

исследований показали, что предпосылки к самоопылению появляются еще в бутоне, потенциальная возможность самоопыления появляется позже на стадии полураспустившегося и распустившегося цветка, но оно не всегда может быть реализовано: пыльцевым трубкам необходимо прорасти в тканях рыльца и столбика, преодолевая систему самонесовместимости, то есть цветок генетически должен быть предрасположен к самоопылению. Таким образом, для возможности самоопыления в цветке необходимо выполнение нескольких условий: генетическая предрасположенность к самоопылению, способствующее самоопылению строение цветка и внешние или внутренние факторы, ограничивающие перекрестное опыление. На данном этапе исследований мы с уверенностью можем говорить о существовании у вида *T. repens* потенциальной возможности самоопыления на последних этапах развития цветка. Ответить на вопрос как она реализуется, можно будет в дальнейшем с привлечением дополнительных методов исследования.

#### Библиографический список

1. Верещагина В.А., Новоселова Л.В. Репродуктивная биология *Medicago lupulina* (Fabaceae) // Бот. Журн. 1997. Т. 82, №1. С. 30-38.
2. Зимницкая С.А. Строение фертильных и аберрантных семязачатков у некоторых видов семейства Fabaceae // Бот. Журн. 2009. Т. 94, № 5. С. 698-707.
3. Leduc N., Douglas G.C. Methods for non-stigmatic pollination in *Trifolium repens* (Papilionaceae): seed set with self- and cross-pollinations in vitro // Theor. Appl. Genet. 1992. V. 83. P. 912-918.

### ИЗМЕНЕНИЯ ГЕНЕРАТИВНОЙ СФЕРЫ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ ТАБАКА, ВЫЗВАННЫЕ ЭКСПРЕССИЕЙ ГЕТЕРОЛОГИЧНОГО ГЕНА *hmg1*

А.А. Ермошин<sup>1</sup>, В.В. Алексеева<sup>2</sup>, Е.Б. Рукавцова<sup>2</sup>, Я.И. Бурьянов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский государственный университет им. А.М. Горького, [ermosh@el.ru](mailto:ermosh@el.ru)

<sup>2</sup>Филиал Учреждения РАН Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова, г. Пуццино

Генеративная сфера растений является тонко отрегулированным механизмом, чутко реагирующим на изменения во внешней и внутренней среде организма. Для развития микро- и мегаспорофита особенно важны гормональный статус растения и уровень некоторых вторичных метаболитов. Ген *hmg1* является ключевым геном биосинтеза изопреноидных соединений, протекающего в цитоплазме. Этот путь отвечает за синтез фитогормонов-брасиностероидов и цитокининов, стеринов мембран клетки, а также за пренилирование белков. Известно, что экспрессия генов семейства *hmg* максимальна в генеративных органах растений и изменение их экспрессии в трансгенных растениях приводит к нарушениям в развитии микроспорофита

(Suzuki et al., 2009) и снижению всхожести семян (Поройко и др., 2000). Однако эти данные недостаточно полные.

В нашей работе использованы трансгенные растения табака *Nicotiana tabacum* L. сорта «Самсун» с гетерологичным геном *hmg1* в прямой (3 линии) и обратной (2 линии) ориентациях относительно конститутивного промотора CaMV 35S. Исследование андроеца контрольных и трансгенных растений выявило его стабильность – длина и количество тычинок не различались. Показано отсутствие отличий в морфологии цветков (диаметр венчика, длина трубки венчика и длина столбика) между вариантами. Между тем, у «антисмысловых» линий обнаружены ослабление розовой окраски венчиков цветков вплоть до белой окраски и редукция количества цветков в соцветии.

Проведено изучение пыльцевых зерен цветков всех исследуемых вариантов растений. Результаты окрашивания пыльцевых зерен ацетокармином выявили 20-23 % стерильных пыльцевых зерен для контрольных и «смысловых» линий и 40 % – для «антисмысловых». Определение фертильности пыльцевых зерен по активности дегидрогеназ с трифенилтетразолием и проращивание пыльцы на сахарозе показали, что в контроле и в «смысловых» растениях стерильно 19-21 % пыльцевых зерен, тогда как в «антисмысловых» линиях – 58 %. Снижение показателей фертильности для растений с антисмысловой копией гена *hmg1* могут говорить о том, что стерилизация происходит на поздних этапах формирования пыльцевого зерна. Измерение размеров пыльцевых зерен не выявило достоверных отличий между размерами фертильных и стерильных зёрен, хотя проявляется тенденция к их уменьшению при стерилизации. Сравнение размеров пыльцевых зерен между вариантами показало, что у трансгенных линий размер пыльцы достоверно меньше, чем в контроле: на 13-17 % – в «смысловых» и на 8 % – в «антисмысловых» растениях.

Изучена морфология семяпочек табака. Наиболее типичными аномалиями являются изменение формы семяпочки и ориентации микропиле относительно семяножки. В контроле эти патологии встречались у 37 % семяпочек, у «смысловых» линий – в 50 %, а у «антисмысловых» – в 67 % случаев. Кроме того, обнаружены отличия по зернистости цитоплазмы и размеру клеток наружного интегумента. В настоящее время исследования семяпочек и зародышевых мешков продолжаются.

Определение всхожести семян показало отсутствие отличий от контроля в семенах «смысловых» линий, тогда как семена «антисмысловых» растений имели в 2-2.5 раза сниженную всхожесть. Мы предположили, что это может быть связано с уменьшением содержания гормонов изопреноидной природы в семенах «антисмысловых» растений. Для проверки этой гипотезы семена проращивали в присутствии БАП или ГКЗ (концентрации 0, 0.3, 1.0, 3.0 мг/л). Все концентрации ГКЗ вызывали увеличение всхожести семян, однако оно не было пропорционально концентрации гормона и не достигало уровня контроля. В то же время использование БАП только в концентрации 3 мг/л приводило к повышению всхожести семян, но также не до уровня

контроля. Вероятно, снижение всхожести семян не обусловлено изменением концентрации этих гормонов. Проводится изучение влияния на всхожесть семян эпибрассинолида и определение эндогенного содержания гормонов в семенах.

Анализ содержания стеринов в семенах выявил, что их качественный состав не отличался между вариантами. Количество стеринов в семенах контрольных и «антисмысловых» растений было одинаковым, в то же время семена «смысловых» растений содержали на 38-47 % больше стеринов. Эти данные позволяют сделать вывод о том, что снижение всхожести семян «антисмысловых» растений не связано с содержанием в них стеринов.

В данное время проводится изучение зародыша семени и эндосперма для выявления причин снижения всхожести семян у растений с антисмысловой копией гена *hmg1*.

Авторы выражают искреннюю благодарность доценту С.А. Зимницкой (УрГУ) за помощь в проведении работы и обсуждении результатов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 09-04-00980 и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» № П2364.

#### Библиографический список

1. Suzuki M., Nakagawa S., Kamide Y. et al. Complete blockage of the mevalonate pathway results in male gametophyte lethality // J. Exp. Bot. 2009. V. 60. № 7. P. 2055–2064.
2. Поройко В.А., Рукавцова Е.Б., Орлова И.В., Бурьянов Я.И. Фенотипические изменения трансгенных растений табака с антисмысловой формой гена *hmg1* // Генетика. 2000. Т. 36. № 9. С. 1200-1205.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РОДА *VACILLUS* НА РАЗВИТИЕ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ПШЕНИЦЫ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

**А.Ж. Аюпова, Ж.Т. Ботбаева, И.Е. Акылбаева, А.К. Жамангара**

РГП «Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан» КН МОН РК, Астана.

E-mail: ecolab@biocenter.kz

Почвенные микроорганизмы-антагонисты способны подавлять развитие фитопатогенных микромицетов, в том числе и фузариев, за счет секреции в среду экзометаболических соединений с выраженной антибиотической активностью, а также ферментативного разрушения гифов грибов и жесткой конкуренции за жизненное пространство и питательный субстрат. Использование бактерий рода *Vacillus* как биоагентов микробных препаратов имеет ряд преимуществ: данные микроорганизмы легко культивируются, могут длительное время храниться, а также использоваться в виде спор, что облегчает инокуляцию посевного материала и пролонгирует длительность действия биопрепарата в природной среде (Кузин, 2001). Российские ученые уделяют большое