

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Центральный ботанический сад
Научно-практический центр по биоресурсам
Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича
Институт леса



Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов

Материалы III Международной конференции,
посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского
(7–9 октября 2015 г., Минск, Беларусь)

**В двух частях
Часть 1**

**Секция 1. Ресурсы и биоразнообразие растительного мира:
современное состояние, воспроизводство, охрана
и устойчивое использование**

**Секция 2. Современные направления изучения
ботанических коллекций для сохранения
и рационального использования
биоразнообразия растительного мира**

Минск
«Конфидо»
2015

УДК 502.174:574.1(082)

ББК 20.18я43

П78

Редакционная коллегия:

д.б.н., чл.-кор. НАН Беларуси В.В. Титок (ответственный редактор),

д.б.н. Е.И. Анисимова,

к.б.н. Б.Ю. Аношенко,

к.б.н. Д.Б. Беломесецева,

к.б.н. П.Н. Белый,

д.б.н. Е.И. Бычкова,

к.б.н. Т.В. Волкова,

к.б.н. Л.В. Гончарова,

д.б.н. С.А. Дмитриева,

к.б.н. Е.Я. Куликова,

к.б.н. А.В. Пугачевский,

д.б.н., чл.-кор. НАН Беларуси В.П. Семенченко,

к.б.н. В.А. Цинкевич

Материалы печатаются в авторской редакции.

Иллюстрации предоставлены авторами публикаций.

П78 Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского. (7–9 октября 2015, Минск, Беларусь). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – Минск: Конфидо, 2015. – 514 с.

ISBN 978-985-6777-74-8.

В сборнике представлены материалы III Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов», посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского. Часть 1: секция 1 «Ресурсы и биоразнообразие растительного мира: современное состояние, воспроизводство, охрана и устойчивое использование» и секция 2 «Современные направления изучения ботанических коллекций для сохранения и рационального использования биоразнообразия растительного мира».

УДК 502.174:574.1(082)

ББК 20.18я43

ISBN 978-985-6777-74-8

© ГНУ «Центральный ботанический сад
Национальной академии наук Беларуси», 2015
© Оформление. ЗАО «Конфидо», 2015

Генетика акклиматизации люпина узколистного в условиях Беларуси и ее использование в интродукции других видов растений

Купцов Н.С., Пашкевич П.А., Бугрова А.Н.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь, paul.strelitz@mail.ru

Резюме. Обобщены результаты собственных исследований и сведения литературы по доместикации, акклиматизации и селекции люпина узколистного. Изложены результаты использования установленных на люпине узколистном закономерностей в целенаправленной акклиматизации американского вида люпина тарви в условиях Беларуси.

Summary. Kuptsov N.S., Pashkevich P.A., Bugrova A.N. **Genetics of blue lupine domestication.** The problems of blue lupine domestication, acclimatization and breeding are reviewed in the article. The objectives established are using in breeding of other American *Lupinus* species in Belarus conditions.

Люпин узколистный в диком виде произрастает в странах по всему периметру Средиземного моря [1–8]. В этом регионе в древние времена его использовали в качестве сидеральной культуры. Во второй половине XIX века люпин узколистный был интродуцирован в страны Северной и Восточной Европы (Германия, Дания, Швеция, Польша, Украина, Беларусь, Россия), где осуществлялась его акклиматизация с целью дальнейшего использования в качестве сидеральной и кормовой культуры. Необходимо подчеркнуть, что современный люпин узколистный является ярким примером удачной интродукции и акклиматизации растений, у которого за короткий период (20 лет) созданы высокопродуктивные кормовые сорта, приспособленные к условиям современного интенсивного сельхозпроизводства.

В результате генетического и морфофизиологического изучения диких форм и сортов люпина узколистного, сменявших друг друга в селекции и производстве, установлено [3, 4, 6], что в процессе акклиматизации происходит накопление в генотипах мутантных генов по различным признакам, преимущественно рецессивных, многие из которых обнаруживают неаддитивный характер наследования (комплементарность, эпистаз, плейотропия).

Выявлено, что в случае хозяйственной необходимости селекции на максимальное и стабильное выражение культурного признака в генотипе происходит объединение с помощью рекомбинаций двух и более неаллельных мутантных генов. Таким образом объединены 3–4 рецессивных неаллельных гена низкой алкалоидности (*alc1...alc4*) и созданы стабильно сладкие сорта и образцы люпина узколистного (Ирис, СНС-1-74 и др.). Выведе-

ны кормовые образцы узколистного люпина (ВВ-В10-П, ВВ-В10-Бсур), которые содержат блок из трех доминантных генов (Prc1, Prc2, Prc3), обуславливающих высокое содержание белка в семенах (38–41 %). Путем объединения в одном генотипе двух рецессивных неаллельных генов окраски цветка (fco2¹, fco4) выведены чисто белоцветковые сорта (Эдельвейс, Снежень, Боригина), у которых белая окраска цветка является стабильной и выражена максимально.

С помощью рекомбинаций и взаимодействия неаллельных генов элементарного признака и генов разных признаков объединены в одном генотипе два неаллельных доминантных гена устойчивости к фузариозной корневой гнили (Rfa1, Rfa2), два неаллельных доминантных гена устойчивости к фузариозному увяданию (Rfo1, Rfo2), два рецессивных гена мягкокожурности (psc1, psc2), два-три рецессивных гена быстрого начального роста (gra1...gra3), два-три рецессивных гена неастрескиваемости бобов (ssh1...ssh3). В ходе такой селекции происходит замена в генотипе блока диких генов (++...), обеспечивающих максимальное и стабильное выражение дикого признака (высокая алкалоидность, синяя окраска цветков и др.), на блок неаллельных мутантных генов, которые создают генетическую базу для максимального и стабильного выражения мутантного (культурного) признака (безалкалоидность, белая окраска цветка и др.).

В случае отсутствия хозяйственной необходимости в селекции на максимальное и стабильное выражение культурного признака в генотипах разных сортов сохраняются как блоки диких генов, так и различные мутантные гены, каждый из которых обуславливает свою норму выраженности признака (например, ген fco1 – розовую окраску цветков у сорта Ружовы, fco2³ – розово-белую у сорта Метель, fco4 – сиреневую у сорта Першацвет, fco2¹ – бело-розово-синюю у сорта Радужный; ген alc1 снижает алкалоидность семян до 1,2 %, alc2 – до 0,3%, alc3 – до 0,2 %; рецессивный sbr1 контролирует редукцию симподиального ветвления у сортов Метель, Гелена, Прывабны, sbr2 – у сорта Першацвет).

Необходимо особо отметить, что среди диких форм по некоторым элементарным признакам встречаются отдельные генотипы как с блоком диких генов, так и с различными неаллельными мутантными генами. Так, изучение внутривидового разнообразия узколистного люпина по признаку «структура листа» показало, что в генцентре его происхождения в ходе эволюции сформировались и поддерживаются естественным отбором как генотипы с блоком диких генов (++...), контролирующими ксероморфный-Д тип листа, так и генотипы с неаллельными рецессивными генами, обуславливающими другие типы ксероморфной структуры листа: lst1 – ксероморфный-Ф, lst2 – ксероморфный-М, lst3 – ксероморфный-Л, lst4 – ксероморфный-О.

В ходе интродукции и акклиматизации блок диких генов структуры листа и мутантные генотипы с ксероморфными листьями сохранились, что, вероятно, обусловлено их хорошей адаптацией к условиям плотных моноценозов. Последнее, в свою очередь, возможно, связано с тем, что все ксероморфные типы листа в сравнении с мезоморфными обладают оптимальным водным режимом и большей интенсивностью фотосинтеза. Среди ксероморфных листьев лучшие физиологические показатели имеют ксероморфный-Л и ксероморфный-О типы листа, а линии и сорта с указанными типами листа обладают более высоким потенциалом продуктивности [3]. Так, сорт Белозерный 110 с ксероморфным-Л типом листа в государственном сортоиспытании существенно превысил по урожайности семян лучшие сорта с ксероморфным-Д типом листа (Кристалл, 1999; Снежень, 2000) и в 2003 году был включен в госреестр селекционных достижений России.

Следует также отметить, что в процессе создания интенсивных сортов сладкого люпина узколистного наряду с генами ксероморфной структуры листа (lst3 и lst4), редукции симподиального ветвления (sbr1 и sbr2) целенаправленно используются следующие новые гены и их блоки: nif1 – многоцветковой кисти (донор – образец ББГ-4), Nsp1 – многосемянности боба (донор – образец ББГ-Бсур), grp1 – быстрого роста бобов (донор – образец СНС-БН), grs1 – быстрого роста семян (донор – образец ББГ-7), alc1...alc4 – низкого содержания (0,02 % и менее) в семенах алкалоидов (донор – образец СНС-1), Prc1...Prc3 – высокого содержания (38–41 %) белка в семенах (донор – образец БГБ-10), ama1 – высокого содержания (3,4–3,6 %) аминокислот в белке (источник – образец GA-65), Rfr1 – морозоу-

стойчивости до минус 11 °С (донор – сорт Фрост), Rc11...Rc14 – устойчивость к антракнозу (доноры – образцы LAE8, BGB6).

Создание богатого исходного материала люпина узколистного, детально генетически изученного, дало возможность вывести и внедрить в сельхозпроизводство серию ранне-спелых кормовых сортов культуры с комплексной устойчивостью к фузариозу, растрескиванию бобов и урожайностью семян 5–6 т/га (Данко, Миртан, Першацвет и др.).

Обобщая изложенное, а также учитывая сведения литературы по эволюции, доместикации и селекции люпина [1–8], можно сделать заключение, что любой элементарный признак, сформировавшийся в процессе эволюции в генцентре происхождения узколистного люпина (Пиренейский полуостров), контролируется блоком диких (нормальных) генов (++...). В ходе дальнейшей эволюции и распространения вида по всему Средиземноморью, а также в процессе акклиматизации в других регионах блок диких генов того или иного элементарного признака разобьется спонтанно возникающими мутантными генами (рецессивными и доминантными), каждый из которых обуславливает свое выражение признака, отличающееся от дикого.

В случае хозяйственной необходимости в селекции на максимальное и стабильное выражение элементарного культурного признака неаллельные мутантные гены с помощью рекомбинаций концентрируются в одном генотипе, часто объединяясь в блоки. При отсутствии хозяйственной необходимости в процессе акклиматизации и дальнейшей селекции на максимальное и стабильное выражение культурного признака в генотипах разных образцов и сортов сохраняются как отдельные мутантные гены, так и блоки диких генов. Генотипы люпина с новыми ассоциациями генов создаются в ходе акклиматизации с помощью рекомбинаций и взаимодействия генов разных элементарных признаков, при этом принципиально новыми такие ассоциации являются только в случаях, когда в них включены новообразования неаллельных генов тех или иных элементарных признаков. Аллельное же взаимодействие не формирует новообразований, а лишь распределяет родительские генетические факторы в потомстве гибридов в соответствии с законами Менделя.

Изложенные выше закономерности изменений генетической структуры растений люпина узколистного в ходе его акклиматизации и дальнейшей селекции целенаправленно используются в процессе ускоренного окультуривания и акклиматизации высокобелкового масличного люпина тарви (*L. mutabilis* Sweet), интродуцированного из Южной Америки.

В почвенно-климатических условиях Беларуси все интродуцированные образцы тарви (35 шт.) имели слабую холодостойкость, высокий уровень перекрестного опыления (70 % и более), были алкалоидными, очень позднеспелыми, неустойчивыми к полеганию и плотному ценозу, многие из них поражались антракнозом, фузариозом и вирусными болезнями. Отобрать из коллекционного материала образцы, представляющие комплексную селекционную ценность, не удалось.

В связи с этим целенаправленная акклиматизация люпина тарви ориентирована на выведение высокопродуктивных раннеспелых сортов, устойчивых к плотному ценозу, неблагоприятным факторам внешней среды, болезням, вредителям. С помощью межвидовой гибридизации тарви с высокостойким сладким образцом люпина многолистного Буран выведены холодостойкие образцы культуры (Мита, Анастасия, Дара, Дарбуг и др.). Включение во внутривидовую гибридизацию сладкой колосовидной формы БГБ-М2, выделенной из гибридного материала тарви чилийского исследователя Эрика фон Байера, позволило создать серию сладких, устойчивых к плотному ценозу образцов этого вида люпина с редуцированным симподиальным ветвлением (псевдодикого, щитковидного, метельчатого, колосовидного типов), растения которых по своему габитусу схожи с таковыми интенсивных сортов современного люпина узколистного. На их генетической основе создаются интенсивные сорта тарви кормового и пищевого направлений использования. На базе высокоалкалоидного материала люпина тарви выводятся интенсивные энергосорта, биомасса которых будет использоваться в качестве биотоплива.

Таким образом, в условиях современного интенсивного сельхозпроизводства интродукция хозяйственно ценных видов растений должна завершаться их целенаправленной акклиматизацией с последующим выведением интенсивных сортов.

Список литературы

1. Барбацкий, С. Люпин / С. Барбацкий. – 1959. – 262 с.
2. Жуковский, П.М. К познанию рода *Lupinus* Tourn / П.М. Жуковский. – Труды прикладной ботаники, генетики и селекции. – 1929. – Т. 21. – С. 16, 294.
3. Купцов, Н.С. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы / Н.С. Купцов, И.П. Такунов. – 2006. – 576 с.
4. Стержневая генетическая коллекция *Lupinus angustifolius* L. / Н.С. Купцов [и др.] // Генетика, формирование биологического банка генов, использование. – 2014. – 127 с.
5. Майсурян, Н.А. Люпин / Н.А. Майсурян, А.Н. Атабекова. – 1974. – 464 с.
6. Gladstones, J.S. Lupins of the Mediterranean region and Africa / J.S. Gladstones // Western Australian Depart. of Agric. – 1974. – No 26. – P. 3–48.
7. Gladstones, J.S. An historical review of lupins in Australia / Gladstones // Western Australian Depart. of Agric. – 1994. – P. 1–38.
8. Kurlovich, B.S. Lupins. Geography, Classification, Genetic Researches and Breeding / B.S. Kurlovich. – 2002. – 468 p.