

ФЕНОТИПИРОВАНИЕ И ГЕНОТИПИРОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЕ

Махкамов А.Ш. (АГУ)

Научный руководитель – д.б.н., ведущий научный сотрудник Анисимова И.Н.
(ВИР)

Введение. Одно из наиболее опасных заболеваний подсолнечника — ложная мучнистая роса (ЛМР), вызываемая оомицетом *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & De Toni. Может проявляться в виде сильных эпифитотий (массовое поражение растений более 40% и потери урожая свыше 20% квалифицируется уже как эпифитотия). Исследования [1] доказывают, что при благоприятных для развития патогена условиях потери урожая могут достигать до 70% или почти полностью уничтожить урожай. Поражение возбудителем заболевания нарушает процессы жизнедеятельности растений (фотосинтез, дыхание, транспирацию, обмен веществ), что приводит к снижению продуктивности, ухудшению товарных и посевных качеств семян. Таким образом, сводятся на нет почти все усилия ученых, затраченные на создание селекционного материала. Результаты, полученные в зарубежных и отечественных исследованиях [2, 3], демонстрируют эффективность молекулярных методов для идентификации генов устойчивости к *P. halstedii* (*Pl*). Показано [4], что наличие специфических аллелей генов *Pl* коррелирует с резистентностью растений к *P. halstedii*. Однако остается актуальной проблема идентификации эффективных ПЦР-маркеров генов *Pl*, которые могут быть использованы в селекционной практике.

Основная часть. В рамках исследования проведено фенотипирование 52 образцов подсолнечника, выращенных—Кубанской опытной станции — филиале ВИР в условиях естественного инфекционного фона и генотипирование 18 образцов с применением молекулярных маркеров, ассоциированных с генами устойчивости.

Фенотипическая оценка включала визуальный анализ степени поражения растений, симптомов и влияния заболевания на рост и продуктивность. Генотипирование проводилось с помощью полиморфных SSR-маркеров: HA77, HA4011, ORS610, ORS707, ORS716, ORS822 [5,6], сцепленных с генами, контролирующими устойчивость к ложной мучнистой росе: *Pl13*, *Pl8*, *Parg*, *Pl8*.

В результате полевой оценки было выявлено 24 устойчивых и 28 не устойчивых к ЛМР образцов подсолнечника. Для молекулярно-генетического анализа отобрано 18 образцов, из которых 12 были устойчивыми и 6 — неустойчивыми.

У устойчивых образцов (CM13, TA 6463, ВИР 183, ВИР 220) были обнаружены следующие SSR-маркеры:

- HA77 и ORS822, сцепленные с геном *Pl13*;
- HA4011 и ORS707, сцепленные с геном *Pl8*;
- ORS610 и ORS716, сцепленные с геном *Parg*.

У неустойчивых образцов (M/64/223, ВИР480 Rf) были обнаружены следующие SSR маркеры:

- ORS822, сцепленный с геном *Pl13*;
- HA77 сцепленный с геном *Pl13*;
- HA4011 сцепленный с геном *Pl8*;
- ORS716, сцепленный с геном *Parg*;

Результаты исследования показали наличие корреляции между устойчивостью образцов подсолнечника в полевых условиях и наличием SSR-маркеров генов *Pl*.

Выявлены образцы с высокой устойчивостью (CM13, TA 6463, ВИР 183, ВИР 220), обладающие маркерами генов устойчивости:

- *Pl13* (HA77, ORS822),

- *Pl8* (HA4011, ORS707),
- *Parg* (ORS610, ORS716).

Оптимальным решением для селекционных программ является интеграция данных фенотипирования и генотипирования, что позволит ускорить процесс создания новых устойчивых гибридов. Кроме того, применение маркер-ассоциированной селекции может значительно повысить эффективность традиционных методов отбора.

Выводы. Результаты генотипирования с использованием подтвердили связь между устойчивостью образцов подсолнечника к ложной мучнистой росе и наличием в их генотипах диагностических SSR-маркеров генов *Pl*. Внедрение данного подхода в селекционные программы позволит сократить сроки выведения новых сортов и гибридов подсолнечника и снизить затраты на проведение полевых испытаний. Дальнейшие исследования будут направлены на расширение базы данных генотипов и фенотипов, а также на апробацию новых молекулярных маркеров генов *Pl* для более точного отбора генотипов, устойчивых к ЛМР.

Список использованных источников:

1. Новотельнова Н. С. Ложная мучнистая роса подсолнечника / Н. С. Новотельнова. — М.-Л.: Наука, 1966. — 150 с.
2. Гаврилова В. А., Ступникова Т. Г., Макарова Л. Г., Алпатьева Н. В., Карабицина Ю. И., Кузнецова Е. Б., Анисимова И. Н. Линии генетической коллекции подсолнечника ВИР, устойчивые к ложной мучнистой росе // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 2021. — Т. 189, № 3. — С. 101–110. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-3-101-110.
3. Rauf S., Warburton M., Naeem A., Kainat W. Validated markers for sunflower (*Helianthus annuus* L.) breeding // OCL. — 2020. — Vol. 27. — P. 47. DOI: 10.1051/ocl/2020042.
4. Антонова Т. С., Рамазанова С. А. К вопросу маркирования локусов *Pl*, контролирующих устойчивость подсолнечника к возбудителю ложной мучнистой росы // Масличные культуры. Научн.-тех. бюллетень ВНИИМК. — 2019. — Вып. 1 (177). — С. 17–23.
5. Dimitrijevic A., Horn R. Sunflower hybrid breeding: from markers to genomic selection // Front. Plant Sci. — 2018. — Vol. 8. — P. 2238. DOI: 10.3389/fpls.2017.02238.
6. Şahin EÇ, Kalenderoğlu A., Aydın Y., Evci G., Uncuoğlu A. A. SSR markers suitable for marker-assisted selection in sunflower for downy mildew resistance // Open Life Sci. — 2018. — Vol. 13. — P. 319–326. DOI: 10.1515/biol-2018-0039.