

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПОДСОЛНЕЧНИКА К ВОЗБУДИТЕЛЮ ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЫ

Ивебор М.В., канд. с.-х. наук, Антонова Т.С., д-р биол. наук,
Арасланова Н.М., канд. с.-х. наук, Саукова С.Л., канд. биол. наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта», г. Краснодар

Аннотация. Описан методический подход к созданию исходного материала для селекции гибридного подсолнечника с комплексной устойчивостью к разным расам возбудителя ложной мучнистой росы (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni), выявляемых в ходе ежегодного мониторинга расовой структуры популяции патогена в Краснодарском крае и соседних регионах.

Ключевые слова: подсолнечник, ложная мучнистая роса, *Plasmopara halstedii*, расы, устойчивость.

Селекционная программа по созданию гибридного подсолнечника во ВНИИМК направлена на получение высокопродуктивных экологически пластичных гибридов, пригодных для возделывания в различных регионах России – от Северного Кавказа до Западной Сибири [1]. Отбор на устойчивость к комплексу основных патогенов – важный раздел этой программы [2,3]. Ложная мучнистая роса (милдью), вызываемая оомицетом *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni (1888), – одно из самых распространенных и вредоносных заболеваний подсолнечника в разных странах мира. Еще в 1955 - 1956 годах, под руководством В. С. Пустовойта, при скрещивании топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) с культурным подсолнечником были получены первые устойчивые к ложной мучнистой росе межвидовые гибриды [4].

Характер наследования устойчивости к болезни впервые установили румынские ученые, в результате чего была создана резистентная линия подсолнечника AD 66. С ее помощью на европейском и американском континентах в популяциях *P. halstedii* была впервые идентифицирована "европейская", или физиологическая раса 1. Линия AD 66 к этой расе была устойчива. После того, как в США было зарегистрировано поражение данной линии ложной мучнистой росой, у возбудителя болезни была идентифицирована "Red River race", или физиологическая раса 2 [5].

После выявления рас в популяции *P. halstedii*, оценку устойчивости подсолнечника к паразиту в большинстве стран стали осуществлять с учетом физиологической специализации возбудителя болезни. Устойчивость подсолнечника к болезни, а точнее, к физиологическим расам ее возбудителя, контролируется отдельными независимыми генами и их комбинациями. Их обозначают индексом *Pl* [6]. Учеными постоянно ведется поиск ресурсов этих генов устойчивости, которые широко используются в селекции подсолнечника. Расоспецифическая устойчивость – надежная защита культуры. Однако при формиро-

вании новых рас патогена растение оказывается незащищенным, если оно не содержит генов иммунитета к новой расе [7].

Так, возделывание гибридов подсолнечника с геном устойчивости Pl_2 полностью обеспечивало контроль болезни во Франции в течение десяти лет - с 1978 по 1988 годы. Гены Pl_6 и Pl_7 также были эффективны в этой стране десять лет (с 1991 по 2001 годы) [7]. Опыт Франции показал, что после относительно продолжительной стабильности генетической устойчивости к милдью, наступают периоды дисбаланса вследствие появления новых рас патогена [7, 8]. Вследствие этого, селекция гибридов на устойчивость к ложной мучнистой росе ведется с учетом присутствующих местных рас патогена [7, 9].

Цель наших исследований – оценить устойчивость исходного материала подсолнечника ВНИИМК к расам возбудителя ложной мучнистой росы, выявленным в Краснодарском крае, Ростовской области и Республике Адыгея.

Материал и методы. Оценка устойчивости селекционных образцов подсолнечника к возбудителю ложной мучнистой росы проводилась в осенне-зимний период в лабораторных условиях. По 25 семян каждого образца проращивали при температуре 25 °С в рулонах фильтровальной бумаги до размера корешка 1-2 см. В каждую растильню с прокаленным речным песком, накрытым влажной фильтровальной бумагой, раскладывали семечки пяти тестируемых образцов подсолнечника. В качестве контроля использовали восприимчивый ко всем расам сорт ВНИИМК 8883.

Делали смыв отстоянной водопроводной водой температуры 16-18 °С с проростков со спороношением патогена конкретной расы. Суспензию оставляли на 2-2,5 часа (до момента массового отрождения зооспор) при температуре 16-18 °С. Проростки инокулировали из расчета 150 мл водного раствора суспензии на одну растильню при вышеуказанной температуре. Концентрация зооспорангиев в инокулюме - 10^6 /мл. Зараженные проростки выращивали семь-восемь дней при температуре 25 °С, 16-часовом фотопериоде. Затем растильни обильно поливали отстоянной водопроводной водой и создавали влажную камеру путем накрытия полиэтиленовой пленкой на ночь при температуре 16-18 °С. Учитывали наличие на проростках спороношения патогена.

Результаты и обсуждение. Во ВНИИМК более 15 лет ведется мониторинг расовой структуры популяции *P. halstedii* по международно принятым стандартным номенклатурам [10, 11]. На основании результатов исследований по расовому составу популяции *P. halstedii* в Краснодарском крае, а также в соседних регионах (Республике Адыгея и Ростовской области), был пересмотрен подход к методике оценки образцов подсолнечника на устойчивость к ложной мучнистой росе. Изначально для заражения использовали инокулюм патогена с произвольно взятых в поле пораженных растений подсолнечника - без определения расовой принадлежности возбудителя заболевания. С выявлением расового разнообразия в популяции *P. halstedii*, такой подход стал недопустимым. После идентификации в Краснодарском крае расы 330, образцы подсолнечника начали тестировать на устойчивость к ней. С выявлением в начале 2000-х годов рас 710 и 730, а в 2012 – расы 334 (первой в Российской Федерации, преодолевшей действие гена Pl_6) [12, 13], они также были включены в оценочный

процесс. В 2016 году в разных районах Краснодарского края были выявлены две новые для РФ расы *P. halstedii*: еще одна, преодолевшая действие гена *Pl₆*, и первая в стране, поразившая линии-дифференциаторы подсолнечника НАР-4 и НАР-5. Селекционные образцы подсолнечника урожая 2016 года были оценены на устойчивость к ним. В зависимости от задач, которые ставятся селекционерами, исходный материал испытывается заражением либо отдельными расами, либо их смесями. Так ежегодно оценивается по несколько тысяч образцов подсолнечника, выделяются резистентные. Данные по некоторым годам представлены в таблице.

Таблица

Оценка устойчивости селекционного материала гибридного подсолнечника к расам возбудителя ложной мучнистой росы в разные годы
ВНИИМК, 2006-2017 гг.

Год сбора семян	Расы <i>P. halstedii</i> , использованные для заражения	Количество образцов		
		всего, шт.	устойчивых	
			шт.	%
2006	330	1793	773	43,1
	710	189	82	43,4
	730	81	71	87,7
2007	330	1284	714	55,6
	710	137	15	10,9
	730	331	114	34,4
2011	330	680	356	52,4
	710	139	33	23,7
	730	112	22	19,6
	(710+730)*	626	434	69,4
2012	330	200	81	40,5
	(710+730)*	510	391	76,7
	334	10	10	100
2013	(330 + 710 + 730)*	1210	680	56,20
2014	(330 + 710 + 730)*	824	481	58,37
	334	40	12	30,00
	(330 + 710 + 730 + 334)*	270	38	14,07
2015	(330 + 710 + 730)*	230	180	78,26
	334	142	50	35,21
	(330 + 710 + 730 + 334)*	315	150	47,62
2016	(330 + 710 + 730)*	245	67	27,3
	334	160	78	48,8
	(330 + 710 + 730 + 334 + новые**)*	280	45	22,1

* смеси рас; ** - две новые расы: преодолевшая ген устойчивости *Pl₆* и поражающая линии-дифференциаторы подсолнечника НАР-4 и НАР-5

Как видно из таблицы, для заражения исходного материала подсолнечника во ВНИИМК используются расы *P. halstedii*, распространенные в регионе,

включая новые патотипы патогена, выявляемые в ходе мониторинговых обследований посевов. В результате этих оценок ежегодно выделяются перспективные образцы подсолнечника с комплексной устойчивостью ко всем местным расам *P. halstedii*. В дальнейшем они служат исходным материалом для селекции гибридов подсолнечника, устойчивых к ложной мучнистой росе [14-17].

Безусловно, появление в популяции паразита новых рас существенно усложняет процесс селекции подсолнечника на устойчивость к ложной мучнистой росе. Однако именно генетическая устойчивость является наиболее рациональным методом защиты подсолнечника от данной болезни. Помимо контроля над заболеванием, возделывание устойчивого подсолнечника уменьшает потребность в использовании дорогостоящих, загрязняющих окружающую среду, фунгицидов, а также дает многолетний эффект благодаря ограничению размножения патогена и накопления его инфекционного начала в агроценозах. Для грамотного ведения селекции подсолнечника на устойчивость к ложной мучнистой росе и правильного размещения резистентных гибридов, необходимо проведение ежегодных мониторинговых исследований состояния популяции *P. halstedii* по расовому составу.

Таким образом, селекция и возделывание устойчивого сортимента подсолнечника должны вестись с учетом расовой структуры местных популяций патогена, что невозможно без проведения ежегодных мониторинговых исследований. Во ВНИИМК селекция гибридного подсолнечника на устойчивость к ложной мучнистой росе ведется в лабораторных условиях с использованием для оценки исходного материала комплекса рас возбудителя болезни (*P. halstedii*), выявленных в Краснодарском крае и соседних регионах (Республике Адыгея и Ростовской области). Образцы подсолнечника с групповым иммунитетом к этим расам служат исходным материалом для селекции устойчивых гибридов подсолнечника.

Литература

1. Бочковой, А.Д. Гибридный подсолнечник / А.Д. Бочковой / В сборнике: История научных исследований во ВНИИМК за 90 лет. – Краснодар, 2002. – С. 15-32.
2. Гончаров, С.В. Динамика устойчивости гибридов подсолнечника к основным патогенам в процессе селекции / С.В. Гончаров, Рыженко Е.Н. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2013. - № 43. - С. 101-104.
3. Gontcharov, S.V. Dynamics of hybrid sunflower disease resistance / S.V. Gontcharov // Helia. - 2014. - V. 37. - № 60. - С. 99-104.
4. Пустовойт, Г.В. Результаты и перспективы селекции подсолнечника на комплексный иммунитет к болезням и вредителям / Г.В. Пустовойт // Сборник научных работ. - Краснодар, 1988.- С. 66-79.
5. Zimmer, D.E. Physiological specialization between races of *Plasmopara halsiedii* in America and Europe / D.E.Zimmer // Phytopathology. - 1974. - V.64. – P. 1465-1467.

6. Zimmer, D.E. Downy mildew resistance in cultivated sunflower and its inheritance / D.E Zimmer., M.L. Kinman // Crop Sol. - 1972. – V. 12. – P. 749-751.
7. Vear, F. Breeding for durable resistance to the main diseases of sunflower // Proc. 16th International Sunflower Conference, Fargo, ND USA. – 2004. –V.1. –P.15-28.
8. Gulya, T.J. Distribution *Plasmopara halstedii* races from sunflower around the world / T.J. Gulya // Proceedings of the 2nd International Downy Mildews Symposium. Advances in downy mildew research. Palacky University in Olomouc and JOLA. v.o.s., Kostelec na HanI (Czech Republic). - 2007. - № 3. - P.121-134.
9. Tourvieille de Labrouhe, D. Quelles perspectives pour la lutte genetique vis-a-vis du mildiou du tournesol? / D.Tourvieille de Labrouhe, E.Mestries, P.Walser // Oleagineux.- 2005.-V.12. №2. - P. 85-93.
10. Tourvieille de Labrouhe, D. New nomenclature of race of *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew) / D.Tourvieille de Labrouhe, T.J.Gulya, Y.K.Rashid, F.Viranyi // 15th International Sunflower Conference, Toulouse, France. – 2000. – V.2. – P. 161-166.
11. Tourvieille de Labrouhe, D. Proposal for improvement of sunflower downy mildew race nomenclature / D. Tourvieille de Labrouhe, P. Walser, D. Jolivot et al. // In: Proceedings 18th International Sunflower Conference, Mar Del Plata, Argentina, Feb. 27–March 1, 2012; 01-VC-31: 322-328.
12. Ивебор, М.В. Идентификация расового состава популяции *Plasmopara halstedii* в регионах Северного Кавказа / М.В. Ивебор, Т.С. Антонова, Н.М. Арасланова // Наука Кубани. – 2007. -№ 2.- С. 47-50.
13. Iwebor, M. Changes in the Racial Structure of *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni Population in the South of the Russian Federation / M. Iwebor, T.S. Antonova, S. Saukova // Helia. – 2016. –Vol. 39 (64). –P. 113-121.
14. Гончаров, С.В. Простой межлинейный гибрид подсолнечника кондитерского назначения Катюша / С.В. Гончаров, Н.Д. Береснева // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. - 2012. - № 1 (150). - С. 173.
15. Маркин, Н.В. Генотипирование линий подсолнечника с различной устойчивостью к ложной мучнистой росе с помощью STS-маркеров / Н.В. Маркин, В.Е. Тихобаева, Т.В. Усатенко, О.Ф. Горбаченко, А.В. Усатов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. - 2012. - № 2 (151-152). - С. 35-39.
16. Горбаченко, Ф.И. Селекция подсолнечника на устойчивость к новым агрессивным расам ложной мучнистой росы / Ф.И. Горбаченко, Т.В. Усатенко, О.Ф. Горбаченко, Н.С. Лучкин, Е.Г. Бурляева, Н.А. Житник // В сборнике: Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика: материалы Научно-практической конференции, приуроченной к 80-летнему юбилею В.М. Пенчукова. - 2013. - С. 59-63.

17. Голощапова, Н.Н. Селекция линий и гибридов подсолнечника на устойчивость к ложной мучнистой росе / Н.Н. Голощапова, С.В. Гончаров // В сборнике: Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: I Международная научно-практическая интернет-конференция, посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». - 2016. - С. 2860-2862.