
Секция предсказательного моделирования и оптимизации

УДК 577.218

Распределение и роль длинных шпилек

С.А. Королев, В.А. Любецкий

Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН

korolev@iitp.ru

Разработан и реализован алгоритм для поиска шпилек (инвертированных повторов на ДНК) в межгенных областях видов с аннотированным геномом из базы данных GenBank. Длинные шпильки могут формировать крест-шпильки на двухцепочечной ДНК на участке перед РНК-полимеразой и служат *терминаторами транскрипции*. Короткие шпильки с большой петлёй могут образоваться только на мРНК, регулируя процессинг или инициацию трансляции. В частности, изучены шпильки с *симметричными выпячиваниями*, когда каждому некоплементарному нуклеотиду соответствует какой-то нуклеотид, но не делеция.

Для 160 пар генов *psbT* и *psbN* найдено 110 шпилек с параметрами: минимальная высота шпильки 20 н, максимальный размер петли 6 н, максимум симметричных выпячиваний 3. Для 115 пар генов *petN* и *psbM* найдено 70 таких шпилек. Для 118 пар генов *petA* и *psbJ* найдено 57 таких шпилек. Для 91 пары генов *trnH-GUG* и *psbA* найдено 45 таких шпилек. Для 84 пар генов *rpl32* и *trnL-UAG* найдено 44 таких шпильки. Для 120 пар генов *petD* и *rpoA* найдено 38 таких шпилек. Для 110 пар генов *trnM* и *atpE* найдено 37 таких шпилек. Для 81 пары генов *ycf2* и *trnL-SAA* найдено 37 таких шпилек. Для 121 пары генов *ndhD* и *psaC* найдено 36 таких шпилек. Для 110 пар генов *ndhD* и *ccsA* найдено 36 таких шпилек.

Для примера подробно рассмотрена пара генов *psbN* и *psbT*. В этом случае результаты поиска при различных параметрах приведены на рис. 1. Видно, что комплементарные плечи содержат длинный консервативный участок, но около петли есть низко-консервативный участок.

Также найдена консервативная спираль РНК в 5'-нетранслируемых областях генов *rpl16* с интронами. Эта спираль перекрывает сайт связывания рибосомы и препятствует инициации трансляции до завершения сплайсинга. Этот ген имеет короткий первый экзон (обычно его длина всего 9 н.п.). Рассматриваемая спираль РНК обнаружена у многих цветковых растений, включая рано отделившиеся ветви дерева видов: *Amborella trichopoda* (амборелла волосистоножковая), *Chloranthus spicatus* (зеленоцвет или хлорант колосковый), *Illicium oligandrum* (бадьян), *Nuphar advena* (кубышка), *Nymphaea alba* (кувшинка) и *Ceratophyllum demersum* (роголистник). В последнем случае расстояние между комплементарными участками больше обычного. Напротив, у кувшинки и кубышки спираль небольшая, но перекрывает иницирующий кодон. Следовательно, устойчивая структура РНК в 5'-нетранслируемой области *rpl16* была у общего предка всех цветковых растений. Однако такая структу-

ра не определена или лишь спорадически встречается в некоторых таксономических группах цветковых растений, включая asterids.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Министерства науки и образования РФ, грант 14.740.11.0624.

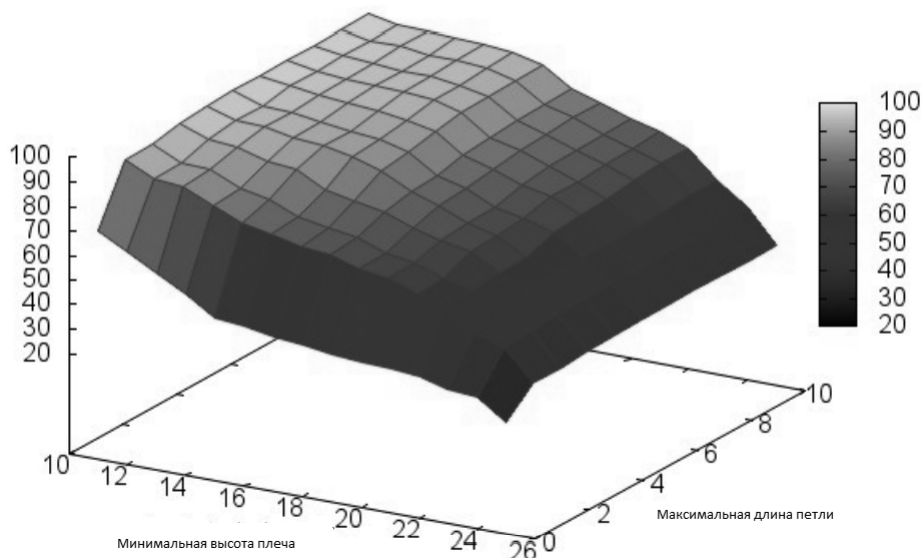


Рис. 1. Распределение найденных шпилек между генами *psbT* и *psbN* в зависимости от двух параметров: длины плеча и длины концевой петли. По третьей оси указана доля шпилек относительно их общего количества. Шпилька искалась в межгенной области вместе с 20 нуклеотидами от края каждой кодирующей области. Допускаются симметричные выпячивания с суммарной длиной от 0 до 3 (с каждой стороны)

УДК 514.172.45

Замечание о фасетах многогранников BQP малой размерности

А.В. Селиверстов

Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН
slvstv@iitp.ru

Поиск минимума квадратичного многочлена на множестве вершин многомерного куба является алгоритмически трудной задачей. Эффективные алгоритмы применимы лишь в частных случаях [1]. Известны также эвристические методы [2, 3]. Эта задача минимизации квадратичного функционала от n переменных сводится к задаче линейного программирования на многограннике BQP $_n$. Эти многогранники введены в [4] как выпуклые оболочки своих вершин – образов вершин куба при отображении Веронезе. Там же дано явное описание большой серии фасет, однако описание всех фасет многогранника фиксированной размерности представляет собой трудную алгоритмическую задачу.

Квадрикой называется множество нулей квадратичного многочлена, может быть неоднородного или приводимого, в аффинном пространстве. В частности, квадриками являются двойная гиперплоскость и две параллельные гиперплоскости. Опорные гиперплоскости к многограннику BQP $_n$ соответствуют пустым квадрикам [5].

Все фасеты многогранников BQP $_n$ при n от двух до шести вычислены нами с помощью программы lrs версии 4.2c [6, 7] (смотри также <http://cgm.cs.mcgill.ca>).