

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Известия ТСХА, выпуск 1, 2002 год

УДК 575.18:681.3.016

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО КАРТИРОВАНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ МУТАЦИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПАСЛЕНОВЫХ ПО ГОМОЛОГИЧНЫМ УЧАСТКАМ ИХ ГЕНОМОВ

А. В. СМИРЯЕВ, Н. И. БОЧАРНИКОВА

(Кафедра генетики)

На основе данных из научной литературы и банка данных SolGenes проведена оценка возможностей метода предварительного картирования морфологических маркерных мутаций одних видов пасленовых по сведениям о локализованных мутациях других. В основе метода — гомология участков геномов этих видов, установленная по молекулярным маркерам. Выявлены случаи несоответствия локализации мутаций.

Вопрос об эволюции генов, некартированных морфологически определяющих гомологических маркерных генов, является одной из нерешенных проблем генетики. В связи с широким использованием молекулярных методов (RAPD, AP-PCR, RFLP и т.д.) в последние 10—15 лет у них определяется по многим культурам сходными рядами мутантных молекулярных карт и генов, «переданных» в процессе видообразования от общих предков, то можно попытаться проводить предварительную локализацию

одного вида или рода по гомологичным, но локализованным другим. Для этого необходимо установить гомологию участков геномов этих видов, установленная по молекулярным маркерам. Выявлены случаи несоответствия локализации мутаций.

В связи с широким использованием молекулярных методов (RAPD, AP-PCR, RFLP и т.д.) в последние 10—15 лет у них определяется по многим культурам сходными рядами мутантных молекулярных карт и генов, «переданных» в процессе видообразования от общих предков, то можно попытаться проводить предварительную локализацию наиболее важных

представителей семейства *Solanaceae*. Первые работы опубликованы в 1988 г: с использованием метода RFLP сопоставлены генетические карты томата и картофеля [3], а также томата и перца [8]. В дальнейшем было показано, что томатный и картофельный геномы различаются только парацентрическими инверсиями, причем в основе дифференциации этих таксонов лежат 5 основных инверсий [4,8].

Для перца создана генетическая карта, состоящая из 12 больших (76,2-193,3 сМ) и 2 малых (19,1 и 12,5 сМ) групп сцепления [7]. Молекулярными маркерами удалось покрыть почти весь геном томата, что позволило установить гомологию участков хромосом перца с генетической картой томата. Сравнение генетических карт перца и томата показало, что 18 гомеологических блоков сцепления покрывают 98,1% генома томата и 95,0% генома перца. В результате уточнены основные хромосомные перестройки, которые дифференцируют томат, картофель и перец: 5 транслокаций, 10 парацентрических инверсий, 2 перицентрические инверсии и 4 диссоциации или ассоциации геномных областей. Именно с помощью молекулярных карт этих родов определены порядок и типы дифференциру-

ющих их перестроек, предложена структура гипотетического генома их общего предка [7]. Все это позволило установить гомологичные участки геномов трех важных для сельскохозяйственного производства представителей семейства *Solanaceae*: томата, картофеля и перца.

Первое исследование гомологии геномной организации широкого массива генов устойчивости у этих культур проведено П. Грубе и др. [5]. В работе показана возможность сравнительного картирования — предварительная идентификация подобных генов томата, картофеля и перца на примере генов устойчивости. При этом установлено, что, во-первых, частично сохраняется аллельное разнообразие в процессе видообразования, во-вторых, переданные аллели, по-видимому, поддерживают сходную функцию и специфику, связанную с устойчивостью организма.

В работе Thoup et al. [10] показана принципиальная возможность предварительной локализации некартированных морфологических маркерных мутаций перца по картированным мутациям томата. В основе метода — сформулированное выше предположение о передаче в процессе видообразования гомологичных участков хромосом со значительной долей

их аллельного разнообразия и сходной спецификой проявления маркерных генов.

Приведенные литературные сведения подтверждают возможности предварительной локализации некартированных морфологических маркерных генов на основании сведений о положении идентичных молекулярных маркеров на картах трех родственных родов *Solanaceae*: томата, перца и картофеля. В частности, на рисунках карт пары томат-перец, приведенных в работе [7], более 300 пар идентичных молекулярных маркеров соединены линиями, что позволяет судить о гомологичности участков их хромосом.

С использованием этих рисунков нами сделана попытка приблизительной локализации при сопоставлении морфологических маркерных генов томата, картофеля и перца. По данным, полученным из БД SolGenes [2], к настоящему времени картировано около 300 морфологических маркерных генов томата более чем из 700, но менее 10 из 60 у перца и 21 из 25 у картофеля. Кроме того, гены картофеля практически не сходны по фенотипическим проявлениями с генами томата и перца. Поэтому в качестве «исходных» генов нами рассмотрены морфологические маркеры томата, а предварительную локализацию проводили для

морфологических маркеров перца, сходных по фенотипическим проявлениям. При этом подбирались те некартированные гены перца, которые имеют лишь по одному сходному картированному гену среди всех генов томата, известных к настоящему времени (таблица).

Поскольку опубликованные молекулярные карты пока не дают точных сведений о гомологии мелких участков двух геномов, результаты в последнем столбце таблицы представлены в виде диапазонов. Для участка, где локализован ген томата *alb*, в работе [7] показаны разнонаправленные линии, соединяющие идентичные молекулярные маркеры. Поэтому удаётся указать лишь номер хромосомы, где локализован гомологичный ему ген перца. Следует отметить, что этот ген и ген *cl*, по-видимому, локализованы в хромосомах перца, отличных по номерам от хромосом томата, что связано с их существенными перестройками в процессе эволюции.

Несмотря на обнадеживающие результаты первых проверок метода предварительного картирования [10] нами обнаружены данные, ставящие под сомнение надежность этого метода. С помощью БД SolGenes проведен поиск маркерных генов, имеющих одинаковое название и локализованных у то-

Предполагаемая локализация маркерных генов перца, оцененная по единственным генам томата, имеющим сходные фенотипические проявления

Фенотипическое проявление гена	Ген томата с локализацией	Ген перца	Предполагаемый диапазон локализации гена перца
Высокое содержание β -каротина	<i>B</i> [6xp,106]	<i>B</i>	[6xp, 110-125]
Желто-зеленые листья, летальные гомозиготы	<i>div</i> [3xp,111]	<i>div 3</i>	[3xp,140-150]
Ограниченный рост растения	<i>sp</i> [6xp,89]	<i>dt</i>	[6xp, 100-110]
Деформированные зеленые листья	<i>def</i> [6xp, 77]	<i>dvg</i>	[6xp, 85-95]
Ограниченное количество пасынков	<i>ls</i> [7xp,59]	<i>ct</i>	[7xp,35-50]
Контроль содержания хлорофилла в плодах	<i>gt</i> [8xp, 44]	<i>cl</i>	[1xp,25-35]
Желто-белые пятна на листьях	<i>alb</i> [12xp,0]	<i>pi</i>	[9xp]
Желто-зеленое растение	<i>lut</i> [9xp, 56]	<i>lut1-lut4</i>	[9xp, 45-55]
Желтые пятна на венчике	<i>og</i> [6xp,96]	<i>Ys</i>	[6xp, 100-115]

мата и перца. Найдены три гена: *s* (картофельный лист; локализован у томата в 6-й хромосоме, у перца — в 12-й); *Pds* (листья с антоцианом; у томата — в 6-й, у перца — во 2-й); *ur* (плодоножки прямые, направлены вверх; у томата — в 11-й, у перца — в 6-й). Локализация ни одного из трех генов даже по хромосомам не соответствует данным о гомологии участков геномов томата и перца, приведенным в работе [7]. Возможны следующие причины расхождения.

1. Неполнота современных сведений о дифференциров-

ке мелких участков хромосом у томата и перца: кроме найденных основных хромосомных перестроек, впоследствии, возможно, будут выявлены дополнительные транслокации.

2. Ошибки картирования. Например, сведения о гене *ur* неточны: вывод о локализации в 11-й хромосоме сделан лишь по некоторой сцепленности с геном *j-2* в одном эксперименте с томатом [6]. Локализация гена *ur* у перца также получена только с точностью до группы сцепления. Аналогична ситуация по гену *s* у перца.

3. Недостаточно точные описания проявлений соответствующих маркерных признаков у томата и перца и, как следствие, отождествление негомологичных генов. Например, кроме гена *s* у томата некоторое сходство по проявлению на листе имеет ряд генов (*tp*, *dgo*, *pme* и др.) с неизвестной локализацией. У перца (в измененной генетической среде) фенотипическое проявление одного из них, возможно, модифицировалось, приблизившись к гену *s* у томата.

Проверить последнюю причину расхождения можно лишь проведением секвенирования соответствующих пар генов у томата и перца с исследованием сходства последовательностей ДНК.

Поскольку анализ возможностей метода предварительного картирования указывает на его недостаточную надежность, приведенные в таблице сведения о предварительном картировании маркерных генов перца нуждаются в экспериментальной проверке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медников Б.М. — Природа, 1989, № 7, с. 47-56
2. Смиряев А.В., Лебедев К.А., Болтунова А.В. — Изв. ТСХА, 2000, вып. 1, с. 67—80.
3. Bonierbale M.W., Plaisted R.T., Tanksley S.D. — Genetics, 1988, vol. 120, p. 1095-1103.
4. Gebhardt G.E., Ritter A., Barone T. et al — TAG, 1991, vol 83, p. 49-57.
5. Grube R.S., Radwanski A.E.R., John M. — Genetics, 2000, vol. 155, p. 873-887.
6. Kerr E.A. — Rep Tomato Genet Coop, 1987, vol. 37, p. 47-49. —
7. Livingstone K.D., Lackney V.K., Blauth J.R. et al. — Genetics, 1999, vol. 152, p. 1183—1201. —
8. Tanksley S.D., Bernatzky R., Lapitan N.L., Prince J.P. et al. — PNAS USA, 1988, vol. 85, p. 6419-6423. —
9. Tanksley S.D., Ganal M.W., Prince J.P. et al. — Genetics, 1992, vol. 132, p. 1141-1160. —
10. Thorup T.A., Taunolac B., Livingstone K.D. et al. — PNAS USA, 2000, vol. 97, p. 1192-1197.

Статья поступила
28 октября 2001 г.

SUMMARY

On the base of data from scientific literature and from data bank Solgenes the possibilities of the method of preliminary mapping morphological marker mutations of some species of *Solanaceae* according to localized mutations of other same have been estimated. In the base of the method is homology of genome sections of these species ascertained by molecular markers. Some cases of incompatibility of mutation localizations have been brought to light.