

ISSN 0366-502X

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

**БЮЛЛЕТЕНЬ
ГЛАВНОГО
БОТАНИЧЕСКОГО
САДА**

Выпуск 156



• НАУКА •

1990

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

БЮЛЛЕТЕНЬ
ГЛАВНОГО
БОТАНИЧЕСКОГО
САДА

Выпуск 156



МОСКВА

«НАУКА»

1990

В выпуске обсуждается состояние коллекций сливовых в ГБС АН СССР, яблонь в Ботаническом саду МГУ, древесных растений в Полярно-альпийском ботаническом саду. Приводятся данные по реакции древесных растений на изменение температуры воздуха и количества осадков в условиях города, по применению регуляторов роста для укоренения черенков древесных растений. Характеризуются почвы в ГБС АН СССР, жирнокислотный состав липидов в пестиках и пыльниках миндаля, аминокислотный состав зародыша и эндосперма семян некоторых однодольных, качество семян лаванды. Предложены методики масс-клонального размножения гладиолусов, гибридной рябины. Дано описание морфологии семян 28 видов корневищных луков Северной Азии. Помещены информации о Сессии Совета ботанических садов Урала и Поволжья, о Ботаническом саде Кубанского государственного университета.

Выпуск рассчитан на интродукторов, физиологов, биохимиков, семеноведов.

Ответственный редактор
член-корреспондент АН СССР

Л. Н. Андреев

Редакционная коллегия:

*В. Н. Былов, В. Н. Ворошилов, Б. Н. Головкин (зам. отв. редактора),
Г. Н. Зайцев, И. А. Иванова, З. Е. Кузьмин, В. Ф. Любимова, Л. С. Плотникова,
Ю. В. Синадский, А. К. Скворцов, В. Г. Шатко (отв. секретарь)*

Рецензенты:

С. Е. Коровин, Н. В. Рябова

УДК 631.529 634.0.17 (47+57—25)

КОЛЛЕКЦИЯ СЛИВОВЫХ В ГБС АН СССР И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Е. М. Немова

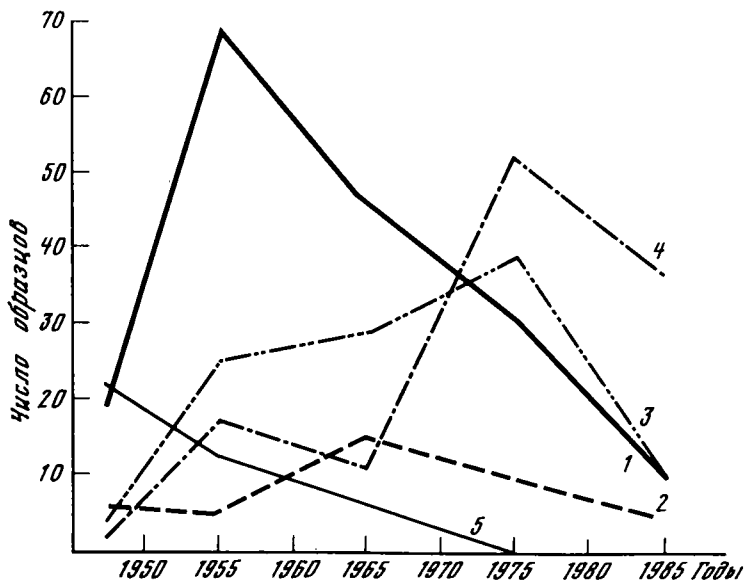
Коллекция сливовых Главного ботанического сада АН СССР — одна из крупнейших в Советском Союзе. Ее ценность обусловлена как разнообразием таксономического состава, что имеет большое научное значение, так и наличием плодовых, лекарственных и декоративных растений, представляющих определенный интерес для народного хозяйства.

Создание коллекции началось с момента основания сада, т. е. с 1945 г. В целом ее таксономический состав сложился к 70-м годам, в последующие годы она пополнялась лишь отдельными видами и садовыми формами.

В настоящее время коллекция сливовых ГБС АН СССР насчитывает 49 видов, 8 форм и 6 разновидностей, относящихся к следующим родам: *Oemleria* — 1, *Prinsepia* — 1, *Prunus* — 11, *Armeniaca* — 3, *Amygdalus* — 4, *Cerasus* — 16, *Laurocerasus* — 1, *Padus* — 10, *Louiseania* — 2.

Всего же в дендрарии сада было испытано 480 образцов 65 видов, 18 форм и разновидностей сливовых.

Растения являются представителями различных флор: Азии — 25 видов; Северной Америки — 10; Европы — 3; 5 видов с широким ареалом в Евразии и Северной Америке, а 3 вида встречаются в Евразии и в Северной Африке. В коллекции есть два гибридных вида (*Cerasus vulgaris* Mill. и *Prunus domestica* L.), а также одичавшая на Дальнем Востоке и широко встречающаяся в культуре *P. ussuriensis* Kov. et Kost. Материалы отдела дендрологии ГБС дают возможность проанализировать историю создания коллекции и наметить пути ее пополнения и совершенствования. Нами были учтены все имеющиеся сведения о привлечении и отпаде растений коллекции с момента образования сада. Во внимание принимали только ботанически достоверные образцы интродуцентов. Исходным материалом при создании коллекции послужили семена, черенки и живые растения. Их получали из ботанических садов Советского Союза и зарубежных стран, из природных местообитаний, коллекция также пополнялась за счет растений репродукции ГБС. У незначительной части растений, полученных в первые годы становления коллекции, когда паспортизация была налажена недостаточно хорошо, сведения о происхождении были утрачены. Количество посадочного материала в течение прошедших лет было приблизительно одинаковым (порядка 110—130 образцов за десятилетие), но численность образцов, полученных из разных источников, была разной (рис. 1).



Динамика поступления материала

1 — из ботанических садов СССР, 2 — из зарубежных ботанических садов, 3 — из природы, 4 — репродукции ГБС АН СССР, 5 — образцы неизвестного происхождения

Рассмотрим динамику поступления посадочного материала по годам во время формирования коллекции.

Подавляющее большинство образцов растений получено из ботанических садов Советского Союза, при этом максимальные поступления были в 50-е годы. В дальнейшем вплоть до настоящего времени наблюдается заметное уменьшение числа образцов, полученных из отечественных садов. Из зарубежных ботанических садов большая часть образцов привлечена в 60-е и 70-е годы.

Большое число образцов в коллекции представлено растениями природного происхождения (196 образцов). Увеличение числа образцов из природы в 60-х и 70-х годах (до 27—29 %) связано с работой нескольких экспедиций в различных районах СССР. В 80-х годах число сотрудников в экспедициях снизилось, что обусловило уменьшение долевого участия этой группы до 16,7 %, однако велась экспедиционная работа за границей (в частности, в США), которая позволила пополнить коллекцию такими привезенными из природы растениями, как *Prunus virginiana* L., *P. pensylvanica* L. f., *P. emarginata* (Dougl. ex Hook.) Walp.

Как отмечалось выше, к началу 70-х годов коллекция сливовых Главного ботанического сада сформировалась и появилась возможность пополнения фондов за счет образцов репродукции сада. В 70-х годах долевое участие таких образцов достигло 39,7 %, а в 80-х годах — 60 %.

Группа образцов неизвестного происхождения постепенно уменьшалась за счет отпада таких растений из коллекции и налаживания системы учета и документации. Если до 1950 г. неизвестным оставалось происхождение 41,5 % привлеченных образцов растений, то с 1970 г. таких образцов не было.

Следует отметить, что пополнение коллекции происходило главным образом за счет семян: 83,6 % образцов выращены из семян и лишь около 9 % приходится на растения, выращенные из черенков или поса-

Тип материала	Годы					Итого
	до 1950	1950—1959	1960—1969	1970—1979	1980—1988	
Семена	$\frac{40}{75,5}$	$\frac{111}{86,0}$	$\frac{91}{85,0}$	$\frac{106}{80,9}$	$\frac{53}{88,3}$	$\frac{401}{83,6}$
Черенки	—	$\frac{2}{1,6}$	$\frac{2}{1,9}$	$\frac{15}{11,5}$	$\frac{6}{10,0}$	$\frac{25}{5,2}$
Живые растения	—	$\frac{2}{1,6}$	$\frac{6}{5,6}$	$\frac{7}{5,3}$	$\frac{1}{1,7}$	$\frac{16}{3,3}$
Тип материала неизвестен	$\frac{13}{24,5}$	$\frac{14}{10,8}$	$\frac{8}{7,5}$	$\frac{3}{2,3}$	—	$\frac{3,8}{7,9}$
Итого:	53	129	107	131	60	480

Примечание. В числителе — число образцов, в знаменателе — % их долевого участия от общего числа полученных за десятилетие.

дочного материала, полученного в виде живых растений, у 8 % образцов тип посадочного материала неизвестен (см. таблицу).

Явное преобладание семенного материала (75,5—88,3 %) прослеживается в течение всего периода с момента создания сада и до настоящего времени. Некоторое возрастание доли участия образцов растений, выращенных из черенков, в 70—80-е годы (до 10—11,5 %) связано с проведением специального эксперимента по массовому вегетативному размножению древесных растений флоры СССР [1], а увеличение числа образцов живых растений в 60—70-е годы до 5,3—5,6 % объясняется привозом саженцев, собранных в природных местообитаниях во время экспедиционных работ. У 8 % образцов растений данные о виде исходного материала утеряны. В основном это образцы, полученные до 1970 г., в 80-е годы таких образцов уже не было.

Анализ динамики поступления исходного материала различного вида и происхождения показывает, что процесс пополнения коллекции в первые годы ее создания был стихийным и зависел скорее от обстоятельств и реальных возможностей.

В настоящее время возникает задача, заключающаяся не только в привлечении и испытании новых видов, но и в оптимальном соотношении образцов разного происхождения. Это необходимо для расширения генетического разнообразия представленных в коллекции видов, что делает возможным изучение внутривидовой изменчивости и отбор наиболее устойчивых или наиболее ценных форм растений в условиях интродукции.

С этой точки зрения далеко не безразличен вид исходного материала и источники его привлечения. Как и прежде, источниками посадочного материала остаются ботанические сады СССР и зарубежных стран, сбор семян, черенков, живых растений в природе и получение репродукторов от растений собственной коллекции. Каждый из этих источников имеет свои достоинства и недостатки. Так, например, нельзя считать в целом положительным уменьшение численности образцов из ботанических садов. Ботанические сады обладают огромным запасом генетического материала, часто имеют в коллекциях редкие виды растений, привлечение которых из природы сопряжено с определенными трудностями и подчас не может пройти безболезненно для природных популяций. Кроме того, многолетний опыт показал, что 30 % образцов растений, выращенных из семян, полученных по обмену между ботаническими

садами, не соответствуют истинным наименованиям. Это часто связано с гибридизацией растений близкородственных видов в садах. Учитывая, что обмен семями по делектусу или получение черенков и живых растений из ботанических садов — наиболее доступный способ пополнения коллекции, мы считаем необходимым продолжать привлечение исходного материала из ботанических садов, осуществляя тщательную ботаническую проверку выращенных растений.

Преимущества сбора исходного природного материала заключаются в возможности привлечения растений разных экологических рас, что существенно расширяет вероятность отбора наиболее жизнеспособных форм в процессе интродукционного испытания. Это также один из способов сохранения природного генофонда, пополнения и расширения генофонда растений в ботанических садах. Природное происхождение материала в большей мере обеспечивает его ботаническую достоверность. Однако сбор редких растений в природе должен быть ограничен.

Большое место в пополнении коллекции занимают образцы местной репродукции. В целом по коллекции сливовых Главного ботанического сада соотношение групп образцов разного происхождения таково: 55 образцов (24,6 %) — репродукты, 50 образцов (22,1 %) получено из природы, 101 образец (44,8 %) получен из советских и зарубежных ботанических садов, у 19 образцов (8,5 %) происхождение неизвестно.

Эта пропорция сложилась естественным образом в процессе создания коллекции, и, вероятно, ее можно считать удовлетворительной. По нашему мнению, необходимо, чтобы эта пропорция сохранялась не только для коллекции вообще, но и для каждого представленного в экспозиции вида. Для этого надо постоянно привлекать материал как из ботанических садов, так и из природы. Репродукционное возобновление должно вестись следующим образом: получение репродуктов первого, второго и последующих поколений, что позволит проследить изменчивость интродуцированных растений, связанную с длительным их культивированием; получение репродуктов от каждого имеющегося образца, что позволит сохранить накопленный генофонд.

Анализ динамики становления коллекции начиная с 1950 г. по настоящее время показал, что из 83 наименований растений подсемейства сливовых, испытанных в ГБС АН СССР, выпали в основном растения, незимостойкие для условий Средней полосы. К ним относятся некоторые виды миндаля — *Amygdalus bucharica* Korsh., *A. communis* L., *A. spinosissima* Bunge и персик — *Persica vulgaris* Mill. (всего 20 таксонов). Кроме того, выпали растения, привлекавшиеся всего один-два раза и представленные малым числом образцов, в составе которых имелось всего по одному-два экземпляра. О причине отпада таких растений судить преждевременно.

Растения отдельных видов, отсутствующие в настоящее время в коллекции, вполне перспективны и долгое время росли на экспозициях дендрария, но в силу тех или иных причин, обычно не связанных с биологией видов, выпали из коллекции и могут быть восстановлены без особых усилий. К ним относятся *Cerasus vulgaris* Mill., *Armeniaca brigantia* Vill., *Prunus salicina* Lindl. Общее число образцов, отправших с момента заложения коллекции, равно 280, а общее число отправших экземпляров — 1965. Это достаточно высокие цифры. Для сравнения укажем, что сейчас коллекция сливовых насчитывает 739 экземпляров, представленных 225 образцами. Таким образом, отпад растений из коллекции в 2,7 раза превышает наличие, т. е. погибли два растения из трех и полностью выпал каждый второй образец. Причины этого явления сводятся к следующему:

низкая зимостойкость растений, заболевания, механические повреждения, хищения.

При анализе отпада растений в разводочном отделении выяснилось, что массовый отпад среди молодых растений с жизненной формой «кустарник» происходит в среднем в 1,4 года, с жизненной формой «дерево» — в 1,2 года при максимуме, равном 8 и 7 лет соответственно. На питомнике массовый отпад как у деревьев, так и у кустарников приходится на первые полтора года.

В дендрарии максимальное число выпавших экземпляров отмечается в возрасте 6—10 лет (23 %) и в 18—20 лет (16 %) у деревьев, в 6—8 лет (24 %) — у кустарников. Отпад растений в 6—10-летнем возрасте, вероятно, связан с пересадкой их из коллекционного питомника на экспозиции дендрария. Более молодые растения (3—5-летние) переносят пересадку лучше. Что касается массового отпада деревьев в 18—20-летнем возрасте, то, вероятно, здесь причины следует искать в более сложных процессах, заслуживающих специальных исследований.

Неожиданные данные получены в результате анализа средней продолжительности жизни отдельных групп интродуцентов, выпавших из коллекции, в зависимости от их происхождения. Мы анализировали только растения, которые были выращены из семян, так как эта группа растений наиболее многочисленна и содержит 264 образца.

Средний возраст репродукторов ГБС и растений, выращенных из материала, полученного из ботанических садов, примерно одинаков, растения природного происхождения на 5—7 лет моложе.

Происхождение исходного материала	Возраст, лет	
	дерево	кустарник
Из ботанических садов	18,1	14,7
Репродукция ГБС АН СССР	18,5	14,3
Из природы	13,0	7,5

В условиях ГБС АН СССР средняя продолжительность жизни деревьев — 17,8, кустарников — 13,8 года¹

Как показала практика, процент отпада среди растений, выращенных из черенков или привезенных в сад в виде живых саженцев, гораздо больше, чем среди растений, выращенных из семян. Из этого следует, что предпочтение должно отдаваться семенному размножению.

В связи с довольно высоким отпадом растений из коллекции одной из главных задач на современном этапе становится совершенствование агротехнических приемов размножения и выращивания. Необходимо также обратить более пристальное внимание на защиту растений от вредителей и болезней.

Делая предварительные выводы, можно предполагать, что из прошедших интродукционные испытания неперспективными являются 7 видов. Эти виды были представлены 279 растениями 39 образцов, что составляет 14,2 % от общего отпада растений и 14,0 % от общего отпада образцов.

В дендрарии Главного ботанического сада проводят периодическую посадку на экспозиции молодых растений и выбраковку состарившихся экземпляров. Максимальный возраст таких растений не превышает 46 лет при средней продолжительности жизни на экспозициях дендрария у деревьев — 17,8 года и у кустарников — 13,8 года, что в природных условиях не является пределом.

В дальнейшем видовой состав целесообразно пополнять за счет расте-

¹ Для вычисления средней продолжительности жизни сливовых в условиях ГБС включены также и образцы неизвестного происхождения.

ний гималайско-китайского и североамериканского происхождения, где сосредоточено около 60 % видового разнообразия всего подсемейства сливовых. Могут быть привлечены также отдельные, еще не испытывавшиеся в ГБС европейские, а также средне- и малоазиатские виды горных местообитаний. Следует повторить испытание некоторых видов, привлекавшихся в коллекцию всего один-два раза, что не дало возможности судить об их перспективности.

Совершенствование коллекции должно идти по пути возможно более широкого географического и экологического разнообразия образцов (до 5—6 образцов одного вида) при одновременном сокращении общей численности растений в каждом отдельном образце (не более 2—3 экземпляров). Сложившееся в результате создания коллекции сливовых соотношение образцов, полученных из природных местообитаний, и образцов растений-репродукторов, равное 2 : 1, можно считать удовлетворительным и сохранять в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плотникова Л. С., Хромова Т. В. Размножение древесных растений черенками. М.: Наука, 1981. 53 с.

Главный ботанический сад АН СССР, Москва

УДК 634.12 581.543 (47+57—25)

СЕЗОННАЯ РИТМИКА ВИДОВ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ МОСКВЫ

Л. С. Ванина, В. В. Вартапетян

Огромное разнообразие культурных сортов яблони произошло от разных видов рода *Malus*. В настоящее время он насчитывает от 25 до 50 видов. В коллекции Ботанического сада МГУ (Ленинские горы) этот род представлен 45 видами и гибридными формами. С 1974 г. мы проводили фенонаблюдения за растениями, относящимися к 28 таксонам. Регистрировали даты начала вегетации, начала и конца цветения, созревания семян и листопада¹. Результаты наблюдений за началом вегетации приведены в табл. 1. Виды расположены по группам в связи с их географическим происхождением, а в каждой группе — в хронологическом порядке наступления фазы.

Многие фенологи пробуждение древесных растений связывают с переходом среднесуточной температуры через 5° [3—6]. При вычислении сумм эффективных температур к началу вегетации нами были взяты все дни с температурой от 5° независимо от срока устойчивого перехода через 5°. В зависимости от условий года и географического происхождения яблони разных видов начинают вегетацию в определенной последовательности и могут быть разделены на ранние, средние и поздние. Раньше всех (13—14 апреля) при средней многолетней сумме эффективных температур около 17° начинают вегетировать сибирские и дальневосточные яблони, вслед за ними при сумме эффективных температур 31—35° — европейские и среднеазиатские виды (17—18 апреля). Самые поздние сроки

¹ Все метеонаблюдения приводятся по данным метеообсерватории МГУ, расположенной на территории ботанического сада.

начала вегетации наблюдались у группы американских яблонь (18—20 апреля) при сумме эффективных температур около 40°

Группа восточноазиатских яблонь представлена наиболее широко и объединяет очень разные виды, например *M. sikkimensis*, *M. kaido*, *M. transitoria*, происходящие из высокогорных районов (до 3—4 тыс. м над ур. моря), а *M. zumi*, *M. yunnanensis* — из предгорных районов. Сроки начала вегетации у представителей некоторых видов этой группы часто совпадают с началом вегетации сибирских и дальневосточных яблонь, других видов (а их большинство) — одновременно или на один-два дня раньше представителей европейской и среднеазиатской

Таблица 1

Начало вегетации растений яблони разного географического происхождения

Вид	Дата начала вегетации			Средняя сумма эффективных температур к началу вегетации, °С
	средняя многолетняя	самая ранняя	самая поздняя	
Сибирь, Дальний Восток				
<i>Malus baccata</i> *	13.IV	28.III	30.IV	15,9
<i>M. mandshurica</i>	14—15.IV	31.III	30.IV	18,1
Европа				
<i>M. pumila</i>	17.IV	3.IV	3.V	33,5
<i>M. silvestris</i>	16—17.IV	3.IV	1.V	33,6
<i>M. praecox</i>	18.IV	4.IV	3.V	35,8
Средняя Азия				
<i>M. sieversii</i>	17—18.IV	4.IV	2.V	31,5
<i>M. niedzwetzkyana</i>	18.IV	4.IV	3.V	31,3
Восточная Азия				
<i>M. × coerulescens</i>	14.IV	31.III	29.IV	15,7
<i>M. × halliana</i>	14—15.IV	31.III	30.IV	22,1
<i>M. kaido</i>	14—15.IV	1.IV	29.IV	19,2
<i>M. sieboldii</i>	15—16.IV	1.IV	1.V	17,8
<i>M. × robusta</i>	15.IV	1.IV	30.IV	21,9
<i>M. × cerasifera</i>	15—16.IV	1.IV	1.V	24,5
<i>M. zumi</i>	16.IV	1.IV	2.V	23,3
<i>M. sikkimensis</i>	16.IV	3.IV	30.IV	34,3
<i>M. adstringens</i>	16.IV	2.IV	1.V	21,4
<i>M×scheideckerii</i>	16.IV	1.IV	2.V	23,2
<i>M.×prunifolia</i>	16—17.IV	2.IV	2.V	21,9
<i>M.×hiemalus</i>	16—17.IV	2.IV	2.V	26,4
<i>M. prattii</i>	17—18.IV	3.IV	3.V	29,6
Нань-шань **	17—18.IV	4.IV	2.V	29,4
<i>M. kansuensis</i>	18.IV	4.IV	3.V	37,5
<i>M. transitoria</i>	19.IV	4.IV	5.V	35,4
<i>M.×denticulata</i>	18—19.IV	4.IV	4.V	35,8
<i>M. ringo</i>	19.IV	5.IV	6.V	34,9
<i>M. yunnanensis</i>	1—2.V	19.IV	15.V	69,6
Америка				
<i>M. glaucescens</i>	18—19.IV	4.IV	5.V	42,7
<i>M. fusca</i>	20.IV	6.IV	5.V	41,3

* Латинские названия растений приводятся по Рэдэру и Бейли [1, 2].

** Гибридные формы из серии ганьсуйских яблонь (Series *Kansuensis* Rehd.).

групп. *M. transitoria* и *M. ringo* по срокам начала вегетации приближаются к американским видам.

Особо следует выделить *M. yunnanensis*. Даже по сравнению с американскими яблонями начало вегетации у *M. yunnanensis* запаздывает на 10—13 дней, а по сравнению с сибирскими и дальневосточными — на 15—19 дней. Средняя многолетняя сумма эффективных температур к началу вегетации для этого вида равна 70°

За время наблюдения разница между самой ранней и самой поздней датами начала вегетации у каждого вида составляет примерно месяц. Однако последовательность, с которой различные виды начинают вегетацию, практически сохраняется при сравнении как средних многолетних, так и самых ранних и самых поздних дат. Время, в течение которого представители всех видов начинают вегетацию (исключая *M. yunnanensis*), по средним многолетним данным, равно 8—10 дням (с отклонениями по годам от 7 до 18 дней).

Более позднее, но дружное развитие растений наблюдалось весной 1979 и 1980 гг. Начало вегетации яблони в 1979 г. отмечено с 29 апреля по 6 мая (*M. yunnanensis* — 15 мая), а в 1980 г. — с 24 по 30 апреля (*M. yunnanensis* — 6 мая). Значительное запаздывание этой фазы развития в 1979 г., кроме температурного фактора, вызвано еще и тем, что растения вступили в вегетацию после суровой зимы. Многие яблони, особенно из американской группы, и некоторые теплолюбивые восточно-азиатские виды получили повреждения многолетней и однолетней древесины до 4—5 баллов [7], что вызвало даже гибель некоторых из них.

Самое раннее начало вегетации яблони отмечено в 1975 г. (с 1 по 10 апреля, *M. yunnanensis* — 22 апреля) и в 1983 г. (с 28 марта по 6 апреля, *M. yunnanensis* — 19 апреля). В 1981 и 1982 гг., несмотря на значительную общую протяженность фазы (14 и 13 дней), представители всех географических групп (кроме *M. yunnanensis*) начали вегетировать при одинаковой низкой температуре — 9° и 11—12°. Для видов Сибири и Дальнего Востока это обстоятельство не явилось чем-то исключительным. Растения могут начать вегетацию и при более низких температурах, если условия весны и предыдущего вегетационного периода были благоприятны для их развития. Например, весной 1978 г. начало вегетации у группы сибирских видов было отмечено при эффективных температурах от 2,3 до 5,7°, в 1985 г. — около 5°, в 1986 г. — от 4,5 до 6,5. Для видов же остальных географических групп, и особенно для поздно вегетирующих, значения эффективных температур весной 1981 и 1982 гг. были в 2 раза и более меньше средней многолетней.

Для самого теплолюбивого вида *M. yunnanensis* в 1982 г. зафиксировано минимальное значение суммы эффективных температур к началу вегетации — всего 38,6° (при средней многолетней 70°).

По мнению Н. А. Аксеновой [8], наибольшую корреляцию с продолжительностью межфазного периода имеют суммы максимальных температур, подсчитанных от нуля. Действительно, если принимать во внимание эти температуры, нетрудно заметить, что они дают дополнительную четкую информацию о течении фазы (табл. 2).

Таким образом, виды различного географического происхождения проходят фазу начала вегетации в определенной последовательности, которая в основном сохраняется независимо от характера весны. При всей несомненности влияния температурного фактора на ритм развития последний управляется генотипическими особенностями вида, сложившимися в процессе развития в пределах естественного ареала. Это особенно проявляется у *M. yunnanensis*, для которого средняя многолетняя сумма эффективных температур к началу вегетации почти в два раза превышает

Таблица 2

Характеристика температурных условий к началу вегетации яблонь восточноазиатской группы

Вид	Сумма эффективных температур к началу вегетации			Сумма максимальных температур к началу вегетации		
	1981 г.	1982 г.	средняя многолетняя	1981 г.	1982 г.	средняя многолетняя
<i>M. ×coerulescens</i>	9	11,8	15,7	176,8	178,3	166,1
<i>M. ×halliana</i>	9	12,8	22,1	176,8	205,2	186,8
<i>M. kaido</i>	9	11	19,2	202,6	181,2	180,1
<i>M. sieboldii</i>	9	12	17,8	202,6	194,5	177,0
<i>M. ×robusta</i>	9	12	21,9	227,4	198,1	193,6
<i>M. ×cerasifera</i>	9	12	24,5	232,6	194,5	205,5
<i>M. zumi</i>	9	12,8	23,3	202,6	205,2	200,9
<i>M. sikkimensis</i>	9	13	34,3	237,2	213,6	235,5
<i>M. adstringens</i>	9	11,8	21,4	232,6	189,8	198,1
<i>M. ×scheidekkerii</i>	9	12,8	23,2	218,7	205,2	199,8
<i>M. kansuensis</i>	9	13	37,5	279,8	210,6	272,2
<i>M. ×prunifolia</i>	9	11,8	21,9	202,6	232,1	193,3
<i>M. ×hiemalus</i>	9	12	26,4	202,6	198,1	208,2
<i>M. prattii</i>	9	13	29,6	237,2	210,6	222,5
Нань-шань	9	13	29,4	227,4	213,6	223,4
<i>M. transitoria</i>	9	13	35,4	253,0	232,1	246,0
<i>M. ringo</i>	9	13	34,9	243,7	210,6	241,7
<i>M. yunnanensis</i>	91,5	38,6	69,6	488,4	258,8	311,7

такую у теплолюбивых видов американской группы и почти в пять раз — для видов Сибири и Дальнего Востока.

Анализ средних многолетних дат начала цветения показывает, что последовательность зацветания представителей видов внутри каждой географической группы в основном совпадает с последовательностью начала вегетации (табл. 3). Если же сравнить между собой различные географические группы, то здесь последовательность зацветания не совпадает с последовательностью вступления в вегетацию. Представители видов Сибири и Дальнего Востока, раньше других начинающие вегетацию, зацветают через 1—3 дня после *M. sieboldii*, *M. ×coerulescens*, *M. ×halliana*, *M. ×robusta*, *M. kaido* (рановегетирующие виды восточноазиатской группы). Позднозацветающими являются все виды американской группы, а также *M. zumi*, *M. kansuensis*, Нань-шань, *M. yunnanensis* из восточноазиатской группы. Вступление в фазу цветения растений из всех групп видов, по средним многолетним данным, происходит с 14 по 24 мая, т. е. в течение 10 дней. Самые поздние даты начала цветения ежегодно (в течение 10 лет) отмечались у *M. transitoria*: средний срок начала цветения 26 мая. Амплитуда колебаний даты начала цветения представителей разных видов по годам составляла 27—31 день.

Существенно на начало фазы цветения влияет также повышенная влажность. Для выявления зависимости продолжительности периода от начала вегетации до цветения от суммы эффективных температур и от осадков был вычислен коэффициент корреляции (r) для двух восточноазиатских видов (*Malus kaido* и *M. yunnanensis*). Для первого вида r суммы эффективных температур и продолжительности периода составил 0,2, а r суммы осадков и продолжительности периода — 0,8, для второго вида — 0,99 и 0,27 соответственно.

Таблица 3

Сроки цветения яблонь разного географического происхождения

Вид	Дата начала цветения			Средняя продолжительность цветения, дни	На дату зацветания	
	средняя многолетняя	самая ранняя	самая поздняя		средняя многолетняя температура до 5 °С	среднее количество осадков, мм
Сибирь и Дальний Восток						
<i>M. baccata</i>	16.V	1.V	1.VI	11,5	173,2	66,9
<i>M. mandshurica</i>	19.V	6.V	2.VI	11,1	190,3	65,8
Европа						
<i>M. silvestris</i>	16.V	2.V	29.V	11,2	151,4	45,9
<i>M. pumila</i>	20—21.V	4.V	7.VI	8,7	166,1	65,8
<i>M. praecox</i>	20—21.V	6.V	5.VI	8,3	165,7	59,2
Средняя Азия						
<i>M. sieversii</i>	17.V	3.V	1.VI	12,0	169,1	60,8
<i>M. niedzwetzkiiana</i>	18.V	12.V	26.V	8,8	155,8	62,6
Восточная Азия						
<i>M. sieboldii</i>	14—15.V	1.V	29.V	10,9	151,0	63,3
<i>M. × robusta</i>	14—15.V	1.V	29.V	10,1	137,6	61,0
<i>M. kaido</i>	15.V	2.V	29.V	11,8	157,9	63,3
<i>M. × coerulescens</i>	15—16.V	1.V	31.V	10,6	163,5	65,1
<i>M. × halliana</i>	17.V	3.V	1.VI	10,5	158,0	63,3
<i>M. adstringens</i>	17—18.V	4.V	1.VI	8,8	171,7	62,8
<i>M. × scheideckerii</i>	17—18.V	4.V	1.VI	10,7	178,2	63,8
<i>M. ringo</i>	17—18.V	6.V	30.V	8,4	162,3	60,9
<i>M. sikkimensis</i>	18.V	5.V	1.VI	9,4	160,4	61,3
<i>M. × hiemalus</i>	18.V	5.V	1.VI	9,8	163,1	63,3
<i>M. × cerasifera</i>	18—19.V	6.V	1.VI	10,1	172,8	65,2
<i>M. prattii</i>	18—19.V	5.V	2.VI	9,1	178,9	63,7
<i>M. × prunifolia</i>	19.V	5.V	3.VI	9,5	181,4	66,0
<i>M. zumi</i>	19—20.V	4.V	5.VI	10,8	180,7	59,0
<i>M. kansuensis</i>	21.V	7.V	5.VI	11,7	209,6	74,7
Нань-шань	21.V	5.V	7.VI	10,5	193,3	62,5
<i>M. yunnanensis</i>	21—22.V	8.V	5.VI	13,0	179,2	52,3
<i>M. × denticulata</i>	23—24.V	9.V	8.VI	12,0	214,9	71,6
<i>M. transitoria</i>	26.V	12.V	10.VI	9,4	242,2	75,9
Америка						
<i>M. fusca</i>	22.V	7.V	6.VI	9,0	207,8	60,6
<i>M. glaucescens</i>	24.V	10.V	8.VI	15,2	216,8	81,2

У этих видов диаметрально противоположны отношения к осадкам и температуре. У *M. kaido* продолжительность этого периода сильно зависит от количества осадков, о чем свидетельствует высокий достоверный коэффициент корреляции, и в меньшей степени — от температуры. У *M. yunnanensis*, наоборот, установлена высокая достоверная связь продолжительности периода с температурой и слабая связь с осадками. Эти данные хорошо согласуются с географическим происхождением этих видов. *M. yunnanensis* произрастает в Китае на плато Юньнань в «Долине дождей». Поэтому экстремально высокая для нашей зоны влажность не вызывает отрицательной реакции у этого вида, а оказывает благотворное и стимулирующее влияние на течение фазы. Потребность же в тепле у *M. yunnanensis* очень высокая. Восточноазиатский вид *M. kaido* — из

высокогорных районов и поэтому терпимо относится к колебаниям температуры, но отрицательно реагирует на излишнее повышение влажности. Таким образом, различные требования к температурному порогу ко времени зацветания объясняются разной реакцией видов на сочетание температурного фактора и влажности, обусловленной их биологическими особенностями. Но для каждого вида сумма эффективных температур, накапливающаяся к моменту зацветания, сравнительно постоянна.

Как отмечалось выше, *M. yunnanensis* существенно отличается от всех видов самыми поздними сроками начала вегетации. Зацветает же он обычно вместе с поздноцветущими видами своей группы, но не позже американских видов и *M. transitoria*. Поэтому интервал от начала вегетации до цветения у него значительно короче (15—26 дней) по сравнению с остальными видами (26—57 дней). Продолжительность фазы цветения составляет у яблонь в среднем 10 дней с отклонениями в обе стороны на 2—3 дня для разных видов. При всей очевидности зависимости цветения от климатических факторов можно выделить виды, у которых колебания продолжительности фазы цветения по годам не превышают 4 дней. Это виды восточноазиатской группы: *M. kaido*, *M. sikkimensis*, *M. adstringens*, *M. Xscheideckerii*, *M. transitoria*, *M. yunnanensis*. Наиболее чувствительны к погодным условиям *M. Xrobusta*, *M. Xdenticulata* и особенно *M. glaucescens*. У восточноазиатского вида *M. kaido* в течение всех 10 лет наблюдений отмечается, кроме стабильности интервала, самое длительное и достаточно обильное цветение (не менее 4 баллов по 5-балльной системе). Довольно долго цветут представители видов Сибири и Дальнего Востока, но неизменно обильное цветение (не менее 5 баллов) зафиксировано только у *M. mandshurica*. Длительное цветение отмечено и у *M. yunnanensis*. Однако степень ее цветения не превышает 3 баллов и очень изменчива по годам.

Созревание семян у видов разных экологических групп, по средним многолетним данным, наступает при сумме эффективных температур от 1000 до 1170° (при сумме осадков 250—290 мм). Длительность периода от конца цветения до созревания семян составляет 85—115 дней. В третьей декаде августа созревают семена у видов Сибири и Дальнего Востока, у европейских видов и 9 восточноазиатских. Раньше всего созревают семена у *M. Xhalliana*, *M. Xcoerulescens*, *M. sieboldii* и сибирских видов. Созревание семян у них сопровождается мацерацией тканей околоплодника. Во второй декаде сентября созревают семена у *M. glaucescens*, *M. Xdenticulata*, *M. zumi* и Нань-шань.

Наступление и прохождение фазы созревания семян, обусловленные генотипом вида, зависят от сочетания температуры и влаги, причем температурный фактор является ведущим. Нами была установлена прямая достоверная по второму порогу зависимость созревания плодов у яблонь от суммы эффективных температур ($r=+0,48$) и едабая зависимость от осадков ($r=+0,17$). Г. А. Ленской и В. Ф. Ханиным [9] для *M. domestica* наблюдалась более тесная связь сроков созревания плодов с температурным фактором ($r=+0,95$). Это можно объяснить тем, что для *M. domestica* эта связь рассчитана на более однородной группе растений, чем дикие виды яблони разного происхождения.

Все виды ежегодно давали хороший прирост — в среднем от 25 до 35 см. Самый маленький прирост отмечен у *M. X halliana* (17 см), ежегодный большой прирост — у *M. transitoria* (45—50 см). За время наблюдений резкое снижение величины однолетнего прироста по отношению к средней многолетней наблюдалось у подавляющего большинства видов летом 1979 г. после экстремально холодной зимы [10]. В коллекции выделяются восемь видов из разных географических групп (*M. zumi*,

M. glaucescens, *M. pumila*, *M. kaido*, Нань-шань, *M. ×coerulescens*, *M. transitoria*, *M. sieboldii*), отличающихся относительной стабильностью прироста. У этих видов значительного уменьшения длины побега не отмечалось даже летом 1979 г.

При теплой и сухой погоде рост побегов у основной массы видов оканчивался во вторую декаду июня—первую декаду июля. Во влажные и холодные годы продолжительность роста побегов увеличивается в среднем на две недели и сроки окончания роста отодвигаются на первую—третью декаду июля. Первыми прекращают рост европейские виды и виды Сибири и Дальнего Востока, затем среднеазиатские и американский вид *M. glaucescens*. Виды восточноазиатской группы распределяются по всему временному диапазону. На общем фоне выделяются американские виды *M. platycarpa*,¹ *M. fusca*, *M. согонария*¹, восточноазиатские — *M. spectabilis*,¹ *M. yunnanensis*, среднеазиатский — *M. purpurea*¹. У них нарастание побега в длину в основном прекращается только в сентябре либо интенсивность роста резко снижается. Однако формирование верхушечной почки часто так и не происходит.

У *M. yunnanensis* и *M. purpurea*, *M. spectabilis* отмечены два цикла роста элементарного побега [11]. Элементарный побег второго цикла роста начинает расти в середине—конце июля. Влажная теплая погода осени провоцирует длительный рост элементарного побега и тем самым не способствует его закалке, а следовательно, снижает морозостойкость. Для большинства видов количество тепла, которое они получают в наших условиях, достаточно для завершения годичного цикла развития.

Листопад проходит со второй декады сентября до третьей декады октября. Первой начинает сбрасывать листву *M. ×grunifolia* (вторая декада сентября). Затем начинается листопад у сибирских видов (третья декада сентября). В октябре проходит листопад у видов Европы, Средней и Восточной Азии, Америки. Позже всех сбрасывают листву *M. sikkimensis*, *M. zumi*, *M. ×denticulata*. У некоторых теплолюбивых видов к концу октября проходит лишь частичный листопад. Могут остаться листья на не окончивших рост побегах, и с ними деревья уходят в зиму либо к ноябрю листья приобретают интенсивно-красную окраску, затем становятся пожухлыми, но не опадают. Это свойственно *M. fusca*, *M. platycarpa*, *M. spectabilis*, *M. yunnanensis*, *M. purpurea*. У них наблюдается также подмерзание сердцевины и древесины однолетних побегов [12].

Средняя продолжительность вегетационного периода по всем видам составляет 175—185 дней. За этот период в Московской области накапливается сумма эффективных температур около 1600° и осадков 360—400 мм. Колебания суммы эффективных температур могут быть довольно значительными — от 1300 до 1800°. При температуре 1800° сезонная ритмика всех видов укладывается в вегетационный период Московской области. Вегетационные периоды с суммой эффективных температур ниже 1400° являются неблагоприятными для многих интродуцированных видов яблони. Частота повторности таких неблагоприятных сезонов в Москве 3 из 10.

Интродуцированные в ботаническом саду виды рода *Malus* являются представителями разных регионов, климатические условия которых резко различаются между собой. Все виды можно разбить на три группы.

1. Виды, биологические ритмы которых соответствуют климатическим условиям Московской области. Они отличаются стабильностью сроков прохождения фенофаз (основная масса видов).

¹ Эти виды отсутствуют в таблицах, так как в силу их низкой зимостойкости имелись выпадения растений и недостаточен необходимый ряд наблюдений.

2. Виды, значительно отличающиеся по срокам и длительности фаз от видов первой группы. Один из них — *M. uippanensis* часто не завершает роста элементарного побега и получает повреждения, несмотря на это, в весенний период хорошо восстанавливается и существует в коллекции с 1974 г., пережив экстремальные зимы 1978/79 и 1986/87 гг. *M. transitoria* хорошо приспособился к нашим условиям, и по морозостойкости его можно поставить в один ряд с *M. baccata*.

3. Виды, представители которых отличаются очень длительным ростом однолетних побегов и не укладываются в вегетационный период Средней полосы. Поэтому они уходят в зиму неподготовленными и часто вымерзают (*M. platycarpa*, *M. coronaria*, *M. ioensis*, *M. fusca*, *M. spectabilis*, *M. purpurea*).

Таким образом, биологические ритмы прохождения фаз интродуцированными видами яблони, безусловно, зависят от погодных условий сезона, но в большей степени обусловлены генетически.

Изучение интродуцированных видов рода *Malus* в условиях Ботанического сада МГУ показало, что подавляющее большинство из них хорошо адаптируется к нашим условиям и может быть использовано для проведения селекционных работ, а также для озеленения:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs. N. Y.: Macmillan, 1949. 996 p.
2. Bailey L. N. Hortus second. A concise dictionary of gardening and general horticulture. N. Y.: Macmillan, 1941.
3. ШигOLEV A. A. Руководство для обработки фенологических наблюдений и составления фенологических прогнозов. М.: Госмедиздат, 1941. 57 с.
4. Шнелле Ф. Фенология растений. Л.: Гидрометеоиздат, 1961. 259 с.
5. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974. 139 с.
6. Лучник З. И. Фенологические фазы деревьев и кустарников в Алтайской лесостепи. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1982. 113 с.
7. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Мичуринск: ВНИИС, 1980.
8. Аксенова Н. А. О влиянии температурного режима на цветение листопадных интродуцентов // Материалы Всесоюз. конф. М.: МФГО, 1979. С. 20.
9. Ленская Г. А., Ханин В. Ф. Динамика роста и развития плодов некоторых сортов яблони в связи с метеорологическими условиями // Тр. ЦГЛ им. И. В. Мичурина. 1972. Т. 13. С. 59—65.
10. Ванина Л. С., Вартапетян В. В. Восстановительная способность диких видов яблони после зимних повреждений // Биол. науки. 1985. № 4. С. 68—73.
11. Зелинская Л. П. Морфолого-анатомические особенности годичных побегов интродуцированных в условиях Москвы видов яблони: Дис. . . канд. биол. наук. М., 1987. 111 с.
12. Вартапетян В. В., Ванина Л. С. Оценка зимостойкости интродуцированных диких видов и форм яблони // Зимостойкость плодовых, ягодных культур и их восстановление в связи с повреждением морозами. Мичуринск: ВНИИС, 1982. С. 92—96.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

КОЛЛЕКЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Л. А. Казаков

Коллекционирование растений является одной из важнейших функций ботанических садов. Численность видов растений, представленных в коллекционных фондах садов мира, соизмерима с общим числом видов растений, произрастающих на Земле [1]

Накопление коллекционного фонда древесных растений, интродуцированных на Крайнем Севере, связано с преодолением значительных трудностей, обусловленных несоответствием ряда экологических факторов района интродукции биологическим ритмам переселяемых растений. Основой для развития интродукционных работ в Полярно-альпийском ботаническом саду явились теоретические разработки Н. А. Аврорина [2] по выявлению эколого-географических и эколого-морфологических закономерностей переселения растений на Полярный Север. Сотрудниками Сада были разработаны агротехнические приемы ускоренного выращивания интродуцентов, позволяющие значительно сократить сроки роста и развития растений, повысить их устойчивость [3–6].

За весь период работы Сада было испытано 900 видов, а с учетом декоративных форм, гибридов и сортов — свыше 1200 таксонов древесных растений. Работы по интродукции деревьев и кустарников и формированию коллекции можно условно разбить на три этапа. Итоги первого этапа, продолжавшегося с 1932 по 1956 г., подведены в работе Л. И. Качуриной и Н. М. Александровой [7]. Интродукционные исследования проводили на заповедной территории Сада в предгорьях Хибин, где были созданы первые экспозиции, сохранявшиеся до настоящего времени.

В середине 50-х годов на экспериментальной базе вблизи г. Апатиты, расположенной на равнинной территории, отличающейся более благоприятными климатическими и почвенными условиями, созданы экспозиционные и опытные участки коллекции, в основу некоторых из них положен родовой принцип. Результаты интродукционных работ этого этапа обобщены Н. М. Александровой и Б. Н. Головкиным [8].

С 1974 г. выращивание деревьев и кустарников до 3–5-летнего возраста полностью передано во временно защищенный грунт. Созданы школы по выращиванию крупномерных саженцев, при формировании коллекций внедрена зимняя посадка деревьев. В интродукционных исследованиях за основу взят метод отбора северных и высокогорных видов, которые поднимаются до границы распространения древесной растительности [9].

По состоянию на 1 октября 1987 г. коллекционный фонд интродуцированных древесных растений Полярно-альпийского ботанического сада насчитывает 608 видов, относящихся к 33 семействам и 93 родам, 44 декоративные формы, 66 гибридов, 35 сортов и 1927 образцов (см. таблицу).

Наибольшим числом видов и образцов представлено сем. Rosaceae, многие виды которого проявили высокие адаптивные реакции к условиям Крайнего Севера. Из сем. Caprifoliaceae особо перспективными являются виды рода *Lonicera*. Такие виды, как *Lonicera alpigena* L., *L. involucrata*

Состав коллекции древесных интродуцентов

Семейство	Число					
	родов	видов	форм	гибридов	сортов	образцов
Araliaceae	1	1	—	—	—	1
Aceraceae	1	14	2	—	—	44
Actinidiaceae	1	1	—	—	—	1
Berberidaceae	2	25	—	2	2	63
Betulaceae	3	23	1	—	—	44
Caprifoliaceae	4	52	3	7	3	159
Celastraceae	2	7	—	—	—	12
Cornaceae	2	5	—	—	—	5
Corylaceae	2	4	—	—	—	7
Cupressaceae	4	14	—	—	—	71
Elaeagnaceae	1	1	—	—	—	6
Ericaceae	2	15	—	—	—	30
Fabaceae	6	18	—	1	—	45
Fagaceae	2	4	—	—	—	11
Grossulariaceae	2	40	6	1	22	148
Hydrangeaceae	3	6	—	—	—	14
Juglandaceae	1	1	—	—	—	3
Menispermaceae	1	1	—	—	—	2
Moraceae	1	1	—	—	—	1
Myricaceae	1	1	—	—	—	2
Oleaceae	4	18	—	1	1	63
Pinaceae	6	56	7	2	—	230
Polygonaceae	1	1	—	—	—	1
Ranunculaceae	3	7	—	—	—	15
Rhamnaceae	2	5	—	—	—	9
Rosaceae	26	241	25	46	7	846
Rutaceae	1	1	—	—	—	1
Salicaceae	3	35	—	6	—	72
Schisandraceae	1	1	—	—	—	1
Solanaceae	1	2	—	—	—	6
Thymelaeaceae	1	3	—	—	—	4
Tiliaceae	1	1	—	—	—	6
Ulmaceae	1	3	—	—	—	4

Banks ex Spreng., *L. tatarica* L. и др., вошли в состав основного озеленительного ассортимента, а *L. edulis* Turcs. ex Treyn. и *L. kamtschatica* (Sevast.) Rojark. оказались наиболее перспективными для северного плодоводства. В последнее время большое внимание уделяется привлечению в коллекцию видов родов *Ribes* и *Salix*, которые на Ашхабадской сессии ботанических садов СССР (1979 г.) рекомендованы Полярно-альпийскому ботаническому саду в качестве базовых для интродукционного изучения.

Коллекция древесных растений Сада размещена на основной территории в г. Кировске и на экспериментальной базе в г. Апатиты. В г. Кировске сосредоточены наиболее старые по возрасту объекты (286 образцов), наблюдения за которыми позволяют проследить за возрастной морфологической изменчивостью, продолжительностью основных жизненных функций растений в Заполярье, изучить процесс адаптации интродуцентов

к экстремальным факторам среды. Растения здесь выращиваются в условиях, близких к пределу возможности их существования.

Условия произрастания растений в г. Апатиты равнозначны или близки к условиям тех районов Мурманской области, куда внедряют древесные интродуценты. Коллекционный фонд экспериментальной базы является основой пополнения коллекции, массового размножения и внедрения интродуцентов в практику. Большая часть растений коллекционного фонда выращена из семян:

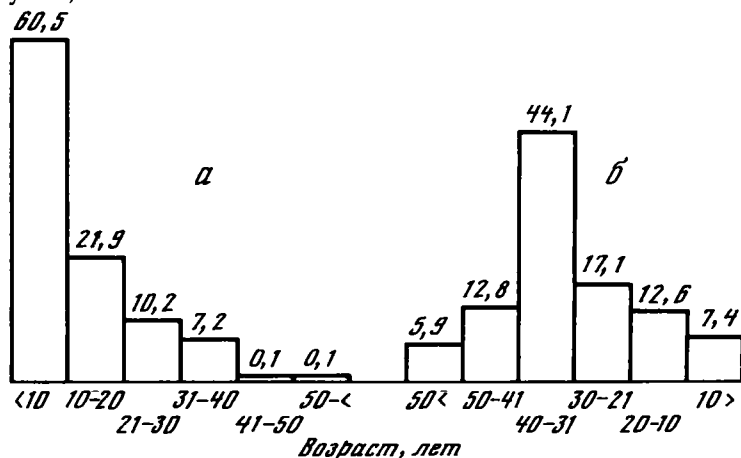
Способ выращивания растений	% от общего числа растений	Способ выращивания растений	% от общего числа растений
Из черенков	10,6	Прививкой	0,2
Из семян	75,6	Отводками	0,4
Из живых растений	5,4	Скрещиванием	7,8

В последнее время были размножены черенками жимолости, шиповники, сирени, достигшие предельного возраста. Из черенков выращены растения всех имеющихся в коллекции видов ивы, тополя и большей части видов смородины. Черенкование было использовано для выращивания не только лиственных, но и хвойных интродуцентов из родов *Abies*, *Juniperus*, *Picea*. В создании коллекционного фонда эффективным оказалось привлечение живых растений в виде сеянцев, саженцев и дичков. Значительную роль в пополнении коллекции сыграла селекционная работа по выведению новых гибридных форм, перспективных для Крайнего Севера.

При интродукции на север кустарники имеют определенные преимущества перед деревьями [2, 7]. Анализ коллекционного фонда древесных растений Полярно-альпийского ботанического сада подтвердил это:

Жизненная форма растений	% от общего числа растений	Жизненная форма растений	% от общего числа растений
Деревья	31,7	Полукустарники	2,6
Деревья или кустарники	6,5	Кустарнички	0,3
Кустарники	57,2	Лианы	1,7

Коллекция интродуцированных древесных растений в г. Апатиты состоит в основном из растений в возрасте до 10 лет, тогда как в г. Кировске растения возрастной группы от 31 до 40 лет составляют 44,1 % (см. рисунок).



Возрастной состав коллекции древесных растений (в %) в г. Апатиты (а) и в г. Кировске (б)

Наиболее старыми из выращенных в Заполярье являются *Sagapana frutex* (L.) C. Koch и *Daphne mezereum* L., семена которых высеяны в 1934 г. Два образца *Abies sibirica* Ledeb. были получены из Ленинграда пятилетними саженцами в 1936 и 1937 гг. К старейшим растениям относятся также *Larix sibirica* Ledeb., *Lonicera maackii* Maxim., *Sambucus racemosa* L.

Более 60 % всего исходного материала для интродукции получено преимущественно с Дальнего Востока, из Сибири и севера европейской части СССР.

Происхождение образцов

	Из культуры	Из природы		Из культуры	Из природы
Из СССР			Зарубежные		
Дальний Восток	101	102	Северная Европа	91	3
Сибирь	107	73	Средняя Европа	132	8
Средняя Азия	101	14	Азия	3	—
Юг европейской части	67	54	Канада и США	45	18
Средняя полоса	156	4			
Север европейской части	238	48			
Прибалтика	113	25			

Семена, черенки и живые растения из природных местообитаний доставлены в основном экспедициями Сада [10].

Из зарубежных стран получено лишь 29 образцов природного происхождения, что составляет всего 10 % от общего числа. В коллекции находится 8 образцов растений, выращенных из семян, собранных советско-американской ботанической экспедицией 1979 г. Из видов, которых ранее не было в коллекции, следует отметить *Ribes montigenum* Mc Clatchie, *R. inerme* Rydb., *Sorbus scorulina*.

Большое значение для развития коллекции имели также собственные репродукционные работы, в результате которых выращено более 20 % (404) образцов растений.

Коллекционный фонд Сада на 57,8 % состоит из видов, естественный ареал которых находится в пределах нашей страны:

Ареал	Число видов в коллекции		Число видов в коллекции
В СССР		За рубежом	
Дальний Восток	128	Азия	76
Сибирь	54	Средиземноморье	3
Средняя Азия	43	Европа	45
Кавказ и Крым	30	Северная Америка	112
Европейская часть	97		

Третью часть интродуцированных растений составляют растения Дальнего Востока, их в коллекции собрано около 25 % от общего состава арборифлоры этого района.

В целом в фонде насчитывается 12,2 % от числа видов, произрастающих в СССР.

Из представителей других флор почти половину составляют североамериканские растения. В значительном количестве представлена также и азиатская дендрофлора, в основном из китайско-японской флористической подобласти.

Оценка уровня генеративного развития растений коллекционного фонда свидетельствует о том, что из общего числа растений, достигших генеративного возраста, лишь у 60,5 % наблюдается цветение и только у 25,6 % растений — плодоношение. Из-за неблагоприятных климатических условий способность к ежегодному плодоношению проявляют нем-

ногим более 100 образцов растений, среди которых 3 вида деревьев и 36 видов кустарников.

Интродуцированные древесные растения являются основным источником для создания обменных фондов семян. В течение 1974—1987 гг. ежегодно в каталог включали в среднем 104 образца при колебании их числа от 28 до 172. Ниже приводится характеристика коллекционного фонда по состоянию развития.

Растения, достигшие генеративного возраста	Апатиты Кировск		Плодоносят всего	Апатиты Кировск	
	289 922	103 269		125 365	63 131
Цветут	188	95	Из них ежегодно	39	11
всего	491	224		89	24
Из них ежегодно	96 185	68 151			

Примечание. В числителе — число видов, в знаменателе — число образцов.

Интродуцированные растения в основном устойчивы к низким температурам. В целом 725 образцов растений (37,6 %) зимуют без видимых повреждений вегетативных органов. В сумме со слабоподмерзающими общее число устойчивых растений составляет 78 % от общего фонда. Ниже показано распределение древесных растений по устойчивости к перезимовке:

Число видов и образцов, шт. Зимостойкость, баллы	Апатиты Кировск			Апатиты Кировск	
	583 1641	132 286		94 264	73 173
I	234 649	132 286	III	5 47	19 35
			IV	14 20	I
			V	20 51	I
II	216 610	38 76	VI		

Примечание. В числителе — число видов, в знаменателе — число образцов.

Наиболее зимостойкие растения собраны в коллекционном фонде г. Кировска, где около 90 % всех образцов может быть отнесено к устойчивым и только единичные — к малозимостойким. Здесь высаживаются лишь хорошо адаптированные виды, испытанные в течение длительного периода.

В коллекции на экспериментальной базе в г. Апатиты продолжительное время содержатся некоторые слабоустойчивые виды, изучение которых представляет значительный интерес для познания процессов приспособления растений к экстремальным условиям. Здесь находятся, например, образцы *Quercus robur* L. в возрасте более 30 лет, не превышающие по высоте 0,3 м; 30-летние (кустовидные) растения *Tilia cordata* Mill. высотой до 1,0 м, низкорослые *Acer platanoides* L. и другие малозимостойкие виды.

В числе древесных интродуцентов Сада содержится 15 видов, внесенных в «Красную книгу СССР» [11]. Из этого числа два вида кустарников — *Cotoneaster lucidus* Schlecht. и *Syringa josikaea* Jacq. fil. — входят в состав основного ассортимента декоративных растений для зеленого строительства в Мурманской области и широко распространены в культуре. Имеется маточный фонд для массового размножения этих растений.

В составе коллекции находятся также 4 вида древесных растений из «Красной книги Европы» [12]. Кроме местного *Cotoneaster cinnabarinus*

Juz., следует выделить еще *Sibiraea altaiensis* (Laxm.) Schneid. — высокодекоративный и достаточно устойчивый в условиях Крайнего Севера кустарник, намеченный к внедрению в озеленительные посадки.

Дендрологическая коллекция Полярно-альпийского ботанического сада является уникальной. В ней сосредоточено значительное число видов деревьев и кустарников, имеющих здесь самую северную точку за пределами своего ареала. Это ценнейший материал для познания адаптационных и эволюционных процессов, происходящих в растениях при переселении их в районы с экстремальными условиями. Коллекция имеет важное практическое значение, являясь маточным фондом для широкого развития работ по обогащению растительных ресурсов Крайнего Севера нашей страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головкин Б. Н. История интродукции растений в ботанических садах. М.: Изд-во МГУ, 1981. 128 с.
2. Аврорин Н. А. Переселение растений на Полярный Север: Эколого-географический анализ. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 285 с.
3. Качурина Л. И. Приемы ускорения роста и развития кустарников в условиях Крайнего Севера // Бюл. Гл. ботан. сада. 1956. Вып. 25. С. 58—64.
4. Александрова Н. М., Бронникова А. И. Итоги и методы интродукции деревьев и кустарников на Кольском полуострове // Ботанические исследования за Полярным кругом. Апатиты: Кол. фил. АН СССР, 1969. Вып. 1. С. 16—23.
5. Даясова Н. П., Казаков Л. А. Морозоустойчивость хвойных интродуцентов при выращивании их в летней теплице // Вопросы интродукции растений на Кольском Севере. Апатиты: Кол. фил. АН СССР, 1979. С. 77—86.
6. Казаков Л. А. Способ повышения интродукционной способности хвойных в Субарктике // Адаптация древесных растений в экстремальных условиях среды. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1981. С. 50.
7. Качурин Л. И., Александрова Н. М. Результаты интродукции деревьев и кустарников в Полярно-альпийском ботаническом саду (1932—1956) // Переселение растений на Полярный Север. Л.: Наука, 1967. Ч. 2. С. 12—66.
8. Александрова Н. М., Головкин Б. Н. Переселение деревьев и кустарников на Крайний Север. Л.: Наука, 1978. 116 с.
9. Казаков Л. А. Основные результаты интродукции древесных растений в Полярно-альпийском ботаническом саду // Развитие ботанических исследований на Кольском Севере. Апатиты: Кол. фил. АН СССР, 1981. С. 80—93.
10. Казаков Л. А. Итоги и перспективы интродукционных дендрологических экспедиций Полярно-альпийского ботанического сада // Дендрологические исследования в Заполярье. Апатиты: Кол. фил. АН СССР, 1987. С. 3—13.
11. Красная книга СССР: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. М.: Лесн. пром-сть, 1984. Т. 2. 479 с.
12. List of rare and threatened plants of Europe. Kew: IUCN Threat. Plants Comm. Secretariat, 1978. 47 p.

Полярно-альпийский ботанический сад-институт
Кольского филиала АН СССР, Кировск

РЕАКЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛО- И ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ В ЛЕНИНГРАДЕ

Н. Е. Булыгин, Н. В. Ловелиус, Г. А. Фирсов

Определение устойчивости древесных растений к неблагоприятным воздействиям факторов среды — один из наиболее важных путей количественной оценки их приспособленности и перспективности в ареале культуры [1—6]

Нами сделана оценка изменчивости радиального прироста двух видов местной флоры Ленинградской области и трех видов интродуцированных растений разных уровней адаптированности. В качестве моделей взяты произрастающие в парках Ленинграда и его окрестностях: сосна обыкновенная — *Pinus sylvestris* L. (сем. Pinaceae): нулевые спилы трех модельных деревьев XV—XVI классов возраста (принят равным 10 лет), ряд 1833—1983 гг.; клен остролистный — *Acer platanoides* L. (сем. Aceraceae): керны и спилы 6 модельных деревьев VI—VII классов возраста, ряд 1919—1984 гг.; лиственница сибирская — *Larix sibirica* Ledeb. (сем. Pinaceae): керны и спилы 11 модельных деревьев XV—XVI классов возраста, ряд 1836—1986 гг.; метасеквойя глиптостробильная — *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng (сем. Taxodiaceae): средние значения по трем спилам на высотах 0; 0,5; 1,0 м одного модельного дерева IV класса возраста, ряд 1955—1986 гг.; дзельква граболистная — *Zelkova carpinifolia* (Pall.) C. Koch (сем. Ulmaceae): средние значения по трем спилам на высотах 0; 1,0; 2,0 м одного модельного дерева IV класса возраста, ряд 1950—1986 гг.

Аборигенными для Ленинградской области являются сосна обыкновенная и клен остролистный. Сосна здесь произрастает в экологическом оптимуме, для клена же по территории области проходит северная граница ареала. Лиственница сибирская — интродуцент, но находится в условиях натурализации. Она относится к видам I группы зимостойкости (т. е. вполне зимостойка), плодоносит, образует самосев, что свидетельствует о ее широкой экологической амплитуде и высокой адаптации в условиях южной тайги. Метасеквойя и дзельква входят в число плохо адаптировавшихся интродуцентов. Они не цветут и не плодоносят. После мягких зим обмерзание у них может быть минимальным или даже отсутствовать, а после холодных зим отдельные их биотипы могут вымерзать. Так, в парке Ботанического института АН СССР в результате воздействия аномально суровой зимы 1986/87 г. вымерзли обе особи дзельквы граболистной в возрасте 38 лет (высота 10,6 и 9,7 м, диаметр соответственно 11 и 12 см). После этой же зимы здесь вымерзли две из шести особей метасеквойи (высота самого крупного из оставшихся экземпляров 8,5 м, диаметр 13 см в возрасте 36 лет).

Поскольку все 5 дендроиндикационных рядов имеют разную продолжительность, в табл. 1 приводятся их отрезки с 1950 г. (точка отсчета ряда дзельквы). Измерения выполнены в единицах шкалы окуляра-микрометра с переводом в доли миллиметра, с округлением до сотых. Ряды обработаны методами математической статистики [7, 8]. Для каждого ряда выделены три группы лет: с нормальным (средним) приростом ($\bar{X} \pm 3S_x$) — Н; малым (М) приростом ($X_i < \bar{X} - 3S_x$); с большим

(Б) приростом ($X_i > \bar{X} + 3S_x$); где \bar{X} — среднее значение ряда, X_i — прирост за отдельно взятый год, S_x — среднеквадратическая ошибка среднего значения радиального прироста.

Статистика распределения рядов радиального прироста, где n — длительность ряда (лет), $\bar{X} \pm S_x$ — среднее значение ряда и его среднеквадратическая ошибка, S^2 — дисперсия ряда, приведена в табл. 2.

Сравнение существенности различия изменчивости дендроиндикационных рядов (с помощью критерия Фишера F) показывает, что изменчивость прироста ряда сосны статистически достоверно меньше изменчивости прироста всех остальных видов ($F_{\text{факт}} = 4,56; 3,44; 6,22; 6,89$ соответственно). Что касается других сравниваемых видов, то изменчивость их радиального прироста при $P = 0,99$ статистически не доказывается. Однако при $P = 0,95$ ряд лиственницы имеет достоверно менее высокую изменчивость по сравнению с рядом дзельквы ($F_{\text{факт}} = 2,00$).

Для выявления связи между радиальным приростом анализируемых видов и факторами погоды были составлены расчетные сводки с характе-

Таблица 1

Ширина годичных слоев у аборигенных и интродуцированных древесных растений в Ленинграде и его окрестностях

Год	Величина радиального прироста по видам, мм				
	сосна обыкновенная	клен остролистный	лиственница сибирская	метасеквойя	дзельква граболистная
1950	1,33 Б	2,39 М	1,57 Н	—	1,40 Н
1951	1,18 Н	2,18 М	1,45 Н	—	1,65 Н
1952	1,17 Н	1,91 М	0,73 М	—	2,75 Б
1953	1,38 Б	2,05 М	1,16 М	—	0,40 М
1954	1,39 Б	2,69 Н	0,88 М	—	0,20 М
1955	1,25 Н	2,95 Н	1,00 М	1,50 Н	0,45 М
1956	0,85 М	2,48 Н	0,93 М	1,00 Н	0,50 М
1957	1,12 Н	3,01 Б	1,53 Н	0,85 М	0,20 М
1958	1,07 Н	2,29 М	1,07 М	0,55 М	0,20 М
1959	1,04 Н	2,92 Н	1,39 Н	0,55 М	1,05 Н
1960	1,10 Н	2,38 М	1,15 М	0,50 М	0,65 М
1961	1,01 Н	2,59 Н	1,17 М	0,38 М	1,19 Н
1962	0,94 М	2,83 Н	1,34 М	0,50 М	1,10 Н
1963	0,74 М	2,97 Н	2,36 Б	0,73 М	1,00 Н
1964	0,56 М	2,24 М	1,35 М	0,97 Н	0,94 М
1965	0,47 М	1,93 М	1,78 Н	0,65 М	1,02 Н
1966	0,77 М	2,47 Н	1,90 Н	0,27 М	0,82 М
1967	0,82 М	2,72 Н	1,63 Н	0,64 М	0,89 М
1968	0,72 М	1,80 М	1,87 Н	0,69 М	0,92 М
1969	0,66 М	2,12 М	1,54 Н	0,75 М	0,77 М
1970	0,95 М	2,41 М	1,39 Н	0,90 М	1,17 Н
1971	0,98 Н	2,56 Н	1,51 Н	1,32 Н	1,27 Н
1972	1,39 Б	1,95 М	1,61 Н	1,44 Н	1,17 Н
1973	1,49 Б	2,32 М	1,13 М	1,62 Н	1,32 Н
1974	1,15 Н	2,49 Н	1,50 Н	1,37 Н	1,44 Н
1975	1,49 Б	3,72 Б	2,15 Б	1,80 Б	1,77 Б
1976	1,44 Б	2,82 Н	2,16 Б	2,35 Б	1,55 Н
1977	1,19 Н	3,17 Б	2,35 Б	1,05 Н	1,20 Н
1978	1,38 Б	3,65 Б	1,62 Н	1,19 Н	1,50 Н
1979	1,59 Б	4,15 Б	1,89 Н	1,34 Н	1,62 Н
1980	1,44 Б	3,70 Б	1,35 М	1,90 Б	2,29 Б
1981	1,55 Б	3,83 Б	1,89 Н	1,97 Б	2,45 Б
1982	1,12 Н	3,63 Б	1,90 Н	2,95 Б	2,44 Б
1983	1,00 Н	3,96 Б	3,00 Б	2,59 Б	2,62 Б
1984	—	3,44 Б	2,36 Б	2,87 Б	3,00 Б
1985	—	—	2,64 Б	2,54 Б	2,50 Б
1986	—	—	3,12 Б	2,02 Б	3,10 Б

Таблица 2

Статистика распределения дендроиндикационных рядов

Вид		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	S^2	Абсолютное значение	
				максимальное	минимальное
Сосна обыкновенная	34	$1,11 \pm 0,05$	0,09	1,59 (1979 г.)	0,47 (1965 г.)
Клен остролистный	35	$2,76 \pm 0,11$	0,41	4,15 (1979 г.)	1,80 (1968 г.)
Лиственница сибирская	37	$1,66 \pm 0,09$	0,31	3,12 (1986 г.)	0,73 (1952 г.)
Метасеквойя	32	$1,30 \pm 0,13$	0,56	2,95 (1982 г.)	0,27 (1966 г.)
Дзельква граболистная	37	$1,37 \pm 0,13$	0,62	3,10 (1986 г.)	0,20 (1954, 1957, 1958 гг.)

ристикой температуры и осадков за холодный и теплый сезоны года. Было интересно оценить и сравнить эти виды между собой и по степени сопряженности изменчивости прироста с погодными условиями. За временные границы теплового и холодного сезонов приняты даты устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0° (по данным метеостанции Информационный центр погоды, Ленинград). Сезоны, подсезоны и феноэтапы года приняты по фенопериодизации Н. Е. Булыгина [9] PB_1 — «предвесенье», CT_1 — первый этап «снеготаяния» (начало фенологической весны), CT_2 — второй этап «снеготаяния», OB_1 — первый этап «оживления весны», OB_2 — второй этап «оживления весны», PB_1 — первый этап «разгара весны», PB_2 — второй этап «разгара весны», PB_3 — третий этап «разгара весны» (предлетье), $НЛ_1$ — первый этап «начала лета», $НЛ_2$ — второй этап «начала лета», $НО_1$ — первый этап «начала осени». Значения 150 коэффициентов ранговой корреляции Спирмена (R_s) приводятся в табл. 3 (1955—1983 гг., $n=29$). Необходимые значения R_s при $P=0,95$ составляют 0,37 (подчеркнуто одной чертой), при $P=0,99$ $R_s=0,47$ (подчеркнуто двумя чертами).

Расчеты показали, что представители исследуемых видов достаточно четко коррелируют между собой по величине радиального прироста. Наиболее высокая корреляция у дзельквы: значения коэффициентов ранговой корреляции ее ряда достоверны по отношению ко всем остальным видам на 99 %-ном уровне значимости. Недостоверной корреляция оказалась лишь в двух случаях из десяти — между лиственницей и сосной, а также лиственницей и метасеквойей.

Из 140 коэффициентов корреляции прироста с метеофакторами и датами наступления феноэтапов года достоверными оказались 20, или 14 % (при $P=0,95$). Из них только три достоверны при $P=0,99$. При этом 12 достоверных коэффициентов корреляции относятся к дендроиндикационному ряду дзельквы: величина ее радиального прироста коррелирует с продолжительностью зимы, с суммой зимнего выхолаживания, с длительностью теплого сезона, с суммой среднесуточных температур весны и лета и со всеми датами наступления феноэтапов весны (кроме PB_1) начиная с «предвесенья». Наиболее высокие значения коэффициентов корреляции ее ряда, достоверные при $P=0,99$, получены по отношению к началу феноэтапов «снеготаяния», первого подсезона весны. Прирост метасеквойи коррелирует с продолжительностью весны и лета, а лиственницы — с длительностью теплого сезона в целом. Реакция аборигенных видов на изменчивость факторов ереды слабее: лишь прирост сосны коррелирует с суммой температур за весну и лето.

Для прогнозирования прироста очередного года вегетации в определенной степени можно использовать даты начала феноэтапов весны начиная со «снеготаяния». У всех видов отмечена тенденция: чем раньше сроки

*Таблица 3. Значения коэффициентов ранговой корреляции
между радиальным приростом деревьев, метеорологическими элементами
и датами наступления фенологических этапов года в Ленинграде и его окрестностях*

Параметр	Значения R_s				
	сосна обыкновенная	клен остролистный	лиственница сибирская	метасеквойя	дзельква граболистная
Радиальный прирост:					
сосна обыкновенная	x	<u>0,56</u>	0,08	<u>0,66</u>	<u>0,56</u>
клен остролистный	<u>0,56</u>	x	<u>0,40</u>	<u>0,50</u>	<u>0,58</u>
лиственница сибирская	0,08	<u>0,40</u>	x	0,33	<u>0,47</u>
метасеквойя					
дзельква граболистная	<u>0,66</u>	<u>0,50</u>	0,33	x	<u>0,70</u>
	<u>0,56</u>	<u>0,58</u>	<u>0,47</u>	<u>0,70</u>	x
Метеофакторы:					
1. Предшествующий хо- лодный сезон (зима)					
продолжительность, сут					
сумма среднесуточных температур, °С	—0,23	—0,21	—0,22	—0,12	<u>—0,48</u>
среднесуточная темпера- тура зимы, °С	0,32	0,24	—0,03	0,29	<u>0,44</u>
сумма осадков, мм	0,28	0,17	—0,10	0,22	0,28
среднесуточное количе- ство осадков за зиму, мм	—0,01	—0,14	—0,03	0,09	—0,17
2. Теплый сезон (весна, лето и осень)	0,11	0,36	0,24	—0,04	0,26
длительность, сут					
весны	0,11	—0,08	0,06	0,17	0,32
весны и лета	0,32	0,23	0,29	<u>0,37</u>	<u>0,61</u>
теплого сезона	0,25	0,17	<u>0,38</u>	0,19	<u>0,46</u>
сумма среднесуточных температур, °С					
весны	—0,28	—0,16	0,04	0,23	0,04
весны и лета	<u>0,41</u>	0,23	0,26	0,31	<u>0,42</u>
теплого сезона	0,20	0,27	0,26	0,12	0,26
среднесуточная темпера- тура, °С					
весны и лета	0,08	0,06	0,00	0,00	—0,17
теплого сезона	—0,05	0,16	—0,06	0,03	—0,16
сумма осадков, мм					
за весну	0,00	—0,09	0,16	—0,02	—0,05
за весну и лето	0,13	—0,01	0,15	—0,03	0,18
за теплый сезон	0,07	0,07	0,23	—0,11	0,10
среднесуточное количество осадков за теплый сезон, мм	0,02	0,05	0,17	—0,13	0,03
Дата наступления фено- этапов года:					
ПВ	0,14	0,13	0,21	0,12	<u>0,38</u>
СТ ₁	0,24	0,24	0,14	0,27	<u>0,59</u>
СТ ₂	<u>0,37</u>	0,25	0,27	0,35	<u>0,72</u>
ОВ ₁	0,14	0,08	0,22	0,03	<u>0,38</u>
ОВ ₂	0,02	0,16	0,28	0,06	<u>0,39</u>
РВ ₁	0,01	0,15	0,29	0,02	<u>0,34</u>
РВ ₂	0,20	<u>0,37</u>	0,35	0,05	<u>0,42</u>
РВ ₃	0,23	<u>0,43</u>	<u>0,39</u>	0,14	<u>0,46</u>
НЛ ₁	0,21	0,36	0,29	—0,02	0,35
НЛ ₂	0,22	0,26	0,13	—0,02	0,29
НО _{1—4}	—0,29	—0,06	—0,09	<u>—0,38</u>	—0,13

наступления феноэтапов весны, тем большим будет прирост. С летними феноэтапами года коэффициенты корреляции прироста становятся недовольными. Осенью наблюдается обратная тенденция: чем раньше начало осени, тем меньше прирост (однако достоверная корреляция прироста со сроками наступления фенологической осени выявлена только у метасеквойи).

Таким образом, интродуценты по сравнению с аборигенными видами более чутко реагируют на изменения факторов среды. Можно также заметить, что менее зимостойкие виды реагируют на изменение тепло-влажностности сильнее, чем более зимостойкие виды. Кроме того, прослеживается влияние отдельных факторов на величину прироста как интродуцентов, так и местных видов (табл. 3). Так, не установлено достоверных коэффициентов корреляции с количеством осадков за сезон. Вероятно, более определенные суждения о роли тепло-влажностности можно получить при анализе распределения осадков за отдельные месяцы сезонов года. Наблюдается тенденция к увеличению прироста после теплых и коротких зим.

По-видимому, наиболее четко отражает величину радиального прироста фенологический лаг от перехода среднесуточной температуры воздуха через 0° весной до начала пожелтения листьев березы и вяза осенью. Самые высокие значения коэффициентов корреляции прироста установлены с длительностью фенологической весны и лета (достоверно у двух видов, у остальных положительная тенденция) и с суммой тепла за этот же период (достоверно также для двух видов). Вероятно, осенью процессы в атмосфере имеют гораздо меньшее значение для величины радиального прироста, поскольку деятельность камбия к этому времени уже заканчивается [10—12]

Применение дендроиндикационных данных, пока мало используемых в интродукционных исследованиях, позволяет получать более определенные количественные характеристики воздействия метеорологических элементов на растения—интродуценты.

ВЫВОДЫ

Исследование радиального прироста трех видов древесных интродуцентов разных уровней адаптированности (лиственница сибирская, метасеквойя глиптостробиодная, дзельква граболистная) и двух аборигенных для Ленинградской области видов (сосна обыкновенная и клен остролистный) показало, что интродуцированные растения более чутко реагируют на изменение условий среды. Среди них менее зимостойкие виды реагируют на колебание тепло- и тепло-влажностности сильнее видов более зимостойких. Это подтверждается сравнением показателей изменчивости радиального прироста у исследованных видов деревьев (с использованием критерия Фишера) и данными анализа 150 вычисленных коэффициентов корреляции между приростом и характеристиками тепло- и тепло-влажностности, длительностью фенологических времен года и датами их наступления.

Для долгосрочного прогноза радиального прироста можно использовать даты наступления феноэтапов весны, а также показатели продолжительности и тепло-влажностности весны и лета. Наиболее тесной оказалась связь между радиальным приростом исследованных видов и датами наступления второго этапа подсезона «снеготаяние» (феноиндикаторы — начало сокодвижения у березы повислой или березы пушистой), а также подсезона «предлетье» (феноиндикаторы — начало цветения сирени и рябины обыкновенной или пыления сосны обыкновенной).

Величина радиального прироста метасеквойи достоверно коррелирует и со сроками наступления фенологической осени (феноиндикаторы — начало расцветивания листьев у вяза гладкого или березы повислой и березы пушистой).

Таким образом, дендроиндикационный метод в сочетании с методами дендрофеноиндикации позволяет использовать многолетние дендрохронологические и дендрофенологические ряды для решения различных вопросов теории и практики интродукции растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лапин П. И., Сиднева С. В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. М.: ГБС АН СССР, 1973. С. 7—67.
2. Лапин П. И., Калуцкий К. К., Калуцкая О. Н. Интродукция лесных пород. М.: Лесн. пром-сть, 1979. 224 с.
3. Ловелиус Н. В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Л.: Наука, 1979. 231 с.
4. Зайцев Г. Н. Фенология древесных растений. М.: Наука, 1981. 120 с.
5. Комарова В. Н., Фирсов Г. А., Булыгин Н. Е., Ловелиус Н. В. Зимостойкость хвойных интродуцентов в условиях суровой зимы 1984/85 г. в Ленинграде // Бюл. Гл. ботан. сада. 1988. Вып. 147. С. 8—13.
6. Ловелиус Н. В., Булыгин Н. Е., Фирсов Г. А. Опыт и перспективы комплексной фено- и дендроиндикации при интродукции древесных растений // Тез. докл. VIII делегат. съезда Всесоюз. ботан. о-ва. Алма-Ата: Наука, 1988. С. 531—532.
7. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: Вышэйш. шк., 1967. 327 с.
8. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1984. 424 с.
9. Булыгин Н. Е. Биологические основы дендрофенологии. Л.: ЛТА, 1982. 79 с.
10. Лобжанидзе Э. Д. Камбий и формирование годичных колец древесины. Тбилиси: Мецниереба, 1961. 159 с.
11. Канделаки А. А. Периодичность деятельности камбия в корнях и стволах древесных растений // Сообщ. АН ГССР. 1962. Т. 44, № 2. С. 445—451.
12. Гоциридзе Л. А. Особенности деятельности камбия сосны крючковатой в горных условиях Грузии // Там же. 1966. Т. 42, № 2. С. 451—456.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова АН СССР, Ленинград,
Ленинградская лесотехническая академия им. С. М. Кирова

УДК 631.483

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА АН СССР

Ю. Д. Кутукова, О. М. Лепнева

В последнее время остро встала проблема загрязнения окружающей среды городов и промышленных центров. Среди многообразия загрязняющих веществ основное внимание следует обратить на тяжелые металлы (ТМ) (свинец, кадмий, цинк и др.). Изучение уровня их содержания, форм соединений и миграционной способности в условиях городской среды необходимо для оценки экологической ситуации и разработки мер по ее нормализации.

Наиболее полное представление об экологической обстановке в городе можно получить при изучении содержания ТМ в почвах крупных парков, удаленных от центра города. Особый интерес представляет состояние ТМ в естественных почвах, сохранившихся на территории некоторых парков,

Таблица 1

Содержание кислоторастворимых форм ТМ в верхнем слое почв (0—10 см) Главного ботанического сада

Древесная порода	рН	Гумус, %	Медь		Цинк		Свинец		Никель		Кадмий	
			М'	V	М	V	М	V	М	V	М	V
Дендрарий												
Ель канадская	5,0	9,0	23	35	20	23	13	58	4	75	0,2	120
Гледичия	5,4	1,8	7	8	17	20	15	15	4	25	0,3	56
Каштан конский	5,8	6,8	9	15	27	29	18	21	6	20	0,2	42
Ясень маньчжурский	6,2	3,3	8	40	21	37	16	19	5	24	0,3	37
Сосна сибирская	5,4	8,0	15	25	140	38	23	46	10	28	0,4	105
Ель колючая сизая	5,4	4,2	75	34	180	36	35	31	22	29	1,0	67
Можжевельник казацкий	6,5	5,5	18	24	90	34	30	28	20	65	0,5	90
Туя западная	6,6	10,4	24	29	170	40	26	37	10	34	3,0	124
Лиственница Чекановского	5,8	4,0	26	34	85	33	45	36	25	41	0,7	54
Дубрава												
Дуб черешчатый	6,3	4,0	8	16	25	20	14	22	5	35	0,2	39
	6,1	4,4	7	21	24	22	17	20	4	28	0,4	47
Береза бородавчатая	5,5	3,0	12	31	20	32	18	26	5	22	0,4	55
Примечание. М — среднее содержание ТМ, мг/кг; V — коэффициент варьирования содержания ТМ, %												

Примечание. М — среднее содержание ТМ, мг/кг; V — коэффициент варьирования содержания ТМ, %

так как оно в целом отражает загрязнение городской среды в течение длительного отрезка времени.

Объектом нашего исследования явились почвы и растительность Главного ботанического сада АН СССР, расположенного на северо-западной окраине Москвы на значительном удалении от крупных промышленных предприятий.

Цель нашей работы — изучение содержания валовых и подвижных форм соединений ТМ в верхнем горизонте почв, их распределения по профилю и миграции в системе почва—растение.

Летом 1986 г. на территории ГБС были заложены пробные площадки (10×10 м) в дендрарии под различными древесными породами-интродуцентами и в естественной дубраве. На пробных площадках отобрано по 10—15 почвенных проб с глубины 0—10 см для изучения вариабельности ТМ, а также пробы почв из шурфов (глубиной более 1 м) по генетическим горизонтам. Взяты образцы листьев различных древесных пород.

С целью общей характеристики свойств изучаемых почв определено содержание гумуса методом Тюринга и значение рН потенциометрически. Валовое содержание ТМ определяли методом кислотного разложения (HF, HNO₃, HCl). Кроме того, определено содержание подвижных форм соединений ТМ, переходящих в вытяжку ацетатно-аммонийного буферного раствора с рН 4,8 (как наиболее доступных для растений), и содержание кислоторастворимых форм ТМ. При разложении растительного материала использован метод мокрого озоления [1].

Конечное определение содержания ТМ проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе фирмы «Перкин—Элмер». Вариационно-статистические показатели распределения в почве ТМ рассчитаны с использованием методов математической статистики [2].

На территории ГБС распространены дерново-подзолистые почвы, развитые на покровных суглинках и песчаных отложениях. Почвы с выраженным осветленным горизонтом описаны и на пробных площадках в естественной дубраве. Эти почвы содержат в верхнем горизонте 3—7 %

Таблица 2

Распределение ТМ по профилю почв Главного ботанического сада (мг/кг)

Глубина, см	рН	Гумус, %	Медь			Цинк			Свинец			Никель		Кадмий		
			1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	1	2		
Береза даурская																
3—10	5,7	5,0	44	8	1,0	158	29	20	55	15	6	45	5	0,5	0,4	
10—20	5,6	1,5	30	5	0,2	63	15	8	40	11	5	20	6	0,4	0,3	
20—40		2,1	30	4	0,5	56	15	12	35	8	4	20	3	—	—	
40—60	5,4	1,2	32	3	0,5	60	18	13	35	6	5	25	3	—	—	
60—80	5,1	0,9	25	3	0,4	60	18	13	40	6	3	30	2	—	—	
80—100	5,1	0,8	32	3	0,5	75	17	8	40	5	4	30	2	—	—	
Ель обыкновенная																
0—2	—	—	56	22	0,5	2350	247	68	70	29	13	70	17	1,2	1,1	
2—4	5,5	—	110	32	1,5	2100	162	55	110	37	16	105	22	1,1	1,0	
4—12	4,9	6,3	27	11	1,2	117	32	18	45	19	17	35	6	0,4	0,3	
12—33	5,0	2,0	18	4	0,7	100	14	7	40	9	4	25	3	—	—	
33—53	5,2	1,6	13	4	0,4	70	14	6	30	8	3	25	3	—	—	
53—73	5,1	0,9	10	3	0,4	38	10	5	15	6	2	20	2	—	—	
73—95	5,2	0,4	18	4	0,5	50	8	3	25	4	3	25	2	—	—	
Дуб черешчатый																
0—3	6,0	—	23	11	1,3	86	25	13	45	17	4	30	7	0,4	0,2	
3—20	5,3	5,0	21	17	1,6	112	24	13	25	17	4	25	8	0,5	0,3	
20—40	5,1	0,7	20	6	0,8	81	7	5	40	5	3	40	2	—	—	
40—55	4,9	0,6	16	3	0,5	49	15	3	30	5	3	40	2	—	—	
55—80	4,7	0,6	22	4	1,6	66	13	2	30	4	4	30	2	—	—	

Примечание. 1 — валовое содержание, 2 — кислоторастворимые формы, 3 — «подвижные формы».

Примечание. 1 — валовое содержание, 2 — кислоторастворимые формы, 3 — «подвижные формы».

гумуса и имеют рН от 5,5 до 6,0. Для сильно окультуренных почв дендрария характерно более высокое содержание гумуса—до 10 %. Почвы в горизонте А₁ содержат 10—75 мг/кг кислоторастворимых форм меди, 20—180 мг/кг цинка, 15—45 мг/кг свинца, 4—25 мг/кг, никеля 0,2—3,0 мг/кг кадмия, причем в верхних горизонтах почв дубравы содержится меньше ТМ по сравнению с дендрарием (табл. 1).

Как и следовало ожидать, почвы ГБС содержат больше ТМ, чем аналогичные почвы за пределами города. Так, по литературным данным, дерново-подзолистые легкосуглинистые и почвы Солнечногорского района Московской области содержат в среднем 13 мг/кг меди, 37 мг/кг цинка, 10мг/кг свинца, 0,05 мг/кг кадмия [3]. Если условно принять это за фоновый уровень, то содержание цинка в почвах ГБС повышено в 3—4 раза, свинца и меди — в 2—3 раза, а кадмия — более чем на порядок.

Содержание ТМ в почвах ГБС несколько выше по сравнению с почвами паркового массива на территории Московского государственного университета, расположенного на юго-западе столицы. Эти почвы содержат 25 мг/кг меди, 68 мг/кг цинка, 35 мг/кг свинца и 0,4 мг/кг кадмия [4]. Повышенное содержание ТМ в почвах сада связано с большей загрязненностью атмосферного воздуха в северо-западных районах столицы в результате преобладания юго-западных ветров. Не исключено и непосредственное поступление промышленных выбросов на поверхность почв, что для территории ботанического сада особенно нежелательно.

Аэрогенный характер загрязнения почв ботанического сада подтверждается и особенностями распределения ТМ по профилю. Максимальное содержание ТМ отмечено в верхних горизонтах почв. Наиболее ярко аккумулятивный тип распределения выражен для цинка. Фиксации ТМ в верхних горизонтах способствует значительное содержание органического вещества.

Следует отметить, что аккумулятивный тип распределения лучше выражен для кислоторастворимых форм соединений ТМ, чем для валовых. Это связано с хорошей растворимостью в 1 н. HNO₃ ТМ, поступающих в верхние горизонты с газопылевыми выбросами в основном в форме оксидов и сульфидов.

Таблица 3

*Содержание ТМ в растениях с территории ГБС (мг/кг)
и растительно-почвенные коэффициенты*

Древесная порода	Медь		Цинк		Свинец	
	М	РПК	М	РПК	М	РПК
Ель канадская	45,0	18	90,7	7	<2,0	~ 0,3
Гледичия	22,1	44	27,5	5	2,5	0,4
Каштан конский	8,5	8	39,1	4	6,9	1,4
Ясень маньчжурский	14,3	24	54,4	8	4,3	1,3
Сосна сибирская	70,9	118	60,4	2	2,8	0,3
Туя западная	13,0	13	113,5	2	8,6	1,1
Можжевельник казацкий	24,5	49	30,0	6	3,8	1,3
Лиственница Чекановского	27,0	38	49,2	2	3,9	0,7
Ель обыкновенная	12,8	13	94,7	3	<2,0	0,2
Береза даурская	18,8	94	177,4	15	6,0	1,2
Дуб черешчатый	23,5	54	44,7	4	2,9	0,4
Береза бородавчатая	22,0	29	230,6	22	6,1	1,0

Примечание. М — среднее содержание ТМ в растениях, мг/кг; РПК — растительно-почвенный коэф

На локальных участках дендрария содержание ТМ, особенно цинка, значительно превышает общий уровень. Так, валовое содержание цинка в гумусовом горизонте почв под елью обыкновенной достигает 2350 мг/кг, что в 50 раз превышает фоновые значения (табл. 2). В почвах данной площадки отмечено также повышенное содержание свинца и меди. На глубине более 30 см содержание ТМ в почвах значительно уменьшается. Высокое содержание цинка (170—180 мг/кг) отмечено в почвах под туей западной и елью колючей сизой (см. табл. 1). Возможно, наличие локальных очагов сильного загрязнения связано с внесением компостов, загрязненных ТМ.

Для того чтобы исключить возможность большего накопления ТМ, необходим тщательный химический контроль за качеством удобрений и компостов, применяемых на территории дендрария.

В результате антропогенного воздействия на почвы ГБС содержание ТМ в верхних горизонтах отличается значительной вариабельностью даже на сравнительно небольших по площади участках. Коэффициенты варьирования содержания меди, цинка и свинца изменяются в среднем от 15 до 30 %. Для кадмия и никеля они изменяются в еще более широких пределах — от 25 до 120 %. Варьирование подвижных форм металлов в верхнем горизонте, как правило, несколько ниже, чем кислото-растворимых соединений, причем более высокие коэффициенты варьирования характерны для почв дендрария, что связано с проведением агротехнических мероприятий по уходу за ценными породами деревьев.

Повышенное содержание валовых форм соединений приводит к увеличению их подвижных форм, доступных для растений. В почвах ГБС содержится 0,2—2,0 мг/кг подвижных форм меди, 470 мг/кг цинка, 4—17 мг/кг свинца, что мало отличается от их уровня в почвах Измайловского парка, парка Сокольники [5]. В то же время это превышает фоновые значения для дерново-подзолистых почв, которые составляют 0,05—2,0 мг/кг для меди, 0,12—20,0 мг/кг для цинка, 0,5—1,0 мг/кг для свинца. Никеля и кадмия в эту вытяжку переходит очень мало [6].

Для почв данной природной зоны характерно низкое содержание меди и цинка в доступной для растений форме, что приводит к необходимости внесения удобрений с микроэлементами. Увеличение содержания в почвах подвижных форм соединений цинка и меди в определенных пределах может положительно повлиять на рост и развитие растений. Однако в результате

продолжающегося поступления газопылевых выбросов на поверхность почв содержание ТМ очень скоро становится избыточным. В настоящее время содержание подвижных форм соединений меди и особенно цинка в почвах ГБС превышает показатели высокой обеспеченности растений — более 1 мг/кг и более 10 мг/кг соответственно [7].

Доля подвижных форм соединений ТМ по отношению к валовому содержанию в гумусовом горизонте составляет 0,5—8 % для меди, 7—21 % для цинка, 2—38 % для свинца. По литературным данным, уровни подвижных форм меди и цинка в незагрязненных почвах не превышает 5 % от валовых запасов [8]. Таким образом, относительное количество легко-растворимых и обменных форм ТМ, извле-

Никель		Кадмий	
М	РПК	М	РПК
9,8	—	0,5	—
2,4	—	0,5	—
7,4	—	<0,25	—
7,3	10,4	<0,25	—
9,8	—	<0,25	—
9,8	—	1,7	0,5
5,4	—	<0,25	—
7,8	—	0,5	1,0
13,2	5,7	0,5	1,2
7,3	—	1,4	—
7,4	1,1	<0,25	—
9,8	—	<0,25	—

фициент.

каемых из почв ботанического сада, несколько выше, чем в незагрязненных почвах.

Содержание ТМ в растениях связано с их содержанием в почве. Будучи чуткими индикаторами геохимической обстановки, растения накапливают ТМ как из загрязненных почв, так и из воздуха в зависимости от характера промышленного загрязнения. Однако прямая зависимость между содержанием ТМ в загрязненных почвах и произрастающих на них растениях не всегда строго соблюдается. Накопление ТМ в растениях определяется рядом факторов — особенностями почвы (механическим составом, содержанием органического вещества, реакцией почвенного раствора, ОВП и др.), химическими соединениями поступающих токсикантов, интенсивностью аэрогенного загрязнения, видами растений.

Содержание ТМ в растениях, не подверженных антропогенному влиянию, невелико. В среднем для свинца оно составляет 0,3—2,0 мг/кг сухого вещества [9]. Содержание меди колеблется от 2,5 до 20 мг/кг, никеля — 0,5—5,0 мг/кг [10]. Фоновое содержание в растениях кадмия — 0,05—0,08 мг/кг, цинка — 20—70 мг/кг [11].

Нами определено содержание ТМ в неотмытых растительных пробах, что позволяет представить размеры поступлений ТМ в растения как из почв, так и из воздуха.

Анализируя данные по содержанию ТМ в древесных растениях с территории ГБС, можно отметить увеличение количества меди, цинка, свинца, никеля и кадмия по сравнению с растениями фоновых территорий. Содержание свинца и кадмия в листьях дуба с территории сада не отличается от их количества в листьях дуба с территории Измайловского парка. В то же время количество цинка и меди для дуба из ГБС почти в 2 раза выше [5].

Более чем в 4 раза увеличено содержание меди и в 10 раз цинка в листьях березы с территории ГБС по сравнению с уровнем этих элементов в листьях деревьев данной породы, произрастающих на территории паркового массива МГУ [4]. Количество свинца, никеля и кадмия в листьях практически на различается.

Для того чтобы сравнить различные виды растений по интенсивности накопления ТМ, было рассчитано отношение содержания металла в растениях к количеству подвижных форм соединений элемента в почвах (растительно-почвенный коэффициент). При расчете этих коэффициентов учитывалось содержание именно подвижных форм, так как по литературным данным известно, что между ними и количеством ТМ в растениях существует корреляционная связь [9].

Сравнивая среднее значение коэффициентов для различных пород, можно отметить, что береза относится к группе растений интенсивного накопления ТМ (особенно по поглощению цинка) (табл. 3). Дуб черешчатый среди других растений не выделяется высокой аккумуляцией ТМ (за исключением накопления меди). Сосна интенсивно накапливает медь и никель, но содержание других металлов невелико. Из древесных пород, характерных для подзоны южной тайги, наиболее активными аккумуляторами цинка и меди являются береза и ель, меди — дуб. В то же время экзотические породы (ясень манчжурский, туя западная, можжевельник казацкий), а также береза накапливают больше свинца по сравнению с коренными породами. Для достоверных выводов по накоплению никеля и кадмия растениями недостаточно данных, так как во многих случаях содержание подвижных форм этих элементов в почвах ниже предела их обнаружения.

ВЫВОДЫ

Почвы ГБС АН СССР мало отличаются от своих аналогов в данной природной зоне по значениям рН. В то же время содержание гумуса в горизонте А₁ повышено в результате внесения органических удобрений.

Для почв дендрария и дубравы ГБС характерно более высокое содержание ТМ, чем для аналогичных почв за пределами города. Содержание цинка повышено в 3—4 раза, свинца и меди — в 2—3 раза, а кадмия — более чем на порядок.

В почвах локальных участков (преимущественно под интродуцированными видами растений) отмечено очень высокое содержание как валовых, так и подвижных форм цинка. Вероятно, это связано с внесением компостов, загрязненных ТМ.

В растениях из ГБС отмечен более высокий уровень содержания ТМ по сравнению с растениями фоновых территорий. Сопоставление РПК, рассчитанных для различных видов древесных пород, показало, что экзотические растения поглощают цинка и меди меньше коренных древесных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. М.: Гидрометеиздат, 1981. 108 с.
2. *Дмитриев Е. А.* Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд-во МГУ, 1972. 292 с.
3. *Обухов А. И., Лурье Е. М.* Закономерности распределения тяжелых металлов в почвах дерново-подзолистого подзона // Геохимия тяжелых металлов в природных и техногенных ландшафтах. М.: Изд-во МГУ, 1983. С. 55—63.
4. *Лепнева О. М., Обухов А. И.* Тяжелые металлы в почвах и растениях территории Московского государственного университета // Вестн. МГУ. Сер. 17, Почвоведение. 1987. № 1. С. 36—42.
5. *Лепнева О. М., Слука З. А., Абрамова Л. И., Обухов А. И.* Мхи как биоиндикаторы загрязнения городской среды тяжелыми металлами // Биол. науки. 1987. № 8. С. 87—91.
6. *Пейве Я. В.* Содержание доступных растениям микроэлементов // Микроэлементы в растениеводстве. Рига: Изд-во АН ЛатвССР, 1958. С. 47—82.
7. Микроэлементы в почвах СССР. М.: Изд-во МГУ, 1981. 243 с.
8. *Зырин Н. Г.* Распределение и варьирование содержания микроэлементов в почвах Русской равнины // Почвоведение. 1968. № 7. С. 77—87.
9. *Обухов А. И., Поддубная Е. В.* Миграция свинца в системе почва — растение // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах: Тр. II Всесоюз. совещ. Л.: Гидрометеиздат, 1980. С. 192—198.
10. *Церлинг В. В.* О методике сбора растительного материала для диагностики микроэлементного состава // Бюл. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. 1980. Вып. 24. С. 7—9.
11. *Зырин Н. Г., Обухов А. И.* Принципы и методы нормирования содержания тяжелых металлов в системе почва—растение // Бюл. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. 1983. Вып. 35. С. 27—31.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ДЕНДРАРИЯ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА АН СССР

О. Ф. Офицерова

Исследования проводили летом 1986—1987 гг. в дендрарии Главного ботанического сада АН СССР. Задачи исследования — характеристика почв дендрария ГБС АН СССР, оценка влияния интродукции растений и окультуривания на свойства почвы, определение обеспеченности древесных пород питательными элементами. Градацию обеспеченности почв и их степени окультуренности проводили по двум методическим источникам [1, 2]

Вопросам изучения почв и интродукции древесных пород в ГБС АН СССР посвящены работы многих авторов [3—7].

Значительная часть дендрария расположена на территории, занятой ранее дубравой (80—150 лет). Почва дубравы — глубокодерновая, глубокоподзолистая, легкосуглинистая на моренном валунном суглинке и имеет следующее морфологическое строение (площадка 26):

Горизонт	Характеристика
A ₀ 0—3 см	Влажный, пронизан корнями, полуразложившийся опад листьев, веточки, черви, переход по количеству растительных остатков.
A ₁ 3—17 см	Влажный, серый, легкий суглинок, комковатый, уплотненный, включение корней, червей, пронизан ходами червей, четкий переход по цвету и влажности.
A ₁ A ₂ 17—35 см	Свежий, буроватый с палевыми пятнами, легкий суглинок, комковато-среднеглыбистый, уплотнен, включение редких корней, постепенный переход по цвету, количеству корней, граница волнистая.
A ₂ 35—50 см	Свежий, белесый с палевыми пятнами, легкий суглинок, среднекомковатый, пластинчатый, уплотнен, включение редких корней, орштейнов, ясный переход по цвету.
A ₂ B 50—60 см	Свежий, палево-красноватый с белесыми пятнами, легкий суглинок, среднеглыбистый, плотный, включение мелкой гальки (5 %), четкий переход по цвету и структуре.
BC 60—100 см	Свежий, буровато-красный, легкий суглинок, опесчаненный, глыбистый, плотный, включение гальки и средних валунов (5—8 %)

На территории дендрария было заложено 27 площадок (из них 18 под интродуцированными породами, 9 под естественно произрастающими). Образцы почв отбирали по генетическим горизонтам до глубины 80—100 см с помощью агрохимического бура (3 бурения на площадке).

Анализ сухих образцов почвы проводили следующими методами: общий углерод — по Тюрину; рН — потенциометрически; обменные кальций и магний в 1 н. KCl методом атомной абсорбции; обменный Al³⁺ — по Соколову методом титрования; гидролитическая кислотность по Каппену — потенциометрически; подвижные K₂O и P₂O₅ в 0,2 н. HCl (по Кирсанову). В свежих образцах почвы определяли подвижный азот в 1 н. KCl: нитраты (с α-нафтиламином на спектрофотометре), аммоний (с реактивом Неслера) [2]

Характеристика свойств почв дубравы в 1949 г. дана по О. А. Вадковской [4]. Методы анализа почв в 1949 г. совпадают с методами, описанными выше, исключение составляет анализ почвы на обменные кальций и магний (по Гедройцу).

Сравнительный анализ разрезов 1949 и 1986 гг. показывает некоторое увеличение обменного алюминия в 1986 г. по сравнению с 1949 г.

(табл. 1). Содержание общего углерода в гумусовом горизонте почвы дубравы почти одинаково в разные годы. В 1986 г. по сравнению с 1949 г. в три раза увеличивается количество подвижных P_2O_5 и K_2O в горизонте A_1 ; возможно, это связано с внесением удобрений, а также и с общим процессом накопления питательных элементов в результате почвообразования.

По механическому составу почвы дубравы (по Качияскому) [1] относятся к легкосуглинистым песчано-крупнопылеватым слабо- и средне-каменистым. Содержание физической глины (сумма частиц меньше 0,01 мм) по всему профилю равномерное — 21—27 %.

Исследованные почвы и интродуцированные породы можно разделить на три группы. Внутри групп породы деревьев расположены в порядке возрастания содержания углерода в гумусовом горизонте A_1 (табл. 2). Почвы первой и второй групп имеют профиль дерново-подзолистого почвенного профиля, близкий по морфологии к почве дубравы. Отличия данных почв от контрольных можно отнести к влиянию интродуцентов, тогда как почвы третьей группы значительно отличаются по морфологическим и агрохимическим свойствам от почв контроля. Почвы третьей группы можно отнести к маломощным насыпным перегнойным (катальпа краснеющая и туя западная, насыпь торфа 20—40 см) и мощным насыпным перегнойным (рододендроны, насыпь торфа более 50 см). Большая часть интродуцированных пород находится в хорошем и удовлетворительном состоянии.

В результате исследований установлено, что наиболее сильно изменяется верхний гумусовый горизонт почв.

Первая группа — почвы под хвойными интродуцентами В гумусовом горизонте увеличивается кислотность под елями по сравнению с контролем — pH 3,9—4,3 (сильнокислая) (табл. 3). Под остальными экзотами кислотность уменьшается — pH 4,5—6,0 (среднекислая и близкая к нейтральной). Количество обменного алюминия выше, чем в контроле, или близко к нему под елями — 0,81—1,3 мг-экв на 100 г почвы. Под остальными хвойными интродуцентами обменного алюминия меньше, чем в контроле, — 0—0,5 мг-экв на 100 г почвы.

Под всеми экзотами I группы отмечена тенденция к увеличению содержания C (общий азот) — 2,50—3,60 % (высокое) по сравнению с контролем. Исключение составляют почвы под сосной кедровой и пихтой Майра, где углерода несколько меньше, чем под дубом.

Одним из самых важных элементов для питания древесных пород является азот. Как видно из табл. 2, под хвойные породы последний раз вносили в основном азотные удобрения. Необходимо ли это? Под всеми породами, исключая лиственницу Чекановского, содержание подвижного аммония близко или равно его количеству в контроле — 8—11 мг на 100 г почвы. Нитраты обнаружены под лиственницей, можжевельником, елью колючей сизой — 0,1—4,8 мг на 100 г почвы, наличие нитратов, возможно, связано с гетеротрофной нитрификацией. Суммарное количество подвижного аммония и нитратов под всеми хвойными экзотами выше максимальной степени обеспеченности подвижным азотом — 4 мг на 100 г почвы [2]. Последствие азотных удобрений не прослеживается.

Содержание подвижного калия ниже или равно его количеству под дубом — 6—11 мг на 100 г почвы (низкое и среднее). Несмотря на то что калийные удобрения не вносили под хвойные экзоты, содержание под ними близко к его количеству под лиственными интродуцентами, где были внесены калийные удобрения.

Количество подвижного фосфора под всеми хвойными породами выше, чем под дубом, — 9—21 мг на 100 г почвы (среднее и высокое), хотя фосфорные удобрения под эти породы в 1985 г. не вносили. Это, возможно,

Таблица 1

Характеристика свойств дерново-подзолистых почв дубравы ГБС АН СССР (1949 г. — разрез 47 по данным О. А. Вадковской [4]; 1986 г. — площадь 26)

Горизонт	Глубина, см	С, %	рН		Са/Mg/Al... мг-экв на 100 г почвы	Гидролитическая кислотность	Степень на- сыщенности основаниями, %	Р ₂ O ₅	K ₂ O
			водный	солевой					
1949 г.									
A ₀	0—4	—	5,5	4,7	—	—	—	—	—
A ₁	4—16	3,20	5,2	4,3	2,0	0,8	4,4	2,7	4,2
A ₁ A ₂	16—29	0,97	5,1	4,1	1,7	0,8	3,7	5,7	3,4
A ₂	29—41	0,51	5,1	4,4	1,7	0,7	1,8	5,7	4,2
A ₂ B	41—51	0,27	5,5	4,2	6,4	0,1	2,3	2,7	5,3
B	51—100	0,07	5,6	4,2	8,4	3,0	Не определяли	2,7	6,9
1986 г.									
A ₀	0—3	—	5,9	4,7	—	—	—	—	—
A ₁	3—17	2,96	5,4	4,2	3,9	0,6	9,2	7,8	11,7
A ₁ A ₂	17—35	1,61	5,1	4,1	2,2	0,4	7,3	6,3	6,9
A ₂	35—50	0,54	5,0	4,1	1,3	0,3	5,4	3,1	4,3
A ₂ B	50—60	0,50	4,8	3,7	2,6	0,7	10,3	2,0	6,9
B	60—90	0,33	4,7	3,5	3,6	1,5	13,9	1,4	8,2

Таблица 2

Характеристика площадок интродуцированных пород дендрария ГБС АН СССР

Группа	Вид	Состояние растений *	Удобрение **	Действующее вещество, г/м ²
1	Пихта Майра	II	Мочевина	N — 13,5
	Сосна кедровая европейская	II	»	N — 13,5
	Лиственница Чекановского	I	»	N — 18
	Можжевельник казацкий	I	Торф ***	50
	Сосна горная	II	Мочевина	N — 13,5
	Ель колючая сизая	II}	Аммиачная	N — 20
	Ель канская	II}	селитра	
2	Ясень маньчжурский	I—II	Мочевина	N — 14
	Акация белая	I—II	Без удобрений	N, P, K — 5,1
	Орех грецкий	II—III	Нитроаммофоска	
	Гледичия трехколючковая	I—II}	Без удобрений	
	Береза даурская	I }		
	Каштан конский	I	Нитроаммофоска	N, P, K — 5,1
	Орех маньчжурский	II		
3	Катальпа краснеющая	II	Торфокомпост ***	50
			Нитроаммофоска	N, P, K — 5,1
	Туя западная	I	Торф	70—80
			Мочевина	N — 25
	Рододендрон короткоплодный	I }	Сульфат калия	K — 30
	Рододендрон Шлиппенбаха	I }	Торф	3000

* I — хорошее; II — удовлетворительное; III — плохое.

** Удобрения последний раз вносили весной 1985 г.

*** Для торфа и торфокомпоста имеется в виду доза внесения (в г/м²).

говорит о накоплении фосфора, скорее всего, от предыдущих подкормок.

Количество обменного Са под хвойными интродуцентами в 1,2—3 раза выше, чем под дубом. Величина гидролитической кислотности колеблется в больших пределах — 2,2—12,4 мг-экв на 100 г почвы, наибольшая — под елями. Степень насыщенности основаниями под всеми хвойными экзотами (44—84 %) в 1,2—3 раза выше, чем под дубом. Коэффициент корреляции между количеством углерода и гидролитической кислотностью в гумусовом горизонте под хвойными экзотами равен +0,87

Вторая группа — почвы под лиственными интродуцентами (табл. 3).

Кислотность почвы незначительно снижается по сравнению с дубом — pH_{KCl} —4,5—4,9 (среднекислая); содержание С равно 1,74—4,38 % (высокое), увеличивается под всеми породами, за исключением ясеня маньчжурского. Меньше или равно содержанию в контроле количество подвижного калия (K_2O —5—9 мг на 100 г почвы) — низкое и среднее, за исключением грецкого ореха (K_2O —10 мг на 100 г почвы). Содержание подвижного фосфора 10—26 мг на 100 г почвы (среднее и высокое) выше, чем в контроле, под всеми лиственными экзотами, под которые вносили нитроаммофоску. Под остальными породами содержание P_2O_5 —5—8 мг на 100 г почвы, т. е. ниже, чем в контроле (под дубом). Различия в содержании фосфора говорят о его накоплении в почве после внесения удобрений, тогда как калий практически не накапливается.

Под всеми лиственными интродуцентами отмечена тенденция увеличения содержания в гумусовом горизонте суммы Ca^{2+} и Mg^{2+} (5,5—6,9 мг-экв

Таблица 3

Свойства почв дендрария ГБС АН СССР (гумусовый горизонт А₁ 3—18 см)

Группа	Вид	С, %	рН солевой	K ₂ O	P ₂ O ₅	N—NO ₃ ⁻	N—NH ₄ ⁺	мг-экв на 100 г почвы			Гидролитиче- ская кислот- ность	Степень на- сыщенности основаниями, %
								1 н. KCl, мг на 100 г почвы				
								мг на 100 г почвы				
1	Пихта Майра	1,71	4,7	6	19	0,0	10	9,8	2,0	0,0	2,2	84
	Сосна кедровая европейская	2,12	4,4	8	10	0,0	10	4,1	0,2	0,1	5,8	43
	Лиственница Че- кановского	2,50	4,5	11	21	0,1	3	5,2	0,8	0,2	6,6	48
	Можжевельник казацкий	2,98	5,3	6	12	4,8	11	12,7	1,6	0,0	4,1	78
	Сосна горная	3,54	4,7	6	14	0,0	10	7,2	0,5	0,1	8,1	49
2	Ель колючая сизая	3,66	4,3	12	19	0,5	8	8,7	1,1	1,3	11,4	46
	Ель канадская	3,96	3,9	7	12	0,0	10	5,9	0,8	0,8	12,4	35
	Ясень маньчжур- ский	1,74	4,7	5	8	0,0	12	4,3	0,6	0,3	4,2	54
	Акация белая	2,64	4,5	5	8	0,3	9	5,5	0,3	0,2	8,2	41
	Орех грецкий	2,82	4,9	10	20	Не определяли		5,7	0,7	0,1	7,2	47
3	Гледичия трехко- лючковая	3,34	4,5	5	14	Следы		5,8	0,4	0,1	5,8	52
	Береза даурская	3,38	4,7	9	5	0,0	3	5,8	0,7	0,1	6,8	49
	Каштан конский	3,56	4,7	8	10	0,0	12	6,9	0,8	0,8	5,8	57
	Орех маньчжурский	4,38	4,7	8	26	0,0	10	6,5	0,2	0,3	9,0	43
	Катальпа крас- неюшая	4,61	5,1	6	51	Следы		7,5	1,0	0,0	4,0	68
3	Туя западная	6,94	6,3	24	67	4,6	10	14,3	1,2	0,0	1,5	91
	Рододедрон ко- роткоплодный	11,54	6,0	21	163	3,3	25	25,8	3,2	0,0	2,1	93
	Рододедрон Шлиппенбаха	17,11	5,8	19	121	0,0	23	35,3	5,5	0,0	3,3	94
	Дуб черешчатый (контроль)	2,54	4,1	9	8	0,0	10	3,8	0,6	0,9	10,7	29

на 100 г почвы), тогда как содержание обменного Al^{3+} уменьшается (0,3—0,8 мг-экв на 100 г почвы). Имеется положительная корреляция между содержанием обменного Ca^{2+} и С: с возрастанием количества общего углерода увеличивается количество обменного кальция (коэффициент корреляции +0,89)

Величина гидролитической кислотности под листовыми интродуцентами в 1,2—2 раза меньше, чем под дубом. Степень насыщенности основаниями в 1,5—2 раза выше под всеми породами второй группы, чем в контроле.

Подвижные нитраты под листовыми интродуцентами не обнаруживаются. Исключение составляет почва под акацией белой, где количество нитратов в гумусовом горизонте 0,3 мг на 100 г почвы, под гледичией трехколючковой — следы, что, вероятно, связано с принадлежностью этих растений к семейству бобовых, фиксирующих азот. В верхнем горизонте под породами второй группы содержится 9—12 мг на 100 г почвы подвижного аммония, что близко к его содержанию в контроле, т. е. под дубом. Влияние последствия азотных удобрений не прослеживается. Высокое содержание подвижного азота, вероятно, исключает необходимость на данный момент внесения азотных удобрений.

Третья группа — насыпные перегнойные почвы. Величина $\text{pH}_{\text{КС}}$ 5,1—6,3 (слабокислая и нейтральная) под всеми породами данной группы выше, чем в контроле. Очень высокое содержание углерода — 4,6—17,1 %; оно в 1,5—6 раз превышает его содержание в почве под дубом.

Содержание подвижного калия 19—24 мг на 100 г почвы (повышенное и высокое) больше, чем в контроле, за исключением катальпы краснеющей ($\text{K}_2\text{O}=6$ мг на 100 г почвы в среднем). Под всеми экзотами очень близкое количество P_2O_5 (51—162 мг на 100 г почвы), что в 6—20 раз превышает его содержание в естественных почвах.

Подвижные нитраты (3,3—4,6 мг на 100 г почвы) обнаружены под рододендром короткоплодным и туей западной, что, вероятно, связано с процессами нитрификации в торфяных засыпках. Количество подвижного аммония ниже под катальпой (6 мг на 100 г почвы), чем под дубом, а под рододендронами более чем в два раза превышает контроль (см. табл. 3).

Величина суммы обменных оснований в 1,5—8 раз выше, чем под дубом. Имеется положительная корреляция между количеством обменного кальция и содержанием углерода под экзотами третьей группы (коэффициент корреляции +0,99). Под всеми породами на насыпных почвах гидролитическая кислотность ниже, чем в контроле, в 2,5—7 раз, а степень насыщенности основаниями выше в 2,5—3,5 раза.

Почва под породами третьей группы наиболее сильно отличается по всем свойствам от естественной дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы дубравы.

В заключение следует отметить, что на территории дендрария ГБС АН СССР под влиянием антропогенного воздействия (посадка интродуцированных растений и окультуривание) формируются почвы со специфическими свойствами. Они по ряду показателей значительно отличаются от почв дубравы. Одновременно в дендрарии идут почвенные процессы, аналогичные процессам в естественных биогеоценозах, которые изменяют почвы в зависимости от типа насаждений.

Почвы первой—второй групп можно отнести к дерново-подзолистым легкосуглинистым слабой и средней степени окультуренности. Почвы третьей группы — мощные насыпные перегнойные высокой степени окультуренности под рододендронами и маломощные насыпные перегнойно-глеевые высокой степени окультуренности под катальпой и туей. Систематика почв по их обеспеченности питательными элементами и степени

окультуренности затруднена тем, что она слабо разработана для дерново-подзолистых почв при интродукции древесных пород.

Анализируя влияние интродукции 18 древесных пород и окультуривания на свойства дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы дубравы ГБС АН СССР, следует отметить в основном улучшение свойств почвы.

Интродукция 7 хвойных и 7 лиственных древесных пород (первая — вторая группы) в течение 25—50 лет в дендрарии привела к увеличению в 1,2—1,5 раза содержания углерода в верхнем гумусовом горизонте и в 1,2—3 раза количества обменного кальция, уменьшению гидролитической кислотности в 2—5 раз, уменьшению обменной кислотности и алюминия (исключение составляют ели, под которыми отмечено увеличение обменной и гидролитической кислотности). Повышается количество подвижного фосфора и несколько снижается количество калия. Количество подвижного азота, несмотря на внесение удобрений, мало отличается от его содержания в почве дубравы.

Четкую дифференциацию по влиянию различных лиственных и хвойных интродуцентов на почву на фоне периодического внесения удобрений установить на данный момент трудно. Последствие калийных и азотных удобрений не прослеживается, тогда как фосфорные удобрения имеют тенденцию к накоплению.

Насыпные высокоокультуренные почвы дендрария (третья группа), созданные под различные интродуценты, всегда богаче естественных почв дубравы: количество общего углерода больше в 2—10 раз, обменного Ca^{2+} — в 2—9 раз; степень насыщенности основаниями — в 3—4 раза, K_2O — в 2—3 раза, P_2O_5 — в 5—15 раз. Гидролитическая кислотность снижается в 3—10 раз.

Перед внесением удобрений необходимо проверять содержание питательных элементов. На данный момент почвы под исследованными экзотами нуждаются в калийных удобрениях, за исключением третьей группы. В фосфорных и азотных удобрениях почвы под интродуцентами не нуждаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Почвоведение. М.: Колос, 1982. 496 с.
2. Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.
3. *Александрова М. С.* Распространение рододендрона мелколистного в СССР // Бюл. Гл. ботан. сада. 1970. Вып. 77. С. 30—33.
4. *Вадковская О. А.* Почвы Главного ботанического сада Академии наук СССР // Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. 1955. Т. 46. С. 78—135.
5. *Вадковская О. А.* Почвы территории Главного ботанического сада Академии наук СССР // Бюл. Гл. ботан. сада. 1949. Вып. 3. С. 29—32.
6. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. М.: Наука, 1975. 547 с.
7. *Потапова С. А.* Почвенные условия как один из определяющих факторов при интродукции сосны // Бюл. Гл. ботан. сада. 1984. Вып. 131. С. 39—43.

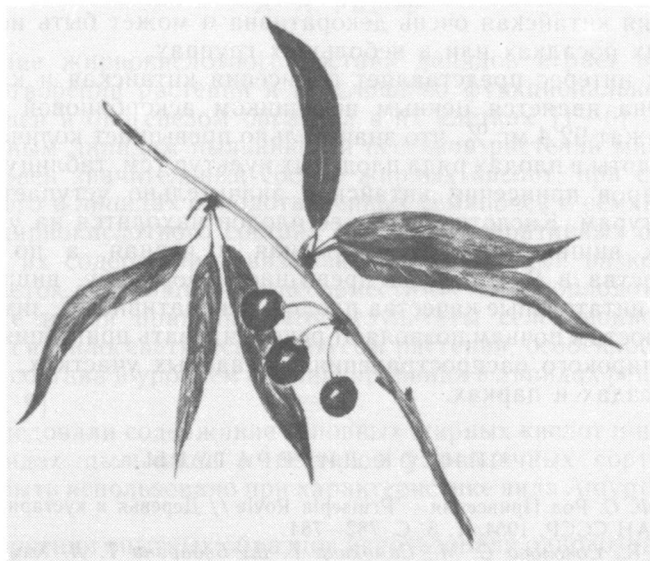
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

ПРИНСЕПИЯ КИТАЙСКАЯ

С. М. Соколова, И. П. Петрова

Принсепия китайская, плоскосемянник (*Prinsepia sinensis* (Oliv.) Bean) — очень изящный колючий кустарник до 2 м высотой с тонкими дугообразно поникающими ветвями (сем. розоцветных).

Листья 5—8 см длины продолговато-яйцевидные или ланцетные, цельнокрайние, голые, светло-зеленые. Во второй половине мая появляются желтые с приятным ароматом цветки до 1,5 см в диаметре по 1—4 в пазушных пучках. Цветет ежегодно с 5 лет, плодоносит обычно с 7 лет. Во второй половине августа созревают ярко-красные сочные кисло-сладкие шаровидные или яйцевидные плоды 1,5—2 см шириной (см. рисунок).



Плоды принсепии китайской

Косточка твердая, сплюснутая с боков, бугорчатая, светло-желтая.

В природных условиях принсепия китайская встречается в Приморском крае (СССР) и в Северо-Восточном Китае. Растет одиночно или небольшими зарослями в смешанных лесах, а также среди зарослей кустарников по берегам рек. Зимостойка. Теневынослива, но может расти на открытых солнечных местах. Предпочитает глубокие хорошо дренированные почвы.

Несмотря на то что принсепия китайская была интродуцирована еще в 1896 г. [1], она очень мало известна нашим садоводам, озеленителям. В основном встречается в ботанических учреждениях Алма-Аты, Батуми, Воронежа, Горно-Алтайска, Калининграда, Киева, Ленинграда, Лесостепной опытно-селекционной станции (Липецкая обл.), Новосибирска, Сочи, Ташкента.

Принсепия китайская размножается как семенами (осенний посев

Содержание питательных веществ в плодах некоторых растений

Растение	Аскорбиновая кислота, мг %	Сумма сахаров, %	Кислотность, %	Сухое вещество, %
Принсепия китайская	92,40	1,90	4,06	38,46
Яблоня [2]	5,0—46,0	6,0—14,8	2,5—3,7	10,0—22,0
Слива [3]	17,60—21,60	7,12—12,68	1,02—1,95	—
Вишня [3]	13,0—19,7	6,50—14,50	3,00—3,90	13,3—25,4
Крыжовник [3]	15,0—50,0	6,3—12,0	—	—
Смородина черная [4]	53,0—380,0	5,1—11,6	3,00—3,60	15,9—23,4
Смородина красная [4]	8,0—38,0	4,1—8,9	3,0	12,8—21,0
Лимон [5]	55,0	0,5—3,05	3,0	—

или весенний — стратифицированными семенами), так и зелеными черенками (в мае—начале июня) и отводками.

Принсепия китайская очень декоративна и может быть использована в солитерных посадках или в небольших группах.

Большой интерес представляет принсепия китайская и как плодовое растение. Она является ценным источником аскорбиновой кислоты, ее плоды содержат 92,4 мг %, что значительно превышает количество аскорбиновой кислоты в плодах ряда плодовых культур (см. таблицу). По содержанию сахаров принсепия китайская значительно уступает этим плодовым культурам. Кислотность же ее плодов находится на уровне таких плодов, как вишня, смородина красная и черная, а по количеству сухого вещества в 2,5—4 раза превышает смородину, вишню, яблоки.

Высокие питательные качества плодов, декоративность, зимостойкость, неприхотливость к почвам позволяют рекомендовать принсепию китайскую для более широкого распространения на садовых участках, в городских и сельских садах и парках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пилипенко Ф. С. Род Принсепия — *Prinsepia Royle* // Деревья и кустарники СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 3. С. 782—784.
2. Удачина Е. Г., Соколова С. М., Самохина Т. В., Бударина Т. Д. Химический состав плодов интродуцированных в Москве сортов яблони // Бюл. Гл. ботан. сада. 1983. Вып. 127. С. 55—61.
3. Курсаков Т. А., Ванин И. И. Вишня и слива. М.: Колос, 1966. 308 с.
4. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И., Мурри И. К. Методы биохимического исследования растений. М.; Л.: Сельхозгиз, 1952. 520 с.
5. Церевитинов Ф. В. Химия и товароведение свежих плодов и овощей. М.: Госторгиздат, 1949. Т. 1. 323 с.; Т. 2. 220 с.

Главный ботанический сад АН СССР, Москва

УДК 665.12 64.55

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИПИДОВ ПЫЛЬНИКОВ И ПЕСТИКОВ У РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ МИНДАЛЯ

А. А. Рихтер

Изменение жирнокислотного состава липидов играет важную роль при оплодотворении растений и обусловлено функциональной специализацией тканей и биогенезом органелл в их клетках [1—6]

Суммарным липидам пыльников и пестиков растений миндаля и персика свойствен значительный состав жирных кислот, при существенном обеднении его в липидах оплодотворенных семяпочек и семян [5, 6]. Особенности жирнокислотного состава липидов генеративных органов и изменчивость их содержания связывают со свойствами вязкости липидов мембран клеток, влияющими на несовместимость при оплодотворении [7]

В то же время признано, что результаты селекционного процесса определяются филогенетическим статусом растения, особенностями жирнокислотного состава и уровнем его варьирования в липидах репродуктивных органов [8, 9]

Мы исследовали содержание основных жирных кислот и их варьирование в липидах пыльников и пестиков у различных сортов миндаля, что может быть использовано при характеристике вида *Amygdalus communis* L.

Для получения опытных образцов использовали одновозрастные растения миндаля обыкновенного (12 сортов), выращенные в коллекционных посадках Никитского ботанического сада на Южном берегу Крыма. Объектом исследования служили пыльники с двуклеточной пылью и неопыленные пестики. Стадию развития пыльников определяли на временных цитологических препаратах. Все образцы фиксировали в жидком азоте и лиофильно высушивали. Средний образец отбирали из 500 бутонов, собранных с 5—8 растений. Исследования проводили в 1981 и 1982 гг.

Экстракция липидов. Навеску (500 мг) лиофильно высушенного материала растирали в фарфоровой ступке, и липиды экстрагировали смесью хлороформ—метанол (2 : 1) при отношении растворителя к навеске 30 : 1. Контроль полноты экстракции липидов осуществляли путем хроматографирования концентрированных экстрактов на пластинках Silufol («Cavalier», ЧССР) в системе гексан—диэтиловый эфир—уксусная кислота (80 : 30 : 1). Пятна на пластинках проявляли опрыскиванием 50 %-ной серной кислотой с последующим нагреванием в течение 10 мин при 160°. Чувствительность этой реакции 2 мкг [10, 11]. Очистку липидов вели на Сефадексе G-25 (Pharmacia Fine Chemicals, Швеция) [12]

Таблица 1

Жирнокислотный состав липидов (% от суммы) пыльников и пестиков миндала сорта Нонпарель, 1981 г.

Жирная кислота	Пыльники		Пестики	
	$\bar{X} \pm S_x$	V	$\bar{X} \pm S_x$	V
C _{10:0}	1,6±0,1	7,6	0,6±0,1	29,4
C _{12:0}	0,1±0,0	22,3	0,1±0,0	9,1
C _{14:0}	0,7±0,1	26,2	0,2±0,0	35,7
C ₁₄	1,2±0,2	26,0	0,2±0,0	13,5
X	0,8±0,1	15,4	0,2±0,0	23,1
C _{15:0}	0,2±0,0	38,1	0,3±0,1	50,8
C ₁₅	0,1±0,0	13,5	0,1±0,0	9,0
C _{16:0}	19,4±0,3	2,6	15,7±0,6	6,6
C ₁₆	1,3±0,0	4,6	1,2±0,2	28,5
C _{16:2}	0,5±0,0	9,7	0,3±0,1	24,1
C _{16:3}	0,4±0,0	10,9	0,2±0,0	4,8
C _{17:0}	1,5±0,1	11,5	0,8±0,1	12,9
C ₁₇	0,8±0,1	10,9	1,1±0,0	3,9
C _{18:0}	3,3±0,4	22,1	5,8±0,4	10,6
C ₁₈	14,9±0,3	3,6	3,6±0,0	0,9
C _{18:2}	17,2±0,4	3,5	26,9±0,7	4,4
X	1,2±0,1	9,2	0,7±0,0	9,3
C _{18:3}	15,8±0,2	2,6	26,3±0,5	3,1
X	1,1±0,1	19,7	2,6±0,1	8,1
C _{20:0}	7,8±0,2	4,7	5,7±0,3	9,5
C ₂₀	1,1±0,2	23,2	0,8±0,1	22,0
C _{20:2}	0,7±0,2	43,3	0,8±0,3	51,0
X	0,5±0,1	17,7	0,8±0,1	5,6
C _{22:0}	7,8±0,6	4,7	5,6±0,3	8,5

Примечание. X — неидентифицированная жирная кислота.

Определение жирнокислотного состава липидов. Образцы липидов омыляли 10%-ным КОН в метаноле. Неомыляемые вещества экстрагировали из водно-спиртового раствора петролейным эфиром, а затем водный раствор солей жирных кислот подкисляли до pH 3 и свободные жирные кислоты экстрагировали гексаном. Жирные кислоты этерифицировали метанолом в присутствии хлористого ацетила [13]. Жирнокислотный состав липидов определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе ЛХМ 8МД. Для разделения метиловых эфиров жирных кислот использовали стальную колонку 0,3×200 см, наполненную 15%-ным диэтиленгликольсукцинатом на хромосорбе WAW с размером частиц 80—100 меш. Температура испарителя 300°, температура термостата программировалась от 120 до 185° со скоростью 3° в 1 мин с последующим изотермическим режимом до конца анализа. Скорость газаносителя гелия 80 мл/мин.

В качестве стандартов использовали метиловые эфиры C_{10:0}, C_{12:0}, C_{14:0}, C_{15:0}, C_{17:0}, C_{20:0}, C_{22:0} (полученные из г. Белгорода), C_{16:0}, C_{16:1}, C_{18:0}, C_{18:1} («Союзреактив»), C_{18:2}, C_{18:3} (полученные из Львова), C_{16:2}, C_{16:3}, C_{20:1}, C_{20:2} выделены из липидов листьев ячменя [1], C_{15:1}, C_{17:1} выделены из липидов пестиков гороха и петунии [3, 14].

Расчет содержания компонентов хроматограмм проводили методом внутренней нормализации [15].

Таблица 2

Коэффициенты вариации содержания главных жирных кислот липидов пыльников и пестиков у миндаля (среднее по 12 сортам)

Жирная кислота	$X \pm S_x$		V	$\gamma_{ас}$	$\gamma_{экс}$
Пыльники, 1981 г.					
$C_{16} 0$	$22,1 \pm 0,5$	3,2	14,6	-0,1	-1,2
$C_{18} 0$	$3,2 \pm 0,3$	1,7	52,8	1,2	0,5
$C_{18} 1$	$10,2 \pm 0,3$	1,9	19,1	0,8	0,9
$C_{18} 2$	$21,7 \pm 0,4$	2,6	12,0	0,4	-0,2
$C_{18} 3$	$19,1 \pm 0,4$	2,3	12,4	-0,4	-0,2
$C_{20} 0$	$5,4 \pm 0,2$	1,4	26,4	0,1	-0,7
Пестики, 1981 г.					
$C_{16} 0$	$17,1 \pm 0,3$	1,9	11,3	0,5	-0,5
$C_{18} 0$	$6,3 \pm 0,1$	0,8	13,5	0,5	1,0
$C_{18} 1$	$4,2 \pm 0,1$	0,8	20,2	0,5	-0,6
$C_{18} 2$	$24,1 \pm 0,4$	2,1	8,7	-0,1	-0,5
$C_{18} 3$	$23,6 \pm 0,5$	2,7	11,5	-0,4	-0,6
$C_{20} 0$	$5,9 \pm 0,3$	1,9	33,3	0,8	0,2
Пыльники, 1982 г.					
$C_{16} 0$	$17,4 \pm 0,4$	2,6	14,7	0,0	-0,1
$C_{18} 0$	$3,7 \pm 0,3$	1,5	41,1	2,0	4,1
$C_{18} 1$	$7,1 \pm 0,2$	1,4	20,1	0,3	0,0
$C_{18} 2$	$24,9 \pm 0,5$	2,7	10,9	-1,1	0,9
$C_{18} 3$	$21,1 \pm 0,5$	2,9	13,8	-0,5	-1,0
$C_{20} 0$	$3,9 \pm 0,2$	1,2	31,7	1,3	0,4
Пестики, 1982 г.					
$C_{16} 0$	$17,8 \pm 0,2$	1,4	7,7	0,0	-1,2
$C_{18} 0$	$6,1 \pm 0,1$	0,8	13,2	-0,2	-0,5
$C_{18} 1$	$5,5 \pm 0,2$	1,3	23,3	0,4	-0,8
$C_{18} 2$	$24,6 \pm 0,3$	1,6	6,6	0,0	0,3
$C_{18} 3$	$22,9 \pm 0,3$	2,0	8,9	-0,4	-0,4
$C_{20} 0$	$5,2 \pm 0,2$	0,9	18,5	0,8	0,2
Примечание. X — средняя арифметическая, S_x — средняя ошибка, σ — среднее квадратическое отклонение, V — коэффициент вариации, $\gamma_{ас}$ — асимметрия, $\gamma_{экс}$ — эксцесса.					

Статистическую обработку проводили на ЭВМ «Электроника Т 3-16» [16].

Исследования показали, что в липидах пыльников и пестиков миндаля присутствуют жирные кислоты с длиной углеродной цепи от C_{10} до C_{22} (табл. 1, 2). Основными жирными кислотами липидов пыльников являются пальмитиновая, олеиновая, линолевая и линоленовая, при варьировании их содержания в результате обработки хроматограмм $V=2,6-3,6\%$. В то же время доминирующие жирные кислоты липидов пестиков представлены пальмитиновой, линолевой и линоленовой кислотами, а их варьирование достигает $V=3,1-6,6\%$.

Содержание кислот $C_{10} 0$, $C_{12} 0$, $C_{14} 0$, $C_{14} 1$, $C_{15} 0$, $C_{15} 1$, $C_{16} 1$, $C_{16} 2$, $C_{16} 3$, $C_{17} 0$, $C_{17} 1$, $C_{20} 1$, $C_{20} 2$ в липидах пыльников и пестиков сортов миндаля не превышает 1—3% от суммы кислот при вариабельности $V=7,6-22,3\%$ для пыльников и $V=4,8-51,0\%$ для пестиков. Большая часть отмеченной вариации может быть обусловлена ошибкой метода ГЖХ. Поэтому расчет статистических параметров, характеризующих вид *A. communis*, проводили без учета содержания этих компонентов.

Полученные данные позволяют заключить, что средние значения отдельных жирных кислот липидов пыльников и пестиков тесно связаны обратно пропорциональной зависимостью с их коэффициентами варьирования. Учитывая низкое варьирование содержания основных жирных

Таблица 3

Сравнение содержания основных жирных кислот в липидах пыльников и пестиков сортов миндаля

Жирная кислота	Критерий Стьюдента (t)		
	1981 г. (n=12)	1982 г. (n=12)	объединенная выборка (n=24)
C _{16:0}	4,84 ***	0,45	2,93 ***
C _{18:0}	6,21 ***	5,11 ***	8,08 ***
C _{18:1}	10,20 ***	3,15 **	7,42 ***
C _{18:2}	2,56 *	0,36	1,51
C _{18:3}	4,45 **	1,91	4,43 ***
C _{20:0}	8,17 ***	3,08 **	2,20 *

* P=0,95.
 ** P=0,99.
 *** P=0,999.

кислот при обработке хроматограмм, рассмотрим некоторые статистические показатели для ряда сортов миндаля обыкновенного. Например, коэффициенты варьирования содержания C_{16:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3} в липидах пыльников составили V=12,0—19,1 %, а для C_{20:0}, C_{22:0} V=26,4—32,6 % (см. табл. 2). Представленные результаты аналогичны таковым для выборки, характеризующей липиды пестиков, для C_{16:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3} V=8,7—20,2 % и для C_{20:0}, C_{22:0} V=29,2—33,3 % (по данным сезона 1981 г.). Такая же закономерность справедлива и для 1982 г. Наряду с этим вычисленные значения асимметрии и эксцессии указывают на нормальное распределение параметров жирнокислотного состава в липидах пыльников и пестиков у различных сортов миндаля обыкновенного, что может быть учтено при оценке данного вида.

Сравнение содержания преобладающих жирных кислот в липидах пыльников с таковым в липидах пестиков в различные сезоны вегетации растений миндаля (основываясь на критерии Стьюдента при сопоставлении содержания кислот C_{16:0}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{18:2}, C_{18:3}, C_{20:0}) показывает четкие различия для всех этих кислот в сезон вегетации 1981 г., а в сезон 1982 г. различия подтвердились для C_{18:0}, C_{18:1}, C_{20:0}-кислот (табл. 3).

Данные, полученные для объединенной выборки, очевидно, могут свидетельствовать о существовании определенных различий в составе липидов женских и мужских элементов генеративных органов миндаля.

Таким образом, достоверным различиям в относительном содержании преобладающих жирных кислот липидов пыльников и пестиков соответствуют низкие различия в уровне варьирования их содержания в липидах этих органов. Полученные результаты подтверждают представление о том, что в процессе половой дифференциации формируются две комплементарные, взаимно дополняющие друг друга системы, участвующие в интенсивном обмене веществ между ними в процессе оплодотворения [17].

Известно [5], что изменение жирнокислотного состава липидов в процессе оплодотворения и развития семян у растений миндаля сопровождается накоплением в основном C_{16:0}, C_{18:1}, C_{18:2}-кислот, в то время как содержание коротко- и длинноцепочечных жирных кислот в липидах генеративных органов снижается. В связи с этим интересно сопоставить коэффициенты варьирования содержания основных жирных кислот в липидах пыльников с двухклеточной пылью, пестиков и зрелых семян миндаля. Рассматриваемые данные могут свидетельствовать о возможной пластич-

ности процессов метаболизма жирных кислот липидов в тканях этих органов.

Ранее было показано, что в липидах семян 10 сортов миндаля преобладают $C_{16:0}$, $C_{18:1}$ и $C_{18:2}$ -кислоты, а коэффициенты варьирования их содержания составляют 7,9—16,6 % [8]. Сравнение этих данных с результатами, представленными в табл. 2, свидетельствует о том, что для липидов элементов генеративных органов и запасных масел семян миндаля обыкновенного характерен примерно одинаковый уровень варьирования содержания доминирующих жирных кислот ($C_{16:0}$, $C_{18:1}$, $C_{18:2}$, $C_{18:3}$).

ВЫВОДЫ

Содержание основных жирных кислот в липидах пыльников достоверно отличается от такового в липидах пестиков, следовательно, в процессе оплодотворения может происходить взаимное обогащение этих систем.

Коэффициенты варьирования основных жирных кислот в липидах тканей пыльников, пестиков и семян практически одинаковы, что указывает на сбалансированность процессов метаболизма суммарных липидов генеративных органов миндаля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириченко А. Б., Кириченко Е. Б., Чеботарь А. А. и др. Изменение состава жирных кислот при развитии генеративных органов *Hordeum vulgare* // Физиология растений. 1978. Т. 25, вып. 2. С. 301—304.
2. Кириченко Е. Б., Кириченко А. Б., Андреев Л. В. Состав жирных кислот липидов листьев и генеративных органов кукурузы // Там же. 1984. Т. 31, вып. 1. С. 168—172.
3. Лебедев С. И., Сушко С. П., Савченко Н. П. Изменение содержания жирных кислот и локализация каротиноидов в андроее и генеее *Pisum sativum* L. и их роль в процессе оплодотворения // Там же. Вып. 4. С. 740—745.
4. Thibaudin A., Mazliak P. Evolution des lipides au cours du developpement des organes reproducteurs du pommier (*Pirus malus* L.) // Fruits 1967. Vol. 22, № 1. P. 3—17.
5. Рухтер А. А. Жирнокислотный состав липидов листьев и генеративных органов миндаля // Физиология растений. 1987. Т. 34, вып. 5. С. 949—955.
6. Рухтер А. А. Изменение состава жирных кислот в ходе развития генеративных органов персика // Тр. Никит. ботан. сада. 1985. Т. 95. С. 61—69.
7. Linskens H. F. Developmental biology of reproduction: current problems // Phytomorphology. 1981. Vol. 31, № 3/4. P. 202—213.
8. Рухтер А. А. Вариабельность жирнокислотного состава масла семян у различных видов и сортов миндаля // Физиология растений. 1985. Т. 32, вып. 5. С. 991—997.
9. Новицкая Г. В., Криштопа В. И. Изучение состава жирных кислот масел некоторых видов семейства губоцветных в связи с их систематическим положением // Раст. ресурсы. 1971. Т. 7, вып. 1. С. 32—40.
10. Кейтс М. Техника липидологии. М.: Мир, 1975. 322 с.
11. Шаршунова М., Шварц В., Михалец Ч. Тонкослойная хроматография в фармацен и клинической биохимии. М.: Мир, 1980. 621 с.
12. Williams J. P., Merrilees P. A. The removal of water and nonlipid contaminants from lipid extract // Lipids. 1970. Vol. 5, № 4. P. 367—370.
13. Вережгаин А. Г., Скворцова С. В., Исхаков Н. И. Состав триглицеридов масла хлопчатника // Биохимия. 1963. Т. 28, вып. 5. С. 868—878.
14. Delbart C., Bris B., Linskens H. F. et al. Analysis of glycosphingolipids of *Petunia hybrida*, a self incompatible species. 11. Evolution of the fatty acids composition after cross- and self-pollination // Proc. Kon. ned. akad. wetensch. 1980. Vol. 83, N 3. R. 241—254.
15. Берчфилд Г., Сторрс Э. Газовая хроматография в биохимии. М.: Мир, 1964. 620 с.
16. Масюкова О. В. Математический анализ в селекции и частной генетике плодовых пород. Кишинев: Штиинца, 1979. 187 с.
17. Чайлахян М. Х., Жолкевич В. Н. Проблемы физиологии опыления и оплодотворения у растений в исследованиях Е. А. Бритикова // Физиология растений. 1974. Т. 21, вып. 5. С. 1065—1070.

Государственный Никитский ботанический сад, Ялта

УЛЬТРАСТРУКТУРА КЛЕТОК КОЛЕОРИЗЫ ЗЛАКОВ

Т. П. Петровская-Баранова

До настоящего времени исследовали главным образом морфологическую природу колеоризы злаков [1], есть также некоторые данные о ее физиологической роли [2]. Ультраструктура клеток колеоризы злаков, насколько нам известно, еще не описана.

Материалом для исследования служил яровой пшенично-пырейный гибрид 56. Зерновки прорастивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге при комнатной температуре. В двухдневном возрасте интактные проростки помещали на предметное стекло под лупу. С помощью препаровальных игл от основания главного корня осторожно отделяли колеоризу и переносили в фиксирующую жидкость — 2%-ный OSO_4 в вероналацетатном буфере pH 7,4. Фиксацию материала проводили в течение 2,5 ч. Далее материал обезживали в серии этиловых спиртов повышающейся концентрации и заключали в смесь метил- и бутилметакрилатов в соотношении 1:4. Во время обезживания материал был оставлен на ночь в растворе 2 %-ного уранилацетата в 70 %-ном этаноле. Полимеризацию проводили в термостате при температуре 56° в течение суток.

Ультратонкие срезы были получены на микротоме ЛКВ. Срезы монтировали на сеточки с формваровой пленкой — подложкой и дополнительно контрастировали 2,5 %-ным уранилацетатом в 50 %-ном этиловом спирте в течение 5 мин, а затем в растворе $\text{Pb}/\text{NO}_{3/2}$ по Рейнольдсу в течение 15 мин. Исследование и фотографирование ультратонких срезов проводили на электронном микроскопе УЭМВ-100Б в лаборатории электронной микроскопии 1-го Медицинского института.

Прежде чем приступить к изучению ультратонких срезов на электронном микроскопе, мы исследовали ткань колеоризы, фиксированную OSO_4 и заключенную в метакрилаты на уровне светового микроскопа. С этой целью с блока, приготовленного для ультратомирования, лезвием бритвы или стеклянным ножом делали срезы, которые помещали на предметное стекло в каплю воды. Затем стекло осторожно нагревали. После выпаривания воды срезы оказывались плотно приклеенными к стеклу. Затем эти срезы окрашивали в капле 0,1 %-ного толудинового синего в фосфатном буфере pH 7,4. Далее смывали краску проточной водой, а срезы заключали в глицерин.

Ткань колеоризы сверху одета мелкоклетным эпидермисом. Сами же клетки, составляющие основную массу колеоризы, крупные, округло-овальной формы (рис. 1). Между клетками имеются большие межклетники. Характерной особенностью клеток колеоризы является наличие огромной центральной вакуоли, фактически заполняющей всю полость клетки. Пристенный слой плазмы исключительно тонок, так что на уровне светового микроскопа почти не выявляется. Ядра крупные и хорошо различимы в клетках.

При изучении ткани колеоризы под электронным микроскопом видно, что пристенный слой цитоплазмы имеет весьма сложную организацию и богато оснащен органеллами. На рис. 2 представлены цитоплазма клетки колеоризы ППГ-56 и часть ядра с ядрышком. Цитоплазма содержит митохондрии, а также пропластиды, аппараты Гольджи, тяжи эндоплазматического ретикулума и пузырьки различных размеров.

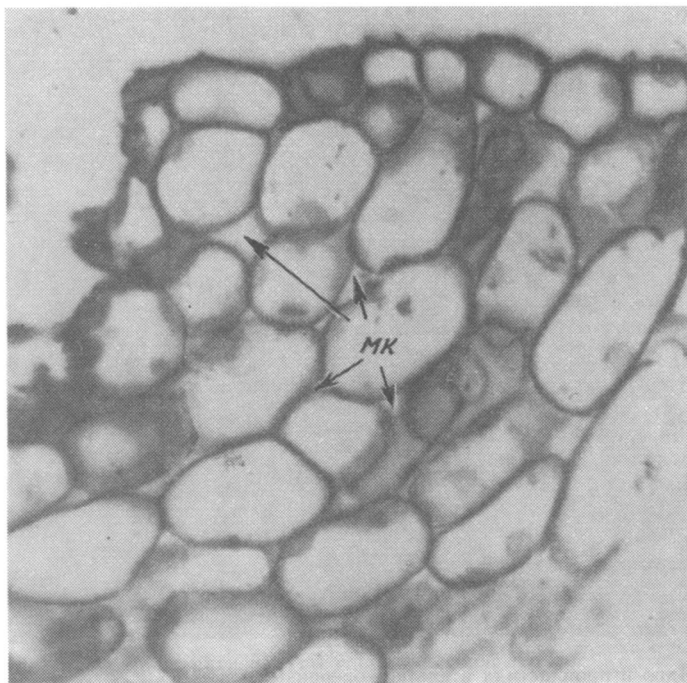


Рис. 1. Ткань колеоризы под световым микроскопом
мк — межклетники (ув. 300)

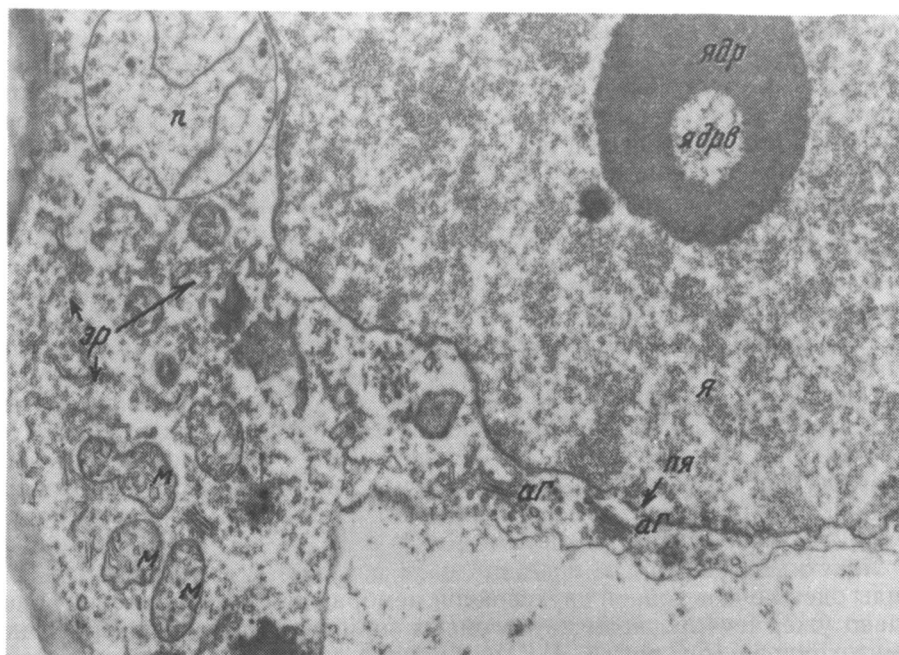


Рис. 2. Клетка колеоризы

м — митохондрии, п — пропластиды, аг — аппараты Гольджи, эр — эндоплазматический ретикулум, я — ядро, пн — поры ядра, ядр — ядрышко, ядрв — ядрышковая вакуоль (ув. 14 000)

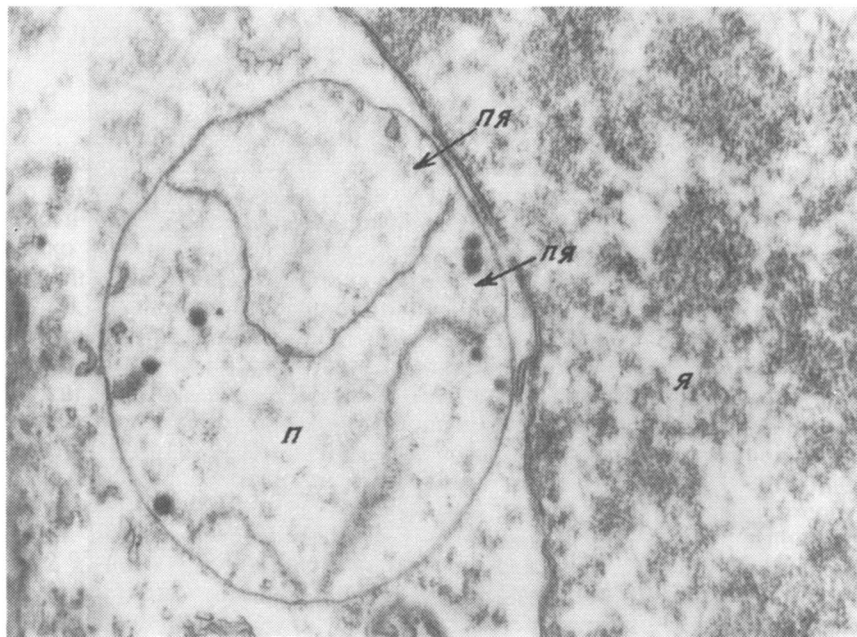


Рис. 3. Ядро и пропластида в клетке колеоризы

я — ядро, п — пропластида, ля — поры ядра (ув. 36 000)

Ядро очень крупное, округлое с неровными очертаниями. Хорошо выявляется одевающая его двойная мембрана. В мембране имеются поры, а иногда видны выросты (рис. 3). Хроматин ядра собран в зернистые сгустки неодинаковой величины. Хотя структура ядра напоминает структуру ядер, находящихся на стадии ранней профазы, когда начинаются уплотнение и спирализация хромосом, однако при прорастании зерновки рост колеоризы осуществляется исключительно за счет растяжения клеток, и митозов там не происходит. Поэтому в данном случае описанные особенности строения кариоплазмы нельзя объяснить подготовкой ядра к делению, вероятно, они связаны с особым физиологическим состоянием колеоризы.

Ядрышко ядра клеток относительно крупное, овальное. Состоит оно из однородного мелкозернистого высокоэлектронно-плотного вещества. Иногда внутри ядрышка имеется вакуолька, содержащая ажурную электронно-плотную сеточку (см. рис. 2).

Митохондрии. Наиболее характерной особенностью цитоплазмы клеток колеоризы является наличие большого количества высокоразвитых митохондрий. Митохондрии одеты двуслойной мембраной и содержат развитую систему крист. Часто встречаются делящиеся митохондрии (см. рис. 2). Между двумя дочерними митохондриями образуется двухслойная отделительная мембрана (рис. 4).

Пластидом колеоризы представлен в основном пропластидами. Пластиды одеты очень тонкой двухслойной мембраной, просвет которой значительно уже, чем просветы двухслойных мембран, ограничивающих ядро и митохондрии (см. рис. 3, 4). Мембранная система пропластид развита слабо. На срезах в них обычно видны всего две-три большие и несколько мелких двухслойных мембран. Матрикс пропластид по электронной плотности почти не отличается от основного вещества цитоплазмы. Помимо



Рис. 4. Фрагмент пристенного слоя плазмы клетки колеоризы

м — митохондрии, эр — эндоплазматический ретикулум, т — тонопласт, о — оболочка клетки (ув. 28 000)

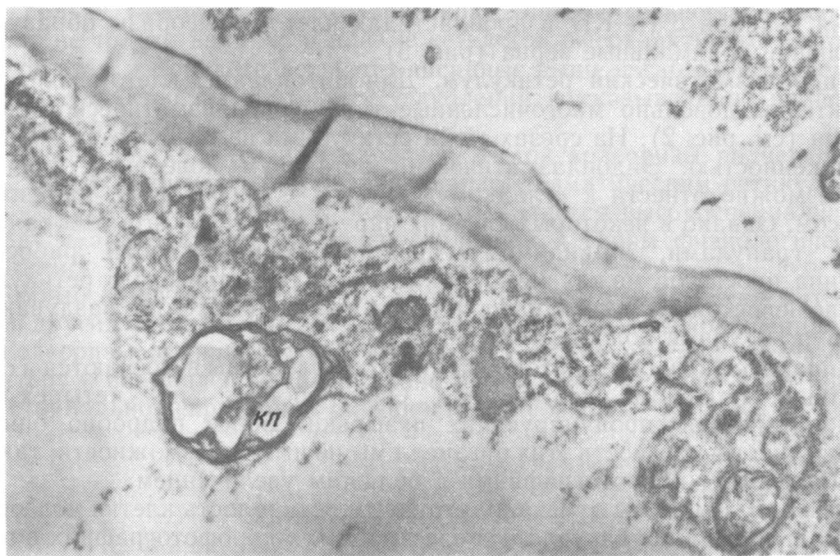


Рис. 5. Крахмалоносная пластида (кп) в плазме колеоризы (ув. 14 000)

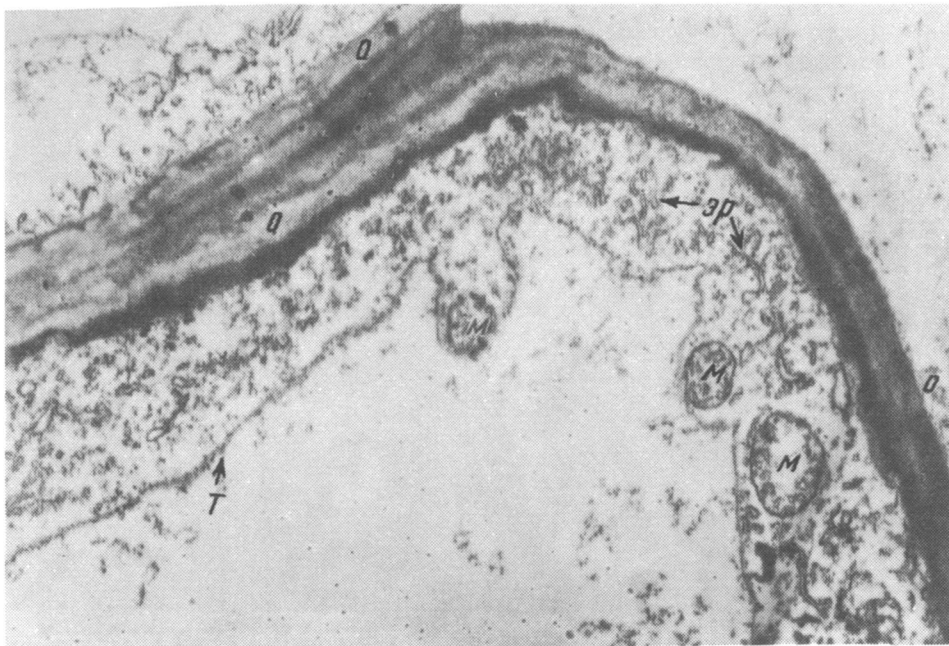


Рис. 6. Митохондрии в пристенном слое протоплазмы

Обозначения те же, что на рис. 4 (ув. 17 500)

мембран, в матриксе пропластид видны немногочисленные мелкие осмиофильные включения. В редких случаях (это подтверждает и гистохимическая реакция с $I+KI$) в пропластидах клеток колеоризы образуются небольшие крахмальные зерна (рис. 5).

Эндоплазматический ретикулум. Для цитоплазмы клеток колеоризы характерны довольно многочисленные тяжи эндоплазматического ретикулума (см. рис. 2). На срезах тяжи ретикулума не отличаются большой протяженностью. Эндоплазматический ретикулум колеоризы пшеницы скорее можно отнести к «гладкому» типу, т. е. ретикулуму, лишенному рибосом. Однако в некоторых случаях наружные стенки его мембран усажены гранулами, по-видимому представляющими собой рибосомы. Ширина просветов между мембранами эндоплазматического ретикулума крайне непостоянна: они то расширяются, то суживаются, то раздуваются, образуя крупные полости (см. рис. 4).

Аппараты Гольджи в цитоплазме клеток колеоризы встречаются в относительно большом количестве. Они состоят из четырех-пяти плоских цистерн, продуцирующих пузырьки. Более подробно описать структуру и деятельность этих органелл мы не имеем возможности, так как не располагаем их фотографиями с большим увеличением.

Вакуоли. Выше мы отмечали, что почти всю полость клетки колеоризы занимает громадная вакуоль. На электронных микрофотографиях в полости центральной вакуоли видны нежные хлопья электронно-плотного вещества, в несколько большем количестве встречающиеся около пристенного слоя плазмы (рис. 6). В самой цитоплазме вакуоли отсутствуют, хотя имеются многочисленные пузырьки, образуемые, видимо, тяжами эндоплазматического ретикулума и аппаратами Гольджи.

Основное вещество цитоплазмы электронно-прозрачно. В нем беспорядочно разбросаны мелкие хлопья электронно-плотного вещества.

Плазмалемма. Наружная поверхность цитоплазмы одета плазмалеммой. В клетках колеоризы плазмалемма имеет волнистые очертания и образует мелкие изгибы. Весьма вероятно, что эти изгибы представляют собой пиноцитозные карманы.

Тонoplast. Со стороны вакуоли плазма клеток колеоризы ограничена четко выраженной мембраной-тонопластом. Обращает на себя внимание тот факт, что цитоплазма клеток колеоризы образует характерные выступы, направленные в сторону центральной вакуоли. Обычно в кончиках этих выступов содержатся митохондрии (см. рис. 6).

Такова в общих чертах ультраструктура клеток колеоризы пшеницы.

Проведенное исследование позволяет связать некоторые особенности ультраструктуры колеоризы с ее специфическими гаусториально-секреторными функциями [2,3].

Выше уже было отмечено, что клетки колеоризы характеризуются наличием огромной вакуоли, окруженной очень тонким слоем стенкоположной плазмы, почти не заметной под световым микроскопом. Этот тонкий слой богат высокоорганизованными, делящимися митохондриями — факт, свидетельствующий о высоком уровне энергетических процессов, протекающих в клетках колеоризы. Нет сомнения, что эта энергия затрачивается в основном на осуществление колеоризой гаусториально-секреторных функций. Именно активная жизнедеятельность этой тонкой плазматической пленки приводит к заполнению межклетников и клеток колеоризы почвенными растворами, мигрирующими по направлению к зародышу.

Цитоплазматические выросты, углубляющиеся в центральную вакуоль, увеличивают поверхность соприкосновения тонопласта с заполняющей вакуоль жидкостью. Кроме того, на вершине каждого из них располагается богатая кристаллами митохондрия, на своем участке снабжающая энергией процессы обмена между плазмой и вакуолью.

В пользу гаусториального характера жизнедеятельности колеоризы говорит не только наличие в плазме ее клеток высокоактивных митохондрий, об этом же свидетельствуют описанные выше изгибы плазмалеммы, носящие характер пиноцитозных углублений и указывающие на погложительные функции плазмы.

Физиологически активный характер клеток колеоризы подчеркивают также широкие цистерны, образуемые эндоплазматическим ретикуломом.

Таким образом, паренхима колеоризы является высокоспециализированной тканью, прекрасно приспособленной к своим физиологическим функциям.

Помимо присутствия в плазме клеток большого количества митохондрий и других активных органелл, к числу признаков высокой специализации колеоризы должна быть отнесена и редукция пластид, которые по характеру и направлению своей жизнедеятельности не могут участвовать в гаусториально-секреторной активности колеоризы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколовская Т. Б. О природе колеоризы // Ботан. журн. 1964. Т. 52, № 12. С. 1773—1784.
2. Петровская Т. П., Цингер Н. В. Колеориза злаков как новый цитофизиологический этап эволюции покрытосеменных // Биохимия и филогения растений. М.: Наука, 1972. С. 112—143.
3. Haberlandt G. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1924. 526 S.

Главный ботанический сад АН СССР, Москва

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЗАРОДЫША И ЭНДОСПЕРМА НЕКОТОРЫХ ОДНОДОЛЬНЫХ

В. И. Вахромеев, В. Ф. Семихов

В наших исследованиях на примере злаков было установлено, что аминокислотный состав семян может быть очень полезен в систематических исследованиях при вычленении более гомогенных родов из гетерогенных, при определении границ триб и особенно подсемейств [1,2]. Однако при сравнении по этому показателю представителей разных семейств оказывается, что аминокислотный состав семян таксонов из разных семейств более схож, чем в пределах семейства [1]

Выдвинута концепция, что исходные злаки, близкие к истокам семейства, давшие начало подсемействам, «стартовали» с очень близким или даже одинаковым аминокислотным составом семян [2]. Современное разнообразие семян злаков по этому показателю определяется эволюцией аминокислотного состава в основном эндосперма, поскольку, во-первых, аминокислотный состав зародыша злаков варьирует намного меньше, чем эндосперма. Так, при исследовании аминокислотного состава шести видов злаков, относящихся к разным подсемействам (бамбук, рис, пшеница, ковыль, сорго, кукуруза), установлено, что для зародыша значение V более 10 % отмечается лишь для аргинина, аспарагиновой кислоты и пролина, тогда как для эндосперма (и целого семени) V выше 10 % отмечено для большинства аминокислот (кроме серина, изолейцина, фенилаланина) [3]. Во-вторых, доля массы зародыша от массы целого семени в большинстве случаев не превышает 10 % [4]

Интересно сравнить аминокислотный состав зародыша и эндосперма злаков с таковым у представителей других однодольных, как для уточнения положения злаков в системе однодольных, так и для выяснения направления эволюции аминокислотного состава семян.

Для этого нами исследован аминокислотный состав зародыша и эндосперма семян у представителей 14 видов, относящихся к 10 семействам однодольных: Arecaceae (*Butia capitata* (Mart.) Becc., *Chamerops humilis* L.); Asparagaceae (*Asparagus verticillatus* L.); Asphodelaceae (*Asphodeline lutea* Reichb.); Cannaceae (*Canna humiles* Bouche); Commelinaceae (*Palisota bracteosa* Clarke); Liliaceae (*Tulipa turkestanica* (Regel) Regel); Musaceae (*Strelitzia regina* Ait); Pandanaceae (*Pandanus tectorius* Soland); Phormiaceae (*Phormium tenax* Forst); Poaceae (кроме уже исследованных ранее 6 видов) — *Olyra latifolia* Linn. *Neomolinia mandschurica* (Maxim) Honda, *Molinia coerulea* (L.) Moench. *Panicum miliaceum* L. Данные по этим четырем видам злаков в основном не расходятся с уже опубликованными [3]. Так, в зародыше всегда содержание лизина, треонина, гистидина, а в большинстве случаев аспарагиновой кислоты, глицина и аргинина выше, чем в эндосперме, тогда как содержание глютаминовой кислоты, пролина, тирозина и фенилаланина ниже, чем в эндосперме. Содержание серина, валина и изолейцина одинаково в эндосперме и зародыше (табл. 1). Вместе с тем эти виды (особенно *Panicum miliaceum*) существенно отличаются по содержанию ряда аминокислот (лизина, аргинина, аланина, лейцина), что ведет к значительному увеличению значений V % для зародышей злаков, например, по пролину, аргинину, серину, аспарагиновой кислоте, аланину (табл. 1). Вероятно, это свидетель-

ствуется о том, что в зародыше (как и в целом семени) эволюция аминокислотного состава идет разными темпами. Тем не менее различия по аминокислотному составу эндосперма злаков остаются намного выше, на что указывают данные по вариабельности (табл. 1). В среднем для зародыша со щитком $V\%$ составляет 11,7 %, а для эндосперма — 23,5 %. Данные по вариабельности цистина и метионина не рассчитываются, так как при принятой технике гидролиза эти аминокислоты подвергаются значительному разрушению.

Аминокислотный состав зародыша других однодольных очень близок к таковому злаков (особенно при сравнении средних данных, табл. 1, 2), что отражается и на значениях вариабельности (для злаков среднее значение $V\%$ составляет 11,7 %, а для других однодольных — 14,3 %). Вместе с тем зародыши некоторых видов (*Asparagus verticillatus*, *Strelitzia regina*, *Palisota bracteosa*) выделяются необычно высоким содержанием отдельных аминокислот: аргинина, глицина, глютаминовой кислоты, особенно в сравнении с зародышами злаков. Аминокислотный состав эндосперма однодольных (исключая злаки) отличается значительно меньшей изменчивостью (среднее значение V —18,1 %), среднее же значение $V\%$ у злаков — 23,5 %.

Большая вариабельность аминокислотного состава эндосперма злаков в сравнении с 9 другими семействами однодольных, выбранных произвольно, объясняется наличием в белковом комплексе семян злаков адаптивных белков — проламинов (до 67 % от белкового комплекса) [5]. Проламины отличаются от других белковых фракций по аминокислотному составу [6,7], что создает большое разнообразие соотношения аминокислот в семенах злаков. Другие семейства однодольных, видимо, такого адаптационного механизма, как проламины, не выработали. По крайней мере у них в аминокислотном составе эндосперма не обнаружено высокого содержания проламинов. Однако исследованные представители этих семейств однодольных характеризуются наличием в эндосперме (иногда в зародыше) нингидринположительных веществ, вероятнее всего, непротеиногенных аминокислот (исключая сем. *Agnesaceae*). Их содержание, судя по площади пика на хроматограмме, иногда сравнимо с глютаминовой кислотой (например, у *Phormium tenax*). Возможно, эти вещества играют роль протекторов или выполняют функции запаса на первых этапах развития растений.

Для того чтобы установить степень сходства по аминокислотному составу зародыша между злаками и другими однодольными, рассчитали индекс различия (Ир) по отношению к представителям разных подсемейств злаков: *Denrocalamus sikkimensis*, *Olyra latifolia*, *Neomolinia mandschurica*, *Stipa pennata*, *Oryza sativa*, *Zea mays*. Индекс различия представляет собой сумму (по модулю) всех отклонений от реперного вида по содержанию каждой аминокислоты. Наиболее близкими к *Dendrocalamus sikkimensis* по этому показателю являются: *Molinia coerulea*, *Asphodeline lutea*, *Chamerops humilis*, *Butia capitata* (Ир соответственно 6,7; 9,0; 9,7; 9,9); к *Olyra latifolia* — *Neomolinia mandschurica*, *Triticum aestivum*, *Stipa lessingiana* (Ир 10,3; 10,6; 11,0); к *Neomolinia mandschurica* — *Triticum aestivum*, *Oryza sativa*, *Stipa pennata* (Ир 6,2; 6,6; 7,7); к *Stipa pennata* — *Oryza sativa*, *Triticum aestivum*, *Neomolinia mandschurica* (Ир 6,9; 7,2; 7,7); к *Oryza sativa* — *Triticum aestivum*, *Neomolinia mandschurica*, *Stipa pennata* (Ир 4,6; 6,6; 6,9); к *Zea mays* — *Sorghum sudanense*, *Triticum aestivum*, *Oryza sativa* (Ир 8,0; 8,5; 8,6).

По этому показателю исследованные злаки ближе к любому реперному виду, чем другие представители однодольных. Исключение составляют *Dendrocalamus sikkimensis* и *Panicum miliaceum*.

Таблица 1

Аминокислотный состав зародыша и эндосперма семян некоторых злаков

Аминокислота	<i>Dendrocymus sikkimensis</i>	<i>Oryza latifolia</i>	<i>Triticum aestivum</i>	<i>Neomolinia mandschurica</i>	<i>Stipa pennata</i>	<i>Oryza sativa</i>	<i>Molinia coelestis</i>	<i>Panicum miliaceum</i>	<i>Sorghum sudanense</i>	<i>Zea mays</i>	Средняя арифметическая	Вариация, %	Среднее квадратичное отклонение — S
Лизин	$\frac{5,7}{4,5}$	$\frac{6,5}{4,2}$	$\frac{6,6}{2,5}$	$\frac{6,1}{3,1}$	$\frac{6,5}{3,4}$	$\frac{6,3}{3,3}$	$\frac{6,1}{2,0}$	$\frac{4,3}{1,4}$	$\frac{6,3}{1,3}$	$\frac{6,5}{1,9}$	$\frac{6,1}{2,8}$	$\frac{11}{43}$	$\frac{0,7}{1,1}$
Гистидин	$\frac{3,3}{2,8}$	$\frac{3,7}{2,6}$	$\frac{3,0}{2,4}$	$\frac{3,0}{2,3}$	$\frac{3,7}{2,3}$	$\frac{2,9}{2,5}$	$\frac{3,9}{2,2}$	$\frac{2,9}{2,0}$	$\frac{3,0}{1,7}$	$\frac{3,4}{3,1}$	$\frac{3,3}{2,4}$	$\frac{11}{17}$	$\frac{0,4}{0,4}$
Аргинин	$\frac{12,5}{9,5}$	$\frac{8,5}{10,7}$	$\frac{9,4}{4,6}$	$\frac{8,1}{9,9}$	$\frac{8,2}{9,9}$	$\frac{8,8}{8,1}$	$\frac{11,3}{5,8}$	$\frac{7,7}{2,2}$	$\frac{9,4}{2,5}$	$\frac{9,0}{3,7}$	$\frac{9,3}{6,7}$	$\frac{16}{49}$	$\frac{1,5}{3,3}$
Аспарагиновая кислота	$\frac{9,3}{9,7}$	$\frac{10,2}{8,9}$	$\frac{10,2}{5,0}$	$\frac{10,5}{9,4}$	$\frac{11,7}{9,4}$	$\frac{11,2}{9,5}$	$\frac{8,5}{7,8}$	$\frac{8,0}{4,9}$	$\frac{10,8}{7,2}$	$\frac{8,4}{5,7}$	$\frac{9,9}{7,8}$	$\frac{13}{25}$	$\frac{1,3}{1,9}$
Треонин	$\frac{4,3}{4,2}$	$\frac{4,7}{3,5}$	$\frac{4,5}{3,0}$	$\frac{4,5}{3,9}$	$\frac{4,8}{3,6}$	$\frac{4,3}{3,9}$	$\frac{4,1}{3,8}$	$\frac{3,7}{2,8}$	$\frac{4,0}{3,0}$	$\frac{4,5}{3,8}$	$\frac{4,3}{3,6}$	$\frac{8}{13}$	$\frac{0,3}{0,5}$
Серин	$\frac{4,6}{4,4}$	$\frac{6,8}{4,1}$	$\frac{4,5}{4,5}$	$\frac{5,0}{4,3}$	$\frac{5,4}{4,2}$	$\frac{4,4}{5,1}$	$\frac{5,1}{4,8}$	$\frac{6,1}{6,3}$	$\frac{4,6}{4,1}$	$\frac{4,5}{4,7}$	$\frac{5,1}{4,7}$	$\frac{16}{14}$	$\frac{0,8}{0,7}$
Глутаминовая кислота	$\frac{18,3}{17,5}$	$\frac{17,5}{19,1}$	$\frac{16,7}{32,7}$	$\frac{18,3}{23,1}$	$\frac{16,1}{18,8}$	$\frac{16,2}{20,1}$	$\frac{17,8}{24,4}$	$\frac{18,5}{23,3}$	$\frac{15,4}{23,2}$	$\frac{16,3}{22,4}$	$\frac{17,1}{22,5}$	$\frac{6}{19}$	$\frac{1,1}{4,3}$
Пролин	$\frac{4,3}{5,4}$	$\frac{4,4}{5,7}$	$\frac{4,2}{11,1}$	$\frac{4,8}{4,4}$	$\frac{4,0}{5,0}$	$\frac{4,5}{5,3}$	$\frac{4,2}{5,8}$	$\frac{5,2}{6,8}$	$\frac{6,4}{7,8}$	$\frac{7,0}{10,9}$	$\frac{4,9}{6,8}$	$\frac{21}{35}$	$\frac{1,0}{2,4}$
Глицин	$\frac{5,4}{5,4}$	$\frac{8,1}{4,6}$	$\frac{6,3}{3,8}$	$\frac{6,4}{4,4}$	$\frac{6,4}{4,3}$	$\frac{5,8}{4,6}$	$\frac{6,0}{2,9}$	$\frac{4,7}{2,0}$	$\frac{5,7}{2,4}$	$\frac{6,2}{3,2}$	$\frac{6,1}{3,8}$	$\frac{14}{29}$	$\frac{0,9}{1,1}$
Аланин	$\frac{5,5}{5,8}$	$\frac{5,1}{5,1}$	$\frac{6,2}{3,6}$	$\frac{6,9}{4,7}$	$\frac{6,4}{5,5}$	$\frac{6,7}{5,8}$	$\frac{5,8}{7,8}$	$\frac{8,0}{10,2}$	$\frac{6,3}{9,7}$	$\frac{6,5}{7,1}$	$\frac{6,3}{6,5}$	$\frac{13}{33}$	$\frac{0,8}{2,1}$

Таблица 1 (окончание)

Аминокислота	<i>Dendroc-lamus sikki-tensis</i>	<i>Olyta latifolia</i>	<i>Triticum aestivum</i>	<i>Neomolinia mandschu-rica</i>	<i>Stipa pennata</i>	<i>Oryza sativa</i>	<i>Molinia coerulea</i>	<i>Panicum miliaceum</i>	<i>Sorghum sudanense</i>	<i>Zea mays</i>	Средняя арифметиче-ская	Варибель-ность — V, %	(.реднее квадратич-ное отклоне-ние — S
Цистин	1,8 2,2	0,5 1,0	2,0 1,7	0,3 0,6	0,7 2,9	2,4 1,1	0,5 1,0	0,4 0,8	1,5 0,8	2,4 1,1	1,3 1,3	—	—
Валин	5,1 6,0	4,4 5,5	5,3 4,2	5,2 4,6	5,4 5,8	5,5 5,8	5,1 5,4	5,2 4,9	6,2 5,3	5,5 4,6	5,3 5,2	8 11	0,4 0,6
Метионин	0,3 0,9	0,4 1,5	0,6 0,9	0,3 1,7	0,1 2,7	0,7 1,2	0,5 1,3	0,4 2,9	0,6 0,7	1,1 1,0	0,5 1,5	—	—
Изолейцин	3,2 3,9	3,3 3,9	3,7 3,6	3,6 3,9	3,7 3,8	3,7 3,9	3,6 4,4	4,2 4,3	3,3 4,0	3,2 3,1	3,6 3,9	9 9	0,3 0,4
Лейцин	6,8 7,3	6,6 7,9	7,0 7,0	7,0 7,6	7,6 7,9	7,1 8,0	6,8 8,8	9,7 13,3	7,2 14,3	7,0 13,0	7,3 9,5	12 30	0,9 2,8
Тирозин	3,4 4,1	3,1 4,6	3,4 3,2	3,3 4,2	3,6 5,0	3,5 5,0	3,6 4,8	3,9 4,3	3,0 4,2	3,3 4,4	3,4 4,4	8 12	0,3 0,5
Фенилаланин	3,9 4,9	3,8 5,6	4,3 4,4	3,9 6,2	3,8 4,5	4,1 5,0	4,8 5,8	4,9 6,1	4,2 5,5	3,7 4,6	4,1 5,3	10 13	0,4 0,7
Аммиак	2,3 1,5	2,4 1,5	2,1 1,8	2,3 1,7	1,9 1,0	1,9 1,7	2,3 1,2	2,2 1,5	2,1 2,3	1,5 1,7	1,5 1,7	—	—
Доля зародыша со- щитком, % от массы семени	4,0	3,7	1,9		10	10	3,6	5,9	11	12			

Примечание. Аминокислотный состав: в числителе — зародыша, в знаменателе — эндосперма.

Таблица 2

Аминокислотный состав зародыша и эндосперма некоторых однодольных

Аминокислота	Bulbocapitata	Chamaetaphrum humilis	Tulipa turkestanica	Asparagus verticillatus	Asphodeline lutea	Canna humilis	Palisotabraceosa	Pandanus vectorus	Streptoliziregia	Phoradendron	Средняя арифметическая X	Вариация — V, %	Среднее квадратическое отклонение — S
Лизин	6,1 5,5	6,6 5,4	8,6 5,8	5,7 4,8	5,4 3,0	6,4 5,4	7,4 4,5	5,7 3,5	5,1 2,6	4,7 4,1	6,2 4,5	19 25	1,2 1,1
Гистидин	2,8 2,6	2,6 2,7	2,6 2,6	2,7 2,5	3,0 2,5	3,2 2,7	3,3 2,2	2,7 2,1	3,2 1,9	2,6 2,3	2,9 2,4	9 11	0,3 0,3
Аргинин	11,8 14,2	11,0 13,4	9,4 10,4	16,1 16,2	12,5 15,7	12,8 7,7	8,5 8,0	10,5 14,2	14,7 14,2	9,3 10,2	11,7 12,4	21 25	2,4 3,1
Аспарагиновая кислота	8,0 8,2	8,4 8,4	8,2 7,8	8,7 7,9	8,7 7,9	7,8 11,1	10,0 9,4	7,8 7,5	7,2 7,4	11,9 12,8	8,7 8,8	16 20	1,4 1,8
Треонин	3,8 4,4	3,9 3,5	4,9 4,0	4,3 3,2	3,8 3,3	3,6 4,6	3,4 3,8	3,5 3,6	3,3 3,3	3,8 3,8	3,8 3,8	12 13	0,5 0,5
Серин	4,7 4,6	4,7 4,4	4,7 4,9	4,2 5,1	5,3 4,9	4,5 5,3	5,1 4,9	5,3 4,2	3,9 4,2	5,7 5,8	4,8 4,8	11 10	0,6 0,5
Глютаминовая кислота	21,1 20,9	19,5 23,3	16,8 23,7	20,9 21,2	21,0 23,3	21,1 12,3	17,8 18,2	21,1 22,1	23,6 22,1	21,7 19,2	20,5 20,6	9 17	2,0 3,4
Пролин	4,4 3,8	4,0 3,5	5,0 3,7	3,9 6,1	3,8 4,0	3,8 3,5	2,9 4,0	4,0 4,4	3,6 4,3	3,2 4,1	3,9 4,1	15 18	0,6 0,8
Глицин	4,9 4,6	5,3 4,6	5,8 5,6	5,3 5,2	6,8 7,0	5,2 5,4	10,6 4,4	6,2 4,6	5,3 5,1	5,0 4,5	6,0 5,1	28 15	1,7 0,8
Аланин	4,6 4,4	4,9 4,3	6,2 4,6	4,7 3,1	4,4 2,9	5,0 5,8	4,7 4,7	5,2 4,3	4,5 5,0	4,9 5,0	4,9 4,4	10 20	0,5 0,9

Таблица 2 (окончание)

Аминокислота	Bulba capitata	Chamaerops humilis	Tulipa turkestanica	Asparagus verticillatus	Asphodeli lutea	Canna humilis	Palisota variegata	Pandanus tectorius	Streptozia tertia	Phoradendrum	Средняя арифметическая — X	Вариационность — V, %	Среднее квадратическое отклонение — S
-Цистин	1,5 1,6	2,3 0,8	0,5 1,0	1,1 1,7	0,8 2,0	0,7 1,0	0,6 1,2	0,8 1,5	0,8 1,2	1,2 1,3	1,0 1,3		
Валин	4,9 4,9	5,6 4,7	5,5 5,0	4,7 5,5	5,1 5,2	4,7 6,2	4,7 5,7	4,9 5,0	4,8 5,1	5,1 5,1	5,0 5,2	7 8	0,3 0,4
Метионин	0,8 1,5	1,1 0,9	0,6 1,3	0,8 2,1	0,4 0,7	0,5 2,0	0,4 1,3	1,0 2,2	0,5 2,0	0,5 0,9	0,7 1,5		
Изолейцин	3,6 3,6	3,9 3,8	4,1 3,8	3,1 2,4	4,1 3,9	3,7 4,3	3,4 3,9	3,5 3,6	3,9 3,7	4,3 4,5	3,8 3,8	9 15	0,4 0,6
Лейцин	6,7 6,5	6,6 7,0	7,5 7,3	5,5 5,1	6,0 6,2	6,8 8,5	6,8 9,0	6,7 7,4	6,4 8,3	6,9 7,3	6,5 7,3	8 16	0,6 1,2
Тирозин	3,1 3,0	3,0 3,1	3,9 3,1	2,9 3,2	2,9 2,8	3,4 5,4	5,0 6,4	3,2 3,4	3,4 4,5	2,9 2,9	3,4 3,8	19 33	0,7 1,2
Фенилаланин	5,0 4,5	5,1 4,6	4,2 3,9	3,2 3,8	4,0 3,9	4,6 6,5	3,9 7,4	5,6 5,0	3,7 4,0	4,5 5,0	4,4 4,9	17 25	0,7 1,2
Аминокислоты	2,2 1,2	1,6 1,6	1,5 1,5	2,4 0,9	2,3 0,8	2,2 2,3	2,3 1,0	2,3 1,4	2,1 1,1	1,8 1,2	2,1 1,3		
Доля зародыша со щитком, % от массы семени	0,4	0,1	5,3	1,6	2,3	3,6	0,9	2,0	3,2	6,7			

Примечание. Аминокислотный состав: в числителе — зародыша, в знаменателе — эндосперма.

K Dendrocalamus sikkimensis, выступающему в качестве репера, наиболее близки по этому показателю не только злаки, но и некоторые другие однодольные, в частности древнейший представитель сем. Агесасеае — *Chamelops humilis*. Этот факт можно объяснить тем, что бамбуки первыми отклонились от общего ствола эволюции злаков [8], сохранив празлаковую характеристику аминокислотного профиля зародыша. Такой же профиль сохранился и у некоторых других однодольных, например Агесасеае.

Аминокислотный состав зародыша *Panicum miliaceum* значительно отличается от такового других злаков, что можно объяснить разными темпами эволюции этого показателя. Аминокислотный состав зародышей *Sorghum sudanensis* и *Zea mays* — видов, близких в систематическом отношении к *Panicum miliaceum*, наиболее сходен друг с другом, но заметно отличается от последнего.

Среди исследованных злаков, видимо, очень медленно изменялся аминокислотный состав зародыша *Triticum aestivum*, *Neomolinia mandshurica*, *Oryza sativa* и *Stipa pennata*, относящихся к разным семействам и тем не менее почти не различающихся по этому показателю. Наиболее близким к злакам из других однодольных по аминокислотному составу является *Tulipa turkestanica*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семихов В. Ф., Новожилова О. А. Таксономическая ценность аминокислотного состава семян // Ботан. журн. 1982. Т. 67, № 9. С. 1207—1215.
2. Семихов В. Ф. Концепция аминокислотного состава семян гипотетического предка злаков (Poaceae) и ее использование для целей систематики этого семейства // Там же. 1988. Т. 73, № 9. С. 1225—1234.
3. Вахромеев В. И., Семихов В. Ф. Аминокислотный состав семян зародыша и эндосперма некоторых злаков // Бюл. Гл. ботан. сада. 1988. Вып. 149. С. 47—50.
4. Yeoh H.-H., Watson L. Systematic variation in amino acid compositions of grass caryopsis // Phytochemistry. 1981. Vol. 20, N 5. P. 1041—1051.
5. Семихов В. Ф. Генезис проламинов и причины их появления в процессе эволюции белкового комплекса семян злаков // Известия АН СССР. Сер. биол. 1982. № 5. С. 738—747.
6. Taira H. Studies on amino acid contents in plant seeds. II. Amino acid pattern of seed protein in fractions of Gramineae // Bot. Mag. Tokyo. 1962. Vol. 75, N 889. P. 273—277.
7. Новожилова О. А., Семихов В. Ф. Аминокислотный состав белковых фракций семян *Secale cereale* L. и *Bromopsis riparia* (Rhem.) Holub // Прикл. биохимия и микробиология. 1985. № 5. С. 671—676.
8. Clayton W. D. Horology of the genera of Gramineae // Kew Bull. 1975. Vol. 30, N 1. P. 111—132.

Главный ботанический сад АН СССР, Москва

УДК 581.165.712 58.192.7 635.977

ВЛИЯНИЕ ИНДОЛИЛМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ НА КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ У ЧЕРЕНКОВ НЕКОТОРЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ПОРОД

И. Н. Маяцкий, Л. В. Талалуева

В последнее время все более широкое распространение получило размножение декоративных видов и форм древесных пород зелеными черенками.

В связи с расширяющимися масштабами зеленого строительства

© И. Н. Маяцкий, Л. В. Талалуева, 1990

в Молдавской ССР, повышением требований к декоративности и экологической значимости зеленых зон, садов и парков Ботаническим садом АН МССР с 1984 г. разрабатывается технология массового и ускоренного размножения древесных и кустарниковых пород, в том числе и зелеными черенками. В процессе отработки технологии выращивания саженцев как хвойных, так и лиственных пород из зеленых черенков применительно к условиям региона испытывали различные культивационные сооружения, виды субстрата, типы черенков, сроки черенкования, глубину посадки и др.

В результате проведенных ранее работ [1, 2] установлено, что наиболее просты по конструкции, удобны в работе небольшие (ширина каркаса 1,2 м, длина 5 м, высота дуг 0,7—0,8 м) наземные микротеплицы с пленочным покрытием и туманообразующими установками, с устройством дренажа, обеспечивающего автоматически сброс излишней влаги. При этом распылители на раздаточном трубопроводе устанавливаются на стойках высотой 35—40 см через 80—90 см. Такое расположение распылителей создает высокую (80—100 %) влажность воздуха в зоне черенков. В зависимости от количества выращиваемого материала устанавливается рядом несколько микротеплиц, раздаточные трубопроводы которых посредством обычных и магнитных вентилях подсоединяются к магистральному трубопроводу.

Лучшим субстратом оказался среднезернистый речной песок, который сильнее прогревается и обеспечивает более благоприятное для укоренения черенков соотношение температур воздуха и субстрата. В период укоренения температура воздуха составляла 22—25°, субстрата (верхнего слоя 0—3 см) — 20—23°. Подогревание субстрата, рекомендуемое некоторыми исследователями, мы не производили, так как в производственных условиях оно трудноосуществимо и дорого стоит [3—5].

Оптимальным сроком черенкования видов и форм *Thuja occidentalis*, *Juniperus*, *Chamaecyparis* и других хвойных оказалась фаза начала роста побегов (конец апреля—май). Для большинства декоративных лиственных кустарников оптимальным сроком черенкования является фаза активного роста побегов, которая в условиях Молдавии приходится на конец мая—начало июня, длина черенка 10—15 см, глубина посадки 1,5—2 см [1, 6].

В настоящей статье приводятся результаты исследований по стимулированию корнеобразования у черенков индолилмасляной кислотой (ИМК). С учетом имеющихся в литературе данных [7, 8] опыты проводили в оптимальные сроки укоренения. Заготовленные черенки связывали в пучки по 25—30 шт. и помещали в ванночки конструкции Т. В. Хромовой [9] с водным раствором ИМК на 16 ч. Для хвойных испытывали только одну концентрацию — 100 мг/л, которая обеспечивает наилучшие результаты укоренения [7, 9]. Для лиственных пород сравнивали две концентрации — 50 и 100 мг/л. Число черенков в вариантах опыта зависело от наличия маточника и составляло от 25 до 100 шт. Укореняемость оценивали по методике Главного ботанического сада АН СССР [3, 10]. В качестве основных критериев брали процент укореняемости и степень развития корневой системы (определяли число и длину корней).

Опыты по укоренению черенков различных форм *Thuja occidentalis* и 9 видов лиственных пород показали, что у всех форм туи западной процент укоренившихся черенков при обработке их ИМК (100 мг/л) в фазу начала роста составил 90—100 % по сравнению с 15—65 % в контроле (табл. 1), а у контрольных черенков *Th. occidentalis* f. *filicoides* отмечалось лишь наличие каллуса. При обработке ИМК повысилось и качество корневой системы: у обработанных растений образовалось в среднем 20 (от 9 до 30) корней, тогда как в контроле — от 4 до 5, при

Таблица.1

Влияние обработки ИМК (концентрация 100 мг/л) на укореняемость черенков *Thuja occidentalis* L. (учет на 65-й день после посадки черенков)

Форма	Укореняемость, %		Число корней, шт.		Длина корней, см	
	Контроль	ИМК	Контроль	ИМК	Контроль	ИМК
<i>Thuja occidentalis</i> f. <i>ellwangeriana</i> Beissn.	65	100	8	20	5,5	6,8
Th. o. f. <i>Hoveja</i> Hoopes	45	100	10	30	3,5	5,5
Th. o. f. <i>fastigiata</i> laeg.	60	100	8	16	2,0	6,8
Th. o. f. <i>filicoides</i> Каллус	—	100	—	30	—	9,0
Th. o. f. <i>globosa</i> Yord.	30	100	4	15	2,0	5,5
Th. o. f. <i>ellwangeriana</i> aurea Beissn.	45	100	6	20	3,0	6,0
Th. o. f. <i>lutescens</i> Hesse	35	90	4	14	2,2	5,0
Th. o. f. <i>filiformis</i> Beissn.	15	90	4	9	3,5	4,5
Th. o. f. <i>ericoides</i> hort.	35	100	4	30	3,0	9,0

этом они были в два-три раза короче. А известно, что хорошо развитая корневая система является залогом более высокой жизнеспособности растений. Аналогичные результаты нами получены и по другим хвойным (тисс ягодный, можжевельник казацкий и его формы и т. д.).

По данным Т. В. Хромовой [8], более высокие показатели укоренения контрольных черенков формы *Th. occidentalis* f. *ericoides*, *Th. o. f. filiformis*, *Th. o. f. filicoides* и *Th. o. f. hoveja* получены при подогреве субстрата. В производственных условиях последнее осуществить практически невозможно, а обработка раствором ИМК приемлема.

У лиственных пород различия между опытными и контрольными растениями оказались меньше, чем у хвойных. Наибольший эффект получен для

Таблица 2

Влияние обработки ИМК на корнеобразование черенков некоторых декоративных кустарников

Вид	Период нахождения в парнике, дни	Укореняемость, %			Число корней, шт		
		Контроль	ИМК, мг/л		Контроль	ИМК, мг/л	
			50	100		50	100
<i>Spiraea</i> × <i>arguta</i> Zbl.	52	20	85	90	6	8	20
<i>Kolkwitzia amabilis</i> Graebn.	49	25	100	100	3	13	20
<i>Lonicera edulis</i> Turcz. ex Freyn	44	55	65	100	8	14	20
<i>L. standishii</i> Carr.	49	70	85	100	11	8	17
<i>Philadelphus</i> × <i>lemoine</i> 'Pyramidal'	49	75	100	100	15	30	30
<i>Spiraea japonica</i> L.	14	80	100	100	20	20	30
<i>Viburnum opulus</i> f. <i>roseum</i> L.	49	80	80	95	12	20	20
<i>V. sargentii</i> Koehne	49	80	100	100	20	10	20
<i>Lonicera lanata</i> Pojark.	49	100	100	100	6	20	20

таких трудноукореняемых лиственных пород, как *Spireae* × *arguta*, *Kolkwitzia amabilis*, *Lonicera edulis*, у которых при обработке ИМК укореняемость достигла 90—100 % по сравнению с 20—25 % в контроле, а число корней соответственно увеличилось до 20 шт. вместо 3—6 (табл. 2).

Максимальная укореняемость (100 %) у *Philadelphus* × *lemoine* 'Pyramidal', *Spireae japonica*, *Lonicera lanata*, *Viburnum sargentii* получена уже при обработке ИМК в концентрации 50 мг/л.

Следовательно, для этих видов, как для черенков *K. amabilis*, нет необходимости применять более высокие концентрации. По данным Л. С. Плотниковой и Т. В. Хромовой [4], для *Lonicera lanata* и *Viburnum sargentii* в результате обработки черенков ИМК в концентрации 50 мг/л и при дополнительном использовании подогрева субстрата получено 64 и 60 % укоренившихся черенков. Высокую укореняемость черенков этих видов мы объясняем применением ИМК в оптимальные для черенкования сроки, когда ткани наиболее активны и ИМК только стимулирует уже идущие процессы.

Обработка раствором ИМК не только увеличивает число укоренившихся черенков, но и значительно активизирует процесс ризогенеза, способствуя образованию большого числа корней и лучшему их росту (рис. 1), причем корни образуются не только на участке черенка, подвергшегося обработке регулятором роста и находящегося в субстрате, но и вне его — образуются воздушные корни (рис. 2). Это отмечено у обоих видов *Lonicera*, *Philadelphus* × *lemoine* 'Pyramidal', *Viburnum opulus* f. *roseum*. У последней процесс образования корней был настолько активным, что на черешках отдельных листьев, случайно упавших на субстрат, образовались корешки. Иногда воздушные корни образуются в пазухах листьев (*Lonicera standischii*), на междоузлиях (*L. lanata*, *Viburnum sargentii*, *Philadelphus* × *lemoine* 'Pyramidal'). Отмечено их образование и у черенков некоторых форм *Thuja occidentalis* (Th. o. f. *ellwangeriana*, Th. o. f. *hoveja*, Th. o. f. *ericoides*).

Образование воздушных корней связано со способностью тканей побегов у тех или иных растений поглощать и активно передвигать вверх по черенку ростовые вещества. Так, Р. Х. Турецкая [11] с помощью радиоуглеродного метода наблюдала, что у одних растений ростовые вещества распространяются в тканях (в коре или по древесине в радиальном направлении) только в обработанных местах черенков, а у некоторых поднимаются выше этого участка, активизируя живую паренхиму коры и древесины. К. Эсау [12] отмечает у черенков липы образование каллуса

из клеток сердцевин (перимедуллярной зоны). Корневые зачатки могут возникать в первичной и вторичной коре, часто во флоэмных лучах и т. д. [7].

Увеличение концентрации раствора ИМК при обработке черенков лиственных пород не всегда сопровождается увеличением процента укоренившихся черенков. Последнее зависит от биологических особенностей видов. У легкоукореняемых растений (*Spiraea japonica*, *Viburnum opulus* f. *roseum*, *Lonicera lanata*, *Philadelphus* × *lemoine* 'Pyramidal') для стимулирования процессов корнеобразования достаточно концентрации 50 мг/л. У среднеукореняемых больший эффект стимулирования получается при обработке ИМК в концентрации 100 мг/л (*Spiraea arguta*, *Lonicera edulis*), но почти всегда это способствует большему увеличению числа и длины корней.

Контроль	Длина корней, см	
	ИМК, мг/л	
	50	100
3,5	5,6	8,6
2,5	3,2	14,6
4,5	5,0	7,5
8,5	8,0	8,7
6,6	6,0	6,5
1,6	5,0	5,5
8,0	7,0	7,0
4,0	3,0	1,5
5,0	11,0	10,0

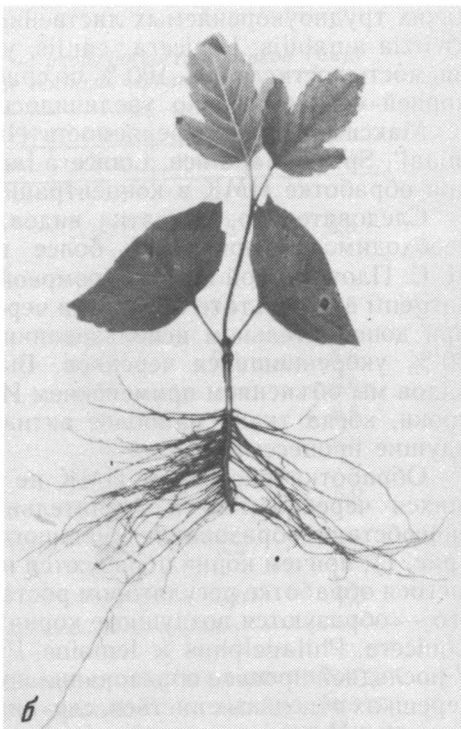
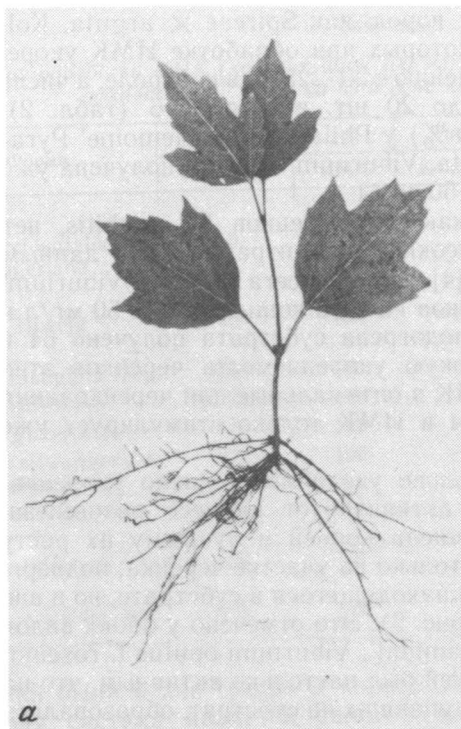


Рис. 1. Укорененные черенки *Viburnum opulus f. roseum*

a — без обработки,

б — обработанные ростовыми веществами

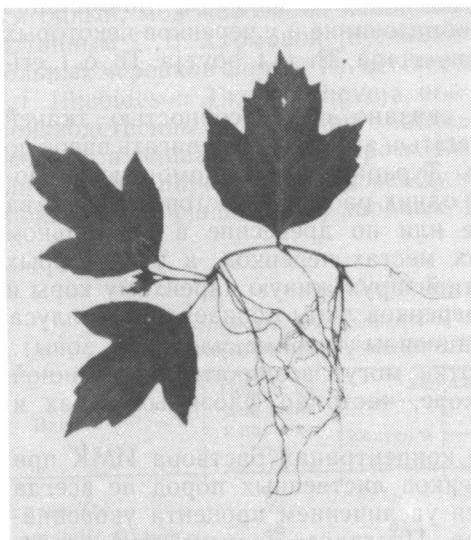


Рис. 2. Воздушные корни у черенков *Viburnum opulus f. roseum*

Таким образом, наш опыт подтверждает эффективность стимулирования корнеобразования черенков путем обработки их раствором ИМК. Обработка стимулятором способствует не только увеличению процента укоренившихся черенков, но и развитию хорошей корневой системы, что весьма существенно при пересадке их на доращивание, особенно в производственных условиях. Полученные опытные данные позво-

ляют дифференцированно подойти к выбору концентрации раствора ИМК. Применение концентрации 100 мг/л оправдано только для хвойных и трудноукореняемых лиственных пород. Для легкоукореняемых пород при черенковании их в оптимальные сроки достаточно обработки раствором ИМК в концентрации 50 мг/л, так как при этом обеспечивается 100%-ное укоренение черенков и развитие хорошей корневой системы.

1. *Маяцкий И. Н., Талалуева Л. В.* Размножение декоративных кустарников черенкованием // Сел. хоз.-во Молдавии. 1986. № 8. С. 54—55.
2. *Маяцкий И. Н., Талалуева Л. В.* Опыт размножения тиса ягодного // Садоводство и виноградарство Молдавии. 1988. № 8. С. 35—36.
3. *Хромова Т. В.* Методические указания по размножению интродуцированных древесных растений черенками. М.: ГБС АН СССР, 1980. 46 с.
4. *Плотникова Л. С., Хромова Т. В.* Размножение древесных растений черенками. М.: Наука, 1981. 53 с.
5. *Ермаков Б. С.* Размножение древесных и кустарниковых растений зеленым черенкованием. Кишинев: Штиинца, 1981. 221 с.
6. *Маяцкий И. Н., Талалуева Л. В.* Особенности укоренения черенков при вегетативном размножении видов калины *Viburnum L.* (Caprifoliaceae) в условиях Молдавии // Изв. АН МССР. 1988. № 1. С. 13—16.
7. *Иванова З. Я.* Биологические основы и принципы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками. Киев: Наук. думка, 1982. 286 с.
8. *Шкурто Н. В., Антонюк Е. Д.* Ускоренное размножение деревьев и кустарников. Минск: Наука и техника, 1988. 62 с.
9. *Хромова Т. В.* О влиянии регуляторов роста на укореняемость черенков древесных растений // Бюл. Гл. ботан. сада. 1984. Вып. 130. С. 59—63.
10. *Комаров И. А.* К методике учета сроков корнеобразования у летних черенков // Там же. 1968. Вып. 70. С. 79—81.
11. *Турецкая Р. Х.* Физиология корнеобразования у черенков и стимуляторы роста. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 276 с.
12. *Эсау К.* Анатомия растений. М.: Мир, 1969. 564 с.

Ботанический сад АН МССР, Кишинев

УДК 581.192.7 631.535

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ РАЗМНОЖЕНИИ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ ЛЕТНИМИ ЧЕРЕНКАМИ

В. К. Балабушка

Для успешного укоренения черенков и получения высококачественных саженцев применяют регуляторы корнеобразования [1—3].

В своих опытах в 1977—1980 гг. по вегетативному размножению древесных интродуцентов летними черенками мы испытали порошковидные регуляторы роста: В1 — монохлорфенооксиуксусную кислоту (производства ГДР), ростовую пудру (100 г талька на 100 мг гетероауксина), ИМК (1 мг/г) — индолилмасляную кислоту, препарат 640 (0,5 и 1 %) — О-цианбензтрихлорид (изготовленный Институтом органической химии АН УССР), KMnO_4 (марганцовокислый калий).

Черенки обмакивали в порошки, слегка касаясь их нижним срезом. Каждый черенок обрабатывали отдельно.

Укореняли черенки в парниках холодного типа, заполненных снизу разложившимся торфом (10 см), а сверху песком (3—5 см).

Во всех опытах использовали 2—15-сантиметровые черенки трудноукореняемых пород. Для каждого варианта опыта брали по 100 черенков, лишь с калины Карльса (*Viburnum carlesii*) — по 15 черенков.

Повторность вариантов в опыте трехкратная. Черенки поливали 2—3 раза в день из расчета 10 л воды на 1 м² парника. Температура воздуха в парниках колебалась от 25 до 35 °, почвы — 20—25 °. Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики [4].

Анализ экспериментальных данных показал, что процент укореняемости черенков, обработанных регуляторами роста, выше, чем необрабо-

© В. К. Балабушка, 1990

Укореняемость (в %) черенков некоторых древесных растений под влиянием различных регуляторов роста

Вид	Дата заготовки и посадки черенков	Вариант опыта						
		Конт-роль	Ростовая пудра	В1	ИМК	Препарат 640		KMnO ₄
						0,5 %	1 %	
Tamarix tetrandra Pall.	1.VI 1977	17,8± ±1,0	90,0± ±5,0	0,0	—	—	0,0	10,0± ±0,8
	19.VI 1979	4,0±0,5	8,0±0,7	8,0±0,3	0,0	—	8,0±0,4	0,0
Viburnum carlesii Hemsl.	2.VI 1977	12,0± ±1,4	0,0	0,0	—	—	0,0	60,0± ±3,5
	15.VII 1977	6,7±0,6	46,7± ±2,4	43,4± ±1,5	—	—	43,4± ±1,8	23,3± ±1,2
	12.VI 1978	0,0	15,0± ±1,0	32,5± ±1,7	—	12,3± ±1,3	7,6±0,7	26,2± ±1,5
	30.VI 1978	1,5±0,2	15,0± ±0,8	20,0± ±1,6	—	15,0± ±1,3	25,0± ±2,5	10,0± ±0,8
	13.VI 1979	0,0	28,0± ±2,0	28,0± ±1,4	16,0± ±1,8	16,0± ±0,7	44,0± ±1,9	36,0± ±2,5
	16.VI 1980	12,0± ±0,5	44,0± ±3,5	0,0	0,0	—	—	36,0± ±2,3
	22.VII 1980	1,0±0,1	26,0± ±1,6	5,0±0,4	25,0± ±1,2	—	—	15,0± ±1,5
Rhododendron dauricum L.	27.VI 1977	0,0	0,0	0,0	—	—	0,0	3,3±0,4
	14.VI 1978	0,0	28,4± ±2,8	15,8± ±1,0	—	17,0± ±1,8	17,1± ±0,8	12,9± ±0,9
	14.VI 1979	4,0±0,5	4,0±0,2	12,0± ±1,0	4,0±0,5	—	8,0±0,7	20,0± ±1,5
Buxus sempervirens L.	27.VI 1977	78,0± ±3,6	80,2± ±3,9	52,6± ±2,5	—	—	97,5± ±2,9	92,8± ±3,5
Ginkgo biloba L.	28.VI 1978	25,9± ±3,5	65,0± ±1,8	22,8± ±2,5	—	30,0± ±2,5	50,0± ±2,0	40,0± ±2,0
Laburnum anagyroides Medic.	29.VI 1978	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0± ±0,8
Hippophaë rhamnoides L. 'Vitamins'	10.VI 1978	24,3± ±1,5	47,7± ±2,4	47,7± ±2,0	—	46,7± ±3,2	51,8± ±3,8	63,5± ±2,8
	13.VI 1979	0,0	28,0± ±1,5	33,2± ±2,0	30,0± ±1,5	—	36,0± ±2,0	20,0± ±1,7
Kolkwitzia amabilis Graebn.	13.VI 1979	16,0± ±0,5	44,0± ±2,0	24,0± ±1,8	28,0± ±1,6	—	40,0± ±1,9	28,0± ±1,9
	21.VII 1980	19,8± ±1,2	33,0± ±1,5	42,9± ±1,8	3,3± ±0,8	—	—	9,9±0,4
Amygdalis triloba (Lindl.) Ricker	14.VI 1979	0,0	48,0± ±2,0	48,0± ±2,8	20,0± ±1,3	—	36,0± ±2,0	36,0± ±2,4
	22.VII 1980	0,0	6,6±0,4	10,0± ±1,0	—	—	0,0	—
Prunus divaricata Lebel. 'Atropurpurea'	15.VI 1979	3,0±0,2	32,0± ±1,6	8,0± ±0,8	8,0± ±0,5	—	12,0± ±1,0	20,0± ±1,7
Exochorda macrantha Lem.	18.VI 1979	0,0	0,0	4,0±0,5	—	—	—	0,0
Malus micromalus Mak.	18.VI 1979	0,0	0,0	4,3±0,5	0,0	—	4,3±0,4	17,2± ±1,2
Exochorda giraldii Hesse	19.VI 1979	3,0±0,5	32,0± ±1,5	20,0± ±0,8	8,0±0,4	—	16,0± ±1,2	20,0± ±1,8
Rhodotypos kerrioides Siebold et Zucc.	23.VII 1980	0,0	20,0± ±1,0	16,0± ±1,2	8,0±0,6	—	—	8,0±0,5
Mahonia aquifolium (Pursh.) Nutt.	28.VII 1980	36,0± ±2,0	56,0± ±3,5	56,0± ±3,0	40,0± ±1,8	—	—	48,0± ±2,3

танных (см. таблицу). Разница в укореняемости черенков, обработанных ростовой пудрой, существенна ($t > 2$) в 21 опыте из 26, порошком В1 соответственно — в 20 из 27, порошком ИМК — в 8 из 14, порошком препарата 640 (0,5 %) — в 5 из 6, 640 (1 %) в 16 вариантах из 20. Эти данные еще раз подтверждают высокую эффективность использования регуляторов роста при вегетативном размножении вышеперечисленных древесных интродуцированных растений.

Сравнивая результаты укореняемости черенков различных видов древесных растений, обработанных ИМК, ростовой пудрой, В1, препаратом 640 (0,5 и 1 %), с обработанными менее известным регулятором роста — кристаллическим марганцовокислым калием, следует отметить, что укореняемость черенков при его использовании была выше. Разница в укореняемости черенков еущественна ($t > 2$) с В1 в 15 вариантах из 27, с ИМК — в 9 из 14, с 640 (0,5 %) — в 4 из 6, с 640 (1 %) — в 10 из 20 и в контроле — в 22 из 27 и лишь с ростовой пудрой — в 8 из 27

Большие колебания в укореняемости черенков калины Карльса (*Viburnum carlesii*), рододендрона даурского (*Rhododendron dauricum*), облепихи крушиновой 'Витаминная' (*Hippophae rhamnoides* 'Vitamini'), колыквиции прелестной (*Kolkwitzia amabilis*), миндаля трехлопастного (*Amygdalus triloba*) и других видов вызваны резким изменением среднесуточных температур воздуха. В июне 1977—1979 гг. она изменялась от 11 до 31,7°, в июле 1980 г. — от 15,1 до 23,4°

Следует отметить, что кристаллический марганцовокислый калий и ростовую пудру можно широко использовать для размножения не только среднеукореняемых самшита вечнозеленого (*Buxus sempervirens*), гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba*), облепихи крушиновой 'Витаминная', магонии падуболистной (*Maionia aquifolium*), но и трудноукореняемых древесных пород: калины Карльса, рододендрона даурского, колыквиции прелестной, сливы растопыренной или алычи пурпурной (*Prunus divaricata* 'Atropurpurea'), яблони малой (*Malus micromalus*), экзохорды крупноцветной (*Exochorda macrantha*), бобовника анагирилистного или золотой дождь (*Laburnum anagyroides*), миндаля трехлопастного, розовика керриевидного (*Rhodotypus kerrioides*).

При обработке черенков порошковидными регуляторами необходимо, чтобы они были не очень влажными, иначе к ним прилипает много порошка и могут быть ожоги нижней части черенков. Гибели черенков от применения указанных выше регуляторов роста не наблюдалось.

Таким образом, испытанные нами регуляторы роста могут быть использованы в практике зеленого строительства для вегетативного размножения черенками названных видов древесных растений.

Применение кристаллического марганцовокислого калия и ростовой пудры для укоренения черенков испытанных древесных интродуцентов оказалось более эффективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 874011 (СССР). Стимулятор корнеобразования древесно-кустарниковых растений / В. К. Балабушка. Заявл. 27.05.80. № 2933145/30—15; Оpubл. в Б. И., 1981, № 39. С. 15.
2. А. с. 563148 (СССР). Регулятор роста растений / Ю. В. Карабанов, Л. И. Домбровская, В. П. Форсюк, Т. М. Черевченко. Заявл. 07.01.76. № 2329423; Оpubл. в Б. И., 1977, № 24. С. 22.
3. Турецкая Р. Х. Инструкция по применению стимуляторов при вегетативном размножении растений. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 72 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1968. 336 с.

Центральный республиканский ботанический сад АН УССР, Киев

УДК 581.14.6 635.965.282.6

МАСС-КЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ГЛАДИОЛУСОВ

В. А. Румынин, И. В. Агаджанян, А. Г. Слюсаренко

Ускоренное массовое размножение гладиолуса гибридного (*Gladiolus hybridus hort.*) в течение последних 15—20 лет вызывает огромный интерес как исследователей — ботаников, биотехнологов, селекционеров, так и производителей. Традиционный вегетативный метод не позволяет размножать быстро и в достаточном количестве новые гибриды. Многие из них имеют низкий коэффициент размножения, что препятствует их аттестации на сорт. Обычно для выведения нового сорта селекционеру требуется 10—12 лет [1]. Все это сдерживает процесс сортосмены и обедняет ассортимент цветочной продукции как в СССР, так и за рубежом.

Другой серьезный вопрос: «может ли процесс вегетативного размножения, формирующий клон из относительно самостоятельных индивидуумов, связанных единством происхождения, длиться неограниченно долго?» — достаточно подробно освещен рядом исследователей в отношении группы геофитов из семейств Iridaceae, Liliaceae, Amaryllidaceae [2, 3]. Сведения по этой проблеме весьма противоречивы. Одни авторы считают, что при вегетативном размножении растения-клона действует биологический закон ослабления каждого последующего поколения. Другие вообще отрицают вырождение растений при непрерывном вегетативном размножении. Мы придерживаемся генетической концепции вырождения растений, размножающихся вегетативно, связывая этот процесс со стабильностью генотипа, способности его противостоять разным мутагенным воздействиям.

Е. А. Седова [2] подчеркивает, что исследования по культуре тканей *in vitro* могут способствовать разработке морфофизиологических аспектов этой проблемы и выявлению в чистом виде признаков старения или их отсутствия у вегетативного клона.

На протяжении последних десятилетий большое внимание уделяется разработке методов и технологий массового размножения гладиолусов, и в первую очередь вопросу повышения коэффициента размножения [4—9].

При интродукционной работе быстрое размножение нового сорта, гибрида или редкого и исчезающего генотипа также немаловажно. Поэтому в качестве объектов исследований мы взяли новейшие сорта гладиолуса гибридного зарубежной селекции, поступившие в ГБС АН СССР в мае 1987 г. в ограниченном количестве.

Отсутствие достоверных литературных сведений о стабильности генотипов гладиолусов в культуре *in vitro* обусловило отказ от использования для масс-клонального размножения каллусной культуры. По этой причине

в качестве эксплантов были использованы почки возобновления различных порядков, которые вычленили из предварительно тщательно отмытой клубнелуковицы. Далее экспланты освобождали от кроющих чешуек и помещали в 0,1 %-ный раствор фунгицида (бенлат) на 1 ч (предстерилизационная обработка) и затем поверхностно стерилизовали по следующей схеме: 70 %-ный этанол — 1 мин, 7 %-ный гипохлорит кальция с 0,1 % Твин-20 — 20 мин, 0,7 %-ный гипохлорит кальция с 0,1 % Твин-20 — 60 мин, затем трехкратно промывали стерильной дистиллированной водой.

После стерилизации удаляли поврежденные гипохлоритом кроющие зачатки листьев и экспланты помещали на питательную среду, состоящую из основы по Мурасиге и Скугу [10], с 0,8 % агара, 3 % сахарозы, дополненную бензиламинопурином (БАП) в концентрации 3 мг/л. Сосуды с эксплантами содержали при температуре 22—25°, освещенности 400—600 лк и фотопериоде 16/8 ч.

Через 3 нед в примордиальных меристемах развивались *de novo* почки (рис. 1), которые, в свою очередь, вычленили и переносили на свежую питательную среду. При последующих пассажах количество вновь образовавшихся побегов значительно увеличивалось и они сильно вытягивались, приобретая нитевидную структуру, что затрудняло дальнейшую работу с ними. Это привело к необходимости уменьшить количество БАП до 1 мг/л и увеличить интенсивность освещения до 1000 лк. В конечном итоге удалось получить у большинства сортов устойчивое размножение с коэффициентом 10—15.

Для укоренения использовали питательную среду того же состава, но без БАП с активированным углем (5 г/л) или без него и 0,1 мг/л индолуксусной кислоты (ИУК). В процессе укоренения было отмечено обра-

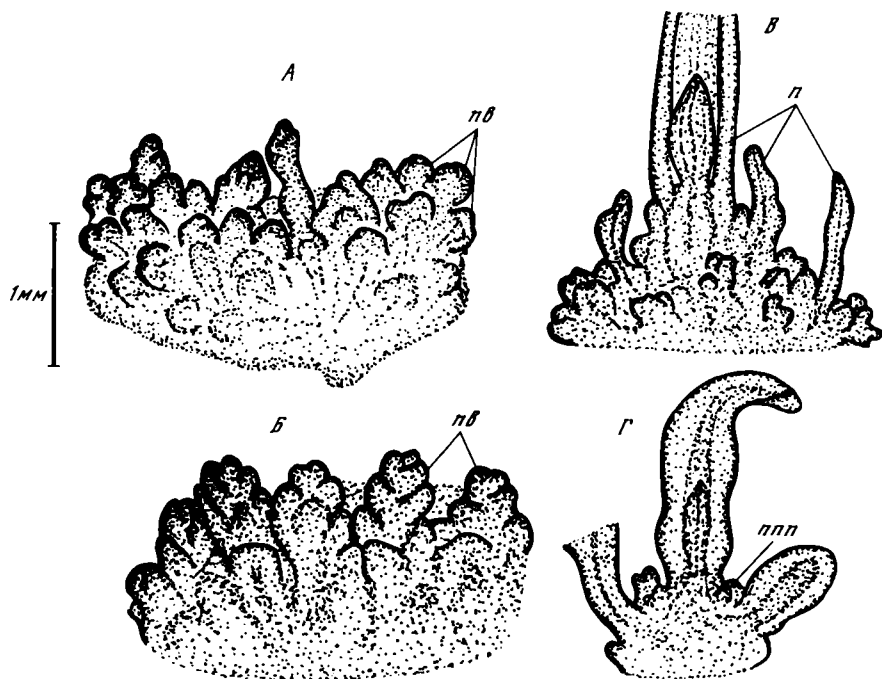


Рис. 1. Масс-клональное размножение *Gladiolus hybridus hort*

А — начальная стадия образования почек возобновления, Б — дифференциация почек, В — образование множественных побегов, Г — закладка почек в примордиях побега; пв — почки возобновления, п — побеги, ппп — почки в примордиях побега

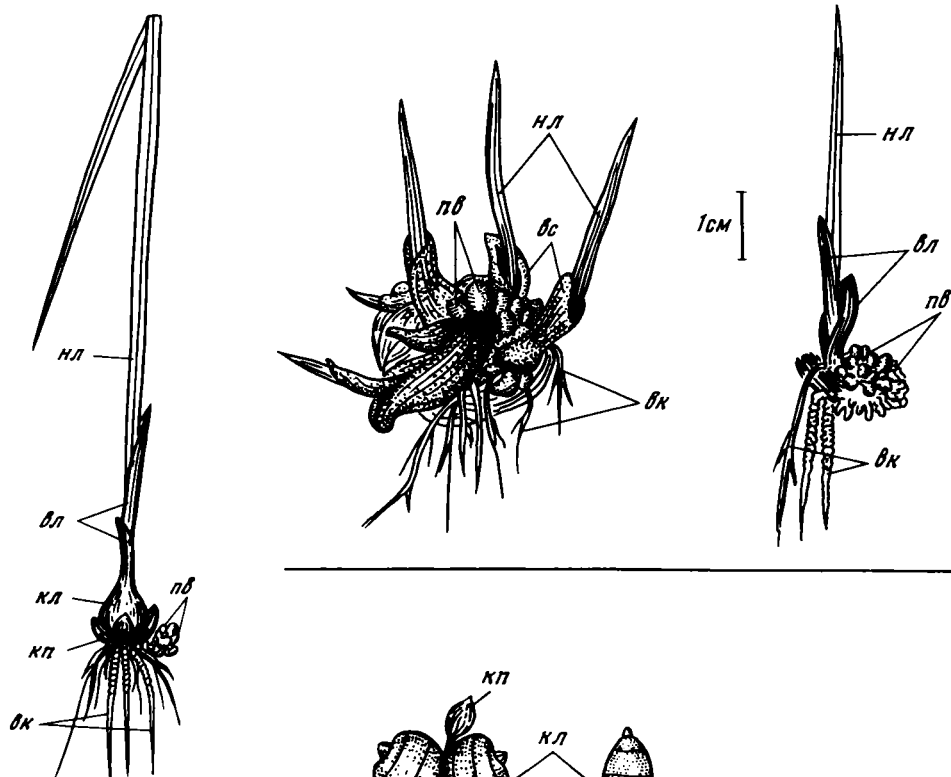


Рис. 2. Различные типы высаживаемых растений

пв — почки возобновления, нл — настоящий лист, вл — влагалищный лист, вк — всасывающие и контрактильные корни

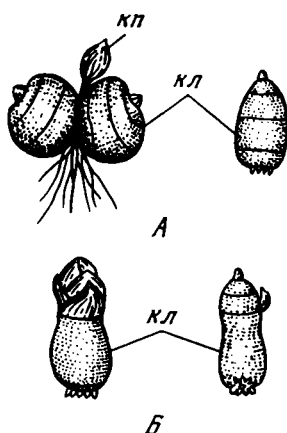


Рис. 3. Растения через 2 мес после посадки
кл — клубнелуковица, кл — клубнелуковица, остальные обозначения те же, что на рис. 2

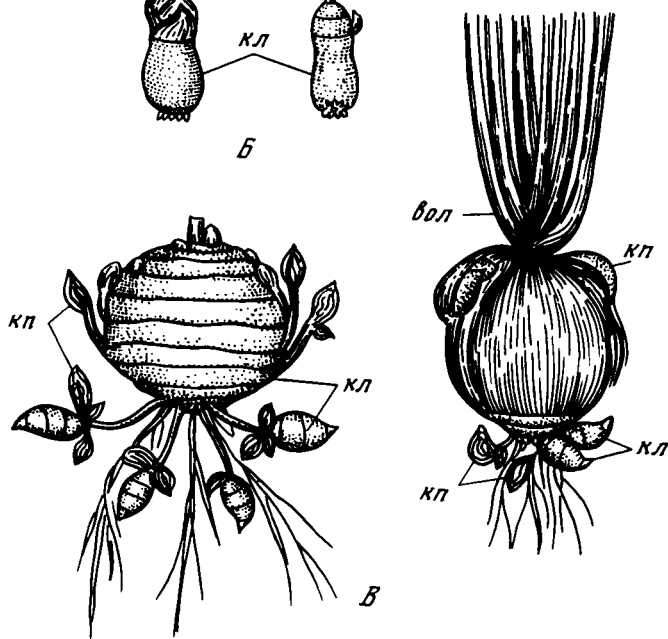


Рис. 4. Типы развития клубнелуковиц

А — клубнелуковицы, идентичные сеянцам одно-, двухлетнего возраста, Б — клубнелуковицы, продолжавшие вегетацию на стадии двух листьев, В — клубнелуковицы, достигшие генеративной фазы; вол — веерообразные листья; остальные условные обозначения те же, что на рис. 3

зование мощных контрактильных корней. Очевидно, для образования всасывающих корней необходимо снижать температуру до 14—16° Тем не менее при переносе в условия *in vivo* такие растения хорошо укоренялись. На процесс ризогенеза существенно влияют правильно подобранные концентрации и тип ауксина.

Необходимо отметить различную реакцию на кауло- и ризогенез культур, полученных из почек разного порядка. Так, растения, полученные из терминальной почки (т. е. точки роста побега текущего года), обладали повышенной скоростью роста и при переносе в условия *in vivo* хорошо укоренялись, быстро росли, образовали нормальную луковицу и зацвели через 6 мес после высадки из колб. Культуры, полученные из латеральных почек последующих порядков, отличались большим коэффициентом размножения (как *in vitro*, так и в процессе вегетации *in vivo*), но при этом скорость роста побегов и образования корней у них была значительно ниже. После выращивания в грунте такие растения образовывали множество клубнелуковичек диаметром 0,3—1,0 см. В процессе выращивания были отмечены некоторые морфофизиологические процессы, нетипичные для нормального вегетативного размножения гладиолусов. Возможно, это связано с тем, что при посадке использовался материал на различных стадиях органогенеза, что обуславливает необходимость дополнительных исследований.

Часть культур на стадии укоренения была помещена в холодильник, где они находились при температуре 6—8° в течение 6 мес. После переноса в нормальные условия такие растения образовали клубнелуковицы 0,3—0,5 см.

Предварительно отмытые от агара и обработанные 0,15 %-ным раствором превикура (Previcur «N») растения высаживали в слой песка 5—8 см поверх субстрата,

Результаты выращивания масс-клонально размноженных некоторых сортов гладиолуса в условиях *in vivo*

Сорт	Количество			Количество полученных клубнелуковиц, шт.							Коэффициент урожайности
	высаженных растений шт	выживших растений		разбор							
		шт	%	I	II	III	IV	клубнелопечок			
Spindrift	59	35	59,3	—	1	15	45	13	74	2,11	
Vulkan	53	28	52,8	—	—	6	65	12	83	2,96	
Accolade	19	13	68,4	—	—	1	68	5	74	5,69	
King Arthur	14	3	21,2	—	—	—	16	—	16	5,33	
Red Ace	31	15	48,4	1	1	10	30	15	57	3,80	
Edelviss	281	168	59,8	—	—	—	96	306	402	2,39	
Minerva	135	102	75,6	12	8	33	183	295	531	5,21	
Bright Eyes	14	12	85,7	—	4	2	5	19	30	2,50	
Easter Parade	15	11	73,3	—	—	1	16	6	23	2,09	

состоящего из 1/3 торфа и 2/3 листового перегноя, и содержали в условиях непрерывного освещения (3—5 тыс. лк) при температуре 20—22 °C и относительной влажности воздуха 60—80 %.

Высаживаемые растения представляли собой образования двух типов: многопобеговые и однопобеговые с дифференцированными листьями, контрактильными и всасывающими корнями (рис. 2).

Учет выживаемости растений производили через 2 мес после посадки (рис. 3). В целом изучаемые сорта отличались сравнительно высокой степенью приживаемости (см. таблицу). Сорта *Edelviss* и *Easter Parade* прекратили рост на стадии двух листьев. Остальные сорта продолжали нормальное развитие, а сорта *Red Ace*, *Minerva* и *Bright Eyes* вступили в стадию бутонизации через 5 мес. Вегетация составила 6 мес.

Проведенный анализ растений, полученных в процессе вегетации, показал наличие разных типов развития клубнелуковиц. Клубнелуковицы сортов, прекративших вегетацию на стадии двух листьев ('*Edelviss*' и '*Easter Parade*'), были идентичны клубнелуковицам сеянцев 1—2-летнего возраста (рис. 4, А). Второй тип клубнелуковиц образовался у растений, продолжавших вегетацию на стадии двух листьев (рис. 4, Б). Можно предположить, что такие экземпляры прошли кратковременный покой и продолжали вегетацию без формирования новых надземных органов (сорта *Spindrift*, *Vulkan*, *Accolade*). Третий тип клубнелуковиц, наблюдавшийся у растений с генеративной фазой ('*Red Ace*', '*Minerva*', '*Bright Eyes*'), отличался следующими особенностями: 1) увеличенным размером (1—2-й разбор); 2) наличием большего числа междоузлий (до 12); 3) образованием как клубнечек, так и клубнелуковиц не только в пазухах клубневых листьев, но и в пазухах 4—6-го листа; 4) наличием у вновь образовавшихся клубнелуковиц новых клубнечек; 5) веерообразным расположением листьев. Возможно, эти растения прошли два цикла развития в течение одной вегетации (рис. 4, В).

Приведенные результаты дают основания предполагать, что данный способ весьма эффективен для массового ускоренного размножении гладиолусов определенных сортов для получения товарной клубнелуковицы I разбора, возможно, сокращает ювенильный период развития гладиолуса вместо 2—3 лет до полугода. Дальнейшее изучение особенностей морфогенеза поможет решить проблему долговечности вегетативного клона луковичных и клубнелуковичных растений, на что при обычных способах размножения потребовалось бы много лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bajaj Y. P. S., Sidhu M. M. S., Gill A. P. S.* Some factors affecting the in vitro propagation of gladiolus // *Sci. hort.* 1983. Vol. 18, N 3. P. 269—275.
2. *Седова Е. А.* Закономерности органогенеза луковичных и клубнелуковичных геофитов // М.: Изд-во МГУ, 1976. 30 с.
3. *Андреева И. И.* Основы рационального выращивания и размножения шпажника гибридного // Бюл. Гл. ботан. сада. 1984. Вып. 131. С. 71—76.
4. *Ziv M., Halevy A. H., Shilo R.* Organs and plantlet regeneration of Gladiolus through tissue culture // *Ann. Bot.* 1970. Vol. 34, N 136. P. 671—676.
5. *Simonsen J., Hildebrandt A. C.* In vitro growth and differentiation of Gladiolus plants from callus culture // *Canad. J. Bot.* 1971. Vol. 49, N 10. P. 1817—1819.
6. *Wilfret G. J.* Shoot tip culture of Gladiolus: an evaluation of nutrient media for callus tissue development // *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 1971. Vol. 84, N 3. P. 389—393.
7. *Reinert J., Bajaj Y. P. S.* Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue, and organ culture. B.; Heidelberg; N. Y.: Springer, 1977. 803 p.
8. *Hussey G.* In vitro propagation of Gladiolus by precocious axillary shoot formation // *Sci. hort.* 1977. Vol. 6, N 4. P. 287—296.
9. *Ziv M.* Transplanting Gladiolus plants propagated in vitro // *Ibid.* 1979. Vol. 11, N 3. P. 257—260.
10. *Murashige T., Skoog F.* A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture // *Physiol. plant.* 1962. Vol. 15, N 4. P. 473—497.

ИНДУКЦИЯ ГАПЛОИДНЫХ РАСТЕНИЙ В КУЛЬТУРЕ IN VITRO ПЫЛЬНИКОВ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ПШЕНИЦЫ

О. И. Молканова, И. С. Ковалева, Л. Н. Коновалова, А. Г. Слюсаренко

Современные гексаплоидные пшеницы (*Triticum aestivum* Thell ex L., 2n-6x-42) являются сложными аллополиплоидами, состоящими из трех геномов, обозначаемых А, В и D [1, 2]. Эти генетически сложные виды за тысячелетия культивирования подверглись интенсивной инбредизации и селекции на хозяйственно полезные признаки, что привело к значительной утрате генетического разнообразия и потере генов от диких сородичей, которые приобретают особое значение в современном сельском хозяйстве [3, 4]. Сегодня обогащение генофонда пшеницы при выведении новых сортов можно получить за счет внутри- или межвидовой гибридизации, индукции мутаций и трансформаций. Все эти способы наиболее эффективны при использовании гомозиготных родительских пар. Мутагенез и трансформацию целесообразно проводить на гаплоидных линиях, что значительно упрощает весь процесс и ускоряет его в несколько раз [5]. Получение гаплоидов (дигаплоидов) из культуры пыльников является технологией без многократных повторных генераций самоопыляемых растений.

Теоретическое и практическое использование гаплоидов стало возможным с 1920 г., когда были обнаружены в природных популяциях спонтанные гаплоиды [6]. Хотя они встречаются с очень низкой частотой и получение от них семян требует диплоидизации, однако перспективы их применения были столь очевидны, что значительные усилия исследователей были направлены на разработку эффективных методов получения гаплоидов в достаточных количествах. Успехи культивирования клеток и тканей растений *in vitro* позволили решать эту проблему.

Гаплоидизация растений — прогрессивный метод в селекции растений, позволяющий существенно сократить время, требуемое на выведение нового сорта. Среди растений, размножаемых преимущественно семенами, получение инбредных линий достигается лишь на 10—12-й генерации, но такое поколение все же остается лишь частично гомогенным. Диплоидизация гаплоидных растений позволяет достичь полной гомогенности за одну генерацию.

Наряду с ускорением селекционного процесса интерес к гаплоидам связан с тем, что это:

- 1) уникальный материал для генетических исследований и мутагенеза: рецессивные мутанты выявляются на гаплоидном уроне;
- 2) материал, который не продуцирует полиплоиды в экспериментах по соматической гибридизации;
- 3) получение чисто гомозиготных линий, что не достигается полностью в инбредных поколениях;
- 4) прямой анализ индивидуумов по генетическим признакам.

Кроме того, гаплоидизация растений позволяет быстро элиминировать рецессивные дефектные гены.

Гаплоиды получены у многих растений, включая и злаки [7—11]. Количественный выход гаплоидных растений у злаков пока остается очень низким, что является важнейшей предпосылкой для изучения

разных экзогенных факторов, влияющих на андрогенез в культуре пыльников *in vitro*. Разработаны многочисленные методические подходы, позволяющие повысить выход гаплоидов, хотя они все не дают в целом ожидаемого эффекта.

Мы изучали способность межвидовых гибридов пшеницы к андрогенезу *in vitro*, влияние их генотипов, состава питательных сред, условий индукции и регенерации. Основное внимание уделяли изучению условий, увеличивающих частоту возникновения андроклинных структур и регенерантов *in vitro*.

Для проведения работ использовали межвидовые гибриды F_1 от скрещивания гексаплоидного вида *Triticum aestivum* ($2n=42$, 'Родина') с тетраплоидными видами *T. dicoccum* Schuebl. ('K-22481', 'K-19591') и *T. persicum* Vav ex Zhuk, ('K-36198', 'K-32504', 'K-47784', $2n=28$). Растения-доноры для получения пыльников выращивали на полях и в теплице лаборатории селекции и генетики полевых культур Всесоюзной сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. Колосья срезали в фазе выхода в трубку. Микропоры в этот период были в одноядерной стадии развития (цитологический контроль осуществляли по методике З. П. Паушевой [12]).

Перед препарированием пыльников колосья стерилизовали. Все операции по стерилизации и последующие за ними процедуры проводили в стерильных условиях.

Стерилизация является важнейшей стадией, и от нее сильно зависит успех применяемой технологии. В качестве стерилизующих агентов использовали водные растворы гипохлорита кальция, хлорамина, мертиолата (тимерозаль, этилмеркуритиосалицилат). Наилучшие результаты получили при стерилизации 0,1 %-ным мертиолатом в течение 5—7 мин с последующей трехкратной промывкой стерильной дистиллированной водой.

Способность к индуцированию андрогенеза *in vitro* изучали на пяти первичных гибридах: *T. aestivum* 'Родина' \times *T. dicoccum* 'K-22481'; *T. aestivum* 'Родина' \times *T. dicoccum* 'K-19591'; *T. aestivum* 'Родина' \times *T. persicum* 'K-36198'; *T. aestivum* 'Родина' \times *T. persicum* 'K-32504'; *T. aestivum* 'Родина' \times *T. persicum* 'K-47784'.

Известно, что предварительное охлаждение пыльников перед индукцией существенно влияет на количественный выход гаплоидов [13, 14]. В наших опытах проверяли холодовую обработку ($4^\circ \pm 1^\circ \text{C}$) от 1 до 35 дн. Контроль — индукция без обработки пониженными температурами.

Индукцию проводили на разных питательных средах — N_6 [15], K_1 , K_2 , K_3 . Среда с символом «К» содержала картофельный экстракт в количествах 20, 10 и 20 % соответственно. Среда K_3 дополнительно содержала 1/3 концентрации солей среды N_6 . Во всех питательных средах для индукции одинаковые количества сахарозы (9 %), агары (0,8 %), m -инозитола (100 мг/л), витамина PP (1 мг/л), аскорбиновой кислоты (1 мг/л), витаминов B_1 и B_6 (по 0,5 мг/л). Хелат железа вносили из расчета 5 мг/л по Fe^{++} (28 мг Fe -ЭДТА). Все среды из картофеля готовили по прописи исследовательской группы 301 (КНР) [16].

Индукцию морфогенеза вызывали синтетическим ауксином 2,4-Д в концентрации 1 мг/л. Для регенерации растений применяли среду Блейдза [17], которая содержала 2 % сахарозы и по 0,2 мг/л ИУК и кинетина с такой же концентрацией витаминов, как и в первоначальной среде. Процесс протекал успешно при освещении лампами дневного света в течение 16 ч при температуре около 25° . В случае затруднения с корнеобразованием растения переносили на бумажные мостики, помещенные в ту же, но жидкую среду.

Укорененные растения, обычно с 4—5 листьями, колхицинировали по методике Де Бизера и Генри [18], а затем высаживали в почву. В первые дни адаптации к условиям *in vivo* требуется повышенная влажность воздуха (лучше туман).

Способность к андрогенезу, как известно из литературы, проявляется не всегда, и успех носит спорадический характер [7, 10]. Этим, в частности, объясняется, почему мы использовали пять скрещиваний параллельно, распыляя усилия на большой объем ручной работы (всего отпрепарировали в стерильных условиях 10 620 пыльников).

Первые признаки образования каллусоподобных и эмбриоструктур проявлялись через 20—40 дней. Не во всех вариантах картина была идентичной.

Питательная среда	Triticum aestivum 'Родина' × T. dicoccum 'K-22481'	T. aestivum 'Родина' × T. persicum 'K-36198'
N ₆		
Количество пыльников, шт.	420	380
Частота индукции, %	—	—
K ₁		
Количество пыльников, шт.	505	458
Частота индукции, шт.	4,07	1,08
K ₂		
Количество пыльников, шт.	283	418
Частота индукции, %	14,25	0,98
K ₃		
Количество пыльников, шт.	442	511
Частота индукции, %	36,6	6,51

Установлено, что микроспоры из комбинации T. aestivum 'Родина' × T. dicoccum 'K-22481' наиболее активно образовывали все типы структур: каллусы, эмбриониды, полиэмбриониды и т. д. Комбинация T. aestivum 'Родина' × T. persicum 'K-36198' характеризуется наиболее негативными результатами. В зависимости от генотипа частота появления структур варьировала от 0 до 36,6 %. Остальные три комбинации не дали позитивных результатов.

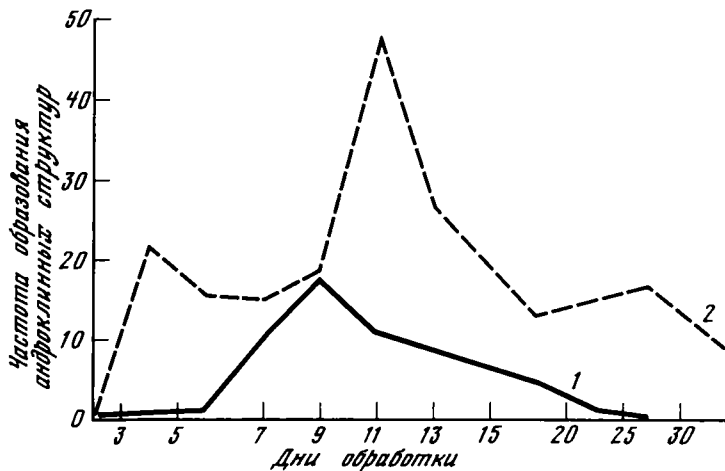
Среда играла если не определяющую, то важнейшую роль в индукция андрогенеза. Во всех случаях среда K₃ была наиболее эффективной. Так, у гибридов T. aestivum 'Родина' × T. dicoccum 'K-22481' частота индукции эмбриогенеза и каллусогенеза составляла 36,6 %, на среде K₂ — 14,25 %, K₁ — 5,07 %, а на среде с N₆ структуры вообще не образовывались.

Для увеличения эффективности (частоты) андрогенеза в последнее время применяют ряд воздействий стрессового типа на пыльники. Установлено, что предварительная температурная обработка пыльников имеет важнейшее значение и увеличивает частоту образования структур и последующих регенерантов [10, 19—22].

С целью выяснения влияния длительности обработки низкими температурами (4—6°) на андрогенез мы использовали наиболее оптимальную среду K₃, содержащую 1/3 солей среды N₆ и 20 % картофельного экстракта. Гибрид T. aestivum 'Родина' × T. dicoccum 'K-22481' оказался наиболее отзывчивым на обработку пониженными температурами, что выражалось значительным увеличением частоты образования каллусов, эмбрионидов и растений-регенерантов (см. таблицу). Важно, что этот гибрид сохраняет способность к формированию новых растений при длительной холодной обработке — до 35 дней. Большинство других

Влияние длительности обработки холодом (3—4°) на андрогенез в культуре пыльников межвидовых гибридов пшеницы

Продолжительность обработки холодом, дни	Количество пыльников, шт.	Процент пыльников, давших структуры	Количество андроклинических структур, шт.		Частота индукции структур, %		Количество растений, шт.	Частота индукции растений, %
			эмбрионов	калусов	эмбрионов	калусов		
T. aestivum 'Родина'×T. persicum 'K=36188'								
Контроль	550	0,36	2	—	0,36	—	1	0,18
3	380	0,52	2	—	0,52	—	1	0,26
5	220	0,90	1	1	0,45	0,45	1	0,45
7	400	5,00	40	—	10,00	—	20	5,00
9	320	6,56	50	9	15,62	2,81	50	15,62
11	200	4,00	14	—	7,00	—	14	7,00
15—20	480	3,95	24	—	5,00	—	12	2,50
21—25	200	1,00	1	—	1,00	—	—	—
>25	—	—	—	—	—	—	—	—
T. aestivum 'Родина'×T. dicoccum 'K=22481'								
Контроль	220	0,45	1	—	0,45	—	1	0,45
3	460	6,08	88	10	19,13	2,17	52	11,30
5	200	6,00	19	11	9,50	5,50	37	18,50
7	200	10,00	30	—	15,00	—	1	5,00
9	220	13,00	33	6	15,00	2,72	14	6,36
11	240	12,08	109	5	45,41	2,08	57	23,74
13	520	9,42	131	8	25,2	1,53	67	12,87
15—20	360	5,00	30	5	8,33	4,16	60	16,66
25—30	300	4,33	25	5	7,66	9,33	8	2,66
30—35	125	8,00	15	—	9,2	—	1	0,80



Частота образования андроклинных структур в зависимости от длительности обработки пониженными температурами

1 — *T. aestivum* Родина × *T. persicum* К-36 188; 2 — *T. aestivum* Родина × *T. dicoccum* К-22 481

гибридов обычно после 12—13 дней холодовой обработки теряют способность к последующему росту и развитию (см. рисунок).

Экспериментальным путем установлено, что обработка пониженными температурами в течение 3—15 сут значительно повышает частоту андроклинных образований, такую обработку можно считать обязательной. В некоторых случаях на один пыльник образовывалось до 40 эмбриоподобных структур. Отмечено, что иногда эмбриониды закладывают несколько первичных меристем, из которых получают как нормальные зеленые растения, так и альбиносы. При образовании множества эмбрионидов мелкие (менее 1 мм) обычно плохо регенерировали растения или быстро отмирали.

Влияние пониженных температур пока не имеет теоретического обоснования. Можно предположить, что они существенно изменяют протекание постмейотического цикла в процессе развития микроспор, что стимулирует развитие их по андроклинному способу.

Условия выращивания растений-доноров существенно влияют на весь процесс развития *in vitro*. Тепличные растения на практике являются плохими донорами, и результаты по гаплоидизации малоуспешны, что согласуется и с литературными данными [10].

В результате этой работы получено более 300 растений-регенерантов. После диплоидизации и высадки в полевые условия они все нормально росли и развивались.

При оптимизации питательных сред, условий индукции, периода предкультуральной обработки пониженными температурами, подбора генотипов можно увеличить выход гаплоидных (дигаплоидных) растений и использовать их как чистые линии в селекционной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Morris R., Sears E. R. The cytogenetics of wheat and its relatives // Wheat and wheat improvement. Madison: Amer. Soc. Agron., 1967. P. 19—88.
2. Gill B. S., Kimber G. Giemsa C-banding and the evolution of wheat // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1974. Vol. 71. P. 4086—4090.

3. *Feldman M., Sears E. H.* The acid gene resources of wheat // *Sci Amer.* 1981. Vol. 244. P. 102—113.
4. *Plucknet D. L., Smith N. J., Williams J. T., Murthi Anishetty N.* Crop germplasm conservation and developing countries // *Science.* 1983. Vol. 220. P. 163—169.
5. *Baenziger P. S., Schaeffer G. W.* Dihaploids via anther cultured in vitro // *Genetic engineering: Application to agriculture: Beltsville Symp. Agric. Res. N. Y.: Rowan and Allanheld, 1983. P. 269—284.*
6. *Kimber G., Riley R.* Haploid anqiosperms // *Bot. Rev.* 1963. Vol. 29. P. 490—531.
7. Дьячук П. А., Дьячук Т. И., Кудашкина С. В. и др. Получение гаплоидных растений мягкой яровой пшеницы саратовских сортов в культуре пыльников // *Докл. ВАСХНИЛ.* 1986. № 10. С. 3—4.
8. *Валиева Р. Д.* Культура изолированных пыльников озимой ржи // *Биология культивируемых клеток и биотехнология.* Новосибирск: СО АН СССР, 1988. С. 216—217.
9. *Рахимбаев И. Р., Тивари Ш.* Морфогенез в культуре изолированных микроспор ячменя // *Там же.* С. 213.
10. *Созинов А. А., Лукьянюк С. Ф., Игнатова С. А.* Индукция гаплоидных растений тритикале при культивировании пыльников // *Генетика, селекция и агротехника тритикале* Одесса: ВСГИ, 1980. С. 7—20.
11. *He Ding-Zang, Oung Jun-Wen.* Callus and plantlet formation from cultured wheat anthers at different development stages // *Plant. Sci. Lett.* 1984. Vol. 33, N 1. P. 71—79.
12. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М.: Колос, 1970. 254 с.
13. *Collins G. B.* Production and utilization of anther haploids in crop plants // *Crop Sci.* 1977. Vol. 17, № 4. 538—586.
14. *Picard E., De Buyser T., Henry Y.* Technique de production d'haploides deble par culture d'anthere in vitro // *Selec. franc.* 1978. Vol. 26. P. 25—27.
15. *Chu C. C.* The N₆ medium and its application to anther culture of cereal crops // *Proc. Symp. Plant Tissue Cult. Sci. Beijing: Cnina press, 1978. P. 43—50.*
16. A sharp increase the frequency of pollen-plant induction in wheat with potato medium // *Acta genet. sin.* 1976. Vol. 3, N 30. P. 25—31.
17. *Blades D. F.* Interaction of kinetin and various inhibitors in the growth of soybean tissues // *Physiol. plant.* 1966. Vol. 19, N 3. P. 748—753.
18. *De Buyser T., Henry Y.* A doubled haploid wheat variety developed by the anther culture method // *Plant Breed.* 1987. Vol. 98, N 1. P. 53—56.
19. *Ouyang T. W., Zhou S. M., Tia S. E.* The response of anther culture temperature in Triticum aestivum // *Theor. and Appl. Genet.* 1983. Vol. 66, N 2. P. 101—109.
20. *Lazar M. D., Chen T. H. H., Scoles G. J., Kartha K. K.* Immature embryo and anther culture of chromosome addition lines of rye in Chinese springwheat // *Plant Sci.* 1987. Vol. 51, N 1. P. 77—81.
21. *Lazar M. D., Schaeffer G. W., Baenziger P. S.* The physical environment in relation to high frequency callus and plantlet development in anther culture of wheat (Triticum aestivum L. cv Chris // *Plant Physiol.* 1985. Vol. 121, N 2. P. 103—109.
22. *Pan C. L., Pai S. H., Kuan C. L., Yu H. H.* Certain factors affecting the frequency of induction of wheat pollen plants // *Acta bot. sin.* 1975. Vol. 17. P. 161—166.

Главный ботанический сад АН СССР, Москва

УДК 581.14.6:634.18

МАСС-КЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ГИБРИДНОЙ РЯБИНЫ

В. В. Суворова, С. М. Кузнецова, Е. Г. Удачина, А. Г. Слюсаренко

Рябина (*Sorbus L.*) — ценнейшая древесная культура из семейства розоцветных (*Rosaceae*), широко распространенная в нашей стране (около 40 видов) и издавна культивируемая как декоративное и плодовое растение. Она зимостойка, устойчива к вредителям и болезням, неприхотлива к почвам, дает устойчивые ежегодные урожаи плодов, высокодекоративная на всех стадиях вегетации. Плоды рябины характеризуются повышенным содержанием сахаров, органических кислот (включая яблочную, лимонную, сорбиновую), пектина, витаминов и микроэлементов. Они накапливают значительные количества марганца, кремния, кальция

© В. В. Суворова, С. М. Кузнецова, Е. Г. Удачина, А. Г. Слюсаренко, 1990

и магния, а также витаминов Р, С, каротина. Рябина — отличный медонос, является ценным сырьевым растением для медицинской и пищевой промышленности. Горечь плодов обычно уменьшается после их промораживания [1—4]. И. В. Мичурин и другие селекционеры неоднократно делали попытки облагородить вкус плодов рябины. Выведено несколько сортов, у которых плоды имеют более десертный вкус без предварительного промораживания [1, 5].

Все известные сорта рябины — мало распространенные растения, что обусловлено трудностью их размножения. Нашей задачей явилась разработка способа массового размножения садовых форм рябины *in vitro*. Сведения о сортах, использованных в разработке технологии масс-клонального размножения рябины, приведены в табл. 1.

Разработанная технология включает пять этапов: 1) индукция культуры, 2) собственно размножение, 3) укоренение побегов, 4) перенос в условия *in vivo*, 5) адаптация к условиям *in vivo*.

Первый этап является определяющим; особое значение имеют следующие моменты: тип экспланта, время взятия экспланта, возраст растения-донора, режим стерилизации. В качестве эксплантов использовали апикальные и латеральные почки на стадии выхода из покоя или конус нарастания с двумя—тремя примордиальными листьями. Уже на этой стадии выявили различия в поведении эксплантов: период инициации для меристемных тканей составлял два-три месяца, а для почек — в среднем 30—40 дней. Величина экспланта также имела значение, так как, чем он больше, тем быстрее и надежнее получали культуру по сравнению с микрорасклатками из меристемной зоны апекса. Необходимо отметить, что и стерилизация эксплантов из почек была проще, чем из меристемы.

Наиболее удачным временем введения в культуру *in vitro* оказалась весна, когда начинаются естественные процессы — рост и развитие. Введение в культуру в летнее время было малорезультативным, а зимнее — возможно после «выгонки», если поставить ветви в воду.

Особый интерес представлял вопрос о влиянии возраста растений-доноров. Частично материал брали с двух-, трехлетних растений, размноженных вегетативно (сорта Титан и Бурка). Остальные сорта — с 13-летних растений (посадки 1974 г.). Введение в культуру эксплантов, взятых с молодых растений, находящихся в стадии интенсивного роста, дало наилучшие результаты. Со взрослых растений, имеющих ограниченный вегетативный рост и находящихся в репродуктивной стадии развития, выход эксплантов был низким и получение исходных культур было затруднено. В данном случае целесообразна сильная обрезка таких растений, приводящая к активному вегетативному росту. Такая частичная реювенилизация, возможно, необходима для большинства древесных, если не всех.

Перед стерилизацией экспланты вначале обрабатывали 0,1%-ным раствором детергента 7Х для удаления поверхностных загрязнений (обычно в течение 30 мин), затем их активно промывали проточной водой (30 мин). В ряде случаев ввели обработку фунгицидами (0,1%-ный бенлат или каптан). Промытый материал ополаскивали дистиллированной водой и поверхность стерилизовали вначале 1 мин в 70%-ном этаноле, промывали стерильной дистиллированной водой, затем в течение 10 мин стерилизовали в 7—10%-ном растворе гипохлорита кальция. По окончании стерилизации экспланты промывали 2—3 раза в стерильной воде, препарировали для закладки, удаляя кроющие чешуи, лишние ткани побега и т. д. Снова обрабатывали 0,7—1,0%-ным раствором гипохлорита кальция, промывали водой и переносили на питательную среду, не нарушая ориентации.

Для культивирования эксплантов рябины использовали питательную

Таблица 1

Характеристики сортов гибридной рябины

Сорт	Происхождение	Фенотип	Сортные особенности
Титан	а) 'Бурка' × смесь пыльцы яблони, в том числе краснолистой, и груши [1, 6] б) <i>Sorbus alpinus</i> × <i>S. aucuparia</i> или <i>S. melanops</i> × <i>S. aucuparia</i> [5]	Дерево 2,5—3,5 м	Зимостойкий высокоурожайный сорт, устойчивый к вредителям и болезням. Плоды сладковатые, темноокрашенные, слегка терпкие. Хорошо хранятся (3—4 мес). В них накапливаются значительные количества марганца и других микроэлементов.
Бурка	<i>S. melanops</i> × <i>S. aucuparia</i> [5, 6, 8, 9]	Дерево до 3 м	Зимостойкий высокоурожайный сорт, часто растущий кустом. Плоды среднего размера, кисло-сладкие, немного терпкие. Хорошо хранятся (до 3—4 мес).
Гранатная	<i>S. aucuparia</i> × <i>Crataegus sanguinea</i> [5, 6, 8, 9]	Дерево 3—4 м	Зимостойкий высокоурожайный сорт. Плоды крупные, размером с вишню, бордовые, кисло-сладкие, слегка терпкие. Нуждается в перекрестном опылении (опылители: Кубовая, Бурка и др.).
Ликерная	<i>S. aucuparia</i> × <i>S. melanops</i> [5]	Кустарник 1—2 м	Плоды крупные, 12—15 мм в диаметре, почти черные, сладкие. Нуждается в опылителях ('Бурка', 'Гранатная' и др.)
Красавица	<i>S. aucuparia</i> × смесь пыльцы сортов груши [3]	Дерево 5—6 м	Дерево с пирамидальной кроной, крупными плодами, кисло-сладкими с освежающим привкусом. Плоды хорошо хранятся. В суровые зимы подмерзают цветочные почки.
Кубовая	<i>S. aucuparia</i> × невежинская (народной селекции) [3]	Дерево 8—10 м	Крона широкопирамидальная, прочная. Плодоносит на 5—6-й год. Урожайность устойчивая. Плоды красные с сочной приятно кислой мякотью, без горечи.

среду по Мурасиге и Скугу [10], дополненную гормонами в необходимых количествах.

Культура рябины *in vitro* светозависимая и нуждается в освещенности от 2,5 до 5 тыс. лк при 16-часовом световом режиме и температуре от 18 до 25°. Каждый из испытанных сортов требует оптимизации уровня кининов в питательной среде. Особенно важно отметить, что для масс-клонального размножения всех изученных сортов необходимо наличие в среде только кинина. Введение в среду ауксинов приводило к каллусообразованию и формированию корней.

Индукцированную культуру *in vitro* далее использовали для массового размножения. Для этого из первичных культур отбирали наиболее хорошо растущие, каждую из которых обозначали как отдельный клон. Побег сажали на питательную среду, где он начинал «куститься», образуя пучки побегов в количестве от 3—5 до 20—25, что определяется индивидуальными особенностями сортов. На этой стадии проявляется действие кининов — БАП и кинетина. Для рябины оптимальным кинином оказался 6-бензиламинопурин (БАП, 6-бензиладенин) в количестве от 2 до 5 мг/л, что зависит от сортовых особенностей. На среде с БАП идет как индукция, так и размножение культур. Кинетин в концентрации до 10 мг/л вызывает уменьшенное образование побегов, в его присутствии формируются более мощные побеги с интенсивно-зелеными листьями. Недостаток кинетина — усиленное каллусообразование. Питательную среду с кинетином можно рекомендовать в качестве переходной из стадии масс-клонального размножения растений в стадию укоренения.

Для большинства изученных сортов оптимальной средой для размножения является питательная среда Мурасиге и Скуга, дополненная 30 г/л сахарозы, 8 г/л агара и 5 мг/л БАП. Коэффициент размножения в зависимости от генотипа варьировал от 12 до 20. Это позволяет теоретически получать в год до 10^{12} растений. В процессе размножения рябины не установлено влияния фенологических процессов, и культуры способны к круглогодичному размножению.

Укоренение побегов проводили на питательной среде Мурасиге и Скуга, содержащей ауксины, из которых проанализированы NAA, IAA, IBA, 2,4-D в концентрациях 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 5,0; 10,0 мг/л. Наиболее оптимальными были β-индолуксусная кислота (IAA) и индолмасляная кислота (IBA) в концентрации 1 мг/л. Установлено, что 2,4-D отрицательно влияет на развитие корней и в целом на рост и развитие растений, вызывая интенсивное каллусообразование, деформацию корней и побегов. Корнеобразование начиналось на 10—12-й день, при этом была отмечена сортовая специфичность. Например, ризогенез у сорта Титан начинается раньше и проходит более интенсивно, чем у сорта Бурка. Укоренение более активно протекало в весенние месяцы.

Перенос растений рябины из условий *in vitro* в условия *in vivo* потребовал выявления оптимальных условий, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность растений. В колбе формируются гидратированные и достаточно крупные растения с хорошо развитой корневой системой. При пересадке их в почву необходимо компенсировать потери воды от высокой транспирации, поскольку в этот период корни оказываются частично поврежденными и не обеспечивают поступление воды из субстрата в необходимых количествах, что приводит к быстрой потере тургора, скручиванию листьев и их засыханию. Поэтому растения сразу после высадки обильно поливают и помещают во влажную камеру. В то же время надо помнить, что избыток влаги часто приводит к гибели растений.

Адаптацию к условиям *in vivo* проводили двумя способами.

Растения высаживали в перлит и помещали в условия искусственного

тумана. Спустя 10—12 дней их переносили в обычные условия теплицы и пересаживали в почву, не нарушая ком перлита.

Растения высаживали в продезинфицированные пикировочные ящики со смесью из торфокомпоста и песка в соотношении 4 : 1, обильно поливали и накрывали полиэтиленовой пленкой не более чем на 7 сут, в дальнейшем их подрощивали в условиях оранжереи при 20—25°. Статистический анализ биометрических данных по 100 растениям сорта Титан показал следующее:

Показатель	
Высота растения, см	4,95±0,26
Число, шт.	
разветвлений побега	2,05±0,22
листьев	10,49±0,84
корней	2,63±0,32
Длина корневой системы, см	5,88±0,28

Исходя из этих данных, а также по качеству корневой системы растения перед высадкой делили на 3 группы. Лучшими из них по приживаемости оказались растения с хорошо развитой мочковатой корневой системой, равномерно распределенной по проекции надземной части.

В первый год растения формируют мощную корневую систему, при этом лучшая приживаемость наблюдается при посадке растений в весенне-летний период (табл. 2). Со второго года начинается активный рост побегов.

Одно из условий результативности данной работы — выбор способа хранения прижившихся растений в первый зимний период, который должен обеспечить прохождение необходимого покоя, выработанного в процессе эволюции у плодовых растений, а также сохранность молодых растений от морозов. В наших условиях 100%-ную сохранность обеспечило хранение растений при температуре 0—3°.

При разработке технологии было получено более 5000 растений, которые передавали в отдел культурных растений ГБС АН СССР и Ивантеевский лесопитомник. Приживаемость составляла в среднем 70—80 % у сорта Титан и 60 % у сорта Бурка.

Параллельно с разработкой технологии масс-клонального размножения мы изучали также способы длительного хранения культур рябины *in vitro*. Материал в виде единичного побега помещали в пробирки и хранили в пределах 5°—6° на среде для размножения. При такой температуре приостанавливался рост, листья становились бледно-зелеными. По истечении года часть материала возвращали в обычные условия культивирования, помещая побеги на свежую среду. Они нормально развивались, быстро восстанавливая окраску листьев, и переходили

Таблица 2

Зависимость приживаемости растений рябины от сроков высадки (1987 г.)

Время высадки	Количество высаженных растений, шт.	Количество прижившихся растений	
		шт.	%
Титан			
29.VI—17.VII	2284	1833	80±0,84
20.X	149	9	6±1,95
Бурка			
22.VII—29.VII	1570	988	62±7,24
20.X	165	76	46±3,88

в состояние размножения. В настоящее время установлено, что растения могут храниться в течение двух лет без потери способности к масс-клональному размножению.

Важное значение имеет генотипическая стабильность растений, полученных масс-клонально. На рябине пока нет возможности по фенотипическим признакам сделать необходимую идентификацию. Первичный анализ свидетельствует о высокой однородности растений. Сделать же тонкий молекулярно-генетический анализ пока не представляется реальным из-за неразработанности методик. Предложенная технология позволяет быстро размножать сортовые рябины в необходимых массовых количествах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курьянов М. А. Новые сорта рябины селекции И. В. Мичурина // Бюл. науч. информ. ЦГЛ им. И. В. Мичурина. 1986. Вып. 15. С. 15—16.
2. Курьянов М. А. Производственно-биологическое изучение рябины, аронии и результаты использования их в отдаленной гибридизации: Автореф. дис. канд. биол. наук. Мичуринск, 1973. 30 с.
3. Курьянов М. А. Рябина садовая. М.: Агропромиздат. 1986. 78 с.
4. Петрова И. П., Соколова С. М. Биохимическая характеристика плодов интродуцированных видов в Москве // Бюл. Гл. ботан. сада. 1984. Вып. 131. С. 56—62.
5. Мичурин И. В. Сочинения: В 4 т. 2-е изд. М.: Сельхозгиз, 1948. Т. 1. 715 с.; Т. 2. 619 с.; Т. 3. 670 с.; Т. 4. 803 с.
6. Бережная Э. Г. Рябина. М.: Лесн. пром-сть, 1985. 79 с.
7. Каталог испытанных видов и сортов растений. М.: ГБС АН СССР, 1978. Ч. 1. 27 с.
8. Петров Е. М. Рябина. М.: Сельхозгиз, 1957. 157 с.
9. Павильонов А. А., Рожков М. И. Новые плодовые и ягодные культуры. М.: Россельхозиздат, 1981. 79 с.
10. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth tobacco cultures // *Physiol. plant.* 1962. Vol. 15. P. 473—497.

Главный ботанический сад АН СССР, Москва

УДК 581.48 582.572.225

МОРФОЛОГИЯ СЕМЯН КОРНЕВИЩНЫХ ЛУКОВ СЕВЕРНОЙ АЗИИ

В. А. Черемушкина, Ю. М. Днепровский, В. П. Судобина

На территории Северной Азии (в пределах СССР) произрастает около 60 видов многолетних луков, из них более 40 видов — корневищные [1, 2]. Многие из них известны и используются местным населением как пищевые, лекарственные, декоративные. Интродукционное освоение их тесно связано с необходимостью изучения биолого-морфологических особенностей семян как основы при решении вопросов мобилизации, успешности хода интродукции, технологии возделывания и др. В литературе имеются немногочисленные сведения о морфологии семян, и они обычно касаются отдельных видов подрода *Rhizirideum* (G. Don) Wendenbo, обитающих в Северной Азии [1, 3—5].

Исследования проводили в 1980—1985 гг. Для изучения размеров и формы семян выбирали только зрелые выполненные семена, развивавшиеся по два в одном гнезде, при этом соприкасающиеся плоские грани принимались за брюшные. Внешняя и внутренняя морфология семян просматривалась под бинокулярной лупой при увеличении 8×2 , рисунки сделаны с помощью рисовального аппарата при том же увеличении. Строение семени описывали по методической разработке Комиссии по семеноведению при Совете ботанических садов [6].

У луков довольно трудно отделить эндосперм от кожуры и зародыша, имеющего сложную конфигурацию, поэтому при определении величин эндосперма и зародыша в семени мы посчитали правомочным использовать относительный показатель отношения их площадей на продольном срезе. Площади определяли весовым методом, который применяется, например, в физиологии при установлении площади листьев [7]. Срезы семян делали параллельно плоской брюшной грани, периметры эндосперма и зародыша зарисовывали на однородной бумаге, рисунки вырезали и затем взвешивали. Поперечный срез проходил через середину семени.

Масса семян, по мнению ряда исследователей [8—10], тесно связана с экологией вида и его происхождением. Так, для астрагалов и остролодочников Р. Я. Пленник [10] установила, что наиболее крупные семена присущи видам каменисто-щебнистых обнажений с достаточным увлажнением в течение всего вегетационного периода. У луков семена различны по размерам и массе (см. таблицу). Крупные семена (масса 1000 семян 2 г и более) свойственны для лесных, лугово-лесных и лугово-степных мезофитов — лука мелкосетчатого, лука косого, лука плевокорневищного, лука линейного и других, и ксеромезофитов каменисто-щебнистых местобитаний — лука алтайского, лука слизуна. К этой же группе относятся сте-

пные ксерофиты — лук ветвистый, лук стелющийся, что подчеркивает их обособленное положение в группе степных ксерофитов, для которых характерны более мелкие семена. Самые мелкие семена у луков, произрастающих в специфических условиях обитания, — на альпийских влажных лугах, засоленных лугах (лук скорода, лук малоцветковый), опустыненных степях (лук двузубый и др.). У всех видов лука коробочка трехгнездная. В каждом гнезде, как правило, формируются два семени, за исключением *Allium microdictyon*, у которого в гнезде обычно одно семя. Недоразвитие одного из двух семян приводит к увеличению другого семени и незначительному изменению его внешней формы. Внешняя форма семян луков разнообразна. Это было подмечено еще Я. И. Прохановым [3] и использовано им при составлении ключа для культурных луков Монголии и Китая. Сравнение конфигурации семени исследуемых нами видов показало, что одинаковая форма характерна для видов одной секции или группы секций. До недавнего времени слабо разработанная таксономия рода *Allium* L. способствовала неверным высказываниям о разнообразии формы семени в пределах, например, секции *Rhizirideum* [5]. Систематические обработки рода за последние пятнадцать лет показали неоднородность этой секции, из нее были выделены новые [1, 11, 12]. Форму семени как диагностический признак использовал Н. В. Фризен [1] при обработке сибирских видов лука. К сожалению, данное им описание семени не всегда точно отражает особенности формы. Так, во «Флоре Сибири» [1] форма семян видов секции *Schoenoprasum* отличается от таковой у видов из секции *Rhizirideum* только большей удлинненностью (сравним «удлинненно-обратнояйцевидные, угловатые» и «обратнояйцевидные, угловатые»). По нашим данным, различия более существенные, поэтому ниже мы приводим подробное описание формы семени по секциям.

Секция *Rhizirideum* G. Don fil. ex Koch (см. рисунок, 1—10). Семя обратноширокояйцевидное, полусферическое (на поперечном срезе), брюшная грань плоская, спинная — выпуклая. Основание выпуклое или слегка вогнутое, вершина овальная. Семенной рубчик продолговатый, чуть вогнутый, поверхность блестящая, черная, мелкоструктурная, ячеистая или морщинистая.

Секция *Butomissa* (Salisb.) R. Kam. (см. рисунок, 11). Семя обратноширокояйцевидное, двугранное, плосковыпуклое. Основание вогнутое, вершина овальная. Семенной рубчик продолговатый. Поверхность черная, блестящая, мелкоструктурная, морщинистая.

Секция *Anguinum* G. Don (см. рисунок, 12, 13). Семя округлое с характерным плоским выступом по диаметру семени. Семенной рубчик продолговатый, в углублении. Поверхность блестящая, черная, мелкоструктурная, слегка волнистая.

Секция *Reticulato-bulbosa* R. Kam. (см. рисунок, 14—19). Семя овальное, трехгранное, с заостренным трехгранным концом у основания. Спинная сторона выпукло-вогнутая. Основание чуть вогнутое, вершина овальная. Семенной рубчик продолговатый, прямой. Поверхность блестящая, черная, мелкоструктурная, гладкая.

Секция *Schoenoprasum* Dum. (см. рисунок, 20—23). Семя овальное, трехгранное, с острым носиком у основания, иногда и у вершины. Основание выпукло-вогнутое, семенной рубчик продолговатый. Поверхность блестящая, черная, мелкоструктурная, гладкая.

Секция *Petroprason* F. Herm. (см. рисунок, 24). Семя овальное, трехгранное, с носиком у основания. Вершина угловатая, трехгранная. Основание чуть вогнутое. Спинная сторона выпуклая. Семенной рубчик продолговатый, прямой. Поверхность блестящая, черная, мелкоструктурная, гладкая.

Биометрические показатели семян корневищных луков Северной Азии

Вид	Секция *	Длина, мм	Ширина, мм	Соотношение эндо- сперма и зародыша	Масса 1000 семян, ** г
1	2	3	4	5	6
<i>Allium microdictyon</i> Prokh., лук мелкосетчатый	Anguinum	2,20±0,03	1,85±0,02	6,39	4,99±0,07
<i>A. ochotense</i> Prokh., лук охотский	»	2,77±0,05	2,68±0,06	5,30	11,86±0,17
<i>A. taximowiczii</i> Regel, лук Мак- симовича	Schoenoprasum	3,28±0,03	1,80±0,02	2,74	1,64±0,05
<i>A. oliganthum</i> Kar. et Kir., лук малоцветковый		2,44±0,02	1,14±0,02	2,02	1,17±0,04
<i>A. ledebourianum</i> Schult. et Schult. fil., лук Ледебура		3,09±0,05	1,54±0,03	3,30	1,79±0,03
<i>A. schoenoprasum</i> L., лук скорода	»	3,25±0,03	1,52±0,04	2,02	2,20±0,04
<i>A. ramosum</i> L., лук ветвистый	Butomissa	2,86±0,03	2,32±0,03	2,65	3,68±0,13
<i>A. anguiosum</i> L., лук угловатый	Rhizirideum	2,49±0,03	1,46±0,01	2,44	1,28±0,02
<i>A. anisopodium</i> Ledeb., лук не- равнолучевой	»	2,30±0,02	1,51±0,02	3,04	1,53±0,01
<i>A. bidentatum</i> Fischer ex Prokh. лук двузубый		2,62±0,07	1,54±0,05	3,07	—
<i>A. mongolicum</i> Regel, лук мон- гольский		3,15±0,07	1,99±0,04	2,69	2,35±0,03
<i>A. nutans</i> L., лук поникающий		2,81±0,02	1,84±0,02	3,12	2,20±0,01
<i>A. prostratum</i> Trev., лук стелю- щийся		—	—	3,29	1,96±0,03
<i>A. pumilum</i> Vved., лук низкий		2,67±0,06	1,12±0,03	3,50	1,14±0,02
<i>A. rubens</i> Schrad. ex Willd., лук красноватый		2,14±0,07	1,39±0,06	2,42	1,46±0,02
<i>A. senescens</i> L., лук стареющий		2,92±0,03	1,53±0,02	2,66	1,63±0,06
<i>A. stellerianum</i> Willd., лук Стел- лера		—	—	3,59	1,32±0,04

Таблица (окончание)

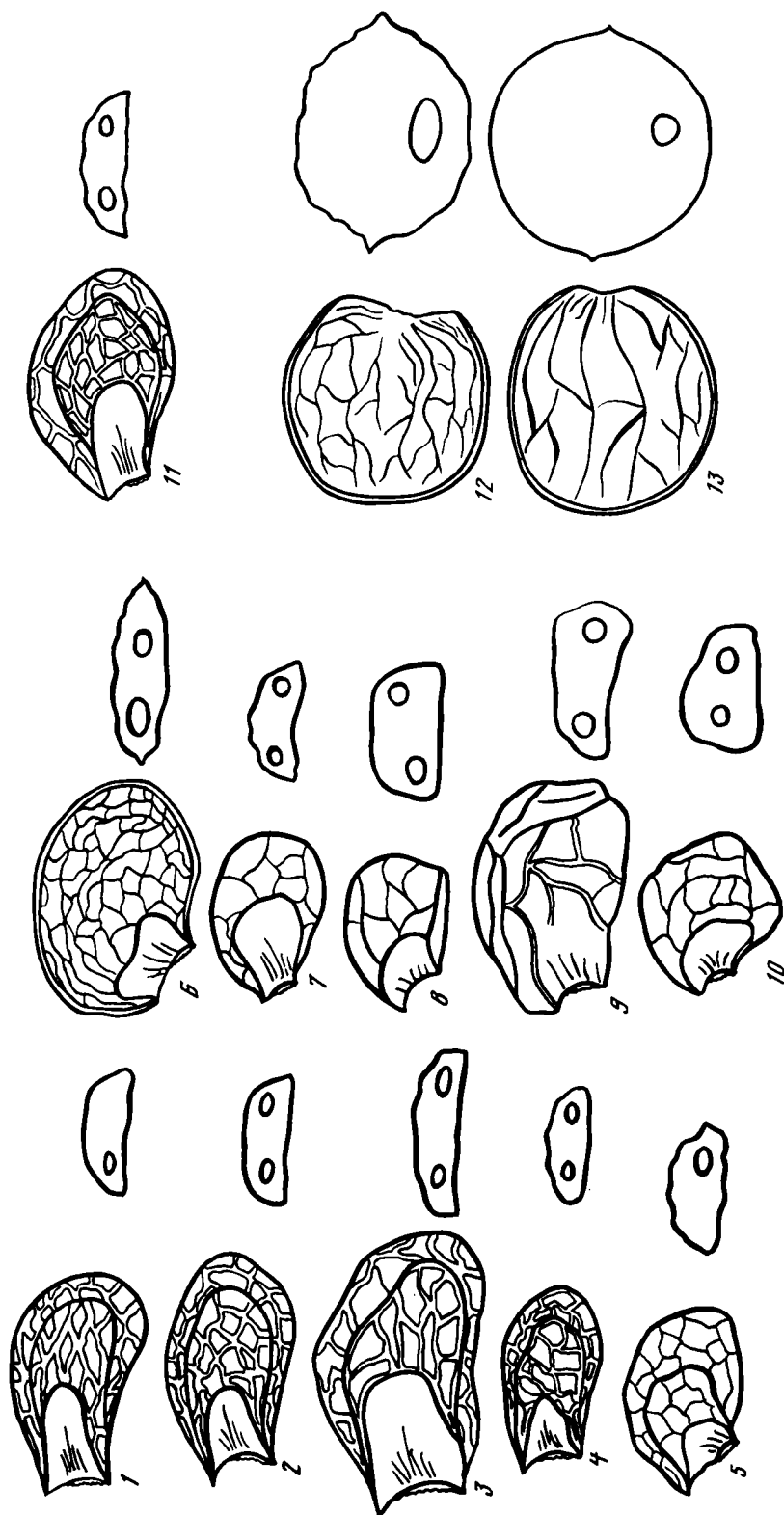
Вид	Секция *	Длина, мм	Ширина, мм	Соотношение эндо- сперма и зародыша	Масса 1000 семян, ** г
1	2	3	4	5	6
<i>A. tenuissimum</i> L., лук тонкий		1,50±0,01	1,10±0,02	1,70	2,10±0,01
<i>A. tythocephalum</i> Schult. et Schult. fil., лук мелкоголовый		2,20±0,02	1,10±0,01	—	—
<i>A. obliquum</i> L., лук косой	Petroprason	3,44±0,03	1,66±0,02	2,17	2,54±0,05
<i>A. globosum</i> Bied. ex Redoute, лук шаровидный	»	3,32±0,03	1,50±0,02	3,24	3,07±0,06
<i>A. humenophizium</i> Ledeb., лук плевокорневищный	Oreiprason	3,49±0,02	1,62±0,03	2,65	2,19±0,02
<i>A. platyspathum</i> Schrenk., лук широкохвостный		3,41±0,03	1,75±0,02	3,20	3,40±0,02
<i>A. amphibolium</i> Ledeb., лук сомни- тельный	Reticulatobulbosa	3,41±0,03	1,75±0,03	3,27	1,44±0,03
<i>A. clathratum</i> Ledeb., лук реше- чатый		3,06±0,04	1,50±0,02	4,05	1,51±0,03
<i>A. flavidum</i> Ledeb., лук желтова- тый		3,10±0,03	1,30±0,02	4,09	1,61±0,02
<i>A. lineare</i> L., лук линейный		2,85±0,09	2,04±0,01	4,76	1,30±0,02
<i>A. maackii</i> (Maxim.) Prokh. ex Kam., лук Маака		3,71±0,01	1,75±0,03	3,73	2,35±0,02
<i>A. splendens</i> Willd. ex Schult. et Schult. fil., лук блестящий		3,32±0,03	1,47±0,02	3,52	1,54±0,04
<i>A. strictum</i> Schrader, лук торча- щий		3,71±0,03	1,65±0,03	2,95	1,90±0,04
<i>A. altaicum</i> Pallas, лук алтай- ский	Сера	4,27±0,08	2,24±0,01	3,24	2,05±0,03

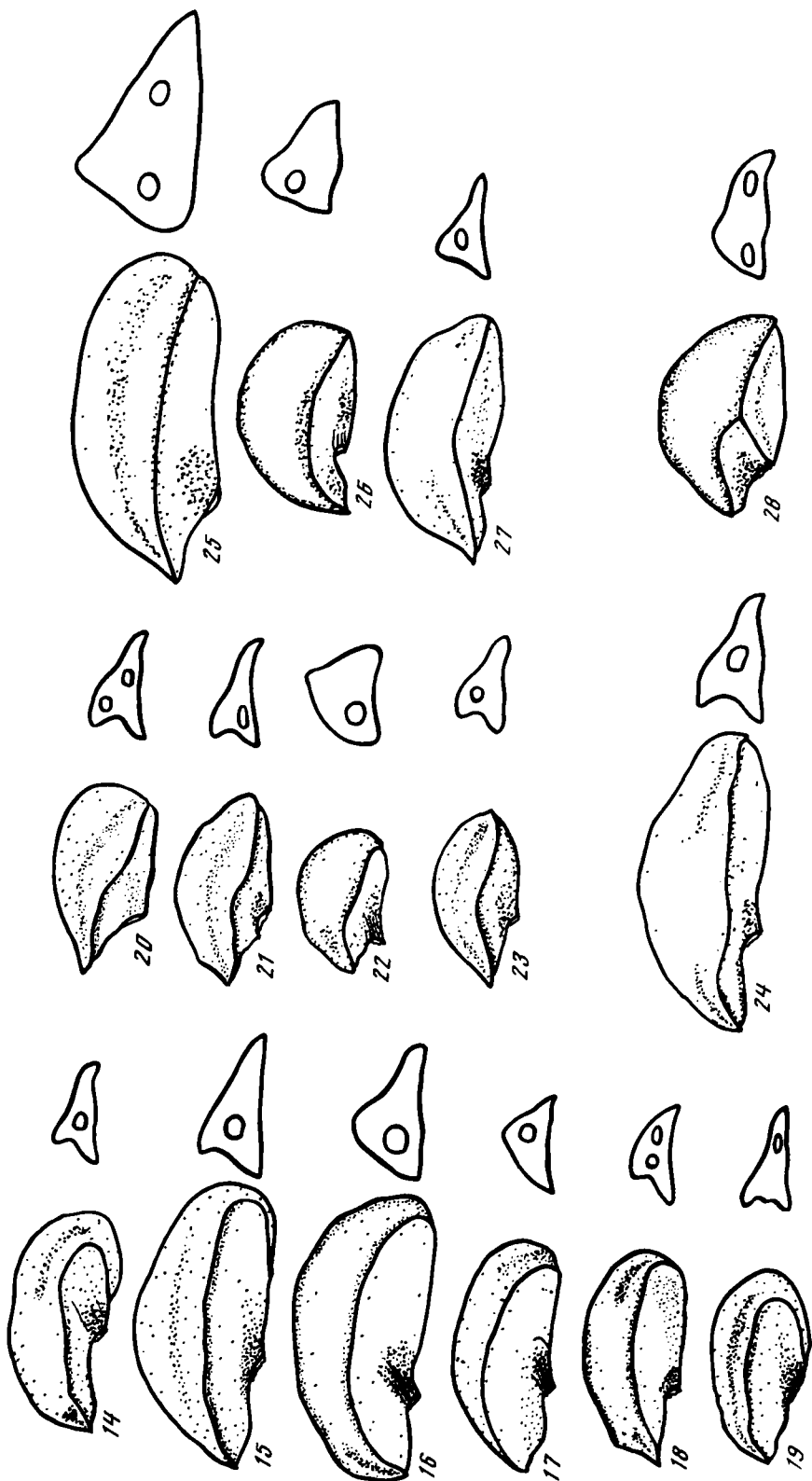
* Разделение на секции дано по Р. В. Камелину [11]

** При влажности семян 6,87—7,02 %.

Внешний вид и поперечный разрез семян корневищных луков

1 — лук стареющий, 2 — лук слизи, 3 — лук угловатый, 4 — лук красноватый, 5 — лук Стеллера, 6 — лук стелющийся, 7 — лук неравнолучевой, 8 — лук тонкий, 9 — лук монгольский, 10 — лук двузубый, 11 — лук ветвистый, 12 — лук широкочешуеобразный, 13 — лук охотский, 14 — лук линейный, 15 — лук желтоватый, 16 — лук Маака, 17 — лук решетчатый, 18 — лук блестящий, 19 — лук сомнительный, 20 — лук Ледебура, 21 — лук Максимовича, 22 — лук малочетковидный, 23 — лук скорода, 24 — лук косой, 25 — лук шаровидный, 26 — лук широкочешуеобразный, 27 — лук плевкокорневидный, 28 — лук алтайский





Секция Oreiprason F. Herm. (см. рисунок, 25—27). Семя овальное, трехгранное, с острым носиком у основания. Основание чуть вогнутое, вершина почти трехгранная. Семенной рубчик продолговатый, вогнутый. Поверхность блестящая, черная, мелкоструктурная, гладкая.

Секция Сера (Moench.). Prokh. (см. рисунок, 28). Семя неправильно-овальное, реже обратношироко яйцевидное, трехгранное. Спинная грань с глубокой выемкой в сторону семенного рубчика. Основание вогнуто-выпуклое, вершина остроугольная. Семенной рубчик продолговатый. Поверхность блестящая, черная, волнистая или гладкая.

Некоторое разнообразие формы семени в секции Rhizirideum (в понимании Р. В. Камелина) показывает ее неоднородность. Выделенные Н. В. Фризенем [1, 12] в отдельную секцию Caespitosoprason Friesen лук двузубый и лук монгольский отличаются по форме семени от лука стареющего, лука поникающего, лука красноватого и лука угловатого. Наличие переходных форм семян у видов секции Rhizirideum указывает на близкое родство видов обеих секций (см. рисунок).

Сравнение формы семени у исследованных видов выявило черты типа, характерные для видов секции: 1 — Anguinum; 2 — Rhizirideum, Butomissa; 3 — Petroprason, Schoenprasum, Reticulato-bulbosa, Oreiprason и, возможно, Appuloprasum Fgor.; 4 — Сера, хотя последний близок к третьему типу. Как показано В. А. Черемушниковой [13], между видами трех типов имеются существенные различия и по направлению нарастания корневища, ритму морфогенеза побега. Вероятно, представители этих типов по данным признакам разошлись еще на ранних этапах становления рода и в дальнейшем эволюционировали самостоятельно.

КЛЮЧ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СЕКЦИЙ ПОДРОДА RHIZIRIDEUM РОДА ALLIUM СЕВЕРНОЙ АЗИИ ПО КОНФИГУРАЦИИ СЕМЕНИ

1. Форма семени округлая. Секция Anguinum.
- + Форма семени овальная, обратноширокояйцевидная 2
2. Семя на поперечном срезе двугранное 3
- + Семя на поперечном срезе трехгранное 4
3. Семя обратноширокояйцевидное, поверхность морщинистая. Секция Rhizirideum, секция Butomissa.
- + Семя неправильно-обратноширокояйцевидное, поверхность ячеистая. Секция Caespitosoprason Friesen.
4. Семя овальное с заостренным трехгранным концом у основания 5
- + Семя неправильно овальное или обратноширокояйцевидное с глубокой выемкой у основания. Секция Сера.
5. Вершина овальная. Секция Reticulato—bulbosa, секция Schoenoprasum.
- + Вершина семени угловатая, трехгранная или почти трехгранная. Секция Petroprason, секция Oreiprason.

Семя у всех изученных видов амфитропное с эндоспермом [14]. Эндосперм стекловидный, зернистый, занимает большой объем семени и со всех сторон окружает зародыш. В основании семени видны следы халазы, представленные разрушенными клетками. Зародыш располагается по периферии семени, части его находятся в разных плоскостях, он цилиндрический, дугообразный, вдоль складчатый, спиральный и др. Просмотр большого количества продольных срезов семян одной особи лука поникающего выявил все формы зародыша и не подтвердил выводов Г. П. Мизунова [15] о систематической значимости формы и положения зародыша в семени. Зародыш в семени хорошо дифференцирован на семядолю, зародышевый корешок, который составляет 1/4—1/6 часть длины зародыша, и почечку, представленную одним листовым зачатком

и конусом нарастания и занимающую боковое положение. Соотношение эндосперма и зародыша в семени луков различно. На этот признак обращали внимание многие исследователи [6, 8, 16] и связывали наличие маленького зародыша в семени с большей древностью таксона. У луков эндосперм обычно в два-три раза превышает по объему зародыш, и только у некоторых видов, таких, как лук линейный и, особенно, лук мелкосетчатый, зародыш очень маленький (см. таблицу), что подтверждает мнение М. Г. Попова [17] о луке мелкосетчатом как об одном из древних видов.

ВЫВОДЫ

Конфигурация семени видов корневищных луков Северной Азии является хорошим диагностическим признаком в отличие от формы и положения зародыша в семени.

Выделены типы семени, характерные для видов нескольких секций подрода *Rhizirideum*. Отмеченное сходство формы семени у видов разных секций должно помочь в познании филогении подрода и рода в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фризен Н. В. Род *Allium* L. // Флора Сибири. Agaceae—Orchidaceae. Новосибирск: Наука, 1987. С. 55—96.
 2. Ворошилов В. Н. Список сосудистых растений советского Дальнего Востока // Флористические исследования в разных районах СССР. М.: Наука, 1985. С. 139—200.
 3. Проханов Я. И. К познанию культурных луков и чесноков Китая и Японии // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. 1929/1930. Т. 24, вып. 2. С. 123—183.
 4. Даева О. В. Особенности прорастания семян сибирских видов лука // Бюл. Гл. ботан. сада. 1966. Вып. 61. С. 66—72.
 5. Филимонова З. Н. Морфология семян среднеазиатских видов рода *Allium* L. // Интродукция и акклиматизация растений. Ташкент: Фан, 1971. Вып. 8. С. 111—115.
 6. Методические указания по семеноведению интродуцентов. М.: Наука, 1980. 64 с.
 7. Летние практические занятия по физиологии растений. Полевая практика. М.: Просвещение, 1973. 208 с.
 8. Смирнова Е. С. Типы структур семян цветковых растений в филогенетическом аспекте // Журн. общ. биологии. 1965. № 3. С. 310—325.
 9. Дудик Н. М. Морфология плодов бобоцветных в связи с эволюцией. Киев: Наук. думка, 1979. 211 с.
 10. Пленник Р. Я. Морфологическая эволюция бобовых юго-восточного Алтая. Новосибирск: Наука, 1976. 215 с.
 11. Камелин Р. В. Флористический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л.: Наука, 1973. 355 с.
 12. Фризен Н. В. Семейство Alliaceae J. Agardh в Сибири (систематика, кариология, хорология: Автореф. дис. . канд. биол. наук. Новосибирск 1985. 16 с.
 13. Черемушкина В. А. Морфогенез и жизненные формы корневищных луков: Автореф. дис. канд. биол. наук. М. 1985. 16 с.
 14. Савченко М. И., Комар Г. А. Морфология семян некоторых однодольных // Морфология цветка и репродуктивный процесс покрытосеменных растений. М.; Л.: Наука, 1965. С. 74—113.
 15. Мизунов Г. П. Биологические особенности культурных и некоторых дикорастущих многолетних видов: Дис. канд. биол. наук. М., 1957. 215 с.
 16. Цингер Н. В. Семя, его развитие и физиологические свойства. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 285 с.
 17. Попов М. Г. Основы флорогенетики. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 133 с.
- Центральный сибирский ботанический сад СО АН СССР, Новосибирск

КАЧЕСТВО СЕМЯН ИТАЛЬЯНСКИХ ВИДОВ ЛАВАНДЫ

Т. Г. Мухортова

Род *Lavandula* L. насчитывает 28 видов [1]. Их родина — Средиземноморье. На юге СССР промышленное распространение получили сорта *L. vera*, интродукция которой начата со времен образования Никитского ботанического сада (1912 г.), и лавандина (*L. vera* и *L. spica*).

В настоящее время на основе внутривидовой гибридизации, индивидуального отбора, популяционного подхода при интродукции растений создаются сорта с более высокой урожайностью и большим содержанием эфирного масла [2—5], однако эффективность использования имеющегося исходного материала для селекционной работы заметно снизилась. Возникла необходимость в получении нового исходного материала для создания высокопродуктивных сортов.

Интродукция новых для юга СССР видов лаванды возможна только в условиях Южного берега Крыма (ЮБК), так как условия ЮБК близки к средиземноморским.

Мы изучали посевные качества семян интродуцируемых видов лаванды для возможности введения их в культуру и использования в интродукционно-селекционной работе.

Объектом исследования были семена 6 видов лаванды, полученные из Италии. Качество семян определяли методом рентгенографии [6]. Семена каждого вида (от 50 до 150 шт.) раскладывали на клеющую ленту, заключенную в рамку, и помещали в аппарат РЕИС-И. Съемку проводили в следующем режиме: напряжение 8—12 кВ, анодный ток 18—20 мкА; экспозиция — 1—2 мин, расстояние между фокусом трубки и рамкой с семенами 10—20 см. Для получения рентгенограмм использовали пленку РМ-1, проявитель Р-1, фиксаж БКФ-2, время проявления 4—6 мин. Для выявления различий семян по развитию эндосперма семена разделяли на классы. Для каждого вида вычисляли содержание семян (в %) всех классов развития и жизнеспособность по формуле [6, 7]:

$$\text{жизнеспособность (в \%)} = \frac{0,5N_3 + N_4 + N_5}{N} 100 \%,$$

где N_3 , N_4 , N_5 — число семян III, IV и V классов соответственно. Вычисляли также средний класс развития семян ($K_{\text{ср}}$) путем нахождения среднего арифметического взвешенного ряда по формуле

$$K_{\text{ср}} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5}{100},$$

где n_1 — n_5 — число семян соответствующего класса в % от общего числа в образце.

После рентгеносъемки семена проращивали в лабораторных условиях в чашках Петри при комнатной температуре, сгруппировав их по эндосперм-классам. Лабораторную всхожесть определяли по числу проросших семян (в % от заложенных на проращивание). Проросшие в течение 10—20 дней и непроросшие семена высевали в теплице для получения сеянцев. Сеянцы затем высаживали в открытый грунт. Семена видов лаванды различаются по размерам, форме, окраске поверхности семенной кожуры (табл. 1).

По классификации Н. Г. Смирновой [6], семена изученных видов лаванды отнесены к I группе, т. е. семена с хорошо развитым эндоспермом и малодифференцированным или недоразвитым зародышем. По степени развития эндосперма и заполнению им объема семени выделено пять эндосperm-классов (табл. 2).

Количество проросших семян у видов лаванды варьирует в зависимости от эндосperm-классов (табл. 3).

Таблица 1
Описание семян лаванды

Вид	Размеры семян, мм		Форма	Окраска	Поверхность семенной кожуры
	длина	ширина			
<i>Lavandula angustifolia</i>	1,9—2,5	1,0	Продолговато-овальная	Красновато-коричневая	Гладкая
<i>L. latifolia</i>	2,0—2,5	1,0—1,2	Овальная	Темно-коричневая	
<i>L. multifida</i>	1,5—2,0	1,0—1,5	Обратно-яйцевидная	Красновато-коричневая	Бугристая
<i>L. spica</i>	2,0—2,5	1,2—1,5	Продолговатая	Темно-коричневая	Гладкая
<i>L. stoechas</i>	1,5—2,0	1,0—1,3	Овальная	Красновато-коричневая	Гладкая с сетчатым рисунком
<i>L. vera</i>	2,2—2,8	1,0—1,2	Продолговато-овальная	Темно-коричневая	Гладкая

Таблица 2
Распределение семян видов лаванды по эндосperm-классам развития

Вид	Число семян, шт.	Эндосperm-класс, %					Средний класс раз- вития
		I	II	III	IV	V	
<i>Lavandula angustifolia</i>	50	26	14	10	1	49	3,28
<i>L. latifolia</i>	74	0	4	3	0	93	4,82
<i>L. multifida</i>	150	4	5	1	3	87	4,60
<i>L. spica</i>	150	18	7	5	1	69	3,97
<i>L. stoechas</i>	98	15	26	5	7	47	3,40
<i>L. vera</i>	150	5	2	1	1	91	4,72

Таблица 3
Всхожесть семян разных эндосperm-классов

Вид	Заложено на проращивание, шт.	Проросло		Проростки по эндосperm-классам, %		
		шт.	%	III	IV	V
<i>Lavandula angustifolia</i>	50	15	30	20	13	67
<i>L. latifolia</i>	74	61	82	2	0	98
<i>L. multifida</i>	150	97	65	1	4	95
<i>L. spica</i>	150	122	81	1	1	98
<i>L. stoechas</i>	98	73	74	4	3	93
<i>L. vera</i>	150	35	23	6	9	85

Таблица 4

Всходы лаванды, полученные из семян разных эндосперм-классов

Вид	Высеяно семян и проростков, шт.	Получено всходов		Всходы по классам, %		
		шт.	%	III	IV	V
<i>Lavandula angustifolia</i>	50	28	56	19	11	70
<i>L. latifolia</i>	74	71	96	1	—	99
<i>L. multifida</i>	150	121	81	1	3	96
<i>L. spica</i>	150	132	88	5	3	92
<i>L. stoechas</i>	98	71	72	15	15	80
<i>L. vera</i>	150	59	39	1	1	98

Таблица 5

Посевные качества семян лаванды, %

Вид	Всхожесть	Энергия прорастания	Жизнеспособность
<i>Lavandula angustifolia</i>	59	31	55
<i>L. latifolia</i>	97	87	95
<i>L. multifida</i>	91	68	91
<i>L. spica</i>	75	48	73
<i>L. stoechas</i>	66	36	57
<i>L. vera</i>	93	83	93

Семена I и II классов не образовали проростков, IV и V классов начали прорастать на пять-семь дней раньше семян III класса. Проростки из семян III класса оказались нежизнеспособными на 50—75%. Из семян V класса получено наибольшее число проростков (67—98%). Проросшие и непроросшие семена были высеяны в теплице. Семена I и II классов не взошли. Наибольшее число всходов из семян V класса (табл. 4).

На основании распределения семян по классам и указанных выше формул рассчитаны показатели посевных качеств семян (табл. 5).

Наибольшую жизнеспособность, энергию прорастания, всхожесть семян имеют *L. latifolia*, *L. vera*, *L. multifida*, менее жизнеспособны *L. stoechas*, *L. angustifolia*. Однако все виды могут возделываться в культуре в условиях ЮБК.

Рентгенографический метод позволил с небольшими затратами труда и времени получить сведения о качестве семян видов лаванды. Образцы сохранены для посева и дальнейшего изучения. На основании разделения семян по классам определены посевные качества семян. Привлеченные виды по качеству семян не уступают распространенному на юге СССР *L. vera*. Все интродуцируемые виды можно выращивать в культуре в условиях ЮБК. Виды с высокими показателями качества семян являются перспективными для интродукционной и селекционной работы и могут быть высажены в предгорных и степных районах Крыма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Chaytor D. H.* A taxonomic study of the genus *Lavandula* L. // J. Linn. Soc. 1937. Vol. 51. P. 153—203.
2. *Буюкли М. В.* Лаванда и ее культура в СССР. Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1969. 3225 с.
3. *Романенко Л. Г.* Гетерозис у межсортных гибридов лаванды // Селекция и семеноводство. 1974. Вып. 26. С. 77—82.
4. *Работягов В. Д.* Отдаленная гибридизация и полиплоидия как методы создания новых форм лаванды // Бюл. Гл. ботан. сада. 1982. Вып. 123. С. 69—75.
5. *Машанов В. И.* Итоги селекции лавандина // Сб. науч. тр. ГНБС. 1987. Т. 103. С. 7—31.
6. *Смирнова Н. Г.* Рентгенографическое изучение семян лиственных древесных растений. М.: Наука, 1978. 144 с.
7. *Щербакова М. А.* Определение качества семян хвойных методом рентгенографии // Лесн. хоз-во. 1964. № 12. С. 52—56.

Государственный Никитский ботанический сад, Ялта

УДК 58.006 65.012.63 (470.344)

СЕССИЯ СОВЕТА БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ УРАЛА И ПОВОЛЖЬЯ И КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМЕ «РЕКРЕАЦИОННЫЕ НАСАЖДЕНИЯ»

Е. А. Едранов, Н. Н. Прокопьева

2—4 августа 1988 г. в г. Чебоксары в Ботаническом саду были проведены сессии Совета ботанических садов Урала и Поволжья и конференция по проблеме «Рекреационные насаждения».

Были заслушаны сообщения председателя Совета С. А. Мамаева и представителей учреждений региона о научно-исследовательской, организационной и производственной работе садов Урала и Поволжья за 1987 г. Отмечены большое научное значение исследований, выполненных в садах и дендрариях, а также организационная работа по строительству экспозиций, пропаганде ботанических и экологических знаний.

В ходе обсуждения подняты вопросы, требующие своевременного разрешения, в частности, о затруднениях в оценке многими ботаническими садами стоимости своих коллекций. В связи с этим принято решение об организации группы по разработке методики материально-финансовой оценки коллекций ботанических садов и дендрариев. Принимая во внимание отсутствие во многих садах и дендрариях региона специалистов по защите растений, сессия постановила обсудить вопрос об организации группы по защите декоративных растений при Институте леса УрО АН СССР, с тем чтобы она оказывала консультативную помощь всем учреждениям зоны в борьбе с вредителями и болезнями.

Как отметили участники сессии, участились случаи посягательства на территорию ботанических садов и дендрариев, стремление использовать ее для других целей, не связанных с прямым назначением.

На конференции по проблеме «Рекреационные насаждения» были заслушаны 9 докладов, 27 — размещены на стендах. Участники конференции были единодушны в мнении о необходимости изучения проблем, связанных с различными аспектами рекреационного природопользования, а также усиления координации проводимых исследований. Основными задачами являются анализ современного состояния и тенденций в рекреационном природопользовании в различных регионах страны, изучение рекреационного воздействия на природные биогеоценозы, разработка мероприятий, имеющих целью рационализацию и оптимизацию рекреационного природопользования, теоретическое обоснование создания искусственных экосистем для рекреационного использования в городах и крупных населенных пунктах.

О принципах создания и совершенствования коллекции древесных в ГБС АН СССР рассказала Л. С. Плотникова в своем сообщении.

©Е. А. Едранов, Н. Н. Прокопьева, 1990

В настоящее время процесс становления коллекции в целом закончен, а ее совершенствование направлено на сохранение и пополнение разновозрастным материалом природного происхождения, выращенным из семян, что должно обеспечить наибольшую устойчивость вида в культуре.

Н. В. Трулевич (ГБС АН СССР) поделилась опытом сочетания растений природной флоры СССР на ботанико-географических экспозициях Главного ботанического сада, который может быть использован при создании искусственных фитоценозов крупного города. Были показаны слайды, демонстрирующие наиболее удачные сочетания растений.

А. К. Ибрагимов (Горьковский государственный университет) остановился на проблемах устойчивости лесных фитоценозов и классификации рекреационных насаждений. Отмечена закономерность наибольшей повреждаемости лесных фитоценозов с наименее выраженной ярусной структурой и наименьшим экологическим разнообразием видов, формируемых на бедных почвах и в условиях недостаточного влагообеспечения.

С докладом «Направления рекреационного природопользования в южной и средней тайге в Томской области» выступила на конференции директор Ботанического сада Томского государственного университета В. А. Морякина. В настоящее время ландшафтный облик региона быстро меняется. Природные лесные массивы все больше играют роль лесопарков, причем жемчужиной ландшафта являются кедровники, расположенные около поселков, что свойственно только Томской области. В. А. Морякина подробно охарактеризовала принципы, которыми необходимо руководствоваться при обогащении лесных ландшафтов интродуцентами.

Р. А. Карпианова (ГБС АН СССР) рассказала об озеленении городов США, его специфике и новых приемах, которые с успехом могут применяться и в наших городах. Сообщение сопровождалось демонстрацией слайдов.

Об интродуцентах в зеленых насаждениях г. Саратова и Саратовской области сообщил директор Ботанического сада Саратовского государственного университета В. А. Таренков. Он отметил, что в результате обследования зеленых насаждений Саратова выявлен довольно богатый состав интродуцентов. Многие из них адаптировались и могут быть рекомендованы для более широкого использования в Нижнем Поволжье.

Эстетике садово-паркового искусства был посвящен доклад ландшафтного художника НПО «Нива Ставрополя» А. И. Залевского.

В. В. Баталов (Чувашский сельскохозяйственный институт) остановился на вопросах изучения температурных контрастов города и их влияния на растения. Выявленные температурные контрасты представляют большой интерес для прогнозирования интродукции, рационального размещения насаждений и построек, понимания особенностей фенологии, роста и развития растений в городах.

Е. А. Едранова (Чувашский сельскохозяйственный институт) изложила результаты работ по изучению состава, развития и семеношения растений на территории промышленных предприятий г. Чебоксары. Наиболее важными задачами этих исследований являются: выявление стойких видов растений к конкретным загрязнителям, разработка ассортимента, определение влияния вредных воздействий на жизнеспособность семян.

В 1988 г. Чебоксарскому ботаническому саду исполнилось 10 лет. Этому событию было посвящено заседание, состоявшееся 2 августа. С приветственным словом к участникам заседания обратились заместитель председателя Совета Министров Чувашской АССР А. С. Авершин, секретарь городского комитета КПСС Р. Н. Морозов и заведующий отделом обкома профсоюза В. А. Полунин.

С докладом «Основные итоги деятельности и проблемы развития Чебоксарского ботанического сада» выступил директор Сада Е. А. Едранов. Он рассказал о становлении и развитии Сада, его организационной и территориальной структуре, кратко охарактеризовал научную и производственную работу отделов.

Участники заседания заслушали сообщения сотрудников Сада о результатах исследований. Ю. А. Осипов рассказал об интродукции древесных растений в Чебоксарском ботаническом саду и их внедрении. Он остановился также на вопросах изучения взаимовлияния растений в ценозах, состоящих из древесных растений местной флоры и интродуцированных видов. А. В. Мордасов проанализировал состояние пригородных зеленых насаждений северной части Чувашской АССР и предложил меры по стабилизации рекреационной нагрузки в природных лесах. В. А. Московкин посвятил свой доклад влиянию условий урбанизации на развитие вредителей и болезней зеленых насаждений, выявлению основных факторов, ускоряющих развитие вредителей и болезней в условиях загрязненной среды, а также защите рекреационных насаждений с применением биологических методов.

Результаты исследований влияния количественных и качественных показателей озеленения на чистоту атмосферного воздуха города и здоровье горожан изложила в своем выступлении Н. Н. Прокопьева.

По результатам выступлений и обсуждений были приняты решения сессии и конференции. Материалы выступлений на конференции войдут в формируемый в настоящее время сборник «Проблемы рекреационных насаждений».

Участники конференции и сессии одобрили экологическую направленность работ Чебоксарского ботанического сада, его помощь городам Чувашии в организации зеленого строительства и разработке научных основ охраны окружающих лесных массивов, а также рекомендовали создать на базе Чебоксарского ботанического сада научную лабораторию по проблемам городской экологии.

Гости подробно ознакомились с коллекциями и специализированными участками Ботанического сада, накростроительными работами и состоянием естественных насаждений, посетили музей сада. На теплоходе по Волге была совершена экскурсия в село Ильинка — место деятельности известного классика отечественного лесоводства Б. И. Гузовского (1860—1914).

Проведенные на базе Чебоксарского ботанического сада сессия Совета ботанических садов Урала и Поволжья и конференция «Рекреационные насаждения» были весьма полезными как для коллектива ЧБС, так и для всех участников.

Чебоксарский ботанический сад

БОТАНИЧЕСКИЙ САД КУБАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

М. Р. Дюваль-Строев

Ботанический сад Кубанского университета — первый в истории Кубани ботанический сад — создан в 1972 г. на базе агробиологической станции бывшего Краснодарского педагогического института, которая, в свою очередь, располагалась на месте бывших садов самых зажиточных казаков пригородной станции Пашковской (ныне пос. Пашковский, г. Краснодар). И сейчас еще в дендрарии сада можно увидеть мощные вековые груши посадки тех времен.

Инициаторами создания ботанического сада были декан биологического факультета доцент А. П. Тильба и доцент кафедры ботаники М. Р. Дюваль-Строев (научный руководитель сада). В настоящее время ботанический сад входит в состав учебно-научно-воспитательного комплекса университета, которым руководит декан биологического факультета доцент В. Я. Нагалеvский.

Площадь ботанического сада 16 га. Микрорельеф слегка волнистый, с перепадом высот до 3,5 м при средней высоте 36 м над уровнем моря и с общей экспозицией уклона на северо-восток. Почвы — сильно выщелоченные малогумусные сверхмощные черноземы на лёссовидных отложениях. Климат района умеренно континентальный. Средняя годовая температура воздуха колеблется от 10,2 до 10,7°. Абсолютный минимум — 37° в январе, абсолютный максимум 40° в августе. Среднее годовое количество осадков составляет 566—600 мм.

Коллекции сада, и в первую очередь полезных, ценных и природных растений местной и иноземной флор, являются учебной, научной и производственной базой биологического факультета Кубанского государственного университета.

Для организации и пополнения коллекционных фондов налажена система обменных операций с Главным ботаническим садом АН СССР, Ставропольским ботаническим садом, Крымской опытно-селекционной станцией ВИР, Северо-Кавказским НИИ садоводства и виноградарства, дендрарием Кубанского СХИ и др.

Семена, черенки, сеянцы и саженцы, получаемые по взаимному обмену, позволяют постоянно обогащать коллекции новыми образцами перспективных растений.

Если к моменту основания ботанического сада в его коллекциях было около 100 таксонов, то в настоящее время насчитывается более 1000 видов, форм и сортов, в том числе: туи — 18 видов и садовых форм, можжевельника — 16, кизильника — 15, кипарисовика — 12, ели — 11, ивы — 11, клена — 9, дуба — 9, сосны — 8, тополя — 7, самшита — 7, жимолости — 7, калины — 6, барбариса — 6, ореха — 4, розы — 112 сортов, ириса — 105, дендрантем — 69, пиона — 63, тюльпана — 51, нарцисса — 40 сортов и т. д.

Ботанический сад Кубанского государственного университета уделяет большое внимание интродукции редких и исчезающих видов растений. Коллекция растений, занесенных в Красные книги СССР и РСФСР, представлена 53 видами, из которых подавляющее большинство кавказские (*Albizia julibrissin*, *Atropa belladonna*, *Buxus colchica*, *Corylus*

colyrna, Diospyros lotus, Erythronium caucasicum, Galanthus caucasicus, G. woronowii, Juniperus excelsa, Leucojum aestivum, Paraver bracteatum, P. orientale, Pinus pityusa, Platanus orientalis, Punica granatum, Quercus castaneifolia, Rheum ribes, Staphylea pinnata, Taxus baccata и др.). Создаются маточные насаждения самшита колхидского, лещины древовидной, лотоса (*Nelumbo lutea*, *N. pucifera*), можжевельника казацкого, ореха черного, тиса ягодного и других хозяйственно-ценных и высокодекоративных растений.

На базе коллекций, включающих достаточно крупные родовые комплексы растений, студенты проводят научные исследования, выполняют курсовые и дипломные работы. Уже выполнено и защищено более ста курсовых и дипломных работ, например: «Изучение представителей рода лотос в водоемах ботанического сада КубГУ», «Сезонное развитие кустарников ботанического сада», «Особенности вегетативного размножения некоторых ценных, редких исчезающих растений» и др.

Коллекционные насаждения ботанического сада постоянно используются для заготовки живого материала к лабораторным и практическим занятиям по анатомии, морфологии и систематике растений, спецкурсам «Экологическая анатомия растений», «Экологии растений», «Ботаническое ресурсосведение», «Декоративное садоводство и цветоводство».

Ботанический сад в 1985 и 1987 гг. опубликовал списки семян, предлагаемых для обмена. По обменному фонду сад рассылает 260 образцов семян интродуцентов и местных растений. Получаемые из других ботанических учреждений семена высеваются на делянках интродукционного питомника. Выращенные на питомнике, привезенные из экспедиций новые, перспективные растения пополняют коллекции сада.

Проводится работа по интродукции растений различного географического происхождения из коллекций ботанического сада в условия горной биологической станции «Камышанова Поляна» университета, расположенной на высоте 1254 м над ур. моря.

С 1977 г. ботанический сад включен в число соисполнителей в разработке тематики проблемы 2.25.2 «Интродукция и акклиматизация растений».

Сотрудники ботанического сада активно участвуют в работе регионального Совета ботанических садов Северного Кавказа (координатор — Ставропольский ботанический сад).

Наличие довольно крупных коллекций декоративных растений позволяет не только ежегодно участвовать в городских выставках цветов, но и организовывать в университете и на предприятиях тематические выставки по культурам — ирисам, пионам, розам, хризантемам, другим многолетникам.

Сотрудники ботанического сада и кафедры ботаники консультируют учителей-биологов края, методистов краевой и районных станций юных натуралистов, агрономов и любителей по вопросам подбора ассортиментов для различных типов насаждений, размножения, посадки и ухода за ними, проводят экскурсии с учащимися школ и студентами.

Производству (Краснодарскому СРСУ «Горзеленстрой», питомникам, колхозам, совхозам), научным, учебным, лечебным учреждениям, домам отдыха передано свыше 550 тыс. саженцев сосны крымской, самшита вечнозеленого, ореха черного, тополя итальянского, тополя Симона и его пирамидальной формы, черемухи виргинской, более 200 тысяч черенков самшита, хризантем, тополей, роз, деленок корневищ сортов пионов, ирисов, нивяника наибольшего (*Leucanthemum maximum*) и т. д.

Сотрудники ботанического сада участвуют в экспедициях по Северо-Западному Кавказу.

Результаты изучения растений в условиях ботанического сада нашли отражение в ряде публикаций, в том числе в таких крупных сводках, как «Декоративные травянистые растения для открытого грунта» и «Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивируемые в ботанических садах и других интродукционных центрах страны» [1, 2].

Основной ближайшей задачей ботаников университета является составление и утверждение генерального плана развития ботанического сада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Декоративные травянистые растения для открытого грунта. Л.: Наука, 1977. Т. 1. 330 с.; Т. 2. 458 с.
2. Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивируемые в ботанических садах и других интродукционных центрах страны. М.: Наука, 1983. 330 с.

Ботанический сад Кубанского государственного университета, Краснодар

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

<i>Немова Е. М.</i> Коллекция сливовых в ГБС АН СССР и перспективы ее дальнейшего совершенствования	3
<i>Ванина Л. С., Вартапетян В. В.</i> Сезонная ритмика видов яблони в условиях Москвы	8
<i>Казаков Л. А.</i> Коллекция древесных растений, интродуцированных в Полярно-альпийском ботаническом саду	16
<i>Булыгин Н. Е., Ловелиус Н. В., Фирсов Г. А.</i> Реакция древесных растений на изменение тепло- и влагообеспеченности в Ленинграде	22
<i>Кутукова Ю. Д., Лепнева О. М.</i> Содержание тяжелых металлов в почвах и растениях Главного ботанического сада АН СССР	27
<i>Офицерова О. Ф.</i> Характеристика почв дендрария Главного ботанического сада АН СССР	34
<i>Соколова С. М., Петрова И. П.</i> Принсепия китайская	41

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

<i>Рихтер А. А.</i> Вариабельность жирнокислотного состава липидов пыльников и пестиков у различных сортов миндаля	43
<i>Петровская-Баранова Т. П.</i> Ультраструктура клеток колеоризы злаков	48
<i>Вахромеев В. И., Семихов В. Ф.</i> Аминокислотный состав зародыша и эндосперма некоторых однодольных	54
<i>Маяцкий И. Н., Талалуева Л. В.</i> Влияние индолилмасляной кислоты на корнеобразование у черенков некоторых декоративных пород	60
<i>Балабушка В. К.</i> Результаты испытания регуляторов роста при размножении древесных интродуцентов летними черенками	65

БИОТЕХНОЛОГИЯ

<i>Румынин В. А., Агаджанян И. В., Слюсаренко А. Г.</i> Масс-клональное размножение гладиолусов	68
<i>Молканова О. И., Ковалева И. С., Коновалова Л. Н., Слюсаренко А. Г.</i> Индукция гаплоидных растений в культуре <i>in vitro</i> пыльников межвидовых гибридов пшеницы	73
<i>Суворова В. В., Кузнецова С. М., Удачина Е. Г., Слюсаренко А. Г.</i> Масс-клональное размножение гибридной рябины	78

СЕМЕНОВЕДЕНИЕ

<i>Черемушкина В. А., Днепровский Ю. М., Судобина В. П.</i> Морфология семян корневищных луков Северной Азии	84
<i>Мухомтова Т. Г.</i> Качество семян итальянских видов лаванды	92

ИНФОРМАЦИЯ

<i>Едранов Е. А., Прокопьева Н. Н.</i> Сессия Совета ботанических садов Урала и Поволжья и конференция по проблеме «Рекреационные насаждения»	96
<i>Дюваль-Строев М. Р.</i> Ботанический сад Кубанского государственного университета	99

Научное издание
Бюллетень Главного ботанического сада
Выпуск 156

Утверждено к печати
Главным ботаническим садом
Академии наук СССР
Редактор издательства Э. И. Николаева
Художественный редактор В. В. Алексеев
Технические редакторы М. В. Абаджян,
И. В. Чудецкая
Корректор Т. П. Вдов

ИБ № 46753

Сдано в набор 11.12.89
Подписано к печати 12.04.90
Формат 70×100¹/₁₆.
Бумага офсетная № 1
Гарнитура литературная.
Печать офсетная. Фотонабор.
Усл. печ. л. 8,38. Усл. кр. отт. 8,54 Уч.-изд. л. 9,2
Тираж 1000 экз. Тип. зак. 2185
Цена 1 р. 90 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука»
117864 ГСП-7, Москва В-485
Профсоюзная ул., 90

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая типография издательства «Наука».
199034, Ленинград, 9-я линия, д. 12

В издательстве
«НАУКА»
готовится к печати:

МОРФОЛОГИЯ ЦЕНТРОСЕМЕННЫХ
КАК ИСТОЧНИК
ЭВОЛЮЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

3 р.

В книгу включены статьи, посвященные исследованиям по морфологии вегетативных и генеративных органов, анатомии, эмбриологии, палиноморфологии, карпологии представителей ряда семейств порядка центросеменных. Публикуемые оригинальные материалы демонстрируют возможности применения разных методов исследования для решения вопросов таксономии и морфологической эволюции.

Для ботаников-морфологов, систематиков, эволюционистов.