

РГБ ОД

17 МАЙ 1993

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ГЛАВНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

На правах рукописи

АНТОНОВА

ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОДА *JUNIPERUS* L.
ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БЕЛАРУСИ

03.00.05 - Ботаника

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Москва - 1993

Работа выполнена в лаборатории интродукции древесных растений Центрального ботанического сада АН Б

Научный руководитель - кандидат биологических наук, ст научный сотрудник И.М.Гаранович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
Л.С.Плотникова

кандидат биологических наук
О.Б.Михалевская

Ведущее учреждение - ботанический сад ИГУ

Защита диссертации состоится "20" мая 1993 г.
14 часов на заседании специализированного совета
Д 003.03.01 по адресу: Москва, 127276, Ботаническая ул.
Главный ботанический сад РАН, в конференц-зале Лаборатор
корпуса.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГЕО Р.

Автореферат разослан "13" апреля 1993 г.

Учёный секретарь специализированного совета

Доктор биологических наук

Н.А.Бороди

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Успешное зеленое строительство в современных условиях урбанизированной среды во многом зависит от использования интродуцированных хвойных пород, в частности представителей рода *Juniperus* L. За многолетнюю историю интродукции в ЦБС АН Б собран богатый в таксономическом плане родовой комплекс видов, форм и разновидностей *Juniperus* L. Назрела потребность разработки научных основ интродукции рода и использования можжевельников в зеленом строительстве Беларуси, экспериментального изучения биоэкологических особенностей. Ранее в республике исследовался с лесоводственной точки зрения лишь аборигенный вид *Juniperus communis* L. (Поплавская, 1982). Комплексного изучения рода не проводилось.

Цель исследования состоит в изучении систематического состава интродуцированных видов и форм можжевельника в Беларуси, их биоэкологических особенностей, в том числе и морфогенеза генеративных органов, а также выделение наиболее перспективных видов и форм для зеленого строительства в Беларуси и разработка эффективных способов размножения.

Задачи работы включают:

1. Исследовать по литературным источникам:
 - а) филогению, систематику и географию рода *Juniperus* L.,
 - б) эколого-географические условия родины интродуцентов.
2. Уточнить видовой и формовой состав можжевельников в коллекциях ЦБС АН Б.
3. Провести фенологические наблюдения за аборигенным и интродуцированными видами в ЦБС АН Б. Визуальные наблюдения дополнить биометрией.
4. Изучить морфогенез генеративных почек, опыление, развитие семян.
5. Установить особенности зимнего покоя можжевельников, их зимостойкость.
6. Изучить отношение можжевельников к наиболее распространенному загрязнителю атмосферного воздуха - диоксиду серы.
7. Разработать способы ускоренного вегетативного размножения перспективных для озеленения видов и форм можжевельника.

Защищаемые положения:

- обилие секретизирующих семязачатков в дождливую погоду,
- наличие более глубокого зимнего покоя женских растений, чем мужских,
- существование меньшей чувствительности женских экземпляров можжевельников к SO_2 , чем мужских,
- недостаточная оценка роли можжевельников в зеленом строительстве республики.

Научная новизна. Впервые в условиях Беларуси изучены биоэкологические особенности рода *Juniperus*. Уточнен таксономический состав коллекций ЦЭС АН Б. Изучена сезонная ритмика вегетативного и генеративного процессов, показано соответствие её климатическим условиям Беларуси. В вопросе о морфогенезе генеративных органов можжевельника акцентировано внимание на особенностях улавливания пыли мегастробилами. Впервые установлено различное отношение мужских и женских растений к действию диоксида серы.

Практическая ценность. Выявленные биоэкологические особенности представителей рода *Juniperus* дадут возможность прогноза успешности интродукции в Беларусь других видов и форм. Дано научное обоснование перспективности использования разнообразного в таксономическом отношении родового комплекса *Juniperus* в зеленом строительстве республики. Разработаны рекомендации по оптимизации технологии вегетативного размножения можжевельников.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и обсуждались на расширенных заседаниях лаборатории интродукции древесных растений ЦЭС АН Б, Ученых Советах ЦЭС АН Б, на 43, 44, 45 научных сессиях преподавателей и сотрудников Витебского госпединститута (1991, 1992, 1993 г.г.), на "Вторых научных чтениях памяти Р.Е.Левиной" (Ульяновский госпединститут, 1993).

Публикация результатов исследований. По материалам исследования опубликовано 3 работы, в печати находится 3 работы.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 8 глав, выводов, библиографии и приложения. Текст изложен на 146 машинописных страницах, иллюстрирован 9 таблицами и 9 рисунками. Список использованной литературы включает 180 наименований, в т.ч. 41 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение видов, форм и разновидностей *Juniperus* проводилось в дендрарии и питомнике ЦБС АН Б в течение трех лет. Объекты исследований: *J. chinensis* L., *J. ch. 'Aureo'*, *J. ch. 'Columnaris'*, *J. ch. 'Hetzii'*, *J. ch. 'Pfitzeriana'*, *J. ch. 'Pfitzeriana Aureo'*, *J. communis* L., *J. c. 'Hibernica'*, *J. c. var. depressa*, *J. c. 'Prostrata'*, *J. c. 'Pyramidalis'*, *J. c. 'Suecica'*, *J. daurica* Pall., *J. horizontalis* Moench., *J. H. 'Blue Chip'*, *J. H. 'Wiltonii'*, *J. x media* Van Melle, *J. x m. 'Pfitzeriana'*, *J. x m. 'Pfitzeriana Glauca'*, *J. occidentalis* Hook., *J. pseudosabina* F. et M., *J. rigida* Sieb. et Zucc., *J. sabina* L., *J. s. 'Aureo-variegata'*, *J. s. 'Cupressifolia'*, *J. s. 'Erecta'*, *J. s. 'Femina'*, *J. s. 'Prostrata'*, *J. s. f. tamariscifolia*, *J. sargentii* (Henry) Takeda, *J. scopulorum* Sarg., *J. sc. 'Sky Rocket'*, *J. semiglobosa* Rgl., *J. sibirica* Burgsd., *J. s. var. europaea*, *J. squamata 'Meyeri'*, *J. sq. 'Prostrata'*, *J. turkestanica* Kom.

Сезонное развитие можжевельников изучали по Методике фенологических наблюдений в ботанических садах (1975) с учетом рекомендаций Н.Е. Булгина (1974) и И.Д. Оркевича, Д.С. Голода, Э.П. Ярошевич (1980).

Динамику роста побегов устанавливали путем систематических замеров длины побегов от стационарной точки. Для измерений отбирали не менее 10 побегов в средней ярусе кроны.

Окончание зимнего покоя определяли по методу Г. Молиша (1933).

Данные по погоде приведены согласно метеорологическим ежемесячникам.

Анатомические исследования микро-, макростробилов, шишек и семян проводили на свежем материале при помощи микроскопа МЕС-2. Пробы брали через 2-3 дня весной (в период пыления - каждый день), в остальное время года - через 3 недели. Окраску составных компонентов микро- и макростробилов описывали по шкале цветов А.С. Бондарцева (1954).

Жизнеспособность пыльцы можжевельников изучали по методике В.П. Размологова (1964).

При нахождении среднего размера семян определенного вида можжевельника замеряли по 100 семян каждого вида.

Качество семян, степень развития зародыша и эндосперма изучали рентгенографическим методом (Некрасов, 1973; Смирнова, 1978).

Общая оценка урожая в баллах по 6-балльной шкале выводилась как средняя из оценок в баллах каждого отдельного растения (Шкутко, 1991).

В модельных опытах с искусственной фумигацией отделенных ветвей можжевельников концентрация диоксида серы составляла 0,5-0,6 мг/м³, что в 10 раз превышало среднесуточную ПДК (Гетко, 1989; Сидорович, Сергейчик, Сергейчик, 1990).

Количественное содержание пигментов в хвое и побегах определяли широко распространенным методом Т.Н.Тодиева (1963).

При черенковании можжевельников в качестве стимуляторов корнеобразования использовались ПАБК, гетероауксин (200 мг/л. Экспозиция 16-18 час.), а также гуминовые препараты, полученные Институтом торфа АН Б: оксигумат, гидрогумат (0,05% растворы. Экспозиция 4 часа).

Корневую систему черенков можжевельников анализировали по методике В.А.Колесникова (1924, 1972).

Сравнительное исследование фитонцидности можжевельников проводили по методике Б.П.Токина (1967).

Статистическая обработка материала проведена по методу П.Ф.Рокицкого (1967) при помощи микрокалькулятора "Электроника МК 61".

БОТАНИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЗОР РОДА JUNIPERUS L.

Показано место рода *Juniperus* в системе растительного мира (сем. *Cupressaceae*, кл. *Pinopsida*, отд. *Pinophyta*).

Приведены различные таксономические классификации рода:

Enalicher (1847), А.А.Тахтаджяна (1956), Т.И.Славкиной (1968), J. Veitch (1881), Г.А.Денисовой, Ф.С.Пилипенко (1978), М.И.Исмаилова (1974), Г.М.Козубова, Е.Н.Муратовой (1986),

G. Krüssmann (1983), D. Gelderen (1986). В своей работе мы придерживаемся классификации Денисовой - Пилипенко (1978),

G. Krüssmann (1983) и D. Gelderen (1986).

Морфологические особенности можжевельников описаны в срав-

нении между видами. *Juniperus*, как широко распространенный в северном полушарии род, дал много садовых форм: от полностью стелющихся, как формы *J. horizontalis*, через раскидистые, как *J. chinensis* 'Pfitzeriana', пирамидальные формы, как *J. communis* 'Suecica'; до наиболее эффектного растения со строго вертикальной, узкопирамидальной кроной *J. scopulorum* 'Sky Rocket'. Кроме форм с разными оттенками зеленого цвета, есть формы золотистого (*J. chinensis* 'aureo'), серовато-голубого (*J. x media* 'Hetzii'), сине-серого (*J. virginiana* 'Glaucia') тонов. Некоторые растения (*J. sibirica*, *J. sabina* 'Femina', *J. s.* 'Supressifolia') принимают разнообразные пурпурные оттенки зимой (Welch, 1979).

Это такой род, который испытывает терпение ботаников из-за изменчивого внешнего облика (смена вечнозеленой хвои на вечнозеленую, что вызывало путаницу в названии одного и того же растения), естественной гибридизации между видами, например, между *J. virginiana* и *J. horizontalis* в Висконсине (Palma-otál, Moore, Adams, Joswiak, 1983).

Трудно решать вопросы о систематическом положении и самостоятельности того или другого растения, когда не прослежена судьба и особенности всего рода. Оценка морфологических особенностей зависит от понимания истории и общих свойств данного рода (В.Л. Комаров). Судьба рода *Juniperus* в эволюционном плане неотделима от истории всего сем. Cupressaceae. Семейство Cupressaceae очень близко к Taxodiaceae, особенно к роду *Athrotaxis*, но более специализировано. Эпохы развития кипарисовых были мел и палеоген (Тахтаджян, 1956).

Что касается можжевельников, то общепризнанным считается мнение о древности и первичности подрода *Juniperus*. Аргументом этого служит то, что у всех современных видов подрода *sabina* с чешуйчатыми листьями в вечнозеленом возрасте листья бывают игольчатыми и иногда сохраняются до солидного возраста можжевельника. Такая точка зрения подтверждает биогенетический закон Э. Геккеля + Ф. Маллера (1864-1866). Вероятно, подроды *sabina* и *Juniperus* произошли от общего предка и эволюция шла по двум самостоятельным линиям: линия с игольчатыми и линия с чешуйчатыми листьями (Исмаилов, 1974).

Филогенетическая молодость рода и, как следствие этого,

относительно большая изменчивость, являющаяся основой приспособляемости видов, - суть главные прогрессивные факторы, определяющие большой ареал рода. Виды рода *Juniperus* характеризуются широким экологическим диапазоном.

Рассмотрены естественные ареалы аборигенного вида и интродуцентов.

СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ

Освещены основные фенологические фазы видов рода *Juniperus*. Виды подрода *sabina* отличающиеся большей физиологической пластичностью вследствие эволюционной молодости (по сравнению с подродом *Juniperus*), начинают пыление раньше, чем виды подрода *Juniperus*. Рост побегов предшествует (подрод *Juniperus*) или наступает после пыления (подрод *sabina*). Более интенсивным ростом побегов отличаются мужские экземпляры *J. sabina*, *J. chinensis*, *J. rigida*. Для побегов других представителей подрода *Sabina* (*J. virginiana*) и подрода *Juniperus* (*J. communis*) такой закономерности не установлено.

В середине лета закладываются вегетативные почки, формируются генеративные. У видов подрода *sabina* до периода покоя происходит дифференциация структурных компонентов микро- и макростробиллов. К концу лета одревесневают побеги.

Отмечена динамика содержания зеленых пигментов в хвое при переходе от летнего периода к зимнему (снижение суммы хлорофиллов *a* и *b* в одно- и двухлетней хвое и побегах, изменение соотношения хлорофиллов *a*:*b* в пользу хлорофилла *b*), установлена небольшая разница в содержании хлорофиллов в хвое мужских и женских растений.

Общепринято деление годового цикла развития древесных растений на периоды: роста побегов, скрытого роста (рост и дифференциация почек), глубокого и вынужденного покоя. Указанные периоды изображены на рисунке I.

Исследования перехода различных видов можжевельника из покоящегося состояния в растущее показало, что у генеративных почек видов подрода *sabina* более высокая готовность к росту и развитию после периода покоя, чем у вегетативных. Женские экземпляры отличаются большей глубиной покоя, чем мужские. По продолжительности зимнего покоя выделены группы видов с дли-

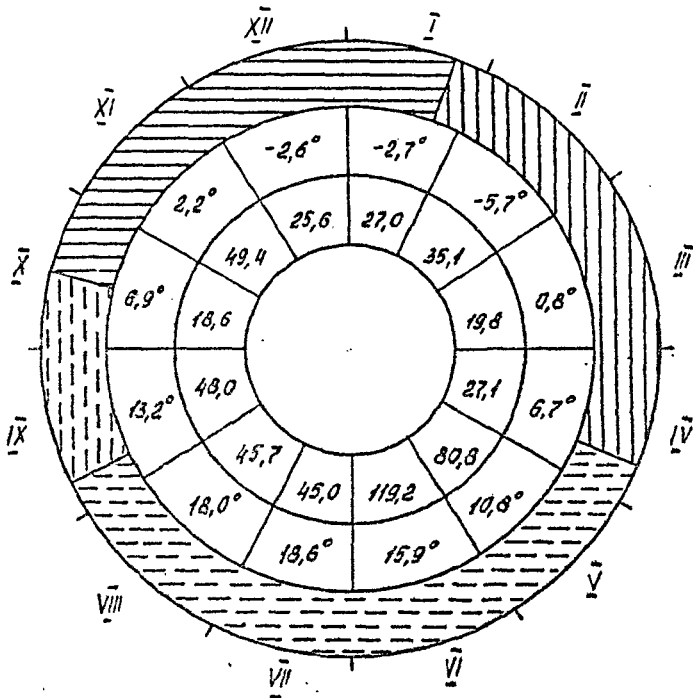






Рис. I. Основные периоды развития однолетнего побега *J. communis* L.:  - глубокий покой,  - вынужденный покой,  - рост побегов,  - скрытый рост побегов. Метеоданные (осадки, мм; температура воздуха, °C) по месяцам за 1991 г.

тельными (*J. rigida*, *J. virginiana*) и более коротким (*J. communis*, *J. sabina*) периодом покоя. Очевидна взаимосвязь продолжительности зимнего покоя с географическим происхождением видов.

Установлено, что погодно-климатические условия Беларуси позволяют интродуцированным можжевельникам полностью осуществить годичный цикл развития, обеспечить успешное прохождение всех фаз.

БИОЛОГИЯ СЕМЯНОШЕНИЯ

Генеративное развитие является решающим этапом в жизни растений. Изучение генеративного развития особенно ярко подчеркивает целостность организма в его жизненных проявлениях (М.Х. Чайлахян).

Морфогенез генеративной сферы можжевельников в условиях Беларуси ранее не изучался. Нами рассмотрен репродуктивный цикл от заложения стробиллов до созревания семян для видов подрода *Sabina* и подрода *Juniperus*. Установлены следующие черты онтогенетического развития.

Подрод *Sabina*

Подрод *Juniperus*

Общие черты:

- 1) заложение генеративных почек в июле в год, предшествующий пылению;
- 2) обилие секретирующих семязачатков в дождливую погоду;
- 3) одновременное секретирование семязачатков в одном мегастробиле;
- 4) после пыления элиминирование и опадение микростробиллов;
- 5) изменение окраски (от зеленой до абрикосово-желтой) и консистенции неопыленных мегастробиллов (от мягких, сочных до волокнистых, сухих).

Отличия:

- | | |
|--|--|
| 1) заложение микростробиллов | |
| - на верхушках боковых побегов, | - в пазухах хвоя, |
| 2) формирование мужских и женских стробиллов | |
| - к зимнему периоду, | - после перезимовки, |
| 3) незначительная редукция некоторых микроспорифиллов в верхней части микростро- | 3) редукция микроспорифиллов, расположение микроспorangиев на короткой ножке в верхней или |

II

билов,

средней части некоторых микро-
стробилов,

4) сроки пыления

- апрель,

- май,

5) после опадения микростробилов

- либо возобновление роста
бокового побега (*J. virginiana*,
J. sabina), либо его
элиминирование (*J. chinensis*),- элиминирование укороченного
бокового побега,6) чешуевидная хвоя существенного
влияния на улавливание
пыльцы мегастробилами не оказывает,6) улавливание пыльцы мегастробилами
за счет аэродинамических
свойств игловидной хвои,7) края микропиле одинаковые по
высоте,7) разная высота краев микропиле:
край к центру стробила намного
выше наружного,8) смыкание мясистых чешуй в
шишках на боковых побегах
в базипетальной (*J. sabina*)
или акропетальной
(*J. virginiana*) последовательности.8) смыкание мясистых чешуй в
шишках базипетально.

Нами прослежены последовательные этапы развития стробилов мужских и женских растений в сравнении между под родами *sabina* и *Juniperus*. Уточнено расположение микроспорофиллов и микроспорангиев в микростробилах, морфологические особенности чешуй и семязачатков в мегастробилах. Подтверждены и дополнены наблюдения Г.М. Козубова и Е.Н. Муратовой (1986) о редукции микроспорофиллов не только в верхней, но и средней части стробилов у видов под рода *Juniperus*. Установлена последовательность пыления видов под рода *sabina* (*J. sabina*, *J. virginiana*, *J. chinensis*) и под рода *Juniperus* (*J. communis*, *J. rigida*).

Показаны особенности улавливания пыльцы мегастробилами (в частности, обилие секретирующих семязачатков в дождливую погоду). Прослежены изменения семенной кожуры и зародыша при созревании семян.

ОТНОШЕНИЕ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ К НЕБЛАГО- ПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Решающее значение для успеха интродукции древесных растений в наших широтах имеет приспособленность интродуцентов к термическим условиям, особенно зимнего периода.

Резкие суточные колебания температуры в зимне-весенний период вызывает солнечный ожог, особенно у видов, растущих в природных условиях под пологом деревьев. *Juniperus communis* L., являясь подлесочным растением, в солитерных посадках страдает от солнечных ожогов.

Зимние повреждения (побурение) хвои наблюдалось у *J. chinensis*, *J. virginiana*. Мерой защиты является укрытие на зиму щитами. В укрытии, особенно в малоснежные зимы, нуждаются сеянцы можжевельников, т.к. чаще зимние повреждения наблюдаются на молодых, чем на взрослых растениях.

Важным абиотическим фактором является избыток воды. Можжевельники - малотребовательные к влажности почвы растения. Более ксерофильными являются можжевельники подрода *Sabina* по сравнению с видами подрода *Juniperus*.

К неблагоприятным факторам среды относятся и биотические, в частности различные патогенные организмы. Поэтому вопрос об устойчивости можжевельников к энтомовам и поражению патогенными грибами заслуживает внимания.

В дендрарии ЦБС АН Б нами обнаружены в сильной степени поврежденные корневой губкой растения *J. communis* L., в слабой степени - *J. virginiana*. Незначительные повреждения ржавчинным грибом найдены на *J. communis* L. У *J. sabina* повреждаемость ржавчинным грибом в 2 раза больше по сравнению с *J. communis*. Можжевельник обыкновенный в значительной мере повреждается паутинным клещом, паденицей можжевельниковой.

Своевременность обнаружения повреждения растений и принятие необходимых мер борьбы с патогенными грибами и фитофагами помогает сохранить эстетическую ценность насаждений, предотвратить материальный ущерб.

В сильной степени страдает от энтомовазителей можжевельник обыкновенный, патогенными грибами поражается можжевельник казацкий, слабо повреждается можжевельник виргинский. На ос-

тальных видах можжевельника признаков повреждения не обнаружено. Таким образом, можжевельники являются относительно устойчивыми к вредителям и болезням растениями.

По способности переносить отрицательные температуры (до -30°C) *J. virginiana*, *J. chinensis* можно использовать для зеленого строительства в Брестской, Гомельской, южных частях Минской, Гродненской и Могилевской областей. На севере указанных областей и Витебской области названные можжевельники нуждаются зимой в укрытии щитами.

РЕАКЦИЯ АССИМИЛЯЦИОННЫХ ОРГАНОВ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ НА СТРЕССОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ДИОКСИДОМ СЕРЫ

Прежде, чем рекомендовать то или иное растение для зеленого строительства, необходимо знать способность его произрастать при воздействии промышленных токсических соединений, не снижая существенно рост, долговечность и сохраняя декоративные качества и способность к размножению.

Нами исследовалась реакция ассимиляционных органов *Juniperus* на наиболее распространенный поллитант, сильно действующий на растения, — SO_2 .

Результаты визуального учета повреждений после летней фумигации приведены в таблице I.

Для биохимических исследований отобраны виды и формы, внешне не проявившие признаков повреждений ассимиляционного аппарата, т.е. с пониженной к токсическому газу чувствительностью хвоя и побегов в модельных опытах с искусственной обработкой SO_2 . Это *J. chinensis*, *J. ascarulorum*, *J. sabina* f. *tamariscifolia*, *J. sabina* 'supressifolia'.

По показателям содержания хлорофиллов а и в не наблюдается угнетающего действия SO_2 на одно- и двухлетнюю хвою и побеги у *J. sabina* f. *tamariscifolia*.

В фонде каротиноидов протекают процессы торможения биосинтеза желтых пигментов, более интенсивно в однолетней хвое и побегах. На 3-й и 30-й дни после обработки SO_2 в однолетней хвое и побегах происходит аккумуляция β -каротина. В двухлетней хвое и побегах действие диоксида серы имеет следствием глубокое нарушение накопления β -каротина. Разница между опытными и контрольными образцами довольно существенна (рис. 2 В).

Внешние признаки повреждений ассимиляционного аппарата можжевельников

Вид (форма)	Признаки повреждений после обработки SO_2	
	На 3-й день	На 30-й день
<i>J. rigida</i>	Видимых повреждений однолетней хвои не обнаружено Двухлетняя хвоя легко опадает при прикосновении	Двухлетняя хвоя опала
<i>J. turkestanica</i>	Пожелтение верхушечных вегетативных почек	Частичное восстановление цвета верхушечных вегетативных почек
<i>J. horizontalis</i>	Верхушечный однолетний побег на 2,5-3,0 см полностью засохший, серого цвета. Остальная часть ветви без видимых повреждений	Обработанная ветвь по всей длине сухая, капли дождя не удерживаются, скатываются. Контрольные ветви синие, серебристые, с каплями дождя
<i>J. squamata</i> 'Meyeri'	Видимых повреждений нет	Верхушки хвои на побегах 2-го порядка желто-коричневые

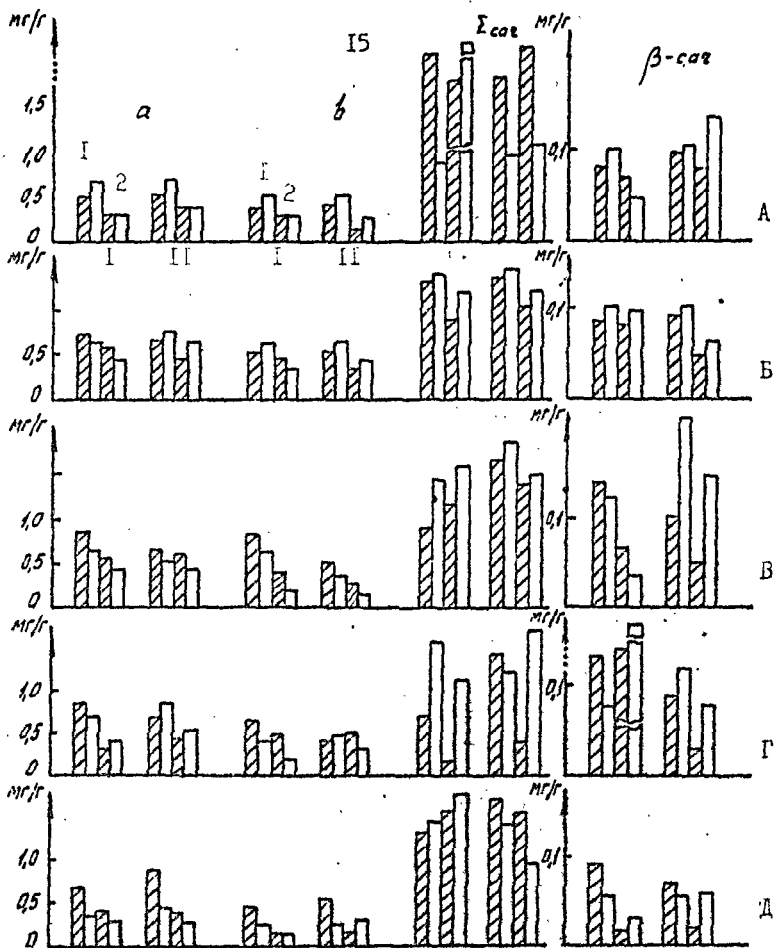


Рис. 2. Содержание зеленых (хлорофилл *a*, хлорофилл *b*) и желтых (Σcar - фонд каротиноидов, $\beta-car$ - β -каротин) пигментов в однолетней (I) и двухлетней (II) хвое и побегах можжевельников на 3-й (I) и 30-й (2) дни после летней фумигации. А - *J. chinensis* ♀, Б - *J. chinensis* ♂, В - *J. sabinа f. tamariacifolia*, Г - *J. sabinа 'supressifolia'*, Д - *J. ascorolotum*.

▨ - опыт, □ - контроль.

Виды и формы рода *Juniperus* по-разному относятся к действию диоксида серы, который является основным компонентом промышленных выбросов и имеет не только региональное, но и глобальное распространение. Впервые это различие обнаружено для мужских и женских растений. Все жизненно важные процессы, протекающие в мужских и женских растительных организмах, влияют на газочувствительность. Так, в летний период ресурсы женских растений направлены на образование и развитие семян. У мужских растений микростробилы, выполнив свою основную функцию в опылении, опади. Летом хлорофилловый фонд однолетней хвои и побегов мужских экземпляров *J. chinensis* оказался менее чувствительным к токсиканту, чем у женских особей. Что касается фонда каротиноидов, то реакция обратная. Осенью мужские растения проявили большую чувствительность к SO_2 , чем женские. Такая же закономерность была обнаружена у мужских и женских особей *J. virginiana*. При осенней перестройке фотосинтетический аппарат у женских экземпляров оказался более лабильным, чем у мужских. Очевидна взаимосвязь газочувствительности можжевельников с их сезонным циклом развития.

Результаты биохимического анализа проб хвои и побегов формы можжевельника после осенней фунигации показали, что *J. virginiana* 'Glausa' менее чувствительна к действию токсического газа, чем формы 'Hetzii', *J. x media* 'Hetzii' менее чувствительна, чем *J. chinensis* 'Hetzii'.

Из двух испытанных форм можжевельника казацкого:

J. sabina f. *tamariscifolia*, *J. sabina* 'Cupressifolia' - менее чувствительной к действию диоксида серы проявила себя *J. sabina* f. *tamariscifolia*.

На основе анализа пигментного фонда хвои и побегов в летний и осенний периоды виды и формы можжевельника можно расположить в ряд по мере возрастания чувствительности к SO_2 :
J. scopulorum, *J. sabina* f. *tamariscifolia*, *J. chinensis* ♀,
J. sabina 'Cupressifolia', *J. chinensis* ♂.

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ ЧЕРЕНКОВАНИЕМ

То, что в массовом озеленении населенных пунктов Беларуси

можжевельники распространены не очень широко, объясняется недостатком посадочного материала. Вследствие трудностей семенного размножения в наших условиях применяется вегетативное, в частности - черенкование.

Вопросам размножения можжевельников, выращивания саженцев посвящен ряд работ (Панова, 1985; Шкутко, Антонюк, 1988; Антонюк, 1991; Кожевникова, 1991). Однако рассмотрение первоначального этапа - черенкования и условий укоренения - освещено недостаточно.

Нами ставилась задача изучения влияния пола можжевельников на укореняемость черенков, а также выбора лучшего субстрата и стимулятора для регенерации придаточных корней черенков различных видов можжевельника.

Установлено, что в целом укореняемость женских особей *J. communis*, *J. rigida*, *J. sabina*, *J. virginiana*, *J. chinensis* 71,4%, мужских - 69,9%.

По длине и числу корней лучше развита корневая система у женских особей по сравнению с мужскими (табл. 2). Следовательно, для озеленения лучше заготавливать черенки с женских особей можжевельников.

В субстратах перлит и песок вследствие отсутствия элементов питания образуются ломкие корни, в основном I-го порядка. Поэтому не следует использовать эти субстраты, хотя на них у черенков и образуется большая масса корней (рис. 3). Субстрат торф:песок (1:2) способствует каллусообразованию. В субстрате торф:песок (1:1) образуется разветвленная корневая система (корни I-3 порядка). В дальнейшем при пересадке приживаемость укорененных в таком субстрате черенков высокая.

Таким образом, лучшим субстратом для укоренения черенков можжевельника по сравнению с другими испытанными нами субстратами является смесь торфа с песком (1:1). Рекомендуем заготавливать черенки с женских растений можжевельника. В качестве стимуляторов наряду с гетероауксином (200 мг-л. Обработка 16-18 часов) корнеобразование черенков можжевельника стимулирует оксигумат (0,05% раствор. Обработка 4 часа). Гидрогуматом можно обрабатывать черенки *J. communis*, *J. squamata* 'Meureri' при укоренении в торфе с песком (1:1).

Таблица 2

Развитие корневой системы черенков можжевельников (стимулятор - гетероауксин)

Вид, пол	Средняя длина корней, см/ Среднее число корней, шт					Максимальное значение длины корней, см/числа, шт
	1 порядка	2 порядка	3 порядка	4 порядка	5 порядка	
<i>J. communis</i>	<u>102,0+0,66</u>	<u>383,4+0,97</u>	<u>373,2+0,81</u>	<u>60,7+0,32</u>	<u>3,1+0,32</u>	<u>2095,7</u>
♀	<u>10,5+0,55</u>	<u>133,5+0,72</u>	<u>338,2+1,58</u>	<u>101,6+0,60</u>	<u>9,3+0,38</u>	<u>1323</u>
<i>J. rigida</i>	<u>29,0+0,71</u>	<u>60,6+0,28</u>	<u>15,3+0,39</u>			<u>235,4</u>
♀	<u>3,2+0,25</u>	<u>33,4+0,28</u>	<u>17,5+0,38</u>			<u>134</u>
<i>J. rigida</i>	<u>19,0+0,65</u>	<u>42,8+0,40</u>	<u>12,1+0,50</u>			<u>101,3</u>
♂	<u>4,0+0,48</u>	<u>22,0+1,18</u>	<u>19,5+0,50</u>			<u>51</u>
<i>J. sabina</i>	<u>73,3+0,54</u>	<u>353,3+0,84</u>	<u>272,2+0,78</u>	<u>33,6+1,02</u>		<u>1038,2</u>
♀	<u>6,1+0,42</u>	<u>153,5+0,68</u>	<u>382,8+0,89</u>	<u>70,7+0,35</u>		<u>865</u>
<i>J. virginiana</i>	<u>41,9+0,98</u>	<u>160,3+0,84</u>	<u>123,1+0,82</u>			<u>309,5</u>
♀	<u>3,3+0,57</u>	<u>59,5+0,63</u>	<u>206,4+0,28</u>			<u>265</u>
<i>J. virginiana</i>	<u>29,4+0,60</u>	<u>46,0+0,33</u>	<u>18,1+0,28</u>			<u>244,0</u>
♂	<u>2,7+0,44</u>	<u>21,5+0,43</u>	<u>27,0+0,38</u>			<u>104</u>

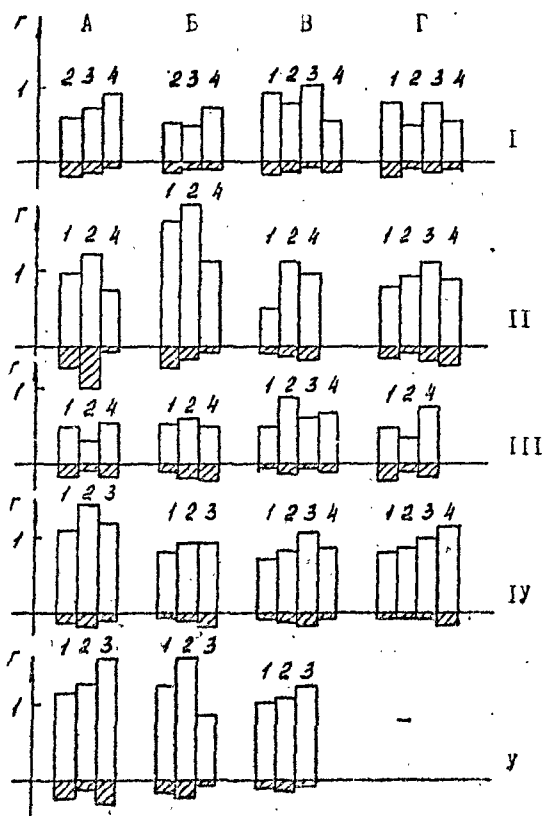


Рис. 3. Соотношение массы надземной и подземной частей черенков: I - *J. somnifera*, II - *J. squamata* 'Meureri', III - *J. davurica*, IV - *J. chinensis*, V - *J. sabina*. Субстраты: А - перлит, Б - песок, В - торф:песок (1:2), Г - торф:песок (1:1). Стимуляторы: 1 - оксигумат, 2 - ПАБК, 3 - гидрогумат, 4 - контроль.

□ - надземная и ▨ - подземная части.

Высокой регенерационной способностью обладают *J. davurica*, *J. squamata* 'Meureri', имеющие много корневых зачатков на побегах. Несмотря на невысокую укореняемость при обработке гетероауксином *J. rigida* (50%) и поскольку это редкое, сокращающееся ареал, подлежащее полной охране растений, опыт его вегетативного размножения представляет определенный интерес.

ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

В условиях Беларуси древесина можжевельников применяется для изготовления поделок, шишки - в качестве приправы к пище, хвоя, шишки, древесина - для копчения мясных изделий, окуривания бочек для квашения, соления овощей. Неоспоримо использование можжевельников в медицине и ветеринарии.

Проведенное нами сравнительное исследование фитонцидности *Juniperus* показало, что развитие колоний *Escherichia coli* в чашках Петри с чешуйчатой хвоей *J. chinensis* в 0,8 раза меньше, чем в чашках с игольчатой хвоей *J. chinensis*. Установлено подавление развития колоний *Escherichia coli* во всех чашках Петри с хвоей можжевельников по сравнению с контролем. Виды можжевельника отличаются высокой фитонцидной активностью, которая повышается с возрастом растения. В чашках с игольчатой хвоей можжевельников (*J. communis*, *J. rigida*, *J. davurica*, *J. squamata* 'Meureri') колоний насчитывается в 1,1 раза меньше, с чешуйчатой хвоей (*J. sabina*, *J. scopulorum*, *J. virginiana*, *J. chinensis*) - в 1,6 раза меньше, чем в контроле. Существенных различий фитонцидной активности между видами не обнаружено.

Виды рода *Juniperus* находят широкое применение в хозяйственной деятельности человека, оптимизируют биосферу выделениями аэрофилов, обогащают воздух кислородом в течение всего года, положительно влияют на развитие эдаффона, обладая высоким декоративным эффектом из-за многообразия форм кроны и окраски хвои, перспективны для озеленения. Наши исследования по высокой фитонцидной активности можжевельников позволяют рекомендовать для Беларуси не только *J. sabina*, *J. virginiana*, *J. chinensis*, но и *J. scopulorum*, *J. davurica*, *J. squamata* 'Meureri'. Заслуживают внимания такие интересные в декоративном отноше-

нии растения, как *J. scopulorum* 'Sky Rocket' со строго узкопирамидальной кроной, *J. virginiana* 'Glauca', *J. x media* 'Net-zil' с необычной окраской хвои от сине-серой до серовато-голубой.

ВЫВОДЫ

1. Коллекция рода *Juniperus* L. в ЦБС АН Б насчитывает 14 видов, 24 формы и разновидности *Juniperus* (список см. на с. 5).

В результате наших исследований коллекция пополнилась на 3 вида (*J. occidentalis*, *J. pseudosabina*, *J. sibirica*) 27 образцов разного географического происхождения (от Алма-Аты до Уссурийска). Размножены наиболее декоративные образцы местной репродукции в количестве 32 штук.

2. Женские растения отличаются большей глубиной покоя, чем мужские. Тем самым возможные оттепели зимой не вызывают активизацию ростовых процессов у женских особей, что при дальнейшем понижении температуры может привести к гибели растения, а вместе с ним семязачатков и семян. Эволюционно выработалась и наследственно закрепилась основная функция женских растений в продолжении и сохранении рода, в данном конкретном случае — более глубоком (по сравнению с мужскими особями) покое.

3. Обилие в дождливую погоду секретизирующих семязачатков увеличивает поверхность для сбора пыльцы у ветроопыляемых можжевельников. Вода играет уже не прямую, а косвенную роль в опылении, т.е. все-таки еще имеет, хотя и не главное, значение в половом размножении. Наблюдаемое явление подтверждает единство и филогенетическое родство споровых и голосеменных растений. Хотя половое размножение у семенных растений не зависит от воды, тем не менее в эволюционном аспекте опыление у голосеменных (на примере можжевельников) можно рассматривать как один из промежуточных этапов при переходе от полового размножения в водной среде у низших растений к независимости от нее у высших.

4. Мужские и женские растения различно относятся к действию диоксида серы: мужские особи более чувствительны к загрязнению, чем женские, что еще раз подтверждает более высокие адаптационные возможности женских особей по сравнению с муж-

скими.

Изученные виды и формы можжевельников по мере возрастания чувствительности к SO_2 располагаются следующим образом:

J. scopulorum, *J. sabina* f. *tamariscifolia*, *J. chinensis* ♀, *J. sabina* 'supressifolia', *J. chinensis* ♂

При использовании можжевельников в городских условиях следует учитывать уровень толерантности *Juniperus* к диоксиду серы.

5. Оптимальный режим укоренения черенков можжевельника с применением биологически активных препаратов на основе торфа следующий: 0,05% раствор оксигумата при экспозиции 4 часа. Субстрат - смесь торфа с песком в отношении 1:1.

6. Существенных различий фитонцидной активности между видами не обнаружено.

7. Перспективными для зеленого строительства Беларуси по своим биоэкологическим и декоративным свойствам можно считать виды и формы: *J. scopulorum*, *J. sabina* f. *tamariscifolia*, *J. chinensis*, *J. virginiana* 'Glausa', для оформления каменистых горок - *J. davurica*, *J. horizontalis*, *J. squamata* 'Meureri'.

8. Дальнейшая интродукция можжевельников в Беларусь перспективна из подрода *sabina* как более эволюционно молодого (по сравнению с подродом *Juniperus*) и вследствие этого более физиологически пластичного.

Автор выражает благодарность сотрудникам отдела дендрологии ГЕС РАН за ценные критические замечания по содержанию рукописи, сотрудникам лаборатории дендрологии Саласпилсского ботанического сада АН Латвии за помощь в уточнении таксономического состава можжевельников, сотрудникам лаборатории фитопатогенных организмов ЦЕС и Института зоологии АН Б за консультации по определению вредителей и болезней *Juniperus*, всем коллегам, принимавшим участие в обсуждении результатов исследований.

СПИСОК ПЕЧАТНЫХ РАБОТ

1. Антонова Е.В. Органография семян можжевельников и особенности их естественного распространения // Тезисы "Вторые научные чтения памяти Р.Е.Лавиной". - Удьяновск, 1993.
2. Антонова Е.В. Рекомендации по вегетативному размножению можжевельников в условиях Беларуси. - Минск, 1992. - 12 с.
3. Антонова Е.В. Развитие стробиллов и процесс опыления у можжевельников в Беларуси // Весці АН Б. Сэр. біял. н. (в печати).
4. Антонова Е.В. Зимний покой можжевельников в Беларуси // Весці АН Б. Сэр. біял. н. (в печати).
5. Гаранович И.И., Антонова Е.В. Особенности черенкования можжевельников в Беларуси // Лесное хозяйство (в печати).
6. Гетко Н.В., Антонова Е.В. Изменения в пигментном фонде хвои можжевельников под действием диоксида серы // Весці АН Б. Сэр. біял. н. - 1993, № I, с. 5-11.

