

Т.С. Седельникова¹, А.В. Пименов¹, А.Н. Ташев², Т.Т. Ефремова¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук

²Лесотехнический университет, Республика Болгария

ЧИСЛА ХРОМОСОМ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ И АВТОХТОННЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА *CUPRESSACEAE*

Проведено исследование чисел хромосом у автохтонных и интродуцированных видов семейства *Cupressaceae*. Показано, что процесс интродукции у них сопровождается изменчивостью хромосомных чисел (миксоплоидией). Декоративные формы и сорта видов *Cupressaceae* также характеризуются вариабельностью чисел хромосом. В автохтонных популяциях видов *Cupressaceae* отклонений числа хромосом от нормального не обнаружено.

Введение

Хвойные насаждения, сформированные с участием видов семейства кипарисовые (*Cupressaceae* Gray), имеют высокое оздоровительное, рекреационное и эстетическое значение. Многие виды и сорта кипарисовых отличаются декоративностью и успешно интродуцируются в различных географических регионах [1]. Определение числа хромосом, как одного из диагностических признаков вида, представляет значительный интерес для разработки научных основ селекции и интродукции представителей данной группы растений. Изменчивость числа хромосом (полиплоидия, миксоплоидия, анеуплоидия) рассматривается как один из факторов эволюции хвойных растений [7]. Миксоплоидия связывается с устойчивостью различных видов хвойных к стрессовым условиям среды [5,6]. Предполагается, что онтогенетические вариации числа хромосом в соматических клетках растений могут увеличивать их адаптивный потенциал, поскольку сочетание клеток разной пloidности повышает изменчивость генома [2].

В настоящем сообщении приводятся данные сравнительного исследования хромосомных чисел у видов семейства *Cupressaceae*, произрастающих в условиях интродукции в дендрариях, парках, городских скверах, а также в естественных экотопах.

Материал и методика исследований

Для анализа числа хромосом проростки семян обрабатывали 1%-м р-ром колхицина в течение

4–6 ч., фиксировали спиртово-уксусной смесью (3:1). Окраску материала производили 1%-м р-ром ацетогематоксилина. Приготовление давленных препаратов осуществляли по стандартной для хвойных методике. Препараты просматривали под микроскопом Axiostar plus (Carl Zeiss), с использованием системы формирования изображений AxioVision. Подсчет числа хромосом производился в метафазных клетках с полным набором и хорошим разбросом хромосом. Клетки фотографировали в иммерсионной системе.

Результаты исследований и их обсуждение

Изучен вид рода *Thuja* L. (туя) — туя восточная, или биота (*Thuja orientalis* L., syn. *Biota orientalis* (L.) Endl., syn. *Platyclusus orientalis* (L.) Franco), интродуцированный из Восточной Азии. Сбор семян производился с растений, представленных различными морфологическими формами по строению кроны, в парковых насаждениях и дендрариях следующих регионов: г. Ессентуки, парк «Лечебный» (Россия, Ставропольский край); г. Анапа, парковые посадки (Россия, Краснодарский край); г. Калач-на-Дону, парковые посадки (Россия, Волгоградская область); пос. Пятигорск, парковые посадки (Россия, Волгоградская область); г. Чолпон-Ата, дендрарий «Долинка» (Кыргызстан); г. София, квартал «Симеоново», подножие горного массива Витоша (высота около 800 м над ур. м.), парковые посадки (Болгария); горный массив Рила (высота около 600 м над ур. м.),

посадки на территории лесхоза «Рильский монастырь» (Болгария).

В диплоидном наборе туи восточной содержится 22 хромосомы ($2n = 22$). Миксоплоидия ($2n = 19, 22, 44; 2n = 22, 24, 33; 2n = 22, 33; 2n = 22, 33, 44$) выявлена в семенном потомстве деревьев, произрастающих в Волгоградской области, Кыргызстане, Болгарии. При этом установлено, что у туи восточной миксоплоиды встречаются с очень высокой частотой — до 100% исследуемых проростков в образцах семян из Болгарии имели переменное число хромосом. В отдельных клетках туи восточной были выявлены хромосомные нарушения — мультядрышковые клетки, фрагментация хромосом (рис.). Проведено исследование двух видов рода *Cupressus* L. (кипарис) — кипариса арizonского

(*Cupressus arizonica* Greene), интродуцированного из Северной Америки (штаты Аризона, Калифорния, Нью-Мексико) и кипариса вечнозеленого (*Cupressus sempervirens* L.), интродуцированного из Малой Азии. Оба исследованных вида произрастают в Болгарии. Для анализа хромосомных чисел у кипариса арizonского использовались образцы семян, собранных с деревьев, имеющих пирамидальную форму кроны, в дендрарии Лесотехнического университета г. София. В диплоидном наборе кипариса арizonского имеется 22 хромосомы ($2n = 22$). В семенном потомстве исследованных деревьев найдена миксоплоидия ($2n = 22, 33, 44$), а также перестройки, представляющие собой отдельные хроматиновые фрагменты (рис.).

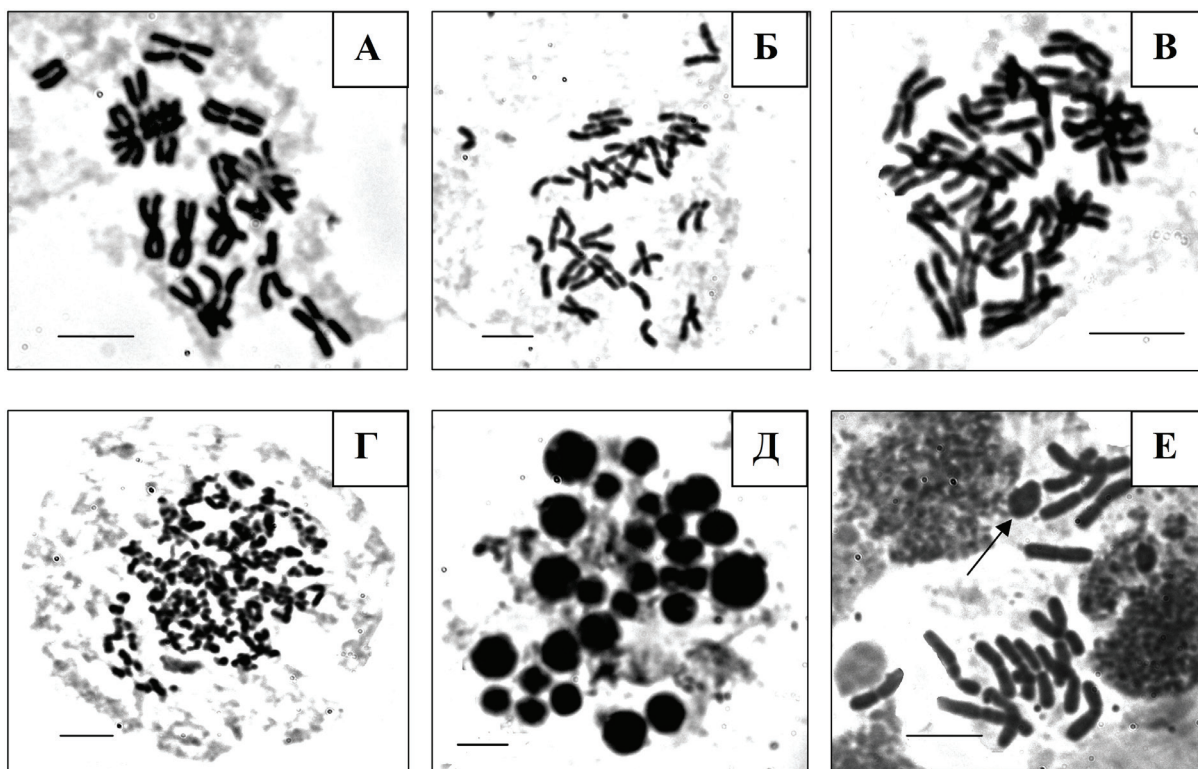


Рис. Метафазные пластинки *Thuja orientalis*. а — $2n = 33$ (Болгария, г. София); б — $2n = 44$ (Болгария, г. София); в — $2n = 44$ (Болгария, горный массив Рила); г — фрагментация хромосом (Болгария, г. София); д — мультядрышковая клетка (Болгария, горный массив Рила). Часть метафазной пластинки *Cupressus arizonica*. е — хроматиновый фрагмент, указан стрелкой (Болгария, г. София). Окраска ацетогематоксилином. Масштабная линейка — 20 мкм.

У кипариса вечнозеленого число хромосом определялось у деревьев с пирамидальной формой кроны

в искусственном насаждении в горном массиве Рила (высота около 600 м над ур. м.) в лесном хозяйстве

«Благоевград»; а также в Западных Родопях (высота около 350 м над ур. м.) в дендрарии с. Бегово. Диплоидный набор кипариса вечнозеленого содержит 22 хромосомы ($2n = 22$), отклонений от нормального числа хромосом не было выявлено.

В Болгарии исследован еще один представитель семейства кипарисовые из рода *Chamaecyparis* Spach (кипарисовик) — кипарисовик Лаусона (*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl.), интродуцированный из Северной Америки. Семена собраны с деревьев, использованных для озеленения приусадебных участков, в окрестностях с. Петково в Родопских горах (высота около 1000 м над ур. м.); в искусственных насаждениях на территории лесхоза «Осогово», г. Кюстендип и лесхоза «Руселка», г. Априлци; в городском сквере в окрестностях г. Благоевград (высота около 400 м над ур. м.). Диплоидный набор кипарисовика Лаусона включает 22 хромосомы ($2n=22$). В семенном потомстве изученных деревьев также обнаружена миксоплоидия ($2n=22, 44; 22, 26$).

Известно, что спорадически возникающие в популяциях хвойных особи с нарушениями числа хромосом обеспечивают генетический материал для возникновения новых форм, рас и даже видов. В результате селекционной работы также появляются растения, которые имеют измененное число хромосом. Так, в семействе Cupressaceae у декоративных форм туи гигантской (*T. gigantea* Nutt. var. *gracilis* Beissn., syn. *T. plicata* var. *gracilis* Oud.) найдены гаплоидные деревья ($2n=11$), а также химерные особи [4].

Установлено, что декоративные формы многих других видов семейства Cupressaceae, представляющие собой расы или сорта и демонстрирующие широкий спектр окраски хвои и форм кроны, являются полиплоидами (в том числе возникшими в результате гибридизации). В частности, у представителей семейства Cupressaceae из рода можжевельник (*Juniperus* L.) найдено несколько полиплоидных видов и рас [4,7]. Например, такие расы можжевельника китайского (*Juniperus chinensis* L.), как *J. chinensis* var. *jacobiana* Beiss., var. *kaizuka* Hort., var. *procumbens* Endl. являются тетраплоидами (Nagano et al., 2000). Искусственно полученные сорта *J. chinensis* — 'Alba', 'Armstrongii', 'Blue Cloud', 'Helzii', 'Old gold' и др. представляют собой триплоиды или тетраплоиды [5]. По данным, приведенным М. R. Ahuja (2005), выращенный в одном

из питомников Германии сорт можжевельника с широко раскидистыми ветвями, названный в честь селекционера Вильгельма Фитцера 'Pfitzeriana', является тетраплоидом ($2n=44$), который появился в результате гибридизации двух видов — *Juniperus chinensis* × *Juniperus sabina* L., что подтверждено молекулярно-генетическим методом анализа [7].

В то же время, в автохтонных популяциях видов семейства Cupressaceae, произрастающих в пределах видовых ареалов, нарушений числа хромосом у растений не обнаружено. Например, в популяциях можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.), произрастающих в болотных экотопах Западной Сибири, можно наблюдать разнообразие морфотипов, представленных стелющимися, колонновидными и другими формами растений. Однако нарушений числа хромосом у особей в болотных популяциях можжевельника обыкновенного не выявлено [3]. Нормальным числом хромосом ($2n=22$) характеризуется также диплоидный набор можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsd.), произрастающего в Болгарии [8].

Выводы

1. У видов семейства Cupressaceae процесс интродукции сопровождается изменчивостью и нестабильностью числа хромосом (миксоплоидией), что, вероятно, является следствием акклиматизации растений и может иметь адаптивное значение.

2. Декоративные формы и сорта видов семейства Cupressaceae характеризуются вариабельностью числа хромосом.

3. В автохтонных популяциях видов семейства Cupressaceae, произрастающих в пределах ареалов, отклонений числа хромосом от нормального не обнаружено.

4. Изменчивость хромосомных чисел является важным критерием, который необходимо учитывать при осуществлении мероприятий по интродукции видов семейства Cupressaceae и селекционной работе с ними.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН № 30 «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 69, гранта РФФИ № 11-04-00063а.

Перечень ссылок

1. Захаренко Г. С. Биологические основы интродукции и культуры видов рода кипарис

- (*Cupressus* L.) / Г. С. Захаренко // К.: Аграрна наука, 2006. — 256 с.
2. Кунах В. А. Пластичность генома соматических клеток и адаптивность растений / В. А. Кунах // Молекулярная и прикладная генетика. — 2011. — Т. 12. — С. 7–14.
 3. Михеева Н. А. Характеристика кариотипа можжевельника обыкновенного / Н. А. Михеева, Е. Н. Муратова, С. П. Ефремов // Лесоведение. — 2005. — № 3. — С. 72–76.
 4. Муратова Е. Н. Полиплоидия, анеуплоидия и гаплоидия у голосеменных растений / Е. Н. Муратова, М. В. Круклис // Цитология и генетика — 1982. — № 6. — С. 56–66.
 5. Муратова Е. Н. Хромосомные числа голосеменных растений / Е. Н. Муратова, М. В. Круклис. — Новосибирск, 1988. — 117 с.
 6. Седельникова Т. С. Изменчивость хромосомных чисел голосеменных растений / Т. С. Седельникова, Е. Н. Муратова, А. В. Пименов // Успехи современной биологии. — 2010. — Т. 30, № 6. — С. 557–568.
 7. Ahuja M. Raj. Polyploidy in gymnosperms: revisited / M. Raj Ahuja // *Silvae Genetica*. — 2005. — Vol. 54, № 2. — P. 59–69.
 8. Ivanova D. Chromosome numbers of some woody species from the Bulgarian flora / D. Ivanova, V. Vladimirov // *Phytologia Balcanica*. — 2007. — Vol. 13. — № 2. — P. 205–207.
 9. Nagano K. Karyomorphological study of *Juniperus chinensis* / K. Nagano, T. Umeda, Y. Toda // *Cytogenetic Studies of Forest Trees and Shrubs — Review, Present Status, and Outlook on the Future: Proc. 2nd IUFRO Cytogenetics Working Party S2.04–08 Symp.* — Graz, 2000. — P. 143–159.

Рекомендував до друку Грабовий В. М.

ЧИСЛА ХРОМОСОМ ІНТРОДУКОВАНИХ І АВТОХТОННИХ ВИДІВ РОДИНИ *CUPRESSACEAE*

Т. С. Седельникова¹, А. В. Піменов¹, А. Н. Ташев², Т. Т. Ефремова¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт леса им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Российская Федерация

²Лесотехнический университет, Республика Болгария

Проведено дослідження чисел хромосом у автохтонних та інтродукованих видів родини *Cupressaceae*. Показано, що процес інтродукції у них супроводжується мінливістю хромосомних чисел (міксоплоїдією). Крім цього декоративні форми і сорти видів *Cupressaceae* характеризуються варіабельністю чисел хромосом. У автохтонних популяціях видів *Cupressaceae* відхилення від нормального числа хромосом не виявлено.

OF CHROMOSOME NUMBERS OF INTRODUCED AND AUTOCHTHONOUS SPECIES OF *CUPRESSACEAE* FAMILY

T. S. Sedelnykova, A. V. Pimenov, A. N. Tashev, T. T. Efremov

Studies of chromosome numbers of the species of *Cupressaceae* family growing in arboretums and parks were performed. It is shown that the process of introduction accompanied by the variability in their of chromosome numbers (mixoploidy). Decorative forms and varieties of *Cupressaceae* species are also characterized by the variability of chromosome numbers. In autochthonous populations of the species of *Cupressaceae* family deviations from the normal number of chromosomes were not found.