

P. pinaster Ait (= *P. maritima* Poir.), $2n = 24$, миксоплоиды ($2n = 24, 36$), Чешская Республика, г. Пльзень, дендрарий «Софронка» (интродукция из Сербии), 2005, Янковска.

P. ponderosa Laws., $2n = 24$, Кыргызская Республика, Восточное Прииссык-кулье, Аксуйское лесное опытное хозяйство ИЛиО НАН КР, пос. Теплоключенка, 2006, Онучин.

P. strobiformis Engelm., $2n = 24$, Чешская Республика, г. Пльзень, дендрарий «Софронка» (интродукция из Грин Ли, Аризона, США), 2005, Янковска.

P. sylvestris L. $2n = 24$, миксоплоиды ($2n = 24, 48$), Российская Федерация, Ставропольский край, г. Ессентуки, парк Победы. 2006. Седельникова; $2n = 24$, Чешская Республика, окр. пос. Прзимда; $2n = 24$, Чешская Республика, окр. г. Краслице, 2005, Канак; $2n = 24$, Чешская Республика, окр. г. Дечин, 2005, Канак; $2n = 24$, миксоплоиды ($2n = 24, 48$), Чешская Республика, окр. пос. Доупов-Валек, 2005, Канак.

P. uncinata Mill. ex Mirb., миксоплоиды ($2n = 24, 25$), ($2n = 24, 48$), ($2n = 24, 25, 48$), Чешская Республика, г. Пльзень, дендрарий «Софронка» (интродукция из Ла Кабанезе, Пиренеи, Испания), 2005, Янковска.

Образцы сборов хранятся в Гербарии Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований-БРФФИ (06-04-81026).

SUMMARY

Chromosome numbers of representatives of *Cupressaceae* (*Thuja orientalis* L.) and *Pinaceae* (*Picea abies* (L.) Karst., *Pinus contorta* Dougl. ex Loud. × *Pinus banksiana* Lamb., *Pinus monticola* Dougl. ex D. Don., *P. mugo* Turra, *P. peuce* Griseb., *P. pinaster* Ait, *P. ponderosa* Laws., *P. strobiformis* Engelm., *P. sylvestris* L., *P. uncinata* Mill. ex Mirb.) in arboretums and recreation parks of Russia, Czech, Kyrgyzstan, France are given.

УДК 582.892 : 576.316.7 (571.63)

Бот. журн., 2008 г., т. 93. № 1

© Л. С. Лауве, О. Л. Бурундукова, Т. И. Музарок, Ю. Н. Журавлев

ЧИСЛА ХРОМОСОМ ЖЕНЬШЕНЯ *PANAX GINSENG* (*ARALIACEAE*)

L. S. LAUVE, O. L. BURUNDUKOVA, T. I. MUZAROK, YU. N. ZHURAVLEV.
CHROMOSOME NUMBERS OF *PANAX GINSENG* (*ARALIACEAE*)

Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения РАН, Лаборатория биотехнологии
690022 Владивосток, пр. 100 лет Владивостоку, 159
E-mail: burundukova@ibss.dvo.ru

Поступила 14.06.2006

Окончательный вариант получен 13.03.2007

Приведены новые данные о числах хромосом для *Panax ginseng*. У образцов из коллекционного питомника выявлено новое хромосомное число $2n = 24$.

Ключевые слова: *Panax ginseng*, *Araliaceae*, числа хромосом, Приморский край, российский Дальний Восток.

Числа хромосом определяли у вегетирующих растений из коллекционного питомника биолого-почвенного института Дальневосточного отделения (БПИДВО) РАН, Коллекция сформирована из дикорастущих растений, собранных в различных районах Приморского края в 1996—2004 гг.

Panax ginseng С. А. Мей., $2n = 24$, $2n = 48$, миксоплоиды ($2n = 6, 12, 24, 30, 36, 48$), ($2n = 12, 24, 30, 36, 48, 72$), Приморский край, Хасанский р-н, 1996 $2n = 24$, миксоплоиды ($2n = 6, 12, 24, 48$), Приморский край, Чугуевский р-н, 1996; $2n = 24$, миксоплоиды ($2n = 6, 12, 14, 16, 18, 24, 30, 32, 36, 42, 48, 54$), Приморский край, Чугуевский р-н, 2002; $2n = 24$ миксоплоиды ($2n = 6, 12, 14, 16, 18, 24, 26, 30, 32, 36, 42$), Приморский край, Спасский р-н, 2002; $2n = 24$, миксоплоиды ($2n = 6, 12, 14, 16, 18, 24, 30, 32, 36$), ($2n = 6, 12, 14, 16, 18, 24, 30, 32, 36, 42, 60$), Приморский край, Спасский р-н, 2003; $2n = 24$, миксоплоиды ($2n = 6, 12, 16, 18, 24, 30, 32, 36, 48$), Приморский край, Дальнереченский р-н, 2004.

Женьшень настоящий — редкий исчезающий вид, представитель реликтового сем. *Araliaceae*, облигатный сциофит хвойно-широколиственных лесов Юго-Восточной Азии. Современный ареал женьшеня значительно сократился, природные популяции сохранились, вероятнее всего, только на территории российского Приморья и в Китае в провинциях Дзилиньи Хейлунцзян (Журавлев, Коляда, 1996). По данным кариологических исследований, проведенных в Японии и Китае в 1930—1980-е годы, для *Panax ginseng* известны 2 хромосомных числа: $2n = 44$ (Sugiura, 1936 — цит. по: Yi et al., 2004; Graham, 1966 — цит. по: Yi et al., 2004; Yang, 1981 — цит. по: Yi et al., 2004) и $2n = 48$ (Harn, Whang, 1963 — цит. по: Yi et al., 2004; Cui, 1983 — цит. по: Yi et al., 2004; Index..., 1988, 1996). На российском Дальнем Востоке также были выявлены 2 хромосомных числа: $2n = 44$ (Грушвицкий, 1961) и $2n = 48$ (Гурзенков, Коляда, 1996).

Современные цитогенетические исследования проведены преимущественно на каллусных линиях женьшеня. Число хромосом $2n = 48$ определено у трансформированных штаммов в Корею (Hwang et al., 1993). Каллусные линии, полученные в Лаборатории биотехнологии БПИ ДВО РАН, характеризуются хромосомной вариабельностью от $2n = 6$ до $2n = 96$ и преобладанием клеток с $2n = 48$ (Булгаков и др., 2000; Козыренко и др., 2001). В ходе сравнительных исследований трансгенных штаммов каллусных линий и интактных растений высокая степень хромосомной мозаичности была обнаружена не только у клеточных линий, но и у листьев и корней растений женьшеня, при этом проростки содержали клетки с преобладанием $2n = 48$, а листья взрослых растений — $2n = 24$ (Булгаков и др., 2000). Первоначально число хромосом $2n = 24$ не было оценено как новое, поскольку предполагалось, что различие в уровне пloidности проростков и взрослых растений связано с возрастными изменениями.

Исследования 30 растений из 4 популяций коллекционного питомника, проведенные нами в 2001—2004 гг., показали, что для всех растений характерна высокая хромосомная вариабельность, при этом 40—50 % от общего числа просмотренных метафазных пластинок составляют клетки с числом хромосом $2n = 24$, новым для женьшеня. Данное число характерно как для проростков, так и для взрослых растений.

Кариологическая нестабильность ранее была показана еще у 2 видов рода *Panax* L. У гималайских популяций *P. pseudoginseng* subsp. *himalaicus* Hara было определено число хромосом $2n = 24$ в отличие от $2n = 48$ у *P. pseudoginseng* subsp. *japonicus* Hara, распространенного в Японии (Kurosava, 1966). Современные исследования подтвердили число хромосом $2n = 48$ у *P. japonicus* С. А. Мей на материале из Японии (Nakata et al., 2000), в то время как для разновидностей *P. japonicus*,

распространенных в Китае, известно число хромосом $2n = 24$ (Yang, 1981 — цит. по: Nakata et al., 2000). Однако в современной системе рода прежние разновидности полиморфных видов *P. japonicus* и *P. pseudoginseng* приобрели статус самостоятельных видов, для которых уже характерно стабильное число хромосом: *P. japonicus* C. A. Mey. ($2n = 48$) — эндемичный вид Японских островов; *P. pseudoginseng* Wall. ($2n = 24$) распространен в Гималаях; *P. sinensis* J. Wen ($2n = 24$), *P. bipinnatifidus* Seem. ($2n = 48$), *P. stipuleanatus* Tsai et Feng ($2n = 24$) распространены в Китае (Wen, Zimmer, 1966; Nakata et al., 2000; Wen, 2001; Yi et al., 2004).

Современные исследования филогении рода *Panax* позволяют оценить степень близости *P. ginseng* к другим представителям рода, в том числе и к *P. ginseng* из Приморья (Wen, Zimmer, 1996; Zhu et al., 2003; Lee, Wen, 2004; Артюкова и др., 2005). На филогенетическом древе в кладе *Panax* выделяются 2 устойчивые группы, соответствующие секциями *Panax* и *Pseudoginseng*, подрод *Panax* (Wen, 2001; Артюкова и др., 2005). Сравнение нуклеотидных последовательностей ITS региона ядерной рДНК показало, что образец *P. ginseng* синегорской популяции из Приморья достоверно включился в состав секции *Panax*, был идентичен образцу из Кореи (GenBank, № U41682) и сформировал сестринскую пару с тетраплоидным видом *P. japonicus* C. A. May (GenBank, N U41792) из Японии и общий кластер с тетраплоидным *P. quinquefolius* L (GenBank, N U41687) из Америки (Артюкова и др., 2005). Близкое родство географически удаленных тетраплоидных видов подтверждают и результаты секвенирования хлоропластного trnK и ядерного 18s rRNA генов, что также проявляется в формировании этими видами отдельного кластера «Northern Clade» (Zhu et al., 2003).

Второй круг родства *P. ginseng*, согласно положению видов на филогенетическом древе, формируют оставшиеся представители секции *Panax*. Предполагается, что эта большая группа габитуально сходных видов (прежних разновидностей *P. pseudoginseng* и *P. japonicus*), распространенных в Восточной Азии, является наиболее молодой и активно эволюционирующей в настоящее время (Wen, Zimmer, 1996; Артюкова и др., 2004; Lee, Wen, 2004). К сожалению, данные о числе хромосом известны только для некоторых представителей этой группы: диплоидное ($2n = 24$) для *P. notoginseng* (Burkill) F. H. Chen ex C. H. Chow и *P. sinensis* J. Wen и тетраплоидное ($2n = 48$) для *P. bipinnatifidus* Seem. var. *angustifolius* (Burkill) J. Wen (Yi et al., 2004).

Обособленное — базальное положение на древе клада, объединяющего диплоидные виды *P. pseudoginseng* и *P. stipuleanatus* (подсекции *Pseudoginseng*), свидетельствует о более примитивных позициях этих видов в роде и о значительной филогенетической дистанции между *P. pseudoginseng* и *P. ginseng* (в том числе образца из исследуемой нами синегорской популяции из Приморья) (Wen, Zimmer, 1996; Zhu et al., 2003; Lee, Wen, 2004; Артюкова и др., 2005).

Благодарности

Авторы благодарят Н. С. Пробатову за консультации и предоставленную возможность работы с литературой из личной библиотеки.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке программы Отделений РАН «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами» 04-1-ОБН-034.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Артюкова Е. В., Гончаров А. А., Козыренко М. М. и др. Филогенетические связи в Дальневосточных Аралиевых по результатам сравнения последовательностей ITS региона ядерной рДНК // Генетика. 2005. Т. 41. № 6. С. 8008810.
- Булгаков В. П., Лауве Л. С., Чернодод Г. К. и др. Хромосомная вариабельность клеток женьшеня, трансформированных растительным онкогеном *rolC* // Генетика. 2000. Т. 36. № 2. С. 209—216.
- Грушевицкий И. В. Женьшень: вопросы биологии. Л., 1961. 344 с.
- Гурзенков Н. Н., Коляда А. С. Изучение кариотипа *Panax ginseng* С. А. Meyer (*Araliaceae*) // Биологические исследования на Горнотаежной станции. Уссурийск, 1996. Вып. 3. С. 101—105.
- Журавлев Ю. Н., Коляда А. С. *Araliaceae*: женьшень и другие. Владивосток, 1996. 280 с.
- Козыренко М. М., Артюкова Е. В., Лауве Л. С. и др. Генетическая изменчивость каллусных линий женьшеня *Panax ginseng* // Биотехнология. 2001. № 1. С. 19—26.
- Cui Q. H. Studies on karyotype and Giemsa staining of *Panax ginseng* // Rep. and Abstr. 50th Anniversary of Botanical Society of China. Beijing, 1983. P. 548.
- Graham S. A. The genera of *Araliaceae* in the southeastern United States // J. Arnold. Arbor. 1966. N 47. P. 126—136.
- Harn C., Whang J. Development of female gametophyte of *Panax ginseng* // Korean J. Bot. 1963. N 6. P. 3—6.
- Hwang B., Song J. J., Ko K. M., Kang Y. H. Cytogenetic and histological characteristics of ginseng hairy root transformed by *Agrobacterium rhizogenes* // Korean J. Bot. 1993. N 36. P. 75—81.
- Index to plant chromosome numbers 1984—1985 / Ed. by Goldblatt P. // Monograph. Syst. Bot., Missouri Botanical Garden, USA. 1988. Vol. 23. 264 p.
- Index to plant chromosome numbers 1992—1993 / Ed. by P. Goldblatt and D. E. Johnson. // Monograph. Syst. Bot., Missouri Botanical Garden, USA. 1996. Vol. 58. 276 p.
- Kurosawa S. Cytological studies on some Eastern Himalayan plants / The Flora of Eastern Himalaya. Hara H. (ed.) Univ. Tokyo, 1966. P. 658—670.
- Lee C., Wen J. Phylogeny of *Panax* using chloroplast *trnC-trnD* intergenic region and the utility of *trnC-trnD* in interspecific studies of plants // Mol. Phyl. Evol. 2004. Vol. 31. N 3. P. 894—903.
- Nakata M., Kohda H., Takeuchi M. A chromosome observation on *Panax japonicus* (*Araliaceae*) using conventional orcein staining and fluorescent chromosome banding with CMA and DAPI // Bull. Bot. Gard. Toyama. 2000. N 5. P. 45—51.
- Sugiura T. A list of chromosome numbers in angiospermous plants. II // Proc. Imp. Acad. Tokyo, 1936. Vol. 12. N 5. P. 144—146.
- Wen J. Species diversity, nomenclature, philogeny, biogeography, and classification of the ginseng genus (*Panax* L., *Araliaceae*) // Utilization of biotechnological, genetic and cultural approaches for North American and Asia ginseng improvement. Proceedings of the International ginseng Workshop 2001 (Proc. Int. Ginseng Wp.). Vancouver, 201. P. 69—72.
- Wen J., Zimmer E. A. Phylogeny and biogeography of *Panax* L. (the ginseng genus, *Araliaceae*): inferences from ITS sequences of nuclear ribosomal DNA // Mol. Phyl. Evol. 1996. Vol. 6. N 2. P. 176—177.
- Yang D. Q. The cyto-taxonomic studies on some species of *Panax* L. // Acta Phytotax. Sin. 1981. N 19. P. 298—303.
- Yi T., Lowry P. P., Plunkett G. M., Wen J. Chromosomal evolution in *Araliaceae* and close relatives // Taxon. 2004. Vol. 53. N 4. P. 987—1005.
- Zhu S., Fushimi H., Cai S. Q., Komatsu K. Phylogenetic relationship in the genus *Panax*: inferred from chloroplast *trnK* gene and nuclear 18S rRNA gene sequences // Planta Medica. 2003. Vol. 69. N 7. P. 647—653.

SUMMARY

New data on the chromosome numbers of *Panax ginseng* С. А. Mey are presented. A new chromosome number $2n = 24$ is revealed in specimens from a collection nursery.