

**Национальная академия наук Беларуси  
Центральный ботанический сад**

**Интродукция, сохранение и использование  
биологического разнообразия мировой флоры**

Материалы Международной конференции,  
посвященной 80-летию Центрального ботанического сада  
Национальной академии наук Беларуси  
(19–22 июня 2012 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях  
Часть 2**

**Assessment, Conservation and Sustainable Use  
of Plant Biological Diversity**

Proceedings of the International Conference  
dedicated to 80th anniversary of the Central Botanical Garden  
of the National Academy of Sciences of Belarus  
(June 19–22, 2012, Minsk, Belarus)

**In two parts  
Part 2**

Минск  
2012

УДК 582:581.522.4(082)

ББК 28.5я43

И73

**Редакционная коллегия:**

*Д-р биол. наук В.В. Титок (ответственный редактор);  
д-р биол. наук, академик НАН Беларуси В.Н. Решетников;  
д-р биол. наук, ч.-кор. НАН Беларуси Ж.А. Рупасова;  
д-р биол. наук, чл.-кор. НАН Беларуси Е.А. Сидорович;  
канд. биол. наук Ю.Б. Аношенко; канд. биол. наук А.В. Башилов;  
канд. биол. наук А.А. Веевник; канд. биол. наук И.К. Володько;  
канд. биол. наук И.М. Гаранович; канд. биол. наук Л.В. Гончарова;  
канд. биол. наук А.А. Кузовкова; канд. биол. наук Л.В. Кухарева;  
канд. биол. наук Н.М. Лунина; канд. биол. наук Е.В. Спиридович;  
канд. биол. наук В.И. Торчик; канд. биол. наук О.В. Чижик;  
канд. биол. наук А.Г. Шутова; канд. биол. наук А.П. Яковлев.*

Иллюстрации предоставлены авторами публикаций

И 73 **Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры;** Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. (19–22 июня 2012, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 2 / Нац. акад. Наук Беларуси, Централ. ботан. сад; редкол.: В.В. Титок /и др./, Минск, 2012. – 492 с.

В сборнике представлены материалы Международной конференции «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры», посвященной 80-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси.

В 1-й части публикуются тезисы докладов секций «Теоретические основы и практические результаты интродукции растений» и «Современные направления ландшафтного дизайна и зеленого строительства»

Во 2-й части представлены тезисы докладов секций «Экологическая физиология и биохимия интродуцированных растений», «Генетические и молекулярно-биологические аспекты изучения и использования биоразнообразия растений» и «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира».

**УДК 582:581.522.4(082)**

**ББК 28.5я43**

данном этапе исследования можно лишь утверждать, что применение препаратов на основе зверобоя в рекомендованных дозах способно приводить к внутриклеточному накоплению полифенольных соединений в концентрациях, лежащих в диапазоне величин  $IC_{50}$ , зарегистрированных в настоящей работе. В свою очередь, это может приводить к генотип-зависимому влиянию полифенольных соединений на метаболическую активацию  $17\beta$ -эстрадиола и определять индивидуальную чувствительность к их действию.

#### Список литературы:

1. Lee, A.J., Cai, M.X., Thomas, P.E., Conney, A.H., and Zhu, B.T. *Endocrinology*, 2003, v. 144, p. 3382–3398.
2. Cavalieri, E., Frenkel, K., Liehr, J.G., Rogan, E., and Roy, D. *J. Natl. Cancer. Inst. Monog.*, 2000, v. 27, p. 75–93.
3. Hanna, I.H., Dawling, S., Guengerich, F.P., and Par, F.F. *Cancer. Res.*, 2000, v. 60, p. 3440–3444.
4. Bugano, D.D., Conforti-Froes, N., Yamaguchi, N.H., and Baracat, E.C. *Eur. J. Gynaecol. Oncol.*, 2008, v. 29, p. 313–320.
5. Liehr, J.G., and Roy, D. *Free Radical Biol. Med.*, 2002, v. 8, p. 415–423.
6. Zhu, B.T. *Curr. Drug. Metab.*, v. 3, p. 321–349.
7. Zhu, B.T., and Conney, A.H. *Carcinogenesis*, 1998, v. 19, p. 1–27.
8. Dubey, R.K., Gillespie, D.G., Keller, P.J., Imthurn, B., Zacharia, L.C., and Jackson, E.K. *Hypertension*, 2002, v. 39 (part 2), p. 418–424.
9. Zacharia, L.C., Gogos, J.A., Karayiorgou, M., Jackson, E.K.; Gillespie, D.G., Barchiesi, F., and Dubey, R.K. *Circulation*, 2003, v. 108, p. 2974–2978.
10. Lakhani, N.J., Sarkar, M.A., Venitz, J., and Figg. W.D. *Pharmacotherapy*, 2003, v. 23, p. 165–172.
11. Cizek, M., Iwaniec, U., Goblirsch, M., Vrabec, A., Ruan, M., Clohisey, D.R., Turner, R.R., and Oursler, M.J. *Cancer. Res.*, 2007, v. 67, p. 10106–10111.
12. <http://www.imm.ki.se/CYPalleles/cyp1A1.htm>.
13. Zhou, S.F., Liu, J.P., and Chowbay, B. *Drug. Metab. Rev.*, 2009, v. 41, p. 89–295.
14. Huang, C.S., Chern, H.D., Chang, K.J., Cheng, C.W., Hsu, S.M., and Shen, C.Y. *Cancer. Res.*, 1999, v. 59, p. 4870–4875.
15. Firozi, P.F., Bondy, M.L., Sahin, A.A., et al. *Carcinogenesis*, 2002, v. 23, p. 301–306.
16. Murata, M., Watanabe, M., Yamanaka, Y., Kubota, Y., Ito, H., Nagao, M., Katoh, T., Kamataki, T., Kawamura, J., Yatani, R., and Shiraiishi, T. *Cancer. Lett.*, 2001, v. 165, p. 171–177.
17. Suzuki, K., Matsui, H., Nakazato, H., Koike, H., Okugi, H., Hasumi, M., Ohtake, N., Nakata, S., Takei, T., Hatori, M., Ito, K., and Yamanaka, H. *Cancer. Lett.*, 2003, v. 195, p. 177–183.
18. Shaik, A.P., Jamil, K., and Das, P. *Urol. J.*, 2009, Spring: v. 6 (2), p. 78–86.
19. Aktas, D., Guney, I., Alikasifoglu, M., Yuce, K., Tuncbilek, E., and Ayhan, A. *Gynecol. Oncol.*, 2002, v. 86, p. 124–128.
20. Kisselev, P., Schunck, W.H., Roots, I., and Schwarz, D. *Cancer. Res.*, 2005, v. 65, p. 2972–2978.
21. Butterweck V. *CNS Drugs*, 2003, v. 17, p. 539–562.
22. Johne, A., Mai, I., Bauer, S. in *Phytopharmaka VII* (V. Schulz, V., Rietbrock, N., Roots, I., Loew, D., ed) Steinkopf Verlag, Darmstadt, 2001, p. 149–161.
23. Nahrstedt, A., and Butterweck, V. *Pharmacopsychiatry*, 1997, v. 30, p. 129–134.
24. Schwarz, D., Kisselev, P., Ericksson, S.S., Szklarz, G.D., Chernogolov, A., Honeck, H., Schunck, W.H., and Roots, I. *Biochem. Pharmacol.* 2004, v. 67, p. 1445–1457.
25. Schwarz, D., Kisselev, P., and Roots, I. *Eur. J. Cancer.*, 2005, v. 41, p. 151–158.

## Изменчивость льна-долгунца в культуре *in vitro* как источник получения новых селекционных форм

Кубрак С.В.<sup>1</sup>, Шаптуренко М.Н.<sup>1</sup>, Титок В.В.<sup>2</sup>, Хотылева Л.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,  
e-mail: S.Kubrak@igc.bas-net.by

<sup>2</sup> Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

**Резюме.** Представлены данные по использованию культуры *in vitro* для получения соматоклональных вариантов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.), которые могут стать исходным материалом при создании новых сортов и расширении генофонда льна. Методом ПЦР с произвольными праймерами установлено отличие соматоклональных линий от исходного сорта. На основе фенотипических изменений выделены перспективные образцы, обладающие рядом хозяйственно-полезных признаков.

**Summary.** We present the data about the usage techniques *in vitro* for obtaining somaclonal variants of flax plants, that may become the source for development new varieties and widening of flax genepool. Differences between original cultivar and somaclonal lines was studied by RAPD-PCR. Economical promising forms were identified on the basis of phenotypical changes of agriculturally valuable traits.

Культивирование изолированных растительных тканей относится к активно развивающимся направлениям сельскохозяйственной биотехнологии и применяется в качестве самостоятельного подхода или как дополнение к традиционным методам. Регенерация растений *in vitro* позволяет получать генетически измененные соматоклональные варианты, которые

могут превосходить исходные сорта по хозяйственно-полезным признакам и стать ценным селекционным материалом.

Уровень изменчивости клеток во время стадии неорганизованного роста зависит от ряда факторов: исходного материала, типа экспланта, длительности и условий культивирования, компонентов питательных сред. В основе изменчивости *in vitro* лежат перестройки ядерной ДНК, и само явление соматклональной изменчивости из-за своей спонтанности и ненаправленности рассматривается как разновидность мутагенеза [1].

Цель данного исследования состояла в изучении соматклональных линий льна-долгунца и возможности их использования для получения новых селекционных форм. В задачи исследования входило получение *in vitro* регенерантов льна-долгунца, оценка генетической дивергенции соматклональных вариантов и исходного сорта, анализ фенотипов спонтанных соматклональных вариантов по морфологическим признакам и анатомическим характеристикам волокна.

Линии растений-регенерантов льна-долгунца получали на основе сорта белорусской селекции «К-65». Ранее были выявлены высокие регенерационные возможности этого сорта, что является необходимым условием появления соматклональных изменений [2–3]. В качестве эксплантов использовали семядоли 6-дневных стерильных проростков. Выбор экспланта играет значительную роль в получении соматклональных вариантов. Генетические изменения протекают в индивидуальных клетках, поэтому соматклональные варианты чаще появляются при регенерации из клеточной колонии, представляющей собой потомство одной измененной клетки [4]. Использование относительно гомогенных эксплантов, таких как семядоли, позволяет получать побеги только из каллусной ткани, а не из спящих меристематических зон, как это имеет место при использовании фрагментов стебля, гипокотыля или листовых дисков [5].

Питательные среды для семядольных эксплантов готовили на основе среды MS [6], дополненной фитогормонами. Каллусообразование индуцировали при помощи НУК (2 мг/л), 2,4-Д (0,1 мг/л) и кинетина (4 мг/л), для морфогенеза использовали АБК (3 мг/л) и 6-БАП (1 мг/л). Состав сред и условия культивирования подобраны таким образом, чтобы регенерация побегов шла по пути органогенеза. Время, необходимое для развития из клетки целого растения, при органогенезе дольше, чем при соматическом эмбриогенезе. Более длительное существование в состоянии каллусной ткани позволяет осуществиться хромосомным и генетическим перестройкам, в результате частота появления соматклональных вариантов значительно выше [7].

Генетические и фенотипические различия полученных линий и исходного сорта исследовали на втором поколении регенерантов, выращенном в полевых условиях.

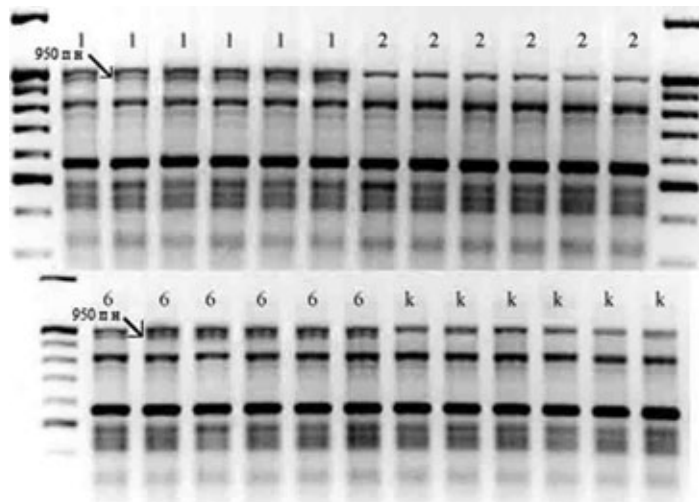


Рисунок 1. RAPD-спектры продуктов амплификации геномной ДНК-регенерантов льна-долгунца с праймером OPB-20 (объем выборки – 6 растений): 1 – линия R-1, 2 – линия R-2, 6 – R-6, k – исходный сорт «К-65».

Генетические изменения исследовали по перестройкам ядерной ДНК, которые оценивали при помощи ПЦР с произвольными праймерами (рис. 1). Идентифицировано пять линий регенерантов, отличающихся от исходного генотипа: R-1, R-2, R-3, R-6, R-8.

Кроме вариабельности, связанной с перестройками генома, в потомстве растений-регенерантов отмечены фенотипические изменения. Исследованы морфологические признаки продуктивности (высота и техническая длина) и анатомические показатели среза стебля, косвенно характеризующие качество волокна (диаметр стебля, число пучков на срезе, число волокон в пучке, число волокон на срезе, число одревесневших клеток, процент одревеснения, диаметр элементарного волокна, диаметр просвета элементарного волокна, толщина клеточной стенки). Согласно полученным данным (табл. 1), наиболее подвержены изменениям показатели: число волокон в пучке, число одревесневших волокон, процент одревеснения. Менее вариабельными оказались признаки: высота растения, диаметр стебля и число пучков.

Среди исследуемых образцов больше всего от исходного сорта отличались растения линий R-3 и R-8, которые достоверно превосходили «К-65» по 7–9 показателям. Обе линии характеризуются повышенным содержанием волокна в стеблях и крупными по диаметру элементарными волокнами, благодаря чему линии R-3 и R-8 можно считать потенциальными источниками признаков высокой продуктивности. Однако качество волокна регенерантов R-3 и R-8 значительно снижено за счет большого количества одревесневших элементарных волокон.

Растения линии R-2 достоверно превышают родительский сорт по высоте (на 4%), технической длине (на 7%), числу волокон в пучках (на 9%), и характеризуются низким процентом одревеснения. Полученные результаты позволяют рассматривать растения линии R-2 как улучшенный вариант сорта «К-65» и источник новых продуктивных форм в селекции льна-долгунца.

Регенеранты R-1 и R-6 отличаются от исходного сорта пониженным количеством одревесневших волокон, при этом у линии R-6 этот показатель снижен до 0. Чем меньше лигнифицированных волокон, тем более мягкое волокно можно получить, поэтому регенеранты линии R-6 являются источником качественного волокна.

Таким образом, методом культуры *in vitro* получены генетически и фенотипически различные формы регенерантов льна-долгунца. Выделены линии, превосходящие исходный сорт по хозяйственно-полезным признакам: линии R-1 и R-6 могут быть вовлечены в селекционный процесс на повышение качества волокна, линии R-2, R-3 и R-8 можно использовать при создании высокоурожайных форм.

**Список литературы:**

1. Шамина З.Б. Особенности генетической устойчивости соматических клеток растений. Биотехнология, 1987, Т.3, № 3, с. 351–364.
2. Кубрак С.В., Леонтьев В.Н., Юренкова С.И., Титок В.В. Подбор сортов льна-долгунца для культивирования в условиях *in vitro*. Труды БГТУ. Сер. IV. Химия и технология органических веществ, 2007, с.162–164.

Таблица 1. Фенотипические признаки исходного сорта «К-65» и линий регенерантов, полученных на его основе (показатели сорта «К-65» приняты за 100%)

Сорт	Показатели сорта «К-65»	Показатели регенерантов, процент к сорту «К-65», %				
		R-1	R-2	R-3	R-6	R-8
Высота, см	87,03	102	104*	99	102	98
Техническая длина, см	75,00	102	107*	100	104*	101
Диаметр стебля, мм	1,54	106	109	164*	103	182*
Число пучков на срезе, шт.	33,20	94	99	107	96	113*
Число волокон в пучке, шт.	19,15	106	109*	124*	99	134*
Число волокон на срезе, шт.	637,70	99	108	132*	95	151*
Число одревесневших клеток, шт.	33,20	29*	67	560*	0*	752*
Процент одревеснения, %	4,99	26*	66	440*	0*	508*
Диаметр волокна, д.о.м.	33,12	99	93	120*	102	126*
Диаметр просвета волокна, д.о.м.	10,35	90	85	173*	86	155*
Толщина клеточной стенки, д.о.м.	22,77	103	96	96	109*	112*

Примечание: \* – различия статистически достоверны при уровне значимости  $p < 0,05$ ; д.о.м. – деления окуляр-микрометра.

3. Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. 1990, с. 280.
4. Rowland G.G., McHuchen A., McOnie C. Field evaluation on nonsaline soils of a somaclonal variant of McGregor flax selected for salt tolerance in vitro. Can. J. Plant Sci., 1988. V. 68, p. 345–349.
5. Белоногова М.А., Ралдугина Г.Н. Регенерация побегов на семядольных эксплантах льна-долгунца и их укоренение. Физиология растений, 2006, т. 53, № 4, с. 560–566.
6. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 1962. V. 15, p. 473–497.
7. Ammirato, P.V. Embryogenesis. Handbook of Plant Cell Culture, 1983. V.1, p. 82–123.

## Вариабельность морфологических признаков сортов *Iris hybrida hort.* под действием длительного селекционного отбора

Мамаева Н.А.

Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина Российской академии наук, г. Москва, Россия, e-mail: [tamaeva\\_n@list.ru](mailto:tamaeva_n@list.ru)

**Summary.** The changes of morphological traits of *Iris* cultivars in the course of the selective process has been studied by GBS RAN in plants obtained from the collection *Iris hybrida hort.* The traits to the greatest extent modified by prolonged breeding selection are discovered.

Ирисы известны в культуре уже более 4000 лет. При этом первое письменное упоминание о них как о декоративных растениях зафиксировано в 1576 г. (Родионенко, 2002).

В настоящее время эта культура занимает одно из ведущих мест в ряду наиболее популярных и широко используемых декоративных травянистых многолетников. При этом садовые бородатые ирисы (subgenus *Iris*, section *Iris* Rod.), имеющие наиболее длительную историю, традиционно занимают доминирующее положение в мировом ассортименте культурных форм ирисов.

О первых этапах селекции высокорослых садовых бородатых ирисов сохранилась очень ограниченная информация. До начала XIX в. селекция ириса была в основном стихийной. Направленная селекционная работа с *Iris hybrida hort.* начала активно развиваться в Европе (Франции, Германии, Англии). Во второй половине XIX в. культура садовых бородатых ирисов стала очень популярной. В конце XIX в. интерес к селекционной работе с этой культурой распространился на американский континент. Позднее – с середины XX столетия – США станут лидирующей страной в этой области.

К концу XIX в. декоративный потенциал диплоидных форм *Iris hybrida hort.* оказался практически исчерпанным: сформировались объективные предпосылки для развития качественно нового этапа истории культуры – разработки теоретических основ селекции ирисов и развития селекционной работы с использованием полиплоидных сортов. Эти исследования стали основой текущего, наиболее прогрессивного, этапа селекции этой культуры.

Селекционный отбор на тетраплоидном уровне привел к существенному изменению биоморфологических характеристик сортов садовых бородатых ирисов (Rodionenko, 1963; Матвеева, 1980; Родионенко, 1988, 2002; Warburton, Hamblen, 1995).

В результате селекции произошли значительные микроэволюционные изменения генеративного побега культурных форм бородатых ирисов. В ходе селекционного отбора увеличилась высота генеративного побега (его максимальный размер у диплоидных сортов достигал 70–80 см, у современных тетраплоидов средняя высота 90–100 см); возросло среднее количество цветков на цветоносе (от 3–4 у диплоидных сортов до 8–10 – у тетраплоидов); изменилась структура цветоноса за счет увеличения порядка ветвления, удлинения и изменения взаимного расположения ответвлений; в результате изменения анатомо-морфологического строения тканей увеличился диаметр генеративного побега у основания (в среднем до 1,7–2,0 см у современных полиплоидных сортов) (Родионенко, 1972, 1988; Бурова, 1977; Randolph, 1959; Матвеева, 1980).

Значительные изменения также связаны с морфологическими особенностями и линейными размерами околоцветника. Увеличение толщины и плотности долей околоцветника привели к изменению качества его окраски и формы, а также усилению устойчивости к действию неблагоприятных погодных условий. На тетраплоидном уровне сформировались новые варианты окрасок околоцветника. Пигменты, определяющие его окраску стали рас-