

თბილისის უნივერსიტეტის შრომები
ТРУДЫ ТБИЛИССКОГО УНИВЕРСИТЕТА
PROCEEDINGS OF TBILISI UNIVERSITY



305

ISSN 0376—2637

305

ბ ი ო ლ ო გ ი ა
Б И О Л О Г И Я
B I O L O G Y

911

თბილისი .Тбилиси Tbilisi
1991



თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა
ИЗДАТЕЛЬСТВО ТВИЛИССКОГО УНИВЕРСИТЕТА
TBILISI UNIVERSITY PRESS

Посвящается памяти профессора

З. А. Канчавели

Dedicated to the memory of Professor

Z. Kanchaveli

БИОЛОГИЯ
BIOLOGY

ედვინება პროფესორ

ზაქარია ყანაყელის ხსენას

ბ ი ლ ო გ ი ა

ს ა რ ე დ ა ქ ც ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

ნ. ალექსიძე, დ. გამრეკელი, ი. ელიავა, გ. თუმანიშვილი (რედაქტორი), თ. იოსელიანი, რ. ჯორდანია (რედაქტორის მოადგილე), ლ. ჩუბინიშვილი, ი. ქუჭულაშვილი, თ. ჯოხაძე (მდივანი).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Н. Г. Алексидзе, Д. В. Гамрекели, Т. А. Джохадзе (секретарь), Р. Г. Жордания (зам. редактора), Т. К. Иоселиани, Г. Д. Туманишвили (редактор), Л. Н. Чубинишвили, И. И. Чучулашвили, И. Я. Элиава.

EDITORIAL BOARD

N. Aleksidze, L. Chubinishvili, I. Chuchulashvili, J. T. Jokhadze (secretary), I. Eliava, D. Gamrekeli, T. Ioseliani, G. Tumanishvili (editor), R. Zhordania (vice-editor).





19.5.61

ОТ РЕДКОЛЛЕГИИ

После семилетнего перерыва снова выходит в свет обновленная биологическая серия Трудов Тбилисского университета. Вышедшая до этого серия «Химия-биология» сыграла существенную роль в деле публикации основных достижений ученых-химиков и биологов университета, молодых ученых; бессменным редактором этой серии был профессор Л. Л. Натадзе, светлой памяти которого был посвящен последний том серии, опубликованный в 1984 году.

Первый выпуск обновленной серии редакционная коллегия, по предложению Ученого совета биологического факультета, решила укомплектовать, в основном, работами, исполненными на русском языке, что даст возможность широкому кругу научных сил ознакомиться с направлениями, разрабатываемыми учеными Тбилисского университета, а научно-информационной службе — реферировать эти работы.

К сожалению, не все направления, разрабатываемые на биологическом факультете, нашли отражение в данном выпуске: помешали многие факторы, в том числе длительные заграничные командировки некоторых заведующих кафедрами и ведущих специалистов и др. Так, не представлены такие известные школы, как физиология человека и животных, генетика, биохимия и биотехнология, морфология и др. Для того, чтобы дать хоть какое-то представление о факультете, мы включили в выпуск краткую историю биологического факультета. Несколько очерков — биографического характера написаны на грузинском языке.

Редколлегия надеется, что первый выпуск новой серии Трудов Тбилисского университета — «Биология» — будет благосклонно принят читателями-специалистами.





БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

(Краткая история)

Научно-учебная работа биологического профиля в Тбилиском университете была начата с самого же начала его существования — на трёх отделениях: естественноведческом, агрономическом и лечебном, в составе которых были организованы по три лаборатории (физиологии, гистологии; микробиологии, бактериологии), кабинеты (ботаники; дендрологии и лесоводства; зоологии-энтомологии) и анатомический институт. На основе этих подразделений в последующие годы были организованы одноимённые кафедры, часть которых, — в соответствии с профилем работы — в начале 30-х годов отошла к образованным на базе университета медицинскому, сельскохозяйственному институтам, а часть осталась в университете (который на несколько лет, до 1933 года временно был реорганизован в педагогический институт).

В 1933 году был основан биологический факультет (первый декан профессор Н. Кецохели), объединяющий три кафедры: ботаники, зоологии и физиологии.

Кафедра ботаники (первый заведующий профессор С. Навашин, с 1922 г. — профессор З. Канчавели, с 1932 по 1982 г. — профессор Н. Кецохели, которого на короткое время заменили профессор Л. Канчавели и доцент М. Сахокия, с 1982 г. — профессор Р. Гагнидзе). В разное время на кафедре работали выдающиеся ботаники: Д. Сосновский, Е. Кикодзе, Л. Кемулария-Натадзе, А. Харадзе, Ш. Нахуцришвили; в настоящее время на кафедре работает свыше 20-ти сотрудников.

Проведена большая работа по созданию первого оригинального учебника на грузинском языке (З. Канчавели), словаря грузинской ботанической терминологии (А. Макашвили), научного и учебного гербариев, различных определителей, развёртыванию работы по флористическо-систематическому, экологическому, геоботаническому, кариологическому изучению Грузии. По линии кафедры на факультете читается общий курс ботаники (низшие и высшие растения), 9 специальных курсов, среди которых новые — флора Грузии (Р. Гагнидзе), прикладная ботаника (З. Шенгелия); проводятся научные экспедиции, в том числе — с привлечением студентов. Начата комплексная работа совместно с кафедрами зоологии; экологии и гидробиологии; цитологии, гистологии и эмбриологии.

Кафедра зоологии (первый заведующий профессор Б. Уваров, затем временно профессор И. Бериташвили, доцент Г. Джавахишвили); в 1937 году кафедра разделилась на: кафедру зоологии беспозвоночных (заведующие: профессор Л. Каландадзе, на короткое время профессор Д. Кобахидзе; доцент Д. Меладзе, профессор Б. Курашвили, профессор Л. Кутубидзе, профессор Г. Калжая) и кафедру зоологии позвоночных и гидробиологии (с 1946 года кафедра зоологии позвоночных, заведующие: профессор В. Никитин, затем профессор А. Джанашвили). В 1982 году на базе этих двух кафедр в итоге реоргани-



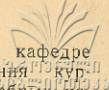
зации была восстановлена единая кафедра зоологии (заведующий профессор И. Элиава, с. 1990 г. д. б. н. А. Гегечкори) и создана кафедра экологии и гидробиологии. В настоящее время на кафедре работает 20 сотрудников.

Проведена большая работа по фаунистическо-зоогеографическому и экологическому изучению Грузии, по составлению учебников на грузинском языке по общей зоологии (А. Джавахишвили), энтомологии (Л. Калацдадзе), зоологии беспозвоночных (Б. Курашвили), зоологии позвоночных (А. Джанашвили), практикуму по зоологии беспозвоночных (Г. Джавелидзе) и позвоночных (А. Джанашвили), зоогеографии (А. Джанашвили), сравнительной анатомии позвоночных животных (Л. Натадзе); на кафедре создано несколько определителей и других вспомогательных учебников, в том числе первый полевой определитель по птицам (Р. Жордания в соавторстве). Профессор А. Джанашвили написал для серии «Животный мир Грузии» том, посвященный позвоночным животным, профессор И. Элиава — монографию «Свободноживущие нематоды семейства Дорилэймида», заслужившую Премию имени П. Меликишвили. В 1985 году Государственной премии Грузии по науке удостоены основные авторы «Красной книги Грузии», в том числе А. Джанашвили, Р. Жордания, Б. Курашвили. По линии кафедры на факультете читается общий курс зоологии (беспозвоночные, позвоночные) и 9 специальных курсов, среди которых новые — экология животных (И. Элиава), орнитология, «Красная книга», (Р. Жордания), герпетология (М. Бакрадзе), этология (Я. Бадридзе). Существенно переработаны курсы зоогеографии и энтомологии (А. Гегечкори). Проводятся научные экспедиции в том числе с привлечением студентов. Начата комплексная работа совместно с кафедрами ботаники, экологии и гидробиологии.

На кафедре функционирует учебный Зоологический музей им. А. Джанашвили (заведующая М. Джавелидзе).

Кафедра физиологии человека и животных (первый заведующий академик И. Бериташвили, с 1960 года — профессор А. Брегадзе, с 1978 года — академик АН ГССР Т. Иоселиани). В настоящее время на кафедре работает свыше 30-ти сотрудников. Основным направлением научно-исследовательской работы на кафедре является изучение физиологии головного и спинного мозга, функциональных характеристик мышц и периферийной нервной системы. На базе кафедры в системе Академии наук республики создан Институт физиологии имени академика И. Бериташвили. Впервые в СССР многие вопросы условно-рефлекторной деятельности коры больших полушарий и биоэлектрических явлений изучались по оригинальной методике. Многие опыты были посвящены изучению существа пространственной ориентации, комплексному и ассоциативному изучению условных рефлексов человека и животных. Фундаментальное исследование по физиологии мышечной и нервной ткани человека и животных академика И. Бериташвили в 1937 году было удостоено Государственной премии СССР.

В настоящее время на кафедре работает группа научных сотрудников, изучающая — с применением новейших электрофизиологических и микроэлектронных методов — роль коры и подкорковых структур в интеграционном выражении действия головного мозга; несколько лет тому назад на кафедре с максимальным привлечением студенческой инициативы была основана этологическая лаборатория. Создан оригинальный учебник на грузинском языке по мышечной и нервной физиологии человека и животных (И. Бериташвили, Т. Иоселиани). По линии кафедры на факультете читается общий курс фи-



зиологии человека и животных, 9 специальных курсов. На кафедре установилась хорошая традиция приглашения для проведения курсов лекций ведущих специалистов из других научных и учебных центров, в том числе и из-за рубежа. Прочный контакт установлен с учеными Пенского университета.

При кафедре была основана биохимическая группа, затем лаборатория, на базе которой в 1968 году была основана кафедра биохимии.

Кафедра анатомии и физиологии растений была основана в 1920 году (первый заведующий профессор В. Александров, в 1927-38 годах кафедра была присоединена к кафедре ботаники, в 1938 году она была вновь выделена отдельно, заведующая профессор К. Цхакая, с 1982 года — академик АН ГССР Г. Санадзе). В настоящее время на кафедре работает 15 сотрудников; при кафедре создана научно-исследовательская проблемная лаборатория фотосинтеза, объединяющая около 30-ти сотрудников.

Проведена большая работа по созданию первого грузинского учебника по анатомии растений (К. Цхакая, Е. Мирианашвили), по переводу на грузинский язык краткого учебника Н. Максимова по физиологии растений.

По линии кафедры на факультете читаются общие курсы анатомии растений, физиологии растений, 9 специальных курсов, для проведения которых приглашались и приглашаются такие ведущие специалисты, как профессора С. Дурмишидзе, Т. Кезели, А. Менагарашивили и др. Основным направлением научно-исследовательской работы кафедры и лаборатории с 1982 года является изучение молекулярных механизмов фотосинтеза и эффекта изопрена (Г. Санадзе). До этого кафедра изучала анатомо-физиологические особенности таких основных сельскохозяйственных культур как лоза, пшеница, чай, кукуруза, соя, бобы, подсолнух и др. Опубликовано свыше 300 научных работ. На базе кафедры в 1970 году основана самостоятельная кафедра микробиологии и вирусологии.

Кафедра генетики была основана в 1936 году (первый заведующий профессор Г. Папалашвили, с 1975 года — профессор Т. Лежава), в настоящее время объединяет 15 сотрудников.

По линии кафедры на факультете читаются общие курсы генетики, дарвинизма и истории эволюционного учения и 8 специальных курсов, среди которых новыми являются: цитогенетика, генетика человека (Т. Лежава), молекулярная генетика (Д. Джохадзе), генетика микроорганизмов (А. Шатиришвили), генетический анализ (И. Чучулашвили), популяционная генетика и онтогенетика (Н. Джмухадзе).

Основными направлениями научно-исследовательской работы кафедры являются: мутагенез, генетика старения, генетика микроорганизмов.

Кафедра цитологии, гистологии и эмбриологии была основана в 1937 году под названием кафедры анатомии и гистологии (первый заведующий профессор А. Лежава, в 1956-63 годах к кафедре была присоединена кафедра генетики и она носила название кафедры гистологии и генетики, с 1966 года кафедрой заведывал профессор Л. Натадзе, при котором в 1967 году она была реорганизована и приняла последнее название, с 1982 года кафедрой заведует профессор Г. Туманишвили).

Проведена большая работа по составлению на грузинском языке учебников гистологии и практикума по гистологии, микроскопической



технике (А. Лежава), дифференциации клеток (Г. Туманишвили). По линии кафедры на факультете читаются общие курсы цитологии, гистологии, анатомии человека, биологии развития и 9 специальных курсов, среди которых новые: физиология клетки, иммунитет клетки, молекулярная цитология, цитогенетика, сравнительная гистология, дифференциация клеток и др.

Основным направлением научно-исследовательской работы на кафедре являются различные проблемы и закономерности развития клеток, тканей и органов, цитологические и цитохимические особенности тканевых структур — в процессе их дифференциации и функционирования.

С 1983 года при кафедре функционирует Лаборатория биологии развития (зав. д. б. н. П. Челидзе), объединяющая 20 сотрудников, основные же сотрудники кафедры составляют 15 человек. Кафедра и лаборатория являются одними из наилучше оснащенных в современном поятии участков биологического факультета.

Кафедра биохимии и биотехнологии основана на базе кафедры физиологии человека и животных в 1868 году — как кафедра биохимии, в 1986 году она реорганизована в кафедру биохимии и биотехнологии (первый заведующий профессор П. Кометиани, с 1973 года — профессор Н. Алексидзе).

Проведена большая работа по созданию на грузинском языке оригинальных учебников по биохимии (П. Кометиани), практикуму по биохимии (Н. Алексидзе), энзимологии (К. Ахвледиани), химии белка (Э. Рапава).

По линии кафедры на факультете читается общий курс биохимии и 9 специальных курсов. Кафедра, объединяющая 16 сотрудников, много работает со студентами, в результате чего студенты этой специализации дважды (1975, 1979) удостаивались медалей на Всесоюзных конкурсах лучших студенческих научных работ.

Основным направлением научно-исследовательской работы кафедры было изучение биохимических и молекулярных основ памяти, а с 1982 года — и вопросов биотехнологии.

При кафедре в 1982 году организована лаборатория биотехнологии (заведующий д.б.н. Т. Мдинарадзе), которая работает над использованием вторичных ресурсов и созданием безотходной технологии в производстве сельскохозяйственных продуктов, молока, мяса. Часть разработок уже внедрена в производство, получено 12 авторских свидетельств.

Кафедра биофизики основана в 1970 году (первый заведующий профессор Б. Ломсадзе). На сегодняшний день на кафедре работает около 30-ти сотрудников; при кафедре создана научно-исследовательская проблемная лаборатория по изучению молекулярных механизмов канцерогенеза (1977) и лаборатория физико-химической и молекулярной биологии (заведующий проф. М. Царцидзе — 1987).

По линии кафедры на факультете читается общий курс биофизики и 9 специальных курсов. На сегодняшний день кафедра подготовила свыше 130-ти специалистов-биофизиков, 20 аспирантов, опубликовано свыше 200 научных публикаций, получено 8 авторских свидетельств. Кафедра является одной из наилучше оснащенных современным оборудованием.

Главным объектом научно-исследовательской работы кафедры является изучение молекулярных организаций и особенностей биомембран, молекулярных механизмов рецепторов животных

и растительных клеток, особенностей окислительных реакций, выявление роли кислорода в норме и патологии, изучение процессов биоповреждений и механизмов криобиологии и др.

Кафедра молекулярной биологии, микробиологии и вирусологии была основана в 1970 году на базе кафедры анатомии и физиологии растений (первый заведующий профессор Т. Чанишвили, в 1974 — 1987 гг. профессор Г. Цицосани, с 1987 г. профессор К. Эрстави (Кафиани), в настоящее время она объединяет 13 сотрудников.

Проведена большая работа по составлению на грузинском языке учебника микробиологии (Г. Цицосани).

По линии кафедры на факультете читаются общие курсы молекулярной биологии, 9 специальных курсов. На сегодняшний день кафедра подготовила около 250-ти специалистов-микробиологов, свыше 20-ти аспирантов.

Основным направлением научно-исследовательской работы кафедры является биодеградация пестицидов, проблема клубничковых бактерий, генная инженерия тутового шелкопряда (*Bombyx mori*), изучение антагонизма микробов и биосинтез микробных белков и физиологически активных веществ, вокруг чего имеется целый ряд публикаций.

Кафедра экологии и гидробиологии основана в 1982 году на базе реорганизации кафедр зоологии (первый заведующий профессор Г. Каджая); в настоящее время объединяет свыше 10-ти сотрудников.

По линии кафедры на факультете читается общий курс экологии и охраны природы, 8 специальных курсов, среди которых выделяется эйдология, по которому создан оригинальный грузинский учебник (Г. Каджая).

Основным научно-исследовательским направлением кафедры является изучение влияния антропогенных факторов на биологические особенности водохранилищ Грузии. В 1984 году для кафедры выделена в Амбролаурском районе Грузии (с. Хариствала) научно-учебная база, позволяющая организовать стационарные наблюдения.

Кроме вышеупомянутых кафедр и лабораторий, на биологическом факультете в 1985 году начали работать: лаборатория морфо-физиологии (заведующая профессор И. Мепишавили) и лаборатория нейробиологии (заведующий академик АН СССР В. Окуджава), объединяющая отделы нейрофизиологии и нейрокибернетики (заведующий С. Цагарели), а в 1987 году начала работать лаборатория биологии рыб и прикладной ихтиологии (заведующий Р. Шавердашвили), в 1990 г. реорганизованная в научно-исследовательскую лабораторию биологии и охраны позвоночных животных (заведующий профессор Р. Жордания), лаборатория иммунологии и иммунной биотехнологии (заведующая Н. Поракишвили).

С 1966 года на факультете работает факультетская библиотека (первая заведующая М. Почхуа, с 1983 года — Н. Мансашвили), книжный фонд которой насчитывает несколько тысяч единиц.

Фактически — биологический факультет Тбилисского университета — это институт, крупный научный центр, где ведется изыскания по многим отраслям современной биологии. Научные силы университета вносят посильный вклад в науку, служат благородному делу воспитания высококвалифицированных кадров биологов 10-ти специализаций, необходимых школам, вузам, научным и научно-практическим организациям Грузии.

Григол Туманишвили, Реваз Жордания.



Г. Д. ТУМАНИШВИЛИ

ТЕОРИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ КЛЕТОК. ГИПОТЕЗА «НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ»

Дифференцировка клеток представляет собой одну из важнейших проблем современной биологии. Несмотря на огромное число работ, посвященных тем или иным особенностям клеточной дифференцировки, до настоящего времени мы не имеем общей теории дифференцировки клеток. Большинство теоретических соображений и гипотез относится к молекулярным механизмам дифференцировки (5, 10, 13, 15, 17, 27, 35, 37).

Однако подобный подход к вопросу, несмотря на несомненное теоретическое значение, не дает возможности построить общую теорию. Вместе с тем наши знания о клеточной дифференцировке без такой теории будут далеко неполными и недостаточными. Для хоть какого-то продвижения вперед должна быть предложена модель и (или) гипотеза, которая и послужит отправной точкой для дальнейшего развития соответствующей теории. Следует помнить, что общая теория дифференцировки, как и любая общая теория, должна рассматривать клетку как некую систему, описываемую в общих понятиях и подчиняющуюся самым общим закономерностям. Другими словами, прежде чем исследовать частные механизмы дифференцировки и то, каким образом она осуществляется, следует установить, что она собой представляет. Такие попытки нами уже делались (5, 6, 7), но они были отнюдь неполными.

По-видимому, всякая теория должна удовлетворять нескольким требованиям. Она должна основываться на небольшом числе хорошо известных фактов. Основным назначением теории является объяснение этих фактов и построение системы представлений, в которую эти факты могли бы быть уложены с достаточной степенью стройности. Теория должна давать возможность предсказывать, какие свойства изучаемого явления (в данном случае, дифференцировки клеток) могут быть обнаружены в дальнейшем, тем самым сужая число направлений исследования в данной области. Теория не должна содержать внутренних противоречий. При этом, ни одна теория не может обойтись без некоторого упрощения явления, без которого вряд ли какая-нибудь модель может быть построена.

В настоящем изложении будут рассмотрены лишь два вопроса, относящиеся к проблеме дифференцировки, а именно, основные свойства и особенности процесса дифференцировки клеток, а также характер и основные свойства стимулов, определяющих степень и направление дифференцировки.



1. Поскольку имеется довольно много определений клеточной дифференцировки, необходимо остановиться на одном из них. При выборе определения, очевидно, следует избегать более или менее тривиальных утверждений вроде, например, того, что дифференцировка — это специализация клеток. Подобные определения скорее суть разъяснения данного термина, и не отражают особенностей процесса. На мой взгляд, наиболее полным и точным является определение, данное Гробстайном (16), согласно которому существуют два вида дифференцировки: а) собственно-дифференцировка, заключающаяся в возрастании разнородности в организме в течение его жизни и б) цитодифференцировка, выражающаяся в изменениях, возникающих в клетках по мере развития организма и формирования в нем разнородности. Очевидно, что разнородность внутри организма в основном, если не полностью, обусловлена возникновением в нем возрастающего числа групп клеток различного типа. Таким образом, дифференцировка организма представляет собой результат цитодифференцировки. В дальнейшем нами будет рассматриваться лишь цитодифференцировка (клеточная дифференцировка). Большей частью, для краткости, она будет обозначаться просто как «дифференцировка».

2. Легко заметить, что исходя из принятого нами определения, цитодифференцировка (дифференцировка клеток) может быть отнесена лишь к многоклеточному организму. Иногда понятие клеточной дифференцировки использовалось и применительно к одноклеточным организмам (см. 12, 18). Однако, согласно определению Гробстайна, развитие одноклеточного эукариотического организма неизбежно связано с возникновением разнородности в нем как в целом, но не в его клеточных компонентах. Кроме того, в одноклеточном организме вся генетическая программа реализуется в единственной клетке, в то время как в каждой клеточной группе многоклеточного организма реализуется лишь часть генетической программы.

Как мы видим, дифференцировка одноклеточного организма и клетки многоклеточного организма существенно и принципиально отличаются друг от друга — развитие первого представляет собой дифференцировку организма, противоположность цитодифференцировке, являющейся процессом, протекающим в части организма и обуславливающим развитие последнего. По всей вероятности, несмотря на то, что эти процессы тесно связаны исторически, понятие цитодифференцировки не применимо к развитию одноклеточного организма. При этом не следует забывать еще одну особенность клеточной дифференцировки, а именно, что весьма большое число клеточных фенотипов в многоклеточном организме соответствует одному и тому же генотипу (8, 17, 28). Хотя в последнее время появились указания на изменения структуры генома в ходе дифференцировки (например, см. II), в основном можно считать, что все клетки данного организма содержат один и тот же набор генов, проявляющих в различных клетках равную активность.

3. Кажется целесообразным рассматривать клеточную дифференцировку как процесс статистический, вероятностный, соответственно чему понятие вероятности будет в дальнейшем более или менее широко использовано.

4. Дифференцировка клеток — процесс относительно необратимый. Это означает лишь то, что дедифференцировка клеток в обычных условиях гораздо менее вероятна, чем их пребывание в дифференциро-

ванном состоянии. Точно также относительно маловероятно превращение клетки в клетку какого-либо иного типа (трансформация). Известно довольно много случаев подобных переходов: например, превращение пигментных клеток в процессе регенерации хрусталика, превращение тех же пигментных клеток в клетки сетчатки, возникновение целого растения из одной клетки, реактивация ядер, подсаженных в цитоплазму ооцита и пр. Тем не менее, в нормальных условиях дифференцированное состояние клетки является значительно более вероятным, чем ее превращение в менее дифференцированное состояние или трансформация в какой-либо иной клеточный тип.

ПОНЯТИЕ КЛЕТОЧНОГО ПУТИ

Рассмотрим процесс дифференцировки клетки в пределах одного клеточного типа. Очевидно, более или менее хорошо известные факты хорошо согласуются со следующей схемой (рис. 1).

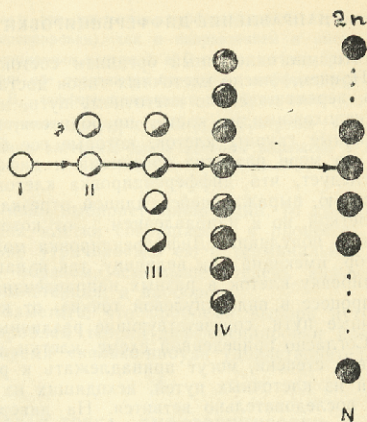


Рис. 1. Схематическое изображение клеточного пути (дифферона). Зачерненные участки соответствуют степени различия между идеальной зародышевой клеткой (1) и клетками последующих поколений (II—N). $2n$ — число клеток в генерации N.

Прежде всего, следует подчеркнуть, что дифференцировка клеток охватывает определенное число поколений клеток. Рассматривая дифференцировку клеток одного типа, мы получим некий ряд клеток. В этом ряду каждый последующий его член представляет собой следствие деления предыдущих членов. Пренебрегая возможностью последовательных делений клеток без изменения их состояния, мы можем принять, что каждый последующий член ряда все более и более отличается от первого члена ряда — клетки прародителя, помещающегося в начале изображенного ряда.

Теперь, рассматривая весь изображенный на фиг. 1 ряд относительно одной клетки, мы видим, что каждая клетка по мере дифферен-

цировки как бы проходит определенный путь, начинающийся клеткой прародителем. Чем больше дифференцирована клетка, тем длиннее отрезок пройденного ею пути и тем больше она отличается от клетки прародителя. Иными словами, мы можем выразить степень дифференцировки клетки как длину отрезка пройденного ею пути. Этот отрезок, по сути, выражает степень различий между клеткой и ее прародителем, накопленных ею на пути развития. Весь же путь от «нулевой точки» до конечной ступени дифференцировки может быть назван клеточным путем. Для обозначения этого же понятия мы можем использовать термин «дифферон», предложенный Фогелем, Ньюшом и Матнали (36), слегка изменив его первоначальное значение. Однако при этом надо учесть, что недавно Никон и Годе (27) применили этот термин в значении, существенно отличающемся от данного в настоящей работе, а также Фогелем и его соавторами. Во избежание путаницы предпочтительнее, по-видимому, использовать понятие «клеточный путь». Несмотря на это, термин «дифферон» все же будет использован для удобства изложения.

НАПРАВЛЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ

Известно, что многоклеточный организм состоит из клеток различного типа. Причем, число клеточных типов достаточно велико. Ясно, что клетки, перемещаясь по клеточному пути, не только становятся все более непохожими на клетку прародителя, но в то же время образуют различные группы клеток, которые все более отличаются друг от друга по мере развития организма и дифференцировки клеток. Отсюда следует, что дифференцировка клеток характеризуется не только степенью, выражающейся длиной отрезка клеточного пути, пройденного клеткой, но и направлением, от которого зависит тип данной клеточной популяции. Дифференцировка может быть рассмотрена как вектор, имеющий как величину, так и направление. Учитывая дифференцировку клеток в разных направлениях, мы можем изобразить этот процесс в виде «нулевой точки», от которой радиально отходят клеточные пути, соответствующие различным клеточным типам (рис. 2). Согласно приведенной схеме, клетки, дифференцируемые в одинаковой степени, могут принадлежать к разным клеточным типам. Каждый из клеточных путей, исходящих из «нулевой точки», в дальнейшем последовательно ветвится. На дивергентный характер дифференцировки не раз указывалось в литературе (например, 24). Точки ветвления клеточных путей, очевидно, соответствуют различного рода стволовым клеткам (рис. 3).

Легко заметить, что клетка в начале клеточного пути имеет определенное, относительно большое, число выборов. По мере дифференцировки это число постепенно уменьшается, выбор сужается. Чем больше степень дифференцировки клетки, тем меньше число направлений дифференцировки, из которых данная клетка может выбрать свой собственный путь. Ширину выбора собственного пути, выраженную числом направлений, из которых производится выбор, в свое время я назвал компетенцией клетки (5, 6, 7). Как известно, термин «компетенция» предложен Уоадингтоном (39), но этот автор использовал его применительно к зародышевым зачаткам (компетентная эктодерма и т. п.). Использование этого термина в отношении клетки кажется целесообразным и вряд ли может привести к каким-нибудь терминологическим затруднениям. Поскольку компетенция клетки измеряется числом направлений дифференцировки, из кото-

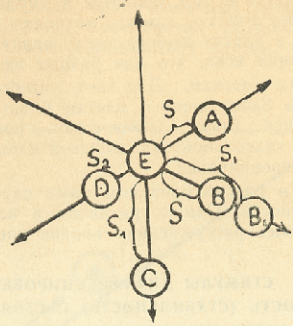


Рис. 2. Рисунок показывает, что клеточная дифференцировка характеризуется как величиной (степень дифференцировки), так и направлением и имеет дивергентный характер. Степень дифференцировки клеток А и В равна, но они принадлежат к разным клеточным типам. Они обе отличаются по степени дифференцировки от клетки С. В то же время клетка В₁, дифференцированная в той же степени, что и С, принадлежит к тому же клеточному типу, что и В. S и S₁-отрезки клеточного пути, пройденные соответствующими клетками, длина которых выражена в произвольных единицах.

рых клетка альтернативно выбирает лишь один, то совершенно очевидно, что компетенция клетки сокращается в процессе дифференцировки и окончательно утрачивается ею в терминальной фазе дифференцировки. Таким образом, чем выше степень дифференцировки клетки, тем уже ее компетенция, и наоборот.

Тут же следует заметить, что проблема выбора пути является одной из основных проблем теории дифференцировки клеток и не имеет в настоящее время сколько-нибудь удовлетворительного решения.

«НУЛЕВАЯ ТОЧКА» ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ

Для различных клеточных типов имеется общая «нулевая точка» дифференцировки. «Нулевая точка» расположена в начале каждого клеточного пути или дифферона. Схематически она может быть изображена как некая центральная точка, из которой радиально выходят клеточные пути (рис. 2).

Формально зигота, будучи общим предком для всех клеток данного организма, могла бы считаться подобной начальной точкой дифференцировки. Согласно такой точке зрения все клетки, исключая зиготу, более или менее дифференцированы. Подобный взгляд на вещи довольно широко распространен (19, 20, 23, 33). Однако приведенное утверждение довольно тривиально и не содержит никаких сведений, теоретически позволяющих отличить дифференцированную клетку от полностью недифференцированной.

В свое время я и Саламатина (6, см. также 5 и 7) выдвинули соображения, согласно которым за полностью недифференцированную

клетку (которая, вместе с тем, является и «нулевой точкой» дифференцировки) следует считать клетку, которая равновероятно способна превратиться в клетку любого типа, принадлежащему данному организму. Совершенно ясно, что для разных видов «нулевая точка» соответствует разным клеткам. Для того, чтобы в этом убедиться, достаточно сравнить бластомеры и клетки бластулы регулятивных и мозаичных зародышей. Такую, полностью недифференцированную клетку мы назвали «идеальной зародышевой клеткой», считая ее «нулевой точкой» дифференцировки.

Строго говоря, в рассматриваемом нами случае не может быть полной равновероятности. Однако различия в вероятностях малы и, мне кажется, в наших рассуждениях вполне пренебрежимы.

СТИМУЛЫ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ УСТОЙЧИВОСТЬ (СТАБИЛЬНОСТЬ) СОСТОЯНИЯ КЛЕТКИ И КРИТЕРИИ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ

Обычно считается, что дифференцировка представляет собой процесс структурного усложнения клетки, требующий особых сил (стимулов). Хотя подобная точка зрения нигде и никем не была специально сформулирована, по-видимому, она широко распространена среди исследователей. Если она верна, дифференцировка, очевидно, должна сопровождаться поступлением в клетку относительно большого количества энергии или информации. Схематически это может быть изображено в виде наклонной плоскости и шарика, катящегося по ней (рис. 4а). Как видно из рис. 4а, клетка в таком случае катится снизу вверх под влиянием специфических стимулов. Ясно, что на приведен-

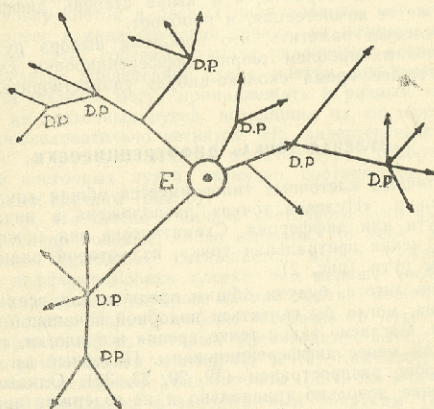


Рис. 3. На рисунке показан дивергентный характер дифференцировки клеток.
E — «нулевая точка» дифференцировки;
D.P. — точки ветвления клеточных путей (дифферонов).

ной схеме изображен лишь один клеточный путь. Согласно предложенной модели, различные «наклонные» клеточные пути (дифферены) сходятся у идеальной зародышевой клетки, что в грубой форме изображено на рис. 5.

19.954

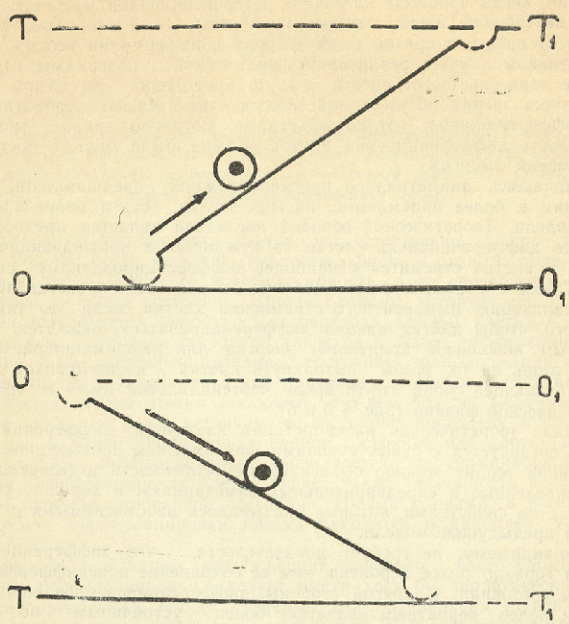
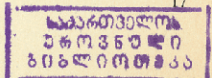
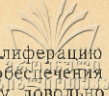


Рис. 4. Два варианта модели «наклонной плоскости»: а) дифференцировка клетки происходит под влиянием стимула, действующего в течение всего процесса дифференцировки; б) дифференцировка клетки происходит без действия на него какого-либо специфического стимула и обусловлена стремлением клетки занять максимально дифференцированное состояние.

Рассмотренная модель предполагает существование стимулов двух родов: стимулы, обуславливающие протекание процесса дифференцировки в любом ее направлении (собственно стимулы), и стимулы, определяющие направление дифференцировки, и следовательно, тип данной клетки.

Прежде всего рассмотрим стимулы первого рода. Несмотря на то, что приведенная модель кажется наиболее естественной, многие факты противоречат ей: 1. Дифференцировка не нуждается в длительно действующем стимуле. Для дифференцировки оказывается достаточным относительно кратковременное действие стимула, после чего дифференцировка протекает без него (см. 32, 34, 35). Таким образом, стимул лишь запускает дифференцировку по типу триггерного механизма. 2. Стимулы дифференцировки скорее неспецифичны, чем





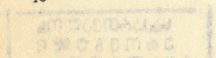
специфичны (см. 18, 35). 3. Принимая во внимание пролиферацию клеток, мы неизбежно приходим к заключению, что для обеспечения дифференцировки требуется поступление в живую систему довольно большого количества энергии и информации. Между тем подобное положение вещей трудно представимо, поскольку на ранних стадиях развития, когда процессы клеточной дифференцировки протекают особенно интенсивно, живая система (зародыш) почти полностью изолирована от среды, и приток в нее энергии и информации весьма мал. В противном случае реализация генетической программы гораздо больше зависела бы от среды, чем это происходит на самом деле. 4. С точки зрения обсуждаемой модели относительная необратимость цитодифференцировки трудно объяснима. Согласно данной гипотезе вероятность дифференцировки клеток должна была быть в достаточной степени высокой.

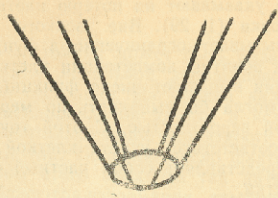
Задавшись диалектически противоположной предпосылкой, мы приходим к более приемлемой, на мой взгляд, хотя и менее привычной модели. Теоретической основой последней является предположение, что дифференцировка клетки не нуждается в побуждающих стимулах, и клетка стремится к наиболее дифференцированному состоянию. Таким образом, дифференцировка сама по себе представляет собой реализацию имманентного стремления клетки. Если это так, то для того, чтобы клетка начала дифференцироваться, окажется достаточным небольшое количество энергии или информации, расходуемое лишь на то, чтобы вытолкнуть клетку из неглубокой ямки, представляющей собой что-то вроде «потенциальной ямы» в терминах статистической физики (рис. 4 б и 6).

Такая теоретическая интерпретация клеточной дифференцировки лучше согласуется с существующими фактами, чем предыдущая. Предложенная теория хорошо объясняет все особенности дифференцировки, приведенные в «предварительных замечаниях», и хорошо увязывается с ее свойствами, которые оказывались необъяснимыми с точки зрения предыдущей модели.

По-видимому, не требует доказательств, что дифференцировка клеток гораздо более вероятна, чем ее сохранение в недифференцированном состоянии. С другой стороны, дифференцированное состояние, будучи более вероятным является более устойчивым по сравнению с менее дифференцированным. Между тем, в некоторых случаях клетки подолгу пребывают в недифференцированном состоянии, хотя, строго говоря, вероятность их дальнейшего превращения в более дифференцированное состояние равна 100%. Такими клетками являются разного рода стволовые клетки. Подобное явление может быть объяснено двумя обстоятельствами. Во-первых, можно предположить, что такая клетка, подобно идеальной зародышевой клетке, находится в неглубокой «потенциальной яме» и пуждается в небольшом импульсе для продолжения дифференцировки. Во-вторых, различные ограничивающие факторы препятствуют дальнейшей дифференцировке. При наличии запускающего стимула и при устранении ограничивающих факторов клетка претерпевает дальнейшую дифференцировку — шарик начинает катиться по наклонной плоскости (рис. 6).

Как мы видим, при рассмотрении предложенных моделей мы неизбежно сталкиваемся с понятиями устойчивости состояния, в котором та или иная клетка находится в данный момент, и степенью дифференцировки клетки. Оба эти понятия, по-видимому, нуждаются в некоторых разъяснениях.





Б

Рис. 5. Объемное изображение модели клеточной дифференцировки с многими клеточными путями (наклонные плоскости) различного направления. Схема может быть использована для обоих вариантов модели «наклонной плоскости», упомянутых в тексте. Б-идеальная зародышевая клетка.

Говоря об устойчивости клетки, мы, естественно, подразумеваем не ее большую или меньшую чувствительность к разного рода внешним воздействиям или ее жизнеспособность, а ее способность сохранять свое типичное состояние. Иными словами, устойчивость в данном случае определяется вероятностью перехода данной клетки в какое-нибудь иное клеточное состояние (переход в более дифференцированное или менее дифференцированное состояние, трансформация в иной клеточный тип). Принимая такое значение понятия «устойчивость», «стабильность», мы можем заключить, что чем больше дифференцирована клетка, тем более устойчиво ее состояние, поскольку вероятность перехода в менее дифференцированное состояние или клетку другого типа по мере дифференцировки уменьшается. На терминальной же стадии дифференцировки клетка теряет также способность перехода в более дифференцированное состояние. Иными словами, в фазе терминальной дифференцировки клетка находится в наиболее устойчивом состоянии.

Поскольку в наших рассуждениях довольно часто упоминается степень дифференцировки, следует найти хотя бы теоретический способ ее определения. Найдя критерий для определения степени дифференцировки, мы, кроме всего остального, получим возможность судить о природе стремления клетки к наиболее дифференцированному состоянию.

В последнее время среди исследователей наиболее популярен биохимический критерий. В определенном приближении мы также можем использовать в качестве критерия число специфических продуктов, синтезируемых данной клеткой. По-видимому, наиболее целесообразно использовать с этой целью так называемые «роскошные» синтезы, несущественные для жизнедеятельности клетки, но необходимые для выполняемой ею специфической функции (19, 20).

Однако следует помнить, что различные функции требуют разного числа типов синтезов, и таким образом, биохимический критерий в его чистом виде может привести к неточностям. В этом отношении предпочтительнее использовать число «роскошных» функций клетки. Таковыми являются, например, сокращение, клеточные движения, абсорбция кислорода, секреция и т. д. В некоторых случаях, однако, эти понятия взаимозаменяемы.

Как мы видели, дифференцировка клеток сопровождается сокращением их функциональных возможностей. В процессе дифференци-

ровки клетка испытывает функциональное упрощение (5, 6, 7, 12, 15, 24). Иногда прямо указывают на потерю клеткой информации в ходе ее дифференцировки (1, 29). Вне всякого сомнения, клетка, дифференцируясь, испытывает ограничение в функциональном отношении. Возвращаясь к понятию компетенции клетки, мы легко можем понять, что компетенция выражает число функций, которые данная клетка потенциально могла бы выполнять по мере надобности с более или менее высокой вероятностью. С этой точки зрения, сужение компетенции клетки соответствует утрате клеткой функций в течение дифференцировки и представляет собой частный случай функционального упрощения клетки.

На основании подобных рассуждений в свое время был предложен количественный критерий цитодифференцировки (5, 6, 7), согласно которому степень дифференцировки клетки может быть выражена как

$$x = \frac{1}{f},$$

где x — степень дифференцировки клетки, а f — число функций либо выполняемых клеткой в данный момент, либо которые она потенциально может выполнить с достаточно большой вероятностью.

По всей вероятности не вызывает возражений утверждение, что в фазе терминальной дифференцировки клетка находится в наиболее устойчивом состоянии. Максимальная устойчивость клетки соответствует минимуму ее компетенции. Вероятность же перемены клеточного пути такой клеткой ничтожно мала. Таким образом, число функций вообще, а также компетенция и устойчивость состояния клетки представляют собой важные критерии клеточной дифференцировки.

Вернемся к нашей модели «наклонной плоскости» (рис. 4б). Как видно из схемы, приведенной на рис. 4б, клетка может находиться в полностью дифференцированном состоянии, располагаясь на дне соответствующей лунки. В таком случае клетка находится в устойчивом, стабильном состоянии. Однако клетка может и не достигнуть лунки, если на ее пути возникает какое-нибудь препятствие. Ее дифференцировка не будет завершена. Такое состояние клетки будет метастабильным состоянием клетки. Последнее теоретически возможно (рис. 6). Ясно, что вывести клетку из метастабильного состояния и побудить ее к дальнейшей дифференцировке значительно легче, чем перевести клетку из стабильного в какое-нибудь иное состояние. Логически любой неспецифический стимул определенной величины должен оказаться достаточным для выведения клетки из метастабильного состояния, так же как это было в случае вступления в дифференцировку идеальной зародышевой клетки. Вместе с тем, согласно приведенной модели, каждая клетка может перейти из любого устойчивого состояния в любое другое устойчивое состояние, хотя вероятность такого перехода в обычных условиях чрезвычайно мала. Для такого перехода на клетку должен подействовать импульс, равный по величине высоте «наклонной плоскости», вследствие чего клетка вернется в состояние идеальной эмбриональной клетки (рис. 6). Будучи полностью эмбрионализированной, клетка с равной вероятностью может перейти в любой другой клеточный тип.

Наряду с этим, клетка может быть переведена в метастабильное, в своего рода промежуточное состояние, из которого она не может перейти в любой другой клеточный тип без дополнительного стимула.

Устойчивость такого состояния может быть разной; чем больше будет приближаться клетка к идеальной зародышевой клетке, тем менее стабильным будет ее состояние. Из модели видно, что вероятность возвращения дифференцированной клетки в исходное дифференцированное состояние значительно выше вероятности ее перехода в какой-либо иной клеточный тип. Большое число фактов подтверждает это заключение. Примером этого являются так называемые модуляции (38). Кроме того, бласт-трансформация лимфоцитов, а также вступление дифференцированных клеток в клеточный цикл (гепатоциты после частичной гепатэктомии, фибробласты, хондроциты и другие клетки в условиях культуры), которые обычно возвращаются в исходные состояния, также могут рассматриваться как выход из устойчивого состояния, переход в метастабильное состояние и возвращение в исходное положение.

Следует иметь в виду, что превращение клеток из одного типа в другой имеет место в действительности. Хотя его вероятность невелика, по тем не менее в определенных условиях оно все же наблюдается. Однако подобные переходы происходят обычно в границах определенных групп клеточных типов. Так пигментные клетки и нейральные клетки сетчатки взаимно переходят друг в друга, а пигментные клетки радужины превращаются в клетки хрусталика при регенерации последних. Взаимные переходы клеток мезенхимного происхождения, особенно фибробластов, хорошо известны. Вместе с тем, вероятность перехода клеток эпидермиса в клетки мезенхимного или мезодермального происхождения очень мала. Надо полагать, возможность упомянутых превращений во многом зависит от их функционального сродства и единства происхождения. Из рассматриваемой нами модели действительно следует, что для превращения из одного типа в другой не всегда необходима полная эмбрионализация клетки. Иногда достаточен ее выход из лунки до места ветвления клеточного пути (рис. 7). Очевидно, что вероятность трансформации клетки будет обратно зависеть от высоты уровня ветвления.

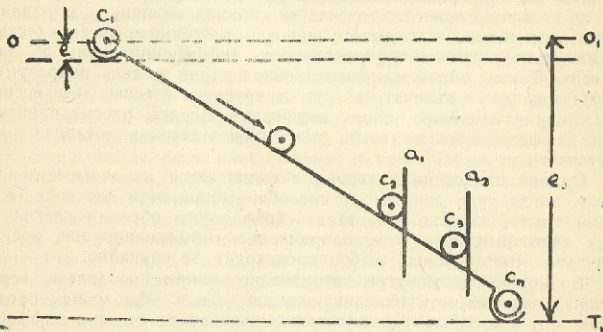


Рис. 6. Клетки C_2 и C_3 , остановившиеся на разных уровнях клеточного пути. Достаточно удалить препятствия («заслопки» a_1 и a_2), чтобы клетка продолжила дифференцировку. Для полной эмбрионализации клетки C_n необходимо действие стимула, равного e_1 , в то время как для начала дифференцировки идеальной зародышевой клетки достаточен стимул значительно меньшей величины (e_2). C_n — клетка в терминальной фазе дифференцировки.

Высказанному предположению в известной мере противоречит то, что взаимные переходы клеток крови никогда не происходят. Между тем согласно модели такие переходы должны были иметь относительно высокую вероятность. Это противоречие может быть объяснено наличием факторов, стабилизирующих клетки в дифференцированном состоянии, делающих «лунки» клеток в достаточной степени глубокими или препятствующими выходу из них клеток.

Рассматриваемая нами модель подразумевает, что в основе инициации дифференцировки и де- и редифференцировки клеток лежит один и тот же механизм. Запуск дифференцировки лишь количественно, но не качественно отличается от двух остальных упомянутых явлений. Для последних требуются стимулы значительно большей величины, чем для вступления в дифференцировку идеальной зародышевой клетки. Однако подобных неспецифических стимулов недостаточно для осуществления дифференцировки. Для этого требуются стимулы другого рода, действующие во всех местах расхождения клеточных путей и тем самым, определяющие направление дифференцировки. В этом отношении описываемая здесь модель близка к представлениям об эвокации-индивидуации, выдвинутым Уоддингтоном (39), а также к теории активации трансформации Ньюкупа (25, 26). Как известно, обе упомянутые теории предполагали двухступенчатый характер зародышевой индукции, которая предполагает собой один из важнейших примеров дифференцировки клеток. В целом же вся модель близка к «эпигенетическому ландшафту» Уоддингтона (39), предложенного им для развития организма в целом.

«УНИДИФФЕРОННАЯ» ГИПОТЕЗА ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ КЛЕТОК

Теория, изложенная в предыдущем разделе, предполагает, что дифференцировка клеток протекает во многих направлениях и подразумевает существование многих дифферонов (клеточных путей). В данном случае нет необходимости рассматривать степень дифференцировки клеток, принадлежащих к разным дифферонам. Действительно, легко предположить, что клетки, принадлежащие к различным клеточным типам, а следовательно и к клеточным путям, достигшие терминальной фазы дифференцировки, дифференцированы в равной степени. Таким образом, рассмотренная выше модель подразумевает, что клетки могут отличаться друг от друга по степени дифференцировки лишь в пределах одного дифферона. Вернее, рассматривать степень дифференцировки клеток имеет смысл лишь в пределах одного клеточного пути.

Однако приведенная теория наталкивается на серьезное затруднение, когда дело доходит до способа выбора пути клеткой. Теоретически отнюдь нелегко представить себе, каким образом клетка выбирает клеточный путь, т. е. направление дифференцировки, поскольку очевидно, что подобный выбор происходит не случайно.

Возможно, упомянутое затруднение можно преодолеть, если несколько видоизменить описанную выше модель. Мы можем предположить, что клеточный тип полностью зависит от степени дифференцировки клетки, а все клетки дифференцируются лишь в одном направлении, идя по одному клеточному пути или дифферону. Следовательно, согласно этой гипотезе существует лишь один клеточный путь (дифферон), вследствие чего она может быть названа «унидифферонной», тогда как предыдущая гипотеза является «полидифферонной» (6, 7).

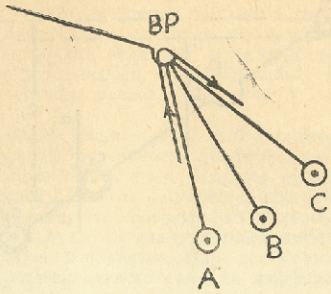


Рис. 7. На рисунке показано, как клетка может превратиться в клетку другого типа без полной эмбрионализации, пройдя через точку ветвления дифферона. А, В и С — клетки различных типов; ВР — точка ветвления дифферона.

«Унидифферонная» гипотеза может быть представлена в виде модели, изображенной на рис. 8. Последняя является несколько видоизмененной моделью «наклонной плоскости», изображенной на рис. 6. Клетка изображена в виде шарика, катящегося по этой плоскости. Если крутизна наклона плоскости достаточно велика, шарик будет «перескакивать» через лунки, расположенные на его пути. В таком случае клетка, не встретив на своем пути препятствия, достигнет максимальной степени дифференцировки. Сформулированная ранее рабочая гипотеза предполагает, что максимально дифференцированной клеткой является нейрон (6, 7). Как и «полидифферонная» модель, «унидифферонная» гипотеза подразумевает, что клетка, расположенная в «лунке», находится в относительно устойчивом состоянии, в то время как вне «лунки» она находится в метастабильном состоянии. Таким образом, клеточный тип зависит от степени дифференцировки соответствующей клетки: фактор дифференцировки лишь определяет, на каком уровне дифференцировки остановится клетка или, иначе говоря, в какую из «лунок» попадет клетка. Это предположение хорошо согласуется с теорией активации-трансформации Ньюкупа (25, 26), с теорией двух градиентов (32, 34), а также с представлениями Уоддингтона об эвокации и индивидуации, сформулированными по поводу зародышевой индукции (39). Все они предполагают, что нейрализация может быть инициирована неспецифичным или мало специфичным фактором, в то время как мезодермализация требует более специфических влияний.

Согласно «унидифферонной» гипотезе, все дифференцирующие факторы ограничивают цитодифференцировку. Ограничение может произойти в разных местах клеточного пути. «Заслонки», помещенные после лунок, соответствуют дифференцирующим факторам, каковыми являются гормоны, специфические индукторы и пр. «Направление» дифференцировки определяется факторами подобного рода. Факторы, действующие на клетку перед лункой, препятствуют дифференцировке (см. рис. 8). «Заслонка», помещенная внутри лунки, соответствует явлению латентной дифференцировки или детерминации (рис. 9). Можно допустить, что разница в действии факторов дифференцировки может зависеть от количества одного и того же вещества.

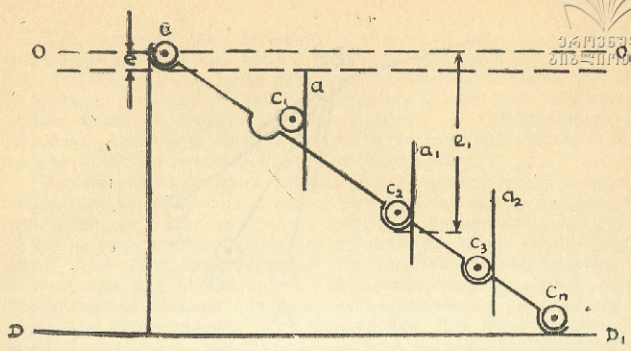


Рис. 8. «Унидифференциальная» модель дифференцировки клеток. С — идеальная зародышевая клетка; C_2 , C_3 и C_n — клетки, дифференцированные в разной степени, и следовательно, принадлежащие к разным клеточным типам. C_1 — клетка, остановленная перед лункой, занятой в постоянное время клеткой C_2 , фактором («заслонкой») a .

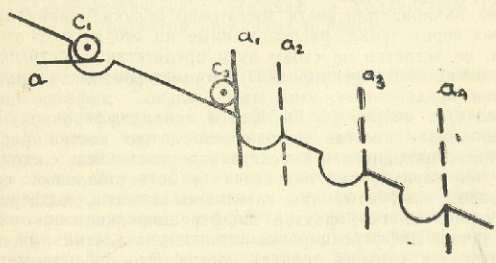


Рис. 9. Клетка c_1 — детерминированная или коммитированная клетка. Ее дифференцировка приостановлена фактором a ; c_2 — стволовая клетка, остановившаяся у верхнего края лунки, в которой расположен добавочный клеточный путь (субдифферон). Клетка c_2 упадет в одну из добавочных лунок как только будет удалена «заслонка» a_1 и превратится в клетку типа c_3 , c_4 и c_5 . Конечное положение клетки c_2 определяется факторами a_2 и a_3 .

Нечто подобное целому клеточному пути можно предположить для стволовых клеток (рис. 9). В этом случае соответствующая лунка может быть представлена в виде короткого дифферона (добавочный дифферон или субдифферон). Субдифферон подчиняется тем же закономерностям, что и основной дифферон. Так же, как в последнем, в субдиффероне каждая лунка соответствует одному из клеточных типов, составляющих компетенцию данной стволовой клетки. Для предложенной модели следует допустить, что расположение и число лунок генетически запрограммировано.

Определенным теоретическим преимуществом «унидифферонной» гипотезы является простота решения проблемы выбора направления дифференцировки. Вне всякого сомнения, число клеток каждого типа для данного вида организма величина характеристическая и постоянная. Поскольку размеры особей, принадлежащих к данному виду, колеблется в определенных пределах, постоянство числа клеток не абсолютно.

Очевидно, чем ближе число клеток любого данного типа к конечной величине, тем меньше вероятность дифференцировки в них недифференцированных клеток. Поскольку, согласно «унидифферонной» гипотезе, клетка стремится занять положение, соответствующее максимальной дифференцировке, что соответствует полному отсутствию препятствий на клеточном пути, то «направление» дифференцировки оказывается автоматически избранным. При достижении определенного критического числа клеток данного типа на дифференцировку в них недифференцированных клеток накладывается запрет и клетки образуют другой клеточный тип, следующий по степени дифференцировки за максимальным и т. д. Одним из реальных механизмов упомянутого запрета подтверждает целый ряд опытов Роуза и его последователей, на основании которых была создана теория «самоторможения» (self-inhibition) дифференцировки, обусловленного веществами, специфическим образом тормозящими дифференцировку (9, 14, 21, 22, 30, 31).

По-видимому, следует допустить, что наряду с «самозапрещающим» механизмом действует и другой механизм. Примером этого являются ранние стадии зародышевого развития, когда зародыш имеет пространственную организацию, обусловленную неравномерным распределением тех или иных веществ в яйце. Как известно, зародыш на ранних стадиях разделен на относительно обособленные области, четко отделенные друг от друга (например, анимальный полюс от вегетативного), и в силу этого слабо влияющие друг на друга (26). В таких условиях определенные клеточные группы могут дифференцироваться практически независимо один от другого. Если допустить, что в одной из частей зародышей скапливаются вещества, могущие препятствовать дифференцировке, то максимальные уровни дифференцировки клетки в разных частях зародыша окажутся разными и станет возможным одновременное образование клеток разных типов.

На первый взгляд, с точки зрения «унидифферонной» гипотезы трудно объяснить сужение компетенции клеток по мере цитодифференцировки. На самом деле это не так.

Действительно, практически мы можем исследовать клетку, когда она уже в той или иной степени проявила свою дифференцировку, а следовательно уже находится в соответствующей лунке. Такая клетка либо движется по направлению дна лунки, либо располагается в какой-то части добавочного дифферона (см. выше). В обоих случаях переход в другую лунку для данной клетки чрезвычайно мало вероятен.

«Унидифферонная» модель, также как и «полидифферонная», предполагает возможность трансформации клеток и превращение клетки одного типа в клетку другого типа. Как видно на рис. 8, вероятность трансформации клетки находится в обратной зависимости от степени дифференцировки. Так же, как это было для «полидифферонного» варианта теории «наклонной плоскости», для трансформации клетки необходим ее выход из соответствующей лунки и перемещение на относительно более высокий уровень клеточного пути. Однако согласно

«унидифферонной» гипотезе трансформация клетки в сторону бо-
льшей степени дифференцировки более вероятна, чем в сторону ме-
ньшей степени дифференцировки. Тем не менее, результат трансфор-
мации может быть любым, что зависит от возникновения в многокле-
точном организме множества ограничивающих дифференцировку фак-
торов.

МЕХАНИЗМ КЛЕТОЧНОЙ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ

Настоящая работа не ставит себе целью выяснения или вскрытия, хотя бы в чисто теоретическом плане, механизма дифференцировки клетки, т. е. того, что именно обуславливает ее стремление к переходу в наиболее дифференцированное из всех возможных состояний. С первого взгляда теория «наклонной плоскости», особенно ее «унидифферонный» вариант, очень близка к энтальпийной диаграмме химических реакций и расположению электронов по орбитальным электронным уровням. Но безусловно, это лишь формальная аналогия, и в настоящее время нет возможности рассматривать изложенные выше представления в понятиях термодинамики и статистической физики.

Другая возможность представляется более доступной. Поскольку, как я попытался обосновать выше, клетка, стремясь быть как можно более дифференцированной, тем самым стремится к максимальному упрощению, можно свести дифференцировку клетки к информационным причинам. В таком случае, мы могли бы сказать, что клетка, как и всякая система, стремится к минимальной степени организации (см. 2). Это тем более привлекательно, что потеря клеткой информации в ходе дифференцировки уже была постулирована (см. выше). Однако и здесь предвидятся серьезные теоретические затруднения. Во всяком случае, вопрос о механизме дифференцировки нуждается в отдельном исследовании.

Изложенная в настоящей работе теория содержит два основных положения, тесно связанных друг с другом: 1) Клетка стремится к состоянию максимальной дифференцировки, что и является основным стимулом последней; 2) дифференцировка заключается в функциональном упрощении клетки, и следовательно, клетки стремятся к наименьшей степени функциональной сложности. Однако точный механизм упомянутых тенденций клетки в настоящее время неизвестен.

Выявляется один из основных недостатков «унидифферонной» модели, требующей разной степени дифференцировки для различных клеточных типов. Если принять критерий числа функций, то и в этом случае разница в степени дифференцировки будет трудно определима не только экспериментально, но и теоретически. С другой стороны, «унидифферонная» гипотеза имеет ряд преимуществ. Здесь мы не будем проводить сравнительного анализа двух вариантов теории «наклонной плоскости», не имея для этого достаточных фактических оснований.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Предложенная модель «наклонной плоскости» удовлетворительно объясняет основные свойства и особенности дифференцировки клеток. Кроме того, на основании изложенной выше теории оказывается возможным сделать ряд предсказаний. Часть из них одинаково относится к обоим вариантам. Прежде всего, из модели «наклонной плоскос-

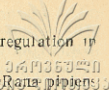
36.03.30
00.01033

ти» следует, что запуск дифференцировки клетки в любом направлении требует неспецифического импульса небольшой величины, а весь дальнейший процесс дифференцировки происходит без энергетических затрат. Инициация дифференцировки и трансформации клетки также происходит под влиянием неспецифических стимулов, а сами эти процессы подчиняются тем же законам, что и обычная дифференцировка клетки. Кроме того, хотя де- и редифференцировка клетки значительно менее вероятны, чем сохранение ею дифференцированного состояния, каждая клетка может претерпеть трансформацию и перейти в другой клеточный тип. Вероятность трансформации уменьшается по мере дифференцировки клеток. При этом, переходы из одного клеточного типа в другой не равновероятны.

«Унидифферонный» вариант позволяет высказать дальнейшие предположения. Согласно этому варианту теории, следует ожидать, что: 1. «Свободнодифференцирующаяся» клетка, не испытывающая каких-либо ограничивающих влияний, всегда достигает максимального уровня дифференцировки. 2. Трансформация клетки в сторону более высокой степени дифференцировки более вероятна, чем в сторону меньшей степени дифференцировки. 3. Вероятности трансформации клеток, достигших терминальной ступени дифференцировки, не принадлежащих к разным типам, не равны, поскольку такие клетки отличаются друг от друга по степени дифференцировки. Если высказанные предположения верны, в будущем станет возможным картирование клеток по устойчивости их состояния, и следовательно по вероятности их трансформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гамбург К. З. Информационные аспекты индивидуального развития. Онтогенез, 1972, т. 3, № 5, с. 443—447.
2. Геодакян В. А. Концепция информации и живые системы. Журн. общ. биол., 1975, т. 36, № 3, с. 336—347.
3. Жинкин Л. Н. Дифференциация и продолжительность жизни клеток. В кн.: Руководство по цитологии, т. 2, М.—Л.
4. Лопашов Г. В. Клеточная наследственность, ее преодоление и восстановление органов. Онтогенез, 1974, т. 5, № 6, 582—593.
5. Туманишвили Г. Д. Дифференцировка клеток. Тбилиси, «Мецниереба», 1977, с. 223.
6. Туманишвили Г. Д., Саламатина Н. В. Дифференцировка, рост и взаимодействие клеток. Тбилиси, «Мецниереба», 1973, с. 198.
7. Туманишвили Г. Д. К теории дифференцировки клеток: гипотеза наклонной плоскости. В сб.: Математическая биология развития «Наука», М., 1982, стр. 67—77.
8. Abercrombie M.—General review of the nature of differentiation. In: Cell Differentiation A. V. S. De Beuck and J. Knight eds, London: Churchill Ltd., 1967, p. 3—17.
9. Graverman M. H.—Regional specificity of inhibition within the chick brain. J. Morphol., 1961, v. 108, 283—285.
10. Britten R. J., Davidson E.—Gene regulation for higher cells: A theory. Science, 1969, v. 169, p. 349—357.
11. Brun R. B.—Developmental capacities of *Xenopus* eggs, provided with erythrocyte or erythroblast nuclei from adults. Devel. Biol., 1978, p. 271—284.
12. Bullough W. S.—The evolution of differentiation. New York—London: Acad. Press, 1967.

- 
13. Davidson E., Britten R. J.—Organization, transcription, and regulation of the animal genome. *Quart. Rev. Biol.*, 1973, v. 48pp. 565—613.
 4. Dial N. A.—Inhibitory control of neural differentiation in explant of *Rana pipiens* gastrula ectoderm. *J. Morphol.*, 1961, v. 108, p. 311—326.
 15. Dickson E., Robertson H. D.—Potential regulatory role for RNA in cellular development. *Cancer Res.*, 1976, v. 86, p. 3387—3393.
 16. Grobstein C.—Differentiation: Environmental factors, chemical and cellular. In: *Cell and tissues in culture*. E. N. Wilmer ed., London—New York: Acad. Press, 1965, v. I, p. 463—488.
 17. Gurdon J. B.—The control of gene expression in animal development. Oxford: Clarendon Press, 1974.
 18. Harris H.—Nucleus and cytoplasm, Oxford, Clarendon Press, 1970.
 19. Holtzer H.—Myogenesis. In: *Cell differentiation*. O. A. Schjeide, J. De Vellis, eds. New York, Cincinnati, Toronto, London, Melbourne: Van Nostrand Reinhold comp., 1970, p. 476—503.
 20. Holtzer H., Abbott J.—Oscillations of the chondrogenic phenotype in vitro. In: *The stability of differentiated state*. H. Ursprung ed., Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1968, p. 2—16.
 21. Kato A. K.—Polarized inhibitory control of differentiation in the early chick embryo studied in vitro. *J. Morphol.*, 1961, v. 108, p. 355—376.
 22. Lénique P.—Studies on homologous inhibition in the chick embryo. *Acta Zool.*, 1959, v. 41, p. 191—202.
 23. Malamud D.—Differentiation and the cell cycle. In: *The cell cycle and cancer*, R. Baserga, ed., New York, Marcal Dekker Inc., 1971, p. 132—144.
 24. Mintz B.—Clonal basis of mammalian differentiation. In: *control mechanisms of growth and differentiation*. D. D. Davies, M. Balls, eds. Cambridge: University Press, 1977, p. 345—370.
 25. Niewkoop P. D.—Activation and organization of the central nervous system in amphibians. Part I. Induction and activation. *J. Exp. Zool.*, 1952, V. 120, p. 1—108.
 26. Niewkoop P. OD.—The “organization center” of the amphibian embryo: Its origin, spatial organization and morphogenetic action. In: *Adv. Morphogen.*, M. Abercrombie, J. Brachet, eds. New York-London: Acad. Press, 1973, v. 10, p. 2—39.
 27. Nigon V., Godet J.—Genetic analysis of cell differentiation of the haemoglobin difference model to *Drosophila* in morphogenesis and immunoglobulin determination. *J. Theor. Biol.*, 1977, v. 64, p. 97—111.
 28. Paul J.—DNA masking in mammalian chromatin: A molecular mechanism for determination of cell type. In: *Current topics in developmental biology*. A. A. Moscona, A. Monroy, eds. New York—London: Acad. Press, 1970, v. 5, p. 317—352.
 29. Riley P. A.—The principle of sequential dependence in cellular differentiation. *Differentiation*, 1973, v. 1, p. 183—189.
 30. Rose S. M.—Specific inhibition during differentiation. *Ann. New York Acad. Sci.*, v. 60, p. 1136—1153.
 31. Rose S. M.—Cellular interacting during differentiation. *Biol. Rev.*, 1958, v. 32, p. 351—382.

8. თუშაანიშვილი

უკრაინა ლივინცივების თეორია. ლახრილი სიბრტყის კომოთეზა

რეზიუმე

შემოთავაზებულია უკრედების დიფერენცირების „დახრილი სიბრტყის“ მოდელი, რომლის თანახმად უკრედების დიფერენცირება ტრივერული პრო-

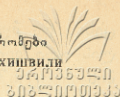
ცესია და მუდმივად მოქმედ სტიმულს არ საჭიროებს. განხილულია მოდელის ორი ვერსია. ერთ-ერთი მათგანის მიხედვით უჯრედები დიფერენცირების პროცესში სხვადასხვა უჯრედული გზებით მოძრაობენ და ტერმინალურ მდგომარეობაში ტოლად არიან დიფერენცირებულნი (პოლიდიფერონულ ვერსია). მეორე ვერსიის თანახმად კი სხვადასხვა ტიპის უჯრედები ერთადერთი დიფერონის სხვადასხვა უბანზე ლაგდებიან და სხვადასხვა ხარისხით არიან დიფერენცირებულნი (უნიდიფერონული თეორია).

G. TUMANISHVILI

THEORY OF CELL DIFFERENTIATION.
THE "INCLINED PLANE" HYPOTHESIS

S u m m a r y

According to a hypothesis proposed in the paper, in order to differentiate a cell does not require permanently acting specific stimuli. Since every cell tends to become differentiated to a maximal degree, a short nonspecific signal seems to be sufficient for triggering cell differentiation. It may be assumed that a maximal degree of differentiation is the most advantageous in the informational or/and energetical sense. The differentiating cell may be represented as a ball rolling along an inclined plane (inclined plane model). Two alternative versions of inclined plane model are suggested. According to the first, terminally differentiated cells do not differ from each other in the degree of differentiation but only in its direction (polydiferonic hypothesis). According to the second version, on the contrary, cells of different types differ from each other only in the degree of differentiation (undiferonic hypothesis). In this case the position of cell differentiation level is due to differentiating factors which restrict cell differentiation. In both cases it is suggested that in the process of differentiation the cell undergoes functional simplification.



М. А. ЦАРЦИДЗЕ, Б. А. ЛОМСАДЗЕ

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЛИЗОСОМАХ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ КАНЦЕРОГЕНЕЗЕ

До настоящего времени в работах различных авторов неодинаково освещается роль цитоплазматических структур в процессах канцерогенеза. По мнению И. Б. Збарского, при опухолевом росте нарушается транспорт РНК из ядер в цитоплазму (1). Многочисленные работы, указывающие на роль митохондрий в процессах канцерогенеза, утверждают, что переход нормальной клетки в злокачественную обусловлен либо исчезновением активности супероксиддисмутазы (2), либо угнетением активности ферментов дыхания (3), либо разобщением окислительного фосфорилирования (4). В микросомах происходит метаболизация полициклических ароматических углеводов (ПЛУ) и их выведение из организма (5, 6). Однако неизвестно, какие изменения вызывают в лизосомах канцерогены, и поэтому изучение реакций, протекающих в них в присутствии ПЛУ, представляет интерес для выявления структурно-функциональных изменений в лизосомах при химическом канцерогенезе.

Объектом исследования служили белые беспородные крысы-самцы весом 100—120 граммов. Животным подкожно вводили растворенный в оливковом масле бенз/а/пирен в количестве 5 мг в 0,5 мл. Опухоли возникали через 110-130 дней после введения. Частота образования опухолей составляла 60—65%. В ходе работы были использованы разнообразные биофизические и биохимические методы исследования: дифференциального центрифугирования (7, 8), определение активностей маркерных ферментов лизосом (9), методы количественного определения холестерина (10) и фосфолипидов (11), методы флуоресцентных зондов (12) и квазилинейчатых спектров флуоресценции (13), а также метод ингибированной электрохемилюминесценции (14), который позволяет судить только об антирадикальной активности (АРА) биоантиоксидантов органелл.

Сравнительный анализ антирадикальной активности органелл печени интактных крыс показывает, что наибольшей антирадикальной активностью обладают лизосомы (табл. 1). В остальных органеллах указанная выше активность падает в ряду: микросомы, митохондрии и ядра. Этот феномен, по-видимому, является следствием того, что лизосомы содержат высокие концентрации тиольных групп в интегральных белках лизосом (119 нмоль/мг белка) (15) по сравнению с другими органеллами клетки. К примеру, в микросомах их концентрация составляет всего 36 нмоль/мг белка /16/. Кроме того, высокая антирадикальная активность лизосом по сравнению с другими органеллами клетки может быть объяснена, вероятно, высоким содержанием водорастворимых антиоксидантов.

1973 53 30
5175 30 10 33

Наличие в лизосомах высокой АРА, вероятно, служит причиной их инертности в отношении перекисного окисления липидов при нормальном функционировании клеток: в мембранах лизосом перекисла-ция липидов находится на очень низком уровне [17, 18], и только перекиси липидов других органелл могут вызвать уменьшение латентности лизосомных ферментов и интенсификацию аутолитических реакций в клетках. По мнению Ю. А. Владимиров и А. И. Арчакова такое свойство мембран лизосом необходимо им для выполнения своих специфических функций [18]. Лизосомы, выполняющие функцию клеточных «санитаров», должны атаковать разрушающиеся структуры, но в то же время сами не должны служить дополнительным источником образования перекисных радикалов, обладающих высокой активностью и обусловленным этим повреждающим действием.

Влияние бенз(а) пирена на изменение АРА и ферментативной активности лизосом изучали с помощью его инкубации с гомогенатом печени крыс в течение 30 мин. ПАУ добавляли в этаноле (конечная концентрация 10⁻⁶) к 4 г гомогената печени (4 г ткани/20 мл 0,25М сахарозы). Конечная концентрация этанола — 2%. Изучение распределения лизосомных ферментов (рис. 1, 2) в субклеточных фракциях

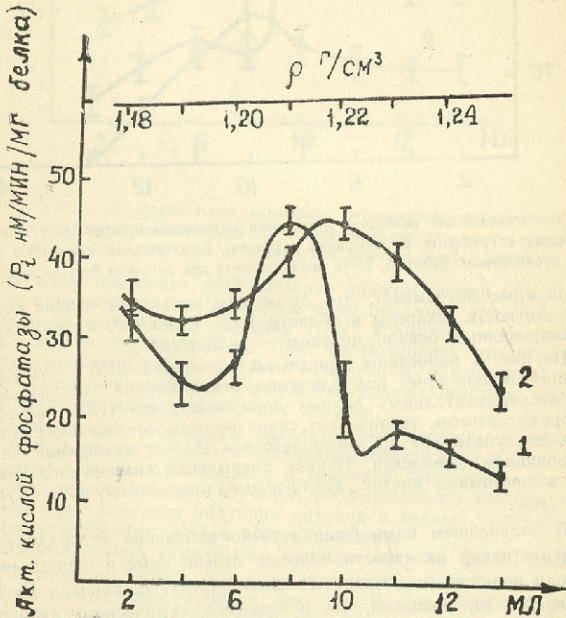


Рис. 1. Распределение свободной активности кислотной фосфатазы субклеточных фракций печени крыс в градиенте концентрации сахаразы: 1—активность кислотной фосфатазы исходных субклеточных фракций, 2—та же активность при действии бенз(а) пирена.

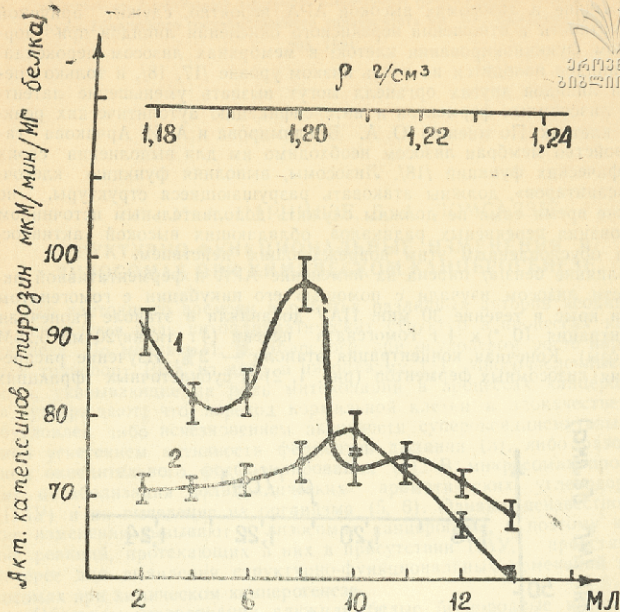
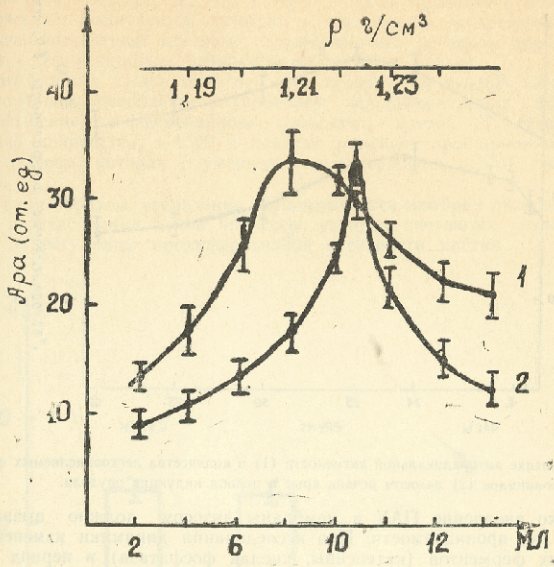


Рис. 2. Распределение свободной активности катепсинов субклеточных фракций печени крыс в градиенте концентрации сахаразы: 1—активность катепсинов исходных субклеточных фракций, 2—та же активность при действии бенз(а)пирена.

печени крыс показывает, что лизосомам интактной печени соответствует плотность сахаразы в области 1,20—1,21 г/см³, а лизосомам, модифицированным бенз(а)пиреном — 1,22 г/см³.

На рис. 3 приведены данные об изменении АРА субклеточных фракций печени крыс под влиянием бенз(а)пирена. Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что ПАУ, модифицируя мембрану лизосом, увеличивает гидратированную плотность этой фракции. Это указывает на взаимодействие ПАУ с мембраной лизосом с образованием комплекса. Изучая связывание химического канцерогена с микросомами клеток, аналогичные данные получили Кубинский и др. /19/.

В дальнейшем нами было изучено изменение антирадикальной и ферментативной активности лизосом печени крыс в период индукции опухоли подкожным введением бенз(а)пирена. В работах Е. Б. Бурлаковой/20, 21/ показано, что в процессе химического канцерогенеза изменение АОА липидов как печени крыс, так и некоторых органелл печени имеет фазовый характер: кратковременное повышение АОА сразу после воздействия канцерогеном, затем длительный период уменьшения ее и довольно резкий подъем на следующем этапе.



რის. 3. Распределение антирадикальной активности субклеточных фракций печени крыс в градиенте концентрации сахарозы: 1—антирадикальная активность исходных субклеточных фракций, 2—та же активность при действии бенз(а) перена.

При изучении изменения АРА мембран лизосом печени крыс в период индукции опухоли бенз/а/пиреном нами показано, что АРА лизосом первые 25 суток после введения ПАУ повышена, а в дальнейшем она постепенно понижается [рис. 4]. Возможно, что обнаруженное нами повышение АРА лизосом печени крыс в начальный период химического канцерогенеза обусловлено количественными изменениями состава липидов в мембранах лизосом.

По данным ряда авторов [22] окислительные процессы в биологических мембранах регулируются изменением содержания в них липидов. Поэтому, изучив АРА лизосом в динамике химического канцерогенеза, представлял интерес изучение фосфолипидного состава лизосом печени крыс в период индукции опухоли с целью выявления связи между изменениями АРА и состава липидов.

В начальный период химического канцерогенеза на фоне увеличенной АРА лизосом печени крыс увеличивается суммарное количество легкоокисляемых фосфолипидов (рис. 4). В дальнейшем, с уменьшением АРА лизосом (на 50—120-й день химического канцерогенеза) суммарное количество этих фракций по сравнению с их количеством на 25-й день химического канцерогенеза уменьшается. (По данным [22] легкоокисляемыми фракциями фосфолипидов являются: кардиолипин, фосфатидилсерин и фосфатидилэтаноламин).

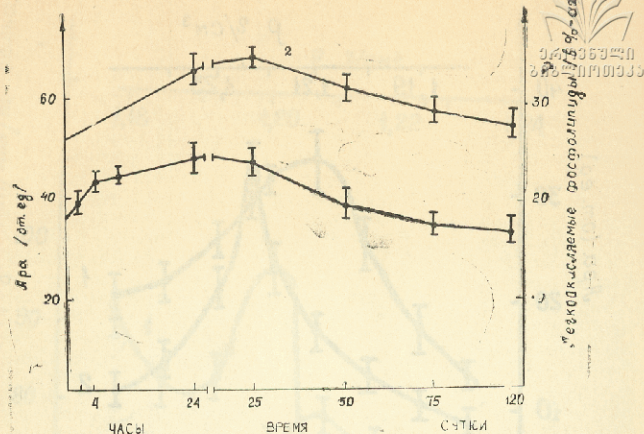


Рис. 4. Изменение антирадикальной активности (1) и количества легкоокисляемых фосфолипидов (2) лизосом печени крыс в период индукции опухоли.

Однако внедрение ПАУ в мембраны лизосом должно вызвать изменение их проницаемости. При исследовании динамики изменения лизосомных ферментов (катепсины, кислая фосфатаза) в период индукции подкожной саркомы клетчатки бенз/а/ пиреном было показано, что связанная с мембранами лизосом активность катепсинов и кислой фосфатазы канцерогенизированных крыс ниже контроля (табл. 2). В лизосомах опухоли, индуцированной бенз/а/пиреном, связанная активность кислой фосфатазы и катепсинов сильно угнетена. Одновременно наблюдается уменьшение общей активности указанных выше ферментов (табл. 3).

Предполагаем, что после подкожного введения бенз/а/пирена, ПАУ внедряется в мембрану лизосом и при этом происходит выход гидролитических ферментов из лизосом в цитоплазму, из-за чего изменяется ряд физико-химических параметров цитоплазматических структур: изменение функциональной активности митохондрии /2, 3, 4/, повышение фагоцитарной активности /23/, нарушение взаимодействия между рибосомами и эндоплазматическим ретикулумом /24/ и транспорта РНК из ядер в цитоплазму /1/; не исключена также возможность того, что лизосомы могут скапливаться вокруг ядер и при некоторых обстоятельствах даже проходить через ядерную мембрану и таким образом воздействовать на генетический аппарат клетки /25/.

Следует отметить, что дифференцировка клеток в онтогенезе зависит не только от внутриклеточных, но и от межклеточных взаимодействий. При выходе лизосомальных гидролаз в цитоплазму изменяются ее физико-химические свойства. Это нарушает гомеостатическую систему цитоплазмы /26/ и приводит к изменениям морфологии и ряда функций плазматических мембран. Так, например, изменяются фузогенные свойства плазматических мембран, межклеточные контакты и контактное ингибирование, химический состав и структурная

организация мембран; все это в свою очередь приводит к изменению подвижности компонентов мембран и подавлению восприимчивости к иммунокомпетентным клеткам, вследствие чего организм теряет способность элиминировать возникшие опухолевые клетки.

Необходимо также отметить, что содержание ц-АМР в клетках закономерно уменьшается с усилением пролиферативных процессов и уменьшением дифференцировки опухолевых клеток [27]. Однако изменение количества ц-АМР в клетках изменяет проницаемость мембран лизосом, которая с уменьшением содержания ц-АМР увеличивается.

Таким образом, увеличение проницаемости мембран лизосом нарушает перечисленные выше процессы, которые считаются ответственными за регуляцию пролиферативной активности клетки.

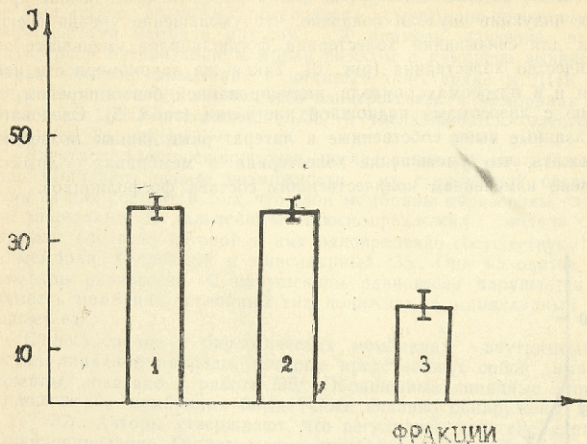


Рис. 5. Влияние удаления белков (2) и липидов (3) на изменение интенсивности флуоресценции бенз(а)пирена при 403 нм в мембранах лизосом (1).

В дальнейшем мы попытались выявить природу активных центров связывания бенз(а)пирена с мембранами лизосом. Для этого суспензию части мембран исходных лизосом печени крысы предварительно обрабатывали трипсином (для частичного удаления белков) и водным ацетоном (для частичного удаления липидов) и методами равновесного диализа и флуоресцентных спектров изучали возможность связывания бенз(а)пирена с ними (рис. 5). Как видно из рисунка, частичное удаление липидов вызывает уменьшение связывания почти на 50%. Эти эксперименты показали, что субстратом, с которым связывается бенз(а)пирен в лизосомах, является общая фракция липидов. Это предположение подтверждается и другими нашими экспериментами [28]. Оказалось, что в лизосомах часть бенз(а)пирена гидрофобно взаимодействует с фосфолипидами, а часть образует клатраты — соединения включения. Следует отметить работу [29], в которой показано существование квазилинейчатых спектров флуоресценции пирена в биологических мембранах. Исходя из представления о приро-

де указанных выше спектров в мембранах, можно предположить, что жирнокислотные цепочки фосфолипидов мембран используются в качестве матрицы, связывающий бенз/а/пирен.

На таблице 4 и рис. 6 приведены данные об изменении фосфолипидов и холестерина лизосом печени крыс в динамике химического канцерогенеза. Оказалось, что изменение количества холестерина находится в взаимосвязи с изменением содержания холестерин-связывающих фосфолипидов на весь период индукции опухоли. По мнению Демеля и др. холестерин-связывающими фосфолипидами являются: сфингомиелин, фосфатидилхолин, фосфатидилэтанолламин /30/. Средство холестерина к этим фосфолипидам падает в указанной выше последовательности.

При сопоставлении количественных изменений фосфолипидов с изменением количества холестерина в мембранах лизосом печени крыс в период индукции опухоли показано, что уменьшение уровня специфических для связывания холестерина фосфолипидов уменьшает общее количество холестерина (рис. 6). Такая же закономерность наблюдается и в лизосомах опухоли, индуцированной бенз/а/пиреном, по сравнению с лизосомами подкожной клетчатки (табл. 5). Следовательно, указанные выше собственные и литературные данные позволяют предположить, что уменьшение холестерина в мембранах лизосом обусловлено изменением количественного состава фосфолипидов.

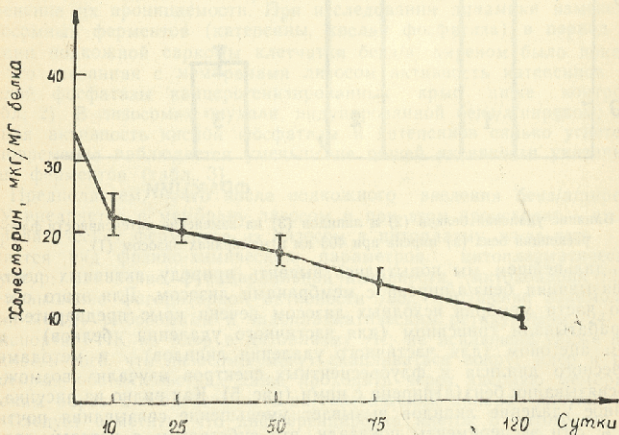


Рис. 6 Изменение общего количества холестерина в лизосомах печени крыс на разных этапах химического канцерогенеза.

Следует также упомянуть данные о регуляторной роли холестерина в функциональной активности биологических мембран. По нашим данным увеличение количества холестерина в мембранах лизо-



сом уменьшает выход ферментов из лизосом /31/. По данным авторов с уменьшением количества холестерина выход ферментов лизосом увеличивается /32/.

Такая взаимосвязь между изменением количества холестерина и выход от ферментов из лизосом обнаружена также при химическом канцерогенезе. В лизосомах печени крыс-опухоленосителей, а также опухоли уменьшается общее количество холестерина и увеличивается выход кислой фосфатазы из лизосом (табл. 5). В дальнейшем, при изучении физического состояния лизосом опухоли, нами было отмечено повышение текучести их мембран (табл. 5). (На это указывает уменьшение Р АНС в лизосомах опухоли). Этот феномен может быть связан с изменением количества липидов в мембранах лизосом.

Показанная нами взаимосвязь между изменениями указанных выше параметров, возможно, обусловлена структурно-функциональными особенностями мембран лизосом. К примеру, изучение изменения структурной организации мембран лизосом с помощью выявления активных центров связывания экзогенных холестерина и ДНК показывает, что в процессе химического канцерогенеза в мембранах лизосом появляются ДНК-связывающие /33/ и увеличиваются холестерин-связывающие /34/ центры.

Электронно-микроскопические исследования плазматических мембран выявляют разные возможности их структурной организации. Один из них состоит в том, что слои мембраны образованы глобулами или мицеллами. В дальнейшем Лиюси предложил модель строения мембран, согласно которой в них одновременно сосуществуют два типа мембран: бислойный и мицеллярный /35/. Они находятся в динамическом равновесии. С нарушением равновесия нарушается проницаемость мембран: бислойный тип понижает, а мицеллярный тип повышает ее.

Существование в биологических мембранах внутримембранных частиц липидной природы, которые представляют собой вывернутые мицеллы, показано в работе /36/. Обращенные липидные мицеллы в биологических мембранах были также недавно обнаружены Круифом и др. /37/. Авторы утверждают, что регулярное действие липидов на функционирование биологических мембран обусловлено их полиморфизмом. Анализ наших экспериментов позволяет нам предположить, что, по-видимому, полиморфизм липидов лизосом является причиной изменения функциональной активности мембран лизосом при химическом канцерогенезе.

Поэтому, исходя из наших экспериментов, мы предлагаем модель структурной организации мембран лизосом при химическом канцерогенезе. Согласно нашим предположениям, в мембранах интактных лизосом липиды имеют бислойное строение и только меньшая часть липидов находится в виде обращенной гексагональной фазы (рис. 7-А). В то же время холестерин локализован в жирнокислотных цепях фосфолипидов. Под влиянием канцерогенных ПАУ, с одной стороны, нарушается равновесие между мицеллярной и бислойной структурой липидов, а с другой стороны, происходит вытеснение холестерина из мембран и его количество в мембранах при химическом канцерогенезе уменьшается. Хардман также наблюдал переход из жидко-кристаллической ламеллярной фазы в гексагональную фазу в водных дисперсиях фосфатидилэтаноламина из яичного желтка. При этом наблюдалось увеличение конформационной подвижности жирнокислотных цепей фосфолипидов /38/.

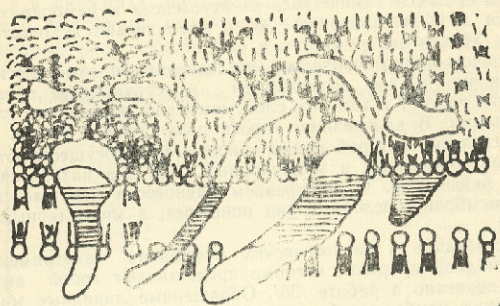
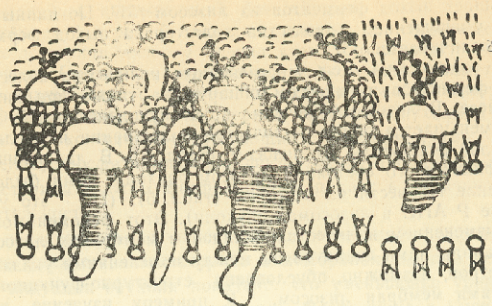


Рис. 7. Модель молекулярной организации мембран лизосом. А—бислойный тип мембран, в котором меньшая часть липидов находится в виде обращенной гексагональной фазы. Б—мембрана, в которой обращенная гексагональная фаза липидов преобладает над ламеллярной. Обозначения: В—фосфолипиды; Δ—белки; Y—углеводы; ■—ПАУ; X—холестерин.

В модифицированной мембране лизосом (рис. 7-Б) бенз/а/пирен, вытесняя холестерин, занимает его место в жирно-кислотных цепях фосфолипидов и изменяет ряд физико-химических свойств мембран. При мицеллярном типе мембран проницаемость увеличена. В наших экспериментах, под влиянием ПАУ, также наблюдается выход гидролитических ферментов из лизосом. В мицеллярном типе мембран текучесть выше, чем в бислое. Повышение текучести мы наблюдаем в мембранах лизосом при химическом канцерогенезе.

Исходя из этого, мы предполагаем, что при действии канцерогенного ПАУ на мембрану лизосом происходит переход липидов мембран из ламеллярной фазы к обращенной гексагональной фазе с увеличением проницаемости и текучести мембран.

Таблица 1.

Антирадикальная активность (от. ед.) органелл печени интактных крыс

Наименование органелл	Антирадикальная активность
Ядра	17,0±0,9
Митохондрии	21,3±0,6
Микросомы	24,1±1,5
Лизосомы	27,6±0,8

Таблица 2.

Изменение активности кислой фосфатазы и катепсинов лизосом печени крыс в период индукции опухолей бенз(а) пиреном. Активность кислой фосфатазы — фосфор нМ /мин/ мг белка (активность катепсинов-тирозин нМ /мин/ мг белка)

Время после введения	Кислая фосфатаза		Катепсины	
	Общая	Связанная	Общая	Связанная
0	162,9±1,2	49,0±3,0	193,1±3,2	95,0±5,0
2ч	141,2±2,4	30,6±6,0	165,3±3,6	102,0±2,0
16ч	137,6±1,5	23,0±3,0	135,0±4,0	75,0±6,0
5дн	131,5±2,2	21,0±4,0	127,6±4,1	75,0±7,0
10дн	—	23,0±5,0	—	81,0±2,0
25дн	—	33,0±2,0	—	78,0±5,0
50дн	—	33,0±4,0	—	78,0±7,0
120дн	—	33,0±6,0	—	78,0±4,0

Таблица 3.

Изменение активности кислой фосфатазы и катепсинов лизосом подкожной клетчатки и опухоли, индуцированной бенз(а) пиреном (активность ферментов выражается в тех же единицах, что и в таблице 2)

Активность фермента		Лизосомы подкожной клетчатки	Лизосомы опухоли
Кислая фосфатаза	Общая	82,9±1,6	71,4±2,1
	Связанная	39,2±2,1	33,0±3,0
Катепсины	Общая	124,4±2,6	101,3±1,4
	Связанная	85,2±1,0	81,0±1,0

Таблица 4

Изменение процентного содержания отдельных фракций фосфолипидов в общей фракции липидов в лизосомах печени крыс после подкожного введения бенз(а) пирена

Время после введения ПАУ, сутки	Фосфатидилхолин	Сфингомиелин	Фосфатидилэтаноламин	Фосфатидилсерин	Фосфатидинозит	Лизофосфатидилхолин	Кардиолипин
0	36,5±0,21	13,6±0,12	16,5±0,4	1,95±0,03	9,9±0,32	6,8±0,2	8,3±0,23
10	32,4±0,4	14,1±0,3	18,3±0,17	2,4±0,22	15,2±0,24	7,1±0,2	10,5±0,4
25	25,3±0,32	14,8±0,26	22,4±0,23	2,9±0,3	18,1±0,1	8,2±0,5	10,1±0,2
50	25,2±0,2	16,2±0,14	23,2±0,1	3,0±0,1	16,2±0,4	7,3±0,2	8,2±0,2
75	27,2±0,24	17,7±0,4	25,6±0,2	2,7±0,32	12,8±0,3	6,5±0,3	4,8±0,5
120	29,7±0,5	15,1±0,6	18,8±0,9	4,1±0,3	9,9±0,4	5,4±0,5	5,2±0,2

Таблица 5.

Изменение суммарного количества холестеринсвязывающих фосфолипидов (в%-ах) количества холестерина (мкг/мг белка), связанной активности кислой фосфатазы (фосфор нМ /мин/ мг белка) и степени поляризации (ρ) флуоресценции АНС (от. ед.) в лизосомах опухоли, индуцированной бенз(а) пиреном.

Физико-химические параметры	Подкожная Клетчатка	Опухоль
Фосфолипиды	82,3±0,4	48,3±0,6
Холестерин	11,5±0,2	7,6±0,4
Кислая фосфатаза	39,2±2,1	33,0±3,0
ρ	0,08±0,01	0,02±0,005

ЛИТЕРАТУРА

- И. Б. Збарский. Вестн. АМН СССР, 3, 1982, (3—10).
- L. Oberley, G. Buttner. Cancer Res., 39, 4, 1979, (1141—1149).
- С. Е. Манойлов. В кн. Биохимические основы злокачественного роста. Ленинград, 1971.
- Г. Е. Михайловский. Акт. вопр. совр. онкологии, вып. 3, 1973, (69—73).
- A. Borgen, H. Darvey, N. Castagnoli, T. Crocker. J. Mol. Chem. 16, 1973, (502—506).
- D. M. Jerina, H. Yagi, R. E. Lehr, D. R. Takker, M. Schaefer—Ridder, J. M. Karle, W. Lewin, A. W. Wood, R. L. Chang, A. Conney. In: Polycyc. Hydrocarb. and Cancer, N. Y., *, 1979.
- C. de Duve, J. Berthet, H. Beaufau. Progr. Biophys., 9, 1959, (325—335).
- P. L. Sawant, S. Shibko, U. S. Kumta, A. Litappel. Biochim. et biophys. acta, 85, 1964, (82—86).
- F. Appelmans, C. de Duve. Biochem., 59, 1955, (426—432).



10. S. M. Jonshon. *Anal. Biochem.* 95, 2, 1979, (344-347).
11. Г. В. Новикова. Методическое руководство по тонкослойной хроматографии фосфолипидов. М., 1972.
12. Ю. А. Владимиров, Г. Е. Добрецов. Флуоресцентные зонды в исследовании биологических мембран. М., 1980.
13. Э. В. Шпольский, А. А. Илиа, Л. А. Климова. *ДАН СССР*, 87, 6, 1957, (935-940).
14. H. A. Клипсон, Т. Г. Мамедов, Б. Н. Тарусов. В сб. Билюминесценция, М., 1965.
15. W. A. Muller, R. M. Steinman, Z. A. Sohn. *J. Cell Biol.*, 86, 1, 1980, (292-303).
16. I. Isaacs, F. Binkley. *Biochim. Biophys. Acta*, 497, 1977, (129-204).
17. A. L. Tarpe. *Fed. Proc.*, 24, 1965 (73-78).
18. Ю. А. Владимиров, А. И. Арчаков. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М., 1972.
19. H. Kubinski, P. R. Andersen, L. M. Kelliecutt. *Chem.-Biol. Interact.*, 5, 4, 1972, (279-283).
20. Е. Б. Бурлакова, Е. М. Молочкина. *Биофизика*, 18, 2, 1973, (293-298).
21. Е. Б. Бурлакова, М. И. Джалябова, В. А. Кобляков, А. Ю. Колода, Е. М. Молочкина. *ДАН СССР*, 241, 1978.
22. Е. Б. Бурлакова, Н. П. Пальмина. *Вестн. АМН СССР*, 3, 1982, (74-86).
23. Л. Л. Хунданова, Л. Л. Хунданов. *Имунология канцерогенеза*. М., 1978.
24. Р. Г. Цанев, Г. Г. Марков. *Биохимия клеточного деления*. М., 1964.
25. Р. Дин. *Процессы распада в клетке*. М., 1981.
26. А. Г. Маленков. *Ионный гомеостаз и автономное поведение опухоли*. М., 1976.
27. A. G. Gilman, M. Nirenberg. *Nature*, 234, 1971, (356-357).
28. Д. В. Гамрекели, Л. Ю. Топадзе, Т. К. Дарчия, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. *Тр. Тбилисского университета*, 167, 1976, (97-101).
29. J. Vandercool, J. Cheape, V. Cheape. *Histochem.*, 6, 1974, (301-310).
30. R. A. Demel, J. W. C. M. Jansen, P. W. M. Slijkman, L. L. M. Deenen van. *Biochim. et biophys. acta*, 465, 1, 1977, (1-10).
31. М. А. Царцидзе, В. А. Ахобадзе, Б. А. Ломсадзе. *Тр. Тбилисского университета*, 178, 1976, (115-122).
32. Y. S. Kwak, D. N. Kim, K. T. Lee. *Exp. and Mol. Pathol.*, 25, 2, 1976, (131-141).
33. М. А. Топурия, Н. Г. Далакишвили, И. Н. Кецховели, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. *Сообщ. АН ГССР*, 103, 2, 1981, (671-675).
34. Н. Г. Лелашвили, Л. Г. Табатадзе, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. *Сообщ. АН ГССР*, 93, 2, 1979, (445-448).
35. J. A. Lucy. In: *Biological Membranes*. London, Amsterdam Press, 1968, (233-288).
36. P. H. J. Th. Ververgaert, A. I. Verkleef. "Electron Microsc.", 1978, 9th Int. Congr. Electron Microsc. Toronto, 1978, vol. 2", Toronto, 1978, (154-155).
37. B. Kruijff de, P. R. Cullis, A. J. Verkleef. *Trends Biochim. Sci.*, 5, 1980, (79-83).
38. P. D. Hardman. *Eur. J. Biochem.* 124, 1, 1982, (95-101).



მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე

სტრუქტურულ-ფუნქციური ცვლილებები ლიზოსომებში ქიმიური კანცეროგენების
დროს

რეზიუმე

განხილულია საკუთარი და ლიტერატურული მონაცემები ლიზოსომების
მემბრანის სტრუქტურული ცვლილებების როლის შესახებ ქიმიური კანცე-
როგენების პროცესში.

M. A. TSARTSIDZE, B. A. LOMSDZE

STRUCTURAL-FUNCTIONAL VARIABILITY OF LYSSOMES IN
CHEMICAL CARCINOGENESIS

Summary

The role of structural variability of membranes of lysosomes in the pro-
cess of carcinogenesis is discussed on the basis of personal and literature
data.



М. А. ЦАРЦИДЗЕ

О МОЛЕКУЛЯРНЫХ ОСНОВАХ ХИМИЧЕСКОГО КАНЦЕРОГЕНЕЗА

В последнее время внимание ученых различных специальностей приковано к расшифровке механизмов злокачественного роста на субклеточном и молекулярном уровне. Независимо друг от друга и так глубоко изучаются вопросы химического, вирусного, мутационного и спонтанного канцерогенеза, что фактически эти отдельные направления превратились в самостоятельные науки. Однако время от времени ряд авторов предлагают теории, пытающиеся увязать многочисленные экспериментальные и клинические факты в единую, отвечающую логическим требованиям концепцию (I, II).

Среди различных представлений о канцерогенезе в первую очередь следует отметить теорию Варбурга о нарушении окислительных процессов в клетке /45/ и концепцию Гринштейна о метаболическом упрощении и конвергенции различных типов опухолей /30/, теорию Пюльманов о связи электронной структуры полициклических ароматических углеводородов с их канцерогенной активностью /16/; вирусную теорию, связываемую с именами Рауса и Зильбера /9, 10/; генетическую теорию, опирающуюся на данные о существовании особых генов, ответственных за раковое превращение клетки /4, 23/, концепцию о роли свободнорадикальных реакций в возникновении злокачественности, обоснованную в работах Н. М. Эмануэля и его сотрудников /21/, теорию о роли лизосом в процессах канцерогенеза и при лучевом поражении животных /13/ и т. д.

Сторонники вирусной теории считают, что все опухоли имеют вирусное происхождение, а такие факторы, как химические канцерогены, ионизирующие излучения, ультрафиолетовые лучи и некоторые другие лишь стимулируют проявление действия вируса. Однако по данным Галло только в отношении небольшого числа опухолей можно установить непосредственную этиологическую связь онковирусов с химическими канцерогенами /28/. Сторонники полиэтиологической концепции происхождения опухолей утверждают, что наряду с вирусами и независимо от них опухоли могут быть вызваны другими факторами, в том числе химическими.

Рассматривая молекулярные основы химического канцерогенеза, можно выделить три основных положения, связанные с этим процессом:

1. Ферментные системы, ответственные за метаболизм химических канцерогенов.
2. Природа реакционноспособных метаболитов
3. Мишени для химических канцерогенов в клетке.

Химические канцерогены чаще всего — инертные липофильные молекулы. Они токсичны по отношению только к тем клеткам, которые

их метаболизируют /22/. Следует отметить, что в отсутствие метаболизма не происходит связывания канцерогена с клеточными молекулами.

При метаболизме полициклических ароматических углеводородов с помощью многоцелевых оксидаз, в основном локализованных в митохондриях /29/, образуются метаболиты, которые быстро выводятся из организма или окисляются в реакционноспособные электрофильные промежуточные вещества, которые могут участвовать в реакциях с макромолекулами клетки. При этом, ряд авторов указывает, что канцерогенность метаболитов не превышает таковой исходных углеводородов /24/. Для полициклических ароматических углеводородов идентифицированы многие метаболиты. Однако многочисленные литературные данные указывают, что конечными канцерогенными метаболитами являются лишь диэпоксииды (32, 33, 42, 43). Их образование и распад зависят от координированного действия ферментных систем, активность которых изменяется под действием многих физиологических, патологических или химических факторов /27/.

Вопрос о биосубстрате, с которым связывается химический канцероген, вызывая превращение нормальной клетки в злокачественную, является дискуссионным.

Известно, что химические соединения, индуцирующие опухоли, взаимодействуют с ДНК, РНК, белками и липидами, соединяясь ковалентной связью преимущественно с гуаниновыми остатками РНК и ДНК или аминокислотными остатками белка, или же гидрофобными взаимодействиями с жирно-кислотной цепью фосфолипидов.

Какие же из этих молекул представляют собой мишени, поражение которых химическими канцерогенами приводит к опухолевой трансформации?

Мутационная теория утверждает, что эта мишень — ДНК. По мнению Раевского для начала многостадийного процесса канцерогенеза необходимо образование специфически структурированных продуктов обмена канцерогенов с ДНК /39/. При этом происходит увеличение матричной активности ДНК /12/. Штих и др. на примере 99 канцерогенов показали связь между их канцерогенной активностью и стимуляцией синтеза ДНК /44/.

Однако, следует отметить, что с ДНК связываются не только канцерогенные, но и неканцерогенные полициклические ароматические углеводороды /26/. Оказалось также, что связывание канцерогенов с ДНК не является обязательным для образования опухоли. Так, скорость метилирования ДНК в печени крыс, которым вводили 1,2-диметилгидразин выше, чем в толстой кишке, хотя именно последняя является мишенью для канцерогена /41/.

Л. Б. Меклер логическим суждением также отклоняет роль ДНК, как мишени при превращении нормальной клетки в злокачественную /15/. Равновероятность взаимодействия химических канцерогенов с любым из гуаниновых остатков ДНК свидетельствует, что в генетическом плане этот процесс неспецифичен. Однако трансформируемость лишь тех клеток, которые в период действия канцерогена находятся в стадии деления, указывает на феноменологическую специфичность химических канцерогенов, которая может быть вызвана либо отсутствием мишени в соответствующий период жизнедеятельности клетки, либо неспособностью клетки восстанавливать возникающие при действии канцерогена повреждения. Относительно ДНК ясно, что она содержится в клетке в любой период ее жизни, а способность восста-

навливать повреждения ДНК — так называемый репаративный синтез — не является абсолютной. Так, в стадии покоя до 20 % поврежденных ДНК не восстанавливается, однако, несмотря на это, клетки в этой стадии не трансформируются. Если все же допустить специфичность ремонта ДНК, то это войдет в противоречие с неспецифическим поражением различных локусов ДНК при этом процессе.

ДНК не может быть такой мишенью также и потому, что отношение числа генов клетки, кодирующих белки ее мембраны, к общему числу ее генов, должно быть слишком большим, чтобы при условии жизнеспособности клетки и генетической неспецифичности мутирующего локуса наблюдалась бы эффективность трансформации 75 % /15/...

Согласно данным Л. Меклера, ответственной мишенью для химических канцерогенов являются белки мембран клетки. Их ковалентное связывание в клетках осуществляется в фазе перехода из стадии покоя в стадию деления /15/. В результате в мембране клетки появляется своеобразная пробка — белковая молекула, стабилизированная в той конфигурации, которая характерна для стадии деления. Она будет препятствовать изменению конфигурации других белков, необходимому для возвращения клетки из стадии деления в стадию покоя. В результате клетка будет продолжать делиться, минуя стадию покоя, т. е. превратится в клетку, образующую доброкачественную опухоль.

Первые данные о связывании химических канцерогенов с белками клетки были получены Миллерами /35, 36, 37/. В дальнейшем, этот эффект был подтвержден данными ряда авторов /34, 38/, а также нашими экспериментами /5, 19/. С другой стороны, Вудхаузом было показано, что кроме канцерогенных полициклических ароматических углеводов связывание с белками в некоторых случаях даже энергичнее протекает для неканцерогенных полициклических ароматических углеводов /46, 47/. Поэтому разницу в связывании канцерогенных и неканцерогенных полициклических ароматических углеводов с белками нельзя считать одним из основных факторов химического канцерогенеза /18/, а взаимодействие полициклических ароматических углеводов с биополимерами клетки является или одним из путей метаболизма полициклических ароматических углеводов или проявлением их биологического действия.

В настоящее время накоплен огромный фактический материал по изучению различных биохимических, физико-химических, биофизических, морфологических и других аспектов химического канцерогенеза. Из них следует выделить выявление роли структурных нарушений в биологических мембранах при канцерогенезе.

Научные успехи современной биологии убедительно доказывают, что именно изменчивость структурной организации надмолекулярных систем клетки обуславливает протекание всех физиологических процессов в живом организме и определяет их специфичность. Поэтому изучение указанной выше изменчивости представляет первостепенное значение в аспекте познания первичных механизмов злокачественного роста.

При изучении взаимодействия канцерогенных полициклических ароматических углеводов с биологическими мембранами значительный интерес представляет их действие на липиды мембран и обусловленное этим изменением их структурной организации, выраженное в нарушении липид-белковых ансамблей в надмолекулярных комплексах. При этом внедрение канцерогена в липиды мембран вызывает нарушение их упаковки и барьерных функций мембран. Боль-

шой вклад в изучение роли липидов в процессах канцерогенеза внесены фундаментальными работами таких отечественных ученых, как Б. Н. Тарусов, П. М. Эмануэль, Е. Б. Бурлакова, Л. Г. Бергельсон и др. [2, 3, 17, 21]. Кроме того и в работах других авторов была показана значительная роль липидов в процессах канцерогенеза [6, 7, 8, 14, 20].

На основании изучения количественного состава фосфолипидов и холестерина, а также активности кислой фосфатазы мембран лизосом опухолей, индуцированных бенз/а/пиреном и трансплантированными раковыми клетками, нами были обнаружены особые закономерности: в лизосомах опухолей, индуцированной бенз/а/пиреном, уменьшается как суммарная доля основных фракций фосфолипидов (фосфатидилхолина, фосфатидилэтаноламина, сфингомиелина) и количество общего холестерина, так и связанная с мембранами активность кислой фосфатазы, а в лизосомах карциномы Герена наблюдается обратная картина.


Эти данные находятся в хорошем соответствии с литературными данными, которые указывают на структурную специфичность взаимодействия холестерина с фосфолипидами [25] и на уменьшение или увеличение активности фермента при понижении или повышении уровня холестерина соответственно [31, 40].

Следовательно, указанные выше экспериментальные данные доказывают, что механизмы образования опухолей, индуцированных полициклическими ароматическими углеводородами и трансплантированными раковыми клетками, имеют различный характер.

Таким образом, все рассмотренные нами представления о механизмах возникновения опухоли подтверждают, что для бластомогенеза достаточно нарушения или выключения одной или двух функциональных систем клетки. Однако, мы предполагаем, что основой процесса химического канцерогенеза являются физико-химические изменения в строго определенной последовательности в мембранных структурах клетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Бабин, А. В. Дубинин, П. М. Раевский, А. Ф. Свиридов, А. А. Шерман, Модели. Алгоритмы. Принятие решений. М., Наука, 1979, (53—67).
2. Л. И. Барсуков, В. И. Куликов, Л. Д. Бергельсон. Биохимия, 42, 9, 1977, (1539—1555).
3. Е. Б. Бурлакова, А. В. Алесенко, Е. М. Молочкина. Биогенитоксиданты в лучевом поражении и злокачественном росте. М., Наука, 1977.
4. М. М. Вилецкий. Закономерности молекулярно-генетического действия химических канцерогенов. М., Наука, 1977.
5. М. В. Гордезиани, М. Ш. Ткешелашвили, М. А. Царцдзе, Б. А. Ломсадзе. Тр. Тбилисского университета, 178, 1976, (89—103).
6. О. С. Джишкарцани, Н. Г. Котрикадзе, М. А. Царцдзе, Б. А. Ломсадзе. Тр. Тбилисского университета, 192, 1977, (31—40).
7. О. С. Джишкарцани, М. А. Царцдзе, Б. А. Ломсадзе. Сообщ. АН ГССР, 86, 2, 1977, (453—456).
8. О. С. Джишкарцани, Т. А. Лурсманашвили, М. А. Царцдзе, Б. А. Ломсадзе. Сообщ. АН ГССР, 92, 2, 1978, (441—444).
9. А. А. Зильбер. Вирусно-генетическая теория возникновения опухолей. М., Наука, 1968.

- 
10. В. М. Жданов. В сб. Молекулярная биология вирусов, 1973, (3—13).
 11. Р. Е. Кавецкий. Вopr. онкологии, 21, 9, 1975, (3—8).
 12. Л. В. Кузнецова, В. П. Кушнер. Экспер. онкология, 2, 1, 1980, (22—26).
 13. Б. А. Ломсадзе, Б. Н. Тарусов, В кн. Физико-химические механизмы злокачественного роста. М., Наука, 1970, (146—151).
 14. Б. А. Ломсадзе, М. И. Царцидзе, М. Г. Девдариани, Л. Ю. Топадзе, Т. К. Дарчия. В сб. Биоантиокислители, Тр. МОИП, 52, 1975, (157—160).
 15. Л. Б. Меклер. Успехи соврем. биологии, 85, 1, 1978 (134—151).
 16. Б. Пюльман. Электронная биохимия. М., Наука, 1966.
 17. Б. Н. Тарусов. В кн. Физико-химические механизмы злокачественного роста, М., Наука, 1970 (214—218).
 18. И. А. Ходосова. Биохимические аспекты канцерогенеза. М., Наука, 1976.
 19. М. Г. Шенгелия, М. А. Царцидзе, Б. А. Ломсадзе. Сообщ. АН ГССР, ГССР, 77, 1, 1975 (189—192).
 20. М. А. Царцидзе, О. С. Джижкариани, Б. А. Ломсадзе, Сообщ. АН ГССР, 94, 2, 1979 (449—452).
 21. Н. М. Эмануэль. Кинетика экспериментальных опухолевых процессов. М., Наука, 1977.
 22. L. M. Andrianov, G. A. Belitsky, D. J. Ivanov, A. Y. Khesina, S. S. Khitrovo, I. M. Shabad, J. M. Vasiliev. Brit. J. Cancer, 21, 1976 (566—572).
 23. P. R. J. Burch. Proc. Roy. Soc. London. Ser. B, 162, 1965 (240—251).
 24. C. Chouroulinkov, A. Genth, B. Tierney, P. L. Grover, P. Sims. Int. J. Cancer, 24, 4, 1979 (455—460).
 25. R. A. Dame, J. W. Jansen, P. W. Dijk, L. L. M. van Deenen. Biochim. et Biophys. acta, 465, 1, 1976 (1—10).
 26. J. Digiovanni, J. R. Romson, D. Linville, M. R. Juchau, T. J. Slaga. Cancer Lett., 7, 1, 1979 (39—43).
 27. E. Farber, D. Soli. Mech. Tumor Promot. and Cocarcinogenesis, N. Y., 1978 (443—446).
 28. R. C. Gallo. "Changes Meg. Panorama Proc. and C. H. Boehring. Symp., Kronberg-Taunus, 1977". Stuttgart, 1978 (43—48).
 29. J. E. Gielen. Bull. Cancer, 65, 3, 1978 (249—254).
 30. J. P. Greenstein. Biochemistry of Cancer. N. Y. 1947.
 31. Y. S. Kwak, D. N. Kim, K. T. Lee. Exp. and Mol. Pathol., 25, 2, 1976 (131—141).
 32. R. E. Lehr, D. M. Jerina. Arch. Toxicol., 39, 1—2, 1977 (1—5).
 33. W. Levin, D. R. Thakker, A. W. Wood, R. L. Chang, R. E. Lehr, D. M. Jerina, A. H. Conney. Can. Res., 38, 6, 1978 (1705—1710).
 34. F. Marroquin, E. Farber. Proc. Amer. Ass. Cancer Res., 4, 1963 (41—45).
 35. E. C. Miller, J. A. Miller. Can. Res., 7, 1947 (468—472).
 36. E. C. Miller, J. A. Miller. Can. Res., 12, 1952 (547—552).
 37. E. C. Miller, J. A. Miller. Can. Res., 11, 1951 (100—106).
 38. W. Oehlert. Arch. Klin. und exptl. Dermathol. 227, 1, 1966 (385—389).
 39. M. F. Rajewsky. Iarc Sci. Publ., 27, 1980 (41—54).
 40. S. Y. Shattil, R. Seoper. Biochemistry, 15, 22, 1976 (4832—4840).
 41. R. Sims. Brit. Med. Bull., 36, 1, 1980 (11—18).
 42. P. Sims, P. L. Grover. Med. (Biol.) Environ., 4, 2, 1976 (315—329).
 43. Th. J. Slaga, E. Huberman, J. K. Selkirk, R. G. Harvey, W. M. Bracken. Cancer Res., 38, № 6, 1978 (1699—1704).
 44. H. F. Stich, R. H. C. San, P. Lam, J. Koropatnick, L. Lo. Origins. Hum. Cancer. Book C. Hum. Risk Assess. Gold Spring Harbor, 1977 (1499—1512).



45. O. Warburg. The metabolism of tumores. N. Y. 1931.
 46. D. L. Woodhouse. Brit. J. Cancer, 8, 1954 (346—352).
 47. D. L. Woodhouse. Brit. J. Cancer, 9, 1955 (418—425).

8. ც ა რ ც ი ძ ე

ქიმიური კანცეროგენეზის მოლეკულური საფუძვლების შესახებ

რ ე ზ ი შ მ ე

საკუთარი და ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე განხილულია ქიმიური კანცეროგენეზის პრობლემის თანამედროვე მდგომარეობა. გამოთქმულია მოსაზრება, რომ ტრანსპლანტირებადი კბოს უჯრედებით და პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადებით ინდუცირებული სიმსივნეების წარმოქმნის მექანიზმები სხვადასხვაა. საეარაუდოა, რომ ქიმიური კანცეროგენეზის საფუძველია უჯრედის მემბრანულ სტრუქტურებში გარკვეული თანმიმდევრობით მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური ცვლილებები.

M. TSARTSIDZE

ON THE MOLECULAR PRINCIPLES OF CHEMICAL CARCINOGENESIS

S u m m a r y

Personal and literature data on the modern state of the problem of chemical carcinogenesis are discussed. The main theories are passed under review and specific relationships have been revealed in the changes of some physico-chemical parameters of lysosomes of tumours induced by polycyclic hydrocarbons and by transplantation of cancer cells.

И. Я. ЭЛИАВА

СМЕНА НАПРАВЛЕНИЙ ЭВОЛЮЦИИ И ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ОТРЯДА ДОРЕЛАЙМИДА

Ароморфоз, приведший к возникновению новой группы животных, закономерно сменяется алломорфозом, т. е. таким направлением эволюции, при котором происходят «преобразования организма, связанные с некоторыми изменениями среды, при которых взаимоотношения с внешней средой сохраняют в общем прежний характер ограниченно-приспособления» (Шмальгаузен, 1969). В этих случаях могут происходить более или менее значительные перестройки, но они не ведут к повышению организации, к широкому адаптиоморфозу. Ароморфная организация сохраняет свое значение и отбор не ведет к узкой специализации; сохраняются такие приспособления, при которых хорошо выражена мультифункциональность органов. Это направление эволюции обычно ведет к повышению численности популяций, к интенсивной внутривидовой дифференцировке. В этих случаях эволюция идет довольно быстро и носит характер «многосторонней адаптивной радиации» (Парамонов, 1967). Это наиболее обычная форма эволюции.

После возникновения дорилаймид, эта группа претерпела интенсивную радиацию, связанную с адаптацией к частым условиям среды. Алломорфное развитие группы, сменившее ароморфное, свидетельствовало, что полученное при ароморфозе преимущество можно было успешно реализовать в условиях новой среды.

Среди дорилаймид алломорфная организация присуща наиболее крупным филогенетическим ветвям, которые характеризуются некоторыми частными перестройками. Они, касаясь отдельных эктосоматических органов, не вызывают таких изменений, которые привели бы к значительной смене направлений приспособлений.

Алломорфное направление эволюции дорилаймид, в частности, подотряда *Dorylaimina* хорошо выражено в относительно малой специализации жизненно важных структур, в первую очередь пищеварительного тракта, особенно его переднего отдела. В пределах подотряда лишь часть групп характеризуется теломорфным направлением эволюции. Система копые-приставка и передняя часть пищевода несут черты широкого спектра приспособлений. Копье довольно широкое, мощное, способное перфорировать не только клеточные оболочки водорослей, но и покровные ткани других нематод, их цист, а также олигохет и некоторых других беспозвоночных, обитающих в почве или в бентосе пресных и солоноватых водоемов. Просвет копыя обычно настолько широк, что через него могут проходить хлоропласты при питании нематод хлорофиллсодержащими тканями растений (Overgard Nielsen, 1948), растительный и животный детрит. Тем самым копые как бы берет на себя функцию всей ротовой полости. Лишь у *Nygolaimoidea* одонтостиль имеет только перфорирующую функцию.

Типичное строение системы копые-приставка и переднего участка пищевода у *Dorylaimina* явление весьма высокой экстраполяции в пределах всего подотряда. Отклонения от этой типовой формы касаются некоторых частных приспособлений, иллюстрирующих переход от алломорфной организации к теломорфной в рамках одного подотряда. Наличие среди *Dorylaimina* ниголаймоидей, которые по организации считаются наиболее примитивными среди *Dorylaimina*, по нашему мнению, свидетельствует, что формирование дорилаймидной организации произошло на базе преимущественного хищничества их непосредственных предков, которые нами обозначаются как «преддорилаймиды». Конечно, это не означает, что гипотетические формы, именуемые нами преддорилаймидами, не могли использовать в качестве пищи водоросли и бактерии, но общие с современными ниголаймидами черты организации позволяют предположить, что они должны были быть хищниками. Поэтому основные соотношения между системами органов, объединенных функционально в качестве пищеварительного тракта, сохраняются как у типичных хищников (ниголаймид), так и форм, для которых свойственны и другие типы питания. Для дорилаймид весьма характерно, что в трофическом отношении многие из них трудно отнести к какому-либо уровню: один и тот же вид зачастую может использовать для питания как растительные организмы, так и животные, питаясь хищнически. В этом выражается одно из преимуществ формирования одонтостила.

Если считать надсемейства подотряда *Dorylaimina* отдельными ветвями, развившимися относительно независимо, то можно установить четко выраженную закономерность перехода от алломорфного пути развития к теломорфному почти в каждой ветви, о чем свидетельствует тенденция к специализации отдельных структур. Эти структуры объединяют обычно группы органов, тесно связанные между собой функционально, и их специализация идет в направлении приспособления к специфическому образу жизни. Исходя из современного понимания явления специализации филогенетических ветвей (закон Денере), можно проанализировать характер филогенетических изменений в строении перфорирующей системы в каждой группе в пределах подотряда *Dorylaimina*. Здесь у ряда форм надсемейств (*Dorylaimoidea*, *Lepfonchoidea*, *Belondiroidea*) отчетливо проявляется тенденция перехода от алломорфного к теломорфному направлению эволюции, но теломорфное направление свойственно лишь меньшей части форм в каждой из названных групп, т. е. направление теломорфоза выражено значительно меньше, чем алломорфоз, что естественно в случае, когда экологическая ситуация благоприятствует процветанию алломорфной группы. Вместе с тем, тенденция к специализации перфорирующего аппарата и пищевода в направлении фитопаразитизма в большей или меньшей степени выражена в каждой из указанных ветвей. Морфологическое выражение этой тенденции весьма сходно.

Для выяснения степени продвинутой таксонов в направлении фитопаразитизма нами выделяется пять основных групп по характеру перестроек перфорирующего аппарата и, соответственно, пищевода. Основное значение в выделении групп мы придали первому из этих признаков, т. е. в этом случае сравнение различий в строении перфорирующего аппарата наиболее иллюстративно.

В первую группу объединены формы, перфорирующая система которых построена просто и имеет «примитивный» характер, она ниголаймидного типа: развит копыевидный пристенный зуб, еще не име-



ющий характеристик осевого копыя; функция такого органа ограничивается лишь перфорацией. Сюда мы не включаем формы, у которых сходный перфорирующий аппарат развился вторично на базе некоторых изменений осевого копыя (*Sectonema* из сем. *Aporcelaimidae*).

Во вторую группу объединены формы с простым осевым копыем, которое почти целиком заполняет ротовую полость и может служить не только в качестве перфоратора, но и в качестве проводника пищи. Чаще всего копые широкое, но может быть и узким. Во всех случаях уже заметна некоторая тенденция к морфо-функциональному сближению копыя и приставки, хотя эта тенденция выражена относительно слабо. Иногда в ротовой полости наблюдается развитие дополнительных образований в виде онхов.

В третью группу объединяются формы, у которых тенденция к морфо-функциональному единству копыя и приставки выражена ясно. Функционально они уже тесно связаны, их просвет почти одинаковый, приставка становится как бы естественным продолжением копыя; полного слияния копыя и приставки обычно еще нет, но если они сливаются, переход от копыя к приставке хорошо выражен. У ряда форм основание приставки со вздутиями, к которым прикрепляются мышцы-протракторы, приводящие всю систему в движение.

Относящиеся к этой группе формы характеризуются весьма широким спектром трофики; они могут быть хищниками, питаться водорослями, растительным и животным детритом, а также, возможно, и содержимым гифов грибов (у форм с тонким копыем, например, *Gratopnema*, *Thornia* и др.).

В четвертую группу объединяются формы, где морфо-функциональное единство копыя и приставки полное, но сложное копые еще не столь совершенно, как у лонгидорид — по характеру склеротизации можно ясно заметить, где кончается копые и начинается приставка, несмотря на то, что просветы обоих частей сложного копыя одинаковы. Базальные вздутия очень хорошо развиты.

В пятую группу мы объединили только формы с лонгидоридным (за некоторыми исключениями) перфорирующим органом, где сложное копые совершенно, и оно полностью адаптировано к функции перфорации растительных клеток и насасыванию жидкого содержимого клетки. Сложное копые имеет очень узкий просвет, длина его в несколько раз превышает диаметр тела нематоды на его уровне, одонтофор служит как бы держателем копыя, отверстие копыя в виде продольной (по его длине) щели. Эти формы являются типичными фитопаразитами. Многие оказываются способны к переносу вирусов, возбудителей опасных заболеваний растений.

При анализе продвинутости представителей подотряда *Dogylaimida* по признаку развития перфорирующей системы оказалось, что из общего числа видов к первой группе относится 6,2 %, ко второй — 63,1 %, к третьей — 11,6 %, к четвертой — 7,5 % и к пятой — 11,6 % (рис. 1). Таким образом, наиболее представительна вторая группа, где черты специализации перфорирующего аппарата не выражены и которая может иллюстрировать алломорфное направление эволюции. Первая группа, представленная хищниками, очень немногочисленна, здесь совершенно очевидна примитивность, «первичность» строения перфорирующего аппарата.

Если рассматривать отдельно те надсемейства (*Dogylaimoidea*, *Bdondiroidea*, *Leptonchoidea*), в которых наблюдается тенденция к специализации в направлении фитопаразитизма, то в этом отношении



наиболее интересно надсемейство *Dorylaimoidea*. Здесь, как и в других надсемействах, отсутствуют формы, относящиеся к первой группе, но вторая группа представлена очень богато. Шесть семейств относятся к указанной группе; при этом в группе объединены 66,5% форм. К третьей группе относятся 8,6% всех видов (сем. *Nordiidae*), к четвертой — 6,4% (*Tylencholaimidae*), и к пятой — 18,5% (*Longidoridae*). При этом часть видов из сем. *Nordiidae* может быть отнесена и к четвертой группе, а небольшая часть тиленхолаймид — к пятой группе.

На примере надсемейства *Dorylaimoidea* довольно четко можно различить переход к специализации, которая завершается у лонгидорид типичным паразитизмом, в результате образования совершенно го колюще-сосущего органа — сложного копыя.

Эти же тенденции характерны для надсемейства *Leptonchoidea* и *Vdondiroidea*. В первом из них первая группа представлена сем. *Campidoridae* (1,6%). Здесь следует оговориться, что по нашему представлению включение кампидорид в надсемейство — обусловлено лишь недостаточной изученностью кампидорид. Их архитектоника свидетельствует, что эта группа, является «следом» какой-то самостоятельной ветви, берущей начало еще от древних гипотетических пре-дорилаймид, у которых еще не дифференцировался преректум и перфорирующий орган еще имел вид зуба, т. е. кампидориды, по-видимому, следует считать «филогенетическими реликтами».

В этом надсемействе вторая группа объединяет 56,6% всех форм (сем. *Leptonchidae*, *Dorylaimoididae*). В третью группу объединено 10,2% (сем. *Anloloimoididae*, *Encholaimididae*, *Belondiroidae*) в четвертую — 31,4% (сем. *Tylencholaimellidae*). Пятая группа здесь не представлена. Такое богатство видами третьей и четвертой группы, при небольшом числе семейств, подтверждает представление о том, что после эволюционного прорыва формируется большое количество высоких таксонов, а затем, вместе со специализацией, этот процесс замедляется, но видообразование может продолжаться с довольно высоким темпом.

В надсемействе *Belondiroidae* формы, относящиеся к первой группе, соответствуют лишь 3,8% форм (сем. *Nygellidae*). При этом до сих пор нет единого мнения о месте сем. *Nygellidae* в системе *Dorylaimida*. Во вторую группу объединено 55,5% форм (сем. *Axonchidae*, *Belondiroidae*, *Mydonomidae*, *Swangeriidae*, *Proqueidae*, *Oxydiridae*, *Falcihastidae*), в третью — 44,7% (сем. *Dorylaimellidae*). Четвертая и пятая группы не представлены.

Таким образом, для тех таксонов, в которых наблюдается тенденция к слиянию копыя с приставкой и образованию совершенного перфорирующего и насыщающего аппарата, характерны перестройки, очень схожие принципиально. По уровню продвинутой в этом направлении имеются существенные различия: наиболее совершенное «сложное копые» характерно для лонгидорид в пределах надсемейства *Dorylaimoidea* (пятая группа). Кроме перестроек перфорирующего аппарата наблюдаются изменения в организации пищевода, как участка пищеварительной системы, эргонтически связанного с перфорирующим аппаратом.

В отношении пищевода наблюдается тенденция к концентрации насыщающей функции в базальной части и иммобилизация этой функции в передней части пищевода. Процесс иммобилизации насыщающей (или глотательной) функции передней части пищевода, на-



ჩაუჭიანჭვრის სტადიის დასრულებასთან ერთად, ხდება მისი სტრუქტურის და ფუნქციონირების უკიდურესი სპეციალიზაცია. ეს პროცესი ხდება ერთდროულად სხვადასხვა სტადიაზე და სხვადასხვა სიღრმეზე.

უპირველესად ეს პროცესი, ალტერაციის, უპირველესად, უკავშირდება მისი სტრუქტურის და ფუნქციონირების უკიდურესი სპეციალიზაციას. ეს პროცესი ხდება ერთდროულად სხვადასხვა სტადიაზე და სხვადასხვა სიღრმეზე.

ამრიგად, სპეციალიზირებული ფორმები უკავშირდება Dorylaimina-ს, ადაპტირებული კი ფიტოპარაზიტულს, შედიან ერთადერთ გრუპში «მაღალი დორილაიმიდები».

0. შლიავა

დორილაიმიდების ევოლუციური რიგის ევოლუციური მიმართულებების
ცვლა და ფილოგენეტიკური ურთიერთობანი მის შარბეზში

რ ე ზ ი უ მ ე

რიგის წარმოქმნის დროს არსებული არომორფოზი კანონზომიერად იცვლება ალომორფოზითა და ტელომორფოზით, რომელიც შეგუებული ხასიათს ატარებს. დაქვემდებარებული ტაქსონებისათვის დამახასიათებელია სპეციალიზაცია, რომელიც გამოიხატება პერფორატული აპარატის განვითარებაში, ე. წ. „რთული შუბის“ წარმოქმნაში, რაც დაკავშირებულია ფიტოპარაზიტულ კვებაზე გადასვლასთან.

1. ELIAVA

CHANGE OF EVOLUTIONARY DIRECTIONS OF THE NEMATODES OF THE ORDER DORYLAIMIDA AND PHYLOGENETIC INTERRELATIONSHIP WITHIN THE ORDER

S u m m a r y

At the origin of an order, the existing aromorphosis is regularly replaced by allomorphosis and telomorphosis, being of adaptic nature. Subordinated taxons are characterized by specialization, as manifested in the development of the perforate apparatus—the emergence of the so-called “complex spear”, being linked to transition to phytoparasitic feeding.



Р. Г. ЖОРДАНИЯ

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПТИЦ В ОБЛАСТИ КAVKAZA

Кавказ входит в ту часть Палеарктики, где имеют место своеобразные пространственные отношения таксономически близких форм птиц. Так в Грузии нами замечено интересное явление распространения некоторых видов птиц несколькими подвидами—с перекрывающимся ареалом. Это канюк, средний дятел, зарянка, горихвостка-лысушка, черноголовый чекан, широкохвостая камышевка, теньковка, домовый воробей и скворец.

Представлены эти виды следующими подвидами:

канюк—*Buteo buteo menetriesi*, *Buteo buteo vulpinus*;

средний дятел—*Dendrocopos medius caucasicus*, *Dendrocopos m. sancti-johannis*;

зарянка—*Erithacus rubecula caucasicus*, *Erithacus rubecula hyrcanus*;

горихвостка—лысушка—*Phoenicurus ph. ph.*, *Phoenicurus ph. samma miscus*;

черноголовый чекан—*Saxicola torquata rubicola*, *Saxicola torquata armenica*;

широкохвостая камышевка—*Cettia cetti cetti*, *Cettia cetti orientalis*;

теньковка—*Phylloscopus collybitus lorenzii*, *Phylloscopus c. abietinus*;

домовый воробей—*Passer domesticus caucasicus*, *Passer domesticus biblicus*;

скворец—*Sturnus vulgaris caucasicus*, *Sturnus vulgaris purpurascens*.

Мы полагаем, что подвиды с перекрывающимся ареалом вначале были характерны для одной из горных систем Грузии: Большого Кавказского хребта или Малого Кавказа. Это могут быть обособившиеся до подвидового уровня—в послеледниковую эпоху—группы популяций или сохранившиеся в зонах переживания участков доледниковой фауны—группы популяций, изоляция которых в тот период могла привести к развитию морфологических и этологических отличительных признаков. В настоящее время эти подвиды расселены уже почти по всей территории, но держатся обособленно (так, например, типичный подвид горихвостки-лысушки, характерный для Большого Кавказа, не скрещивается с Закавказским подвидом и др.) в зоне симпатрии (ретродуктивная изоляция).

Примером вторичной интерградации достаточно дивергировавших, но конспецифических форм, служит канюк.

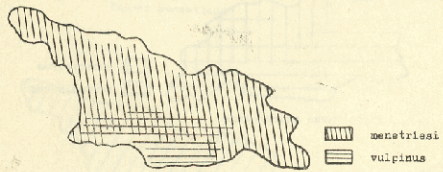
Отношения, подпадающие под понятие надвида, по-видимому, ственны теньковкам.

Под понятие резко обособившихся рас-изолятов—некоторых, широко распространённых видов—подпадают чеканы.

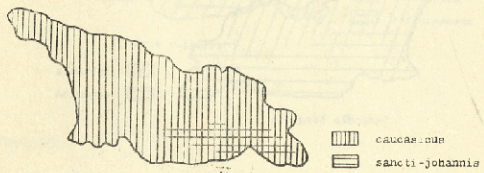
Широкохвостные камышевки малочисленны, но морфологически различимы, а этологически—нет. Таксономический статус их требует пересмотра.

В Грузии—в качестве гнездящегося, перелётного вида зарегистрирована европейская горлица *Streptopelia turtur turtur*, не исключено появление здесь азиатского подвида этой птицы *S. t. arenicola* из Ирана. Последние 10—12 лет нами наблюдается заселение территории республики туркестанской малой (египетской) горлицей *S. senegalensis armeni*, которая обособленно держится от домашних голубей (напр. в окр. Тбилиси); этот подвид, по-видимому, расселился к нам из Туркмении, через побережье Каспийского моря. Не исключено, что здесь же можно будет встретить и номинальный подвид этой птицы *S. senegalensis senegalensis*, который может рас-

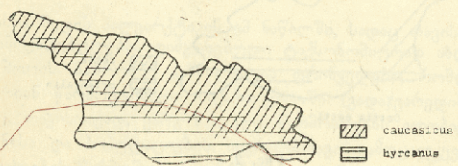
АРЕАЛЫ- AREAS



Buteo buteo



Dendrocopos medius



Krithacus rubecula

Рис. 1



селиться здесь из Турции. С севера в Грузию расселяется западная кольчатая горлица, отмеченная уже на территории Абхазии. В 1986 г. мы отметили 3 экземпляра этой птицы (*Streptopelia decaocto decaocto*) на окраине г. Батуми. Грузия в настоящее время является как бы перекрестком для расселяющихся горлиц, наблюдение за которыми может дать интересные итоги.

Выявление и изучение видов птиц с перекрывающимися ареалами подвидов — является одной из интересных задач пространственного их распространения. Указанные и некоторые другие ситуации, связанные с распространением и таксономическими отношениями птиц в исследуемом регионе, служат хорошими моделями для исследований по аллопатрическому видообразованию и пространственному обособлению популяций, для выявления центров возникновения отдельных видов и путей их эволюции.

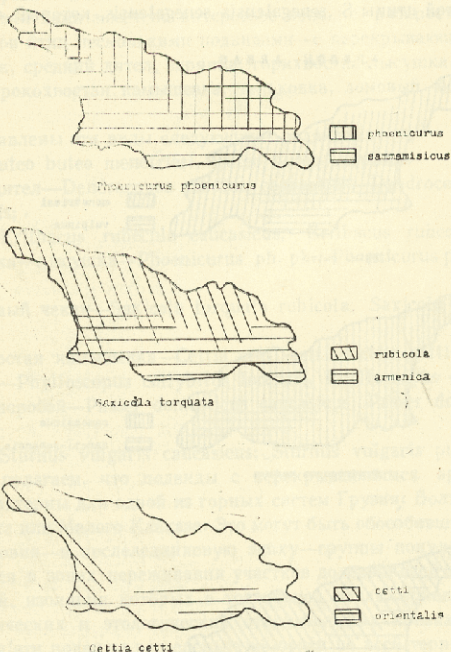
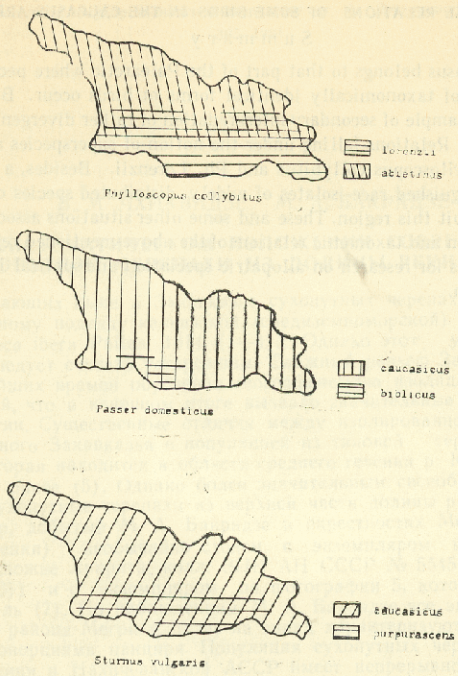


Рис. 2.



რც. 3.

რეზა შორაძანი

საქართველოს ფრინველის სივრცობრივი დასაბუთება კავკასიაში

რეზიუმე

კავკასია შედის პალეარქტიკის იმ ნაწილში, სადაც თავისებური სივრცობრივი დასაბუთება დაძვარებული ტაქსონომიურად ახლოსმდგომ ფრინველთა შორის. ნაწარმოში განხილულია ფრინველები, რომლებიც ორი ქვესახით არიან წარმოდგენილი საქართველოში (გადაჯვარდინებული არეალები); რაც, თავისთავად, კარგ მოდელს წარმოადგენს ალოპატრიკული სახეთწარმოქმნისა და პოპულაციების სივრცობრივი გამოცალკეებისათვის, ცალკეული სახეების წარმოშობის ცენტრებისა და მათი ეკოლოგიის გზების დადგენისათვის. გარდა ამისა, წარმოდგენილია ახალი მონაცემები გვირგვინის განსახლების შესახებ.

Summary

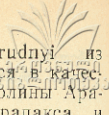
The Caucasus belongs to that part of the Palearctic where peculiar spatial relations of taxonomically identical forms of birds occur. *Buteo buteo* serves as an example of secondary intergradation of rather divergent but conspecific forms. Relations falling under the notion of superspecies are characteristic of *Phylloscopus collybitus* and *Ph. Lorenzii*. Besides, a number of sharply distinguished race-isolates of widely distributed species of *Saxicola torquata* inhabit this region. These and some other situations associated with the distribution and taxonomic relations of the above-mentioned regions serve as good models for research on allopatric speciation and spatial isolation of the population.



В. М. ЧХИКВАДЗЕ, М. А. БАКРАДЗЕ

О СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ СОВРЕМЕННОЙ СУХОПУТНОЙ ЧЕРЕПАХИ ИЗ ДОЛИНЫ РЕКИ АРАКС

Обитающих ныне в Закавказье сухопутных черепах обычно относят к одному подвиду кавказской (средиземноморской) черепахи *Testudo graeca ibera* Pallas, 1814 (1—4). Однако этот укоренившийся взгляд следует считать устаревшим. Сложный рельеф Закавказья уже с древнейших времен обусловил географическую изоляцию отдельных популяций, что в конечном итоге вызвало значительные изменения в морфологии. Существенные отличия между изолированной популяцией из Западного Закавказья и популяцией из типовой территории *T. g. ibera*, которая находится в области среднего течения р. Куры (2), указывались ранее (5). Однако более значительным своеобразием отличаются сухопутные черепахи из верхней части долины р. Аракс. Один экземпляр, добытый М. А. Бакрадзе в окрестностях Мегри (крайний ЮВ Армении) необычайно сходен с экземпляром из сел. Ара-рых (подножье Арарата; колл. ЗИН АН СССР № 5545; изображен в работе (6)) и с экземпляром на фотографии 5, которую приводит С. К. Даль (7). По наблюдениям М. А. Бакрадзе все экземпляры черепах из района Мегри и далее на запад характеризуются аналогичными пропорциями панциря. Популяция сухопутных черепах в Южной Армении и Нахичеванской АССР имеет непрерывное распространение (1, 7-9) и с севера ограничена отрогами Малого Кавказа, а с востока—тесниной Зангезурского хребта или, возможно, граница ареала здесь проходит восточнее. Проблема восточной и юго-восточной границы этой популяции особенно важна, так как из Мазандарана ранее был описан особый вид сухопутной черепахи *Testudo buxtoni* (типичная территория Манджил, между Рештом и Казвином, Северный Иран (10)). Систематическое положение мазандарской черепахи остается не совсем ясным. Обычно ее рассматривают (2) в качестве младшего синонима *T. g. ibera*. Судя по описанию, черепаха из Мазандарана проявляет сходство с черепахами из долины Аракса, однако, армянские отличаются слившимися последними маргинальными щитками, сравнительно мелкими размерами и другими признаками (подробнее см. ниже). Кроме этого, именно для Северного Ирана указываются находки *Agriopemys horsfieldi*, тогда как черепахи *T. graeca* и *T. g. zagidni* указываются для центральных и восточных областей Ирана (11). П. Пritchard (4) приводит фотографию сухопутной черепахи *Testudo graeca* из Ирана, которая проявляет сходство с нашими экземплярами. Таким образом, отсутствие изображения *T. buxtoni* (известен, только голотип), а также противоречивые данные о систематическом положении сухопутных черепах из Ирана, не позволяют отождествлять *T. buxtoni* и черепах из долины Аракса. Описанный



А. М. Никольским особый вид сухопутной черепахи *T. zagudnyi* из восточной части Ирана в настоящее время рассматривается в качестве валидного подвида *T. g. zagudnyi* (2-4). Черепахи из долины Аракса отличаются от этого подвида более низким сводом карапакса и другими признаками (подробнее см. ниже).

Заслуживает особого внимания то, что в Ленкоранской низменности и особенно в ее южной части сухопутные черепахи отсутствуют или встречаются исключительно редко (1, 9). Факт этот свидетельствует о разрыве ареалов между сухопутными черепахами, обитающими в Восточном Закавказье и Северном Иране в этой области. Здесь Талышский хребет является значительным и, по-видимому, непреодолимым географическим барьером. Однако, западнее, правые притоки Аракса (например: Котурчай и Карасу) имеют относительно низкие и длинные долины, вдоль которых наш подвид араксинской черепахи, скорее всего, проникает в северо-западную часть Иранского Азербайджана.

Семейство Testudinidae Gray 1822

Род Testudo Linnaeus 1758 (sensu stricto)

Testuda graeca armeniaca Skhikvadze et Bakradze subsp. nov.

Русское название: армянская или араксинская черепаха.

Голотип — молодая 10-летняя самка; коллекция Института палеобиологии АН ГССР, Тбилиси, № 13.3.007. Сборы М. А. Бакрадзе, 1974 г; Мерри, ЮВ Армянской ССР. Рис. 1-4.

Паратип: самка 10-11 лет, колл. ЗИН АН СССР (Ленинград), № 5545. Сборы Полякова, 1879 г.; Аралых, у подножья Арарата. Карапакс этого экземпляра изображен в работе А. М. Никольского (6).

Описание. Голова и лапы темно-коричневые или почти черные. Череп относительно маленький и удлиненный. Внешние поверхности передних лап с четко выраженными продольными 4 рядами крупных и коротких черепацевидных чешуй с остеодермами внутри; дистальные концы этих чешуй не удлинены, они тупоугольные или округлые. Пять ногтей на передних лапах темно-коричневого или темно-рогового цвета; они длинные, но не остроконечные. Длина панциря старых особей, по-видимому, не превышает 20-23 см, Карапакс взрослых особей слабо вышуклый; его купольная часть приплюснута. Шишковидные бугры вертебральных щитков отсутствуют. Длина карапакса в два раза или чуть более превышает высоту панциря. Медиальная часть переднего края карапакса спереди образует плавно изогнутую линию. Загравивковая вырезка всегда хорошо выражена. Цервикальный щиток узкий и удлиненный. Эпипластральный симфиз не высокий, его задне-верхняя часть образует карманоподобное углубление. Интергулярные и пекторальные щитки заходят на энтопластрон (у голотипа). Гипоксифиластральный шарнир слабо разработан. Боковые края гиопластрального шва расположены почти на уровне угла ингвинальной вырезки. Аксиллярный щиток явно меньше ингвинального. Первый вертебральный щиток широкий. Первые плевроальные, по-видимому, никогда не покрывают боковые края нухальной пластинки. Передний и, особенно, задний свободные края карапакса имеют слабо выраженные зазубрины.

Роговые щитки панциря всегда имеют глубокие, ярко выраженные годичные кольца (следствие обитания в условиях горного климата). Окраска панциря взрослых экземпляров слабо изменчива. Общий фон желтовато-коричневый, темно-коричневый до почти черного. Черные или темно-коричневые пятна с расплывчатыми контурами едва прослеживаются. При беглом осмотре пороку создается впечатление от-

сутствия этих пятен и каждый роговой щиток как бы имеет серию темных и светлых (светло-желтых) концентрических линий нарастающая.

Сравнение. Новый подвид отличается от всех известных видов и подвидов рода *Testudo* (*sensu stricto*) необычайно низким карапаксом. В этом плане он более сходен с *Aggrionemys horsfieldi*, от которого отличается наличием 5 когтей на передних лапах, наличием ксифипластральной подвижности, загнутой назад задне-верхней частью эпипластрального симфиза (признаки, отличающие род *Aggrionemys* и *Testudo*). От «*T. buxtoni*» (10) наш новый подвид отличается слитыми XII маргинальными щитками и более широкими лентами пекторальных щитков. Впрочем, не исключено, что единственный экземпляр, имевшийся в распоряжении Буланже, является aberrантным индивидом. По этой причине необходим новый дополнительный материал из Северного Ирана (из типовой территории «*T. buxtoni*») для сравнения его с *Testudo graeca armeniaca*.

Современный ареал *T. g. armeniaca* охватывает долину Аракса к западу от Мегри. Западная и юго-западная границы пока не уточнены. Скорее всего, эта черепаха обитает и в СЗ части Иранского Азербайджана (долины рек Котурчай и Карасу). Это типично горная форма и распространена в Армении на высотах от 545 до 1255 м (7). По-видимому, к данному подвиду относятся субфосильные материалы из археологических раскопок (местонахождение Верип-Хатунор) V—IV тысячелетие до н. э. (12). Ввиду ограниченности ареала данный подвид нуждается в особых мерах охраны.

В качестве замечания следует отметить своеобразие герпетофауны верхнего течения Аракса. Этот вопрос давно является предметом особого внимания со стороны зоогеографов. Животный мир этого района, в частности, пресноводные крабы и моллюски, имеют фаунистические связи с водосбором бассейна Тигра и Ефрата (13). Следовательно, Аракс западнее Зангезурского хребта является перехваченной рекой; ранее Аракс нес свои воды в Персидский залив, а ныне через Куру в Каспий. По этой причине можно предполагать, что *T. g.*

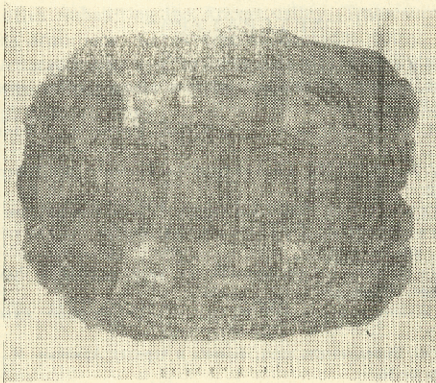


Рис. 1. *Testudo graeca armeniaca* subsp. nov. Карапакс сверху. Голотип, колл. Ин-га палеобиологии АН СССР, №13.3.007, ЮВ Армянской ССР, Мегри. 1/2. nat. вел.

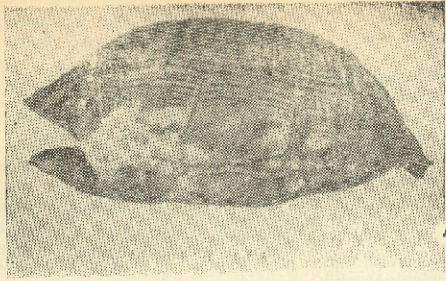


Рис. 2. *T.g. armeniaca* subsp. nov. Голотип. Панцирь сбоку. 1/2, нат. вел.

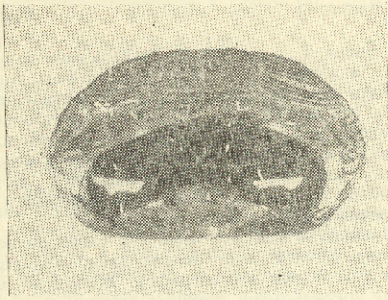


Рис. 3. *T.g. armeniaca* subsp. nov. Голотип. Панцирь спереди. 1/2 нат. вел.

armeniaca проник в долину Аракса не через зангезурские ворота, а с юга, непосредственно из долины Тигра и Ефрата, возможно в конце миоцена.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Банников, И. С. Даревский, В. Г. Ищенко, А. К. Рустамов, Н. Н. Щербак. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР, М., «Просвещение», 1977, 1—414.
2. Wetmuth H. und R. Mertens. Schildkröten, Krokodile, Brückenechsen. Jena, 1961, 1—422.
3. F. J. Obst, W. Meusel. Die Landschildkröten Europas. Wittenberg. Lutherstadt, 1972, 1—72.
4. P. S. H. Pritchard. Encyclopedia of Turtles. T. F. H. Publications, 1979, 1—697.
5. А. М. Алекперов, Л. И. Хозацкий. Уч. записки Аз. гос. ун-та, серб. изд., № 4, 1971, 43—49.
6. А. М. Никольский. Пресмыкающиеся, т. 1, из серии «Фауна России и сопредельных стран». Петроград, 1915, 1—532.
7. С. К. Далъ. Животный мир Армянской ССР, т. 1, Позвоночные животные. Ереван, 1954, 1—415.
8. С. А. Чернов. Определитель змей, ящериц и черепах Армении. М., Л., Изд. АН СССР, 1937, 1—54.
9. А. М. Алекперов. Земноводные и пресмыкающиеся Азербайджана. Баку, «Элм» 1978, 1—264.



10. G. A. Boulenger. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., 27, 1921, 251—252.
 11. H. H. Schleich. Herpet. Review, vol. 8, № 4, 1977. 126—129.
 12. М. А. Бакрадзе. В. М. Чхиквадзе. Вестн. гос. музея Грузии, т. 33-А, 1984, 163—174.
 13. Я. И. Старобогатов. Сб. „Фауна и ее охрана в республиках Закавказья“. Ереван, 1977, 141—143.

3. ჩხიკვაძე, მ. ბაკრაძე

თანამედროვე ხმელეთის კუს სისტემატიკური აღგვილის შესახებ
 მდინარე არაქსის ხეობიდან

რეზიუმე

არაქსის ხეობაში მოპოვებულ ხმელეთის კუ ეკუთვნის არა *Testudo graeca iberica*-ს, არამედ იხალ ქვესახეობას-*Testudo graeca armeniaca* Čkhikvadze et Bakradze, subsp. nov. ახალი ფორმა ხასიათდება მეტად დაბალი და ზევიდან ვაბრტყელებული ჯავშნით, ჰიპო-ქსიფიკალსტრალური შარნირის სუსტი განვითარებით და წინა კიდურების ქერცლის თავისებური ფორმით გამოთქმულია ვარაუდი, რომ აღნიშნული ქვესახეობის გავრცელება არაქსის ხეობაში უნდა მომხდარიყო არა აღმოსავლეთიდან (ლენქორანიდან) ზანგეზურის ხეობით, არამედ სამხრეთიდან (ირანიდან), ეფრატისა და ტიგროსის ხეობების აულოებით.

V. ČKHIKVADZE, M. BAKRADZE

ON THE SYSTEMATIC POSITION OF THE RECENT LAND TURTLE FROM
 THE ARAXES VALLEY

Summary

Land turtles inhabiting the Araxes valley (Transcaucasia) belong to *Testudo graeca armeniaca* Čkhikvadze et Bakradze subsp. nov. The new subspecies is characterized by: an unusually low and flattened carapace (more than twice as long as its height), peculiar colouring, and feebly developed hypoxiphiplastral hinge.



Д. (М.) Д. МЕЛАДЗЕ

К КАРИОЛОГИИ PELODYTES CAUCASICUS

Исполнилось 85 лет со дня рождения выдающегося биолога-генетика и зоолога Дмитрия Дмитриевича (Мито) Меладзе. Настоящая статья, написанная 40 лет тому назад, на наш взгляд не утратила научного значения.

Редколлегия.

В роде *Pelodytes*, относящемся к классу земноводных (*Amphibia*), на сегодняшний день известно всего два вида, а именно: *P. punctatus* и *P. caucasicus* (Брем, 1939; Терентьев и Чернов, 1940), первый из которых распространен в юго-западной Европе, а второй, как указывает и видовое наименование,—представляет собой эндемичную форму для Кавказа.

Ограниченность ареалов вышеупомянутых видов, а также их разорванность, ставит целый ряд весьма интересных вопросов, изучение которых может иметь определенное значение для уяснения вопроса их эволюции. Как известно, в полное и систематическое описание каждого вида, будь то растение или животное, как одно из характеризующих особенностей, должно входить также полное изучение карнотипа, первым и необходимым этапом которого является установление числа хромосом. Но изучение карнотипа форм и его применение для классификации зоологами, к сожалению, в большинстве случаев игнорируется, в то время, как к изучению данного элемента организмов и использованию его с отмеченной целью широко прибегают ботаники.

Кариологию одного из видов рода *Pelodytes*—*P. punctatus*, а именно—число хромосом—изучал Батайон (Bataillon, 1910) на самках и установил гаплоидное число хромосом как 6 ($n=6$). Необходимо отметить, что столь сравнительно малое число хромосом не характерно ни для одного из ныне изученных видов бесхвостых земноводных (*Anura*), входящих в класс земноводных (Кап Oguma and Sayjiro Makino, 1937). Так, например, целый ряд видов, входящих в *Bufo*idae, характеризуется гаплоидным числом хромосом—11 (напр. для *Bufo americanus* $n=11$, Witschi, 1933) у *Hylidae* гаплоидное число хромосом $n=12$ (Galgano, 1933; Iraki, 1930—2), а у различных видов *Ranidae* гаплоидное число хромосом $n=12$, 13 и 14 (Galgano, 1933; Sato, 1935; Witschi, 1924; Delque, 1932; Прокофьева, 1935; Swingle, 1921).

Вышеупомянутые данные явствуют, насколько интересным и оправданным должно было быть изучение кариологии и в первую очередь установление числа хромосом второго представителя рода *Pelodytes caucasicus*.

Исходя из этих соображений, нами был добыт соответствующий материал—самцы *P. caucasicus* в местах их распространения из окр. Бакуриани (Эквтимшвили, 1940), а именно на плато Бакуриани, в Мухери и Курусеби. Материал добывался нами в августе месяце (1946 г.), т. е. в период интенсивного размножения *P. caucasicus*.

Фиксацию семенников мы производили фиксаторами: Генса (Hansa), Минучи (Minouchi), Мевеса (Meves), Шампи (Champy) обыкновенный, 1, 5 раза концентрированный и подогретый до 60° (Iriki, 1932), Навашина модифицированный и Левитского (1931). Последний фиксатор был применён при различных концентрациях и соотношениях входящих в его состав компонентов, а именно: 1% хромовой кислоты и 10% формалина при соотношении 3 : 7; и 5% хромовой кислоты и 50% формалина при соотношении 2 : 8; 3 : 7 и 5 : 5 (Прокофьева, 1935).

Фиксированный материал обрабатывался обычным способом и заливался в парафин (после фиксации материал промывался в нагретой до 25° проточной воде, далее проводился через спирты, ксилол и парафин). Срезы приготавливались толщиной в 8, 10, 12 и 14 μ . Для окраски применялся гематоксилин Гейденгайна (Heidenhain). Среди фиксаторов лучший результат для экваториальных пластинок метафазы 1-го деления созревания дал фиксатор Левитского, а для пластинок метафазы сперматогонии—модификация Навашина.

В результате микроскопического анализа отобранных, лучших препаратов семенников, по 50 экваториальным пластинкам метафазы 1-го деления созревания и 5 пластинкам метафазы сперматогонии, было установлено число хромосом *P. caucasicus*. Из 55 изученных экваториальных пластинок было зафиксировано 14. Производилась зарисовка с помощью рисовального аппарата Аббе (Abbe) при иммерсионном объективе $1/12a$ (90x) и окуляре $\times 20$, при поднятом до 175 мм цейсовском микроскопе. (Примечание редколлегии: к сожалению, рисунки Д. Д. Меладзе утрачены).

Изученные комплексы хромосом метафазы 1-го деления созревания семенников, а также экваториальные пластинки показывают, что гаплоидное число хромосом *P. caucasicus*— $n=12$, а количество хромосом, сосчитанных в пластинках метафазы сперматогонии, подтверждают полученные нами данные, указывая, что диплоидное число хромосом $2n=24$.

Таким образом, входящие в род *Pelodytes* два вида—*P. punctatus* и *P. caucasicus* характеризуются резко различающимся числом хромосом, а именно: для первого вида $n=6$ (Батайон), а для второго согласно материалам настоящей работы $n=12$ ($2n=24$).

Такое различие в числе хромосом двух видов, принадлежащих к одному роду—принимая во внимание относительно малое различие в числах



хромосом различных видов бесхвостых земноводных—позволяет высказать следующие соображения:

- 1) данные Батайона о числе хромосом *P. punctatus* ($n=6$) требуют пересмотра, что по нашему мнению, более вероятно;
- 2) если же данные Батайона не подлежат сомнению, тогда существование установленного нами числа хромосом *P. caucasicus* ($n=12$) можно объяснить, как результат такой трансформации кариотипа, который должен быть связан с аутоплоидическим случаем полиплоидии, что весьма характерно и широко распространено среди растений (Tischler, 1934) и редко среди животных.

Среди растений, на частых примерах аутоплоидии, установлена её бесспорная связь с определенными экологическими и географическими условиями обитания (высокогорная местность, Север, Арктика и др.) (Вульф, 1937). Ментон (Mantone, 1934) на примере цитологического изучения различных рас вида *Biscutella laevigata* установила, что происхождение тетраплоидных форм связано с распространением их исходных форм (диплоидов) в горных местностях—после отступления ледников в «последледниковый период».

Ввиду того, что геологическая история окрестностей Бакуриани подразумевает покрытие льдом их верхней части в один из периодов оледенения (Маруашвили, 1938; Гамкрелидзе, 1947), возможно, что причина полиплоидного различия числа хромосом, добытого и изученного нами *P. caucasicus* и изученного Батайоном *P. punctatus*, аналогична причине различия между изученными Ментоном расами вида *Biscutella laevigata*, тем более, что места распространения *P. punctatus* оледенению не подвергались (Джанелидзе, 1937).

Для окончательного решения вопроса необходимо сравнительно-морфологическое изучение хромосом обоих видов *Pelodytes*, с различных мест их распространения.

Таким образом:

1. Установлено число хромосом *Pelodytes caucasicus* по 50 экваториальным пластинкам метафазы 1-го деления созревания семенников $n=12$ и по 5 пластинкам метафазы сперматогонии $2n=24$;
2. Число хромосом *P. caucasicus* оказались резко отличающимся от числа хромосом второго вида того же рода *P. punctatus* ($n=6$, Bataillon, 1910);
3. Высказывается предположение, что различие числа хромосом *P. caucasicus* и *P. punctatus* определяется:
 - а) недостоверностью данных Батайона, или
 - б) аутотетраплоидностью числа хромосом *P. caucasicus*.

(Примечание редколлегии: списка цитированных работ Д. Д. Меладзе не оказалось)

კავკასიური ჯვარულას კარიოლოგიისათვის

რ ე ს ი უ მ ე .

ამფიბიების კლასის ჯვარულებს გვარში ცნობილია ორი სახე: *Pelodytes punctatus* და *P. caucasicus*, რომელთაგან მეორე კავკასიის ენდემურ ფორმას წარმოადგენს. ავტორის მიერ ჩატარებული მრავალწლიანი, შრომატევადი მუშაობის შედეგად დადგინდა კავკასიური ჯვარულას ქრომოსომა რაოდენობა, რომლის სათესლეების მომწიფების 1-ელი დაყოფის 50 ეკვატორიული ფირფიტის მეტაფაზით $n=12$ და სპერმატოგონიის მეტაფაზის 5 ფირფიტით $n=24$.

D. MELADZE

TOWARDS THE CARYOLOGY OF PELODYTES CAUCASICUS

S u m m a r y

Two species are known in the genus *Pelodytes* of the amphibian class: *Pelodytes punctatus* and *P. caucasicus*, the latter being an endemic Caucasian form. A laborious study conducted by the author for many years has resulted in the ascertainment of the number of chromosomes of *P. caucasicus*: by the metaphase of the 50 equatorial plates of the first division at the torial plates of the first division at the maturation of testes $n=12$; by the 5 plates of spermatogonium metaphase $n=24$.

Н. ГОЛУБЕВ, Д. ТАРХНИШВИЛИ

РОЛЬ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЭКОЛОГИИ МАЛОАЗИАТСКОГО ТРИТОНА

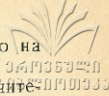
Малоазиатский тритон относится к редким и малоизученным видам земноводных и как узкоареальный вид внесён в Красную книгу СССР (1). Характерные места обитания этого тритона — леса гор и предгорий Западного и части Центрального Кавказа. Встречается это земноводное на различных высотах: от нескольких метров (десятков метров) до 2750 м. над уровнем моря (2). Нами малоазиатский тритон отмечен на высоте до 2000 м. над уровнем моря. Часть тёплого периода года тритон проводит в водоёме, где и происходит его размножение. Представляется весьма интересным проследить изменчивость некоторых экологических параметров, характерных для данного вида в связи с обитанием на разных высотах и в различных стадиях.

Исследования проводились нами в 1974—1981 годах в 8 пунктах Северо-Западного Кавказа и Грузии. Промерено 116 экз. малоазиатского тритона, из них 36 самок.

Размножение малоазиатского тритона происходит в различного типа водоёмах, находящихся в лесу или граничащих с лесом (3). Перестилища могут быть расположены как в водоёмах со стоячей водой (озёра, пруды, лужи), так и в проточных (ручьи, заводи рек и ручьёв). В перечисленных станциях тритоны встречаются на всех высотах, где нами проводились исследования. Так в окрестностях пос. Камышанова Поляна — 1200-1500 м. над уровнем моря — тритоны обнаружены как в ручьях и их заводях, так и в лужах, болоте, пруду. Нередко эти водоёмы расположены по соседству, что свидетельствует о принадлежности данных особей к одной и той же популяции. Таким образом, у этого вида высота расположения биотопа не влияет на выбор для размножения того или иного типа водоёма.

Нерестилищами малоазиатского тритона, как правило, являются водоёмы с прозрачной водой. Тем не менее эти земноводные встречаются в водоёмах, где видимость составляет не более 2-3 см. Такие нерестилища располагаются на высотах до 1500 м, а возможно, и выше. Неоднократно встречались тритоны в сильно замутиённых лужах по обочинам дорог (окр. г. Горячий ключ), где они откладывали икру, из которой в дальнейшем выводятся личинки и проходят метаморфоз. Однако личинки не развиваются, если водоемы интенсивно загрязняются хозяйственными отходами (Ахалдабское озеро).

Глубина водоёмов, используемых как нерестилища, может быть самая различная и не зависит от высоты над уровнем моря. В глу-



боких водоёмах тритоны и их личинки держатся преимущественно на мелководье, в местах не глубже 1 м.

Сроки появления тритонов в водоёмах после зимовки в значительной степени зависят от высоты данной местности. На Ахалдабском озере (около 500 м. над уровнем моря) тритоны впервые отмечены в нерестилище 23 марта, в то время как на высоте 1350 м. над уровнем моря — хребет Сатовле — 29 марта и 5 апреля. На высотах, близких к уровню моря, тритоны появляются в нерестилищах ещё раньше: в годы с тёплой зимой отмечены 15 февраля. Решающим здесь является температурный фактор: тритоны приступают к размножению, когда температура воды в водоёме достигает 7-10° и даже 5-7° (4). На всех высотах тритоны появляются раньше в мелких, хорошо прогреваемых водоёмах. Так, в окр. пос. Камышанова Поляна 26 мая тритоны встречались в лужах, мелких разливах небольших ручьёв, болотцах и отсутствовали в пруду, заводях речки, где вода прогревается медленнее. В годных ручьях и реках тритоны раньше появляются в низовьях, например, в окр. ст. Планческой, где перепад высот русла ручья составил около 400 м. Интересно отметить, что возможен нерест и при температуре воды ниже указанной — это имеет место в случае внезапно наступивших похолоданий, являющихся обычными в горной местности. В Дзевгском озере наблюдалось брачное поведение самцов тритонов при температуре воды, равной 3°С. В лабораторных условиях самки тритонов, пойманные в июне из водоёма с температурой воды 15-20°, откладывали икру в аквариуме с температурой воды 5°.

Как показали наблюдения, период пребывания тритонов в воде на высотах, близких к уровню моря, весьма растянут и составляет 6-8 месяцев вместо 3-4 месяцев на высоте 1000-1500 м. над у. м.

Сроки вылупления личинок в немалой степени зависят от высоты местности. Здесь наблюдается прямая зависимость между температурой воды и скоростью развития икринок. Так, в окр. г. Горячий Ключ вылупление личинок тритона из икринок при температуре воды 20-25° происходит через 6-7 дней, в то время как в водоёмах, расположенных на хребте Сатовле (1300-1400 м. над уровнем моря), вылупление личинок происходит примерно через месяц при температуре воды, колеблющейся от 9° до 17°. Примерно через три месяца после вылупления личинок они претерпевают метаморфоз и выходят на сушу. Интересно, что метаморфоз в эти сроки характерен как для популяций, обитающих в высокогорье, так и для обитающих над уровнем моря. В лабораторных же условиях личинки при температуре воды 20-25° проходят метаморфоз спустя 1, 5-2 месяца после вылупления.

Таким образом, в зависимости от высоты расположения биотопов, в которых обитают тритоны, могут существенно меняться сроки размножения этих земноводных и развития личинок. Сходные изменения экологических параметров возникают у амфибий, обитающих в условиях Субарктики (5): у них также период развития начинается позже и оканчивается раньше. В то же время характерная для обитающих на Севере амфибий высокая скорость развития личинок нами не отмечена, хотя и возможна у тритонов, обитающих на больших высотах. Не обнаружена также зависимость между длиной туловища и высотой местности, на которой встречаются тритоны. Как на уровне моря, так и на высокогорье могут встречаться крупные особи:

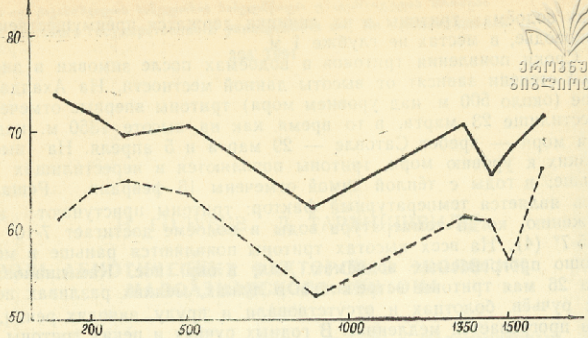


Рис. 1.

Средняя длина туловища самцов и самок малоазнатского тритона, обитающих на разных высотах. По оси абсцисс-высота в метрах над у. м., по оси ординат-длина туловища, мм,

— самцы
- - - самки

В зависимости от типа водоёма, который служит нерестилищем для тритонов, может изменяться время пребывания этих амфибий в местах размножения. Так, в крупных водоёмах (прудах, озёрах) тритоны остаются более длительное время, как минимум до конца сентября. По нашим наблюдениям, в таких водоёмах тритоны могут и зимовать (окр. пос. Камышанова поляна, Дзегвское озеро). Отмечены также зимовки этих земноводных в незамерзающих заводях родников (окр. г. Горячий ключ, хребет Сатовле). Подобные закономерности характерны для тритонов, обитающих в крупных водоёмах, расположенных на любых высотах. В небольших водоёмах — лужах, заводях ручьёв — время пребывания тритонов ограничено периодом размножения и случаи зимовки в подобных нерестилищах нам неизвестны.

Численность тритонов в водоёмах в период размножения довольно сильно колеблется и также зависит от величины нерестилища. Например, в отдельных заводях одного из ручьёв окрестностей ст. Плещинской соотношение полов — самцов и самок — может быть самым различным: от 1:20 до 18:0, в зависимости от хода нереста. Для одной и той же заводи соотношение полов также непостоянно, например, 25 июня — 0:4, 20 июля — 5:2 и 13 августа — 0:1. Резкие колебания численности тритонов наиболее характерны для небольших водоёмов и наблюдаются на разных высотах. В то же время динамика численности самцов и самок в нерестилищах, расположенных на различных высотах, сходна. В начале нереста самцов больше, чем самок, затем соотношение полов уравнивается и к концу нереста самок немного больше, хотя самцы дольше остаются в нерестилищах (3) и уходят из водоёма последними (в случае, если тритоны не зимуют в данном водоёме).

Самцам тритонов свойственна территориальность, в период размножения они занимают и охраняют определённый участок дна водоёма от особей того же пола. Независимо от высоты, на которой рас-

положен биотоп, наибольшей остроты борьба за территорию достигает в небольших водоёмах. В этом случае между самцами нередко возникают драки, причём отмечены смертельные исходы. Так, при наблюдении за поведением тритонов в заводи размером 1,5×3 м., где находилось 5 самцов, неоднократно отмечались драки между ними, одна из которых окончилась гибелью самца.

Немаловажное значение имеет наличие или отсутствие течения в водоёме, где происходит размножение тритонов. В крупных водоёмах со стоячей водой эти земноводные откладывают икринки по-одиночке на стебли и листья подводных частей растений. В заводях же ручьёв и рек, где имеется слабое течение, икра откладывается по нескольку штук на камни, стволы деревьев, упавшие в воду ветки и т. д. Интересно, что взятые из заводей ручья самки откладывали икру (как группами, так и поодиночке) в аквариуме на растения, ветки, дно сосуда и гальку на дне. В заводи ручьёв отмечены также коллективные кладки, когда несколько самок — до 20 особей (3) — откладывают икру на один предмет, покрывая его сплошным слоем икринок толщиной 10-15 мм.

Высота над уровнем моря или, в конечном счёте, температурный фактор оказывает немалое влияние на экологию малоазиатского тритона, вызывая в основном количественные изменения различных параметров, сдвигая сроки различных популяционных процессов. Не менее существенное значение для тритонов имеет и биотоп, точнее, характер водоёма, в котором происходит их размножение. В зависимости от типа водоёма могут меняться сроки пребывания в нём тритонов, а также отмечены различия в динамике численности этих земноводных. Помимо этих, количественных, могут возникать и качественные изменения — новые поведенческие реакции, возникают различия в способах откладывания икры. Оценивая эволюционное значение этих факторов — высокогорья и характера биотопа, — следует признать большее влияние последнего на процессы возникновения различий между популяциями тритонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Банников, А. Рустамов. Охрана природы. М., 1977, с. 208.
2. А. Банников, И. Даревский, А. Рустамов. Земноводные и пресмыкающиеся СССР. М., 1971, с. 303.
3. Н. Голубев. Экология, 1982, № 1, с. 83-84.
4. Б. Туниев. Вестник зоологии, 1982, № 2, с. 69-70.
5. С. Шварц, В. Ищенко. Труды ин-та экологии растений и животных. Свердловск, 1971, вып. 79, с. 60.

6. გოლუბევი, დ. თარხნიშვილი

აბიოტური ფაქტორების როლი მცირეაზიური ტრიტონის ეკოლოგიაში

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია აბიოტური ფაქტორების — მაღალმთიანობის წყალსატენის ტიპის — გავლენა მცირეაზიური ტრიტონის სხვადასხვა ეკოლოგიურ პარამეტრებზე. მათ შორის — გვიროთის დაყრის და ლარვების განვითარების ტემპზე; ტრიტონების რაოდენობის ცვლილებაზე გამრავლების პერიოდში; აგრეთვე ტერიტორიულ და რეპროდუქციულ ქცევაზე.

PART OF ABIOTIC FACTORS IN TRITURUS VITTATUS ECOLOGY

Summary

The influence of abiotic factors—type and altitude of pond—on some ecological parameters of *Triturus vittatus* (Amphibia, Caudata): dates of reproduction and rates of larval development, time of the newts' being in the water, variations in behaviour and manner of egg deposition are discussed. The dependence of some characteristics on the biotope where the reproduction of newts takes place is ascertained.

Г. Ш. КАДЖАЯ

О НЕРАВНОЦЕННОСТИ ВИДОВЫХ ПОПУЛЯЦИЙ

(на примере акарид)

За последнее время в биологии все более основательно утверждается концепция различных уровней организации живого. Эти уровни условно можно разделить на три группы — организменные, суборганизменные и надорганизменные. Жизнь в ее высших проявлениях невозможна не только в виде молекулярного, клеточного, тканевого уровней, но и в виде отдельных особей. Основной, а для многих животных единственной формой существования вида является популяция.

Несмотря на то, что почти никто из современных биологов не отрицает реальности видовых популяций, вопрос об их сущности все же остается спорным. Разногласия ученых дают о себе знать уже при сопоставлении определений понятия «популяция». За последнее время предложено немало формулировок этого понятия, однако вряд ли какую-либо из них можно считать вполне универсальной и приемлемой. И не случайно, что определяя «популяцию», многие авторы в то же время не отрицают условности этого определения.

Некоторые генетики и систематики популяцией называют совокупность индивидов, способную воспроизводиться и поддерживать свое существование путем панмиксии. Такие совокупности, или «менделевские популяции», по их мнению, не могут быть очень крупными, что препятствовало бы свободному скрещиванию особей (Дубинин, 1966; Майр, 1968, 71 и др.). Самые мелкие из них предложено называть «демами» (Gilmur, Gzegoz, 1939).

Анализ представлений современных экологов о сущности популяций и популяционной структуры видов животных, вынуждает признать существование двух противоположных мнений. Согласно первому, более или менее широко распространенные виды, как правило, состоят из ряда иерархически соподчиненных группировок, или популяций разного ранга — местных, экологических, географических и т. д. Популяции эти друг от друга отличаются ареалом, численностью, степенью интегрированности особей и т. д. Временные поселения, не способные существовать более или менее продолжительное время, часто рассматриваются как элементарные популяционные subsystemы, так называемые «парцеллярные группировки», или «популяционные парцеллы» (Наумов, 1967, 71, 73; Пантелеев, 1968, и др.).

Иного мнения придерживаются Беклемишев (1962), Шварц (1969) и некоторые другие зоологи. Они считают, что названия «популяция» в иерархии пространственных группировок особей заслуживает лишь одно звено. Так, по определению Шварца (1969, 73), популяция есть форма существования вида, обладающая всеми необходимыми усло-



виями для самостоятельного существования и развития в течение неограниченно длительного промежутка времени, а также способная реагировать на изменения внешней среды. Способность к длительному самостоятельному существованию — основное ее свойство, определяющее генетическую и морфофизиологическую специфику. Группа смежных популяций образует географическую форму, характеризующуюся общими морфофизиологическими и экологическими особенностями. Единственным подразделением популяции является микропопуляция, которая от популяции отличается тем, что не способна к самостоятельному длительному существованию и является лишь частью целого.

Расхождение мнений ученых о понятии «популяция» и популяционной структуре видов связано с вполне объективными причинами. Живое население Земли, как и условия существования организмов, исключительно многообразны; следовательно, структура видов и свойства их популяций не могут не зависеть от особенностей групп организмов и тех конкретных условий, в которых они обитают. Можно было бы привести немало примеров, свидетельствующих о том, что в зависимости от видовой принадлежности и характера местности различия между популяциями видов неодинаковы, иными словами, что популяции неравноценны.

Попытаемся подтвердить вышесказанное на примере членистоногих семейства акарид (Acaridae Acariformes). Заметим, что эта группа объединяет в себе как синантропные виды, обитающие в зерне и прочих продуктах хранения, так и свободноживущие формы, приспособленные к местообитаниям, богатым разлагающимися веществами (почва, лесная подстилка, норы и гнезда животных, разрушающаяся древесина и т. д.).

Наши данные свидетельствуют, что характер распространения и связанная с ним популяционная структура видов этого семейства на Кавказе неодинаковы. Некоторые виды представлены лишь единичными популяциями, достаточно четко изолированными друг от друга. К ним относятся, например, виды родов *Paraforcillinia*, *Volginia*, *Histiogaster*, *Thysocephalus*, *Mezorhizoglyphus* и некоторые другие. Морфо-экологические различия между популяциями этих видов неодинаковы. В целом, они подчиняются установленной нами общей схеме географической (зональной) изменчивости акарид (Каджая, 1975).

Из более чем 50 видов, зарегистрированных на Кавказе, примерно 1/5 отличается широким распространением. Таковыми являются *Acazus farris* (Ouds), виды родов *Tyrophagus*, *Lycetoglyphus* и т. д. Виды эти обитают практически во всех природных зонах. Их популяционная структура неодинакова, а в большинстве случаев настолько сложна, что трудно поддается анализу.

Рассматривая этот вопрос в одной из своих ранних работ, мы пришли к выводу, что характерные особенности видовых популяций вышеназванных широко распространенных акарид обусловлены особенностями природных зон. Благодаря этому межпопуляционные границы зачастую совпадают с границами между вертикальными зонами (Каджая, 1975).

Такой вывод в принципе верно отражает свойства видов, обусловленные особенностями природных зон. Однако при этом, нельзя не учитывать разнообразие жизненных условий в самих природных зонах, влияющих на структуру и морфо-экологические особенности видовых популяций. Как выясняется, эти особенности в первую очередь проявляются при сопоставлении поселений наиболее контрастных био-

Сравнительная характеристика поселений разных биотопов сальнянской популяции *A. farris* по ряду признаков

Биотопы	Д л и н а												Р а с с т о я н и е																				
	Ch		d ¹		d ₂		pa		ad		p ₁		p ₂		p ₃		Ia IV		I+g IV		G		G ₂		d ₁ -d ₁		d ₂ -d ₂		p ₁ -p ₁		p ₂ -p ₂		
	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М
Степной (♀♀)	23,8	0,4	6,7	0,3	11	0,9	28,3	14,9	4,6	—	—	—	—	—	—	—	21,8	1	21,4	0,5	25,3	0,8	19,3	0,3	7,1	0,1	27,8	1,1	15	0,4	—	—	
Лесной (♀♀)	23,3	0,8	5,8	0,2	9,7	0,9	23,7	14,9	7,8	—	—	—	—	—	—	—	19,5	0,7	19,8	0,7	21	0,9	18,5	0,6	8,5	0,4	28,7	1,6	13,8	0,6	—	—	
Степной (♂♂)	19,1	1,2	5,6	0,4	9,6	0,5	—	—	—	9,6	0,6	14,1	1,2	7,6	1,4	16,4	0,5	19,7	0,6	18	0,4	—	—	—	—	22,6	0,3	12,1	0,4	23,1	0,4	6,6	0,2
Лесной (♂♂)	20,7	0,5	5,3	0,3	6,6	0,4	—	—	—	10,1	0,6	14,6	0,7	33	1,1	15,3	0,3	17,6	0,4	20	0	—	—	—	—	20,8	1,1	0,7	22,1	0,7	7,4	0,5	

Таблица 2

Сравнительная характеристика поселений разных биотопов сухумской популяции *I. regnicolus*

Биотопы	Д л и н а												Р а с с т о я н и е																			
	Ch		d ₁		d ₂		Ia		ad		p ₁		p ₂		Ia IV		I+g IV		G		G ₂		d ₁ -d ₁		d ₂ -d ₂		p ₁ -p ₁		p ₂ -p ₂			
	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м	М	м
Лесной (♀♀)	32,1	0,4	13,3	0,5	47,1	1,8	10,5	0,2	51,3	1,6	—	—	—	—	26,7	0,3	26,4	0,4	33,3	0,4	25,3	0,4	15,5	0,6	46,4	0,8	26,6	0,4	—	—		
Безлесный (♀♀)	28,3	0,7	11	0,8	43,1	1,2	9,5	0,6	47,1	2,8	—	—	—	—	21,5	0,8	22,7	0,5	26,2	1	22,1	0,5	11,3	0,8	33	1,6	19	0,6	—	—		
Лесной (♂♂)	26,1	0,5	10,1	0,4	36,2	1	9,2	0,3	—	—	13,1	0,6	59,1	1,1	21,6	0,4	22	0,3	22,4	0,3	—	—	—	—	33,2	0,9	18,7	0,8	17,7	0,6	10,6	0,5
Безлесный (♂♂)	22,4	0,6	8,1	0,3	27	0,9	70,3	—	—	—	9,3	0,3	51	2,1	19,3	0,5	19,3	0,4	19,1	0,5	—	—	—	—	30,1	0,9	15,1	0,3	15,1	0,3	8	0,3

топов в пределах отдельных природных зон, например, лесных и безлесных местностей в зоне полупустынь и степей, либо в зонах горных и субтропических лесов.

По нашим данным, в зоне полупустынь и степей лесные (имеются ввиду тугайные леса) и типичные для зоны — степные — биотопы вышеперечисленных *A. farris* и видами рода *Tugorhagus* осваиваются в разной степени. В степных биотопах они приурочены к гнездам животных (норы грызунов, муравейники), где размножаются даже в зимние месяцы. В тугайных же лесах акариды обитают лишь в сравнительно теплых сезонах, зато размножаются здесь весьма интенсивно; в зимние месяцы они мигрируют в типичные для зоны биотопы, где концентрируются, главным образом, в гнездах животных.

В стадиях переживания поселения степных и лесных биотопов постоянно контактируют друг с другом, что, видимо, и является основной причиной их значительного сходства. Это даст о себе знать при сравнении упомянутых поселений по морфологическим особенностям. Например, поселения *A. farris* в Муганей степи (Азербайджан), сопоставляемые по 17-ти морфологическим деталям, достоверно отличаются друг от друга лишь по одному — самцы и двум — самки (см. таблицу 1). Из 18-ти признаков, по которым сопоставлялись поселения *T. perniciosus* в Мильской степи (Азербайджан), достоверные различия проявляются лишь по трем признакам. Аналогичная картина наблюдается у *T. putrescentiae* близ г. Рустави (Грузия) и некоторых других видов.

Совершенно иначе обстоит дело с поселениями контрастных биотопов в зонах горных и субтропических лесов. В первую очередь, это касается их стациальной приуроченности. В безлесных биотопах этих зон акариды обитают, в основном, в стадиях-резерватах, в типичных же для зоны местностях они более или менее равномерно распределены в разнообразных лесных местообитаниях. В обоих случаях акариды обнаруживаются в течении всего года, по встречаемости и обилию в отдельных местообитаниях эти биотопы заметно отличаются друг от друга.

Сопоставляя поселения вышеперечисленных биотопов по размерам органов тела, мы убеждаемся в значительных различиях между ними. В качестве примеров можно привести поселения *T. perniciosus* в субтропических лесах близ г. Сухуми (Грузия) (таблица 2), поселения *T. longior* в окрестностях Тбилиси, а также *A. farris*, *T. putrescentiae*, *T. silvester* в лесах Верхней Рачи, Боржомского ущелья (Грузия), Нагорного Карабаха (Азербайджан) и т.д. Во всех случаях различия эти по большинству признаков статистически достоверны. С одной стороны, экологические особенности, выраженные в стациальной приуроченности, а с другой — существенные морфологические отклонения, свидетельствуют о том, что поселения контрастных биотопов в зонах горных и субтропических лесов более или менее независимы.

Своеобразной структурой характеризуются синантропные виды акарид. Так, например, поселения *Acarus sigo* в большинстве случаев незначительно отличаются друг от друга морфологически (таблица 3) и не проявляют сколько-нибудь резких отклонений в экологическом отношении (Каджая, 1975). Это видимо связано с тем, что поселения эти менее изолированы друг от друга в силу частого проникновения элементов одних в другие. Такой контакт осуществляется в результате хозяйственного обмена зернопродуктами между отдаленными друг от друга районами Кавказа.

Таблица 3

Сравнительная характеристика поселений А. sigo из разных точек Кавказа

Самки

Место сбора	Длина												Расстояние																							
	Ch			d ₁			d ₂			pa			ad			Λ IV			Г+К IV			An			G			B ₃			d ₁ -d ₁			d ₂ -d ₂		
	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т			
Цители	33,1	0,4	9,7	0,6	16,3	1,5	49,4	2,8	24	3,1	25,8	1,1	27,4	0,7	34,6	2,1	25,1	0,9	11,7	0,5	35,3	3,8	21	2,2												
Цкаро	34,3	3,2	9,8	0,7	16,3	1,4	54,6	1,6	26	1,4	27,4	0,8	26,7	0,5	34,1	0,8	25	0,3	12,7	1	31,8	1,1	16	0,9												
Поти	33,5	0,5	10,1	0,5	18,2	1,2	61,4	1,6	36,6	2	25,7	0,7	26,9	0,7	33	1,2	23,9	0,8	12,1	0,5	32,1	1,1	19,6	1,2												
Манглиси	35,7	0,7	13,4	0,6	20,6	1,3	71,8	4,9	23,4	2,6	28,1	1,5	29,6	1,1	36,3	0,8	25,6	0,9	13,4	0,8	36,7	1,5	22,3	0,5												

Самцы

Место сбора	Длина												Расстояние																													
	Ch			d ₁			d ₂			p ₁			p ₂			F			P ₃			Λ IV			Г+К IV			An			d ₁ -d ₁			d ₂ -d ₂			p ₁ -p ₁			p ₂ -p ₂		
	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т	М	м	т			
Цители	29,9	0,2	8,6	0,4	17,4	0,5	14,0	0,8	27,9	1,4	57	1,5	17,9	0,2	22,5	0,5	23,7	0,4	27,1	0,6	15,2	0,6	27,7	0,9	9,9	0,4																
Цкаро	30	0,5	8,3	0,2	15,6	0,8	15,1	0,6	26,1	1,2	54,7	2,6	17,4	0,8	24	0,7	23,8	0,5	28,3	0,5	17,1	0,4	20,1	0,8	9,6	0,4																
Манглиси	29,6	0,4	8,7	0,2	15,6	1	14,7	0,9	25,8	1,7	60,1	1,2	17,7	0,3	23,5	0,5	22,7	0,4	29	0,4	16,1	0,5	28	1,6	10	0,4																



Как видно, разным видам акарид и поселениям одних и тех же видов в разных природных зонах свойственны различные морфо-экологические отклонения. Структура полевых видов более сложна по сравнению с синантропными формами. Для поселений лесных и безлесных биотопов лесных зон морфо-экологические различия существенны; в то же время они заметно изолированы друг от друга. Поселения контрастных биотопов в полупустынях и степях более или менее связаны друг с другом и морфологически почти идентичны; из них обитатели тугайных лесов представляют собой временные поселения, обитатели же степных биотопов — постоянные.

Из сказанного следует, что место разных поселений в иерархии пространственных группировок акарид различно. В частности, поселения лесных и безлесных биотопов в пределах лесных зон, как и поселения типичных биотопов в полупустынной зоне, соответствуют понятию «экологическая популяция» (Наумов, 1967, 73); поселения же тугайных лесов в полупустынях и степях — понятию «микрораспространение» (Шварц, 1969). Синантропные виды (каким является, например, *A. sigo*), по крайней мере на Кавказе, видимо не расчленены на самостоятельные популяции. Следовательно, их поселения в большинстве случаев составляют крупные пространственные группировки, которые, на наш взгляд, вполне соответствуют понятию «географическая популяция» (Наумов, 1967, 73).

Популяционные различия у акарид не ограничиваются лишь особенностями, описанными выше. Во многих случаях межпопуляционные различия могут достигать даже таксономического значения. Об этом здесь было сказано лишь попутно; более же подробно этот вопрос будет рассмотрен в специальной работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Беклемишев. Пространственная и функциональная структура популяций. Бюлл. МОИП, биология, 1960, 65, 2.
2. Н. П. Дубинин, Эволюция популяций и радиация. Атомиздат, М., 1966.
3. Г. Ш. Каджая, Опыт эколого-морфологического анализа акарид Кавказа. «Мецниереба». Тбилиси, 1975.
4. Э. Майр Зоологический вид и эволюция. «Мир», М., 1968.
5. Э. Майр, Принципы зоологической систематики. «Мир», М. 1971.
6. Н. П. Наумов. Пространственная структура вида у млекопитающих. Зоол. ж., 1971, 50, 7.
7. Н. П. Наумов, Структура популяций и ее динамика. Зоол. ж., 1967, 46, 10.
8. Н. П. Наумов, Популяционная экология, проблемы и задачи. Сб. Современные проблемы экологии. Изд. МГУ, 1973.
9. В. А. Пантелеев, Популяционная экология водной полевки и меры борьбы. «Наука», М. 1968.
10. С. С. Шварц, Эволюционная экология животных. Свердловск. 1969.
11. С. С. Шварц, Эволюционная экология. Сб. Современные проблемы экологии. Изд. МГУ, 1973.



რ ე ზ ი უ მ ე

კავკასიაში ერთი და იმავე სახეობის დასახელებანი თავისი მორფო-ეკოლოგიური თავისებურებებით არატოლფასოვანი არიან. ამის შესაბამისად მათი ადგილი სივრცობრივი დაჯგუფებების იერარქიაში განსხვავებულია. სახეობის ფარგლებში შესაძლოა გამოიყოს „გეოგრაფიული“, „რეგიონალური“, „ეკოლოგიური“ პოპულაციები და აგრეთვე შიდაპოპულაციური დაჯგუფებები — „მიკროპოპულაციები“.

G. KAJAJA

ON THE NONEQUIVALENCE OF THE ACARIDAE SPECIES POPULATIONS

S u m m a r y

In the Caucasus the habitats of the same species are not equivalent in terms of their morphological peculiarities. Hence, their place in the hierarchy of spatial groupings differs. "Geographical", "regional", "ecological" populations can be identified within a species, as well as intrapopulation groups or "micropopulations".

А. Т. Ц И Ц В И Д З Е

К ВОПРОСУ ПЕРЕЗИМОВКИ АВСТРАЛИЙСКИХ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В БАТУМСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Дендрофлора Австралии в основном относится к мегатермическому климатотопу. С тех пор как австралийский континент отодвинулся к северу и вошел в зону тропиков с незначительным количеством осадков, он оказался под влиянием палеотропической флоры. Это случилось в конце эоцена и с тех пор началось процветание ныне характерных для флоры Австралии родов акаций и эвкалиптов [3]. Для флоры Австралии кроме самобытности, характерен также большой эндемизм, что обусловлено изоляцией и специфичными физико-географическими условиями континента. Большая часть эндемичных таксонов—сем. миртовых, роды акации, казуарины, многочисленные виды сем. стеркулиевых, имеют связи с тропической флорой, а другие семейства (вересковых и сложноцветных) с флорой южного полушария.

В климате Австралии Вальтер определяет 6 основных типов [5], из которых 4 носят экваториальный, тропический и субтропический характер различного гидрологического режима. На преобладающей территории средняя годовая температура воздуха колеблется от 15° до 23, 2°. Абсолютный минимум температуры воздуха редко и только в горах или на южной части континента равняется—10°—20°.

Термическим режимом побережье Батуми сходно с субтропическими и умеренно—теплыми районами Австралии. От континента Австралии Черноморское побережье Аджарии резко отличается гидрологическим режимом.

Для Австралии, главным образом, характерен сухой и жаркий климат, где подобно средиземноморским странам, мало осадков выпадает в зимние месяцы, а лето исключительно сухое. Специфичный термический и гидрологический режим находят свое отражение в ритмичности сезонного развития растительности Австралии. Рост и цветение растений круглогодичное, исключение составляют сухие периоды года. Морозоустойчивость видов, не имеющих сезонного ритма развития, естественно низкая, т. к. их физиологические процессы не связаны с перезимовкой. В группу таких растений объединена интродуцированная на Черноморском побережье Кавказа австралийская дендрофлора.

Завоз ее и внедрение в культуру начат в начале прошлого столетия. В декоративном садоводстве и в области мелнирации заболоченных почв



испытано более 200 видов—представителей родов: *Eucalyptus*, *Araucaria*, *Callistemon*, *Melaleuca*, *Acacia*, *Doriphora*, *Angophora*, *Tristania*, *Freilingia*, *Pittosporum*, *Leptospermum*, *Hakea*, *Lomatia*, *Casuarina*, *Callitris*, *Brachichiton*.

Из них в зиму 1940/41 годов от мороза выпали из коллекции Батумского ботанического сада—*Acacia retinodes* var *floribunda*, *A. cultriformis*, *A. verticillata*, *A. pinifolia* [1].

В 1934—1938 годах С. Г. Гинкулем австралийская дендрофлора Батумского ботанического сада была обогащена видами: *Leptospermum scoparium* var *nicholsii*, *Eucalyptus cinerea* var *multiflora*, *E. melliodora*, *E. fraxinoides*, *E. maideni*, *E. diversicolor*, *E. pilularis*, *E. deanei*, *E. gigantea*, *E. nitens*, *E. propinqua*, *E. rostrata*, *E. umbellata*, *E. dealbata*, *Angophora intermedia*, *Acacia previssima*, *Hakea saligna* [1]. Из них от суровой зимы 1949/50 годов выпали: *Eucalyptus melliodora*, *E. concolor*, *E. fraxinoides*, *E. diversicolor*, *E. gigantea*, *E. pilularis*, *E. propinqua*, *E. hemiflora*, *E. dealbata*, *Acacia previssima*, *Hakea saligna*. До корневой шейки подмерзли: *Eucalyptus maideni*, *E. deanei*, *E. rostrata*, *E. umbellata*, *E. saligna*, *E. robusta*, *Angophora intermedia*, *Callistemon citrinus*, *C. speciosa*, *C. rigidus*, *Leptospermum scoparium*, *Acacia molissima*, с повреждением кроны перезимовали остальные виды эвкалиптов и *Araucaria bidwilli* [2]. В 1950—1956 годах В. Каландадзе и автором данной статьи в Батумский ботанический сад были завезены: *Eucalyptus antipolitensis*, *E. gigantea*, *E. regnans*, *E. moorei*, *E. pauciflora*, *E. sideroxylon*, *E. gigantea* var *obliqua*, *E. rubida*, *E. dalrympleana*, *E. mannifera*, *E. fastigata*, *E. nova-anglica*, *E. angophoroides*, *E. dives*, *E. perriniana*, *E. sieberiana*, *E. salicifolia*, *E. leucoxylon*, *E. aggregata*, *E. blakelyi*, *E. gomphocephala*, *E. populifolia*, *E. polyanthemos*, *E. robertsoni*, *Tristania conferta*, *Callistemon foenicus*, *Callistemon flava*, *Melaleuca huegelii* и др. Из отмеченных видов представители родов *Melaleuca*, *Brachichiton*, *Sterculia*, *Casuarina* погибли через несколько лет в одну из холодных зим при температуре -3° — -5° . В последующие годы из коллекции Батумского ботанического сада выпали все вышеуказанные виды акации, казуарины. В результате слабой морозостойкости погибли при морозе -5° — -6° *Eucalyptus populifolia*, *E. nova-anglica*, *E. sieberiana*, *Tristania conferta*, *Eucalyptus sideroxylon*, *E. leucoxylon*, *E. melliodora*. По неизвестной причине засохли с 1976 по 1980 гг *Eucalyptus pauciflora*, *E. niphophylla*, *E. moorei* (они морозостойкие, выдерживают более низкие температуры воздуха, характерные для побережья Аджарии). Из испытанной австралийской дендрофлоры в Батумском ботаническом саду до сегодняшнего дня сохранились наиболее устойчивые виды—*Eucalyptus angophoroides*, *E. lindleyana*, *E. camaldulensis*, *E. botryoides*, *E. bridgesiana*, *E. cinerea*, *E. cordata*, *E. dalrympleana*, *E. dives*, *E. fastigata*, *E. gigantea*, *E. globulus*, *E. gunnii*, *E. macarthuri*, *E. maideni*, *E. smithii*, *E. mannifera*, *E. multiflora*, *E. nitens*, *E. gigantea* var *obliqua*, *E. ovata*, *E. regnans*, *E. rubida*, *E. salicifolia*, *E. stellulata*, *E. viminalis*, *Callistemon citrinus*, *C. rigidus*, *C. speciosus*, *Tristania laurina*, *Hakea saligna*, *Lomatia longifolia*, *Leptos-*

ragnum scoparium, *L. pubescens*, *Callitris oblonga*. Вышестемеченные виды хорошо растут и обильно плодоносят, за исключением *Araucaria bidwillii*, у которой образуются шишки, но с пустыми семенами (в коллекции сада имеется лишь женский экземпляр).

Очередным естественным испытанием морозостойкости древесно-кустарниковых растений была зима 1985 года. В феврале температура воздуха на Черноморском побережье Аджарии внезапно упала ниже 0°. 18 февраля она была равна $-1,3^{\circ}$ — $-2,9^{\circ}$. В последующих числах температура не повышалась, а к 22 февраля абсолютная минимальная температура воздуха на поверхности снежного покрова в низменных местах упала до -12° — -14° , на склонах до $-6,9^{\circ}$ (высота над уровнем моря 60—100 м). В отличие от предыдущих относительно суровых зим морозы февраля 1985 года были продолжительными, с сильными ветрами (до 10—18 мсек) и снегопадами, толщина снежного покрова 115 см. Хотя зима 1985 года была не столь суровой по минимальной температуре, результаты отрицательного влияния на субтропические растения были весьма ощутимы. В частности: *Araucaria bidwillii* Hook.—один экземпляр, высотой 25 м, подмерзла вся крона и 1/2 часть общей высоты ствола. Восстанавливается порослью.

Tristania laurina R. Br.—впервые завезена А. Н. Красновым в 1913 году, претерпела подмерзания несколько раз, восстанавливается порослью. В 1985 году порослевой экземпляр подмерз до корневой шейки, уцелели лишь некоторые ветки под снежным покровом.

Eucalyptus umbellata (Gaertn) Domin. в Батумском ботаническом саду с 1913 года достигает высоты 8—9 м, вымерзала вся надземная часть растений. Восстанавливается порослью. Для широкого разведения не перспективен.

E. camaldulensis Dnhh.—на Черноморском побережье Аджарии с 1913 года страдает от тяжело-суглинистой кислой почвы и высотой не превышает 6—8 м. Зимой 1985 года часть деревьев подмерзла до корневой шейки, а другая часть перезимовала лишь с повреждением кроны или большинства веток. Для лесокультурного разведения не пригоден.

E. rudis Endl. на Черноморском побережье Кавказа периодически страдает от мороза. В 1985 году подмерз до корневой шейки, для широкого разведения не пригоден.

E. bridgesiana R. T. Bak. завезен из юго-восточной Австралии. В отличие от других видов эвкалипта хорошо растет на известковых почвах. В 1985 году перезимовал с повреждением кроны и 1/5 части общей высоты ствола. Пригоден лишь для коллекции древесных растений сада.

E. maideni F. Muell. в Батумском ботаническом саду 2 экземпляра, высотой 25 м. При температуре $-8,6^{\circ}$ в 1950 году вымерзла вся надземная часть растения. Возобновился порослью, достиг 19 м высоты и вновь пострадал в 1985 году, подмерзла вся крона и 1/3 часть общей высоты ствола. В культуре не пригоден, интересен лишь для коллекции сада.

E. macarthuri Deane et Maid один из широко распространенных ви-

дов эвкалипта на Черноморском побережье Кавказа, сильно повреждается от снегопада и мороза ($-8^{\circ}-9^{\circ}$). Зимой 1985 года при температуре $-7^{\circ}-8^{\circ}$ у некоторых деревьев подмерзла вся крона и часть ствола, у некоторых—лишь крона или отдельные ветки. Заслуживает внимания для широкого разведения.

E. globulus Labill.—широко встречается в культуре на Черноморском побережье Грузии, достигает в высоту 25—30 м. Периодически подмерзает до корневой шейки или подмерзает вся крона и часть ствола. В зиму 1985 года у преобладающего большинства экземпляров подмерзла вся крона и часть ствола, а у некоторых—отдельные ветки. Пострадавшие от мороза экземпляры восстанавливаются порослью. Кроме этого, вид обладает свойством самовозобновления самосевом. Эти особи почти без повреждения выдерживают более суровые зимы, чем завезенные из Австралии экземпляры. Результаты более чем векового испытания этого вида на Черноморском побережье Кавказа показывают, что морозостойкость его ниже среднего уровня. Но из-за быстроты роста, высокой декоративности и хороших лечебных свойств привлекает внимание для промышленной культуры в приморской зоне Аджарии.

E. viminalis Labill.—широко распространенный в культуре вид эвкалипта в Западном Закавказье. Выдержал строгое испытание нескольких суровых для субтропических растений зим с 1882 года по 1985 год. Наиболее сильно пострадал в зиму 1949/50 гг при морозе $-8^{\circ}-9^{\circ}$, вымерз до корневой шейки и лишь единичные экземпляры перезимовали с повреждением кроны. В настоящее время один из наименее пострадавших от мороза экземпляров в Батумском ботаническом саду, имеет высоту около 30 и 150 см в диаметре. В феврале 1985 года при температуре воздуха $-7^{\circ}-8^{\circ}$ с сильными ветрами этот вид вновь пострадал, однако в зависимости от возраста и местопроизрастания некоторые экземпляры сохранились без повреждений, у некоторых повредилась лишь крона, а молодые особи вымерзли до корневой шейки.

Несмотря на это прутьевидный эвкалипт заслуживает внимания, следует его широко разводить в виде лесных культур и в декоративном садоводстве, поскольку между морозными годами, повторяющимися через 10-15 лет, он достигает крупных размеров и дает большой запас деловой древесины. Разведение из семян, собранных в районах Абхазии и Ментрелии, безусловно повысит морозостойкость вида.

E. serhulosagra Blak. —испытывается с 1913 года, экземпляры первичной интродукции, несмотря на многократные повреждения от мороза сохранились до 1985 года. В феврале 1985 года пострадала крона. Для широкого разведения вид не пригоден. Сравнительно медленно восстанавливается после мороза и не достигает больших размеров. Годен лишь для коллекции.

E. smithii T. Baker—на Черноморском побережье с 1913 года. На красноземных почвах Батумского ботанического сада растет быстро, за 35—40 лет достигает 25—30 м высоты, цветет с марта по сентябрь, в суро-

вые зимы подмерзает до корневой шейки или зимует с повреждением кроны и части ствола. В феврале 1985 года при температуре -7° , сопровождающейся сильными ветрами, подмерзла вся крона и $1/5$ часть общей высоты ствола. Из-за сравнительно низкой морозостойкости не пригоден для широкого разведения.

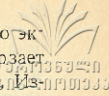
E. ovata Labill—завезен из юго-восточной Австралии. Испытывается с 80-х годов прошлого столетия. В Аджарии, на глинистых желтоземмах растет достаточно быстро, достигая высоты 20—25 м. Отличается средней морозостойкостью, выдерживает температуры -8° — -9° с повреждением листьев и веток. В феврале 1985 года при продолжительной низкой температуре воздуха (-5° — -7°) с сильными ветрами пострадал довольно сильно. Почти у всех экземпляров подмерзла вся крона и верхушки стволов. После повреждения восстанавливается порослью. Для широкого разведения мало перспективен.

E. angophoroides R. T. Baker—в Батумском ботаническом саду с 1954 года. От других видов отличается относительно высокой морозостойкостью. В приморской зоне Абхазии выдерживает морозы до -13° с повреждением надземной части деревьев. Но точка замерзания этого вида не стабильна и зависит от продолжительности морозного периода, силы ветра и состояния растения. В феврале 1985 года при температуре воздуха -7° — -8° , длившейся 5—6 дней с сопровождением ветра (скорость 10—18 м/сек.), некоторые экземпляры подмерзли до снежного покрова, а у некоторых подмерзли лишь ветви и часть ствола. В приморской зоне Аджарии пригоден для лесоразведения и декоративного садоводства.

E. stellulata Labill. в Батумском ботаническом саду с 1913 года. Отличается средней морозостойкостью, выдерживает морозы до -8° с повреждением кроны или отдельных веток. Зимой 1985 года выдержал с потерей листьев. Растет главным образом с искривленным стволом и для лесоразведения не пригоден.

E. dives Schauer. в Батумском ботаническом саду с 1954 года, достигает высоты 10—15 м, морозостойкость выше среднего. При температуре -7° — -8° в 1985 году у большинства экземпляров вымерзла часть кроны и листьев; по сравнению с другими видами растет медленно. Для широкого разведения не пригоден.

E. cinerea F. Muell—широко культивирован на Черноморском побережье Аджарии, встречается в ветрозащитных насаждениях, при облесении склонов и слабозаболоченных мест. Растет не хуже, чем у себя на родине, достигая 20 м высоты. Отличается относительно высокой морозостойкостью. Температуру -8° выдерживает с вымерзанием лишь кроны, 1985 год перезимовал почти без повреждений. Заслуживает более широкого распространения как наиболее декоративный и лечебный вид эвкалипта.



E. saligna Sm. на Черноморском побережье Аджарии несколько экземпляров с 1938 года. Отличается слабой морозостойкостью, подмерзает при -4° -5° , в 1985 году подмерзли все надземные части растений. Из-за слабой морозостойкости для массового разведения не пригоден.

E. deanei Maiden. Относится к группе эвкалиптов со слабой морозостойкостью, сильно страдает от снегопада и пониженной температуры (-5° -8°). В феврале 1985 года при -7° подмерзла вся надземная часть растений. Быстро восстанавливается порослью. Но, в отличие от других видов, растет медленно, за 30—35 лет не превышает высоты 7—8 м, не представляет ценности.

E. umbellata Domin.—периодически подмерзает до корневой шейки, а отдельные экземпляры вымерзают с корнем. В феврале 1985 года погибла вся крона и 1/5 часть общей высоты ствола. После повреждения восстанавливается быстро, достигая высоты 10—15 м за 10—12 лет. Для лесоразведения не пригоден.

E. gigantea Hook. L'herit. Относительно морозоустойчивый вид. В Батумском ботаническом саду с 1949 года, за 36 лет достиг 27 м высоты и 60—70 см в диаметре, 1985 и предыдущие морозные годы перезимовал почти без повреждений. На тяжело-суглинистых желтоземах страдает от корневой гнили (засохло несколько экземпляров высотой в 15—17 м). Заслуживает широкого разведения на хорошо дренированных южных склонах.

E. regnans F. Muell. в Батумском ботаническом саду с 1950 года, достигает высоты 27—29 м, при диаметре ствола 60—65 см. Один из относительно морозостойких видов. Выдерживает кратковременные морозы -8° -9° , суровую зиму 1985 года выдержал с повреждением лишь листьев. Пригоден для широкого разведения.

E. nitens Meid. Среди испытанных на Черноморском побережье Аджарии видов рода эвкалипта наиболее ценен для широкого разведения. В Батумском ботаническом саду с 1954 года, растет быстро, за 30 лет достиг высоты более 30 м при диаметре 60—80 см, выдержал все критические для других видов зимы без повреждений. В феврале 1985 года не повредились даже листья.

Без повреждений перезимовали 1985 год также *E. rubida*, *E. dalrypleana*, *E. mannifera*, но в отличие от *E. nitens* они растут сравнительно медленно, за 36 лет они достигли высоты 15—19 м и имеют искривленный ствол; для фитомелиорации слабо заболоченных мест и в декоративном садоводстве на побережье Аджарии могут применяться широко.

От мороза 1985 года, как и в предыдущие морозные годы, сильно пострадал также вид *Acacia melanoxylon*, подмерзли до корневой шейки деревья высотой 12—15 м, а *Acacia dealbata*, сильно пострадавшая в суровые зимы предыдущих лет, в 1985 году перезимовала без повреждений.

В 1985 году ожидалось сильное повреждение *Callistemon* и *Leptospermum*, но благодаря высокому снежному покрову эти виды сохранились почти без повреждений. Среди интродуцированных древесно-кустарниковых растений других субтропических стран в феврале 1985 года более

или менее сильно пострадали также *Citrus limon* (L.) Burm.—вымерз с корнем, *C. sinensis* (L.) Osbeck—особенно сорт Вашингтон—навед в некоторых местах подмерз до корневой шейки, *C. unshiu* Mogo—у некоторых деревьев подмерзла часть кроны и 1—3-х летние побеги; *Pinus patula* McClcl—у молодых экземпляров подмерзла вся крона; *Pinus montezumae*—пострадала хвоя; *Cordyline australis*, *Eatsia papyrifera*—листья и концы одлетних побегов; *Manihot carthoginensis*—вся надземная часть.

Слабая морозостойкость австралийской дендрофлоры на Черноморском побережье Аджарии связана с их эндогенной ритмичкой морфофизиологических процессов. Все они имеют продолжительный период роста. У видов эвкалипта, казуарины, тристании, каллитриса, араукарии Бидвилла и других, легко страдающих от мороза, деятельность камбия при теплой погоде продолжается до конца декабря и дольше. «Вызревание» побегов (дигнинизация оболочек древесных клеток) не завершается до наступления критических для замерзания температур воздуха. Кроме того для австралийских древесно-кустарниковых растений не свойственно предзимнее закаливание. Симонович Д., Валсен С. и Бриджи Д. [4] критерием закаливания растений считают исчезновение крахмала в клетках. По мнению этих авторов при наличии крахмальных зерен в цитоплазме увеличивается степень повреждения растений от мороза. Проведенные нами цитохимические анализы показали, в 1—2 летних побегах у видов австралийской дендрофлоры, страдающей от мороза, крахмал обнаруживается в большом количестве даже зимой. Установлено также, что ритм цветения и плодоношения австралийских растений не совпадает с ритмичкой климата приморской зоны Аджарии. Например, цветение эвкалиптов на побережье Батуми наблюдается и зимой, т. е. их ритм сезонного развития доказывает то, что в годичном цикле онтогенетического развития австралийских растений нет периода органического покоя, что является основной причиной их гибели при незначительно низкой температуре.

Подытоживая результаты исследований австралийских растений в Батумском ботаническом саду, для озеленения склонов, низменностей и городов приморской зоны Грузии можно рекомендовать: *Eucalyptus gigantea*, *E. regnans*, *E. nitens*, *E. rubida*, *E. dalrympleana*, *E. cinerea*, *E. viminalis*, *E. globulus*, *E. macarthurii*, *E. mannifera*, *Leptospermum pubescens*, *Callistemon speciosus*, *C. rigidus*, *C. citrinus*, остальные же виды представляют интерес лишь для коллекций Сухумского и Батумского ботанических садов.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Г. Г и н к у л. Известия Батумского Ботанического сада. 5. 1940. с 3.
2. М. Д. Г л о н т и. Е. Ю. Сабатини. Бюл. Глав. Бот. сада, вып. 12. 1952, с 33.
3. А. Л. Т а х т а д ж я н. Флористические области земного шара. М. 1978.
4. D. S i m o n v i t c h. D. Briggs. Studies of the chemistry of living bark in relation to frost hardiness, v11, Plant physiol. 29, 19, 54.
5. Н. V a l t e r. Klimadiagramm Veltatlas. Ved Gustav Fischer Yerlag. Jena. 1960,

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია 1985 წლის ზამთრის გავლენა ავსტრალიის მერქნაან მცენარეებზე (ბიდგელის არაუკარია, კუნინგამისებრი კაშუარისა, კალიტრისი, დაფნფოთოლა ტრისტანია, ლევა აკაცია, მერქანშავი აკაცია, ევკალიპტის მრავალი სახეობა და სხვა (ზათუმის ბოტანიკურ ბაღში). აღნიშნულია, რომ 1985 წლის თებერვალში, როცა ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა —6,9 გრადუსს, ზოგ მცირეობაში კი —7-8 გრადუსს გაუტოლდა და ყინვებს თან ახლდა ძლიერი ქარი, ავსტრალიის დენდროფლორის წარმომადგენლები ბათუმის სანაპიროზე ისეთივე ხარისხით დაზიანდნენ, როგორც 1949 — 1950 წლებს ზამთარში, როცა ჰაერის მინიმალური ტემპერატურა —8-9 გრადუსს უდრიდა.

ავსტრალიის მცენარეთა ძლიერი დაზიანება მცირე ყინვების დროს იმით ახსნება, რომ შავი ზღვის სანაპიროზე მათ აქეთ ვახანგრძლივებული კამბიალური ზრდა (დეკემბრის ბოლომდე) და არ ახასიათებთ ზამთრის ღრმა (ორგანული) მოსვენება და მასთან დაკავშირებული სანარავლო-საკვები ნახშირწყლების გარდაქმნა დამცავ ნოვთიერებად (ცხიმებად).

A. T. TSITSVIDZE

ON THE WINTERING OF AUSTRALIAN WOODY PLANTS IN
BATUMI BOTANICAL GARDEN

S u m m a r y

The paper presents the results of long-standing investigations of Australian dendroflora on the seacoast of Adjara. It is pointed out that in February 1985, during a continuing lower temperature of the air (-7° — -8°) and strong winds with speed 10—18 m/sec: there perished up to the root collar: *Acacia melanxylon* R. Br., *Casuarina cunninghamiana* Mig., *Eucalyptus deanei* Maid., *E. robusta* Smith, *E. saligna*, Sm., *E. umbellata* (Gaerth) Domin, *Tristania laurina* R. Br.

The entire crown and 1/5-2/3 of the total height of the trunk was frozen in the species: *Eucalyptus maideni* F. Muel., *E. smithii* R. T. Baker, *E. fastigata* Deane et Maiden, *E. camaldulensis* Dehnh., *E. globulus* Labill, *E. cephalocarpa* Blak., *E. ovata* Labill, *E. viminalis* Labill (in some specimens), *E. macarthuri* Deane et Maiden (in young specimens), *Araucaria bidwilli* Hook,

Withered without any damage or lost only a small part of the leaves: *Callistemon citrinus* Staph., *C. speciosus* DZ., *C. rigidus* R. Br., *Leptospermum scoparium* Forst.

Apart from Australian plants from the following species suffered frost from *Manihot carthaginensis* (Sacq) Muell Arg., *Cocculus laurifolius* DC., *Cordyline australis* Hook. F., *Butia capitata* (Mart.) Blec., *Phoenix canariensis* Hort., *Pinus patula* Schlecht et Cham.

For wider breeding on the Black sea coast recommended are: *Eucalyptus nitens* Meid., *E. rubida* Deane et Maid., *E. dalrympleana* Maid., *E. gigantea* Hook., *E. regnans* F. Muell., *E. cinerea* F. Muell.



Д. И. БЛАЗОВ, Г. А. САНАДЗЕ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСИЛЕНИЯ ИЗОПРЕНОВОГО ЭФФЕКТА И ФОТОСИНТЕЗА

Для исследования механизма световых стадий фотосинтеза и изопренового эффекта как фотобиологических процессов особый интерес вызывает изучение их спектральных характеристик (спектр действия, световые кривые для монохроматического света различных длин волны, квантовый выход и т. д.), а также определение и количественное сопоставление усиления фотосинтеза и изопренового эффекта по всей видимой области спектра.

Оптические системы для измерения скорости фотосинтеза по выделению кислорода, с одной стороны, и по измерению изопренового эффекта и скорости фотосинтеза по ассимиляции CO_2 —с другой, отличаются друг от друга. В первом случае объем камеры, площадь листа и, соответственно, требуемый поток световой энергии монохроматического луча существенно меньше, чем в остальных случаях.

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И УСИЛЕНИЯ ФОТОСИНТЕЗА ПО ВЫДЕЛЕНИЮ КИСЛОРОДА

Источники света и система освещения. Эксперименты для измерения усиления фотосинтеза требуют одновременного наличия двух монохроматических лучей с разными длинами волны. Источником дальнего красного света, излучающим строго монохроматический свет с $\lambda = 700 \pm 3$ нм, служили два германиевых светодиода, которые были смонтированы внутри рабочей камеры на специальных стойках в непосредственной близости от листового диска (рис. 1). Для освещения объекта дополнительным коротковолновым светом с меняющейся частотой использовали световодную систему с интерференционными фильтрами на входе. В этом случае в качестве источника света использовали йодно-кварцевую лампу с биспиральной вольфрамовой нитью, температура которой достигает 3000°K . Мощность лампы 300 Вт. Лампа наполнена парами йода, которые взаимодействуют с вольфрамом, испаряющимся с раскаленной нити, образуя йодид вольфрама, который, попадая на спираль, диссоциирует. В результате этого кругового процесса, называемого йодным циклом, вольфрам возвращается на спираль и не оседает на стенках. Лампа может работать длительное время при сравнительно высоких температурах спирали без потемнения кварцевой колбы. Спектральная характеристика лампы приводится на рис. 2.

Для поглощения дальнего ИК-излучения сфокусированный луч пропускается через водяной слой толщиной 5 см, а более коротковолновая часть ИК-излучения поглощается специальным кварцевым стек-

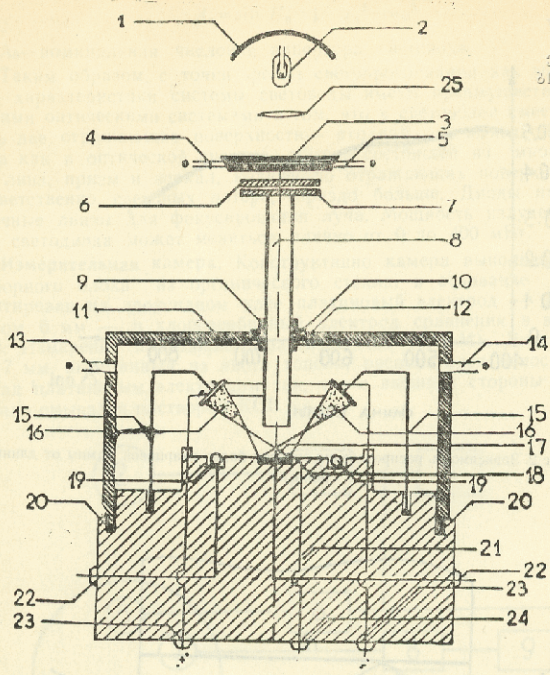


Рис.1. Измерительная установка. 1-эллипсоидальное зеркало, 2-йодно-кварцевая лампа, 3-вапшочка с водой, 4 и 5-вход и выход потока воды, 6-бесцветный фильтр, 7-интерференционный фильтр, 8-световод, 9-уплотнительный винт, 10-уплотнительное кольцо, 11-крышка камеры, 12-тефлюновая прокладка, 13 и 14-вход и выход газа, 15-стойки для светодиодов, 16-светодиоды, 17-платиновый электрод, 18-тепловой приемник светового излучения, 19-хлорсеребряный электрод, 20-резиновая прокладка, 21-основание камеры, 22-выводы для электродов, 23-выводы питания светодиодов, 24-вывод теплового приемника, 25-собирающая линза.

лом, легированным железом. Затем интерференционным фильтром вырезается определенная полоса монохроматического света и, проходя через световод, луч падает на освещаемый объект. Световод представляет собой световодящую среду с высоким показателем преломления n_0 , окруженную светоизолирующей оболочкой с низким показателем преломления n_1 . Излучение распространяется через световод благодаря многократным полным внутренним отражениям, испытываемым лучами внутри световода на границе раздела световод-оболочка. Широко применяемое в классическом оптико-механическом приборостроении полное внутреннее отражение является, по существу, основой действия световодов как оптического элемента для переноса излуче-

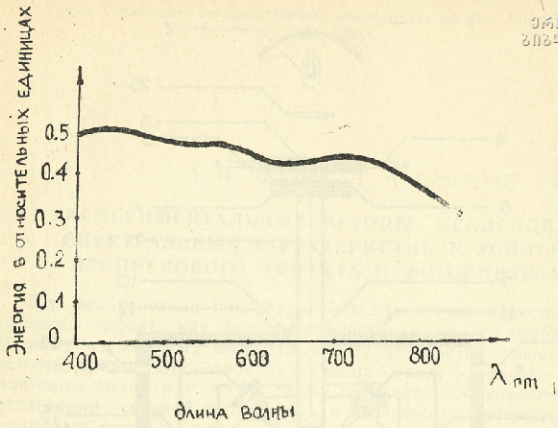


рис. 2. Зависимость распределения энергии йодно-кварцевой лампы от длины волны.

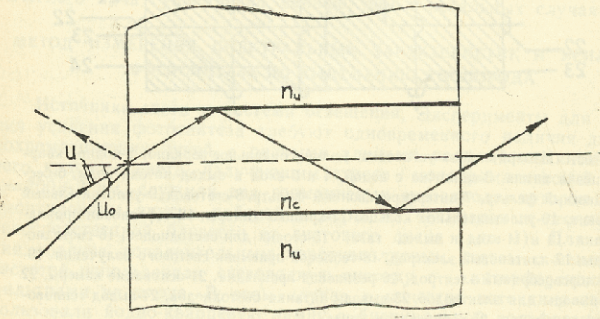


рис 3. Схема прохождения света через световод.

ния по прямой или изогнутому каналу. Если угол падения луча U , меньше, чем U_0 , то происходит многократное полное внутреннее отражение (рис. 3). При каждом отражении потеря энергии очень незначительна—от 0,001 до 0,0001% (1). Как будет видно ниже, для экспериментов по спектральной характеристике фотосинтеза (спектр действия, усиления и т. д.) очень важно иметь достаточно интенсивный монохроматический свет. Значение U_0 определяется из уравнения:

$$A_0 = \sin U_0 = \sqrt{n_i^2 - n_e^2}$$

где A_0 — номинальная числовая апертура световода.

Таким образом, с точки зрения светопропускания как энергетической характеристики системы световоды имеют преимущество перед другими оптическими системами в том, что у световодов имеется всего лишь две отражающие поверхности — входной и выходной торцы, тогда как в оптической системе, обычно состоящей из многочисленных линз, призм и зеркал, количество отражающих поверхностей и, соответственно, световых потерь, гораздо больше. Диоды имеют падочные линзы для фокусирования луча. Мощность излучения каждого светодиода может меняться плавно от 0 до 400 мВт.

Измерительная камера. Конструктивно камера выполнена в виде разборного блока из органического стекла, в основание которого вмонтирован на эпоксидном клее платиновый электрод — диск диаметром 6 мм — и хлорсеребряный электрод сравнения в виде спирали. Измерения проводили в растворе KCl (0,05 М). Диск диаметром 7 мм, вырезанный из листа тополя, располагался непосредственно над платиновым электродом так, что с внешней стороны лист постоянно омывался раствором KCl.

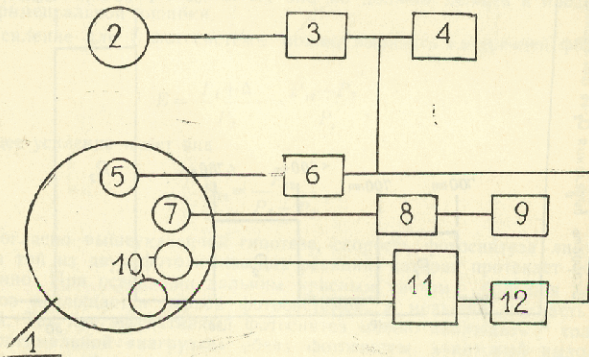


Рис. 4. Блок-схема установки. 1-измерительная ячейка, 2-одно-кварцевая лампа, 3-блок регулирования питания лампы, 4-стабилизатор, 5-светодиоды, 6-блок питания, 7-тепловой приемник светового излучения, 8-усилитель постоянного тока, 9 и 12-самописцы, 10-полярографические электроды, 11-полярограф.

Блок-схема установки изображена на рис. 4. Напряжение лампы накаливания 2 изменяется регулятором напряжения 3. Ток на светодиоде 5 подается и регулируется плавно от 0 до 10 А блоком питания постоянного тока. Изменение скорости газообмена O_2 под действием света пропорционально току, протекающему через полярографическую ячейку. Ток усиливается и регистрируется полярографом 11 и самописцем 12. Сигнал из радиационного термоэлемента 7 поступает на усилитель постоянного тока 8 и регистрируется самописцем 9.

Измерение фотосинтеза. Скорость фотосинтеза определялась по скорости измерения фотиндуцированного обмена. O_2 полярографическим методом.

ЖИТБСАН
303-001033

УСИЛЕНИЕ ФОТОСИНТЕЗА

Как известно, падения квантового выхода фотосинтеза в дальней красной области можно избежать одновременным освещением объекта как дальним красным светом, так и коротковолновым излучением, поглощаемым, в основном, II фотосистемой.

Основная трудность определения усиления фотосинтеза заключается в том, что при одновременном освещении двумя монохроматическими лучами низкой интенсивности, находящимися недалеко от светового компенсационного пункта, наблюдается кажущееся усиление как следствие отклонения от нелинейности участка световой кривой, где расположены значения этих нелинейностей. Причиной этого отклонения может также быть эффект Кока. С другой стороны, при высоких интенсивностях может иметь место частичное насыщение скорости фотосинтеза.

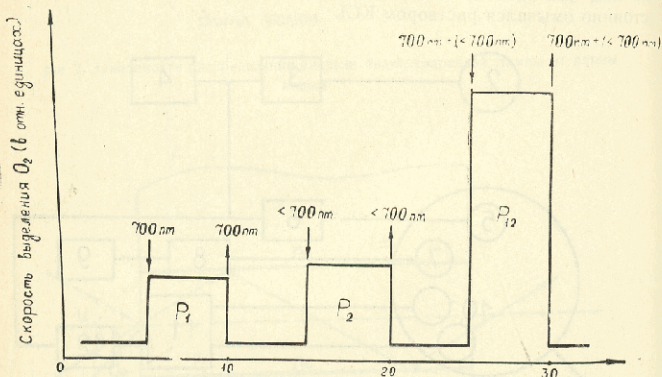


Рис. 5. Процедура измерения эффекта усиления.

Усиление определялось путем сравнения скоростей выделения кислорода при освещении монохроматическим светом: а) при длине волны 700 нм — скорость выделения кислорода P_1 , б) при коротковолновом свете — P_2 и в) при одновременном освещении P_{12} (рис. 5).

Эксперимент проводился в следующей последовательности: темнота, 700 нм, темнота, коротковолновый луч, темнота, 700 нм+коротковолновый луч, темнота. Контрольный опыт: темнота, 700 нм, темнота, 700 нм, 700 нм+700 нм, темнота. Перед экспериментом фотосинтез стимулировался белым светом интенсивностью 25 мВт.

Каждое измерение длилось 5 мин. Время эксперимента 5-6 час. Интенсивность длинноволнового луча оставалась постоянной и была 0,6-1 мВт, а для коротковолновых лучей менялась в пределах 0,2—0,8 мВт.

Для перевода световой энергии, измеряемой радиационным элементом, в количество квантов в Эйнштейнах пользовались соотношением:

$$1 \text{ Эйнштейн} \cdot \text{сек}^{-1} = \frac{11962}{\lambda_{\text{мл}}} \cdot 10^7 \text{ мВт}$$

(где $\lambda_{\text{мл}}$ — длина волны монохроматического излучения в нанометрах).

Каждая точка на кривых, приведенных в данной работе, является усредненным значением от 8 до 10 экспериментов.

Вычисление усиления

Если следовать наиболее вероятной из всех гипотез — о существовании двух независимых пигментных систем с максимумами квантовых выходов у I фотосистемы — в дальней красной области (680—700 нм), а у II фотосистемы — <665 нм, то для оптимальных условий фотосинтеза требуется эффективное протекание обеих фотохимических реакций. Альтернативная гипотеза о существовании механизма «перекрывания», как показано, например, в работе (2) менее вероятна.

Усиление фотосинтеза имеет место, когда приращение скорости $\Delta r = r_{12} - (r_1 + r_2) > 0$, разумеется, оно не должно лежать в пределах экспериментальной ошибки.

Усиление для I фотосистемы можно выразить следующей формулой:

$$E = \frac{P_1 + \Delta}{P_1} = \frac{P_{12} - P_2}{P_1} \quad (2)$$

а общее усиление имеет вид

$$E_{12} = \frac{P_{12}}{P_1 + P_2} \quad (3)$$

Согласно вышеуказанной гипотезе, скорость фотосинтеза лимитируется той из двух фотохимических реакций, которая протекает более медленно. При освещении дальним красным светом большая часть квантов поглощается первой фотосистемой, а меньшая их часть — второй. Так как эффективный фотосинтез можно наблюдать только при оптимальной «нагрузке» обеих фотосистем, квантовый выход в данном случае будет низким.

Если фотосинтезирующий объект освещается только дальним красным светом и i_1 — интенсивность поглощенных дальнекрасных квантов, то

$$P_1 = a i_1 \quad (4)$$

где a — их доля, поглощенная II фотосистемой, а из части дальнекрасных квантов $(1-a)i_1$, поглощенной I фотосистемой, количество квантов $(1-2a)i_1$ является лишним до тех пор, пока не будет стимулироваться II фотохимическая реакция.

При освещении светом длиной волны <665 нм фотосинтез будет лимитироваться I фотохимической реакцией и

$$P_2 = (1-b)i_2 \quad (5)$$

где b — доля коротковолновых квантов, поглощенных II фотосистемой. Количество $(2b-1)i_2$ коротковолновых квантов является лишним, пока не будет стимулироваться I фотохимическая реакция. Одновременное облучение этими квантами приводит к эффективной работе обеих фотохимических систем.

$$P_{12} = ai_1 + bi_2 \quad (6)$$

В работе (3) приводятся аналитические формулы, описывающие модель двух независимых пигментных систем. Согласно гипотезе, невозможна передача энергии между двумя пигментными системами, т. е. поглощенные дальнекрасной пигментной системой кванты участвуют только в I фотохимической реакции, а поглощенные коротковолновой пигментной системой кванты — только во II фотохимической реакции.

При одновременном освещении дальнекрасным и коротковолновым светом устанавливается баланс между двумя фотохимическими системами, и скорость фотосинтеза равна

$$P_{12} = \frac{1}{2}(i_1 + i_2) = ai_1 + bi_2 = (1-a)i_1 + (1-b)i_2 \quad (7)$$

Это и обуславливает оптимальное использование поглощенных квантов. Для вычисления коэффициентов a и b в работе (3) получены следующие выражения:

$$E = \frac{P_{12} - P_1}{P_2} = \frac{1}{a} - 1 \quad (8)$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1-b}{2b-1} = \frac{1-2a}{a} \quad (9)$$

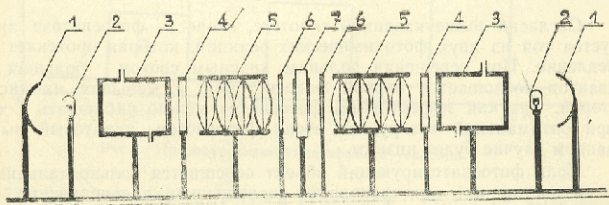


Рис. 6. Оптическая система освещения (подробно см. текст).

Оптическая система монохроматического освещения приводится на рис. 6. Световое излучение лампы 2 фокусируется эллипсоидальным зеркалом I и проходит через циркулирующий водный слой 3 толщиной 10 см для поглощения дальнего ИК-излучения и через легированное железом специальное кварцевое стекло 4 для поглощения коротковолнового ИК-излучения. Перед интерференционным фильтром 6 ставится оптическая система линз—конденсор 5, с помощью которого на интерференционный фильтр падает световой поток строго перпендикулярно к поверхности фильтра. Полуширина пропускания интер-

ференционных фильтров составляет 7 нм. Из первой оптической системы выходит монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda = 700$ нм, а из второй — $\lambda < 680$ нм. Оба монохроматических луча падают на рабочую камеру 7 с обеих торцовых сторон. Интенсивность света измеряли полупроводниковым тепловым приемником, конструкция которого описана в работе (4).

Важно отметить, что даже при обеспечении однородного освещения поверхности листа существует градиент света в поперечном сечении листа (5, 6), точное описание профиля которого является сложной проблемой оптики неоднородных рассеивающих сред (7, 8). Однако неоднородность светового поля в поперечном сечении листа уменьшается при освещении листа одновременно с обеих сторон (9).

В исследованиях по определению спектров действия, эффекта усиления фотосинтеза, биосинтеза изопрена на свету и т.д. лист освещается монохроматическим светом. Увеличить его интенсивность практически невозможно без качественного ухудшения монохроматичности света (происходит «прошивание» интерференционных фильтров или дифракционных решеток, применяемых для получения монохроматического света). При малых же интенсивностях возникает опасность того, что слои листа, находящиеся ближе к источнику света, будут обуславливать линейный участок световой кривой фотобиологического процесса, а более далекие затененные участки — точки, находящиеся ниже линейного участка световой кривой. Очевидно, что и такая опасность существенно уменьшается при одновременном освещении листа с обеих сторон.

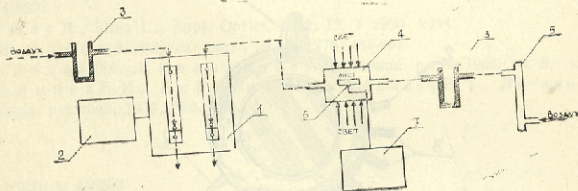


Рис. 7. Измерительная камера (подробно см. текст).

Измерительная камера. Камера представляет собой два концентрических цилиндра (рис. 7). Внутренний лагунный цилиндр является собственно измерительной камерой с объемом 112 см³. К одному из оснований приклеен тонкий диск стекла. Такой же диск стекла вклеен в съемный флянец I, служащий крышкой камеры. Через эти стеклянные диски монохроматический свет достигает листа практически без потерь. Воздух в камере может циркулировать через отводы. 2. В замкнутой камере даже при циркуляции воздуха возникает значительный градиент концентрации газовой смеси, водяного пара и температуры. Этот эффект намного уменьшается при наличии интенсивного перемешивания внутри камеры. С этой целью в камеру вмонтирована крыльчатка, приводимая в движение мотором Уоррена 4. С помощью вентиляции скорость диффузии газовой смеси в камере намного увеличивается. Лист вносится в камеру так, что его черешок помещается

в водяной карман 5. В этих условиях лист в течение 4-5 час поддерживает один и тот же уровень скорости фотосинтеза и изопренового эффекта. Этого времени вполне достаточно для проведения всего цикла эксперимента. В камере имеются два термодатчика — один для измерения температуры внутри камеры, а другой — для измерения температуры листа. Контакты термодатчиков через патрубок 6 присоединены к измерителю температуры. Камера заключена в водяную рубашку, в которой через патрубки 3 циркулирует термостатированная вода, благодаря которой в ней в течение опыта сохраняется заданная температура.

К отводам 2 присоединяется ИК-газоанализатор и по поглощенной CO_2 измеряется интенсивность фотосинтеза. Если эти концы перекрыть, из полученной замкнутой системы с помощью шприца можно извлекать малое количество газовой пробы для определения изопрена, образующегося при его биосинтезе на свету.

Условия термостатирования следует строго соблюдать, так как при увеличении температуры листа на 1° выход биосинтеза изопрена может повыситься до 30% (10). Были проведены специальные испытания для проверки степени термостатирования камеры в условиях опыта. В течение 5 час измеряли температуру замкнутой камеры при ее облучении одновременно двумя источниками света интенсивностью 18 Вт/м^2 каждый. В течение всего эксперимента температура камеры оставалась постоянной в пределах $\pm 0,2^\circ\text{C}$, что составляет ошибку не более $\pm 6\%$.

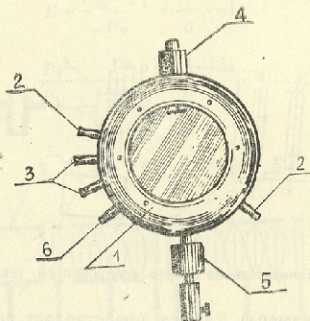


Рис.8. блок-схема установки для измерения газообмена CO_2 листом. 1 ИК-газоанализатор, 2-самописец, 3-ангидрон, 4-измерительная камера, 5-ротаметр, 6 и 7-датчик и измеритель температуры.

Измерение газообмена. Скорость фотосинтеза по кислороду определяли полярнографическим методом, а в случае ассимиляции CO_2 — ИК-газоанализатором. Подробное описание схемы примененного нами полярнографического метода дается в работе (11). На рис. 8 изображена схема измерения газообмена по ассимиляции CO_2 листом. Был использован ИК-газоанализатор фирмы «Analitical developmen» (Англия), работающий в дифференциальном режиме. Через контрольную кювету газоанализатора проходит поток воздуха, содержащий 300 ппм CO_2

Параллельно, через измерительную камеру, проходит тот же воздух, поступающий из последовательно присоединенной к ней камеры с листом. Для удаления влаги газовые потоки проходят через ангидрон. Скорость потока воздуха 0,7 л/мин. Ошибка опыта составляла не более $\pm 6\%$.

Для измерения скорости выделения изопрена из герметически закрытой камеры с помощью шприца извлекалась проба газа (0,5-с мл), объем которой практически не влиял на концентрацию изопрена в камере. Затем на газовом хроматографе фирмы "Carlo Erba" (Италия) определяли количество изопрена в пробе, после чего рассчитывали скорость выделенного листом изопрена на 1 час на 1 дм² листовой площади. Ошибка измерения составляла $\pm 5\%$.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. С а т т а р о в Д. К. Волоконная оптика, Л. Изд. Машиностроение, 1973, 3, с. 27.
2. J o l i o t P., J o l i o t A., K o k B. Analysis of the interaction between the two photosystems in isolated chloroplasts. Biochim. Biophys. Acta, 1968, v. 153, p. 635
3. B a n i s t e r T. T. V g o o s h a n M. L. Enhancement of the photosynthesis of chlorella Pyrenoidosa as a function of farred and short-wave illuminations. Plant. Physiol. 1964, v. 39, p. 622
4. Б а а з о в Д.И., И в а н о в Г.П., С а н а д з е Г. А. Изв. АН ГССР, сер. биол. 10, 3, 204, 1984.
5. Р а б и н о в и ч Е. Фотосинтез, т.2, с. 356, М., Изд-во ИЛ, 1953.
6. S e y f r i e d M., F u k s h a n s k y L. Appl. Optics. 1983, 82, N6, 1402-1403.
7. Г у м и н и ц к и й С.Г., Р в а ч ё в В.П. Журн. прикл. спектроскопии, 1966, 5, 674-680.
8. К и т а г Р., S i l v a L., Appl. Optics, 1973, 12, 8 2950- 2954.
9. О я В., Л а й с к А. Физиол. раст., 23, 3, 1976, 445-451.
10. С а н а д з е Г.А., К а л а н д а д з е А.Н. Физиол. раст., 1966, 13, 3, 458-464.
11. Е ф и м ц е в Е.И., Б о й ч е н к о В.А., Е ф и м ц е в Е. Г., Л и т в и н Ф. Ф., Физиол. растений, 1978, №6, 860.

დ. ბააზოვი, ზ. სანაძე

იზოპრენის ემისიის და ფოტოსინთეზის გაძლიერებისა და სპექტრალური მახასიათებლების კვლევის ექსპერიმენტული მეთოდები

რ ე ზ ი უ მ ე

დამუშავებულია ფოტოსინთეზის და იზოპრენის ეფექტის გაძლიერების სპექტრალური მახასიათებლების განსაზღვრის და გამოთვლის მეთოდები. ფოტოსინთეზის სიჩქარის გასაზომად CO₂-ის ასიმილაციით გამოყენებულია ინფრაწითელი ვაზოანალიზატორი, ხოლო ენაგზადის გამოყოფით — პოლაროგრაფიული მეთოდი. იზოპრენის ბიოსინთეზის სიჩქარე განსაზღვრულ იქნა ქრომატოგრაფიული მეთოდით.

დამუშავდა საკმაოდ მაღალი ინტენსივობის (8—16 ვატი/მ²) მონოქრომატული სხივების მისაღები ოპტიკური სისტემები.

შემნიშნა გასაზომი დანადგარები ორიგინალური კონსტრუქციის კამერებით: 1. ენაგზადის გამოყოფით ფოტოსინთეზის სიჩქარის გასაზომად ორი მო-

ნოქრომატული სანათლის წყაროთი ფოთლის განათებისას. ერთ-ერთ სანათ-
ლის წყაროდ პირველად იქნა გამოყენებული მკაცრად მონოქრომატული (700 ± 3 ნმ)
და თვითმაფოტოსირებელი სხვიანი ფოტოდiodი. 2. CO₂-ის ასმილა-
ციით ფოტოსინთეზისა და იზოპრენის ბიოსინთეზის სიჩქარის ვასაზომად.

D. BAAZOV, G. SANADZE

EXPERIMENTAL METHODS OF INVESTIGATION OF THE SPECTRAL CHARACTERISTICS
AND OF INCREASING THE SOPRENE EFFECT AND PHOTOSYNTHESIS

S u m m a r y

Methods have been developed for the determination and computation of photosynthesis and the spectral characteristics of the intensification of the isoprene effect. To measure the rate of photosynthesis by CO₂ assimilation use was made of an IR gas analyzer, and the polarographic method by oxygen release. The rate of isoprene biosynthesis was determined by the chromatographic method.

Optical systems were developed for production of fairly high intensity ($8-16 \text{ watt/m}^2$) monochromatic beams.

Measuring devices with chambers of original design were also developed: 1) for measuring the rate of photosynthesis at oxygen release at the illumination of the leaf from two monochromatic light sources. A strictly monochromatic (700 \pm 3nm) and autofocussing ray photodiode was used for the first time as one of the light sources; 2) for measuring the rate of photosynthesis by CO₂ assimilation and of isoprene photosynthesis.

Н. П. НЕМСАДЗЕ, Н. Н. БАГРАТИОНИ

ГОРМОНАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ФАЗ СПЕЛОСТИ СЕМЯН КУКУРУЗЫ

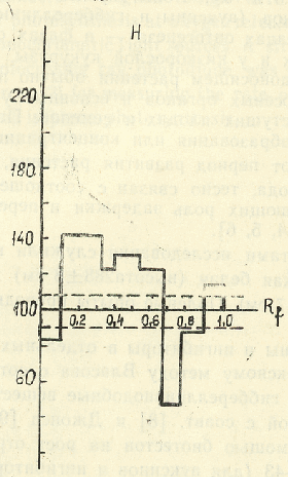
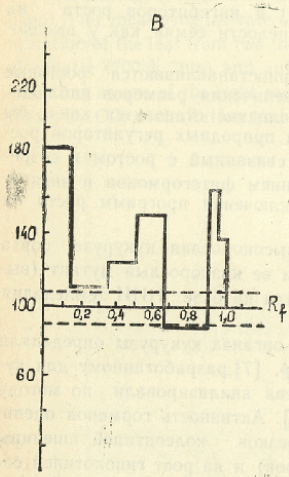
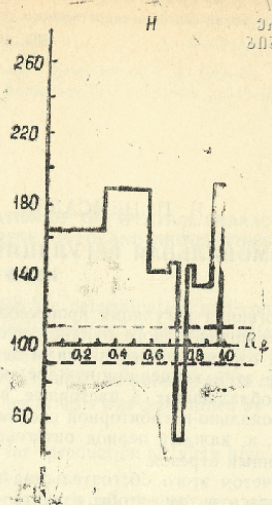
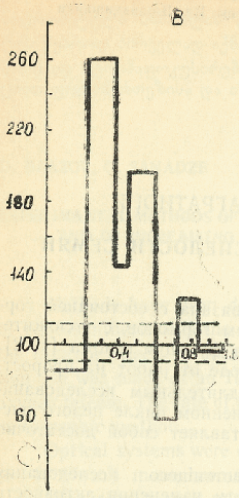
Эндогенная регуляция процессов роста связана с состоянием гормонально-ингибиторного баланса и с влиянием гормонов, с положительным и отрицательным знаками действия на функции генома [1, 2]. Развитие этой концепции нуждается в переходе от работ на проростках, преобладающих в настоящее время, к длительным исследованиям гормонально-ингибиторной системы в жизненном цикле целого растения, т. к. каждый период онтогенеза представляет собой достаточно гетерогенный отрезок.

С учетом этого обстоятельства задача настоящего исследования заключалась в том, чтобы изучить особенности изменения активности фитогормонов (ауксины и гиббереллины) и ингибиторов роста на поздних этапах онтогенеза — в фазах спелости семян как у высокорослой, так и у низкорослой кукурузы.

В плодоносящем растении обычно приостанавливаются ростовые процессы осевых органов и основные увеличения размеров наблюдаются в растущих плодах и семенах. Последние становятся как бы центрами образования или концентрации природных регуляторов роста [3]. Этот период развития растения, связанный с ростом и созреванием плода, тесно связан с соотношением фитогормонов и ингибиторов, играющих роль задержки и переключения программ роста и развития [4, 5, 6].

Объектами исследования служили высокорослая кукуруза сорта Аджаметская белая (высота 288 ± 8 см) и ее низкорослый мутант (высота 159 ± 7 см). Полевые опыты проводили на базе НИИ земледелия Грузии.

Ауксины и ингибиторы в отдельных органах кукурузы определяли по комплексному методу Власова с соавт. [7], разработанному для кукурузы, а гиббереллиноподобные вещества анализировали по методу Ложниковой с соавт. [8] и Джонса [9]. Активность гормонов оценивали с помощью биотестов на рост отрезков колеоптилей пшеницы Альбидум-43 (для ауксинов и ингибиторов) и на рост гипокотилей салата Берлинский (для гиббереллинов). Учитывая недостатки одномерной хроматографии и для большей достоверности, экстракты, содержащие ауксины и ингибиторы, разделяли в двух смесях растворителей: БУВ (н-бутанол — уксусная кислота — вода, 40:12:28) и БАВ (н-бутанол — аммиак — вода, 10:1:1), а для гиббереллиноподобных веществ использовали: ХЭУ (хлороформ — этилацетат — уксусная кисло-



Րիս.1 Ակտիվություն ալկալոիդների և ինհիբիտորների անալիզի արդյունքները ցուցված են ցորենի սերմերի ֆազա-մոլոչային սնունդի էթերային ֆրակցիայի համալուծումից ստացված քրոմատոգրաֆիկային խառնուրդի ԲԱՎ, Բ-վարակարգային, Կ-նվազակարգային:

Րիս.2 Ակտիվություն ալկալոիդների և ինհիբիտորների անալիզի արդյունքները ցուցված են ցորենի տերևների ֆազա-մոլոչային սնունդի էթերային ֆրակցիայի համալուծումից ստացված քրոմատոգրաֆիկային խառնուրդի ԲԱՎ, Բ-վարակարգային, Կ-նվազակարգային:

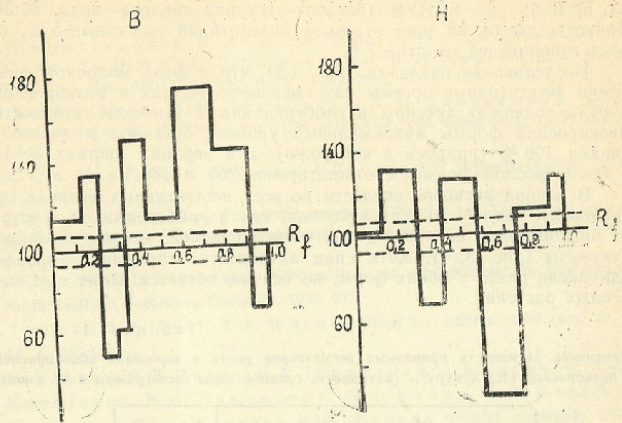


Рис. 3. Активность ауксинов и ингибиторов в апикальной части стебля кукурузы. Фаза восковая спелость семян. Фракция эфирная. Хроматографическая смесь-БАВ. В-высокорослая, Н-низкорослая.

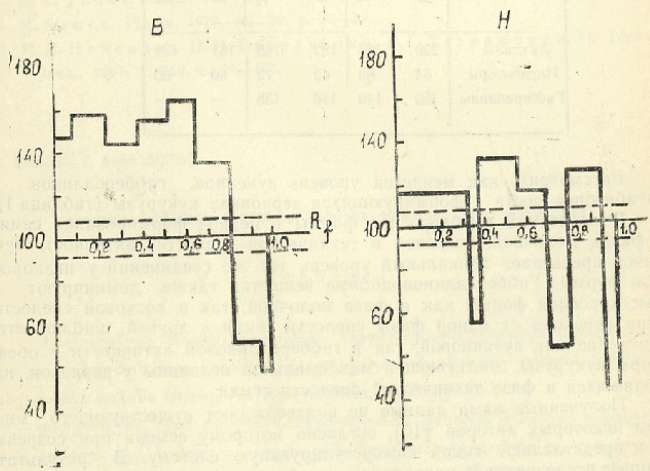


Рис. 4. Активность ауксинов и ингибиторов в верхних листьях кукурузы. Фаза-восковая спелость семян. Фракция эфирная. Хроматографическая смесь-БАВ. В-высокорослая Н-низкорослая.

та, 60:40:5) и БЕНУВ (бензол—уксусная кислота—вода, 80:30:50). Точность тестов на рост отрезков coleoptилей пшеницы $\pm 5\%$, а на рост гипокотилей салата $\pm 7\%$.

Исследования показали (рис. 1,2), что в фазе молочной спелости семян вегетативные органы как высокорослой, так и низкорослой кукурузы содержат ауксины и гиббереллины с высокой активностью, у низкорослой формы максимальный уровень ауксинов в апексе составлял 196% (прирост к контролю), а в верхних листьях — 142%; у высокорослой формы, соответственно, 260 и 186%.

В период восковой спелости во всех вегетативных органах резко снижается активность как ауксинов, так и гиббереллинов и возрастает ингибиторная активность как у высокорослой, так и у низкорослой кукурузы (рис. 3, 4). Хотя спад активностей гормонов происходит одинаково резко у обеих форм, но все же остается выше у высокорослых растений.

Таблица 1

Изменение активности природных регуляторов роста в зерновках высокорослой (В) и низкорослой (Н) кукурузы (активность главной зоны гистогаммы в % к контролю)

Вещества	Молочная спелость		Восковая спелость		Техническая спелость	
	В	Н	В	Н	В	Н
Ауксины	220	185	182	165	131	129
Ингибиторы	64	69	62	72	60	60
Гиббереллины	169	149	146	138	—	—

Рассмотрим как меняется уровень ауксинов, гиббереллинов и ингибиторов роста в формирующихся зерновках кукурузы (таблица 1).

В зерновках высокорослой формы в период формирования семян в фазах молочной, восковой и технической спелости активность ауксинов превышает апикальный уровень тех же соединений у низкорослой формы. Гиббереллиноподобные вещества также доминируют у высокорослой формы как в фазе молочной, так и восковой спелости. При переходе от одной фазы спелости семян к другой наблюдается снижение как ауксиновой, так и гиббереллиновой активности у обеих форм кукурузы, достигающей максимальной величины у зерновок, находящихся в фазе технической спелости семян.

Полученные нами данные не подтверждают существующего мнения некоторых авторов [10], согласно которому семена при созревании представляют собой саморегулирующую систему. В результате наших исследований, проводимых на более ранних фазах онтогенеза, высокой активности фитогормонов в семенах предшествует повышение активности тех же соединений в вегетативных органах [11]. К концу онтогенеза отмирание вегетативных органов влечет за собой снижение (ауксины) или же исчезновение (гиббереллины) фитогормонов в зерновках кукурузы.



1. Н. Н. Протасова, В. Н. Ложникова, А. А. Ничипорович, Г. Д. Шарипов, Э. М. Коф, К. К. Сидорова, В. И. Кефели, М. Х. Чайлахян. Изв. АН СССР, сер. биол., 1980, № 1, с. 94—102.
2. М. Х. Чайлахян, В. Н. Ложникова, Л. П. Хлопенкова, К. К. Сидорова, В. И. Кефели, Изв. АН СССР, сер. биол. № 4, 1977, с. 485—495.
3. Н. С. I. M. Krecching, A. Varga, I. Bruinsma. Pflanzen-physiol. 1978, 87, p. 81—98.
4. A. A. Khan. Seed dormancy: Changing concepts and theories. In: The Physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Amsterdam, N.—Y., Oxford, 1977, p. 29—50.
5. R. L. Jones, J. L. Stoddart. Gibberellins and seed germination. Amsterdam. North Holland Publishing Company. 1977, 77.
6. B. Thomas, S. E. Tull, T. J. Warner. Plant Sci. Letters. 1980, vol. 19, № 14, p. 355—362.
7. П. В. Власов, В. В. Мазин, Р. Х. Турнекая, А. В. Гуськов, А. В. Комизерко, В. Н. Ложникова, Л. Я. Янина, Э. М. Коф, Л. Н. Кононская, Г. Д. Шарипов, В. И. Кефели. Физиол. растений, 1979, т. 26, вып. 3, с. 650—655.
8. В. Н. Ложникова, Л. Р. Хлопенкова, М. Х. Чайлахян. Агрехимия, 1967, № 10, с. 132—139.
9. R. L. Jones, Planta, 1968, vol. 81, № 1, p. 97—105.
10. M. Sauge. Planta, 1978, vol. 20, p. 50—59.
11. Н. П. Немсадзе, Н. Н. Багратиони, Р. Г. Тетрашвили, Тр. Тбил. унив., 1981, т. 219, с. 99—103.

ბ. ნემსაძე, ბ. ბაბრბატიანი

სიმინდის თესლის სიმწიფის ფაზების კონომონალური რეგულაცია

რეზიუმე

შესწავლილია ზრდის ენდოგენურ ნეოთერებათა აქტივობა მაღალმოზარდი და დაბალმოზარდი სიმინდის ვეგეტატიურ ორგანოებში თესლის სიმწიფის სხვადასხვა ფაზაში (რძისებრი, ცვილისებრი, ტექნიკური).

დადგენილია, რომ თესლის სიმწიფის ერთი ფაზიდან მეორეში გადასვლისას, აღვილი აქვს სიმინდის ორგანოებში ნაერთთა აქტივობისა და ლოკალიზაციის ცვლილებას. აღნიშნული ფორმები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ზრდის ენდოგენურ ნაერთთა შემცველობით. მაღალმოზარდი სიმინდი ხასიათდება უფრო აქტიური სტიმულატორებით, ვიდრე დაბალმოზარდი ფორმის შესაბამისი ორგანოები.



HORMONAL REGULATION OF THE SEED RIPENESS PHASES IN MAIZE

Summary

The activity of endogenic growth substances in vegetative organs of large and undersized maize in the different phases of seed ripeness (milk, wax, technical) has been studied.

It is shown that during the transition from one phase of seed ripeness to another phase, there occurs a change of substance activity and location in the organs of maize.

The indicated forms were found to differ from each other in the content of endogenous growth substances. Large-sized maize contains more active stimulators than the corresponding parts of the undersized form.

The dependence between the quantity of plastid pigments and the effect of isoprene was studied in the leaves of isoprene-releasing plants. Isoprene-releasing plants were found to have almost the same ratio of plastid pigments.



Л. Д. КАКУШАДЗЕ, Ц. Г. ЦЕРЕТЕЛИ

СОДЕРЖАНИЕ ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ИЗОПРЕНВЫДЕЛЯЮЩИХ РАСТЕНИЯХ

Биосинтез и выделение изопрена листьями у некоторых древесных растений на свету при ненасыщающих фотосинтез концентрациях двуокиси углерода в атмосфере был открыт Г. А. Санадзе в 1957 году (7, 8). Многочисленными экспериментами было показано, что это явление, названное изопреновым эффектом (ИЭ), связано с фотосинтетической деятельностью листа.

Исследование этого феномена в настоящее время проводится главным образом с целью изучения механизма образования свободного изопрена, что имеет важное значение не только для уточнения механизмов фотобиологического синтеза самого изопрена, но и для установления в целом регуляции светового метаболизма клеток мезофилла изопренвыделяющих растений (4, 5). Исследованием изопренового эффекта в настоящее время, наряду с Проблемной лабораторией фотосинтеза Тбилисского государственного университета, уже занимаются многие научно-исследовательские учреждения как в нашей стране, так и за рубежом. В 1982 году к этим работам подключилась кафедра анатомии и физиологии растений ТГУ, которая занимается выявлением новых видов растений, обладающих ИЭ.

Целью нашего исследования было выявление характера зависимости между содержанием пластидных пигментов и ИЭ. Существование зависимости между количеством пластидных пигментов и ИЭ казалось вполне возможной в силу того, что многие из них относятся к полиизопrenoидам и играют важную роль в реакциях фотосинтеза и других функций освещенных клеток листа.

Каждый фотосинтезирующий организм содержит какой-либо тип хлорофилла. Некоторые молекулы хлорофилла непосредственно участвуют в первичном фотохимическом процессе, однако большая часть хлорофилла поглощает свет и переносит энергию возбуждения в фотохимические центры (2).

За последние два десятилетия было установлено, что во всех случаях у зеленых растений, водорослей или фотосинтезирующих бактерий первичный фотохимический процесс сводится к переносу электрона Хл или Бхл на какой-либо экцептор электрона. Современные фотосинтезирующие организмы действительно содержат от 50 до более чем 1000 молекул «светособирающего» (или активного) Хл вещества с другими вспомогательными пигментами на каждый фотохимический реакционный центр. Предполагается, что у высших растений, как и у клеток *Chlorella*, обычно имеется от 200 до 400 молекул хлорофил-

ла, которые выполняют функции антенны для каждого реакционного центра (2). Хлорофилл выполняет разные функции, кроме фотосинтеза, участвует в синтезе многих веществ, во вторичном обмене веществ, содействует нормальному развитию цветов и формированию плодов, развитию зародыша. Его обильное содержание в плоде повышает длительность хранения плода и увеличивает сопротивляемость к различным заболеваниям (6). Из всех каротиноидов наиболее изучен и распространен каротин. Поскольку каротин обладает высокой способностью связывать кислород воздуха, можно предположить факт участия каротина в процессе дыхания растений.

По мнению А. А. Кичигина (3), участие в размножении растений — одна из важных функций каротина, автор подчеркивает первостепенное значение накопления каротина в семенах в момент созревания. По мнению автора, это вещество преемственно передается материнским организмом в органы, которые при определенных условиях способны дать самостоятельную особь или в самом материнском организме пройти определенный путь от эмбрионального состояния до взрослого органа.

Академик М. Х. Чайлахян (10) установил, что каротин способен вызывать так называемый «вегетативный эффект» фотопериодической реакции. Он заключается в том, что обработанные каротином листья затормаживают рост главного стебля как на длинном, так и на коротком дне.

Участие каротина в ростовых процессах считается его универсальной функцией. У всех высших растений оно сокращает время прохождения объемного роста и формирование основных органов.

В настоящей работе использована методика Саложникова Д. И. и Масловой Т. Г. (9). Ацетоновые вытяжки пластидных пигментов определялись на спектрофотокориметре. Вычисления производили по формуле Ветштейна (11). Результаты экспериментальных данных представлены в таблице.

Как видно из таблицы, соотношение пластидных пигментов у изученных растений приблизительно одинаково. Количество хлорофилла «а» во всех случаях превышает количество хлорофилла «б». Исключением является *Ziquidambar styraciflua* растение, где хлорофилл «а» равен хлорофиллу «б» и составляет 0,68 мг/г, а количество каротиноидов во всех растениях меньше, чем хлорофилла.

Содержание пластидных пигментов в изученных растениях колеблется в пределах: в древесных растениях от 2,77 мг/г до 6,61 мг/г, в кустарниковых от 2,0 мг/г до 6,37 мг/г, в лианах от 2,7 мг/г до 7,11 мг/г, а в травянистых от 2,44 мг/г до 4,73 мг/г. Соотношение хлорофилла «а» с хлорофиллом «б» в растениях варьирует от 1,0 до 3,0-х, в кустарниковых — от 1,02 до 2,33-х, в лианах — от 1;53 до 2,76, в травянистых — от 1,58 до 2,46. Из изученных растений максимальное количество пластидных пигментов (7,11 мг/г) отмечалось у лианы *Wisteria Sinensis*, минимальное (2 мг/г) у кустарникового растения *Caragana Sp.*

Как видно из таблицы, кустарниковые растения (за исключением *Caragana Sp.*) характеризуются более низким уровнем содержания пластидных пигментов, особенно каротиноидов.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Изученные нами виды изопренвыделяющих растений характеризуются приблизительно одинаковым соотношением пластидных пигментов, в частности, хлорофилл «а» превышает хлорофилл «б» (за

01.03.63
203.000.01935

исключением *Ziquidambar styraciflua*), а количество каротиноидов меньше, чем количество хлорофилла;

2. Количество пластидных пигментов в изопренвыделяющих растениях колеблется в пределах одной жизненной формы: в древовидных растениях от 2,8 мг/г до 6,6 мг/г, в кустарниковых — от 2,0 мг/г до 6,4 мг/г, в лианах — от 2,7 мг/г до 7,1 мг/г, а в травянистых — от 2,4 мг/г до 4,7 мг/г;

3. Изменение общего количества хлорофилла в растениях происходит в основном за счет хлорофилла «а». Количество же хлорофилла «б» сравнительно стабильно;

4. Кустарниковые изопренвыделяющие растения (за исключением *Sagapana* Sp.) характеризуются более низким количеством пластидных пигментов, особенно каротиноидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Карабанов — Витамины и фитогормоны в жизни растений.
2. Р. Клейтон — Физические механизмы и химические модели. «Мир», М. 1984.
3. А. А. Кичигин — Каротин в дикорастущих и культурных растениях. Сыктывкар, 1970.
4. М. П. Мгалоблишвили, А. И. Литвинов, Г. А. Санадзе. Изд. ВН ГССР, 1981, т. 7, вып. 5.
5. М. П. Мгалоблишвили, Н. Я. Хедурiani, И. Калапдадзе, Г. А. Санадзе — Физ. раст., т. 25, в. 5, 1978.
6. С. И. Радченко, Н. Д. Яковлев — Ботанический журн. 1961, т. 46, в. 6.
7. Г. А. Санадзе — Сообщ. АН ГССР, т. 19, в. 1, 1957.
8. Т. А. Санадзе, Т. М. Долидзе — Сообщения АН ГССР, 27, № 6, 1961.
9. Д. И. Сапожников, Т. Г. Маслова. Труды Ботанического института им. Комарова, Серия 4, вып. 5, 1962 г.
10. М. Х. Чайлахян — Факторы генеративного развития растений «Наука», 1964.



Содержание пластидных пигментов в изопренвыделяющих растениях

Исследуемое растение	: Хлорофилл	: Хлорофилл	: Каротиноиды	: Хлорофилл	: Хлорофилл	Сумма пластидных пигментов	: Хл. белки, каротиноиды
	"a"	"b"		"a+b"	"b"		
<i>Albuzzia julibrissin</i>	2,46±0,23	0,82±0,097	1,44±0,14	3,48	3,0	4,92	2,34
<i>Novenia dulcis</i>	3,43±0,3	1,36±0,05	1,82±0,18	4,79	2,52	6,61	2,65
<i>Pisifacia chinensis</i>	1,99±0,14	1,08±0,1	0,93±0,09	3,07	1,84	4,0	3,3
<i>Ficus carica</i>	2,7±0,1	1,32±0,19	1,35±0,18	4,02	2,04	5,37	2,98
<i>Amorpha fruticosa</i>	1,37±0,09	0,7±0,08	1,7±0,13	2,17	1,96	3,77	1,2
<i>Rhamnus cathartica</i>	2,25±0,16	1,12±0,15	2,17±0,08	3,37	2,0	5,54	1,55
<i>Parrocia persica</i>	1,7±0,06	0,83±0,41	2,21±0,45	2,53	2,04	4,74	1,14
<i>Juglans nigra</i>	1,17±0,05	0,62±0,03	1,53±0,02	1,78	1,89	3,32	1,17
<i>Fraxinus Sp.</i>	1,78±0,17	0,97±0,05	2,02±0,18	2,75	1,85	4,77	1,36
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0,68±0,63	0,68±0,009	1,09±0,016	1,38	1,0	2,45	1,54
<i>Cladrastis Intec</i>	2,06±0,26	0,95±0,3	2,17±0,13	3,01	2,17	5,17	1,39
<i>Rhododendron ponticum</i>	0,9±0,4	0,54±0,032	0,56±0,16	1,44	1,66	2,0	2,57
<i>Caragana Sp.</i>	3,24±0,32	2,72±0,57	0,41±0,13	5,96	1,19	6,37	14,53
<i>Berberis vulgaris</i>	1,4±0,19	0,6±0,06	0,75±0,12	2,0	2,33	2,75	2,57
<i>Rhus typhina</i>	0,84±0,13	0,82±0,06	1,24±0,1	1,66	1,02	2,90	1,34
<i>Wisteria Sinensis</i>	3,65±0,57	1,32±0,018	2,14±0,27	4,97	2,76	7,11	2,32
<i>Clematis vitalba</i>	0,95±0,05	0,62±0,03	1,13±0,007	1,57	1,53	2,7	1,39
<i>Chelidonium majus</i>	2,23±0,024	1,41±0,4	1,09±0,007	3,64	1,58	4,73	3,34
<i>Hypericum perforatum</i>	2,24±0,1	0,91±0,23	1,18±0,13	3,15	2,46	4,33	2,57
<i>Aqpostis capillaris</i>	0,92±0,08	0,52±0,15	1,0±0,096	1,44	1,77	2,44	1,44



პლასტიდური პიგმენტების შემცველობა იზოპრენამომხრებ მცენარეებში

რ ე ზ ი უ მ ე

იზოპრენამომყოფ მცენარეების ფოთლებში შესწავლილია დამოკიდებულება პლასტიდური პიგმენტების რაოდენობასა და იზოპრენის ეფექტს შორის. დადგენილია, რომ იზოპრენამომყოფი მცენარეები ხასიათდებიან პლასტიდური პიგმენტების დაახლოებით (ქლოროფილი „ა“ და „ბ“ და კაროტინოიდები) ერთნაირი შეფარდებით, კერძოდ, ქლოროფილი „ა“ აღემატება ქლოროფილ „ბ“-ს, ხოლო კაროტინოიდების შემცველობა ნაკლებია ვიდრე ქლოროფილის რაოდენობა. პლასტიდური პიგმენტების რაოდენობა მერყეობს მცენარის ერთ სასიცოცხლო ფორმის ფარგლებში, ქლოროფილის საერთო რაოდენობის ცვლილება ხდება ძირითადად „ა“ ქლოროფილის ხარჯზე.

იზოპრენამომყოფი ბუჩქოვანი მცენარეები ხასიათდებიან პლასტიდური პიგმენტების და განსაკუთრებით კაროტინოიდების შედარებით დაბალი შემცველობით.

L. KAKUSHADZE, Ts. TSERETELI

THE CONTENT OF PLASTID PIGMENTS IN ISOPRENE-RELEASING PLANTS

The dependence between the quantity of plastid pigments and the effect of isoprene was studied in the leaves of isoprene-releasing plants. Isoprene-releasing plants were found to have almost the same ratio of plastid pigments (chlorophyl "A", "B" and carotinoids). The content of chlorophyl "A" exceeds that of "B", while the content of carotinoids is less than that of chlorophyl. The quantity of plastid pigments may vary in one living form of plant. The total chlorophyl quantity changes largely at the expense of chlorophyl "A". Isoprene-releasing bush plants have a relatively low content of plastid pigments and especially of carotinoids.

Ц. Г. ЦЕРЕТЕЛИ

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА В РАЗНЫХ СОРТАХ КУКУРУЗЫ

Согласно литературным данным (1, 2, 3, 4) воздействие ионизирующего излучения на растения слабыми дозами, а также предпосевная обработка семян стимулирующе действует на растительный организм вследствие чего в организме увеличивается обмен веществ.

В ряде работ было установлено, что после воздействия определенными дозами ионизирующей радиации в растениях увеличивается синтез таких веществ как белки (5, 6) углеводы (7) и др., которые способствуют развитию растений.

В наших опытах мы задались целью изучить содержание общего, белкового азота и белка в листьях и семенах кукурузы при воздействии на семена малыми дозами рентгеновых лучей.

Для опыта были использованы 2 сорта кукурузы. Аджаместская белая (*Zea mays*, L. *Semidentata* kulesh) и Эверта (*Zea mays*, L. *everta* start).

Облучение семян кукурузы проводили в лаборатории радиобиологии Ин-та физиологии АН ГССР. Облучали спаренными аппаратами РУТ-11, в условиях 200 кв., 15 мА, без фильтра. Семена облучали дозой 500—Р (25 р. в мин.).

Семена опытных сортов кукурузы в полевых условиях высевались в 4-х вариантах. Из них 2 варианта были облучены 500 Р-ом, остальные два (необлученные) были контрольными.

Количество общего и белкового азота, а также белка в листьях и семенах опытных растений определяли методом Хлорамина (8).

Содержание различных форм азота и белка изучали в семенах и листьях контрольных опытных растений в различные фазы развития (до цветения, цветения, молочной спелости, восковой спелости и технической спелости).

В результате проведенной работы оказалось, что влияние ионизирующей радиации на семена кукурузы вызывает изменение процентного состава общего белкового азота и белка по сравнению с контрольными растениями.

Например, общее количество азота (Табл. 1) меняется как по фазам развития, также по вариантам опытов и сортов кукурузы.

Наибольшее количество общего азота отмечено в листьях всех сортов кукурузы в фазе до цветения. Резкое уменьшение количества общего азота отмечено в листьях растений в фазе молочной спелости. Что касается семян кукурузы, то количество общего азота по фазам развития растения колеблется и здесь. Наибольшим содержанием общего азота выделяются семена в фазе технической спелости. По этому показателю резко отстают семена в фазах молочной и восковой спелости.

По сравнению с контрольными в опытных растениях несколько повышено количество общего азота. Эта закономерность замечается в листьях и семенах всех сортов кукурузы. Особенно большая разница между вариантами опытных и контрольных растений замечается во всех сортах кукурузы в фазах до цветения и молочной спелости.

Среди опытных сортов кукурузы высоким содержанием общего азота выделяется Аджаметская белая. Повышенным содержанием общего азота характеризуются как листья, так и семена этого сорта. Количество общего азота значительно уменьшается в сорте кукурузы Эверта.

В последующей серии опытов мы изучали количество белкового азота (таб. 2) в листьях и семенах опытных и контрольных растений кукурузы.

Количество белкового азота меняется как в зависимости от фаз развития растений, так и по вариантам опытов и сортов кукурузы.

Следует отметить, что высокое содержание белкового азота отмечается в листьях в фазе до цветения, а в последующих двух фазах его содержание уменьшается. Любопытно, что в фазе молочной спелости в семенах по сравнению с листьями содержание белкового азота несколько повышается. В следующей фазе количество белкового азота значительного изменения не претерпевает, а в фазе технической спелости его количество возрастает. В этой фазе отмечается максимальное увеличение количества белкового азота в семенах всех сортов кукурузы.

Из опытных сортов наибольшим содержанием белкового азота выделяется Аджаметская белая, а минимальное содержание белкового азота отмечается в сорте кукурузы Эверта.

Что касается содержания белка в изученных нами растениях (табл. 3), так же как белковый азот меняется в зависимости от фаз развития и по вариантам опытов и сортов кукурузы.

В листьях в максимальном количестве белок содержится в фазе до цветения, а в последующих фазах его количество постепенно уменьшается. В семенах кукурузы количество белка по фазам развития растений повышается и достигает максимума в фазе технической спелости. При сравнении контрольных и опытных вариантов оказалось, что семена опытных растений, облученных 500 р, отличаются большим содержанием белка, чем семена контрольных растений. Из опытных сортов кукурузы наибольшим содержанием белка выделяется Аджаметская белая.

Результаты нами проведенных исследований дают возможность считать, что в нормальных условиях развития кукурузы процентный состав общего, белкового азота и белка выше в листьях растений в фазе до цветения, а в фазах цветения и молочной спелости постепенно уменьшается.

Это явление можно объяснить передвижением вышеупомянутых форм азота из вегетативных органов в генеративные.

При созревании семян процесс интенсивного синтеза белка начинается в фазе молочной спелости.

Можно сказать, что синтез белка в одинаковой интенсивности протекает в фазах молочной и восковой спелости, а в фазе технической спелости количество белка уменьшается.

Исходя из литературных данных, одним из важнейших процессов при созревании кукурузных семян является накопление белков.

Таким образом в связи с созреванием в кукурузных семенах процентный состав белков резко увеличивается. Это подтверждают ис-

следования Т. Плешкова 191, согласно которым при созревании абсолютная масса семян резко увеличивается, вместе с тем процентный состав белков повышается.

Эти данные указывают на то, что при созревании в семенах кукурузы, как и в других зерновых, количество питательных веществ увеличивается.

Полученные нами данные показывают, что предпосевная обработка семян кукурузы малыми дозами (500р) понизирующей радиации, оказала определенное влияние на содержание общего белкового азота и белка в семенах и листьях кукурузы.

Показано, что наибольшее количество общего и белкового азота, а также белка отмечается в листьях кукурузы в фазе до цветения, а в семенах — в фазе технической спелости.

Из опытных сортов максимальное количество белка содержат семена Аджаметской белой в технической спелости.

Кафедра анатомии и физиологии
растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. ს. თედორაძე — მეცხარეთა რადიოაქტიური სელექცია. გამომცემლობა „საბჭოთა სკიპროველი“ თბილისი — 1968 წ.
2. И. М. Васильев — Действие понизирующей излучений на растения: Изд-во АН СССР, Москва — 1962 г.
3. Георгий Стойков, Калин Иванов, Методы Антонов — Физиология растений, 1986, 12, № 1, 65—74.
4. P. M. Naig, K. K. Ussui, M. T. Janave, V. Satyanarayana, M. B. Redharka a. J. Indian Inst. Sci., 1983, 64, №6. 91-106.
5. И. А. Горланов, В. Н. Гушина, С. Г. Транезникова, Транспорт веществ и биоэлектрогенез у растений, Горький, 1983.
6. ც. წებრეთელი, ვ. კალატოზიშვილი — თხე შრომები, თბილისი, 1963 წ. 160—167.
7. Л. А. Арман, Т. А. Кочеткова, С. Ф. Измайлов, И. А. Смирнов — «Физиологические и биохимические исследования растений», Рига, 1978 г., 128—134.
8. Х. Н. Починок — Методы биохимического анализа растений: Изд-во «Наукова думка», Киев, 1976 г.
9. გ. პლეშკოვი — სსსრფსო-სამეურნეო მეცხარეთა ბიოქიმია, გამომცემლობა „განათლება“ თბილისი — 1971 წ.

Таблица 1

Содержание общего азота (в %-х на абс. сух. в.) в листьях и семенах разных сортов кукурузы при воздействии на семена рентгеновыми лучами



		Фаза до цветения	Фаза цветения	Фаза молочной спелости		Фаза восковой спелости	Фаза технической спелости
		лист	лист	лист	семя	семя	семя
Аджаметская белая	Контрольный	4.67	4.00	3.22	4.00	3.22	5.12
	Облученные (500р)	4.92	4.12	4.50	4.02	3.45	5.29
Эверга	Контрольный	4.15	3.67	2.77	2.77	3.07	5.10
	Облученные (500р)	4.35	3.92	3.72	3.50	3.23	5.18

Таблица 2

Содержание белкового азота (в %-х на абс. сух. в.) в листьях и семенах разных сортов кукурузы при воздействии на семена рентгеновыми лучами

		фаза до цветения	Фаза цветения	Фаза молочной спелости	Фаза восковой спелости	Фаза технической спелости	
		лист	лист	лист	семя	семя	семя
Аджаметская белая	Контрольный	3.51	2.50	3.09	3.22	3.18	4.07
	Облученные (500р)	3.75	3.25	3.35	3.87	3.31	4.35
Эверга	Контрольный	3.50	3.10	2.12	2.62	3.12	4.08
	Облученные (500р)	3.62	3.62	3.19	2.91	3.25	4.25

3. შედეგები

მაონიშობელი რადიაციის ზემოქმედების პასუხა საერთო აზოტის და ცილის შემცველობაზე სხვადასხვა ჯიშის სიმინდში

რეზიუმე

შესწავლილია რენტგენის სხივებით (500 რ.) თესვების თესვისწინა და-სხივების გავლენა აზოტის სხვადასხვა ფორმისა და ცილის შემცველობაზე სიმინდის ორ ჯიშში.

Содержание белка (в %-х на абс. сух. в.) в листьях и семенах разных сортов кукурузы при воздействии на семена рентгеновыми лучами

		Фаза до цветения	Фаза цветения	Фаза молочной спелости		Фаза восковой спелости	Фаза технической спелости
		лист	лист	лист	семя	семя	семя
Аджиметская белая	Контрольный	19.50	15.00	18.54	19.32	19.08	24.42
	Облученные (500р)	22.51	19.50	20.11	23.22	19.86	26.11
Эверга	Контрольный	21.00	18.50	12.72	15.72	18.72	24.00
	Облученные (500р)	21.72	21.72	19.14	17.46	19.50	25.51

მიღებული მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ სიმინდის თესვების რენტგენის სხივების მცირე დოზებით დამუშავება იწვევს საერთო, ცილოვანი აზოტის და ცილის რაოდენობის მატებას სიმინდის ტექნიკური სიმწიფის თესვებში.

სიმინდის საცდელ ჯიშებს შორის ცილის მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება აჯამეტის თეთრის ტექნიკური სიმწიფის თესვებში.

Ts. TSERETELI

EFFECT OF IONIZING RADIATION ON THE TOTAL NITROGEN AND PROTEIN CONTENT IN DIFFERENT VARIETIES OF MAIZE

Summary

The effect of X-ray exposure (500R) of seeds prior to sowing on different nitrogen compounds and protein in two varieties of maize was studied.

X-ray exposure of maize seeds to small doses was shown to result in an increase of total protein nitrogen and protein content in maize seeds of technical maturation.

Among the examined varieties of maize protein maximal content was found in Ajametis Tetri seeds in the period of technical maturation.

Н. В. ЧИКАШУА, Г. А. ЦИЛОСАНИ

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА МЕСТНЫХ ШТАММОВ АЗОТОБАКТЕРА

Ростовые вещества обладают универсальным действием, с их участием протекают разные стадии онтогенеза (1, 19).

Ростовые вещества регулируют физиологические и морфологические корреляции, играют важную роль в регенерации организмов и т. д. (8, 37, 38, 81).

Отмечена стимулирующая роль ауксина на поглощение солей и его роль в дыхании, как кофактора фосфотазы (88, 92, 93, 94).

А. Леопольдом (Leopold) также отмечалось, что ауксин является переносчиком H^+ ионов при синтезе нуклеиновых кислот и белка.

Синтез гиббереллина азотобактером культурной жидкости Az. chroococcum показан бумажной хроматографией — при этом накапливался гиббереллин A_3 (87, 86, 91). После длительных поисков обнаружено нативное вещество антиауксинового действия — абсцизовая кислота (29), вещество которое подавляет действие ауксина на рост отрезков coleoptилей пшеницы (95).

Известны антиауксины, весьма близко стоящие по структуре к ауксинам, но отличающиеся от них рядом свойств, которые и обуславливают их специфическое действие (19).

В настоящее время большое внимание уделяется выяснению физиологической роли природных ингибиторов роста. Абсцизовую кислоту можно обнаружить с помощью биотестов и двумерной хроматографии (28, 59).

Лучевая энергия распространяется в виде электромагнитных волн. Электромагнитное излучение волн разной длины развивает электромагнитный спектр. Разные участки этого спектра вызывают многообразные физиологические эффекты своим тепловым действием (10, 31, 33, 49).

При воздействии магнитным полем происходит восстановление собственных колебаний до нормы (13, 25).

Радиобиология как наука еще слишком молода, чтобы решить важнейшую проблему — проблему действия увеличенной дозы радиации на отдельные поколения (26).

Объектом исследования служили выделенные нами местные штаммы азотобактера №№ 92, 97 и 98.

В контрольных и обработанных магнитным полем (6 эрстедов) в течение 5, 10, 20, 40 и 60 минут вариантах определяли активность регуляторов роста.



Активность регуляторов роста определяли методом бумажной хроматографии по В. И. Кефели и др. (28).

- Хроматографирование проводили в двух системах растворителей:
 I — Бутанол — уксусная кислота — вода (40:12:28)
 II — Бутанол — аммиак — вода (10:1:1).

Для определения биологической активности веществ, обнаруженных на хроматограммах, применяли биотест на рост отрезков coleoptилей пшеницы, разработанный Бояркиным (9).

Прирост coleoptилей, выращенных на элюатах из отдельных участков хроматограмм, вычисляли по отношению к приросту coleoptилей в сосуде, содержащем раствор 2%-ной сахарозы с кусочком хроматографической бумаги (контроль). Прирост контроля принимали за 100%.

Хроматограммы ростовых веществ контрольных и обработанных магнитным полем в течение 5, 10, 20, 40 и 60 минут штаммов показали следующее: контроль № 92 штамма в I растворителе содержит только ингибиторы, среди них большей активностью характеризуются вещества с R_f —0,4 и 0,7.

II растворитель содержит соединения с R_f 1,0; 0,4; 0,7 и 0,8, стимулирующие рост отрезков coleoptилей пшеницы; наивысшая активность наблюдается у вещества с R_f 0,7 (266,6%). Всего выявлены 6 веществ, обладающих ингибиторной активностью. Повышенной активностью отличаются вещества с R_f 0,2; 0,6 и 1,0 (66,6%).

Обработанный магнитным полем в течение 20 мин. штамм 92 в I смеси содержит один стимулятор с R_f 0,8 (122,2%). 9 веществ являются ингибиторами роста. Большой активностью отличаются соединения с 0,1 и R_f 0,2 зоны (88,8%).

II растворитель во всех десяти зонах содержит ингибиторы, наивысшая ингибиторная активность наблюдается у соединения с R_f 0,4; (99,9%). Ингибиторная активность веществ остальных зон (R_f 0,4; R_f 0,8 и R_f 0,9) одинакова.

Из хроматограммы штамма, подвергшегося действию магнитного поля в течение 40 мин., в I растворителе выделен I стимулятор с R_f 0,8 (110,0%), 9 соединений оказались ингибиторной природы. Ингибиторной активностью выделяется среди них вещество с R_f 0,2 (77,7%).

Элюаты со всех зон II растворителя характеризуются ингибиторным действием. Наивысшую активность выявляют соединения с R_f 0,2; R_f 0,4 и R_f 0,9 (99,9%—66,6%).

Данные контрольных и обработанных в течение 20 и 40 мин. вариантов указывают на то, что при 20 мин. обработке в I растворителе число стимуляторов возрастает на 1 единицу. При обработке же в течение 40 мин. различий не обнаруживается.

Во II растворителе отмечаются изменения. В отличие от контроля хроматограммы обработанных в течение 20 и 40 мин. вариантов содержат лишь ингибиторы.

В контрольном варианте штамма 97 в I растворителе стимуляторов не оказалось. Ингибиторы же обнаруживаются во всех 10 зонах. Большой активностью отличаются соединения с R_f 0,6 и R_f 0,7. Во II растворителе оказалось два стимулятора с высокой активностью. Соединения с R_f 1,0 и R_f 0,9 стимулируют рост отрезков coleoptилей пшеницы соответственно на 266,6% и 233,3%. 8 соединений являются ингибиторами. Среди них вещества с R_f 0,7 и R_f 0,5 ингибируют рост на 66,6%, активность остальных соединений низка (33,3%).



При пятиминутной обработке в I растворителе во всех десяти зонах оказались ингибиторы, иными словами упомянутая доза не влияет на активность регуляторов роста. II растворитель содержит один стимулятор (Rf 0,3 (200 %)), 9 соединений характеризуются ингибиторной природой. По сравнению с контролем при пятиминутной обработке одно вещество потеряло стимулирующую способность и стало ингибитором.

Вытяжки обработанных в течение 10 минут варианта содержат в I растворителе только ингибиторы, во II растворителе выявлено 3 стимулятора (т. е. их число увеличилось) с Rf 0,3; Rf 0,4 и Rf 0,5 (активность 200 %, 200 %, 133 %, соответственно).

Данные, полученные при обработке магнитным полем в течение 20 мин., в I растворителе отчетливо указывают на положительное влияние упомянутой дозы на штамм 97. В отличие от контроля, 7 веществ характеризуются высокой стимулирующей активностью: Rf 0,2 (266,6%), Rf 0,4 (266,6%), Rf 0,5 (133,3%) Rf 0,6 (233,3%), Rf 0,7 (266,6%), Rf 0,8 (133,3%) и Rf 1,0 (266,6%).

Во II растворителе выявлены, в основном, ингибиторы с пониженной активностью; исключение представляет соединение с Rf 0,6. Двадцатиминутная обработка вызывает увеличение активности веществ, выявленных в I растворителе, во II растворителе же — лишь ингибиторы с низкой активностью.

Для наглядности приводим гistogramмы I и II растворителей контрольных и обработанных магнитным полем в течение 20 минут вариантов.

В элюатах штамма 97 обработанных в течение 40 мин в I растворителе уменьшается как количество, так и активность стимуляторов, по сравнению с двадцатиминутным вариантом. Ростовых веществ оказалось 3: Rf 0,3; Rf 0,4 и Rf 1,0 (160,0 %). II растворитель и в этом варианте выявил лишь ингибиторы, среди них вещества с Rf 0,4; Rf 0,5 и Rf 1,0 обладают большей активностью.

При обработке в течение 60 мин. штамма 97 в I растворителе продолжает уменьшаться число стимуляторов. Выявлено одно вещество с Rf 0,6, при этом активность данного соединения не превышает 120 %. Активность ингибиторов также низка; исключение представляет вещество с Rf 0,9 (80,0 %).

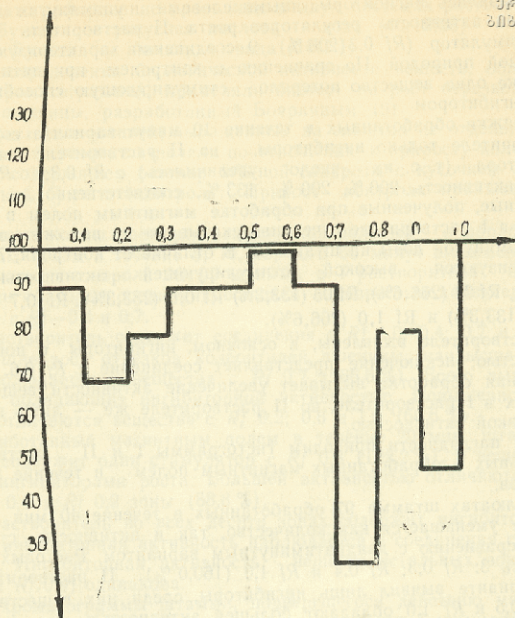
Во II растворителе наблюдается иная картина: здесь выявлено 5 веществ стимуляторной и 5 ингибиторной природы. — Стимуляторы с Rf 0,1; Rf 0,2 и Rf 0,6 (230,0 %; 160,0 %; 160,0 %).

Таким образом, обработка магнитным полем штамма 97 повышает как количество, так и активность стимуляторов (266,6 %; 233,3 %; 233,3 %).

В контрольном варианте штамма 98 как в I, так и во II растворителях выявляются лишь ингибиторы роста с низкой активностью.

При обработке в течение 5 мин. в I растворителе изменений не наблюдается. Стимуляторы не обнаруживаются, во всех десяти зонах выявлены только ингибиторы. Во II растворителе по сравнению с контрольным вариантом отмечаются определенные различия: число ингибиторов уменьшилось до 8,2 (соединения обладают стимуляторной способностью).

Хроматограммы I растворителя двадцатиминутных вариантов содержат 5 веществ со стимулирующей активностью и 5 ингибиторов роста. Двадцатиминутная обработка магнитным полем уменьшает число ингибиторов, во II растворителе же число стимуляторов увеличи-



1. Активность ростовых регуляторов. Контроль 97 штамма, I растворитель.

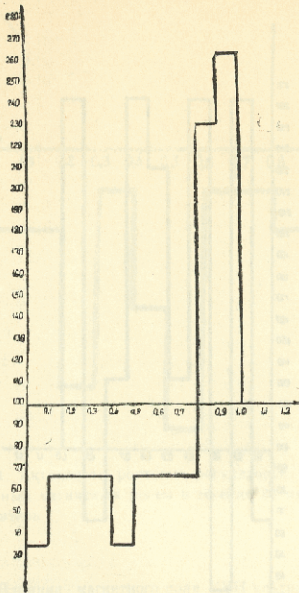
валяется до 7. Вместе с тем, повышается и их активность; 3 вещества ингибиторного действия с высокой активностью. Таким образом, двадцатиминутная обработка штамма 98 положительно влияет на число ростовых веществ.

Обработка в течение 40 минут штамма 98 в I растворителе еще одним увеличивает число стимуляторов по сравнению с предыдущими вариантами. Их число достигает шести — все они характеризуются высокой активностью, особенно высока активность соединений с R_f 0,1; R_f 0,6; R_f 0,7 и R_f 1,0 (266,6 %).

При обработке в течение 60 минут в I растворителе выявляются также 6 стимуляторов, а во втором — число стимуляторов становится, 8, 2 соединения ингибиторной природы (R_f 0,4 (66,6 %) и R_f 0,8 (33,3 %)).

Таким образом, при обработке магнитным полем уменьшается как число, так и активность ингибиторов. Увеличение числа ингибиторов в двадцати — и сорокаминутных вариантах получены во II растворителе №№ 92 и 97 штаммов.

Число стимуляторов и ингибиторов роста по данным I и II растворителей в контрольных и обработанных магнитным полем местных штаммах азотобактера представлены в первой таблице.

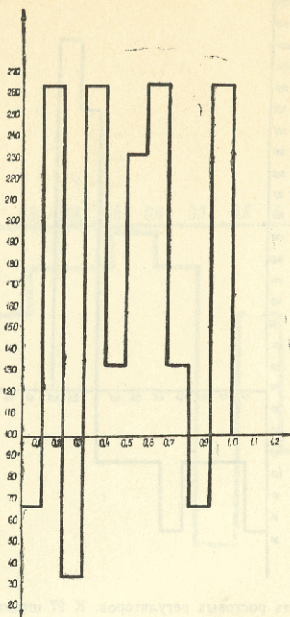


2. Активность ростовых регуляторов. К 97 штамма, II растворитель.

Таблица 1

Синтез природных регуляторов роста в контрольных и обработанных магнитным полем местных штаммах азотобактера

п/п №№	Варианты местного штамма азотобактера №№	I раство- ритель		II раство- ритель	
		стиму- лято- ры	инги- бито- ры	стиму- лято- ры	инги- бито- ры
1.	92 Контрольные	0	10	4	6
2.	92 20-минутная обработка	1	9	0	10
3.	92 40-минутная обработка	1	9	0	10
4.	97 Контрольные	0	10	2	8
5.	97 5-ти минутная обраб.	0	10	1	9
6.	97 10-ти минутн. обраб.	0	10	3	7
7.	97 20-ти минутная обраб.	7	3	0	10
8.	97 40-минутная обраб.	3	7	0	10
9.	97 60-минутная обраб.	1	9	5	5
10.	98 Контрольные	0	10	0	10
11.	98 5-ти минутные	0	10	2	8
12.	98 20-минутная обраб.	5	5	7	3
13.	98 40-минутная обраб.	6	4	10	0
14.	98 60-минутная обраб.	6	4	8	2



3. Активность ростовых регуляторов.

Обработанный магнитным полем в течение 20 мин. 97 штамм.
I растворитель

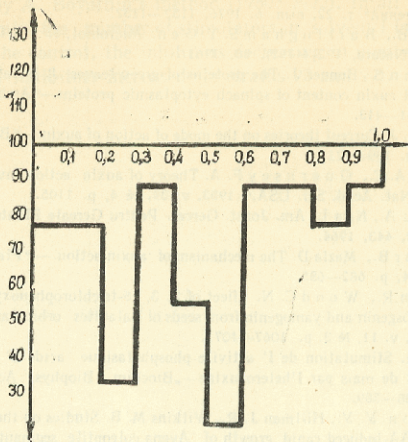
Выводы

1. Во всех вариантах опыта при обработке магнитным полем (6 эрстедов) в течение двадцати и сорока минут в I смеси возрастает число стимуляторов, а число ингибиторов уменьшается.

2. Обработка магнитным полем (6 эрстедов) во II смеси вызывает увеличение числа ингибиторов у штаммов №№ 92 и 97.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Азербайев—Стимуляторы роста растений. Алма-Ата, 1974.
2. Я. Н. Бояркин—Сб. «Методы определения регуляторов роста и гербицидов». Изд-во «Наука», М., 1966.
3. А. Н. Бояркин—Метод количественного определения активности ростовых веществ. «Наука», М., 1979.



4. Активность ростовых регуляторов.

Обработанный магнитным полем в течение 20 мин. 97 шагам.
II растворитель.

4. Л. Т. Букова—Влияние магнитного поля УВИ ультрафиолетовых лучей на размножение дрожжей. Труды Молотовского Гос. мед. ин-та, вып. XXIV. Молотовск, 1960.
5. Р. Я. Вепхвадзе, Т. К. Жгенти, К. З. Пирадашвили, К. А. Нишнанидзе, Р. В. Хомерики.—Свойство электромагнитного поля звукового диапазона восстанавливать нарушения воздействия ионизирующих радиаций, в частности иррадиционной ткани, 1974.
6. А. М. Гродзинский—Краткий справочник по физиологии растений. Киев, 1973.
7. Е. Н. Еникеева—О некоторых закономерностях действия ионизирующих излучений на микроорганизмы. Изд-во АН СССР, сер. биол., № 6, 1956.
8. Е. А. Жербин, В. Е. Комар, К. П. Хаксон, А. Чихловин—Радиация молекулы и клетки. Изд-во „Знание“, М., 1984.
9. Б. Ж. Кеванишвили, Г. Е. Жгенти—Электромагнитное поле и живой организм. Тез. докл. научн. конф. Университета в честь 50-летия Советской власти 1971.
10. Л. М. Подзова—Определение абсцизиновой кислоты в растительном материале, Изд-во „Наука“, М., 1973.
11. В. И. Кефели, Р. Х. Турецкая, Э. М. Коф, П. В. Власов—Определение биологической активности свободных ауксинов и ингибиторов роста в растительном материале. М., 1973.
12. А. М. Кузин—Невидимые лучи вокруг нас. „Наука“, М., 1980.
13. З. Либберт—Физиология растений. М., 1976.
14. П. В. Лихолай, В. А. Поспелов—Влияние гиббереллина и индолуксусной кислоты на материчную активность, 1979.
15. В. А. Надсон—Избранные труды. Изд-во „Наука“, М., 1969.
16. М. Фробшер—Основы микробиологии. Изд-во „Мир“, М., 1965.

17. В. Г. Чирикова—Влияние энзифитной микрофлоры на соотношение ауксина и ингибиторов в ростках кукурузы под влиянием гиббереллина и кинетина. Физиология растений“ т. 22, вып. 6, 1976, 1132—1137.
18. Brown M. B., Burlingham S. Y. Gen. Microbiol., 53 (1), 135, 1968.
19. Vancura V. Nature, 192 (4797), 88, 1961.
20. Wildmann S., Bonner J. The proteins of green leaves. J. Isolation enzymatis properties and auxin content of spinach cytoplasmic proteins—“Arch. Biochem”, v. 14, № 3, p. 381—413.
21. Davies P. J. Current theories on the mode of action of auxin.—“Bot. Rev.” 1973, v. 39, № 2, p. 139—171.
22. Leopold A. C., Guernsey F. A. Theory of auxin action involving coenzyme A —“Proc. Nat. Acad. Sci. USA,” 1953, v. 39, № 4, p. 1105.
23. Zarnescu A., Nita L. Am. Jonst. Geret. Pentru Gereale Plante Tch.—Fundulea, Ser. B. 32, 443, 1964.
24. Commoner B., Mazla D. The mechanism of auxin action.—“Plant physiol.”, 1942, v. 17, № 4, p. 682—685.
25. Hardman R., Wood C. N. Effect of 2, 3, 5-trichlorophenoxyacetic acid on the yield of diosgenin and yamogenin from seeds of *Balanites orbicularis*.—“Phytochemistry”, 1972, v. 11, № 3, p. 1067—1071.
26. Turian G. Stimulation de l'activite phosphatasique acide d' extraits de pomme de terre et de maïs par l'heteroauxine—“Biochim. Biophys. Acta”. 1956, v. 21, № 2, p. 388—389.
27. Phillips Y. V., Hillman J. R., Wilkins M. B. Studies on the action of abscisic acid on VAA-induced rapid growth of *Avena coleoptile* segments.—“Planta”, 1973 a, v. 114, № 1, p. 87—94.

6. ზიქაშუა, გ. თსილოსანი

მაგნიტური ველის გავლენა აზობაქტერიის ადგილობრივი შტამების ზრდის რეგულატორების სინთეზაზე

რეზიუმე

მაგნიტური ველით (6 ოერსტედი) 5, 10, 20, 40 და 60 წუთით დამუშავებულ აზობაქტერიის ადგილობრივ (№№ 92, 97, 98) შტამებში განსაზღვრულია ზრდის რეგულატორები ქაღალდის ქრომატოგრაფიით ვ. ი. კეფელისა და სხვ. მეთოდით (1973) გამსხნელებს 2 სისტემაში. აქტივობა შემოწმდა ბიოტესტზე ა. ბოიარკინის (1966, 1973) მეთოდით. 20 და 40 წუთით დამუშავებულ ყველა ვარიანტში I გამსხნელში საკონტროლოსთან შედარებით მოიმატა სტიმულატორების რაოდენობამ და შევიცარდა ინჰიბიტორები. 11 გამსხნელში კი ინჰიბიტორების რაოდენობა (№№ 92 და 97 შტამებში) გადიდდა.

N. CHIKASHUA, G. TSILOSANI

THE EFFECT OF THE MAGNETIC FIELD ON THE SYNTHESIS OF THE GROWTH REGULATORS OF LOCAL STRAINS OF AZOTOBACTER

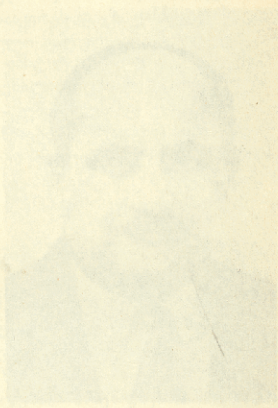
Summary

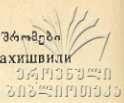
Using paper chromatography, the growth regulators were determined in local (N 5, 92, 97, 98) strains of azotobacter exposed for 5, 10, 20, 40, and 60 min. to a magnetic field (6 oersted), following the method of V.I.

136720
2820091033



Kefel et al. (1973) and applying 2 solvent systems. The activity was checked on a biotest by A. Boyarhin's method (1960, 1973). In all variants treated for 20 and 40 min. the number of stimulators in solvent I increased in comparison with the control, the inhibitors decreasing in number. In solvent II the number of inhibitors increased (in strains 92 and 97).





ს ს ო ვ ე ა

პროფესორ ზაპარია ქანჩაველის დაბადების 100 წლისთავისათვის



იგი 41 წლის ასაკში გარდაიცვალა, ჯერ კიდევ ახალგაზრდა და ჯან-ღონით სავსე; ყველა ჩანაფიქრი ვერ განახორციელა, მაგრამ ბევრი მოსაგონარი და მეცნიერული საკანძორი დაგვიტოვა. ზ. ყანჩაველმა ხარკოვში მიიღო უმაღლესი განათლება და 1915 წელს დაუბრუნდა თავის სამშობლოს. მუშაობა ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში დაიწყო და მანინე ჩაუდგა სათავეში დასავლეთ საქართველოს სამკურნალო მეცნარეთა შენსწავლელ ექსპედიციას, რითაც იგი არა მარტო დასავლეთ საქართველოს ფლორის ინვენტარიზაციის ახდენდა, არამედ ახალ სამკურნალო მცენარეებსაც ავლენდა. მეტად ენერჯული და დაუდევარი იყო. თავის ძმასთან — ლევანთან ერთად ხშირად კაკაბეთში ჩადიოდა, აქაც მუშაობდა, სანადიროდ და სათე-

უნაოდაც დადიოდა. გლენჯაცობასთან ყოველთვის საერთო ენა ჰქონდა გამო-
ნახული, უაღრესად ერუდირებული, კარგი მოქართულე იყო და ალბათ ამ თვისებამ განაპირობა გამოჩენილი ბოტანიკური ტერმინებისა და სახელწოდებების გამოკლება. რომელსაც იგი შემდეგ ლექციების წაკითხვისას და სახელმძღვანელოს შედგენისას იყენებდა. ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში 1917 წლამდე იმუშავა და ამივე წელს მუშაობა გააგრძელა საქართველოს პოლიტექნიკურ კვლევით ინსტიტუტში. 1918 წლიდან კი თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბოტანიკის კათედრაზე დაიწყო მოღვაწეობა, გამოცდილ მეცნიერ — ს. გ. ნავაშინთან. ნავაშინი სახელმძღვანელო მეცნიერი იყო. მის სახელთანაა დაკავშირებული ფარულთესლოვან მცენარეებში ორმაგი განაყოფიერების აღმოჩენა. ს. ნავაშინი უნივერსიტეტში ბოტანიკის კათედრას ხელმძღვანელობდა 1921 წლამდე, ზ. ყანჩაველი კი უნივერსიტეტში სამკურნალო ფაკულტეტზე კითხულობდა ლექციებს ბოტანიკაში. თავის ლექციებს ამდიდრებდა იმ



სამკურნალო მცენარეების აღწერითაც, რომელსაც ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში აგროვებდა. ამ პერიოდში ქართველი ბოტანიკოსები კათედრაზე თითო-ორიოლა იყო: ე. ქიქოძე, ლ. კემულარი-ნათაძე, ნ. კეცხოველი, ქურდიანაძე, მაცაშვილი, ლ. ყანჩაველი, რომელიც უმდაბლეს მცენარეებში სპეციალდებოდა, მანამდე კი ლ. სოსნოვსკი ლექციებს კითხულობდა რუსულად. ზ. ყანჩაველი 1921 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე (1932 წლის 24 იანვარი) უნივერსიტეტში ბოტანიკის კათედრის გამგეა. ზაქარია ყანჩაველი პედაგოგიურ მუშაობასთან ერთად ეწეოდა ნაყოფიერ მეცნიერულ მოღვაწეობას. იგი სათავეში ჩაუდგა მთათუშეთის ბოტანიკურ ექსპედიციას, რომელიც ამ მხარეს ფლორისტულად სწავლობდა. მეცნიერულ ექსპედიციაში მის წიერ შეგროვილი მასალა ახლაც ინახება თსუ ბოტანიკის კათედრის პერბარიუმში, რომელიც არა მარტო მეცნიერული მნიშვნელობისაა, არამედ რელიკვიუმიც. როდესაც იგი კათედრაზე მოვიდა, სახელმძღვანელო ბოტანიკაში ქართულ ენაზე არ არსებობდა და არც ბოტანიკურ-მეცნიერული ტერმინოლოგია იყო დადგენილი. ამისათვის ზ. ყანჩაველს და მისი კათედრის წევრებს დიდი, წონაბრუნავი სამუშაოს ჩატარება მოუხდათ; რამაც თავისი ნაყოფიც გამოიღო. ზ. ყანჩაველმა ბოტანიკაში (1927 წ.) შექმნა ორტომიანი სახელმძღვანელო, რომელსაც აველი დღესაც არ ვასვლია და ბიბლიოთეკაში ინახაობდას წარმოადგენს. ის ორჯერ გამოიცა (შემდეგში ნაწილობრივ გადააკეთეს და ზ. ყანჩაველისეული ჩონჩხი დატოვეს — ა. ლორთქიფანიძემ სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტისათვის, ხოლო მ. მესხმა — ზოოფიტერინარული ინსტიტუტისათვის). ზ. ყანჩაველის „ბოტანიკის“ პირველ ტომში წარმოდგენილია მცენარეთა ორგანოგრაფია და ანატომია, ხოლო მეორე ტომში — უმდაბლეს და უმაღლეს მცენარეთა სისტემატიკა, გარდა ამისა, ზ. ყანჩაველმა შეადგინა ცალ-ცალკე, ყვავილოვან და სპოროვან მცენარეთა სარკვევი რკვეულები, რომლის გარეშე შეუძლებელია სასწავლო პრაქტიკის ჩატარება ბოტანიკაში; ბიოლოგთათვის I და II კურსზე ეს რკვეულები დღესაც თავის მისიას შეუცვლელად ასრულებს.

როგორც პიროვნება, ზ. ყანჩაველი ოჯახშიც, საზოგადოებაშიც და განსაკუთრებით კათედრაზე — იდეალური იყო, როგორც პედაგოგი ხომ სამაგალითო, თავისი დახვეწილი ქართულითა და მიმზიდველი ლექციებით; ცოცხალი და შთამბეჭდავი ნაგალითების მოყვანა უყვარდა ლექციებზე; ამიტომ იყო, რომ მის ლექციებს არავინ აცდენდა. ქართველი ბოტანიკოსები დიდ ვალში არიან ზ. ყანჩაველის წინაშე, ალბათ ესაა მიზეზი, რომ ბოტანიკოსების ძველი თაობა, ვინც მას მოესწრო, დიდი მოწიწებით იხსენიებენ მას დღესაც. მოუხედავად ხანმოკლე სიცოცხლისა (დაიბადა 1890 წლის 30 დეკემბერს. გარდაიცვალა 1932 წლის 24 იანვარს) პროფესორმა ზაქარია ყანჩაველმა ნაყოფიერად იღვაწა და ჭეშმარიტად დიდი ამაგი დასდო ბიოლოგიურ მეცნიერებას. ქართული ბოტანიკის ამავდარს დავიწყება არ უწერია.

ზურაბ შინგელია

პირველი ქართული პროფესორი ბოტანიკაში ზაქარია ყანჩაველი

თბილისის უნივერსიტეტის ბოტანიკის კათედრა ერთ-ერთი უძველესი კათედრაა, რომელიც ქართული უნივერსიტეტის დაარსებისთანავე შეიქმნა. მის ზაზაზე განვითარდა თანამედროვე ქართული ბოტანიკური მეცნიერება. ქართულ უნივერსიტეტში 20—30-იან წლებში იზრდებოდა ეროვნული კადრები, რაშიც განსაკუთრებული ღვაწლი მიუძღვის პირველ ქართველ პროფესორს ბოტანიკის დარგში ზაქარია ყანჩაველს (1890—1932).

თბილისის სათავადაზნაურო გიმნაზიაში სწავლის პერიოდში (1897—1910) აღიზარდა და ჩამოყალიბდა იგი, როგორც ბუნებისმეტყველი. ვფიქრობთ, გიმნაზიის ტრადიციებმა განსაზღვრა შემდგომში მისი, როგორც ბოტანიკოსისა და პედაგოგის ჩამოყალიბება.

კერძო ინიციატივით დაარსებულმა ტფილისის ქართულმა გიმნაზიამ თვალსაჩინო როლი შეასრულა ახალგაზრდობის აღზრდის საქმეში და ქვეყანას მისცა მრავალი გამოჩენილი მოღვაწე — წერდა 1954 წელს ცნობილი პედაგოგი და საზოგადო მოღვაწე სეით იაშვილი, რომელმაც საუფუძველი ჩაუყარა ტფილისის ქართულ გიმნაზიაში ბუნებისმეტყველების, ბუნების კანონების ქართულ ენაზე, სწავლებას.

ბატონმა ზაქარია ყანჩაველმა ქართული ენის კარგი ცოდნა განსაკუთრებით გამოავლინა უნივერსიტეტის სტუდენტებისათვის შედგენილ პირველ ქართულ „ბოტანიკის“ სახელმძღვანელოში (1927), რომლის დახვეწილ ტერმინოლოგიაზე ქვემოთ შევჩერდებით.

ზ. ყანჩაველის სწავლის პერიოდში ქართული გიმნაზიის პედაგოგთა საბჭომ ჩაატარა ბუნებისმეტყველების სწავლების რეორგანიზაცია. როგორც ჩანს, გიმნაზიაში გატარებულმა ამ ღონისძიებამ განსაზღვრა ბატონ ზაქარიას მომავალი პროფესია — ბუნებისმეტყველება. ამ სპეციალობაზე სწავლა განაგრძო ხარკოვის უნივერსიტეტში (1910—1915). დაუფლა ბოტანიკას და მიუზღობდა ცნობილ მეცნიერთან პროფ. არნოლდისთან. ბოტანიკისადმი დიდი ინტერესისა და სიყვარულის გამო იგი მოწვეული იყო თბილისის უნივერსიტეტში ჯერ უფროს ასისტენტად (1918) და შემდეგ ბოტანიკის კათედრის გამგედ (1921), რომელსაც უძღვებოდა გარდაცვალებამდე (1932).

სტუდენტობის პერიოდში (1914) ზ. ყანჩაველი ჩამოვიდა თბილისში ხარკოვის უნივერსიტეტის პროფესორის არნოლდის რეკომენდაციით. ამ ცნობებს ვეცნობით თვით ზ. ყანჩაველის პირადი არქივიდან — ორგვერდიანი წყაროდან (ე. წ. „კურორიკლუმ ვიტე“ — „ცხოვრების ასპარეზის“ ფურცლებიდან — ავტობიოგრაფიული ცნობები).

ზ. ყანჩაველი პირველი ქართველი სტუდენტი იყო, რომელიც მუშაობდა თბილისის ბოტანიკურ ბაღში. იგი ჩართეს დასავლეთ საქართველოს ბოტანიკურ ექსპედიციაში მთრინლაგ ნივთიერებათა შემცველ მცენარეთა ბუნებაში



გაერეცლების შესასწავლად. საინტერესოა, რომ ზ. ყანჩაველის საპრობაროუ-
 მო მასალის ნაწილი იმდროინდელ ტფილისის ბოტანიკურ ბაღში, შემდეგ კი
 თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტშია დაცული, ნაწილი კი ხარკოვის უნივერსიტეტის
 იმდროინდელ ბოტანიკის კაბინეტში. ყოველ შემთხვევაში, ასე უნდა
 როდესაც ზ. ყანჩაველი ხარკოვში სწავლობდა. ამჟამად არ ვიცით, თუ რა ბედი
 ეწია ამ მასალას.

ქართული უნივერსიტეტის დაარსებისთანავე იხსნება საბუნებისმეტყველო
 ფაკულტეტი და ყალიბდება ბოტანიკის კათედრა. ბატონ ზაქარაიას უშუალო
 ინიციატივით, საფანგებოდ ქართული კადრების აღზარდელად, კათედრის პი-
 რველ გამგედ მოიწვიეს ცნობილი ბოტანიკოსი პროფ. სერგეი ნევაშინი; კა-
 თედრის პირველ უფროს ასისტენტად დაინიშნა ქართული ენის საუკეთესო
 მცოდნე და ბოტანიკაში ღრმად გახსწავლული ზაქარია უჩაჩაველი.

კათედრის მოწყობისა და ორგანიზაციის მთელი სიმძიმე ზ. ყანჩაველს
 დაეკისრა. ბატონი ნიკო კეცხოველი იგონებს, რომ ზ. ყანჩაველმა უნივერსი-
 ტეტის დაარსების პირველსავე წელს ბოტანიკის კათედრა აღჭურვა საჭირო
 ინვენტარით; მომზადდა სასწავლო ოთახები და კათედრა მზად იყო სტუდენტე-
 ბთან საჭირო მეცადინეობის ჩასატარებლად. ქართულ უნივერსიტეტში ბო-
 ტანიკურ მუშაობას ბატონმა ზაქარაიამ ჩაუყარა საფუძველი. სამწუხაროდ, მი-
 სი მოღვაწეობის მეცნიერული მხარე უნივერსიტეტის ცნობარებში და სა-
 ერთოდ, ქართული უნივერსიტეტის ისტორიაში ასახული არ არის. საერთოდ,
 ცნობილი არ არის ბოტანიკის კათედრის მუშაობა და მნიშვნელობა უნივერ-
 სიტეტის დაარსების დღიდან.

კადრების მომზადებასთან ერთად გამოიკვეთა ბოტანიკის კათედრის პრო-
 ფილი და მეცნიერული მუშაობის მიმართულებები: საქართველოს მცენარეუ-
 ლობის შესწავლა, ფლორისტულ-სისტემატიკური კვლევები და ქართული ბო-
 ტანიკური ტერმინოლოგიის შექმნა.

ამ უკანასკნელი მიმართულებების დამკვიდრება ბოტანიკის კათედრაზე შე-
 ესაბამებოდა თბილისის უნივერსიტეტის სატერმინოლოგიო კომისიის მოთხო-
 ვნებს, რომელსაც აკად. ივანე ჯავახიშვილი ხელმძღვანელობდა. ტერმინო-
 ლოგიაზე მომუშავეებს — ზ. ყანჩაველს, ნ. კეცხოველს — კარგად ესმოდათ,
 რომ სხვა დარგების მსგავსად, ბოტანიკური მეცნიერებაც ვერ აიტანადა უცხო
 ენებიდან ტერმინების პირდაპირ გადმოღებას, მცენარეთა უცხოური, თუნდაც
 ლათინური სახელწოდებების გადმოქართულებას; ძირითადი მიზანი იყო არ-
 სებუილი მეცნიერული ტერმინების შენარჩუნება და საქართველოს სხვადასხვა
 კუთხის ხალხში შემორჩენილი ტერმინების გამოყენება. „ჩვენ ეხლა ჩვენი
 ქვეყნის ფლორისა და მცენარეთა შესახებ ინფორმაციის დაგროვების ხანაა
 კართ. ბევრი მცენარეთა სახელწოდება, რომელიც დღეს ხელთ არა გვაქვს
 შეიძლება ხვალ ვიპოვოთ. ამის გამო პირდაპირ მათი სახელწოდებების ლა-
 თინურიდან თარგმნა სახერხოდ ვერ ვცანით“ — წერდა ზ. ყანჩაველი „ბოტა-
 ნიკის“ სახელმძღვანელოში.

ზ. ყანჩაველის სახელმძღვანელოში მცენარეთა დასახელება ლათინურ-ქარ-
 თულია; ამასთან, გამოყენებულია მცენარეთა აგებულების, გარეგანი იერის,
 მორფოლოგიის შესატყვისი სხარტი სახელწოდებები, გამოთქმები. როგორ შე-
 იძლება არ გავიხსენოთ და არ გამოვიყენოთ ისეთი გამოთქმები, როგორცაა მცე-
 ნარეების „ჩაღმავალი ნაკალი“. იგი მიგვანიშნებს, და კარგადაც მიგვანიშნებს,
 ნცენარეებში შექმნილი ორგანული ნივთიერებების ვიდანაცვლების მიმართუ-
 ლებას; სხარტია სახელწოდება „ქეჩური ქსოვილი“. სახელმძღვანელოში მო-

ხერხებულადაა გადმოცემული ბუნებრივი მოვლენების აღწერები, რომელიც მაღალმხატვრულიცაა და მოვლენების არსსაც ვაღალათლივ წარმოგვგვდგამს, ასე, მაგალითად, „ის მცენარეებიც კი, რომელნიც დაბლა ხარშნიან მტაცებელი იზრდება, მთაში ასული პატარაა და მიწას ეკვრის, რომ დღისით შინსაგან გახურებული ნიადაგის მიერ შეთბეს და ზამთარში კი თოვლის საბნით დაფარულმა დიდი სუსხი მშვიდობიანად გადაიტანოს“; ან: „...გაწოლილი ოღნავ სხელწამოწეულად ვითარდება ჩვენი მაღალი მთის დეკა; უკანასკნელი მეტად ხშირ ბუჩქად ვითარდება, რომელშიც ყველა ეგზემპლარი ერთ სიმაღლეზე აღწევს; რადგანაც, თუ რომელიმე მათგანმა თავის სხეებზე მაღლა აწევა ისურვა, იგი სიცივის სუსხის მიერ წამწყვარ იქნება“.

უკეთესი ახსნა-განმარტება სწავლებისათვის მისაწვდომ ფორმებში წარმოუდგენელია.

კათედრის მიერ შეკრებილი ბოტანიკური ტერმინები მოიწონა სატერმინოლოგია კომისიამ. მათ შორის ბევრია ისეთი, რომელიც ასახული არ არის ერთ-ერთ ძველ — ითანე ბაგრატიონის „სახუნებისმეტყველო განმარტებით ლექსიკონში“. ეს ლექსიკონი შეიცავს მდიდარ ბოტანიკურ, ზოოლოგიურ და გეოლოგიურ ტერმინებს რუსულ, ლათინურ, ქართულ, თურქულ ენებზე.

უკვე 1918 წლისათვის ზაქარია ყანჩაველმა შეძლო მდიდარი ტერმინოლოგიური მისაღის დაგროვება და პრაქტიკულ მეცადინეობებზე მისი გამოყენება, რაც დიდად დასაფასებელია. ბევრი ტერმინი დღეს უცვლელადაა ვიზოყენებული ბოტანიკურ მეცნიერებაში.

20—30-იან წლებში ბოტანიკური და საბუნებისმეტყველო კადრების აღზრდის ერთ-ერთი ძირითადი კერა ბოტანიკის კათედრა იყო.

უნივერსიტეტის გახსნისთანავე ზ. ყანჩაველმა საფუძველი ჩაუყარა საქართველოს მცენარეულობის შესწავლას; გარე კახეთი, გომბორის ქედი, მთათუშეთი, მდ. ყოისუს სათავეები მთათუშეთში (1918, 1920, 1925), თრიალეთის ქედი, მდ. ალაზნის სანაპირო (1921, 1922) — აღმ. საქართველოს ის რეგიონებია, რომელთა მცენარეულობის სტრუქტურის შესწავლა და რუკის შედგენა ზ. ყანჩაველის ხელმძღვანელობით დაიწყო. იმ მიმე წლებში, რთულ პოლიტიკურ-ეკონომიკურ ვითარებაში საჭირო იყო ამ დარგისადმი დიდი სავარული, დიდი თავდადება, რათა მიუვალ მთათუშეთში ზ. ყანჩაველს ჩაეტარებინა საველე სამუშაოები. მან განსაკუთრებით დეტალურად შეისწავლა გომბორის, შირაქისა და ელდარის ველების მცენარეულობა. ამ საკითხებისადმი მიძღვნილ შრომებში შეიმჩნევა მცენარეთა ტიპების იმდროისათვის ბოტანიკურ ლიტერატურაში მიღებული კლასიკური განსაზღვრებანი. ეს იყო ზაქარია ყანჩაველის დიდი მოწადინება — ქართულ ბოტანიკურ მეცნიერებაში დაემკვიდრებინა მოწინავე ქვეყნებში მიღებული მეცნიერული შეხედულებები.

განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია ზ. ყანჩაველის მოღვაწეობა თბილისის ბოტანიკური ბაღის დირექტორობის პერიოდში (1929—1932), ბოტანიკის, როგორც მეცნიერების დარგის და თვით ბოტანიკური ბაღის მნიშვნელობის პოპულარიზაციისათვის.

როგორც აღინიშნა, ზ. ყანჩაველმა შეადგინა უნივერსიტეტის სტუდენტებისათვის ბირველი ქართული სახელმძღვანელოები: ბოტანიკა — ორ ნაწილად: „გვიმრანაირ და ყვავილოვან მცენარეთა სარკვევი“; პრაქტიკული მეცადინეობისათვის სავარჯიშო“. ეს ორი უკანასკნელი უნივერსიტეტის გახსნისთანავე

მოქმედებდა; „ბრატკვული მეცადინეობისათვის სავარჯიშო რვეული“ დღესაც შეუცვლელია ბიოლოგიის ფაკულტეტის I კურსის სტუდენტებისათვის. რაც შეეხება „ბოტანიკის“ სახელმძღვანელოს, იგი უნდა გადაამუშავდეს მცენარეულ რთა თანამედროვე ნომენკლატურულ დონეზე და კვლავ უნდა გამოვიყენოთ უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებისათვის.

უნდა შევნიშნოთ, რომ ჩვენი საუკუნის 20—30-იან წლებში, როდესაც რუსეთის უმაღლეს სასწავლებლებში მოქმედებდა გერმანული ენიდან თარგმნილი სტრასბურგერის, ვეტშტეინის ბოტანიკის სახელმძღვანელოები, თბილისის უნივერსიტეტში ჩვენი სტუდენტები ბოტანიკას სწავლობდნენ ქართული პედაგოგისა და მეცნიერის მიერ ქართულ ენაზე, საგნის ღრმა ცოდნით შედგენილი სახელმძღვანელოთი, რომელშიც სპეციალურ ნაწილთან ერთად, ფართოდ იყო გაშუქებული იმ პერიოდისათვის სადავო, მაგრამ სადღეისოდ მიღებული თანამედროვე ბოტანიკის ზოგიერთი თეორიული საფუძველი. სახელდობრ, თბილისის უნივერსიტეტის ბოტანიკის კათედრის პირველმა გამგენ ს. ნავაშინმა მე-19 საუკუნის დასასრულს ყვავილოვან მცენარეებში მიმდინარეობს. ამ პროცესის აღმოჩენით იწყებოდა ბოტანიკური მეცნიერების განვითარების ახალი ერა. ამ მოვლენით კიდევ უფრო მეტად გამოიწინა პიატუსი ფართულთესლოვან და, ზ. ყანჩაველის ტერმინოლოგიით რომ ვთქვათ, ე. წ. „ტიტველთესლიან“ მცენარეებს შორის.

ყველა ბოტანიკოსი არ თვლიდა მართებულად, რომ სახელწოდება „ორმაგი განაყოფიერება“ ფართულთესლოვან მცენარეებში მიმდინარე პროცესის შესატყვისი ასახავა, რადგანაც განაყოფიერება გულისხმობს განსხვავებული სქესის გამეტების შერწყმას და ნასახის წარმოშობას, პროფ. ნავაშინის მიერ აღმოჩენილი პროცესის დროს კი, როგორც ცნობილია, მიიღება ნასახი და საკვები ნივთიერების სამარაგო ქსოვილი, როგორც აღინიშნა, იმ პერიოდში ევროპისა და რუსეთის უმაღლეს სასწავლებლებში ბოტანიკა ისწავლებოდა სტრასბურგერის, ვეტშტეინის სახელმძღვანელოებით. სწორედ სტრასბურგერი იყო, ვინც ორმაგი განაყოფიერების პროცესს სხვა ინტერპრეტაციას აძლევდა. პროფ. ზაქარაა ყანჩაველი ორმაგი განაყოფიერების პროცესს იღებს ნავაშინისეული გაგებით და მის თავისებურებას ფართოდ აშუქებს სახელმძღვანელოში. აქვე, მნიშვნელოვანი ადგილი აქვს დათმობილი საკითხს, თუ ყვავილოვანი მცენარეები ვისი ფილოგენიური სისტემით უნდა იყოს განხილული. ზ. ყანჩაველი საღეჭიო კურსს საფუძვლად უდებს ვეტშტეინის სისტემას და თვლის, რომ „იგი უფრო ბუნებრივია — უფრო ფილოგენეტიურიც და რამდენადმე უფრო ზერსიანიც“.

ამასთან, ზ. ყანჩაველის სახელმძღვანელო განკუთვნილი იყო უნივერსიტეტის სხვადასხვა — აგრონომიული, სატყეო, საბუნებისმეტყველო, საექიმო, ქიმიკ-ფარმაცევტული ფაკულტეტების სტუდენტებისათვის. ამითაც განისაზღვრება მისი მნიშვნელობა.

პროფ. ზ. ყანჩაველისა და შემდგომი თაობის ბოტანიკოსების მოღვაწეობით საქართველოში შეიქმნა აღიარებული ერთ-ერთი ავტორიტეტული ბოტანიკური სკოლა — სისტემატიკოსების, ფლორისტებისა და გეობოტანიკოსების. საქართველოში ბოტანიკის, როგორც მეცნიერების, დამფუძნებელი იყო ბატო-



საქართველოს
წიგნების კავშირი

ნი ზაქარია ყანჩაველი. იგი 41 წლის ასაკში (1932 წლის იანვარი)
ბელმა სენმა იმსხვერპლა.

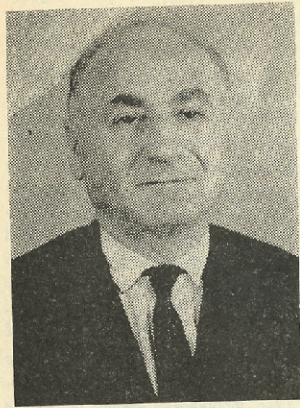
ბატონი ნიკო კეცხოველის აღნიშვნით „...ეს დარგი (ბოტანიკა) ყამირ
მიწის წააგავდა ჯერ ხელუზღებელს, დაკორდებულს, თუმც, დოვლიათიანსა და
ნოყიერს. ზაქარია ყანჩაველი ქართული უნივერსიტეტის დაარაგების დღიდან
იმედიითა და სიყვარულით შეუდგა ამ უჯი მიწის გადაბრუნებას, მის სასიყე-
თოდ გამოყენებას“.

ამაგდარ შედაგოგსა და მეცნიერს, ბატონ ზაქარია ყანჩაველს არ უნდა
მოაკლდეს ქართველ ბოტანიკოსთა, უნივერსიტეტის ნაღლი უზრადღებისა.

ბოტანიკის კათედრის გამგე,

პ. ო. რეშაძე გ. ბ. ნ. მ. მ.

ბიორგი ბოზილავილი



1985 წლის 25 ოქტომბერს 82 წლის ასაკში გარდაიცვალა უხუცესი ქართველი ზოოლოგი გიორგი სოლომონის ძე ბოზილავილი, რომელიც მეტად იშვიათი სპეციალისტი — ტაქსიდერმისტი (ცხოველების ფიტულებისა და დოდორების* მკვთებელი) იყო.

ჯერ კიდევ სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში სწავლობდა გიორგი, როდესაც მას უშრატდებდა მიაქცია გამოჩენილმა ქართველმა მეცნიერმა ჯეებე იოსელიანმა, რომელმაც გერმანიაში დაამთავრა უმაღლესი სასწავლებელი და საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის დირექტორის მოადგილედ მუშაობდა. მასინ მუზეუმში ზოოლოგიურ განყოფილებას განაგებდა შესანიშნავი პე-

დაგოვი, რაფინირებული ინტელიგენტი დოცენტი ივანე ჩაიკვიშვილი, ხოლო ტაქსიდერმისტად მუშაობდა ცნობილი გერმანელი სპეციალისტი კარლ კრელი, რომელმაც ივანე ჩიკვიშვილთან და მხატვარ ივანე ვეფხვაძესთან ერთად მოაწყო შესანიშნავი ზოოლოგიური გამოფენა. გამოფენა თითქმის ნახევარი საუკუნე მოქმედებდა და დიდხალ მნახველს იზიდავდა. საკმარისია ითქვას, რომ ყველა სკოლის ბიოლოგიის მასწავლებლენს მოჰყავდათ აქ ნოსწავლეები ზოოლოგიის გავლისას, რათა ენახათ იშვიათი ცხოველები — მათთვის დამახასიათებელ ეკოლოგიურ გარემოში. სამწუხაროა, რომ ეს შესანიშნავი გამოფენა თავის დროზე დაუფიქრებელი, უგუნური დარბევის მსხვერპლი გახდა და დღემდე არავინ ფიქრობს მის აღდგენაზე! კრელმა ჯერ შორს დაიჭირა გიორგისათვის თავისი საიდუმლოებების განდობა. მგვრამ გიორგიმ შტატში ჩარიცხვის შემდეგ მალე მოაგო კრელის გული თავისი შრომისმოყვარეობითა და მუყაითობით; კრელი ხედავდა, თუ როგორ ცდილობდა ახალგაზრდა ტყავის დამუშავებას თუ ფიტულის გაკეთებას და გული ვერ უთმენდა, რჩევას წაანმარდა ხოლმე. ასე, ზოგი რამ თვითონ გიორგიმ გაიგო, ზოგიც კრელმა ასწავლა და ჩინებულად ისწავლა ტაქსიდერმია, ამიერკავკასიაში ცნობილი სპეციალისტი გახდა!

გიორგი გავიცანი, როცა ჯერ კიდევ სკოლის მოსწავლე ვიყავი. მამაჩემი

* ფ ი ტ უ ლ ი — ცხოველის საკოლექციოდ, მეცნიერული მიზნებისათვის დამუშავებული ტყავია, უბრალოდ ამოტენილი ბურბუშულითა და ბამბით, ხოლო დოდორი — მხატვრული ფიტულია, რომელსაც გარკვეული პოზა აქვს, მას იყენებენ სვამოფენოდ. რ. უ.

მამინ საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში სწავლულ მდივნად მუშაობდა, შეთავსებით. მან გამაცნო ივანე ჩხიკვიშვილი, შემდგომში ჩემი პირველი სწავლებელი და საყვარელი ხელმძღვანელი. ბატონმა ივანემ მიმიყვანა გიორგისთან და უთხრა: ამ ახალგაზრდას აინტერესებს ორნითოლოგია, ამისათვის კი საჭიროა ისწავლოს ფიტულების გაკეთება და უნდა ასწავლო. გიორგიმ გამიღიმა და მითხრა, რომ სიამოვნებით მასწავლიდა: მაგრამ მასალა (ე. ი. მკვდარი ფრინველი) მე თვითონ უნდა მეშოვნა. მართლაც, მე და ჩემმა მეგობარმა ქორი მოგვალით. მივიტანე გიორგისთან, მან მეორე დღისათვის დიმიბარა; მეორე დღესაც სამი დღით გადადო ჩვენი შეხვედრა და მხოლოდ ერთი კვირის თავზე მომიხდა პირველი ფიტულის გაკეთება. მამინ მაცივარი იშვიათობა იყო. ზაფხულის პირი იყო და ქორი საშინლად აყროლდა, გატყავებისას ძლივს ვიკავებდი თავს, რომ გული არ ამჩოვდა... როგორც იყო, ვი-ვაგლახით გვაკეთე ფიტული. გიორგიმ მიმიყვანა ბატონ ივანესთან და განუთხრა: ამისაგან სპეციალისტი დადგება, ზიზღიანი არ არისო. თურმე განვებ მიჭიანურებდა დროს, რომ გამოვეცადე: შევძლებდი თუ არა ვაფუჭებულ გვამზე მუშაობას. ასე დაიწყო ჩვენი თანამშრომლობა. გავიდა ერთი-ორი წელი და მცხეთის მიდამოებში, ბობოხვევრას გამოქვაბულთან, საქრო შამხალაშვილმა ჩიქი მოკლა. გავიგე ამის შესახებ და მაშინვე საქართველოს მუზეუმს მივამუშრე. ივანე ჩხიკვიშვილი თუხთუხით ჩამოვიდა დირექტორის, ვალიკო ხატიაშვილის კაბინეტში და განუთხრა, რომ ეს უნიკალური შემთხვევა ხელიდან არ უნდა გაგვეშვა. მაშინვე დარეკა ბატონმა ვალიკომ მცხეთაში, დაიბევა ტყავი და მე და გიორგი საბარგო მანქანით გავვაგზავნა მცხეთაში. ჩავედით, მაგრამ რაიკოში აღარავინ დაგვხვდა: დამდებოდა. უცებ კაცი მოგვადგა და იკითხა, თქვენ ხომ არ წაიღებთ ტყავსო? მე რე აგვიყვანა შენობაში და ტყავი გადმოგვცა; ამავე დროს აღვეითქვა, რომ გვამს მეორე დღეს ამოათხრებინებდა. წამოვიღეთ ვახარებულებმა ტყავი. მეორე დღეს კი ვაზეთ „კომუნისტში“ ჩემი პირველი წერილი დაიბეჭდა, სათაურით—„მონადირემ ჩიქი მოკლა“. ეს იყო დაუვიწყარი დღეები.

1958 წელს დავამთარე უნივერსიტეტი და მუშაობა დავიწყე საქართველოს მუზეუმში, უმცროს მეცნიერ თანამშრომლად. არასოდეს არ დამავიწყდება რა სიბოთი შემხვდნენ, როგორც თანამშრომელს, ჩემი უფროსი კოლეგები — ბატონი ივანე, გიორგი, ლუბა ჩინჩალაძე. გიორგიმ და ლუბამ მაგიდა გამომიბენეს და ზედა სართულიდან თვითონ ჩამომიტანეს... ასე დაიწყო ჩემი და გიორგის ნამდვილი თანამშრომლობა, რომელიც 11 წელს გავრძელდა, ვიდრე 1969 წელს მუშაობას დავიწყებდი მშობლიურ უნივერსიტეტში.

ამ დროს მუზეუმში თავმოყრილი იყვნენ საუკეთესო სპეციალისტები, მეცნიერი მამულიშვილები: ი. აბულაძე, დ. კაპანაძე, პ. ზაქარაია, შ. ხანთაძე, ა. ჯავახიშვილი, ნ. რეხვიაშვილი; გ. ჯალაბაძე, კ. ჩოლოყაშვილი, მ. კაპარაძე და სხვ. აქვე, მუზეუმის კერძევე მოღვაწეობდნენ გ. ჩუბინაშვილი, ვ. ბერძენი, ა. კალანდაძე, გ. ლომთათიძე; ხშირად ნახავდით მუზეუმში ს. ყაუხჩიშვილს, კ. გამსახურდიას... მუზეუმის დირექტორი იყო პატიოსანი, კეთილშობილი ადამიანი ი. რუხაძე, მოადგილე ვ. ჯაფარიძე, სწავლული მდივანი უნიკალური ცოდნისა და ნებისებების ადამიანი ს. ბოლქვაძე. აქვე ცოტა ხანს მუშაობდა სულმნათი გურამ რჩეულიშვილი, ნიჭიერი მხატვარი ა. ვარაზი. გიორგი განსაკუთრებით მეგობრობდა აღრიცხვა-დაცვის განყოფილების გამგესთან ი. ნანობაშვილთან, ხშირად მოდიოდა მასთან ძველი თანამშრომელი



და ნეგობარი პროფესორი ვ. როსტომბეგოვი; საკონსულტაციოდ მოვიყვანეთ ვდა ხალმე ტ. ციციწვილი.

გ. გოგილაშვილი უკვე ცნობილი სპეციალისტი იყო და მას ხშირად აკითხავდნენ ხალმე: ხან ზოოპარკში ამონტაჟებდა ცხოველთა ჩონჩხებს ან დოდოჩებს აკეთებდა, ხან მონადირეებს ახარებდა მათი მონადირეული ნადავლის უკვდავყოფით. მასთვის, კონსტანტინე გამახარდიამ შელა მოიტანა, ვიორგიმ დოდოჩა ბურთულასაკისრიან ჟრიკაზე დასვა, წინა თათებში ლანგარი დააჭერინა და შესანიშნავი კონიაკ-ლიქიორის მესატანი გამოვიდა: ბატონი კონსტანტინე ძალიან კმაყოფილი ბრძანდებოდა...

მთშობა ახლად დაწყებული მქონდა, როცა მომიხდა მივლინებით წასვლა ლავოცნის ნაკრძალში. ტაქსიდერმისტი მჭირდებოდა ვიორგი უკვე ხანდაწმული იყო და ვერ უბედავდნენ გაგზავნა-გამოგზავნას. მე მაინც ცხინჭე ბედი და შევთავაზე ჩემთან წამოსულიყო. დამთანხმდა და ამის შემდეგ ჩემი განუყრელი თანამგზავრი იყო: ერთად მოვიარეთ ბალტიისპირეთი, ყაზახეთი, მოსკოვი, ლენინგრადი, კიევი. რამდენიმე ეპიზოდს გავიხსენებ.

1959 წ. მოსკოვში გაიშარა II საკავშირო ორნითოლოგიური კონფერენცია, რომელზედაც ტაქსიდერმისტების კონკურსიც მოეწყო. ვიორგიმ არ იცოდა ამის შესახებ. რომ ჩავედით და გავიფეთ, ეწყინა, მაგრამ, რამეს მოგახერხებო, მითხრა. წავედით და მ.ღაზიაში „ბუნების ნობათი“, ლენინის პროსპექტზე, ვიციდეთ ერთი დიდი ლამაზი მანალი როჭო. ამ გაყინული როჭოდან ისეთი დოდოჩა გააკეთა ვიორგიმ. რომ პირველი ხარისხის დიპლომი დაიმსახურა. ეს როჭო ახლაც ამშვენებს მოსკოვის უნივერსიტეტის ზოოლოგიური მუზეუმის შესანიშნავ გამოფენას.

ალმა-ათაში დაუმეგობრდა ცოლ-ქმარ კუზიაკინებს. მერე ერთად ვიმგზავრეთ იმიერლის ალათაუს მთიანეთში. პროფესორი ა. კუზიაკინი თავისი კონსტრუირებული საჭერებით მარჯვედ და სწრაფად იჭერდა მორღნელებს და მებეჭერ ჩიტებს, როცა თბილისში დავბრუნდით, ერთ კვირაში ისეთივე მახეები უკვე მზად მქონდა პატივცემულ ვიორგის...

ესტონეთში, ბალტიისპირეთის ორნითოლოგიური კონფერენციის დამთავრების შემდეგ, დაუვიწყარი მოგზაურობა მოგვიწყვეს: გვით ვიმოგზაურეთ მდინარე ემაიკაზე ჩუდის ტბამდე, ვნახეთ გზაზე, ჭაობიან კუნძულებზე თოღებისა და თევზაყლაბების კოლონიები, მთის არწივის ძველი ბუდე, რომელსაც სიძიმით ისე ჩამოეწია ხის ტოტები, რომ საბჭენები ჩაეყენებანთ ტყისმცველებს; ვნახეთ ალექსანდრე ნეველის ბრძოლის ადგილები...

განსაკუთრებით დამეგობრდით სვანეთში მოგზაურობისას. ვიორგი ჩემზე 30 წლით უფროსი იყო, რა თქმა უნდა, ყველგან ვერ მომყვებოდა. მაგრამ ყოველთვის მარიგებდა, რომ ფრთხილად მეგლო, სახლში დაბრუნებულს კი მისი კითხვი ღიმილი და გემრიელი სადილი მხედებოდა, სავროთო, მთელ „შავ სამუშაოს“ თვითონ აკეთებდა, არ თავილობდა არაფერს. კალაში კვირიკობის დროს ჩავედით. ლაგურკას ცნობილი ეკლესიის ირგვლივ მთელი სვანეთი შეგროვილიყო: ბაჭები ერთმანეთს ეჯიბრებოდნენ ჭიდაობაში. მძიმე ქვების აწევაში, ქალები — ცეკვა-თამაშში, კულინარიულ ოსტატობაში, ვეგბა ქვაბებში მთელი ძროხა და ათიოდე თხა იხარშებოდა, „ლილეოს“ და „ბუბა ქაქუჩილას“ ჰანგები ცვლიდნენ ერთმანეთს. მერე მახვშმა ამბერკა ხარპიანმა თემი შეკრიბა, საქმეები გაარჩია, ერთი დამნაშავე მოკვეთის თენს და გააძევეს სვანეთიდან. ირგვლივ კი უფსკრულში გადაყრილ საქონლის



საქართველოს
წიგნიერების
კავშირთა
დაცემის
კავშირთა
კავშირთა

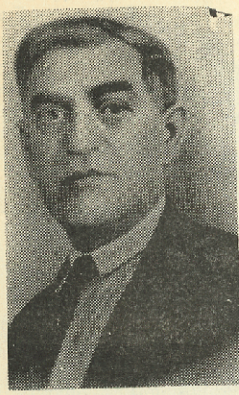
შიგანს დასტრიალებდნენ სეავების, ორბების, ყაჯირების, ძერების დედას და მისი
დები დაუფიწყარი სანახობა იყო...

ჩემი და გიორგის თანავტორობით გამოვიდა ორი ნაშრომი სვანეთის
ფრანველებზე (ერთი მათგანი ბოლონეთში დაიბეჭდა), პატარა წიგნი ლიხის
ქედის ფრანველებზე.

არასოდეს არ დამაფიწყდება საინტერესო, შრომისმოყვარე, ხალიაიანი
ადამიანი, იშვიათი სპეციალობის კაცი — გიორგი ვოგილაშვილი, რომელმაც
მთელი თავის ცხოვრება საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმს, მისი შესანი-
შნავე კოლექციების მოვლა-პატრონობას, დაცვას და გაზრდას შეაღწია.

რევაზ უორდანი.

მიხეილ გიორგის ძე ჭავჭავანიძე



მიხეილ გიორგის ძე ჭავჭავანიძე დაიბადა 1881 წლის ნოემბერში ქ. ხონში (წულუკიძე) — ღარიბი გლეხის ოჯახში. დაწყებითი სწავლა გაიარა სოფლის სკოლაში, შემდეგ კი შევიდა ქუთაისის კლასიკურ გიმნაზიაში, რომელიც დაამთავრა 1901 წელს. ამავე წელს იგი გაემგზავრა ზ. მოსკოვს, სადაც ჩაირიცხა მოსკოვის უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტის საბუნებისმეტყველო განყოფილებაზე, რომელიც დაამთავრა 1906 წელს — საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა კანდიდატის წოდებით. უნივერსიტეტში სწავლის დროს დაპატიმრებული იყო სტუდენტთა მოძრაობაში მონაწილეობისათვის.

მოსკოვის უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ 1907—1908 წლებში განაწილებით მუშაობდა შვედეთის რეალურ სასწავლებელში, თუმცა აკადემი-

კოსი მ. ა. მენზბიორი სთავაზობდა მოსკოვის უნივერსიტეტში დარჩენას (უარი უთხრა „ოჯახური პირობების“; სინამდვილეში — უსასწრობის გამო). რეალურ სასწავლებელში მ. ჭავჭავანიძე კითხულობდა ბუნებისმეტყველებას, ქიმიას და გეოგრაფიას, 1908—1916 წლებში იგი მუშაობდა დ. შუზის რეალურ სასწავლებელში, ხოლო 1916 წელს კი ქ. ბაქოს ვაჟთა გიმნაზიაში. 1910 წ. იმოგზაურა საზღვარგარეთ: იყო კონსტანტინოპოლში, ბერლინში, ვენაში, ბრიუსელში, ოსტენდში და სხვ.

1917 წელს მ. ჭავჭავანიძე დაბრუნდა სამშობლოში და მასწავლებლად დაიწყო მუშაობა ქ. ხონის ვაჟთა გიმნაზიაში, სადაც დაჰყო 1919 წლამდე; შემდეგ იგი მასწავლებლობდა თბილისის ერთ-ერთ გიმნაზიაში, ხოლო 1922 წელს პროფესორმა გიორგი ჯავახიშვილმა მიიწვია სამუშაოდ თბილისის უნივერსიტეტში — ასისტენტად ზოოლოგიაში. ამ თანამდებობაზე იმუშავა 1930 წლამდე. პარალელურად, 1921 — 1922 წლებში, იყო სასწავლო ნაწილის გამგე რკინიგზის მუშათა ტექნიკუმში, 1924 — 1935 წლებში — მუშაუკმე. 1930 წელს გადაყვანილ იქნა დოცენტის თანამდებობაზე, ხოლო 1933 წელს საქართველოს სახკომსაბჭოს საკვალტორიკაციო კომისიამ მიანიჭა დოცენტის წოდება. უნივერსიტეტში მუშაობასთან ერთად, მ. ჭავჭავანიძე 1930 — 1936 წლებში მუშაობდა დოცენტად სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში, სა-მასწავლებლო ინსტიტუტში, სადაც კითხულობდა ზოოლოგიის კურსებს.

პედაგოგიურ მოღვაწეობასთან ერთად, მ. ჭავჭავანიძე დიდ სამეცნიერო-



კვლევით და მთარგმნელობით მუშაობას ეწეოდა: ჯერ კიდევ 1927 წელს ვა-
 მოსკა ზოგადი ბიოლოგიის სახელმძღვანელო, შეისწავლა შავი სტუდენტობის
 პიკების ფაუნა, დამუშავა მათი სარკვევი დაწერა მტკნარი წყლის
 კომპობლებისა და კლადოცერების სარკვევი; 1932 წ. გამოიცა მ. ჭავჭავაძის
 მიერ თარგმნილი (მისივე რედაქტორობით) ავერინცევის სახელმძღვანელო
 „უხერხემლოთა ზოოლოგიის კლასი“, რამაც დიდი დახმარება გაუწია ქართვე-
 ლი სტუდენტობის რამდენიმე თაობას, სულ მალე კი მ. ჭავჭავაძის რედაქტო-
 რობით ქართულ ენაზე გამოვიდა დოველის კლასიკური სახელმძღვანელო
 „უხერხემლოთა ზოოლოგია“, რომელმაც ფასდაუდებელი სამსახური გაუწია
 არა მარტო ქართველ სტუდენტობას, არამედ პროფესორს, მეცნიერ მუშა-
 კებს და სხვ. მ. ჭავჭავაძე დიდ მუშაობას ატარებდა ქართული მეცნიერუ-
 ლი ზოოლოგიურა ტერმინოლოგიის დასადგენად, წლების მანძილზე იყო სა-
 ქართველოს და ამიერკავკასიის სახკომსაბჭოს ტერმინოლოგიური კომისიის
 წევრი (ზოოლოგიურ ტერმინოლოგიაში), მანვე მოაწესრიგა უნივერსიტეტის
 ზოოლოგიურ მუზეუმში პეპლების საინტერესო კოლექცია და სხვ.

ბორის ყურაშვილი, რევან უორდანია.



ПАМЯТИ ДМИТРИЯ ДМИТРИЕВИЧА (МИТО) МЕЛАДЗЕ



В текущем году исполнилось 85 лет со дня рождения выдающегося грузинского генетика-зоолога, замечательного педагога — популяризатора дарвинизма, глубоко принципиального ученого Дмитрия Дмитриевича (Мито) Меладзе.

Дмитрий Дмитриевич родился в 1906 г. в Тбилиси. На формирование будущего ученого большое влияние оказал его дядя, известный ученый-зоотехник Николоз (Джвебе) Иоселиани.

Еще будучи студентом, в январе 1929 г. Д. Д. Меладзе начал работать препаратором на кафедре зоологии Тбилисского государственного университета, а по окончании университета остался в аспирантуре и продолжал работать на той же кафедре ассистентом.

В январе 1930 г. в связи с выделением из Тбилисского государственного университета агрономического факультета Д. Д. Меладзе перевелся в Тбилисский сельскохозяйственный институт, а летом 1930 г. был командирован в Москву для завершения аспирантуры в Институте экспериментальной биологии.

В Москве, находясь в аспирантуре при лаборатории, руководимой Н. П. Дубининым, Д. Д. Меладзе параллельно поступил на IV курс биологического отделения физико-математического факультета I-го Московского государственного университета, который окончил с отличием в 1931 г. по специальности «Экспериментальная зоология».

Вернувшись в 1931 г. в Тбилиси, Дмитрий Дмитриевич начал работать ассистентом в Тбилисском сельскохозяйственном институте. В том же году его пригласили сначала на должность ассистента, а затем заведующего лабораторией цитогенетики в Закавказский институт животноводства, где он работал до 1933 г.

Еще в 1932 г. в связи с выделением из Тбилисского сельскохозяйственного института Грузинского зоотехнико-ветеринарного института Д. Д. Меладзе перешел в последний в качестве ассистента, а в 1935 г. был переведен на должность доцента.

В том же 1932 г. Д. Д. Меладзе работал ученым секретарем естествоведческого отделения Грузинской энциклопедии.

В 1935—1937 гг. параллельно с научно-педагогической деятельностью в Грузинском зоотехнико-ветеринарном институте Дмитрий Дмитриевич работал старшим научным сотрудником Биостанции

Наркомпроса Грузии, а с 1935 по 1941 гг. читал курсы дарвинизма и генетики в Кутаисском государственном пединституте. В 1936 г. Д. Д. Меладзе был командирован на 10 мес. в Московский институт экспериментальной биологии, где в мае 1937 г. успешно защитил диссертацию на тему «Сравнение закономерностей кроссинговера и соматического синапсиса у *Drosophyla melanodaster*» и получил ученую степень кандидата биологических наук.

После защиты диссертации Д. Д. Меладзе был назначен заведующим кафедрой зоологии и дарвинизма Грузинского зоотехнико-ветеринарного института, в котором читал курс дарвинизма.

В 1948 г., после августовской сессии ВАСХНИЛ, Д. Д. Меладзе был снят с должности заведующего кафедрой. Его многочисленные, кропотливые и трудоемкие опыты по теме докторской диссертации: «Качественная характеристика наследственной пластичности разных генетико-экологических популяций» были прерваны.

Д. Д. Меладзе был награжден медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.»

В 1951 и 1952 гг. Дмитрий Дмитриевич вел курс «Введение в биологию» в Горьком государственном пединституте им. Н. Бараташвили.

В 1954 г. Д. Д. Меладзе успешно прошел конкурс на должность временно исполняющего обязанности заведующего кафедрой зоологии и дарвинизма Грузинского зоотехнико-ветеринарного института, а в феврале 1955 г. был переведен в Тбилисский государственный университет в качестве исполняющего обязанности заведующего кафедрой зоологии беспозвоночных животных.

Новой темой для докторской диссертации Д. Д. Меладзе избрал акклиматизацию и биологию алтайской белки в Тибердинском государственном заповеднике, в связи с чем был собран богатейший материал (шкурки и анатомические препараты этого зверька), который в настоящее время хранится в зоологическом отделении Государственного музея Грузии имени акад. С. Н. Джанашия. Но и эту работу ему не суждено было закончить.

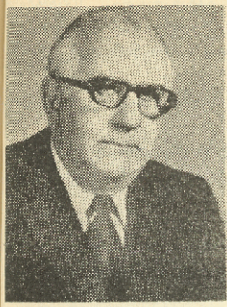
20 октября 1961 г. жизнь Дмитрия Дмитриевича прервалась на операционном столе — во время операции на сердце.

Д. Д. Меладзе был крупнейшим генетиком Грузии. В его лице грузинская наука потеряла ученого широкого кругозора, отзывчивого, эрудированного педагога и замечательного гражданина.

Память о нем вечно будет жить в сердцах всех, кто имел счастье быть в контакте с ним во время работы и в личной жизни.

Н. П. Дубинин, Р. Г. Жордания

გივი ანდრიას ძე წილოსანი



გივი ანდრიას ძე წილოსანი დაიბადა 1920 წლის 14 აგვისტოს ლანჩხუთის რაიონის სოფელ ლაშის-დედენი — მოსამახურის ოჯახში.

1937 წელს დაამთავრა ლანჩხუთის საშუალო სკოლა, იმავე წელს ჩაირიცხა საქ. სსრ სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის სუბტროპიკულ ფაკულტეტზე. 1941-45 წწ. მონაწილეობდა დიდ სამამულო ომში. 1947 წელს დაამთავრა საქ. სსრ სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი და იმავე წელს ჩაირიცხა ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების აკადემიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ასპირანტურაში; მიკრობიოლოგიის სპეციალობით. ასპირანტურის კურსი გაიარა ქ. მოსკოვის მ. ლო-

მონოსოვის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტში (საბჭოთა კავშირის შეცნობის შემდეგ აკადემიის წევრ-კორესპონდენტ მ. გორდენკოს ხელმძღვანელობით).

1950 წელს ვ. წილოსანმა დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და მუშაობა დაიწყო მცხარეთა დაცვის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მოსკოვის საცდელ სადგურში უფროს მეცნიერ თანამშრომლად.

1951-56 წწ. მუშაობდა ჩაისა და სუბტროპიკული კულტურების საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის უფროს მეცნიერ თანამშრომლად, ხოლო 1956 წლიდან — მიწათმოქმედების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში.

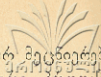
1958 წელს მუშაობდა საქ. სსრ სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ნარგავების განყოფილებაში — სწავლულ მდივანად, 1959-62 წლებში მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის უფროს მეცნიერ თანამშრომლად, ხოლო 1962 წლიდან 1974 წლამდე იმავე ინსტიტუტის მიკრობიოლოგიის განყოფილების გამგედ. 1958-70 წწ. შეთავსებით მუშაობდა საქ. სსრ სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში, მიკრობიოლოგიისა და მეღვინეობის კათედრაზე, კითხულობდა ლექციებს ზოგად მიკრობიოლოგიაში.

1968 წელს ქ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოლოგიის ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია, 1970 წელს მიენიჭა პროფესორის წოდება.

1974 წლიდან ვარდაცვალებამდე იყო თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიკრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის კათედრის გამგე.

1982 წელს მიენიჭა საქ. სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის წოდება.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოლოგიის ფაკულტეტის მი-



კრობიოლოგიისა და ვირუსოლოგიის კათედრის გამგე, საქ. სსრ მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გივი ანდრიას ძე წილოსანი, ზოგადი მიკრობიოლოგიისა და ბოტანიკის დარგში მუშაობდა 40 წელი. გამოქვეყნებული აქვს 224 შრომა. აქედან ორი სახელმძღვანელო მიკრობიოლოგიაში, ქართულ ენაზე, ერთი — სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკუმებისა და მეორე — უნივერსიტეტის ბიოლოგიის ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის. გამოქვეყნებულ შრომებში განხილულია ზოგადი მიკრობიოლოგიისა და ბოტანიკის აქტუალური საკითხები რომლებსაც აქვთ როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული მნიშვნელობა.

პროფ. გ. ა. წილოსანი წარმატებით ავითარებდა რამდენიმე სამეცნიერო მიმართულებას.

ფიტოპათოგენური ბაქტერიების შესწავლა და მცენარეთა დაცვის საშუალებათა დამუშავება;

მიკროორგანიზმების სხვადასხვა ფიზიოლოგიური ჯგუფების ეკოლოგია და ბიოლოგიური ტესტების დამუშავება დიაგნოსტიკისა და ნიადაგის ნაყოფიერების საქმეში.

ცილების პროდუქტიული მიკროორგანიზმებს აქტიური ფორმების მიღება და სახალხო მეურნეობისათვის ძვირფასი ნაერთების ტექნოლოგიის დამუშავება. ქლორელის უწყვეტი კულტივირება დაინერგა თელეთის, ოსურგეთისა და ზუგდიდის მეცხოველეობის კომპლექსში.

პროფ. გ. წილოსანი წარმატებით მუშაობდა გეოლოგიურ მიკრობიოლოგიაში, რის საფუძველზეც დამუშავებულია ბაქტერიული მეთოდი სპილენძის, თუთიის და კობალტის გამოტუტვის ვერცხლის შემცველ სულფიდურ საბადოებიდან და მათ გამამდიდრებელ პროდუქტებიდან. ასევე წარმატებით მუშაობდა პეტროტროფულ მიკროორგანიზმებზე, რომლებიც იწვევენ ორშტეინული წარმონაქმნების დაშლას დასავლეთ საქართველოს ეწერ ნიადაგებში. აღნიშნულ სამუშაოს აქვს მეტად დიდი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა, რადგან იგი ერთადერთი ბაზაა სუბტროპიკული კულტურების ფართობის გასადიდებლად.

გარდა კვლევითი მუშაობისა, პროფ. გ. წილოსანი დიდ დროს და ყურადღებას უთმობდა აბაღვაზრდა სპეციალისტ-ბიოლოგების მომზადებას, 1957 წლიდან ეწეოდა პედაგოგიურ მოღვაწეობას საქ. სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტში, ხოლო 1974 წლიდან — თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოლოგიის ფაკულტეტზე. კითხულობდა ზოგადი მიკრობიოლოგიის კურსს, სპეცკურსებს გარემო არის მიკრობიოლოგიასა და ანტიბიოტიკებში. ხელმძღვანელობდა საკურსო და სადიპლომო შრომებს. მის მიერ მომზადებულია 40-ზე მეტი მეცნიერებათა კანდიდატი და ერთი დოქტორი. კონსულტაციას უწევდა სამ ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხის მამძიებელს, ხელმძღვანელობდა 5 ასპირანტს და ერთ მაძიებელს.

პროფ. გ. წილოსანი იყო ბიოლოგიის ფაკულტეტის საკანდიდატო ხარისხების მიმნიჭებელი სპეციალიზებული საბჭოს თავმჯდომარის მოადგილე, მცენარეთა დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ხარისხების მიმნიჭებელი საბჭოს წევრი, საკავშირო მიკრობიოლოგიური საზოგადოების საქართველოს განყოფილების თავმჯდომარის მოადგილე, ლენინის სახელობის საკავშირო სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის ამერკავკასიის განყოფილე-



მის მცენარეთა ღაცვის განყოფილების ბაქტერიულ დაავადებათა შემსწავლელ
 ლა სენციის კომისიის წევრი. პროფ. გ. წილოსანი აქტიურად მონაწილეობდა
 ბიოლოგიის ფაკულტეტის ყოველდღიურ ცხოვრებაში, იყო ფაკულტეტის წიგ-
 ნის მოყვარულთა საზოგადოების თავმჯდომარე და პროფბიუროს წევრი.
 შესანიშნავი მეცნიერას, აღმზრდელია, მოქალაქის, მეგობრის — გივი
 წილოსანის ხსოვნა მარად დარჩება მისი კოლეგებისა და სტუდენტების მეხ-
 აერებაში.

ნადეუდა კიქაშუა, ლევან ჩუბინიშვილი.



თამარ ემილიანეს ასული ჯიბლაძე



ბიოლოგთა რაგებს გამოაყვლია დეაწლო-
სალი ბოტანიკოსი, პედაგოგი, უმდაბლეს
მკენარეთა წამგვანი სპეციალისტი, ამ და-
რგის ერთ-ერთი პიონერთაგანი — თამარ
ემილიანეს ასული ჯიბლაძე.

თ. ჯიბლაძემ თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტის ბოტანიკის კათედრაზე 52
წელი იმუშავა და მრავალრიცხოვანი თაო-
ბა აღზარდა. იგი დიდი ავტორიტეტით სა-
რგებლობდა, როგორც პროფესორ-მისწავ-
ლებლებში, ისე სტუდენტთა შორის. მის
მიერს თარგმნილმა სახელმძღვანელომ უნდა-
ბლეს მკენარეებში — დიდი სამსახური გა-
უწია ქართველ სტუდენტობას. მუშია თჯ-

ხიდან გამოაულმა ქალმა უნივერსიტეტში დოცენტის თანამდებობას მიადწია.
იგი 35-ნდე სანეცნიერთა შრომის ავტორია, ახალგაზრდა მეცნიერ-მუშავთა მომ-
ზადებია დიდი ქონავა არ ზოგავდა საკუთარ ძალასა და ენერჯიას მათთან მუშაო-
ბის დროს.

თბილისის უნივერსიტეტია და ჩვენი ქვეყნის სამაახურში უმწიკვლო
მუშაობისათვის მთავრობამ ღირსეულად შეაფასა მისი შრომა: მინიჭებე-
ლი ჰქონდა შრომის ვეტერანის წოდება, დაჯილდოებული იყო „საპატიო
ნიშნის“ ორდენითა და მედლებით.

თ. ჯიბლაძის ნათელი ხსოვნა მუდამ დარბება მისი მეგობრების, კოლე-
გებისა და აღზარდილთა გულებში.

ზურაბ შენგელია.

ვახტანგ კარლოს ძე ეკიზაშვილი



ბრმა, ტრავმატომა შემთხვევამ შემოქმედებითი სიძლიერის ააქში იმსხვერპლა ვახტანგ კარლოს ძე ეკიზაშვილი, ჭან-ლონით სავსე კაცი, რომელიც წლების განმავლობაში ენერჯის, ცოდნას, ადამიანურ სითბოს უხვად უნაწილებდა კოლეგებს, თანამშრომლებს, სტუდენტებს.

ვ. ეკიზაშვილი დაიბადა ბათუმში, 1945 წლის 18 მარტს, თბილისის მე-18 საშუალო სკოლა დათავრება მოჰყვა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოლოგიის ფაკულტეტი, შემდეგ კი ასპირანტურა. სადისერტაციო სამუშაოს შესასრულებლად იგი გაგზავნილი იყო მოსკოვში სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემია მოლეკულური

ბიოლოგიის ინსტიტუტში, 1974 წელს ვ. ეკიზაშვილმა წარმატებით დაიცვა დისერტაცია ბიოლოგიის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ვ. ეკიზაშვილი 1971 წლიდან მუშაობდა. იყო ლაბორანტი, ასისტენტი, 1976 წლიდან კი ბიოქიმიის კათედრის დოცენტი.

ბიოლოგიის ფაკულტეტზე ვ. ეკიზაშვილი ეწეოდა მკვლევარ პედაგოგიურ, სამეცნიერო და საზოგადოებრივ საქმიანობას. კითხვობდა ლექციების კურსს მოლეკულურ ბიოლოგიაში. ზღვრულად იყო სავსე და სადებილონო სამუშაოებზე. იყო 27 სამეცნიერო ნაშრომის ავტორი, რამდენიმე საერთაშორისო, საკავშირო და რესპუბლიკური კონფერენციის მონაწილე, დირექტორების რეგულარული წევრი და გამორჩეული იყო მისი ბიოლოგიური მონაცემებით და გამოჩენილი იყო მისი ბიოლოგიური მონაცემებით და გამოჩენილი იყო მისი ბიოლოგიური მონაცემებით და გამოჩენილი იყო მისი ბიოლოგიური მონაცემებით.

იმეათე პიროვნული ხიბლით, ადამიანობით, მეგობრობის ნიჭით დაჯილდოებული ვ. ეკიზაშვილი ძალზე ნაადრევად, 42 წლისა წავიდა ჩვენგან. წავიდა და თან წაიღო ბევრი განუხორციელებელი იდეა და თქვამს. ახლობლებს, მეგობრებს, თანამშრომლებს და სტუდენტებს დატოვა ნათელი ხსოვნა და სამუდამო გულისტკივილი.

ნუგზარ ალექსიძე, სოსო ლომოური.



ПЕРВЫЙ СЪЕЗД ВСЕСОЮЗНОГО ОРНИТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА И IX ВСЕСОЮЗНАЯ ОРНИТОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

16-19 декабря 1986 года в Ленинграде на базе Зоологического института Академии наук СССР и Ленинградского государственного университета имени А. А. Жданова, состоялся Первый съезд Всесоюзного орнитологического общества и IX Всесоюзная орнитологическая конференция. Именно здесь, 30 лет тому назад состоялась Первая Всесоюзная орнитологическая конференция, организованная такими выдающимися специалистами, как профессора Г. П. Дементьев, Н. А. Гладков, Л. А. Портенко, К. А. Юдин, А. К. Рустамов и др.

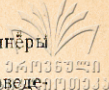
Всесоюзное орнитологическое общество на свой первый съезд собрало 243 делегата. Был заслушан отчетный доклад президента общества, председателя Орнитологического комитета СССР, профессора В. Д. Ильичёва, ряд интересных выступлений. Тайным голосованием было избрано правление. Президентом вновь избран профессор В. Д. Ильичёв, вице-президентами — В. Р. Дольник, Е. Н. Курочкин, А. К. Рустамов, В. Е. Флинт, учёным секретарём В. А. Зубакин.

IX Всесоюзная орнитологическая конференция подвела итоги орнитологических исследований за 1983—1986 годы, обсудила проблемы, по которым велась работа советских орнитологов и наметила пути дальнейшего развития отечественной орнитологии. На конференцию собралось свыше 700 участников, среди которых был 1 академик, 1 член-корреспондент АН СССР, 37 докторов наук и 211 кандидат наук. Было заслушано 6 пленарных докладов:

- В. Д. Ильичёв — Организация взаимоотношений человека с птицами — управление поведением птиц;
- В. Р. Дольник — Точки роста современной орнитологии;
- Е. Н. Курочкин — Происхождение и основные подразделения класса птиц;
- Р. Л. Потапов — Задачи и проблемы систематики птиц на современном этапе;
- Я. А. Викспе — Демографические исследования — основа направленного управления популяциями птиц;
- В. Е. Флинт — Птицы третьего тысячелетия: предпосылки к долгосрочному прогнозированию.

Во время конференции работало 13 симпозиумов:

- Систематика и морфология птиц, палеорнитология (конвинёры Е. Н. Курочкин и Р. Л. Потапов);
- Охрана птиц. Редкие виды (конвинёры А. Ф. Ковшарь и В. Е. Флинт);
- Бюджеты времени и энергии у птиц в природе (конвинёры В. М. Гаврилов и В. Р. Дольник);
- Голосовое общение птиц (конвинёры Б. М. Звонов и И. В. Ильинский);
- Методы определения численности птиц и создание ЭВМ — банк (конвинёры Н. И. Данилов и Ю. С. Равкин);
- Годовой цикл сезонных явлений птиц (конвинёры Г. А. Носков и С. Н. Постников);



- Информационная экология и управление поведением птиц (конвинёры В. Д. Ильичёв и В. Я. Бирюков);
- Современные проблемы и методические подходы в изучении поведения птиц (конвинёры Е. Н. Панов и В. А. Зубакин);
- Орнитогеография (конвинёр Ю. А. Исаков);
- Структура популяций птиц в сезон размножения (конвинёры Я. А. Виксне и В. А. Паевский);
- Прикладная орнитология (конвинёры И. М. Ганя и В. Э. Якоби);
- Адаптивные особенности биологии птиц северных широт (конвинёры А. В. Андреев и В. Б. Зимин);
- Птицы и антропогенный ландшафт (конвинёры А. К. Рустамов и В. М. Константинов).

Всего на симпозиумах было заслушано 102 доклада. Кроме того, было выставлено более 150-ти постеров (стендовых сообщений).

В рамках конференции работало 10 Круглых столов:

- Обсуждение проекта методических указаний по составлению кадастровых очерков видов птиц для «Книги животных СССР» («Книга генетического фонда фауны СССР») (председатель Е. Е. Сыроечковский);
- Экология и охрана хищных птиц (председатель В. М. Галушин);
- Эколого-этологические методики изучения птиц антропогенных ландшафтов (председатель Е. В. Карев);
- Анализ и классификация голосов птиц (председатель Б. Н. Вепринцев);
- Систематика группы серебристых чаек (председатели В. А. Зубакин и Л. Ф. Фирсова);
- Горный гусь (председатель А. А. Баранов);
- Врановые птицы (председатель В. М. Константинов);
- Птицы Средней Азии (председатель А. К. Рустамов);
- Птицы Кавказа: изученность, проблемы охраны (председатель Р. Г. Жордания);
- Аисты (председатель В. Е. Флинт).

Конференция решила положить в основу орнитологических исследований в СССР на XII пятилетку задачи, вытекающие из Основных направлений развития народного хозяйства СССР на 1986—1990 и до 2000-го года. Считать крайне необходимым расширение исследований по различным аспектам охраны, восстановления и рационального использования ресурсов авифауны в целом по вопросам проблемы «Птицы и человек». Повысить уровень и масштабы исследований во всех фундаментальных направлениях орнитологии. Поручить комиссии Орнитологического комитета СССР по стандартизации методик исследований — подготовить и издать руководство, в котором должны быть стандартизованы полевые и лабораторные методики, наиболее широко применяющиеся в СССР, при изучении птиц, унифицировать методику количественного учёта. Одобрить работы, проводимые по созданию ЭВМ-банков по численности птиц, считать необходимым подготовку и создание таких банков также по фенологии сезонных явлений в жизни птиц. Активизировать исследования по кадастровым очеркам птиц для «Книги животных СССР». Считать одной из важнейших задач создание полевых определителей птиц и современных руководств по орнитологии для вузов СССР.



Конференция поблагодарила ленинградских коллег — В. Р. Дольника, Р. Л. Потапова, В. А. Паевского и др. за хорошую организацию работы съезда и конференции.

X Всесоюзную орнитологическую конференцию решено провести в г. Витебске, а II съезд Всесоюзного орнитологического общества в Москве в 1991 году.

Р. Г. Жордания, председатель Орнитологической комиссии Грузии и грузинского отделения ВОО.



**მსუ ბიოლოგიის ფაკულტეტის დეკანის 1981 — 1987 წლებში
ჩატარებული მუშაოების ანგარიში**

ჩემი დეკანად მუშაობა ბიოლოგიის ფაკულტეტის ცხოვრების საკმაოდ რთულ პერიოდს დაემთხვა:

1. ამ პერიოდში ფაკულტეტი ახალ კორპუსში გადმოვიდა, რაც 1982 წლის ოქტომბრიდან 1984 წლის დასაწყისამდე გაგრძელდა. მდგომარეობას ისიც ართულებდა, რომ გადმოსვლასთან ერთად უნდა უზრუნველვეყო სწავლებისა და გამოცდების ნორმალური მიმდინარეობა.

2. ამ პერიოდს დაემთხვა აგრეთვე უმადლეა განათლების რეფორმის ცხოვრებაში გატარება, რაც 1985 წლიდან დაიწყო.

დეკანატს დაეკისრა ფაკულტეტის ახალ კორპუსში გადმოსვლის ორგანიზაცია. ჩვენვე ვახდენდით მშენებლობასთან დაკავშირებით შემოსული ინვენტარია და ზელსაწყობების განაწილებას.

მთელი რიგი სამუშაოებისა მშენებლებს შეუსრულებელი დარჩათ და დეკანატის უშუალო მონაწილეობით შესრულდა, ზოგიერთი სამუშაო არ დამთავრებულა და ამჟამადაც გრძელდება. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო წულისა და საკანალიზაციო ქსელის შეკვანა ლაბორატორიებში, რაც არ ყოფილა გათვალისწინებული, ნიჟარებისა და სხვა მოწყობილობათა დამონტაჟება; რაც გეგმარში შეტანის მიუხედავად, ხარჯთაღრიცხვის შემცირების გამო, მშენებლებს არ შეუსრულებიათ. დეკანატის ინიციატივით შესყიდულ იქნა და ლაბორატორიებში დაიდგა 80 თუჯის სამრეცხაო ზაკანი. ამ სამუშაოების ვრთივს ადგენდა დეკანატი და ზედამხედველობას უწევდა მის შესრულებას. დაიდგა გამანაწილებელი ფარები ძალოვანი ელექტროგაყვანილობისათვის. მოეწყო დროებითი ვივარიუმი და სხვა.

ცალკე უნდა აღინიშნოს კორპუსის მიწაზე საღებავი აუდიტორიების მშენებლობის დასრულება. საღებავი აუდიტორიებისათვის მერხები მშენებლობის მიერ დაკვეთილი არ ყოფილა და დეკანატის ზრუნვა რომ არა, აუდიტორიები, ვინ იცის, როდის ჩადგებოდა მწყობრში. ავეჯი დაკვეთილ იქნა სასკოლო ინვენტარის ფაბრიკაში.

აღსანიშნავია ი. ბერიტაშვილის სახ. აუდიტორია № 3-ის გაწყობა და აღჭურვა, თუმცა ეს პროცესი ჯერ არ დასრულებულა და ახალი დეკანატის განსაკუთრებულ ყურადღებას მოითხოვს.

უკანასკნელი ხუთი წლის განმავლობაში ფაკულტეტზე მოხდა ცვლილებები:

1. შეიქმნა ეკოლოგიისა და ჰიდრობიოლოგიის კათედრა, ხოლო ზოოლოგიის ორი კათედრა გაერთიანდა;
2. ხუთ კათედრას ახალი გამგებები ჩაუდგინეს სათავეში, რის გამოც შესაბამისად შეიცვალა საფაკულტეტო სამეცნიერო საბჭოს შემადგენლობა;
3. ფაკულტეტი შეივსო 4 სამეცნიერო ლაბორატორიით, რომლებიც სხვა დაწესებულებებიდან და ფაკულტეტიდან იქნა გადმოყვანილი; ამასთან, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიოლოგიის

ინსტიტუტიდან გადმოყვანილ იქნა ნერვული ცენტრების ფუნქციონირება
ნაზაცია ჩვეუთ, რომელიც ფორმალურად კანცეროგენზის მოლეკულურ
საფუძვლების ლაბორატორიის შენადგენლობაში შევადა, არსებითად კი ცალ-
კე ქვედააყოფს წარმოადგენს; მის აკად. თ. იოსელიანი ხელმძღვანელობს.

საანგარიშო პერიოდში დეკანატი სასწავლო პროცესის ორგანიზაციას
აწარმოებდა. ამ მხრივ ფაქტულტეტს შესაბამის პერიოდში რაიმე შესამჩნევი
ჩანაძნობები არ ჰქონია. დროულად დგებოდა ლექციებისა თუ გამოცდები;
ვანრიგი, ტარდებოდა კოლოკვილები, ხდებოდა სტიპენდიების დანიშვნა და
სხვა. პირველ ხანებში შეიხანებოდა შეფერხებები სტიპენდიების დროულად
დანიშვნაში, მაგრამ ბოლო დროს მდგომარეობა აშკარად გამოსწორდა. აქვე უნ-
და აღინიშნოს, რომ სასწავლო ცხრილის შედგენას დიდ სიძნელეა უქმნის ფა-
ქულტეტის ტერიტორიული დაქაჩულობა, ზოგიერთ საგანში მცვადინებობა
ბიოლოგიის კორპუსიდან საკმაოდ დიდი მანძილით მოშორებულ მეთრე კარ-
პუსში ტარდება, თუ არაფერს ვატყვით სამხედრო მომზადებასა, სამოქალაქო
თავდაცვასა და ფიზიკურ მომზადებაზე. ამგვარ რთულ პირობებში, ვფიქრობ,
ამ საკითხს დეკანატი კარგად გაართვა თავი.

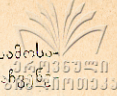
მნიშვნელობაშია მისაღები ისიც, რომ ამ მოკლე დროში ორჯერ შეიცვა-
ლა სასწავლო გეგმა; ხოლო ამჟამად ფაქულტეტი, წამოწყებული რეფორმის
გამო, საერთოდ სასწავლო გეგმის ვარჯშე მუშაობს, მის მუშაობას საფუძ-
ვლად ახლახანს შემუშავებული პროგრამები დაედო. ეს ვარჯშობა დეკანატს
დიდ სიძნელეებს უქმნის და მისგან ოპერატიულობასა და მოქნილობას მოი-
თხოვს.

უფრო მეტი ამას ემატება უმაღლესი განათლების რეფორმასთან დაკავში-
რებული ხშირი ცვლილებები. ფაქულტეტი მუშაობის შესაბამისად ვარჯშე-
მნია ვხვას დაადგა. შემოღებულია აუდიტორიული მუშაობის ახალი დროითი
რეჟიმი, ორგანიზებულია სტუდენტების დამოუკიდებელი მუშაობა და მისი
კონტროლი, ზოგიერთ საგანში დაწესდა წერითი გამოცდები. ამ სფეროში
ყველაფერა ვერ კიდევ ექსპერიმენტის ხასიათს ატარებს და დაბეჭდვას მოი-
თხოვს. ის კი უსათუოდია გასათვალისწინებელი, რომ ამგვარი ცვლილებები
დეკანატის მუშაობას აძნელებს და ართულებს.

აღსანიშნავია, რომ ლექციების ან პრაქტიკულ მცადინებობათა ჩაწლის
ფაქტები მტკად მცირე რიცხოვანი იყო. არც ერთი ამგვარი შემთხვევა დეკანა-
ტის რეაქციის ვარჯშე არ რჩებოდა.

ბიოლოგიის ფაქულტეტის მარჯვენებლები სხვა ფაქულტეტის მარჯვენებ-
ლებს არ ჩამოუვარდება. მაგალითად, თუ საანგარიშო პერიოდის დასაწყისში
არასპატიო ვაცდენების რიცხვი სემესტრში 12000-მდე საათი იყო, ბოლო 3
წლის განმავლობაში ეს რიცხვი 6000 და 7000-ს შორის ნერყეობს. სხვადასხვა
ხემდგომი ინსტანციის მიერ გამოგზავნილი კომისიები (ბოლო დროს კი ამ-
გვარა კომისიები მტკად მომრავლდა) ამ მხრივ დადებითად აფასებდნენ ფა-
ქულტეტის მუშაობას.

მნიშვნელოვან მაჩვენებლად ითვლებოდა სტუდენტთა აკადემიური მოს-
წრებაც; რაც საანგარიშო პერიოდში 73-83%-ს აღწევდა. მოსწრებამ ბოლო
ორ სემესტრში მოიკლო და 60%-მდე ჩამოვიდა, რაც წერითი გამოცდების
შემოღებას დაემთხვა. თუნცა, ხელმძღვანელობა თვით ამ ფაქტს უარყოფი-
თად აღარ თვლის, რადგანაც ჩვენ ახლა მომთხოვნელობის გაზრდას ვვითხო-
ვენ. საკმაოდ მაღალია ჩვენს ფაქულტეტზე სწავლის ხარისხი. საანგარიშო პე-



როდში ფრადოსანთა რიცხვი საშუალოდ 25%-ს შეადგენდა, ხოლო სამოს-
ნთა რიცხვს კი 30%-სათვის არასოდეს ვადაუჭარბებია. თუმცა, ეს მაჩვენებლები
ბელად ერთგვარად მერყეობდა.

დიდი მუშაობა ჩატარა დეკანატი ახალგაზრდა სპეციალისტთა განაწი-
ლებისა და სამუშაოზე დამაგრებისთვის. აქ უნდა აღინიშნოს უფრ. მასწავ-
ლებლის გ. პაპიძის როლიც. ნომხმარებელ ორგანიზაციებთან მუშაობა შე-
დგენია ის, რომ მიღების გეგმა მთლილად 5 კაცი შეგვიძინებოდა. რასაც დიდი
ბრძოლა დასჭირდა. განაწილების დინამიკა შემდეგია: 1983 წელს განაწილდა
კურსდამთავრებულთა 74%, 1984 წ. — 81%, 1985 წ. — 76%, 1986 წ. —
71%, ხოლო 1987 წელს კი რიცხვმა 94%-ს მიაღწია. დამაგრების კოეფიციენ-
ტი ყოველთვის დაახლოებით 90%-ს უდრიდა.

გამდინარეობდა სისტემატური ნუშაობა სტუდენტთა იდეურ-აღმშრდე-
ლობით დარგში. კათედრებზე გაშლილი იყო მუშაობა კურატორთა საბჭოსთან.
შეიქმნა ალკოპოლიზმისა და ნარკომანიის წინააღმდეგ ბრძოლისა და სამარ-
თალდარღვევებთან ბრძოლის საბჭოები, ტარდებოდა ლექციები და სხვ.

გამოცოცხლდა კულტმასობრივი მუშაობა. ხედავდ, ოთხი წლის გან-
მავლობაში, ბიოლოგიის ფაკულტეტის სტუდენტები საპრიზო ადგილს აკავებ-
დნენ. საწუშაროდ, ბოლო ორ წელს (1986, 1987) შემოქმედებითი აქტივო-
ბის შენარჩუნება ვერ მოხერხდა. ფაკულტეტმა საპრიზო ადგილი ვეღარ და-
იკავა, ხოლო წელს მხატვრული დონისძიებია ჩატარება სავრთოდ ვეღარ შეგ-
ძელით. ამის გამო სტუდენტური დღეები მეტად უღიმამოდ ჩატარდა. ნიშან-
დობლივია სტუდენტთა რესპუბლიკური სამეცნიერო კონფერენციის გადადე-
ბა, რომელიც ჭერაც არ ჩატარებულა და ოქტომბრისათვის გადაიდო. ეს კი
საერთებს უქმნის V კურსის სტუდენტების კონფერენციაში მონაწილეობას.

დეკანატი ქმედით დახმარებას უწყევს სტუდენტთა სანეცნიერო საზოგა-
დობას. აღსანიშნავია სტუდენტთა ოლიმპიადის რესპუბლიკურ ტურში ბიო-
ლოგიის ფაკულტეტის სისტემატური მონაწილეობა და გამარჯვება. 1986
წელს ჩვენმა სტუდენტებმა ოლიმპიადის დასკვნით ტურშიც მიიღეს მონაწი-
ლეობა (ქ. ღუშაშვილი). აქ ჩვენი წარმატებები მეტად მოკრძალებულია. საუ-
თესო მონაწილეობა მე-16 ადგილი დაიკავა (61-დან). მაგრამ თავისთავად ბარ-
ველი მონაწილეობა დასკვნით, სკავშირო ტურში შესამჩნევი წინსვლაა. იმე-
დია, ჩვენი სტუდენტები შეიძენენ საჭირო გამოცდილებას და შემდგომში
უკეთეს შედეგს მიაღწევენ.

წარმატებებია მოპოვებული სტუდენტთა ნაშრომების სკავშირო კონ-
კურსში. 1985 წელს ერთმა სტუდენტმა (მც. ანატ. და ფიზიოლოგიის კათედ-
რა) დიპლომი დაიმსახურა, ხოლო 1986 წ. კი სამი სტუდენტი დაჯილდოვდა
მედილებით (ადამიანისა და ცხ. ფიზიოლოგიის, ბიოფიზიკის და გენეტიკის კა-
თედრები) და 2 დიპლომით (ციტოლოგიისა და ბოტანიკის კათედრები).

ვარკვეული ნაბიჯებია გადადგმული ფაკულტეტის მონაწილეების გაუმჯო-
ბების მინარტულებით. მოხერხდა ერთდროული თანხის მიღება 300000 მა-
ნეთის ოდენობით, რათაც შეძენილია ჩეხოსლოვაკიის საღაბორატორიო ინვე-
ნტარი, უნგრული ლაბორატორია გენეტიკის კათედრისათვის, ფარდები, ზე-
მოთ აღნიშნული წყალსადენისა და კახალხაციის მოწყობალობაში და რამ-
დენიმე ძვირადღირებული ხელსაწყო. მოგაჩვენებია ეთილის სპირტის ცენ-
ტრალიზებული მიღება: ფაკულტეტი ყოველწლიურად 800 ლ. სუფთა და 150 ლ.
ტექნიკურ ეთილის სპირტს იღება. გადადგმულია ნაბიჯები ზოგიერთი სხვა
რეაქტივის ცენტრალიზებული შემოტანის მოსავგარებლად. კერძოდ, შედგა



ბიოლოგიისა და ქიმიის ფაკულტეტების ერთობლივი ვანაცხადი, რომლის მიხედვითაც ალიზაცეას ახლა ველოდებით.

სისტენატური მუშაობა ნიშნად არ ეთვლება უსაფრთხოება ტექნიკისა და სამეურნეო ბირობების გაუმჯობესებისათვის. მოგვარდა სხვადასხვა კომუნალური საკითხი. ბიოლოგიის ფაკულტეტის თანამშრომელთა უმრავლესობას დაუდგინდა უმჯობესი სამუშაო დღე, ხოლო ნეცნიერ თანამშრომლებს კი მრავალი შეგნებულება.

გაუმჯობესდა თანამშრომლების თანამდებობრივი მდგომარეობაც. სასტატო ერთეულების კათედრებს შორის გადანაწილებს ვაით 5 ხარისხის მქონე ლაბორანტი გადაყვანილია პროფესორ-მასწავლებელთა შენაღველობაში, 3 თანამშრომელი — 0,5 განაკვეთიდან 1,0 განაკვეთზე, ხოლო 3 — ლაბორანტის თანამდებობიდან — უფროსი ლაბორანტის თანამდებობაზე.

საანგარიშო პერიოდში ბიოლოგიის ფაკულტეტმა ორჯერ ღიაკაფა საპროზო (I და III) ადგილი უნივერსიტეტში გამართულ სტუდენტებში, რაც ფაკულტეტის უღვაწო მიღწევას.

ამასთან, დეკანატს ბევრი რამ დარჩა გასაკეთებელი. ეს, უპირველეს ყოვლისა, მშენებლობასა და კორპუსის კეთილმოწყობას ეხება. ვერ გადაწყდა ვივაროუმის მშენებლობის საკითხიც.

ყველაზე დიდ ნაკლად კი ის მიმაჩნია, რომ დეკანატმა ვერ შეძლო ფაკულტეტის თანამშრომელთა სამეცნიერო მუშაობის ჯგერონად გამოცოცხლება. დასაწყისში შეიმჩნეოდა ამ მიმართულებით გარკვეული აქტივობა: ანუ შეაღდა საფაკულტეტო სამეცნიერო სემინარი, შეიქმნა სამეცნიერო პროდუქტიაზე კონტროლის კომისია და ა. შ. მაგრამ ახალ კორპუსში გადმოსვლის შემდეგ, წინაწეუბული მუშაობა ჩაკედა და დაქსაქსული ხასიათი მიიღო. დღემდე ვერ მოხერხდა სამეცნიერო საანგარიშო სხდომების მოწყობა, რაც აუცილებელია და არაერთხელ აღნიშნული კადეც.

ხარვეზებია კურატორების მუშაობაშიც, რასაც დეკანატმა სათანადო ყურადღება ვერ მიაქცია.

უნდა აღინიშნოს, რომ, თუ ფაკულტეტს რაიმე მიღწევა ჰქონდა, ეს დეკანატის ყველა წევრის ერთობლივი და შეთანხმებული მუშაობის შედეგია. განსაკუთრებით კი უნდა აღინიშნოს სულ ახლახანს ტრავიკულად დაღუბული დოც. ვახტანგ ეკიზაშვილის წვლილი, რომელიც მთელი საანგარიშო პერიოდის მანძილზე უანგაროდ და ერთგულად ემსახურებოდა ფაკულტეტს.

საქმიანი კრიტიკა ხელს უწყობდა ნაკლოვანებათა დროულად გამოსწორებას და ფაკულტეტის მუშაობის ნორმალურად წარმართვას.

საქართველოს მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი,
პროფესორი გ. თუმანიშვილი

* * *

1985 წ. 18 იანვარს სამედიცინო მრეწველობის სამინისტროს ქიმიურ ნაერთთა ბიოლოგიური გამოცდის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის (მოსკოვის) სპეციალიზებული სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოფიზიკის კათედრის დოცენტმა მურად ალექსანდრეს ძე ცარციძემ დაიცვა დისერტაცია ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად, თემაზე — „ლიზოსომების სტრუქტურისა და ფუნქციის კვლევა ქიმიური კანცეროგენების“.

* * *

საქართველოს მთავრობის 1985 წლის 25 თებერვლის დადგენილებით—1985 წლის საქართველოს სახელმწიფო პრემია — მეცნიერების დარგში — მიენიჭა „საქართველოს წითელი წიგნის“ (თბილისი, 1982) შექმნელ კოლექტივს: მათ შორის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზოოლოგიის კათედრის თანამშრომლებს — პროფესორ არჩილ გაბრაელის ძე ჯანაშვილს (სიკვდილის შემდეგ), დოცენტ რევაზ გვიის ძე ყორდანიას და პროფესორ ბ. ე. ყურაშვილს.

პროფესორმა ა. ჯანაშვილმა „საქართველოს სსრ წითელი წიგნისათვის“ დაწერა 10-მდე ნუქმწოდებისა და ქვეწარმავლების დახასიათება, ხოლო დოცენტმა რ. ყორდანიამ — ყველა ფრინველის (33) დახასიათება. პროფ. ბ. ყურაშვილი იყო წიგნის ზოოლოგიური ნაწილის რედაქტორი.

* * *

17—20 апреля 1988 г. состоялась юбилейная конференция, посвященная 30-летию со дня основания Лаборатории биологии развития ТГУ. В конференции приняли участие ведущие ученые как Грузии, так и других республик.

Лаборатория биологии развития первоначально была образована в составе Института физики АН ГССР в качестве лаборатории биофизики в 1957 г. Со дня образования ею руководит член.-корр. АН ГССР, профессор Г. Д. Туманишвили. Лаборатория в основном разрабатывала вопросы, связанные с биофизическими проблемами. За годы работы в Институте физики в лаборатории сложился довольно сильный коллектив. В ней выросли такие ученые как например, член.-

1972 05 20
191033

корр. АН СССР П. Л. Привалов, д. физ. наук Г. М. Мревлишвили, физ. мат. наук Н. Г. Бакрадзе, д. физ. мат. наук Н. Д. Моиселидзе, к. физ. мат. наук Т. В. Бурджанадзе и др. Однако с самого начала в лаборатории наряду с биофизическими исследованиями проводилась работа по рост-регулирующим пеществам. Собственно эти исследования и легли в основу нынешних работ сотрудников лаборатории.

В 1964 г. лаборатория была реорганизована. Сперва она была разделена на два отдела, а именно, отдел биофизики и отдел физики биополимеров, а затем отдел биофизики был переведен в Институт экспериментальной морфологии АН СССР. С этого момента лаборатория (отдел) вступила в новый этап своего существования. «Физическим мотивам» в ее тематике уделялось все меньше и меньше внимания. Консолидировалась биологическая часть тематики. В 1972 г. отдел биофизики был переименован в отдел биологии развития. Именно в этот период в лаборатории были обнаружены факторы ядерного сока, влияющие на транскрипцию. При этом один из них демаскирует ДНК хроматина, включая блокированные участки, а два других действуют на активность РНК-полимераз. Упомянутые работы ведутся группой молекулярно-биологических исследований, возглавляемой ст. научн. сотрудником К. М. Джанджери. В это же время началось подробное изучение ядерного рост-ингибирующего фактора (ЯРИФ), химическая природа которого в настоящее время изучается. ЯРИФ обнаружен в ядрах клеток печени, почки и ретинального пигментного эпителия. Параллельно велась работа по исследованию рост-тормозящего фактора желудочков сердца теплокровных животных (курица, крыса), условно называемого сердечным кейлоном. Показано, что распределение его в сердце в большой мере совпадает с распределением способности клеток к пролиферации.

Одновременно с этим в работе лаборатории наметились еще два направления: первое из них, возглавляемое в настоящее время заведующим лабораторией П. В. Челидзе, относится к ультраструктурным основам развития животных и дифференцировке клеток, второе же посвящено действию сверхмалых доз проникающих излучений на рост и развитие живых организмов. Второе направление возглавляет ст. научн. сотр. А. А. Козлов. Наконец, необходимо отметить работы по влиянию тимуса на дифференцировку клеток крови и стромы (Т. В. Тодрия), проводимые совместно с Институтом переливания крови Минздрава СССР.

В ноябре 1983 г. отдел биологии развития Института экспериментальной морфологии АН СССР был переведен в состав биологического факультета ТГУ в качестве научно-исследовательской лаборатории биологии развития. Перевод лаборатории биологии развития в ТГУ ставил целью повышение уровня научно-исследовательской работы в университете в соответствующих областях биологии. В научном отношении в лаборатории ничего не изменилось. Более или менее интенсивно развиваются все направления, зародившиеся еще до ее перевода в ТГУ. Вместе с тем лаборатория активно включилась в процесс подготовки кадров, поскольку именно она представляет главную научную



базу для кафедры цитологии, гистологии и эмбриологии, возглавляемую в настоящее время Г. Д. Туманишвили.

Плодотворности работы лаборатории биологии развития чрезвычайно способствуют ее постоянные контакты с научными учреждениями Советского союза и Грузии. Особенно большую помощь в работе лаборатории оказывал и оказывает Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова АН СССР. Лаборатория и многие из ее сотрудников сформировались как-бы будучи сотрудниками этого Института. С лабораторией клеточной дифференцировки (руководитель д. б. н. О. Г. Стрובה) ведется плодотворная совместная работа по исследованию ЯРИФ (см. выше) ретинального пигментного эпителия. Большую помощь в исследованиях лаборатории оказывает Институт экспериментальной морфологии им. А. Н. Натишвили АН ГССР, протянувший руку содружества своим бывшим сотрудникам. Было проявлено много теплых чувств и сделано много добрых дел Институтом цитологии АН СССР (г. Ленинград), Институтом молекулярной биологии АН СССР, Институтом физиологии АН ГССР, Институтом ботаники АН ГССР и многими другими. Благодаря этому сотрудники лаборатории биологии развития никогда не чувствуют себя одиночками.

* * *

1987 წ. 22 ოქტომბერს ბიოფიზიკის კათედრის თანამშრომელმა ჯაბა არღვეანის ძე თნიანმა უნივერსიტეტის სპეციალიზებულ სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე დაიცვა დისერტაცია ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად (მცენარეული უჯრედის ციკლოზის რეგულაციის ფიზიო-ქიმიური მექანიზმი).

* * *

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მიერ 1988 წელს გამოცხადებულ ვაკანსიებზე, ბიოლოგიის ფაკულტეტიდან არჩეულნი არიან:

სპეციალობაზე „ზოოლოგია“, წევრ-კორესპონდენტად ბიოლოგიის ფაკულტეტის დეკანი, ზოოლოგიის კათედრის გამგე, პროფესორი ირაკლი იასონის ძე გლიგა.

სპეციალობაზე „ბიოქიმია, ბიოორგანული ქიმია“, წევრ-კორესპონდენტად ბიოქიმიისა და ბიოტექნოლოგიის კათედრის გამგე, პროფესორი ნუგზარ გიორგის ძე ალექსიძე.

* * *

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტად არჩეულია უნივერსიტეტის მცენარეთა ანატომიისა და ფიზიოლოგიის კათედრის გამგე, ფოტოსინთეზის სამეცნიერო-კვლევითი პრობლემური ლაბორატორიის გამგე, აკადემიკოსი ვიგი ალექსანდრეს ძე სანაძე.

* * *

უნივერსიტეტის გარემოს დაცვის პრობლემური ცენტრის ბაზაზე შექმნილია ეკოლოგიური ცენტრი (ხელმძღვანელი პროფესორი ვია შალვას ძე ქაჯაია; მოადგილეები — რევაზ გვივის ძე ყორღანიძე, გეოგრაფიულ მეცნიერებათა დოქტორი ემილ დავითის ძე კობახიძე, დოცენტი გურამ დავითის ძე სუპატაშვილი).

* * *

1988 წ. 22 იანვარს ბიოფიზიკის კათედრის თანამშრომელმა ნანა გიორგის ას. კოტიკაძემ ქ. მინსკის ფოტობიოლოგიის ინსტიტუტის სპეციალიზებულ სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე დაიცვა დისერტაცია ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად (ბიოლოგიური მემბრანებისა და სისხლის ლიპიდების თვისებების კვლევა — ავთვისებიანი ზრდის დროს).

* * *

1989 წ. 20 თებერვალს უნივერსიტეტის სამეცნიერო საბჭომ — ზოოლოგიის კათედრის რეკომენდაციის საფუძველზე — აირჩია რევაზ გვივის ძე ყორღანიძე ზოოლოგიის კათედრის პროფესორად. 1990 წ. კი მიაკუთვნა მას პროფესორის წოდება.

* * *

1989 წ. 24-27 თებერვალს, უნივერსიტეტის ეკოლოგიური ცენტრის ინიციატივით ჩატარდა I რესპუბლიკური კონფერენცია ეკოლოგიის აქტუალურ პრობლემებზე. მოხსენებების სრული ტექსტები დაიბეჭდება უნივერსიტეტის „შრომების“ ეკოლოგიურ გამოშვებაში.

* * *

1989 წლის 11 დეკემბერს ბიოლოგიის ფაკულტეტის გაფართოებულმა სამეცნიერო საბჭომ — ფაკულტეტის დეკანად აირჩია ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი მურად ალექსანდრეს ძე ცარციძე.

* * *

1990 წ. 20 ივნისს, უნივერსიტეტის სამეცნიერო საბჭომ — ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგიის კათედრის რეკომენდაციის საფუძველზე — აირჩია ნანა ივანეს ასული სიხარულიძე ადამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგიის კათედრის პროფესორად.

* * *

1990 წ. 20 ივნისს, უნივერსიტეტის სამეცნიერო საბჭომ — გენეტიკის კათედრის რეკომენდაციის საფუძველზე — აირჩია იზაბელა ილიას ასული ჭუჭუბუკი გენეტიკის კათედრის პროფესორად.

* * *

1990 წ. 20 ივნისს უნივერსიტეტის სამეცნიერო საბჭომ — არნოლდ მიხეილის მეგვრევი აირჩია ზოოლოგიის კათედრის გამგედ.

* * *

1990 წ. 26 ივნისს ბიოლოგიის ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭომ — რევაზ გიგის ძე უორდანიას აირჩია ხერხემლიანი ცხოველების ბიოლოგიისა და დაცვის სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორიის გამგედ.

შინაარსი

რედოლოგიისაგან 5

გ. თუ შინაშვილი, რ. უორდანი, ბიოლოგიის ფაკულტეტი (მოკლე ისტორია) 6

გ. თუ შინაშვილი — უგრედთა დიფერენცირებისა თეორია. დახრილი სიბრტყის პიპო-
თეზა 28

მ. ცარციძე, ბ. ლომსაძე — სტრუქტურულ-ფუნქციური ცვლილებები ლიხოსი-
მებში ქიმიური კანცეროგენების დროს 42

მ. ცარციძე — ქიმიური კანცეროგენების მოლეკულური საფუძვლების შესახებ 48

ი. ელიავა — დორილაინიდან ნემატოდების რივის ევოლუცია მამართლებათა ცვლა და
ფალოგენეტური ურთიერთობანი მის ფარგლებში 53

რ. უორდანი — ზოგიერთი ფრინველის სიგრძობრივი დამოკიდებულება კავკასიაში 57

ე. ჩხიკვაძე, მ. ბაქრაძე — თანამედროვე ხმელეთის კუს სისტემატიკური აღგლის
შესახებ მდინარე არაქსის ხეობიდან 64

დ. მელაძე — კავკასიური ჭვარტლას კარიოლოგიისათვის 67

ნ. გოლუბევი, დ. თარხნიშვილი — აბოტურის ფაქტორების როლი მცირეზიერა
ტრიტონის ევოლუციაში 71

გ. ქაჯაია — სახეობრივი პოპულაციების არატოლუასიგენების შესახებ აჯარიდებში 79

ც. ცვიძიძე — ავსტრალიის გერტინიან მცენარეთა გლაზაქორების საკომისიისათვის მათუმის
პოტანიკურ ბაღში 87

დ. ბიბოვი, გ. სანაძე — იზობრენის ეფექტის და ფოტოსინთეზის გაძლიერებისა და
სექტრალური მათისათებლების ცვლების ექსპერიმენტული მეთოდები 97

ნ. ნემსაძე, ნ. ბეგრატიონი — სიმინდის თესლის სიმწიფის უაზების პორმონალურა
რეგულაცია 103

ლ. კაკუშაძე, ც. წერეთელი — პლასტიდური პიგმენტების შემცველობა იზობრენ-
გამომყოფ მცენარეებში 109

ც. წერეთელი — მაიონიზებელი რადიაციის ზემოქმედების გავლენა აზოტის და ცილის
შემცველობაზე სხვადასხვა ჯიშის სიმინდში 113

ნ. კიქაშელა, გ. წილოსანი — მაგნიტურა ევლია გავლენა ანოტობაქტერიის აღვლობ-
რივი შტაბების ზრდის რეგულატორების სინთეზზე 122

სსოგნა 124

ზაქარია ყანაველი 124

პირველი ქართული პროფესორი ბოტანიკაში ზაქარია ყანაველი 126

გიორგი გოგილაშვილი 131

მიხეილ ქავჭავაძე 135

დიმიტრი მელაძე 137

გივი წილოსანი 139

თამარ ჭიბლაძე 142

ვახტანგ ეყიზაშვილი 143

ქრთნაძე 151



СОДЕРЖАНИЕ

От редколлегии	5
Г. Туманишвили, Р. Жордания. Биологический факультет (краткая история)	6
Г. Туманишвили. Теория дифференцировки клеток. Гипотеза „наклонной плоскости“	11
М. Царцидзе, Б. Ломсадзе. Структурно-функциональные изменения в лизосомах, при химическом канцерогенезе	30
М. Царцидзе. О молекулярных основах химического канцерогенеза.	43
И. Элиава. Смена направлений эволюции и филогенетические взаимоотношения в пределах отряда дорелайида	49
Р. Жордания. Пространственные отношения некоторых птиц в области Кавказа	54
В. Чхиквадзе, М. Бакрадзе. О систематическом положении современной сухопутной черепахи из долины реки Аракс	59
Д. Меладзе. К кариологии Кавказской крестовки	64
Н. Голубев, Д. Тархнишвили. Роль абиотических факторов в экологии малоазийского тритона	68
Г. Каджая. О неравноценности видовых популяций (на примере акарид)	73
А. Цицвидзе. К вопросу перезимовки австралийских древесно-кустарниковых растений в Батумском ботаническом саду	80
Д. Баазов, Г. Сападзе. Экспериментальные методы исследования спектральных характеристик и усиления изопренового эффекта и фотосинтеза	88
Н. Немсадзе, Н. Багратиони. Гормональная регуляция фаз спелости семян кукурузы	99
Л. Какушадзе, Ц. Церетели. Содержание пластидных пигментов в изопрен-выделяющих растениях	105
Ц. Церетели. Влияние ионизирующей радиации на содержание азота в разных сортах кукурузы	110
Н. Чикашуга, Г. Цицосани. Влияние магнитного поля на синтез регуляторов роста местных штаммов азотобактера	115
Памяти	
З. А. Канчавели	124
Первый грузинский профессор-ботаник З. А. Канчавели	126
Г. С. Гогилашвили	131
М. Г. Чавчапидзе	135
Д. Д. Меладзе	137
Г. А. Цицосани	139
Т. Е. Джибладзе	142
В. К. Экизашвили	143
Хроника	144



CONTENTS

Voreworth 5

G. Tumanishvili, R. Zhordania, The biological faculty 6

G. Tumanishvili, Theory of cell differentiation. The "inclined plane" hypothesis 29

M. Tsartsidze, B. Lomsadze. Structural-functional variability of lisosomes in chemical carcinogenesis 42

M. Tsartsidze. On the molecular principles of chemical carcinogenesis 48

Eliava. The Change of evolutionary directions of the nematodes of the order Dorylaimida and phylogenetic interrelationship within the order 53

R. Zhordania. Spatial relations of some birds in the Caucasus area 58

V. Ckhikvadze, M. Bakradze. On the systematic position of the recent land turtle from the Araxes valley 63

D. (M.) Meladze. Towards the caryology of *Pelodytes caucasicus* 67

N. Golubev, D. Tarkhnishvili. Part of abiotic factors in *Triturus vittatus* ecology 72

G. Kajalia. On the nonequivalence of the Acaridae species populations 79

A. Tsitsvidze. On wintering of Australian woody plants in the Batumi Botanical Garden 87

D. Baazov, G. Sanadze. Experimental methods of investigation of the spectral characteristics and of increasing the soprene effect and photosynthesis 98

N. Nemsadze, N. Bagrationi, Hormonal regulation of the seed ripeness phases in maize 104

L. Kakushadze, Ts. Tsereteli. The content of plastid pigments in isoprene-releasing plants 109

Ts. Tsereteli, Effect of ionizing radiation on the total nitrogen and protein content in different varieties of maize 114

N. Chikashua, G. Tsilosani. The effect of the magnetic field on the synthesis of growth regulators of local strains of *azotobacter* 122

In Memoriam

S. Kanchaveli 124

The first Georgian professor botanist: Z. A. Kanchaveli 126

G. Gogilashvili 127

M. Chavchanidze 128

D. Meladze 137

G. Tsilosani 139

T. Jibladze 142

V. Ekizashvili 143

Chronicle 144



გამომცემლობის რედაქტორები: ნ. ქ ა ნ თ ი ა რ ი ა, ლ. ხ ა შ ტ ა რ ი ა.
 სამხატვრო რედაქტორი ი. ჩ ი ქ ვ ი ნ ი ძ ე
 ტექნიკური რედაქტორი ფ. ბ უ დ ა ლ ა შ ვ ი ლ ი
 კორექტორები: ლ. დ თ ლ ი ძ ე, ნ. ე ლ ი შ ბ ა რ ა შ ვ ი ლ ი

გადაეცა წარმოებას 17. 09. 86. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 10. 07. 91.
 საბეჭდი ქაღალდი 70×108 1/16. პირობითი ნაბეჭდი
 თაბახი 14. სააღრ.-საგამომც. თაბახი 11, 12.
 ტირაჟი 300. შეკვეთის № 1429.
 ფასი 2 მან. 20 კაპ.

თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა,
 თბილისი, 380028, ი. ჭავჭავაძის პროსპექტი, 14.
 Издательство Тбилисского университета,
 Тбилиси, 380028, пр. И. Чавчавадзе, 14.

თბილისის უნივერსიტეტის სტამბა,
 თბილისი, 380028, ი. ჭავჭავაძის პროსპექტი, 1.
 Типография Тбилисского университета,
 Тбилиси, 380028, пр. И. Чавчавадзе, 1.