности ассимилировать  $\text{CO}_2$  и формировать биологический урожай [2]. Однако для зерновых культур не всегда наблюдается положительная корреляция между хозяйственным урожаем и количеством хлорофилла в растении, что объясняется, в частности, функциональной гетерогенностью зеленых пигментов в хлоропластах, существованием разных форм и подфондов хлорофилла [3], различной интенсивностью процесса его обновления в растениях. При этом структурная организация фотосинтетического аппарата может быть важным фактором увеличения продуктивности зерновых культур [4]. В целях поиска новых критериев оценки хозяйственной ценности генотипов представляется необходимым тщательное исследование структуры фондов хлорофилла, соотношения различных пигмент-белковых комплексов у высоко- и низкопродуктивных форм растений.

Мы исследовали особенности формирования фотосинтетического аппарата растений ячменя, контрастных по зерновой продуктивности, на ранних этапах их онтогенеза. Параллельно с оценкой накопления пигментов в 4—8-дневных проростках ячменя сортов Винер и Роланд изучали изменение содержания в хлоропластных мембранах антигенных компонентов.

### Материал и методика

Растения выращивали в водной культуре в климакамере КТЛК-1250 «Файтрон» (ГДР) при фотопериоде 16 ч свет, 8 ч темнота, температуре 20 °С на свету и 18 °С в темноте, освещенности 20 000 лк, влажности 75 %. Первичный лист срезали над колеоптилем, гомогенизировали в охлаж-

денном ацетоне (0—4 °С) и центрифугировали 10 мин при 6 000 г. В супернатанте определяли содержание фотосинтетических пигментов спектрофотометрически [5]. Для иммунизации кроликов и проведения серологических реакций использовали препарат субмембранных частиц хлоропластов [6], содержащий 1 % Тритона X-100. Абсолютно сухую массу листа определяли по [7].

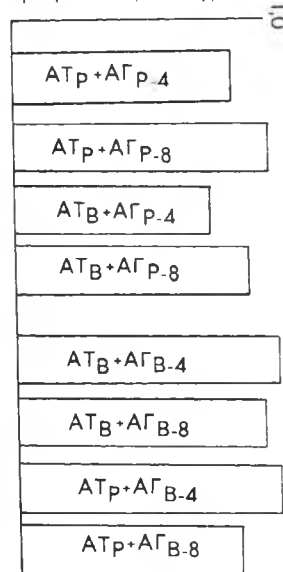
Содержание хлорофилловых пигментов  
в 4—8-дневных проростках сортов Винер и Роланд

Сорт	Возраст проростка, дни	Содержание хлорофиллов в листе, мг	$\frac{\text{Хлорофилл}}{\text{сухая масса}}$ , мг/г	$\frac{X_a}{X_b}$
Винер	4	0,0033 ± 0,0001	1,96 ± 0,10	2,13 ± 0,10
	6	0,0178 ± 0,0001	3,95 ± 0,17	2,44 ± 0,03
	8	0,0221 ± 0,0003	4,60 ± 0,22	2,73 ± 0,05
Роланд	4	0,0025 ± 0,0001	1,97 ± 0,08	2,75 ± 0,10
	6	0,0147 ± 0,0001	3,77 ± 0,21	2,88 ± 0,02
	8	0,0240 ± 0,0001	3,94 ± 0,18	2,93 ± 0,17

### Результаты и их обсуждение

Для проростков сортов Винер и Роланд характерно увеличение содержания зеленых пигментов в ходе их онтогенеза до 8-дневного возраста (см. таблицу). Однако динамика этого процесса для растений интенсивного и экстенсивного типов была различной. Так, 4- и 6- дневные проростки сорта Винер имели большее количество хлорофилла в растении, но при этом показатель хлорофилл / сухая масса у обоих сортов практически не различался. У 8-дневных же растений сорта Роланд было выше содержание зеленых пигментов в 1 листе и более низкое отношение хлорофилл / сухая масса, чем у сорта Винер. В целом скорость накопления хлорофилловых пигментов в онтогенезе проростков интенсивного сорта была выше.

Количество  
преципитата, отн. ед.



Реакция преципитации хлоропластных мембран, выделенных из 4- и 8-дневных проростков сортов Винер (АТВ-4 и АТВ-8) и Роланд (АТР-4 и АТР-8) с гомологичными и гетерологичными антисыворотками (АТВ, АТР). За единицу принято количество преципитата пластидных мембран с гомологичной антисывороткой

Различия в формировании пигментного аппарата проростков ячменя разной продуктивности наблюдались и для показателя хлорофилл *a* / хлорофилл *b* ( $X_a / X_b$ ). Считается, что весь хлорофилл *b* находится в светособирающих комплексах, для которых  $X_a / X_b = 1,1—1,3$ , поэтому по содержанию  $X_b$  можно судить об относительном количестве светособирающих комплексов и реакционных центров [8]. Хотя показатель  $X_a / X_b$  обычно в сильной степени варьируется под действием эколого-ценотических факторов, есть предположение о том, что различие между сортами в размере пула антенного хлорофилла детерминировано генотипически [9].

Нами установлено, что 4—8-дневные проростки сорта Роланд характеризуются более высоким отношением  $X_a / X_b$  по сравнению с экстенсивным сортом, что может свидетельствовать о большей их способности к фотоконверсии [10]. При этом в ходе онтогенеза растений интенсивного сорта показатель  $X_a / X_b$  практически не изменялся, а у сорта Винер отмечалось его существенное увеличение. Так, у 8-дневных проростков

экстенсивного типа  $X_a / X_b$  был на 38 % выше по сравнению с 4-дневными растениями того же сорта. Такие данные свидетельствуют о более интенсивном накоплении хлорофилла *в* у проростков сорта Роланд. При этом, безусловно, должно было бы наблюдаться и различие в изменении соотношения разных пигмент-белковых комплексов в онтогенезе проростков обоих сортов. Поскольку как белковые, так и пигментные составляющие хлоропластной мембраны являются иммуногенно активными [11], мы предположили, что с помощью антисыворотки против пластидных мембран сорта Винер и Роланд можно уловить изменения в фотосинтетическом аппарате исследуемых растений.

Содержание антигенных компонентов в хлоропластах развивающихся проростков ячменя сортов Винер и Роланд изучали с помощью антисывороток против пластидных мембран 8-дневных растений исследуемых сортов в реакции количественной преципитации (см. рисунок). Препараты мембран хлоропластов выравнивали по содержанию в них белковых веществ.

С помощью антисывороток против пластидных мембран сортов Роланд и Винер показано увеличение интенсивности их преципитации мембран хлоропластов сорта Роланд по мере развития проростков с 4-го по 8-й день вегетации. Для хлоропластных мембран сорта Винер установлена противоположная тенденция. Не исключено, что такие изменения могут быть связаны с изменением относительного содержания  $X_b$  в мембранах (см. таблицу), который, как показано ранее, обладает антигенной специфичностью [12].

Таким образом, отмечены различия в изменении соотношения пигмент-белковых комплексов у проростков интенсивного и экстенсивного типов в ходе их онтогенеза. Полученные данные могут быть полезны при разработке новых критериев в оценке форм растений с высоким потенциалом продуктивности.

#### Список литературы

1. Ничипорович А. А. // Физиология фотосинтеза. М., 1982. С. 7.
2. Тарчевский И. А., Андрианова Ю. Е. // Физиология растений. 1980. Т. 27. № 2. С. 341.
3. Шлык А. А. Метаболизм хлорофилла в зеленом растении. Минск, 1965.
4. Якубова М. М. Функциональные особенности и структурная организация фотосинтетического аппарата с высокой активностью: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1984.
5. Гуринович Г. И., Севченко А. Н., Соловьев К. Н. Спектроскопия хлорофилла и родственных соединений. Минск, 1963.
6. Абрамчик Л. М., Володарский А. Д., Михайлова С. А., Просвирнина (Стефанович Е. Н.) // Докл. АН БССР. 1982. Т. 26. № 10. С. 947.
7. Кушниренко М. Д., Крюкова Е. В., Печерская С. Н., Кашаев Е. В. // Физиология растений. 1986. Т. 23. № 3. С. 473.
8. Кренделева И. К., Низовская М. П., Тулбу Е., Алауддин М. Там же. 1985. Т. 32. № 4. С. 651.
9. Гинс В. К., Пискунова Н. П., Хомутов Г. Б., Тихонов Е. Н., Мухин Е. Н., Пухальский В. А. Там же. 1986. Т. 33. № 5. С. 904.
10. Быков О. Д., Зеленский М. И. // Сельскохозяйственная биология. 1982. Т. 17. № 1. С. 14.
11. Марков Е. Ю., Хавкин Э. Е. // Электрофоретические методы анализа белков. Новосибирск, 1981. С. 68.
12. Стефанович Е. Н. Особенности белковых и пигментных компонентов формирующихся фотосинтетических мембран: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1984.

УДК 633.2:631.524

В. В. ЧЕРНИК, В. Ф. РОМАНОВИЧ

#### СТРОЕНИЕ И БИОЛОГИЯ СЕМЯН *HERACLEUM LENMANNIANUM* BUNGE

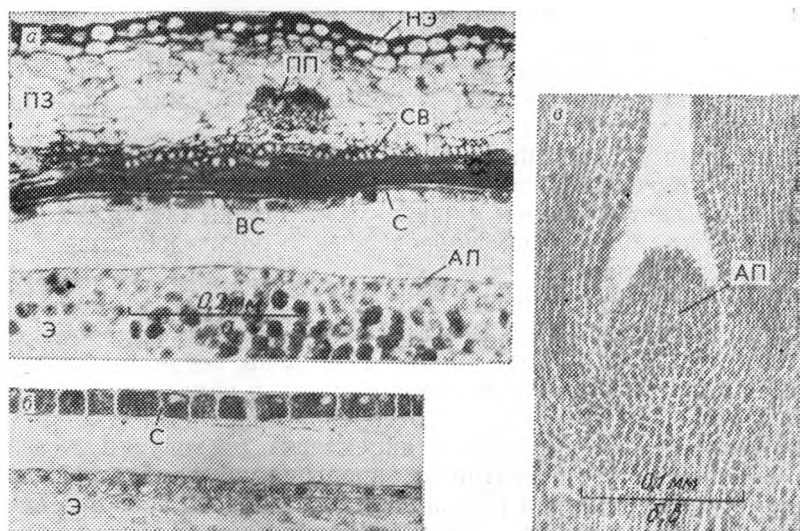
Для создания прочной кормовой базы использование дикорастущих полезных растений имеет немаловажное значение. Одним из перспективных среди кормовых растений для Нечерноземной зоны является

*Heracleum lehmannianum* (борщевик лемана). Этот вид рода *Heracleum* L. наряду с другими (*H. sibiricum* L., *H. sospowskyi* Manden., *H. antasiaticum* Manden. et Grossh., *H. trachyloma* Fisch. et Mey.) прошел многолетние испытания в Белоруссии [1]. Однако вопросам семенного размножения и биологии семян б. лемана не было уделено должного внимания. Изучение биологии семян видов рода *Heracleum* необходимо в связи с явлением недоразвития зародыша и завершением процессов его органо- и гистогенеза уже после диссеминации.

Затрудненное прорастание и причины покоя семян видов рода *Heracleum* исследовали многие авторы [2—4]. Вместе с тем изучение биологии семян немыслимо без анатомических исследований. Только на основании знаний внешнего и особенно внутреннего строения семян можно квалифицированно решать вопросы преодоления их покоя.

Сведения по анатомии плодов видов рода *Heracleum* имеются в работах отечественных и зарубежных ученых [5—7] и др. Объектами нашего исследования послужили растения Центрального ботанического сада АН БССР. Изучение биологии семян проводили на протяжении трех лет (1979—1981). Стратификацию и проращивание семян осуществляли в соответствии с рекомендациями И. А. Ивановой [2, 3]. Анатомическое строение семян исследовали на продольных и поперечных сериальных срезах, приготовленных по общепринятой цитологической методике. Материал фиксировали и хранили в FAA.

Плоды б. лемана, как и других зонтичных, образованы двумя полуплодиками, соединенными в средней части брюшной поверхности перемычкой (спайкой или комиссурой). В полуплодике (мерикарпии) содержится одно семя, покрытое тонкой семенной и мощной плодовой оболочками.



Строение зрелого плода борщевика лемана:

а—б — поперечные срезы: перикарпия в области дорсального проводящего пучка (а) и спермодермы (б); в — продольный срез зародыша; ал — алейроновый слой эндосперма; ап — апекс побега; вс — волокнистые склеренды; вэ — внутренняя эпидерма; нэ — наружная эпидерма; пз — паренхимная зона мезокарпия; пп — проводящий пучок; с — спермодерма; св — склеренхимные волокна; э — эндосперм

Перекарпий зрелого плода имеет сложное строение (см. рисунок, а). Однако наружная эпидерма (экзокарпий) представлена одним рядом округлых клеток с утолщенными стенками, покрытых снаружи кутикулой. Внутренняя эпидерма (эндокарпий) также слабо развита, образована сдавленными и втянутыми в тангентальном направлении клетками, плотно прилегающими к механической ткани. Наиболее сильно развит мезокарпий, четко дифференцированный на две зоны: наружную парен-

химу и внутреннюю механическую (см. рисунок, а). В ткани многослойной паренхимы проходят сосудисто-волокнистые пучки с четко выраженными элементами ксилемы. Имеются также и широко просветные эфиромасличные секреторные каналы. На спинной стороне обычно формируются три пучка и четыре канала, на брюшной — два канала. По средней линии комиссуры проходит сосудисто-волокнистый пучок, разделенный на две ветви, имеются также и два латеральных склеренхимных тяжа, расположенные в крыльях.

Секреторные каналы схизогенного происхождения окружены обкладочными клетками. Следует отметить, что спинные каналы начинают дифференцироваться на очень ранних стадиях, раньше брюшных. Они четко прослеживаются в паренхимном слое стенки завязи уже на стадии бутонизации. У развивающихся плодов достаточно отчетливо обозначены ребра, характерные для зрелого плода исследуемого вида. Проводящие пучки расположены в ребрах, а эфиромасличные каналы в ложбинках между ними. Проводящие пучки сопровождаются также небольшими реберными секреторными ходами.

Внутренняя зона мезокарпия образует механический футляр, состоящий из двух слоев одревесневших клеток. Наружный слой представлен двумя рядами вертикально идущих склеренхимных волокон, длина которых во много раз превышает их диаметр. Внутренний слой образован горизонтально ориентированными волокнистыми склереидами прозенхимной формы. Механический футляр проходит вокруг семени, он соединен с латеральными тяжами многослойной перемычкой, образованной склереидами.

У б. лемана спинные пучки отграничены от механической зоны перикарпия обычно тремя рядами паренхимных клеток. Спинные эфиромасличные каналы примыкают непосредственно к вертикально идущим волокнам. На комиссуральной стороне механический футляр прерывается секреторными каналами, граничащими с гиподермой.

Толщина перикарпия составляет в среднем 330—340 мкм (комиссуральная сторона); с дорсальной стороны — от 190 мкм (ложбиночные участки) до 280 мкм (ребра).

Спермодерма у б. лемана развита слабо и представлена одним рядом клеток, слегка вытянутых по горизонтальной оси (см. рисунок, б). Толщина ее составляет в среднем лишь 15 мкм. Однако клетки расположены плотно и, по-видимому, играют определенную роль в регуляции процессов газообмена зародыша.

Изучение динамики развития зародыша б. лемана показало, что через 4 ч после нанесения пыльцы на рыльца наблюдается процесс оплодотворения центрального ядра. На 10—11-й день после оплодотворения, когда сформировалось несколько десятков ядер эндосперма, происходит деление зиготы или чаще — оплодотворение яйцеклетки. Следует отметить, что процесс оплодотворения яйцеклетки растянут в течение 3—5 дней. Эмбриональное развитие же зародыша у б. лемана протекает довольно быстро, в среднем в течение 9 дней. Зародыш зрелого семени находится в полости эндосперма у микропилярного полюса семени и характеризуется осевым расположением («liniag» тип по классификации Мартина) [8]. Он имеет очень маленькие размеры по сравнению с эндоспермом ( $C=0,23$ ), длина его составляет лишь 1,2—1,7 мм. Зародыш дифференцирован на семядоли, гипокотиль, зародышевый корешок и апекс побега. Семядоли овальные, составляют около половины длины зародыша (вторая стадия торпеды) по классификации И. А. Ивановой, Н. М. Дудик [9]. На поперечных срезах осевых органов прослеживаются эпидерма, первичная кора и центральный цилиндр, от которого отходят два прокаम्биальных тяжа, по одному в каждую семядолю. Вместе с тем выявлены также анатомические признаки недоразвития зародыша: мезофилл семядолей не дифференцирован на столбчатую и губчатую паренхиму; апекс побега представлен лишь группой гомогенных меристематических клеток; зачатков листовых бугорков нет (см. рису-

нок, в); сердцевина оси зародыша не дифференцирована; в первичной коре зародышевого корешка отсутствуют комплексы таблитчатых клеток.

Сильно развитый твердый эндосперм б. лемана с хорошо выраженным поверхностным (алеироновым) слоем. На его переднем конце имеется небольшая продолговато-яйцевидная полость, в которой помещается зародыш. Полость заполнена слизистой жидкостью и растворенными в ней питательными веществами, необходимыми для дальнейшего развития зародыша. Эндосперм состоит из крупных, плотно прилегающих клеток.

У б. лемана, как и у других видов этого рода, свежесобранные семена не прорастают. Для них характерен эндогенный морфофизиологический покой. Основная причина затрудненного прорастания семян заключается в недостаточном развитии зародыша. Только после завершения периода доразвития зародыша семена б. лемана начинают прорастать. Доразвитие зародыша осуществляется в постэмбриональный период, после отделения семян от материнского растения.

Экспериментально установлено, что для внутрисеменного доразвития зародыша необходимы низкие положительные температуры (0 — +5 °С). Семена подвергались стратификации при температуре +2 °С. Всхожесть проверялась через каждые 30 дней в течение четырех месяцев. Отдельные семена начали прорасти после 30-дневной стратификации. Большинство семян (94 %) проросли после 90-дневного выдерживания на холоде. После 60-дневной стратификации семян длина зародыша составила 2—3 мм. Длина зародышевого корешка сравнялась с первоначальной длиной зародыша.

Изменения анатомического строения зародыша прослеживаются очень рано. Уже через 20 дней после начала стратификации, несмотря на то, что длина зародыша практически не изменилась (1,6 мм), обнаружены инициальные слои тканей апекса побега, различия между клетками перилеммы и плеромы становятся более заметными. Через 60 дней стратификации появляются инициалы листовых бугорков, длина семядолей увеличивается в 2—2,5 раза. Первичная кора достигает толщины 130 мкм (первоначальная — 65 мкм), а центральный цилиндр — 194 мкм (первоначальная — 120 мкм). К концу стратификации длина зародыша увеличивается в 3—4 раза.

Как отмечалось, у зародыша нестратифицированного семени б. лемана отсутствуют комплексы таблитчатых клеток. Они появляются в тканях зародышевой оси только в конце периода стратификации, когда заканчивается доразвитие зародыша, и представлены группами из нескольких клеток, объединенных общей оболочкой. При одновременном растяжении клеток комплексов во время энергичного роста гипокотила происходит прорастание.

Таким образом, проведенные исследования показали, что перикарпий б. лемана имеет сложное строение. Различаются ряды клеток наружной и внутренней эпидермы, слои паренхимных клеток и механической ткани. В паренхимном слое проходят проводящие пучки. Секреторные каналы располагаются на границе паренхимной и склеренхимной зон мезокарпия. Глубокий морфофизиологический покой семян обусловлен главным образом недоразвитием зародыша. Доразвитие зародыша происходит в постэмбриональный период, после отделения семян от материнского растения при низких положительных температурах (0 — +5 °С). Во время холодной стратификации осуществляется внутрисеменной рост зародыша и завершение процессов органо-гистогенеза в течение трех-четырех месяцев.

### Список литературы

1. Кудинов М. А., Касач А. Е., Чекалинская И. И. и др. Интродукция борщевиков в Белоруссии. Минск, 1980. С. 200.
2. Иванова И. А. // Бюл. Главн. бот. сада. 1966. Вып. 63. С. 66.
3. Иванова И. А. // Растит. ресурсы. 1971. Вып. 2. № 7. С. 219.

4. Stokes P. // Ann. Bot. 1953. V. 27. № 65. P. 157.
5. Сандина И. Б. // Ботан. ж. 1957. Т. 42. № 4. С. 545.
6. Горовой П. Г. // Зонтичные Приморья и Приамурья (семейство Umbellifera Moris.). Л., 1966. С. 295.
7. Сацыперова И. Ф. Борщевики флоры СССР — новые кормовые растения. Л., 1984. С. 96.
8. Martin A. C. // Amer. Midl. Natur. 1946. V. 36. № 3. P. 513.
9. Иванова И. А., Дудик Н. М. // Составление определителей растений по плодам и семенам. Киев, 1974. С. 43.

УДК 591.524.12(476)

П. А. МИТРАХОВИЧ, В. П. ЛЯХНОВИЧ

## СЕЗОННАЯ И МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ТЭС оз. ЛУКОМСКОГО

Исследовали зоопланктон водоема-охладителя ТЭС мощностью 2400 Мвт. Площадь озера 36,2 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 11,5 м, средняя — 6 м, объем 243 млн м<sup>3</sup>. Ранее нами прослежена динамика численности, биомассы зоопланктона и тенденции их изменений в оз. Лукомском с момента пуска ТЭС до 1979 г. [1].

Дальнейшее развитие энергетики и интенсификация тепловодного рыбодоводства, основанного на использовании комбикормов, вызовут новые изменения температурного, гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов оз. Лукомского. Результаты, представленные в настоящей работе, помогут проследить изменения в сообществе зоопланктона водоема-охладителя в условиях повышенной атропогенной нагрузки.

### Материал и методика

Материалом послужили 1570 проб зоопланктона, собранных 10-литровым планктоночерпачком системы Вовка и цеппелиновой сетью, изготовленной из сита № 70. В летний период пробы отбирали с интервалом 10—15 дней, весной и осенью — 15—30 дней, через каждые 2 м от поверхности до дна.

Наблюдения выполнены в 1978—1984 гг. на двух постоянных пелагических станциях (глубина 8 м), одна из которых расположена на расстоянии 0,8 км от сбросных систем ТЭС (подогреваемая зона), другая удалена на 7 км (контрольная зона с естественным температурным режимом). Разница температуры воды в изучаемых зонах озера по среднесезонному показателю (май—октябрь) составляла 2,5°С. В 1980 г. дополнительно исследовано развитие зоопланктона в литорали оз. Лукомского.

Для определения численности зоопланктона пробы полностью просчитывали в камере Богорова, за исключением мелких коловраток, которых в период массового развития просчитывали по общепринятой методике. Биомассу ракообразных и коловраток определяли по формулам связи массы и длины тела [2, 3]. Сезонную продукцию зоопланктона вычисляли по сезонным  $P/V$  коэффициентам [4]. Суммарную сезонную продукцию зоопланктона (продукцию хищных и мирных) получили по формуле Э. А. Шушкиной [5].

### Результаты и их обсуждение

В состав зоопланктона оз. Лукомского входят 33 вида ветвистоусых, 10 видов веслоногих ракообразных и 27 видов коловраток.

Сопоставление наших данных с данными К. А. Черемисовой [6] показывает, что из зоопланктона озера исчезли обитавшие ранее *Cyclops vicinus* Uljan и *Daphnia longispina* (O. F. Müller), но появился не отмеченный ранее *Mesocyclops (Th) crassus* (Fisch).

Сезонная динамика видового состава зоопланктона в подогреваемой и контрольной зонах озера существенно не отличались, что согласуется с данными других авторов [7].



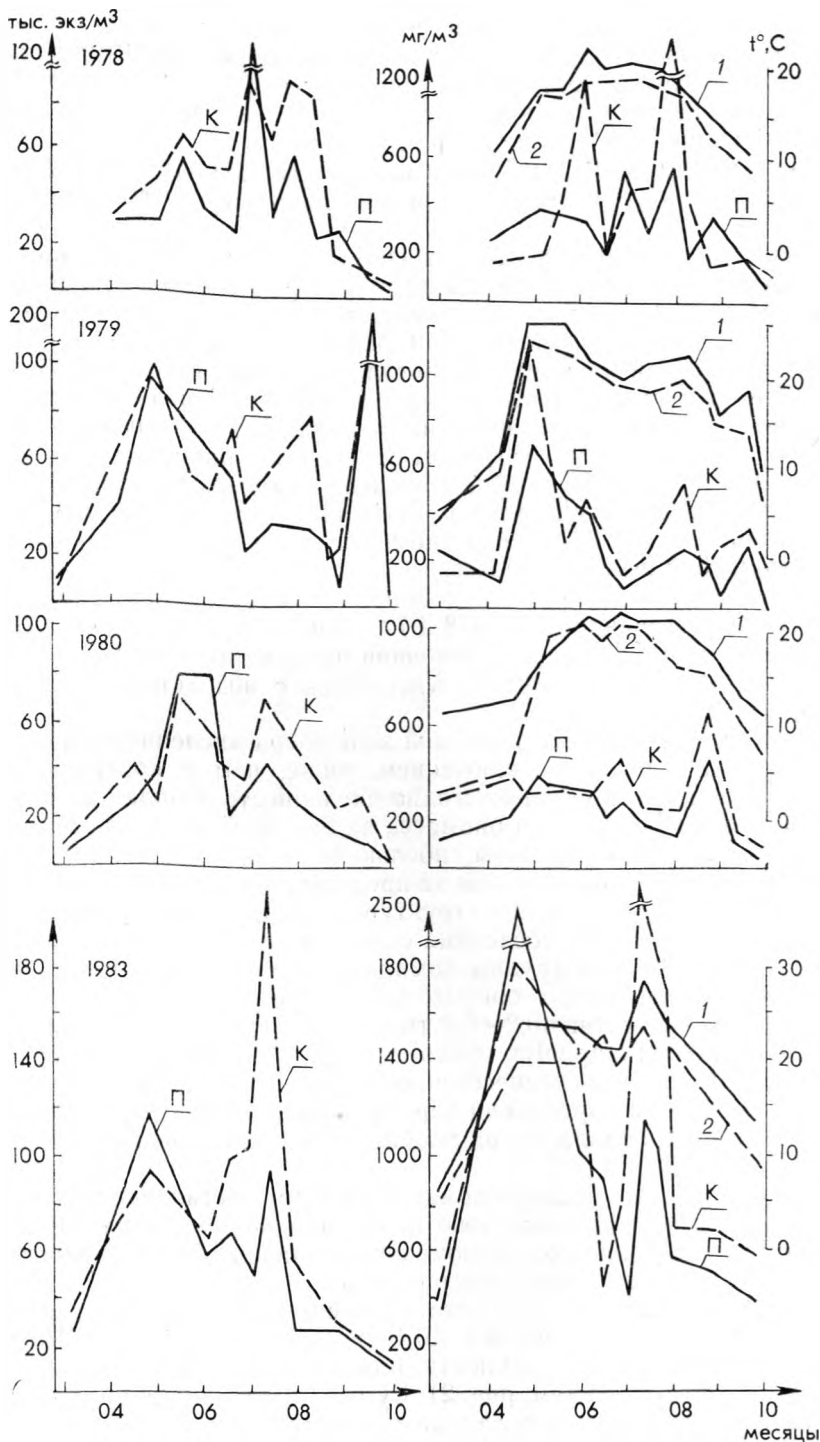


Рис. 1. Сезонная динамика средней численности (тыс. экз/м<sup>3</sup>) и биомассы (мг/м<sup>3</sup>) всего зоопланктона в подогреваемой (П) и контрольной (К) зонах оз. Лукомского:

1 — температура воды в подогреваемой, 2 — в контрольной зонах

В литорали оз. Лукомского численность и биомасса зоопланктона в течение вегетационного сезона были ниже, чем в пелагиали. Лишь в середине августа общая численность в литорали достигала 55 % численности зоопланктона пелагиали в результате вспышки популяции *Polyarthra*

euryptera Wiers. В середине июня биомасса в литорали составляла 125 % биомассы зоопланктона пелагиали за счет массового развития популяции *Bosmina obtusirostris* Sars. Сравнительно высокая численность и биомасса зоопланктона литорали весной обеспечивались личиночными стадиями *Cyclops strenuus* Fisch, *Mesocyclops* sp. и др.

В июле и октябре 1953 и 1955 гг. количественное развитие зоопланктона литорали оз. Лукомского было значительно выше отмеченного нами в 1980 г. [6].

В сезонной динамике количественного развития зоопланктона пелагиали периоды максимумов и минимумов в разные годы по срокам не совпадают (рис. 1). Различия проявляются в связи со сроками весеннего повышения температуры воды: при более раннем повышении раньше достигается первый максимум развития зоопланктона в обеих изучаемых зонах. Второй, летне-осенний, максимум численности и биомассы четко проявляется в годы с более высоким развитием зоопланктона. Высокую численность и биомассу в основном определяли ракообразные, лишь в октябре 1979 г. более 80 % общей численности зоопланктона образовано коловратками *Ascomorpha escaudis* Perty (137—152 тыс. экз/м<sup>3</sup>), а в конце сентября 1980 г. 90 % общей биомассы зоопланктона приходилось на долю *Asplanchna priodonta* Gosse.

Соотношение численности зоопланктона оз. Лукомского ( $N_{\max}$  летом /  $N_{\min}$  зимой) составляло 28 в 1978 и 72 в 1983 г. и находилось в прямой зависимости от его суммарной сезонной продукции. Это хорошо согласуется с данными об увеличении  $N_{\max} / N_{\min}$  с возрастанием трофности озер [8].

Характерно, что в подогреваемой зоне озера численность и биомасса зоопланктона, за редким исключением, ниже, чем в контрольной (см. рис. 1). В среднем за сезон ежегодно численность зоопланктона в контрольной зоне на 11—27 %, а биомасса на 29—30 % выше, чем в подогреваемой. Различия обусловлены гибелью зоопланктона в агрегатах ТЭС и выносом его сбросным потоком за пределы подогреваемой зоны [9].

Существенных изменений в структуре доминирующего комплекса зоопланктона пелагиали за последние семь лет не произошло, но заметно возросла роль основной группы доминантов (табл. 1). С 1981 г. в пелагиали озера не отмечена *B. obtusirostris*, а в 1983 г. (в середине июля) в небольшом количестве (0,2—0,4 тыс. экз/м<sup>3</sup>) вновь появились долго отсутствовавшие *Pompholyx sulcata* Hudson и *Kellicottia londispina* (Kellicott). Изменения среднесезонной численности и биомассы доминирующего комплекса определяли характер многолетней динамики численности и биомассы зоопланктона вообще и его основных групп, в частности (см. табл. 1).

В связи с тем, что подогреваемая зона озера составляет всего 5 % акватории, многолетнюю тенденцию изменений количественного развития зоопланктона пелагиали оз. Лукомского оценивали по контрольной зоне, сохраняющей естественный температурный режим.

Снижение величин численности и биомассы зоопланктона пелагиали оз. Лукомского отмечено нами с 1972 по 1978 г. [1]. С 1980 по 1983 г. наблюдалось увеличение численности планктонных ракообразных в три, биомассы—в шесть раз (см. рис. 2). Суммарная сезонная продукция зоопланктона за эти годы возросла в пять раз (табл. 2).

Особенность многолетней динамики среднесезонной численности и биомассы коловраток оз. Лукомского заключается в том, что при повышении общей численности снижается общая биомасса (см. рис. 2, г), коэффициент корреляции между среднесезонной численностью и биомассой высокий отрицательный (−0,91). Такое противоречивое явление вызвано колебаниями численности и биомассы хищных коловраток (аспланхна и синхета).

Среднесезонные величины общей численности зоопланктона за период с 1978 по 1984 г. изменялись в три с половиной раза, а с 1972 по 1980 г.—в шесть раз [1].

Среднесезонные (май — октябрь) величины численности ( $N$ , тыс. экз/м<sup>3</sup>) и биомассы ( $B$ , мг/м<sup>3</sup>) доминирующих видов форм зоопланктона контрольной зоны оз. Лукомского

Виды	1978		1979		1980		1981*		1982*		1983		1984*	
	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$
<i>Daphnia cucullata</i> Sars	6,9	102	1,6	25	2,4	29	10,1	130	6,7	106	15,0	170	9,8	140
<i>D. cristata</i> Sars	0,5	6	2,8	28	1,3	15	2,1	31	0,8	11	1,0	20	4,0	40
<i>Bosmina crassicornis</i> (O. F. Müller)	6,9	40	3,2	19	6,5	34	3,9	26	16,5	170	10,7	80	8,6	80
<i>B. obtusirostris</i> Sars	+	+	0,4	2,7	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Lievin	0,6	31	+	+	+	+	+	+	+	+	3,0	140	2,2	10
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)	+	14	+	42	+	8	0,6	589	0,2	169	0,3	180	+	+
<b>Прочие ветвистоусые</b>	0,1	1	0,2	+	0,8	2	—	—	—	—	0,1	50	—	—
<i>Eudiaptomus graciloides</i> Lill	7,9	107	3,3	55	1,7	30	5,3	71	16,1	394	17,7	530	19,6	460
Cyclopidae	13,0	73	14,9	116	10,3	86	25,1	201	8,5	315	12,2	120	19,5	310
<b>Прочие веслоногие</b>	0,8	+	+	4	+	+	—	—	—	—	0,1	+	+	+
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	3,7	42	0,3	29	0,5	72	0,6	18	+	+	+	10	—	—
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrb.	2,3	4	6,6	3	5,0	2	8,3	+	0,5	+	2,9	10	+	+
<i>Polyarthra eurypetra</i> Wiers	8,0	14	5,0	9	6,0	9	4,7	+	9,7	20	13,9	20	13,9	10
<i>Conochilus unicornis</i> Rouss	1,0	+	3,0	+	2,6	+	25,0	+	32,2	10	7,8	+	44,0	20
<b>Прочие коловратки</b>	0,8	1	14,0	6	8,0	5	+	+	0,8	+	1,5	10	0,3	+

Примечание. Плюсом (+) отмечено меньше 0,1; \*—среднелетние.

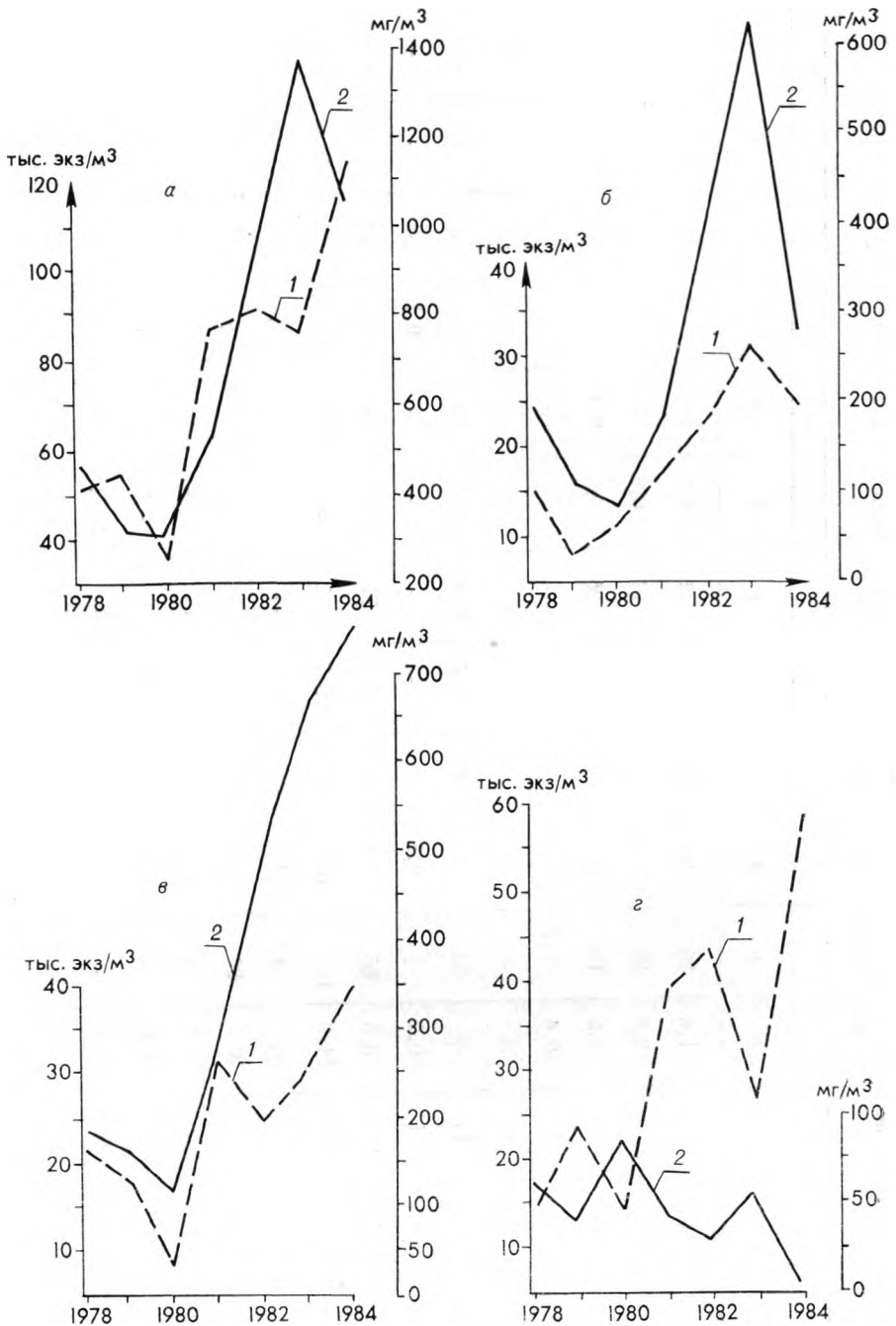


Рис. 2. Многолетняя динамика среднесезонной (май — октябрь) численности (1) и биомассы (2) всего зоопланктона (а), ветвистоусых рачков (б), веслоногих рачков (в) и коловраток (г) в контрольной зоне оз. Лукомского

При снижении суммарной сезонной продукции зоопланктона коэффициент корреляции численности хищных и мирных форм в обеих изучаемых зонах оз. Лукомского равномерно снижался от достоверно положительного в 1978 г. до близкого к нулю в 1980 г. (табл. 3). С увеличением суммарной сезонной продукции к 1983 г. коэффициент корреляции численности этих трофических групп достиг прежних величин; в подогреваемой зоне коэффициенты корреляции постоянно выше, чем в контрольной.

Таблица 2

Среднесезонный (май — октябрь) величины численности ( $N$ , тыс. экз/м<sup>3</sup>), биомассы ( $B$ , мг/м<sup>3</sup>) и сезонная продукция ( $P$ , мг/м<sup>3</sup>/сезон) хищного ( $x$ ) и мирного ( $m$ ) зоопланктона в контрольной зоне оз. Лукомского

Показатели	Годы	Cladocera		Copepoda		Rotatoria		Общие	
		$x$	$m$	$x$	$m$	$x$	$m$	$x$	$m$
$N$	1978	0,01	15,0	5,0	16,0	1,39	13,50	6,40	44,50
	1979	0,04	7,92	9,43	12,34	3,37	26,20	12,84	46,46
	1980	0,01	11,78	4,47	7,59	2,78	9,88	7,26	29,25
	1981*	—	16,64	12,0	9,14	4,49	34,17	16,49	59,95
	1982*	0,07	28,03	4,86	3,64	0,27	42,53	5,20	74,20
	1983	0,19	29,99	6,52	5,72	0,98	26,0	7,69	61,70
	1984*	—	24,60	10,72	8,88	—	58,20	10,72	91,68
$B$	1978	6,50	44,70	51,0	129,60	23,0	34,80	80,50	209,20
	1979	20,46	99,76	84,23	94,60	15,76	31,15	120,45	225,50
	1980	3,92	87,08	53,50	62,85	36,50	50,25	93,92	200,18
	1981*	10,0	177,0	179,0	22,0	9,0	37,0	198,0	236,0
	1982*	85,0	327,0	269,0	531,0	—	27,0	354,0	886,0
	1983	115,0	527,0	103,0	503,0	12,0	41,0	230,0	1071,0
	1984*	—	270,0	253,0	517,0	—	20,0	253,0	807,0
$P$ за сезон	1978	96,0	2425	326	2482	846	1196	5808**	
	1979	285	1226	522	1842	578	928	4385**	
	1980	52	1128	387	992	1380	1710	3660**	
	1981*	72	2667	1677	1907	529	809	6316**	
	1982*	1224	5401	2609	9832	—	608	15714**	
	1983	1684	7232	894	12918	350	982	18777**	
	1984*	—	2716	2716	11341	—	46	13219**	

\*\* Суммарная продукция за вычетом рациона хищников (20 %);

\* Среднелетние.

Таблица 3

Коэффициенты положительной корреляции сезонных (май — октябрь) численностей ( $N$ ) и биомасс ( $B$ ) хищного и мирного зоопланктона в подогреваемой ( $\Pi$ ) и контрольной ( $K$ ) зонах оз. Лукомского

Численность и биомасса	Зоны	1978	1979	1980	1983
$N$	$\Pi$	0,877	0,391	0,151	0,783
	$K$	0,682	0,279	0,085	0,680
$B$	$\Pi$	0,485	0,723	0,539	0,581
	$K$	0,595	0,825	0,503	0,729

Коэффициенты корреляции биомассы хищного и мирного зоопланктона по годам изменялись незначительно и в контрольной зоне были выше, чем в подогреваемой (см. табл. 3.)

Нам удалось установить, что продолжительность цикла развития зоопланктона оз. Лукомского по схеме максимум — минимум — максимум

составляет 10—11 лет. Первая нисходящая «половина» цикла более длительная и прослеживается с 1972 по 1979—1980 гг. [1], вторая, восходящая — по 1983—1984 гг. (см. рис. 2).

Амплитуда колебаний развития зоопланктона в многолетнем цикле, вероятно, усугубляется пищевой конкуренцией популяции дрейссены [10, 11].

Важная роль популяции дрейссены в планктонном сообществе оз. Лукомского подтверждается постоянным доминированием ее личинки в общей численности зоопланктона в летний период [12]. Гибель зоопланктона в системе охлаждения ТЭС, вероятно, в меньшей степени влияет на многолетний цикл и сезонную динамику зоопланктона, имеющего высокий репродукционный потенциал [9].

Возрастание продукционных показателей зоопланктона оз. Лукомского в последние годы, в том числе повышение численности *D. brachyurum* до 9 тыс. экз./м<sup>3</sup> в августе, указывает на сдвиг трофности в сторону повышения, но очень низкое развитие популяции *Chydorus sphaericus* O. F. Müller, *Boeogoni thesites* (Pöppe) и некоторых других свидетельствует об отсутствии потенциальных возможностей зоопланктона оз. Лукомского возобновить статус эвтрофного водоема в ближайшие годы.

Таким образом, в сообществе зоопланктона пелагиали оз. Лукомского за период 1980—1983 гг. суммарная сезонная продукция возросла в пять раз.

В подогреваемой зоне озера общая численность зоопланктона в среднем за сезон на 20, биомасса на 30 % ниже, чем в контрольной зоне.

Многолетний цикл количественного развития между максимальными значениями среднесезонной численности, биомассы и продукции зоопланктона в оз. Лукомском длится 11 лет.

### Список литературы

1. Митрахович П. А., Ляхнович В. П., Бойкова С. А. // Гидробиологический ж. 1983. Т. 19. № 4. С. 60.
2. Балашкина Е. В., Винберг Г. Г. // Общие основы изучения водных экосистем. Л., 1979. С. 169.
3. Винберг Г. Г. // Методы определения продукции водных животных. Минск, 1968. С. 45.
4. Петрович П. Г. // Методы определения продукции водных животных. Минск, 1968. С. 173.
5. Шушкина Э. А. // Науч. докл. высшей школы. Биол. науки. 1964. Т. 4. С. 25.
6. Черемисова К. А. // Тр. БелНИИРХ. Минск, 1960. Т. 3. С. 125.
7. Поливанная М. Ф., Сергеева О. А. // Водоем-охладитель Ладыжинской ГРЭС. Киев, 1978. С. 78.
8. Крючкова Н. М., Рыбак В. Х., Петрович П. Г. // Экологическая система Нарочанских озер. Минск, 1985. С. 127.
9. Митрахович П. А. // История озер в СССР: Тез. докл. 6-го Всесоюз. совещ. Таллин, 1983. Т. 1. С. 140.
10. Ляхнович В. П., Каратаев А. Ю., Митрахович П. А. // Тез. докл. 4-го съезда Всесоюз. гидробиол. об-ва. Киев, 1981. Т. 4. С. 35.
11. Ляхнович В. П., Каратаев А. Ю., Митрахович П. А. // Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР. 1983. № 60. С. 25.
12. Митрахович П. А., Каратаев А. Ю. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1986. № 1. С. 38.

УДК 582.282.11

А. И. СТЕФАНОВИЧ

### ОБ ЭВОЛЮЦИИ МУЧНИСТОРОСЯНЫХ ГРИБОВ

Грибы семейства *Erysiphaceae* произошли, вероятно, от таких древних форм грибов, мицелий которых развивался одновременно в тканях отмерших растений и на их поверхности. Потребовалось довольно много времени, прежде чем подобные первичные микромицеты — предшественники мучнисторосяных грибов — перешли от сапротрофного к паразитному способу питания. Эволюция в основном шла таким образом, что

сохранялся только поверхностный мицелий, который в большей мере обеспечивал питание паразита, эффективнее извлекая пластические вещества из протопласта живой клетки. Наряду с этим у грибов вырабатывалась специализация к определенным питающим их растениям [1, 2].

Эволюцию мучнисторосяных грибов — облигатных паразитов — нельзя рассматривать без эволюции растений, на которых они совершенствовались как фитопаразиты. По современным представлениям, эволюция покрытосеменных растений, на которых развивались эти грибы, шла от деревьев через кустарники к травянистым растениям, вначале многолетним, а затем однолетним, поэтому, возможно, более древними представителями мучнисторосяных грибов были такие формы, которые развивались на деревьях и кустарниках. Виды грибов, поражающих травянистые растения, сформировались, очевидно, позже, и, по-видимому, эволюция растений предшествовала эволюции грибов.

Эволюцию паразитизма мучнисторосяных грибов следует рассматривать в направлении заселения ими новых видов растений, на которых гриб развивался вначале только в конидиальной стадии. Сумчатое же спороношение появилось позже.

Мучнисторосяные грибы, вероятно, сравнительно молодая группа, обособившаяся в период дифференцировки на планете климатических зон и получившая широкое распространение в районах с умеренными температурами и увлажнением. Постепенно одни формы мучнисторосяных грибов стали распространяться в более северные районы, в зоны холодного климата, другие — в более южные. Появление и широкое распространение мучнисторосяных грибов в холодных и даже в арктических регионах, а также в условиях жаркого и сухого климата стало возможным в результате выработки ими достаточно эффективных приспособлений к новым, неблагоприятным условиям существования.

Основываясь на типах плодовых тел и других морфологических признаках, одни микологи [3—5] выводят мучнисторосяные грибы из порядка Eurotiales, другие [6] — из порядка Pezizales. Первая точка зрения на происхождение Erysiphaceae, пожалуй, более правдоподобна: плодовые тела и Эвросиевых, и Эризифовых замкнутого типа. Трудно себе представить, чтобы эволюция плодовых тел шла от более совершенных (апотеций) к менее совершенным (клеистотециям).

Разнопланово трактуется предполагаемые пути эволюции мучнисторосяных грибов и в пределах семейства. По мнению одних микологов [2, 7—9], наиболее древней и примитивной группой, которая дала начало современным представителям, были грибы, близкие к роду Erysiphe. В соответствии с этой точкой зрения многосумчатые формы считаются первичными. Их эволюция проходила по пути редукции сумок в плодовом теле. Некоторые ученые [10, 11] придерживаются противоположного взгляда и считают первичными мучнисторосяные грибы, содержащие в плодовом теле по одной сумке.

При анализе распространенности мучнисторосяных грибов в широтном направлении выявляется такая закономерность: по мере продвижения грибов на север формы, содержащие в клеистотеции по несколько сумок, постепенно вытесняются формами, в плодовом теле которых развивается только одна сумка. Например, на одних и тех же видах растений в теплых, умеренных зонах паразитируют, как правило, виды рода Erysiphe, а в более северных районах, с жесткими климатическими условиями, развиваются преимущественно грибы рода Sphaerotheca. Подобная закономерность прослеживается и в вертикальном направлении. Так, в предгорьях и на небольших высотах в Средней Азии и других районах с жарким климатом паразитируют многосумчатые формы, которые на высотных поясах замещаются представителями рода Sphaerotheca [1, 2].

Таким образом, грибы рода Sphaerotheca, содержащие в клеистотеции по одной сумке, следует рассматривать как организмы более прогрессивные для условий короткого вегетационного периода с неблагоприятными низкими температурами северных районов, а также с неблагоприятными

гоприятными условиями высокогорья. Образование плодового тела меньших размеров с одной сумкой и созревание сумкоспор происходит быстрее, чем у более крупных плодовых тел, содержащих несколько сумок. Вместе с тем перидий плодового тела лучше защищает единственную сумку. В более суровых северных условиях наблюдается массовое образование плодовых тел, что обеспечивает более надежную перезимовку грибов и широкое их распространение.

В пользу того, что односумчатые формы сформировались и широко распространились в более северных жестких условиях позже в сравнении с многосумчатыми, которые эволюционировали в более благоприятных условиях, можно в какой-то мере опереться на данные М. В. Горленко [10, 12]. По его наблюдениям, виды рода *Sphaerotheca* на розах, крыжовнике и хмеле, в отличие от представителей многосумчатых родов семейства *Erysiphaceae*, вызывают деформацию пораженных побегов, а нередко и их отмирание, что не типично для облигатных паразитов. Он же приводит и другой пример: односумчатый гриб *Sphaerotheca alchemilla* на *Filipendula ulmaria* вызывает деформацию побегов, а многосумчатый *Erysiphe ulmaria* на этом же растении подобных симптомов не дает.

У мучнисторосяных грибов, которые продвинулись на юг в жаркие и сухие зоны, вероятно, постепенно выработался эндотрофный мицелий, надежно защищенный тканями питающего растения от воздействия на него высоких температур, низкой влажности и других неблагоприятных условий окружающей среды.

Анализируя такой признак, как число спор в сумке, следует указать на его заметную вариабельность, поэтому при изучении эволюции и филогении мучнисторосяных грибов большого значения он не имеет, однако при построении схемы взаимоотношений родов в пределах семейства *Erysiphaceae* иногда учитывают и число спор в сумке [9].

Одним из основных путей эволюции мучнисторосяных грибов является совершенствование придатков клейстотециев. В этом плане наиболее древними и примитивными являются грибы из рода *Erysiphe*, плодовые тела которых образуют обычно простые, гибкие придатки, неотличимые от мицелия и переплетающиеся с ним. По-видимому, такие или близкие к ним формы трансформировались в представителей современных родов с жесткими придатками, резко отличающимися от мицелия и не переплетающимися с ним. Например, у видов рода *Microsphaera* придатки плодовых тел на концах один или несколько раз дихотомически разветвленные. Придатки клейстотециев у видов рода *Uncinula* обычно на вершине загнуты крючком или спирально закручены. Для видов рода *Phyllactinia* характерны два типа придатков: одни шиловидные, со сферически вздутым основанием, расположены экваториально; другие кистевидные, расположены на вершине клейстотеция.

Грибы, имеющие плодовые тела с жесткими придатками, приспособились распространяться не только конидиями, но и клейстотециями. Плодовые тела с жесткими придатками, не переплетающимися с мицелием, легко отделяются от него, переносятся с помощью воздушных токов на другой субстрат и приклеиваются к нему ослизненными концами. Так распространяются грибы из рода *Microsphaera*. Плодовые тела грибов рода *Phyllactinia* приподнимаются над субстратом в результате постепенного изменения расположения шиловидных придатков: от горизонтального до почти вертикального. Оторвавшиеся от основного субстрата плодовые тела этого рода прикрепляются к другому субстрату с помощью придатков другого типа — кистевидных и слизистых.

Кроме основных, резко отличающихся друг от друга типов придатков, известны промежуточные переходные формы. У таких грибов бывает трудно установить, к какому роду следует отнести тот или иной вид. Например, виды рода *Microsphaera* со слабой дифференциацией концов придатков чрезвычайно схожи с видами рода *Erysiphe*. Наличие ряда переходных форм между родами дает основание считать такие роды в фи-



логенетическом плане близкородственными, а те из них, которые объединяют пока немного видов (например, *Phyllactinia*), вероятно, являются представителями более позднего происхождения.

Наряду с сумчатым спороношением протекала эволюция и конидиального спороношения. Последнее во многом определялось окружающими условиями. Так, цепочки конидий формируются преимущественно в зонах с мягким влажным климатом, там, где грибы для широкого своего распространения должны продуцировать достаточно много инфекционного материала. Причем функцию конидиеносца в этом случае выполняет либо обычная клетка мицелия, либо уже имеются дифференцированные зачаточные конидиеносцы в виде слабо вздутой клетки. В сухих и жарких районах конидиеносцы хорошо выражены, выходят через устья от гиф эндотрофного мицелия, несут на вершине конидиеносца только по одной конидии.

Принимая во внимание положения, изложенные выше, общий ход эволюции мучнисторосяных грибов можно представить в виде такой схемы. От более древних, примитивных форм произошли представители рода *Erysiphe*. Последние эволюционно связаны с родами *Uncinula* и *Microsphaera*. Заканчивается эта эволюционная ветвь родом *Phyllactinia*. С родом *Erysiphe* связан и род *Sphaerotheca*, с родом *Microsphaera* — род *Podosphaera*. Вероятно, существует филогенетическая связь и между односумчатыми родами *Sphaerotheca* и *Podosphaera*. Боковой ветвью рода *Erysiphe* является род *Leveillula*.

Для того чтобы более четко и определенно, более достоверно дать схему эволюции и филогенетических связей мучнисторосяных грибов, необходимо учитывать не только их морфологические признаки. Рассматривая вопросы эволюции и филогении, следует детально проанализировать также генетические, физиологические, биохимические и другие особенности представителей *Erysiphaceae* [7, 13]. Чем больше разнообразных признаков будет привлечено для построения естественной системы мучнисторосяных грибов, тем система будет более совершенной и достоверной. Проблема эволюции и филогении мучнисторосяных грибов, как впрочем и других групп грибов, должна решаться с позиций комплексного подхода.

### Список литературы

1. Головин П. Н. Микофлора Средней Азии. Т. 1: Мучнисторосяные грибы Средней Азии. Ташкент, 1949. Вып. 1.
2. Головин П. Н. // Бюл. Среднеаз. ун-та. Ташкент, 1947. Вып. 25. С. 109.
3. Arnaud G. // Ann. Epiphyt. 1921. V. 7. P. 82.
4. Gäumann E. Vergleichende Morphologie der Pilze. Jena, 1926. S. 190.
5. Luttrell E. S. // Mycologia. 1955. V. 47. P. 511.
6. Kreisel H. Grundzüge eines natürlichen Systems der Pilze. Jena, 1969.
7. Ульянищев В. И. О филогении мучнисторосяных грибов. Грибы и лишайники в экосистеме: Тез. докл. Рига, 1985. Ч. 2. С. 41.
8. Ячевский А. А. Карманный определитель грибов. Мучнисторосяные грибы. Л., 1927. Вып. 2.
9. Blumer S. Beiträge zur Kryptogamenflora d. Schweiz. 1933. B. 7. N. 1.
10. Горленко М. В. Мучнисторосяные грибы Московской области (Семейство *Erysiphaceae*). М., 1983.
11. Neger F. Beiträge zur Biologie der Erysipheen. 1901. B. 1. N. 88. S. 333.
12. Горленко М. В. // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1978. Т. 83. Вып. 3. С. 72.
13. Сидорова И. И., Тарасов К. Л. // Итоги науки и техники. Ботаника. 1980. Т. 4. С. 3.

## ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ СВИНЦА РОГОЛИСТНИКОМ ТЕМНО-ЗЕЛЕНЫМ (*Ceratophyllum demersum* L.)

Соли тяжелых металлов относятся к числу распространенных источников загрязнения водоемов. В связи с этим представляется интересным выяснить условия произрастания *Ceratophyllum demersum* L. при различных концентрациях ионов тяжелых металлов и способности их накопления растениями в искусственной среде.

Нами проведена серия опытов с целью определения роли макрофитов в самоочищении водоемов от свинца. *Ceratophyllum demersum* взят для исследований как типичный представитель гидатофитов [1], которые, как известно, являются значительными накопителями макро- и микроэлементов из окружающей среды [2—4]. Это растение отобрано в природных озерах Березинского биосферного заповедника, вода, донные отложения и водные растения которых еще не загрязнены тяжелыми металлами [3].

*Ceratophyllum demersum* культивировался в лабораторных условиях, в аквариумах в питательной среде [5] при температуре 18—20 °С. Концентрированные растворы азотнокислой соли Pb (как легко диссоциирующей на ионы  $Pb^{+2}$  и  $2(NO_3)^{-1}$ ) в определенном количестве вносили в разбавленную питательную среду в пропорции 1 : 20, тщательно перемешивали и разливали в сосуды по 2 л. В каждый сосуд помещали *Ceratophyllum demersum* на 12 сут; контролем служили аналогичные сосуды без добавки металла. Для слежения за изменением концентрации свинца в среде без присутствия растения одновременно ставили химической контроль только с солью. Вначале исследования проводились с невысокими дозами, которые подбирали согласно предельно допустимым концентрациям (ПДК) свинца для поверхностных вод [6], затем — в большем диапазоне концентраций металла для выяснения летальных доз. После опыта растения высушивались, озольались; содержание свинца определялось атомно-абсорбционным методом [7].

Исследования подобного рода проводились неоднократно, но на других водных растениях. Следует заметить, что макрофиты по-разному относятся к токсикантам: одни выдерживают большие концентрации, а затем погибают, другие отмирают при малых дозах, третьи удовлетворительно чувствуют себя и при довольно значительных их количествах [8—10]. Из всех изучаемых металлов по интенсивности накопления на единицу сухой биомассы на первом месте стоит свинец [11]. Ингибирующее влияние его отмечалось в виде частичного пожелтения *Ceratophyllum demersum* на 5-е сут при содержании свинца 0,1 мг/л и выше. Концентрации менее 0,1 мг/л за 12-суточный период не вызывали гибели растений. При сравнении полученных результатов с данными других исследователей [12] отмечено, что плейстофиты более устойчивы к соединениям свинца, чем гидатофиты. В частности, подавление роста и гибель *Lemna minor* наступало при количестве свинца 2—3 мг/л. В наших опытах при концентрациях его менее 0,1 мг/л (ПДК для поверхностных вод: 0,005; 0,01; 0,02; 0,05 мг/л) накопление происходило довольно слабо, причем в две фазы: быстрое в течение 1—5 сут, связанное с ростом растения, и прекращение накопления, при котором наблюдается перераспределение ионов от старых вегетативных органов ко вновь образующимся. При этом происходит насыщение растительных клеток свинцом до определенного предела, затем процессы поглощения затормаживаются.

Совсем по-иному процессы накопления осуществляются при концентрациях Pb: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 мг/л. В этом случае нами отмечено два пика поглощения: на 1—3-и и на 10—12-е сут. Начальное быстрое накопление свинца связано с ростом культуры, затем растительные клет-

ки насыщаются свинцом и накопление прекращается. В дальнейшем происходит перераспределение ионов во вновь образовавшиеся побеги. На 7—12-е сут *Ceratophyllum demersum* отмирает при летальных для него дозах свинца: 0,1 мг/л и выше. Как отмечено [13], отмирающие растительные ткани обладают способностью аккумулировать многие микроэлементы, чем и объясняется второе повышение содержания свинца в растении. Следовательно, при концентрациях свинца 0,1—3,0 мг/л наблюдаются три фазы накопления: быстрое накопление, прекращение и повторное увеличение свинца. По-видимому, это объясняет повышенные накопительные способности сапропелей [1, 13].

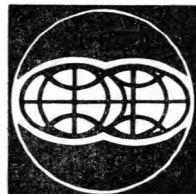
Содержание свинца в сухой биомассе  
*Ceratophyllum demersum*, мг/г

Концентрация свинца в среде, мг/л	Время культивирования, сут					
	1	3	5	7	10	12
0,005	0,175	0,15	0,125	0,1	0,08	0,07
0,01	0,2	0,25	0,2	0,12	0,1	0,1
0,02	0,3	0,32	0,2	0,13	0,125	0,1
0,05	0,2	0,35	0,27	0,16	0,15	0,1
0,1	0,41	0,575	0,45	0,3	0,325	0,35
0,2	0,4	0,45	0,225	0,3	0,35	0,32
0,5	0,625	1,025	1,0	0,9	0,775	0,85
1,0	2,25	1,6	1,175	1,45	1,7	1,75
2,0	2,0	1,35	1,275	1,0	1,8	1,575
3,0	3,85	3,625	3,6	3,65	4,8	2,8

Исследованиями установлено, что абсолютное накопление свинца увеличивается с повышением его количества в среде, а при его концентрации 3 мг/л содержание в растении достигает 4,8 мг/г (сухой массы) (см. таблицу), в то время как по данным Т. Ф. Микряковой [12] содержание свинца у плейстофита *Lemna minor* после 12-суточного культивирования составило всего 1,59 мг/л. Концентрация Pb 0,1 мг/л в среде является границей, определяющей жизнедеятельность и отмирание растений. При количестве свинца 0,005—0,1 мг/л отмечено слабое, 0,1—3,0 мг/л — значительное накопление и летальное воздействие. Таким образом, опыты дают основание положительно ответить на вопрос о возможности использования *Ceratophyllum demersum* для очистки природных вод.

### Список литературы

1. Раслопов И. М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР. Л., 1985.
2. Дикиева Д., Петрова И. А. // Гидробиол. процессы в водоемах. Л., 1983. С. 107.
3. Парфенов П. В. // Весті АН БССР. Сер. біял. навук. 1986. № 1. С. 31.
4. Allenby K. G. // Hydrobiologia. 1966. V. 27. № 3—4. P. 498.
5. Michael R., Barko Smart and John W. // Aquatic botany. 1985. V. 21. № 3. P. 251.
6. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. М., 1975.
7. Унифицированные методы мониторинга фонового загрязнения природной среды. М., 1986.
8. Микрякова Т. Ф. // Биология внутренних вод: Инф. бюл. Л., 1980. № 48. С. 22.
9. Mudroch A., Sarobianco J. A. // Hydrobiologia. 1979. V. 64. № 3. P. 223.
10. Wahben M. I., Mahasneh A. // Bot. Mar. 1984. V. 27. № 8. P. 377.
11. Nakada M., Fukaya K., Takeshita S., Wada Y. // Bull. Environ. Contam. Toxicol. 1979. V. 22. № 1—2. P. 21.
12. Микрякова Т. Ф. // Пресноводные гидрофиты и их экология. Л., 1983. С. 31.
13. Timofeeva N. A., Kulikev N. V. // Radioecol. Concentrat. Processes. 1967. P. 835.



УДК 911.3:33

*А. В. ТОМАШЕВИЧ, Р. А. ЖМОЙДЯК*

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕСТРОЙКИ**

В последние годы значительно усилилось внимание широкой общественности к конструктивным преобразованиям природных и хозяйственных систем, к проблемам рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды. С точки зрения гуманизации взаимоотношений общества и природы эти тенденции вполне закономерны; они отражают реализацию принципа общенародной собственности на средства производства, закрепленного Конституцией СССР. Однако вызывает озабоченность то обстоятельство, что в этом общем позитивном процессе география как фундаментальная наука о земле, призванная обосновывать разумные пределы вмешательства человека в природные процессы, ослабила свои позиции. Сократилось число комплексных исследований и монографических публикаций, посвященных географическим проблемам населения, оценке ресурсного потенциала крупных регионов страны, анализу влияния научных, технологических, организационно-экономических и экологических факторов и условий на развитие форм и методов интенсификации природопользования. Все еще не разработаны методологические принципы и критерии оценки потребительной стоимости природных ресурсов как естественных средств производства, много нерешенных вопросов в установлении цен на землю, лес, воду, полезные ископаемые и т. д. Все это усложняет и сдерживает решение задач оптимизации территориальных пропорций воспроизводства, совершенствования структуры хозяйства, эффективности размещения производительных сил. Совершенно недостаточным является изучение территориальных сочетаний природных ресурсов и эффективности их комплексного использования; необходимы глубокие исследования негативных экологических последствий ресурсоиспользования, особенно в районах с высокой плотностью населения. Нуждается в совершенствовании система прогнозирования, планирования и управления ресурсоиспользованием в условиях интенсификации и перестройки общественного производства. Необходимо участие географов в разработке нормативов и методических документов по оценке природных ресурсов, в определении экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценке экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды и нерациональным использованием природных ресурсов.

Нельзя не согласиться с мнением, что современная география, прочно удерживая позиции в первооткрывательстве, в создании и обслуживании заповедных территорий, не обеспечила комплексного подхода, географического мышления при решении важнейших народнохозяйственных задач; многие исследования не доводятся до уровня, на котором они органически сливались бы с практикой планирования и управления экономи-

кой [1]. Это прежде всего относится к вузовской науке. Например, большинство научных разработок, выполняемых кафедрами географического факультета БГУ имени В. И. Ленина в рамках тематики различных отраслевых и академических специализированных институтов, носят сугубо подчиненный характер, в основном играют роль первичного фактического материала, в результате теряются приоритет и авторство разработчика на конечном этапе исследования.

Основной причиной снижения активности вузовской географической науки явилось, по-видимому, то обстоятельство, что на протяжении длительного периода в основу планирования и управления экономикой страны был положен отраслевой принцип без надлежащего учета особенностей и потребностей территории регионов. Таким образом, роль территориальных органов управления в обеспечении рационального использования трудовых, сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, кооперировании производства, охране природы, в развитии производственной и социальной инфраструктуры была в значительной степени ослаблена. Ограниченный бюджет местных органов управления, не зависящий от доходов предприятий, работающих на подведомственной территории, их организационная структура, рассчитанная на политико-воспитательные и административные методы руководства, не позволяют обеспечить комплексное развитие экономики территорий. Все это предопределило ограниченные возможности проведения исследований по крупным комплексным научно-техническим программам географического профиля, связанным с рациональным природопользованием в территориальном плане. Для таких исследований не было заинтересованного заказчика, способного активно внедрять результаты исследований, так как эффективные экономические рычаги для воздействия на отраслевые министерства и ведомства, пользующиеся ресурсами региона, у территориальных органов управления, по существу, отсутствовали.

Решение XXVII съезда КПСС о необходимости «усилить зависимость доходов местных бюджетов от результатов хозяйственной деятельности объединений, предприятий и организаций, расположенных на соответствующей территории» [2], а также Постановление ЦК КПСС, Президиума Верховного Совета СССР и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему повышению роли и усилению ответственности Советов народных депутатов за ускорение социально-экономического развития в свете решений XXVII съезда КПСС» от 29 июля 1986 г. открыли путь к совершенствованию региональной системы управления на основе экономических форм и методов руководства. Возникла необходимость в таком хозяйственном механизме, при котором рациональное использование природных ресурсов стало бы объектом экономических интересов как отраслей, потребляющих данный ресурс, так и региона, выступающего в качестве самостоятельного, относительно экономически обособленного хозяйственного субъекта, за которым закреплены его природные ресурсы. Таким образом, экономические отношения между отраслями и регионами должны строиться на основе хозрасчета.

В регионе на основе платности природных ресурсов должны создаваться фонды регионального развития, изменяться объемы и источники накопления финансовых ресурсов. Важнейшим из них станет часть прибылей предприятий всех уровней подчинения в форме платежей за региональные ресурсы, в том числе за земельные, водные, минерально-сырьевые и топливно-энергетические, лесные, рекреационные и др. Часть этих фондов должна направляться на финансирование тех функций хозяйственной деятельности региона, которые ранее частично осуществлялись отраслями, предприятиями или государством и качество выполнения их не всегда соответствовало интересам региона как природно-хозяйственного комплекса, в том числе на природоохранную деятельность, воспроизводство ресурсов, научное обеспечение рационального ресурсоиспользования и др.

Углубление региональных хозрасчетных отношений создает реальные

предпосылки такой системы производственных отношений, когда «сфера экономической заинтересованности в конечных результатах хозяйствования расширяется, захватывает не только объединения и предприятия, но и территории: города, области, республики», когда «принцип социализма «от каждого по способностям, каждому по труду» утверждается и на территориальном уровне» [3].

В этом свете существенно повышается актуальность исследований социально-экономических и природных условий и ресурсов каждого региона с точки зрения их богатства и разнообразия, условий воспроизводства и охраны, экономической и социальной значимости для современных и будущих поколений, в том числе в целях разработки прогрессивных нормативов изъятия ресурсов из природных экосистем для обеспечения условий рационального природопользования. Платность ресурсов предполагает разработку для каждого региона системы их денежной оценки в зависимости от региональных социально-экономических и природных условий.

Особенно актуальны комплексные исследования природных и социально-экономических условий и ресурсов регионов различного таксономического ранга методами физической и экономической географии. Эти исследования должны быть подчинены единой концепции рационального ресурсоиспользования. Например, для географического факультета Белгосуниверситета имени В. И. Ленина, как методологического и координирующего центра географической науки в республике, все исследования целесообразно подчинить решению единой проблемы «Осуществить комплексные географические исследования природных условий и ресурсного потенциала Белоруссии в целях его оценки и разработки рекомендаций по рациональному использованию и охране в условиях интенсификации общественного производства». В рамках данной комплексной проблемы может быть использован весь научный потенциал, все преподаватели факультета, в том числе специалисты в области экономической географии зарубежных стран, которые должны выявить и изучить наиболее прогрессивные методы ресурсоиспользования в зарубежной практике для внедрения их в местных условиях. Результаты исследований, кроме того, будут полезны как научная база для разработки учебников и учебных пособий нового поколения. Эта проблема должна быть зарегистрирована в качестве важнейшей республиканской фундаментальной проблемы, закрепленной за Белгосуниверситетом имени В. И. Ленина, как головной организацией, до 2000 г. и на дальнейшую перспективу.

В регионах с высокой техногенной нагрузкой, к которым относится Белоруссия, где самовосстановительные процессы экосистем замедлены, зоны аэрации недостаточно надежно защищены естественными природными экранами, должны быть особенно усилены исследования по программе мониторинга биосферы с привлечением современных технических средств и методов наблюдения, контроля, интерпретации и прогнозирования экологической ситуации в целях принятия своевременных эффективных мер по охране окружающей среды. Для этого уже сейчас на базе географического факультета БГУ имени В. И. Ленина необходимо начать подготовку квалифицированных кадров экологов. Только специалисты, вооруженные знаниями основных дисциплин географии и геохимии, технологии, методов экономической оценки природных ресурсов, в том числе экономической оценки ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды, а также санитарных нормативов, правовых норм и других дисциплин, составляющих основу экологического образования, смогут принять на себя природоохранительные функции в региональном управлении социально-экономическим развитием на всех уровнях.

К числу современных технических средств и методов, которые призваны повысить качество исследований, а также эффективность учебного процесса, обеспечить доверие заказчиков к научным разработкам, относится прежде всего создание автоматизированного геоинформационного

обеспечения (банка) регионального природопользования с элементами аэрокосмической оперативной геоинформационной системы.

БГУ имени В. И. Ленина, например, располагая парком ЭВМ, может, на наш взгляд, обеспечить себя представительным массивом информации по географии ландшафтов, отдельно по гидросети, растительному и животному миру республики, полезным ископаемым, почвам, геоморфологии, рекреационным ресурсам и т. д.

Фактографические данные уже существующих кадастров по некоторым природным ресурсам в различных организациях БССР могут быть после необходимой доработки сконцентрированы на машинных носителях без больших дополнительных затрат. В БелНИГРИ, например, впервые в стране завершена 1 очередь автоматизированной информационной системы Государственного водного кадастра (АИС ГВК) по подземным водам. В республике имеется фонд аэрокосмических данных, информация по малым рекам БССР и т. п. При помощи этих частных систем затруднительно решать региональные комплексные задачи, но их интеграция под эгидой географической науки позволит обеспечить в БГУ имени В. И. Ленина благоприятные условия для постановки и решения проблем рационального ресурсоиспользования крупного масштаба.

Создание региональной автоматизированной геоинформационной системы поднимет интеграционный потенциал географии как конструктивно-прикладной науки, даст новый импульс развитию картографического моделирования и другим направлениям геоинформационной технологии. Силами студенческих научно-исследовательских лабораторий Белгосуниверситета имени В. И. Ленина, а также Гомельского университета в стационарных условиях и на полевых практиках банк данных может систематически пополняться и обновляться.

Следует иметь в виду, что широкая гласность проектирования и реализации крупных народнохозяйственных целевых программ, связанных с техногенным воздействием на природные экосистемы, вызывает необходимость активной географической экспертизы проектов, которая без качественных и количественных экспериментов на основе системного анализа и моделирования естественных процессов не даст объективных научно обоснованных результатов.

Исследования в области социально-экономической географии, главным образом в целях достижения гармонии в структуре комплекса общество — производство — природа, потребуют ввода в автоматизированную систему необходимого количества экономгеографической и социальной информации.

На VIII съезде Географического общества СССР в 1985 г. отмечено, что большие задачи стоят и перед советской политической географией. Это касается борьбы с буржуазной идеологией в географии, пропаганды и распространения марксистско-ленинских теоретических основ. И если в учебном процессе на этот аспект обращается серьезное внимание, то в научном плане, «к сожалению, как раз в реализации этих идеологических и культурных функций географии дело обстоит неважно» [4]. В связи с этим в геоинформационной системе целесообразно предусмотреть формирование банка политико- и экономгеографических данных мира, который позволит оперативно привлекать необходимый материал для повышения качества лекционной пропаганды в области социологии, политической и экономической географии и экологии, а также преподавания этих дисциплин. Это позволит активизировать научно-исследовательские работы студенческих научных лабораторий в этом направлении.

Активное включение географической науки в решение народнохозяйственных проблем позволит обеспечить оптимальное соотношение регионального и отраслевого подходов в новом механизме управления экономикой.

## Список литературы

1. Можин В. П. // Науч.-практич. задачи советской географии. Л., 1985. С. 20.
2. Материалы XXVII съезда КПСС. М., 1987. С. 333.
3. Правда. 1986. 2 октября.
4. Трешников А. Ф., Жекулин В. С. и др. // Науч.-практич. задачи советской географии. Л., 1985. С. 14.

УДК 911.3:796.50(47)

В. М. ЗАЙЦЕВ

### АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИГОРОДНОГО ОТДЫХА ПОСРЕДСТВОМ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В организации досуга населения особую актуальность приобретает анализ пространственной организации отдыха и рекреационной освоенности территории, что связано с постоянно расширяющимся вовлечением в рекреационный процесс новых территорий, ростом интенсивности воздействия на природную среду. Это, в свою очередь, обуславливает появление ряда новых острых проблем в системе «отдыхающие — природные комплексы» не только в зонах отдыха всесоюзного значения, но и в пригородных территориях крупных и крупнейших городов, где плотность отдыхающих весьма значительна, особенно в выходные дни.

Территориальная организация отдыха и рекреационная освоенность территории определяются совокупностью факторов, отражающих состояние субъекта и объекта отдыха, практическую деятельность его организаторов, развитие процессов рекреационной избирательности. До настоящего времени пространственная организация отдыха и уровень рекреационной освоенности территории изучаются с помощью анализа реализованной рекреационной потребности, а также пассажиропотоков. Однако этот путь не всегда приемлем прежде всего из-за трудностей, возникающих при изучении крупных объектов исследования (значительные затраты времени, труда, средств и т. п.), и, кроме того, абсолютная точность результатов при этом не гарантирована, так как исследование обычно носит выборочный характер и приходится прибегать к интерполяции и экстраполяции данных. При исследовании территориальных рекреационных систем пригородного типа Белорусской ССР нами использован новый подход, основанный на параметризации рекреационной деятельности с помощью уравнений множественной регрессии [1].

В обобщенном виде возможности регрессионного анализа можно выразить двояко: с нахождением зависимости появляется возможность не только объяснения причинной связи явлений, но и предсказания изменения зависимой переменной от вариации независимых. Это позволило в нашем случае использовать множественный регрессионный анализ для решения двух задач исследования: а) параметризации рекреационной деятельности, или поиска уравнения и соответствующей ему траектории, которым в статистическом случае подчиняется распределение отдыхающих; б) оценки рекреационной освоенности территории посредством сравнительного анализа статистически предсказанного и истинного числа отдыхающих. Территориальный анализ освоенности осуществляется при этом с помощью картирования.

Параметризация рекреационной деятельности обеспечивает получение моделей (уравнений множественной регрессии), которые отражают соотношение между зависимой переменной ( $y$ ) и совокупностью независимых признаков ( $x$ ). В роли зависимых переменных последовательно выступали виды пригородного отдыха, независимых — условия рекреационной деятельности и остальные, кроме моделируемого, виды отдыха. Включение последних в совокупность независимых признаков оправдано, поскольку доказано, что некоторые виды отдыха выполняют и функции условий рекреационной деятельности.



Анализ проводился в разрезе 19 видов пригородного отдыха и 46 условий рекреационной деятельности. Их количественные параметры фиксировались в пределах территориальных единиц исследования: районе регистрации (участок территории площадью 4 км<sup>2</sup>) и зоне регистрации (36 км<sup>2</sup>) [2]. В зоне регистрации обследовались только условия отдыха. Характер связи между исследуемыми признаками мало изучен, поэтому при расчете уравнений использована прямая стандартная пошаговая регрессия (*F*-метод), когда независимые переменные включаются в подмножество согласно предварительно заданному критерию [3, 4].

Уравнения регрессии справедливы только для той совокупности данных, на основании которой они получены. Для Минской пригородной территориальной системы они имеют вид:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= -0,095 + 6,17x_9 + 0,44x_{10} - 0,51x_{11} + 0,08x_{22} + 0,10x_{33}; * \\
 y_2 &= -0,15 + 0,91x_{11} + 0,30x_{14} + 0,03x_{16} + 0,60x_{19} - 0,02x_{44} - 0,32x_{55} + \\
 &+ 0,06x_{57} - 0,05x_{63}; \\
 y_3 &= -16,88 - 0,39x_{12} + 0,61x_{21} + 26,08x_{33} - 20,67x_{36} - 0,21x_{46}; \\
 y_4 &= 0,01 + 1,07x_{19} + 0,80x_{42} + 0,99x_{44}; \\
 y_7 &= 0,00 - 5,55x_{19} + 0,89x_{43}; \\
 y_8 &= 0,00 + 0,99x_1 - 0,44x_{10} + 7,46x_{11} - 0,75x_{15} - 0,40x_{19} + 0,01x_{44}; \\
 y_9 &= 0,00 + 0,06x_1 - 0,07x_{10} - 0,07x_{19} + 0,02x_{22} - 0,01x_{33} + 0,02x_{35}; \\
 y_{10} &= 0,01 + 0,20x_8 + 0,49x_{11} + 0,11x_{15}; \\
 y_{11} &= 0,01 + 0,13x_8 - 1,32x_{15} - 0,01x_{33}; \\
 y_{12} &= 24,56 - 0,38x_3 + 0,63x_{15} - 0,51x_{18} + 0,94x_{21} - 0,18x_{23} + 46,27x_{39} - \\
 &- 13,20x_{40} + 32,18x_{60}; \\
 y_{13} &= -0,10 - 0,28x_2 + 0,09x_7 + 0,86x_{11} + 0,10x_{14} + 0,29x_{18} + 0,21x_{54}; \\
 y_{14} &= 0,00 + 0,11x_7 - 0,32x_{11} - 1,07x_{19} + 0,20x_{42} + 0,01x_{44}; \\
 y_{15} &= 0,00 - 0,02x_1 - 0,10x_8 + 0,22x_{22}; \\
 y_{16} &= 1,68 + 19,66x_2 - 0,46x_3 - 7,21x_{10} - 10,38x_{11} - 0,45x_{12} - 0,64x_{13} - \\
 &- 9,38x_{14} - 0,46x_{17} - 16,52x_{19} + 0,46x_{20} - 0,02x_{23} - 0,03x_{25} + 0,15x_{42} + \\
 &+ 0,28x_{53} + 8,29x_{55} - 7,78x_{58} + 0,50x_{63}; \\
 y_{17} &= 7,96 + 1,27x_{13} - 0,09x_{23} + 25,37x_{36} + 6,12x_{48} + 9,77x_{50} + 9,66x_{52} - \\
 &- 4,16x_{57}; \\
 y_{18} &= -0,27 + 0,02x_3 - 0,07x_7 + 0,87x_{13} + 0,05x_{16} - 0,03x_{44} + 5,58x_{60} - \\
 &- 31,14x_{61} + 4,41x_{63}; \\
 y_{20} &= 0,05 + 1,00x_3 + 1,04x_6 + 1,01x_7 + 8,10x_{11} + 1,00x_{12} + 1,00x_{13} + \\
 &+ 1,14x_{14} + 1,00x_{17} + 0,98x_{18} + 0,71x_{22}.
 \end{aligned}$$

Важнейшим требованием, предъявляемым к полученным уравнениям,

\* Индексы при переменных обозначают виды и условия отдыха (в статье рассматриваются только индексы, представленные в уравнениях): 1 — длительный дачевладелец; 2 — дачеустройство; 3 — длительный в сельских поселениях; 4 — длительный в палатке; 6 — длительный в учреждениях оздоровительного типа; 7 — длительный в учреждениях спортивно-туристского типа; 8 — уикэнд дачевладельцев; 9 — однодневный у дачевладельцев; 10 — уикэнд у дачевладельцев; 11 — длительный у дачевладельцев; 12 — кратковременный в сельских поселениях; 13 — кратковременный в палатке; 14 — уикэнд в учреждениях организованного отдыха; 15 — однодневный дачевладелец; 16 — однодневный на природе (купально-пляжный и прогулочный циклы); 17 — сбор «даров природы»; 18 — рыбная ловля; 19 — водный туризм; 20 — всего отдыхающих; 21 — количество дворов в сельских поселениях; 22 — количество дач (садово-огородных построек); 23 — транспортная удаленность от города-центра; 25 — пассажироплотность в сутки автобусов из города-центра; 33 — плотность автодорог в зоне регистрации; 35 — плотность асфальтированных дорог в зоне и 36 — соответственно в районе регистрации; 39 — количество предприятий общепита; 40 — количество учреждений культуры; 42 — емкость учреждений оздоровительного типа для взрослых; 43 — емкость учреждений спортивно-туристского типа; 44 — емкость пионерских лагерей; 46 — перепад высот; 48 — площадь лесов в районе регистрации; 49 — площадь сосновых лесов в зоне регистрации; 50 — площадь сосновых лесов в районе регистрации; 51 — площадь смешанных (с сосной) лесов в зоне регистрации; 52 — площадь смешанных (с сосной) лесов в районе регистрации; 53 — протяженность контактной зоны поле — лес; 54 — протяженность контактной зоны водоем — лес; 55 — протяженность контактной зоны рекреационный водоем — лес; 57 — площадь рекреационных водоемов в зоне регистрации; 58 — площадь рекреационных водоемов в районе регистрации; 60 — плотность рекреационной речной сети в зоне регистрации; 61 — плотность рекреационной речной сети в районе регистрации; 63 — протяженность контактной зоны рекреационный водоем — поле.

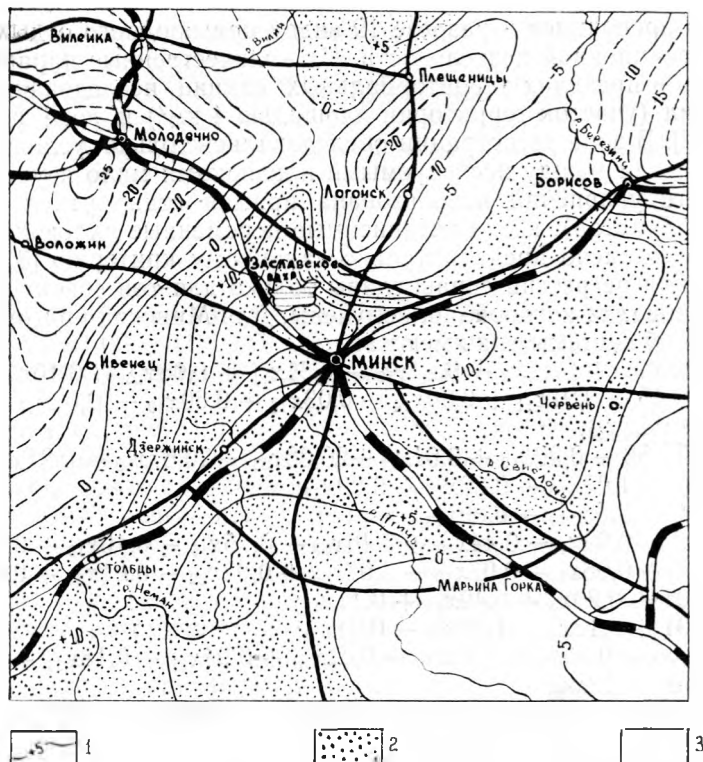


Рис. 1. Освоенность Минской пригородной ТРС длительно отдыхающими в сельских поселениях:

1 — изолинии уровня освоенности (чел/км<sup>2</sup>); 2 — более освоенные районы; 3 — менее освоенные районы

является обеспечение достоверного предсказания ожидаемой, или статистической, численности отдыхающих в любом из заданных ареалов рекреационной системы, для которой это уравнение рассчитано. Уравнение как параметр рекреационной деятельности отражает усредненный уровень освоенности системы данным видом отдыха, те типичные черты, которые характерны для сложившейся в системе избирательности условий рекреационной деятельности при его осуществлении. Поскольку рекреационная освоенность в территориальном разрезе в пределах системы дифференцирована, очевидно, что ожидаемая численность отдыхающих в разных ее ареалах будет отличаться от реальной, причем на различную величину. Разность между ожидаемой и реальной численностью отдыхающих условно можно определить как ошибку уравнения регрессии, хотя фактически она не является таковой и в действительности характеризует относительную рекреационную освоенность конкретного ареала системы исходя из представленного в его пределах рекреационно-ресурсного потенциала и положения, сложившегося с его использованием в системе в целом. Если ожидаемая численность отдыхающих превышает реальную, ареал относительно менее освоен (недоосвоен), если наоборот — относительно переосвоен. В случаях, когда имеются сведения о допустимой численности отдыхающих в этом ареале, легко осуществить и анализ абсолютной рекреационной освоенности.

Репрезентативность параметров рекреационной деятельности относительно выборочной совокупности территориальных единиц регистрации, на основе обследования которых они были рассчитаны, сомнения не вызывает. Для проверки их соответствия генеральной совокупности в 70 специально отобранных для этого методом собственно случайного отбора территориальных единицах регистрации проведены проверочные иссле-

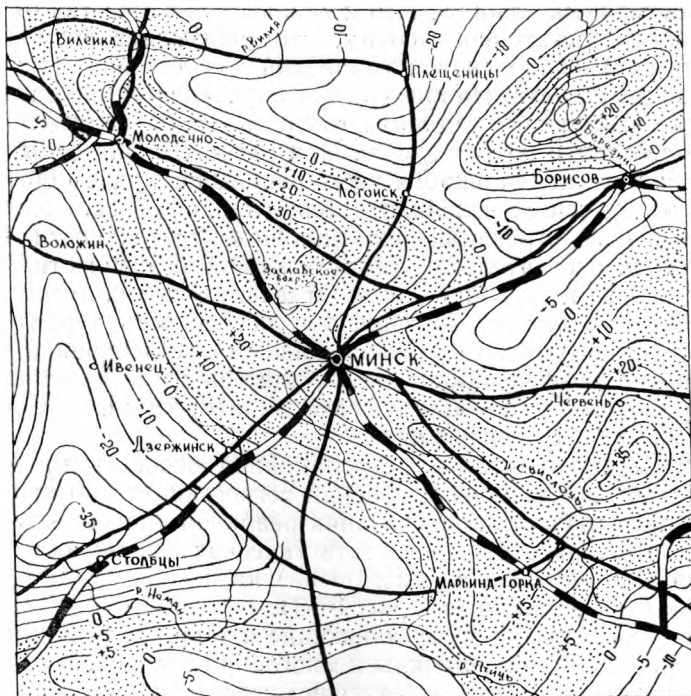


Рис. 2. Освоенность Минской пригородной ТРС кратковременно отдыхающими в сельских поселениях (условные обозначения см. рис. 1)

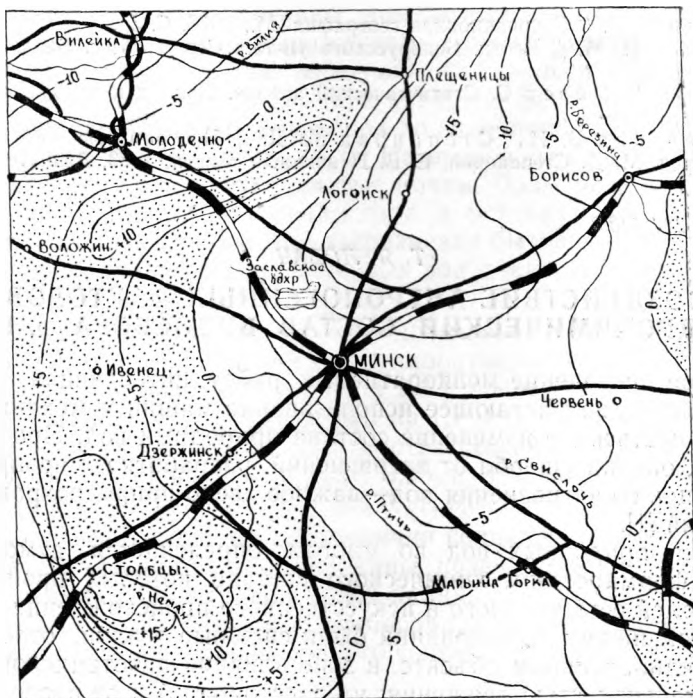


Рис. 3. Освоенность Минской пригородной ТРС собирателями грибов и ягод (условные обозначения см. рис. 1)

дования. Соотношение ожидаемого и реального количества отдыхающих в них оказалось достаточно высоким, что доказывает возможность использования полученных систем уравнений для анализа пространственной организации отдыха. Например, при определении ожидаемой общей численности отдыхающих заданная точность ( $\pm 10$  человек) была достигнута более чем в 90 % случаев. При расчете числа отдыхающих по отдельным видам отдыха ошибки несколько выше, причем обычно, когда количество отдыхающих невелико и территориально сконцентрировано.

На основе параметризации рекреационной деятельности выполнена серия картосхем относительной рекреационной освоенности территории наиболее массовыми видами отдыха. Отдельные из них представлены на рис. 1—3. В целом анализ показал, что освоенность территориальных систем пригородного отдыха разными видами рекреационной деятельности существенно дифференцирована, но для большинства из них, особенно кратковременных, районы, прилегающие к городу-центру, освоены относительно выше, чем периферийные.

Картосхемы относительной рекреационной освоенности выполняют также функцию карт ошибок уравнений регрессии, что позволяет значительно повысить точность предсказания реальной численности отдыхающих [1]. Для этого рассчитанная статистическая численность отдыхающих должна быть увеличена (уменьшена) на показатель относительной рекреационной освоенности (см. рис. 1—3).

Рекреационные процессы, протекающие в территориальных системах отдыха пригородного типа, сложны и многообразны и очевидно, что с помощью сравнительно простого уравнения невозможно оптимально предсказать изменение признака в зависимости от вариации остальных. Преимущество регрессионного метода в том, что он позволяет минимизировать отклонения, получить для конкретной совокупности данных «наилучшие» уравнения.

#### Список литературы

1. Зорин И. В. // Рекреационная география. М., 1976. С. 51.
2. Зайцев В. М. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1984. № 1. С. 62.
3. Аффин А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход к использованию ЭВМ. М., 1982.
4. Косинская В. И., Степанова М. Д. // Программное обеспечение ЕС ЭВМ / Под ред. М. Д. Степановой, Е. В. Птичкиной. Минск, 1983. Вып. 44. Ч. 2. С. 51.

УДК 551.482.214:543.3

Т. Я. ЛОБАЧ

#### ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДОСБОРА р. ГАЙНЫ

Широкое проведение мелиоративных работ, интенсивная химизация земледелия, все возрастающее использование машин и механизмов вызывают существенное изменение состава природных вод. Прогноз таких изменений, оценка ущерба от загрязнений, разработка мероприятий по предотвращению загрязнения вод—важное звено природоохранительных мероприятий [1].

Качество природных вод во многом определяется атмосферными осадками, формирование химического состава которых происходит за счет аэрозолей естественного и искусственного происхождения.

Объектом наших исследований были снежные осадки, отобранные в лесу, на мелиоративном объекте, в зоне влияния автотранспорта с различной интенсивностью движения: на расстоянии 5 м от проселочной дороги возле с. Янушковичи и в 5 м от шоссе Минск—Витебск, а также воды трех водохранилищ и реки Гайны, протекающей по территории Логойского района Минской области.

Пробы отбирались в течение пяти лет (1981—1985) из верхних слоев

снега через месяц после его выпадения. Снег растапливали при комнатной температуре, фильтровали и снеговые воды анализировали по общепринятым методикам [2, 3]. Образцы снеговых вод различались по содержанию основных компонентов. Так, минерализация снега, отобранного на лесной поляне, в среднем за пять лет составляла 34,53 мг/л, на мелиоративном объекте — 49,27, в зоне воздействия автотранспорта у с. Янушковичи — 57,85, а на шоссе — 82,92 мг/л. В снеговых водах сульфаты возрастали от 12,34 мг/л в лесу в 1,8 раза в зоне агротехногенного воздействия (мелиоративный объект) и в 1,6 и 4,1 раза в зоне воздействия автотранспорта. Количество хлоридов в снеговой воде незагрязненной зоны (лес) составляло 4,94 мг/л и увеличивалось в загрязненной зоне в 1,43; 2,15 и 1,9 раза соответственно. Содержание фосфатов возрастало от 0,025 мг/л в лесу до 0,05 на поле и 0,081—0,098 мг/л в зоне воздействия автотранспорта. Аналогичные закономерности прослеживались и в содержании микроэлементов. Так, количество меди увеличивалось от 7 мкг/л в незагрязненной зоне до 18,7 на мелиоративном объекте и 11,3 в зоне влияния автотранспорта; цинка от 1,3 до 14,7 и 11,0; марганца — от 33,4 до 308,3 и 100,0; кобальта — от 0,18 до 0,87 и 0,24; молибдена — от 1,8 до 6,5 и 3,4 мкг/л соответственно.

Важным индикатором состояния окружающей среды являются гидрохимические показатели речных вод. Благодаря специфическим особенностям (мобильность, высокая растворяющая способность) речные воды служат активным проводником внешних воздействий, чутко реагирующих на изменение условий в пределах природных систем [4], поэтому изменение химического состава вод можно рассматривать как один из показателей трансформации условий речного бассейна.

Исходным положением явился вывод об относительном постоянстве природных факторов, участвующих в формировании химического состава речных вод, поэтому возможные изменения химизма их отражают в основном проявление антропогенных факторов формирования химического стока рек.

Река Гайна — приток Березины, впадающей в Припять, относится к типу равнинных рек с ярко выраженным весенним половодьем и устойчивой летне-осенней и зимней меженью. Среднемесячные многолетние расходы воды составляют от 72—82 в январе — феврале до 116—401 л/с в марте — апреле. Площадь водосбора до гидропоста 15,7 км<sup>2</sup>, распаханность водосбора 30, лесистость 37 %. На водосборе преобладают дерново-подзолистые пылевато-суглинистые почвы. Воды реки Гайны отбирались в течение пяти лет по сезонам года в истоках, при дренировании мелиоративного объекта, в месте загрязнения бытовыми стоками (д. Логоза), после попадания в реку стоковых вод с животноводческой фермы (д. Гайна) (табл. 1).

Содержание ионов калия было минимальным в истоках реки Гайны и увеличивалось при дренировании мелиоративного объекта на 1,3 мг/л, в месте попадания бытовых стоков на 2,6 и после попадания в реку стоковых вод с животноводческой фермы на 1,7 мг/л. Количество ионов натрия возрастало на 1,4; 2,1; 5,4 мг/л соответственно, аммония — на 0,26; 0,31 и 0,08 мг/л; хлоридов — на 2,47; 3,85 и 1,61 мг/л; сульфатов — на 0,46; 10,95 и 5,45 мг/л; нитратов — на 0,11; 0,03 и 0,23 мг/л.

Математическая обработка [5] величин концентраций макрокомпонентов, характеризующих воды реки Гайны, позволяет сделать вывод, что разница средних концентраций ионов калия, аммония, кальция, магния случайна, не выходит за пределы выборочных флуктуаций и, видимо, отражает природные колебания ионного состава, характерные для вод бассейна.

Разница в содержании хлоридов в истоках реки Гайны и при дренировании мелиоративного объекта, а также при бытовом загрязнении, нитратов и натрия — при загрязнении стоками вод с животноводческой фермы является достоверной, т. е. находится за пределами естественных ва-

Среднее содержание элементов (мг/л) в водах реки Гайны за исследуемые годы ( $n=20$ )

Статистические показатели	$K^+$	$Na^+$	$NH_4^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Cl^-$	$SO_4^{2-}$	$NO_3^-$
<b>Истоки</b>								
$\bar{x}$	3,22	6,51	0,47	33,42	7,91	11,69	28,81	0,62
$\sigma$	2,65	3,96	0,37	7,02	6,46	1,21	11,60	0,24
$V$	82,81	60,92	78,72	21,00	81,67	10,35	40,26	38,71
<b>При дренировании мелиоративного объекта</b>								
$\bar{x}$	4,57	7,92	0,73	32,60	10,84	14,16	29,27	0,73
$\sigma$	4,48	3,97	0,22	4,28	2,92	3,74	8,12	0,29
$V$	99,33	50,25	30,13	13,14	26,94	26,41	27,74	39,72
$t$	0,65*	0,66*	1,87*	0,34*	1,24*	3,05*	0,10*	0,86*
<b>Ниже попадания бытовых стоков</b>								
$\bar{x}$	5,85	8,63	0,78	28,88	8,32	15,54	39,76	0,65
$\sigma$	4,23	5,02	0,40	5,81	2,64	4,65	18,81	0,29
$V$	71,20	58,37	51,28	20,11	29,59	29,92	47,31	44,61
$t$	1,37*	0,36*	1,75*	1,49*	0,43*	2,48	1,90*	0,16*
<b>Ниже попадания стоков с животноводческой фермы</b>								
$\bar{x}$	4,92	11,91	0,55	29,44	10,73	13,30	34,26	0,85
$\sigma$	2,03	12,94	0,29	8,20	4,22	10,98	12,15	0,27
$V$	41,42	104,54	52,72	27,85	39,32	82,55	31,76	36,46
$t$	1,15*	3,09	0,57*	1,26*	1,17*	0,57*	0,91*	2,16

\* Здесь и в табл. 2 указанные значения ниже  $t$ -критерия при уровне значимости  $p=0,05$ .

риаций, свойственных данным ингредиентам, и, очевидно, выступает как следствие антропогенного воздействия в пределах данного водосбора.

Возрастание концентраций хлоридов связано с их техногенной универсальностью. Они встречаются как в сточных водах промышленно-бытового характера, так и в минеральных удобрениях. Вместе с тем хлориды претерпевают относительно малую трансформацию в гидробиологических и гидрохимических процессах.

При дренировании мелиоративного объекта речные воды значительно обогащаются органическим веществом. Так, в истоках реки содержание гумуса в среднем составляет 9,2 мг/л, при дренировании мелиоративного объекта — 17,2. На основании данных по расходам гидропоста «Гайна» был подсчитан жидкий сток по месяцам и за год и высчитан сток взвешенных наносов. Вынос гумуса речными водами колебался от 3,2 т в период снеготаяния до 1,1 в зимнюю межень, а со взвешенными наносами — от 0,7 в феврале до 6,0 т в апреле. За период снеготаяния вынос растворенных оксидов калия, фосфора, кальция и магния составил 4,31; 0,19; 1,12 и 0,65 т соответственно с водосбора площадью 15,7 км<sup>2</sup>.

В летний период в водах реки отмечалось наиболее высокое содержание микроэлементов в местах, загрязняемых бытовыми стоками (меди — 16,5, цинка — 31,0, марганца — 400,0, кобальта — 4,6, молибдена — 9,4 мкг/л, что ниже, чем в истоках в 2,0; 2,7; 8,0; 12,9 и в 2,8 раза соответственно).

Водохранилища отличаются от рек замедленностью водообмена, что

Среднее содержание элементов (мг/л) в водах водохранилищ за исследуемые годы ( $n=20$ )

Статистические показатели	$K^+$	$Na^+$	$NH_4^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Cl'$	$SO_4^{2'}$	$NO_3'$
<b>Лесное водохранилище</b>								
$\bar{x}$	1,51	4,50	0,38	17,38	6,76	5,34	17,30	0,37
$\sigma$	1,15	2,34	0,29	5,52	0,64	1,71	5,58	0,14
$V$	76,16	52,00	76,31	31,76	9,47	32,63	32,25	37,84
<b>Водохранилище в г. п. Логойск</b>								
$\bar{x}$	4,90	9,28	0,61	29,66	8,74	13,57	37,30	0,70
$\sigma$	6,56	4,06	0,27	6,51	2,58	4,03	33,58	0,35
$V$	133,85	44,13	44,26	21,95	32,95	29,70	90,02	50,00
$t$	1,78*	3,35	2,02	4,56	2,41	6,81	1,81*	3,06
<b>Водохранилище у д. Острошицы</b>								
$\bar{x}$	11,82	7,92	0,92	13,39	3,51	14,94	45,21	0,54
$\sigma$	4,78	4,53	0,76	4,10	2,17	4,52	34,79	0,27
$V$	40,51	57,34	82,60	30,62	61,82	30,25	76,96	50,00
$t$	7,61	2,12	2,27	2,01	4,96	6,71	2,37	1,90*

обуславливает преобладание в них аккумулятивных процессов и создает особую чувствительность к антропогенному воздействию.

Изучались воды трех водохранилищ: лесного у д. Юрковичи, в зоне влияния автотранспорта у д. Острошицы и в зоне бытового загрязнения в центре г. п. Логойск (табл. 2). Исследованиями установлено, что наибольшему антропогенному воздействию подвержены воды водохранилища, расположенного в г. п. Логойск, где, помимо бытового загрязнения, сказывается влияние автотранспорта (водохранилище примыкает к шоссе Минск — Витебск). Минерализация вод данного водохранилища максимальна и превышает концентрацию вод лесного озера соответственно для  $K^+$  в 3,2 раза,  $Na^+$  — 2,1,  $Cl'$  — 2,6,  $SO_4^{2'}$  — 2,2,  $NH_4^+$  и  $NO_3'$  — в 1,9 раза. В водах водохранилища, подверженного влиянию автотранспорта, содержание  $K^+$  в 7,8, хлоридов в 2,9, сульфатов — 2,6, натрия — 1,8, нитратов, аммония и натрия — в 1,7—1,8 раза больше.

Математическая обработка полученных данных позволяет сделать вывод о том, что бытовое загрязнение и влияние автотранспорта оказывают существенное влияние на химизм вод водохранилищ. Различия в содержании почти всех компонентов достоверны (см. табл. 2). Особенно значительны различия в содержании хлоридов, сульфатов и калия (при влиянии автотранспорта). Источником серы служат содержащиеся ее органические и минеральные соединения, в которых она связана преимущественно в виде  $S^2$  или  $SH$  групп. Окисление переводит эти формы в устойчивую  $SO_4^{2'}$ , что способствует образованию дополнительного количества сульфатов к природному гидрохимическому фону. Значительно обогащены воды водохранилищ и микроэлементами. Так, марганца в Острошицком водохранилище в 8 раз больше, чем в лесном, меди и цинка в 2 раза; в водохранилище в г. п. Логойск в 5, 2 и 4 раза соответственно.

Таким образом, мелиоративное и автотранспортное воздействие приводит к значительному увеличению в природных водах макро- и микроэлементов, что в ряде случаев может вызвать нарушение экологического равновесия в окружающей среде.

## Список литературы

1. Указания по изучению и определению выноса минеральных, органических веществ и ядохимикатов дренажными и грунтовыми водами с мелиорируемых земель. Минск, 1980. С. 75.
2. Унифицированные методы исследования качества вод. М., 1977.
3. Ринькис Г. Я. Методы ускоренного определения микроэлементов в биологических объектах. Рига, 1963.
4. Материалы техногенно-геохимического изучения ландшафтов Белоруссии. Минск, 1981. С. 57.
5. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск, 1964.

УДК 631.14(214):(476.1)

П. О. СОРОКО

### ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ОВОЩЕВОДСТВА В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ МИНСКА \*

За последние годы труженики агропромышленного комплекса Белоруссии сделали значительный шаг вперед в обеспечении населения продуктами питания. По производству многих важнейших сельскохозяйственных продуктов республика вплотную подошла к рубежам, намеченным в Продовольственной программе БССР. Однако все возрастающий спрос на овощи не удовлетворяется. В 1986 г. потребление овощей в расчете на душу населения в республике составило 85 кг, что более чем на 30 % ниже научно обоснованной нормы [1]. Особенно важной задачей является улучшение снабжения овощной продукцией Минска, города, в котором проживает около  $\frac{1}{4}$  городского населения республики [2].

Основную роль в обеспечении столицы свежими овощами играют пригородные сельскохозяйственные предприятия. Так, по данным производственного объединения «Минскплодоовощпром», свыше 60 % овощей, поступивших в 1986 г. на перерабатывающие предприятия и в торговую сеть столицы, было заготовлено в Минском, Смоленском и Пуховичском районах. Это свидетельствует о довольно высоком уровне концентрации овощеводства в пригородной зоне Минска. В то же время возрастающий спрос на овощи, с одной стороны, и все еще отстающий от научно обоснованных норм уровень их потребления в расчете на одного жителя столицы, с другой — требуют ускорения темпов развития отрасли, расширения ассортимента и повышения качества продукции. Поэтому вопросы оптимизации отраслевой структуры, размещения и повышения эффективности производства овощей имеют большое научное и практическое значение.

Основы сложившегося к настоящему времени размещения и специализации производства овощей в пригородной зоне Минска заложены в конце 50-х — начале 60-х годов, когда на базе многоотраслевых колхозов были созданы специализированные овощеводческие совхозы. Наряду с овощеводством в хозяйствах развивались и другие, хорошо дополняющие его отрасли и в первую очередь — скотоводство. В 1963 г. эти хозяйства объединились в Минский областной трест молочно-овощеводческих совхозов, задачей которого было обеспечение столицы и других городов Минской области молоком, овощами и ранним картофелем. В 1981 г. с целью улучшения снабжения Минска овощами на базе треста было создано Минское аграрно-производственное объединение «Волма». В его состав вошли 15 хозяйств, расположенных в пригородной зоне города.

Крупнейшие производители овощей в АПО «Волма» — пять совхозов Минского и по три совхоза Смоленского и Пуховичского районов. Эти хозяйства достигли хороших результатов в развитии овощеводства (табл. 1). Государственные закупки овощей за двадцать лет увеличились в 3,3 раза и в 1985 г. составили 78 тыс. т. Это способствовало существенному повышению уровня потребления овощей в столице. Так, если в

\* За 1965—1985 гг.



Динамика основных показателей овощеводства в крупнейших специализированных совхозах пригородной зоны Минска \*

Совхозы	Посевная площадь овощей**, га		Удельный вес овощей в структуре				Урожайность овощей**, ц/га		Государственные закупки овощей, т	
			посевов**, %		товарной продукции, %					
	1965	1985	1965	1985	1965	1985	1965	1985	1965	1985
«Рассвет»	320	300	6,8	9,8	18,9	10,5	109	385	2576	10366
«Волма»	339	400	5,8	15,6	36,8	19,1	206	214	5363	6809
«Минский»	96	245	5,5	13,0	38,0	73,4	221	295	1932	9001
«Ждановичский»	150	275	4,2	13,4	10,5	80,5	95	374	1196	9202
«Минская овощная фабрика»	45	135	7,6	7,1	77,6	85,7	189	200	1142	9871
«Петровичи»	330	403	7,3	11,0	28,6	21,5	109	270	2329	8210
«Загорье»	245	400	5,7	9,9	28,6	24,3	145	285	2465	8251
«Шипяны»	38	220	1,5	6,9	1,8	11,4	18	194	45	2863
«Залог пятилетки»	67	200	1,8	5,1	5,2	4,0	204	189	875	2820
«Дриченский»	250	350	5,8	11,8	22,1	12,5	139	188	2273	4629
«Руденский»	330	350	6,9	10,1	27,7	16,2	156	255	3480	6374
В среднем на одно хозяйство	201	298	5,4	10,3	26,9	32,6	145	259	2152	7127

\* Составлена по данным планового отдела агропромышленного объединения «Волма» и государственного архива Минской области [3].

\*\* Овощи открытого грунта.

1965 г. в расчете на одного жителя Минска названные хозяйства поставили около 30, то в 1985 г. — свыше 50 кг свежих овощей [4, 5].

Главным фактором увеличения производства овощей в совхозах явилось повышение их урожайности. В XI пятилетке среднегодовая урожайность в исследуемой группе хозяйств составила 206,5 ц/га, в том числе в совхозах «Рассвет», «Ждановичский тепличный комбинат» 338 и 245 ц/га соответственно, в совхозах «Волма», «Шипяны» и «Залог пятилетки», «Руденский» — 160—180 ц/га. Все эти хозяйства характеризуются примерно равными по качеству почвами, структурой посевов, уровнем интенсификации производства. Основной же причиной существующих различий в урожайности является неодинаковый уровень культуры возделывания овощей.

За рассматриваемый период значительно расширился ассортимент продукции. В 1985 г. в совхозах выращивали более 30 наименований овощных культур. В структуре площадей, занятых овощами открытого грунта, удельный вес капусты составил около 45 %, моркови и столовой свеклы — по 20, огурцов и томатов — 3,3 и 2 % соответственно. В объеме валовой продукции доля капусты, моркови и столовой свеклы еще значительно выше благодаря более высокой урожайности. Существенных различий в структуре площадей между отдельными хозяйствами не наблюдалось, хотя большую часть ранних и наиболее трудоемких культур выращивали в совхозах, расположенных ближе к городу. Это говорит о невысоком уровне межхозяйственной специализации. В перспективе целесообразно специализировать отдельные хозяйства на определенном наборе овощных культур с учетом конкретных природных и экономических условий производства каждого из них. Углубление специализации и совершенствование размещения овощных культур в разрезе отдельных совхозов создаст более благоприятные условия для улучшения организации труда, хранения и реализации продукции.

На выращивании овощей и рассады в защищенном грунте специализируются Минский и Ждановичский тепличный комбинаты и Минская овощная фабрика. Эти хозяйства поставляют свежие овощи, в основном огурцы и томаты, для столицы во внесезонный период. В XI пятилетке их удельный вес в валовом производстве овощной продукции защищенного грунта составил 56,7 и 28,7 % соответственно.

Овощеводство защищенного грунта, являясь высокорентабельной отраслью, развивается быстрыми темпами. С 1975 по 1985 гг. объем заготовок овощей в названных тепличных хозяйствах увеличился более чем в два раза и составил 13 тыс. т; площадь защищенного грунта за это время расширилась с 29,8 до 60,6 га [6]. Несмотря на достигнутые успехи, овощей в зимне-весенний период не хватает. Для решения этой проблемы намечено значительное расширение площадей в главных тепличных комбинатах и строительство теплиц в ряде совхозов («Рассвет», «Озерный»), специализирующихся на выращивании овощей в открытом грунте.

Большие изменения произошли и в уровне концентрации и специализации овощеводства открытого грунта. За период с 1965 по 1985 г. площади овощных культур в крупнейших овощеводческих совхозах АПО «Волма» возросли с 201 до 298 га в каждом. Удельный вес овощей в общей структуре посевов за это же время увеличился вдвое и составил 10,3, зерновых культур — 46 и кормовых — 40 %. Однако сложившаяся структура посевов не соответствует интенсивному развитию овощеводства как главной отрасли специализации. Об этом свидетельствуют и результаты сравнения изученных нами хозяйств с передовыми овощеводческими совхозами РСФСР [7], где удельный вес овощных и кормовых культур в структуре посевов значительно выше, а зерновых и картофеля ниже, чем в овощеводческих совхозах пригородной зоны Минска. В целях увеличения объема производства молока и овощей, по нашему мнению, необходимо сократить долю зерновых культур в структуре посевных площадей примерно до 32—37 %, повысив за счет этого удельный вес кормовых до 43—48 % и овощей до 15—20 %. Практика свидетельствует о том, что интенсивное ведение овощеводства, как самой трудоемкой отрасли сельского хозяйства, несовместимо с промышленным картофелеводством, так как посадка, уход и уборка картофеля совпадают по времени с проведением этих работ в овощеводстве. Кроме того, на производство этой культуры отвлекается значительное количество органических удобрений. В связи с этим пригородным овощеводческим совхозам целесообразнее выращивать ранний картофель.

О недостаточном высоком уровне специализации овощеводства в исследуемых хозяйствах свидетельствуют также и результаты анализа структуры стоимости их товарной продукции. В большинстве совхозов удельный вес овощей, выращиваемых в открытом грунте, составлял в структуре всей продукции менее 20 %. Это примерно вдвое ниже аналогичного показателя передовых овощеводческих совхозов страны. К тому же доля овощей из года в год снижалась. В совхозах «Рассвет», «Волма», «Дриченский» и «Руденский» с 1965 по 1985 г. она уменьшилась в полтора-два раза, хотя площади под овощными культурами и валовые сборы увеличились. Главной причиной этого явились более высокие темпы развития других отраслей и в первую очередь молочно-мясного скотоводства. Уровень рентабельности овощеводства из-за больших затрат на производство единицы продукции и сравнительно невысоких закупочных цен на овощи неуклонно снижался и сейчас является самым низким по сравнению с другими отраслями сельского хозяйства. В 1985 г. в совхозах «Волма», «Петровичи», «Шипяны» и «Залог пятилетки» овощеводство было убыточным. В характеризуемой отрасли медленными темпами повышалась и производительность труда. Уровень механизации при уборке овощей в большинстве хозяйств до сих пор составляет всего 20—25 %. Часто используются машины, не предназначенные для работы в овощеводстве. Возникающая при этом потребность в рабочей силе обеспечивается за счет горожан, которые не имеют необходимых навыков и выпол-

няют работу неквалифицированно. Это приводит к недобору значительной части урожая, снижению качества продукции и к большим транспортным затратам, связанным с перевозками рабочей силы. В отдельных совхозах такие затраты превышают расходы на транспортировку овощей к местам хранения и в торговую сеть города. Следовательно, повышение уровня механизации, внедрение индустриальных технологий являются главными резервами развития овощеводства. Наряду с этим необходимо шире использовать такую прогрессивную форму организации труда, как семейный подряд, вовлекать в него также и жителей города.

Проведенные нами исследования позволяют сделать вывод о необходимости дальнейшего углубления специализации и повышения концентрации производства. Это подтверждают и результаты анализа влияния концентрации и специализации овощеводства открытого грунта на экономическую эффективность отрасли в крупнейших хозяйствах АПО «Волма» (табл. 2).

Таблица 2

**Экономическая эффективность овощеводства  
в крупнейших совхозах АПО «Волма»**

Группы совхозов по объему валового сбора овощей, т	Количество совхозов в группе	Площади овощей в одном совхозе, га	Удельный вес овощей в структуре товарной продукции, %	Средняя урожайность овощей, ц/га	Затраты труда на 1 ц продукции, чел-ч	Себестоимость 1 ц овощей, руб	Рентабельность, %
До 5 тыс.	3	185	6,0	194	3,8	9—82	-20
5—10 тыс.	4	336	12,9	238	2,9	6—19	+0,6
Свыше 10 тыс.	4	345	17,3	329	2,7	5—71	+20,8

\* Составлена по данным планового отдела АПО «Волма» за 1985 г.

В первую группу с объемом производства овощей до 5 тыс. т вошли совхозы «Минская овощная фабрика», «Шипяны» и «Залог пятилетки». Они имеют наиболее низкие показатели концентрации и специализации, поэтому овощеводство открытого грунта здесь является нерентабельной отраслью. В третьей группе в совхозах «Рассвет», «Ждановичский», «Петровичи» и «Загорье» уровень концентрации и специализации самый высокий и, как следствие, экономическая эффективность овощеводства значительно выше, чем в остальных хозяйствах.

Еще более четко прослеживается влияние концентрации и специализации на экономическую эффективность в овощеводстве защищенного грунта. Так, в 1985 г. средний уровень рентабельности в трех крупнейших тепличных комбинатах составил 95 %.

Расчеты показывают, что полностью обеспечить потребности Минска овощами открытого грунта, с учетом завоза части теплолюбивых из южных районов страны, могут пятнадцать пригородных совхозов при условии расширения площадей овощных культур до 400—500 га и достижения урожайности по 300—350 ц/га в каждом. Для удовлетворения потребностей в овощах в зимне-весенний период необходимо иметь не менее 150 га защищенного грунта, из расчета 1 м<sup>2</sup> на одного городского жителя.

В плане на 1986—1990 гг. намечено расширение площадей под овощами открытого грунта в целом по объединению на 740 га, а также строительство зимних теплиц на 47 и пленочных — на 50 га. Успешная реализация этих мероприятий к 1990 г. позволит увеличить объем производства овощей в овощеводческих хозяйствах пригородной зоны до 110 тыс. т.

## Список литературы

1. Сельская газета. 1987. 14 октября.
2. Народное хозяйство Белорусской ССР в 1986 г.: Статистический ежегодник. Минск, 1987. С. 5.
3. ГА Минской области. Ф. 1760. Оп. 1. Д. 86—90, 94, 96—100. Л. 8, 9, 11, 17.
4. Там же. Ф. 1760. Оп. 1. Д. 86—90, 94, 96—100. Л. 8.
5. Минск: Энциклопедический справочник. Минск, 1983. С. 9.
6. ГА Минской области. Д. 571. Л. 22. Д. 575. Л. 61, 100.
7. Глазун А. Р. Специализация пригородного сельского хозяйства. М., 1976. С. 108.

УДК 413.11(476)

Р. И. ОВЧИННИКОВА

### О РАСПРОСТРАНЕНИИ ТОПОНИМОВ ЛЯДА И ПАСЕКА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССИИ

Почти полторы тысячи лет на территории Белоруссии существовала подсечно-огневая система земледелия [1], что нашло отражение в народных сказаниях, древних актах, названиях полей, сеножатей, болотных и лесных урочищ, хуторов и сел. На современной карте Белоруссии нередко названия Дерти, Доры, Ляды, Пасеки, Чертежи, Чисти. Некоторые термины подсечно-огневой системы земледелия на территории Белоруссии встречаются в исторической, этнографической, топонимической и географической литературе. Накопление новых данных, а также необходимость в уточнении некоторых сложившихся представлений позволили еще раз вернуться к этому вопросу.

Широко распространенным термином-топонимом подсечного хозяйства является *ляда* (*лядо*). Само подсечное земледелие часто именуется *лядным*. В настоящее время насчитывается около 120 топонимов и микропонимов с этой основой Ляд — х. Ивановского района, *Ляда* — сс. Вилейского, Логойского, Верхнедвинского, Дубровенского, Лепельского, Оршанского, Чашникского, Быховского, Костюковичского, Ветковского, Петриковского, Светлогорского, Чечерского районов; *Ляды* — сс. Борисовского, Крупского, Слуцкого, Смолевичского, Стародорожского, Узденского, Браславского, Дубровенского, Шарковщинского, Шумилинского, Брагинского, Жлобинского и других районов. Распространено название *Ляды* в Понеманье, Пинском Полесье, по Случи, в Гомельском Посожье, реже оно встречается в Витебской, на юге и востоке Могилевской областей, чаще всего — в Минской области (Столбцы, Узда, Марьино Горка, Березино, Смолевичи).

В основе названий *ляда* встречается почти во всех славянских языках [2]. Н. И. Толстой считал *ляда* самым изученным местным географическим термином восточнославянской языковой территории [3]. Первоначальное значение этого термина — участок земли под пашню или сенокос, на котором высекали и выжгли лес или кустарник. П. М. Третьяков определял *ляда* как участок леса, лежащий возвышенно над уровнем ближайших вод и заросший густым, но тонкомерным лесом [4]. По его мнению, *лядина*, поросшая сосной, была совершенно непригодна под разработку. В. А. Жучкевич полагал определение Третьякова частным, так как в Белоруссии под *ляды* высекались различные типы лесной растительности и чаще всего разрабатывались сосновые леса на песчаных и супесчаных почвах, которые легко было распахивать сохой [5]. Для посевов ячменя предпочитались к высечке густые смешанные леса на более плодородных почвах [6]. В XIX в. в белорусских губерниях *ляда* из-под хвойного леса вырубалась осенью или зимой, из-под чернолесья (смешанный лес) — весной [7].

В словаре И. И. Носовича *ляда* — поле, очищенное от заросли леса или посева [8], в современном словаре восточной Могилевщины — растеребленное место в лесу [9]. На Могилевщине *лядом* называют также семена сорняков [10]. У И. А. Яшкина *ляда* — поле на месте высеченного

леса или лесного пожарища, большое поле; поле, покрытое кустарником; обложная земля; покинутая земля; невспаханное со свирепкой поле; сухой остров среди болота, поросший сосновым лесом; сухое болото и др. [11].

Термин *ляда* имеет множество производных: *лядец* — поле, урочище [12]; *лядина* — поле, сеножать, урочище [12]; поляна, очищенная от леса, засеянная репой или травой [8]; пустошь, сорняки; *лядище* — место, пригодное для очистки от зарослей, большое *лядо* [11]; *лядник* — подберезовик [10]; *лядовица* — небольшой участок *ляда*, то же *лядца*, *ляцо*, *лядечко*, *лядовичка*, *лядцовичка* [11]; *лядовка* — репа с *ляда* [8]; *палядь*, *палядки* — посевы на *ляде* в последующие годы [12]; лес, высеченный под поле; поле, где «поросло ладно жито» [9]; обложная земля на Пинщине и Славгородчине [11], поле в Минском районе. Многие из этих терминов закрепились в топонимии и микротопонимии: *Лядвени*, *Ляденки*, *Лядец*, *Лядешня*, *Лядина* (*Лядины*), *Лядицак*, *Лядище*, *Лядники*, *Лядно*, *Лядной*, *Лядовичи*, *Лядок* (*Лядки*), *Лядск*, *Лядцо* (*Лядцы*), *Палядь*, *Подлядьё*, *Полядьё*.

*Ляда* и *лядище* упоминаются как названия пожалований наряду с пахотными землями в документах XVI в. в Смоленском, Берестейском, Полоцком, Волковыском поветах и в Полесье [13].

При разработках *ляда* обычно употреблялись глаголы драть, вырубать, посеять [14], прятать [13], упрятать, опахать, пахать, [7] и др. Недавно выжженное *ляда* получало название теплое. Полностью выжженное *ляда* именовалось горелым, черным; *ляда* с проплешинами — пестрым; очищенное от головешек — чистым. Некоторые из этих примет закрепились в топонимии: оз. Черное Лядо в Гацевичском районе, урочище Чорнайляда возле д. Новоселки Свислочского района, б/х Горелые Ляды Шумилинского района.

Близок по смыслу к термину *ляда* термин *пасека* — вырубленный под пашню участок леса. П. Н. Третьяков называл пасекой *лядину* со срубленным лесом [4]. В современной топонимии название *Пасека* (*Пасеки*) встречается довольно часто. Это сс. Борисовского, Вороновского, Ганцевичского, Несвижского, Стародорожского, Узденского и других районов. В микротопонимии — участки на месте высеченного леса возле д. Саланай Воложинского района, д. Отрубок Докшицкого района; поле на месте леса возле д. Казейки Столбцовского района [15]; засеянный участок в лесу, бывшие вырубки в Дзержинском и Узденском районах [16].

Топоним *Пасека* встречается как на севере республики (Нарочь, Докшицы), так и на юге (от Бреста до Брагина), чаще всего в Ганцевичском, Ивенецком, Столбцовском, Узденском районах. На северо-востоке Витебской, востоке Гомельской и в Могилевской областях распространен топоним *Ляда*, топоним *Пасека* здесь не отмечен. Мнение о том, что на территории Белоруссии существуют два противоположных ареала: восточный — *Ляда* и западный — *Пасека* [16] подтверждается только для этой части республики. В [17] утверждается, что западная граница распространения термина *ляда* проходит по р. Березине, а в западных областях участки из-под леса носили названия «расчистки, выдер, пасеки». По этому поводу следует заметить, что в топонимии Белоруссии нет «расчисток» и «выдеров», есть Чисти и Дерти. Ареал топонима Чисти сосредоточен в северо-восточной, а не в западной части Белоруссии. Западная граница этого термина проходит по линии Молодечно — р. Березина. Единичные топонимы с этой основой встречаются в Гомельской и Могилевской областях.

Топоним *Дерти* можно встретить и на западе (Гродненская область) и на востоке (Гомельская область), особенно распространен в Минской области (Слуцк, Старые дороги, Столбцы, Узда, Червень). Ареалы распространения топонимов *Ляда* и *Пасека* совпадают во многих районах республики, за исключением указанных. Интересно, что на западе Белоруссии в районе среднего Понеманья сосредоточена только группа топонимов *Ляда*. На верхнем Немане (Узда, Столбцы) соседствуют оба

термина. Вероятно, топоним *Ляда* проник на запад в процессе хозяйственного освоения земель Понеманья, осуществлявшегося в направлении течения реки, т. е. с востока на запад.

Отсутствие топонима *Пасека* в самой восточной части республики может быть объяснено исходя из историко-этнографических разделов. Так, восточная граница его, проходящая по р. Березине от истоков до Бобруйска и далее в широтном восточном направлении, совпадает со средневековыми межами Минского и Витебского воеводств, для более раннего периода она может указывать на кривичско-дреговичскую границу.

### Список литературы

1. Белорусская Советская Социалистическая Республика. Минск, 1978; Шадыро В. И. Ранний железный век в Северной Белоруссии. Минск, 1985.
2. Мурзаев Э. М. Словарь народных географических терминов. М., 1984.
3. Толстой Н. И. Славянская географическая терминология. М., 1984.
4. Третьяков П. Н. Подсечное земледелие в Восточной Европе. М., 1932.
5. Жучкевич В. А. Краткий топонимический словарь Белоруссии. Минск, 1974.
6. Гваніані А. // Гісторыя Беларусі ў дакументах і матэрыялах. Мінск, 1936.
7. Глинский Г. О лядном полеводстве // Ж. мин.-ва гос. имуществ. Спб., 1854.
8. Носович И. И. Словарь белорусского наречия. Спб., 1870.
9. Бялькевіч І. К. Краёвы слоўнік усходняй Магілёўшчыны. Мінск, 1970.
10. Матэрыялы да абласнога слоўніка Магілёўшчыны. Мінск, 1982.
11. Яшкін І. А. Беларускія геаграфічныя назвы. Мінск, 1971.
12. Жекулин В. С. Историческая география. Л., 1982.
13. Пичета В. И. История сельского хозяйства и землевладения в Белоруссии. Минск, 1928. Ч. 1.
14. Гісторыя Беларусі ў дакументах і матэрыялах. Мінск, 1936.
15. Микротопонимия Белоруссии. Минск, 1974.
16. Лемцюгова В. П. Назвы зямельных участкаў як крыніца беларускай тапаніміі. Мінск, 1970.
17. Народная сельскагаспадарчая тэхніка беларусаў. Мінск, 1974.



Г. Я. Кабо, Г. Н. Роганов, М. Л. Френкель. **Термодинамика и равновесия изомеров.** Минск: Университетское, 1986. 224 с.

Разнообразное проявление изомерных эффектов делает весьма актуальным развитие теоретических концепций и разработку экспериментальных подходов для их количественного прогноза в широком диапазоне изменения внешних условий. Одним из наиболее последовательных путей при этом является всесторонний анализ исследуемых процессов с позиций химической термодинамики. К тому же очевидно, что глубокий термодинамический анализ изомерных превращений невозможен в отрыве от рассмотрения структурных особенностей молекул, находящихся в равновесии. Все это и определило круг проблем, которые рассмотрены в рецензируемой монографии.

Авторами обобщены результаты работ в области классификации изомеров, зависимости свойств органических соединений от их строения, применимости аддитивных методов расчета термодинамических свойств изомеров, статистических расчетов этих свойств и экспериментальных исследований химических равновесий. Особый интерес представляют пятая и шестая главы, где на высоком научном уровне рассмотрены и обобщены основные закономерности термодинамических характеристик изомеров и их равновесных отношений, а также анализируются сложные химические равновесия и приводится методика расчета равновесного состава многокомпонентных изомерных смесей.

Обсуждение этих закономерностей построено на основании выбранной классификации изомеров, сформулированных принципов аддитивности и аппарате статистической термодинамики. Многочисленные примеры наглядно иллюстрируют зависимость термодинамических параметров и глубины превращения в реакциях, соответствующих изомерным переходам различных типов, от их строения. Сформулированы правила и выявлены закономерности, позволяющие оценивать

принципиальную возможность изомерных превращений разных типов. Такой анализ термодинамики взаимопревращений изомеров проделан впервые. Материал изложен таким образом, что многие расчетные и экспериментальные методы можно воспроизвести, основываясь лишь на приведенных описаниях и примерах. Предложенные принципы термодинамического анализа изомерных превращений могут быть распространены и на другие классы веществ с регулярно изменяющейся структурой. Практически ценными являются рекомендации по составлению экспериментальных планов, анализу взаимной согласованности экспериментально определенных свойств, выявлению их неаддитивности и т. д.

Специалистов в области химической технологии должны заинтересовать изложенные подходы к термодинамическому расчету сложных химических равновесий, в которых принимают участие изомеры. Подробно рассмотренный пример реакции дегидрирования изобутана иллюстрирует последовательность такого анализа для получения практически важных результатов.

Монография, которая содержала бы изложение указанных проблем со всесторонним обсуждением их взаимосвязи и влияния на термодинамику изомерных превращений, нет ни в отечественной, ни в мировой литературе. Это делает рецензируемую работу ценной не только для специалистов в области термодинамики органических соединений, но и для химиков-органиков, работающих в различных областях органического синтеза.

Преподавателям и студентам монография поможет сформулировать правильное представление о различных молекулярных формах веществ, их взаимосвязи и возможности взаимопревращений, роли термодинамических факторов в осуществлении химических реакций.

Глубокое рассмотрение названных проблем выполнено высококвалифицированными специалистами. Материал изложен лаконично, хорошо иллюстрирован.

О. Н. Бубель

О. Е. Агаханянц. **Ботаническая география СССР**. Минск: Вышэйшая школа, 1986. 176 с.

Появление рецензируемого учебного пособия было встречено с большим интересом, так как последний учебник «Ботаническая география СССР» Н. В. Павлова вышел в свет в 1948 г. (Алма-Ата) и за минувшие 40 лет, кроме того, что стал библиографической редкостью, устарел. Появились новые и разномасштабные карты растительного покрова всей территории СССР и крупнейших его частей, новые теоретические разработки о растительном покрове, монографические обзоры, аэрокосмическая информация о растительности, прогнозные карты растительности, связанные с решением проблем глобальной экологии.

В книге О. Е. Агаханянца использована вся доступная автору ботанико-географическая информация за последние десятилетия. Оценка приводимого фактического материала подается автором с биосферных позиций.

Первая глава книги целиком посвящена современным понятиям в биогеографии, в частности в фитогеографии. Приведены современные отечественные и зарубежные схемы классификации экосистем. Широко использованы ареалогические (Г. Мойзель), геоботанические (В. Б. Сочава, Е. П. Коровин, Е. М. Лавренко, И. Д. Юркевич и др.) и экосистемные (Г. Вальтер) сводки.

Современной и оригинальной надо признать и архитектонику книги. Автор ведет читателя от основных понятий к истории формирования растительного покрова страны, от нее — к хорологии растительных сообществ с основами синэкологии, к материалам Международной биологической программы, к понятиям экотона в зонально-поясной системе, и далее — к зонально-региональному обзору растительности Советского Союза.

Вторая и третья главы посвящены истории формирования и размещения растительного покрова на территории СССР.

Зональному обзору растительности СССР отведена в книге большая часть объема (главы IV—VIII). Обзор охватывает всю равнинную территорию страны от полярных пустынь и тундр до влажных и сухих субтропиков. Характеристи-

ка каждой зоны выполнена по единому плану, что облегчает поиск нужной информации. Этот план включает внутреннюю структуру зоны (вопрос этот труднее, чем кажется на первый взгляд), условия существования растительности (цветные климатодиаграммы, таблицы), экологию ведущих ценозообразователей, ярусное строение сообществ, их динамику, аazonальные и интразональные типы растительности, перечень и характеристику основных охраняемых территорий.

Пестрая горная растительность страны описана в девятой главе, которая разделена на четыре класса поясности, и ее характеристики сопровождаются конкретными профилями по горным регионам, помещенным на специальной карте-схеме. Такую генерализацию надо признать удачной: она организует разнообразный материал главы, способствует лучшему усвоению его.

В завершающей десятой главе «Современные тенденции развития зональной растительности СССР» предпринимаются попытки прогнозирования антропогенных сукцессий зональной растительности. В конце книги помещены список литературы и предметный указатель.

Спецкурс «Ботаническая география СССР» включает разносторонний материал по флористике, ареалогии, палеогеографии, фитоценологии, хорологии экосистем. Следует подчеркнуть, что вузовская учебная литература обогатилась давно ожидавшимся учебным пособием, написанным на современном научном и методическом уровне, прекрасно иллюстрированным, оригинально и целесообразно построенным, соответствующим учебным программам факультетов естествознания пединститутов. Незначительные огрехи и опечатки: один рисунок (фото, рис. 89) подан в неясном ракурсе, некоторые подписи к рисункам слишком кратки и в двух случаях требуют редакции — ни в коей мере не умаляют достоинств книги, которая будет полезна не только студентам, но и аспирантам, научным работникам, сотрудникам системы охраны природы. При таком широком спросе тираж книги надо признать чрезмерно скромным и, учитывая высокое качество пособия, пожелать ее переиздания.

А. В. Соломко



# СОДЕРЖАНИЕ

## ХИМИЯ

Шевченко Г. П., Афанасьева З. М., Свиридов В. В. О проявлении фотослоев на основе $TiO_2$ в меднотитановом проявителе	3
Кузьмичев А. А., Бобровская В. П., Рогач Л. П., Биктимиров Р. С. Влияние стабилизирующих добавок медноборогидридного физического проявителя на качество фотографических изображений	5
Мальченко С. Н., Браницкий Г. А., Ермоленко В. И., Лычковский Ю. Н. Электронно-микроскопическое исследование поведения пленочных структур $TiO_2$ -Pt при прогреве	8
Голуб Н. В., Юркинович Т. Л., Капуцкий Ф. И., Сахарова Е. Ю. Влияние водно-спиртовых растворителей на основность аминогрупп диэтиламинооксипропицеллюлозы	12
Никифоров А. М., Бражникова Л. Ю., Кридь Л. П. Исследование сорбции и диффузии некоторых (мет)акриловых мономеров в полиэтилене	16
Масалов Н. В., Притыкая Т. С., Резников И. В. Хлортитантриацилаты в качестве аппретов для наполненных полиэтиленовых композиций	18
Корзун Г. М., Рахманов С. К., Григоренко В. И. Электронно-микроскопическое исследование процесса усиления радиографического изображения методом диспергирования серебра	20

## БИОЛОГИЯ

Орел Н. М., Пикулев А. Т., Грецкая Н. М. Влияние локальной СВЧ гипертермии на активность лактатдегидрогеназы в сыворотке крови крыс-опухолесителей саркомы 45	25
Самаль А. Б., Черенкевич С. Н., Хмара Н. Ф. Связывание флуоресцентного зонда 1-анилинонафталин-8-сульфоната тромбоцитами	27
Кахнович Л. В., Петько Л. В. Фотосинтезирующая поверхность и пигментный фонд растений ячменя	30
Стефанович Е. Н. Особенности формирования фотосинтетического аппарата проростков ячменя разной потенциальной продуктивности	34
Черник В. В., Романович В. Ф. Строение и биология семян <i>Heracleum lenthianapum</i> Bunge	36
Митрахович П. А., Ляхнович В. П. Сезонная и многолетняя динамика зоопланктона водоема-охладителя ТЭС оз. Лукомского	40
Стефанович А. И. Об эволюции мучнисторосяных грибов	46
Парфенов П. В. Особенности накопления свинца роголистником темно-зеленым ( <i>Ceratophyllum demersum</i> L.)	50

## ГЕОГРАФИЯ

Томашевич А. В., Жмойдяк Р. А. Интенсификация географических исследований в условиях перестройки	52
Зайцев В. М. Анализ территориальной организации пригородного отдыха посредством параметризации рекреационной деятельности	56
Лобач Т. Я. Воздействие антропогенных факторов на гидрохимический состав водосбора р. Гайны	60
Сороко П. О. Особенности развития овощеводства в пригородной зоне Минска	64
Овчинникова Р. И. О распространении топонимов Ляда и Пасека на территории Белоруссии	68

## РЕЦЕНЗИИ

Бубель О. Н. Г. Я. Кабо, Г. Н. Роганов, М. Л. Френкель. Термодинамика и равновесия изомеров	71
Соломко А. В. О. Е. Агаханянц. Ботаническая география СССР	72

## УКАЗАТЕЛЬ

статей, опубликованных в 1987 году в «Вестнике Белорусского  
государственного университета имени В. И. Ленина».  
Серия 2: Химия. Биология. География.

### ХИМИЯ

Березовский В. В., Тищенко И. Г. О синтезе 3-винилциклогексен-2-она на основе 1,5-диметоксипентанаона-3	2	22
Борисенко Е. М., Ермоленко И. Н., Лазарева Т. Г., Ерхова Е. М. Влияние УФ излучения на набухание целлюлозных материалов в воде	1	18
Борисенко Е. М., Ермоленко И. Н., Лазарева Т. Г. Управление селективностью разделения неорганических катионов на целлюлозных носителях воздействием электрического поля	3	24
Браницкий Г. А. Пленочные структуры металл-оксид — реальные и модельные металлнанесенные катализаторы	3	8
Володкович Л. М., Петров Г. С., Вечер Р. А., Вечер А. А. Теплоемкость и энтальпия фазовых превращений тетрафтороборатов натрия и аммония	2	7
Володкович Л. М., Вечер Р. А., Петров Г. С., Вечер А. А. Электропроводность твердых тетрафтороборатов натрия и калия	3	27
Вязовкин С. В., Лесникович А. И. О выборе метода расчета кинетических параметров	1	3
Вязовкин С. В., Лесникович А. И. Об использовании формального подхода в кинетике твердофазных процессов	3	16
Ермоленко В. И., Мальченко С. Н., Браницкий Г. А., Полягошко Т. Ю. Распределение мелкодисперсных частиц платины в пленочных структурах $Al_2O_3-Pt$ и $TiO_2-Pt$	1	9
Жук П. П., Вечер А. А., Мёбиус Х.-Х., Самохвал В. В. Электрические свойства хромита лантана, легированного кальцием	1	5
Жук П. П., Вечер А. А., Мёбиус Х.-Х., Якобс Ш. Поляризационные свойства $Pt-Bi_{0.8}Tb_{0.2}O_{1.5}-ZrO_2$ -газовых электродов	2	14
Красулин А. П., Козыро А. А. Давление насыщенного пара 1,1- и 1,3-диметилмочевины	3	20
Логинова Н. В., Шевченко Г. П., Свиридов В. В., Яковлева И. Л. О применении желатины в качестве связующего в фотографических слоях на основе оксидбромида висмута	2	10
Малашко П. М., Тищенко И. Г., Кусенок Н. В., Гарбуз Н. М. Взаимодействие эпоксиалконов с <i>n</i> -тиокрезолом	2	20
Матвейчук С. В., Браницкий Г. А., Борисова Н. М., Макашун В. Н. Каталитические свойства нанесенных серебряных катализаторов окисления метанола, полученных различными способами	2	3
Рагойша А. А., Тикавый В. Ф. Дифференциальная энтальпия обмена катионов щелочных металлов на аморфном фосфате циркония	1	14
Самаль Г. И., Скоропанов А. С., Вечер А. А., Звонарев Е. В., Гребнев Н. П., Фрайман Л. И. Исследование процессов насыщения углеродом порошковых легированных материалов на основе железа	2	17
Свиридов В. В. Химия в Белорусском университете (Современное состояние исследований)	3	3
Сосновский Г. М., Притыцкая Т. С., Астапович И. В. Исследование взаимодействия аминзамещенных алкилтитанатов с фенилглицидиловым эфиром	1	12
Сытин В. Н., Тищенко И. Р. Эпоксидирование <i>транс</i> -алкил- $\beta$ -алкил-(арил)винилкетонов перекисью водорода	1	21

### БИОЛОГИЯ

Александрович О. Р., Писаненко А. Д. Обзор фауны жуков-мертвоедов (Coleoptera, Silphidae) Белоруссии	2	41
Валетов В. В., Шуканов А. С. Морфометрические параметры хвон еловых лесов заболоченных территорий	2	30
Захаревская Г. И., Солодовникова И. И. Изменение периодичности и амплитуды биоэлектрической активности сердца и диафрагмы при асфиксии у кроликов	1	39
Иконников В. Ф. Анализ чувствительности модели экосистемы нарочанских озер	2	33
Каратаев А. Ю., Каратаева И. В. Влияние сброса теплых вод на макрозообентос литорали водоема-охладителя	1	46
Кахнович Л. В., Прохоренко Н. А. Фонд фотосинтетических пигментов и продуктивность растений ячменя	1	31
Колупаева Л. И., Жуковская Л. Н., Микулович Л. С., Соколова Н. К. Хранение яблок в условиях регулируемой газовой среды и с использованием антисептиков	2	37

<i>Матусевич С. А., Карасев В. П.</i> Новые и редкие виды жуков-долгоносиков (Coleoptera, Curculionidae) в фауне БССР . . . . .	2	44
<i>Митрахович П. А., Каратаев А. Ю., Вежновец Г. Г., Самойленко В. М.</i> Планктон и бентос оз. Лепельского . . . . .	3	36
<i>Пикулев А. Т., Кукулянская М. Ф., Хрипченко И. П., Бычкова М. А.</i> Некоторые показатели метаболизма крыс-опухоленосителей при гипергликемии . . . . .	3	30
<i>Потаенко Ю. С., Инкина Г. А.</i> Микробиологические параметры и характеристики в системе экологического мониторинга озер Нарочанской группы . . . . .	1	28
<i>Сауткина Т. А.</i> Новое местонахождение <i>Colchicum autumnale</i> L. в Белоруссии . . . . .	1	26
<i>Сауткина Т. А., Зубкевич Г. И., Бибииков Ю. А., Нуприенок Т. И., Слобожанина Л. Л.</i> О флоре Вилейского района . . . . .	2	26
<i>Стефанович А. И.</i> Грибы семейства Erysiphaceae, поражающие лекарственные растения . . . . .	3	33
<i>Татаринев Б. А., Шабельская Э. Ф., Божко Л. Д., Жуковская Л. Н.</i> Влияние предпосевной обработки клубней озонм на основные физиологические показатели и урожайность картофеля . . . . .	3	41
<i>Тимошенко М. К., Анохина В. С., Пинчук И. И.</i> Изменчивость сортов люпина желтого при воздействии нитрозометилмочевинной . . . . .	1	34
<i>Ходоренко Л. А., Кахнович Л. В., Петренко А. В.</i> Морфоструктурные особенности хлоропластов растений ячменя различной продуктивности . . . . .	3	46
<i>Шалатонина О. И., Ильясевич И. А., Шульженко Г. П.</i> Электромиографическая характеристика вызванных потенциалов действия при стимуляции большеберцового нерва человека . . . . .	1	43

### ГЕОГРАФИЯ

<i>Аношко В. С., Вальвачев А. Н., Гладкая Т. Н.</i> Оценка состояния мелиорированных ПТК на основе теории нечетких множеств и методов распознавания образов . . . . .	1	56
<i>Витченко А. Н.</i> Агроэкологические ресурсы ландшафтов Белоруссии . . . . .	3	59
<i>Гжесь М.</i> Некоторые проблемы изменения ледового режима, вызванные сооружением плотины «Влоцлавск» . . . . .	2	57
<i>Гурьянова Л. В.</i> Оптимизация площади водосборной территории малых озер в условиях мелиорации земель . . . . .	2	52
<i>Журавская Н. И.</i> Зональная специализация сельского хозяйства Белоруссии . . . . .	3	63
<i>Комаровский М. Е.</i> О мощности антропогенных образований в пределах Минской и Ошмянской возвышенностей . . . . .	1	60
<i>Кудло Т. А., Лобач Т. Я.</i> Групповой состав минеральных фосфатов мелиорированных торфяных почв . . . . .	1	53
<i>Липская Г. А., Иванов Н. П., Скурко И. Е., Ляхович С. Р.</i> Физиолого-биохимическая характеристика и продуктивность картофеля в условиях оптимизации торфяно-болотной почвы . . . . .	2	65
<i>Манах Б. А., Сакевич В. И.</i> Трудовой потенциал городов Белоруссии . . . . .	1	62
<i>Ничипорович Д. В., Лобач Т. Я.</i> Трансформация органического вещества и микроэлементов в осушенных торфяных почвах . . . . .	3	68
<i>Пирожник И. И., Лещинский В. Н.</i> Районирование рекреационного потенциала туристских центров и оптимизация его использования . . . . .	2	68
<i>Потава Г. Р.</i> Особенности рекреационно-географического положения городов БССР . . . . .	3	55
<i>Сачок Г. И., Шишинок Н. А., Марьина Л. В.</i> Вертикальное расчленение рельефа БССР . . . . .	2	61
<i>Соломко А. В., Денисенко О. Н.</i> Использование радиотелевизионной техники и ЭВМ при создании комплексных карт . . . . .	1	52
<i>Трофимов А. М., Жмойдяк Р. А., Гейко Г. Д.</i> Автоматизированная система построения картографических изображений . . . . .	1	50
<i>Трофимов А. М., Гнеденков Л. Н., Жмойдяк Р. А.</i> Алгебраическое представление унифицированных структур пространственных данных . . . . .	2	47
<i>Широков В. М., Московкин В. М.</i> Численное моделирование процессов пляжеформирования и абразии берегов в условиях управления . . . . .	3	51

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Вечер А. А.</i> К вопросу об электрохимических свойствах композиционных материалов на основе графита . . . . .	1	67
<i>Ермоленко В. А., Жмойдяк Р. А., Бордон В. Е.</i> К вопросу о гидрогеохимическом контроле загрязнения гидросферы . . . . .	1	68
<i>Константинов А. С.</i> Новые и малоизвестные для фауны СССР виды листоедов-блошек (Coleoptera, Chrysomelidae, Alticipae) . . . . .	1	68
<i>Лазарева А. М., Станкевич А. И.</i> Об оценке участия гетеролитических процессов при термоллизе диацилпероксидов по выделению углекислого газа . . . . .	3	75
<i>Нахар С., Тищенко И. Г., Бубель О. Н.</i> Реакция ацетата 2-этилформил-оксирана с фенолом . . . . .	2	73

<i>Пшеничный Г. В., Машенков В. А., Станишевский Л. С.</i> Новый путь синтеза бензо [а] фуорохинолизинов . . . . .	1	66
<i>Слобода Н. А., Рахманько Е. М., Старобинец Г. Л., Гриципан Д. Д., Капуцкий Ф. Н., Савицкая Т. А.</i> Жидкостный ионоселективный электрод без внутреннего раствора сравнения для определения активности бромид-ионов . . . . .	2	73
<i>Стефанович Е. Н., Уральская Е. Р.</i> Иммунохимическое сравнение хлоропластных мембран ячменя экстенсивного и интенсивного типа . . . . .	2	75

#### НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Леонид Станиславович Станишевский (К 50-летию со дня рождения) . . . . .	1	70
Ростислав Афанасьевич Жмойдяк (К 50-летию со дня рождения) . . . . .	1	71

#### ПАМЯТИ УЧЕНОГО

<u>Иван Григорьевич Тищенко</u> . . . . .	3	77
---	---	----

## РЕФЕРАТЫ

УДК 778.342+546.824

Шевченко Г. П., Афанасьева З. М., Свиридов В. В. **О проявлении фото-слоев на основе  $TiO_2$  в меднотитановом проявителе** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 3.

Приведены данные о фотографических свойствах (ФС)  $TiO_2$ -слоев при использовании меднотитанового проявителя (МТП). Установлено, что МТП при одностадийном проявлении  $TiO_2$ -слоев обеспечивает практически те же фотографические характеристики, что и наиболее активные для этих слоев проявители — серебряный, медноаскорбиновый и медножелезный. Медные изображения, формирующиеся из МТП, обладают высокой коррозионной устойчивостью.

Библиогр. 8 назв., табл. 1.

УДК 771.537.62

Кузьмичев А. А., Бобровская В. П., Рогач Л. П., Биктимиров Р. С. **Влияние стабилизирующих добавок медноборогидридного физического проявителя на качество фотографических изображений** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 5.

Изучено влияние стабилизаторов, вводимых в медноборогидридный физический проявитель, на разрешающую способность и среднеквадратичную гранулярность фотографических изображений, получаемых на фототехнических пленках с уменьшенным содержанием серебра. Показано, что введение стабилизирующих добавок в состав МБП способствует улучшению качества фотографических изображений.

Библиогр. 7 назв., ил. 3.

УДК 541.128(539.25)

Мальченко С. Н., Браницкий Г. А., Ермоленко В. И., Лычковский Ю. Н. **Электронно-микроскопическое исследование поведения пленочных структур  $TiO_2$ -Pt при прогреве** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 8.

Изучено влияние способа приготовления пленочных структур диоксид титана-платина на изменение дисперсности и поверхностной концентрации частиц Pt при прогреве на воздухе и в атмосфере водорода. Установлено, что частицы Pt, сформированные одновременно с пленкой  $TiO_2$  при пиролизе резината титана и  $H_2PtCl_6$ , более дисперсны, а их размеры увеличиваются при прогреве не столь значительно, как в случае частиц, приготовленных нанесением  $H_2PtCl_6$  с последующим разложением на уже готовую пленку  $TiO_2$ . Обсуждаются факторы, обуславливающие повышение стабильности мелкодисперсных частиц Pt в совместно сформированных структурах  $TiO_2$ -Pt.

Библиогр. 9 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 661.728

Голуб Н. В., Юркштович Т. Л., Капуцкий Ф. Н., Сахарова Е. Ю. **Влияние водно-спиртовых растворителей на основность аминогрупп диэтиламинооксипропилцеллюлозы** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 12.

Изучены основные свойства целлюлозного аннионита-диэтиламинооксипропилцеллюлозы (ДЭАОПЦ) в бинарных средах вода — метанол, вода — этанол, вода — изопропанол при мольной доле органического компонента (0—0,6) и ионных силах раствора 0,05 и 0,5. Установлено, что основными факторами, влияющими на равновесие аннионит — раствор, являются процессы сольватации функциональных групп ДЭАОПЦ и обменивающихся анионов, которые и определяют последовательность изменения кажущихся констант ионизации при переходе от одного растворителя к другому.

Библиогр. 7 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 541.64:678.7

Никифоров А. М., Бражникова Л. Ю., Круль Л. П. **Исследование сорбции и диффузии некоторых (мет)акриловых мономеров в полиэтилене** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 16.

Приведены значения коэффициентов диффузии и величины равновесной сорбции в полиэтилене низкой плотности для акриловой и метакриловой кислот, а также для диметиламиноэтилметакрилата и диэтиламиноэтилметакрилата, измеренные при 293, 333 и 353 К.

Библиогр. 8 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 678.049.4

Масалов Н. В., Притыцкая Т. С., Резников И. В. **Хлортитантриацилаты в качестве аппретов для наполненных полиэтиленовых композиций** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 18.

Взаимодействием четыреххлористого титана с тремя эквивалентами карбоновых кислот получены хлортитантриацилаты. Показано, что они являются эффективными аппретирующими веществами для наполненных полиэтиленовых композиций.

Библиогр. 6 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 771.531.37:778.33

Корзун Г. М., Рахманов С. К., Григоренко В. И. **Электронно-микроскопическое исследование процесса усиления радиографического изображения методом диспергирования серебра** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 20.

Методом просвечивающей электронной микроскопии изучены морфологические изменения эмульсионных микрокристаллов в радиографических материалах при обычной химико-фотографической и последующей усиливающей обработке методом диспергирования серебра. Показано, что при использовании усиливающих растворов на основе солей олова (II) без лигандов ионов серебра, позволяющих увеличить оптическую плотность изображения не более чем в два раза, частицы серебра, составляющие изображение, имеют размер, близкий к размеру частиц химически проявленного серебра (1 мкм). С добавлением же лигандов ионов серебра формируется фракция мелкодисперсного серебра со средним размером 0,008—0,01 мкм, которая отвечает за высокое увеличение (до 8—10 раз) оптической плотности изображения.

Библиогр. 8 назв., ил. 2.

УДК 577.391+616.006

Орел Н. М., Пикулев А. Т., Грецкая Н. М. **Влияние локальной СВЧ гипертермии на активность лактатдегидрогеназы в сыворотке крови крыс-опухоленосителей саркомы 45** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 25.

Представлены результаты исследований общей активности лактатдегидрогеназы и ее изоферментов в сыворотке крови крыс-опухоленосителей в различные сроки после локальной СВЧ гипертермии саркомы 45. Специфические изменения изучаемых показателей, наступающие в сыворотке крови через 24—120 ч после термического воздействия, позволяют косвенно оценивать состояние регрессивных процессов в опухоли.

Библиогр. 15 назв.

УДК 612.111.7:535.37

Самаль А. Б., Черенкевич С. Н., Хмара Н. Ф. **Связывание флуоресцентного зонда 1-анилинонафталин-8-сульфоната тромбоцитами** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 27.

Изучено взаимодействие флуоресцентного зонда 1-анилино-нафталин-8-сульфоната (АНС) с тромбоцитами в области pH 6,0—8,0. Установлено, что при нейтральных и кислых значениях pH среды тромбоциты имеют один тип мест связывания, а в щелочных средах — два типа мест связывания для этого зонда. При pH 6,0—7,0 АНС связывается с плазматической мембраной тромбоцитов, при защелачивании среды молекулы АНС сорбируются как на поверхностной мембране, так и проникают внутрь тромбоцитов.

Библиогр. 7 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 581.174

Кахнович Л. В., Петько Л. В. **Фотосинтезирующая поверхность и пигментный фонд растений ячменя** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. С. 30.

Исследовалось формирование ассимиляционной поверхности и фонда фотосинтетических пигментов у сортов ячменя, различающихся величиной биологического и хозяйственного урожая (Московский 121, Мами и Фаворит). Выявлены корреляционные зависимости между количественными показателями степени развития фотосинтетического аппарата на уровне целого растения и продуктивностью растений. Особенности формирования фотосинтетической структуры растения могут быть использованы при разработке программ по созданию продуктивных сортов ячменя.

Библиогр. 9 назв., табл. 2.

УДК 577.22+581.174

Стефанович Е. Н. Особенности формирования фотосинтетического аппарата проростков ячменя разной потенциальной продуктивности // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 34.

Исследованы особенности формирования фотосинтетического аппарата растений ячменя контрастных по зерновой продуктивности (сорта Винер и Роланд) на ранних этапах их онтогенеза иммунохимическими методами. У развивающихся проростков сравнимых сортов обнаружены различия в изменении содержания антигенных компонентов хлоропластных мембран. Обсуждается вопрос об увеличении относительного содержания хлорофилла *b* и, следовательно, светособирающих комплексов в пластидах растений высокопродуктивного сорта на ранних этапах их онтогенеза.

Библиогр. 12 назв., ил. 1, табл. 1.

УДК 633.2:631.524

Черник В. В., Романович В. Ф. Строение и биология семян *Heracleum lehmppianum* Bunge // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 36.

Приведены результаты изучения в условиях Центральной агроклиматической области БССР строения перикарпия, спермодермы, эмбрионального и постэмбрионального развития зародыша борщевика лемана — перспективного кормового растения.

Библиогр. 9 назв., ил. 1.

УДК 591.524.12(476)

Митрахович П. А., Ляхнович В. П. Сезонная и многолетняя динамика зоопланктона водоема-охладителя ТЭС оз. Лукомского // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 40.

В сезонной динамике количественного развития зоопланктона периоды наступления максимумов и минимумов проявляются со сроками весеннего повышения температуры воды: при более раннем повышении температуры раньше достигается первый максимум развития зоопланктона. Существенных изменений в структуре доминирующего комплекса зоопланктона пелагиали за последние семь лет не произошло, но заметно возросла роль основной группы доминантов. С 1980 по 1983 г. наблюдалось увеличение численности планктонных ракообразных в три, биомассы — в шесть раз. Суммарная сезонная продукция зоопланктона за эти годы возросла в пять раз. Продолжительность многолетнего цикла развития зоопланктона пелагиали оз. Лукомского по максимальным значениям составляет 11 лет.

Библиогр. 12 назв., ил. 2, табл. 3.

УДК 582.282.11

Стефанович А. И. Об эволюции мучнисторосяных грибов // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 46.

Изложены материалы, касающиеся вопросов происхождения, эволюции и филогенеза грибов семейства Erysiphaceae. Анализируются направления эволюции мучнисторосяных грибов, связанные с изменением числа сумок и сумкоспор в плодовом теле, с совершенствованием придатков клейстотециев. Высказаны предположения относительно эволюции мицелия и конидиального спороношения. Приводится общая схема эволюции Erysiphaceae.

Библиогр. 13 назв.

УДК 504.4954:581.526.3

Парфенов П. В. Особенности накопления свинца роголистником темно-зеленым (*Ceratophyllum demersum* L.) // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 50.

Исследовано влияние различных концентраций свинца на жизнедеятельность водного растения роголистника темно-зеленого и отмечены особенности накопления свинца этим растением.

Библиогр. 13 назв., табл. 1.

УДК 911.3:33

Томашевич А. В., Жмойдяк Р. А. **Интенсификация географических исследований в условиях перестройки** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 52.

Рассматриваются аспекты повышения роли вузовской географической науки в региональной системе управления народным хозяйством. Повышение эффективности исследований увязывается с их концентрацией и созданием централизованного информационного обеспечения с участием студентов. Обосновывается целесообразность экологизации географического образования.

Библиогр. 4 назв.

УДК 911.3:796.50(47)

Зайцев В. М. **Анализ территориальной организации пригородного отдыха посредством параметризации рекреационной деятельности** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 56.

Рассмотрена возможность использования множественного регрессионного анализа в исследовании пространственной организации отдыха и рекреационной освоенности территории. На примере Минской территориальной системы пригородного отдыха показана рекреационная освоенность в разрезе наиболее массовых видов отдыха.

Библиогр. 4 назв., ил. 3.

УДК 551.482.214;543.3

Лобач Т. Я. **Воздействие антропогенных факторов на гидрохимический состав водосбора р. Гайны** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 60.

В течение пяти лет (1981—1985) изучалось изменение химического состава снеговых вод, а также вод реки Гайны и трех водохранилищ под влиянием антропогенного воздействия. Показано, что мелиоративное вмешательство и воздействие транспорта приводит к значительному увеличению в природных водах макро- и микроэлементов.

Библиогр. 5 назв., табл. 2.

УДК 631.14(214):(476.1)

Сороко П. О. **Особенности развития овощеводства в пригородной зоне Минска** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 64.

Рассматриваются вопросы размещения, специализации и концентрации овощеводства в крупнейших овощеводческих совхозах пригородной зоны Минска за 1965—1985 гг. Проводится сравнительный анализ основных показателей уровня развития отрасли 60-х и 80-х гг. Обосновывается необходимость совершенствования структуры посевных площадей путем увеличения удельного веса овощных и кормовых культур и сокращения доли зерновых. Исследуется зависимость экономической эффективности производства овощей от уровня концентрации и специализации.

Библиогр. 7 назв., табл. 2.

УДК 413.11(476)

Овчинникова Р. И. **О распространении топонимов Ляда и Пасека на территории Белоруссии** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 1. С. 68.

Рассматриваются основные термины подсечно-огневой системы земледелия в географической номенклатуре и ареал их распространения на территории Белоруссии.

Библиогр. 17 назв.