

- flagrante delicto (на месте преступления) // Современные концепции эволюционной генетики: Мат-лы междунар. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения акад. Д.К. Беляева (9–12 сентября 1997 г.). Новосибирск, 1997.
6. Перевозкин В.П., Куровский А.В. Биотопическое распределение и кариотипическая структура популяций малярийных комаров в пойменных водоемах среднего течения р. Чулым // Эколого-биогеохимические исследования в бассейне Оби. Сб. ст. Томск, 2002.
 7. Кабанова В.М. и др. Кариологическое исследование природных популяций малярийного комара в Среднем Приобье. Характеристика кариотипа *Anopheles maculipennis messeae* Fall. // Цитология. 1972. Т. 14. № 5.
 8. Стегний В.Н., Кабанова В.М., Новиков Ю.М., Плешкова Г.Н. Инверсионный полиморфизм малярийного комара *Anopheles messeae*. I. Распространение инверсий по ареалу вида // Генетика. 1976. Т. 12. № 4.
 9. Гордеев М.И., Стегний В.Н. Инверсионный полиморфизм малярийного комара *Anopheles messeae*. Сообщение VIII. Распределение личинок в биотопах в условиях совместного обитания с *Anopheles beklemishevi* // Генетика. 1989. Т. 25. № 2.
 10. Стегний В.Н., Кабанова В.М. Инверсионный полиморфизм малярийного комара *Anopheles messeae*. Сообщение IV. Локальный отбор и пространственная дифференциация инверсионных генокомплексов по плодовитости // Генетика. 1985. Т. 21. № 12.
 11. Новиков Ю.М. Влияние ассортативного скрещивания на популяционную структуру малярийного комара *Anopheles messeae* // Тезисы докл. XIV Междунар. генет. конгр. М., 1978. Сек. 4. I.
 12. Гордеев М.И., Трошков Н.Ю. Инверсионный полиморфизм малярийного комара *Anopheles messeae*. Сообщение IX. Каннибализм у личинок как фактор отбора // Генетика. 1990. Т. 26. № 9.
 13. Гордеев М.И., Бурлак В.А. Инверсионный полиморфизм малярийного комара *Anopheles messeae*. Сообщение XI. Групповой эффект при инфицировании личинок бактерией *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* // Генетика. 1992а. Т. 28. № 7.

УДК 581.9

Э.Д. Крапивкина

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ КУЗДЕЕВСКОГО ЛИПОВОГО ОСТРОВА В ГОРНОЙ ШОРИИ

Кузбасская государственная педагогическая академия

Более ста лет минуло с того времени, когда был открыт (1890 г.) и впервые описан профессором Томского государственного университета П.Н. Крыловым знаменитый Кузедеевский липовый остров в Горной Шории – единственный крупный массив широколиственного леса в Сибири. Его работа [1] положила начало изучению реликтовых элементов во флоре Сибири, а также новому для того времени флорогенетическому направлению. Кроме того, эта работа, став классической, представляет ценный ботанико-географический материал по характеристике тогда еще не нарушенного липового леса среди черневой тайги Горной Шории. С того времени на этой территории работало не одно поколение исследователей, и до настоящего времени не угасает интерес к этой уникальной формации леса.

Реликтовая природа этого участка широколиственного леса, где основной древесной породой является липа сибирская – *Tilia sibirica* Fisch. была доказана П.Н. Крыловым на основании тогда еще скудных палеоботанических данных. Важная роль при этом была им отведена факту совместного произрастания с липой 17 видов травянистых ее спутников, основная часть ареала которых в настоящее время связана с широколиственными лесами Европы, реге Дальнего Востока, Средней Азии. Как липу, так и весь комплекс сопутствующих ей травянистых видов, П.Н. Крылов отнес к числу третичных неморальных реликтов в современной флоре Сибири [2]. Им было показано, что данная формация широколиственного леса сохранилась в составе не менее уникальной черневой тайги Горной Шории. Общая площадь Кузедеевского липового острова, по данным

П.Н. Крылова, составляла тогда около 45 тыс. квадратных верст. По его описаниям густота насаждений была довольно значительной, особенно в местах, где перевес брали хвойные породы по сравнению с участками чистых липовых насаждений. Березы и осины значительной роли не играли. Отмечено, что наибольших размеров в диаметре липа достигала на вершинах грив (у отдельных особей до 91 см). Отмечая наличие хорошего вегетативного размножения корневой порослью и отводками, а также семенного возобновления, П.Н. Крылов указывал, что со стороны сохранения потомства липа, видимо, здесь обеспечена хорошо. Травянистый покров, по его описанию, не образует густого ковра, поверхность почвы почти голая, редко замечены мхи. Описывая видовой состав растений по вершинам грив, их покатолям, а также на дне ложбин, по берегам речек, П.Н. Крылов отметил здесь около 170 видов растений. Указано проникновение сюда некоторых сорных растений, селящихся по верховым тропам и на месте станов обывателей, добывающих здесь лыко. Позднее (1898 г.) П.Н. Крылов показал, что кроме липового острова многие травянистые неморальные реликты обитают и в окружающей его черневой тайге, а прежде всего в сообществах с господством или участием пихты сибирской.

В период с 1920 по 1924 г. черневую тайгу Томской губернии исследовала ботаник Томского госуниверситета Л.Ф. Ревердатто, которая неоднократно посетила липовый остров. Ею опубликована статья [3], в которой она писала, что липа здесь не образует чистых насаждений, а произрастает совместно с другими древесными породами: из хвойных больше всего пихты,

меньше ели, сосны и кедра, а из лиственных много осины и березы. Указание на факт отсутствия чистых липняков Л.Ф. Ревердатто, вероятно, было связано с неполной площадью исследований. Автор отмечала высокую интенсивность хозяйственного использования территории, в частности вырубку крупных деревьев липы и особенно кедра. Говоря о состоянии древесных пород, Л.Ф. Ревердатто отмечала массовое поражение листьев липы грибными болезнями, а хвойных – гусеницами, уничтожившими почти всю хвою. Коллекции грибов, собранные ею, были обработаны микологом Н.Н. Лавровым, который выявил среди них 27 видов грибов. Оказалось, что массовое поражение листьев липы было вызвано *Gloeosporium tiliae*, а также *Cercospora microsora*, *Phellosticta tilia*. Всходов липы в те годы ей найти не удалось. Тем не менее липовый остров произвел на нее положительное впечатление в те годы. Травянистые реликты отмечены ею не только в липовом острове, но и в черневой тайге бассейна р. Кондомы и верховьях р. Томи. Причем часть из них, отмеченных П.Н. Крыловым в липовом острове, ей обнаружить не удалось (*Actaea spicata*, *Sanicula europaea*). Что касается дальнейшей судьбы липового острова, то Л.Ф. Ревердатто писала, что этой формации, возможно, грозит исчезновение в связи с тем, что на сотни верст черневые леса вокруг не имеют никакой охраны.

В 1936 г., путешествуя по Алтаю, липовый остров посетил известный ботаник Ю.Д. Клеопов. Результаты исследований были им опубликованы в известной работе [4], где он изложил свою систему ценоэлементов.

В 1939 г. в липовом острове проводил исследование В.И. Грубов (1940), опубликовавший статью [5], в которой он описал чистые липняки паркового типа. Свои маршруты он совершал из д. Мостовой, расположенной тогда в нижнем течении р. Большой Теш, где им был описан почти чистый липовый лес. В настоящее время здесь нет ни указанной деревни, ни тем более липового леса. В те годы В.И. Грубов отмечал хорошую приспособленность липы к местным условиям. Одним из доказательств этого, на его взгляд, является обильное порослевое возобновление липы, которое приводит к формированию высокоствольных деревьев и вытеснение липой других пород. Хорошую сохранность липового острова автор связывал с запрещением рубок липы. Но в то же время с сожалением отмечал, что на этой территории проводится выборочная рубка пихты и кедра, которая сопровождается разжиганием костров и вывозкой леса. Такое вмешательство человека, писал он, до неузнаваемости изменяет тип этих насаждений, что приводит к сокращению липовых лесов.

Летом 1940 г. на территории липового острова работал Л.Б. Колокольников в составе экспедиции Биологического научно-исследовательского института Томского университета по изучению животного и

растительного мира Горной Шории. В своей статье [6, с. 8] он отмечал, что на территории липового острова липа образует густые насаждения с участием всех травянистых реликтов, установленных П.Н. Крыловым, за исключением *Circaea luteciana*. Липа была представлена крупными деревьями высотой 20–25 м, от 40 до 80 см в диаметре. Автор указывал на густое порослевое ее возобновление при следующей полноте древостоя: липа 0.3–0.9; осина 0.1–0.6; пихта 0.1–0.3; отмечены кедр и береза. Однако при таком обилии, отмечал он, липа нигде не образует чистых насаждений паркового типа, о которых писал В.И. Грубов. Семенного возобновления липы автору обнаружить не удалось. Как отмечал Л.Б. Колокольников, есть все основания утверждать, что судьба липового острова далеко не обеспечена современными условиями, и нынешние густые липняки не являются результатом вытеснения липой других пород, а вызваны гибелью хвойных и вырубкой их в последние годы.

Более поздние исследования на территории липового острова проводились профессором А.В. Куминовой. В своей первой работе [7] автор отмечала, что площадь липового острова со времени описания его П.Н. Крыловым сократилась почти в три раза. Этот факт А.В. Куминова связывала исключительно с вырубкой и уничтожением липы человеком. Естественных причин для вымирания липы автор не видела. По ее наблюдениям, липа дает обильное порослевое возобновление, а в центральной части острова ею было отмечено наличие деревьев семенного происхождения, что, на наш взгляд, несколько сомнительно. Слабое семенное возобновление А.В. Куминова связывала с устройством плодов. В травостое леса ею было выделено несколько экологических групп: эфемероиды, высокотравье, реликтовые виды, таежные формы и сорные растения. Позднее в своей монографии [8] А.В. Куминова важное место уделяла вопросам происхождения черневой тайги и липового леса. Отмечая несколько основных этапов в развитии растительности Кемеровской области, она выделила несколько генетических групп в сложении современного растительного покрова, из которых липовые леса считала наиболее древней формацией растительности Сибири, подтверждая мнение П.Н. Крылова. Ею отмечен высокий коэффициент флористической общности формаций липового леса и черневой тайги.

Исследования, связанные с изучением Кузедеевского липового острова, нашли свое отражение в работах профессора Г.В. Крылова. Согласно его данным, площадь, занятая липой в Горной Шории, за последние 65 лет увеличилась на 20 %, и составляет 50–60 тыс. га, а господствует она на площади 4.9 тыс. га. При этом автор, вероятно, имел в виду не только территорию липового острова, но и вблизи расположенные островки липы. Слабое семенное возобновление липы автор связывал с поздними весенними заморозками. Г.В. Крыловым [9] впервые была про-

ведена классификация липовых лесов, и выделено среди них четыре типа: кустарниковый копытнево-скердовый, черемуховый снытьево-широколистный, кустарниковый копытнево-папоротниковый и осиново-пихтовый лес снытьево-широколистный.

Вопросам распространения, лесоводческим свойствам липы и классификации лесов с участием липы в Западной Сибири посвящена монография дендролога Ю.П. Хлонова [10]. Липу, произрастающую на территории Горной Шории, он рассматривает в качестве самостоятельного вида *Tilia sibirica* Bauer, подтверждая мнение Байера (Bauer, 1862) и П.Н. Крылова (1935). На основании изучения лесоводственных свойств липы сибирской Ю.П. Хлонов определяет биологический возраст этой породы в условиях Горной Шории – 300 лет. Представляют интерес данные автора о семенном возобновлении липы сибирской. В благоприятные годы на вырубках им было отмечено до 400 всходов на 1 м², под пологом же древостоя до 15 всходов. Однако всходы оказывались на 90–100 % поражены грибами из родов *Fusarium* и *Alternaria*. Этот факт, по его мнению, является одной из главных причин отсутствия семенного возобновления липы. Что касается вегетативного размножения, то автор отмечал хорошее порослевое возобновление от пня. В молодом возрасте отмечено хорошее размножение липы отводками, которые могут развиваться до высоты взрослого дерева или подлеска в зависимости от условий существования.

Значительное внимание в своих исследованиях Ю.П. Хлонов [11] уделил изучению вредителей липы, результаты которого позволили автору зарегистрировать 19 видов вредных насекомых и 32 вида паразитических грибов, из которых 20 видов повреждают древесину, 3 – листья, 5 – всходы, 7 – плоды. Из болезней на листьях наиболее распространен *Cercospora microsora* (Sacc) и *Gloeosporium tiliae* Ooud. Особенно массовое поражение последним видом отмечено автором в 1950 г. Некоторые из грибов, часто из трутовиковых, вызывают ствольные и пнёвые гнили, особенно в спелом возрасте (120–130 лет). Высокую зараженность грибными болезнями Ю.П. Хлонов связывал с влажным вегетационным периодом, достаточным количеством безморозных дней, наличием перестойных деревьев. Одной из важнейших мер борьбы с грибными болезнями, по его мнению, является вырубка больных и перестойных деревьев. Кроме различных видов паразитических грибов, на липе в Горной Шории Ю.П. Хлоновым отмечены повреждения, вызванные различными насекомыми. Наиболее опасными энтомофагами были гусеницы березовой пяденицы, которая в 1957–1958 гг. повредила липу на площади 40 га. В ряде случаев в кроне одного дерева число гусениц превышало 10 000, и лес имел вид, как поздней осенью после листопада. Учитывая лесоводственные свойства липы, автор считает, что выделенные Г.В. Крыловым четыре типа лип-

няков являются вариантами одного типа леса – пихтача липняково-широколистного. Производными указанного типа леса являются липняк снытьево-папоротниково-широколистный и осинник липняковый широколистный, которые образуются в результате пожаров, вырубок и повреждений сибирским шелкопрядом пихтовых насаждений. Для сохранения и увеличения насаждений с липой сибирской автор рекомендует проводить выборочные санитарные рубки, особенно в молодых насаждениях, а также организовать заказник на территории Кузедеевского липового острова.

Исследование Лацинского Н.Н. и др. [12] по анализу и ценотической структуре флоры на водоразделе рек Большой и Малый Теш позволило авторам выявить три наиболее широко распространенные ассоциации (липовый лес разнотравно-осочковый, липовый лес разнотравно-снытьевый и пихтово-липовый лес крупнолистный), которые близки в фитоценотическом отношении. Отмечено, что структура и генезис ассоциаций липовых лесов познаются с трудом, так как экологические связи здесь осложнены многократными рубками и пожарами. В составе травостоя выделены три эколого-ценотические группы (бетулярная, неморальная и таежная). Всего автором зарегистрировано 100 видов, из которых 20 отнесены к постоянным. Используя метод межвидовых сопряженностей, авторы установили, что наиболее тесные ценотические связи наблюдаются между неморальными и бетулярными элементами липового острова по сравнению с европейскими широколиственными лесами.

В 70-х гг. прошлого столетия, началось изучение бриофлоры в Кузедеевском липовом острове. Значительный вклад в этом направлении внесли работы профессора С.В. Гудошника, которые наиболее полно отражены в его монографии [13]. На основании изучения бриофлоры липового острова С.В. Гудошниковым была выявлена синузидальная структура мхов. Было показано, что размеры синузид моховидных часто очень малы, прерывисты и часто приурочены к более сложным синузидам травянистого яруса из представителей неморальных реликтов: копытня европейского, герани Роберта, подмаренника душистого и др. Всего автором было зарегистрировано 60 видов листостебельных мхов и один вид из класса печеночников. Причем самый высокий процент неморальных видов мхов отмечен среди эпифитных и эпигейных синузид. По данным С.В. Гудошника, ведущими ценогенетическими элементами в составе бриофлоры данной формации являются неморальные – 61,7 %. Изменение состава травяно-кустарничкового яруса, отмечал он, способно нарушить целостность этих хрупких, небольших по площади местообитаний моховидных. В отличие от липовых лесов, одним из признаков черневой тайги Горной Шории является отсутствие в ней реликтовых мхов – эпифитов. Этот факт С.В. Гудошников, по-видимо-

му, вполне справедливо объяснял одной причиной: реликтовые мхи – эпифиты – связаны с липой длительной историей их совместного существования.

Реликтовый характер флоры Кузедеевского липового острова был подтвержден находением неморальных реликтов не только среди высших растений, но и среди лишайников. Изучению лишайнофлоры посвящены работы Н.В. Седельниковой [14] и М.В. Баумгертнер [15]. По результатам исследований последнего автора уровень видового разнообразия лишайников в липовом острове к настоящему времени определяется 341 видом, относящимся к 101 роду и 49 семействам. Большая часть семейств лишайников (34) являются олиго- и монотипными. Неморальные элементы в лишайнофлоре Кузедеевского липового острова составляют 66 видов. Результаты изучения синузильной структуры лишайнофлоры позволили М.В. Баумгертнер выделить 4 типа синузиль, в которых основной жизненной формой является наиболее примитивная – накипная. Анализ географических элементов показал, что значительная часть видов лишайников (105) относится к монтанной группе. Автором впервые проведены исследования по лишайноиндикации, результаты которых показали, что наименьшее число неморальных видов лишайников связано с зоной наибольшего промышленного загрязнения.

Единственным микологом, проводившим исследования в 60–70 гг. на территории липового острова, была М.В. Ноздренко. По результатам исследований ею была опубликована работа «К микофлоре липы в Кузедеевском липовом острове» (1972). Всего на этой территории ею было обнаружено 93 вида грибов. На коре деревьев зафиксировано 10 видов из отдела Ascomycota порядка Pyrenomycetales, сумчатые и конидиальные стадии которых достигают полного развития. Наибольшее количество видов (38) автором обнаружено из отдела Basidiomycota, в том числе из порядка Aphyllophorales – 34 и Agaricales – 4 вида; причем среди афиллофоровых особенно многочисленными оказались представители семейства трутовиковых: *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola* и др. Последние поселяются на стволах ослабленных старых деревьев, что приводит к разрушению древесины липы. Многие виды относятся к отделу Deuteromycota (21 вид), вызывая пятнистость и разрушение листовой пластинки (*Cercospora microsora*, *Gloeosporium tiliae*), усыхание и гибель ветвей. Этот факт совместного существования значительного количества грибов, по мнению автора, является следствием исторически сложившихся приспособительных признаков к условиям, в которых липа существовала ранее, и ей сопутствовали соответствующие грибы.

Своеобразие физико-географических условий, оказывающих влияние на формирование почвенного покрова, нашло свое отражение в работах ряда ученых-почвоведов Центрального Сибирского ботанического сада СО РАН, но наибольшее отражение эти вопросы

нашли в монографии профессора С.С. Трофимова [16]. Результаты исследований позволили выявить на территории Горной Шории особый тип почв – горно-таежных глубоководноуподзоленных непромерзающих.

В последнее десятилетие интересные исследования провели новосибирские ученые ЦНИИГГ и МС по изучению азональных эколого-геологических систем на примере платформенных областей Сибири. Результаты этих исследований, в которых принимал участие Ю.П. Хлонов (2001), показали, что липовый остров расположен на палеозойских угленосных отложениях, перекрытых лессовидными суглинками, на которых формируются горно-таежные глубоководноуподзоленные непромерзающие почвы. Как известно, этот район характеризуется тектоническими движениями. В результате происходят нарушения земной коры, в горных породах образуются разломы, трещины, по которым, а также через почву от угольных пластов, расположенных на небольшой глубине, к поверхности почвы проникают газы: метан, углекислый газ, азот др. Угольные газы, насыщая окружающую среду, обмениваются с газами атмосферы. Количество углекислого газа оказалось в 1.5–4 раза выше фонового. Повышение же концентрации этого газа в воздухе ускоряет рост растений. Таким образом, исследования новосибирских геологов позволяют утверждать, что значительную роль в сохранении липового острова в Горной Шории играет, по-видимому, близость подземных высокогазоносных угольных пластов.

На то, что территория Горной Шории является областью накопления девонских углей, показывают данные и других геологов [17]. Кузедеевский липовый остров располагается на границе южной части Кузнецкого прогиба и Горной Шории. По окраинам прогиба обнажаются отложения карбона, особенностью геологического строения которых является уменьшение мощности земной коры, повышение теплового потока, что позволяет рассматривать его как синклинирий рифтового типа. На восточной, южной и западной окраинах Кузнецкого прогиба наблюдается накопление девонских углей (острогская подсерия). Именно на этой территории ведется открытая добыча каменного угля Малиновским угольным карьером, который находится в двух километрах от липового острова.

Исследования автора, проводимые на территории Горной Шории, в том числе и в Кузедеевском липовом острове, на протяжении последних 40 лет позволили провести многолетний мониторинг по изучению динамики флористического состава липового острова и черневой тайги Горной Шории. Проведенные исследования позволили выполнить общий анализ флоры этих формаций, изучить биологические свойства неморальных реликтов в составе этих флор. Систематический анализ ценофлоры черневой тайги Горной Шории и Северо-Восточного Алтая с ценофлорой липовых лесов показал преобладание миграци-

онных тенденций в развитии исследуемой флоры при значительной роли автохтонных элементов. В составе ценофлоры липового острова выделено пять флористических комплексов. Ядро флоры составляют виды неморального комплекса. Миграционные элементы, вошедшие в состав обедненной тургайской флоры, представлены видами кверцетального, бетулярного и таежного комплексов. За счет двух последних, вероятно, сформировался умеренный комплекс. Новообразованием явилась адвентивная группировка в составе флоры. Автором проведено изучение сезонных явлений в жизни липового леса. Результаты исследования показали, что в течение XX столетия липа сибирская утрачивала иммунитет за счет паразитических грибов, в основном из отдела *Deuteromycota*. Грибные эпифитотии в связи с повышением влажности практически повторяются через 25–30 лет, чему способствуют колебания климата. Это, по-видимому, одна из важных причин отсутствия семенного возобновления липы. Одновременное усиление антропогенных факторов привело в течение последних 20 лет к усыханию липы, что нарушило световой режим и привело к бурному разрастанию высокотравья. Одновременно происходило резкое сокращение численности ценопопуляции многих травянистых неморальных реликтов. Цветения липы в эти годы не было. Однако в последние 5 лет отмечено обильное цветение липы, оживление кроны ослабленных деревьев за счет спящих почек. Тем не менее ценопопуляции травянистых реликтов остаются наиболее уязвимым звеном. Результаты исследований позволили выявить в составе липового острова 280 видов сосудистых растений, в числе которых отмечено 26 видов травянистых неморальных реликтов. В составе черневой тайги выявлено 500 видов сосудистых растений из которых неморальные реликты составляют 35 видов. Отсутствие ряда реликтовых видов в липовом острове и наличие их в черневой тайге Горной Шории можно объяснить, с одной стороны, экологической и исторической близостью этих формаций, а с другой – увеличением экотопов на территории, занятой черневой тайгой, по сравнению с территорией липового острова. По своему происхождению и экологии реликтовые виды, составляющие неморальный флористический комплекс, различны. Автором проведена сравнительная флористическая характеристика липового острова с другими территориями Евразии, на которых встречаются уча-

стки широколиственных лесов. Результаты исследования позволили установить наибольшее флористическое сходство Кузнецкого липового острова с восточно-европейскими лесами. Исследования показали, что количество адвентивных видов за последнее столетие увеличилось более чем в 3 раза. Особо следует отметить внедрение в состав древостоя клена ясенелистного, одного из лидеров семенной продуктивности среди деревьев. В 1976 г. липовый остров посетила профессор Томского университета А.В. Положий в составе ботанического отряда Новокузнецкого педагогического института. Результатом явилась публикация совместных работ, в том числе монографии [18].

В последние три десятилетия произошло интенсивное загрязнение атмосферы окружающей среды рядом промышленных предприятий, расположенных вблизи липового острова: Калтанской ГРЭС (выбросы сернистого газа), Малиновским угольным карьером (открытая добыча угля), Мундыбашской аглофабрикой. Определенное негативное влияние на растительность липового острова оказало строительство дач на берегу р. Большой Тёш и автотрассы Новокузнецк–Таштагол. В результате была уничтожена большая часть буферной зоны вокруг липового острова (Крапивкина, 1994, 1995) [19]. Таким образом, негативное воздействие на липовый остров оказывают не только климатические флуктуации и связанные с ними воздействия ряда биотических факторов, но и антропогенное влияние. Все это создает угрозу существования этой уникальной реликтовой формации. Тем не менее липа сибирская удерживает занятую территорию в пределах прежнего ареала. Это стало возможно благодаря ряду ее уникальных биологических особенностей: морозостойкости, интенсивному вегетативному возобновлению с помощью ксилоризомов, способности менять жизненную форму при неблагоприятных условиях. В связи с этим в комплексе мер в системе по сохранению биоразнообразия Алтае-Саянской горной области, охрана липового острова является особо актуальной и требует разработки комплекса мер для сокращения негативных антропогенных воздействий и создания заповедной зоны. Научная ценность и уникальность этого массива широколиственного леса подтверждается еще и тем, что он внесен в первую монографическую сводку редких и исчезающих растительных сообществ Сибири, нуждающихся в охране, – «Зеленую Книгу Сибири».

Литература

1. Крылов П.Н. Липа на предгорьях Кузнецкого Алатау. Томск, 1891.
2. Крылов П.Н. Краткий очерк флоры Томской губернии и Алтая. Томск, 1902.
3. Ревердатто Л.Ф. К вопросу о судьбе липового острова в Кузнецком Алатау. Томск, 1925.
4. Клеопов Ю.Д. Основные черты развития флоры широколиственных лесов европейской части СССР // Материалы по истории флоры и растительности СССР. Вып. 1. М.; Л., 1941.
5. Грубов В.И. О современном состоянии липового острова в предгорьях Кузнецкого Алатау // Советская ботаника. 1940. № 1.
6. Колокольников Л.Б. О распространении липы и некоторых новых растениях Кузнецкого Алатау // Заметки по фауне и флоре Сибири.- Вып. 5. Томск, 1941.

7. Куминова А.В. Весенняя фаза развития липового острова Кузнецкого Алатау // Изв. Зап.-Сиб. филиала АН СССР. Сер. биол. Новосибирск, 1949. Т. 3. Вып. 1.
8. Куминова А.В. Растительность Кемеровской области. Новосибирск, 1950.
9. Крылов Г.В. Леса Западной Сибири. М., 1961.
10. Хлонов Ю.П. Липа и липняки в Западной Сибири. Новосибирск, 1965.
11. Хлонов Ю.П. Факторы устойчивости липы сибирской в Горной Шории // Сиб. Эколог. журнал. Т. 6. Новосибирск, 1996.
12. Лашинский Н.Н. и др. Эколого-генетический анализ липовых лесов Горной Шории // Черневая тайга и проблема реликтов: Сб. Томск, 1979.
13. Гудошников С.В. Флора листостебельных мхов черневого подпояса южных гор Сибири и проблема происхождения черневой тайги. Томск, 1986.
14. Седельникова Н.В. Лишайники липового острова на Кузнецкого Алатау // Изв. Сиб. отд. АН СССР. Сер. биол. 1970. Вып. 1. № 5.
15. Баумгертнер М.В. Лишайники – биоиндикаторы загрязнения окружающей среды юга Кемеровской области: Автореф. канд. дис. Новосибирск, 1999.
16. Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. Новосибирск, 1975.
17. Яворский В.И. Условия форм-я угленосных отложений Кузнецкого бассейна и их тектоника // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. Т. 19. М., 1957.
18. Положий А.В., Крапивкина Э.Д. Реликты третичных широколиственных лесов во флоре Сибири. Томск, 1985.
19. Крапивкина Э.Д. Липовый кустарниковый папоротниково-широколистный лес // Зеленая Книга Сибири. Новосибирск, 1996.

УДК 581.143:581.132

А.С. Минич, И.Б. Минич, Н.С. Зеленчукова

ВЛИЯНИЕ УФ-А ИЗЛУЧЕНИЯ И КРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ *ARABIDOPSIS THALIANA*

Томский государственный педагогический университет

Развитие структур организма растений в онто- и филогенезе зависит от света и регулируется лучистой энергией [1]. Фотосинтетические реакции являются высокоэнергетическими, а индивидуальное развитие растений контролируется светом через фоторегуляторные (фотоинформационные) низкоэнергетические реакции, которые могут осуществляться с помощью очень незначительного количества пигментов, поглощающих ничтожно малую часть солнечного излучения [2]. В этом случае энергия света используется лишь для переключения метаболических путей, которые могут проходить с большим коэффициентом усиления. Для зеленых растений в настоящее время известно несколько фоторегуляторных пигментов, из которых наиболее исследованными являются фитохром, поглощающий свет в пределах длин волн 300–800 нм с максимумом поглощения в красной области спектра, и криптохром, поглощающий синий и УФ-А свет в области с длинами волн 360–500 нм [2–5].

Для низкоэнергетического облучения растений светом определенной длины волны применяют светофильтры, в том числе светокорректирующие полимерные пленки [6]. Такие пленки за счет введения в их состав фотомодификаторов поглощают часть УФ-А излучения и преобразуют его в видимый свет определенной области длин волн, увеличивая долю этой области в потоке солнечного излучения на очень незначительные величины [7]. Среди фотомодификаторов пленок наибольшее применение нашли фотолюминофоры на основе соединений европия, которые преобразуют 0.5–5 % УФ-А излучения в красную область спектра, увеличивая его долю в световом пото-

ке на 0.001–0.01 %. Существует предположение, что на рост и развитие растений влияет только генерируемое пленками люминесцентное излучение, в первую очередь интенсивность и длина волны люминесценции [8–10]. Однако практически отсутствуют сведения о влиянии оставшегося в световом потоке УФ-А излучения или о совместном влиянии избыточного УФ-А излучения и красного излучения низкой интенсивности.

Целью нашей работы являлось выяснение роли люминесцентного излучения с максимумом 617 нм низкой интенсивности и избыточного УФ-А излучения на морфогенез *Arabidopsis thaliana* для установления связи между ними.

Методика

В работе использовали три линии *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. экотипа *Landberg erecta*: дикий тип Ler и световые мутанты *hy3* и *hy4*, описанные М. Koornneef с соавторами [11]. Мутант *hy3* является дефектным по структуре гена *PHYB* и характеризуется ослабленным морфогенетическим ответом на красную часть спектра [12]. Мутант *hy4* является дефектным по структуре гена *CRY1* и имеет низкую чувствительность к облучению синим и УФ-А светом при фотоморфогенезе проростков [13].

Arabidopsis выращивали на белом свете с дополнительной экспозицией УФ-А света (плотность светового потока 63 Вт/м² и 4 Вт/м² соответственно) по схеме: 8 ч темнота / 16 ч белый свет + УФ свет. Источниками света служили люминесцентные лампы ЛБ-