

С.Л. Саукова, кандидат биологических наук  
 Т.С. Антонова, доктор биологических наук  
 Н.М. Арасланова, кандидат сельскохозяйственных наук  
 М.В. Ивевор, кандидат сельскохозяйственных наук  
 Е.Н. Рыженко, научный сотрудник

ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»  
 РФ, 350038, г. Краснодар, ул. Филатова, 17  
 E-mail: saukova-s@mail.ru

УДК: 633.854.78:632.4:631.522.

DOI:10.30850/vrsn/2021/6/64-67

## УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПОДСОЛНЕЧНИКА К ПОРАЖЕНИЮ ФОМОЗОМ

Представлен сравнительный анализ устойчивости к фомозу константных линий подсолнечника при разных методах искусственного заражения возбудителем болезни. Для инокулирования использовали наиболее агрессивный изолят *Plenodomus lindquistii*, выделенный из стебля пораженного растения подсолнечника в селекционном питомнике ЦЭБ ВНИИМК. В тепличных условиях применяли два метода искусственного инфицирования грибом в основание листового черешка растений подсолнечника в фазе первой пары настоящих листьев: первый – прикладыванием агаровых высевок с мицелием, пикнидами и пикноспорами; второй – введением 0,2 мл суспензии спор гриба уколом шприца. В двух контрольных вариантах растения получали инъекцию стерильной воды, либо прикладывание высевок стерильной агаризованной питательной среды ОА (овсяный агар). Повторность четырехкратная (по 10 растений). Выращивали при переменной температуре 25–30°С днем и 25°С ночью (16-часовой фотопериод). Продолжительность выращивания – до фазы бутонизации, учет поражения проводили на 30-й день после начала инокуляции. Интенсивность развития фомоза определяли по пятибалльной иммунологической шкале. При первом методе (без травмирования) выделены устойчивые (ВК 900, Л 86) и среднеустойчивые линии (Л 107, Л 132) подсолнечника, вторым – восприимчивые (Л 2385, Л 103, Л 136, Л 131, Л 128) и сильно восприимчивая (Л 82). При заражении корней всходов лабораторным экспресс-методом две константные линии Л 116 и Л 136 имели более 50 % растений со здоровой корневой системой либо с малой степенью (1 балл) ее поражения. У линий Л 2385, Л 103, Л 131 и Л 120 отмечено наибольшее количество растений со средней степенью поражения корней (2 и 3 балла). Устойчивость стеблей и корней к поражению фомозом у разных линий проявлялась как в сочетании, так и отдельно, что необходимо учитывать при отборе генотипов, устойчивых к фомозу.

**Ключевые слова:** подсолнечник, стебель, корневая система, линии, устойчивость, возбудитель фомоза.

S.L. Saukova, *PhD in Biological sciences*  
 T.S. Antonova, *Grand PhD in Biological sciences*  
 N.M. Araslanova, *PhD in Agricultural sciences*  
 M.V. Ivebor, *PhD in Agricultural sciences*  
 E.N. Ryzhenko, *Researcher*

FRC «V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops»  
 RF, 350038, g. Krasnodar, ul. Filatova, 17  
 E-mail: saukova-s@mail.ru

## RESISTANCE OF SUNFLOWER BREEDING MATERIAL TO PHOMOSIS DAMAGE

The comparative study of sunflower constant lines resistance to *Phoma* rot using different methods of artificial inoculation with the disease pathogen was conducted. The most aggressive isolate of the *Phoma* rot pathogen *Plenodomus lindquistii* was used for inoculation. It was isolated from the stem of the affected sunflower plant in the breeding nursery of V.S. Pustovoit All – Russian Research Institute of Oil Crops. In a greenhouse conditions, there were used two methods of artificial inoculation with a fungus at bottom of the leaf petiole of sunflower plants at the stage of the first pair of true leaves. In the first case agar pieces with mycelium, pycnidia, and pycnosporia were applied; in the second one 0.2 ml of the suspension of fungal spores was introduced by syringe injection. In the two control variants, plants were injected with sterile water, or pieces of sterile agar nutrient medium OA (oatmeal agar) were applied to them. The number of replications was four (10 plants each). The plants were cultivated at a variable temperature of 25–30°С during the day and 25°С at night (16-hour photoperiod). The cultivation duration was until the budding stage, and we recorded the affection on the 30th day after the start of inoculation. The intensity of the *Phoma* rot development was determined using a five-point immunological scale. The first method of inoculation (without injury) revealed resistant (VK 900, L 86) and mid-resistant (L 107, L 132) sunflower lines. The second method identified five susceptible (L 2385, L 103, L 136, L 131, L 128) and one highly susceptible (L 82) sunflower lines. In laboratory, the inoculation of the roots of sunflower seedlings by the quick test revealed two constant lines L 116 and L 136 with more than 50 % of plants with healthy root systems or with a small affection degree (1 point). Lines L 2385, L 103, L 131, and L 120 showed the largest number of plants with a medium degree of root affection (2 and 3 points). The resistance of stem and roots to *Phoma* rot affection in different sunflower lines was manifested both in combination and separately, which should be taken into consideration when selecting genotypes resistant to *Phoma* rot.

**Key words:** sunflower, stem, root system, lines, resistance, *Phoma* rot pathogen.

Фомоидные грибы (род *Phoma* s.l. (Sacc. 1880)) — крупная группа анаморфных аскомицетов, которые широко распространены по миру и встречаются в различных природных экосистемах и агроценозах. [10]. Они известны и как фитопатогены, вызывающие заболевания многих экономически значимых сельскохозяйственных культур в РФ: подсолнечник, рапс, картофель, морковь, свекла, томаты и другие. [1, 2, 4] Общие симптомы проявления заболевания фомозом культурных растений — некрозы и гнили. [8, 9]

В агроценозе подсолнечника возбудитель болезни *Phoma macdonaldii* Boerema (текущее название *Plenodomus lindquistii* (Frezzi) Gruyter, Aveskamp & Verkley) не имеет органотропной специализации и способен поражать все вегетативные и генеративные органы растения, при этом грибок сохраняется в анаморфной и телеморфной стадиях на растительных остатках и семенах в почве. [3, 11–13]

Расширение площадей для выращивания подсолнечника в РФ и ввоз иностранного семенного материала способствуют массовому распространению фомоза, поэтому необходимо создавать устойчивые к поражению сорта и гибриды. В 1976 году учеными ВНИИМК описаны способы искусственного заражения растений подсолнечника при селекции на устойчивость к черной стеблевой пятнистости. [5] Применение в настоящее время модифицированных на их основе лабораторных и тепличных методов искусственного заражения возбудителем фомоза *P. lindquistii* корневой системы и стебля показало, что устойчивые формы можно отбирать на ранних стадиях вегетации. [6, 7]

Цель работы — оценка селекционного материала подсолнечника на устойчивость к поражению возбудителем фомоза.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В лабораторных и тепличных условиях экспериментальной базы ВНИИМК искусственно инфицировали селекционные линии подсолнечника агрессивным изолятом возбудителя фомоза *P. lindquistii*, выделенного из пораженных растений селекционного питомника. Объект изучения — перспективные по хозяйственным признакам константные линии подсолнечника (ВК 900, Л 2385, Л 82, Л 86, Л 103, Л 107, Л 116, Л 120, Л 128, Л 131, Л 132, Л 136).

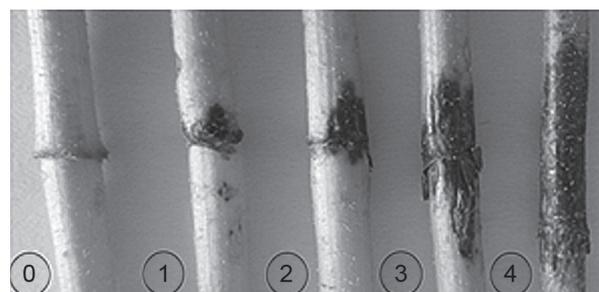
В тепличных условиях на втором этапе органогеиза растения различных селекционных линий искусственно заражали возбудителем фомоза в основание листового черешка первой пары настоящих листьев двумя способами (по шесть линий в каждом). Первый — прикладывание кусочков агара с мицелием, пикнидами и пикноспорами (без травмирования); второй — введение 0,2 мл суспензии спор гриба ( $1-10^6$  спор/мл) уколочной иглой шприца. В двух контрольных вариантах растения получали инъекцию стерильной воды, либо прикладывание высушенного стерильного агаризованного питательного среза ОА (овсяный агар). Повторность четырехкратная (по 10 растений). Выращивали при переменной температуре 25...30°C днем и 25°C ночью (16-часовой фотопериод). В каждом варианте участок

инокуляции покрывали влажной ватой, а сверху — фольгой, для меньшего испарения. Вату смачивали ежедневно на протяжении недели. После снятия ваты и фольги растения опрыскивали стерильной водой один раз в день. Продолжительность выращивания — до фазы бутонизации, учет поражения проводили на 30-й день после начала инокуляции. Интенсивность развития фомоза определяли по пятибалльной иммунологической шкале: 0 — нет некроза на стебле, зеленый лист; 1 — некроз на стебле до 0,3 см, лист засох, но остается на стебле; 2 — некроз на стебле (длина до 1 см); 3 — некроз на стебле до 2 см, кольцевой некроз; 4 — некроз на стебле более 2 см и его перелом.

В лабораторных условиях для оценки чувствительности корневой системы растений (12 линий) к поражению фомозом в качестве инфекционного фона использовали искусственно зараженные возбудителем болезни *P. lindquistii* семена подсолнечника, которые равномерно (в один слой) раскладывали на дно пластиковых контейнеров. В контроле — стерильные семена подсолнечника. В каждый контейнер вносили инфекционную дозу (12 г), сверху насыпали стерильный речной песок (750 г), смачивали и высевали семена по 25 шт. в двукратной повторности. Растения инкубировали в постоянных контролируемых условиях в камере искусственного климата Биотрон-5. На 16-й день их выкапывали, корневую систему отмывали проточной водой. По внешним симптомам поражения оценивали состояние по шестибальной иммунологической шкале: 0 — внешне здоровое растение, главный и боковые корни первого и второго порядка хорошо развиты; 1 — растения внешне здоровые, у главного корня сгнил кончик на 0,5 см; 2...3 — растения внешне здоровые, сгнил главный корень на 50...70 %; 4...5 — растения по высоте меньше, чем здоровые, полностью сгнил главный корень, имеются придаточные корни; 6 — растения сильно угнетены, сгнившая корневая система, некроз перешел на гипокотиль, либо семена полностью сгнили в субстрате.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях теплицы инкубационный период при двух способах искусственного заражения возбудителем фомоза *P. lindquistii* в основание листового черешка первой пары настоящих листьев составил



Стебли подсолнечника на 30-й день после искусственного заражения возбудителем фомоза *P. lindquistii*, распределенные в соответствии с баллами иммунологической шкалы (ориг.)

Таблица 1.

Степень устойчивости селекционных линий подсолнечника на 30-й день после искусственного заражения двумя способами возбудителем фомоза *P. lindquistii* в основании черешка первого настоящего листа в тепличных условиях

Степень устойчивости	Длина некротического пятна, мм	Прикладывание питательной среды с мицелием, пикнидами и пикноспорами	Введение суспензии спор гриба уколом шприца
Устойчивый	0...3	ВК 900, Л 86	—
Среднеустойчивый	4...10	Л 107, Л 132	—
Восприимчивый	11...20, образование некроза вокруг стебля	Л 120	Л 136, Л 103, Л 2385, Л 131, Л 128
Сильновосприимчивый	>21	Л 116	Л 82

Таблица 2.

Количество растений линий подсолнечника с различной степенью поражения корневой системы возбудителем фомоза при дозе инфекционной нагрузки 12 г в камере искусственного климата Биотрон-5

Степень поражения	Балл	Поражено растений фомозом, %											
		ВК 900	Л 2385	Л 82	Л 86	Л 103	Л 107	Л 116	Л 120	Л 128	Л 131	Л 132	Л 136
Не поражено	0	16	0	22	0	0	6	34	0	20	0	8	42
Слабая	1	16	18	14	4	0	2	26	20	16	18	20	16
Средняя	2...3	44	58	38	30	84	36	34	54	48	68	42	36
Сильная	4...5	14	8	18	50	12	2	2	16	8	8	10	6
Нежизнеспособные	6	10	16	8	16	4	60	4	10	8	6	18	0
Контроль (без поражения)		90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
(сгнил кончик корня – 1 балл)		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0

4...5 дн. На каждом этапе развития патологического процесса важны определенные защитные механизмы растения-хозяина и особенности развития патогена. Согласно иммунологической шкале (см. рисунок) протестированные линии подсолнечника разбили на группы: устойчивые, среднеустойчивые, восприимчивые и сильновосприимчивые.

При искусственном заражении возбудителем фомоза методом прикладывания кусочков питательной среды ОА с мицелием, пикнидами и пикноспорами в основание черешка листа (без травмирования) выделились устойчивые и среднеустойчивые линии: ВК 86, ВК 900 (средняя длина некротического пятна на стебле до 3 мм); Л 107, Л 132 – 4...10 мм, соответственно. Л 120 и Л 116 отнесены к восприимчивой и сильновосприимчивой группам с 3-я и 4-я баллами поражения соответственно (табл. 1).

При втором способе заражения выявлены восприимчивые линии (Л 136, Л 103, Л 2385, Л 131, Л 128) с длиной некроза 11...20 мм и образованием перетяжки вокруг стебля. Л 82 проявила себя как сильновосприимчивая.

В лабораторных условиях экспресс-методом протестировано 12 линий подсолнечника из разных групп устойчивости стебля. Внесение дозы инфекционной нагрузки (12 г) позволило по количественным показателям степени поражения корневой системы возбудителем фомоза дифференцировать линии в фазе второй пары настоящих листьев (табл. 2).

Установлено, что линия ВК 900, отнесенная к устойчивой группе при первом способе искусственного инфицирования, имела 16 % растений со здоровой корневой системой и 60 % слабой и средней степени поражения, примерно аналогич-

ные данные у среднеустойчивой Л 132. У устойчивой (Л 86) и среднеустойчивой (Л 107) линий отмечено 62...66 % растений с сильной степенью поражения (4...5 балла) корневой системы. Восприимчивая (Л 136) и сильно-восприимчивая (Л 116) линии при заражении лабораторным экспресс-методом имели более 55 % растений со здоровой корневой системой и степенью поражения 1 балл. Проявившие себя восприимчивыми в тепличных условиях линии подсолнечника Л 2385, Л 103, Л 120 и Л 131 показали и наибольшее количество растений со сгнившей корневой системой до 70 %.

**Вывод.** Оценка чувствительности к поражению фомозом константных линий подсолнечника показала, что можно дифференцировать растения по стеблевой и корневой устойчивости. Для выявления растений со стеблевой устойчивостью предпочтителен метод заражения без механического травмирования поверхностных тканей. У разных линий подсолнечника устойчивость стеблей и корней к поражению фомозом может проявляться как в сочетании, так и раздельно.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеева, К.Л. Болезни моркови при хранении / К.Л. Алексеева // Защита и карантин растений. – 2014. – № 10. – С. 18–20.
2. Ахатов, А.К. Мир томата глазами фитопатолога / А.К. Ахатов. – М.: Издательство «КМК», 2010. – 288 с.
3. Гомжина, М.М. Фомоидные грибы на подсолнечнике и близкородственных сложноцветных растениях в России: автореф. дис. ...канд. биол. наук. – С-Пб, Пушкин, 2019. – 24 с.
4. Иванцова, Е.А. Болезни столовой свеклы и меры защиты / Е.А. Иванцова // «ФЕРМЕР. Черноземье». – 2017. – № 4 (4). – С. 42–44.

5. Пустовойт, Г.В. Фитопатологические методы оценки подсолнечника при селекции на иммунитет к основным заболеваниям / Г.В. Пустовойт, О.Н. Краснокутская, В.П. Илатовский, Э.Л. Слюсарь // Бюл. науч.-тех. информации по масличным культурам ВНИИМК. – Краснодар. – № 1. – 1976. – С. 3–8.
6. Саукова, С.Л. Элементы технологии экспресс-метода оценки чувствительности растений подсолнечника к поражению фомозом на ранних стадиях развития / С.Л. Саукова, Т.С. Антонова, Н.М. Арасланова, М.В. Ивебор // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2020. – 3 (183). – С. 114–120.
7. Саукова, С.Л. Сравнение двух методов искусственного заражения растений подсолнечника возбудителем фомоза *Phoma macdonaldii* Boer. в условиях теплицы / С.Л. Саукова, Т.С. Антонова, Н.М. Арасланова, М.В. Ивебор // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2019. – 1 (177). – С. 92–98.
8. Сердюк, О.А. Болезни масличных культур семейства капустные в условиях Краснодарского края / О.А. Сердюк, Э.Б. Бочкарева, В.Т. Пивень // Защита и карантин растений. – 2011. – № 3. – С. 50–53.
9. Хютти, А.В. Фомоз картофеля / А.В. Хютти, А.М. Лазарев, Ю.А. Варицев // Сельскохозяйственные вести. – 2020. – № 1 (120). – С. 52–53.
10. Aveskamp, M.M. Biology and recent developments in the systematics of *Phoma*, a complex genus of major quarantine significance / M.M. Aveskamp, J. de Guyter, P.W. Crous // Fungal diversity. – 2008. – V. 31. – S. 1–18.
11. Descorps, C. Advances in *Phoma macdonaldii* (*Leptosphaeria lindquistii*) epidemiology, / C. Descorps, C. Hebrard, T. Rakotonindraina et al. // Proc. of 18th ISC, Mar del Plata, Argentina. – 2012. – 01-VC. – 8.
12. Jiafeng, Luo. Detection and identification of *Phoma macdonaldii* in sunflower seeds imported from Argentina / Luo Jiafeng, Wu Pinshan. // Australasian Plant Pathology. – 2011. – S. 82–83.
13. Wu, P.S. Fang Occurrence of *Phoma macdonaldii*, the causal agent of sunflower black stem disease, in sunflower fields in China / P.S. Wu, H.Z. Du, X.L. Zhang, F.L. Luo // Plant diseases. – 2012. – Vol. 96 (11). – 1696 s.
3. Gomzhina, M.M. Fomoidnye griby na podsolnechnike i blizkorodstvennykh slozhnocvetnykh rasteniyah v Rossii: avtoref. dis. ...kand. biol. nauk. – S-Pb, Pushkin, 2019. – 24 s.
4. Ivancova, E.A. Bolezni stolovoj svekly i mery zashchity / E.A. Ivancova // «FERMER. Chernozem'e». – 2017. – № 4 (4). – S. 42–44.
5. Pustovojt, G.V. Fitopatologicheskie metody ocenki podsolnechnika pri selekcii na immunitet k osnovnym zabolevaniyam / G.V. Pustovojt, O.N. Krasnokutskaya, V.P. Ilatovskij, E.L. Slyusar' // Byul. nauch.-tekh. informacii po maslichnym kul'turam VNIIMK. – Krasnodar. – № 1. – 1976. – S. 3–8.
6. Saukova, S.L. Elementy tekhnologii ekspress-metoda ocenki chuvstvitel'nosti rastenij podsolnechnika k porazheniyu fomozom na rannih stadiyah razvitiya / S.L. Saukova, T.S. Antonova, N.M. Araslanova, M.V. Iwebor // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2020. – 3 (183). – S. 114–120.
7. Saukova, S.L. Sravnenie dvuh metodov iskusstvennogo zarazheniya rastenij podsolnechnika vozбудителем fomoza *Phoma macdonaldii* Boer. v usloviyah teplicy / S.L. Saukova, T.S. Antonova, N.M. Araslanova, M.V. Iwebor // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2019. – 1 (177). – S. 92–98.
8. Serdyuk, O.A. Bolezni maslichnykh kul'tur semejstva kapustnye v usloviyah Krasnodarskogo kraja / O.A. Serdyuk, E.B. Bochkareva, V.T. Piven' // Zashchita i karantin rastenij. – 2011. – № 3. – S. 50–53.
9. Hyutti, A.V. Fomoz kartofelya / A.V. Hyutti, A.M. Lazarev, Yu.A. Varicev // Sel'skohozyajstvennye vesti. – 2020. – № 1 (120). – S. 52–53.
10. Aveskamp, M.M. Biology and recent developments in the systematics of *Phoma*, a complex genus of major quarantine significance / M.M. Aveskamp, J. de Guyter, P.W. Crous // Fungal diversity. – 2008. – V. 31. – S. 1–18.
11. Descorps, C. Advances in *Phoma macdonaldii* (*Leptosphaeria lindquistii*) epidemiology, / C. Descorps, C. Hebrard, T. Rakotonindraina et al. // Proc. of 18th ISC, Mar del Plata, Argentina. – 2012. – 01-VC. – 8.
12. Jiafeng, Luo. Detection and identification of *Phoma macdonaldii* in sunflower seeds imported from Argentina / Luo Jiafeng, Wu Pinshan. // Australasian Plant Pathology. – 2011. – S. 82–83.
13. Wu, P.S. Fang Occurrence of *Phoma macdonaldii*, the causal agent of sunflower black stem disease, in sunflower fields in China / P.S. Wu, H.Z. Du, X.L. Zhang, F.L. Luo // Plant diseases. – 2012. – Vol. 96 (11). – 1696 s.

#### LIST OF SOURCES

1. Alekseeva, K.L. Bolezni morkovi pri hranenii / K.L. Alekseeva // Zashchita i karantin rastenij. – 2014. – № 10. – S. 18–20.
2. Ahatov, A.K. Mir tomata glazami fitopatologa / A.K. Ahatov. – M.: Izdatel'stvo «KMK», 2010. – 288 s.