



Е.А. Салина*, Е.М. Сергеева*,
О.Б. Добровольская*, И.Г. Адонина*,
А.Б. Щербань*, П. Сурдий⁶, М. Бернард⁶

Эволюция В-генома мягкой пшеницы и хромосома 5В

Род *Triticum* включает в себя диплоидные, тетраплоидные и гексаплоидные виды с базовым числом хромосом, кратным 7 ($x = 7$). Хлебная (мягкая) пшеница *Triticum aestivum* L. ($2n = 42$) является естественным аллополиплоидом с геномной формулой ВВААDD, в образовании которого принимали участие диплоидные виды *Triticum* и *Aegilops*. *Triticum urartu* Thunb. является донором генома А, геном D ведет свое происхождение от *Aegilops tauschii* Coss., а наиболее вероятным донором генома В является *Ae. speltoides* Tausch. Наши исследования были направлены на изучение структурной организации и эволюции В-генома мягкой пшеницы.

Можно выделить три ключевых периода, которые сопровождались существенной реорганизацией В-генома пшеницы и его предшественника. Первый период – с момента расхождения диплоидных видов *Triticum* и *Aegilops* от общего предшественника (2,5–6 млн лет назад) до образования тетраплоида *T. dicoccoides* (около 500 тыс. лет назад). Существенные геномные перестройки у диплоидного предшественника В-генома – *Ae. speltoides* (геном SS) были связаны с высоким уровнем амплификации повторяющихся последовательностей ДНК, приведшим к увеличению числа гетерохроматиновых блоков на хромосомах относительно других диплоидных видов *Aegilops* и *Triticum*. Проведенный нами анализ показал, что в этот период наиболее интенсивно амплифицировали повторы Spelt1, происходила пролиферация ряда мобильных элементов, в том числе геном-специфичных, таких, как ретротранспозоны *Fatima* и транспозоны *Caspar* (рис. 1).

Второй ключевой период в эволюции В-генома приходится на момент образования тетраплоида (геном ВВАА) и его последующей эволюции. Третье важное событие, приведшее в очередной раз к реорганизации В-генома, произошло сравнительно недавно 7000–9500 лет при образовании гексаплоидной пшеницы с геномной формулой ВВААDD. В процессе эволюции В- и S-геномов имели место

межгеномные и внутригеномные транслокации и инверсии хромосом. В настоящий момент для В-генома аллополиплоидных пшеницы описано 5 перестроек, большая часть которых произошла при образовании и эволюции тетраплоидных форм. Проведенные нами картирование хромосом S-генома и сравнение с хромосомными картами В-генома показали, что отдельные перестройки происходили еще в процессе эволюции его диплоидного предшественника *Ae. speltoides*. Транслокации и инверсии хромосом 5В и 5S, которые могли бы иметь место в процессе эволюции *Ae. speltoides* и аллополиплоидных пшениц, на настоящий момент не выявлены. В то же время на хромосоме 5В в силу пока неизвестных механизмов произошли изменения, приведшие к образованию локуса *Ph1*, без которого правильное прохождение процессов митоза и мейоза невозможно в аллополиплоидном ядре.

За последние 7 лет Международным консорциумом по секвенированию генома пшеницы (IWGSC; <http://www.wheatgenome.org>) была разработана стратегия для эффективного изучения генома пшеницы. Данная стратегия включает в себя несколько этапов, из них первый этап заключается в «похромосомном» разделении генома, т. е. в выделении отдельных хромосом или хромосомных плеч методом проточной цитометрии с последующим созданием хромосом-специфичных ВАС (bacterial artificial chromosome) библиотек. Второй этап заключается в создании физической карты индивидуальных хромосом пшеницы, а именно в сборке ВАС клонов в контиги, выстраивании контигов ВАС клонов относительно молекулярно-генетической карты хромосомы и относительно областей хромосомы, насыщенных генами (рис. 2). Третий этап – дальнейшее использование физических карт хромосом в качестве основы для ускоренного позиционного клонирования хозяйственно ценных генов, направленной разработки маркеров, сравнительных геномных исследований и определения нуклеотидной последовательности генома.

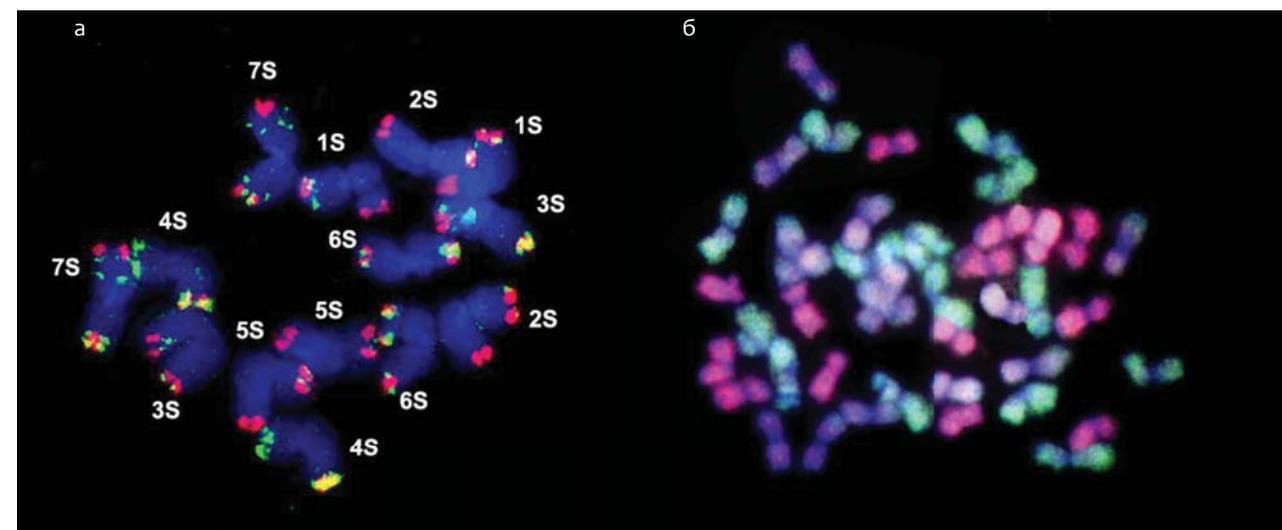


Рис. 1. а – локализация повторов Spelt1 (красный цвет) на хромосомы *Ae. speltoides*. Идентификация хромосом проводилась согласно расположению маркера pSc119.2 (зеленый цвет); б – локализация ретротранспозона *Fatima* (зеленый цвет) на хромосомы мягкой пшеницы. Наиболее интенсивно окрашены зеленым хромосомы В-генома. D-геном окрашен красным цветом, хромосомы А-генома окрашены слабо.

Физическое картирование индивидуальных хромосом.

В ИЦиГ СО РАН в рамках данного консорциума ведутся работы по построению физической карты и секвенированию хромосомы 5В. Данная хромосома имеет протяженность около 870 млн п.н., из которых на длинное плечо хромосомы приходится 580 млн п.н. и на короткое – 290 млн п.н.). В настоящий момент на хромосоме 5В локализовано более 30 генов, контролирующих ряд морфологических и количественных признаков, устойчивость к абиотическим и биотическим факторам внешней среды и поведение хромосом в мейозе.

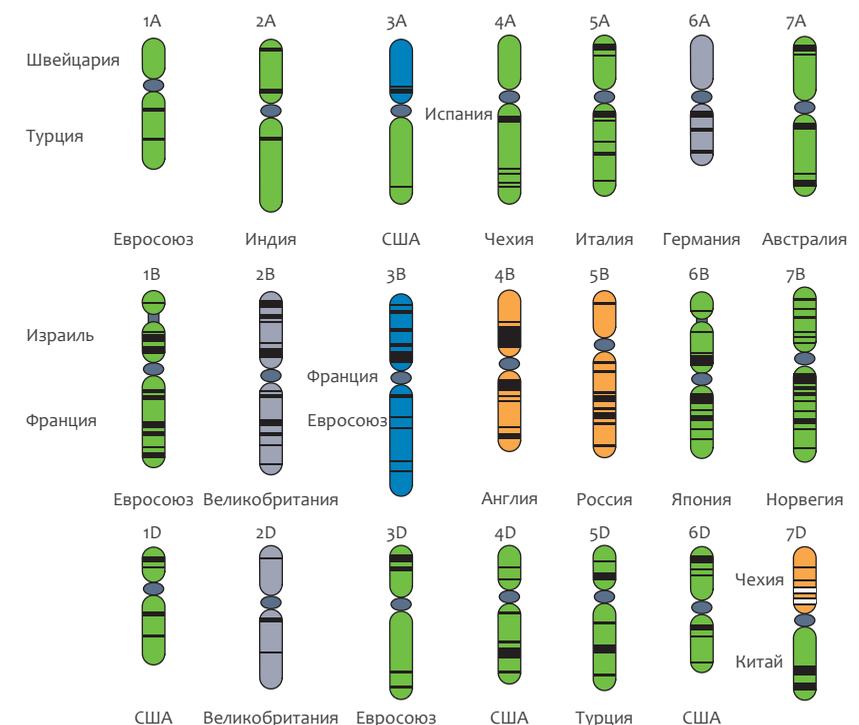


Рис. 2. Международный консорциум по секвенированию генома пшеницы.

Степень выполнения (финансирование)
 ■ завершено ■ (полное) ■ (частичное) ■ (заявка)