

ISSN 0372-5340

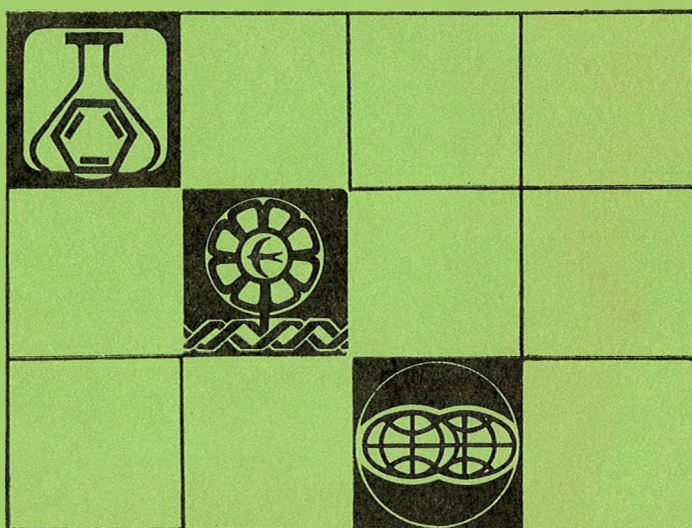
2

СЕРИЯ 2, 1988

ВЕСТНИК

Белорусского государственного
университета имени В.И. Ленина

Химия
Биология
География



ИЮНЬ

2

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

Главный редактор В. Г. РУДЬ
Ответственный секретарь П. Н. БАРАНОВСКИЙ

Редакционная коллегия серии:

Ф. Н. КАПУЦКИЙ (*ответственный редактор*),
Р. А. ЖМОИДЯК, **Н. И. ЖУРАВСКАЯ**, **В. Н. КИСЕЛЕВ**,
П. М. КИСЛУШКО, **Н. М. КРЮЧКОВА**, **И. К. ЛОПАТИН**,
Е. П. ПЕТРЯЕВ, **А. Т. ПИКУЛЕВ** (*зам. ответственного редактора*),
Ю. А. ПРОЛЕСКОВСКИЙ, **В. В. СВИРИДОВ**,
Г. Л. СТАРОБИНЕЦ, **В. Ф. ТИКАВЫЙ**, **Ю. К. ФОМИЧЕВ**,
В. М. ШИРОКОВ (*зам. ответственного редактора*), **А. С. ШУКАНОВ**,
Т. Л. ЮРКШТОВИЧ (*ответственный секретарь*),
О. Ф. ЯКУШКО

ВЕСТНИК БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени В. И. ЛЕНИНА

Серия 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2

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

Сдано в набор 28.03.88. Подписано в печать 30.05.88. АТ 00733. Формат 70×108^{1/16}. Бумага тип. № 1. Высокая печать. Усл. печ. л. 7,0. Усл. кр.-отт. 7,35. Уч.-изд. л. 7,15. Тираж 775 экз. Заказ 868. Цена 85 к.

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

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

© Вестник БГУ имени В. И. Ленина, 1988



УДК 77.023+621.793

Г. П. ШЕВЧЕНКО, Л. Т. ПОТАПЕНКО, В. В. СВИРИДОВ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ ИЗ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ РЕДОКС-ПАРУ V^{3+}/VO^{2+}

Процессы с несеребряным физическим проявлением широко исследуются, поскольку уже сейчас его некоторые варианты находят практическое применение [1]. Наиболее изучены процессы осаждения меди из растворов, содержащих в качестве восстановителей борогидрид натрия [2, 3], формальдегид [4], редокс-пару Ti^{3+}/TiO^{2+} [5, 6]. Встречаются также упоминания о возможности применения для восстановления ионов Cu^{2+} таких редокс-систем, как Fe^{2+}/Fe^{3+} , V^{2+}/V^{3+} , V^{3+}/V^{4+} , Cr^{2+}/Cr^{3+} , Eu^{2+}/Eu^{3+} [7], однако систематически этот вопрос не изучался, а сведения о получении медных изображений из проявляющих растворов, содержащих перечисленные редокс-пары (кроме Fe^{2+}/Fe^{3+}), вообще отсутствуют.

В настоящей статье рассмотрены результаты исследования процесса осаждения меди из растворов, содержащих редокс-пару V^{3+}/VO^{2+} , и возможности их использования для получения медных изображений на галогенсеребряных слоях с уменьшенным содержанием серебра. Автокаталитическое осаждение меди на частицы серебра, формирующего слабое изображение, протекает из кислых растворов, содержащих соли $Cu(II)$ и $V(III)$, относительные количества которых брались в соответствии со стехиометрией реакции. Введение в проявляющий раствор ионов $V(IV)$, смещающих окислительно-восстановительный потенциал пары V^{3+}/VO^{2+} в область более положительных значений, а также поверхностно-активных веществ, в частности ОП-10, обеспечивает получение достаточно стабильных растворов.

С целью выявления факторов, определяющих высокую скорость проявления и оптимальные фотографические характеристики (ФХ) мало-серебряных пленок, изучена кинетика осаждения меди из растворов медно-ванадиевого проявителя (МВП) на серебряное изображение ($D_{исх}^{Ag} = 0,3$), образующееся в пленке ФТ-ФП* при ее химико-фотографической обработке [4]. Процесс осуществлялся при перемешивании в инертной атмосфере (для предотвращения окисления ионов V^{3+}) и температуре $25 \pm 1^\circ C$. Кинетика процесса изучалась по изменению количества осажденной меди в условиях, когда менялась концентрация одного компонента проявителя при фиксированных значениях концентрации других. Начальный участок кинетической кривой определяли, используя методику непрерывной регистрации оптической плотности медного изображения ($D_{ус}^{Cu}$) [2], величина которой линейно связана с количеством осажденной меди.

Характерный вид кинетических кривых осаждения меди на серебря-

* Экспериментальная пленка ФТ-ФП изготовлена на опытном производстве КазНИИхимфотопроекта; содержание серебра $0,8 \text{ г/м}^2$ (в полносеребряном аналоге этой пленки — $6,0 \text{ г/м}^2 \text{ Ag}$).

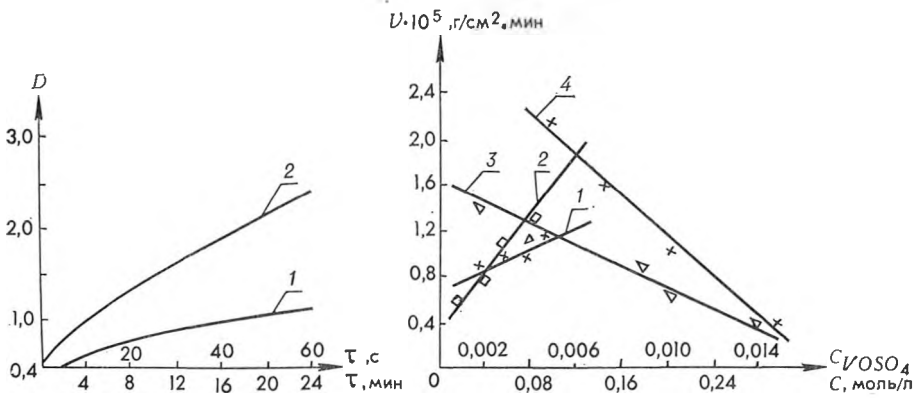


Рис. 1. Кинетические кривые осаждения меди из МВП на Ag-изображение:

1 — начальный участок; 2 — общий вид

Рис. 2. Зависимость скорости осаждения меди от концентрации компонентов МВП:

1 — $V_2(SO_4)_3$; 2 — $CuSO_4$; 3 — $VOSO_4$; 4 — H_2SO_4

ное изображение показан на рис. 1. Процесс идет с небольшим индукционным периодом, который зависит от состава раствора, но не зависит от усиливаемой оптической плотности серебряного изображения. После индукционного периода осаждение меди протекает с большой скоростью и достигает максимального значения при времени $\sim 40-60$ с, после чего скорость снижается и становится постоянной (прямолинейный участок). Заметим, что началу прямолинейного участка ($D_{ус}^{Cu} \approx 1,6-1,8$) соответствует расчетная толщина слоя осажденной меди $\sim 0,05-0,1$ мкм. Можно предположить, что осаждение меди из МВП начинается на всей поверхности частиц катализатора (частиц серебра, формирующих усиливаемое изображение), а после образования слоя меди скорость процесса несколько снижается.

При исследовании зависимости скорости * осаждения меди от концентрации компонентов МВП установлено, что она линейно растет с увеличением концентрации соли $Cu(II)$ и $V(III)$ в пределах $0,02-0,1$ моль/л, а также с уменьшением кислотности (от $0,3$ до $0,1$ моль/л) и концентрации $V(IV)$ (от $0,016$ до $0,0016$ моль/л) (рис. 2). В изучавшемся интервале концентраций компонентов МВП скорость процесса описывается следующим эмпирическим соотношением:

$$v = K \frac{C_{Cu^{2+}}^{0,9} \cdot C_{V^{3+}}^{0,5}}{C_{H_2SO_4}^{1,5} \cdot C_{V^{4+}}^{0,5}},$$

которое указывает, что наиболее существенно скорость зависит от концентрации соли Cu^{2+} и кислотности.

Отметим, что факторы, обеспечивающие высокую скорость осаждения меди из МВП, приводят к снижению его стабильности и наоборот. Так, при $C_{H_2SO_4} = 0,06-0,08$ моль/л и соотношении $C_{VOSO_4}/C_{V_2(SO_4)_3} = 0,125$ процесс идет с высокой скоростью, но уже примерно через $2-5$ мин приготовления МВП наблюдается выделение меди в объеме раствора; при $C_{H_2SO_4} = 0,3$ моль/л (при том же соотношении $V(IV)/V(III)$) осаждение меди идет очень медленно с большим индукционным периодом.

Высокая активность МВП при его достаточной стабильности (около 1 ч) достигается при следующих концентрациях компонентов (моль/л): $CuSO_4-0,08$; $V_2(SO_4)_3-0,08$; $VOSO_4-0,01$; $H_2SO_4-0,2$; ОП-10- $0,77$; $\Delta E = 20$ мВ. Кажущаяся энергия активации процесса при использовании МВП указанного состава равняется 50 ± 6 кДж/моль. Этот прояви-

* Имеется в виду скорость на прямолинейном участке кинетической кривой, которая оценивалась по изменению массы осажденной меди в единицу времени, т. е. $v = \Delta m / \Delta t$.

тель обеспечивает эффективное усиление слабого серебряного изображения на малосеребряных пленках без проведения операции его конвертирования в галогенид, причем скорость процесса при этом сопоставима со скоростью процесса на конвертированном серебре. Достижимые в МВП фотографические характеристики сопоставимы с ФХ при использовании медно-титанового проявителя. По сравнению с медно- и никель-борогидридными проявителями в МВП достигается большая (в 1,5—2 раза) фотографическая чувствительность (см. таблицу). МВП является менее контрастным физическим проявителем, что дает возможность передавать полутона. Изображение, формирующееся из МВП, состоит из металлической меди (по данным рентгенографического исследования) и является коррозионно устойчивым: при хранении в обычных условиях (комнатная температура, относительная влажность $\sim 70\%$) в течение двух лет коэффициент регрессии * $f_{\tau} = 20\text{—}25\%$. Для сравнения укажем, что f_{τ} для медного изображения из медно-борогидридного проявителя в тех же условиях составляет 100% .

Фотографические характеристики малосеребряной пленки ФТ-ФП, усиленной в различных несеребряных физических проявителях

Проявитель	$S_{0,85}$	D_{\max}	γ
Медно-ванадиевый	1,1	3,7	2,7
Медно-борогидридный [3]	0,8	4,0	6,0
Никель - борогидридный [8]	0,6	4,0	8,5
Медно-титановый [4]	1,2	4,0	5,0

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о возможности использования редокс-пары V^{3+}/VO^{2+} для получения медных изображений на галогенсеребряных материалах с уменьшенным содержанием серебра без проведения стадии конвертирования серебра изображения в галогенид в отличие от медно-борогидридного и медно-формальдегидного проявителей, что упрощает технологию их обработки без ухудшения ФХ. Проведенное исследование позволило обосновать состав МВП, обеспечивающего эффективное проявление малосеребряных материалов. Заметим, что при длительной (более 3 ч) работе с проявителем необходима его защита от воздуха (достаточно проводить проявление в закрытых сосудах) из-за протекания процессов окисления V^{3+} . К преимуществам МВП можно отнести также его очень простой состав (отсутствие лигандов), сравнительно невысокую кислотность (рН 1,8), формирование медного изображения, обладающего высокой коррозионной устойчивостью.

Список литературы

1. Браницкий Г. А., Свиридов В. В., Рогач Л. П. // Журн. науч. и прикладн. фотогр. и кинематогр. 1986. Т. 31. № 1. С. 43.
2. Капариха А. В., Браницкий Г. А., Рогач Л. П., Свиридов В. В. // Вестн. АН БССР. Сер. хим. наук. 1985. № 5. С. 27.
3. Свиридов В. В., Сташенюк В. Д., Капариха А. В. и др. // Докл. АН БССР. 1980. Т. 24. № 2. С. 151.
4. Сердюк Г. И., Шевченко Г. П., Сташенюк В. Д. и др. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1981. № 2. С. 5.
5. Шевченко Г. П., Афанасьева З. М., Потапенко Л. Т., Свиридов В. В. // Журн. науч. и прикладн. фотогр. и кинематогр. 1984. Т. 29. № 5. С. 340.

* $f_{\tau} = \frac{D_0 - D_{\tau}}{D_0} \cdot 100\%$, где D_0 — начальная, а D_{τ} — плотность изображения после хранения соответственно.

6. Шевченко Г. П., Афанасьева З. М., Свиридов В. В. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1985. № 4. С. 47.

7. Свиридов В. В. Несеребряные фотографические процессы. Л., 1984.

8. Ажар Г. В., Гаевская Т. В., Свиридов В. В. // Журн. науч. и прикладн. фотогр. и кинематогр. 1983. Т. 28. № 1. С. 38.

УДК 661.728.8:543.227

Ф. Н. КАПУЦКИЙ, И. А. БАШМАКОВ, Л. В. СОЛОВЬЕВА

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ СОЛЕВЫХ ФОРМ МОНОКАРБОКСИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ

Характер процесса термической и термоокислительной деструкции полисахаридов обусловлен и химическим, и физическим строением их [1]. В частности, целлюлоза с повышенным содержанием аморфных областей разлагается с большей скоростью и при более низких температурах, выход угольного остатка при этом возрастает [2, 3].

Настоящая работа посвящена изучению влияния структуры окисленной целлюлозы на протекание процесса ее термоокислительного распада. Исследовались образцы окисленной оксидом азота (IV) целлюлозы — монокарбоксилцеллюлозы (МКЦ) в кислотной и железной солевой формах. Выбор Fe-формы МКЦ связан с той важной ролью, которая отводится обменному железу в окислительно-восстановительных превращениях органических веществ. Например, в ряде случаев следствием протекания таких процессов является самовозгорание растительных материалов, содержащих целлюлозу, твердых топлив, в частности торфа [4, 5]. Авторами работы [6] разработана методика получения пирофорных материалов на основе производных целлюлозы с введенными ионообменно катионами Fe^{3+} .

Для опытов использовали целлюлозу со степенью полимеризации 2400 в виде хлопчатобумажной ткани. Окисление проводили 10 %-ным (I серия) и 50 %-ным (II серия) раствором оксида азота (IV) в тетрахлорметане. Образцы I серии, по данным рентгеноструктурного анализа, сохранили кристаллическую полиморфную модификацию целлюлозы-I. Образцы II серии практически рентгеноаморфны. Далее в тексте образцы МКЦ I и II серии обозначены с добавлением арабских цифр, указывающих на содержание карбоксильных групп. Например, МКЦ I-3,0 получена окислением целлюлозы раствором оксида азота (IV) в тетрахлорметане 10 %-ной концентрации (I серия) и содержит 3,0 масс. % карбоксильных групп. Железные солевые формы МКЦ получены ионообменной сорбцией в динамических условиях из 0,1 н раствора $FeCl_3$. Рентгенограммы образцов снимали на приборе ДРОН-1.5 ($Cu_{K\alpha}$ излучение, фильтрованное Ni) в идентичных условиях приготовления и съемки образцов. Термический анализ проводили на Q-дерииватографе системы Паулик — Паулик — Эрдей. Скорость нагревания составляла 5 град/мин при чувствительности ДТГ-1/10 и ДТА-1/5. Образец (50 мг) помещали в открытый платиновый тигель, что обеспечивало свободный отвод продуктов термической деструкции и доступ к нему воздуха. Для изучения скорости распространения горения полоски ткани 2×10 см, предварительно высушенные при $100^\circ C$ в течение 2 ч, помещали в проградированный держатель и поджигали сверху по всей ширине полоски путем кратковременного контакта с открытым пламенем. Скорость распространения горения по вертикальной поверхности сверху вниз рассчитывалась из 5 повторных опытов по формуле $v = l/\tau$, где l — расстояние, пройденное фронтом пламени, мм; τ — время горения, с. Определялась также и скорость тления (см. таблицу). Факельное зажигание целлюлозы вызывает воспламенение горючих газов, образующихся при ее нагреве, и формирование самораспространяющегося пламени, фронт которого при вертикальном направлении горения

**Характеристика горения
препаратов целлюлозы**

Образец	Скорость горения, мм/с	Скорость тления, мм/с
Целлюлоза	1,35	1,05
МКЦ I-3,0	1,40	0,70
МКЦ I-7,0	1,60	0,70
МКЦ II-7,5	1,10	0,80
МКЦ II-19,0	—	0,20
Fe-МКЦ I-3,0	1,45	1,30
Fe-МКЦ I-7,0	1,75	1,35
Fe-МКЦ II-7,5	0,80	0,70
Fe-МКЦ II-19,0	0,20	0,20

движется сверху вниз со скоростью 1,35 мм/с. Обуглившийся остаток загорается позже, так как кислород, поступающий из воздуха, расходуется в реакциях горения в зоне пламени. Температура обугленного остатка повышается до 450—500° С, и он сгорает в факеле нагретых газов. При горении образцов окисленной целлюлозы кристаллической структуры также наблюдаются две фазы: пламенное горение и горение угля. Фронт пламени движется по поверхности ткани с большей скоростью, чем при горении целлюлозы. При этом образуется много угольного остатка, сохраняющего форму полоски ткани, который начинает тлеть после прохождения фронта пламени и его угасания. Фронт тления угля продвигается со скоростью 0,70 мм/с в обратном направлении — снизу вверх.

Окисленная целлюлоза аморфной структуры (МКЦ II-7,5), в отличие от кристаллического образца с близким содержанием карбоксильных групп, горит с меньшей скоростью. Этот факт может быть связан со структурными различиями образцов и степенью однородности распределения карбоксильных групп в объеме полимера. При поджигании высокоокисленного образца МКЦ II-19,0 практически сразу же образуется кромка угольного остатка, которая с малонитесивным свечением красного цвета медленно продвигается сверху вниз со скоростью 0,20 мм/с. Для образцов МКЦ с содержанием карбоксильных групп выше 19—20 масс. % наблюдается самогашение. Этот результат согласуется с рядом исследований [7, 8], в которых показано, что реакции, блокирующие С₆-гидроксил (к их числу можно отнести и окислительные превращения), стремятся предотвратить образование левоглюкозана и, таким образом, ингибируют горение.

Горение железных солевых форм МКЦ имеет свои особенности. Пламенное горение образцов Fe-МКЦ I протекает с несколько большей скоростью, чем у их кислотных форм. За второй фазой горения — выгоранием угольного остатка, которое начинается с верха полоски образца, следует фаза образования оксида. Фронт образования оксида отстает от фронта продвижения пламени. Горение Fe-МКЦ II-7,5 также протекает через три фазы. Фронт образования оксида α -Fe₂O₃ движется за угольной полосой, остающейся после прохождения фронта пламени. Факел пламенного горения Fe-МКЦ II-19,0 по высоте достигает лишь 2 мм. Скорость распространения горения в этом случае составляет 0,20 мм/с.

Проведенные исследования показали, что газофазные реакции горения наиболее интенсивно протекают у образцов кристаллической структуры — МКЦ I и Fe-МКЦ I. В факеле газофазных реакций происходит нагрев и тление металлоугольного остатка с формированием на его основе фазы оксида α -Fe₂O₃, сохраняющего текстуру исходного волокна.

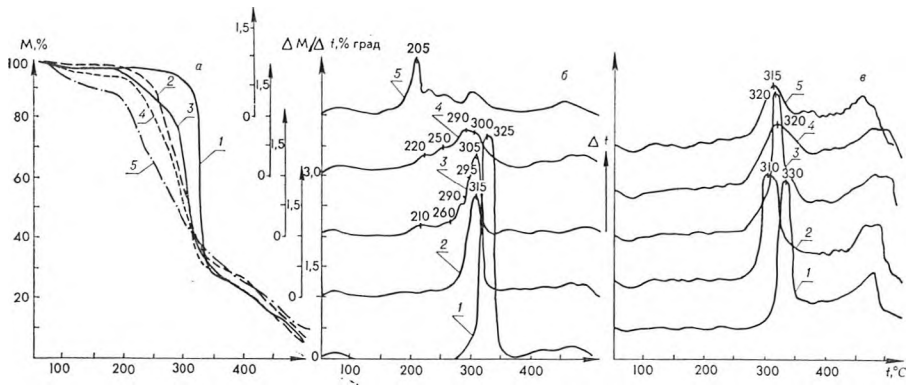


Рис. 1. Кривые ТГ (а), ДТГ (б), ДТА (в):
целлюлозы (1); МКЦ I — 3,0 (2); МКЦ I — 7,0 (3); МКЦ II — 7,5 (4); МКЦ II — 19,0 (5)

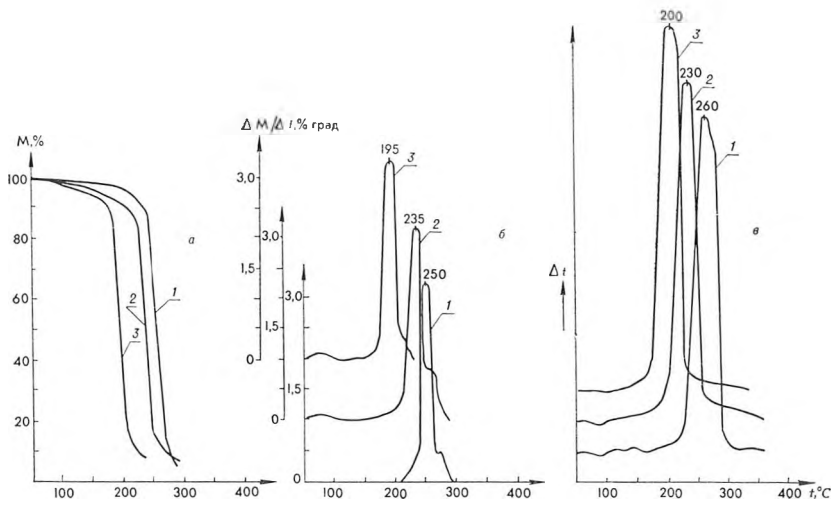


Рис. 2. Кривые ТГ (а), ДТГ (б), ДТА (в):
Fe — МКЦ I — 3,0 (1); Fe — МКЦ I — 7,0 (2); Fe — МКЦ I — 8,0 (3)

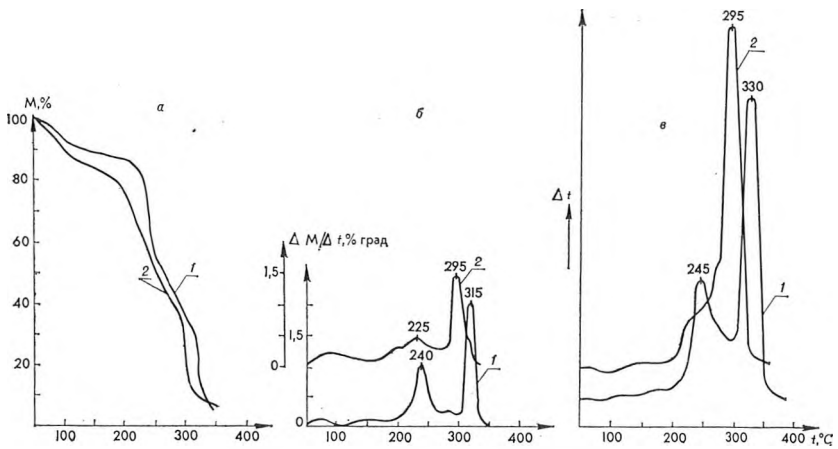


Рис. 3. Кривые ТГ (а), ДТГ (б), ДТА (в):
Fe — МКЦ II — 7,5 (1); Fe — МКЦ II — 19,0 (2)

На рис. 1—3 представлены дериватографические исследования основных температурных зон термоокислительных превращений изучаемых целлюлозных материалов. Максимальная потеря массы исходной и окисленной целлюлозой кристаллической структуры наблюдается в интервале 275—350 °С и связана с протеканием деполимеризационных процессов и выделением горючей смолистой фракции, основным компонентом которой является левоглюкозан и другие ангидросахара [9, 10]. Этому этапу потери массы соответствуют узкие экзотермические пики на кривых ДТА, смещенные для МКЦ кристаллической структуры в низкотемпературную область (330 → 300 °С) по сравнению с целлюлозой. По-видимому, нерегулярность распределения карбоксильных групп в МКЦ I обуславливает возникновение на границах аморфных и кристаллических областей дополнительных точек напряжения с ослабленными глюкозидными связями, при разрыве которых образуются радикальные центры инициирования деполимеризационных процессов. Поэтому при термическом разложении МКЦ I, сохранившей кристаллическую структуру исходной целлюлозы, наблюдается интенсификация деполимеризационных процессов и выход горючей фракции смещается в более низкотемпературную область. При разложении аморфных образцов МКЦ II максимумы скорости потери массы в области температур 290—330 °С резко снижаются и возрастают максимумы скоростей потери массы на отдельных стадиях термоокислительной деструкции (230, 250 °С). При 205 °С наблюдается наиболее интенсивный максимум потери массы образцом МКЦ II-19,0. На кривой ДТА этому процессу соответствует слабо поднимающаяся экзотерма с эндотермическим выступом вблизи 220 °С. По-видимому, в случае высокоокисленного образца в этой температурной области протекают процессы внутримолекулярной дегидратации в окисленных звеньях.

Процессы, которые развиваются в области температур 275—500 °С, сопровождаются двумя стадиями интенсивного тепловыделения. На первой, в области температур 275—375 °С, максимальная скорость тепловыделения, обусловленная выгоранием смолистой фракции, зафиксирована при 300—320 °С. Затем скорость тепловыделения уменьшается и, проходя через ряд промежуточных максимумов, повышается на второй стадии в области температур 450—480 °С. Экзотермические превращения на второй стадии, по-видимому, связаны с декарбоксилированием обугленного остатка. Потеря массы на этой стадии незначительна.

При понообменном введении в окисленную целлюлозу катионов железа на кривых ДТА металлосодержащих форм МКЦ наблюдаются интенсивные экзотермические максимумы, связанные с переходом $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^0 \rightarrow \alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и активным распадом полиуглеводной матрицы.

На кривых ДТА Fe-форм МКЦ I наблюдается один экзотермический максимум, которому на кривой ДТГ соответствует основной максимум потери массы. В данном случае имеет место совмещение процессов декарбоксилирования карбоксилат-анионов с одновременным восстановлением металла, с последующим процессом окисления восстановленного металла с образованием и выгоранием смолистой фракции. Интересно отметить, что в предельном случае, когда содержание карбоксильных групп в исходной МКЦ I приближается к 8,5 масс. % — значению, при котором еще сохраняется рентгенограмма полиморфной модификации целлюлозы-I, возрастает интенсивность тепловыделения, и основной экзотермический максимум смещается к 200 °С по сравнению с максимумами: 260 °С — Fe-МКЦ I-3,0 и 230 °С — Fe-МКЦ I-7,0.

Процесс разложения Fe-форм аморфной МКЦ II заканчивается в области температур 370 °С и носит отчетливо выраженный двустадийный характер. На первой стадии (175—270 °С) потеря массы достигает 40 % и сопровождается интенсивным экзотермическим максимумом на кривой ДТА. На этой стадии, по-видимому, протекают химические процессы декарбоксилирования карбоксилат-аниона с одновременным восстановлением катиона $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^0$ с участием редуцирующих веществ, выделяю-

щихся при распаде полиуглеводной матрицы. На второй стадии происходит в основном выгорание угольной фазы с образованием фазы оксида α -Fe₂O₃. На кривых ДТА Fe-форм аморфной МКЦ II наблюдается значительное увеличение экзотермического максимума (295—330 °С) по сравнению с кривой ДТА целлюлозы, что обусловлено ускорением процессов распада и сгорания обугленного остатка реакциями окисления высокодисперсных включений пиррофорных соединений железа (Fe и FeO) в оксид α -Fe₂O₃.

Известно, что в отличие от других металлических ионов более прочное соединение катионов трехвалентного железа с окисленной целлюлозой происходит не только за счет ионной, но и сильной хелатной связи [11]. При сорбции катионов Fe³⁺ образцом кристаллической МКЦ, содержащей карбоксильные группы преимущественно в аморфных областях, ослабевает роль этих областей как своеобразных «клапанов» [12], снимающих напряжения в кристаллической фазе, возникающие при термическом воздействии. Как следствие этого наблюдается усиление кооперативности реакций термоокислительного распада железных солевых форм МКЦ кристаллической структуры.

Список литературы

1. Голова О. П. // Успехи химии. Т. 44. № 8. С. 1454.
2. Basch A., Lewin M. Journ. Polymer Sci.: Polymer Chem. Ed. 1973. V. 11. № 12. P. 3071.
3. Жемайтис А. И. // Полимерные материалы и их исследование. Каунас, 1965. Вып. 14. С. 62.
4. Стадников Г. Л. Самовозгорающиеся угли и породы, их геохимическая характеристика и методы опознавания. М., 1956. С. 52.
5. Лиштван И. И., Кашинская Т. Я., Фалюшин П. Л. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1983. № 2. С. 103.
6. Ермоленко И. Н., Сафонова А. М. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1979. № 5. С. 25.
7. Кожкин А. А. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы. М., 1974.
8. Lipska A. E., McCasland G. E. // Journ. Appl. Polymer Sci. 1971. V. 15. № 2. P. 419.
9. Мадорский С. Термическое разложение органических полимеров. М., 1967.
10. Килзер Ф. // Целлюлоза и ее производные / Под ред. Н. Байкля и Л. Сегала. М., 1974. Т. 2. С. 327.
11. Ogiwara Y., Kubota H. // Journ. Polymer Sci. 1969. V. 7. Part A-1. P. 2087.
12. Петропавловский Г. А. и др. // Химия древесины. 1985. № 5. С. 15.

УДК 547.458.81

М. В. ШИШОНОК, Е. В. ГЕРТ, О. В. ЗУБЕЦ,
А. А. КУЗЬМИЧЕВ, Л. А. КУЗЬМЕНКОВ

ПОРОШКОВАЯ АМОРФНАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА

Целлюлоза в форме порошка благодаря своим исключительным, не присущим природной, волокнистой, целлюлозе свойствам нашла разностороннее практическое применение [1]. Классическим способом перевода волокнистого целлюлозного материала в порошкообразное состояние является гидролитическая деструкция [2]. Микрористаллическая целлюлоза (МКЦ), образующаяся в результате гетерогенного кислотного гидролиза, представляет собой агрегаты индивидуальных кристаллитов, освобожденных от аморфной связующей. Примерно четвертая часть производимой в настоящее время в основном фирмой FMC Corporation (США) микрористаллической целлюлозы используется в фармацевтической промышленности [3] в качестве наполнителя, стабилизатора, носителя активного начала при изготовлении таблеток. Под действием сдвиговых напряжений, например, ультразвука, МКЦ способна диспергировать в жидких средах с образованием связнодисперсной системы — лиогеля. Устойчивые гидрогели МКЦ применяют как загуститель лекар-

ственных косметических препаратов, пищевых продуктов в виде паст, мазей, кремов. В то же время высокая степень кристалличности обуславливает в основном поверхностный характер взаимодействия МКЦ с дисперсионной средой, что не позволяет реализовать в полной мере потенциально высокую сорбционную и гелеобразующую способность порошковой целлюлозы (ПЦ). Аморфизованная ПЦ, получаемая традиционным способом механической деструкции [4], характеризуется, как правило, более высокой, чем у МКЦ, сорбционной способностью и широко используется как универсальный сорбент, фильтрующий материал [1]. Однако размолотая целлюлоза не способна к гелеобразованию даже при воздействии высоких сдвиговых напряжений. Процесс размола, отличаясь энергоемкостью, вызывает также снижение степени белизны и увеличение зольности целлюлозы [5].

С целью улучшения эксплуатационных свойств ПЦ, получаемой путем гидролитической деструкции, нами предложен простой способ аморфизации МКЦ [6].

В эксперименте использовали сульфатную целлюлозу (степень полимеризации 800), водные растворы HNO_3 марки осч. Рентгенофазовый анализ и определение водоудерживающей способности (ВУС) проводили аналогично [7]. Морфологические особенности ПЦ исследовали на растровом электронном микроскопе S-520 (Hitachi). Сорбционную способность ПЦ оценивали по методике [8]. Степень белизны определяли на спектроколориметре Радуга 2Б.

В процессе исследования закономерностей структурной модификации различных целлюлозных материалов растворами HNO_3 [9] выявлено специфическое поведение МКЦ. Как видно из рис. 1, уже при кратковременном набухании природных волокон в 68 %-ной HNO_3 формируется кристаллический аддукт целлюлозы с HNO_3 строго стехиометрического состава, отчетливо выраженный рентгенографически (кривая 2), так называемое соединение Кнехта (СК) [9]. Вместе с тем на рентгенограмме МКЦ (выделенной из волокон кипящей 2н HNO_3 [6]) после контакта с 68 %-ной HNO_3 рефлексы СК проявляются крайне слабо (кривая 3). Если СК на основе волокон (кривая 2) разрушается водой с восстановлением целлюлозы в кристаллической форме II (кривая 4), то набухшие в HNO_3 кристаллиты (кривая 3) преобразуются под действием воды в аморфный материал (кривая 5) с характерной морфологией частиц, отличающихся от исходной МКЦ (рис. 2, а) рыхлой поверхностью, явно нарушенной фибриллярной структурой (рис. 2, б). Глубина аморфизации зависит от происхождения МКЦ (древесная или хлопковая) и условий ее набухания: продолжительности, модуля, температуры, концентрации HNO_3 . Вероятная причина аморфизации заключается, очевидно, в случайном характере присоединения молекул HNO_3 к жестким стержнеобразным макромолекулам МКЦ. Возможно, это обусловлено отсутствием аморфной связующей, облегчающей транспорт HNO_3 к плотным агрегатам кристаллитов, а также различной доступностью макромолекул на поверхности и в объеме кристаллитов. Такое неравномерное присоединение, нарушающее регулярность строения МКЦ и вызывающее локальные напряжения в структуре, приводит,

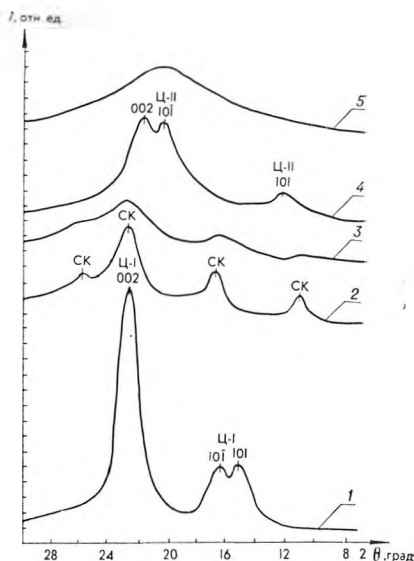


Рис. 1. Рентгенограммы:

1 — МКЦ; 2 — волокнистая целлюлоза после 10 мин контакта с 68 %-ной HNO_3 ; 3 — МКЦ после 4 ч контакта с 68 %-ной HNO_3 ; 4 и 5 — продукты разложения водой соединенной 2 и 3 соответственно

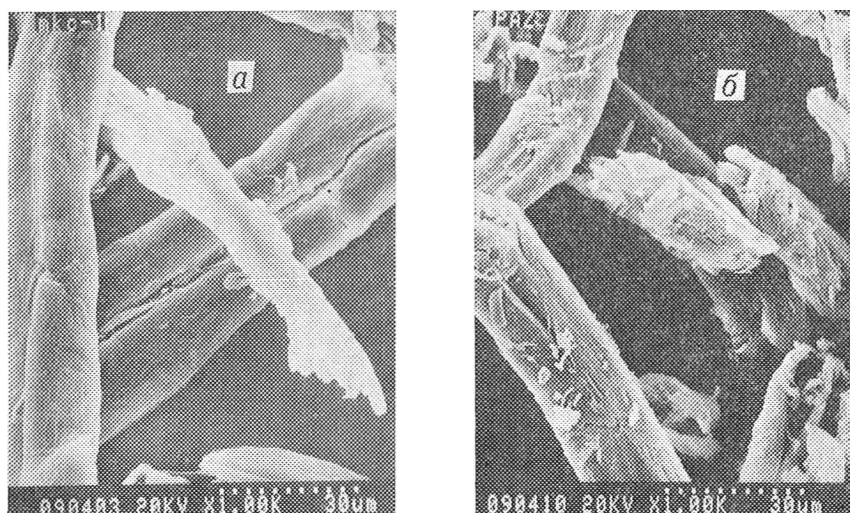


Рис. 2. Растровые электронные микрофотографии МКЦ (а) и аморфного порошкового материала на ее основе (б)

на наш взгляд, к необратимому разрушению исходного порядка. В результате новое фазовое состояние, отвечающее СК, рентгенографически выражено очень слабо (см. рис. 1, кривая 3), а прежнее (см. рис. 1, кривая 1) вовсе себя не проявляет. Отсутствие рекристаллизации целлюлозы, регенерированной из такого состояния водой (кривая 5), объясняется жесткостью макромолекул МКЦ низкой степени полимеризации (170—180), соизмеримых с величиной сегмента Куна. Другим способствующим аморфизации МКЦ обстоятельством является, по-видимому, ее частичное нитрование 68 %-ной HNO_3 (содержание связанного азота \sim до 1,5 %).

Характеристики порошковых целлюлозных материалов

Образец ПЦ	ВУС. %	Количество сорбированного йода, мг $\text{I}_2/\text{г}$ цел.	Степень белизны, %
МКЦ Avicel	62	22,4	94
МКЦ хлопковая (Владимир)	36	9,7	91
МКЦ сульфатная	48	18,2	95
Arbocel	70	116,8	92
Solka-Flok	59	117,0	91
ПАЦ на основе МКЦ сульфатной	160	312,0	96

Отличаясь фазовой и морфологической структурой, полученная порошковая аморфная целлюлоза (ПАЦ) превосходит МКЦ по ряду важнейших показателей (см. таблицу). С целью объективной оценки свойств ПАЦ параллельно нами охарактеризованы промышленные образцы ПЦ: МКЦ марки Avicel (США), МКЦ хлопковая Владимирского химзавода, а также частично аморфизованные целлюлозы Arbocel (ФРГ) и Solka-Flok (Италия). Все представленные в таблице ПЦ имеют относительно небольшие значения ВУС: от 36 до 70 %. Величина ВУС аморфного порошка после отмывки 68 %-ной HNO_3 водой достигает довольно высокого значения (160 %). Освобожденная от избытка во-

ды на фильтре или центрифуге ПАЦ, в отличие от МКЦ с идентичной предысторией и промышленных МКЦ, без какого-либо дополнительного диспергирования представляет собой однородный, устойчивый гель. В таком виде ПАЦ может быть непосредственно использована в качестве загустителя. Количество йода, сорбированного ПАЦ, более чем в 14—30 раз превышает соответствующие показатели для МКЦ и примерно в 3 раза — для ПЦ Arbosel и Solka-Flok. ПАЦ отличается и повышенной степенью белизны, являющейся важным показателем при использовании ПЦ как сорбента в медицине, биохимии, аналитической химии и как полупродукта для синтеза тонкодисперсных производных целлюлозы.

Таким образом, разработан нетрадиционный способ получения ПАЦ, заключающийся в проведении процессов гидролитического расщепления и аморфизации одним и тем же реагентом — раствором HNO_3 . По гидрофильной, гелеобразующей, сорбционной способностям ПАЦ значительно превосходит отечественные и зарубежные аналоги.

Список литературы

1. Микрористаллическая и порошковая целлюлоза, получение и области использования: Тез. докл. Всесоюз. науч. семинара. Черкассы, 1986. С. 1.
2. Целлюлоза и ее производные / Под ред. Н. Байкэза и Л. Сегала. М., 1974. Т. 2. С. 412.
3. Muško M., Boldowicz D. // *Włókna Chemiczne*. 1983. Т. 9. № 4. С. 429.
4. Steege H. H. // *Wissenschaft und Fortschritte*. 1975. В. 25. № 3. С. 126.
5. Illukowicz W., Winczakiewicz A. // *Przegląd papierniczy*. 1975. Т. 31. № 1. С. 1.
6. Герт Е. В., Шишенок М. В., Капуцкий Ф. Н., Зубец О. В. Способ получения порошковой целлюлозы: Положительное решение по заявке № 4184301/23 от 19.10.87.
7. Шишенок М. В., Герт Е. В., Капуцкий Ф. Н., Сташенок З. В. // *Химия древесины*. 1982. № 1. С. 38.
8. Aziz K., Amine Abou-State M. // *Cellul. Chem. and Technol.* 1974. V. 8. № 5. P. 443.
9. Шишенок М. В., Герт Е. В., Филанчук Т. И., Капуцкий Ф. Н. // *Журн. прикладн. химии*. 1987. Т. 60. № 5. С. 1153.

УДК 541.11

А. А. ВЕЧЕР

ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ЗАПАСЕННОЙ ЭНЕРГИИ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА

Для решения ряда проблем физической химии катализаторов, представляющих собой частицы металла, нанесенные на некоторый носитель, требуется знание величины избыточной энергии этих частиц. По нашему мнению, полезной могла бы оказаться следующая модель для оценки этой величины.

Предположим, что микрористаллы металла представляют собой кубы с длиной ребра, равной na , где a — постоянная элементарной ячейки, n — натуральное число. Тогда легко показать, что для металлов с гранецентрированной кубической ячейкой число атомов в таком кубе:

$$N_{\text{гцк}}^{(V)} = (n + 1)(4n^2 + 2n + 1), \quad (1)$$

а число атомов на гранях куба:

$$N_{\text{гцк}}^{(S)} = 2(6n^2 + 1). \quad (2)$$

Для металлов с объемцентрированной кубической ячейкой аналогично:

$$N_{\text{оцк}}^{(V)} = n^3 + (n + 1)^3, \quad N_{\text{оцк}}^{(S)} = 6n^2 + 2. \quad (3) - (4)$$

Доля поверхностных атомов тогда:

$$K_{\text{гцк}} = \frac{2(6n^2 + 1)}{(n + 1)(4n^2 + 2n + 1)}, \quad K_{\text{оцк}} = \frac{6n^2 + 2}{n^3 + (n + 1)^3}. \quad (5) - (6)$$

Большая часть поверхностных атомов расположена на гранях кристалла, поэтому каждый из них имеет четыре свободные связи, а энергия, приходящаяся на связь, может быть представлена следующим образом:

$$W = E/0,5zN_A, \quad (7)$$

где z — координационное число (12 для гцк металлов, 8 для оцк металлов); N_A — число Авогадро; E — энергия атомизации (в зависимости от решаемой задачи эта величина равна либо энтальпии, либо свободной энергии Гиббса атомизации). Тогда на 1 моль металла (N_A атомов) в виде порошка кубов с размером ребра na из (5) или (6) и (7) имеем следующую величину запасенной энергии $E^{(ex)}$:

$$E_{гцк}^{(ex)} = \frac{4}{3} E \frac{6n^2 + 1}{(n+1)(4n^2 + 2n + 1)}, \quad E_{оцк}^{(ex)} = E \frac{6n^2 + 2}{n^3 + (n+1)^3}. \quad (8) - (9)$$

В справедливости предложенной модели можно убедиться следующим образом. Поскольку грань элементарной ячейки гцк металла содержит 2, а оцк — 1 атом, в единице площади поверхности гцк металла будет $2/a^2$, а в оцк — $1/a^2$ атомов; следовательно, единица площади поверхности содержит $8/a^2$ и $4/a^2$ свободных связей для гцк и оцк металлов соответственно, энергия которых определяется соотношением (7). Отсюда поверхностная энергия:

$$\gamma_{гцк} = \frac{4}{3} \cdot \frac{E}{N_A a^2}, \quad \gamma_{оцк} = \frac{E}{N_A a^2}. \quad (10) - (11)$$

В качестве E в (10) и (11) должна входить энергия Гиббса атомизации, которую легко рассчитать для соответствующей температуры по справочным данным [1, 2]. Результаты расчета поверхностных энергий металлов, для которых она известна экспериментально [3], представлены в таблице. Несмотря на простоту предлагаемой модели имеется вполне

Сопоставление расчетной и экспериментальной
поверхностных энергий некоторых металлов

Металл	Структура a , нм [4]	T , К	E , кДж/моль	γ , эрг/см ²	
				расчет по (10)–(11)	эксперимент [3]
Co	гцк	1627	185	3253	1970
	0,3552				
Ni	гцк	1523	197	3514	1850
	0,3524	1723	167	2970	1725
Cu	гцк	1323	162	2737	1700
	0,3615				
Fe	оцк	1700	157	3050	2150
	0,294				
Nb	оцк	2523	366	5256	2100
	0,3300	1400	513	7824	1400
Mo	оцк	2623	209	3510	2100
	0,3147				
W	оцк	2000	575	9540	2900
	0,3164				
Cr	оцк	1823	123	2456	2400
	0,2885				
Ti	оцк	1873	201	3059	1700
	0,3306				

удовлетворительное согласие между расчетной и экспериментальной величинами поверхностной энергии.

Недавно появилось сообщение [5], что теплота сгорания порошка ультрадисперсного графита, не имевшего контакта с воздухом, на 70—140 кДж/моль превосходит теплоту сгорания компактного графита. В [5] к тому же показано, что ультрадисперсный графит состоит из пластинок толщиной около 1 и диаметром около 3 нм, содержащих примерно 800 атомов углерода. Если эти пластинки представить в виде гексагональных призм высотой в 5 графитовых слоев и диаметром 11 графитовых гексагонов, такая призма будет содержать всего 790 атомов, из них 420 поверхностных. Энтальпия атомизации углерода составляет 717 кДж/моль [5], и в предположении, что поверхностный атом графита имеет одну свободную связь, получим запасенную энергию такого порошка графита, равную 190 кДж/моль в согласии с экспериментальной величиной, приведенной выше.

Очевидно, что предлагаемый подход может быть распространен и на химические соединения, если имеются термодинамические данные, с помощью которых можно рассчитать энергию атомизации соединения.

Список литературы

1. Термические константы веществ / Под ред. В. П. Глушко. М., 1972. Вып. 6.
2. Там же. 1974. Вып. 7.
3. Скоров Д. М., Дашковский А. И., Маскалец В. Н., Хижный В. К. Поверхностная энергия твердых металлических фаз. М., 1973.
4. Хансен М., Андерко К. Структуры двойных сплавов. М., 1962.
5. M a m t a n o N. J. // Journ. Solid. State Chem. 1986. V. 65. P. 89.

УДК 541.67

А. И. ВРУБЛЕВСКИЙ, П. В. КУЗОВКОВ

ВЛИЯНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ НА СПЕКТРЫ ЭПР КОБАЛЬТЭТИОПОРФИРИНА II

Параметры спектров ЭПР плоскоквадратных комплексов Со (II) с основным электронным состоянием A_1 проявляют особую чувствительность к природе растворителя [1]. Относящиеся к этому типу порфирины кобальта очень удобны как модельные объекты при изучении влияния среды на состояние биологически важных тетрапиррольных молекул (хлорофилл, гемоглобин). Подобные исследования проведены в основном для комплексов кобальта с тетрафенилпорфинами [2—5]. Следует отметить, что в работах не выяснены окончательно характер взаимодействия комплексов со стерически затрудненными аксиальными лигандами, состояние пигмента в формально некоординирующихся растворителях, зависимость константы СТС донорного атома аксиального лиганда от природы аксиального возмущения. Расширение круга используемых растворителей и кобальтпорфиринов представляется важным для дальнейших исследований.

В настоящей работе представлены результаты изучения спектров ЭПР ранее не изученного кобальтэтиопорфирина II (СоЭП) в тетрагидрофуране (ТГФ), хлороформе, хлористом метиле, бензоле, а также в смесях ТГФ с пиридином (Py), пиперидином (Pip) и трифенилфосфином (ТФФ). Спектры ЭПР регистрировались на радиоспектрометре Е-12 для вакуумированных образцов при 77 К. Значения параметров спектров измерялись по линиям СТС Mn^{2+}/MgO с использованием методики [3].

Спектры ЭПР СоЭП в некоторых матрицах (рис. 1, 2) описываются аксиально-симметричным спин-гамильтонианом (СГ) общего вида:

$$\hat{H} = \beta \tilde{H} g \tilde{S} + \tilde{S} \tilde{A}^{Co} \tilde{I}^{Co} + \sum_{i=1, 2} \tilde{S} \tilde{A}^N \tilde{N}_i$$

где $S = 1/2$; $I^{Co} = 7/2$; $I^N = 1$. Последний член этого выражения описывает сверхтонкое взаимодействие (СТВ) с атомами азота Ru или Pp и не равен нулю только для системы с добавками исследуемых лигандов: $i = 1$ для моноаддуктов, $i = 2$ для биаддуктов.

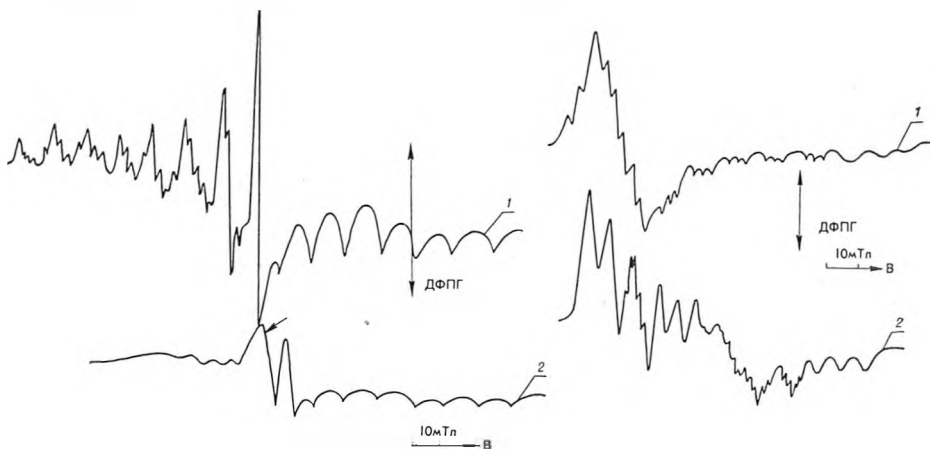


Рис. 1. Спектры ЭПР СоЭП в ТГФ (1) и хлороформе (2) при 77 К

Рис. 2. Спектры ЭПР СоЭП в смесях ТГФ с 0,05 моль/л Ру (1) и 6,0 моль/л Ру (2) при 77 К

В случае ТГФ регистрировались спектры ЭПР (см. рис. 1, а), в которых число линий СТС от кобальта при g_{\perp} (низкополевая часть спектра) гораздо больше ожидаемого (8 компонент) и составляет ~ 40 линий. Для концентраций комплекса $5 \cdot 10^{-4}$ — $5 \cdot 10^{-3}$ моль/л положение, относительная интенсивность и количество компонент СТС при g_{\perp} меняются. Следовательно, характер спектра ЭПР СоЭП в ТГФ обусловлен резонансом ряда наборов молекул комплекса, различающихся строением сольватной оболочки. Подобные результаты для ТГФ наблюдались в случае витамина B₁₂ [6].

Высокополевые части спектров (область g_{\parallel}) СоЭП в хлороформе и хлористом метиле (рис. 1, б) и ТГФ схожи, а при g_{\perp} заметно выделяются интенсивность и ширина компоненты СТС при $g = 2,345$ (на рис. 1, б эта компонента отмечена стрелкой). Интенсивность спектра ЭПР в этих двух растворителях при той же концентрации гораздо ниже, чем в ТГФ. При добавлении к хлороформу (хлористому метиле) спиртов, эфиров интенсивность спектров резко возрастает, исчезают также отмеченные особенности линии при $g = 2,345$. На примере порфиринов меди и серебра показано [7], что добавки этих растворителей к инертным реагентам приводят к разрушению полиассоциатов за счет экстраординации. Можно полагать, что и в случае кобальтпорфиринов в замороженных хлороформе, хлористом метиле понижение интенсивности спектров ЭПР обусловлено эффективными спин-спиновыми взаимодействиями в полиассоциатах.

Малоинтенсивные спектры ЭПР СоЭП регистрируются и в замороженном бензоле. В этом растворителе СТС от кобальта вообще не разрешается, и спектр представляет одиночную асимметричную линию при $g = 2,345$. Следовательно, в замороженном бензоле состояние кобальтпорфирина также характеризуется образованием полнассоциатов.

Как и для кобальттетрафенилпорфинов [3], нами для СоЭП в матрицах с различной концентрацией Ру или Pp зафиксированы два типа спектров ЭПР, показанных на рис. 2 для Ру. Эти спектры характеризуются хорошим разрешением линий азотной СТС на некоторых компонентах кобальтовой структуры при g_{\parallel} . Данное обстоятельство позволяет надежно установить состав аддукта: при числе линий азотной СТС, рав-

ных трех или пяти, спектр ЭПР отвечает резонансу соответственно моно- и би-аддукта СоЭП с Ру или Рір. Установлено, что спектр моноаддукта (см. рис. 2, а) регистрируется при концентрации Ру $\approx 10^{-4}$ — $2 \cdot 10^{-1}$ моль/л (содержание комплекса $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л), а для Рір при концентрациях лиганда примерно в сто раз меньших. Для более высоких содержаний Ру или Рір, согласно данным ЭПР, образуются билигандные аддукты (см. рис. 2, б).

В смесях ТГФ со стерически затрудненным лигандом ТФФ спектр ЭПР моноаддукта появляется только при содержании ТФФ $\sim 10^{-2}$ моль/л, а в чистом виде спектр моноаддукта регистрируется только при концентрации лиганда $\geq 0,5$ моль/л. Образование билигандного аддукта СоЭП с ТФФ, по данным ЭПР, не установлено. Эти результаты указывают, что аддуктообразование со стерически затрудненным лигандом, трифенилфосфином, протекает гораздо менее эффективно, чем со стерически не затрудненными Ру и Рір; СТС от фосфора в спектре моноаддукта СоЭП с данным лигандом не разрешается. Это, очевидно, обусловлено неэффективным перекрыванием d_{z^2} орбитали кобальта с подходящими по симметрии орбиталями фосфора за счет расталкивания фенильных колец с π -системой порфирина. Отметим, что для аддуктов кобальтпорфиринов с менее стерически затрудненными трифенилэтилом, трибутоксифенилом [2] СТС от атомов фосфора в спектрах ЭПР разрешается.

Параметры спектров ЭПР в различных растворителях

Растворитель	$g_{ }$ $\pm 0,003$	g_{\perp} $\pm 0,003$	$A_{ }^{Co}$ ± 3 Гс	A_{\perp}^{Co} ± 3 Гс	$A_{ }^N$ $\pm 0,3$ Гс	A_{\perp}^N $\pm 0,3$ Гс
ТГФ*	2,027	2,664	112	107	—	—
Хлороформ, хлористый метилен	2,023	2,507	110	65	—	—
ТГФ+0,5 моль/л ТФФ (моноаддукт)	2,002	2,286	87	27	—	—
ТГФ+0,05 моль/л Ру (моноаддукт)	2,027	2,328	85	10	16,5	—
ТГФ+6,0 моль/л Ру (биаддукт)	2,061	2,238	60	50	12,5	8,0
ТГФ+0,005 моль/л Рір (моноаддукт)	2,026	2,317	87	12	16,3	—
ТГФ+0,06 моль/л Рір (биаддукт)	2,060	2,225	61	54	12,4	7,0

* Для наиболее интенсивного набора СТС

Анализ значений параметров СГ (I) (см. таблицу) свидетельствует о существенной зависимости магнитных констант от природы матрицы. Наиболее характерно эти зависимости проявляются для значений g_{\perp} , $A_{||}^N$ и заключаются в следующем: а) при повышении донорной способности аксиального лиганда в ряду ТГФ-Ру-Рір [8] величина g_{\perp} последовательно уменьшается; б) для билигандных экстракомплексов параметр g_{\perp} систематически меньше, чем для монолигандных; в) в случае биаддуктов с Ру или Рір константа СТС $A_{||}^N$ меньше, чем для моноаддуктов.

Для плоскоквадратных комплексов Со (II) симметрии D_{4h} с основным электронным состоянием A_1 выражение для g_{\perp} имеет вид [1]: $g_{\perp} = 2,0023 - 6\lambda/\Delta_{\perp}$, где λ — константа спин-орбитального взаимодействия, равная для свободного иона кобальта 515 см^{-1} [9]; Δ_{\perp} — разность энергий электронных состояний A_1 и E (в случае металлопорфиринов энергия состояния A_1 больше, чем энергия состояния E [10]).

При образовании аксиальных аддуктов энергия состояния A_1 повышается и тем существеннее, чем больше донорная сила лиганда [3]. При соединении второй молекулы лиганда еще больше повышает энергию состояния A_1 , поэтому для биаддуктов $CoЭП$ с Py или Prp g_{\perp} меньше, чем в случае моноаддуктов.

Меньшее значение константы СТС от азота аксиального лиганда для биаддуктов по сравнению с моноаддуктами (см. данные таблицы для Py и Prp) легко объяснить с привлечением рентгеноструктурных данных по длинам связи $Co-N$ в случае аддуктов кобальтпорфиринов с азотистыми гетероциклами. Согласно результатам исследований [11—13], длины этих связей для моно- и биаддуктов 0,2157 и 0,2436 нм соответственно. Удлинение связи $Co-N$ при переходе к билигандному аддукту ухудшает условия для перекрывания d_{z^2} орбитали кобальта с орбиталью неподеленной пары электронов азота Py или Prp и приводит к наблюдаемому в эксперименте уменьшению константы СТС от азота.

Согласно теории [1], g_{\parallel} для комплексов кобальта рассматриваемого типа должно быть равно двум. Отклонения от этой величины для изученных спектров ЭПР (см. таблицу) обусловлены, по-видимому, небольшой примесью $d_{x^2-y^2}$ орбитали к орбитали неспаренного электрона d_{z^2} [14]. Это предположение подтверждается большим значением g_{\parallel} для спектров биаддуктов по сравнению с моноаддуктами, поскольку при повышении энергии d_{z^2} орбитали величина примеси $d_{x^2-y^2}$ орбитали (из-за уменьшения разности энергий состояний A_1 и B_1) увеличивается.

Явная зависимость сверхтонких констант A_{\parallel}^{Co} , A_{\perp}^{Co} от донорных свойств лиганда не просматривается. По-видимому, это связано с зависимостью сверхтонких взаимодействий в аддуктах как от σ -, так и от π -донорно-акцепторных свойств лигандов.

Список литературы

1. Куска Х., Роджерс М. ЭПР комплексов переходных металлов. М., 1970. С. 117.
2. Wayland B. B., Abd-Elmageed // Journ. Amer. Chem. Soc. 1974. V. 96. № 15. P. 4809.
3. Walker F. Ibid. 1970. V. 92. № 14. P. 4235.
4. Wayland B. B., Minkiewicz J. V. Ibid. 1974. V. 96. № 9. P. 2795.
5. Wayland B. B., Monajev D. // Journ. Chem. Soc. (D). 1972. № 9. P. 776.
6. Hush N. S., Woosley I. S. Ibid. 1974. № 1. P. 24.
7. Mac-Graff A., Storm C. B., Koski W. S. // Journ. Amer. Chem. Soc. 1965. V. 87. № 7. P. 1470.
8. Альберт А., Сергент Е. Константы ионизации кислот и оснований. М., 1964.
9. Болтон Дж., Вертц Дж. Теория и практические приложения метода ЭПР. М., 1975.
10. Гуринович Г. П., Севченко А. Н., Соловьев К. Н. Спектроскопия хлорофилла и родственных соединений. Минск, 1968.
11. Sheidt R. W. // Journ. Amer. Chem. Soc. 1973. V. 96. № 1. P. 84.
12. Sheidt R. W. Ibid. 1973. V. 96. № 1. P. 90.
13. Dwyer P. N., Madura P., Sheidt R., W. // Journ. Amer. Chem. Soc. 1974. V. 97. № 15. P. 4815.
14. Nowlin T., Subramanian S., Cohn K. // Inorg. Chem. 1972. V. 11. № 12. P. 2907.

УДК 771.531.37:778.33-741

Г. М. КОРЗУН, В. В. БЕЛЕНКОВ, С. К. РАХМАНОВ,
Р. С. БИКТИМИРОВ, Л. П. РОГАЧ, Ю. Д. СИДОРОВ

ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЕБРА В ГАЛОГЕНСЕРЕБРЯНЫХ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ПЛЕНКАХ ЗА СЧЕТ УСИЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПО МЕТОДУ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ СЕРЕБРА

Радиографические пленки технического и медицинского назначения — наиболее серебромкие галогенсеребряные регистрирующие материалы. Постоянно растущий объем выпуска этих пленок в условиях дефицитного

сти и высокой стоимости их основного компонента — галогенида серебра — определяет актуальность задачи создания малосеребряных аналогов таких пленок. В этой связи большой интерес представляет процесс усиливающей обработки серебряного изображения на галогенсеребряных материалах по методу диспергирования серебра (МДС) [1—6], который в отличие от указанных методов усиления изображения [7, 8] основан на повышении КС составляющего изображение серебра за счет увеличения степени дисперсности его частиц [3]. МДС, разработанный сравнительно недавно, благодаря технологичности, универсальности и высокой эффективности применим для усиления серебряного радиографического изображения на полносеребряных радиографических пленках технического и медицинского назначения [5, 6, 9]. В случае использования МДС оптическая плотность серебряного радиографического изображения может быть увеличена до десяти и более раз. Существенно также, что применение МДС в условиях умеренного (до пяти раз) повышения оптической плотности изображения не приводит к уменьшению информативности радиографических снимков [6, 9].

Принципиальная возможность применения малосеребряных радиографических пленок в варианте с усиливающей обработкой по МДС для контроля сварных соединений показана на примере пленки РТ-12 с уменьшенным в два раза содержанием серебра [6]. Цель данной работы заключается в поиске путей более радикального уменьшения содержания серебра в радиографических пленках технического и медицинского назначения с применением МДС при условии сохранения их основных сенситометрических характеристик.

Объектами исследования служили полносеребряные пленки РТ-12, РТ-14, РМ-В и их малосеребряные аналоги. Полив эмульсии осуществлялся на лавсановую или триацетатную основу на машине кюветного типа. При изготовлении малосеребряных пленок эмульсия разбавлялась раствором инертной желатины. Содержание серебра в пленках следующее ($\text{г} \cdot \text{м}^{-2}$): РТ-12—24 (полносеребряная пленка); 12,3; 8,1; 6,3 (малосеребряные пленки); РТ-14—21 (полносеребряная пленка); 11,5; 7,3; 4,9 (малосеребряные пленки); РМ-В—8,5—9,2 (полносеребряная пленка); 5,4; 3,1; 2,7; 1,9 (малосеребряные пленки).

Образцы пленок экспонировались на рентгеносенситометре МНИРРИ таким образом, что максимальная доза облучения пленок составляла: РМ-В (с люминесцентным экраном) — $0,13 \cdot 10^{-4}$ Кл $^{-1}$ ·кг; РТ-12 — $2,06 \cdot 10^{-4}$ Кл $^{-1}$ ·кг; РТ-14 — $6,13 \cdot 10^{-4}$ Кл $^{-1}$ ·кг.

Экспонированные пленки подвергались стандартной химико-фотографической обработке, включающей проявление (Рентген-2) и фиксирование (БКФ-2). Процедура усиливающей обработки изображения по МДС состояла из операций: 1) отбеливания в растворе с феррицианидом калия и хлоридом натрия и 2) восстановления в растворе соли олова (II), содержащем сульфит натрия (усилитель 1) или роданид калия (усилитель 2).

Обработка полученных сенситограмм была традиционной [5] и включала измерение оптической плотности изображения на денситометре ДП-1, построение характеристических кривых и определение из них основных сенситометрических характеристик (СХ) пленок: чувствительности к действию излучения $S_{0,85+D_0}$ (Кл $^{-1}$ ·кг), оптической плотности вуали D_0 и коэффициента контрастности γ .

Как и следовало ожидать, по мере уменьшения содержания в пленках серебра их СХ в условиях обычной химико-фотографической обработки закономерно ухудшаются (табл. 1—3). Наблюдаемое падение (наиболее резкое в случае пленок типа РТ-12) чувствительности пленок и контраста изображения исключает возможность практического применения рассматриваемых малосеребряных радиографических пленок в варианте с традиционной обработкой.

Проведение усиливающей обработки по МДС радикально меняет картину и обеспечивает достижение более высокой чувствительности

Таблица 1

Основные сенситометрические характеристики пленок РТ-12
с обычным и уменьшенным содержанием серебра
в условиях традиционной химико-фотографической обработки
и усиливающей обработки по МДС

Содержание серебра, г·м ⁻²	Тип усилителя	D_0	$S_{0,85+D_0} \cdot 10^4$, Кл ⁻¹ ·кг	γ
24,0	Традиционная обработка	0,11	5,8	4,0
	1	0,06	25,6	6,0
	2	0,26	38,8	4,0
12,3	Традиционная обработка	0,08	3,3	3,2
	1	0,03	14,0	6,0
	2	0,12	24,8	4,0
8,1	Традиционная обработка	0,06	1,4	3,2
	1	0,01	10,9	5,8
	2	0,06	12,4	4,1
6,3	Традиционная обработка	0,02	1,0	1,6
	1	0,01	4,7	5,4
	2	0,02	7,0	4,0

Таблица 2

Основные сенситометрические характеристики пленок РТ-14
с обычным и уменьшенным содержанием серебра
в условиях традиционной химико-фотографической обработки
и усиливающей обработки по МДС

Содержание серебра, г·м ⁻²	Тип усилителя	D_0	$S_{0,85+D_0} \cdot 10^4$, Кл ⁻¹ ·кг	γ
21	Традиционная обработка	0,08	1,0	4,4
	1	0,08	3,7	6,8
	2	0,20	5,0	4,0
11,5	Традиционная обработка	0,07	0,9	4,0
	1	0,06	2,3	6,6
	2	0,10	4,3	4,4
7,3	Традиционная обработка	0,05	0,5	3,6
	1	0,01	1,4	6,4
	2	0,06	2,3	4,4
4,9	Традиционная обработка	0,04	0,3	3,0
	1	0,00	1,2	6,2
	2	0,00	1,6	4,4

малосеребряных пленок по сравнению с их полносеребряными аналогами, обрабатывавшимися традиционно (см. табл. 1—3). Такая ситуация может сохраняться даже в том случае, когда содержание серебра в пленках снижено четырехкратно.

Весьма существенно, что в случае радиографических пленок технического и медицинского назначения усиление по МДС либо сохраняет постоянным контраст изображения, либо приводит к некоторому его уве-

Таблица 3

Основные сенситометрические характеристики пленок РМ-В
с обычным и пониженным содержанием серебра
в условиях традиционной химико-фотографической обработки
и усиливающей обработки по МДС *

Содержание серебра, $\text{г} \cdot \text{м}^{-2}$	Тип усилителя	D_0	$S_{0,85} + D_0 \cdot 10^4$, $\text{Кл}^{-1} \cdot \text{кг}$	γ
8,0	Традиционная обработка	0,03	330	3,6
	1	0,03	430	7,3
	2	0,03	600	6,4
5,4	Традиционная обработка	0,02	315	2,7
	1	0,02	390	7,2
	2	0,03	580	6,2
3,1	Традиционная обработка	0,02	205	1,3
	1	0,02	410	5,5
	2	0,02	465	6,1
2,7	Традиционная обработка	0,02	195	1,2
	1	0,02	360	5,4
	2	0,02	430	5,5
1,9	Традиционная обработка	0,02	125	0,8
	1	0,02	330	5,8
	2	0,03	390	4,5

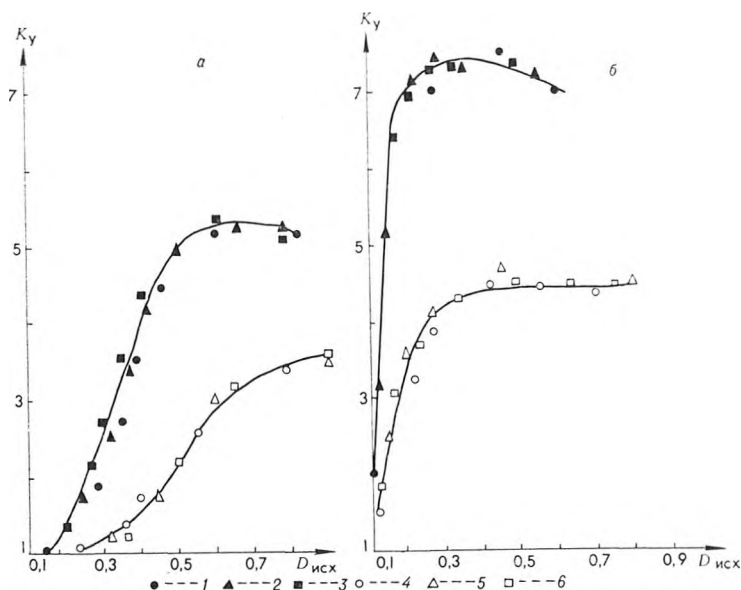
* Составы обрабатывающих растворов выбраны таким образом, чтобы исключить радикальное повышение коэффициента контрастности.

личению (см. табл. 1—3). Таким образом, процесс усиления позволяет радикально уменьшить содержание серебра в пленках без ухудшения их основных СХ.

Представленные в табл. 1—3 данные свидетельствуют о том, что СХ радиографических пленок с обычным и пониженным содержанием серебра существенно зависят от состава усиливающего раствора. Зависимость достигаемого сенситометрического эффекта от условий проведения усиливающей обработки по МДС в случае серебряного радиографического изображения подробно рассмотрена в работе [5]. Следует лишь отметить, что это влияние обусловлено составом обрабатывающих растворов, степенью усиления, характеризуемой коэффициентом усиления $K_y = D_y / D_{исх}$ (D_y и $D_{исх}$ — оптическая плотность усиленного и исходного изображения соответственно), которая достигается для изображения с различной $D_{исх}$.

Наши исследования однозначно свидетельствуют о том, что влияние содержания серебра в пленках РТ-12 и РТ-14 на степень усиления практически отсутствует и величина K_y определяется в основном типом радиографической пленки (см. рисунок).

Можно сделать заключение о том, что использование МДС для усиления изображения на радиографических пленках технического (РТ-12 и РТ-14) и медицинского (РМ-В) назначения позволяет снизить в них содержание серебра не менее чем в четыре раза при полном сохранении основных сенситометрических характеристик или при некотором повышении коэффициента контрастности. Последнее обусловлено ростом коэффициента усиления с увеличением оптической плотности исходного изображения и представляет интерес для обеспечения возможности луч-



Зависимость $K_y = f(D_{исх})$ для пленки РТ-12 с наносом серебра $24 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ (1); $12,3 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ (2); $6,3 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ (3) и пленки РТ-14 $21 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ (4); $11,5 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ (5); $4,9 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ (6) при использовании усиливающего раствора № 1 (а) и № 2 (б)

шей дешифровки радиографических и медицинских снимков [6, 9]. Следует отметить также, что применение МДС в случае полносеребряных радиографических пленок обеспечивает возможность резкого повышения их чувствительности, т. е. получения изображения с требуемой оптической плотностью при уменьшенной в несколько раз дозе облучения. Это представляет большой интерес и в медицинской рентгенодиагностике (уменьшение лучевой нагрузки на пациента), и для целей дефектоскопического контроля (повышение производительности труда).

Список литературы

1. Капариха А. В. Конференц. по фотографическим процессам на основе галогенидов серебра: Черноголовка. 27—29 июня 1983 // Тез. докл. М., 1983. С. 290.
2. Кондратьев В. А. Там же.
3. Браницкий Г. А., Капариха А. В., Лалшина В. В. и др. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1985. № 6. С. 37.
4. Кондратьев В. А., Витт А. А., Антонова Л. Л. и др. // Полиграфия. 1984. № 6. С. 26.
5. Браницкий Г. А., Корзун Г. М., Рахманов С. К. и др. // Весті АН БССР. Сер. хім. навук. 1986. № 1. С. 102.
6. Биктимиров Р. С., Капустин В. И., Корзун Г. М. и др. // Дефектоскопия. 1987. № 8. С. 11.
7. Volse C., Grubba H. // Z. wiss. Photogr. 1968. В. 62. № 5—8. S. 124.
8. Патент США 4238563, 1981.
9. Беленков В. В., Маркварде М. М., Кушнеров А. А. и др. // Здравоохранение Белоруссии. 1987. № 3. С. 27.



УДК 528.24(476)

А. С. ШУКАНОВ, Е. Л. МОРОЗ, О. А. МАЛИНОВСКИЙ

МИКСОМИЦЕТЫ НАРОЧАНО-ВИЛЕЙСКОЙ НИЗИНЫ

Миксомицеты (*Muchomycetes*) — группа организмов неясного систематического положения. Это и породило различие во взглядах ученых на вопрос о статусе и объеме миксомицетов в естественной системе организмов [1—3]. Недостаточны и фрагментарны данные о видовом составе миксомицетов Белоруссии. Основные исследования видового состава миксомицетов Белоруссии проведены в конце XIX, начале XX вв. в Беловежской пуше польскими учеными [4—6]. В более поздних работах Л. А. Лебедевой [7—9] и Г. И. Сержаниной, О. С. Гапиенко [10] отмечены широко распространенные виды миксомицетов.

Нами проведены исследования видового состава миксомицетов, отмечены некоторые биологические свойства этих организмов, обитающих на территории Нарочано-Вилейской низины. Исследования проводились по общепринятым методикам. Экспедиционные маршруты предусматривали наиболее полный охват всех типов лесной растительности изучаемой территории. Авторы настоящей работы выражают искреннюю благодарность Ю. К. Новожилову за консультации в определении видового состава миксомицетов и предоставления возможности работать с коллекцией.

В результате исследований Нарочано-Вилейской низины отмечены 62 вида миксомицетов, из которых 13 видов ранее не описаны в БССР и 7 видов впервые отмечены в СССР. Большая половина изученных видов относится к трем семействам (*Trichiaceae* — 21 вид, *Stemonitaceae* — 15 видов и *Physaraceae* — 13 видов). Около 50 % отмеченных видов — организмы, широко распространенные на земном шаре в различных климатических зонах (*Ceratiomyxa fruticulosa*, *Tubifera ferruginosa*, *Lycogala epidendrum* и др.).

Установлено, что в районе исследований миксомицеты развиваются на 10 основных типах субстрата (отмершая древесина и кора, опад листьев и хвои, мхи, отмершие тела макромицетов, живые травянистые растения и т. п.). Наибольшее число видов приурочены к отмершей древесине и коре черной ольхи (38), сосны (32), ели (21), березы (10), осины (8). Из 62 видов только 3 не отмечены на отмершей древесине или коре. Приуроченность миксомицетов к определенной растительной формации выражена незначительно. Миксомицеты в исследованном районе четко распределяются по сосновым и ольховым лесам. Наиболее богаты видовым составом черноольшанники и сосняки. Гербарный материал миксомицетов хранится в фондовом гербарии БГУ имени В. И. Ленина.

Ниже приводится список видов отмеченных миксомицетов в соответствии с принятой в настоящее время номенклатурой [1]. Латинскими цифрами обозначены основные работы (I — А. А. Ячевский [11]; II —

М. Я. Зерова и др. [12]; III — И. Н. Головенко [13]; IV — И. А. Бункина [14, 15]; V — Ю. К. Новожилов [16, 17]), где вид описан под таким названием. Приводятся также синонимы, использованные в отечественной литературе. Одной звездочкой отмечены виды, новые для СССР, двумя — новые для БССР.

Список миксомицетов, отмеченных на территории
Нарочано-Вилейской низины

1. *Amaurochaeta atra* (Alb. et Schw.) Rostaf. Mon.: 211, 1874. I—III, V.
2. *Arcyria cinerea* (Bull.) Pers. Syn. Fung.: 184, 1801, I—V.
3. *A. denudata* (L.) Wettst. (= *A. punicea* Pers.) Verh Zool.-Bot. Ges. Wien. 35, Abh.: 535, 1896, II—V.
4. *A. ferruginea* Sauter. Flora, 24: 316, 1841. I—V.
5. *A. incarnata* (Pers.) Pers. Obs. Myc. 1: 58, 1796. I—V.
- *6. *A. insignis* Kalchbr. et Cooke in Kalchbr. Grevillea, 10: 143, 1882. II, III.
7. *A. nutans* (Bull.) Grev. Fl. Edin.: 455, 1824. I—V.
8. *A. pomiformis* (Leers) Rostaf. Mon.: 271, 1875, I, II, V.
9. *Badhamia foliicola* A. Lister, J. Bot. 35: 209, 1897. II, III, V.
10. *Ceratiomyxa fruticulosa* (Müll.) T. Macbride. (= *C. mucida* Schroet.; *C. porioides* Schroet.) N. Am. Slime-Moulds: 18, 1899. I—IV.
- *11. *Comatricha dictyospora* Celak. f., Arch. Nat. Land. Böhmen. 7, (5): 49, 1893.
- *12. *C. ellae* Härkönen. Karstenia, 18:24, 1978.
- *13. *C. longipilla* Nann.-Brem. Acta Bot. Neerl. 11: 31, 1962.
14. *C. nigra* (Pers.) Schroet. Kript.-Fl. Schles. 3: 118, 1885, I—III, V.
15. *C. pulchella* (C. Bab.) Rostaf. Mon. App.: 27, 1876. III, V.
16. *C. typhoides* (Bull.) Rostaf. in Lister, Mycet.: 120, 1894, II, III, V. (= *C. typhina* Rostaf.).
17. *Cribraria argillacea* (Pers.) Pers. Neues Mag. Bot. 1: 91, 1794. I—V.
- *18. *C. intricata* Schrader. Nov. Gen. Pl.: 7, 1797.
- **19. *C. microcarpa* (Schrader) Pers. Syn. Fung.: 190, 1901, emend. Nann.-Brem. Proc. K. Ned. Acad. Wet. C, 69: 340, 1966. I, II.
- **20. *C. piriformis* Schrader. Now. Gen. Pl.: 4, 1797. II, III, V.
21. *C. rufa* (Roth.) Rostaf. Mon.: 232, 1875. I, II, IV, V.
22. *C. tenella* Schrader. Nov. Gen. Pl.: 6, 1797. I, II, V.
23. *Diachea leucopodia* (Bull.) Rostaf. Mon.: 190, 1874. I, II, V. (= *D. leucopodia* Rostaf.).
- *24. *Dianema depressum* (A. Lister.) A. Lister. Mycet.: 204, 1894.
25. *Dictydium cancellatum* (Batsch) T. Macbride, N. Am. Slime-Moulds.: 172, 1899. I—V.
- **26. *Diderma deplanatum* Fr. Syst. Myc. 3:110, 1829. V.
- **27. *D. montanum* (Meylan) Meylan, Annuaire Cons. Jard. Bot. Geneve, 16: 311, 1913. III, V.
28. *D. radiatum* (L.) Morgan. (= *Chondrioderma radiatum* (L.) Rostaf.) J. Cinc. Soc. Nat. Hist. 16: 151. 1894. I—III, V.
29. *Didymium melanospermum* (Pers.) T. Macbride. N. Am. Slime-Moulds: 88, 1899. II—V.
30. *D. nigripes* (Link) Fr. Syst. Myc. 3: 119, 1829, I—V.
31. *Enerthenema papillatum* (Pers.) Rostaf. (= *E. papillata* (Pers.) Rostaf.) Monn. App.: 28, 1876. I, V.
32. *Fuligo septica* (L.) Wigg. Prim. Fl. Holsat.: 112, 1780. I—V.
33. *Hemitrichia clavata* (Pers.) Rostaf. in Fuckel, Jahrb. Nass. Ver. Nat., 27—28: 75, 1873. I—V.
34. *H. serpula* (Scop.) Rostaf. in Lister, Mycet.: 179, 1894. I—V.
35. *Lamproderma arcyrionema* Rostaf. Mon.: 208, 1874. I—V.
36. *Leocarpus fragilis* (Dickson) Rostaf. Mon.: 132, 1874. I—V.
37. *Lindblandia tubulina* Fr. (= *L. effusa* (Ehrenb.) Rostaf.) Summa Veg. Scand.: 449, 1849. I—V.
38. *Lycogala epidendrum* (L.) Fr. Syst. Myc. 3: 80, 1829. I—V.
39. *Metatrichia vesparium* (Batsch) Nann. (= *Hemitrichia vesparium* (Batsch) T. Macbride), Nann. Brem. Proc. K. Ned. Acad. Wet. C, 69: 146, 1966. I—III, V.
40. *Mucilago crustacea* Wigg. (= *M. spongiosa* Leysser; *Spumaria alba* (Bull.) D. C.) Prim. Fl. Holsat.: 112, 1780. I—V.
- **41. *Perichaena chryso sperma* (Currey) A. Lister (= *Ophiotheca wrightii* Berk. et Curt.). Mycet.: 196, 1894. III, V.
42. *Perichaena corticalis* (Batsch) Rostaf. (= *P. liceoides* Rostaf.), Mon.: 293, 1875. I—III, V.
43. *P. depressa* Libert. Pl. Crypt.: 378, 1837. I—V.
44. *Physarum cinereum* (Batsch.) Pers. Neues Mag. Bot. 1: 89, 1794. I—III, V.
45. *P. contextum* (Pers.) Pers. Syn. Fung.: 168, 1801. I—III, V.
46. *P. leucophaeum* Fr. Symb. Cast.: 24, 1818. V.
47. *P. nutans* Pers. Ann. Bot. (Usteri), 15: 6, 1795. I—III, V.

48. *P. virescens* Ditmar in Sturm, Deutsch. Fl. Pilze. 1: 123, 1817. I, II, V.
 49. *P. viride* (Bull.) Pers. Ann. Bot. (Usteri), 15: 6, 1795. I—V.
 50. *Reticularia lycoperdon* Bull. Hist. Champ. Fr.: 95, 1791. I—III, V.
 51. *Stemonitis axifera* (Bull.) T. Macbride (= *S. ferruginea* Ehrenb.), N. Am. Slime-Moulds: 120, 1899. I—V.
 52. *S. fusca* Roth. Bot. Mag. (Römer et Usteri), 1. 2: 26, 1876. I—V.
 *53. *S. hyperopta* Meylan. Bull. Soc. Woud. Sci. Nat. 52: 97, 1918.
 *54. *S. nigrescens* Rex. Proc. Acad. Phila. 43: 392, 1891.
 55. *S. smithii* T. Macbride. Bull. Nat. Hist. Univ. Jowa, 2: 381, 1893. I, III, V.
 56. *Trichia botrytis* (J. F. Gmel.) Pers. Neues Mag. Bot. 1: 89, 1794. I—V.
 57. *T. decipiens* (Pers.) T. Macbride. N. Am. Slime-Moulds: 218, 1899. I—V.
 58. *T. iavoginea* (Batsch) Pers. (= *T. affinis* de Bary; *T. persimilis* P. Karst.). Neues Mag. Bot. 1: 90, 1794. I—III, V.
 59. *T. floriformis* (Schw.) G. Lister. J. Bot. 57: 110, 1919. III.
 60. *T. scabra* Rostaf. Mon.: 258, 1875. I, III—V.
 61. *T. varia* (Pers.) Pers. Neues Mag. Bot., 1: 90, 1794. I—V.
 62. *Tubifera ferruginosa* (Batsch) J. F. Gmel. (= *Tubulina cylindrica* (Bull.) D. C.) Syst. Nat. 2: 1472. 1791. I, II, IV, V.

Список литературы

1. Martin G. W., Alexopoulos C. I. The Myxomycetes. Jowa, 1969.
2. Cavalier-Smith T. // Depat. Biophys. 1981. V. 14. P. 461.
3. Levine et al. // Journ. Protozool. 1980. V. 27. № 1. P. 37.
4. Twardowska M. // Pamietnic Firvograf. 1885. T. 5. Z. 3. P. 160.
5. Blonski F. // Ibid. 1888. T. 8. Z. 3. S. 75; 1889. T. 9. Z. 3. S. 64; 1890. T. 14. Z. 3. S. 129.
6. Jarocki J. // Acta Soc. Bot. Pol. 1924. T. 2. Z. 3. S. 183.
7. Лебедева Л. А. // Зап. Белорусского ин-та сельского и лесного хозяйства. Минск, 1925. № 4. С. 35.
8. Лебедева Л. А. // Тр. Минской болотной станции. Минск, 1925. № 10. С. 3.
9. Лебедева Л. А. // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Споровые растения. Л., 1935. Вып. 2. С. 347.
10. Сержанина Г. И., Гапненко О. С. К флоре миксомицетов Белорусской ССР / Редкол. журн. «Весті АН БССР. Сер. біял. навук». Минск, 1980. 13 с. Деп. в ВИНТИ 13.10.80. № 4356-80.
11. Ячевский А. А. Микологическая флора европейской и азиатской части России. Слизевки. М., 1907.
12. Зерова М. Я., Морочковський С. Ф., Сміцька М. Ф. // Визначник грибів України. Київ, 1967. Т. 1. С. 8.
13. Головенко И. Н. Миксомицеты // Флора споровых растений Казахстана. Алма-Ата, 1977. Т. 10. С. 7.
14. Бункина И. А. Миксомицеты // Флора и растительность Уссурийского запovedника. М., 1978. С. 36.
15. Бункина И. А., Коваль Э. З. // Новости систематики низших растений. М., 1967. С. 152.
16. Новожилов Ю. К. // Микол. и фитопатол. 1981. Т. 15. № 1. С. 6.
17. Новожилов Ю. К. // Новости систематики низших растений. М., 1985. Т. 22. С. 137.

УДК 582.4(9—18+582.6)9

Т. А. САУТКИНА, А. А. ГОРОШКО

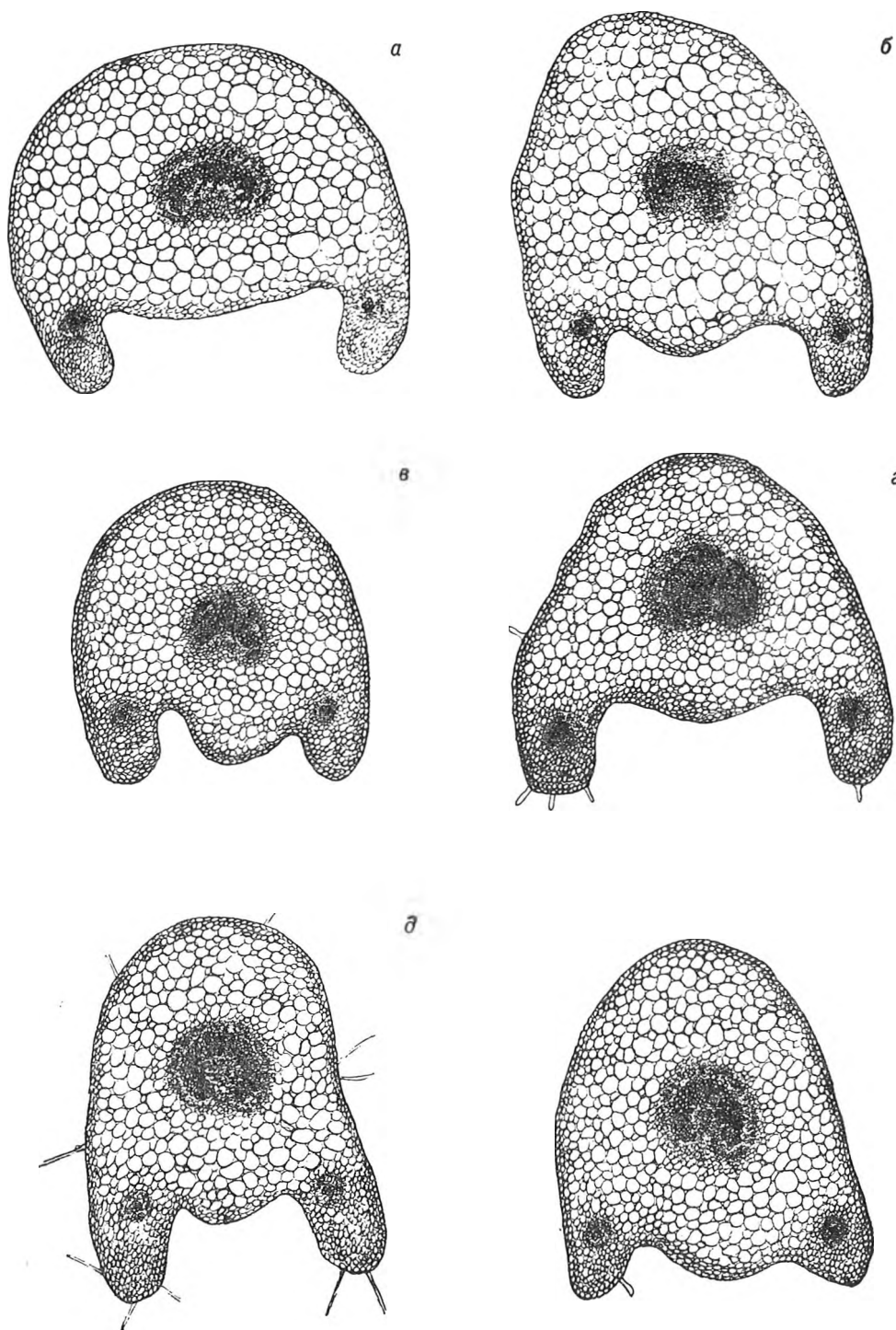
АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕРЕШКА ФИАЛОК КАК СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРИЗНАК

Многие виды рода *Viola* L. относятся к числу трудно определяемых из-за большой морфологической изменчивости видов и часто встречающихся гибридов. Многие традиционно используемые признаки (окраска цветка, форма рыльца, длина шпорца, наличие запаха у цветков и т. д.) при работе с поздно собранным материалом оказываются неприемлемыми для точной идентификации сходных видов.

В связи с тем, что у многих таксонов анатомические признаки, в том числе и строение черешка, используются как диагностические, мы сделали попытку изучить строение черешков некоторых фиалок и выяснить, можно ли анатомические показатели использовать в целях систематики.

Материал и методика

Для анатомических исследований зафиксированы черешки шести видов фиалок: *Viola collina* Bess., *V. epipsila* Ledeb., *V. hirta* L., *V. odo-*



Поперечный разрез через черешки фиалок:

a — *Viola palustris*; *б* — *V. epipsila*; *в* — *V. selkirkii*; *г* — *V. odorata*; *д* — *V. hirta*; *е* — *V. collina*

rata L., *V. palustris* L., *V. selkirkii* Pursh ex Goldie. Материал для исследований собран в Мядельском районе Минской области. Кроме того, использованы образцы, хранящиеся в Гербарии БГУ имени В. И. Ленина.

Материал фиксировали модифицированной смесью Карнуа (этиловый спирт 70°—90 мл, ледяная уксусная кислота — 5 мл, формалин —

5 мл) [1] в течение 24 ч, затем тщательно промывали под проточной водой и переносили в 75-градусный этиловый спирт для хранения.

Анатомическое строение черешков изучали на временных препаратах. Срезы изготавливали от руки, окрашивали флорогюцином в соляной кислоте в течение 2 мин, затем помещали в глицерин. Зарисовка срезов выполнена с помощью рисовального аппарата РА-4 на микроскопе МБР-1 (увеличение 7×8). Клетки и анатомические структуры черешка измеряли с помощью окуляр-микрометра (увеличение 7×15). Морфометрические данные обработаны статистически [2].

Результаты и их обсуждение

Для анализа использовались срезы средней зоны черешка, так как предварительное изучение показало, что строение черешка в нижней, средней и верхней частях практически одинаково.

У всех изученных фиалок черешки округлые с абаксиальной стороны, с более или менее выдающимися придатками на адаксиальной стороне, принимающими вид крыловидных выростов (см. рисунок *a—e*). Снаружи черешок покрыт эпидермисом, под которым расположена хорошо выраженная колленхима. У *V. palustris* и *V. epipsila*, произрастающих на переувлажненных субстратах, колленхима однослойная (см. рисунок *a, б*). У *V. selkirkii* (в еловых лесах), а также у *V. odorata* колленхима более мощная, двух-трехслойная. Так же развита колленхима и у *V. hirta*, *V. collina*, имеющих морфологические признаки ксероморфизма (см. рисунок *д, e*). В черешках всех изученных фиалок хорошо развита паренхимная ткань. Размеры клеток паренхимы изменяются, что, несомненно, определяется особенностями произрастания вида, а также положением их в черешке.

Таблица 1

Морфометрические показатели основной тканевой системы черешка фиалок

Название вида	Ширина слоя колленхимы, мкм $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Длина крыловидного выроста, мкм $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Диаметр клеток паренхимы, мкм $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$
<i>Viola epipsila</i>	50,0 ± 0,02	400,0 ± 0,16	90,0 ± 0,07
<i>V. palustris</i>	40,0 ± 0,01	400,0 ± 0,10	90,0 ± 0,02
<i>V. collina</i>	50,0 ± 0,01	270,0 ± 0,08	60,0 ± 0,02
<i>V. hirta</i>	60,0 ± 0,01	580,0 ± 0,06	60,0 ± 0,01
<i>V. odorata</i>	80,0 ± 0,01	420,0 ± 0,06	60,0 ± 0,01
<i>V. selkirkii</i>	50,0 ± 0,01	200,0 ± 0,08	50,0 ± 0,02

Таблица 2

Особенности центрального сосудисто-волокнистого пучка черешка фиалок

Название вида	Ширина ксилемы, мкм $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Ширина склеренхимной обкладки, мкм $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Число сосудов в ксилемном луче
<i>Viola epipsila</i>	100,0 ± 0,01	80,0 ± 0,03	6
<i>V. palustris</i>	80,0 ± 0,01	60,0 ± 0,03	5
<i>V. collina</i>	90,0 ± 0,01	70,0 ± 0,05	6
<i>V. hirta</i>	90,0 ± 0,01	50,0 ± 0,03	6
<i>V. odorata</i>	110,0 ± 0,01	70,0 ± 0,01	8
<i>V. selkirkii</i>	80,0 ± 0,01	50,0 ± 0,04	5

В черешках формируются по три сосудисто-волокнистых пучка: центральный и два латеральных, расположенных в крыловидных выростах. Центральный сосудисто-волокнистый пучок крупный, коллатерального типа с хорошо развитой ксилемой и флоэмой. Камбий образует слабо выраженную прослойку и не функционирует. В пучке хорошо развита склеренхимная обкладка. Боковые пучки недоразвитые, со слабо выраженной ксилемой и единичными элементами флоэмы. Возможно, флоэма в этих пучках не всегда образуется. Склеренхимная обкладка концентрически окружает ксилему. Несмотря на то, что использование анатомических признаков в диагностике фиалок не нашло еще широкого распространения [3], для наших объектов удалось получить положительные результаты, которыми можно воспользоваться при диагностировании близких видов. Так, у *V. odorata* ширина ксилемы в центральном пучке, а также число сосудов в ксилемном луче больше, чем у *V. collina* (табл. 1). Кроме того, длина крыловидного выроста у *V. odorata* в 1,5 раза больше, чем у *V. collina*. Анатомическое строение черешков *V. collina* и *V. hirta* сходно и отличается лишь длиной крыловидного выроста (табл. 1, 2). У *V. hirta* он почти вдвое длиннее, чем у *V. collina*. Черешки *V. hirta* сильно опушены, что хорошо видно и на анатомическом срезе. Черешки *V. palustris* и *V. eipsila* также имеют сходное анатомическое строение (см. табл. 1, 2), хотя у *V. palustris* несколько меньше ширина ксилемной ткани; в то же время у черешков названных видов неодинаковая форма поперечного сечения. Так, у *V. palustris* черешок более вытянут в дорзовентральной плоскости, а у *V. eipsila* — в латеральной, что позволяет довольно легко различать их.

Следовательно, такие морфологические признаки, как ширина ксилемной ткани, число сосудов в ксилемном луче, длина крыловидного выроста могут быть использованы для идентификации перечисленных конкретных видов. Толщина же слоя колленхимы, размеры паренхимных клеток, очевидно, являются экологически обусловленными и не могут быть использованы в качестве диагностических.

Список литературы

1. Прозина М. Н. Ботаническая микротехника. М., 1960.
2. Рокитский П. Ф. Биологическая статистика. Минск, 1973.
3. Никитин В. В. Анатомические признаки в систематике европейских видов рода *Viola L.* // Тр. I молодежи. конференц. ботаников г. Ленинграда. Ленинград, апрель 1986. Ч. I / Ботанический ин-т АН СССР. Л., 1986. 128 с. Деп. в ВИНТИ. 25.09.86. № 6847-В.

УДК 581.174

Л. В. КАХНОВИЧ, Л. А. ХОДОРЕНКО, А. В. ПЕТРЕНКО,
Е. Н. СТЕФАНОВИЧ, Н. А. ЯКИМОВИЧ

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА РАЗЛИЧНЫХ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ

Важный резерв повышения продуктивности растений — повышение фотосинтетической активности структурной единицы ассимилирующих поверхностей растений. При отборе продуктивных форм растений необходимо учитывать качественную оценку фотосинтетического аппарата. Работы в этом плане направлены на выявление особенностей физиологических процессов, обеспечивающих различную продуктивность сортов зерновых культур [1—6]. Оценить функциональную активность фотосинтетического аппарата можно различными способами, в том числе и по накопленному углероду, что может быть некоторым критерием активности фотосинтетических процессов растений.

Материал и методика

Объектом исследования служили растения ячменя, контрастные по продуктивности: сорт Винер старой селекции (экстенсивный) и сорт новой селекции Роланд (интенсивный). Растения выращивали в факторостатных условиях. Исследования проводили на начальных этапах роста и развития растений с целью ранней диагностики продуктивности растений по особенностям фотосинтетического аппарата (3—11-дневные растения). Приведенные данные объединяют материал нескольких серий опытов. Подчеркиваемые различия статистически доказуемы. Содержание углерода определяли по [7], пигментов — по [8]. Исследовались мезоструктурные особенности листа и накопление растениями биомассы при оценке ростовых функций [8].

Результаты и их обсуждение

Экстенсивный и интенсивный сорта ячменя накапливали различное количество органического вещества в начальный период роста и развития растений. В ходе онтогенеза (3—10 дней) лист сорта Винер накапливал по отношению к 3-му дню 6—19 % органического вещества, лист интенсивного сорта Роланд — 12—27 %, что свидетельствует о большой потенциальной возможности фотосинтетического аппарата. Накопление органического вещества у сорта Роланд на 9—14 % выше, чем у сорта Винер. Аналогичная зависимость получена и при расчете содержания углерода на сухую массу листа, что связано с изменением площади листа, а не только содержания углерода. Сорта различались по относительной функциональной активности (табл. 1), оцениваемой по ряду параметров, связанных с накоплением органического вещества. Доля углерода в сухой массе увеличивалась с возрастом растений, что вызывало уменьшение отношения сухая масса/углерод. Содержание углерода в листьях растений сорта Роланд выше, на что указывают более низкие значения этих отношений у данного сорта. Однако такая зависимость не сохраняется при анализе соотношений сырая масса листа/содержание в ней углерода, что обусловлено различным накоплением биомассы растением и большим содержанием сухой массы в листьях сорта Роланд.

Высокопродуктивный сорт Роланд отличается от сорта Винер более

Таблица 1

Функциональная активность ассимиляционной поверхности листьев ячменя различных сортов

Сорт	Возраст растений, дни	На 1 г сухой массы, мг	На сухую массу листа, мг	Сухая масса листа/содержание углерода, мг/мг	Доля углерода в сухой массе листа, %	Площадь листа/содержание углерода в листе	Содержание углерода в листе/площадь листьев	Удельная поверхность плотности листа/содержание углерода	Доля углерода в абсолютно сухой массе растений, %
Винер	3	16,1 ± 0,3	0,025 ± 0,003	64,80	1,54	—	—	**	4,49
	5	17,1 ± 0,2	0,063 ± 0,006	59,04	1,69	—	—	—	5,09
	7	18,4 ± 0,3	0,115 ± 0,006	54,95	1,81	22,43	0,044	0,322	5,38
	10	19,2 ± 0,3	0,186 ± 0,011	52,25	1,91	17,67	0,056	0,344	5,88
Роланд	3	17,2 ± 0,2	0,030 ± 0,004	60,66	1,64	—	—	—	5,30
	5	19,3 ± 0,2	0,082 ± 0,009	53,04	1,88	—	—	—	5,84
	7	20,1 ± 0,3	0,130 ± 0,010	50,23	1,99	23,30	0,042	0,325	5,93
	10	22,0 ± 0,2	0,215 ± 0,008	46,01	2,17	17,99	0,057	0,335	6,19

** не определялось.

высокими значениями доли углерода в сухой массе листа (на 11 %, см. табл. 1). Полученные результаты позволяют считать, что сорт Роланд имеет более высокий уровень функциональной активности фотосинтетического аппарата, обеспечивающего в значительной степени формирование биомассы растений, в том числе и сухой массы.

Работа фотосинтетического аппарата у контрастных по продуктивности сортов ячменя может быть оценена по относительной функциональной активности единицы ассимиляционной поверхности с учетом степени развития ассимиляционных тканей и накопления ими органического вещества. Определить долю углерода в единице площади листа позволяют величины отношения ассимиляционных поверхностей к накопленному органическому веществу. Отношения площадь листа/содержание углерода в нем неодинаковы для сортов и позволяют судить, что ассимиляционная поверхность растений сорта Роланд работает эффективнее. Эти показатели снижаются в процессе роста и развития листа, что свидетельствует об увеличении доли органических веществ в единице площади листа. Это подтверждается данными по отношению содержания углерода в листе к площади данного листа (см. табл. 1). По этому показателю получены близкие значения, показывающие, что процессы синтеза в листьях сорта Роланд шли интенсивнее. Это способствовало развитию ассимиляционных тканей и накоплению в них органических веществ в ходе фотосинтеза. Сопоставление содержания углерода и удельной поверхностной плотности листа показывает, что соотношения этих величин имеют близкие значения при различной удельной поверхностной плотности листа (Винер 5,93—6,61, Роланд 6,65—6,39). Следовательно, единица площади листа обоих сортов работает с различной активностью.

Таблица 2

Продуктивность работы хлоропластов и хлорофилла различных сортов ячменя

Сорт	Возраст растений, дни	Накопление углерода хлоропластами		Продуктивность работы по накоплению углерода, мг		Хлорофилл $a+b$ /сухая масса, мг/мг	Хлорофилл e +каротиноиды/хлорофилл a , мг/мг	Хлорофилл e +каротиноиды/содержание углерода, мг/мг	Хлорофилл $a+b$ в листе/содержание углерода в листе, мг/мг	Продуктивность работы хлорофилла, мг/мг-сут
		листа, мг · 10 ²	клетки, мг · 10 ⁻⁴	хлоропластов	единицы поверхностности хлоропластов в листе					
Винер	7	4,43	7,026	0,77	52,69	0,251	0,878	0,137	0,192	2,90
	10	5,62	8,156	0,96	34,30	0,268	1,056	0,161	0,139	3,70
Роланд	7	4,19	3,381	0,32	169,23	0,273	1,026	0,165	0,184	3,12
	10	5,77	4,919	0,61	106,97	0,316	1,227	0,191	0,172	4,03

Функциональная активность фотосинтетического аппарата сортов ячменя по накоплению органического вещества может быть оценена и на уровне продуктивности работы хлоропластов с учетом их числа в единице площади листа, листе и степени развития ассимиляционных тканей (табл. 2). Накопление углерода отдельным хлоропластом идет с несколько большей скоростью у сорта Роланд. Установлены довольно большие различия в продуктивности работы хлоропласта у сорта Роланд. Четкие различия получены при оценке накопления углерода хлоропластами клетки, что опосредовано числом хлоропластов в клетке. У сорта Роланд число хлоропластов в клетке больше (Винер 20—28, Роланд 28—30). Уменьшение этого показателя в расчете на клетку у высокопродуктивного сорта связано с возрастанием числа клеток в единице площади листа, а не только числа хлоропластов в клетке. Увеличение числа клеток в 1 см² значительно превышает рост количества хлоропластов в клетке

(Винер $5,26 \cdot 10^6$ — $5,86 \cdot 10^6$, Роланд $9,83 \cdot 10$ — $13,11 \cdot 10^6$). Фотосинтезирующих структур в клетке продуктивного сорта больше, чем свидетельствуют данные по накоплению ими органического вещества в расчете на хлоропласты листа.

Существенным показателем является фотоактивная поверхность хлоропластов в листе. Отмечена (см. табл. 2) неодинаковая продуктивность работы единицы поверхности хлоропластов в зависимости от сорта: у сорта Винер она составляет 52—34, Роланд — 169—106 мг/см² фотоактивной поверхности листа. Это весьма существенно при учете роста фотоассимиляционной поверхности хлоропластов в единице площади листа. У сорта Винер она равна 1,53—2,35, Роланд — 5,13—7,24 см²/см² листа. Это определяет потенциальные возможности листа. Продуктивность работы единицы поверхности хлоропластов по накоплению органического вещества снижается в ходе онтогенеза, что связано с увеличением в процессе роста и развития листа как числа клеток и хлоропластов, так и фотоактивной их поверхности.

Сопоставление накопления углерода растениями с содержанием хлорофилла дает возможность оценить относительную продуктивность работы единицы массы хлорофилла (см. табл. 2), используя различные подходы. Величины отношения содержания хлорофилла $a+v$ (мг/г сухой массы) к содержанию углерода показывает изменение этого показателя в онтогенезе листа и в зависимости от сорта. Продуктивный сорт обеспечен хлорофиллом, работающим более интенсивно по сравнению с фотосинтетическими пигментами листьев сорта Винер. Данные по соотношению содержания хлорофилла a как основного пигмента к содержанию углерода в данной ассимиляционной ткани свидетельствуют, что активность фотосинтетического аппарата сортов по функции накопления органических веществ определяется также комплексом светособирающих пигментов. Это подтверждается данными по продуктивности работы вспомогательных пигментов (отношение хлорофилл v +каротиноиды к содержанию углерода). В зависимости от сортовых различий меняется соотношение между суммой вспомогательных и основных пигментов. Преимущество по фотоактивному хлорофиллу имеет фотосинтетический аппарат растений сорта Роланд.

Интенсивный сорт характеризуется более высокой продуктивностью работы единицы массы хлорофилла, оцениваемой с учетом накопления сухой массы в процессе роста и развития растений, что позволяет также утверждать, что уже на ранних этапах формирования особенности структуры и функций фотосинтетического аппарата продуктивного сорта могут обуславливать различия формирования биологического и хозяйственного урожая растений.

Таким образом, на основании сравнительного анализа можно заключить, что более высокая продуктивность сортов ячменя (на примере контрастных по продуктивности сортов) обусловлена структурно-функциональными особенностями отдельных компонентов фотосинтетического аппарата.

Список литературы

1. Фотосинтез и продукционный процесс / Под ред. Б. И. Гуляева. Киев, 1983.
2. Кумаков В. А. // Вестн. с.-х. науки. 1983. № 9. С. 9.
3. Довнар В. С., Кашевская О. В. // Физиол.-биохим. основы регулирования роста и обмена веществ растений. Минск, 1981. С. 99.
4. Неттевич Э. Д. // Проблемы и перспективы селекции зерновых, зернобобовых и кормовых культур в XII пятилетке. Жодино, 1985. С. 12.
5. Ламан Н. А., Чайка М. Т., Гриб С. И. Там же. С. 19.
6. Кахнович Л. В., Прохоренко Н. А. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1984. № 2. С. 27.
7. Аликов Х. К. // Методы комплексного изучения фотосинтеза. Л., 1973. Вып. 2. С. 6.
8. Кахнович Л. В. Фотосинтетический аппарат и световой режим. Минск, 1980.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА ARTHROBACTER SIMPLEX 343 НА СРЕДЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ ЭТАНОЛ

Бактерии рода *Arthrobacter* Conn et Dimmick привлекают к себе внимание многих исследователей, так как соответствуют основным критериям отбора микроорганизмов для их использования в микробиологической промышленности.

Артробактерии продуцируют аминокислоты, витамины, другие биологически активные вещества. Для целей биосинтеза в качестве источника углерода и энергии применяют углеводороды, органические кислоты, спирты (метанол, этанол). Использование этанола позволяет получать микробную биомассу высокого качества.

В связи с перспективной широкомасштабного производства микробной биомассы на этаноле необходимо развитие дальнейших исследований ростовых особенностей артробактерий, поиски среди них видов, максимально отвечающих запросам биотехнологических производств.

Целью настоящей работы явилось изучение закономерностей роста и определение ценных для производства ростовых параметров *Arthrobacter simplex* 343 при культивировании на минеральной среде с этанолом.

Материал и методика

В работе использован штамм *Arthrobacter simplex* 343, выделенный из сточных вод и идентифицированный в соответствии с [1, 2].

Минеральная среда для выращивания культуры готовилась по прописи [3]. Штамм инкубировали в 250-миллилитровых колбах с 50 мл среды на качалках (120 кач./мин) при 28 °С 48 ч. Объем посевной культуры составлял 5 % засеваемого объема среды.

Построение кривых роста и определение параметров роста: удельной скорости роста (μ , ч⁻¹), экономического коэффициента (Y , %), времени генерации (g , ч), продуктивности по биомассе (P , г/л·ч) проводили аналогично [4]. С целью получения статистически достоверных данных при вычислении удельной скорости роста пользовались методом наименьших квадратов [5]. Концентрацию биомассы (X , г/л) определяли весовым методом [6], белок биомассы — методом Лоури [7]. Содержание белка в испытуемой пробе устанавливали по калибровочной кривой для бычьего альбумина и выражали в процентах от количества сухой биомассы. Аминокислотный состав белка исследовали на автоматическом аминокислотном анализаторе «Микротехма» ААА-881 (Прага). Содержание аминокислот выражали в процентах от количества истинного белка в том же образце. Количество этанола в культуральной жидкости определяли по методу, описанному в [8], а алкогольдегидрогеназную активность исследуемой культуры — по методу [9].

Результаты и их обсуждение

Изучение роста и развития микробной популяции необходимо для

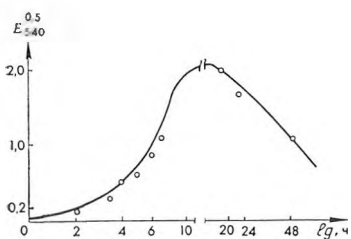


Рис. 1. Кривая роста *Arthrobacter simplex* 343

определения промышленной ценности микроорганизмов. Особый интерес представляет исследование прироста клеток и потребления ими лимитирующего субстрата, что позволяет рассматривать влияние режима культивирования не только на производительность ферментера, но и на технологические характеристики процесса ферментации [10]. Мы определяли накопление биомассы и расходование субстрата при росте *Arthrobacter simplex* 343 с различными концентрациями этанола.

Кривая роста *Arthrobacter simplex* 343 имеет характерную для многих микроорганизмов S-образную форму, где различимы лаг-фаза, фаза ускорения роста, экспоненциальная замедленного роста и стационарная фаза, а также фаза гибели популяции. Цикл развития *Arthrobacter simplex* 343 на минеральной среде с этанолом в качестве единственного источника углерода и энергии завершается к 48 ч (рис. 1).

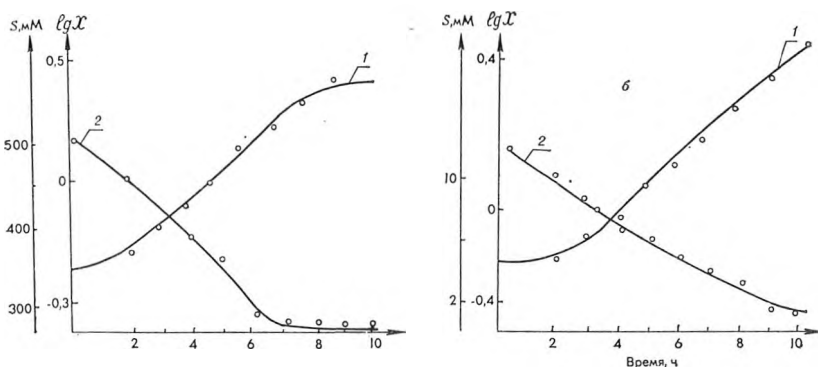


Рис. 2. Характер роста *Arthrobacter simplex* 343 на среде с исходной концентрацией этанола 530 (а) и 13 мМ (б):

1 — концентрация клеток; 2 — концентрация субстрата

С возрастанием исходной концентрации этанола в среде (от 5 до 500 мМ) все фазы развития культуры растягиваются во времени. Так, лаг-фаза увеличивается с 1 (5 мМ этанола) до 2—2,5 ч (500 мМ этанола). При низких концентрациях лимитирующего рост субстрата (например, 10 мМ) культура переходит в стационарную фазу развития уже после 7 ч, что совпадает с исчерпанием субстрата. При высоких концентрациях этанола (например, 500 мМ) *Arthrobacter simplex* 343 находится в экспоненциальной фазе более 10 ч (в среде содержится еще значительное количество этанола) (рис. 2).

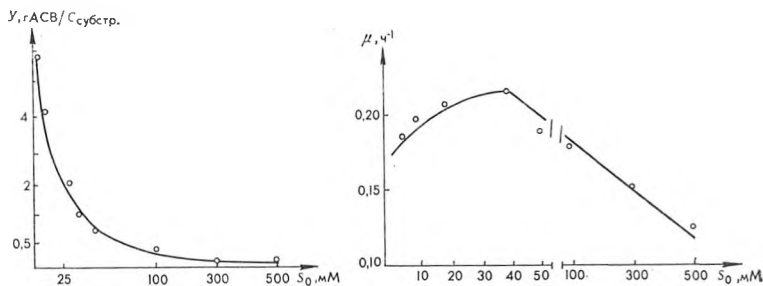


Рис. 3. Зависимость экономического коэффициента от исходной концентрации этанола в питательной среде

Рис. 4. Зависимость удельной скорости роста от начальных концентраций субстрата

Важнейшим физиологическим и технологическим показателем роста микроорганизмов является значение экономического коэффициента. На всем протяжении культивирования *Arthrobacter simplex* 343 (после лаг-фазы) поглощение субстрата и прирост биомассы связаны линейно, а абсолютное значение экономического коэффициента снижается с увеличением исходной концентрации этанола в среде (рис. 3).

Зависимость удельной скорости роста *Arthrobacter simplex* 343 от исходной концентрации этанола в пределах от 5 до 50 мМ описывается

уравнением Моно: $\mu = \mu_{\max} S / (K_s + S)$. При более высоких концентрациях наблюдается угнетение роста *Arthrobacter simplex* 343 (рис. 4), которое можно учесть введением в знаменатель квадратичного члена: $\mu = \mu_{\max} S / (K_s + S + S^2 / K_i)$.

Графическая интерпретация экспериментов с применением известного метода линеаризации [4] позволила найти максимальную скорость роста (μ_{\max} , 0,22 ч⁻¹), константу насыщения ($K_s = 0,95 \cdot 10^{-3}$ М) и константу ингибирования ($K_i = 0,78$ М).

С целью количественной характеристики роста в экспоненциальной фазе развития культуры (при концентрации этанола 40 мМ) определены: экономический коэффициент ($Y = 67\%$), время генерации ($g = 3,15$ ч), продуктивность по биомассе ($P = 0,27$ г/л·ч), удельная активность алкогольдегидрогеназы — ключевого фермента метаболизма этанола (АДГ = 0,06 ед./мг белка). Определены также содержание белка в биомассе (62,5 % от сухой массы) и ее аминокислотный состав (см. таблицу).

Аминокислотный состав белка *Arthrobacter simplex* 343, выращенного на минеральной среде с этанолом

Аминокислоты	Содержание аминокислот, % от истинного белка	Состав незаменимых аминокислот в белке, рекомендуемый ФАО при ООН
Лизин	5,09	4,2
Гистидин	1,63	
Аргинин	5,3	
Аспарагиновая кислота	11,21	
Треонин	4,33	2,8
Серин	4,67	
Глутаминовая кислота	20,48	
Пролин	3,23	
Глицин	4,77	
Аланин	12,36	
Валин	6,26	4,2
Метионин	4,9	2,2
Изолейцин	3,0	4,2
Лейцин	8,7	4,8
Тирозин	3,23	2,8
Фенилаланин	4,6	2,8

Примечание: истинный белок — это суммарное количество аминокислот в испытуемом образце.

Исследуемая культура содержит хорошо сбалансированный состав аминокислот. Количественное содержание аминокислот отвечает требованиям эталона ФАО (организация по вопросам продовольствия и сельского хозяйства при ООН), а количество треонина, валина, метионина, лейцина и фенилаланина превосходит эталон ФАО примерно в 1,5—2 раза [11].

Таким образом, *Arthrobacter simplex* 343 при культивировании на минеральной среде с этанолом имеет характерные для многих микроорганизмов закономерности роста. Абсолютные значения ростовых параметров *Arthrobacter simplex* 343 близки к таковым некоторых этанолусваивающих микроорганизмов [10, 12]. Удельная скорость роста и экономический коэффициент *Arthrobacter simplex* 343 определяются начальной

концентрацией лимитирующего компонента питания (этанола), т. е. с увеличением его исходной концентрации уменьшаются.

Биомасса *Arthrobacter simplex* 343 содержит значительное количество белка и хорошо сбалансирована по аминокислотному составу. Она может служить источником получения как отдельных аминокислот, так и их смесей.

Представленные исследования закономерностей роста *Arthrobacter simplex* 343 на минеральной среде с этанолом ранее в литературе не описаны и, следовательно, являются новыми.

Список литературы

1. Квасников Е. И., Писарчук Е. Н., Нестеренко О. А. // Успехи микробиол. М., 1977. С. 136.
2. Краткий определитель бактерий Берги / Под ред. Дж. Хоулта. М., 1980. С. 319.
3. Горнак Н. М., Коваленко С. П., Идельчик И. М., Замбржницкий О. Н. // Прикладн. биохим. и микробиол. 1979. Т. 15. Вып. 3. С. 246.
4. Перт С. Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М., 1978. С. 15.
5. Плехинский Н. А. Биометрия. М., 1970. С. 227.
6. Пименсва М. Н., Гречушкина Н. Н., Азова Л. Г. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М., 1971. С. 138.
7. Lowry O., Rosenbrough N., Farr A., Randall R. // Journ. Biol. Chem. 1951. V. 193. P. 265.
8. Кочетов Г. А. Практическое руководство по энзимологии. М., 1980. С. 179.
9. Leskovaе V., Pavkov-Pericin D. // Biochem. Journ. 1975. V. 145. № 3. P. 581.
10. Никонова Е. С., Манаков М. Н. // Прикладн. биохим. и микробиол. 1984. Т. 20. Вып. 5. С. 675.
11. Потребности в белке. Докл. объединен. эксперт. группы ФАО/ВОЗ: Сер. техн. докл. ВОЗ. 1966. № 301. С. 44.
12. Коваленко С. П. Химические факторы в селекции продуцентов микробных белков. Минск, 1980. С. 135.

УДК 595.76.768.25+599.322.3

А. Д. ПИСАНЕНКО

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ *Platypyllus castoris* Rits. (Platypyllidae, Coleoptera) — ЭКТОПАРАЗИТА ЕВРОПЕЙСКОГО БОБРА НА ТЕРРИТОРИИ БССР

Среди представителей многочисленного отряда жесткокрылых, освоивших самые разнообразные пищевые субстраты, лишь немногие виды жуков, в основном семейств Leptinidae и Platypyllidae, обитают на поверхности тела млекопитающих. Это, в частности, *Platypyllus castoris* Rits., тесно связанный с кожными покровами грызунов рода *Castor* L. (Castoridae, Rodentia). Обитая в подпуши бобров, *P. castoris* в процессе эволюции приобрел черты глубокой конвергенции с блохами и при описании [1] был ошибочно отнесен к этому отряду.

Статус *P. castoris* как типичного эктопаразита длительное время подвергался сомнению [2, 3]. Отсутствие данных по биологии и экологии этого вида явилось, вероятно, результатом того, что бобровые популяции в большинстве стран Европы и Сев. Америке находились на грани исчезновения, и не всегда имелась возможность вести сбор материала непосредственно в местах обитания довольно редкого вида млекопитающих. Благодаря активным охранным мероприятиям численность бобров значительно возросла, и к настоящему времени появились реальные условия для исследований их паразитов. Роль в системе биоценологических связей бобра и некоторые черты биологии *P. castoris* выяснены лишь недавно [4, 5]. Изучение жизненного цикла развития эктопаразита позволило установить, что личинка его является типичным паразитом, а сожительство взрослого насекомого носит черты комменсализма [6].

Распространение *P. castoris* приурочено к местам обитания европейского и канадского бобров, на которых этот вид паразитирует, т. е. ареалы их совпадают. Поскольку бобры относятся к эндемикам Голарктики, эктопаразит двух видов бобров в зоогеографическом отношении также голарктический. Места находок этого вида достоверно известны из Франции [7], Германии [8], США и Канады [9], Норвегии и Швеции [10], Польши [5]. На территории СССР *P. castoris* впервые зарегистрирован в 1928 г. (Украинское Полесье, р. Уж) на бобре припятской популяции [11]. Некоторые вопросы экологии и распространения этого вида в бассейне Днепра изучены А. М. Волохом [4].

Данные относительно нахождения *P. castoris* в Белоруссии отсутствуют, приводятся лишь общие сведения о биологии и морфологии этого вида [12] и указывается на вероятность обнаружения его на территории республики. Вопросы численности, распространения, особенности экологии *P. castoris* в БССР выяснены недостаточно. В этой связи выявление мест обитания эктопаразитического вида представляет существенный интерес.

Сбор эктопаразитов на популяциях речных бобров проводили непосредственно в местах лицензионного отлова животных капканным способом на опытно-производственных участках Белорусского отделения ВНИИ охотничьего хозяйства и звероводства имени Б. М. Житкова в осенне-зимний период 01—30.X.82 и 01.X—13.XI.84 в Наровлянском районе Гомельской области на р. Припять и ее притоках от г. Наровля до границы с УССР (Киевская обл.); 03.X—06.XI.83 и 01.XI—28.XII.85 в Речницком районе Гомельской области на русле и прилегающих водоемах р. Березины (от устья до г. Светлогорска), а также 01—26.XI.86 в Ивьевском районе Гродненской области на р. Исloch (в пределах госзаказника «Налибокская пушча»). Обследуемых бобров помещали на белую ткань, покрытую полиэтиленовой пленкой, а затем, вычесывая частым гребнем мех бобра, собирали *P. castoris* в течение 15—20 мин по возможности сразу после поимки животного. Кроме того, дополнительно 10—15 мин собирали *P. castoris*, прогревая волосняной покров бобров электрической лампой, что способствовало миграции насекомых из подпуши на вершины остевых волос. Если повторный осмотр не давал положительных результатов, сбор прекращали. Каждую пробу эктопаразитов с одного бобра помещали в пробирку с 70-градусным спиртом и этикетировали. Для сравнения зараженности популяций грызунов выбирали одинаковые биотопы в бассейнах рек Березины, Припяти и Исloch. В процессе изучения мы воспользовались результатами сборов 1978—1986 гг. о встречаемости *P. castoris* в бассейнах рек Немана, Днепра, Сожа, Свислочи, Щары, Березины, Припяти и Зап. Двины, любезно предоставленными А. Н. Фоменковым; исходя из этих данных можно утверждать, что *P. castoris* распространен в Белоруссии на европейских бобрах повсеместно.

На территории БССР этот вид паразитов зарегистрирован нами в 1982 г. в бассейне р. Припять (устье р. Словечна) на популяции бобров, отловленных в результате лицензионного промысла на опытно-производственном участке БО ВНИИОЗ имени Б. М. Житкова. За весь период исследований 1982—1986 гг. обследованы 62 экз. бобров припятской, 73 березинской и 35 экз. неманской популяций. Всего собран 1691 экз. жуков, основная часть их находится в коллекциях Зоологического института АН СССР и Зоомузея БГУ имени В. И. Ленина. Максимальное количество эктопаразитов на одном животном (20.XI.85) в старице Березины составило 129 экз., в то время как в бассейне Припяти — 37, а на Исloch — 59 экз. Экстенсивность заражения по трем бассейнам рек — 70 %, а среднее количество жуков на одном бобре — 14,21 экз. Концентрация эктопаразитов у зараженных бобров чаще наблюдалась в области ушных раковин, на голове, шее, брюхе, реже на хвосте и дорсальной стороне тела. Зависимости степени локализации *P. castoris* по поверхности тела хозяина и численности паразитов от пола, возраста и окраски меха

европейских бобров нам обнаружить не удалось. Нахождение значительного количества имаго и личинок последнего возраста жуков в подпуши при низких температурах окружающей среды ($-10 - -13^{\circ}\text{C}$) дает возможность подтвердить литературные указания о том, что *P. castoris* зимует в имагинальной стадии [4—6]. Соотношение личинок и имаго жуков в популяциях бобров в этот период составило 1 : 7. Согласно нашим наблюдениям и литературным данным [6], в случае значительного количества личинок на теле хозяина образуются довольно широкие очаги повреждения эпидермиса, напоминающие характерные потертости кожи, и небольшие раны. Как правило, у таких особей качество меха было несколько хуже, чем у животных, на которых личинки эктопаразита отсутствовали.

Сравнительная характеристика зараженности популяций бобров эктопаразитом *P. castoris* на территории БССР

Популяции бобров	Количество обследованных особей, экз.	Экстенсивность заражения		Интенсивность паразитизма	Общее число жуков, экз.
		<i>n</i>	%	$\bar{x} \pm S_x$	
Припятская	62	36	58,06	$8,53 \pm 1,65$	307
Березинская	73	51	69,86	$16,11 \pm 3,64$	822
Неманская	35	32	91,43	$17,56 \pm 2,43$	562
Итого	170	119	70,00	$14,21 \pm 2,57$	1691

Анализируя полученные данные по численности *P. castoris* на европейских бобрах трех популяций (см. таблицу), следует указать, что экстенсивность заражения на бобрах неманской популяции выше, чем на особях припятской и березинской популяций. Разность экстенсивности паразитизма с уровнем значимости $P=0,05$ статистически достоверна. Это объясняется, видимо, тем, что животные, обитающие в бассейнах рек Березины и Немана, являются аборигенными [12, 13] с устоявшимися биоценоотическими связями, а в бассейне р. Припять — частично интродуцированными. Исходя из этого можно предположить, что особи березинской и неманской популяций в паразитологическом отношении находятся в более ослабленном состоянии, где, по-видимому, комплекс неблагоприятных факторов внешней среды сказывается в большей степени.

По интенсивности паразитизма достоверные различия отмечены лишь у припятских и неманских бобров ($t=3,07$). При уровне значимости $P=0,05$ достоверность различий между припятской и березинской ($t=1,90$), березинской и неманской ($t=0,33$) популяциями не установлена, т. е. интенсивность заражения на этих популяциях примерно одинакова, однако она несколько выше, чем в бассейне Днепра [4]. Таким образом, экстенсивность и интенсивность заражения *P. castoris* в целом определяются условиями его развития и во вновь созданных бобровых популяциях зараженность животных может заметно снижаться.

Следует отметить также, что на заболоченных и торфяных участках Припяти, Березины и Ислочи количество *P. castoris* на одном животном значительно выше (до 129 экз.), чем на участках с проточной водой (до 36 экз.). Известно [3, 14], что у бобров, обитающих в более чистых водоемах, качество меха выше, чем у грызунов, живущих в заболоченных местах и торфяной воде, где, вероятно, условия для развития эктопаразитов более благоприятны.

В связи с расселением бобров и увеличением их численности, что является результатом реакклиматизации и охраны бобровых популяций,

расширяется и ареал *P. castoris*. Представляется целесообразным и получение данных, которые будут способствовать мероприятиям по ослаблению воздействия паразита на популяции европейских бобров.

Список литературы

1. Ritsema C. // *Petites Nouvelles Entomol.* 1869. V. 1. P. 23.
2. Troussart E. // *Bull. Soc. Entomol. Fr.* 1896. V. 1. № 2. P. 91.
3. Дьяков Ю. В. Бобры европейской части Советского Союза. Смоленск, 1975.
4. Волох А. М. // *Экология.* 1982. № 3. С. 83.
5. Buchholz L., Sikora S. // *Prz. zool.* 1984. T. 28. № 4. S. 501.
6. Wood D. M. // *Proc. Entomol. Soc. Ontario*, 1964. V. 95. P. 33.
7. Bonhoure A. // *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 1884. V. 4. P. 147.
8. Piechocki R. // *Beitr. Entomol.* 1959. V. 9. P. 523.
9. Junk W., Schenkling S. // *Coleopterorum Catalogus.* 1910. V. 8. № 18. P. 1.
10. Jansson A. // *Fauna och Flora.* Uppsala, 1940. V. 5. P. 210.
11. Аверин В. Г. // *Русск. энтомол. обозр.* 1928. Т. 23. № 3—4. С. 241.
12. Федюшин А. В. Речной бобр, его история, жизнь и опыты по размножению. М., 1935.
13. Дежкин В. В., Дьяков Ю. В., Сафонов В. Г. Бобр. М., 1986.
14. Warren E. R. *The beaver its Work and its Ways: Monographs of the American Society of Mammal.* Baltimore, 1927.

УДК 612.328

А. И. КИЕНЯ

К ВОПРОСУ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АДРЕНЕРГИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕКРЕТОРНОЙ ФУНКЦИИ ЖЕЛУДКА

Моноаминергические системы ствола мозга, включающие катехоламинергическую систему, представленную нейронами, лежащими в латеральных частях продолговатого мозга, моста и ростральной части среднего мозга, и серотонинергическую, образованную нейронами ядер шва, иннервируют обширные области центральной нервной системы [1—4]. Особое место в катехоламинергической системе занимает синее пятно, локализованное в области моста, большинство нейронов которого являются норадренергическими [5]. Оно имеет взаимосвязь со всеми областями головного и спинного мозга. Кроме синего пятна, важная структура катехоламинергической системы — черная субстанция. В промежуточном мозгу норадренергические нейроны локализируются в составе гипоталамогипофизарной системы [6]. Норадреналин и серотонин являются медиаторами нисходящих моноаминергических систем из головного мозга к интернейронам и преганглионарным нейронам спинного мозга [6—8], участвующих в осуществлении висцеральных рефлексов. Моноаминергические системы вносят вклад в реализацию нисходящих тормозных влияний на желудок, вызываемых возбуждением афферентных нейронов блуждающего нерва [9—11]. Блокада центральных адренергических систем аминазином на фоне покоя желудочных желез стимулирует их деятельность, однако снижает их реакцию на пищевые раздражители [12]. Уменьшение дифференцированности секреторного ответа желудка на различные пищевые раздражители под влиянием аминазина отмечено В. Г. Сухотерным [13].

Исследуя содержание в крови пепсиногена, К. В. Смирнов и А. М. Уголев [14] пришли к выводу, что этот препарат, представляющий собой центральный адренолитик, повышает ферментативную активность желудка у крыс.

Неизученным остается вопрос интегративной взаимосвязи центральных адренергических систем и пептидов, в том числе и гастрин, играющих важную роль в регуляции секреторной функции желудка [15].

Цель наших исследований — изучение блокады центральных адренергических систем на секреторную функцию желудка при стимуляции ее синтетическим аналогом гастрин — пентагастрином.

Материал и методика

Исследования выполнены на 7 собаках с фистулами фундальной части желудка. В опыт животных брали через 18—20 ч после последнего их кормления. Количество выделенного желудочного сока учитывали за каждые 15 мин в течение 45 мин натощак, а затем на протяжении 1,5 ч после подкожного введения животным пентагастрина в дозе 6 мкг/кг массы в форме 0,025 %-ного раствора. В отдельной серии опытов пентагастрин вводили путем внутривенной инфузии в дозе 1—2 мкг·кг⁻¹·ч⁻¹. В пробах желудочного сока определяли рН с помощью рН-метра, рН-121 с Н⁺-ионоселективным электродом. Методом рН-метрического титрования желудочного сока раствором щелочи до рН 7,0 определяли концентрацию Н⁺, темп их выделения (ммоль/15 мин) и дебит [16]. Протеолитическую активность сока определяли при помощи высокочастотной кондуктометрической установки [17]. По данным количества выделенного желудочного сока и его ферментативной активности рассчитывали дебит ферментов за каждые 15 мин (темп выделения) и в целом за опыт (ферментовыделение). Для блокады центральных адренергических систем применяли аминазин, который вводили внутримышечно в дозе 1 мг/кг, а в опытах с внутривенной инфузией — 0,033 и 0,066 мг·кг⁻¹·ч⁻¹.

Результаты и их обсуждение

Под влиянием аминазина объем желудочного содержимого, выделенного натощак, повышался в 1,5 раза за счет усиления слизиобразования. Повышение рН содержимого желудка на 0,2—0,3 свидетельствует об усилении его кислотонейтрализующей функции. Изменения ферментовыделительной функции желудка при этом были статистически незначительными.

Под влиянием аминазина тормозилась секреция желудочного сока, стимулированная пентагастрином. При этом уменьшались как темп соковыделения, так и его дебит (рис. 1). Так, если до введения препарата дебит/90 мин желудочного сока при инициации желудочной секреции пентагастрином равнялся $104,4 \pm 8,1$ мл, то после введения центрального адренолитика он уменьшался до $68,1 \pm 3,3$ мл, т. е. на 34,7 %.

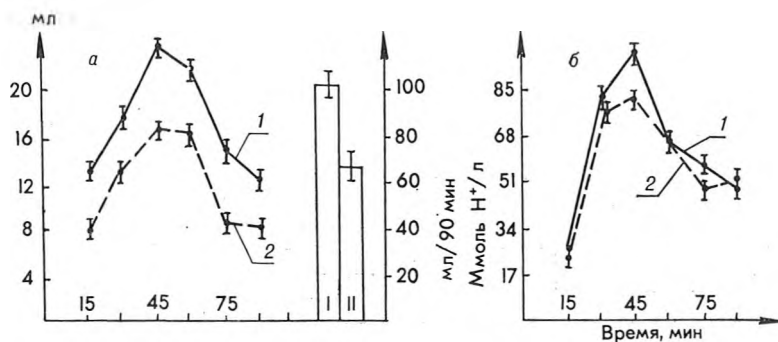


Рис. 1. Динамика изменения темпа и дебита выделения желудочного сока (а), концентрации в нем Н⁺ (б) при инициации желудочной секреции пентагастрином до (1) и на фоне действия аминазина (2) у собак. Столбики — объем сока, выделенного за опыт до (I) и после (II) введения аминазина

Вместе с этим в соке снижалась концентрация Н⁺ (см. рис. 1). Максимальных величин $98,6 \pm 4,1$ ммоль/л она достигала до применения аминазина в третьей порции сока, а после инъекции животным препарата в соответствующей по времени порции сока концентрация Н⁺ уменьшалась до $81,4 \pm 3,4$ ммоль/л. Средняя концентрация Н⁺ в соке, выделенном на пентагастрин до применения аминазина, составляла $61,1 \pm 2,1$ ммоль/л, а после его введения — $56,2 \pm 2,4$ ммоль/л, т. е. снижалась

на 8,1 %. Уменьшение объема выделенного желудочного сока на пентагастрин под влиянием аминазина и концентрации H^+ обуславливало значительное падение темпа выделения H^+ и их дебита (табл. 1), величина которого снижалась на 39,7 %.

Таблица 1

Темп секреции H^+ (ммоль/15 мин) и их дебит (ммоль) в желудочном соке собак, выделенном на пентагастрин до и после введения аминазина

15-минутные порции	Пентагастрин	%	Пентагастрин+амин-назин	%	P
I	$0,33 \pm 0,01$	100,0	$0,18 \pm 0,007$	54,5	<0,001
II	$1,45 \pm 0,07$	100,0	$0,91 \pm 0,03$	62,7	
III	$2,40 \pm 0,10$	100,0	$1,38 \pm 0,06$	57,5	
IV	$1,32 \pm 0,06$	100,0	$0,96 \pm 0,04$	72,1	
V	$0,86 \pm 0,04$	100,0	$0,45 \pm 0,02$	52,3	
VI	$0,55 \pm 0,02$	100,0	$0,29 \pm 0,008$	52,7	
Дебит	$6,92 \pm 0,28$	100,0	$4,17 \pm 0,13$	60,3	

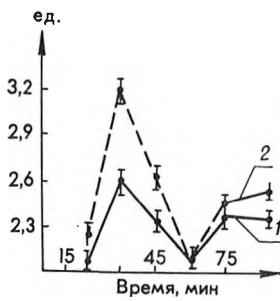


Рис. 2. Динамика изменения протеолитической активности желудочного сока собак, выделенного на пентагастрин до (1) и после (2) применения аминазина

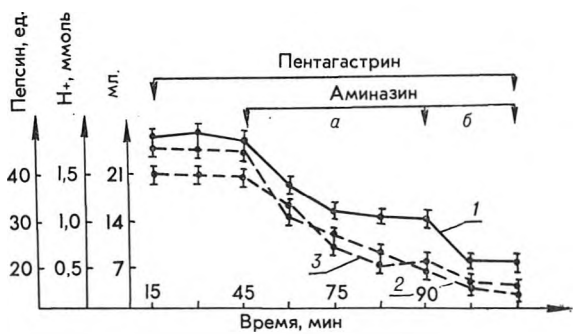


Рис. 3. Влияние аминазина в дозах 0,033 (а) и 0,066 $мг \cdot кг^{-1} \cdot мин^{-1}$ (б) на секреторную функцию желудка у собак при инициации ее пентагастрином:

1 — соковыделение; 2 — кислотовыделение; 3 — ферментовыделение

Таблица 2

Темп выделения протеолитических ферментов (ед./15 мин) с желудочным соком и их дебит (ед.) при инициации секреции пентагастрином до и после введения аминазина

15-минутные порции	Пентагастрин	%	Пентагастрин+амин-назин	%	P
I	$26,5 \pm 0,11$	100,0	$18,2 \pm 0,06$	71,0	<0,001
II	$47,2 \pm 0,18$	100,0	$38,4 \pm 0,13$	81,3	
III	$56,1 \pm 0,21$	100,0	$45,3 \pm 0,20$	80,7	
IV	$46,4 \pm 0,19$	100,0	$30,7 \pm 0,16$	66,1	
V	$38,5 \pm 0,14$	100,0	$21,2 \pm 0,09$	55,0	
VI	$29,4 \pm 0,11$	100,0	$15,3 \pm 0,07$	52,0	
Дебит	$243,2 \pm 11,2$	100,0	$168,6 \pm 8,12$	69,3	

Под влиянием аминазина протеолитическая активность желудочного сока повышалась (рис. 2), особенно в первых трех 15-минутных порциях его. Однако уменьшение соковыделения обуславливало сокращение тем-

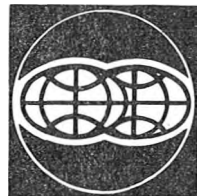
па выделения протеолитических ферментов на 18,7—48,0 % (табл. 2). Общее количество протеолитических ферментов, выделенных в течение опыта под влиянием аминазина, снижалось в среднем на 30,7 %.

Аналогичная направленность изменений секреторной реакции желудочных желез отмечена и в опытах при внутривенной инфузии аминазина на фоне плато желудочной секреции, достигаемого внутривенным введением пентагастрина (рис. 3). Под влиянием аминазина наступало резкое торможение интенсивности соко-, кислото- и ферментовыделения, которое усиливалось при повышении дозы адренолитика. Так, если при введении аминазина в дозе $0,033 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ темп соковыделения через 45—60 мин после начала его инфузии равнялся $14,0 \pm 0,6 \text{ мл}$ за 15 мин, $\text{H}^+ - 0,52 \pm 0,02 \text{ ммоль/15 мин}$ и протеолитических ферментов — $21,3 \pm 0,8 \text{ ед./15 мин}$ (против $28,5 \pm 0,9 \text{ мл}$, $1,8 \pm 0,08 \text{ ммоль}$ и $45,6 \pm 2,1 \text{ ед.}$ до введения препарата соответственно), то при увеличении дозы аминазина вдвое эти показатели снижались еще в большей степени и составляли 24,6, 13,8 и 26,3 % контрольного уровня соответственно.

Таким образом, под влиянием центрального адренолитика аминазина повышается кислотонейтрализующая функция желудка натошак и тормозится соко-, кислото- и ферментовыделительная его деятельность, стимулированная пентагастрином, что свидетельствует о тесной взаимосвязи центральных адренергических систем и гастрина в обеспечении секреторной функции желудка.

Список литературы

1. Костюк П. Г. Структура и функция нисходящих систем мозга. Л., 1973.
2. Fuxe K., Hökfeld T., Ungerstedt U. // *Internat. Rev. Neurobiol.* 1976. V. 13. P. 93.
3. Буданцев А. Ю. Моноаминергические системы мозга. М., 1976.
4. Лиманский Ю. П. // *Частная физиология нервной системы: Рук-во по физиологии.* Л., 1979. С. 61.
5. Белова Т. И., Голубева Е. Л., Судаков К. В. Гомеостатические функции синего пятна. М., 1980.
6. Сахаров Д. А. // *Общая физиология нервной системы: Рук-во по физиологии.* Л., 1979. С. 218.
7. Пушкарев Ю. П. // *Физиология вегетативной нервной системы: Рук-во по физиологии.* Л., 1981.
8. Бэрнсток Дж., Коста М. Адренергические нейроны. Их организация, функция и развитие в периферической нервной системе. Минск, 1979.
9. Итина Л. В. // *Физиол. журн. СССР.* 1979. Т. 65. № 6. С. 839.
10. Итина Л. В., Позняк В. А. Там же. 1982. Т. 68. № 12. С. 1658.
11. Солтанов В. В., Қалюнов В. Н., Лапша В. И., Репринцева В. М. // 12-я Всесоюз. конференц. по физиологии и патологии кортико-висцеральных взаимоотношений, посвященная 100-летию со дня рождения акад. К. М. Быкова: Тез. докл. и науч. сообщ. Л., 1986. С. 35.
12. Успенский Ю. Н. // *Физиол. журн. СССР.* 1966. Т. 52. № 2. С. 184.
13. Сухотерин В. Г. // *Мед. журн. Узбекистана.* 1978. № 3. С. 46.
14. Смирнов К. В., Уголев А. М. Клиническая гастроэнтерология. М., 1981.
15. Климов П. К. Пептиды и пищеварительная система. Гормональная регуляция функций органов пищеварительной системы. Л., 1983.
16. Киеня А. И. // *Лабораторное дело.* 1984. № 1. С. 59.
17. Киеня А. И. Там же. 1979. № 9. С. 558.



УДК 551.481

Л. В. ГУРЬЯНОВА

МОРФОМЕТРИЯ МАЛЫХ ОЗЕР И ИХ ТЕРМИКА

Важное экологическое значение температурного режима водной массы в функционировании водоемов озерного типа очевидно и достаточно полно освещено в литературе [1, 2 и др.]. В меньшей мере разработаны вопросы взаимосвязей термических характеристик водной массы и морфометрических показателей озерной котловины. Выявление и количественная оценка зависимостей теплозапаса водной массы в летний период, мощности эпилимниона, температуры придонного слоя воды от глубины озерной котловины, площади и ширины водного зеркала и других морфометрических параметров возможны на базе статистической обработки массового материала натуральных исследований. Исходными данными настоящей статьи являются результаты комплексных лимнологических обследований 95 разнотипных водоемов Белорусского Поозерья, проведенных ОНИЛ озероведения БГУ имени В. И. Ленина в летний период (июнь—июль) в течение 1967—1980 гг. В исследуемых водоемах площадь акватории изменяется от 0,09 до 79,62 км², средняя глубина — от 1,2 до 18,5 м, максимальная — от 2,5 до 53,6 м.

В летний период аккумуляция поступающего солнечного тепла водоемом находится в прямой зависимости от глубины озерной котловины. В мелководных водоемах со средними глубинами порядка 1—3 м теплозапас оценивается в $1-3 \cdot 10^8$ Дж/м² (оз. Островиты, Ельно, Нещердо и др.), в то время как при средних глубинах более 3 м он увеличивается до $3-6 \cdot 10^8$ Дж/м² (оз. Рудаково, Волосо Юж., Долгое и др. (см. таблицу)). В целом зависимость между теплозапасом воды (T , Дж/м²) и средней глубиной ($H_{\text{ср}}$, м) носит линейный характер (рис. 1). Аналогичного вида линейные зависимости между тепловым бюджетом и средней глубиной получены для озер различных географических зон [3].

Поступающее солнечное тепло распределяется по глубине в зависимости от морфометрических особенностей котловины. В водоемах с формой котловины, близкой к конусу* (с укрытым основным объемом водной массы), динамическое перемешивание ограничено верхними слоями воды, и основное тепло аккумулируется в эпилимнионе. При эллипсоидальных и параболоидных формах котловины поступающее солнечное тепло в целом равномерно распределяется в толще воды, но эффективность нагревания воды в хорошо перемешиваемых водоемах значительно ниже, чем в стратифицированных. Если оценить работу ветра на единицу площади акватории, которая должна быть затрачена для распределения в водной массе поступающего в летний период тепла через показатель R_2^f [2], соотнести ее с теплозапасом воды, то по

* Форма котловины водоемов определяется с учетом характера батиметрических кривых в приближении к геометрическим телам: конусу, параболоиду, эллипсоиду [2].

Основные лимнологические показатели, содержание тепла в летнее время
(июнь — июль) и работа ветра, затрачиваемая на его распределение,
в водных массах озер Белорусского Поозерья

Озеро	Год	$V_{\text{оз.}}$ млн м ³	$f_{\text{в}}$ км ²	$B_{\text{ср}}$ км	$H_{\text{ср}}$ м	H_{max} м	$H_{\text{э}}$ м	$t_{\text{д}}$ °С	T , 10 ⁸ Дж/м ²	R_{Σ}^t Дж/м ²	$R_{\Sigma}^t/T \cdot 10^{-6}$
Нарочь	1978	708,44	79,62	6,20	8,9	24,8	23,0	15,7	6,15	942,60	1,53
Долгое	1968	43,17	2,60	0,40	16,6	53,6	5,0	5,3	5,70	395,06	0,69
Павлинское	1975	23,49	3,86	1,12	6,1	12,9	6,0	16,0	5,03	512,68	1,02
Гнишьково	1972	7,97	0,51	0,17	15,4	43,3	4,0	4,7	5,03	303,69	0,60
Спуды	1970	107,00	22,00	2,50	4,9	16,5	13,0	16,5	4,68	308,49	0,66
Волосо Юж.	1970	15,07	1,21	0,48	12,5	40,4	7,0	4,4	4,66	524,14	1,12
Рудаково	1978	2,85	0,24	0,34	11,3	28,6	5,0	5,2	4,21	300,54	0,71
Веркудское	1970	10,86	1,80	0,80	6,0	12,0	4,0	10,0	3,99	408,41	1,02
Мядель	1980	102,00	16,20	2,57	6,3	24,6	16,0	9,3	3,93	1074,95	2,74
Обстерно	1972	50,00	9,89	1,80	5,1	12,0	8,0	14,2	3,91	547,43	1,40
Гульбега	1980	1,52	0,23	0,24	6,6	12,9	4,0	8,0	3,90	174,28	0,45
Бережа	1972	7,77	1,93	0,88	4,0	8,2	7,0	18,0	3,69	270,95	0,73
Еди	1980	4,84	0,61	0,38	7,9	19,7	5,0	6,8	3,57	223,50	0,63
Каймин	1980	3,26	0,43	0,27	7,6	19,5	5,0	5,2	2,99	173,96	0,58
Нещердо	1972	84,72	24,62	2,04	3,4	8,1	8,0	20,4	2,85	244,24	0,86
Неспиш	1972	13,75	4,57	0,99	3,2	6,3	5,0	19,8	2,83	91,82	0,32
Ельно	1973	1,19	0,46	0,28	2,6	6,1	1,0	16,6	2,25	56,84	0,25
Кошо	1974	14,39	4,15	0,65	3,5	17,1	8,0	4,9	1,76	300,08	1,71
Обабье	1973	2,54	1,40	0,43	1,8	2,9	2,0	17,6	1,40	23,87	0,17
Островиты	1973	0,51	0,41	0,35	1,3	2,7	2,0	21,6	1,23	32,82	0,27

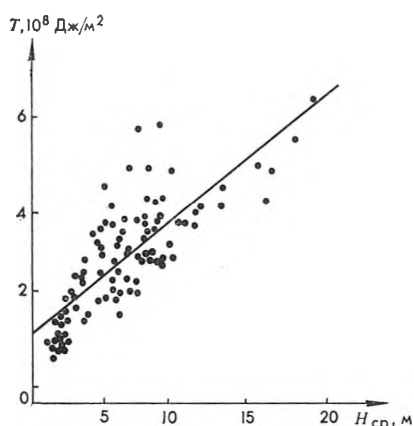


Рис. 1. Зависимость теплозапаса воды озер в летний период (июнь — июль) от средней глубины:

$$T = (1,57 + 0,27 \cdot H_{\text{ср}}) \cdot 10^8, \text{ Дж/м}^2; r = 0,78$$

риной до 2 км наибольшая толщина эпилимниона достигает 8 м, в более крупных водоемах ($B_{\text{ср}} = 2-6$ км) мощность слоя, охваченного перемешиванием в летний период, довольно велика (8—20 м). В целом связь между средней шириной озера и мощностью эпилимниона ($H_{\text{э}}$, м) описывается соотношением вида: $H_{\text{э}} = 2,88 + 3,02 B_{\text{ср}}$, м, при $r = 0,78$, где r — коэффициент линейной парной корреляции.

Формирование слоя температурного скачка (вертикальный градиент ≥ 1 град/м) в толще водной массы ограничивает поступление солнечного тепла в придонные слои водоема. Озера с устойчивым и ярко выраженным слоем металимниона, в которых полное вертикальное перемешивание водных масс происходит два раза в год (димиктический режим [4]), отличаются низкими летними придонными температурами 4—7 °С (оз. Кошо, Еди и др.). Особое место занимают водоемы с неустойчивым металимниальным слоем, который периодически разрушается под действием ветра (переходный к димиктическому режим), и температурами придонных слоев в летний период 8—13 °С (оз. Мядель, Веркудское и др.). В постоянно перемешиваемых озерах (полимиктический режим [5]) слой температурного скачка отсутствует, а температура придонных слоев летом достигает 22 °С (оз. Неспиш, Обабье).

Особенности вертикального температурного расщепления тесно связаны с максимальной глубиной котловины водоема. Например, при близких значениях площади водного зеркала (f_0) (4,57 и 4,15 км²) и объемах воды (13,75 и 14,39 млн м³), но разными максимальными глубинами стратификация водных масс оз. Неспиш и Кошо различная. Оз. Неспиш с незначительной максимальной глубиной (6,3 м) хорошо перемешивается в период открытой воды; температура его придонного слоя в июле около 19,8 °С. Форма котловины оз. Кошо близка к конусу с максимальной глубиной 17,1 м. В летний период водная масса озера стратифицирована, температура стагнирующего гипolimниона составляет 4,9 °С (см. таблицу). В целом по выявленным зависимостям степенного вида увеличение максимальной глубины (H_{max}) на 1 м при прочих равных условиях в диапазоне глубин 5—10 м вызывает уменьшение температуры придонного слоя воды ($t_{\text{д}}$) на 1 °С, на глубинах 10—15 м — 0,4 °С. Дальнейшее увеличение или уменьшение глубин ведет к незначительным изменениям температуры озерной воды — 0,1—0,2 °С ($t_{\text{д}} = 45,29 \cdot H_{\text{max}}^{-0,61}$, °С, при $r = -0,80$).

Таким образом, показатели формы котловины (площадь акватории, ее ширина, максимальная, средняя глубины) существенно влияют на условия накопления и распределения тепла в водной массе летом. При этом поверхностные (f_0 , $B_{\text{ср}}$) и глубинные (H_{max} , $H_{\text{ср}}$) морфометриче-

полученному соотношению можно судить об эффективности нагревания воды (см. таблицу). Низкие величины $R^1/T = 0,2 \cdot 10^{-6}$ характерны для хорошо перемешиваемых мелководных водоемов, в которых происходят значительные потери тепла на испарение и обратное излучение нагретой до высоких температур поверхности воды (оз. Обабье, Островиты и др.); в озерах с объемом водной массы более 10 млн м³, развитым эпилимнионом (более 5 м) R^2/T увеличивается до $0,9 \cdot 10^{-6} - 2,7 \times 10^{-6}$ (оз. Мядель, Волосо Юж. и др.).

Интенсивность динамического воздействия ветра на водную массу тесно связана с площадью водного зеркала и, в частности, с его средней шириной ($B_{\text{ср}}$, км). В водоемах со средней ши-

ские характеристики являются статистически не связанными между собой величинами. Температура придонного слоя воды в зависимости от соотношения площади водного зеркала и максимальной глубины описывается уравнением вида: $t_d = 0,128 \cdot f_0 - 0,446 \cdot H_{\max} + 17,996$, °C, при $R = 0,84$, где R — коэффициент множественной корреляции. На основании расчетов по данному уравнению составлена номограмма для площадей водоемов от 0,5 до 25,0 км², максимальных глубин 1—45 м, где отмечено положение стратифицированных и слабостратифицированных водоемов (рис. 2). Группировка водоемов по степени стратификации проводилась с учетом наличия металимниального слоя в момент обследования.

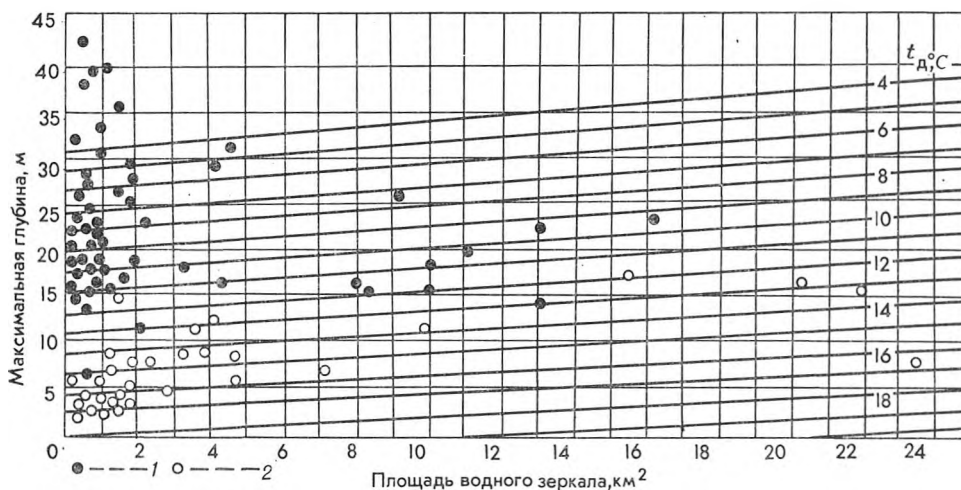


Рис. 2. Номограмма для определения температуры придонного слоя воды в летний период с учетом площади водного зеркала и максимальной глубины стратифицированного (1) и слабостратифицированного (2) озера

Из анализа номограммы следует, что в условиях летнего прогревания водных масс озер с площадью акватории до 1 км² явно выраженный слой температурного скачка, гипolimнион с придонными температурами 8—13 °C формируются при максимальных глубинах не менее 10 м, стагнирующий гипolimнион с температурой придонного слоя воды 4—7 °C — при максимальных глубинах не менее 24 м, что в целом согласуется с результатами исследований [6, 7]. Однако с увеличением площади водного зеркала возрастает интенсивность динамического воздействия ветра на водную поверхность озера: устойчивое температурное расслоение водных масс происходит при больших максимальных глубинах. В озерах с площадью акватории около 25 км² димиктический режим водной массы формируется при максимальных глубинах не менее 31 м, переходный к димиктическому — 17 м, полимиктический — от 1 до 17 м. Адекватность графического построения проверена при сопоставлении расчетных данных и результатов натурных измерений температуры воды в области максимальных глубин на примере 13 озер, репрезентативных для Белорусского Полесья. С помощью номограммы можно достоверно оценить тип термического режима водной массы (димиктический, переходный к димиктическому, полимиктический), температуру придонного слоя в летний период в среднем с точностью ± 2 °C.

Таким образом, проведенные расчеты позволяют прогнозировать особенности формирования термического режима малых озер с учетом морфометрических характеристик котловины.

Список литературы

1. Якушко О. Ф. Озероведение. География озер Белоруссии. Минск, 1981. С. 223.
2. Хомские В. Р. Динамика и термика малых озер. Вильнюс, 1969. С. 204.

3. Драбкова В. Г., Сорокин И. Н. Озеро и его водосбор — единая природная система. Л., 1979. С. 195.
4. Хатчинсон Д. Лимнология. М., 1969. С. 352.
5. Olszewski P. // *Zeszyty naukowe wyzszej szkoły rolniczej w olsztynie*. 1959. № 4. S. 111.
6. Ковалевская Р. З. // Биопродуктивность озер Белоруссии. Минск, 1971. С. 34.
7. Kajak Z., Zdanowski B. // *Ecol. pol.* 1983. Z. 31. № 2. S. 239.

УДК 551.481

П. С. ЛОПУХ

ТИПОЛОГИЯ ОЗЕР БЕЛОРУССИИ ПО РЕЖИМУ УРОВНЕЙ ВОДЫ

Уровенный режим озер — один из факторов, определяющих их гидродинамические особенности, а в конечном счете весь лимнологический комплекс процессов. Особенности уровня режима озер Белорусского Поозерья по сезонам года, связь с морфометрией котловины и водосбором рассматривались в работах О. Ф. Якушко [1] и гидрологических справочниках. На тесную связь гидрологических параметров водных объектов и метеоэлементов территории БССР указывается в [2].

В наших исследованиях использованы материалы наблюдений за уровнем режимом озер БССР с 1945 г., а также по ряду водоемов более ранних сроков, опубликованные в гидрологических ежегодниках.

Анализ этих наблюдений показал, что для озер БССР после периода весеннего наполнения характерно понижение уровня, нарушаемое небольшими колебаниями, вплоть до зимней межени. В отдельные годы отмечены отклонения от общего хода, выраженные синхронно на всех водоемах. Повышение уровня в озерах обычно начинается в первой половине апреля и к концу месяца достигает наибольшей высоты (1,0—2,5 м). Интенсивность подъема доходит до 40 см в сутки, а продолжительность высоких вод — до 10 суток. Осенние и летние подъемы уровня редко превышают 0,5 м. Амплитуда уровней по отношению к среднему многолетнему изменялась в интервале от -55 до $+55$ см.

В многолетнем цикле режима уровней озер Белоруссии отчетливо прослеживаются две регрессивные фазы, повторяющиеся через 10 лет (1955—1960 и 1965—1972). В промежутке между этими длительными фазами выделяются периоды с экстремальными значениями уровней противоположных знаков. Период неустойчивой фазы между двумя наименьшими значениями имеет тенденцию к увеличению: 1952—1954; 1960—1964; 1972—1977 гг. Наличие абсолютного максимума (1962), совпадение выделенных фаз с аналогичными в других регионах страны, а также с фазами общей увлажненности территории Европы свидетельствуют о синхронном изменении водности водоемов БССР [3].

Периодичность максимальных уровней за 30-летний период составила 5 лет; многолетние повторяемые циклы равны 4—5 годам. Менее четкая закономерность наблюдается в повторении минимальных уровней. Однако практически каждому наибольшему по водности периоду предшествует год с низким уровнем.

Основными показателями устойчивости уровня режима озер приняты удельный водосбор (ΔF) и средняя величина амплитуды колебания уровня за многолетний период (\bar{A}_0) — наиболее надежная типологическая характеристика водного режима ($A_0 = f(\Delta F)$) [4]. По характеру формирования стока с водосборов озера можно объединить в три большие группы: полесского типа, центральных областей и Поозерья.

Режим уровней — интегральный показатель условий формирования стока в бассейне и его трансформации в озерной котловине. В Полесской низменности весенние воды медленно поступают с низменных заболоченных и лесистых водосборов в озера. Наличие возвышенностей в Поозерье проявляется в более быстром формировании весеннего поло-

водья, его величины и продолжительности. На характер уровня режима, независимо от географического положения, влияет связь озера с речными и озерными системами.

Центральная часть Белоруссии отличается низким показателем озерности. Здесь систематические наблюдения за режимом уровней велись только на озерах Свитязь и Кромань, которые и послужили основанием для характеристики водоемов этой группы.

По характеру уровня режима выделяется группа озер с устойчивым ($\Delta F < 10$), среднеустойчивым ($10 < \Delta F < 20$) и неустойчивым уровнем режимом ($\Delta F > 20$) (см. таблицу).

При выделении подтипов озер рассматривались: средняя месячная

величина отклонения от среднего многолетнего уровня $\left(\pm \Delta h = \frac{\sum_{i=1}^{i=12} \Delta h_i}{12} \right)$;

средняя многолетняя амплитуда колебания уровня ($A_0 = \Delta h_{\max} + + |\Delta h_{\min}|$); средняя месячная абсолютная величина отклонения от сред-

него многолетнего уровня $\left(|\Delta h| = \frac{\sum_{i=1}^{i=12} |\Delta h_i|}{12} \right)$; наибольшее (Δh_{\max}) и наименьшее (Δh_{\min}) среднее месячное отклонение.

Средняя месячная абсолютная величина отклонений ($|\Delta h|$) характеризует изменчивость уровня в течение года и отражает крутизну типовых графиков, средняя месячная величина отклонений ($\pm \Delta h$) — симметрию типового графика хода уровней и смещение фаз водного режима соответственно. В расчетные ряды вошли материалы наблюдений за

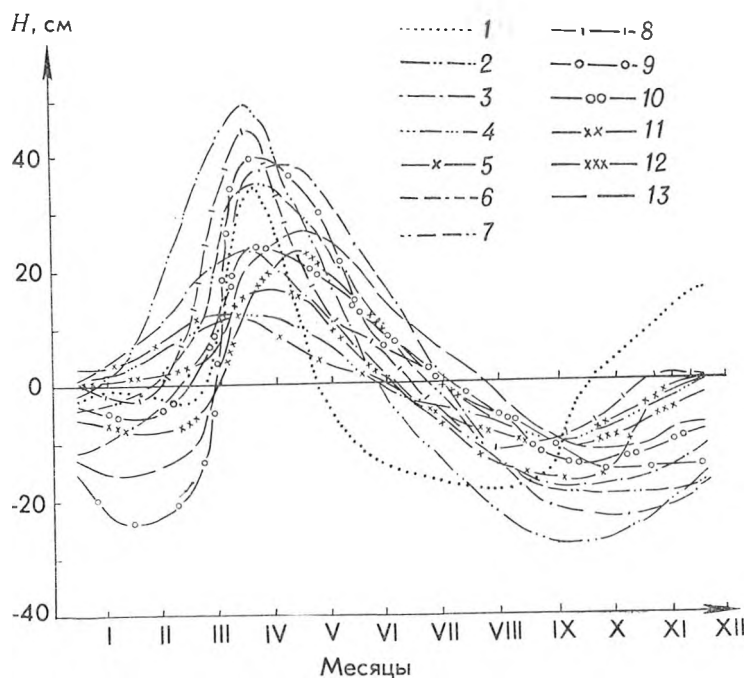


Рис. 1. Годовой ход среднемесячных уровней озер Белорусского Поозерья за многолетний период (в отклонениях от среднего многолетнего уровня):

1 — Езериче (1949—1956); 2 — Черствяты (1936—1939); 3 — Черейское (1936—1939); 4 — Стречно (1936—1937); 5 — Сомнино (1936—1937); 6 — Лосвило (1936—1939); 7 — Сорро (1936—1939; 1949; 1954); 8 — Сенно (1936—1938; 1948—1976); 9 — Отолово (1949—1976); 10 — Мядель (1966—1976); 11 — Освейское (1951—1976); 12 — Нещердо (1953—1976); 13 — Дривяты (1949—1976)

Типы озер Белоруссии по режиму уровней

Тип (подтип) озера	Типологические характеристики, см				
	средняя многолетняя амплитуда	средняя месячная величина отклонений	средняя месячная абсолютная величина отклонений	наименьшее среднее месячное отклонение	наибольшее среднее месячное отклонение
I Озера с высоким весенним половодьем и летней (осенне-зимней) меженью. Северная (поозерская) группа озер					
I.1. С устойчивым режимом уровней					
I. 1а. С низким растянутым весенним половодьем и высокой осенне-зимней меженью (подтип Нарочь)	15—20	0,00—(-0,25)	5—10	-8	+10
I. 1б. С растянутым весенним половодьем и осенне-зимней меженью (подтип Нещердо)	20—40	0,00—0,50	5—10	-14	+24
I. 1в. С весенним половодьем и осенней меженью (подтип Черейское)	30—60	0,00—(-1,00)	5—20	-24	+37
I.2. Со среднеустойчивым режимом уровней					
I. 2а. С высоким весенним половодьем и низкой осенней меженью (подтип Черствяты)	40—80	0,00—(-0,25)	5—15	-28	+48
I. 2б. С высоким весенним половодьем, осенним паводком, летней и зимней меженью (подтип Езерище)	50—55	0,00—0,10	10—15	-18	+35
I.3. С неустойчивым режимом уровней					
I. 3а. С четко выраженным высоким весенним половодьем и летне-осенней меженью (подтип Сенно)	50—60	0,00—6,00	10—15	-19	+45
I. 3б. С четко выраженным высоким весенним половодьем и осенне-зимней меженью (подтип Отолово)	около 60	0,00—(-1,67)	около 15	-24	+39
II Озера с низким весенним половодьем и низкой меженью. Озера Центральной части Белоруссии					
II.1. С устойчивым режимом уровней					
II. 1а. С низким растянутым весенним половодьем и низкой осенней меженью (подтип Святая)	около 15	0,00—1,00	около 5	-8	+7
III Озера с невысоким весенним половодьем и осенней меженью. Южная (полесская) группа озер					
III.1. С устойчивым режимом уровней					
III. 1а. С низким растянутым весенним поло-					

Тип (подтип) озера	Типологические характеристики, см				
	средняя многолетняя амплитуда	средняя месячная величина отклонений	средняя месячная абсолютная величина отклонений	наименьшее среднее месячное отклонение	наибольшее среднее месячное отклонение
водьем и высокой осенней меженью (подтип Выгонощанское)	20—30	0,00—2,00	5—7,5	—13	+15
III.2. Со среднеустойчивым уровнем					
III. 2 а. С растянутым весенним половодьем и осенней меженью (подтип Червоное)	30—50	около 3,0	7,5—9,0	—11	+27
III.2б. С четко выраженным весенним половодьем и осенней меженью (подтип Черное)	50—60	0,00	10—15	—23	+32
III.3. С неустойчивым режимом уровней					
III. 3 а. С четко выраженным высоким половодьем и низкой осенней меженью (подтип Споровское)	около 100	0,00	25,0—40	—40	+58

уровнями, увязанными между собой по 0 графика. По отклонениям средних месячных многолетних уровней от средних многолетних по исследованным озерам построены типовые графики (рис. 1, 2).

Озера Белорусского Поозерья характеризуются высоким весенним половодьем и в зависимости от природных условий водосбора летней, осенней или осенне-зимней меженью. Амплитуда колебания уровня выше средней для водоемов республики. Интенсивность изменения уровня более 10 см в месяц. Разнообразие природных условий области определяет разнообразие типов уровненного режима озер.

К озерам с устойчивым уровненным режимом относятся озера с удельным водосбором менее 10. Средняя многолетняя амплитуда колебания уровней изменяется от 18 (Нарочь) до 61 см (Лосвидо). В эту группу входят озера с разнопорядковыми различиями их площади и водосборов, но экстремальные значения уровней находятся в одних пределах. В весеннее половодье уровень озер поднимается на 10—25 см выше, а в меженный период падает на 10—20 см ниже среднего многолетнего. В пределах типа выделяются три подтипа озер: Нарочь (I. 1а). Нецердо (I. 1б) и Черейское (I. 1в) (см. рис. 2).

В группе озер с устойчивым уровненным режимом — два подтипа: Черствяты (I. 2а), Езерище (I. 2б). В период половодья уровень поднимается на 30—50 см выше, а в межень падает на 15—30 см ниже среднего многолетнего.

Средняя многолетняя амплитуда колебания уровней озер с неустойчивым уровненным режимом изменяется от 50 до 65 см. В половодье уровень поднимается на 35—45 см выше, в межень — опускается на 10—25 ниже среднего многолетнего. В типе различаются два подтипа озер: Сенно (I. 3а) и Отолово (I. 3б).

Единственным достаточно исследованным озером центральной части республики является оз. Свитязь; оно отличается низким растянутым половодьем и низкой осенней меженью и выделено в отдельный тип озер с устойчивым режимом уровней.

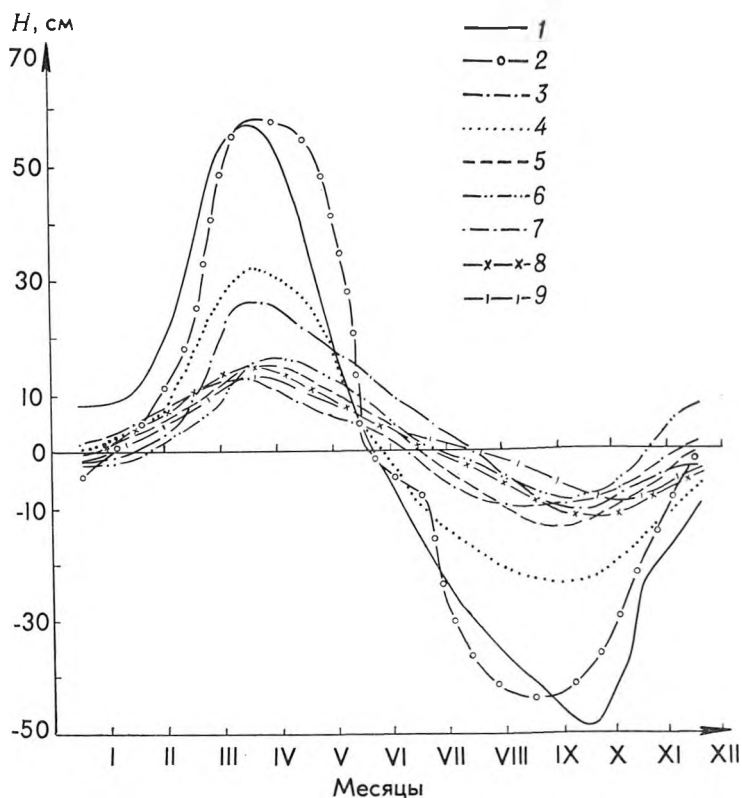


Рис. 2. Годовой ход среднемесячных уровней озера Полесья за многолетний период (в отклонениях от среднего многолетнего уровня):

1 — Мотольское (1945—1953); 2 — Споровское (1945—1957); 3 — Червоное (1955—1975); 4 — Черное (1956—1962); 5 — Выгонощанское (1965—1972); 6 — Белое (1957—1969); 7 — Островское (1945—1949; 1951—1953); 8 — Пулемецкое (1945—1954); 9 — Свитязьское (1945—1954)

Озера Полесья отличаются от северной группы невысоким половодьем и осенней меженью (рис. 2). Средняя амплитуда колебания уровня для озера группы ниже средней величины по республике.

К группе озера с устойчивым режимом уровней относятся озера типа оз. Выгонощанское (III. 1а), характеризующиеся низким весенним половодьем и высокой осенней меженью. Интенсивность изменения уровня 5—7 см в месяц.

Для озера со среднеустойчивым режимом уровней характерна более высокая средняя многолетняя амплитуда (30—60 см). Водосборы озера заметно изменены мелиорацией, что повлияло на величину типологических характеристик. В пределах типа — два подтипа: Червоное (III. 2а) и Черное (III. 2б).

Озера, изменяющие тесную гидрологическую связь с реками, представляют водоемы с неустойчивым уровнем режимом. Они характеризуются четко выраженным весенним половодьем (до 1 м выше среднего многолетнего) и низкой осенней меженью. Типовой график хода уровней симметричен относительно среднего многолетнего.

Выделенные типы озера отражают и количественную (амплитуда, скорость подъема и спада, эстремальные значения), и качественную стороны их уровня режима (характер и изменение уровней по сезонам, в безледоставный период, выраженность фаз водного режима), а предложенной типизацией можно воспользоваться для характеристики озера при их паспортизации и описании.

Список литературы

1. Якушко О. Ф. Озероведение. Минск, 1981.
2. Сачок Г. И. Пространственно-временная структура гидрометеорологического режима Белоруссии и прилегающих регионов. Минск, 1980.
3. Литинская О. Р. Режим уровней воды озер и водохранилищ Карелии. Л., 1976.
4. Богословский Б. Б., Гордненко В. Я. // Вести. МГУ имени М. В. Ломоносова. Сер. геогр. 1967. № 2. С. 128.

УДК 556.537(476)

О. Ф. ЯКУШКО, Б. МЮЛЛЕР, В. П. РОМАНОВ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЗЕР БЕЛОРУССИИ

Важной предпосылкой оптимального использования озерных ресурсов является установление факторов, влияющих на качество вод и уровень продуктивности водоемов; при этом необходимо учитывать азональные показатели, выражающиеся в доступных и легко интерпретируемых коэффициентах. Для определения таких коэффициентов особое значение имеют морфометрические параметры озерных котловин, что отмечено многими исследователями. В настоящей работе делается попытка интерпретировать некоторые стороны эколого-географической классификации озер Белоруссии на основании морфометрических коэффициентов и выявить с их помощью функциональные зависимости внутриводоемных процессов.

Материал и методика

В комплексной эколого-географической классификации озер Белоруссии [1, 2] существенное место отведено взаимосвязям морфометрических показателей и обусловленных ими гидродинамических особенностей, которые во многом определяют состояние лимносистем и потенциальную возможность их развития в условиях антропогенных трансформаций.

Выделенные генетические типы и подтипы озер отражают морфометрические показатели котловины и обусловленные ими характер и степень перемешивания водной массы: I — мезотрофные с признаками олиготрофии, глубокие небольшие, стратифицированные; II — мезотрофные, среднеглубокие с большой площадью, слабо стратифицированные; III₁ — эвтрофные, неглубокие с большой площадью, слабо стратифицированные; III₂ — эвтрофные, неглубокие небольшие, стратифицированные; III₃ — эвтрофные, мелководные, нестратифицированные; IV — дистрофирующие, мелководные нестратифицированные.

Один из крупных советских лимнологов В. Хомскис считает, что все озерные котловины по характеру объемных функций подразделяются на пять геометрических групп: цилиндрическую, эллипсоидную, параболическую, коническую, сложную; при этом подчеркивается, что графики объемных и батиграфических функций геометрических тел не всегда отражают таковые озерных котловин [3].

В 1985 г. доктором Б. Мюллером выполнена диссертационная работа: «Morphometrie der topographischen und beckengestalt von Seen» (Берлин), в которой на новом уровне рассмотрены вопросы морфометрии озерной котловины и ее связи с разными аспектами лимнического комплекса, в частности с величинами биопродуктивности, а также получены морфометрические коэффициенты и параметры, доступно интерпретирующие важнейшие аспекты функционирования экосистем озер. В настоящей статье из-за ограниченности объема логическое построение и математический аппарат полученных коэффициентов дается в сжатом виде.

Результаты и их обсуждение

Для расчетов берется озеро площадью F_0 , максимальной глубиной h ,

средней глубиной $h_{\text{ср}}$, объемом воды V_0 , длиной l . Рассматривается следующая геометрическая модель:

- 1) зеркало озера имеет форму эллипса площадью F_0 и длиной l ;
- 2) глубина модели совпадает с глубиной озера;
- 3) площадь сечения на глубине τ ($0 \leq \tau \leq h$) определяется по формуле: $F_\tau = F_0(1 - \tau/h)^\alpha$; если $\tau/h = u$ — коэффициент относительной глубины, тогда $F_u = F_0(1 - u)^\alpha$;
- 4) величина α подбирается таким образом, чтобы объем модели равнялся объему озера.

В указанной модели α — показатель формы котловины. Оказывается, что $\alpha = (F_0 h / V_0) - 1$ или иначе: $\alpha = (h - h_{\text{ср}}) / h_{\text{ср}}$.

В результате получены модельные батиграфические кривые. При значении $\alpha = 2$ котловина озера конической формы, при $\alpha > 2$ она вогнута и при $\alpha < 2$ выпукла. Параболическую форму имеет озерная котловина с показателем $\alpha = 1$.

Произведено сопоставление батиграфических кривых, рассчитанных методом планиметрирования по батиметрическим картам, с модельными, выполненными с применением показателя формы котловины α (рис. 1). Практически во всех случаях этот показатель довольно точно характеризует батиграфические кривые разнотипных озер, в том числе для сложных котловин.

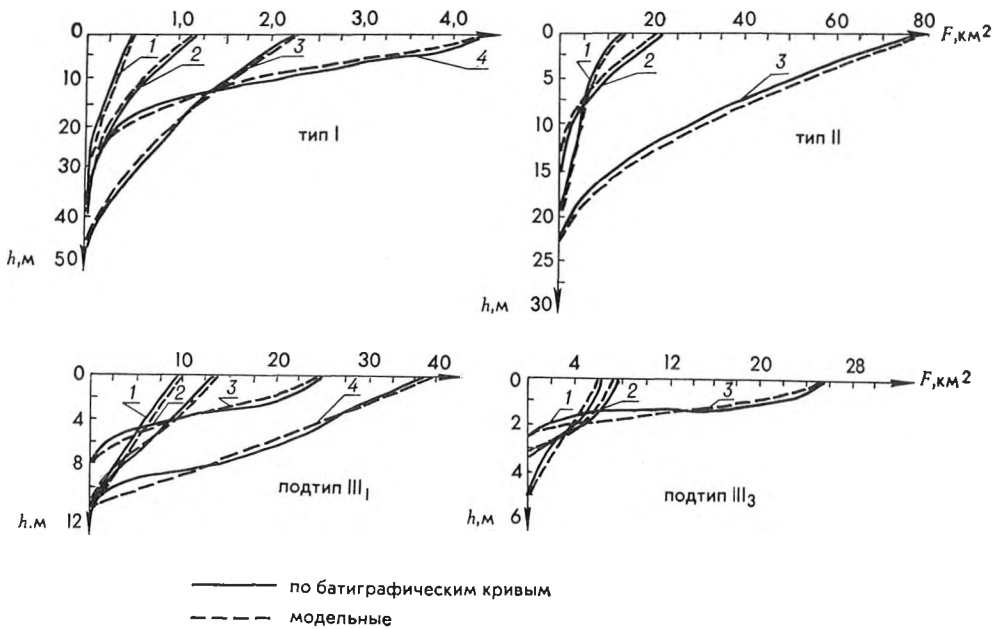


Рис. 1. Батиграфические кривые разнотипных озер Белоруссии:

1 — Гиньково; 2 — Волосо Юж.; 3 — Долгое; 4 — Кривое (тип I); 1 — Струсто; 2 — Спуды; 3 — Нарочь (тип II); 1 — Обстерно; 2 — Мястро; 3 — Нещердо; 4 — Дривяты (подтип III₁); 1 — Баторино; 2 — Шо; 3 — Выгонощанское (подтип III₂)

Большое значение в функционировании озер имеет крутизна склонов озерных котловин, которую можно выразить через показатель среднего уклона α' , пропорциональный тангенсу соответствующего наклона склонов котловины и определяемый по формуле

$$\alpha' = 2\sqrt{\pi h/\alpha} \sqrt{F_0},$$

где h — максимальная глубина, м; F_0 — площадь, км². Здесь α' характеризует термический режим водоемов.

В работе Д. Хатчинсона [4] выделяются три типа (класса) димиктических озер: А — ярко стратифицированные озера, летняя температура

в придонном слое незначительно выше 4°C ; *B* — летняя температура в придонном слое значительно выше 4°C , но существует яркий температурный градиент; *C* — летний температурный градиент отсутствует либо выражен слабо.

На примере 19 разнотипных озер Северо-германской низменности получены величины границ указанных термических типов озер в системе координат $h-\alpha'$. Озера Белоруссии достаточно отчетливо вписываются в предложенную схему, причем озера генетического типа I соответствуют термическому типу A; II, III₁, III₂, IV — типу C и озера генетического подтипа III₂ — термическому типу B (рис. 2).

В лимнологии достаточно давно изучается вопрос зависимости биопродуктивности, в частности величины первичной продукции (ПП), от формы озерной котловины. В классических работах (Rawson, 1939; Sakamoto, 1966) установлено, что величина ПП обратно пропорциональна средней глубине водоема. В [5] указывается, что ПП определяется морфометрическим показателем эпилимниона, т. е. отношением площади эпилимниона F_e к его объему V_e , где под площадью эпилимниона подразумевается разность между площадью зеркала и площадью сечения нижней границы эпилимниона:

$$F_e/V_e = S_\tau = (F_0 - F_\tau)/V_\tau.$$

Для 21 водоема Канады выявлена тесная линейная зависимость (коэффициент корреляции $r=0,96$).

В случае модельного водоема получаем следующую функцию:

$$S_\tau = \frac{1}{h_{\text{ср}}} \cdot \frac{1 - (1-u)^\alpha}{1 - (1-u)^{\alpha+1}},$$

которая является монотонно возрастающей функцией относительной глубины u . Нетрудно доказать, что при $u \rightarrow 0$

$$S_0 = \lim_{u \rightarrow 0} S_\tau = \alpha/h,$$

а при $u \rightarrow 1$ $S_1 = \lim_{u \rightarrow 1} S_\tau = (\alpha + 1)/h = 1/h_{\text{ср}}$.

Значения морфометрического показателя эпилимниона лежат между этими предельными значениями. Если озеро ярко стратифицировано ($u \rightarrow 0$), величина S_τ будет близка к значению S_0 , если же озеро не стратифицировано ($u \rightarrow 1$), величина морфометрического показателя будет приближаться к значению S_1 .

В отличие от исследований [5] в настоящей работе сделана попытка выявить зависимость между расчетными значениями показателя эпилимниона и величиной летней биомассы фитопланктона для 24 разнотипных озер. В результате установлено, что для озерных водоемов Белоруссии такая зависимость существует и выражается линейной или степенной функцией с тесными коррелятивными связями (рис. 3).

Проведенная апробация полученных показателей и выявленные функциональные связи позволяют еще раз подтвердить важность морфометрических параметров озерных котловин и возможность их применения в прикладной лимнологии.

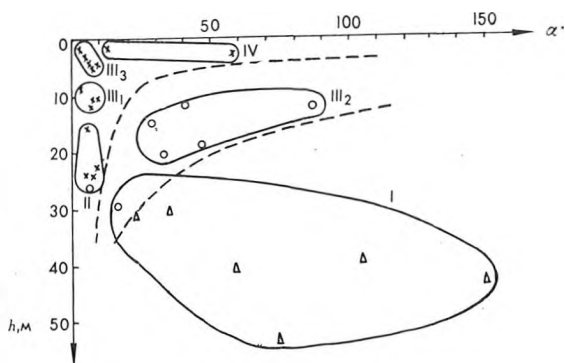


Рис. 2. Распределение разнотипных озер Белоруссии в пределах схемы термических типов: Δ — A; \circ — B; \times — C. Объяснение см. в тексте

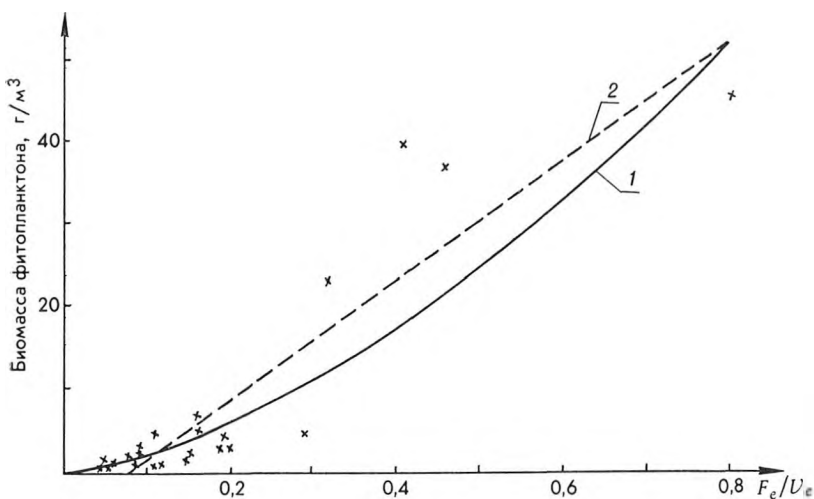


Рис. 3. Зависимость между летней биомассой фитопланктона и показателем эпилимниона разнотипных озер Белоруссии:

$$1 - y = ax^b, r = 0,92; 2 - y = a + vx, r = 0,91$$

Дальнейшие работы в этом плане могут стать интегральной основой природно-хозяйственной классификации озерных водоемов для сходных по природным условиям малых озер Балтийских Поозерий.

Особое внимание в этом случае отводится связям между морфометрическими показателями, биомассой фитопланктона и первичной продукцией. Такой подход позволяет рассчитывать потенциальную биопродуктивность озер, а с учетом биогенной нагрузки решать прикладные задачи оптимизации их режимов в условиях интенсивной хозяйственной деятельности.

Список литературы

1. Якушко О. Ф. Белорусское Поозерье. Минск, 1971.
2. Якушко О. Ф. Озероведение. География озер Белоруссии. Минск, 1981.
3. Хомский В. Р. Динамика и термика малых озер. Вильнюс, 1969.
4. Хатчисон Д. Лимнология. М., 1969.
5. Fee E. J. Limnol. Oceanogr., 1979.

УДК 631.62

В. С. АНОШКО, А. Н. ВАЛЬВАЧЕВ

ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ЗАДАЧ МЕЛИОРАТИВНО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Одной из важнейших задач мелиоративной географии является изучение и прогнозирование изменений природной среды под влиянием хозяйственно-мелиоративной деятельности человека. В последние годы появилось много работ, посвященных этой теме. Исследования ведутся специалистами разных направлений, причем особое внимание уделяется не сиюминутной оценке состояния окружающей среды, а получению наиболее вероятного прогноза результата воздействия мелиоративных факторов на природные комплексы.

В данной статье авторы на основании собственного опыта и анализа большого числа отечественных [1—6 и др.] и зарубежных [7—9 и др.]

источников предлагают общую схему подхода к решению крупномасштабных задач мелиоративно-географического прогнозирования.*

В основу большинства удачно внедренных разработок (географических, почвенных, гидрологических систем моделей) авторами положены следующие принципы: четкое формулирование цели исследования; системный подход к решению; использование ЭВМ для обработки и централизованного хранения данных; построение математических моделей. Эти принципы реализуются на практике в два этапа: создание базы данных и разработка системы моделей.

При создании базы данных как информационной основы моделирования недостаточно эффективно использовать файловые системы хранения данных из-за привязки к программам обработки, сложности внесения новых реквизитов и т. д. Практика показала, что такой способ хранения данных не приводит в конечном счете к успеху и тормозит внедрение новых методов обработки [6—8]. Для более эффективной обработки предложена концепция баз данных, обеспечивающая централизованное хранение и коллективный доступ к собранной информации [7, 8].

Базу данных (БД) можно рассматривать как информационную модель объекта. Функционирование (запись, выбор, корректировка) обеспечивается системой управления базами данных (СУБД). Разработан целый ряд СУБД: ОКА, ИНЕС, АИДОС, СИОД, СЕДАН и др. Они различаются по сложности внедрения, выполняемым функциям, скорости поиска и некоторым другим характеристикам. Для задач географического прогнозирования можно рекомендовать СЕДАН и ИНЕС, как наиболее отлаженные, относительно простые в организации и удобные в эксплуатации.

При организации БД необходимо выполнить процесс проектирования, включающий последовательное прохождение трех стадий: концептуальной, логической и физической.

Концептуальное проектирование является основополагающим в разработке БД и предполагает:

1) выработку на основе качественного анализа системы критериев, отражающих цели исследований;

2) в зависимости от критериев выделение необходимого и достаточного числа параметров, по которым можно судить о протекающих в объекте исследования процессах;

3) определение структуры параметров, их размерности, точности, форм внутренних связей параметров и т. д.

В результате получается так называемая концептуальная модель-схема объекта, не зависящая от конкретной СУБД.

На второй пункт необходимо обратить особое внимание, так как не включение в список хранимых какого-либо параметра может отрицательно сказаться на результатах всего исследования. Кроме того, показатели со временем могут переходить из «существенных» в «несущественные» и наоборот, так что временной фактор тоже необходимо учитывать. На практике выбор необходимых показателей выполняется на основе личного опыта, интуиции, анализа подобных исследований, так как неизвестны методы, позволяющие формализовать эту процедуру [5].

Логическое проектирование представляет собой процесс формализации концептуальной схемы с точной фиксацией каждого элемента данных и структурных связей между ними в табличной форме.

Физическое проектирование — завершающая стадия и ее результат — физическая реализация зависят от требований к скорости обработки, экономии памяти, структуры хранения и методов доступа.

Логическое и физическое проектирование — формализованная про-

* К таким задачам мы относим исследования природных комплексов, занимающих большие площади, требующие сбора и обработки значительного количества данных (до сотен тысяч байт).

цедура и проводится в строгом соответствии с инструкцией по эксплуатации конкретных СУБД.

Создание информационной базы исследований на основе СУБД — весьма трудоемкий процесс, однако конструктивной альтернативы в настоящее время нет.

Анализ результатов работы уже существующих систем на основе баз данных говорит об их исключительной эффективности [6, 9].

Процесс разработки географо-математических моделей достаточно полно изложен в работах Д. А. Арманда, В. Б. Сачавы, К. Н. Дьяконова, Ю. Р. Пузаченко, А. Г. Емельянова и др. Остановимся на наиболее перспективном, по нашему мнению, методе имитационного моделирования. Основы этого направления заложены Дж. Форрестером [10], Н. Н. Моисеевым [1, 2], А. А. Самарским [4], Ю. М. Свиричевым [3] и др. Особенностью имитационного моделирования в географии является использование не одной, отдельно взятой, модели, что характерно для большинства существующих методов, а совокупности взаимосвязанных моделей, отражающих основные закономерности функционирования природных комплексов, и их реакции в ответ на хозяйственную деятельность человека. Основу нового метода составляет системный анализ, необходимость применения которого диктуется сложностью объекта исследования, трудностями организации работы различных специалистов и огромным количеством разнородных данных, подлежащих обработке.

Цель моделирования, имитирующего поведение природного комплекса (система моделей), достигается поэтапно:

1) четкое формулирование цели и выбор научных дисциплин, по которым будут проводиться исследования для реализации цели;

2) разработка моделей по каждому направлению;

3) написание на основе математических моделей программ и их отладка;

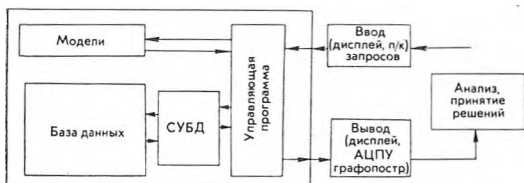
4) прогон моделей на ЭВМ с целью выявления ошибок и недостатков, проверка адекватности модели;

5) в зависимости от результатов этапа 4) корректировка моделей и вновь счет;

6) обязательная увязка моделей на основе разумного компромисса (если согласовать модели не удастся, необходимо их упростить);

7) разработка управляющей программы, обеспечивающей возможность диалога, весь необходимый сервис и связь с базой данных;

8) объединение согласованных блоков моделей с управляющей программой.



Система моделей, имитирующая поведение природного комплекса

В результате должна получиться интерактивная система (см. рисунок), на вход которой подаются данные о возможных воздействиях (с перфокарт, дисплея), а на выходе — результат воздействия (на АЦПУ, дисплей, графопостроитель). Изменяя виды и объемы воздействий и анализируя резуль-

тат, можно добиться наиболее приемлемых решений.

На первых этапах разработки подобных систем в географическом прогнозировании необходима максимально допустимая простота описания и доступность статистических данных [2]. Только в результате эксплуатации моделей можно судить о направлении их совершенствования. Именно таким путем шло развитие наиболее удачных систем [6, 9].

Для гарантии возможности развития имитационной системы при ее проектировании необходимо учесть возможность подключения и адаптации новых моделей; корректировку уже работающих моделей; формирование новых запросов к системе.

Имитационное моделирование в крупномасштабных задачах географического прогнозирования еще не получило достаточного развития. Причина этого, на наш взгляд, в слабом сотрудничестве географов с системными аналитиками и математиками-программистами в рамках единых целевых программ.

Список литературы

1. Моисеев Н. Н. // Вестн. АН СССР. 1979. № 1.
2. Моисеев Н. Н., Свирежев Ю. М. // Имитационное моделирование и экология. М., 1975.
3. Крапивин В. Ф., Свирежев Ю. М., Тарко А. М. Математическое моделирование глобальных биосферных процессов. М., 1982.
4. Самарский А. А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент // Вестн. АН СССР. 1979. № 5.
5. Ворощук А. Н. // Число и мысль. 1982. № 5.
6. Рожков В. А. Автоматизированные информационно-поисковые системы в почвоведении. М., 1983.
7. Дейт К. Введение в системы баз данных. М., 1980.
8. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах.
9. Kosaki Takashi // Soil Sci. and Plant Nutr. 1982. V. 24. № 4.
10. Форрестер Дж. Мировая динамика. М., 1978.
11. Аношко В. С., Трофимов А. М., Широков В. М. Основы географического прогнозирования. Минск, 1985.

УДК 633.16:581.132

Н. П. ИВАНОВ, Г. А. ЛИПСКАЯ, И. Е. СКУРКО,
Я. К. КУЛИКОВ, С. Р. ЛЯХОВИЧ

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕЛИОРИРОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ НИЗИННОГО ТИПА И УРОЖАЙ ЯЧМЕНЯ

Оптимизация торфяно-болотных почв методом землевания после гидротехнической мелиорации улучшает все свойства почв: физические, механические, водные, воздушные, агрохимические, микробиологические, гранулометрические и гумусовый состав, а также микроклимат [1].

Для проверки достоверности рекомендованного метода оптимизации торфяно-болотных почв нами в течение ряда лет проводились полевые опыты в системе севооборота картофель — ячмень — многолетние травы.

Материал и методика

Опыты вели на базе племзавода «Будагово» Смолевичского района Минской области. Исходная почва характеризовалась повышенной кислотностью (рН в КС1 5,5); гидролитическая кислотность 60,0; сумма обменных оснований 92,0 мг-экв/100 г почвы; степень насыщенности основаниями 63,9 %; содержание подвижного фосфора 4,0 и обменного калия 4,4 мг/100 г почвы. Оптимизацию мелиорированных торфяных почв осуществляли путем разового внесения верхнего перегнойного слоя сухой связной супеси (17—18 % физической глины) с последующим припахиванием 15—20 см пахотного горизонта (торф), содержащего 80 % органического вещества. Известкование не проводилось, поэтому величина обменной кислотности практически не изменялась. Гидролитическая кислотность уменьшилась по сравнению с исходной почти вдвое. Сумма обменных оснований снизилась до 70,5 мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями повысилась. Добавка минерального грунта снизила в пахотном горизонте содержание органического вещества, увеличила содержание обменного калия и подвижного фосфора [2].

В первый год оптимизации под картофель был внесен фон $N_{60}P_{120}K_{240}$, поэтому на второй год под ячмень вносили только $P_{60}K_{180}$.

Обработку почвы, сроки сева и уход за посевами в период вегетации осуществляли в соответствии с агротехническими требованиями, рекомендованными для центральной части Белоруссии. Морфофизиологиче-

Влияние оптимизации мелиорированной торфяно-болотной почвы низинного типа на урожай ячменя

Варианты	Урожай, ц/га				Прибавка урожая		Абсолютно сухая масса зерна, %				Сбор абсолютно сухой массы зерна, ц/га	Прибавка	
	1979	1984	1985	средн.	ц/га	%	1979	1984	1985	средн.		ц/га	%
Контроль	32,5	38,8	45,4	38,9	—	—	88,28	85,60	84,09	85,09	33,45	—	—
Фон+1500 т/га супеси	46,3	44,5	51,6	47,5	8,6	22,11	87,88	86,00	84,50	86,13	40,91	7,46	22,30
Фон+2250 т/га супеси	52,8	46,5	53,3	50,87	12,0	30,85	87,81	85,83	84,25	85,96	43,73	10,28	30,73
<i>m</i> , %	0,97	0,7	0,9										
НСР _{0,05} , ц/га	1,7	1,38	1,22										

Таблица 2

Влияние оптимизации мелиорированной торфяно-болотной почвы низинного типа на содержание белка и органического вещества в зерне ячменя

Варианты	Белок								Органическое вещество					
	содержание, %				сбор, ц/га	прибавка		содержание, %				сбор, ц/га	прибавка	
	1979	1984	1985	средн.		ц/га	%	1979	1984	1985	средн.		ц/га	%
Контроль	8,89	9,52	9,82	9,41	3,15	—	—	86,06	84,79	82,10	84,32	28,20	—	—
Внесение 1500 т/га супеси	10,15	9,58	10,43	10,05	4,11	0,96	30,48	85,58	84,02	82,49	84,03	34,38	6,18	21,9
Внесение 2250 т/га супеси	10,72	10,37	10,90	10,66	4,66	1,51	47,94	85,50	83,67	82,18	83,78	36,64	8,44	29,9

ские анализы растений проводили в фазу кущения (3-й лист) и колошения (7-й лист). Площадь листовой пластинки определяли, согласно [3, 4]. Качественный анализ продукции проводили по методикам [5, 6]. Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически [7].

Результаты и их обсуждение

Анализ морфофизиологических показателей растений ячменя как в фазе кущения, так и в фазе колошения показал, что при внесении супеси в торфяно-болотную почву увеличивались высота растений и площадь листьев. С повышением дозы супеси эти показатели возрастали, достигая наибольшей величины при дозе 2250 т/га. Увеличилась абсолютно сухая масса растений и листа; содержание пигментов в единице площади изменилось мало, хотя тенденция к росту прослеживалась и в начале, и в конце вегетации. Наиболее существенные изменения характерны для содержания пигментов в листе, особенно в фазе кущения. При внесении супеси в дозе 1500 т/га сумма хлорофилла в 3-м листе увеличилась на 15, каротиноидов — на 25 %; с возрастанием дозы разница достигла 26 %. К концу вегетации различия по содержанию хлорофилла в листе уменьшились. Характерно, что количество хлорофилла *a* в единице площади листа при максимальной дозе супеси в фазах кущения и колошения увеличилось на 16, по хлорофиллу *b* — на 13—19 %. В листе разница к концу вегетации сглаживалась за счет снижения различий по площади листа.

Прибавка урожая зерна ячменя увеличивалась по мере повышения вносимой дозы супеси: на контроле урожай составлял в среднем 38,9 ц/га; при внесении 1500 т/га супеси — 47,5 ц/га, 2250 т/га супеси — 50,87 ц/га. Абсолютно сухая масса зерна также возрастала (табл. 1).

Качество зерна в условиях проводимой оптимизации (табл. 2) улучшалось, о чем можно судить по таким показателям, как белок и органическое вещество. Так, на контроле содержание белка составляло 9,41 %, а при внесении 2250 т/га супеси — 10,66 %. Количество органического вещества по вариантам несколько снижалось, особенно при внесении максимальной дозы супеси, что связано с некоторым повышением зольности зерна. Общий сбор органического вещества с 1 га увеличивался за счет прибавки урожая зерна.

Важнейшим качественным показателем зерна является его аминокислотный состав, характеризующий кормовую и пищевую ценность продукции (табл. 3).

В наших опытах установлено, что оптимизация положительно влияет на содержание незаменимых аминокислот. Так, внесение супеси в дозе 1500 т/га увеличило количество незаменимых аминокислот в зерне до 2769 мг % (на фоне 2214 мг %). При внесении 2250 т/га супеси в торфяно-болотную почву уровень незаменимых аминокислот составил 2999 мг %. Причем наиболее значительно повышалось содержание лизина, что имеет важное значение, поскольку эта аминокислота лимитирует биологическую ценность белка ячменя.

Содержание заменимых аминокислот также повышалось под влиянием возрастающих доз супеси. В значительном количестве в зерне накапливались аспарагиновая и глутаминовая аминокислоты, пролин, аргинин, что связано, по-видимому, с тем, что под влиянием оптимизации белковость зерна повышается в основном за счет запасных белков с повышенным содержанием аминокислот.

Оценка качества зерна показала, что биологическая ценность зерна при оптимизации повышается с 8,5 % на контроле до 11,6 % на варианте с внесением наибольшей дозы супеси.

Таким образом, проведенные исследования по оптимизации средне-мощной торфяно-болотной почвы низинного типа показали, что внесение супеси в дозах 1500—2250 т/га положительно влияет на продуктивность ячменя, его качество, что связано с улучшением основных фундамен-

**Влияние оптимизации мелиорированной
торфяно-болотной почвы низинного типа
на содержание аминокислот в зерне ячменя**

Аминокислоты	Контроль	Внесение 1500 т/га супесей	Внесение 2250 т/га супесей
Лизин	301	434	440
Гистидин	411	477	463
Аргинин	341	331	230
Аспарагиновая	472	498	551
Треонин	231	264	300
Серин	276	281	376
Глутаминовая	1992	2010	2641
Пролин	661	683	832
Глицин	161	247	231
Аланин	232	357	391
Цистин	Сл.	Сл.	Сл.
Валин	192	274	261
Метионин	371	350	440
Изолейцин	182	253	260
Лейцин	421	514	570
Тирозин	201	294	330
Фенилаланин	261	384	461
Триптофан	255	296	267
Сумма незаменимых аминокислот	2214	2769	2999
Общая сумма	6961	7947	9044
Биологическая ценность зерна, %	8,5	10,8	11,6
Незаменимые аминокислоты, % от общей суммы	31,8	34,8	33,2

тальных свойств почвы. Следует отметить, что оптимизацию торфяных почв с высокой экономической эффективностью можно проводить практически во всех хозяйствах республики, так как минеральным грунтом располагает каждый колхоз и совхоз.

Список литературы

1. Белковский И. М., Зоткин В. Н. Повышение плодородия и рациональное использование торфяных почв. М., 1986. С. 124.
2. Иванов Н. П., Ковриго П. А., Колешко О. И., Кулик Я. К., Чертко Н. К. Эффективное использование мелиорированных почв БССР. Минск, 1986. С. 23.
3. Липская Г. А. Кобальт и структурная организация листа. Минск, 1980. С. 144.
4. Годнев Т. Н. Хлорофилл, его строение и образование в растениях. Минск. 1963. С. 320.
5. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии. М., 1968. С. 592.
6. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М., 1976. С. 225.
7. Доспехов Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М., 1972. С. 207.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Решение задач, связанных с оценкой природных ресурсов Земли, стимулировало развитие целого ряда направлений экологических исследований. Неотъемлемой частью этих работ является оценка климатических ресурсов продуктивности растений.

Вполне естественно, что изменения климата, происходящие как под влиянием антропогенных воздействий, так и в связи с естественными тенденциями развития, обусловят определенную направленность перемен агроклиматических условий возделывания сельскохозяйственных культур.

Очевидно, что изменчивость агроклиматических ресурсов определенным образом будет воздействовать на продуктивность растений. В связи с этим возникают вопросы, связанные как с оценкой продуктивности агроклиматических ресурсов традиционных территорий возделывания определенных видов и сортов сельскохозяйственных культур, так и с изменением существующего размещения их.

Беспрецедентный и драматический рост цен на продукты сельского хозяйства на мировом рынке в начале 70-х гг., вновь подчеркнувший ненадежность и уязвимость источников продуктов питания для растущего населения нашей планеты [1], стимулировал развитие исследований, направленных на оценку пространственного и временного распределения сельскохозяйственного производства. В 1976 г. национальный научно-исследовательский совет США заявил, что «национальные и международные интересы США требуют изучения влияния погоды и колебаний климатических условий на местные и мировые источники продуктов питания с тем, чтобы можно было запланировать разумную реакцию на период непогоды» [2].

Исследования проблем количественной оценки влияния возможных изменений климата на продуктивность сельского хозяйства развиваются в различных направлениях: от использования метода экспертных оценок [3], статистических моделей «климат—урожай» [4], точечных моделей первичной продуктивности [5, 6] и динамических моделей «погода—урожай» [7] до разработки и применения пространственно распределенных глобальных моделей биосферы [8].

Рассмотрим пример применения динамической модели формирования урожая сельскохозяйственных культур [9] для оценки изменения продуктивности растениеводства под влиянием возможных изменений агроклиматических условий возделывания сельскохозяйственных культур. В модели процесс формирования урожая рассматривается как сложная совокупность целого ряда физиологических процессов, интенсивность которых определяется не только факторами внешней среды и биологическими особенностями растений, но и взаимосвязью самих процессов.

Для выполнения оценок проводятся расчеты по прикладным динамическим моделям формирования урожая сельскохозяйственных культур. Эти модели, предназначенные для агрометеорологических расчетов, описывают процессы фотосинтеза, дыхания и роста, содержат соответственно три биологических блока: фотосинтеза, дыхания, роста, а также блок преобразования исходной агрометеорологической информации — агрометеорологический.

Блок фотосинтеза. Фотосинтез листьев может быть представлен формулой [10]: $\Phi_0^f = KVI^j/K + VI^j$, где Φ_0^f — интенсивность фотосинтеза при оптимальных условиях тепло- и влагообеспеченности и реальных условиях освещенности, $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$; K — интенсивность фотосинтеза при световом насыщении и нормальной концентрации CO_2 , $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$;

B — начальный наклон световой кривой фотосинтеза, $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \times \times \text{ч}^{-1} / \text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$; I — интенсивность фотосинтетически активной радиации (ФАР) внутри посева: $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$; j — номер шага расчетного периода.

В онтогенезе фотосинтетическая активность листа определяется его возрастом, напряженностью водно-теплового режима.

Для расчета фотосинтеза в онтогенезе и реальных условиях среды, отличных от биологически оптимальных, используется выражение:

$$\Phi_t^j = \Phi_0^j \alpha_\Phi^j \Psi_\Phi^j \gamma_\Phi^j,$$

где Φ_t — интенсивность фотосинтеза в реальных условиях среды, $\text{мг CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{ч}^{-1}$; α_Φ — онтогенетическая кривая фотосинтеза [9]; Ψ_Φ , γ_Φ — функции воздействия факторов внешней среды (средней за светлое время суток температуры воздуха и влажности почвы), представляющие собой одновершинные кривые. Функции α_Φ , Ψ_Φ и γ_Φ , входящие в соотношение (2), нормированы и изменяются от 0 до 1.

Суммарный фотосинтез посева за светлое время суток можно рассчитать по формуле:

$$\Phi^j = \varepsilon \Phi_t^j L^j \tau_d^j,$$

где Φ — дневной фотосинтез посева на единицу площади, $\text{г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$; $\varepsilon = 0,68$ — коэффициент эффективности фотосинтеза; L — относительная площадь листовой поверхности, $\text{м}^2 \cdot \text{м}^{-2}$; τ_d — длина дня, ч.

Блок дыхания. В отличие от процесса фотосинтеза способностью к дыхательному газообмену обладают все органы растения.

Затраты на дыхание подразделяются на дыхание, связанное с поддержанием структурной организации тканей и с передвижением веществ, фотосинтезом и созданием новых структурных единиц [11, 12]:

$$R^j = a_R^j (c_1 \tilde{M}^j + c_2 \Phi^j),$$

где R — затраты на дыхание, $\text{г}/\text{м}^2$; a_R — онтогенетическая кривая дыхания [9]; c_1 — коэффициент, характеризующий затраты на поддержание структуры; \tilde{M} — сухая функционирующая биомасса посева, $\text{г}/\text{м}^2$; c_2 — коэффициент, характеризующий затраты, связанные с передвижением веществ, фотосинтезом и созданием новых структурных единиц.

Блок роста. Прирост биомассы посева определяется разностью между суммарным фотосинтезом посева и затратами на дыхание: $\Delta M = \Phi^j - R^j$. Для описания роста отдельных органов растений воспользуемся предложенными в работе [13] ростовыми уравнениями в модифицированном [9, 14] виде:

$$\begin{cases} m_i^{j+1} = m_i^j + (\beta_i^j \Delta M^j - \vartheta_i^j \tilde{m}_i^j); \\ m_p^{j+1} = m_p^j + (\beta_p^j \Delta M^j + \sum_t^{l,s,z} \vartheta_t^j \tilde{m}_t^j); \\ m_g^{j+1} = m_g^j + \left(\frac{\Delta m_{g\text{max}}^j}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta m_p^j / \Delta t}{K_g + \Delta m_p^j / \Delta t} \right), \end{cases}$$

где m_i — общая сухая биомасса отдельных (l — листья, s — стебли; z — корни; p — репродуктивные органы; g — зерно) органов, $\text{г}/\text{м}^2$; β_i — функции перераспределения «свежих» ассимилянтов; ϑ_i — функции перераспределения «старых» ассимилянтов; $\Delta m_{g\text{max}} / \Delta t$ — максимально возможная в реальных условиях среды скорость прироста сухой биомассы зерна; K_g — константа Михаэлиса — Ментен; \tilde{m}_i — функционирующая биомасса i -го органа.

В период активного роста вся биомасса является функционирующей, следовательно, прирост общей и функционирующей биомассы одинаков [9]:

$$\Delta \tilde{m}_i^j / \Delta t = \Delta m_i^j / \Delta t \geq 0.$$

При стрессовых условиях (засуха, заморозки, переувлажнение) или естественном старении растения, когда количество общей биомассы вегетативных органов снижается вследствие преобладания процессов распада над процессами синтеза, количество функционирующей биомассы определяется как некоторая доля общей биомассы [9]:

$$-\Delta \tilde{m}_i^j / \Delta t = -\Delta m_i^j / \Delta t K_s,$$

где K_s — параметр, характеризующий долю жизнедеятельных структур и подвижных углеводов в общей биомассе органа.

Динамика ассимилирующей поверхности определяется по формуле:

$$L^{j+1} = L^j + \Delta \tilde{m}_i^j / \Delta t \cdot 1 / \sigma_i^j,$$

где σ_i — удельная поверхностная плотность листьев, г/м².

Выполним с помощью динамической модели формирования урожая сельскохозяйственных культур (с декадным шагом по времени) расчеты по оценке влияния возможных изменений климата на продуктивность посевов озимой ржи, озимой пшеницы, ярового ячменя и картофеля. Будем рассматривать четыре различных варианта возможного сочетания климатических факторов за теплый период года, включающие (по отношению к климатической норме) как повышение сумм осадков на фоне похолодания, так и уменьшение сумм осадков на фоне потепления:

Варианты	I	II	III	IV
Температура воздуха, °С	−1,0	−0,5	+0,5	+1,0
Осадки, %	+20	+10	−10	−20

С помощью эмпирических зависимостей трансформируем эти варианты сочетания климатических факторов в соответствующие им изменения продолжительности солнечного сияния, средней за светлое время суток температуры воздуха, запасов продуктивной влаги в почве по декадам вегетационного периода. Для каждого варианта численного эксперимента были определены длительность вегетационного и отдельных межфазных периодов каждой культуры. Это позволило в соответствии с изложенной в работе [15] методикой определить параметры, являющиеся важнейшим звеном динамических моделей: онтогенетические кривые фотосинтеза и дыхания, ростовые функции периода вегетативного и репродуктивного роста. Тем самым были учтены возможные адаптивные изменения функций фотосинтеза и дыхания, динамики распределения продуктов фотосинтеза между отдельными органами в зависимости от возможных новых агроклиматических условий возделывания культуры.

Сравнительную оценку результатов численных экспериментов будем давать по отношению к продуктивности посевов, рассчитанной по средним многолетним агрометеорологическим условиям (см. таблицу). Для всех рассматриваемых культур, возделываемых в условиях Белоруссии, которая относится к зоне достаточного увлажнения, возможное увеличение количества осадков на фоне снижения температуры воздуха может привести к снижению продуктивности. Для I варианта численного эксперимента это уменьшение урожайности может достигнуть 10—15 %. Глобальное потепление и ожидаемое при этом уменьшение количества осадков (варианты III и IV) могут обусловить некоторое улучшение агрометеорологических условий возделывания и зерновых культур, и картофеля. Это может вызвать некоторый рост урожая: для зерновых, за некоторым исключением, практически в пределах 5—10, для картофеля — 9—22 %. Можно предположить и некоторое отличие в возможной реак-

**Изменение урожайности сельскохозяйственных культур
для четырех вариантов сочетаний
климатических факторов (%) в условиях Белоруссии**

Варианты сочетаний климатических факторов	Область					
	Витебская	Могилевская	Минская	Гродненская	Брестская	Гомельская
Озимая рожь						
I	84	85	84	83	85	86
II	90	90	90	90	91	91
III	103	101	101	102	101	101
IV	110	105	106	108	106	106
Озимая пшеница						
I	86	87	86	86	88	88
II	93	94	92	92	92	94
III	106	102	103	105	103	103
IV	113	106	108	111	108	106
Яровой ячмень						
I	84	88	88	87	87	88
II	94	96	96	95	96	97
III	109	105	106	107	102	104
IV	116	110	111	112	107	109
Картофель						
I	90	90	91	92	91	88
II	97	96	97	98	97	94
III	114	109	109	111	109	105
VI	122	114	114	118	114	109

ции отдельных сельскохозяйственных культур на ожидаемое изменение агроклиматических условий возделывания. Так, ожидаемое потепление может привести к более высокому приросту урожая картофеля по сравнению с зерновыми культурами.

Описанный эффект прироста урожая получен в численном эксперименте при изменении средних многолетних значений температуры воздуха и осадков в теплое время года. Можно согласиться с мнением [5], что ожидаемое при глобальном потеплении уменьшение годовых сумм осадков в сельскохозяйственных районах приведет к изменению их годового ритма и заметной межгодовой изменчивости, что, по-видимому, будет иметь своим следствием учащение засушливых явлений. В этом случае небольшие изменения годовых сумм осадков не гарантируют от засушливых явлений в период вегетации сельскохозяйственных культур. Изучение этих вопросов может составить основу будущих исследований.

Список литературы

1. Hayes J. T. // Int. Journ. Biometeor. 1982. V. 26. № 3. P. 239.
2. National research council: Climate and Food: Climate fluctuation and U. S. agricultural production. National Academy of Sciences, Washington, 1976.
3. Pavlath Attila E., Caldwell Kathryn A., Kroht John M. // Chem. Technol. 1975. № 8. P. 452.

4. Wiglou T. M. P. // Journ. Din and appl. meteorol. 1983. № 11. P. 1831.
5. Менжулин Г. В., Савватеев С. П. // Тр. ГГИ. 1981. Вып. 271. С. 90.
6. Горбачев В. А. // Тр. ВНИИСХМ. 1981. Вып. 4. С. 32.
7. Павлова В. Н., Сиротенко О. Д. // Тр. ВНИИСХМ. 1985. Вып. 10. С. 81.
8. Базилевич Н. И., Вилкова Л. П., Тарко А. М. // Проблемы эколог. мониторинга и моделирование экосистем. 1982. С. 181.
9. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Л. 1983. С. 175.
10. Monsi M., Sakki T. // Jap. Journ. Bot. 1953. № 14. P. 22.
11. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Л., 1977. С. 200.
12. Gurry R. B. // Development of a model. Trans. ASEA. 1971. V. 14. № 5.
13. Росс Ю. К. // Фитоактинометрические исследования растительного покрова. Таллин, 1967. С. 64.
14. Галямин Б. П. // Биолог. системы в земледелии и лесоводстве. М., 1974. С. 70.
15. Полевой А. Н. Методическое пособие по разработке динамико-статистических методов прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. Л., 1981. С. 39.

УДК 551.79.793(476.1)

М. Е. КОМАРОВСКИЙ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О КОРЧЕВСКИХ МЕЖЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Отложения корчевского межледникового на территории Минской возвышенности впервые выделены в начале 80-х гг. [1]. Однако до сих пор сведения об этих образованиях оставались довольно скудными. В ходе изучения антропогенной толщи этого региона по корчевским слоям получены новые геологические и палеоботанические материалы, которые и анализируются в данной работе.

В пределах Минской возвышенности корчевские межледниковые отложения залегают в нижней части антропогенного разреза на наревской морене, а также в образованиях девона, мела и неогена. Поверхность подстилающих пород находится на отметках 38—129 м и имеет довольно сложный рельеф. В структуре этого погребенного рельефа в

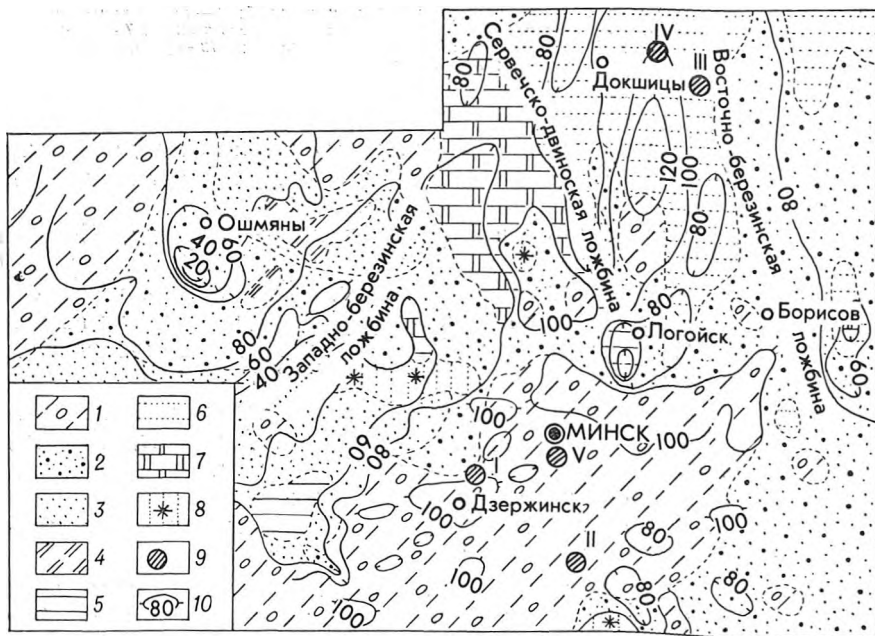


Рис. 1. Карта поверхности наревского горизонта:

- 1 — моренные супеси; 2 — разнородные пески; 3 — тонкие пески; 4 — супеси тонкие; 5 — глины; 6 — девонские пески; 7 — доломиты и известняки; 8 — глауконито-кварцевые пески; 9 — обозначения скважин, вскрывших корчевские межледниковые отложения (I — Дубенцы, II — Узяны, III — Березино, IV — Осиновщина, V — Мачулищи); 10 — изогипсы рельефа

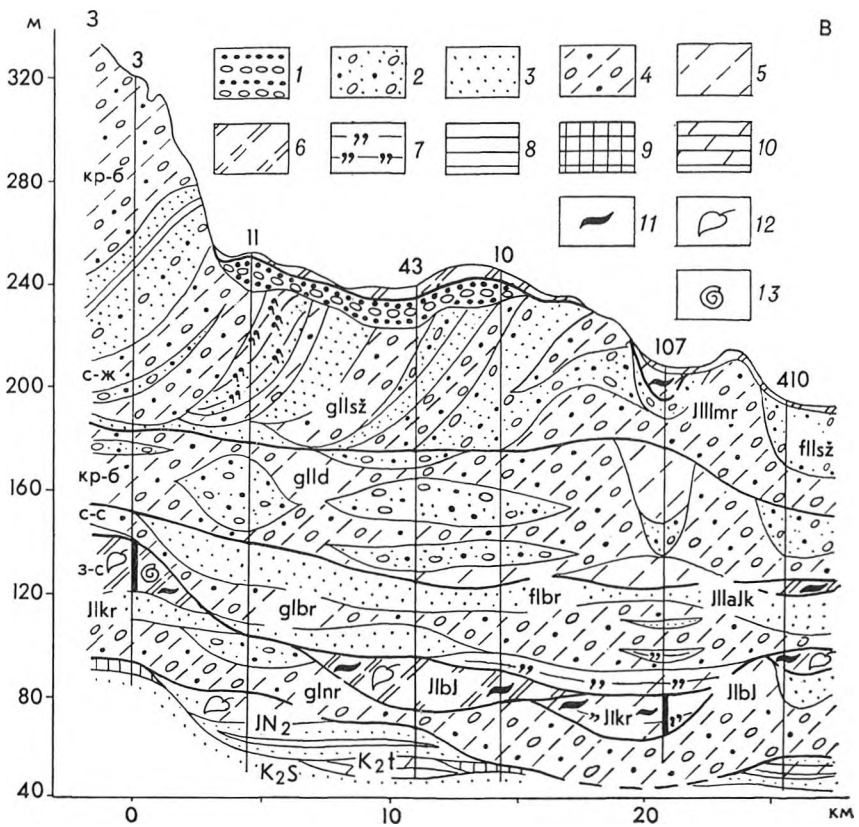


Рис. 2. Геологическое строение юго-восточной части Минской возвышенности:

1 — гравийно-галечный материал; 2 — песок с гравием и галькой; 3 — песок мелко- и мелкозернистый; 4 — супесь моренная; 5 — супесь легкая; 6 — супесь тонкая; 7 — алеврит; 8 — глина; 9 — мел; 10 — мергель; 11 — гумусированность; 12 — растительные остатки; 13 — моллюски

основном выделяются значительные (до 50 м) возвышения, сложенная мореной волнистая равнина с невысокими (до 20 м) холмами и ледниковые ложбины.

Крупные поднятия развиты в окрестностях Дзержинска, Смолевичей, Бегомля, хотя и на ограниченной площади. Шире распространены ложбины — Западно-Березинская, Сервечско-Двинская и Восточно-Березинская. Основную часть территории в пределах Минского, Пуховичского, Смолевичского и Дзержинского районов занимает моренная равнина (рис. 1).

Линзы корчевских межледниковых отложений преимущественно выполняют замкнутые котловины у дд. Мачулищи, Дубенцы, Узляны, а также углубления в днищах ледниковых ложбин у дд. Осиновщина, Березино, реже — западины на склонах крупных возвышений (рис. 2). В таких местах они вскрыты на глубине 80—209 м под березинским, днепровским и сожским ледниковыми горизонтами.

Корчевские слои представлены в основном оливково-серыми известковистыми гиттиями (озерного типа) и гиттиями с прослоями торфяников (озерно-болотного типа), гумусированными, с фауной моллюсков и остатками разложившейся растительности. Озерные отложения встречаются больше в пределах погребенной волнистой моренной равнины, а озерно-болотные — в ложбинах. Мощности корчевских образований в них 1—18 м. Перекрыты они чаще всего озерными перигляциальными, озерно-ледниковыми и моренными отложениями.

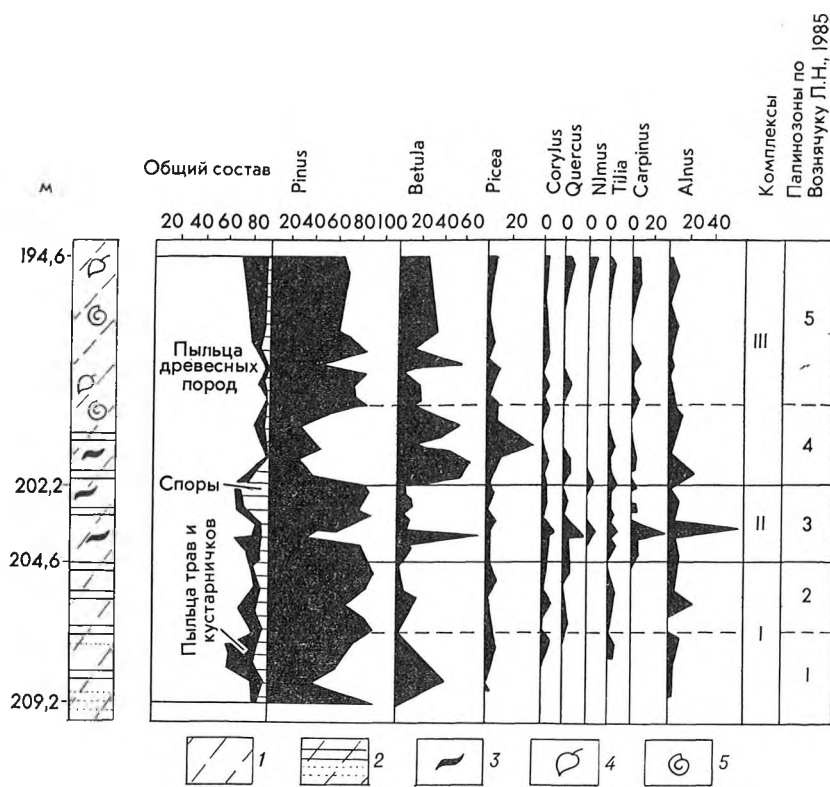


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма корчевских межледниковых отложений у д. Дубенцы Минского района (анализы К. И. Демешко):

1 — супесь; 2 — супесь с прослойками глины и песка; 3 — гумусированность; 4 — растительные остатки; 5 — моллюски

В разрезах Дубенцы, Узляны, Осиновщина, Березино отложения корчевского межледниковья изучены палинологическим методом [2]. Наиболее полная спорово-пыльцевая диаграмма получена из разреза озерных гиттий скв. 3 у д. Дубенцы с глубины 209,2—194,6 м. Эти результаты характеризуют изменение растительного покрова на протяжении почти всего межледниковья.

На спорово-пыльцевой диаграмме разреза Дубенцы (рис. 3) выделяются три основных комплекса. Для первого из них (интервал глубин 209,2—204,6 м) характерно преобладание пыльцы древесных пород на фоне значительного (до 40 %) содержания пыльцы трав. Из древесных доминируют снизу вверх *Pinus* (около 100 %), а затем *Betula* (50 %). Кверху в небольших количествах появляются *Alnus*, *Picea*, *Tilia*. Эта часть диаграммы отражает начало межледниковья. Комплексу I соответствуют палинозоны нижнеплейстоценового корчевского межледниковья [3]: K1+2, березы и сосны.

Комплекс II (204,6—202,2 м) отличается возросшим содержанием пыльцы древесных пород (до 83 %), среди которых преобладает пыльца *Pinus* (до 90 %) и *Betula* (до 80 %). В значительном количестве присутствуют *Quercus* (до 10 %), *Tilia* (до 5 %), *Carpinus* (до 30 %), *Alnus* (63 %) и *Corylus* (5 %). Состав спектров характеризует период климатического оптимума межледниковья. Комплекс II соответствует палинозоне K3 с подзонами: а — сосны и дуба и б — смешанного дубового леса, граба и ольхи.

Комплекс III (202,2—194,6 м) характеризуется постепенным снижением содержания пыльцы древесных пород и возрастанием количества трав. Из пыльцы древесных пород преобладают *Picea*, *Betula* и *Pinus*. Вверх по разрезу участие *Picea* и *Betula* сокращается, а *Pinus* — увели-

чивается. В верхней, подморенной, части разреза отмечается повышение содержания пыльцы широколиственных, что, вероятно, связано с перетолжением микрофоссилий. Изменения в составе спектров свидетельствуют о том, что породы верхней части разреза накапливались в конце межледниковья. Комплексу III соответствуют пыльцевые зоны ели и сосны, отвечающие палинозонам K4 и K5 корчевского межледниковья.

Порядок появления пыльцы древесных пород, одновременная кульминация пыльцы широколиственных, граба и орешника, количественные показатели на диаграммах разрезов Дубенцы и Корчево сходны, что свидетельствует об одновозрастности сравниваемых отложений.

Диаграммы из остальных разрезов территории Минской возвышенности хотя и фрагментарны, но все же проявляют сходство с дубенцовской. Они отражают либо середину и конец межледниковья [дд. Узяны — 99,0—93,7 м; Березино — 115,0—82,5 м], либо лишь его окончание [дд. Осиновщина — 200,0—194,0]. В целом диаграммы всех упомянутых разрезов весьма схожи с эталонными диаграммами обнажения Корчево Барановичского района [4, 5].

Из скважины 107 у д. Мачулищи в слое гиттий, залегающей на глубине 123,8—118,3 м, обнаружена богатая семенная флора. В ней Т. В. Якубовской* определены остатки 42-х видов флоры, главным образом гидро- и гигрофитов. На долю древесных, луговых и степных растений приходится незначительное количество видов. Очень выразительны экзоты, которых во флоре скважины 107 до 34 %. При этом все вымершие виды — *Azolla interglacialis*, *Potamogeton dwinensis*, *P. perforatus*, *Stratiotes intermedius*, *Scirpus kreczetowiczii* (= *S. desoulaviz Krecz.*), *Carex paucifloroides*, *Ranunculus scleratooides* известны в межледниковой флоре корчевского горизонта и в таком сочетании не встречаются в других межледниковьях антропогена [6]. Виды, ныне живущие за пределами территории Белоруссии (*Larix* sp., *Potamogeton vaginatus*), также встречены в стратотипе корчевского горизонта.

Общие и местные виды сравниваемых флор. На основании столь близкого состава и показателя экзотичности (в корчевской межледниковой флоре 33 % экзотов) Т. В. Якубовская считает, что семенные флоры скважины 107 и корчевского горизонта одновозрастные. В обеих флорах присутствует руководящая форма корчевского межледниковья — *Scirpus kreczetowiczii*.

Рассматриваемая флора корчевского горизонта Минской возвышенности лишена наиболее ярких представителей «бразениевых» ассоциаций, в ней преобладают обитатели водоемов умеренной зоны преимущественно смешанных лесов. Вероятно, флора скважины 107 отражает конец оптимального и постоптимальное время межледниковья.

Приведенные материалы позволяют охарактеризовать особенности палеогеографии региона в корчевское межледниковье. В начале этого времени территория Минской возвышенности представляла собой волнистую моренную равнину с обилием озер, окаймленных невысокими холмами. Над этой равниной в окрестностях Дзержинска и Смолевичей возвышались формы краевой аккумуляции наревского ледника и крупный Бегомльский останец девонских пород. В западной и северной частях равнину прорезали ледниковые ложбины с цепочками озер в тальвегах.

Состав спорово-пыльцевых спектров разреза Дубенцы указывает на распространение в предоптимальный период березовых и сосновых лесов. Климат территории был относительно прохладным и сухим. В это время происходили эрозионное расчленение склонов, денудационный снос материала. Эти процессы усиливали озерное карбонатонакопление, что овеществилось в корчевских гиттиях и известковистом материале.

В фазу смешанного дубового леса, граба и ольхи оптимального эта-

* Автор выражает благодарность старшему научному сотруднику Ин-та геохимии и геофизики АН БССР Т. В. Якубовской за предоставленные материалы.

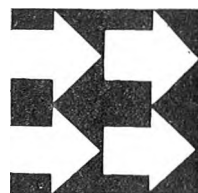
па межледниковья изменение климата в сторону потепления достигло апогея. Одновременно усилилась увлажненность территории. Она вызвала усиление заболоченности и повышение уровня озер. Видовой состав флоры разреза Мачулищи свидетельствует о слабopоточном режиме и глубине более 3 м водоемов того времени. Похолодание, а также увлажнение климата отчетливо наметилось во второй половине климатического оптимума межледниковья, когда в составе лесов начало сокращаться участие широколиственных пород. На смену им постепенно пришли береза и хвойные. Несколько увеличилась интенсивность эрозионно-денудационных процессов. Озера постепенно мелели и заполнялись осадками.

На постоптимальном этапе корчевского межледниковья произошло еще большее похолодание и увлажнение климата. В составе лесов преимущество получили хвойные. Активизировался склоновый смыв материала, который поступал в озера и к основанию возвышений. В результате рельеф приобрел более сглаженный и выровненный облик, а озерные котловины почти полностью заполнились обломочным материалом.

Геологическая летопись территории Минской возвышенности в корчевское время сохранилась благодаря уникальности условий накопления этих межледниковых слоев. Своеобразие их — в широком распространении и значительной мощности, залегании на наревской морене преимущественно *in situ*, полноте разреза, поэтому Минскую возвышенность можно рассматривать как площадь эталонного выражения корчевских межледниковых отложений.

Список литературы

2. Вознячук Л. Н. // Материалы по стратиграфии Белоруссии. Минск, 1981. С. 137.
2. Махнач Н. А. Этапы развития растительности Белоруссии в антропогене. Минск, 1971.
3. Вознячук Л. Н. // Проблемы плейстоцена. Минск, 1985. С. 8.
4. Вознячук Л. Н., Махнач Н. А., Мотузко А. Н. и др. // Докл. АН СССР. 1978. Т. 239. № 1. С. 154.
5. Кандряцене О. П., Зусь М. Я. // Новае ў геалогіі антрапагену Беларусі. Мінск, 1979. С. 30.
6. Даследаванні антрапагену Беларусі. Мінск, 1978. С. 200.



УДК 577.154.3:541.15

Е. П. ПЕТРЯЕВ, С. Л. КИЛЬЧИЦКАЯ, А. В. ПАВЛОВ,
С. П. КОВАЛЕНКО, В. В. ДУКСИНА

ИЗМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТИРУЕМОСТИ ПОЛИСАХАРИДОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ОБЛУЧЕНИИ

Радиационная обработка зерна считается одним из перспективных методов повышения его питательной ценности [1]. Вместе с тем характер действия излучения на зерно изучен недостаточно, непонятны еще причины повышения питательности зерна. В данной работе рассматриваются изменения физико-химических свойств крахмала и ферментируемость зерновых культур α -амилазой.

Зерна ячменя и кукурузы облучались в боксах на установке ЛМБ- γ -1 М (Cs^{137}) (мощность источника $3 \cdot 10^{15}$ эВ \cdot г $^{-1}$ ·с $^{-1}$) дозами 0—170 кГр. Содержание водорастворимых сахаров в облученном зерне устанавливали с помощью реактива Сампера [2], амилозы — по изменению оптической плотности йод-полисахаридного комплекса [3]. Ферментируемость крахмала зерен ячменя и кукурузы определяли с помощью α -амилазы [4].

Ранее нами показано [5], что начальная стадия радиолиза крахмала сопровождается резким падением относительной и характеристической вязкости его в щелочных растворах, а максимальное снижение степени полимеризации полисахаридов крахмала кукурузы и ячменя наблюдается в интервале поглощенных доз 0—30 кГр. Снижение молекулярной массы полисахаридов крахмала обусловлено разрывом 1,4- α - и 1,6- α -гликозидной связи, при этом содержание водорастворимых сахаров возрастает.

При облучении зерен кукурузы и ячменя дозами от 0 до 170 кГр увеличение содержания водорастворимых сахаров незначительно: на 4 %.

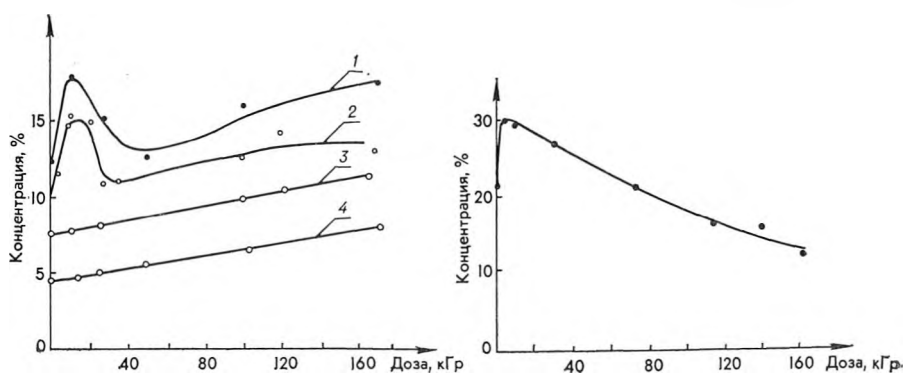


Рис. 1. Изменение ферментируемости (1, 2) и содержания водорастворимых сахаров (3, 4) в зернах кукурузы (1, 4) и ячменя (2, 3) при облучении
Рис. 2. Содержание амилозы в крахмале кукурузы при облучении

(рис. 1, кривые 3, 4). Изучение ферментируемости зерен ячменя и кукурузы α -амилазой при облучении выявило существование максимума амилазной активности при дозе 10 кГр (см. рис. 1).

Максимум амилазной активности крахмала при малых значениях поглощенной дозы, по-видимому, можно объяснить изменением физико-химических свойств крахмала при облучении. Так, анализ крахмала кукурузы на содержание амилозы при облучении свидетельствует, что увеличение поглощенной дозы от 0 до 5—10 кГр приводит к повышению концентрации амилозы в крахмале с 20 ± 1 до 30 ± 2 % (рис. 2). В этом интервале поглощенных доз мы наблюдаем рост амилазной активности в 1,5 раза (см. рис. 1, кривые 1, 2). Уменьшение скорости ферментируемости крахмала α -амилазой в интервале поглощенных доз от 10 до 30 кГр, вероятно, связано с деструкцией крахмала [5], разрушением амилозы и образованием низкомолекулярных продуктов радиолитического крахмала, оказывающих ингибирующее действие на ферментативные процессы.

Можно предположить, что увеличение содержания растворимых сахаров на 4 % в зернах ячменя и кукурузы, облученных в интервале поглощенных доз 30—170 кГр, при ферментативном гидролизе обусловлено накоплением водорастворимых сахаров за счет радиационной обработки.

Таким образом, максимум ферментируемости α -амилазой облученного зерна наблюдается при дозе ~ 10 кГр. Существование максимума амилазной активности при малых значениях поглощенных доз может быть обусловлено уменьшением молекулярной массы полисахаридов и изменением содержания амилозы в крахмале при облучении.

Список литературы

1. Jami M. S., Pubols M. H., Jinnis J. Mc. // Poultry science. 1980. V. 59. P. 253.
2. Miller J. J. // Anal. Chem. 1959. № 31. P. 426.
3. Рихтер М., Аугустан З., Шпрблум Ф. Избранные методы исследования крахмала. М., 1975.
4. ГОСТ 20264.4-74.
5. Петряев Е. П., Кильчицкая С. Л., Павлов А. В., Савченко Ж. В., Аврейтевич А. И. // Весці АН БССР. Сер. фіз.-энергетыч. навук. 1985. № 2. С. 111.

УДК 581.14.367

И. Б. САУК, В. С. АНОХИНА

ОЦЕНКА ЭТАПОВ ОРГАНОГЕНЕЗА ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО

Исследование процессов органогенеза открывает возможность большего познания детерминации и дифференциации растительных организмов в процессе онтогенеза и, кроме того, позволяет детально оценить исходный материал при выведении высокоурожайных, скороспелых и устойчивых к заболеваниям сортов. Метод морфофизиологического анализа [1], благодаря расчленению жизненного цикла растения на более короткие периоды роста и развития (этапы органогенеза), позволяет понять жизненно важные процессы и этапы, определяющие продуктивность и скороспелость растений. В литературе имеются лишь единичные сведения такого рода по культуре люпина, за исключением работ [2—4], в которых установлено XII этапов органогенеза в развитии растений люпина при различных условиях их произрастания. Однако практически отсутствуют данные по морфогенезу у вновь созданных форм люпина желтого и узколистного и прежде всего у форм с заблокированным боковым ветвлением. По определению роли каждого из этапов органогенеза в формировании продуктивности растений известна работа с бобовыми [5].

В предлагаемой статье нами рассматриваются особенности органогенеза сортов люпина желтого, различающихся происхождением, продук-

тивностью и скороспелостью, а также критерии оценки потенциальной продуктивности растений и слагаемых общего периода их вегетации.

Материал и методика

В опыте использовали 4 сорта люпина желтого отечественной и зарубежной селекции: Академический I (БССР) — стандарт, Житомирский (УССР) — детер, Afus, Cyt (ПНР). Определение этапов органогенеза осуществляли путем анализа состояния конусов нарастания под биноклем МБС-1. С V по VIII этап, помимо визуального просмотра, выделяли пыльники и окрашивали их ацетокармином по методике, изложенной в работе [1]. Для установления каждого этапа органогенеза брали выборку из 15 растений. Полученные результаты обработаны статистически с использованием методического руководства [6]. Все сорта сравнивали со стандартом Академический I.

Результаты и их обсуждение

По данным относительно бобовых [5], выделяют XII этапов органогенеза: I — эмбриональный период и фаза прорастания семян; II — формирование вегетативной сферы растения; III — формирование оси соцветия; IV — дифференциация оси соцветия; V — образование и дифференциация цветков; VI — процессы макро- и микроспорогенеза в материнских клетках; VII — образование мужского и женского гаметофитов; VIII — окончание формирования всех органов соцветия и цветка, соответствует фазе бутонизации; IX — цветение и оплодотворение; X — рост плода в длину и ширину; XI — накопление питательных веществ в семядолях, формирование зародыша; XII — переход питательных веществ семени в запасные, семена приобретают окраску, влажность их падает.

В нашем эксперименте при анализе сорта-стандарта Академический I также выявлены XII этапов органогенеза. Наиболее существенными в формировании вегетативной сферы растения являются I—II этапы, генеративной сферы — V этап, поэтому наибольший интерес при решении наших задач представлял анализ I—II, V этапов.

Формирование вегетативной сферы у сорта Академический I происходит следующим образом: на конусе нарастания закладываются листовые валки, развитие которых ведет к формированию сложных листьев; в пазухах уже сформированных листьев появляются конусы нарастания боковых побегов, которые превращаются в почки, а затем в боковые побеги. Из всех изученных сортов лишь сорт Житомирский отличался формированием вегетативной сферы. Конусы нарастания боковых побегов у этого сорта засыхали и боковые побеги не развивались (табл. 1). Таким образом, анализ I—II этапов органогенеза позволяет определить

Таблица 1

Характеристика элементов вегетативной и потенциальной семенной продуктивности растений люпина желтого

Сорт	Количество на 1 растение, шт. ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)		
	листьев	боковых ветвей	цветков
Академический I (стандарт)	14,88 ± 0,15	3,68 ± 0,18	30,00 ± 0,43
Житомирский	12,88 ± 0,12	0	40,00 ± 0,43
Afus	19,54 ± 0,20*	4,32 ± 0,26*	41,88 ± 0,66*
Cyt	18,86 ± 0,33*	3,08 ± 0,17	42,63 ± 0,65*

* Разница со стандартом достоверна при $P < 0,01$.

будущую архитектонику растения, прогнозировать детерминированные формы.

Сравнение длительности прохождения I—II этапов органогенеза сорта-стандарта и всех анализируемых сортов привело к следующим результатам (табл. 2). Сорт Житомирский по длительности прохождения этих этапов не отличался от Академического I, Afus и Cyt обладали более длительными I—II этапами. Эти этапы определяют будущую вегетативную сферу растения, поэтому представляло интерес сравнить количество раскрытых листьев и боковых ветвей у растений анализируемых сортов (см. табл. 1).

Достоверное (при $P < 0,01$) увеличение количества листьев по сравнению с сортом-стандартом установлено лишь у сортов Afus, Cyt, а боковых ветвей — у сорта Afus.

Формирование генеративной сферы растения начинается с III этапа, но наиболее существенным в этом процессе является V этап органогенеза. Сорта Житомирский, Afus, Cyt обладали более продолжительным V этапом органогенеза по сравнению со стандартом (см. табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Продолжительность этапов
органогенеза люпина желтого

Этапы органогенеза	Сорт			
	Академиче- ский(стандарт)	Житомирский	Afus	Cyt
I—II	36,80 ± 0,46	35,70 ± 0,27	44,13 ± 0,13*	41,87 ± 0,17*
III—IV	4,47 ± 0,17	6,87 ± 0,17*	6,00 ± 0,14*	6,07 ± 0,15*
V	4,05 ± 0,17	5,93 ± 0,15*	5,93 ± 0,12*	5,87 ± 0,13*
VI	2,87 ± 0,13	3,07 ± 0,15	3,20 ± 0,15	3,13 ± 0,17
VII—VIII	10,27 ± 0,13	10,52 ± 0,18	11,00 ± 0,14	10,07 ± 0,12
IX	6,33 ± 0,21	6,50 ± 0,19	7,13 ± 0,13*	7,20 ± 0,15*
X	12,67 ± 0,21	12,07 ± 0,18	13,13 ± 0,17	14,07 ± 0,12*
XI	12,40 ± 0,24	12,40 ± 0,25	20,00 ± 0,14*	16,20 ± 0,11*
XII	17,92 ± 0,63	16,08 ± 0,48*	23,13 ± 0,17*	21,07 ± 0,12*

* Разница со стандартом достоверна при $P < 0,01$.

При оценке признака «количество цветков» установлено их увеличение у сортов Житомирский, Afus и Cyt (см. табл. 1).

Вычисление коэффициента корреляции между количеством цветков и продолжительностью прохождения V этапа органогенеза указало на наличие тесной корреляционной зависимости между ними. Наибольший коэффициент корреляции отмечен у сортов Afus ($0,82 \pm 0,16$) и Cyt ($0,78 \pm 0,17$), наименьший — у сорта Житомирский ($0,68 \pm 0,20$). Наличие этой корреляционной зависимости позволяет прогнозировать потенциальную продуктивность растений по прохождению V этапа органогенеза.

При анализе последующих этапов установлено, что достоверно отличаются от сорта Академический I сорта Afus по IX, XI, XII, Cyt — по IX—XII этапам органогенеза. Сорт Житомирский характеризуется меньшей продолжительностью XII этапа.

Сравнение изученных сортов по прохождению XII этапов органогенеза выявило, что сорт Житомирский обладал менее продолжительными I—II, IX, XII этапами, чем сорта Afus, Cyt.

Перспективным для селекции на скороспелость является сорт Житомирский, поскольку он обладает менее длительными I—II, XII этапами

органогенеза; на высокую семенную продуктивность — сорт Суґ с более длительными III—IV, V этапами органогенеза. Прогнозирование детерминированных форм зернового типа может осуществляться по характеристике II этапа.

Список литературы

1. Ростовцева З. П. // Биологический контроль в сельском хозяйстве. М., 1962. С. 34.
2. Жуков А. И. // Морфогенез растений. М., 1961. Т. 1. С. 603.
3. Шалыганова О. Н. Там же. С. 663.
4. Пронин В. А. // Биологический контроль в сельском хозяйстве. М., 1962. С. 185.
5. Ахундова В. А. Морфогенез и особенности потенциальной и реальной продуктивности однолетних бобовых растений. М., 1979.
6. Рокницкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск, 1964.

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

Шевченко Г. П., Потапенко Л. Т., Свиридов В. В. Закономерности осаждения меди из растворов, содержащих редокс-пару V^{3+}/VO^{2+}	3
Капуцкий Ф. Н., Баимаков И. А., Соловьева Л. В. Термоокислительная де-струкция железных солевых форм монокарбоксилцеллюлозы различной структуры	6
Шишонко М. В., Герт Е. В., Зубец О. В., Кузьмичев А. А., Кузьменков Л. А. Порошковая аморфная целлюлоза	10
Вечер А. А. Оценка величины запасенной энергии ультрадисперсного порошка	13
Врублевский А. И., Кузовков П. В. Влияние растворителей на спектры ЭПР кобальтэтнопорфирина II	15
Корзун Г. М., Беленков В. В., Рахманов С. К., Биктимиров Р. С., Рогач Л. П., Сидоров Ю. Д. Возможности уменьшения содержания серебра в галогенсеребря-ных радиографических пленках за счет усиления изображения по методу дис-пергирования серебра	18

БИОЛОГИЯ

Шуканов А. С., Мороз Е. Л., Малиновский О. А. Миксомицеты Нарочано-Вилейской низины	23
Сауткина Т. А., Горошко А. А. Анатомические особенности черешка фиалок как систематический признак	25
Кажнович Л. В., Ходоренко Л. А., Петренко А. В., Стефанович Е. Н., Яки-мович Н. А. Функциональные особенности фотосинтетического аппарата различ-ных по продуктивности сортов ячменя	28
Рябушко Т. А., Жорова Э. М. Закономерности роста <i>Arthrobacter simplex</i> 343 на среде, содержащей этанол	32
Писаненко А. Д. Распространение и численность <i>Platypsyllus castoris</i> Rits. (<i>Platypsyllidae</i> , <i>Coleoptera</i>) — эктопаразита европейского бобра на терри-тории БССР	35
Киеня А. И. К вопросу центральной адренергической регуляции секреторной функции желудка	38

ГЕОГРАФИЯ

Гурьянова Л. В. Морфометрия малых озер и их термика	42
Лопух П. С. Типология озер Белоруссии по режиму уровней воды	46
Якушко О. Ф., Мюллер Б., Романов В. П. Математическая интерпретация типологических показателей озер Белоруссии	51
Аношко В. С., Вальвачев А. Н. Принципы организации решения крупномас-штабных задач мелноративно-географического прогнозирования	54
Иванов Н. П., Липская Г. А., Скурко И. Е., Куликов Я. К., Ляхович С. Р. Оптимизация мелнорированной торфяной почвы низинного типа и урожай ячменя	57
Витченко А. Н., Полевой А. Н. Оценка воздействия возможных изменений климата на продуктивность сельскохозяйственных культур	61
Комаровский М. Е. Новые данные о корчевских межледниковых отложениях Минской возвышенности	65

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Петряев Е. П., Кильчицкая С. Л., Павлов А. В., Коваленко С. П., Дукси-на В. В. Изменение ферментируемости полисахаридов зерновых культур при облучении	70
Саук И. Б., Анохина В. С. Оценка этапов органогенеза люпина желтого	71

РЕФЕРАТЫ

УДК 77.023+621.793

Шевченко Г. П., Потапенко Л. Т., Свиридов В. В. Закономерности осаждения меди из растворов, содержащих редокс-пару V^{3+}/VO^{2+} // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Установлена возможность автокаталитического осаждения меди на частицы серебра, формирующего слабое изображение, из растворов, содержащих в качестве восстановителя редокс-пару V^{3+}/VO^{2+} . Изучена кинетика процесса, определены порядки реакции по основным компонентам. Наиболее существенно скорость осаждения зависит от концентрации соли меди и кислотности меднованадиевого проявителя.

Библиогр. 8 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 661.728.8:543.227

Капуцкий Ф. Н., Башмаков И. А., Соловьева Л. В. Термоокислительная деструкция железных солевых форм монокарбоксилцеллюлозы различной структуры // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Результаты изучения термораспада на воздухе железных солевых форм монокарбоксилцеллюлозы (МКЦ) различной структуры показали, что реакции термоокислительной деструкции образцов аморфной структуры протекают менее интенсивно. Установлено, что при термическом воздействии на железную солевую форму МКЦ кристаллической структуры происходит усиление кооперативности реакций термоокислительного распада и методом ДТА фиксируется один экзотермический эффект в области 200 °С. Конечным продуктом разложения Fe-форм МКЦ является оксид α - Fe_2O_3 , сохраняющий текстуру исходного волокна.

Библиогр. 12 назв., ил. 3, табл. 1.

УДК 547.458.81

Шишенок М. В., Герт Е. В., Зубец О. В., Кузьмичев А. А., Кузьменков Л. А. Порошковая аморфная целлюлоза // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Предложен простой способ получения порошковой целлюлозы в аморфном состоянии. Процессы гидролитической деструкции волокнистой целлюлозы и последующей аморфизации образовавшейся микрокристаллической целлюлозы проведены с использованием одного реагента — азотной кислоты. По сорбционной и гелеобразующей способности полученная порошковая аморфная целлюлоза превосходит отечественные и зарубежные аналоги.

Библиогр. 9 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 541.11

Вечер А. А. Оценка величины запасенной энергии ультрадисперсного порошка // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Предложена модель для расчета величины запасенной энергии для порошков металлов с гранецентрированной и объемцентрированной структурой. Показано, что имеется удовлетворительное согласие между рассчитанной по модели поверхностной энергией твердых металлов и энергией, измеренной экспериментально.

Библиогр. 5 назв., табл. 1.

УДК 541.67

Врублевский А. И., Кузовков П. В. Влияние растворителей на спектры ЭПР кобальтэтиопорфирина II // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Изучено влияние ассоциации и дополнительного комплексообразования на спектры ЭПР кобальтэтиопорфирина II. Анализируется зависимость магниторезонансных параметров от электронодонорных свойств и числа аксиальных лигандов. Для спектров моноаддуктов установлена обратно пропорциональная зависимость между донорными свойствами лиганда и величиной, перпендикулярной составляющей g -фактора. Показана зависимость реакции аддуктообразования от стерического фактора.

Библиогр. 14 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 771.531.37:778.33-741

Корзун Г. М., Беленков В. В., Рахманов С. К., Биктимиров Р. С., Рогач Л. П., Сидоров Ю. Д. **Возможности уменьшения содержания серебра в галогенсеребряных радиографических пленках за счет усиления изображения по методу диспергирования серебра** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Изучены возможности снижения содержания серебра в галогенсеребряных радиографических пленках технического и медицинского назначения за счет повышения оптической плотности изображения путем усиливающей обработки по методу диспергирования серебра. Показано, что при использовании указанной обработки для рентгено-технических пленок РТ-12 и РТ-14 и рентгеновской медицинской пленки РМ-В радикальное снижение содержания серебра (не менее чем в четыре раза) может быть достигнуто без ухудшения основных сенситметрических характеристик: чувствительности к действию излучения ($S_{0,85+D_0}$), оптической плотности вуали (D_0) и коэффициента контрастности (J).

Библиогр. 9 назв., ил. 1, табл. 3.

УДК 528.24(476)

Шуканов А. С., Мороз Е. Л., Малиновский О. А. **Миксомицеты Нарочано-Вилейской низины** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

В результате проведенных исследований различных типов лесной растительности Нарочано-Вилейской низины идентифицированы 62 вида миксомицетов: из них 13 видов ранее не отмечены на территории Белоруссии, а 7 описаны впервые для СССР. Установлено, что из 62 видов миксомицетов только 3 не связаны с древесным субстратом.

Библиогр. 17 назв.

УДК 582.4(9-18+582.6)9

Сауткина Т. А., Горюшко А. А. **Анатомические особенности черешка фиалок как систематический признак** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Рассматриваются анатомические особенности черешка шести видов фиалок, сходных по морфологическим признакам. Показано, что такие признаки, как ширина ксилемной ткани, число сосудов в ксилемном луче, длина крыловидного выроста могут быть использованы при разграничении сходных видов. Толщина колленхимы, размеры паренхимных клеток экологически обусловлены.

Библиогр. 3 назв., ил. 1, табл. 2.

УДК 581.174

Кахнович Л. В., Ходоренко Л. А., Петренко А. В., Стефанович Е. Н., Якимович Н. А. **Функциональные особенности фотосинтетического аппарата различных по продуктивности сортов ячменя** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Исследовалась функциональная активность фотосинтетического аппарата на разных уровнях его организации у контрастных по продуктивности сортов ячменя (Винер и Роланд), оцениваемая по накоплению углерода растениями. Показано, что растения ячменя различной продуктивности уже на ранних этапах роста и развития различаются активностью фотосинтетического аппарата, что обуславливает формирование неодинаковой структурной биомассы.

Библиогр. 8 назв., табл. 2.

УДК 576.851.132.093.095.4

Рябушко Т. А., Жорова Э. М. **Закономерности роста *Arthrobacter simplex* 343 на среде, содержащей этанол** // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Кривая роста *Arthrobacter simplex* 343 на среде с этанолом имеет S-образную форму, где различимы лаг-фаза, фаза ускорения роста, экспоненциальная, стационарная фазы, а также фаза гибели популяции. В экспоненциальной фазе при концентрации этанола 40 мМ экономический коэффициент равен 67 %, время генерации — 3,15 ч, продуктивность по биомассе — 0,27 г/л·ч, удельная активность алкогольдегидрогеназы — 0,06 ед/мг белка. Максимальная скорость роста — 0,22 ч⁻¹. Удельная скорость роста и экономический коэффициент с увеличением исходной концентрации этанола в среде (от 5 до 500 мМ) уменьшаются. Биомасса содержит 62,5 % белка, хорошо сбалансирована по аминокислотному составу и может служить источником получения аминокислот.

Библиогр. 12 назв., ил. 4, табл. 1.

Писаненко А. Д. Распространение и численность *Platypsyllus castoris* Rits. (Platypsyllidae, Coleoptera) — эктопаразита европейского бобра на территории БССР // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Приводятся сведения о распространении и численности нового для фауны БССР вида жуков, паразитирующих на млекопитающих. Всего обследовано за период 1982—1986 гг. 170 бобров и собрано 1691 экз. личинок и имаго *P. castoris*. Анализируются данные по экстенсивности и интенсивности заражения эктопаразитом трех бобровых популяций бассейнов рек Припяти, Березины и Исlochи. Установлено, что в искусственно созданных бобровых популяциях зараженность животных снижается.

Библиогр. 14 назв., табл. 1.

УДК 612.328

Киеня А. И. К вопросу центральной адренергической регуляции секреторной функции желудка // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Приведены результаты исследований участия центральных адренергических систем в регуляции соко-, кислото- и ферментовыделительной функции желудка, стимулированной синтетическим аналогом гастрина — пентагастрином. В опытах на собаках с фистулами фундальной части желудка показано, что при блокаде центральных адренергических структур аминамином повышается кислотонейтрализующая функция желудка натощак и тормозится желудочная секреция, стимулированная пентагастрином, что свидетельствует о связи между исследуемыми нервными образованиями и гастроинтестинальным пептидом гастрином.

Библиогр. 7 назв., ил. 3, табл. 2.

УДК 551.481

Гурьянова Л. В. Морфометрия малых озер и их термика // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

На основании результатов статистической обработки лимнологических показателей 95 озер Белоруссии выявлены тесные корреляционные зависимости между термическими характеристиками водной массы (теплозапас воды, толщина эпилимниона, температура придонного слоя воды) и морфометрическими показателями (средняя и максимальная глубины, площадь и ширина водного зеркала) малых озер. Использование составленной номограммы по известным величинам площади акватории и максимальной глубины позволяет достоверно оценить тип термического режима водной массы, температуру придонного слоя в летний период в среднем с точностью $\pm 2^\circ\text{C}$.

Библиогр. 7 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 551.481

Лопух П. С. Типология озер Белоруссии по режиму уровней воды // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Обобщены результаты наблюдений за уровнем режимом озер, проведена типизация озер Белоруссии по уровенному режиму. Выявлены три типа озер: с устойчивым, среднеустойчивым и неустойчивым режимами уровней.

Библиогр. 4 назв., ил. 2, табл. 1.

УДК 556.537(476)

Якушко О. Ф., Мюллер Б., Романов В. П. Математическая интерпретация типологических показателей озер Белоруссии // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

С использованием морфометрических коэффициентов, полученных на основании изучения водоемов БССР и ГДР, интерпретируются некоторые стороны эколого-географической классификации озер Белоруссии. Указанные коэффициенты хорошо описывают батиграфические кривые, термический тип водоема, биопродукционные показатели и в дальнейшем позволят решать прикладные задачи оптимизации режимов водоемов в условиях антропогенного воздействия.

Библиогр. 5 назв., ил. 3.

УДК 631.62

Аношко В. С., Вальвачев А. Н. Принципы организации решения крупномасштабных задач мелиоративно-географического прогнозирования // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Авторы на основании собственного опыта и анализа отечественных и зарубежных работ предлагают схему решения крупномасштабных задач мелиоративно-географического прогноза.

Библиогр. 11 назв., ил. 1.

УДК 633.16:581.132

Иванов Н. П., Липская Г. А., Скурко И. Е., Куликов Я. К., Ляхович С. Р. Оптимизация мелиорированной торфяной почвы низинного типа и урожай ячменя // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Исследования по оптимизации среднемошной торфяно-болотной почвы низинного типа показали, что внесение супеси в дозах 1500 и 2250 т/га положительно влияет на продуктивность ячменя, выращенного на второй год после оптимизации; качество продукции при этом не ухудшается. Действие оптимизации связано с улучшением основных фундаментальных свойств почвы.

Библиогр. 7 назв., табл. 3.

УДК 551.4:330.15(476)

Витченко А. Н., Полевой А. Н. Оценка воздействия возможных изменений климата на продуктивность сельскохозяйственных культур // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Рассматривается реализация динамико-статистической модели формирования урожая сельскохозяйственных культур для оценки изменения продуктивности растениеводства под влиянием возможных колебаний агроклиматических условий в Белоруссии.

Библиогр. 15 назв., табл. 1.

УДК 551.79.793(476.1)

Комаровский М. Е. Новые данные о корчевских межледниковых отложениях Минской возвышенности // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Биол. Геогр. 1988. № 2.

Обсуждается строение и распространение древнейшего корчевского межледникового горизонта в пределах Минской возвышенности. Полученные материалы позволили охарактеризовать особенности палеогеографии корчевского времени.

Библиогр. 6 назв., ил. 3.

УДК 577.154.3:541.15

Петряев Е. П., Кильчицкая С. Л., Павлов А. В., Коваленко С. П., Дуксина В. В. Изменение ферментируемости полисахаридов зерновых культур при облучении // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Приводятся данные по ферментируемости крахмала зерен кукурузы и ячменя, облученных α -лучами в интервале поглощенных доз от 0 до 170 кГр. Показано, что зависимость ферментируемости от поглощенной дозы проходит через максимум при дозе 10 кГр. Существование максимума объясняется изменением физико-химических свойств крахмала зерна при облучении.

Библиогр. 5 назв., ил. 2.

УДК 581.14.367

Саук И. Б., Анохина В. С. Оценка этапов органогенеза люпина желтого // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1988. № 2.

Дана характеристика особенностей органогенеза сортов люпина желтого, различающихся происхождением, продуктивностью и скороспелостью. Сделана попытка определения критериев оценки потенциальной продуктивности растений.

Библиогр. 6 назв., табл. 2.

ПРАВИЛА ПОДГОТОВКИ РУКОПИСЕЙ ДЛЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ В ЖУРНАЛЕ

1. Статья должна быть изложена с предельной краткостью, окончательно отредактирована и оформлена. Статья является оригиналом для печати.

2. Статьи, напечатанные на машинке (не портативной) через два интервала с полями не менее 4 см на одной стороне листа, представляют в редакцию в двух экземплярах.

3. Объем статьи не должен превышать 8 страниц машинописного текста (включая приложения) и 3 рисунков; кратких сообщений — 3 страниц и 2 рисунков.

4. К статье должны быть приложены: рекомендация кафедры, реферат статьи (до 0,25 с. машинописного текста) и сведения об авторе (место работы, должность, адрес, рабочий и домашний телефоны).

5. Особое внимание следует обращать на тщательность внесения в текст математических и химических формул, на оформление таблиц, списка литературы, рисунков и подписей к ним. Следует избегать повторения в тексте данных, содержащихся в таблицах и графиках, а также представления численных результатов одновременно в виде таблиц и графиков.

6. Формулы и буквенные обозначения необходимо аккуратно и разборчиво вписать в два экземпляра от руки черными чернилами и разметить синими чернилами: греческие буквы обвести красными; латинские, набираемые курсивом, подчеркнуть волнистой чертой; прописные двумя черточками снизу ($\underline{\underline{A}}$), строчные — двумя черточками сверху

($\overline{\overline{a}}$). Следует различать буквы $\underline{\underline{O}}$ (прописную), $\overline{\overline{o}}$ (строчную) и $\underline{\underline{0}}$ (ноль), для чего буквы $\underline{\underline{O}}$ и $\overline{\overline{o}}$ подчеркивают двумя черточками и волнистой чертой (курсив), а ноль отмечают квадратной скобкой снизу ($\underline{\underline{O}}$, $\overline{\overline{o}}$, $\underline{\underline{0}}$). Необходимо различать в написании буквы $\underline{\underline{l}}$ (эль),

$\underline{\underline{e}}$, а также $\underline{\underline{l}}$ и $\underline{\underline{j}}$ (йот), для чего букву $\underline{\underline{l}}$ пишут, как римскую единицу, подчеркивая ее двумя черточками и волнистой чертой снизу. Векторы подчеркивают черными чернилами стрелкой сверху. Математические символы \cos , $\underline{\underline{tg}}$ и др., набираемые прямым шрифтом, и химические символы элементов ($\underline{\underline{H_2O}}$, $\underline{\underline{Ag}}$ и т. д.) отмечают квадратной скобкой снизу. Показатели степени и индексы, а также надстрочные знаки отмечают дугой A^2 (для верхнего индекса) и A_2 (для нижнего).

7. Для формул и символов, а также между ними следует оставлять достаточные пробелы в тексте.

8. Необходимо придерживаться Международной системы единиц (СИ).

9. Рисунки представляют в двух экземплярах в виде графиков, схем, фотографий отдельно от текста; фотографии, отпечатанные на глянцевой бумаге с накатом, должны иметь четкое и контрастное изображение. Чертежи и схемы выполняют тушью на плотной белой бумаге или кальке в формате, обеспечивающем ясность понимания всех деталей, и вместе с тем компактно в целях экономии места. На обороте карандашом необходимо указать фамилию автора, название статьи и номер рисунка.

10. Таблицы (обязательно с заголовками) и подписи к рисункам следует печатать на отдельных листах. Кривые на рисунках нумеруются арабскими цифрами, которые расшифровываются в подписях к рисункам. Представление одного и того же материала в виде таблиц и рисунков не допускается. Места для таблиц и рисунков необходимо указать на полях рукописи.

11. Ссылки на литературу даются в порядке цитирования (порядковый номер в квадратных скобках). Список литературы (прилагается на отдельном листе) должен быть оформлен в соответствии с ГОСТом 7.1—84 следующим образом:

а) для книг: фамилия и инициалы автора, полное название книги, место издания, год издания, страницы;

б) для журнальных статей: фамилия и инициалы автора, принятое сокращенное название журнала, год издания, том, номер выпуска, страницы.

12. Ссылки на неопубликованные работы, диссертации и авторефераты не допускаются.

13. В конце статьи (после литературы) ставится название кафедры, где выполнена работа. Статьи должны подписать все авторы.

14. В случае возвращения статьи автору на доработку первоначальный текст ее необходимо вернуть в редакцию. При задержке статьи автором на месяц и более первоначальная дата поступления не сохраняется.

15. Редакция посылает автору одну корректуру для исправления только ошибок набора. Изменения и дополнения как в тексте, так и в рисунках не допускаются. Корректур за подписью автора и датой ее подписания сдается в редакцию в течение двух дней с момента ее получения.

16. Статьи, оформленные с нарушением «Правил», редакция не принимает.

85 к.

Индекс 74852