

ҚАЗАҚСТАННЫҢ
БИОЛОГИЯЛЫҚ
ҒЫЛЫМДАРЫ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ
НАУКИ
КАЗАХСТАНА

БОТАНИКА

ЗООЛОГИЯ

ФИЗИОЛОГИЯ

ГЕНЕТИКА

ЭКОЛОГИЯ



С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік
университетінің ғылыми журналы
Научный журнал Павлодарского государственного
университета им. С. Торайгырова

2001 жылы негізделген
Основан в 2001 г.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҒЫЛЫМДАРЫ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ КАЗАХСТАНА

12001

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ КАЗАХСТАНА

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на учет средства массовой информации
№ 2409-Ж

выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан
28 октября 2001 года

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Шаймарданов Ж.К., доктор биол. наук, профессор,
первый проректор ПГУ им. С. Торайгырова

Зам. главного редактора

Берсимбаев Р.И., доктор биол. наук, профессор, член-корр. НАН РК,
декан биологического факультета КазНУ им. аль-Фараби

Ответственный секретарь

Жумабекова Б.К., кандидат биол. наук

Члены редакционной коллегии

Абиев С.А., доктор биол. наук, профессор, директор
Института ботаники и фитоинтродукции МОиН РК

Айтхожина Н.А., доктор биол. наук, профессор,
директор Института молекулярной биологии
и биохимии им. М.А. Айтхожина МОиН РК

Бекенов А.Б., доктор биол. наук, профессор,
директор Института зоологии МОиН РК

Березин В.Э., доктор биол. наук, профессор, директор
Института микробиологии и вирусологии МОиН РК

Гвоздев Е.В., доктор биол. наук, профессор, академик НАН РК,
гл. научный сотрудник Института зоологии МОиН РК

Дюсембин Х.Д., доктор биол. наук, профессор,
член-корр. НАН РК, директор Института
физиологии человека и животных МОиН РК

Ержанов Н.Т., доктор биол. наук,
профессор, первый проректор КарГУ им. Е.А. Букетова

Мирхашимов И.Х., кандидат биол. наук,
эксперт представительства ООН в РК

Панин В.Я., доктор биол. наук, профессор
кафедры биологии ПГУ им. С. Торайгырова

Рахимбаев И.Р., доктор биол. наук, профессор,
член-корр. НАН РК, директор Института
физиологии, генетики и биоинженерии растений МОиН РК

Увалиева Г.К., доктор биол. наук, профессор,
зав. кафедрой зоологии АГУ им. Абая

Технический секретарь

Баяндина А.Т.

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Мнение авторов публикаций не всегда совпадает с мнением редакции.

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов.

Рукописи и дискеты не возвращаются.

При использовании материалов журнала ссылка на «Биологические науки Казахстана» обязательна.

МАЗМҰНЫ

БОТАНИКА		
Әбиев С.А.	<i>Ботаника және фитонитрофикация институтына 70 жыл</i>	6
Каленова А.Б. Шаймарданова Б.Х.,	<i>Қазақстанның солтүстік-шығыстағы қалалық аймақтағы фитототологиялық ахуалы туралы</i>	13
МИКРОБИОЛОГИЯ		
Березин В.Э., Боговячевский А.П.	<i>Сапониңдер негізінде имунобиталандыру кешендері - тиімді субьбірліктегі вакцинді алу боланнақ ісі</i>	20
ЗООЛОГИЯ		
Базарбеков К.У.	<i>Қазіргі Қазақстан нематологиясының жағдайы туралы шолу</i>	29
Бекенов А.Б.	<i>Қазақстандағы зоология ғылымы: жағдайы және келешегі</i>	38
Іржанов Н.Т.	<i>Қазақтың ұсақ текті сүт қоректілерді қазіргі қорғау мәселелері мен жүйелі пайдалану</i>	46
ФИЗИОЛОГИЯ		
Даржұман Г.К.	<i>Денатурленген белоктың агрегирлеуіне гистамин мен диамидролдың әсері</i>	53
Босембин Х.Д.	<i>Қазақстандағы физиология ғылымының негізгі табыстары мен даму келешегі</i>	57
ГЕНЕТИКА		
Берсимбаев Р.Н.	<i>Онковирустар ДНК-мен индукцияланған Drosophila melanogaster онковирус тұрақты емес мутациядағы апоптоз</i>	62
ЭКОЛОГИЯ		
Панин М.С.	<i>Экологияның биохимиялық аспектілері</i>	70
ПАРАЗИТОЛОГИЯ		
Ахметов Қ.Қ., Шаймарланов Ж.К.	<i>Трематод тегуменінің функционалды морфологиялық құрлысы</i>	89
БИОТЕХНОЛОГИЯ		
Рахимбаев Н.Р.	<i>Осімдіктің биотехнологиясы: жағдайы мен келешегі</i>	96
БИОЛОГИЯЛЫҚ РЕСУРСТАР		
Шоғанов Ж. Ш.	<i>Ертіс оңірінің лептолық бордың қазіргі жағдайы және оның қалыптана келу жолы</i>	115
АҚПАРАТ		
Біздің авторлар Авторларға арналған ережелер		118 119

СОДЕРЖАНИЕ

БОТАНИКА		
Абнев С.А.	<i>Институту ботаники и фитопроизводства - 70 лет</i>	6
Каденова А.Б.	<i>О фитопатологической ситуации городской зоны на северо-востоке Казахстана</i>	13
Шаймарданова Б.Х.,		
МИКРОБИОЛОГИЯ		
Березин В.Э.,	<i>Иммуностимулирующие комплексы (ИСКОМ) на основе сапонинов - перспективный подход к получению эффективных субъединичных вакцин</i>	20
Богоявленский А.П.		
ЗООЛОГИЯ		
Базарбеков К.У.	<i>Обзор состояния развития современной казахстанской нематологии</i>	29
Бекенов А.Б.	<i>Зоологическая наука в Казахстане: состояние и перспективы</i>	38
Ержанов Н.Т.	<i>Современные проблемы охраны и рационального использования млекопитающих казахского мелкосопочника</i>	46
ФИЗИОЛОГИЯ		
Даржуман Г.К.	<i>Действие гистамина и димедрола на агрегирование денатурированных сычкороточных белков</i>	53
Дюсембин Х.Д.	<i>Основные успехи и перспективы развития физиологических наук в Казахстане</i>	57
ГЕНЕТИКА		
Берсимбаев Р.Н.	<i>Апоптоз у онковирус-индуцированных нестабильных мутаций <i>Drosophila melanogaster</i></i>	62
ЭКОЛОГИЯ		
Нанин М.С.	<i>Биогеохимические аспекты экологии</i>	70
ПАРАЗИТОЛОГИЯ		
Ахметов К.К.,	<i>Функциональная морфология структур тесумента трематод</i>	89
Шаймарданов Ж.К.		
БИОТЕХНОЛОГИЯ		
Рахимбаев Н.Р.	<i>Биотехнология растений: состояние и перспективы</i>	96
БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ		
Шоманов Ж. Ш.	<i>Современное состояние лепточных боров Прииртышья, пути их восстановления</i>	115
ИНФОРМАЦИЯ		
Наши авторы		118
Правила для авторов		119

CONTENT

BOTANY		
Abiyev S.A.	<i>Institute of botany and phytoindustry is 70</i>	6
Kadenova A.B. Shaimardanova B.Kh.,	<i>About phytopathological condition of city area in the north-east of Kazakhstan</i>	13
MICROBIOLOGY		
Beryozin V.E., Bogoyavlensky A.P.	<i>Immunestimulating complexes on the basis of saponin – perspective approach to production of effective subunit vaccines</i>	20
ZOOLOGY		
Bazarbekov K.U.	<i>Review of condition of modern Kazakh hematology development</i>	29
Bekenov A.B.	<i>Zoological science of Kazakhstan: condition and perspectives</i>	38
Yerzhanov N.T.	<i>Modern problems of security and rational use of Kazakh steppe's mammals</i>	46
PHYSIOLOGY		
Darzhuman Gh.K.	<i>The histamine and dimedrole action on aggregation of denatured serumed protein</i>	53
Dyussemin Kh.D.	<i>The basic successes and perspectives of physiological sciences' development in Kazakhstan</i>	57
GENETICS		
Bersimbayev R.I.	<i>Apoptose in oncovirus-induced unstable mutations of <i>Drosophila melanogaster</i></i>	62
ECOLOGY		
Panin M.S.	<i>Biogeochemical aspects of ecology.</i>	70
PARASITOLOGY		
Akhmetov K.K., Shaimardanov Zh.K.	<i>Functional morphology structure of trematod tegument biotechnology.</i>	89
BIOTECHNOLOGY		
Rakhimbayev I.R.	<i>Plants biotechnology: condition and perspectives.</i>	96
BIOLOGICAL RESOURCES		
Shomanov Zh.Sh.	<i>Modern condition of belt pine forests of Priirtyshye. ways of their restoration.</i>	115
INFORMATION		
Our authors		118
Rules for the authors		119

**ИНСТИТУТУ БОТАНИКИ
И ФИТОИНТРОДУКЦИИ - 70 ЛЕТ****С.А. АБНЕВ***Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК*

ҚР БҰҒҒМ Ботаника және фитоинтродукция институтының құрылуы және негізгі даму кезеңдері келтірілген. Сондай-ақ Қазақстан флорасы мен өсімдіктер жамылғыларын алдағы уақыттарда зерттеу бағыттары, интродукциялау жолдары белгіленіп, оларды қорғау және тиімді пайдалану тәсілдері көрсетілген.

Обозначены основные вехи становления и развития Института ботаники и фитоинтродукции МОН РК и направления дальнейших исследований по изучению флоры, растительности и интродукции растений, разработке мер их сохранения и рационального использования.

The main steps of Institute of Botany and Phytointroduction development, Ministry of education and science, Republic of Kazakhstan, and the directions of investigations in flora and vegetation, plants' introduction and working out protection and rational use measures are described.

Институт ботаники и фитоинтродукции создан в 1995 году (Постанов-

ление Кабинета Министров Республики Казахстан от 7 апреля 1995 г., № 430) путем преобразования института ботаники НАН РК и Главного ботанического сада НАН РК, основанных в 1932 году. Институт является правопреемником объединенных научных центров.

Потребности социального и экономического развития Казахстана уже в первые годы установления Советской власти показали необходимость создания постоянного самостоятельного учреждения по изучению растительного мира и проблем биологии растений.

14 марта 1932 г. Президиум АН СССР принял решение об организации казахстанской базы АН СССР в составе двух секторов: зоологического и ботанического. Центром планомерных исследований растительного мира республики и прилегающих к ней территорий стал организованный в том же году Ботанический сектор казахстанской базы АН СССР, которым руководили вначале Б.К. Шишкин, в 1936 г. М.Г. Попов, а с 1937 г. Н.В. Павлов.

1 июня 1946 г. на базе Казахского филиала Академии наук СССР создана Академия наук КазССР. В числе первых ее учреждений был Институт ботаники во главе с академиком АН КазССР Н.В. Павловым. Николай Васильевич Павлов внес огромный вклад не только в казахстанскую, но и в мировую науку о растениях. Выдающийся флорист и систематик, он опубликовал также большое количество работ по растительным ресурсам, в том числе монографии «Растительные ресурсы Южного Казахстана» (1940), «Растительное сырье Казахстана» (1947), а также фундаментальные труды «Ботаническая география СССР» (1948) и «Ботаническая география зарубежных стран» (1965).

Директорами Института ботаники АН КазССР были П.С. Чабан (1953-1958), Л.К. Клышев (1958), З.В. Кубанская (1958-1960), Б.А. Быков (1960-1965), Г.З. Бияшев (1965-1978), М.А. Айтхожин (1978-1983), И.О. Байтулин (1983-1988), С.А. Бедарев (1988-1995).

За годы существования института исследован комплекс проблем по ботанике, физиологии, биохимии и генетике растений, создан республиканский гербарий, коллекции которого составляют более 300 тыс. листьев. Создание гербария послужило основой для многих флористических работ. Издано более 600 монографических сводок, сборников, книг, брошюр. Из них особое место занимают 9-томная «Флора Казахстана» (1956, 1958, 1960-1966) и 13-томная

«Флора споровых растений Казахстана» (1956, 1960, 1961, 1964, 1967, 1968, 1970, 1971, 1973, 1975, 1976-1978, 1981-1982, 1985-1987), удостоенная Государственной премии.

В разные годы опубликованы крупные монографии: «Микологическая флора Заилийского Алатау» (1969), «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» (1969, 1972), «Пастбища пустынь Казахстана» (1980), «Цитология дискомицетов» (1982), «Экологический словарь» (1983), «Флора Джунгарского Алатау» (1984), «Флавоноидо-содержащие растения юго-востока Казахстана» (1984), «Высокогорная флора Северного Тянь-Шаня» (1985), «Строение и работа корневой системы растений» (1987) и многие другие.

Созданы карты растительности Казахстана, карты растительности по областям, карты растительности водоемов. Разработана классификация ареалов грибов, построенная на географической зональной основе, которая позволила объяснить основные этапы формирования микофлоры на территории Казахстана. Проведены исследования грибных болезней древесных пород и выявлены грибные ресурсы республики.

В 1932-1946 гг. Институту ботаники АН КазССР были подведомственны ботанические сады республики, а с ноября 1946 г. был реорганизован в самостоятельное научно-исследовательское учреждение Республиканский ботанический сад АН КазССР. Генеральный

план реконструкции Республиканского ботанического сада был разработан в 1955 г. Были запроектированы и впоследствии построены крупные сооружения – оранжерея, служебные здания, теплицы, водоемы, дорожно-тропичная сеть и др.

Затем при получении Алма-Атинским ботаническим садом статуса научно-исследовательского института (1967 г.) все периферийные сады были переданы в его ведение, таким образом была создана сеть ботанических садов Казахстана.

Разнообразие почвенно-климатических условий ботанических садов, соответствующее разнообразию природы Казахстана, определяет уникальность этой системы в мировом масштабе, т.к. подобной организационно-единой системы не имеет ни один столь крупный и столь экологически дифференцированный регион.

В развитие и становление научных исследований ботанических садов Академии наук КазССР, как и в развитие исследований Института ботаники, большой вклад внесли известный флорист профессор Б.К. Шишкин, позднее профессор М.Г. Попов и академик Н.В. Павлов, а также академик Н.В. Цицин, член-корреспондент Б.М. Козо-Полянский, академики Б.А. Келлер, П.И. Ланин. Большую поддержку в строительстве Главного ботанического сада в г. Алма-Ате и развертывании сети ботанических садов республики оказал Прези-

дент АН КазССР Каныш Имантаевич Сатпаев. Первым директором Главного ботанического сада был ученый-агроном к.с/х. н. А.И. Миловзоров (1932-1934). Затем директорами были П.С. Чабан (1932-1942), Б.М. Козо-Полянский (1942-1944), Е.Б. Бисенбиев (1946-1952), Л.К. Клышев (1952-1953), Б.К. Кюнимбетов (1953-1957), В.Г. Рубашкин (1957-1961), Е.Х. Узенбаев (1966-1974), И.О. Байтулин (1975-1983; 1994-1995), М.А. Проскураков (1983-1987), Б.А. Винтергольц (1987-1988), И.Н. Рахымбаев (1988-1993).

Из наиболее крупных публикаций ботанических садов следует отметить такие, как «Интродукция голозерных в Казахстане» (1974), «Дикая яблоня Казахстана» (1997), «Корневая система растений аридных зон Казахстана» (1974), «Солодки Казахстана» (1979), «Интродукция деревьев и кустарников Европы в Казахстане» (1980), «Характер и значение дискретности горных древостоев» (1982), «Опыт интродукции древесных растений в Центральном Казахстане» (1982), «Изоферменты в хемосистематике высших растений» (1982), «Растения природной флоры Казахстана в интродукции» (1989) и многие другие.

В главном ботаническом саду созданы богатейшие коллекции живых растений (свыше 6 тысяч ботанических таксонов) – интродуцентов из различных регионов земного шара, кониферетум, сиренгарий, розарий, участок редких растений. В оранжерее проводится изу-

ление тропических и субтропических растений (более тысячи видов).

Основные направления научных исследований ботанических садов – разработка научных основ интродукции местных и инорайонных растений в целях обогащения культурной флоры республики и сохранения генофонда редких и исчезающих видов.

Разработано новое научное направление – системно-экологический подход к интродукции растений. Главные составляющие системно-экологического подхода – это системная организация экологически ординированной базовой сети исследовательских центров интродукции, системно-организованные исследования закономерностей адаптации интродуцируемых растений.

В настоящее время Институт ботаники и фитоинтродукции является крупным ботаническим центром, ведущим исследования по многим дисциплинам современной ботаники (флористика, систематика, геоботаника, палеоботаника, ресурсоведение, экология, интродукция), а также двум подразделениям растительного мира – высшие сосудистые растения и низшие – грибы и водоросли. Существующая комплексность ботанических исследований дает возможность получения более полной информации о процессах, происходящих в современном растительном мире на различных уровнях его организации (биоценотическом и флористическом) для выработ-

ки стратегии его сохранения и рационального использования.

В Институте созданы научные школы флористов, микологов, геоботаников, ресурсоведов, интродукторов, морфологов, ризологов, основателями которых являются известные ученые Попов М.Г., Павлов Н.В., Бияшев Г.З., Быков Б.А., Калымбетов Б.К., Михайлова В.П., Шварцман С.Р., Байтулин И.О., Джангалиев А.Д., Рубаник В.Т., Байтепов М.С., Кукенов М.К., Сушков К.Л., Бесчетнова М.В.

В состав института входят 10 научных лабораторий и 4 филиала – ботанические сады, в которых собрано более 6 тысяч ботанических таксонов уникальных растений мировой флоры (Главный ботанический сад включает 6 тыс. ботанических таксонов, Алтайский – 3,9 тыс., Жезказганский – 1,3 тыс., Илийский – 0,5 тыс., Мангышлакский – 1,2 тыс.), из них около 1000 растений из флоры Казахстана.

Гербарный фонд сосудистых и споровых растений является одним из крупнейших в странах СНГ, входит в состав главнейших гербариев мира и имеет международный индекс АА. В Гербарии наиболее полно представлена богатейшая флора Казахстана – около 250 тыс. гербарных образцов мохообразных, папоротникообразных, голосеменных, покрытосеменных растений, 150 тысяч образцов грибов и лишайников. В институте хранится свыше 500 коллекций ископаемых растений Казахстана – это самая

крупная коллекция остатков растений торфяного, мелового, палеогенового и неогенового периодов не только в Казахстане, но и во всей Средней Азии. Гербарный фонд создавался трудами пяти поколений казахстанских ученых. Сохранение и постоянное обращение к материалам, собранным 100, 50, 10 лет назад, дает уникальную возможность отслеживать изменения, миграцию, трансформацию растительности, как определенной территории, так и всего Казахстана в целом.

Только за последние годы Институтом разработана новая концепция флористического районирования, основанная на современных данных флористики и систематики.

Создана компьютерная база данных «Флора Казахстана», насчитывающая 6 тысяч видов высших растений и 4,5 тысячи грибов. Собраны и изучены оригинальные палеоботанические материалы в местонахождениях Кангазган кудук, Тургайском прогибе, северном Приаралье, существенно дополняющие представления о систематическом составе, истории развития флоры не только Казахстана, но и Евразии в целом.

Изучена микобиота заповедных территорий и составлены конспекты грибов из заповедников. Получены высокопродуктивные штаммы микроводорослей для культивирования в открытой культуре и разработаны методы их использования в качестве альгоудобрения.

Выявлен видовой состав и запасы основных лекарственных и ароматичес-

ких растений Казахстанской части Тянь-Шаня, дана их эколого-фитоценологическая характеристика, описано более 50 новых видов, разработаны рекомендации по охране выявленных редких и реликтовых видов. Разработаны квоты заготовок лекарственного сырья по изученному региону. Обобщены материалы многолетних исследований ресурсов лекарственных растений Казахстана в сводке «Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений Казахстана» (1994), не имеющей аналогов в странах СНГ. За последние годы опубликованы монографии: «Сохранение биоразнообразия Центральной Азии, Казахстан» (1997), «Мохообразные Средней Азии и Казахстана» (1998), «Лекарственные растения Казахстана, их рациональное использование» (1998), «Флора Казахстана» т.1 (1999), «Дикие плодовые растения Казахстана» (2001), «Биохимические основы селекции шеницы на качество» (2001), Учебники «Ботаническое ресурсоведение» (1999), «Основы ризологии» (2001).

Впервые разработана и апробирована методика «Комплексная селекционно-генетическая инвентаризация и таксация биоразнообразия плодовых лесов Казахстана». Разработана целевая программа и рекомендации по сохранению и восстановлению плодовых лесов. Впервые в Казахстане созданы коллекционные фонды: «Дикая яблоня Казахстана», «Дикий абрикос Казахстана», «Дикие плодовые растения Казахстана», коллекции живых растений из природ-

ных популяций из родов «Лук», «Тюльпан», «Ирис», «Эремурус». Впервые в республике начато создание рокария, в котором сейчас представлено 89 таксонов, из них 15 - краснокнижные виды. Получены положительные результаты по репатриации в природные популяции 5 видов редких, находящихся под угрозой исчезновения растений.

Разработаны новые, уникальные методические подходы к оценке современного состояния и мониторинга растительности с использованием технологии дистанционного зондирования и организации в компьютерные базы данных на основе средств системы управления базами данных (СУБД), позволяющие осуществлять оперативную оценку, необходимую для управления природопользованием. Созданы картографические модели техногенно-измененных систем в зонах экологического бедствия (Прикаспий, Приаралье, Семипалатинская область), карты растительности Казахстана и Средней Азии, имеющие большое фундаментально-прикладное значение как основа создания ГИС (геоинформационной системы) и рационального природопользования. Дана оценка современного состояния основных типов растительности Казахстана: степей, пустынь, лугов и лесов. Выявлены факторы общих и частных трансформаций растительности для каждого типа и определена их географическая специфика. Впервые разработаны пофакторные критерии оценки степени

антропогенной трансформации для различных типов растительности. Разработаны методические подходы к оценке биоразнообразия растительности и выявлению приоритетов ее сохранения.

Получено 10 новых сортов фрезии селекции Института, еще 8 сортов проходят госсортоиспытание.

В институте работают 10 докторов и 52 кандидата наук, из них 1 академик (И.О. Байтулин) и 1 член-корреспондент (А.Д. Джангалиев). При Институте работает Диссертационный Совет по защите докторских и кандидатских диссертаций. Институт имеет лицензию на право подготовки высококвалифицированных кадров (докторов и кандидатов наук).

В перспективе РГКП «Институт ботаники и фитоинтродукции» МОиН РК планирует продолжать исследования по изучению флоры и растительности Казахстана, в том числе кризисных территорий (Арал, Семипалатинский полигон, Прикаспий, Прибалхашье и др.), с целью разработки стратегий их сохранения, восстановления и рационального использования, продолжит интродукционные исследования для освоения генетических ресурсов из мировой флоры с целью обогащения фитогенофонда страны, а также разработку мер сохранения редких и исчезающих видов флоры Казахстана в культуре и природе.

Планируется развитие нового направления – получение лекарственных препаратов из растительного сырья (цистанхе, солодки и других видов). Наряду

ду с традиционным банком генов растений в виде коллекций живых растений, необходимо создать современный банк семенного материала и меристемную лабораторию по ускоренному тиражированию перспективных для народного хозяйства, редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, отработать технологию культивирования перспективных съедобных грибов для получения ценного пищевого и кормово-

го белка. В ближайшие годы будет издана монографическая сводка «Флора Казахстана» на государственном языке, уже подготовлена к изданию «Зеленая книга», содержащая информацию о редких растительных сообществах, нуждающихся в охране с обоснованием их уникальности, и будет осуществлено второе издание «Красной книги Казахстана» (виды), в которую включено 405 редких и нуждающихся в охране видов.

**О ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ
ГОРОДСКОЙ ЗОНЫ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ
КАЗАХСТАНА****А.Б. КАДЕНОВА, Б.Х. ШАЙМАРДАНОВА***Павлодарский государственный университет им.С.Торайгырова*

Мақалада Павлодар қаласының ағаш тектес өсімдіктерінің жаппай қурудың негізгі себебі анықталды. Ағаш тектес және бұталы өсімдіктердің аурулары мен олардың қоздырушылары табылды.

В статье выявлены основные причины усыхания древесных насаждений в г. Павлодаре. Определены болезни деревьев и кустарников и их возбудители, установлено количество пораженных болезнями растений, предложены способы оздоровления зеленых насаждений.

In the article the cases of trees drying in Pavlodar are discussed. We established the trees' and bushes' diseases and pathological agents, the quantity of ill plants is determined and the ways of the green plants treatment in the city are offered.

Павлодарская область на северо-востоке Казахстана в течение последних 30-40 лет подвергалась мощному антропогенному загрязнению. Одним из наиболее техногенно-загрязненных в дан-

ном регионе является г.Павлодар с его обширной промзоной, представленной тракторным, алюминиевым, нефтеперерабатывающим, химическим заводами, а также четырьмя ТЭЦ.

В этой связи актуальным и своевременным является комплексное изучение состояния зеленого фонда с целью дальнейшего улучшения создавшейся неблагоприятной экологической ситуации. С 1999 г. биологи ПГУ в прессе и на телевидении поднимали тревогу по внезапно возникшей проблеме – массовом угнетении деревьев и кустарников, усыхании хвойных и лиственных пород. Возникла необходимость детального обследования всего зеленого фонда г.Павлодара и принятия действенных мер защиты.

В данном исследовании была поставлена задача проанализировать фитопатологическую ситуацию на примере древесно-кустарникового фонда в центре г.Павлодара, который охватывает улицы: Камзина, Кутузова, Короленко, 1 Мая, Советов, 25 лет Октября, Держинского, Ленина, Мира, Торайгырова,

Лермонтова, Каирбаева, Кривенко, Толстого, Горького.

Изучение болезней деревьев проводили по методикам П.Н.Головина и др. [1], З. Кирай и др. [2], К.В. Попковой [3] и Ю. В. Синадского [4].

Учет больных деревьев проводили сплошным пересчетом деревьев и соответствующим их описанием.

Оценку патологических явлений производили путем наружного осмотра больных растений с использованием лупы.

При постановке диагноза учитывали следующие признаки: 1) внешние признаки больного растения; 2) изменения в строении больных тканей; 3) установление типа болезни; 4) определение характера болезни (инфекционный или неинфекционный); 5) установление причины болезни; 6) определение возбудителя болезни, его систематического положения.

Для установления окончательного диагноза болезни использовали следующие методы: макроскопический, микроскопический, культуральный.

Макроскопический метод сводился к наружному осмотру деревьев в условиях их произрастания путем глазомерного обозрения и осмотра с помощью лупы стволов, боковых побегов, налетов, грибницы, плодовых тел, характера поражения хвои, листьев, прикорневой системы, распилов и др.

Микроскопическим методом исследовали пораженные органы и ткани де-

ревьев путем изготовления микропрепаратов и изучения их под микроскопом.

При приготовлении препаратов использовали следующие способы:

1) вырезали кусочки пораженных тканей, которые на предметных стеклах разрезали на очень мелкие части;

2) с помощью препаровальной иглы, влажной петли или скальпеля снимали с пораженных участков спороношения и мицелий грибов и помещали их на предметные стекла;

3) для установления наличия возбудителя в тканях растений изготавливали тонкие бритвенные или микротомные срезы через ткани пораженных органов растений.

Определение возбудителей болезней проводили по многотомному изданию "Флора споровых растений Казахстана" [5].

Культуральный метод применяли для определения и уточнения возбудителя заболевания деревьев. Патогенные организмы культивировали на питательной агар-агаровой среде, затем обрабатывали в автоклаве и содержали в термостате при соответствующей температуре. Выросший на питательной среде мицелий подвергали микроскопическому изучению.

Исследованию подлежали 21 вид деревьев и 24 вида кустарников. Болезни были обнаружены на 11 видах деревьев и на 2 видах кустарников. Возбудителями болезней явились 18 видов грибов и 2 вида бактерий.

На ели Шренка (*Picea Schrenkiana* Fisch et Mey) и ели колючей (*Picea pungens* Engelm.) выявлена болезнь "шютте обыкновенное", вызываемая грибом *Lophodermium macrosporum* (Hart.) Rehm.

У сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) обнаружены вызываемые грибами 3 болезни: ценангиевый некроз (возбудитель – *Cenangium Kazachstanicum* Schwarzman), шютте обыкновенное (возбудитель – *Lophodermium pini* Chev), смоляной рак (возбудитель – *Periderium pini* Zev. et Kleb.).

К снижению декоративных качеств березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и к ее гибели приводят болезни – бактериальная водянка (возбудитель – бактерия *Erwinia multiflora*), усыхание ветвей березы (возбудитель – гриб *Cytospora betulina* Ehr.), мучнистая роса (возбудитель – гриб *Phyllactinia suffulta* Sacc., f. *betulae* Thum.).

Широко распространенной болезнью вяза перисто-ветвистого в Павлодаре является графтиоз ильмовых, или голландская болезнь. Возбудитель болезни – гриб *Graphium ulmi* Schw.

На тополях (*Populus nigra* L., *P. alba* L., *P. pyramidalis* Rozier.) выявлены 4 болезни: цитоспороз (возбудитель – гриб *Cytospora chrysosperma* (Pers.) Fr.), мокрый язвенно-сосудистый рак – бурое слизевечение (возбудитель – бактерия *Pseudomonas gemifaciens* Konig.), рак ценангиевый (возбудитель – гриб *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm.),

ржавчина листьев тополя (возбудитель – гриб *Melampsora larici – populina* Kleb.). Наиболее опасными и распространенными болезнями тополей являются цитоспороз и встречающийся на многих экземплярах тополя черного мокрый язвенно-сосудистый рак.

Клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) более устойчив к заболеваниям по сравнению с вышеназванными видами деревьев, хотя на некоторых экземплярах клена также были обнаружены грибы, вызывающие следующие болезни: усыхание ветвей кленов, или нектриевый некроз (возбудитель – *Nectria cinnabarina* Fr.), черная пятнистость листьев (возбудитель – *Rhytisma acerinum* Fr.), бурая гниль стволов (возбудитель – *Fomes connatus* Fr.), мучнистая роса (возбудитель – *Uncinula aceris* Sacc.)

Из кустарников наиболее подвержены болезням – карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.) и шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.). На шиповнике коричном выявлена болезнь "мучнистая роса", вызываемая грибами из порядка *Erysiphales*. На карагане древовидной обнаружены 2 грибные болезни: чернь листьев (возбудитель – *Coniosporium ferruginascens* Karst.) и мучнистая роса (возбудитель – *Trichocloдия caraganae* Neger.).

Из хвойных пород больше всего страдает от болезней сосна обыкновенная. Самой опасной и распространенной болезнью сосновых насаждений является ценангиевый некроз (ценангиоз) [6,7].

БОТАНИКА

Заболеванию подвергаются в основном половозрелые особи деревьев. Наибольшего развития болезнь достигла у сосен, произрастающих на улицах Кутузова (197 экз.) и Держинского (104 экз.).

Не менее распространенной у сосны обыкновенной является и болезнь "шютте обыкновенное". Долгие годы считалось, что эта болезнь поражает только молодые насаждения. По нашим наблюдениям, шютте обыкновенное встречается у сосен не только молодых, но и у деревьев 30-летнего возраста.

В городе Павлодаре данная болезнь отмечена у сосны на улицах Держинского (191), Кутузова (188), Торайгырова (56), Камзина (42), Советов (34), Лермонтова (26), Толстого (23) Каирбаева (21), Кривенко (21), 1 Мая (19), Короленко (18), Мира (14), 25 лет Октября (10), Ленина (7).

Реже болеют сосны "смоляным раком". На названных улицах эта болезнь обнаружена на 72 деревьях.

Более устойчива к болезням ель, особенно ель Энгельмана (голубая ель). В Павлодаре на ели отмечена болезнь "шютте обыкновенное". Заболевание выявлено у елей на четырех улицах: Держинского (32), Ленина (8), Кутузова (4), Торайгырова (3).

К быстрому усыханию и гибели лиственных пород деревьев приводят такие грибные болезни, как усыхание ветвей березы повислой и клена ясенелистного, голландская болезнь вяза перисто-ветвистого, цитоспороз тополей, и такие бак-

териальные болезни, как мокрый язвенно-сосудистый рак тополя черного и бактериальная водянка березы повислой.

В наибольшей степени береза повислая поражена болезнью "усыхание ветвей" на Кутузова (149 экз.), Держинского (46), Короленко (32).

Бактериальной водянкой значительно заражена береза на улицах Кутузова (91), Держинского (27), Камзина (14).

Болезнь "мучнистая роса", покрывающая листья березы паутинистым налетом, отмечена на 15 обследованных улицах у 409 деревьев.

Голландской болезнью ильмовых заражены в исследованном районе 712 деревьев вяза перисто-ветвистого.

Наиболее распространенной болезнью клена ясенелистного в г. Павлодаре является "усыхание ветвей клена", или нектриевый некроз. Этой болезнью поражены 795 деревьев клена. Мучнистой росой заражены 286, черной пятнистостью листьев – 64 и бурой гнилью стволов – 2 экземпляра деревьев клена ясенелистного.

На всех видах тополей г. Павлодара обнаружена болезнь под названием "цитоспороз". Ею страдают 458 деревьев на обследованных улицах. На 542 экземплярах тополя черного выявлен мокрый язвенно-сосудистый рак. Единичные экземпляры тополей заражены раком ценангиевым.

Большинство видов кустарников в отличие от деревьев устойчи-

вы в условиях Павлодарской области к болезням.

Кустарниковая форма вяза перисто-ветвистого поражена голландской болезнью ильмовых так же, как и деревья вяза, но в незначительной степени. Голландская болезнь отмечена на кустарниковой форме вяза на улицах Лермонтова (31), Кутузова (27), Торайгырова (27), Короленко (11).

Зелёные насаждения г. Павлодара, как показали наши наблюдения, поражены в основном инфекционными болезнями. Для предупреждения развития этих

болезней необходимо систематически проводить защитные мероприятия.

Одно из первых мест в борьбе с болезнями растений принадлежит химическому методу как самому эффективному способу быстрого спасения насаждений деревьев и кустарников. Он требует большой осторожности, им должны пользоваться подготовленные специалисты. Заранее необходимо устанавливать место, время и способы применения химических средств.

Комплекс мероприятий для оздоровления древесных насаждений г. Павлодара представлен в таблице.

Таблица

Способы оздоровления древесных насаждений

Виды насаждений	Название болезней древесных растений	Используемые препараты	Способы оздоровления
1	2	3	4
Вяз Шренка Вяз колючая Вяз Ангельмана	Шютте обыкновенное	Цинеб – раствор 0,7-1%-ной концентрации, Поликарбацин - 0,7-1% раствор	Опрыскивание деревьев в конце мая – начале июня и с июля по сентябрь через каждые 20-25 дней.
Дерево обыкновенная	Целангиевый некроз (целангиоз)	Беномил – 0,15% раствор Водные суспензии: даконила-0,3%, байлетова-0,3%, дерозала-0,4%, фуразола-0,2%	Опрыскивание с июля до сентября Профилактические опрыскивания с интервалом в 20 дней с середины мая до середины сентября. Обрезка и уничтожение больных частей растений, удаление погибших экземпляров.
	Смоляной рак	Бордоская жидкость 1%-ный раствор. Водная 3% суспензия фигона	Опрыскивание с конца мая и до середины июня. Вырубка пораженных раком деревьев в мае и в августе.
	Шютте обыкновенное	Цинеб – 1% раствор. Бордоская жидкость – 1%, фигон – 0,5%.	Опрыскивание в конце мая – начале июня и с июля по сентябрь через каждые 20-25 дней.
Береза повислая	Бактериальная водянка	Каптан – 0,5-0,7% раствор, фентиурам – 0,3% раствор.	Опрыскивание деревьев, протравливание почвы. Обрезка пораженных ветвей.
	Усыхание ветвей	Динок – 5%-ный раствор	Опрыскивание весной до распускания листьев.

БОТАНИКА

1	2	3	4
	Мучнистая роса	Препараты серы (серный концентрат, молотая или коллоидная сера)	Опрыскивание или ошесивание.
Вяз перисто-ветвистый	Голландская болезнь, или графтиоз ильмовых	Смесь креозота и мазута (1:1)	Уничтожение больных деревьев и пораженных ветвей с обмазкой щей смесью креозота и мазута.
Клен желтолистный	Усыхание ветвей клена, или нектриевый некроз	Динок – 5%-ный раствор	Опрыскивание пораженных деревьев до распускания листьев. Уничтожение усыхающих и усохших деревьев.
	Черная пятнистость листьев кленов	Цинеб – 0,4%-ный раствор Хлорокись меди – 0,5%-ный раствор	Опрыскивание с момента появления пятен на листьях через каждые 2-3 недели до конца августа. Сжигание осенью опавших листьев.
	Бурая гниль стволов кленов	Цирам – 0,2%-ный раствор	Опрыскивание, обработка и пломбирование дупел. Сбор и уничтожение плодовых тел грибов.
	Мучнистая роса	Цинеб – 0,4%-ный раствор Серные препараты	Опрыскивание и ошесивание кленов.
Тополь черный Тополь белый Тополь пирамидальный	Цитоспороз	Фигон – 3%-ная водная суспензия Байлетон – 3% Бордоская жидкость – 1% раствор.	Опрыскивание деревьев с мая по сентябрь через каждые 20 дней. Обрезка пораженных болезнью и усыхающих веток. Полив, улучшение почвы. Химическая обработка черенков.
	Ржавчина листьев тополя	Динок – 2%-ный раствор Нитрофен – 3% Фентурам – 2%	Опрыскивание тополей весной. Сжигание опавших листьев.
	Мокрый язвенно-сосудистый рак тополя черного (бурое слезотечение)	Цинеб – 0,5%-ный раствор	Опрыскивание в начале заболевания. Обрезка усыхающих деревьев.

Таким образом, среди обследованных деревьев и кустарников, произрастающих в центральной части г.Палодара, наиболее выражены заболевания: шютте обыкновенное, смоляной рак, ценангиоз, рак язвенный, усыхание ветвей березы и клена, бактериальная водянка, мучнистая роса, цитоспороз, мокрый язвенно-сосудистый рак, ценангиевый рак, ржавчина листьев тополя, красно-бурая и черная пятнистость листьев клена.

Выявлена приуроченность заболеваний к определенным растениям. Для голосеменных - сосны обыкновенной, ели Шренка, ели колючей, лиственницы сибирской характерны смоляной рак, шютте обыкновенное, ценангиоз, рак язвенный. Для покрытосеменных - усыхание ветвей березы, клена, бактериальная водянка, мучнистая роса, цитоспороз, мокрый язвенно-сосудистый рак, ценангиевый рак, ржавчина листьев то-

поля, красно-бурая и черная пятнистость листьев клена и чернь листьев.

По итогам данного исследования разработаны практические рекомендации по диагностике массовых заболеваний и способам оздоровления древесно-кустарниковых насаждений для практических работников городского управления охраны окружающей среды, учителей школ, экологов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головин И.Н., Арсенева М.В., Тронова М., Шестилерова З.И. Практикум по общей фитопатологии, 2-ое издание.-М.: Колос, 1977.-С.7-22.
2. Кирай З., Клемент З., Шоймоши Ф., Вереш И. Методы фитопатологии (перевод с англ.).-М.: Колос, 1974.-С.186-192.
3. Попова К.В. Общая фитопатология.-М.: Агропромиздат, 1989.-С.359-364.
4. Синадский Ю.В. Курс лекций по лесной фитопатологии.-М.: МГУ, 1977.-С.153-179.
5. Флора споровых растений Казахстана.-Т.Т.3-12.-Алма-Ата: Наука, 1956-1977.
6. Харламова Н.В. Цанангиевский некроз – опасная болезнь сосновых насаждений Казахстана //Новости науки Казахстана.-Выпуск 1. Лесное хозяйство и защита лесоразведений.-Алматы: КазгосИИТИ, 2000.
7. Shaimardanova B.Kh., Kadenova A.B., Akimova A.M.. Phytopathological analysis of the wood tracts of the Bayanaul national natural park and the Chalday belt pine forest of Pavlodar oblast //News of Pavlodar state University, number 1. 2001. P.28-37.

**ИММУНОСТИМУЛИРУЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ
(ИСКОМ) НА ОСНОВЕ САПОНИНОВ -
ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ
ЭФФЕКТИВНЫХ СУБЪЕДИНИЧНЫХ ВАКЦИН**

В.Э. БЕРЕЗИН, А.П. БОГОЯВЛЕНСКИЙ

Институт микробиологии и вирусологии МОН РК

Табиғи немесе рекомбинантты антигендер негізіндегі суббірлікті вакциналар, тірі және инактивацияланған бүтінвирионды вакциналармен салыстырғанда қауыпсіздігі жоғары, ұйымталығы төмен, дегенмен иммуногенділігі жоғары емес болуы мүмкін. Вакциналардың иммуногенділігін жоғарылату үшін адьюванттар қолданылады. Соңғы уақытта олардың ішінде осімдік тектес сапониндер белсенді түрде зерттелінеді. Организмді инфекциядан қорғап, гуморальды, клеткалық және вирусқақарсы жергілікті секреторлы иммунитет туғызу қабылетіне ие сапонин Квил А мен тазартылған вирус-антигендерінің кешені негізіндегі и.мунды-күшейткіш (ИСКОМ) үлкен қызығушылық туғызады. Бұл еңбекте ИСКОМ кешені мен Қазақстан флорасының бірқатар осімдіктерінен алынған сапониндердің и.мундыкүшейткіш белсенділігін зерттеу деректері топтастырылған.

Субъединичные вакцины на основе природных или рекомбинан-

Субъединичные вакцины на основе очищенных антигенов природного или искусственного происхождения являются одними из наиболее перспективных вакцинных препаратов нового поколения. Субъединичные вакцины значительно безопаснее в применении по сравнению с цельновирионными живыми или инактивированными вакцинами, так как являются менее токсичными, не содержат инфекционных структур, способных вызвать заражение, или генетического материала, способного трансформировать клеточный геном. В настоящее время производятся и коммерчески доступны ряд субъединичных вакцин, включая вакцину против гриппа, бешенства, клещевого энцефалита и гепатита В. Вместе с тем, субъединичные вакцины являются относительно слабыми иммуногенами и требуют особой физической презентации входящих в их состав антигенов или применения иммуностимуляторов (адьювантов) для получения хорошего иммунного ответа. На-

тных антигенов являются более безопасными по сравнению с живыми или инактивированными цельновирионными вакцинами, однако обладают меньшей иммуногенностью. Для повышения иммуногенности вакцин используются адъюванты, среди которых в последнее время активно изучаются сапонины растительного происхождения. Большой интерес представляет иммуностимулирующий комплекс (ИСКОМ) на основе тритерпенового сапонида гликозид Квил А и очищенных вирусных антигенов, способный индуцировать гуморальный, клеточный и местный секреторный противовирусный иммунитет, защищая организм от инфекции. В настоящей работе обобщены данные по изучению комплекса ИСКОМ и иммуностимулирующей активности сапонинов, полученных из ряда растений флоры Казахстана.

Subunit vaccines on the basis of natural or recombinant antigens are more safe and low toxic in comparison with alive and inactivated whole virus vaccines, however express lower immunogenicity. For increase the immunogenicity of vaccines different adjuvants are used. Recently have been actively studied saponins of plant origin as new adjuvants. Immunostimulating complex (ISCOM) on the basis of triterpene saponin glycoside Quil A and purified virus antigens which is capable to induce humoral, cellular and local mucosal antiviral immunity, protecting organism from infection is of great interest. In the present work the data on study of ISCOM and immunostimulating activity of saponins prepared from a number of Kazakhstani plants are generalized.

пример, субъединичная тривалентная вакцина против гриппа предусматривает использование гидроокиси алюминия в качестве адъюванта.

Коллоидные и мультимерные формы вакцинных белков могут стимулировать естественную форму презентации антигенов и обладают повышенной иммуногенностью по сравнению с обычной растворимой формой антигенов. Организация вирусных белков в специфические мультимолекулярные структуры, такие, как липосомы, ИСКОМ или микросферы, позволяет увеличить их иммуногенность за счет нескольких факторов: сочетания антигена с адъювантно-активными компонентами, повышения стабильности антигена и его лучшей презентации для распознавания клетками иммунной системы.

Имуностимулирующий комплекс (ИСКОМ) является одной из наиболее эффективных форм доставки вирусных антигенов на иммунокомпетентные клетки. ИСКОМ состоит из очищенных антигенов, липидов и тритерпенового сапонида - гликозида Квил А, выделенного из коры южноамериканского дерева *Quillaja saponaria Molina* [1]. Эти компоненты образуют уникальную сложно организованную структуру за счет гидрофобных взаимодействий. Исследованиями последних лет было показано, что ИСКОМ способен стимулировать широкий спектр иммунного ответа, включая гуморальный и клеточный иммунитет, а также про-

дукцию интерлейкинов и гамма-интерферона [2-7].

Кроме того, ИСКОМ индуцирует образование местных секреторных антител, а также вызывает иммунный ответ у новорожденных [8, 9]. ИСКОМ может быть использован для изменения молекулярной организации не только природных вирусных антигенов, но и генно-инженерных белков и химически синтезированных пептидов [7, 10, 11].

Способность растительных сапонинов вызывать стимуляцию иммунного ответа была открыта более 50 лет назад, однако лишь недавно было доказано, что сапонины обладают не только общей иммуностимулирующей активностью, но и способны изменять организацию антигенов, обеспечивая их лучшее распознавание иммунокомпетентными клетками. Тритерпеновые сапонины весьма широко распространены в растительном мире. Они обнаружены у растений, принадлежащих более чем к 70 семействам, причем для 150 родов они типичны. Наибольшее количество сапонинсодержащих родов встречается в семействах *Fabaceae*, *Sapotaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Araliaceae*, *Primulaceae*, *Apiaceae* и др. В химическом отношении тритерпеновые сапонины являются гликозидами. Их агликаны по углеводородному скелету относятся к ряду олеанана (*b*-амирин), урсана (*a*-амирин), лупана (лупеол), гопана, даммарана, ланостана и голостана. Углеводная же цепь представлена раз-

личными по качеству и количеству моносахаридами, обычно встречающимися в растениях. Наличие гидрофобного и гидрофильного доменов в структуре растительных гликозидов является основой для взаимодействия с амфипатическими белками и формирования смешанных мультимолекулярных комплексов.

Для получения комплексов ИСКОМ обычно используется технология, которая предусматривает смешивание очищенных антигенов с гликозидом Квил А, липидами и неионным диализуемым детергентом. Последующее удаление детергента диализом приводит к формированию комплексов. Детергент является одной из ключевых физико-химических характеристик.

В наших экспериментах для получения ИСКОМ была разработана простая технология, основанная на применении нового неионного детергента МЭСК, синтезированного в Казахстане [12]. Этот детергент способен селективно извлекать наружные антигены многих оболочечных вирусов [2, 13], не разрушая их антигенные детерминанты, и может быть полностью удален диализом из солюбилизованных белков (ККМ=32 мМ). Как показали полученные данные, МЭСК оказался весьма подходящим детергентом, как для избирательного извлечения поверхностных антигенов из вирусных частиц, так и для приготовления комплексов ИСКОМ.

Техника солюбилизации-диализа, основанная на применении детергента

МЭСК, была использована для получения комплексов ИСКОМ. В результате применения несложной процедуры экстракции вирусных гликопротеидов детергентом МЭСК в присутствии липидов и растительных сапонинов, с последующим удалением субвирусных струк-

тур центрифугированием и детергента диализом, происходило формирование комплексов ИСКОМ. На рис. 1 представлены данные электронно-микроскопического анализа комплексов ИСКОМ, полученных из гликопротеидов вирусов гриппа, парагриппа и бешенства.

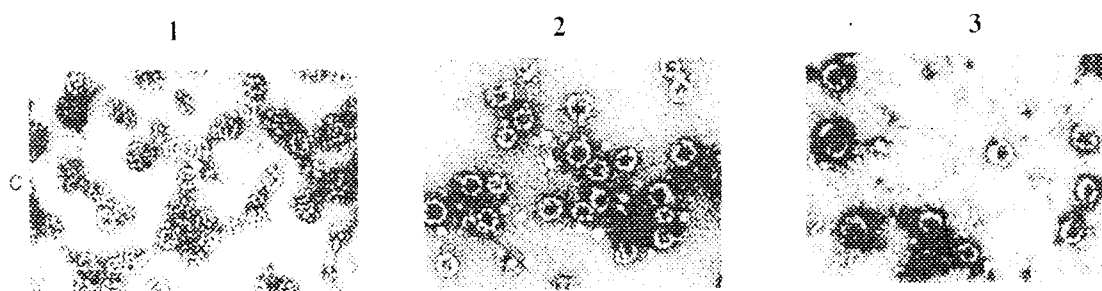


Рис. 1. Электронная микроскопия препаратов ИСКОМ, полученных из гликопротеидов вируса гриппа А (1), парамиксовируса Сендай (2) и вируса бешенства (3).

Таблица 1.

Иммуногенность субъединичной гриппозной вакцины

Антиген *	титр HI антител **		Протективный иммунитет
	Однократная иммунизация	Двукратная иммунизация	% защиты от заражения гомологичным вирусом
Субъединичная вакцина в форме мономеров	20	80	30%
Субъединичная вакцина в форме мицелл	80	640	60%
Субъединичная вакцина в форме липосом	160	1280	70%
Субъединичная вакцина в форме ИСКОМ	320	5120	100%
Субъединичная вакцина в сочетании с гидроокисью алюминия	160	2560	80%
Цельновирионная инактивированная вакцина (очищенный вирус)	160	640	70 %
Контроль (плацебо)	<10	<10	0%

*Количество антигена на одну мышь составляло: 6 мкг в случае очищенных гликопротеидов и 20 мкг в случае очищенного неразрушенного вируса. Вирус гриппа штамм А/Аichi/2/68 (H3N2).

**Обратные титры антигемагглютинирующих антител.

Иммуногенность комплексов ИСКОМ была исследована в опытах на животных. В таблице 1 показаны результа-

ты изучения иммуногенности субъединичной гриппозной вакцины в экспериментах на мышах. Как свидетельствуют

данные таблицы, иммуногенность комплексов ИСКОМ была значительно выше иммуногенности субъединичной вакцины в форме мономеров и мицелл, а также выше иммуногенности цельного очищенного вируса и субъединичной гриппозной вакцины, адсорбированной на гидроокиси алюминия – традиционном для вакцинных препаратов адьюванте. Важно отметить, что вакцина на основе ИСКОМ обеспечивала полную защиту животных от заражения гомологичным вирусом.

Сходные результаты были получены при анализе иммуногенности различных форм субъединичной гликопротеидной вакцины, полученной из парамиксовируса Сендай (табл. 2). Как показано в таблице, индукция специфических антигемагглютинирующих и вируснейтрализующих антител при иммунизации ИСКОМ была значительно выше, чем при иммунизации цельным вирусом и мицеллами очищенных гликопротеидов, в том числе в смеси с гидроокисью алюминия.

Таблица 2.

Иммуногенность различных форм гликопротеидов вируса Сендай.

Антиген*	титр НИ антител**		титр ВН антител***	
	1-кратная иммуниз.	2-кратная иммуниз.	1-кратная иммуниз.	2-кратная иммуниз.
Мицеллы	16	256	8	32
Мицеллы + AL(OH) ₃	32	512	16	28
ИСКОМ	64	2048	16	512
Мицеллы+адьювант Фрейнда	128	4096	32	512
Цельный вирус	32	512	16	64
Контроль (плацебо)	<4	<4	<2	<2

*Мышей иммунизировали вирусом Сендай, штамм 960 (30 мкг/мышь) и изолированными гликопротеидами с различной формой молекулярной организации (10 мкг/мышь).

НИ-подавление гемагглютинации, *ВН - вирус-нейтрализация.

В противоположность большинству сапонинов, полученных из различных источников, сапонины, содержащиеся в растении *Quillaja saponaria*, высоко эффективны в индукции гуморального, клеточного и мукозального иммунитета. Более того, выделение из коры *Quillaja saponaria* тритерпенового сапонины гликозид Квил А [1] и ацилированного тритерпенового сапонины QS-21

[14] с высокой иммуностимулирующей способностью и низкой токсичностью дало большие перспективы к созданию нового класса адьювантов для усиления иммуногенности вакцин.

В нашей работе была сделана попытка получить иммунологически активные субстанции, сходные с гликозидом Квил А и QS-21, из растений местной казахстанской флоры. Как известно,

некоторые растения, произрастающие в Казахстане, содержат значительное количество сапонинов, причем часть из них близка по химической структуре к гликозиду Квил А. Высокий уровень сапонинов содержится в растениях *Glycyrrhiza glabra L.*, *Polemonium coeruleum L.*, *Saponaria officinalis L.*, *Acantophyllum sp.*, *Gypsophila paniculata*, и *Aesculus hippocastanum*.

Нами было проведено изучение иммуностимулирующей активности сапонинов, выделенных из перечисленных выше растений, на модели гликопротеидных антигенов парамиксовируса Сендай. В таблице 3 представлены результаты иммуноферментного анализа сывороток крыс после иммунизации препаратами гликопротеидов в сочетании с полученными сапонинами.

Таблица 3.

Иммуногенность гликопротеидов вируса Сендай в сочетании с различными гликозидами, полученными из казахстанских растений
Титрантител в ИФА-ГИС

Препараты	2 недели после однократной иммунизации	3 недели после однократной иммунизации	1 неделя после двукратной иммунизации
Комплекс гликопротеидов с сапонинами из <i>Glycyrrhiza glabra</i>	6400	12800	51200
Комплекс гликопротеидов с сапонинами из <i>Polemonium coeruleum</i>	3200	3200	12800
Комплекс гликопротеидов с сапонинами из <i>Saponaria officinalis</i>	3200	12800	12800
Комплекс гликопротеидов с сапонинами из <i>Acantophyllum sp.</i>	6400	25600	25600
Комплекс гликопротеидов с сапонинами из <i>Gypsophila paniculata</i>	12800	51200	102400
Комплекс гликопротеидов с сапонинами из <i>Aesculus hippocastanum</i>	12800	25600	102400
Мицеллы очищенных гликопротеидов	3200	3200	3200
Цельный очищенный вирус	12800	12800	12800
ИСКОМ из гликопротеидов вируса Сендай и гликозида Квил А	12800	51200	204800
Гликопротеиды в сочетании с полным адьювантом Фрейнда	12800	51200	204800

Все препараты были приготовлены по той же схеме, что использовалась для получения комплексов ИСКОМ. Результаты, представленные в таблице 3,

показывают, что три из исследованных растений оказались весьма перспективными для дальнейшего изучения в качестве потенциального источника имму-

нопотенциаторов, сходных по действию с гликозидом Квил А. Это - *Glycyrrhiza, Glabra, Gypsophila paniculata* и *Aesculus hippocastanum*. Следует подчеркнуть, что по результатам электронно-микроскопического анализа препаратов, приготовленных из гликопротеидов вируса Сендай и выделенных нами сапонинов, последние служили организаторами структур, весьма сходных по морфологии с комплексами ИСКОМ, полученными на основе гликозида Квил А.

На рис. 2 показаны результаты изучения иммунного ответа у крыс при вакцинации гликопротеидами вируса FPV в сочетании с сапонинами, полученными из казахстанских растений. Иммуностимулирующую способность препаратов сравнивали с иммуногенностью комплексов ИСКОМ, цельного инактивированного вируса и гликопротеидов в сочетании с полным адьювантом Фрейнда. Наблюдение осуществляли в течение 9 недель после иммунизации животных.

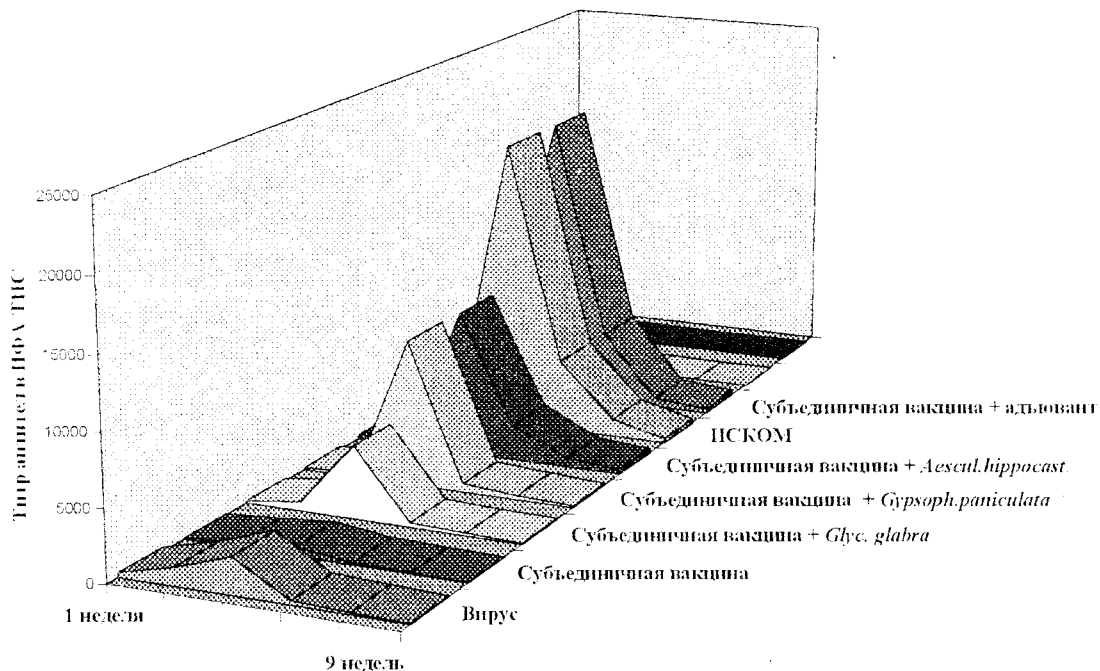


Рис. 2. Изучение иммуногенности субъединичной вакцины в сочетании с сапонинами, выделенными из казахстанских растений.

Полученные результаты свидетельствуют, что выделенные нами сапонины способны стимулировать иммунный ответ на введение субъединичной вакцины. Иммуногенность субъединичной вакцины в сочетании с сапонинами, выделенными из казахстанских растений, была существенно выше по срав-

нению с иммуногенностью вакцины без адьювантов, а также иммуногенности цельного очищенного вируса и лишь незначительно уступала иммуногенности комплексов ИСКОМ и вакцины в смеси с полным адьювантом Фрейнда.

Представленные данные свидетельствуют о возможности использова-

ния сапонинов, выделенных из казахстанских растений, в качестве адъювантов для усиления иммуногенности субъединичных вакцин. Эти сапонины способны формировать мультимолекулярные комплексы с вирусными антигенами, подобно гликозиду Квил А, являются малотоксичными и демонстрируют высокий уровень иммуностимулирующей активности даже в незначительных дозах.

В целом, иммуностимулирующие комплексы ИСКОМ являются чрезвычайно перспективной конструкцией для создания высокоэффективных, малотоксичных и безопасных субъединичных вакцин для профилактики самых различных вирусных инфекций. В пользу этого свидетельствует несколько предпосылок. Во-первых, очищенные вирусные антигены не только природного, но и генно-инженерного происхождения могут быть включены в состав структуры ИСКОМ. Во-вторых, комплексы ИСКОМ могут быть организованы как мультиантигенные структуры, включающие белки с различной антигенной специфичностью, что позволит создавать вакцины широкого спектра действия. В-третьих, ИСКОМ способен стимулировать все звенья иммунного ответа, включая гуморальный иммунитет, клеточный иммунитет и, что очень важно, мукозальный иммунитет. Более того, ИСКОМ-вакцина может применяться не только для парентерального введения, но и использована интраназально. Со-

гласно нашим предварительным данным, при интраназальном введении ИСКОМ уровень специфических антител в сыворотках практически не уступает уровню антител, образующихся после подкожного введения. Наконец, ИСКОМ является весьма стабильным препаратом и может храниться длительное время без снижения иммуногенной активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Morein B., Simons K. Subunit vaccines against enveloped viruses: virosomes, micelles and other protein complexes. *Vaccine*, v.3, p.83-88, 1985.
2. Berezin V.E., Zaides V.M., Isaeva I.S., Artamonov A.F., Zhdanov V.M. Controlled organization of multimolecular complexes of enveloped virus glycoproteins: study of immunogenicity. *Vaccine*, v.6, p.450-456, 1988.
3. Berezin V.E., Bogoyavlensky A.P. Study of immunogenicity of different molecular structures of orthomyxovirus glycoprotein antigens. "New trends in vaccine: adjuvants, delivery systems and antigens" Institute Pasteur EuroConference, Paris, 1998.
4. Bogoyavlensky A.P., Berezin V.E., Tolmacheva V.P., Khudiakova S.S., Ogneva A.V. Immunogenicity of influenza glycoproteins with different forms of supramolecular organization in hens. *OJVR Online Journal of Veterinary Research*, v.3, p.106-123, 1999.
5. Aucouturier J., Dupuis L. Ganne V. Adjuvants designed for veterinary and human vaccines // *Vaccine* 2001, N 19(17-19):2666-72
6. Kamstrup S., Roensholt L., Jensen M.H., Dalsgaard K. Production of a highly immunogenic subunit ISCOM vaccine against Bovine Viral Diarrhea Virus. *Vaccine*, v. 17 (9-10), p.1057-1064, 1999.
7. Smith R.E., Donachie A.M., Grdic D., Lycke N., Mowat A.M. Immune-stimulating complexes induce an IL-12-dependent cascade of innate immune responses. *J. Immunol.*, v.162 (9), p.5536-5546, 1999.
8. Verschoor E.J., Mooij P., Oostermeijer H., van der Kolk M., ten Haaf P., Verstrepen B., Sun Y., Morein B., Akerblom L., Fuller D.H., Barnett S.W., Heeney J.L. Comparison of immunity generated by nucleic acid-, MF59-, and ISCOM-formulated hu-

man immunodeficiency virus type1 vaccines in Rhesus macaques: evidence for viral clearance. *J. Virol.*, v. 73(4), p.3292-3300, 1999.

9.Hu K. F., Ekstrom J., Merza M., Lovgren-Bengtsson K., Morein B. Induction of antibody responses in the common mucosal immune system by respiratory syncytial virus immunostimulation complex. *Med. Microbiol. Immunol.*, v.187 (4), p.191-198, 1999.

10.Morein B., Villacres-Eriksson M., Ekstrom J., Hu K., Behboudi S., Lovgren-Bengtsson K. ISCOM: a delivery system for neonates and for mucosal administration. *Adv.Vet Med.*, v.41, p.405-413, 1999.

11.Beekman N.J., Schaaper W.M., Turkstra J.A., Mcloen R.H. Highly immunogenic and fully

synthetic peptide-carrier constructs targetting GnRH. *Vaccine*, v. 17 (15-16), p.2143-2050, 1999.

12.Berezin V.E., Zaides V.M., Artamonov A.F., Isaeva E.S.,Zhdanov V.M. Solubilisation of glycoproteins of enveloped viruses by detergents. *Biochemistry USSR*, v.51, p. 693-697, 1986.

13.Zaides V.M., Berezin V.E., Zhdanov V.M. Subunit vaccines of enveloped viruses: on the way to solving medical and technological problems. In "Sov.Med.Rev.: Virology Reviews", Harwood Academic Publishers, UK, v.2, p.291-320, 1987.

14.Kensil C.R., Soltysik S., Wheeler D.A., Wu J.-Y. Structure/function studies on QS-21, a unique immunological adjuvant from *Quilaja saponaria*. in: *Saponins Used in Traditional and Modern Medicine*, Plenum Press, New York, p. 165-171, 1996.

**ОБЗОР СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ
КАЗАХСТАНСКОЙ НЕМАТОЛОГИИ****К.У. БАЗАРБЕКОВ***Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова*

Мақалада Қазақстан нематология ілімінің даму кезеңдері туралы мәліметтер қарастырылған.

В статье рассматриваются этапы развития современной казахстанской нематологии.

In the article the stages of modern nematology development in Kazakhstan are submitted for consideration.

Нематоды чрезвычайно широко распространены в природе, повсеместно встречаясь в почве и в растениях, на селях моря и солоноватые воды, паразитируя в самых различных животных и человеке. Им принадлежит весьма разносторонняя роль в круговороте веществ в сельском хозяйстве, лесоводстве и цветоводстве, поражая различные органы надземной части и корневой системы и часто являясь причиной гибели отдельных посевов. Нематоды, живущие в почве и в растениях, могут являться переносчиками и инокуляторами опасных вирусных и грибковых болезней различных культур.

Первые исследования по выявлению паразитов и вредителей растений начаты в 1935 г., когда по линии сектора карантина Наркомзема СССР проводилась большая работа по установлению географического распространения и экономической значимости галловой нематоды в республиках бывшего Советского Союза. В исследованиях принимал участие и Казахский филиал АН СССР, в частности, Н.Ф. Литвинова (1936, 1939). Ею было выявлено повсеместное распространение галловой нематоды в Алматинской области.

При обследовании новых районов свеклосеяния в 1939 г. И.И. Коробом и А.П. Бутовским впервые была обнаружена свекловичная нематода в Талдыкорганской области.

Целенаправленная, планомерная научно-исследовательская работа по фитогельминтологии в Казахстане начата впервые в Институте зоологии АН РК в начале 60-х годов. Началом эколого-фаунистических исследований были работы по изучению фауны нематод зерновых, овощных, технических,

цветочно-декоративных, плодово-ягодных, лекарственных трав, диких сорных растений в Казахстане, которые проводились под руководством профессоров А.А. Парамонова и Е.С. Кирьяновой. Руководство известных специалистов и большие организационные возможности способствовали быстрому развитию региональных исследований по изучению нематод растений в различных ландшафтно-географических зонах республики силами сотрудников различных научно-исследовательских учреждений.

Исследовались зерновые (З.А. Балбаева - Институт зоологии НАН РК; К.Б. Булатова – Уральский ПИ); овощные (К.М. Нугманова, К.У. Базарбеков), А.О. Сагитов, Э.В. Герман – Институт защиты растений СХАН; цветочно-декоративные (Р.И. Изатуллаева, Ж.Т. Каугубаева); технические (Е.Н. Куаншалиева, К.М. Бекболатов); кормовые травы (Д.С. Чинасилов - Институт зоологии НАН РК, Л.А. Байдулова – Уральский ПИ), плодово – ягодные (А.А. Разживин – Каз НИИПиВ; М.Т. Софрыгина – КазГУ, А.В. Борисенко – Павлодарская карантинная инспекция); картофель (Т.К. Беисова – Институт зоологии НАН РК), бахчевые (К.К. Абдулгафарова – Чимкентский филиал АГМИ).

Силами указанных специалистов организовано более 50 научных экспедиций в различных агроценозах и биоценозах республики. В результате была выявлена фауна нематод, характерная

для разных растений, дана экономическая оценка значимости отдельных видов и их кормовые растения. Изучена зависимость качественного состава фауны нематод растений и почвы от агротехники, степени зараженности полей сорняками, орошения, продолжительности жизни и возделывания той или иной культуры. На обследованных растениях зарегистрировано свыше 500 видов нематод. Общий список видового состава нематод растений пополнился 38 видами, новыми для науки, которые были впервые описаны в Казахстане.

Развернутые в последние три десятилетия фитогельминтологические исследования в Казахстане показали, что паразитические нематоды – галловая, стеблевая, свекловичная нематоды и клеверная гетеродера широко распространены в Казахстане и наносят существенный вред хозяйственно-полезным растениям. Одними из основных вредителей картофеля и овощей являются стеблевые нематоды рода *Ditylenchus*, которые обнаружены на всей территории Казахстана. Например, лук заражен стеблевой нематодой в 34 районах из 17 областей. Потери лука и чеснока от нематоды достигают 60% и более, а иногда этот вредитель приводит к полной гибели урожая. Устойчивых сортов лука, чеснока и картофеля к стеблевой нематоды нет, в семеноводческих хозяйствах пораженность лука и чеснока может превышать 40%. Плантации земляники во многих хозяйствах Алматинс-

кой области также заражены стеблевой нематодой, что в значительной степени снижает не только урожай, но и не представляет возможным проводить заготовку усов и их реализацию в новые регионы возделывания земляники. Недооценка вредоносности паразита ведет к постепенному росту его экономического значения, а в хранилищах, где не выдерживаются условия режима, благоприятствует развитию паразита и приводит хозяйства к серьезным убыткам. К сожалению, работы такого содержания, т.е. снижение вредоносности стеблевых нематод в хранилищах в Казахстане еще не проводились.

Изучены паразитические корневые нематоды из групп мелойдогин и гетеродер в предгорных, горных и степных районах Казахстана, включающих территорию Заилийских и Джунгарских гор, Казахстанского Алтая и средней поймы р. Иртыш в областях Казахстана. Обследовано около 300 видов растений. Корневые паразитические нематоды найдены на 120 видах растений, относящихся к 80 родам и 42 семействам. Изучены видовой состав мелойдогин и гетеродерид, паразитирующих на культурных и диких растениях, их экология, вредоносность отдельных видов и меры борьбы с ними. В настоящее время из галловых нематод обнаружено 6 видов, гетеродер выявлено 17 видов. Галловые нематоды в Казахстане найдены на 109 видах растений, относящихся к 25 семействам и 81 роду;

гетеродериды г. Алматы, которые заражены кактусовой гетеродерой.

Распространение обнаруженных представителей мелойдогин и гетеродер носит очаговый характер, и это, прежде всего, зависит от наличия растений-хозяев, от условий окружающей среды. Так, крупные очаги северной галловой нематоды обнаружены в окрестностях г. Алматы и Алматинской, Восточно-Казахстанской, Талдыкорганской, Южно-Казахстанской и Павлодарских областях на 40 видах дикорастущих и культивируемых растений. Из дикорастущих сильно пораженными оказались: клевер луговой и ползучий, марь белая, черноголовка обыкновенная, мята полевая, тысячелистник обыкновенный, мать-и-мачеха обыкновенная, осот полевой, на корнях которых отмечено значительное количество галлов (46-273 экз.). К среднепоражаемым растениям относятся ширица белая, душица обыкновенная, паслен черный, полынь горькая и однолетняя, подорожник ланцетовидный и большой. Из культивируемых лекарственных растений сильно восприимчивы к галловой нематоды маралий корень, зверобой продырявленный, зизифора Бунге; из технических и кормовых – сахарная свекла, табак и люцерна посевная. Из овощных культур в хозяйствах Алматинской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской областей сильно заражены огурцы, томат, морковь, баклажаны и перец. Значительный урон галловые нематоды наносят цветочно-декоратив-

ным хозяйствам республики, где в условиях теплиц отмечается стопроцентная зараженность цикламена, бегоний, каллов и др. растений. По всей вероятности, занос инвазионного материала осуществляется с почвой, взятой из естественных очагов, расположенных в окрестностях г. Алматы, Усть-Каменогорска, Петропавловска, Караганды, Астаны, Павлодара. Галловая нематода *M. naasi* поражает яровую пшеницу в Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Северо-Казахстанской областях; *M. incognita* обнаружена на овощных и цветочно-декоративных растениях только в закрытом грунте.

Галловые нематоды и гетеродеры предпочитают увлажненные, притененные места, к которым относятся ущелья гор, берега горных и степных речек, северные склоны гор. Голые беспокровные хребты менее благоприятны для развития нематод. В засушливых равнинных местах они встречаются редко. Гетеродериды и мелойдогины найдены на высоте 3200 м над уровнем моря. Эти данные подтверждают предположение об их экологической пластичности и то, что они в своей трофической специализации тесно связаны с растением-хозяином, от которого в дальнейшем зависит и определяется формирование ареала паразита.

Изучено влияние экологических факторов на развитие паразитических корневых нематод: температура окружающей среды, длительность светового периода, влажность почвы. Выяснено,

что при пониженной температуре окружающей среды и сокращений светового дня на высоте свыше 2500 м над уровнем моря у *Heterodera trifolii* N.H. Punctata, по сравнению с равнинной частью, удлиняются сроки развития одного поколения до 60 и более дней. При этом у них снижается количество и размеры яиц. Отмечено также, что в засушливые годы при низкой влажности почвы и высокой температуре воздуха у лекарственных растений происходит увеличение числа особей самцов северной галловой нематоды.

Работами А.О. Сагитова, Ж.Т. Каугубаевой, Д.С. Чинасилова выяснено, что в условиях открытого грунта у галловой нематоды происходит смена поколений до 4-5, а у гетеродер - одна полная генерация, вторая, в связи с падением температуры воздуха и почвы, сокращением длины светлого дня, не завершается. Растениями-хозяевами гетеродерид в обследованных регионах в основном являются растения из семейства злаковых и бобовых.

Исследование нематод кормовых растений показало, что в числе других нематод клевер поражается гетеродерой, галловой и стеблевой нематодами. Они чаще обнаруживались на кормовых растениях до высоты 2500 м над уровнем моря и представляют потенциальную опасность особенно для бобовых растений. Поражая корневую систему клеверов и люцерны, эти нематоды отрицательно влияют на их урожайность, иногда

... вызывают выпадение из травостоя этих ценных высокобелковых культур. Выявлена восприимчивость ряда диких культурных кормовых растений к патогенным корневым нематодам и проведена оценка устойчивости различных сортов люцерны и клевера к галловой нематоде. Установлено, что рекомендуемые в республике районированные сорта в разной степени восприимчивы к галловой нематоде и практически нет непоражаемых сортов.

Многолетние эколого-фаунистические исследования диких и культурных плодовых культур (Разжавин, 1969, 1982) позволили открыть целый ряд экологических закономерностей. Установлено, что существенное влияние на специфику нематофауны оказывают условия произрастания яблони (влажность, почва, температура). Так, в зависимости от вертикальной зональности, т.е. по мере продвижения от пустынно-степной зоны к среднегорной, в плодовых насаждениях увеличивается численный состав нематод. Также отмечены изменения в видовом составе представителей фауны. В пустынно-степной и равнинно-степной зонах наибольший удельный вес в составе фауны занимают представители отр. Rhabditida (41-46%), в предгорной и нижнегорной зонах отр. Tylenchida (43-46%), среднегорной- отр. Enoplida (32%) и Tylenchida (40%).

На распределение нематод по генетическим горизонтам почв в яблоневых садах оказывают влияние мощность

гумусового горизонта, глубина залегания основной массы питающих корней, механический состав почв и влажность. Основная масса нематод сосредоточена в подстилке и верхнем горизонте —А (1-25 см.). Благодаря деятельности грибов и бактерий, разлагающих растительные остатки, в ризосфере преобладающее место занимают нематоды групп эу- и де-висапробионтов и хищные виды. По мере продвижения в глубь почвы количество нематод резко уменьшается, а из экологических групп доминирующее положение занимают фитогельминты пара-ризобионты.

В мощных многогумусных почвах, влажных и свежих условиях произрастания яблони нематоды встречаются на глубине до 155 см, в маломощных почвах сухих и очень сухих условиях произрастания лишь на глубине до 90-100 см. Из экологических групп нематод в глубинных горизонтах преобладают фитогельминты и пара-ризобионты (Борисенко, 1977, 1981).

Особенности динамики нематофауны плодово-ягодных культур определяются условиями окружающей среды. Наибольшая численность нематод отмечена весной (май) и осенью (октябрь), наименьшая - летом (июль) и обусловлена количеством выпадающих осадков в периоды вегетации растений. Для экологических групп нематод характерна неодинаковая степень участия их в динамике. Например, зусапробионты, в основном, встречаются весной и осенью,

когда наиболее интенсивно идет разложение растительных остатков. Пара-ри-зобионты – на протяжении всего вегетационного периода. Фитогельминты присутствуют в почве и корнях постоянно, а в засушливое время вегетации доминирует над всеми другими экологическими группами.

В яблоне-вых садах, на ягодных культурах и винограде зарегистрировано большое количество паразитических видов нематод, причиняющих непосредственный вред возделываемым культурам. На яблоне многочисленными являются эндо- и эктопаразиты корней из родов *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Cricone-
nemoi-
des*.

На юге республики в насаждениях винограда и в Павлодарской области на яблоне выявлено три вида нематод, которые известны как переносчики вирусных болезней. Так, нематода из рода *Xiphinema* *X. index*, инфицируя вирус короткоузлия винограда, сводит на нет эту культуру.

В целях применения защитных мероприятий против опасных вредных нематод разработаны агротехнические, химические и биотехнические меры борьбы с основными паразитами. Так, против стеблевой нематоды земляники апробированы и рекомендованы производству термическая обработка рассады перед посадкой (температура воды 48-50° С при экспозиции 5-10 мин.), включение в севооборот устойчивых культур к стеблевой нематоде (зерновые) и парование

почвы. Для ликвидации последствий вирусных болезней, переносимых нематодами, отработана и внедрена технология получения здорового посадочного материала культурой тканей и обязательной дезинфекцией перед посадкой.

На сильно зараженных галловой нематодой площадях бегоний в закрытом грунте в качестве радикальных средств борьбы были применены химические препараты в сочетании с организационно-хозяйственными и профилактическими мероприятиями. В числе положительных средств химической борьбы с галловой нематодой бегоний рекомендуется тиазон и вида-т. По результатам этих работ разработаны и опубликованы рекомендации.

Полученные на основе указанных исследований данные имеют большое значение для организации научно-обоснованных мер защиты растений от нематодных болезней и создания предпосылок к изучению важной проблемы прогнозирования опасных для растений фитогельминтов, а также выявления сроков проведения противонематодных мероприятий.

Заслуженой казахстанских фитогельминтологов является и то, что в орбиту гельминтологических исследований были включены не только представители культивируемых растений (зерновые, овощные, технические, плодово-ягодные, цветочно-декоративные и другие культуры), но и представители уникальной дикой флоры с богатым биоразнообразием,

которые могут быть резервантами различных паразитических нематод. Такой подход к исследованию фауны нематод позволил составить не только конкретное представление о необычайном разнообразии фитогельминтов, но и обогатил фитогельминтологическую науку новыми фактами, такими, как взаимосвязи между нематодами диких и культурных сообществ, проблему фитогельминтозов и другие проблемы, что имеет серьезное практическое значение.

Анализ экологических групп нематод культурных и диких луков (Базарбеков К.У., 1971) показал присутствие значительного числа общих видов. Заслуживает отдельного внимания присутствие опасной паразитической нематоды лука и чеснока - *Ditylenchus dipsaci* (луковой расы), на луке горном *Allium geoprasmum* Schrenk и луке длинноостном *Allium longicauspis* Rge в предгорной зоне и в горах Заилийского Алатау. Эти нематоды были встречены до высоты 1665-2600 м над уровнем моря, где температура не превышала + 5°C. При анализе 85 проб и 3 луковиц эта паразитическая нематода была выявлена в количестве от 7 до 46 экземпляров в 12 пробах, что составило 14%. Зараженные растения по внешнему виду ничем не отличались от непораженных нематодами растений, что, видимо, связано с невысокой плотностью инвазии. Сравнение выделенных нематод с таковыми из культивируемых растений лука и чеснока не выявляют различий.

По мнению известного ботаника П.И Жуковского (1938), регион Передней и Средней Азии являются наиболее вероятным центром происхождения культурных видов лука. Поскольку эти растения были селекционированы именно из дикой природы, можно предположить, что одновременно и характерная нематофауна диких растений переходила на культивируемые формы лука и чеснока. Обнаружение нематоды *Ditylenchus dipsaci* на диких формах позволяет сделать предположение о принадлежности этого вида к элементам местной фауны.

Однако следует отметить, что нематологические исследования на овощных культурах были территориально связаны в основном с южными и юго-восточными агрорегионами республики, в то время как исследования в других регионах носили эпизодический, непланомерный характер. Между тем, овощеводство достаточно развито в северных, западных и восточных областях, причем проблема паразитических нематод стоит достаточно остро.

В этом плане необходимо отметить планомерные работы, проводимые в течение последних 30 лет кафедрой биологии Павлодарского государственного университета, сотрудниками кафедры (Базарбеков, Обухова, 1996; Базарбеков, 2001).

Выпущена монографическая сводка, обобщающая фаунистические исследования, проведенные ими в разные годы в различных природно-климати-

ческих зонах Казахстана: от горных районов Заилийского Алатау – одного из геоцентров происхождения культурных растений, до агроландшафтов северо-востока Казахстана – не менее интересного места, где природные ценозы претерпевали значительные трансформации антропогенного характера от освоения целины и интенсификации земледелия до вывода низкопродуктивных почв из клина пашни.

За годы, предшествовавшие независимости Казахстана, фитонематологические исследования проводились республиканскими институтами, и они имели как практическое, так и фаунистическое направление. На сегодняшний же день эти работы фактически прекращены.

Нематофауна – достаточно чувствительный индикатор, и ее обеднение в естественных ценозах свидетельствует о деградации последних, поэтому требуется ряд мер для сохранения почвенного плодородия. Что касается агрофитоценозов, то нельзя забывать, что, кроме фитогельминтов, большую часть нематодного населения составляют сапробионты – несомненно, полезные организмы, играющие свою роль в почвообразовании и совершенно естественно и уместно занимающие свою экологическую нишу. Последнее свидетельствует о необходимости широкомасштабных исследований и картирования фауны нематод, как важнейших сельскохозяйственных культур, так и дикой флоры на всей территории Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Базарбеков К.У. Дитилинхоз чеснока и лука в предгорной зоне Заилийского Алатау.- Материалы научно-теорет. конф. Павлодарского пединститута. 1967. -С.58-60.
2. Базарбеков К.У. Материалы к фауне нематод лука и чеснока Казахстана. Материалы второй научной конф. молодых ученых АН-КазССР; 1970. -С.377-378.
3. Базарбеков К.У., Обухова З.И. Нематоды некоторых видов пощипей, произрастающих в Павлодарской области.-Сб. п. тр. проф.-преп. состава и асп. высших уч. зав. Мин. просвещ. КазССР. -Алма-Ата, 1978, с. 92-99.
4. Базарбеков К.У., Обухова З.И. Фитогельминты томата Павлодарской области.-Материалы конф. «Изучение, сохранение и рациональное использование биоразнообразия животного мира». -Алматы, Институт зоологии и генофонда животных НАН РК, 1996, с. 41-45.
5. Базарбеков К.У. Нематоды овощных культур севера, востока и юго-востока Казахстана и проблемы интегрированного управления популяциями дитилинхов и мелойдогин. -Москва, 2001.-С.270.
6. Борисенко А.В. Нематоды плодово-ягодных культур северо-востока Казахстана (Павлодарская обл.). //«Свободноживущие, почвенные, эпимазагогенные и фитонематоды». -Сборник научных работ.-Ленинград, 1977.-С. 26-27.
7. Борисенко А.В. Динамика фауны нематод яблоки.-Павлодарский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды, 1981. -С. 4.
8. Байдулова А.А. Нематоды семейства Nematolaimidae в Западном Казахстане. //Паразитология, 1981. № 15, с. 83-86.
9. Бекболатов К.М. Нематоды хлопчатника южного Казахстана.-Автореф. канд. диссер. Алма-Ата. 1990.-24 с.
10. Балбаева З.А. Динамика фауны нематод озимой пшеницы юго-востока Казахстана.-Автореф. канд. диссер. Алма-Ата. 1967.-18 с.
11. Балбаева З.А., группа авторов. Паразитические нематоды овощных культур и картофеля на юго-востоке Казахстана.-В кн.: Научные труды ин-та зоологии АНКазССР. Паразиты животных и растений Казахстана.-Алма-Ата. Наука. 1972.-С. 164-170.
12. Изатуллаева Р.И., Карбозова Р.Д. Борьба с мелойдогинозом и фузариозом огурцов в защищенном грунте.-Тез. докладов X Всесоюз. совещания по нематодным болезням сельхозкультур. Воронеж. 1987.-С. 22-223.

13. Короб И.И., Бутовский А.И. Главнейшие итоги изучения свекловичной нематоды (*Heterodera schachtii* Schmidt) и методов борьбы с ней.-Сб. работ по нематодам с/х растений под редакцией Кирьяновой Е.С.-Сельхозгиз.-М., 1939, с. 13-120.
14. Литвинова И.А. Галловая нематода в Казахской ССР.-Сб. научн. тр. по нематодам сельскохозяйственных.-М.-Л. 1936, с. 65-70.
15. Нугманова К.М. Нематоды овощных культур юго-востока Казахстана.-Автореф. канд. диссер., Алма-Ата, 1968.
16. Разживин А.А. Эколого-таксономический анализ фауны нематод яблони Алма-Атинской области.-Автореф. канд. диссер. М., 1969.-19 с.
17. Разживин А.А., Савкина Е.В., Чинасилов Д. Биологические средства борьбы с нематодами растений.-Экспресс инф. «Новости науки Казахстана».-Алматы, 1992, с. 45-47.
18. Сагитов А.О. Нематоды овощных культур открытого и закрытого грунта Алма-Атинской области.-Автореф. канд. диссер.-Алма-Ата. 1974.-26 с.
19. Сагитов А.О. Научные основы интеграции противонематодных мероприятий на важнейших полевых и овощных культурах Казахстана.-Автореф. диссер. д.б.н.-М., 1988.
20. Сафьянов С.П. Стеблевая нематода картофеля в Алма-Атинской области и меры борьбы с ней. Автореф. канд. диссер. М., 1966.-16 с.

ЗООЛОГИЧЕСКАЯ НАУКА В КАЗАХСТАНЕ:
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.Б. БЕКЕНОВ

Институт зоологии МОН РК

Бұл мақалада Қазақстандағы зоология ғылымының қазіргі жағдайы сөз болады. Жануарлар дүниесінің әртүрлілігін сақтау мен қорының мол түрлерін тұрақты пайдаланудың ғылыми негізін жасау – республикадағы зоология ғылымы дамуының басты бағыты болатындығы атап көрсетілген.

В статье рассматривается современное состояние зоологической науки в Казахстане. Отмечается, что разработка научных основ сохранения разнообразия животного мира и устойчивого использования ресурсных видов является приоритетным направлением зоологической науки республики.

The contemporary state of the zoological science in Kazakhstan is a subject of this article. It is noted that the elaboration of the scientific bases of conservation of the animals' world diversity and sustainable use of the resource species is a priority trend of zoological science in the republic.

Зоологическая наука Казахстана прошла большой и славный путь познания фауны республики. Основы ее были

заложены географами-естествоиспытателями П.С.Палласом, Э.А. Эверсманом, П.И. Рычковым, И.Л. Лепекиным, С.Г. Гмелиным, Г.С.Карелиным, Л.С.Бергом, Н.М.Пржевальским, Ч.В. Валихановым, М.Н.Богдановым, Н.А. Зарудным, М.А. Мензбиром, Н.А. Северцовым и многими другими. Они внесли значительный вклад в изучение фауны наземных животных Казахстана. Следует отметить, что систематические зоологические исследования в нашей стране начались лишь в 20-е и 30-е годы XX века. В первые годы, когда в Казахстане еще не было научных учреждений, в изучении животного мира принимали участие ученые Зоологического института АН СССР, МГУ и ряда других учебных заведений бывшего СССР (Б.С.Виноградов, В.А. Селевин, А.И. Аргиропуло, Д.Н. Кашкаров, В.Н. Шнитников и др.).

Первым зоологическим учреждением страны была Казахстанская станция защиты растений, организованная в 1924 г. На этой станции проводилось изучение грызунов-вредителей сельскохозяйственных культур и разрабатыва-

лись меры борьбы с ними. В 1929 г. в Алма-Ате организуется противочумная станция (бывший Среднеазиатский н.-и. противочумный институт, а ныне Казахский научный центр карантинных и зоонозных инфекций им. Масгута Айкимбаева), положившая начало стационарным исследованиям в Казахстане в области медицинской зоологии, в частности, изучению грызунов и блох - хранителей и переносчиков чумы.

Дальнейшие зоологические исследования в республике тесно связаны с историей возникновения и развития Института зоологии АН Казахстана. Институт ведет отчет своего существования с 1932 г. - времени организации Казахстанской базы АН СССР, в составе которой был создан Зоологический сектор. Так было заложено основание одного из старейших подразделений Академии наук республики - Института зоологии, 70-летию которого и 120-летию со дня рождения выдающегося зоолога и паразитолога XX столетия, члена-корр. АН СССР Валентина Александровича Догеля - первого директора этого учреждения посвящена эта конференция ученых зоологов и паразитологов Казахстана.

На современном этапе зоологическая наука превратилась в неотъемлемую составную часть производительных сил Казахстана. В результате исследований, проведенных за последние 70 лет в республике, решены крупные зоологические проблемы. Выполнены обширные работы по изучению разнообразного

мира животных - от простейших до млекопитающих включительно, по акклиматизации и реакклиматизации ценных пушных зверей, по рациональному использованию и повышению биологической продуктивности внутренних водоемов. На зоологической основе разработана система мероприятий по профилактике природноочаговых инфекций, защиты растений и животных от вредителей, предложены меры профилактики ряда болезней сельскохозяйственных животных и человека. Значительный вклад в науку внесен палеозоологами, изучающими животный мир прошлых геологических эпох.

За время существования Института зоологии МОиН РК внес большой вклад в развитие зоологической науки созданием фундаментальных фаунистических сводок («Пресмыкающиеся Казахстана», 1956; «Птицы Казахстана», в 5-ти томах, 1960-1974 гг.; «Гельминты копытных животных Казахстана», в 2-х томах, 1962-1963 гг.; «Млекопитающие Казахстана», в 4-х томах, 1969-1985 гг.; «Рыбы Казахстана», в 5-ти томах, 1986-1992 гг. и др.), принесших мировую известность.

В последние годы зоологические исследования в Казахстане проводятся в трех направлениях: фаунистические, биологические и экологические.

Фаунистические исследования являются базовыми, поскольку без знания видового состава и территориального распределения животных нельзя получить даже общего представления о ви-

довом разнообразии. Если в настоящее время мы хорошо знаем видовой состав фауны позвоночных животных, то по беспозвоночным животным фаунистический этап еще далек от завершения, что объясняется их исключительным разнообразием и слабой изученностью. Ежегодно ученые специалисты находят в Казахстане десятки новых видов, не известных науке. Так, например, за последние 10 лет найдено и описано более 500 видов новых для науки и свыше 1000 новых для республики видов беспозвоночных. Следует отметить, что в результате многолетних исследований уже накоплен достаточно обширный эколого-биологический материал по отдельным видам животных. Однако и по этим видам экологические исследования, особенно на популяционном уровне, по сути только начаты, и мы не можем привести в пример ни одного вида, экология которого изучена с исчерпывающей полнотой. В центре внимания паразитологов находятся проблемы природной очаговости болезней и теоретические вопросы общей паразитологии, связанные с разработкой мер борьбы с наиболее опасными паразитарными заболеваниями животных и человека. Так что перед зоологами, особенно молодежью, открывается обширное поле деятельности. В настоящее время исследования, проводимые энтомологами республики, включают широкий круг научных проблем, связанных с количественной характеристикой микрообъек-

тов, необходимой для описания морфологии беспозвоночных животных, анализа цитологических препаратов, кариосистематики животных. Все эти исследования осуществляются на устаревшем оборудовании, технические характеристики которого не отвечают современному уровню развития науки. Экологические исследования, выполняемые в Институте зоологии, по анализу уровня загрязнения среды обитания животных тяжелыми металлами, галогенами, нитратами и нитритами, соединениями фосфора и т.д. из-за отсутствия необходимой приборной базы и расходных материалов проводятся в неполном объеме. Поэтому организация биоэкологических работ как в полевых условиях, так и в эксперименте требует хорошего технического оснащения, современных качественных приборов (микроскопы, мощная оптика, миниатюрные радиопередатчики, видеотехника), которыми наши ученые далеко не обеспечены.

Одной из неотложных задач для выхода зоологических исследований на международный уровень является их компьютеризация - для ведения крупных банков данных, обработки больших материалов и сложного моделирования. Да, современное оборудование дорогое. Но если мы достаточно искренне хотим вывести зоологическую науку на мировой уровень, надо ее обеспечивать, и не на словах, а на деле.

Исследования в области сельскохозяйственной энтомологии проводятся в основном в Казахском НИИ защиты растений. Они связаны с изучением видового состава вредителей важнейших сельскохозяйственных культур и пастбищных растений, с выяснением их вредоносности, биологических особенностей и разработкой мер борьбы с вредителями. В области медицинской зоологии противочумная служба республики в условиях острого дефицита финансирования и сокращения штата сотрудников вынуждена резко уменьшить объемы эпизоотологического обследования и профилактических мероприятий в природных очагах чумы.

В новых, рыночных условиях бурного освоения природных ресурсов Казахстана перед теоретической зоологией выдвигаются актуальные проблемы, требующие организации фундаментальных исследований в широком плане на новом, более современном методическом уровне. Необходимо развивать исследования по применению, кроме морфологического, кариологического, экологофизиологического, и других методов современной таксономии.

В ближайшие годы особое внимание надлежит уделить исследованию экологии видов, относящихся к группе доминантов, составляющих основу фауны и создающих характерные черты биocenозов. Познание эколого-биологической особенности открывает многие стороны причинной обусловленности

динамики популяций, позволяет выяснить некоторые аспекты исторического развития видов, помогает определить их прошлое и настоящее, дает материалы для достоверного прогнозирования на будущее.

В настоящее время правительством Республики Казахстан определены приоритетные научные направления фундаментальных исследований на 2000-2010 годы. Для зоологической науки это направление звучит так: «Изучение и сохранение биоразнообразия животного мира и устойчивого использования животных ресурсов Казахстана». Исследования, проводимые в данном направлении, позволят лучше понять, как и под воздействием каких факторов изменяется разнообразие животного мира. Полученные результаты будут влиять на принятие соответствующих мер по сохранению биоразнообразия, в том числе и на глобальном уровне. Указанное направление имеет высокую ориентированность на реализацию долгосрочной Стратегии развития Казахстана до 2030 года, среднесрочных правительственных программ и планов действий.

В последние годы из-за дефицита республиканского бюджета устойчиво сокращается финансирование фундаментальных исследований. Финансируется не просто жизнедеятельность научно-исследовательских институтов, а научные программы и темы на конкурсной основе. Программно-целевой метод открыва-

ет ученым много источников получения средств. Это не только республиканские, но и международные конкурсы и программы, десятки фондов. Кто сумел адаптироваться, тот сейчас все больше чувствует свою востребованность.

В связи с этим, в Казахстане в последние годы большое внимание уделяется интеграции казахстанской науки в мировое научное сообщество, расширению международного сотрудничества, привлечению в научно-техническую сферу средств международных фондов, грантов. Так, например, ученые зоологи и паразитологи расширяют масштабы двухстороннего научного сотрудничества Международной ассоциации по развитию сотрудничества с учеными Новых Независимых Государств (ИНТАС), конкурсной программы ИНКО-Коперникус, Глобальным Экологическим фондом и другими зарубежными фондами и грантами. Выигрыш грантов - основание судить о том, что работа соответствует международному уровню своей отрасли.

Как известно, проблема сохранения биоразнообразия животных и рационального использования их ресурсов в последнее время стала одним из главных мировых приоритетов, что обусловлено необходимостью сохранения биологического разнообразия для обеспечения существования и дальнейшего развития человечества в связи с обострением глобального антропогенного кризиса биосферы. Одним из самых опасных прояв-

лений этого кризиса является тенденция к невосполнимому сокращению биологического разнообразия (организмов и экосистем), что чревато резкими необратимыми нарушениями стабильности биосферы, снижением качества среды, обеднением генофонда живой природы, в частности, животного мира. Возрастающая трансформация среды обитания животных приводит к изменению их распространения и численности, меняет их роль и значение в экосистемах и народном хозяйстве. С каждым годом увеличивается число видов и подвидов животных, которым грозит исчезновение. Под угрозой оказываются и целые биогеоценозы. Вместе с тем, каждый вид животного представляет собой уникальный результат эволюции, неповторимое сочетание наследственных качеств, что делает утрату генотипов невосполнимой. Осознание этой опасности привело к принятию в 1992 г. в рамках ЮНЕП международной конвенции о сохранении биоразнообразия, которая была подписана большинством стран мира (в том числе Казахстаном). Согласно этой конвенции изучение биоразнообразия в таксономическом и структурно-функциональном аспектах с целью его сохранения считается наиболее актуальной задачей современной биологической науки.

Как известно, устойчивость биосферы находится в прямой зависимости от богатства и разнообразия ее компонентов, поэтому сохранение биоты Казахстана, включая фауну, имеет огром-

ное значение для экологической стабильности не только республики, но и всей биосферы в целом. Однако в последние 40-50 лет в Казахстане произошли большие преобразования природы. Антропогенный пресс, достигший в настоящее время масштабов, превышающих действие естественных факторов, стал оказывать все большее влияние на природную среду Казахстана.

Тяжелая экологическая обстановка сложилась в бассейне Аральского моря и в районе Семипалатинского полигона. Сходная ситуация происходит и в горных экосистемах республики, где в результате отрицательных воздействий антропогенных факторов стали редкими, а местами исчезли большинство видов диких пчелиных - опылителей растений, хищные и паразитические насекомые - регуляторы численности вредных видов животных. Подтверждением вышесказанному является и тот факт, что более 125 видов позвоночных и 96 видов беспозвоночных животных, обитающих на территории нашей республики, занесены в Красную книгу РК, и, к сожалению, процесс этот продолжается.

Перечисленные примеры далеко не исчерпывают перечень отрицательных изменений в природе и животном мире Казахстана. Вследствие сложившейся ситуации перед зоологами республики встают с особой остротой проблемы сохранения биоразнообразия животного мира и оптимизации его рационально-

го использования в условиях интенсивного развития народного хозяйства республики. Как показал опыт многих стран, оказавшихся перед лицом подобных проблем, решить их можно, лишь опираясь на результаты фундаментальных исследований.

В перспективе основными приоритетными направлениями развития зоологической науки в Казахстане являются: разработка научных основ сохранения биоразнообразия животного мира и устойчивого использования ресурсных видов, выяснение структурно-функциональных и экологических особенностей паразитохозяинных отношений и экосистемный анализ регуляторных процессов в сообществах животных при био- и техногенных воздействиях. Научной базой для развития прикладной зоологии в области медицины, ветеринарии, борьбы с сельскохозяйственными и лесными вредителями, охраны и использования полезных видов животных остаются актуальные фундаментальные аспекты изучения фауны (фаунистика, систематика, зоогеография, биоэкология, этология). Изучение их необходимо прежде всего для организации мониторинга фауны в целом или отдельных ее компонентов, в том числе редких и исчезающих, реликтовых и эндемичных, хозяйственно ценных или, наоборот, приносящих вред видов. В данное время мониторинг и прогнозные исследования проводятся недостаточно полно, хотя значение их для рационального ис-

пользования фауны и предотвращения возможных негативных изменений трудно переоценить.

Следует подчеркнуть, что при организации мониторинга необходимо обратить особое внимание на те экосистемы и те группы живых организмов, которые сейчас испытывают наибольший антропогенный пресс и наиболее чувствительны к нему. Из экосистем это прежде всего многие водоемы, дельты рек, тугаи, саксаульные и другие леса, песчаные и солончаковые пустыни, высокогорные луга, а из животных и растений - эндемики, реликты, редкие и исчезающие виды, а также хозяйственно ценные виды и виды-индикаторы неблагоприятных воздействий.

Зоологические исследования в будущем должны быть направлены на решение следующих конкретных актуальных проблем: составление государственного кадастра животного мира, сохранение биологического разнообразия животных, проблема почвенной зоологии, изучения жизненных циклов и биологии паразитических организмов - возбудителей паразитарных болезней человека и животных и проблемы природной очаговости болезней, рациональное использование ресурсных видов животных. Поэтому важно развивать фундаментальные направления зоологической науки, уделяя большое внимание решению важных для практики проблем. Именно фундаментальная наука создает предпосылки форми-

рования в отечественной среде прогрессивных взглядов на мир, природу, будущее.

Для решения этих проблем необходимы: ежегодное финансирование науки, обеспечение необходимым оборудованием и приборами, компьютеризация, использование Интернет-технологий в международном информационном обмене, привлечение талантливой молодежи в науку. Кроме того, в последнее время научные учреждения и организации не получают научные журналы и книги из ближнего и дальнего зарубежья. Этот вопрос тоже требует своего решения.

В настоящее время подготовка молодых кадров - самый больной вопрос. Падение престижа науки и нищенские зарплаты ученых вызывают отток способной молодежи в другие виды деятельности. В науку должны подбираться одержимые и талантливые личности. Такие кадры, как правило, работают столько, сколько этого требует дело. Люди случайные в науке должны уступить место более способным. При этом основной и самой эффективной мерой будет способ оплаты и вознаграждения научных работников адекватно их труду, создание стимулов, связанных с уровнем фундаментальности и качеством работы.

Наука естественным и самым тесным образом связана с системой образования. Поэтому сегодня необходимо реализовать интеграцию научного и учеб-

ного процессов. В этом плане Институт зоологии успешно сотрудничает с вузами республики (КазНУ им. аль-Фараби, АГУ им.Абая, КазГосагроуниверситет, КарГУ им.Букетова) в рамках заключенных договоров о сотрудничестве и выполняют совместные научные и производственные работы.

Особое внимание необходимо обратить на публикацию результатов научно-исследовательских работ. В Казахстане из-за финансовых трудностей мало публикуются серии работ типа «Фауна...» и определители по фауне. В настоящее время казахстанские зоологи приступили к подготовке новой 30-томной фаунистической сводки «Фауна Казахстана», которая подведет итоги изучения биологии, экологии, распространения и численности животных на огромной территории Республики Казахстан. Появление такой сводки явится большим событием не только для зоологов, но также для специалистов в области лесного, охотничьего, сельского и рыбного хозяйства и, конечно, охраны природы, здравоохранения. Между тем, во многих

странах издание подобных серий получает финансовую помощь. Например, для поддержки издания «Фауна Франции» создан специальный фонд; издание «Фауна Китая» является крупным проектом национального фонда естественных наук и только за последние два года изданы 20 томов.

Несмотря на определенные трудности, широкое развитие зоологических и паразито-логических исследований в Казахстане дает основание надеяться, что зоологическая наука в республике и впредь будет занимать достойное место среди биологических наук и оказывать существенную помощь народному хозяйству в освоении, воспроизводстве и охране животных ресурсов республики, а также в организации борьбы с вредными животными и возбудителями паразитарных болезней. Можно надеяться, что материалы этой конференции окажут благотворное влияние на развитие исследований животного мира республики, вызовут прилив новых сил к познанию закономерности существования диких животных.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ И
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАЗАХСКОГО
МЕЛКОСОПОЧНИКА

Н.Т. ЕРЖАНОВ

Карагандинский государственный университет им.Е.А. Букетова

Мақалада соңғы он жылдың ішінде болған аңдар әлеміндегі (фауна) өзгерістер, қазақтың адырлы өлкесіндегі сүтқоректілердің жағдайы таңдалған, антропогендік әсері айтылып, түрлі топтарға жүйелеу жолдары көрсетілген, зерттеу аймағындағы аңдарды рационалды пайдалану мен сақтаудың келешегі туралы талқылаулар көрініс тапқан, қорықтар орналасқан аймақтарға биоценотикалық мінездеме берілген.

В статье приводится анализ произошедших за последние десятилетия изменений фауны и состояния популяций млекопитающих Казахского мелкосопочника, выделяются основные группы видов, подвергшихся антропогенному воздействию, обсуждаются перспективы сохранения и рационального использования животных исследуемого региона, дается биоценотическая характеристика заповедных территорий.

The analysis of fauna changes and conditions of mammals population of Kazakhstan steppes for the last decades are given in the article, basic

В Послании Президента страны Н.А. Назарбаева народу Казахстана "Казахстан-2030: Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев" (1997) четко обозначена стратегия развития государства, определены исторические цели и приоритетные задачи внутреннего и внешнеполитического развития республики, намечены конкретные пути проведения реформ. Одним из основных долгосрочных приоритетов развития нашей страны Президент по праву выделяет проблему сохранения и рационального использования биологического разнообразия республики.

Важное значение в сохранении биоразнообразия животного мира республики имеют правовые основы. Согласно Конституции Республики Казахстан, животный мир в республике находится исключительно в государственной собственности. В республике принят ряд законов, постановлений Правительства РК и других подзаконных

species groups which are exposed to anthropogenic influence are marked out, the perspectives of preservation and rational use of animals of the studied region are discussed, biocenotic characteristic of territories reserve are given

нормативно-правовых документов, регулирующих общественные отношения в этой области. Но многое в правовом регулировании еще остается незавершенным, и, в первую очередь, в области особо охраняемых территорий и их статуса.

Антропогенный пресс, в настоящее время достигший масштабов, превышающих действие естественных факторов, стал оказывать все большее влияние на природу и животный мир Казахстана. Экологически дестабилизированными оказались многие районы с высокой плотностью населения, разнообразным животным миром. Происходит обострение природных, социальных и особенно экологических ситуаций, выражающихся в нарушении динамического биоразнообразия экосистем, изменении их качественных и количественных показателей.

Проведенный нами анализ происшедших за последние десятилетия изменений фауны и состояния популяций млекопитающих Казахского мелкосопочника позволяет выделить следующие основные группы видов, подвергшихся антропогенному воздействию.

К первой группе можно отнести виды млекопитающих, ареал и численность которых существенно не изменились в связи со слабым воздействием хозяйственной деятельности человека на их биотопы и среду обитания. Так, тушканчики, хомячки и лесные мыши расширили область своего распространения и повысили численность. К этой же группе можно отнести и часть видов зайцеобразных: зайцев - русака и беляка, степную пищуху, распространенных в регионе довольно широко и имеющих достаточно устойчивую численность. Существенно увеличилась в последние годы численность некоторых хищных промысловых млекопитающих: волка, лисицы и корсака. Горностай, ласка и степной хорек также имеют достаточно высокую численность и обычны в большинстве районов Казахского мелкосопочника. Сюда же можно отнести и синантропные виды грызунов: домовую мышь и серую крысу.

Ко второй группе можно отнести виды млекопитающих, имеющие сравнительно широкое распространение, ареал и численность которых сократились в результате исчезновения их биотопов или ухудшения среды обитания, а также слабо изученные виды. Эта группа видов находится на грани критического состояния и в недалеком будущем может попасть в разряд редких и исчезающих. Многие виды, входящие в эту группу, относятся к охотничье-промысловым видам. К этой группе

можно отнести большинство представителей насекомоядных (еж, бурозубка, белозубка, кутора и пегий пutorак). Сюда же можно отнести и всех представителей отряда рукокрылых. Эта группа животных не только в данном регионе, но и в республике в целом изучена недостаточно. После освоения целинных и залежных земель сократились ареалы и численность всех без исключения обитателей равнинной части мелкосопочника: сусликов-рыжеватого, малого и краснощекого, зеленоядных форм мышевидных грызунов - полевков и пеструшек. В настоящее время ареалы степной пеструшки, обыкновенной и стадной полевков, мыши-малютки приняли мозаично-островной характер. Пустынные виды тушканчиков (пятипалый карликовый, приаральский толстохвостый, малый, мохноногий, Житкова, Северцова) всюду в местах своего распространения в регионе являются редкими и малочисленными, поэтому все они подлежат охране. Крайне редки и малочисленны такие виды, как песчанки: тамарисковая, большая, полуденная и краснохвостая. Ареалы этих видов заходят на территорию Казахского мелкосопочника лишь своей северной частью. К этой же группе можно отнести и ряд хищных млекопитающих - колонка, барсука и рысь. Из копытных животных к этой группе можно отнести кабана, лося, косулю и сайгу.

К третьей группе относятся редкие и исчезающие виды, имеющие в Ка-

захском мелкосопочнике ограниченное распространение, ареал и численность которых заметно сократились в результате разрушения их биотопов или ухудшения среды обитания: кожан Бобринского, манул, перевязка, архар, джейран, пятипалый карликовый тушканчик и селевиния. В большинстве эта группа видов находится на грани критического состояния и в недалеком будущем может исчезнуть из фауны региона. Все они занесены в Красную книгу Республики Казахстан.

В четвертую группу мы включили виды животных, которые вымерли в результате антропогенных влияний в последние 250-300 лет: летяга, желтая пеструшка, бурый медведь, гепард, степная кошка, россомаха, каменная куница, среднеазиатская выдра, тарпан, лошадь Пржевальского, туркменский подвид кулана, первобытный европейский тур, степной зубр, сибирский горный козельтэк и марал.

И, наконец, в пятую группу мы включили виды - акклиматизанты, к которым относятся обыкновенная белка и ондатра.

Как показывают исследования последних лет (Яблоков, 1987, 1991), трансформация экосистем для биоты представляет большую опасность, чем прямое истребление отдельных видов растений и животных. В настоящее время пришло понимание того, что необходимо охранять не отдельные виды, а все их многообразие в целом. Поэтому

во многих странах мира особое значение придают вопросу сохранения биологического разнообразия и мест обитания элементов биоты.

В республике до сих пор очень медленно ведется работа по расширению сети особо охраняемых территорий. В Казахском мелкосопочнике заповедников нет. Однако здесь имеется немало территорий с режимом охраны - зоологических заказников, входящих в природно-заповедный фонд Республики Казахстан. Фауна и флора заповедных территорий Казахского мелкосопочника изучена довольно слабо. В литературе почти нет комплексной зоолого-ботанической (биоценотической) характеристики каких-либо заповедных территорий этого региона (Бекенов, 1996).

Нами за ряд лет (1984-2000гг) были обследованы территории ряда биоценозов районов Казахского мелкосопочника, в том числе территории зоологических заказников с целью дать научное обоснование организации тех или иных типов охранных территорий, и прежде всего заповедников. Наиболее интересны в видовом разнообразии и уникальности фаун и флор оказались некоторые горные биоценозы Казахского нагорья: горы Бектауата, Каркаралинский горно-лесной массив, горы Кент, Шунак, Ерейментау. Для более полной охраны редких и исчезающих млекопитающих, а также других видов животных необходимо в ближайшее время

организовать на территории Казахского мелкосопочника ряд заповедников и, в первую очередь, на территории перечисленных горно-лесных массивов.

Дальнейшее развитие сети заказников необходимо осуществить за счет западных (Нуринский, Тенгизский районы) и южных (Бетпак-Дала) районов региона, которые изучены меньше, но имеют большие возможности. Следует брать на учет и охранять не только самих животных, но также, например, для архара пастбища и водопои. Необходимо заботиться об увеличении численности не только животных-эндемиков Казахстана, но и даже широко распространенных, но редких в других местах (архар, черный аист, беркут, могильник, степной орел, огарь, филин, кречетка, дрофа, черный жаворонок) животных.

Особую актуальность приобретают вопросы инвентаризации фауны млекопитающих изучаемого региона, оценки состояния видов, изучения особенностей биологии и экологии, создания региональной Красной книги, основанной на этих оценках. Как известно, особенно чувствительными к антропогенным воздействиям оказываются те виды, которые характеризуются узлокальным распространением и низкой экологической пластичностью. Это утверждение, в первую очередь, относится к эндемичным и реликтовым формам, а также к ряду видов, принадлежащих разряду типичных степняков, т.е. видам зональных группировок.

В Казахском мелкосопочнике особенно уязвимы к давлению антропогенных стрессоров представители флоры и фауны аazonальных ландшафтов. Из числа растений - это прежде всего виды, по своему генезису относящиеся к арктобореальному очагу флорогенеза, из животных - элементы тех фаунистических комплексов, центры происхождения которых лежат вне пределов степной ландшафтной зоны. В специальных мерах охраны нуждаются как наземные, так и водно-болотные угодья - места обитания гидрофильных млекопитающих, места массового гнездования и транзитного пребывания водных и околоводных птиц.

В качестве важных мер по нейтрализации последствий антропогенных факторов рассматриваются создание заповедников и других особо охраняемых территорий, рекультивация осваиваемых ландшафтов. Важным направлением нейтрализации последствий антропогенезации природной среды и вытеснения зверей из населяемых мест должно явиться широкое разведение в неволе редких и исчезающих видов, а в некоторых случаях и создание одомашненных форм прежде диких животных, например, одомашнивание лосей в России (Яблоков, 1987).

Важное значение при охране животных имеет охрана вида не только в одной республике, но по возможности и на территории всего ареала вида, а для этого необходимо участие Казах-

стана в международных мероприятиях по охране млекопитающих. Определенные действия в этом направлении уже приняты.

Среди других важных мер охраны биоразнообразия животных необходимы следующие: установление и соблюдение правил и норм по охране, использованию и воспроизводству животного мира; предотвращение гибели животных при различных производственных процессах во всех отраслях народного хозяйства; ограничение изъятия животных для зоологических коллекций; оказание помощи животным в случае угрозы их гибели от стихийных причин.

В фауне млекопитающих Казахского мелкосопочника представлено много ценных охотничье-промысловых животных (волк, лисица, корсак, сайгак, лось, косуля, дикий кабан, байбак, серый сурок, ондатра, заяц-беляк и русак, суслик-песчаник), промысел которых дает большой экономический эффект. Многолетнее изучение биологии и динамики численности охотничье-промысловых млекопитающих сотрудниками Института зоологии МОиН Республики Казахстан показывает, что в Казахстане имеются значительные запасы основных видов копытных и пушных зверей. Так, по данным А.Б. Бекенова (1999), в настоящее время в республике общая численность сибирского горного козла составляет 20-25 тыс., косули - 15-20 тыс., марала - 13-15 тыс., кабана - 10 тыс. голов. Запасы отдельных видов пушных

зверей определены в таком количестве: сурков - 1,0-1,2 млн., сусликов - 6-8 млн., степных хорьков - 40-50 тыс., волков - 90-100 тыс., шакалов - 45-50 тыс. особей. Указанные цифры дают возможность ежегодно заготавливать 1,7-2,0 тыс. тонн мясной продукции и несколько миллионов шкурок пушных зверей.

К сожалению, в последние годы происходит снижение заготовок мяса и шкурок охотничье-промысловых животных, что объясняется сложной экономической обстановкой в Казахстане и всем постсоветском пространстве, а также соответствующими организационно-хозяйственными факторами (сокращение числа охотников, слабое снабжение охотников современным транспортом, отсутствие закрепленных за промысловыми охотниками угодий, снижение закупочных цен на шкурки и мясо, браконьерство и др.), уменьшением площадей, пригодных для обитания охотничье-промысловых зверей.

Разумная эксплуатация запасов ресурсных видов животных - один из источников получения доходов республики (Бекенов, 1996, 1999). Она требует эффективной системы хозяйствования на строго научной основе. Одной из главных задач рационального использования охотничье-промысловых зверей Казахстана является ликвидация бесконтрольного промысла и ежегодный учет животных. Промысел и добыча охотничьих животных должны жестко регламентироваться и контролироваться, как

со стороны хозяйственных субъектов, так и со стороны правоохранительных органов. В Казахстане сложилось многообразие форм использования охотничьих угодий. Необходимо правильно классифицировать охотничьи угодья и закрепить их за конкретными пользователями. Большое значение имеет правильное определение сроков открытия и закрытия охоты на тот или иной вид зверей. В этом направлении необходимо проводить широкомасштабные исследования применительно к нашей республике, связывая тактику опромышления популяций охотничьих животных с основными популяционными параметрами (численностью и плотностью населения, половозрастной и генетической структурой, фазой динамики численности) и используя популяционный гомеостаз для постоянного восстановления опромышляемой части популяции.

К сожалению, в последние годы в республике в силу общего экономического спада уделяется мало внимания современным биотехническим мероприятиям, направленным на сохранение, пополнение, увеличение и улучшение охотничьих ресурсов. Необходимость в увеличении форм и объема таких мероприятий обусловлена наметившимся сокращением численности охотничьих животных вследствие ухудшения условий их обитания. Особого внимания, на наш взгляд, заслуживает вопрос о акклиматизации охотничьих животных. Акклиматизацию новых видов

для отечественной фауны следует проводить очень обдуманно, на строгой научной основе, с разрешения компетентных государственных учреждений.

В условиях перехода Казахстана к рыночным отношениям и сложившейся сложной экологической обстановке важное значение, особенно для молодежи и подрастающего поколения, приобретает природоохранное воспитание и образование. В связи с этим назрела необходимость нового экологического мировоззрения и мышления в подготовке высококвалифицированных специалистов, владеющих современными знаниями в области экологии и природопользования. Основной целью природоохранного воспитания и образования должно быть воспитание разумного, ответственного отношения людей к природе и ее богатствам, к защите природной среды от загрязнения и разрушения при всех формах хозяйственной и общественной деятельности. Природоохранное воспитание должно непрерывно осуществляться в системе государственных и негосударственных (част-

ных) дошкольных, школьных, средне-специальных и высших учебных заведениях республики. Профессиональный характер экологического образования нуждается в таком построении процесса подготовки специалистов, когда студент или учащийся приходит к пониманию необходимости защиты окружающей среды через осознание профессиональных задач и последствий, к которым может привести собственная деятельность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бекенов А.Б. Современное состояние и перспективы изучения фауны Казахстана //Современные проблемы экологии Центрального Казахстана.-Мат-лы Респ.науч.конф.- Караганда:Изд-во КарГУ, 1996.-С.14-19
2. Бекенов А.Б. Основные направления фундаментальных и прикладных исследований Института зоологии генофонда животных МН-АН Республики Казахстан //Проблемы охраны и устойчивого использования биоразнообразия животного мира Казахстана.-Мат-лы Межд.научн.конференции.- Алматы, 1999.-С.206.
3. Назарбаев Н.А. Казахстан-2030:Прогноз, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев.- Алматы, 1997.- С.99-109.
4. Яблоков А.В. Популяционная биология.- М.: Высшая школа, 1987.- 303 с.
5. Яблоков А.В. Страна-мутант: законное дитя большой цивилизации //Экос.-1991.-№2.- С.36-40.

УДК 577.112:

ДЕЙСТВИЕ ГИСТАМИНА И ДИМЕДРОЛА НА АГРЕГИРОВАНИЕ ДЕНАТУРИРОВАННЫХ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ

Г.К. ДАРЖУМАН

Павлодарский государственный университет им.С. Торайгырова

Денатурация стадиясында агрегацияға тән белоктарына гистамин және димедролдың әсер етуі зерттелген. Гистамин және димедрол бірге әсер етіп белоктың агрегация күйінің жылдамдауы анықталған.

Исследовано воздействие гистамина и димедрол на агрегацию сывороточных белков, находящихся на стадиях денатурации. Выявлено, что при совместном действии гистамина и димедрол ускоряется процесс агрегации у денатурированных сывороточных белков.

Influence of the histamine and the diphenylhydramine hydrochloride on the aggregation of the serumal proteins at the denaturation stages was investigated. It was revealed that by concerted action of the histamine and the diphenylhydramine hydrochloride the process of the aggregation of the denaturated serumal proteins are precipitating.

Имеется предположение, что денатурированные и постаревшие белки агрегируют в интерстиции [1]. Про-

цесс агрегирования сывороточных белков, возможно, должен меняться под действием не только ионов, но и биологически активных веществ. Эта проблема практически не исследована. Из биологически активных веществ, присутствующих в интерстиции, чаще упоминается гистамин. Являясь биогенным амином, он оказывает выраженное влияние на транскапиллярный обмен, проницаемость кровяных капилляров и некоторые другие процессы [2]. Сравнение влияния на агрегацию белков гистамина с трихлоруксусной кислотой показали их определенную схожесть [4]. Не исключено определенное воздействие гистамина и на процесс агрегирования протеинов в интерстиции. Дегрануляция тучных клеток с выделением комплекса гепарина и других веществ при повышении концентрации белка в интерстиции, например, в зоне воспалительного процесса, возможно, способствует процессу агрегации денатурированных белков, когда их повышенная химическая активность нейтрализуется при «сцеплении» молекул и в основном они

удаляются из интерстиции через лимфатическое русло. В связи с вышеизложенным появился вопрос о возможном специфичном компоненте действия гистамина на агрегацию белков. Для выяснения этого вопроса были поставлены опыты с димедролом, известным антигистаминным препаратом.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

У наркотизированных тиопенталом натрия собак из бедренной или общей сонной артерии отбирали 200 мл крови, которую центрифугировали при 3 тыс. об/мин в течение 30 минут. Для получения дестабилизированных белков использовали метод Chena [3]. Очистка белка, сыворотки плазмы от жирных кислот проводилась с помощью активированного угля. В последующем уголь осаждали посредством центрифугирования смеси супернатанта в течение часа при 20 000 об/мин. Процедура диализа белков осуществлялась в присутствии ЭДТА. Полученные растворы белка подвергали термической обработке при 60 градусов в течение 45 минут. После охлаждения до комнатной температуры раствор освобождали от агрегатов путем центрифугирования при 1 тыс. об/мин в течение 15 минут. Данный раствор обезжиренных белков разливали в объеме 0.2 мл полуавтоматическим дозатором DS-250(ГДР) по кюветам «Sumal»(ГДР). Дозатором «Sumal», предназначенным для разлива одновре-

менно 96 проб, вносили гистамин по 0.02мл. В контрольные образцы вместо гистамина в таком же объеме вносился физиологический раствор. После разлива кюветы ставились на 5 минут на мешалку. Далее образцы подвергались нефелометрии (регистрации отраженного света под 90°) на спектрофотометре «Sumal» при 350 и 850 нм. Более крупные агрегаты лучше отражают свет 850 нм [4]. Количество белковых агрегатов подсчитывалось на приборе «Пикоскаль». Все препараты готовились на физиологическом растворе. Использовался гистамин фирмы «Reanal» (Венгрия), димедрол отечественного производства (хч).

Статистическая обработка данных, редактирование проведены на ПЭВМ РС/АТ с помощью стандартных программ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нефелометрия раствора обезжиренных белков сыворотки крови при добавлении гистамина ряда концентраций (от 10^{-14} до 10^{-5} М) на белки плазмы выявил следующую тенденцию (рис.1). По мере увеличения концентрации гистамина наблюдается появление большего числа крупных агрегатов (увеличение отражения при свете 850 нм) и уменьшение частиц меньшего размера (уменьшение отражения при 350 нм). Подсчет количества агрегатов при действии гистамина в концентрациях 10^{-11} – 10^{-4} М на

ФИЗИОЛОГИЯ

белки выявил, что агрегатов появляется больше в диапазоне действия концентраций 10^{-8} – 10^{-5} М. Гистамин не воспрепятствовал процессу агрегации белков по всем концентрациям и в то же время способствовал его ускорению (таб.1).

Таблица 1

Изменение числа белковых агрегатов при воздействии ряда концентраций гистамина

№	Концентрация гистамина (ГТ), (М/л)	Число агрегатов до инкубации ед/мл	Число агрегатов после инкубации 37°С, ед/мл	Изменение числа агрегатов по сравнению с исходным данным, %
1	Контроль	98	125	127,5
2	ГТ 10^{-11}	111	129	116
3	ГТ 10^{-10}	108	124	115
4	ГТ 10^{-9}	115	130	130
5	ГТ 10^{-8}	130	154	118
6	ГТ 10^{-7}	137	165	120
7	ГТ 10^{-6}	140	167	119
8	ГТ 10^{-5}	144	166	115
9	ГТ 10^{-4}	132	129	98

В качестве антигистаминного блокатора Н- гистаминовых рецепторов в медицинской практике широко применяют димедрол. Данный препарат, как известно, блокирует или уменьшает усиление проницаемости капилляров, вызываемые гистамином, предупреждает развитие отека тканей. Для эксперимента использовали водный раствор димедрола. Готовился ряд концентраций от 10^{-11} – 10^{-5} М. Белок смешивали вместе с димедролом на автоматическом многопозиционном дозаторе «Sumal AD 96» (96 проб, 8 повторностей) и после тщательного перемешивания на специальной мешалке спектрофотометрировали на приборе «Sumal» при длинах волн 350 - 850 нм. Оказалось, что димедрол на изучаемые белки не оказывал выраженного эффекта (рис.2). Он незначительно снижал (5-10%) число агрегатов

в растворе сывороточных белков. При воздействии на коммерческий альбумин получили также сходный эффект (таб.2).

После выдерживания данных растворов при 37° С в течение суток оказалось, что димедрол не блокирует образование белковых агрегатов. При концентрации 10^{-11} , и 10^{-5} димедрола происходило увеличение агрегатов альбумина на 30-40%. При введении димедрола вместе с гистамином в эксперименте наблюдалась выраженное увеличение числа агрегатов белка в исследуемом растворе (таб.3).

Более выраженная тенденция нарастания агрегатов наблюдалась при 10^{-11} и 10^{-5} М/л, где количество агрегатов при инкубации увеличивалось до 70%. Блокирующего действия димедрола выявлено не было. По-видимому, он не имеет в своей молекуле тех химических групп, которые более активно могли прини-

Таблица 2

Белковые агрегаты в растворе лиофилизированного альбумина человека «Reanal» при воздействии ряда концентраций димедрола до инкубации с альбумином лиоф.чел. («Reanal»)

№	Концентрация вводимого димедрола (ДМ), в Молях (М/л)	Число агрегатов до инкубации	Число агрегатов после инкубации при 37 °С
1.	Контроль	96	110
2.	10^{-11}	94	131
3.	10^{-10}	121	123
4.	10^{-9}	72	92
5.	10^{-8}	136	152
6.	10^{-7}	115	100
7.	10^{-6}	86	111
8.	10^{-5}	73	105

Таблица 3

Изменение числа агрегатов при введении димедрола с гистамином при инкубации с белком альбумином

№	Концентрации димедрола (ДМ) с гистамином (ГТ) в молях (М/л)	Число агрегатов (%) после инкубации с введенными растворами по сравнению с контролем
	Контроль	118
1	ДМ 10^{-11} +ГТ 10^{-11}	178
2	ДМ 10^{-10} +ГТ 10^{-10}	90
3	ДМ 10^{-9} +ГТ 10^{-9}	130
4	ДМ 10^{-8} +ГТ 10^{-8}	121
5	ДМ 10^{-7} +ГТ 10^{-7}	112
6	ДМ 10^{-6} +ГТ 10^{-6}	115
7	ДМ 10^{-5} +ГТ 10^{-5}	175

мать участие в процессе дезагрегации макромолекул. В то же время усиление димедролом гистаминового эффекта можно объяснить активированием химических связей, которые усиливают агрегацию. Рекомендуемые дозы [5] введения димедрола при аллергических реакциях, возможно, наряду с известным эффектом, способствуют накоплению агрегатов в очаге воспаления за счет совместного с гистамином действия.

Эффект увеличения процесса агрегирования белков в месте воспаления может в какой-то степени носить защитный характер. В агрегированном состо-

янии токсичные протеины более безвредны, и не подвергаясь протеолизу часть белковых агрегатов должна удаляться исключительно через лимфатические пути, задерживаясь в узлах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гареев Р.А. Транскапиллярный обмен и лимфообразование.-Алма-ата, 1989.-С.122-124.
2. Вайсфельд И.Л., Кассиль Г.Н. Гистамин в биохимии и физиологии.-М.:Наука;1981.-278с.
3. Chen R. Removal of fatty acids from serum albumin by charcoal treatment.//J.Biol.Chem.-1976-Vol.2,№2.-P.173-181.
4. Даржуманова Г.К., Гареев Р.А. Влияние биологически активных веществ на агрегацию белков.//Известия АН Каз.ССР.-Серия биологическая.-1991.-№6.-С.61-64.
5. Машковский М.Д. Лекарственные средства.-М.:1977.-С.40-44.

УДК 612+591.1(574)

ОСНОВНЫЕ УСПЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК В КАЗАХСТАНЕ

Х.Д. ДЮСЕМБИН

Институт физиологии человека и животных МОН РК

Соңғы 10-15 жыл бойы жүргізілген ғылыми зерттеулердің физиология ғылымына қандай үлес қосқаны туралы баяндалады. Клетканың қызметі, өсіресі оның мембранасындағы электр құбылыстарының заңдылықтары жазылған. Қазақстандағы физиология ғылымының даму бағдарламасы талқыланады.

Изложены достижения научно-исследовательских работ по физиологии за последние 10-15 лет. Значительные успехи достигнуты по физиологии клетки, особенно по изучению электрических свойств мембраны. Определены перспективы развития физиологической науки в Казахстане.

The achievements of the research works on physiology for the last 10-15 years are summarized. Significant progress is achieved in cell physiology, especially in the studies of the electric features of the membrane. The perspectives for the physiological science development in Kazakhstan are defined.

Как известно, фундаментальные исследования в области физиологии че-

ловека и животных направлены на разработку проблемы нервного и гуморального механизмов регуляции функций соматических и висцеральных систем. Комплексное изучение проблемы позволяет выявить физиологические и биохимические процессы, протекающие в разных органах, клетках и субклеточных структурах. В этом плане большие работы выполнены научными учреждениями и вузами стран Европы, Азии и США, а также СНГ. При изучении нервной клетки идентифицированы молекулярные комплексы поверхностной мембраны, которые придают последней важнейшее свойство – способность регенерировать нервный импульс. Эти комплексы выделены в нативном состоянии и встроены в искусственную мембрану. Тем самым открыты пути для точного анализа химической структуры этих важных биологических молекул, направленного поиска новых способов лечебного воздействия на нервные клетки, а также воспроизводства ряда их свойств в технических системах.

Экспериментально установлено, что необходимость в регулярном сне у человека и животных вызвана потребностью в устранении накапливающихся при бодрствовании функциональных изменений липопротеидных комплексов синаптических мембран, затрудняющих проведение нервных импульсов через синапсы. Доказано, что при вынужденной бессоннице сохранение нормального уровня нервной активности можно поддержать комбинированным применением феназепама и сиднокарба.

Новые сведения имеются о нервных механизмах формирования пищевой и питьевой мотивации, а также о роли в них нейрохимических препаратов и некоторых гормонов. Определены нейрофизиологические и гормональные закономерности организации коррекции пищевых и питьевых защитных форм поведения. Оригинальные данные собраны в мотивационном поведении и обучении, а также функциональной неоднородности серотонинэргических структур лимбической системы.

Создана новая концепция работы зрительной коры, рассматривающая корковые рецептивные поля в качестве фильтров пространственных частот, анализирующих пространственные свойства изображений зрительного мира путем поэлементного их описания. На основании данных измерения зон пространственной суммации в психофизиологических исследованиях на человеке показано, что порог ахроматического восприятия на

порядок ниже порога восприятия цветных сигналов. Эти сведения послужили основанием для разработки методов эффективного кодирования изображений в цифровой системе цветного телевидения. Оптимальное согласование принципов телевизионного кодирования со свойствами зрительной системы позволило за счет устранения избыточного изображения в три раза сократить цифровой поток, требующийся для передачи телевизионных программ в цифровой форме.

В последний двадцатилетний период развитие физиологических наук характеризовалось переходом на качественно новый уровень исследований, обусловленный успехами в изучении клеточных механизмов трансформации внешнего раздражения в нервный импульс, получении прямых сведений о физико-химических свойствах нервных клеток и их мембран, понимании принципов кодирования и передачи информации в органах чувств, возможности математического и физического моделирования систем и функций.

В значительной степени этому способствовало широкое применение и совершенствование молекулярно-биологических методических подходов, применение электронно-вычислительной техники и автоматизации физиологических экспериментов.

В мембранах происходит переход энергии химических реакций в другие формы энергии, используемые для генерации основных клеточных реакций.

ФИЗИОЛОГИЯ

На уровне мембран происходят и основные изменения в клетках при многих патологических процессах. Все это придает изучению мембранных процессов первостепенное значение не только для физиологии, но и ряда других биологических и медицинских дисциплин. Важно подчеркнуть, что мембраны, воспроизводящие многие основные показатели физиологических процессов, все более и более успешно воссоздаются искусственным путем.

До сих пор физиологическая активность большинства известных, как натуральных, так и синтезированных, пептидов изучена или изучается зарубежными специалистами. У нас в стране подобные исследования носят пока еще случайный характер и практически зависят от импортных наборов для радиоиммунологического определения гормонов. Вместе с тем, очевидно, что в самое ближайшее время пептиды будут использоваться для модуляции поведения животных, в гигиенической и лечебной практике человека в качестве стабилизаторов и активаторов иммунных воздействий.

Нарастающая недостаточность продовольственных ресурсов в мире, неправильная организация питания широких масс населения, загрязнение внутренней среды организма выдвигают в качестве важнейшей физиологической проблемы поиски новых путей оптимального питания человека, поддержания нормального обмена липидов, водно-солевого обмена, поддержания барьерной

функции желудочно-кишечного тракта. Эта проблема большой медицинской и социальной значимости.

Широкое использование новых математических методов описания и моделирования нейронной активности открывает значительные перспективы в решении не только одной из самых сложных фундаментальных проблем естествознания, но и таких важных прикладных проблем, как создание роботов, способных ориентироваться в меняющейся среде и адаптироваться к ней, как оптимизация операторской деятельности при больших объемах информации.

Институт физиологии человека и животных МОиН РК получил международное признание как научно-теоретический центр СНГ фундаментальных исследований по лимфологии и физиологии продуктивных животных. Учеными института впервые была выдвинута и обоснована концепция о происхождении и развитии лимфатической системы у миксин, экспериментально доказано научное предположение об участии лимфатической системы в формировании липопротеидного состава внутренней среды и развитии атеросклероза: доказана гипотеза о механизмах обмена макромолекул между кровью, тканью и лимфой. На основе результатов исследований наши ученые приняли активное участие в составлении и выполнении научных программ «Гарыш», «Полет М2» с участием казахстанских космонавтов Т.О.Аубакирова и Т.А.Мусабаева. Исследования

ны механизмы терморегуляции человека, на основе которых разработана конструкция специализированных костюмов для работы в экстремальных условиях.

Впервые были раскрыты механизмы центральной регуляции процессов пищеварения, лактации и обмена веществ. Разработаны и внедрены практические рекомендации по профилактике и лечению гипогалактии у кормящих матерей.

Ученые Института физиологии разработали научные основы применения природной оздоровительной системы «Детка» по заданию Президента фонда «Бөбек» С.А. Назарбаевой.

Институт поддерживает научные связи с зарубежными организациями Австралии (Университет Нью-Касл), Англии (Кембриджский университет), Франции (Безансонский Университет), России (Институт медико-биологических проблем, Центр подготовки космонавтов и Институт физиологии имени И.П.Павлова). Институт вошел в международную ассоциацию физиологических наук.

На наш взгляд, перспективно исследование характера и интенсивности неспецифических и специфических механизмов резистентности при воздействии определенных регуляторных пептидов, образующихся в нервной и иммунной системах. Анализ такого рода целесообразно проводить с учетом не только результирующих реакций, но и этапов их формирования.

Разумеется, одним из важных ас-

пектов исследования является и изучение участия определенных регуляторных пептидов в реализации защитных реакций. Хотя оба подхода широко используются, само научное направление начало развиваться лишь в последние годы, и поэтому на современном этапе развития биологии и медицины не сложилось целостного отчетливого представления о сочетанном или последовательном участии регуляторных пептидов, образующихся в нервной и иммунной системах, и механизмах обеспечения неспецифической и специфической резистентности. Вместе с тем накоплено значительное количество фактов, свидетельствующих об определенной роли регуляторных пептидов в модуляции интенсивности названных процессов.

Складывается впечатление о возможной роли регуляторных пептидов в регуляции деятельности иммунной системы на разных уровнях ее организации – от субклеточного до системного.

Как известно, одним из ключевых механизмов активации функций иммунных клеток является выделение интерлейкина – 1 (ИЛ-1) клетками мононуклеарнофагоцитирующей системы при действии антигена. Этот регуляторный пептид влияет на активность Т-клеток, усиливая выделение ИЛ-2 – стимулятора антителопродукции.

При решении любой физиологической проблемы надо исходить из того, что живой организм – это саморегулирующая система, поддерживающая себя,

ФИЗИОЛОГИЯ

восстанавливающая, регулирующая и даже совершенствующая система. Одни и те же функции регулируются несколькими управляющими устройствами, которые взаимодействуют через нервные и гуморальные механизмы.

Различают 3 основных уровня управления деятельностью организма: 1-й уровень обеспечивает гомеостаз; 2-й – адекватные сдвиги метаболизма тканей к изменению внутренней среды организма; 3-й уровень проводит переработку информации, поступающей из внешней среды и осуществляет адекватные реакции на это отдельных функциональных систем или организма в целом.

Изменение окружающей среды сопровождается прежде всего изменением психики, ЦНС, ВНС, эндокринной системы и сдвигами гомеостаза, метаболизма в организме. Отдельные функции, скажем, дыхание, сердцебиение, крово- и лимфообращение могут прийти в состояние перенапряжения, подключения компенсаторных систем с помощью регуляторных механизмов. Если неблагоприятные факторы, продолжая действовать, принимают экстремальный характер, то мобилизуются защитные системы организма. Наступившие при этом физиолого-биохимические изменения сопровождаются накоплением продуктов извращенного метаболизма. Метаболические нарушения приводят к развитию процессов эндогенной интоксикации, зависящих от состояния биологических барьеров, механизмов переноса токсических продуктов

через желудочно-кишечный тракт, кровь, лимфу, выделительные органы. Отсюда вытекает основное содержание стратегии нашей работы: физиологические процессы на всех уровнях организма должны выполняться в комплексе и приводить в действие механизмы резистентности всего организма. Функционально-структурные изменения клеток, тканей и органов сигнализируются по механизму обратной связи в ЦНС, которая запускает повторно регуляторные механизмы. Эти взаимоотношения могут иметь 2 типа для обеспечения резистентности организма: 1) предел допустимых колебаний функции и изменений микроструктур путем незначительного отклонения от нормативных данных; 2) мобилизация максимально всех внутренних резервов путем подключения компенсаторных механизмов, а в случае недостаточности этого, организм нуждается во влияниях со стороны. Тогда надо применять протекторы, стабилизаторы, стимуляторы и т.д.

Правильность такой концепции основана тем, что экстремальные воздействия вызывают мобилизацию физиологических механизмов общего типа, не зависящих от специфических признаков раздражителя. В ближайшие годы предусмотрено изучить периферические и центральные механизмы регуляции устойчивости соматических и висцеральных систем при изменении условий окружающей среды и разработать эффективные методы повышения резистентности организма к действию экстремальных факторов.

АПОПТОЗ У ОНКОВИРУС-ИНДУЦИРОВАННЫХ НЕСТАБИЛЬНЫХ МУТАЦИЙ DROSOPHILA MELANOGASTER

Р.И. БЕРСИМБАЕВ

Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Институт общей генетики и цитологии МОН РК

Қалыпты жағдайдағы шыбындарда және онковирустар ДНҚ-мен индукцияланған генетикалық тұрақсыздық жүйесінің ісікті мутанттарында апоптоз процесі (программаланған клетка өлімі) зерттелген. Апоптоз-спецификалық ДНҚ фрагментациясы одісімен ішек ткандерінде және май денешіктерінде апоптоз өзгерісі болатыны анықталды. Программаланған клетка өлімі құбылысында азот тотығы синтаза ферментінің ингибиторлары және донорлары әсерін зерттеуде азот тотығы апоптоз процесінің реттеуші қызметін атқаратындығы көрсетілді.

Исследования апоптотические процессы (программируемая клеточная смерть) в норме и у опухолевых мутантов системы генетической нестабильности у Drosophila melanogaster, индуцированной онковирусами ДНК. Подтверждено наличие апоптотических изменений в тканях кишечника и жирового тела методом апоптоз-специфической фрагментации ДНК. Исследования действия до-

Исследования по проблеме генетической нестабильности ведутся в наши дни исключительно интенсивно, являясь одним из наиболее глубоких и перспективных направлений современной генетики. Всестороннее изучение нестабильных мутаций - важнейший подход к раскрытию механизмов генетической нестабильности и функционирования генов в онтогенезе. В настоящее время доказано, что перемещения мобильных генетических элементов являются причиной возникновения нестабильных мутаций. Генетически нестабильные линии характеризуются повышенной мутабельностью одного или нескольких локусов генов, при этом частота перехода гена из одного аллельного состояния в другое возрастает в сотни тысяч раз по сравнению с обычной скоростью мутирования [1].

Наиболее интенсивно исследования генетической нестабильности проводятся у Drosophila melanogaster. Изучение данного явления с использованием современных молекулярно-генетических

поров и ингибиторов синтазы окиси азота на процессы программированной клеточной смерти показано, что окись азота может выступать в качестве регулятора апоптотических процессов.

In oncoviral-induced unstable mutations of Drosophila melanogaster the method of analysis of DNA fragmentation visualized by convention agarose gel electrophoresis a typical DNA ladder was detected in intestine and fat cells. The appearance of apoptosis is regulated by nitric oxide. The induction of apoptosis correlated with low concentration of NO whereas the high level of NO inhibited the apoptosis in oncoviral-induced unstable mutations of Drosophila melanogaster.

подходов и методов исследований показали, что причиной нестабильных мутаций у дрозофилы являются инсерции-эксцизии в мутирующие локусы мобильных генетических элементов [2,3].

Удобной моделью для изучения нестабильных мутаций является система генетической нестабильности у дрозофилы, индуцированная микроинъекциями ДНК онкогенных вирусов (кДНК вируса саркомы Рауса и ДНК аденовируса обезьян Sa 7), и у эмбрионов [4,5]. Инъекции онковирусных ДНК способны вызывать перемещения сразу нескольких семейств мобильных элементов, в то время как другие известные в настоящее время системы нестабильности связаны с перемещениями одного - двух семейств мобильных элементов.

Интересной особенностью мутагенного действия онковирусных ДНК является их способность вызывать глубокие морфофизиологические изменения онтогенеза у мутантов – малигнизацию личиночных тканей. Другой характерной особенностью онковирус-индуцированной системы генетической нестабильности является ее продленный характер. Для изучения нестабильности данной системы нет необходимости проводить повторную индукцию мутаций, так как линии, полученные однажды, нестабильны на протяжении сотен поколений. Интерес к данной системе нестабильности значительно повысился в связи с возможностью изучения целого ряда процессов, связанных с генетическими последствиями взаимодействия онковирусных ДНК с геномом и опухолеобразованием [6,7].

Исследования, проведенные нами по изучению мутагенного действия онковирусных ДНК, позволили показать [8-10], что система генетической нестабильности, индуцированная онковирусными ДНК, обладает продленным действием - линии нестабильны на протяжении нескольких сотен поколений. Было установлено, что в данной системе генетической нестабильности с высокой частотой появляются новые мутации летального действия и онковирусные ДНК, введенные методом микроинъекций в ранние эмбрионы, со временем приобретают способность индуцировать крупные перестройки в геноме реципи-

ента. Было также показано, что генетическая нестабильность, индуцированная онковирусными ДНК, связана с процессами малигнизации, протекающими в данной системе [11]. Таким образом, детальное изучение свойств онковирус-индуцированной системы продленной нестабильности позволило существенно расширить наши представления о вирус-индуцированном канцерогенезе и взаимодействии вирусного генома с геномом эукариотической клетки, которая приводит к ее злокачественной трансформации.

Целью наших дальнейших исследований было изучение особенностей апоптической гибели клеток у опухолевых мутантов *Drosophila melanogaster* системы генетической нестабильности, индуцированной онковирусными ДНК, а также изучение роли синтазы окиси азота в регуляции апоптоза в ходе онтогенетического развития.

Представления о запрограммированной смерти клеток, долгое время не привлекавшие внимание исследователей, сегодня выдвинулись в число самых актуальных проблем фундаментальной и прикладной биологии [12]. Актуальность этой проблемы определяется, в частности, взаимосвязью нарушения регуляции процесса запрограммированной гибели клетки со многими заболеваниями, в том числе и раковыми. Тщательное изучение механизмов данного явления позволит корректировать нарушения регуляции запрограм-

мированной гибели клетки, вызванной нарушением функционирования отдельных генов, и создать на этой основе принципиально новые направления терапии.

Естественная гибель клетки является результатом активации особой генетической программы, запускаемой специфическими внутриклеточными и внешними сигналами [13]. Наличие в организме физиологических факторов - индукторов и ингибиторов апоптоза - позволяет сделать вывод, что запрограммированная гибель клетки зависит от соотношения факторов, вызывающих апоптоз и предотвращающих его, а также от регуляторных внутриклеточных механизмов. Среди различных индукторов апоптической клеточной смерти особое место занимает окись азота [14]. Установлено, что длительная генерация окиси азота инициирует апоптоз. При апоптозе, инициируемом NO, усиливается синтез супрессора опухолей - белка p53. активируются протеазы из семейства каспаз, происходит конденсация хроматина и разрыв молекул ДНК. При этом изменяется эффективность экспрессии белков из семейства Bcl-2, имеющих отношение к реализации апоптоза [15].

Известно, что в регуляции апоптоза огромную роль играют протоонкогены, имеющиеся в геноме любой нормальной клетки. Было обнаружено, например, что при различных неблагоприятных условиях протоонкоген bcl-2

может оказывать защитное действие на многие типы клеток, вызывая «арест» роста и апоптоз через белок p53. Этот факт представляется особенно интересным в качестве примера механизма клеточной защиты, в котором основную роль играет белок bcl-2, гомологи которого обнаружены также у дрозофилы, управляющие некоторым дистальным этапом передачи сигнала, приводящего к апоптической гибели клеток.

Имеются данные, которые свидетельствуют о том, что развитие опухолей может быть следствием дефекта генов, ответственных за протекание апоптических процессов [16]. В связи с этим представляло интерес изучить особенности протекания запрограммированной клеточной гибели у опухолевых мутантов. Для исследования были выбраны опухолевые линии *opc 36* и *LTR 10*, имеющие противоположные типы опухолеобразования. Так, для линии *opc 36* характерен доброкачественный тип опухолеобразования. По своей способности к опухолевому росту эта линия – типичный классический «*tumorigenic*» - мутант дрозофилы. Линия *LTR 10* по своим свойствам является злокачественной нейробластомой.

Изучение апоптической гибели клеток в этих линиях проводили методом прижизненной окраски акридин-оранжевым. В экспериментах использовали личинок, предкуколок и куколок линий *opc 36* и *LTR 10*. В результате экспериментов было выявлено, что в

исследованных нами линиях временная последовательность наступления апоптоза в изученных органах дрозофилы была одинакова. различий во время наступления апоптоза у особей дикой линии и у опухолевых мутантов не было зарегистрировано. В линиях *opc 36* и *LTR 10* апоптоз так же, как и в линии дикого типа *Oregon R*, вначале наблюдался в прилегающем к слюнным железам жировом теле, затем в среднем отделе кишечника, позднее в слюнных железах и по краям имагинальных дисков. Отсутствие каких-либо особенностей протекания апоптоза у изученных нами опухолевых мутантов по сравнению с нормой позволяет предположить, что процессы малигнизации, протекающие в исследованных линиях, могут быть связаны скорее с процессами некроза, а не обусловлены какими-либо изменениями в генах, контролирующих апоптоз.

Как известно из литературы, при апоптозе гибель клетки наступает при сохранении целостности плазматической мембраны и внутриклеточных органелл. Поэтому, в отличие от некроза, клетка не разбухает (результат повреждения мембраны и переполнения клетки водой из окружающей среды), а сжимается, конденсируя цитоплазму и оставаясь непроницаемой для летальных красителей типа трипанового синего. Некроз, напротив, характеризуется разрывом цитоплазматической и внутриклеточных мембран, что приводит к разрушению органелл, высвобождению лизо-

сомальных ферментов и выходу содержимого цитоплазмы в межклеточное пространство, вызывая воспаление окружающих тканей. Таким образом, морфологическая картина клеточной смерти при некрозе по целому ряду признаков отличается от картины клеточной гибели по типу апоптоза.

Морфологические изменения, наблюдаемые при гибели личинок исследованных нами линий, свидетельствуют о том, что в опухолевых тканях наблюдаются некротические процессы: появление меланизированных участков в различных органах и тканях, либо появление прозрачных участков, что свидетельствует о лизисе тканей [17].

Как отмечалось выше, окись азота является веществом, способным регулировать процессы запрограммированной клеточной гибели [14], и в связи с этим представляло интерес изучить действие NO на развитие апоптотических процессов.

При анализе динамики активности синтазы окиси азота (NO-синтазы) в развитии различных онковирус-индуцированных опухолевых мутантов было обнаружено наличие корреляции между уровнем активности NO-синтазы и различной степенью неопластической трансформации: происходило повышение тотальной активности фермента в опухолевых линиях, коррелирующее по времени с процессами малигнизации [18]. Применение селективных ингибиторов различных изоформ синтазы оки-

си азота показало, что нейрональная изоформа NO-синтазы является тканеспецифическим ферментом, который контролирует баланс между пролиферацией и дифференциацией в имагинальных дисках дрозофилы. Установлено, что индуцибельная изоформа NO-синтазы играет важную роль в ингибировании опухолевого роста у *Drosophila melanogaster*, причем наблюдались различия между типом малигнизации и характером ингибирования индуцируемой NO-синтазы. В связи с этим необходимо было выяснить, существует ли зависимость между активностью NO и апоптотической гибелью.

Для этого проводили исследования по изучению влияния доноров и ингибиторов синтазы окиси азота на процессы программируемой клеточной гибели у *Drosophila melanogaster* на примере линии дикого типа Oregon R и опухолевых мутантов системы генетической нестабильности, индуцированной онковирусными ДНК.

Поскольку ранее нами было показано, что апоптотическая гибель клеток наступает у личинок 3-го возраста, готовых к окукливанию, в экспериментах нами были использованы личинки позднего третьего возраста и предкуколки. Параллельно проводили две серии экспериментов.

В первой серии личинок 3-го возраста кормили донорами синтазы окиси азота. В качестве донора использовали S-нитрозо-N-ацетилпеницилламин

(SNAP). Во второй серии экспериментов личинок 3-го возраста кормили ингибиторами синтазы окиси азота. В качестве ингибитора использовали S-метилтиоциструллин, который при попадании в клетку уменьшает количество свободной окиси азота в ней. После 5- минутного кормления донорами и ингибиторами личинок помещали на свежую питательную среду. Через 5 часов проводили выделение личиночных органов и анализировали под флуоресцентным микроскопом в области зеленого свечения.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что введение как доноров, так и ингибиторов синтазы окиси азота влияет на протекание апоптотических процессов у дрозофилы. Так, при введении доноров синтазы окиси азота процессы апоптотической гибели клеток замедляются, в то время как при введении ингибиторов синтазы окиси азота процессы апоптоза протекают значительно активнее. Наиболее четко эти изменения проявляются в кишечнике, что, возможно, связано с непосредственным воздействием доноров и ингибиторов синтазы окиси азота на клетки кишечника при кормлении. На активизацию процессов апоптотической гибели клеток при введении ингибиторов фермента указывает также появление апоптотических изменений на стадии третьего личиночного возраста в слюнных железах и имагинальных дисках, в то время как в норме апоптоз в этих органах наблюдался лишь на ста-

дии поздней предкуколки. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что NO принимает участие в апоптозе у дрозофилы, и позволяют высказать предположение, согласно которому протекание апоптоза зависит от концентрации NO в клетках [19].

Как известно, дегградация ДНК является терминальной фазой апоптоза. В ходе дегградации ДНК сначала происходит образование крупных фрагментов, содержащих примерно 300 тыс. пар оснований, несколько позже – 30-50 тысяч пар оснований. Далее наступает следующий этап фрагментации ДНК - ее межнуклеосомная дегградация, с формированием фрагментов, содержащих 180 пар оснований, что соответствует протяженности нити ДНК в нуклеосоме [20]. Именно эти фрагменты появляются в виде «лесенки» при электрофорезе ДНК лизатов апоптотических клеток, который широко используется при идентификации апоптоза.

Для выявления апоптоз-специфической фрагментации ДНК отдельно собирали различные личиночные органы дрозофилы. Апоптоз-специфическая фрагментация ДНК была нами выявлена в клетках кишечника и в жировом теле личинок дрозофилы.

Таким образом, изучение апоптоза у онковирус-индуцированных нестабильных мутаций *Drosophila melanogaster* показало, что апоптотические изменения начинаются в первую очередь в клетках среднего отдела кишечника,

мальпигиевых сосудов и в клетках жирового тела. Далее, на стадии предкуколки и куколки, усиливается апоптоз этих органов, и появляются апоптотические изменения в клетках слонных желез и по периферии имагинальных дисков. Установлено, что окись азота играет активную роль в регуляции апоптоза: высокие концентрации окиси азота ингибируют апоптоз, в то время как низкие - активизируют апоптотические процессы. Эти данные свидетельствуют о возможности разнонаправленного действия механизмов трансдукции, в результате чего ответ клетки на один и тот же стимул может быть существенно разным. Полученные результаты имеют важное значение для дальнейшего выяснения степени универсальности апоптоза, его тканевой специфичности при дифференцировке тканей во время развития и функционирования организма. Детальное изучение свойств и механизмов NO-зависимого апоптоза, активации и антагонистических сигнальных путей системы генетической нестабильности, индуцированной онковирусными ДНК, поможет выявить конкретные механизмы взаимодействия между онковирусами и геномом эукариотической клетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dimitri P., Arca B., Berghella L., Mei E. High genetic instability of heterochromatin after transposition of the Line-like I factor in *Drosophila melanogaster* // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1997. V. 94. N 15. P. 8052-8057.
2. Nabirochkin S.D., Gabitova L.B., Osokina M.A. et al. Oncoviral DNAs induce transposition of endogenous mobile elements in the genome of *Drosophila melanogaster* // *Mutat. Res.* 1998. V. 403. N 1-2. P. 127-136.
3. Rasmunson L.A., Ekstrom K. Genetic and molecular analysis of a set of unstable white mutants in *Drosophila melanogaster* // *Genetica*. 1996. V. 98. N.2. P. 179-192.
4. Gazaryan K.G., Nabirochkin S.D., Shibanova E.N. et al. Unstable visible mutations induced in *Drosophila melanogaster* by injection of oncogenic virus DNA into the polar plasma of early embryos // *Mol. Gen. Gen.* 1987. V. 207. P. 130-141.
5. Набирочкин С.Д., Набирочкина Е.Н., Газарян К.Г. Индукция нестабильных мутаций у *Дрософила меланогастер* микроинъекцией ДНК онкогенных вирусов в полярную плазму эмбриона. - *Генетика*. - 1987. - Т. 12. - № 2. - С. 202-213.
6. Габитова Л.Б., Набирочкин С.Д., Берсимбаев Р.И. Генетические и морфофизиологические изменения в локусе *Lobe*, индуцированные с помощью микроинъекций ретровирусной ДНК в ранние эмбрионы *Дрософила меланогастер* // *Изв. АН РК (серия биол. наук)*. - 1992. - № 5. - С. 73-79.
7. Габитова Л.Б., Берсимбаев Р.И. Множественные перемещения мобильных элементов в системе генетической нестабильности, индуцируемые у *Drosophila melanogaster* // *Изв. АН РК (серия биол. наук)*. - 1993. - № 6. - С. 88-93.
8. Мить Н.В., Джансугурова Л.Б., Берсимбаев Р.И. Хромосомные перестройки в нестабильных линиях *Drosophila melanogaster* // *Известия МН-АН РК (серия биол. наук)*. - 1999. - № 3. - С. 68-75.
9. Мить Н.В., Джансугурова Л.Б., Берсимбаев Р.И. Генетические последствия взаимодействия онковирусных ДНК с геномом *Drosophila melanogaster* // *Докл. АН РК*. - 1999. - № 5. - С. 91-96.
10. Бекманов Б.О., Мить Н.В., Джансугурова Л.Б., Берсимбаев Р.И. Генетические последствия взаимодействия онковирусных ДНК с геномом *Drosophila melanogaster* // *Мол. клет. биол. на рубеже веков*. - Алматы, 1999. - С. 30-31.
11. Мить Н.В., Джансугурова Л.Б., Берсимбаев Р.И. Онковирус-индуцированная продленная генетическая нестабильность у *Drosophila melanogaster* // *Генетика*. - 2000. - Т. 36. - № 8. - С. 1033-1040.
12. Wilson M.R. Apoptotic signal transduction: emerging pathways // *Biochem Cell Biol.* 1998. V. 76. P. 573-582.
13. Уманский С.Р. Апоптоз: молекулярные и клеточные механизмы // *Молекулярная биология*. - 1996. - Т. 30. - В. 3. - С. 487-502.
14. Brune B., Knethen A., Sandau K. Nitric oxide and its role in apoptosis // *European Journal of Pharmacology*. 1998. V. 351. P. 261-272.

ГЕНЕТИКА

15. Reed J. C. Bcl-2 and the regulation of programmed cell death. // *Journal Cell Biol.* 1994. V. 124. P.1-6.
16. Pan H., Yin C., Dyke T.V. Apoptosis and cancer mechanisms // *Cancer Surveys.* 1997. V.29. P.315-327.
17. Bersimbaev R.I., Djansugurova L.B., Bekmanov B.O., Nitric oxide synthase activity in development of unstable mutant strains of *Drosophila melanogaster* // *ДАН РК.* 1999. №4. P. 80-86.
18. Bersimbaev R.I., Djansugurova L.B., Bekmanov B.O., Mit N.V. Role of nitric oxide in development of tumor mutant strains of *Drosophila melanogaster* // 6-th Intern. Congress Mol. Biol. Seoul, 1999. P.96.
19. Bersimbaev R.I., Hanson P., Yagai Y.I., Tzoy I.G., Effect of nitric oxide on apoptotic activity in the rat gastrointestinal tract // *Eur. J. Pharmacol.*, 2001. V.423, P.9-16.
20. Белушкина И.Н., Хасан Х.А., Северин Е.С. Молекулярные основы апоптоза // *Вопросы биол. мед. и фарм. химии.* 1998. № 4. С. 15-23.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ

М.С. ПАНИН

Семипалатинский государственный университет им. Шакарима

Мақалада биохимия ғылымы және оның экологиялық білім жүйесіндегі мәні туралы айтылады. Биосфераның түрлі таксондарын кешенді оқуы көрсетіледі. Биогеоценоздың экологиялық қалпын бағалау мақсатында түрлі биогехимиялық параметрі мен өлшемдері ұсынылады. Экологияның биогехимиялық аспекті жоспарындағы зерттеудің болашақ ғылыми міндеттері анықталған.

В статье дано понятие о биогехимии как науке и ее месте в системе экологических знаний. Отражено формирование системных направлений комплексного изучения различных таксонов биосферы, имеющих геохимическую направленность. Представлены различные биогехимические параметры и критерии, используемые для оценки экологического состояния биогеоценозов. Определены научные задачи дальнейших исследований в плане биогехимических аспектов экологии.

The notion of biogeochemistry as a science and its place in the system of ecological knowledge is given in the article. The formation of system directions of complex study of differ-

Биогехимия как интегрированная наука об элементном составе живого вещества и его роли в миграции, трансформации и концентрировании химических элементов и их соединений в биосфере вновь становится приоритетным научным направлением в связи с техногенной эволюцией планеты и поиском адекватных путей взаимодействия человека и природы.

Формирование экосистемного подхода при оценке и изучении природных явлений и биологических процессов стало возможным, благодаря идеям выдающихся натуралистов П.П. Семенова-Тянь-Шанского (высотная зональность) [1], Н.М. Пржевальского (биологическое разнообразие) (по [2]), Н.А. Северцова (зоогеографическое районирование) [3] и В.В. Докучаева (географическая зональность почв) [4]. Идейными наследниками системного подхода являются основоположник биогехимии академик В.И. Вернадский [5], создатели биогехимии ботаник и географ, профессор Г.Ф. Морозов [6] и академик В.Н. Сукачев [7], а также основатель геохимии ландшафтов почвовед Б.Б. Полюнов [8].

ЭКОЛОГИЯ

ent biosphere taxons, which have geochemical direction, is studied. Different biogeochemical criteria and parameters, which are used for the assessment of ecological biogeocenose condition, are represented in the article. Scientific targets of further study concerning biogeochemical ecological aspects are determined.

отражению природных комплексов и пониманию биосферных процессов.

Понимание ряда функций биосферы Земли как области обитания и жизнедеятельности организмов, преобразующих земную кору, стало возможным благодаря работам В.И. Вернадского [10-11]. Его идеи о геохимической роли живого вещества, формировании среды жизни, единстве жизни и геохимической среды привели к созданию нового раздела естествознания – биогеохимии, изучающей жизнь в аспекте миграции атомов и трансформации энергии. Эти мысли ученого, наряду с концепцией техногенеза биосферы и понятием ноосферы, составляют фундамент современных биосферных исследований.

Из системных направлений комплексного изучения различных таксонов биосферы, имеющих геохимическую направленность, следует выделить биогеохимию, биогеоценологию и геохимию ландшафтов (рис. 1). Все три научных направления стремятся в различной степени приблизиться к единому системному



Рис. 1. Связь между различными системными направлениями изучения природных комплексов [9]

Интенсивное развитие биогеохимии явилось результатом дифференциации этой науки и возникновения таких информативных направлений, как биогеохимия углерода и других макроэлементов, биогеохимия изотопов, биогеохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых, палеобиогеохимия, радиобиогеохимия, биогеохимия почв, растений, биогеохимия океана [12,13].

Наиболее полно геохимическая связь между организмами и их сообществами с природно-техногенной средой нашла отражение в геохимической экологии, занимающей достойное место в иерархии экологических наук.

Основанная выдающимся натуралистом В.В. Ковальским, столетие которого исполнилось в январе 1999 года, она отражает общий системный подход в биологии, характерный также для работ Н.В. Тимофеева-Ресовского, С.С. Шварца, И.А. Шилова, А.В. Яблокова, учитывающих прямые и обратные связи системы-биосфера – биогеоценоз – популяция – организм [14-18].

Геохимическая экология организмов как новое научное направление возникла в результате многолетних исследований биогеохимических провинций и биологической роли микроэлементов В.В. Ковальским и его последователями [19-21]. При этом биогеохимические исследования свойств среды и организмов эффективно сочетались с мощным мето-

дологическим арсеналом биохимии и физиологии.

Геохимическая экология изучает закономерности взаимодействия отдельных организмов и их сообществ с природно-техногенной средой через формирование и осуществление миграционных потоков атомов химических элементов в биосфере и трансформацию солнечной энергии [22].

Согласно В.В. Ковальскому [20], геохимическая экология – раздел биогеохимии и экологии, наука о взаимосвязи явлений, экологическую направленность биогеохимических принципов, техногенную оценку эволюции биосферы и концепцию ноосферы как сферы разумного преобразования биосферы. Взаимодействия организмов и их сообществ с геохимической средой в биосфере, а также организмов между собой в условиях популяций, биоценозов, биогеохимических провинций и зон как структурных частей единой экосистемы – биосферы.

Концепция гомеостаза является центральной проблемой геохимической экологии и отражает состояние относительного постоянства внутренних и внешних сред организма. При этом В.В. Ковальский [20] рассматривал гомеостаз на различных уровнях жизни – от молекулярного и популяционного до биосферного. Концепция гомеостаза положена в основу системной организованности биогеохимических циклов. Организмы, участвуя в биогеохимических циклах, поддерживают динамический гомеостаз

ЭКОЛОГИЯ

среды обитания (регуляции уровней O₂ и CO₂ в атмосфере, трансформации энергии, блокирования токсичных элементов микроорганизмами). Реакции организмов на резкое изменение концентраций и соотношений элементов в среде, кормах и рационах связаны с приспособительными свойствами организмов и их способностью к регулированию функций в условиях определенных пределов изменчивости геохимической среды

(рис. 2). В настоящее время концепция гомеостаза получила дальнейшее развитие в биогеохимии и биологии и является отражением принципов устойчивого развития биосферы. Она воплощена в биогеохимических критериях оценки экологического состояния территорий [24-25].

Место геохимической экологии среди экологических наук отражено на схеме (рис. 3).

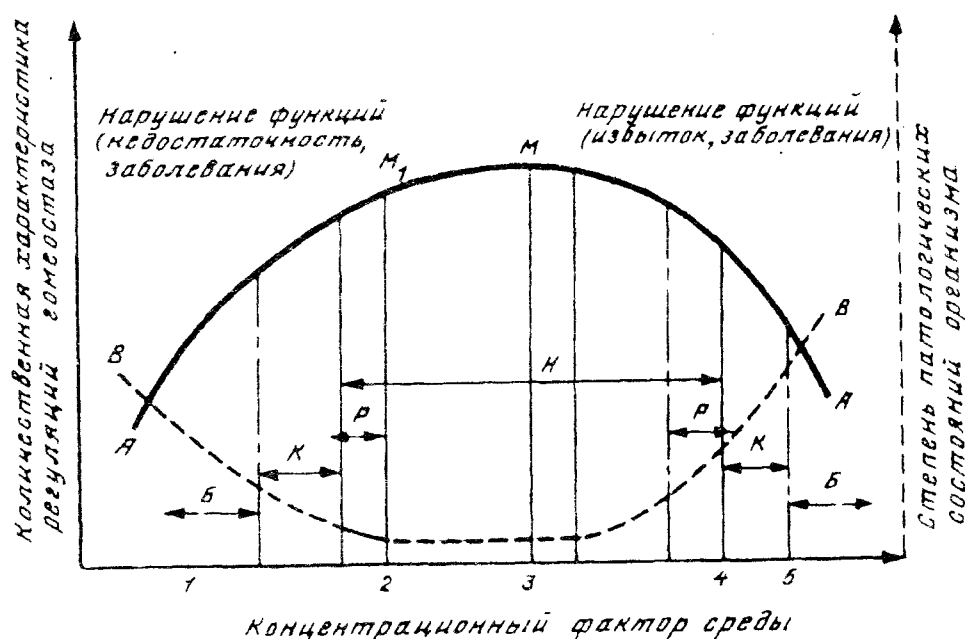


Рис. 2. Зависимость регуляторных физиологических функций организма (А) и степени его патологических состояний (В) от концентрационных факторов геохимической среды [19, 22-23]

1 — состояние недостатка химических элементов; 2 — нижняя пороговая концентрации; 3 — интервал нормальных концентраций (емкость гомеостаза, отвечающая относительно удовлетворительному экологическому состоянию среды, Н); 4 — верхняя пороговая концентрации; 5 — условия избытка химических элементов; М — потенциальная средняя оптимальная потребность организма в химических элементах; М₁ — вероятное значение физиологической минимальной потребности; Б, К, Р — интервалы концентраций химических элементов или их соотношений, соответствующие зонам экологического бедствия, кризиса и риска

Характерно наиболее тесное взаимодействие геохимической экологии с геоэкологией и с различными направлениями общей экологии. Естественно, что геохимическая экология использует методы

и данные большинства биологических наук, геохимии и химии (физиология, биохимия, аналитическая химия, геохимия).

Геохимическая экология как область системной экологии, где основным

ЭКОЛОГИЯ

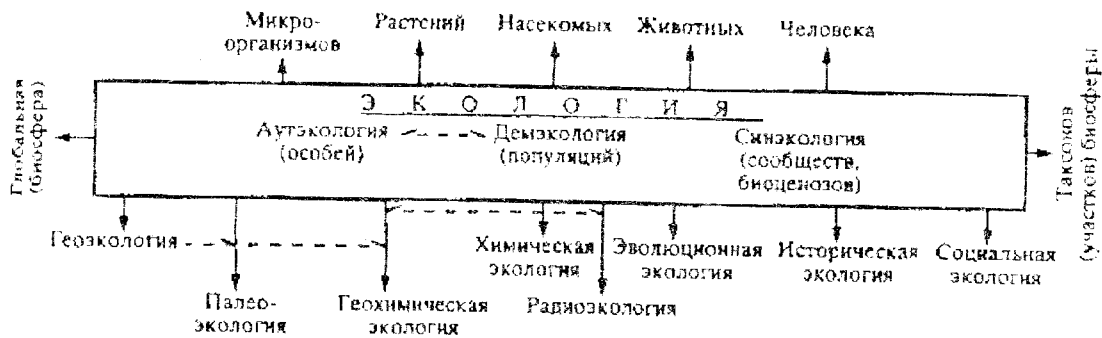


Рис. 3. Место геохимической экологии в системе экологических знаний [9]

фактором воздействия служит химический элемент, подразделяется на частные направления по объекту воздействия: геохимическая экология микроорганизмов [26], растений [27-31], животных и человека [32-33].

В эколого-биогеохимических идеях В.И. Вернадского следует выделить следующее: глобальное взаимодействие в процессах трансформации вещества, взаимосвязь явлений, экологическую направленность биохимических принципов, техногенную эволюции биосферы и концепцию ноосферы как сферы разумного преобразования биосферы.

Формируя учение о биосфере, В.И. Вернадский рассматривает ее как активную динамическую пленку живого вещества, несущую все отпечатки происходящих на планете и космическом окружении процессов и явлений. Роль живого вещества, обладающего конкретным химическим составом и специфическими функциями, в рассеянии и концентрировании химических элементов и их соединений в биосфере отражена в понятиях биогенной мигра-

ции и геохимической (биогеохимической) энергии организмов [5,11]. Ученый придает исключительно важное значение взаимодействию гетерогенного живого вещества, способного к воспроизведению, регуляции, сохранению информации и трансформации энергии, и биосферы как среды обитания организмов (планетной экосистемы).

Это взаимодействие осуществляется через биогенную миграцию химических элементов (биогеохимические циклы), трансформацию вещества и энергии. При этом все живое вещество Земли физико-химически едино: «Все живое происходит из живого в биосфере, комплекс физико-химических явлений в которой точно ограничен и определен» [34], а «биогенная миграция химических элементов в биосфере стремится к максимальному своему проявлению» (1-й биогеохимический принцип) [5]. Далее В.И.Вернадский утверждает: «... эволюция видов, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере, должна идти в направлении, увеличивающем проявление биогенной миграции атомов

в биосфере» (2-й биогеохимический принцип) [34]; «Живое вещество находится в непрерывном химическом обмене с космической средой, его окружающей..., живое вещество создается и поддерживается на нашей планете космической энергией Солнца» (3-й биогеохимический принцип) [34]. Эта концепция позднее получила название закона единства организм-среда: «Жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих ее организмов» [2]. В этом системном блоке действует принцип экологического соответствия: форма существования организма (включая его генетические особенности) всегда соответствует условиям жизни.

Биогеохимия как системная наука о геохимических процессах с участием организмов, их взаимодействии с геохимической средой и геохимических функциях биосферы имеет ряд тождественных с общей экологией признаков, как по сущности предмета, так и по рассматриваемым объектам и решаемым задачам. Именно взаимодействие организмов с геохимической средой, зависимость их химического состава от состава среды придают биогеохимии экологическую направленность и сближают ее с общей экологией. Особенно это касается биогеохимических циклов, рассматриваемых общей экологией [22, 35]. Тем не менее отождествлять биогеохимию с экологией невозможно, так как они отличаются предметом, объек-

тами исследований, общей методологией и изучаемыми процессами.

Следует также обратить внимание на биогеохимию как на систему знаний о геохимической роли живого вещества в биосфере как глобальной экосистеме. При этом В.И. Вернадский, наряду с ролью геологии и химии, придавал огромное значение биологическому началу в биогеохимии [11]. Это не только «изучение жизни в аспекте атомов», оценка геохимической роли организмов, но и проблемы теснейшей зависимости функционирования организмов от состава, состояния и эволюции среды обитания. Не удивительно, что на заре развития биогеохимии В.И. Вернадский придавал исключительно важное значение выявлению роли геохимических факторов в этиологии эндемических заболеваний животных и человека [5].

В настоящее время близкие системные направления изучения биосферы в связи с решением экологических проблем развиваются учеными КНР – педо-геохимическое районирование и изучение биогеохимических провинций [36], Германии - оценка биологической роли малоизученных микроэлементов [37], Норвегии – решение проблем геомедицины и биогеохимии агроландшафтов [38], Югославии – комплексные работы по выяснению биологической роли микроэлементов и анализу биогеохимических пищевых цепей [39], Польши - всестороннее и глубокое изучение миграции микроэле-

ментов в почвенно-растительном комплексе [40].

Необходимо отметить существование двух подходов к оценке экологического состояния территорий. Один из них включает совершенствование методов изучения среды обитания организмов и оценки экологического состояния территорий (геохимический «формальный» подход). Другой связан с совершенствованием методов изучения реакций организмов на экстремальные геохимические и другие факторы, включая общебиологические, ветеринарные и медицинские аспекты. Задача ближайшего будущего – объединить эти два подхода в единое целое. Именно к этому стремился известный ученый-биогеохимик В.В. Ковальский [19, 41], так как биогеохимический (БГХ) подход предусматривает синтез знаний о среде обитания организмов, геохимических и других факторах воздействия и реакциях организмов, их популяций и сообществ. В настоящее время существуют различные подходы экологического нормирования природно-техногенных факторов [9, 19, 42-54]. Следует отметить, что это одна из сложнейших проблем экологии и естествознания в целом. Однако тенденции комплексной, а также интегральной оценки экологического состояния биогеоценозов, ландшафтов, селитебных территорий возрастают. Особенно интенсивно это направление развивается в радиобиологии и радиоэкологии. Безусловно, выбрать ключевые организмы или параметры среды их оби-

тания для оценки природно-техногенных комплексов и ранжирования факторов воздействия чрезвычайно трудно. Как правило, ранжирование неблагоприятного фактора возможно для одного или ограниченной группы организмов. Однако и в этом случае эффект воздействия часто не совсем связан с концентрацией токсического начала, тем не менее такие попытки существуют. Исключительно сложной проблемой является оценка состояния всей биоты в экосистеме, как в норме, так и под влиянием геохимических факторов. Следует иметь в виду различную чувствительность организмов, метаболические, адаптационные и генетические особенности организмов, взаимодействие химических элементов. Реакции организмов на экстремальные геохимические факторы среды являются результирующим проявлением огромного числа факторов, их взаимодействия. Иногда проявляется так называемый эффект ультрамалых доз. Кроме того, следует иметь в виду эколого-генетический контроль обмена микроэлементов. Поэтому проблема оценки недостаточности микроэлементов приобретает особую актуальность. Немаловажную роль играют интерференция вирусов, климатические и геофизические факторы.

Для оценки экологического состояния биогеоценозов используются различные параметры и критерии: система концентрационных коэффициентов перехода химических элементов в бинарных и более сложных системах, отно-

шение изотопов углерода, азота, кислорода и серы, суммарный показатель загрязнения, ПДК, максимально-допустимый уровень (МДУ), степень антропогенной нагрузки, популяционные и экономические характеристики и т.п. [9, 19, 43, 46, 49, 54-57]. При диагностике микроэлементозов животных и человека, выявлении биогеохимических провинций или экологически неблагоприятных территорий специалисты все чаще обращаются к интегрированным системным способам исследований.

Так, В.В. Ермаковым и его школой [9], в отличие от традиционной системы санитарно-гигиенического нормирования (предельно допустимые концентрации – ПДК, максимально допустимые уровни – МДУ), предложены системные интегрированные биогеохимические критерии оценки экологического состояния территорий, отражающие состояние биогенных циклов макро- и микроэлементов в экосистемах. Они разработаны на основании информации о химическом элементном составе растений фитоценозов, биогеохимических провинций и сопоставления реакций организмов с геохимическими факторами среды [24-25].

В первоначальном варианте нарушение основных биогеохимических циклов углерода и азота В.Н. Башкиным с сотр. [43] оценивалась по отношению C:N. Представленные [25] биогеохимические критерии являются интервалами концентраций микроэлементов,

токсичных химических элементов, отношений Ca:P, Ca:Sr в укусах, пастбищных растениях и растительных кормах, ранжированные в соответствии с зонами экологического бедствия, кризиса, риска и относительно удовлетворительного состояния. Растения как объект оценки выбраны в связи с их центральным местом в экосистемах и наличием концентрационных параметров.

Эти критерии разработаны на основе принципов геохимической экологии, критических концентраций микроэлементов, изучения природно-техногенных биогеохимических провинций, токсикологических и гигиенических нормативов и общего закона распределения.

В целом эколого-биогеохимические критерии отражают степень нарушения биогеохимических циклов химических элементов и состояние гомеостаза организмов. Фактически они представляют собой интервалы концентрации или соотношений химических элементов в центральном звене биогеохимической цепи – растениях. Графически это показано на рис. 2, который иллюстрирует зависимость гомеостатических функций организма и степени его патологии от концентрационных факторов геохимической среды [22], а сущность – закон распределения, известный в экологии как закон минимума Либиха или закон биологической устойчивости Лямотта [58]. Заметим, что эколого-биогеохимические критерии корректируются в зависимости от поступ-

ЭКОЛОГИЯ

ления новой информации, в основном связанной с взаимодействием природных и техногенных факторов миграции химических элементов.

Представленные в таблице скорректированные биогеохимические критерии касаются микроэлементов и ряда других химических элементов.

Таблица

Биогеохимические критерии оценки экологического состояния территорий [23-25]*

Химический элемент	Степень экологического нарушения			Относительно удовлетворительное состояние
	Бедствие	Кризис	Риск	
Концентрации микроэлементов в укосах, пастбищных растениях и растительных кормах (в мг/кг сухого вещества)				
Zn	<2;>500	2-10;100-500	10-20;60-100	20-60
Cu	<1;>100	0,5-2;80-100	2-5;20-80	5-20
Co	<0,01;>50	0,01-0,05;5-50	0,05-0,2;5-10	0,2-1,0
Mo	<0,2;>50	0,2-0,5;10-50	0,5-1,0;3-10	1-3
B	<1;>300	0,1-0,5;100-300	0,5-1,0;30-100	1-30
F	<1;>200	1-3;100-200	3-5;30-100	5-30
I	<0,05;>20	0,05-0,1;5-20	0,1-0,2;2-5	0,2-2,0
Se	<0,01;>50	0,01-0,03;10-50	0,03-0,05;1-10	0,05-1,0
Содержание высокотоксичных химических элементов в кормах и укосах растений (превышает МДУ, раз)				
As, Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, Sb	>10	5-10	1,5-5	1,1-1,5
Содержание токсичных химических элементов в растениях и растительных кормах (превышение фоновой концентрации, раз)				
Va, Be, Ti	>10	5-10	1,5-5	1,1-1,5
Отношение кальция к фосфору в кормах				
Ca:P	<0,1 или >30	0,1-0,4 или 10-30	0,4-1,0 или 3-10	1-3
Отношение кальция к стронцию в кормах и укосах				
Ca:Sr	>1	1-10	10-50	>50-100

Примечание. Размер неблагоприятной территории – более 20% общей площади административной и природной единицы (село, район, город, природный комплекс).

Их ранжирование осуществлялось как в интервале низких концентраций, так и в диапазоне токсических уровней их содержания в растениях. При этом интервалы отражают нормальные и патологические состояния растений, животных и человека, включая синтез и активность специфических белков (глута-

тионпероксидаза, 5- деиодиназа, Cu-Zn-супероксиддисмутаза, церулоплазмин, витамин В12 и др.). Распределение концентрации микроэлементов относительно биологических реакций представляет собой две сочлененные логистические кривые (рис.2). Дифференцирование уравнений, описывающих эти кривые,

дает первые производные – критические концентрации для зон риска, а вторые производные – критические концентрации для зон кризиса и бедствия. Биогеохимические критерии являются составной частью общих критериев оценки экологического состояния территорий и нуждаются в региональном ранжировании [51-52].

Эколого-биогеохимические критерии оценки территории, предложенные научной школой В.В. Ермакова [9], существенно отличаются от принятых в официальных документах [51-52] и имеют несомненное теоретическое и практическое значение. Критерии достаточно полно отражают степень нарушенности биогеохимических циклов цепи химических элементов и состояние гомеостаза растительных и животных организмов. Они позволяют оценивать территорию по трем степеням экологического благополучия (риск, кризис, бедствие) и одной степени относительно удовлетворительного состояния на основе данных о концентрациях и соотношениях химических элементов в укосах, пастбищных растениях и кормах. Однако такое соотнесение биогеохимических провинций с их экологическим состоянием неадекватно и некорректно для оценки состояния здоровья человеческой популяции.

Поэтому В.Л. Сусликов, А.Ш. Капанова [59] предлагают другие критерии эколого-биогеохимической оценки территории, которые базируются на фак-

тических данных об уровнях содержания и соотношения химических элементов в водно-пищевых рационах населения во взаимосвязи с клинко-биохимическими, гормональными, микробиологическими и иммунологическими характеристиками реакций практически здоровых групп населения и показателями здоровья населения (смертность, рождаемость, заболеваемость, инвалидность, физическое развитие).

Для территорий с удовлетворительным эколого-биогеохимическим состоянием ими были установлены оптимальные соотношения химических элементов в водно-пищевых рационах практически здоровых групп населения. Такие комплексные эколого-биогеохимические критерии оценки территории наиболее адекватны для человеческой популяции, и они найдут практическое применение в профилактической медицине.

Для оценки степени устойчивости разных природных объектов и раскрытия механизмов их адаптации *используют метод определения продуктивности по угнетению в накоплении биомассы корней и надземных органов*, а также учитывают и верхнюю пороговую концентрацию металла, вызывающую нарушение гомеостаза [19], или верхний критический уровень элемента: наименьшую концентрацию элемента в тканях, снижающую сухую биомассу (по [60]).

Угнетение роста корня – один из наиболее ранних симптомов токсического действия тяжелых металлов на рас-

тения. В некоторых работах используют показатель: 50 % подавление роста корня. Наиболее простой и быстрый метод оценки величины металлоустойчивости – метод корневого теста (по [60]). Количественным показателем устойчивости к металлам является индекс устойчивости I – отношение прироста корней на растворе с металлом к приросту на контрольном растворе за один и тот же срок опыта.

В модельных опытах на проростках из семян Н.В. Алексеевой-Поповой [60] изучены межвидовые и внутривидовые различия устойчивости многих дикорастущих и культурных видов. 7 – дневные проростки из семян выращивали на растворе: 5×10^{-4} М $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и 1×10^{-3} М KCl (контрольный вариант). В опытных вариантах к этой смеси солей добавляли раствор соли тяжелого металла определенной концентрации. Ряд относительной токсичности металлов: $\text{Cu} > \text{Cd} > \text{Ni} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Mn}$, полученный методом корневого теста, соответствует полученному другими методами.

На основании обобщения литературного и экспериментального материала выделено несколько основных путей формирования металлоустойчивости: ограничение поступления, иммобилизация поглощенных металлов, образование устойчивых биологически активных веществ. Системы устойчивости дополняют системы надежности, что расширяет приспособительные возможности организмов, распространение вида и со-

здает предпосылки для его прогрессивной эволюции.

Для диагностики микроэлементозов перспективно использование химического элементного состава волосяного покрова (ХЭСВП) (живого организма, человека и животных), который формируется в зависимости от химического элементного состава среды обитания, кормов и состояния организма [61-62].

Концентрация большинства химических элементов в волосяном покрове значительно выше, чем в привычных для анализа жидкостях – крови и моче. Если в сыворотке крови с помощью современных методов исследования удастся достоверно определить содержание 6-8 элементов, то в волосах – 20-30. Очень важно, что ХЭСВП отражает интегрированное состояние минерального обмена и химического состава продуктов питания, кормов, воды и воздуха. Поэтому ХЭСВП может отражать также глобальные биогеохимические изменения в биосфере и использоваться для оценки экологической ситуации отдельных территорий.

При этом необходимо знать варьирование ХЭСВП в зависимости от вида животного, его локализации, возраста, условий обитания и содержания, от физиологического состояния организма; необходимо сопоставление ХЭСВП с патологическими состояниями и заболеваниями человека и животных, с составом пищи, кормов и пастбищных растений различных территорий.

Велика роль споровых растений и лишайников в биогеохимическом мониторинге природно-техногенных аномалий.

Так, Н.С.Петруниной, Е.А. Карповой, С.Д. Лебедевой [63] в пределах горно-рудного района (бассейн реки Ардон, Северная Осетия) в течение 1993-1997 гг. методом ААС оценивали аккумуляцию Pb, Cd, Cu, Zn споровыми растениями и лишайниками с целью дифференцирования источников загрязнения. Пробы лишайников (8 видов), хвощей (4 вида), папоротников (3 вида), мхов (12 видов), почвы и воды отобраны в пределах высотного профиля экологически «чистой» области и в рудных районах Унальской котловины. Установлены различные уровни накопления металлов организмами в зависимости от природы источника загрязнения. Наиболее сильное загрязнение отмечено у группы гидрофильных мхов: Pb-84-198, Cd-3,9-6,6, Cu – 49-218, Zn – 1060-3250 мкг/кг сухого вещества (сток с отвалов в р. Уналдон и поступление в арыки для полива садов и огородов п. Унал). У эдафобитов источником загрязнения является подпитка почв арычными водами с отвалом: Pb – 95, Cd – 4,3, Cu – 30, Zn – 675 мкг/кг. Литофильные мхи получают наибольшее обогащение непосредственно из рудной породы, обитая на минерализованных отвалах: Pb - 159, Cd – 2,1-2,6, Cu - 66, Zn – 480 мкг/кг. У эпифитных мхов, собранных на коре плодовых деревьев, на высоте 1,5-2 м над почвой, высокий уровень тяжелых метал-

лов (Pb - 96, Cd – 2,1, Cu - 70, Zn – 1780 мкг/кг) связан с воздушным переносом обогащенной пульпы с хвостохранилища Унал. Хвощи накапливают максимальные количества металлов у сливной трубы из хвостохранилища: Pb - 434, Cd – 2, Cu - 110, Zn – 510 мкг/кг. Лишайники литофиты и эдафобиты содержат до 232 мкг/кг Zn, 1,9- Cd, 182 Pb, на удалении 5 км от Мизурского ГОК. Эпифитные лишайники на плодовых деревьях п. Н. Унал в 0,5-1 км от хвостохранилища накапливают: Pb - 106, Cd – 1,0, Cu - 36, Zn – 266 мкг/кг. Коэффициент концентрации у лишайников и мхов, относительно фона в их биомассе, наиболее высок у Cd и Pb (10^2). Установлено 5 видов мхов-концентратов различных экотипов: *Amblystegium serpens*, *brachythecium rivulare*, *Cirriphyllum cirrosum*, *drepanocladus aduncus*, *Pylaisiella polyantha*, - которые могут служить индикаторами загрязнения тяжелыми металлами в трех средах (воздушной, водной, почвенно-грунтовой).

В почвенной микробиологии в настоящее время накоплен значительный объем методических подходов, позволяющих проводить мониторинг наземных экосистем на загрязнение тяжелыми металлами и другими загрязнителями и выявлять их токсический, мутагенный и канцерогенный эффекты на различные организмы в концентрациях, которые не доступны при приборном определении. Также *ведется интенсивный поиск индикаторных микроорганизмов для создания биотестов.*

Микробиологический мониторинг осуществляется на трех уровнях – на уровне микробных сообществ, ценозов и сукцессий, на уровне клеток и на уровне процессов, осуществляемых микрофлорой почвы, которые регистрируются по продуктам этих процессов или по активности ферментов, контролирующих эти процессы, - субклеточный уровень.

Биогеохимические исследования природных экосистем проводятся и *с использованием ферментативных методов* [64]. Ферментативный катализ органического вещества (ОВ) - важный этап трансформации углерода в биосфере. Биогеохимические исследования, связанные с изучением этих типов изменений, весьма актуальны. Выделение ферментов в среду обитания является естественной функцией представителей фауны и флоры, особенно для микроорганизмов, обеспечивающих за счет внеклеточного выделения гидролитических ферментов в среду обитания эффективное расщепление ОВ. Природные процессы прикрепления ферментов к минеральным частицам в природных водах, донных осадках и почвах имеют фундаментальное значение для реализации биохимических процессов вне клетки. Такая сорбция способствует сохранению ферментов от воздействия неблагоприятных факторов среды и обеспечивает их функциональную активность [65]. На основе разработанных в лаборатории химии океана ИО РАН ферментативных методов проведена оценка динамичес-

ких параметров деструкции ОВ в компонентах природных экосистем – в пресной и морской воде [66], водной взвеси и донных осадках [67], почвах [68], льдах [69] и в продуктах внеклеточного метаболизма биоты (слизях, пеллетах и др.) [70]. Разработаны и используются экспрессные тест-системы на основе ферментов для оценки загрязненности природных вод [70]. Анализ гидролитических ферментативных активностей является весьма продуктивным методом исследования путей преобразования углерода в биосфере, экологической экспертизы, а также в исследовании и палеогеоэкологической истории [69].

К интегрированным системным способам исследований относится и *изучение специфических патологий* [32, 33, 71-78]; *морфологические тесты* [27, 32, 44, 50, 79, 80], *цитогенетическая оценка* [44, 79, 81]. При этом решающую роль приобретает природный эксперимент, например, изучение антропогенной нагрузки на почвы, растительные сообщества [82]. И в этой связи роль комплексного изучения действия геохимических и других факторов в условиях биогеохимических провинций и «фоновых» территорий постоянно возрастает.

Учитывая центральное место БГХ циклов в экосистеме, объединяющих все его блоки в единое целое в результате биогенной миграции химических элементов и трансформации энергии, биогеохимические подходы к оценке экологического состояния территорий мо-

гут оказаться весьма полезными для выявления зон риска, экологического бедствия и кризиса.

В основу БГХ критериев положения эколого-БГХ концепция зависимости жизнедеятельности организмов от концентраций, соотношений и форм миграции химических элементов в среде, основанная на комплексном учете данных по химическому составу организмов и почв, критических концентраций микроэлементов, токсикологических и гигиенических параметров, реального существования патологических реакций организмов как на избыток, так и на недостаток биологически активных химических элементов и их соединений. В соответствии с законом резистентности концентрационные факторы среды соотнесены с экологическим состоянием территорий (зона относительно удовлетворительного состояния, риска, кризиса и бедствия) [9, 43, 49, 51, 52].

БГХ оценка состояния природно-техногенных экосистем важна при экологических нарушениях, обусловленных изменением химического состава окружающей среды природного и техногенного характера и сопровождающихся проявлением заболеваний человека и животных, связанных с недостатком или избытком отдельных химических элементов или их ассоциаций в среде, кормах и продуктах питания, организмах. При необходимости БГХ оценка территорий проводится в системе общей их экологической оценки [51, 52].

Очевидно, что проблемы геохимии и геохимической экологии приобретают особую актуальность в настоящее время. *Изучение техногенных провинций - новая, исключительно сложная научная задача*, решение которой необходимо для общей экологической оценки функционирования биосферы в современную психозойную эпоху и поиска более рациональных технологий. Сложность задачи состоит в необходимости дифференциации техногенных и природных потоков форм миграции химических элементов, оценки взаимодействия техногенных и природных факторов, проявления у организмов непредвиденных биологических реакций.

Для улучшения экологического состояния биосферы при современном уровне эволюции планеты необходимо привести в соответствие ее продуктивность, массу живого вещества, энергетические ресурсы и производство. Существует необходимость резкого сокращения ряда экологически вредных производств, поиска и внедрения новых источников энергии, перехода на энерго- и ресурсосберегающие технологии, что отражает стремление Homo sapiens к оптимальному, устойчивому состоянию биосферы и переход ее в ноосферу.

Изучение биогеохимических провинций и локальных миграционных потоков химических элементов предусматривает определенную связь с оценкой их глобальных циклов. Интегрирование потоков миграции, формируемых орга-

низмами суши и континентальных водоемов, - одна из составляющих биосферных циклов элементов. В глобальном аспекте для оценки планетарных биогеохимических процессов необходимо взаимодействие ученых в области биогеохимии континентов и Мирового океана, чтобы создать теорию массопереноса и массообмена веществ в биосфере. Остается нерешенной проблема оценки взаимодействия растений с глубинными формациями литосферы и флюидами различного вещественного состава. Решение ее дало бы возможность повысить эффективность биогеохимических поисков и по-новому интерпретировать индикационную геохимическую роль организмов в процессах дегазации планеты. Принципиально это возможно, так как в сочетании с педосферой живое вещество биосферы формирует своеобразную «полимерную пленку», меняющую состав в зависимости от глобальных процессов.

Необходимо обратить внимание на изучение биогеохимии и биологической роли малоизученных химических элементов и соединений, на исследование геохимической экологии водорослей, насекомых, клещей, ракообразных, наземных и пресноводных моллюсков.

Эколого-биогеохимический системный подход при решении региональных и локальных вопросов требует внедрения методов математики, физики, химии и биологии, а при разработке прогноза эволюции биосистем – способов

моделирования природно-техногенных процессов. Однако такое внедрение осуществляется слабо.

По практической значимости особое место должны занять исследования по прогнозированию изменения окружающей среды под влиянием хозяйственной деятельности человека, выявлению адаптационных возможностей растений естественных экосистем и агроценозов к токсическим концентрациям тяжелых металлов, работы по биогеохимическому районированию территорий.

Успешное выполнение задач будет во многом зависеть от развития методологии биогеохимических исследований и методов анализа элементного и молекулярного состава природных материалов, совершенствования пробоподготовки, использования безреакционных способов и внедрения микроволновых технологий. Кроме существующих и широко применяемых методов анализа элементного состава вещества (ИСП – атомная абсорбция, рентгено-флуоресцентный и нейтронно-активационный анализ, эмиссионная спектроскопия), необходимо внедрять эмиссионную и ИСП-масс-спектрометрию, РФА СИ. При этом следует повысить уровень сертификации аналитических лабораторий и центров, обеспечить их соответствующими специалистами, аттестованным оборудованием, стандартными растворами, образцами, смесями.

Геохимическая экология располагает огромным массивом данных о вза-

имодействии организмов и среды. Установленные ею факты и закономерности становятся важнейшей основой профилактики микроэлементозов, включая болезни недостаточности и дисбаланса макро- и микроэлементов, совершенствования биогеохимических критериев и параметров оценки экологического состояния биогеоценозов и устойчивого функционирования природных комплексов.

Прогресс в этом научном направлении связан с созданием стройной теории, а также внедрением новых методов обработки информации и моделирования. При этом арсенал параметров оценки функционирования живого вещества должен включать не только статические величины (концентрации или соотношения химических элементов, в частности, изотопов, массоперенос-захват элементов, численность и биомассу организмов, скорость их размножения и расселения), определяющие биогеохимическую энергию, по В.И.Вернадскому, но и потоки вещества и энергии через организмы. К этой проблеме имеет отношение также детализация биогеохимических и трофических цепей питания, включая расчет различных коэффициентов перехода. Решение этих задач позволит более детально исследовать биогеохимическую энергию организмов различных экосистем и получить новые данные в науках о питании (например, идея трансрегиональной коррекции микроэлементов) и при экологической оценке биогеоценозов.

Среди недостатков следует отметить малочисленность и отсутствие координации исследований в Казахстане по биогеохимической проблематике и геохимической экологии. Исследования в этом плане проводятся лишь отдельными учеными и их учениками [81, 83-94].

Необходимо восстановить специальность «Биогеохимия» в классификаторе наук.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов-Тянь-Шанский Н.П. Придонская флора в ее соотношениях с географическим распределением растений в Европейской России. — СПб., 1851. — 568 с.
2. Реймерс Н.Ф. Экология (Теория, законы, правила, принципы и гипотезы). — М.: Россия молодая, 1994. — 366 с.
3. Северцов Н.А. Сезонные явления в жизни зверей, птиц, гад Воронежской губернии. — СПб., 1877. — 500 с.
4. Докучаев В.В. К учению о зонах природы. — СПб., 1899. — 504 с.
5. Вернадский В.И. Избранные сочинения. — М.: Изд-во АН СССР, 1960. — Т. 5. — 422 с.
6. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. — М.: Л., 1925. — 482 с.
7. Сукачев В.Н. Лесная биогеоценология и ее лесохозяйственное значение. — М.: Изд-во АН СССР, 1958. — 380 с.
8. Польшов Б.Б. Учение о ландшафтах //Вопр. географии.—1953.—Вып. 33.—С. 30—44.
9. Ермаков В.В. Геохимическая экология как следствие системного изучения биосферы //Проблемы биогеохимии и геохимической экологии: Тр. Биогеохим. лаб., Т. 23. — М.: Наука, 1999. — С. 152—182.
10. Вернадский В.И. Биосфера. — Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1926. — 147 с.
11. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки (1922—1932 гг.). — М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — 250 с.
12. Монин А.С., Романкевич Е.А. Проблемы биогеохимии Мирового океана //Современные задачи и проблемы биогеохимии: Тр. Биогеохим. лаб. — 1979. — С. 74—83.
13. Galimov E.M. Fractionation of carbon isotopes on the way from living to fossil organic matter //Stable isotopes in the biosphere / Ed. E. Wada, T. Yoneyana, M. Minagava et al. — Kyoto:

- Kyoto University Press, 1995. – P. 133 – 170.
14. Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов И.В. Очерки учения о популяции. – М.: Наука, 1973. – 277 с.
 15. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. – М.: Наука, 1980. – 280 с.
 16. Шилов И.А. Физиологическая экология животных. – М.: Высш. шк., 1985. – 321 с.
 17. Шилов И.А. Популяция как биологическая система надорганизменного уровня // Экология популяций: Структура и динамика. – М.: РАСХН, 1995. – Т. 1. – С. 3 – 13.
 18. Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение. – М.: Высш. шк., 1989. – 335 с.
 19. Ковальский В.В. Геохимическая экология. Очерки. – М.: Наука, 1974. – 229 с.
 20. Ковальский В.В. Геохимическая среда и жизнь. – М.: Наука, 1982. – 78 с.
 21. Ковальский В.В. Геохимическая среда, микроэлементы, реакции организмов // Тр. Биогеохим. лаб., Т. 22. – 1991. – С. 5 – 23.
 22. Ермаков В.В. Биогеохимическое районирование континентов // Биогеохимические основы экологического нормирования. – М.: Наука, 1993. – С. 5 – 24.
 23. Ермаков В.В. Биогеохимические провинции: Концепция, классификация и экологическая оценка // Основные направления биогеохимии. – М.: Наука, 1995. – С. 183 – 196.
 24. Ермаков В.В., Петрунина Н.С., Алексеева С.А. и др. Биогеохимические критерии оценки изменения биогеоценозов // Проблемы изучения и охраны заповедных природных комплексов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1995. – С. 167 – 169.
 25. Ермаков В.В., Петрунина Н.С., Алексеева С.А. и др. Эколого-биогеохимические критерии оценки микроэлементного состояния биогеоценозов // Фауна Центрального Черноземья и формирование экологической культуры. – Липецк: ЛГПИ, 1996. – Т. 1. – С. 16 – 17.
 26. Летунова С.В., Ковальский В.В. Геохимическая экология микроорганизмов. – М.: Наука, 1978. – 148 с.
 27. Петрунина Н.С. Геохимическая экология растений в провинциях с избыточным содержанием микроэлементов (никеля, кобальта, меди, молибдена, свинца и цинка) // Тр. Биогеохим. лаб., Т. 13. – 1974. – С. 57 – 117.
 28. Петрунина Н.С., Гаранина Н.С. Внутривидовая изменчивость растений в экстремальных геохимических условиях // Экология популяций: Структура и динамика. – М.: РАСХН, 1995. – Т. 2. – С. 884 – 893.
 29. Мурдалиев А.М. Семейство сложноцветных в Киргизии: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Новосибирск, 1990. – 32 с.
 30. Скартыгина-Уфимцева М.Д. Системно-иерархический анализ микроэлементного состава фитобиоты ландшафтов // Тр. Биогеохим. лаб., Т. 22. – 1991. – С. 120 – 134.
 31. Алексеева-Попова Н.В. Клеточно-молекулярные механизмы металлоустойчивости растений // Устойчивость к тяжелым металлам дикорастущих видов. – Л.: Ботан. ин-т В.Л. Комарова АН СССР, 1991. – С. 5 – 15.
 32. Авцил А.И., Жаворонков А.А., Рин М.А., Стрелкова Л.С. Микроэлементовый человек. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
 33. Жаворонков А.А., Михалева Л.М., Арцын А.П. Микроэлементовый – новый класс болезней человека, животных и растений // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии: Тр. Биогеохим. лаб., Т. 23. – М.: Наука, 1999. – С. 183 – 199.
 34. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии // Тр. Биогеохим. лаб., Т. 16. – 1980. – 320 с.
 35. Ермаков В.В. Развитие учения о природных и техногенных биогеохимических провинциях как основы современных биосферных исследований // Микроэлементы в СССР. – Рига: Зинатне, 1992. – Т. 32. – С. 68 – 75.
 36. Gong Zitong, Luo Guobao. Pedochemical environment and health in China // First workshop on material cycling in pedosphere. – Nanjing (China), 1990. – P. 18 – 22.
 37. Anke M., Gurtler L., Angelow I. et al. Rubidium – an essential for animals and humans // Trace elements in man and animals – 9: Proc. of the IX Intern. symp. on trace elements in man and animals. – Ottawa: NCR Res. press., 1997. – P. 189 – 191.
 38. Chemical climatology and geomical problems / Ed. J. Lag. Otta: Engers Boktrykkeri A/S. 1992. – 255 p.
 39. Maksimovic Z., Djujic I., Rsumovic M., Jovic V. Selenium deficiency in Yugoslavia and possible effects on health // Environ. Geochem. and Health., 1991. – Vol. 14, N. 1. – P. 1 – 5.
 40. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
 41. Ковальский В.В. Геохимическая экология – основа системы биогеохимического районирования // Тр. Биогеохим. лаб., Т. 15. – М.: Наука, 1978. – С. 3 – 21.
 42. Барабошкина Т.А., Махорин А.А. Критерии оценки эколого-геохимического состояния литосферы (на примере Тьрыныузского вольфрам-молибденового комбината) // Экологическая геохимия и геофизика. – Дубна: ВНИИ геосистем, 1998. – С. 62 – 64.

43. Балшкин В.Н., Евстафьева Е.В., Снакин В.В. и др. Биогеохимические основы экологического нормирования. – М.: Наука, 1993. – 304 с.
44. Братов А.В., Анохин С.М. Генетико-физиологические механизмы адаптации крупного рогатого скота к условиям Сибири // Генетика. – 1994. – № 30. – С. 14.
45. Вайперт Э., Вальгер Р., Ветцель Т. и др. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
46. Виноградов Б.В. Критерии оценки современного состояния экосистем // Теория и методология экологической геологии. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – С. 323 – 332.
47. Виноградов Б.А. Основы ландшафтной экологии. – М.: ГЕОС, 1998. – 418 с.
48. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарфонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. – 280 с.
49. Ермаков В.В., Таланов Г.А., Федотова В.И. и др. Методы определения содержания некоторых химических элементов и их максимально допустимый уровень в кормах для сельскохозяйственных животных. – Челябинск, 1988. – 65 с.
50. Захаров Е.П., Шарыгин С.А. Биогеохимическое и биоиндикационное картирование и безопасность жизнедеятельности. – Симферополь: ТЭИ, 1999. – 96 с.
51. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М., 1992. – 60 с.
52. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия // Рыбальский Н.Г., Кузьмич В.Н., Шакин В.В. и др. – М.: Мин-во экологии и природных ресурсов, 1992. – 58 с.
53. Смирнова Р.Т., Ревич Б.А. Система геохимических показателей для оценки состояния окружающей среды при разработке территориальных комплексных систем охраны природы городов // Биогеохимические методы при изучении окружающей среды. – М.: ИМГРЭ, 1989. – С. 117 – 123.
54. Снакин В.В., Мельченко В.Е., Бутовский Р.О. и др. Оценка состояния и устойчивости экосистем. – М.: Мин-во экологии и природных ресурсов, 1992. – 128 с.
55. Буренков Э.К., Янин Е.П., Кижаккин С.А. и др. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды г. Саранска. – М.: ИМГРЭ, 1993. – 116 с.
56. Савченко В.В., Натаров В.М. Рекомендации по организации и ведению геохимических наблюдений на стационарах комплексного экологического мониторинга фонового ранга. – Минск, 1999. – 132 с.
57. Таланов Г.А., Ермаков В.В., Федотова В.И. Временные максимально допустимые уровни (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках. – Утверждено ГУВ Госагропрома 07.08.87 г. – М., 1987. – 5 с.
58. Дре Ф. Экология. – М.: Атомиздат, 1976. – 168 с.
59. Сусликов В.Л., Кацтанова А.Ш. Об эколого-биогеохимических критериях оценки территорий // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Матер. 3-й Рос. биогеохим. шк. – Новосибирск, 2000. – С. 81 – 82.
60. Алексеева-Попова Н.В. Устойчивость растений к тяжелым металлам: методы оценки и механизмы // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Матер. 3-й Рос. биогеохим. шк. – Новосибирск, 2000. – С. 151 – 152.
61. Барановская Н.В. Геохимические исследования состава волос жителей Томской области // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Матер. 3-й Рос. биогеохим. шк. – Новосибирск, 2000. – С. 152 – 153.
62. Замана С.П., Ермаков В.В., Соколов А.В. Перспективы использования элементного состава волосяного покрова для диагностики микроэлементозов // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Матер. 3-й Рос. биогеохим. шк. – Новосибирск, 2000. – С. 153 – 154.
63. Петрунина Н.С., Карпова Е.А., Лебедева С.Д. Биогеохимический мониторинг природно-техногенных аномалий: роль споровых растений и лишайников // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Матер. 3-й Рос. биогеохим. шк. – Новосибирск, 2000. – С. 169 – 170.
64. Корнеева Г.А. Биогеохимические исследования природных экосистем с использованием ферментативных методов // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Матер. 3-й Рос. биогеохим. шк. – Новосибирск, 2000. – С. 159 – 160.
65. Корнеева Г.А. и др. // Докл. АН. – 1993. – Т. 332. – № 5. – С. 646–649.
66. Корнеева Г.А., Лунева М.В. // Изв. РАН, сер. биол. – 1999. – № 5. – С. 592–601.
67. Корнеева Г.А., Романкевич Е.А. // Геохимия. – 1998. – № 7. – С. 718–726.

68. Ростовщикова И. П., Корнеева Г. А. //Изв. РАН, сер. биол. - 1999. - № 3. - С. 359-366.
69. Васильчук Ю. К. и др. //Криосфера Земли. - 1998. - Т. II, №1. - С. 48-54.
70. Корнеева Г. А., Шигапова Т. А. //Изв. РАН, сер. биол. - 1998. - № 4.
71. Алиев А., Барей В., Барико П. И. и др. Профилактика нарушений обмена веществ у сельскохозяйственных животных. - М.: Агропромиздат, 1986. - 384 с.
72. Джеббаев Б. М., Ермаков В. В. Геохимическая экология пойкилотермных животных //Проблемы биогеохимии и геохимической экологии: Тр. Биогеохим. лаб., Т. 23. - М.: Наука, 1999. - С. 201 - 227.
73. Кондрахин И. П. Алиментарные и эндокринные болезни животных. - М.: Агропромиздат, 1989. - 256 с.
74. Петрушина Н. С. Экология растений в районах с естественным обогащением почв тяжелыми металлами: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - М.: Изд-во МГУ, 1965. - 24 с.
75. Суздаков Н. А., Ошепенко Н. И., Козачок В. С. и др. Микроэлементозы сельскохозяйственных животных. - Киев: Урожай, 1974. - 238 с.
76. Уразаев Н. А., Цикитин В. Я., Кабыш А. А. и др. Эндемические болезни сельскохозяйственных животных. - М.: Агропромиздат, 1990. - 271 с.
77. Anke M., Arnhold W., Angelow L. et al. Effect of macro-, trace and ultra trace elements on the health status and the performance of farm animals //Proceedings of the 5 Intern. symp. on Animal Nutrition. - Kaposvar (Hungary), 1996. - P. 77 - 94.
78. Trace Elements in Human and Animal Nutrition. - Fifth Ed./Ed. W. Mertz. San Diego: Acad. Press., 1987. - Vol. 1. - 480 p.
79. Братов А. В. Биогенная классификация биогенных элементов //Философия науки. - 1995. - № 2 (6). - С. 12 - 24.
80. Петрушина Н. С., Ермаков В. В., Дегтярева О. В. Геохимическая экология растений в условиях полиметаллических биогеохимических провинций //Проблемы биогеохимии и геохимической экологии: Тр. Биогеохим. лаб., Т. 23. - М.: Наука, 1999. - С. 228 - 253.
81. Бигалиев А. Б., Дарибаев Ж. Эколого-генетическая оценка последствий загрязнения природной среды тяжелыми металлами и радионуклидами в зоне Семипалатинского испытательного полигона //Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. - Семипалатинск, 2000. - С. 332 - 336.
82. Ильин В. Б. К вопросу об экологическом потенциале системы почва - растение //Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. - Семипалатинск, 2000. - С. 12 - 22.
83. Панин М. С. Формы соединений тяжелых металлов в почвах средней полосы Восточного Казахстана (фоновый уровень) //Гос. ун-т «Семей». - Семипалатинск, 1999. - 329 с.
84. Панин М. С. Аккумуляция тяжелых металлов растениями Семипалатинского Прииртышья //Гос. ун-т «Семей». - Семипалатинск, 1999. - 309 с.
85. Панин М. С. Эколого-биогеохимическая оценка техногенных ландшафтов Восточного Казахстана. - Алматы: Изд-во «Эверо», 2000. - 338 с.
86. Панин М. С., Свидерский А. К. Поиск гидатофитов как объекта биогеохимического мониторинга тяжелых металлов в водотоках (на примере рек бассейна Иртыша) //Сибирский экологический журнал. - 2001. - Т. 8, № 2. - С. 205 - 211.
87. Панин М. С., Касымова Ж. С. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на микробиологические и биохимические показатели чернозема южного нормального //Вестник университета «Семей». - 1999. - № 3 - 4. - С. 119 - 137.
88. Курманбаев А. А. Микробиологическое тестирование почв при их мониторинге на загрязнение тяжелыми металлами (аналитический обзор) //Вестник АН РК. - 1999. - № 4. - С. 59 - 66.
89. Курманбаев А. А. Оценка методов микробной биоиндикации для мониторинга антропогенного загрязнения почв //Вестник АН РК. - 1998. - № 4. - С. 19 - 22.
90. Курманбаев А. А., Саданов А. К. Биодеструкция мелiorанта гидролизного лигнина микроскопическими грибами почв рисовых полей юга Казахстана //ДАН РК. - 1996. - № 5. - С. 71 - 73.
91. Сарсенбаев К., Есназаров У. Фитомелиорация и озеленение в районах металлургических комбинатов. - Алматы: ТОО «Айдана», 2000. - 205 с.
92. Илялетдинов А. Н. Микробиологические превращения металлов. - Алма-Ата: Наука, 1984. - 268 с.
93. Шупкевич Н. И. Эколого-генетическая оценка влияния промышленных выбросов свинцового производства: Автореф. ... канд. биол. наук. - Алматы, 1997. - 26 с.
94. Байсейтова Н. М. Өндірістік қалдықтардың қоршаған ортаға негативті әсерін биологиялық тұрғыдан бағалау Шымкент қорғасын зауытында: Автореф. ... канд. биол. наук. - Алматы, 2001. - 24 с.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ СТРУКТУР
ТЕГУМЕНТА ТРЕМАТОД

К.К. АХМЕТОВ, Ж.К. ШАЙМАРДАНОВ

Павлодарский государственный университет им. С.Торайгырова

Бұл мақалада трематодалардың сыртқы жабындысына тән структуралардың қызыметтік морфологиясы сипатталған. Сипаттау барысында күн сәулесі және электрон-микроскопиялық әдістер арқылы алынған мәліметтерге шолу жасалған.

В настоящей статье сделан анализ литературы, касающейся функциональной морфологии структур тегумента, исследованных на светоптическом и электронно-микроскопическом уровне.

In the given article the analysis of the literature concerning functional morphology of tegument structures studied on the light optic electron microscope level is made.

В настоящее время накоплено достаточное количество материалов о морфофункциональной организации паразитических организмов различных классов, которое позволяет судить об адаптационных изменениях, произошедших в результате локализации в отдельных органах хозяина. При этом адаптационные изменения в большей степени касаются тех зон, которые важны как зоны контакта

между паразитом и хозяином. К таковым структурам относятся и покровы гельминтов, в частности, трематод.

Покровные системы трематод с гистологической точки зрения представлены так называемым погруженным эпителием (Lee, 1972), который по своей морфологической структуре схож с погруженным эпителием ряда свободно живущих моногений, и в связи с этим высказываются мнения об их гомологичном происхождении (Gremberg, Ruche, 1967). Покровы трематод, как и других плоских червей, имеют морфологические связи с наружными мышцами тела и образуют единый чехол – кожно-мускульный мешок.

Исследованиями, проводимыми на уровне электронной микроскопии, установлено, что покровы представляют собой комплекс, состоящий из синтициального слоя – цитоплазматической пластинки, ограниченного дистальной и базальной мембранами. Под ней находится слой из межклеточного вещества и коллагеновых волокон, получивших название волокнистого слоя. Волокнистый слой подстилается мышечными тканями

ми, которые состоят из продольных и кольцевых мышц. Эпителиальные клетки, примыкающие к мышечному слою, связаны с помощью цитоплазматических тяжей с наружным симпластическим слоем (Threadgold, 1963; Cioti, Ferreti, 1966; Bogitsh, 1968; Sharma, Gupta, 1970; Glegy, 1972). По мнению Чубрик (1982), морфологическая связь полярно расположенных частей погруженного эпителия может в процессе онтогенеза нарушаться и восстанавливаться вновь.

В настоящее время имеются данные по более детальным исследованиям каждой из выше перечисленных структур. Так, исследованиями Stoitsova, Sorchidova (1997) установлено, что такое образование, как базальная мембрана, имеет сложную морфофункциональную организацию. У *Fasciola hepatica* она состоит из трех слоев, которые авторами определены как прозрачный, плотный и исчерченный. При этом плотный слой представлен гомогенным веществом и имеет аморфные свойства. Сетчатый слой образован фибриллярными телами толщиной 10-12 мкм. Часть фибрилл пересекает все слои базальной мембраны и соединена с гемидесмосомами мышечных волокон кожного мускульного мешка. Таким образом, обеспечивается связанная работа тегумента как единого образования.

Морфология наружного слоя тегумента трематод может изменяться в зависимости от условий локализации в хозяине. При этом нередко описываются

шиповидные образования, которые имеют различную степень развития – быть довольно нежными структурами, например, у трематоды *Notocoylus ephemera*, либо иметь значительную плотность, как у ряда видов шистосом (Matsumoto, Perry, et.al, 1988). В последнем случае основания шипов погружены в толщу цитоплазматического слоя (Erasmus, 1972). Подобное расположение описываемых структур позволяет предположить об их участии в прикреплении и передвижении гельминтов в местах локализации.

Анализ литературных данных (Matthens, Matheus 1988) подтверждает эту точку зрения. Так, например, у представителей сем. *Hemiuridae*, паразитирующих в кишечнике, установлено отсутствие шпиков. И выше упомянутые авторы связывают это с тем, что такая морфологическая особенность обеспечивает более безопасное существование для гельминтов, которые имеют контакты с движущимися пищевыми комками в кишечнике.

Важной особенностью покровов дигenea является наличие папилообразных образований, которые в основной своей массе встречаются на вентральной поверхности тела по мнению Gibson Grey (1979), они способствуют более эффективной защите низких рН или высоких осмотических показателей среды обитания. А суть таких выростов – утолщение покровов.

Многие авторы - Dike (1969), Davis, Bogitsh (1971) - отмечают в цитоплаз-

матическом слое наличие большого количества органоидов. Причем они приурочены к апикальной части синцития. И на этом основании выдвинуты предположения и о функциональной активности, связанной с процессами транспорта и обеспечения запасными питательными веществами типа гликогена из органов хозяина. Данную мысль косвенно подтверждает и обнаружение в обсуждаемой части кислой фосфотазы Halton (1967), которая может быть связана с лизосомным аппаратом синцития. Наличие лизосомного аппарата наталкивает на мысль о наличии внутриклеточного переваривания питательных веществ (Горчилова, Канев, 1987).

Ряд исследователей отмечают приуроченность к цитоплазматическому слою везикулярных и гранулярных структур и высказывают мнения об их происхождении. Так Lumsden (1975) считает, что они синтезируются в подтегументальных клетках и переносятся в вышележащие слои по микротубулярным образованиям. Проведенные исследования говорят о том, что секрет содержится в палочкообразных структурах, освобождается путём экзоцитоза на поверхность тегумента и используется для формирования гликокаликса. Их происхождение авторы также связывают с аппаратом Гольджи субтегументальных клеток. Причем в дальнейшем они скапливаются под апикальной плазматической мембраной. Собственно экзоцитоз происходит тогда, когда

содержимое палочкообразных гранул освобождается, происходит слияние обеих мембран. Освободившийся в результате экзоцитоза секрет оказывается на поверхности тегумента.

Как считают Zdzrska, Sterba, Soboleva (1988), освобождаемое содержимое гранул имеет защитную функцию. В пользу этого предположения можно отнести исследования на уровне автордиографических методов Lumsden (1975), доказывающих, что гликокаликс формируется за счёт секреторной активности тегументальных клеточных тел.

Ещё одним косвенным доказательством вышесказанного является факт обнаружения большого количества клеточных тел лишь в местах контакта паразита и хозяина, в частности, в тегументе. Энергетическое обеспечение этого процесса связывается с митохондриями, в которых установлена активность фермента сукцинатдегидрогеназы (Горчилова, Канев, 1987). По мнению Bennet, Threadgold (1975), секретлируемый в составе везикул и гранул материал у трематод принимает участие в процессах переваривания и обновления поврежденных участков тегумента, в частности, апикальной мембраны. Полякова-Крстева, Василев, Канев (1996) высказывают предположения, что структура наружного цитоплазматического слоя может изменяться в зависимости от "возрастных" стадий трематод, так, у незрелых особей дистальная цитоплазма практически не дифференцирована и бедна

на субклеточные структуры. Постепенно с ростом трематоды в ней увеличивается содержание везикулярных и гранулярных структур, которые, по данным Krupa et.al (1967); Threadgold (1967), показывают отрицательную активность этих на кислую фосфотазу. По их мнению, активность этого энзима отмечается в прелизосомах, которые изливают свое содержимое на поверхность гельминта в составе других гидролитических ферментов и тем самым участвуют в обеспечении функции гликокаликса.

Mac Svegon (1990), исследуя поверхностные структуры, пришел к выводу о том, что гликопротеиновый комплекс тегумента шистосом к плазматической мембране прикрепляется посредством актина. Threadgold (1968) у *Fasciola hepatica* обнаружил присутствие кислой фосфотазы в мембранном комплексе, и его присутствие он связал с функциями фосфорилизации поступающих веществ. Djonston (1971) секрецию данной фосфотазы связывает с обеспечением экстрапорального переваривания, по крайней мере для трематоды *Alazia marciana*. Кислая фосфотоза у этого гельминта была установлена в пределах фиксаторного аппарата.

По данным Dunn и др. (1987), кислая фосфотоза прикреплена не к поверхностной мембране тегумента, а к субсинцитиальной зоне у трематод *Gigontocotyle explanatum*, *Srivastavia indica*, *Gastrathylax cruminites*, хотя ими высказывается мнение о том, что актив-

ность этого фермента у вышеперечисленных видов не велика. Эти гельминты, локализуясь в пищеварительном тракте, в большей степени должны обеспечивать защиту от энзимов хозяина, а в меньшей – поглощение веществ через тегумент. А что касается остающейся мембраны прелизосомы, то она участвует в обновлении поверхностной плазматической мембраны Полякова-Крыстева, Кирилова (1976). Но эта гипотеза требует дополнительных доказательств. Хотя сходные мнения высказаны и Burton (1964); Boditsch (1963); Erasmus (1967); Silk et.al (1969); Lyons (1969), которые говорят об особых тельцах “rod-bodies”, секретирующих мукополисахаридные субстанции на внешнюю мембрану тегумента. Микроморфологические и цитохимические исследования поверхности тегумента и плазматической мембраны взрослых *F.hepatica*, проведенные Stoitsova, Polyarov-Krusteva (1991), привели к заключению о том, что на поверхности тегумента могут присутствовать так называемые “апикальные везикулы”, которые отграничены мембраной и локализованы вне тегумента, но сохраняют тесные связи с его поверхностью. На основе сходства цитохимических характеристик авторы делают вывод, что “апикальные везикулы” представляют собой отслаивающиеся участки плазматической мембраны тегумента. Подобный процесс, по предложению исследователей, регулирует площадь поверхности тегумента, который непре-

рывно увеличивается из-за активных секреторных процессов. Кроме того, данный механизм, по их мнению, выводит из участка в метаболизме поврежденные участки. Вопрос о присутствии в составе тегумента ферментов кислой и щелочной фосфатазы решается в литературе неоднозначно, даже в пределах одного семейства, так, Erasmus, Öhman (1963); Öhman (1965) Wheeler, Wilson (1976) - в составе тегумента трематод семейства Strigiidae обнаружили их присутствие, а у *Brachylaemus aequans* (Soboleva, Zdärska, 1983) этот фермент не был обнаружен. Объяснением таких полярных показателей, по мнению Zdärska, Soboleva (1987), могут быть размеры тела и степень развития кишечника у гельминтов. Если размеры тела относительно малы и при этом присутствует развитая пищеварительная система, то потребность в питании паразит удовлетворяет только через кишечник. Следовательно, нет необходимости транспорта питательных веществ через тегумент. Слои синцития, располагающиеся под апикальной мембраной тегумента, богаты митохондриями.

Нестеренко, Ждзярска, Панин (1990), описывая дистальное расположение митохондрий у *Gorgaderina orientalis* в составе цитоплазматического слоя, связывают это с усилением защитных свойств наружной части тегумента от воздействия окружающей среды. Своё мнение авторы основывают на исследованиях Burton (1966); Hooland Mitchell

(1983), которые высказали предположение о том, что сохранение целостности апикального слоя требует значительных энергетических затрат. А значит, для них оправдано нахождение митохондрий в составе синцития и к близкое расположение к мембранам, соседствующим с мускульным слоем, и к субтегументальным клеткам. В частности, подобное описано для *Quingoserialis quingoserialis*, *Notocotylus urbanensis* (Beverly-Burton, Logan, 1967), *N. triserialis* (McKinon, 1982). При этом последний автор уточняет дислокацию субтегументальных клеток, приурочив их к участкам между мускульными волокнами и паренхимными клетками. Мышечные структуры, как известно, потребляют очень большое количество энергетического материала при осуществлении своих физиологических функций. Близкая дислокация митохондрий и сократимых структур вполне согласовано. Так, Abdul-Salam, Sreelatha (1992) в своих исследованиях обнаружили между мышечными волокнами крупные митохондрии и многочисленные кристы.

Как было сказано выше, в субтегументальных клетках, которые в цитоплазматическом отношении характеризуются как грушевидные структуры, установлено довольно большое содержание митохондрий. Наряду с этим обнаружены электронноплотные тельца. По мнению Hanna, Threadgold (1975), это обстоятельство является показателем усиленной функциональной активности.

Ферментно-гистохимические методы исследования установили наличие в этой зоне тегумента энзима сукцинатдегидрогеназы (LeFlore, 1978), который может быть в составе митохондрий. McKinon (1982), обнаружив вышеописанный энзим в составе папилл. на вентральной стороне тела трематод, высказывает предположение об их участии в обеспечении анаэробных дыхательных функций. При этом автор предполагает, что освобождающаяся при дыхании энергия используется для различных процессов, происходящих во внутренних органах паразита.

Канев (1986) отмечает, что окончательное формирование папилл совпадает с периодом полового созревания.

А факты близкого расположения грушевидных клеток и мышечных волокон могут лишь свидетельствовать об участии первых в обеспечении энергетическим материалом мышечных клеток.

Ряд авторов обнаруживают присутствие фермента аденозинтрифосфатаза в грушевидных клетках и приурочивают энзимы мембранам, соседствующим с паренхимными клетками и мышечными волокнами и на этом основании делают вывод об участии в абсорбционных процессах и транспорте веществ из внешних слоёв во внутрь гельминта (Threadgold, 1968; Cesari, 1974).

Таким образом, подводя итог вышесказанному, можно говорить о том, что физиологические функции тегумента как особого пограничного образова-

ния обеспечиваются совокупным действием ряда структурных элементов. А функциональные особенности последних в немалой степени зависят от локализации гельминта в органах хозяина и конкретных условий микробиотопа.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Полякова-Крыстева О., Я.Кириллова. О происхождении, структуре и функции лизосом в тегументе *Taenia hydatigera*. //Симпозиум "Лизосомы – структура и функции".-Москва, 30. XI.-2. XII.-1976.
2. Нестеренко Л.Т., Жларска З., Пашич В.Я. Тонкая структура тегумента трематоды *Gorgoderina orientalis* Strom, 1940 (Trematoda: Gorgoderidae) //Известия АН Каз.ССР. Серия биологич.-1990, № 2, с.52-57.
3. Горшилова Л., Канев И. Морфофункциональная характеристика на тегумента и папиллоподобные образования на *Notocotylus ephemera* (Mitzsch, 1817) Harwood, 1939 (Trematoda: Notocotylidae) //Folia Parazitologica. 231-245
4. Wheeler P.R. Wilson R.A., The tegument of *Schistosoma mansoni*: a histochemical investigation //Parasitology. V.72 h.99-109.
5. Чубрик Г.К. Морфофункциональное приспособление у гермафродитного поколения трематод к паразитическому образу жизни в окончательных хозяевах. //Паразитология, 1982.-Т. XVI.-№1, с.53-61.
6. Beverly-Burton N., V.Logan The ventral papillae of notocotilid trematodes //Y.parasitol., 1976. V.62 p.148-151.
7. Burton P.R. The ultrastructure of the integument of the frogfluke *Gorgoderina* sp //The Y.of parasitol. 1966. V.52. p.926-934.
8. Bogitsh B.V. Histochemical observations on the cercariae of *Prosthodiplostomum minimum*.-Exp. Parasitol. 1963. V.14. h.193-202.
9. Bogitsh B.T. Cytochemical and ultrastructural observations on the tegument of the trematode *Megalodiscus temperatus* //Trans. Amer. Microsc.Soc., 1968. Vol.87, № 4, p.477-486.
10. Davis D.A. Bogitsh B.Y. *Gorgoderina attenuata* cytochemical and biochemical observation on the digestive tract of digenetic trematodes //Exp.Parasitol. 1971. V.29, p.320-329.
11. Dike S. Acid phosphatase activity and ferritini incorporation in the caeca of digenetic trematodes //Y.Parasitol., 55, III-123.
12. Davis D., B. Bogitsh *Gorgoderina attenuata*: cytochemical and biochemical observations on

- the digestive tracts of digenetic trematodes //Exp. Parasitol., 1971. Vol.29. p.320-329.
13. Erasmus D.A. The host-parasite interfase of cyathocotyle bushiensis Khan, 1962 (Trematoda: Strigeoidea). II electron microscope studis of the tegument//Y.Parasitol.,1967. V.53. h.703-714.
14. Erasmus D. The biologi of trematodes. N.Y. Grane, Russak Company, Inc. 1972. p. 312.
15. Kanev Y., Vassilev Y. Identification of *Catantropis verrucosa* (Frolich, 1789)//In. vth. International Helmintological simposium. October. 22-24, 1986. Hish Tstrsa, Strbska Pliso, Czechoslovakia, p.5.
16. Krupa P.L., A.K.Bal, G.H.Cousineau. Ultrastructurae localization of acid phosphotase in tedia and ceriae of *Cryptocotyle lingus* //Biol.Bull.mar.biol 4ab., Woods Hole, 133, p.474.
17. Lee D.L. The structure of the helminth cuticle.-Adv. Parasitol., 1972, Vol.10. p.347-379.
18. Lumsden R. Surface ultrastructure and cytochemistry of parasitic helminths //Exp. Parasitol. 1975, Vol.37. p.267-339.
19. Le Flore, W.1976. *Plagioidis elegans*. Histochemical localization of dehydrogenases in the cercoria stage.-Exp.Parasitol. V.46. h.83-91.
20. Mc.Kinon The structure and possible function of the ventral papillae of *Notocotylus triserialis*. //Parasitology, 1982. №84. p.313-332.
21. Grembergen G.van., Rycke P.H. de Nieuwe inziichten in enkele fysiologische processen by cestoda en trematoda.-Vlaams diergeneeskunbig tijdschr., 1967. vol.36, №1. p.546-552.
22. Cioti L.A., Ferreti G. Osservavazioni con in microscopio elettronico sulla super ficie di rivestimento di alcuni plathelmini parassiti //Ann.Inst.super.sanita., 1966. vol.2. №5-6. p.675-686.
23. Threadgold L.T. The ultrastructure of the "Cuticle" of *Fasciola hepatica* //Exp.Cell. Res., 1963. vol.30, № 1. p. 238-242.
24. Threadgold L. Electron microscope studies of *Fasciola hepatica*. VI The ultrastructure localization of phosphatases //Parasitol. 1968. vol.23. p. 264-276.
25. Threadgold L. Electron - microscope studies of *Fasciola hepatica* III Further oservations on the tegument and associated structures //Parasitol. 1967. vol.57. p. 633-637.
26. Hanna R., L.Threadgold Development of an in vitro tedunique for cytological inestigations of slices of *Fasciola hepatica*:Evaluation by morfological criteria //Int.I.Parasitol., V.5. p.321.
27. Halton D.W. 1967. Oservation on the nutrition of digenetic trematodes//Parasitology. V.57. p.639-660.
28. Hoole D., Mitchell. I.B.Gorgoderina vitelliloba: an ultrastructural study on the development of the tegument from the metocercaria to the adult fluke// Parasitol. 1983. p.323-333.
29. Lyons, K.M. 1969 The fine structure of the body wall of *Gyrocotyle urna*. Z.Parasitenkunde.V.33. p. 780-794.
30. Erasmus D.A., Ohman C., The structure and function of the adhesive organ in strigeid trematodes//Ann.N.Y.Acad.Sci. 1963. V.113. p.7-35.
31. Silk M.H., I.M. Spence, I.H.S.Gear. 1969. Ultrastructural studies of the blood fluke - *Schistosoma mansoni*.I. The tegument. - Ibid.,v.34. p.1-10.
32. Ohman C. The structure and function of the adhesive organ in strigeid trematodes. Part.II. *Diplostomum spathaceum* Braun, 1893. Parasitology. 1965. v.55. p.481-502.
33. Sharma P.N., Gupta A.N. Histochemical distribution and functional significance of alkaline phosphotase in the epidermis of certain digenetic trematodes.//Acta.biol.Acad.sci hung., 1070. v.21, №4, p. 369-374.
34. Cesari I. 1974. *Schistosoma knansoni*:Distribution and choracteristics of alkaline and acid phosphotase - Exp.Parasitol. v.38. h.38-55.
35. Soboleva T.N., Zdarska D.W. I Histochemistry of *Hasstilesia ovis* (Trematoda:Hasstilesiidae) //Folia Parasitology. 1983. v.30. p. 141-145.
36. Z.Zdarska, I.Sterba, T.N. Soboleva, I.Valkounova. . Ultrastructure of the digestive tract of *Brachelaimus aequans* (Trematoda: Brachylaimidea) //Folia parasitologica. v.35. p.105-III. 1988.

**БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ:
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ****И.Р. РАХИМБАЕВ***Институт физиологии, генетики и биоинженерии растений МОН РК*

Мақалада өсімдіктің биотехнологиясының қазіргі жағдайы мен болашақ дамуы туралы айтылады. Теориялық негіздері мен эмбрио-модель, инженерия, жасанды тұқым, генетикалық инженерия атты қолданбалы аспектілері көрсетілді.

В статье изложены современные состояния и перспективы развития биотехнологии растений, освещены теоретические основы и прикладные аспекты: эмбриокультурная, клеточная инженерия, гаплоидная технология, искусственные семена, генетическая инженерия.

The given article represents the modern state and perspectives of plant biotechnologies development. The theoretical bases and applied aspects are brought up: embryocultural cell engineering, haploid technology, artificial seeds and genetic engineering.

Биотехнология - приоритетное направление научно-технического прогресса в XXI веке. Важной составной частью биотехнологии является биотехнология растений, основанная на культи-

вировании растительных клеток вне организма на искусственных питательных средах в регулируемых асептических условиях для производства экономически ценных продуктов. Сфера действия биотехнологии растений охватывает агропромышленный комплекс, фармацевтическую, пищевую, химическую, парфюмерно-косметическую промышленности, охрану окружающей среды, энергетику и информатику.

Экономическое значение биотехнологии растений постоянно возрастает. Так, мировой уровень биотехнологического растительного биобизнеса в 1998 году составлял 112 млрд. долл.. В 2000 году прибыль от реализации продуктов биотехнологии растений достигла 168 млрд. долл.. На 2005 год прогнозируется рост объема рынка сбыта до 200 млрд. долл.. Именно такой сверхприбыльностью объясняются крупные инвестиции в сферу биотехнологии во многих странах (особенно США, Япония) и дальнейший рост числа предприятий, занимающихся биотехнологией растений. По данным на 2001 год, в мире функционирует 2115 биотехнологических фирм

и коммерческих лабораторий. Наблюдается тенденция к их укрупнению в мощные научно-промышленные комплексы и создаются транснациональные корпорации. Среди них особо выделяются Monsanto Co, Delta and Pine Land Company, DeKalb Genetics, Pioneer Hi-breed International Inc.. По существу, начинается биотехнологическая экспансия развивающихся стран. Ускорение процесса глобализации в значительной мере обусловлено развитием биотехнологии.

Наиболее бурно развиваются следующие направления биотехнологии растений: высокие технологии микро-размножения с использованием компьютерных программ и робототехнических систем; клеточные технологии производства фармпрепаратов растительного происхождения; создание новых сортов сельскохозяйственных культур с помощью методов клеточной и генной инженерии.

Рассмотрим вначале проблему использования биотехнологических методов в селекции растений [1]. Создание новых сортов основывается на четырех эволюционных принципах: гибридизация, рекомбинация, мутация, отбор. Все эти принципы с успехом реализуются *in vitro*. Биотехнологические методы повышают эффективность селекции прежде всего путем расширения генетического базиса, быстрого создания новых исходных форм с полезными признаками для их вовлечения в селекционные программы.

Оплодотворение *in vitro* и эмбриокультура позволяют преодолевать прогамную и постгамную несовместимость при отдаленной гибридизации и получать жизнеспособные гибриды. Другим методом создания комбинаций генов, которые нельзя получить половым путем из-за существования барьеров несовместимости, является соматическая гибридизация, основанная на слиянии протопластов. Метод культуры половых клеток очень перспективен для получения гаплоидных растений. Новые возможности расширения генетического базиса открываются при индуцировании мутаций и проведении селекции на клеточном уровне. Единичные генетически уникальные растения, обладающие ценными признаками, можно быстро тиражировать методом микроклонального размножения. Растения-регенеранты, полученные из каллуса, заметно отличаются от исходного материала. Это явление используется для создания новых растительных форм - "сомаклональных вариантов", которые также расширяют генетическое разнообразие для селекции. Манипуляции непосредственно на уровне ДНК методами генной инженерии позволяют осуществить генетическую трансформацию и создать принципиально новые формы растений.

ЭМБРИОКУЛЬТУРА

Наблюдается тенденция обеднения генофонда важнейших продовольствен-

ных культур, так называемая «генетическая эрозия». В последние десятилетия посевные площади начинают занимать суперсорта, что приводит к сужению агробиоразнообразия. В этой ситуации возрастает значение отдаленной гибридизации, решающей проблему обогащения генофонда культурных растений. Однако, возможности отдаленной гибридизации ограничиваются из-за прогамной и постгамной генетической несовместимости, для преодоления которых успешно применяется метод оплодотворения *in vitro* и метод культуры изолированных зародышей.

Эмбриокультура, спасающая от гибели нежизнеспособные зародыши отдаленных гибридов, становится эффективным методом преодоления постгамной несовместимости. Этим методом получены многие межвидовые и межродовые гибриды. Успешное культивирование недоразвитых изолированных зародышей зависит от многих факторов и, прежде всего, от стадии развития, степени дифференцировки зародышей в момент изоляции. Трудность выращивания изолированных недифференцированных зародышей обусловлена необходимостью воспроизведения *in vitro* гормональной функции эндосперма. Существование тесной функциональной связи между зародышем и эндоспермом, особенно в раннем эмбриогенезе, было обнаружено именно при культивировании изолированных зародышей.

Сравнительное изучение зародышей различных видов в естественных условиях и в культуре выявило важный этап в ходе эмбриогенеза - автономность развития зародыша, благодаря которой он становится независимым от материнского организма и способен пройти дальнейший эмбриогенез и дать нормальный росток. Определение фазы автономности для каждого вида растений очень важно, потому что с этого времени зародыш может развиваться самостоятельно на питательной среде.

Успешное культивирование недоразвитых изолированных зародышей зависит от создания такой питательной среды, которая даст возможность зародышу полностью завершить свое развитие и перейти к прорастанию. Универсальной питательной среды для культивирования зародышей не разработано, поэтому подбор и оптимизация питательной среды является важной процедурой в эмбриокультуре.

Еще одним способом получения растений из зародышей, находящихся на самых ранних стадиях развития, является выращивание *in vitro* оплодотворенных семязпочек и завязей. При этом почти исключается опасность механического повреждения развивающихся в них зародышей при изоляции и появляется возможность культивировать объекты, начиная даже со стадии зиготы. Эмбриогенез в семязпочках *in vitro* протекает нормально, если в момент отделения семязпочки в эндосперме присутствует ка-

кое-то минимальное количество многоядерных клеток. При изолировании эмбриогенез протекает нормально даже в семяпочке с зиготой, потому что *in vitro* образуется эндосперм под влиянием морфогенетического фактора, поступающего из плаценты.

Кроме повышения жизнеспособности зародыша при отдаленной гибридизации, эмбриокультура может быть применена для ускорения селекционного процесса путем прерывания состояния покоя семян, сокращения цикла размножения растений, преодоления самостерильности семян.

Благодаря развитию методов культивирования репродуктивных органов, стало возможным преодоление также и прогамной несовместимости путем совместной культуры пыльцы и неоплодотворенных семяпочек. За день до раскрытия цветков бутоны срезают, стерилизуют, вычленивают из них пестик или завязь, или семяпочку с плацентой и помещают на питательную среду, предварительно сделав надрез стенки завязи и обнажив семяпочку. Затем на агар около семяпочки высевают простерилизованную пыльцу, которая, прорастая, попадает через микропиле семяпочки в зародышевый мешок. Развитие зародыша при оплодотворении в пробирке может протекать нормально. Иногда упрощают эту процедуру, нанося пыльцу на семяпочку и культивируя опыленную семяпочку. Опыление *in vitro* хорошо удается для растений семейства маковых, гвоздичных, пасле-

новых, у которых в завязях имеются многочисленные семяпочки.

Дальнейшая разработка методов культивирования генеративных органов цветка в сочетании с эмбриокультурой позволит вести селекцию более эффективно, ибо возрастают возможности для осуществления отдаленной гибридизации.

ГАПЛОИДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Культивирование репродуктивных органов - пыльников, неоплодотворенных завязей и семяпочек - открывает перспективу для массового получения гаплоидных растений, представляющих ценный исходный материал для селекции [2]. Основным преимуществом гаплоидной технологии является быстрое получение гомозиготных линий. Такие линии происходят либо из отцовского, либо из материнского геномов репродуктивных клеток, имеют максимальную гомозиготность в отличие от соматических клеток, для которых характерна гетерозиготность. Значение гаплоидной технологии было сразу оценено селекционерами из-за значительного сокращения времени для создания гомозиготных линий и получения быстрой информации о ценности тех или иных комбинаций в ранних поколениях.

Гаплоидные растения при культивировании пыльников получены более чем у 70 видов, в том числе у пшеницы, ячменя, риса, кукурузы. Поскольку гаплоиды, полученные в культуре пыльни-

ков, несут генотип мужской гаметы, этот процесс называется андрогенезом *in vitro*. Андрогенез может быть прямым и косвенным. Прямой андрогенез - образование гаплоидных растений-регенерантов благодаря пыльцевому эмбриогенезу, т.е. из эмбриоидов, формирующихся путем деления микроспор. Возникновение гаплоидных растений из каллуса, который образуется в результате дедифференциации микроспор, называется косвенным андрогенезом. Не все растения, регенерировавшие из каллусов, являются гаплоидными, поэтому для массового получения гаплоидов необходимо индуцировать пыльцевой эмбриогенез.

В клетках культивируемых пыльников могут идти следующие процессы: 1) эмбриогенез; 2) дедифференциация и каллусогенез; 3) возникают структуры шаровидной формы, из которых не регенерируют растения; 4) продолжение микроспорогенеза и гаметогенеза; 5) дегенерация микроспор. Растения-регенеранты, в т.ч. гаплоидные, появляются благодаря двум первым процессам.

При нормальном развитии пыльцы *in vivo* одноядерные микроспоры претерпевают асимметричное деление с образованием генеративной и вегетативной клеток. Вегетативная клетка в дальнейшем остается в состоянии покоя, тогда как генеративная клетка делится, образуя два спермия. В пыльцевых зернах на поздних стадиях развития запрограммирован гаметофитный путь с образованием спермиев.

Только молодые микроспоры или пыльца, образовавшиеся непосредственно после первого митоза, могут быть индуцированы для перехода на спорофитный путь развития. Так, при выделении пыльников из цветочных бутонов и помещении их на питательную среду индуцируется спорофитный путь развития микроспор. Внутри пыльника происходят многочисленные деления микроспор и образуется многоклеточный комплекс, из которого формируются различные андрогенные структуры (глобулы, эмбриоиды), дающие начало гаплоидным растениям.

Как же происходит развитие микроспор *in vitro*? Выявлено 4 основных пути андрогенеза:

I путь - микроспора делится на две идентичные дочерние клетки, которые способны к спорофитному развитию.

II путь - микроспора в результате неравного деления образует вегетативную и генеративную клетки. Спорофиты возникают в результате дальнейшего развития вегетативной клетки, а генеративная клетка дегенерирует.

III путь - эмбриоиды формируются только из генеративной клетки. В таких случаях вегетативная клетка либо вовсе не делится, либо делится до известного предела.

IV путь - как и во втором случае, в результате деления одноядерной микроспоры образуются вегетативная и генеративная клетки, которые в дальнейшем делятся и участвуют в развитии

спорофита. Затем возможно непосредственное формирование эмбриоидов или образование спорофитов путем регенерации из каллуса.

При культивировании пыльников и изолированных микроспор на питательных средах образуется три типа андрогенных структур: эмбриоиды, глобулы, каллусы. В дальнейшем из эмбриоидов возможна прямая регенерация гаплоидных растений. Глобулы могут дифференцироваться в эмбриоиды с последующей регенерацией, либо формировать каллус. Первичный каллус в результате многократного пассирования на свежие питательные среды способен неограниченно долго сохранять морфогенетические потенции. В дальнейшем морфогенез может протекать как по пути как органогенеза, так и соматического эмбриогенеза.

Наряду с развитием метода культуры пыльников и микроспор (андрогенез), большое внимание уделяется и культивированию неоплодотворенных завязей и семяпочек, а также зародышевых мешков (гиногенез). Метод гиногенеза имеет ряд преимуществ по сравнению с андрогенезом: 1) получение гаплоидов у мужских стерильных растений возможно только через гиногенез; 2) женский гаметофит является источником гаплоидов у тех растений, андрогенный каллус которых обладает низкой морфогенетической потенцией или приводит к образованию альбиносов; 3) зародышевый мешок в отличие от микроспор способен к индукции спорофита на всех стадиях развития.

Новый организм в норме может возникнуть только из зиготы - оплодотворенной яйцеклетки. Однако в определенных условиях в клетках зародышевого мешка может быть нарушен генетически запрограммированный цикл развития, и начало новому организму, кроме яйцеклетки, могут дать и другие элементы зародышевого мешка (синергиды, антиподы). При этом образуются апомиктические зародыши, которые наследуют признаки только материнского организма. Это явление имеет важное селекционно-генетическое значение, поскольку образующийся зародыш наследует признаки только материнского организма. Культура неоплодотворенных завязей и семяпочек открывает большие возможности для получения гиногенетических гаплоидов (дигаплоидов). Наибольший простор это направление открывает для исследования фундаментальных механизмов реализации морфогенетических потенций клеток и для прикладных разработок по созданию новых исходных форм растений.

Вошло в селекционную практику также получение гаплоидов методом селективной элиминации хромосом в гибридном зародыше. При скрещивании дигаплоидного ячменя *Hordeum vulgare* с многолетним диким луковичным *Hordeum bulbosum* возникают моногаплоиды с набором хромосом *Hordeum vulgare*. На стадии начала роста зародыша и эндосперма происходит элиминация хромосом дикого вида. Гаплоиды

возникают из опыляемых растений в обоих случаях скрещивания, когда *Hordeum bulbosum* служит материнской и отцовской формой. В первом случае появляются гаплоиды дикого вида, во втором - гаплоиды культурного ячменя, что весьма существенно для селекции.

Поскольку гаплоиды стерильны, для получения фертильных растений гаплоиды обязательно должны быть переведены на дигаплоидный уровень. Ди-гаплоид, полученный из гаплоидного организма, является абсолютно гомозиготным. Гаплоиды очень ценны также для мутационной селекции, потому что на гаплоидном уровне облегчается идентификация генетических изменений.

КЛЕТОЧНАЯ СЕЛЕКЦИЯ

Клеточная селекция основана на изменчивости популяции соматических клеток, усилении изменчивости с помощью различных мутагенов и на разработке селективных систем, позволяющих выявить и отобрать генетически измененные клоны клеток (мутантные, рекомбинантные и др.). Благодаря свойству тотипотентности, из этих клеток регенерируют измененные растения [3].

Спонтанные мутации в популяции клеток наблюдаются редко, поэтому для повышения частоты мутаций используют индуцированный мутагенез. Получение мутантных форм при использовании селекции на клеточном уровне складывается из следующих этапов: 1) обработ-

ка мутагеном суспензии клеток или протопластов; 2) перенесение суспензии в селективные условия; 3) выделение развивающихся колоний; 4) отбор измененных резистентных к селективному фактору клонов; 5) индукция органогенеза; 6) регенерация измененных растений.

Методом клеточной селекции получены: линии кукурузы, устойчивые к гельминтоспориозу; линии картофеля, резистентные к фитофторе; растения табака, устойчивые к вирусу табачной мозаики. В культуре клеток получены мутанты с повышенным синтезом незаменимых аминокислот. Так, отобраны штаммы клеток моркови и табака, синтезирующие в 20-30 раз больше триптофана по сравнению с исходными родительскими культурами. Этим способом получен целый ряд клеточных линий картофеля, моркови, риса, способных к сверхсинтезу лизина, метионина, пролина, фенилаланина, глицина. Это реальный путь создания растений с повышенным содержанием аминокислот, особенно незаменимых. Используя различные селективные системы, можно вести направленную селекцию по различным хозяйственно ценным признакам, как-то: устойчивость к гербицидам, болезням, к различным стрессовым воздействиям (засоление, засуха, низкие и высокие температуры и др.).

Для получения мутантов в каждом случае необходимо разработать схему селекции и доказать генетическую природу измененных клеточных линий. По-

лученные изменения не всегда бывают связаны с мутациями, а могут носить модификационный характер и не наследоваться. Доказательством мутации является совокупность следующих критериев: 1) частота спонтанно измененных клеток должна быть очень низка; 2) она значительно повышается при использовании мутагенов; 3) измененные клетки способны делиться и длительно расти; 4) стабильность измененного признака сохраняется и при отсутствии селективного давления; 5) обнаруживается продукт измененного гена (морфологические и биохимические маркеры).

Эффективность мутагена в культуре тканей повышается на гаплоидном уровне благодаря проявлению всех рецессивных мутаций в ранних поколениях, а также в культуре протопластов из-за их выравненности при изолировании из однородных тканей. Особенно перспективным источником выделения разнообразных мутаций являются протопласты гаплоидных растений.

Мутагенез и клеточная селекция как в случае соматических, так и половых клеток являются эффективными способами получения генетически измененных форм и новых сортов растений.

В результате генетической изменчивости *in vitro* возникают соматональные варианты - растения, отклоняющиеся от родительского типа. Соматональная вариабельность имеет несколько причин: 1) перемещение подвижных генетических элементов; 2) инверсии,

транслокации, делеции; 3) генные перестройки, связанные с дифференцировкой; 4) соматический кроссинговер. Наследственная изменчивость в культуре клеток может иметь не только генетическую, но и эпигенетическую природу, т.е. возникает вследствие изменения уровня экспрессии генов.

Особый интерес представляют соматональные варианты злаков как источник получения ценных генотипов. Получены линии пшеницы, ячменя, риса, варьирующие по таким признакам, как высота растений, длина остей, окраска зерна, форма колоса, электрофоретические спектры запасных белков. Соматональные варианты успешно используются как богатый источник изменчивости для улучшения сортов сельскохозяйственных культур.

ИСКУССТВЕННЫЕ СЕМЕНА

Искусственные семена (ИС) представляют собой соматические зародыши (СЗ), заключенные вместе с питательной средой в полимерные капсулы. Капсула служит в качестве семенной кожуры, предохраняя СЗ от внешних воздействий, а питательная среда выполняет роль эндосперма, обеспечивая их пластическими веществами на ранних этапах прорастания.

СЗ по своему морфологическому строению и физиологическим признакам не отличаются от зиготических зародышей. Различие между ними заклю-

чается в их генетической конституции. Если зиготические зародыши возникают в результате полового процесса путем слияния гамет, несущих гены родительских пар, т.е. при этом имеет место мейотическая рекомбинация, то СЗ формируются в результате бесполого размножения фактически из любых клеток организма и в генетическом отношении представляют собой клоны.

Клонирование растений, в отличие от представителей других царств живой природы, основано на уникальной способности к воссозданию целого из части на основе процесса регенерации. Традиционные приемы вегетативного размножения позволяют получать небольшое количество клонового потомства (1:10), и к тому же их использование ограничивается лишь определенными видами (картофель, виноград, некоторые плодовые, ягодные, декоративные растения). Между тем, биотехнологические методы размножения *in vitro* во много крат повышают эффективность клонирования (1:1000000) благодаря тотипотентности растительной клетки, позволяющей реализовать генетическую информацию вплоть до регенерации целого растения из единичной клетки. Разработаны и используются следующие методы клонирования *in vitro*: 1) микрочеренкование; 2) пролиферация адвентивных почек; 3) культура каллусов и регенерация растений из соматических зародышей; 4) суспензионная культура и получение соматических зародышей из единичных кле-

ток; 5) искусственные семена.

Установление того факта, что культивируемые растительные клетки способны дифференцироваться с формированием СЗ (соматический эбриогенез), открыло совершенно новую перспективу для клонального микроразмножения, базирующуюся на технологии ИС.

Разработаны методы массового получения СЗ более чем для 200 видов растений. На этой основе в США и Японии созданы ИС люцерны, моркови, сельдерея, салата, хлопчатника, риса, кукурузы. Завершается разработка технологии ИС для других растений: бегонии, гемерокаллиса, цикламена, герани, герберы, петунии, цветной капусты, огурца, брокколи, чеснока, шпината, томата, дыни, картофеля, ананаса, кофе, табака, масличной пальмы, манго, пшеницы.

Могут ли ИС конкурировать с натуральными семенами и использоваться для крупнотоннажного производства растениеводческой продукции? На этот справедливый вопрос приходится отвечать отрицательно, по крайней мере, в ближайшем будущем. Это несмотря на то, что уже достигнуты впечатляющие успехи в разработке технологии ИС. Созданы полностью автоматизированные системы, включающие программы искусственного интеллекта, микропроцессоры, видеокамеры, биореакторы, робототехнические линии. Осуществляется компьютерное управление всеми процессами: поверхностная стерилизация тканей, выделение эксплантов, каллусообразова-

ние, суспензионное культивирование клеток, синхронизация процесса соматического эмбриогенеза, фракционирование СЗ разных стадий развития, инкапсулирование зрелых СЗ, криосохранение ИС, регенерация из них целых растений. Это позволило существенно повысить эффективность соматического эмбриогенеза (миллион СЗ из 20 граммов культивируемых клеток) и удешевить стоимость ИС (например, миллион ИС люцерны - около 300 долларов). Прибыль от коммерческой реализации растений, выращенных из ИС, на несколько порядков превышает затраты на их производство. Тем не менее, традиционное семеноводство ни в коей мере не может быть заменено технологией ИС. Дело в том, что у ИС своя особая, сугубо специфическая сфера научного и коммерческого применения. Это быстрое и массовое клональное размножение, т.е. тиражирование генетически идентичных особей.

ИС успешно применяются в тех случаях, когда для размножения невозможно использовать натуральные семена: 1) растения с рекальцинтными семенами, быстро теряющими всхожесть; 2) растения, трудноподдающиеся вегетативному размножению; 3) ценные формы, мутанты и гибриды, особенно с гетерозисным эффектом; 4) бессемянные сорта; 5) линии с ЦМС; 6) регенерация и тиражирование трансгенных растений.

ИС используются также для производства продуктов вторичного метабо-

лизма (жиры, красители, эфирные масла, витамины), источником которых обычно служат натуральные семена некоторых растений. Следовательно, основными сферами применения ИС являются: массовое клонирование растений, селекция и производство гибридов, получение экономически важных веществ. Очевидно, именно этими обстоятельствами обусловлена все возрастающая потребность мирового рынка в искусственных семенах.

КЛЕТОЧНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Основной задачей клеточной инженерии является конструирование новых форм растений с желаемыми признаками. Перспективный метод получения межродовых, межсемейственных, межпорядковых, межклассовых гибридов путем скрещивания филогенетически весьма отдаленных организмов основывается на новой экспериментальной технике - парасексуальной гибридизации, осуществляемой путем слияния протопластов.

Исследования в области соматической гибридизации растений идут по трем основным направлениям:

1) изучение и реконструкция плазматогенов (генетический материал, локализованный вне ядра);

2) исследование особенностей гибридизации клеток филогенетически отдаленных видов растений;

3) получение с помощью слияния протопластов соматических гибридов,

представляющих практический интерес для селекции.

Основные различия соматической гибридизации от половой гибридизации заключаются в следующем. Во-первых, с помощью половой гибридизации могут скрещиваться только растительные формы с нормальным морфогенезом и гаметогенезом. Презиготическую несовместимость можно преодолеть с помощью метода слияния протопластов. Во-вторых, половой процесс симметричен, то есть гаметы привносят в зиготу равные наборы ядерного генетического материала от обоих родителей. Продукты же слияния протопластов часто являются асимметричными гибридами, содержащими весь хромосомный набор культурного вида и лишь несколько хромосом или генов дикого родителя. В-третьих, внеядерный генетический материал у большинства растений при половом скрещивании наследуется строго однородительски - по материнской линии. Слияние протопластов позволяет получать уникальные сочетания митохондриальных и хлоропластных генов в гибридной клетке. И, наконец, четвертое отличие заключается в том, что половая гибридизация возможна только между филогенетически близкими видами растений. При соматической гибридизации возможно получение гибридов филогенетически отдаленных форм, которые половым путем скрестить совершенно невозможно.

Слияние протопластов начинается с установления контакта (адгезии) меж-

ду плазмалеммами соседних, контактирующих между собой протопластов. Одновременно происходит изменение свойств мембран, приводящие к их слиянию. Расширение локальных цитоплазматических мостиков приводит к объединению цитоплазм с образованием гибридных клеток - цибридов.

Для формирования из гибридных протопластов растений протопласты необходимо культивировать, чтобы они могли регенерировать клеточную стенку и делиться, образуя каллус, из которого впоследствии может регенерировать целое растение. Возрастает количество видов, для которых удалось провести весь цикл "Растение - Протопласт - Каллус - Растение".

Одним из важнейших моментов при проведении соматической гибридизации является отделение образовавшихся гибридных клеток от родительских. Селекция парасексуальных гибридов может проводиться либо на клеточном уровне, либо на стадии регенерации растений. Селекция на стадии регенерации растений имеет ряд существенных недостатков, осложняющих такой отбор: 1) нет уверенности, что все гибридные растения являются потомками единственной гибридной клетки; 2) требуется длительное время для селекции регенерантов; 3) большая трудоемкость.

В связи с этим разрабатываются методы отбора соматических гибридов на клеточном уровне. Наиболее распространенными являются методы: 1) ме-

ханической изоляции; 2) генетической комплементации; 3) физиологической комплементации; 4) физического обогащения.

В популяции растительных клеток *in vitro* после слияния протопластов могут иметь место различные нежелательные генетические изменения (полиплоидия, хромосомные перестройки, различные мутации), приводящие к появлению форм, фенотипически сходных с гибридными. Кроме того, агрегация исходных родительских клеток может привести к образованию химерных тканей (растений). В связи с этим отобранные формы соматических гибридов должны подвергаться дополнительным анализам для проверки их гибридного происхождения. Гибридологический анализ позволяет проводить оценку потомства F_1 после самоопыления. Цитогенетический анализ основан на сравнительном изучении числа и морфологии хромосом гибридных и родительских клеток. Более информативен метод дифференциального окрашивания хромосом. Цитогенетический анализ наиболее доказателен для дальнеродственных комбинаций – межсемейственных, межтрибных и более отдаленных гибридов.

Рестрикционный анализ ДНК оргanelл. Анализ ДНК оргanelл с помощью рестриктаз является быстрым и точным методом определения гибридности по цитоплазмону. Рестриктные спектры видоспецифичны и могут быть использованы для характеристики ДНК оргanelл.

Молекулярная гибридизация нуклеиновых кислот. Применяют как ДНК-ДНК, так и ДНК-РНК гибридизацию. Степень молекулярной гибридизуемости характеризует филогенетическое родство видов. Метод молекулярной гибридизации перспективен при изучении генетической природы парасексуальных гибридов. В случае, когда хромосомный анализ не в состоянии выявить наличие в клетках гибридов хромосомного материала одного из родителей, наиболее подходящим методом для анализа гибридов является именно метод молекулярной гибридизации нуклеиновых кислот.

Фенотипическая изменчивость, наблюдаемая у соматических гибридов, является отражением тех генетических явлений, которые происходят до регенерации и указывают на следующие 4 источника изменчивости: 1) ядерная несовместимость; 2) межгеномная рекомбинация; 3) соматическая изменчивость; 4) органоидное расщепление.

Существуют следующие ограничения, мешающие полному успеху метода соматической гибридизации: 1) применение этого метода требует эффективной регенерации растений из протопластов; 2) соматические гибриды трудно поддаются половому размножению; 3) для того, чтобы перенести полезные гены из диких видов в культурные, необходимо осуществить межгеномную рекомбинацию или хромосомные замещения между двумя видами; 4) при слиянии протопластов получают растения

с суммированным числом хромосом. Однако быстрый прогресс в совершенствовании методов клеточной инженерии позволяет надеяться, что соматическая гибридизация как новая биотехнология станет основной в селекции для получения жизнеспособных гибридов нескрещивающихся половым путем видов растений.

Реконструкция клетки является еще одним бурно развивающимся направлением клеточной инженерии. Речь идет о сборке совершенно новой клетки за счет объединения (слияния) изолированных клеточных фрагментов друг с другом или с целыми клетками. В результате такой реконструкции можно создать клетку, ранее в природе не существовавшую. Однако многие проблемы, стоящие на пути исследований в данном направлении, связаны с ограниченным числом подходящих методик фрагментации и выделения гомогенных популяций интактных клеточных фрагментов.

Существует ряд методик по введению чужеродных хлоропластов в изолированные протопласты. Одна из методик предусматривает последовательное центрифугирование протопластов и пластид в 0,03% растворе лизоцима, который обладает модифицирующим действием на мембрану. Частота проникновения чужеродных органелл в протопласты в данном случае составляет 0,5%. Другой метод заключается в том, что изолированные одиночные клетки инкубируют с ферментом целлюлазой. Пос-

ле появления первых протопластов клетки переносят в суспензию хлоропластов в 2% целлюлазе и 0,2М NaNO₃ при pH5,4. С помощью этого метода проведено успешное включение в протопласты функционально активных хлоропластов с дальнейшей регенерацией целых растений из такой модифицированной клетки. Например, осуществлена пересадка пластид из клеток черного паслена, несущих гены, контролирующие устойчивость к гербициду атразину, в протопласты культурного картофеля. Анализ хлоропластной ДНК устойчивых к атразину растений-регенерантов картофеля показал, что их хлоропласты привнесены от паслена.

Перенос высокоэффективных хлоропластов может способствовать активации фотосинтеза и повышению продуктивности растений. Среди большого разнообразия генетически измененных форм растений, образовавшихся из слившихся протопластов, встречаются формы, содержащие пластиды одного родителя, а митохондрии - другого, и наоборот.

Новым направлением клеточной инженерии растений является создание необычных биологических систем путем введения микроорганизмов в популяцию культивируемых клеток. Создание таких ассоциаций представляет интерес для решения следующих задач: 1) экспериментальной проверки теории эндосимбиотического происхождения эукариотической клетки в процессе эволю-

шии; 2) моделирования природных симбиотических отношений растений и микроорганизмов; 3) повышения продуктивности культивируемых растительных клеток; 4) получения растений с новыми свойствами; 5) изучения различных аспектов взаимодействия «патоген-хозяин».

Получение искусственных ассоциаций межклеточного и внутриклеточного типов является одним из новых способов модификации растительной клетки. Довольно перспективным является получение ассоциаций культур клеток растений с микроорганизмами, способными к фиксации молекулярного азота атмосферы. В процессе эволюции способность к формированию азотфиксирующих симбиотических систем приобрели определенные группы высших растений и микроорганизмов. В связи с этим вопрос о повышении способности к вступлению в такие симбиотические ассоциации для большинства растений имеет важное экономическое значение и может быть решен методами клеточной инженерии.

Следовательно, становится возможным конструирование клеток с новыми свойствами. Реконструированная клетка, состоящая из ядра и цитоплазмы разного происхождения, является удобной экспериментальной моделью для решения таких сложнейших биологических проблем, как дифференцировка, старение клеток, цитоплазматическая наследственность. Гибриды растений с ге-

нетически реконструированной цитоплазмой представляют собой весьма ценный материал для оценки влияния разных цитоплазматических генофоров на различные хозяйственно-биологические признаки возделываемых культур.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Генетическая инженерия как способ переноса чужеродных генов из одного организма в другой становится чрезвычайно эффективным методом в селекции растений. Чтобы встроить в хромосому нужный структурный ген, требуется вектор - нуклеотидная последовательность, способная включаться в ДНК, не нарушая ее целостности. Вектор должен отвечать следующим требованиям: а) должен автономно реплицироваться; б) иметь маркеры, по которым легко можно обнаружить трансформированные клетки; в) введение чужеродной ДНК не должно нарушать функций генома.

В качестве вектора успешно используются плазмиды фитопатогенной бактерии *Agrobacterium tumefaciens*. Эта почвенная бактерия вызывает образование опухолей (корончатых галлов) в области корневой шейки растения. Бактерия вводит в растительную клетку агент, индуцирующий опухоль. Этим агентом является участок Ti-плазмиды, так называемая T-ДНК, которая несет гены, ответственные за синтез опинов. В здоровых растениях опины не обнаруживаются.

ся, они начинают синтезироваться только в инфицированном растении. Бактерия способна расти только в присутствии опинов, используя их в качестве источника углерода и азота.

Плазмидная Т-ДНК обладает двумя свойствами, делающими ее идеальным вектором для введения чужеродных генов в клетки растений. Во-первых, у агробактерий очень широкий круг хозяев - все двудольные, а в последнее время экспериментально доказано, что они могут трансформировать и клетки однодольных растений. Во-вторых, Т-ДНК после встраивания в хромосому становится "обычным" геном растения и наследуется в соответствии с законами Менделя. Кроме того, гены Т-ДНК имеют собственные промоторы, под контролем которых могут экспрессироваться чужеродные гены.

Использовать целиком Т1-плазмиду в качестве вектора невозможно из-за ее большого размера. Чтобы преодолеть эту трудность, разработан следующий подход. Т-ДНК вырезают из Т1-плазмиды с помощью рестриктаз и "вшивают" в один из стандартных плазмидных векторов (например, pV 322) для клонирования в *E. coli*. Затем выделяют эту клонированную плазмиду и в Т-сегмент встраивают конкретный структурный ген, предназначенный для переноса. В результате гомологичной рекомбинации между Т-сегментом нативной Т1-плазмиды и клонированного вектора Т-ДНК со встроенным чужеродным геном, та-

кая конструкция включается в Т1-плазмиду агробактерии, замещая нормальную Т-ДНК. Таким образом, создаются клетки *A. tumefaciens*, несущие Т1-плазмиду со встроенным в Т-сегмент нужным геном.

Еще один тип плазмид, который можно использовать для получения генетически трансформированных растений - Ri-плазмиды *A. rhizogenes*, вызывающей болезнь "бородатый корень". Ri-плазида имеет преимущества перед Т1-плазмидой, являясь естественным безвредным вектором. Она трансформирует растительные клетки таким образом, что те регенерируют здоровые плодовые растения.

В качестве векторов привлекают внимание исследователей также ДНК хлоропластов и митохондрий. Плазмиды, рекомбинированные с миникольцевыми молекулами ДНК хлоропластов и митохондрий, могут служить векторами, которые способны реплицироваться в клетках. Хлоропласты содержат до нескольких десятков кольцевых молекул ДНК одинакового размера, гомогенных по структуре. Хлоропластные ДНК способны к автономной репликации и транскрипции. При обработке их рестриктазами получают фрагменты ДНК, строго специфичные для каждого вида растений.

Митохондриальный геном растений устроен иначе. Если в хлоропластах ДНК представлена одинаковыми кольцевыми молекулами, то в митохон-

дриях содержится несколько классов кольцевых молекул. Наличие миникольцевых ДНК характерно для митохондрий многих высших растений. Кроме того, митохондриальный геном растений отличается большой информационной емкостью. Не исключено, что роль универсального вектора смогут выполнять также мобильные генетические элементы, так называемые транспозоны.

Разработаны различные методы введения вектора с чужеродным геном в протопласты. Можно заражать протопласты, инкубируя их непосредственно с T₁-плазмидами, несущими нужный ген. T-ДНК проникают в протопласты и трансформируют их. После регенерации протопластами клеточной стенки и деления образовавшийся каллус переносят на среду, не содержащую фитогормоны. В этих условиях выживают и размножаются клетки, содержащие T-ДНК, поскольку в этом сегменте есть гены, ответственные за синтез фитогормонов.

Можно заражать агробактериями культуру клеток. Через несколько часов бактерии убивают добавлением в среду антибиотиков и продолжают культивировать растительные клетки до образования каллусов. Затем каллусы переносят на среду без гормонов, на которой выживают только трансформированные клетки. Эффективность метода культивирования протопластов с агробактериями составляет 10%.

Кроме описанных выше естественных механизмов трансформации

с использованием агробактерий, разработан ряд искусственных методов введения молекул ДНК в протопласты. Ее заключают в липосомы - пузырьки из фосфолипидов, которые к тому же надежно защищают ДНК от нуклеаз. Часть ДНК проникает в ядро и реплицируется там, что было установлено по поведению ДНК, меченной тритием. Эффективность метода 1%.

Значительно более результативен метод микроинъекции ДНК (40%). Этим методом можно вводить ДНК не только в протопласты, но и в клетки. Некоторые исследователи осуществляют прямую трансформацию под влиянием различных воздействий, например, электрического импульса либо лазерного излучения. При этом в стенке клетки пробивается микроскопическое отверстие, которое через секунду заживает, но за это время внутрь клетки успевает проникнуть ДНК с эффективностью около 1%.

Следовательно, возможность введения в клетки растений чужеродной генетической информации экспериментально доказана и открывает многообещающие перспективы для создания принципиально новых форм растений с хозяйственно-ценными признаками.

Создание трансгенных растений исключительно актуально также и для развития фармацевтической промышленности - производства профилактических оральных вакцин, а также диагностических и лечебных антител (4).

В 1990 году Группа благотворительных организаций США выдвинула Программу CVI (Инициатива Вакцинации Детей) по разработке так называемых «съедобных вакцин». Съедобные вакцины обладают следующими преимуществами: 1) дешевизна; 2) исключение риска случайного заражения опасными инфекциями, такими, как СПИД, гепатит В и др.; 3) для хранения и транспортировки не требуются рефрижераторы. Антитела, получаемые из трансгенных растений, также имеют ряд преимуществ: 1) дешевизна; 2) возможность производства большого количества антител из биомассы, выращенной как в полевых условиях, так и *in vitro* (суспензионная культура клеток, культура каллусных тканей и изолированных органов); 3) отпадает необходимость очистки от эндотоксинов и патогенных факторов.

В Бойс-Томпсонском Институте исследования растений при Корнелльском университете изучается возможность синтеза дешевых съедобных вакцин в трансгенных растениях. Разработанная технология производства вакцинных антигенов, накапливающихся в съедобных тканях трансгенных растений. В 1998 году была получена из трансгенных растений табака первая съедобная вакцина (антиген гепатита В).

Для экспрессии субъединичных вакцинных генов в трансгенных растениях широко используется ставший рутинным метод трансформации табака, картофеля и томата с использованием аг-

робактерии. Ген, кодирующий вакцинный антиген, изолируется из патогенного организма и переносится на вектор. Для создания трансформированного растения вектор затем вводится в *A. tumefaciens* с последующим заражением им сегментов листа или семядоли. Трансформированные линии трансгенных растений в дальнейшем подвергаются скринингу для отбора генотипов, которые продуцируют наибольшее количество антигена.

Оральные вакцины предназначены главным образом для защиты от патогенов, заражение которыми происходит через слизистую поверхность (пищевые, дыхательные и мочеполовые каналы), и особенно против бактерий и вирусов, вызывающих болезни желудочно-кишечного тракта. Создан также антиген энтеротоксина *E. coli* и Norwalk вируса - возбудителей острого гастроэнтерита - в съедобных тканях трансгенных растений. В ходе клинических испытаний клубней трансгенного картофеля, экспрессирующего термолабильный энтеротоксин *E. coli* (LT-B), получены обнадеживающие результаты.

Из концепции существования общей иммунной системы слизистых тканей вытекает, что многие антигены, вызывающие иммунитет в слизистых тканях одного типа (например, кишечника), могут индуцировать иммунный ответ в слизистых тканях другого типа (например, мочеполовых каналов). Исходя из этой точки зрения, проводятся работы по

созданию новой съедобной вакцины против человеческого папилловируса, вызывающего рак шейки матки, - заболевания, которое является одним из главных причин высокой смертности среди женщин.

Цитомегаловирус (CMV), представитель семейства вирусов герпеса, передается по кровеносной системе организма и является причиной тяжелых и потенциально летальных заболеваний у больных с ослабленной иммунной системой. CMV инфекции резко возросли в последнее десятилетие из-за распространения СПИДа и использования лекарств, подавляющих иммунитет. В связи с этим возрос интерес к разработке эффективных CMV вакцин. В случае оральной иммунизации иммунный ответ вызывается в лимфоидных тканях горла и кишечника. Это немедленно приводит к образованию антител не только в этих органах, но также и в других органах и тканях организма и в крови. Этот ответ усиливает защиту организма против последующего заражения и доказывает, что оральная иммунизация является удачной стратегией в лечении данного заболевания.

Многие антитела, полученные до сих пор, были или малоэффективными, или же вызывали аллергические реакции. Их получали из животных клеток, клонированных *in vitro*. Кроме того, эти антитела стоят очень дорого. Ученые из Корпорации Агросетус (Миддлтон, Висконсин) провели эксперименты по переносу гена из человеческого организ-

ма в репродуктивные клетки кукурузы и добились образования чужеродного белка в этих клетках. В результате этих исследований ими была создана линия, дающая 1 кг фармацевтически качественного антитела с 0,5 га кукурузы.

Создана также трансгенная соя, вырабатывающая моноклональное противоопухолевое антитело BR96, которое может использоваться при лечении опухоли молочной железы, толстой кишки, яичников и легких. Созданные трансгенные линии сои выращиваются для получения BR96 и проведения клинических испытаний.

Эти эксперименты продемонстрировали, что белки, обладающие специфическими терапевтическими свойствами, могут быть продуцированы в растениях, особенно в семенах. Довольно высокий уровень экспрессии рекомбинантного белка в семенах (приблизительно 1% от общего белка) позволяет рассматривать получение таких семян как экономически привлекательный способ для производства лечебных белков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вокруг чрезвычайно актуальной проблемы генетического улучшения организмов происходит интеграция идей и методов многих наук - генетики, физиологии, биохимии, клеточной и молекулярной биологии. Яркое свидетельство такой интеграции - развитие биотехнологии, новой отрасли науки и производства.

Все активнее используются биотехнологические методы в селекции растений. Здесь можно выделить 3 подхода: 1) сочетание традиционных и биотехнологических методов; 2) клеточная инженерия; 3) генетическая инженерия. Все эти подходы направлены на решение трех главных задач: 1) расширение генетического базиса; 2) ускорение и облегчение селекционного процесса; 3) конструирование принципиально новых растительных форм.

Первый подход основан на сочетании традиционных методов селекции с методами культуры тканей: эмбриокультура, гаплоидная технология и клеточная селекция. Метод эмбриокультуры прочно занял свое место в селекционных лабораториях и чрезвычайно облегчил работы по отдаленной гибридизации. Гаплоидная технология стала эффективным методом ускоренного выведения новых сортов и сейчас является неотъемлемым атрибутом, характеризующим современный уровень селекции. Клеточная селекция, позволяющая проводить отбор не в поле, а в лаборатории (непосредственно в пробирке), дает уже свои первые обнадеживающие результаты. Итак, направление биотехнологии растений, основанное на сочетании традиционных методов селекции с методами культуры клеток, можно считать уже «работающим».

Другие направления - клеточная и генная инженерия - сейчас интенсивно развиваются. Здесь желаний значи-

тельно больше, чем возможностей - мысль намного опережает реальность. Тем не менее, первые экспериментальные результаты начинают использоваться на практике, т.е. оптимизма уже больше, чем скепсиса. Перспективы биотехнологии исключительно заманчивы - ведь ни много, ни мало, речь идет о конструировании принципиально новых биологических форм жизни, ранее не существовавших в природе.

Однако, ни в коем случае нельзя поддаваться эйфории, т.к. на этом пути к благоденствию могут встретиться «подводные камни». Наиболее опасным из них является потенциальная возможность использования достижений биотехнологии, особенно клеточной и генной инженерии, не во благо, а во вред человеку и другим живым организмам. В этой связи приобретают особую остроту морально-этические и правовые аспекты разработки и практического применения биологических технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахимбаев И. Биотехнологические методы в селекции растений // Биологические основы селекции зерновых культур.- Алматы, 1996.- С. 18 - 34.
2. Рахимбаев И. Культура репродуктивных клеток и гаплоидная биотехнология генетического улучшения растений // Биотехнология. Теория и практика.-1997. № 3.-С. 8 - 10.
3. Рахимбаев И. Клеточные технологии в селекции растений // Известия МОН РК. Сер. биологическая и медицинская.-1999. № 5 - 6.-С. 111 - 116.
4. Sasson A. Plant Biotechnology – Derived Products: Market-Value Estimates and Public Acceptance /IX Int. Congress on plant Tissue and Cell Culture (Int.Association for plant Tissue Culture, IAPTC, Jerusalem, Israel, 14-19 June 1998). P. 60.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ ПРИИРТЫШЬЯ, ПУТИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Ж. Ш. ШОМАНОВ

Казахский национальный аграрный университет

Біздің республикамыз орманды ағаме әлемдегі басым өсетін жері. Демек, өсімдіктердің қорғау және пайдалануы зор маңызы бар. Біздің елімізде шексіз ролі айналып отыр. Біздің табиғатымыз жақсаруы, қалыңдығын арттыру үшін біздің ойымызша мынадай жұмыстар жүргізілуі тиіс:

1. Қазақстан Республикасындағы лесіміз табиғи аймақтарды қорғау үшін өзінше шаруашылықты жүргізуін толықтай қамтамасыз ету

2. Барлық ұйымдар тарапынан лесімізді қорғау және қамтамасыз ету.

Наши республика считается молодой страной, тогда как леса играют незаменимую роль в улучшении экологической среды и защите почв от эрозийных процессов. В целях улучшения охраны состояния и восстановления ленточных боров Прииртышья, по нашему мнению, необходимо:

1. Обеспечить ведение хозяйственной деятельности в них в соответствии с требованиями закона Республики Казахстан.

2. Строго провести лесозащитные работы во всех учреждениях, пред-

Наши республика считается молодой страной, тогда как леса играют незаменимую роль в улучшении экологической среды и защите почв от эрозийных процессов. Учитывая незаменимую лесистость территории нашей республики и особую почвозащитную роль ленточных боров Прииртышья еще в начале 40-х годов Постановлением Правительства были переведены в I-ю группу, где запрещались все виды рубок. После обретения нашей страной независимости одним из первых законов был принят «Закон о лесах», позже закон Республики Казахстан «Об особо охраняемых природных территориях». В связи с этим законом впоследствии ленточным борам Прииртышья был придан статус «Особо ценные лесные массивы». Таким образом, в законодательном и правовом отношении наши леса защищены. Следовательно, должны на должном уровне охраняться и воспроизводиться. Однако в последние годы происходит обратное. Пожарами уничтожены огромные площади лесов, и они не восстанавливаются. Только в 2001 году произошло 755 случаев лесных пожаров.

ставленных ленточными борами.

Our republic is a country with small number of forests, whereas forest has an indispensable role in the improvement of ecological surroundings and soil protection. It is necessary to provide the conduction of agricultural activity according to the low demands of our republic in order to improve guarding and restorations of the forests.

и в общей сложности сгорели леса на площади более 33019 га. По республике за последние годы пожарами уничтожены сотни тыс. га лесов. Положение также усугубляется самовольными порубками, когда вырубаются самые лучшие, здоровые деревья без разрешения на это работников лесных предприятий. При этом это варварство часто совершается под прикрытием и с непосредственным участием правоохранительных органов. Естественно, малочисленная и безоружная лесная охрана в таких случаях бессильна. Акимы областного и местного значения леса рассматривают как источник наживы и открывают специальные фирмы по заготовке и реализации древесины, как внутри республики, так и за рубежом. В связи с создавшимся катастрофическим положением в апреле 2001 года Госкомитетом была создана специальная комиссия по оценке состояния ленточных боров. Как выяснила комиссия, на гарях, независимо от их давности, повсеместно вывезены 5-10 метровые прикомлевые бревна. Все площа-

ди гарей сильно захламленные и труднопроезжие. Естественное возобновление повсеместно полностью отсутствует. Лесовосстановительными мероприятиями хозяйства практически не занимаются, питомники бездействуют, семян нет, за исключением питомников Шалдайского и Бескарагайского лесохозяйственных хозяйств. Лесоохранные мероприятия не проводятся. Все силы лесной охраны брошены на борьбу с браконьерским вывозом древесины из гарей и сырораствующего леса. Учреждения к пожароопасному периоду не готовы - нет средств на ремонт техники, горюче-смазочных материалов. Создавшееся положение является результатом разделения бывших лесхозов на Госучреждения и РГП, когда первые лишились средств на проведение не только лесоохранных мероприятий, чего допускать не следовало, но и на все виды проведения лесохозяйственной деятельности.

В целях улучшения охраны состояния и восстановления ленточных боров Прииртышья, по нашему мнению, необходимо:

1. В связи с приданием ленточным борам Прииртышья статуса «Особо ценные лесные массивы» необходимо обеспечить ведение хозяйственной деятельности в них в соответствии с требованиями закона Республики Казахстан «Об особо охраняемых природных территориях».

2. В целях приведения в известность истинных площадей гарей и фак-

тического состояния лесов срочно провести лесоустройство во всех учреждениях, представленных ленточными борами. При этом считать необходимым, в первую очередь, произвести аэрофотосъемку всех гарей. Применение материалов аэрофотосъемки обеспечит точное определение площадей гарей и сократит сроки проведения лесоустроительных работ. Для этих целей у акимов Павлодарской и Восточно-Казахстанской областей запросить 10-15 млн. тенге - соответственно.

3. В целях разработки технологии облесения гарей срочно подключить к этой работе КазНИИЛХА, «Казгипролесхоз» и ученых лесохозяйственного факультета Казнацагроуниверситета.

4. Комитету лесного, рыбного и охотничьего хозяйства срочно созвать специальные совещания работников лесной науки и производства республики.

5. Необходимо восстановить функции бывших лесхозов, тем самым исключив финансовую зависимость учреждений от РГП, так как данное спонсорство со стороны последних преследует корыстные цели.

6. Комитету лесного, рыбного и охотничьего хозяйства как заинтересованному лицу следует разобраться с тем, как используются средства фондов охраны окружающей среды.

7. Мировым опытом доказано, что единственным эффективным способом охраны и борьбы с лесными пожарами, является применение малой авиации, мо-

тодельтопланов и материалов аэрофотосъемки. Ведь известно, что эффективность борьбы с пожарами зависит, в первую очередь, от их своевременного обнаружения и локализации. Пожарные вышки в борьбе с лесными пожарами допускают большие погрешности в обнаружении очагов пожара. В равнинных лесах, каковыми представлены ленточные боры и саксаульники, очень эффективным и дешевым средством борьбы с лесными пожарами являются на сегодняшний день мотодельтопланы. Поэтому для успешной борьбы с лесными пожарами мы предлагаем создать при Государственном Комитете лесного, рыбного и охотничьего хозяйства небольшую ведомственную авиабазу, состоящую из легкомоторных летательных аппаратов, в том числе и мотодельтопланов. В настоящее время только на аренду воздушных судов ежегодно расходуются из бюджета 92 млн. тенге. Стоимость же одного часа летного времени составляет более 300 долларов США. Выделенных средств из бюджета, как видно, явно не хватает для более или менее успешной охраны и локализации лесных пожаров. По состоянию на 01.11.2001 года Казавиабаза имеет задолженность по аренде летательных аппаратов в сумме 21181 тыс. тенге. Последнее еще раз подчеркивает необходимость создания базы малой авиации при Государственном Комитете лесного, рыбного и охотничьего хозяйства Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Казахстан.

ИНФОРМАЦИЯ

НАШИ АВТОРЫ

1. Абиев Сардарбек Абиевич - доктор биол. наук, профессор, директор Института ботаники и фитонтиродукции МОиН РК.
2. Ахметов Канат Камбарович - канд. биол. наук, доцент, директор Института естествознания ПГУ им. С. Торайгырова.
3. Базарбеков Каирбай Уразамбекович - канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой экологии, природопользования и географии ПГУ им. С. Торайгырова.
4. Бекенов Аманкул Бекенович - доктор биол. наук, профессор, директор Института зоологии МОиН РК.
5. Березин Владимир Элеозарович - доктор биол. наук, профессор, директор Института микробиологии и вирусологии МОиН РК.
6. Берсимбаев Рахметкажи Искендрович - член-корр. НАН РК, доктор биол. наук, профессор, декан биологического факультета КазНУ им. аль-Фараби.
7. Богоявленский Андрей Павлович - канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории противовирусной защиты Института микробиологии и вирусологии МОиН РК.
8. Даржуман Гульсара Канатқызы - ст. преподаватель кафедры биологии ПГУ им. С. Торайгырова.
9. Дюсембин Ғабдрахман Дюсембиевич - доктор биол. наук, профессор, член-корр. НАН РК, директор Института физиологии человека и животных МОиН РК.
10. Ержанов Нурлан Тельманович - доктор биол. наук, профессор, первый проректор КарГУ им. Е.А. Букетова.
11. Каденова Ася Беисовна - канд. биол. наук, доцент кафедры биологии ПГУ им. С. Торайгырова.
12. Панин Михаил Семенович - доктор биол. наук, профессор, первый проректор СГУ им. Шакарима.
13. Рахимбаев Избасар Рахимбаевич - доктор биол. наук, профессор, член-корр. НАН РК, директор Института физиологии, генетики и биотехнологии растений.
14. Шаймарданов Жасулан Кудайбергенович - доктор биол. наук, профессор, первый проректор ПГУ им. С. Торайгырова.
15. Шаймарданова Ботагоз Хасымовна - канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой биологии ПГУ им. С. Торайгырова.
16. Шоманов Жумабай Шоманович - канд. с-х. наук, доцент Казахского национального аграрного университета.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В журнал принимаются рукописи статей по всем направлениям биологических наук в двух экземплярах, набранных на компьютере, напечатанных на одной стороне листа с полуторным межстрочным интервалом, с полями 3 см со всех сторон листа и дискета со всеми материалами в текстовом редакторе "Word 7.0 (197, 2000) для Windows" (кегель - 12 пунктов, гарнитура - Times New Roman - KZ Times New Roman).

2. Статья подписывается всеми авторами. Общий объем рукописи, включая аннотацию, литературу, таблицы и рисунки, не должен превышать 8-10 страниц.

3. Статья должна сопровождаться рецензией доктора или кандидата наук для авторов, не имеющих ученой степени.

4. Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

- УДК по таблицам универсальной десятичной классификации;

- название статьи: кегль - 14 пунктов, гарнитура - Times New Roman Cyr (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), заглавные, жирные, абзац центрованный;

- инициалы и фамилия(-и) автора(-ов), полное название учреждения: кегль - 12 пунктов, гарнитура - Arial (для русского, английского и немецкого языков), KZ Arial (для казахского язы-

ка), абзац центрованный;

- аннотация на казахском, русском и английском языках: кегль - 10 пунктов, гарнитура - Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), курсив, отступ слева-справа - 1 см, одинарный межстрочный интервал;

- текст статьи: кегль - 12 пунктов, гарнитура - Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), полуторный межстрочный интервал;

- список использованной литературы (ссылки и примечания в рукописи обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.1-84. - например:

ЛИТЕРАТУРА

1. Автор. Название статьи // Название журнала. Год издания. Том (например, Т.26.) номер (например, № 3.) страница (например, С. 34. или С. 15-24.)

2. Андреева С.А. Название книги. Место издания (например, М.: Издательство (например, Наука,) год издания. Общее число страниц в книге (например, 239 с.) или конкретная страница (например, С. 67.)

3. Петров И.И. Название диссертации: дис. канд. биолог. наук. М.: Название института. год. Число страниц.

4. C.Christopoulos. The transmission-Line Modelling (TML) Method. Piscataway, NJ: IEEE Press. 1995.

На отдельной странице (в бумажном и электронном варианте) приводятся сведения об авторе:

- Ф.И.О. полностью, ученая степень и ученое звание, место работы (для публикации в разделе «Наши авторы»);

- полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, E-mail (для связи редакции с авторами, не публикуются);

- название статьи и фамилия (-и) автора(-ов) на казахском, русском и английском языках (для «Содержания»).

4. Иллюстрации. Перечень рисунков и подписанные надписи к ним представляют отдельно и в общий текст статьи не включают. На обратной стороне каждого рисунка следует указать его номер, название рисунка, фамилию автора, название статьи. На дискете рисунки и иллюстрации в формате TIF или

JPG с разрешением не менее 300 dpi (файлы с названием «Рис1», «Рис2», «Рис3» и т.д.).

5. Математические формулы должны быть набраны как Microsoft Equation (каждая формула – один объект). Нумеровать следует лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Автор просматривает и визирует гранки статьи и несет ответственность за содержание статьи.

7. Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи. Рукописи и дискеты не возвращаются. Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

8. Рукопись и дискету с материалами следует направлять по адресу:

637034, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64.

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

«Издательство ПГУ».

Тел. (3182) 45-35-70, 45-11-43,

факс: (3182) 45-11-18.

E-mail: bionauka@psu.pvl.kz

Научные конференции

В 2002 году в Павлодарском государственном университете им. С. Торайгырова проводятся следующие научные конференции:

- региональная научная конференция молодых ученых, студентов и школьников «II Сатпаевские чтения» (12 апреля);

- республиканская научно-практическая конференция, посвященная 90-летию академика С.Б. Бейсембаева «Состояние и перспективы развития краеведения в современных условиях» (30-31 мая);

- Международная летняя школа химиков (10-17 июля);

- Международная научно-практическая конференция, посвященная 90-летию академика Х.Ж. Жуматова «Экология и здоровье человека» (6-7 сентября);

- Международная научно-практическая конференция, посвященная 90-летию академика Ш.Ч. Чокина «Энергосбережение, перспективные системы и электротехнология. Проблемы и пути развития» (25-26 сентября).

Теруге 6.11.2001 ж. жіберілді. Басуға 14.12.2001 ж. кол
койылды. Форматы 70x100 1/16. Кітап-журнал қағазы.
Көлемі 7,6 шартты б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы
келісім бойынша. Компьютерге терген Амирханов Е.Б.
Заказ № Н-12.

Сдано в набор 6.11.2001 г. Подписано в печать 14.12.2001г.
Формат 70x100 1/16. Бумага книжно-журнальная.
Объем 7,6 уч.-изд. л. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка Амирханов Е.Б. Заказ № Н-12.

Издательство Павлодарского государственного университета
им. С. Торайгырова
637000, г. Павлодар, ул. Ломова 64.