



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-11-14>

УДК: 633.854.78:632.4

Тип статьи: оригинальная

Type of article: original

МОНИТОРИНГ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПОДСОЛНЕЧНИКА С ЦЕЛЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ УСТОЙЧИВОСТИ К ЛОЖНОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЕ

✉ Мерк Л.Б.^{1,2}, Губарева Н.С.³, Николаева В.Н.⁴, Доланбаева Г.Т.⁴, Дидоренко С.В.⁵

¹Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция

Восточно-Казахстанская область, п. Опытное Поле, Казахстан

²Алтайский государственный аграрный университет

Барнаул, Россия

³Восточно-Казахстанская областная карантинная лаборатория – филиал Республиканского центра карантина растений Комитета государственной инспекции в агропромышленном комплексе Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан

Восточно-Казахстанская область, Усть-Каменогорск, Казахстан

⁴Национальная научная лаборатория коллективного пользования Восточно-Казахстанского университета им. С. Аманжолова

Восточно-Казахстанская область, Усть-Каменогорск, Казахстан

⁵Казахстанский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства

Алматинская область, п. Алмалыбак, Казахстан

✉ e-mail: ariva8881@mail.ru

Увеличение производства маслосемян подсолнечника требует использования урожайных, адаптированных к условиям возделывания сортов и гибридов, устойчивых к вредоносным патогенам зоны выращивания. Снижению устойчивости культуры способствует целый ряд причин. Одна из них – возникновение условий для развития не только новых заболеваний, но и более агрессивных рас уже хорошо известных патогенов. Самым эффективным и экологически безопасным путем борьбы с болезнями сельскохозяйственных культур является создание устойчивого селекционного материала. В связи с этим в условиях Восточно-Казахстанской области были проведены исследования по оценке устойчивости к ложной мучнистой росе перспективного селекционного материала подсолнечника, созданного специалистами Восточно-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции. Определены количественные показатели пораженных растений и интенсивность поражения семядолей спороношением. Дана характеристика степени восприимчивости исследуемых образцов по 5-балльной шкале. Результаты опытов подтвердили возможность проведения отбора на разных этапах селекционной работы. Выделенный исходный материал может быть использован в качестве родительских форм при создании новых сортов и гибридов подсолнечника.

Ключевые слова: ложная мучнистая роса, подсолнечник, интенсивность поражения, тип реакции, устойчивость, патоген, гибрид, линия

MONITORING OF SUNFLOWER BREEDING MATERIAL TO IDENTIFY THE LEVEL OF RESISTANCE TO FALSE POWDERY MILDEW

✉ Merk L.B.^{1,2}, Gubareva N.S.³, Nikolaeva V.N.⁴, Dolanbaeva G.T.⁴, Didorenko S.V.⁵

¹East Kazakhstan Agricultural Experimental Station

Opytnoe Pole, East Kazakhstan region, Kazakhstan

²Altai State Agrarian University

Barnaul, Russia

³*East Kazakhstan Regional Quarantine Laboratory – Branch of the Republican Center for Plant Quarantine of the Committee of the State Inspection in Agro-industrial Complex of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan*

Ust-Kamenogorsk, East Kazakhstan region, Kazakhstan

⁴*National Scientific Laboratory for Collective Use, Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University*

Ust-Kamenogorsk, East Kazakhstan region, Kazakhstan

⁵*Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant growing*

Almalybak village, Almaty region, Kazakhstan

(✉)e-mail: ariva8881@mail.ru

Increased production of sunflower oilseeds requires the use of yielding, adapted to the conditions of cultivation varieties and hybrids resistant to harmful pathogens of the growing area. A number of reasons contribute to the decline in crop resistance. One of them is the emergence of conditions for the development of not only new diseases, but also more aggressive races of already well-known pathogens. The most effective and environmentally friendly way to control crop diseases is to create sustainable breeding material. In this regard, in the conditions of the East Kazakhstan region studies were conducted to assess the resistance to false powdery mildew of the promising breeding material of sunflower created by the specialists of the East Kazakhstan Agricultural Experimental Station. Quantitative indices of affected plants and the intensity of sporoniferous lesions on seedlings were determined. Characterization of the degree of susceptibility of the tested samples on a 5-point scale was given. The results of the experiments confirmed the possibility of selection at different stages of the breeding work. The selected source material can be used as parental forms in the creation of new sunflower varieties and hybrids.

Keywords: Downy mildew, sunflower, lesion intensity, reaction type, resistance, pathogen, hybrid, line

Для цитирования: Мерк Л.Б., Губарева Н.С., Николаева В.Н., Доланбаева Г.Т., Дидоренко С.В. Мониторинг селекционного материала подсолнечника с целью определения уровня устойчивости к ложной мучнистой росе // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 11. С. 138–146. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-11-14>

For citation: Merk L.B., Gubareva N.S., Nikolaeva V.N., Dolanbaeva G.T., Didorenko S.V. Monitoring of sunflower breeding material to identify the level of resistance to false powdery mildew. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 11, pp. 138–146. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-11-14>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан (BR10764991, BR10765017).

Acknowledgements

The work was carried out within the framework of program-targeted financing of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (BR10764991, BR10765017).

ВВЕДЕНИЕ

В Восточно-Казахстанской области в последние два десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к увеличению посевных площадей подсолнечника, что обусловлено в том числе высокой экономической рентабельностью данной культуры. На фоне роста доли подсолнечника в севооборотах, естественным путем возникает необходимость обеспечения сельхозпроизводителей качественным

семенным материалом. Безусловно, ввоз и использование семян гибридов иностранной селекции¹ частично решают проблему удовлетворения потребностей региона в семенах подсолнечника. Однако из-за высокой стоимости семена импортных гибридов доступны не для всех местных фермеров. К тому же их качество не всегда соответствует заявленным параметрам. В связи с этим в Восточном Казахстане актуальным является вопрос нала-

¹Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017–2021 гг. Астана, 2017. 150 с.

живания производства отечественных семян подсолнечника.

Рост посевных площадей подсолнечника в севооборотах и, как результат, возвращение культуры на прежнее место не через 5–8 лет, а через 2–3 года, создают благоприятные условия для накопления инфекции и развития эпифитотий [1]. Агроклиматические условия Восточного Казахстана разнообразны, что обеспечивает сохранение и распространение на его территории широкого спектра инфекционных заболеваний. Наиболее вредоносными в регионе являются такие заболевания растений, как ложная мучнистая роса, серая и белая гниль, вертицеллюзное увядание, фомоз, сухая гниль корзинок².

Одно из самых распространенных и вредоносных грибковых заболеваний в посевах подсолнечника предгорной лугово-степной зоны Восточного Казахстана – ложная мучнистая роса (ЛМР), вызываемая облигатным грибом-паразитом из класса оомицетов *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni³.

Особенность данного заболевания – разнообразие форм проявления. Как известно, мучнистая роса имеет шесть форм проявления⁴. Так, до 2005 г. в посевах подсолнечника в Восточно-Казахстанской области отмечалась только одна форма, отличающаяся средней степенью патогенности. В последнее десятилетие наблюдается распространение всех шести форм⁵. Заболевание носит скрытый характер протекания, поэтому его идентификация по морфологическим признакам может быть затруднена⁶. Заражение корзинок, а также семян ведет к гибели проростков. Данный фактор значительно влияет на посевные качества семенного материала [2].

В сложившейся ситуации актуализируется задача обеспечения региона семенами подсолнечника, свободными от указанной грибковой инфекции. В связи с этим необходимо изучение вредоносности мучнистой росы на посевах подсолнечника в условиях региона. Для этого на первом этапе была проведена оценка семян подсолнечника, из коллекции Восточно-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции (ВКСХОС), являющейся одним из ведущих предприятий страны, занимающихся селекцией и семеноводством масличных культур.

Цель исследования – определение степени устойчивости к ложной мучнистой росе селекционного материала подсолнечника из генофонда ВКСХОС с выделением наиболее резистентных исходных форм.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объект исследования – 28 экспериментальных гибридов и 30 самоопыленных линий из генофонда ВКСХОС. В качестве контроля использован восприимчивый ко всем расам патогена сорт Круглик А/41, созданный специалистами Всесоюзного научно-исследовательского института масличных культур.

Лабораторные исследования проводили в 2020 г. на базе Национальной научной лаборатории коллективного пользования Восточно-Казахстанского университета им. С. Аманжолова. В качестве основы взята методика проведения подобных опытов, ранее использованная М.В. Ивевор, Т.С. Антоновой и Н.М. Араслановой⁷⁻⁹ [3–5].

²Губарева Н.С., Кузьмина Г.Н., Чурсин А.С. Видовой состав зарегистрированных болезней подсолнечника в Восточном Казахстане // Записки Усть-Каменогорского филиала Казахского географического общества: материалы междунар. науч.-практ. конф. Усть-Каменогорск, 2014. Вып. 8. С. 104–112.

³Губарева Н.С., Кузьмина Г.Н. Учебное пособие по определению болезней подсолнечника в Восточно-Казахстанском регионе. Усть-Каменогорск, 2018. 59 с.

⁴Выприцкая А.А., Кузнецов А.А., Пучин А.М. *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni в Тамбовской области // Вестник Тамбовского государственного университета. 2015. Т. 20. № 6. С. 1595–1600.

⁵Губарева Н.С. Мониторинг болезней подсолнечника и полевая выносливость сортов и гибридов при возделывании в Восточно-Казахстанской области. Усть-Каменогорск, 2018. С. 6–7.

⁶Cificgil T.H., Ozer N., Sabudak T. A preliminary study on control of sunflower downy mildew (*Plasmopara halstedii*) with culture filtrates of antagonistic fungi // Proceedings of 19th International Sunflower Conference. Edirne, 2016. P. 1106.

⁷Ивевор М.В. Идентификация рас возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника в регионах Северного Кавказа и выделение устойчивого к ним исходного материала для селекции: дис. ... канд. с.-х. наук. Краснодар, 2009. 144 с.

⁸Ивевор М.В., Антонова Т.С., Арасланова Н.М. Особенности проявления ложной мучнистой росы подсолнечника при искусственном заражении разными расами патогена // Масличные культуры. 2009. № 1 (140). С. 26–31.

⁹Екимова Т.С., Кузьмина Г.Н. Изучение методик оценки селекционного материала подсолнечника на иммунитет к ложной мучнистой росе // Global science and innovations 2019: Central Asia. Астана, 2019. Т. 2. С. 315–319.

Для приготовления инокулюма в поле собирали листья подсолнечника со спороношением на нижней стороне листа. Часть растительного материала помещали во влажную камеру для идентификации возбудителя. С поверхности отобранных образцов методом простого смыва зооспор дистиллированной водой получали инокулюм ЛМР. В камере Горяева подсчитывали число зооспор в 1 мл и при необходимости делали разведение до требуемого количества – 106–109 клеток/мл. Расовую принадлежность возбудителя не идентифицировали, для инокулюма использовали популяционную смесь.

Для проращивания отбирали семена в количестве 100 шт. из одной корзинки. Предварительно семена помещали в марлевый фильтр и промывали под струей дистиллированной воды в течение 15 мин с целью сократить число сапрофитных микроорганизмов. Затем семена сушили на фильтровальной бумаге и помещали в чашки Петри. На низ чашек прокладывали фильтровальную бумагу, сверху накрывали увлажненной ватой. Чашки Петри помещали в культивационное помещение под лампы дневного света при температуре 25–27 °С на 2–4 дня (см. рис. 1).

После образования проростков длиной 1,5–2,0 см проводили отбор визуально здоровых образцов: со здоровым корешком,

гипокотилем и семядолями. С отобранных проростков снимали лузгу и высаживали их в растильни, представляющие собой кюветы с крупноффрированной фильтровальной бумагой¹⁰ (см. рис. 2).

Инфицирование проростков осуществляли путем полива суспензией зооспор. На каждую растильню было использовано по 150 мл суспензии. Заражение линий и гибридов ЛМР проводили в фитотроне.

На протяжении первых 7 сут в фитотроне поддерживали температуру 23–25 °С днем и 18 °С ночью. В последующие 7 дней температура была снижена до 16–18 °С. В указанный период проводили полив водой, а также круглосуточно поддерживали влажность в пределах 90,0% путем опрыскивания 4 раза в сутки из пульверизатора¹¹.

На 14-й день осуществляли учет и оценку поражения селекционного материала (см. рис. 3). В ходе оценки определяли общее число пораженных растений и интенсивность проявления заболевания у каждого образца. Учет поражаемости проводили на основании установления интенсивности поражения семядолей: определяли площадь спороношения, хлороза, некроза.

Степень устойчивости к инфекции оценивали по шкале качественной реакции проростков подсолнечника на внедрение возбудителя (см. табл. 1). Тип реакции на заражение определяли по 5-балльной шкале.

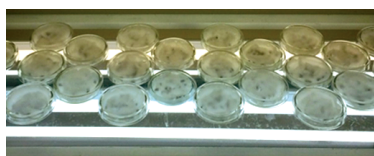


Рис. 1. Семена подсолнечника, помещенные в чашки Петри для проращивания

Fig. 1. Sunflower seeds placed in Petri dishes for germination

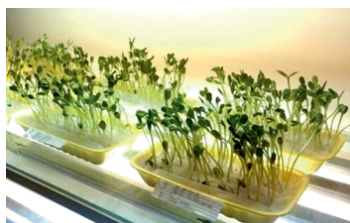


Рис. 2. Растильни с инокулированными проростками

Fig. 2. Planters with inoculated seedlings



Рис. 3. Проростки со спороношением на 14-й день после заражения

Fig. 3. Seedlings with sporulation on the 14th day after infection

¹⁰Маслиенко Л.В., Арасланова Н.М., Ковчигина М.А. Поиск оптимального метода искусственного заражения подсолнечника возбудителем ложной мучнистой росы для определения эффективности опытных образцов микробиопрепаратов // Масличные культуры. 2014. № 2. С. 159–160.

¹¹ГОСТ 12044–93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Издательство стандартов, 2011. 3 с.

Табл. 1. Показатели оценки реакции проростков подсолнечника на искусственное заражение *Plasmopara halstedii* (Farl.)

Table 1. Indicators for assessing the reaction of sunflower seedlings to artificial infection with *Plasmopara halstedii* (Farl.)

Балл	Характеристика типа поражения	Реакция на заражение
0	Пораженные растения отсутствуют или отмечаются единичные случаи, интенсивность поражения семядольных листьев – от 0,0 до 1,0%	Устойчивые
1	Пораженных проростков – до 50,0%, интенсивность поражения семядольных листьев – до 10,0%	Слабо поражаемые
2	Пораженных проростков – до 50,0%, со спороношением на семядолях – более 10,0%, со слабым спороношением – от 50,0 до 75,0%, интенсивность поражения семядольных листьев – до 10,0%	Средне поражаемые
3	Пораженных проростков со слабым спороношением – от 50,0 до 75,0% при интенсивности поражения семядольных листьев более 10,0%, пораженных проростков – от 75,0 до 100,0% при средней интенсивности спороношения на семядолях (от 10,0 до 30,0%)	Сильно поражаемые
4	Пораженных проростков – от 75,0 до 100,0% при высоком уровне спороношения на семядолях (от 30,0 до 50,0%)	Восприимчивые
5	Все проростки с поражением, интенсивность поражения семядолей – 50,0% и более	Неустойчивые

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Низкое качество семенного материала является в том числе следствием поражения его грибными инфекциями. Считается, что потери в результате инфицирования данным патогеном составляют больше половины от валового сбора [6]. Распространенность заболеваний исследователи во многом связывают с переносчиками болезней, климатическими условиями, нарушением севооборотов. Помимо выявления и учета, разрабатываются методы предотвращения распространения заболеваний^{12, 13}. Селекция на устойчивость к болезням имеет свои особенности, поскольку направление работ связано с селективируемой культурой и возникновением новых вариантов патогена [7]. В настоящее время поиск устойчивого селекционного материала представляется перспективным направлением.

В процессе исследования выявлено значительное варьирование показателей по искусственному заражению ЛМР 28 гибридных комбинаций. В табл. 2. отражены средние результаты по опыту.

На основе представленных данных видно, что в разных вариантах исследования доля зараженных проростков составила от 30,0 (ГК 1/31) до 100,0% (ГК 1/13, ГК 1/42). В контроле этот показатель достиг в среднем 90,0%. Интенсивность поражения семядолей в опыте составила от 2,0 (ГК 1/17) до 80,5% (ГК 1/42). Максимальная интенсивность поражения семядолей отмечена у двух образцов: ГК 1/42 – 80,5%, ГК 1/13 – 80,3% при распространении болезни на всех растениях. Из 28 изучаемых образцов было выделено шесть с максимальной степенью поражения проростков, что позволило определить их как неустойчивые (5 баллов).

Большинство гибридных комбинаций имели невысокую степень поражения проростков (до 22,0%), но в то же время число проростков со спороношением составило более половины всех растений. Такие образцы были отнесены к средне и сильно поражаемым (см. рис. 4).

По сумме характеристик к слабо поражаемым были отнесены ГК 1/39, ГК 1/25, ГК 1/57, средне поражаемым – ГК 1/60,

¹²Iwebor M., Antonova T.S. Changes in the racial structure of *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. et de Toni population in the South of the Russian Federation // Heliathis link is disabled. 2016. N 39 (64). P. 113–121.

¹³Костина Е.Е., Лобачев Ю.В. Селекционная ценность и устойчивость к ложной мучнистой росе и заразах экспериментальных гибридов подсолнечника // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. 2012. № 5. С. 26–27.

Табл. 2. Результаты заражения экспериментальных гибридных комбинаций

Table 2. Results of infection of experimental hybrid combinations

Селекционный индекс	Доля проростков со спороношением, %	Интенсивность, %	Тип реакции, балл
ГК 1/31	30,0 ± 1,5	8,3 ± 0,4	0
ГК 1/17	35,0 ± 1,8	2,0 ± 0,1	0
ГК 1/25	45,0 ± 2,3	7,8 ± 0,4	1
ГК 1/57	50,0 ± 2,5	6,3 ± 0,3	1
ГК 1/39	37,5 ± 1,9	18,8 ± 0,9	1
ГК 1/60	55,0 ± 2,8	4,0 ± 0,2	2
ГК 1/59	55,0 ± 2,8	8,5 ± 0,4	2
ГК 1/7	52,9 ± 2,6	16,8 ± 0,8	2
ГК 1/45	73,7 ± 3,7	5,5 ± 0,3	2
ГК 1/34	63,2 ± 3,2	21,8 ± 1,1	3
ГК 1/58	65,0 ± 3,3	12,8 ± 0,6	3
ГК 1/18	65,0 ± 3,3	15,3 ± 0,8	3
ГК 1/23	65,0 ± 3,3	30,8 ± 1,5	3
ГК 1/64	70,0 ± 3,5	14,3 ± 0,7	3
ГК 1/33	70,6 ± 3,5	11,2 ± 0,6	3
ГК 1/48	75,0 ± 3,8	13,5 ± 0,7	3
ГК 1/53	75,0 ± 3,8	14,0 ± 0,7	3
ГК 1/32	77,8 ± 3,9	18,9 ± 0,9	3
ГК 1/16	80,0 ± 4,0	15,8 ± 0,8	3
ГК 1/37	80,0 ± 4,0	20,5 ± 1,0	3
ГК 1/55	80,0 ± 4,0	23,0 ± 1,2	3
ГК 1/10	85,0 ± 4,3	38,3 ± 1,9	4
ГК 1/9	88,2 ± 4,4	30,6 ± 1,5	4
ГК 1/44	95,0 ± 4,8	14,8 ± 0,7	4
ГК 1/43	95,0 ± 4,8	76,5 ± 3,8	4
ГК 1/13	100,0 ± 5,0	80,3 ± 4,0	5
ГК 1/42	100,0 ± 5,0	80,5 ± 4,0	5
Контроль	90,0 ± 4,5	56,0 ± 2,8	5
НСР _{0,05}	± 3,5	± 1,1	

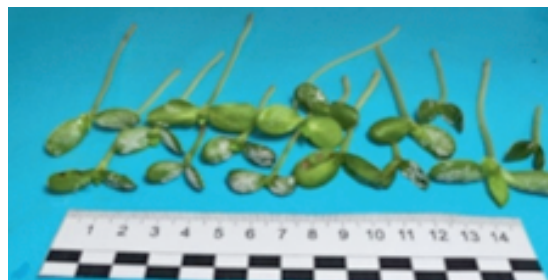


Рис. 4. Третий тип реакции

Fig. 4. Third type of reaction

ГК 1/59, ГК 1/7, ГК 1/45. Высокую степень устойчивости показали образцы ГК 1/17, ГК 1/31. В итоге было решено именно эти девять гибридных комбинаций использовать далее в селекционной работе.

Следует отметить, что у гетерозисных гибридов иммунный ответ к возбудителю ЛМР возможен при условии присутствия в родительских формах горизонтальной и вертикальной устойчивости¹⁴ [8–10]. В связи с этим возникла необходимость изучения константных самоопыленных линий. В ходе опыта на устойчивость к ЛМР было исследовано 30 константных самоопыленных линий (см. табл. 3).

Оценка устойчивости селекционного материала подсолнечника к ЛМР показала, что все исследуемые образцы были в разной степени поражены инфекцией. Количество проростков со спороношением варьировало от 40,0 (КЛ/21) до 100,0% (КЛ/32, КЛ/57). В контрольном варианте этот показатель составил 90,0%. Максимальная интенсивность поражения семядолей у константных линий варьировала от 2,5 (КЛ/5) до 51,8% (КЛ/32), в контроле она составила 54,5%.

Результаты исследования позволили выявить три линии с третьим типом реакции, где отмечалось максимальное количество пораженных растений. Четвертый тип реакции на заражение – «восприимчивые» – отмечен у десяти образцов. Интенсивность поражения семядолей в данном случае составила от 10,0 до 29,3%, количество пораженных растений достигло 75,0%. К средне поражаемым отнесено 12 образцов (см. рис. 5). В указанной

¹⁴Markin N.V., Usatov A.V., Vasilenko V.N., Maidanyuk D.N., Getmantseva L.V. SSR analysis of maternal and paternal lines selected in the don region (Russia) // American Journal of Agricultural and Biological Science. 2016. N 11 (1). P. 13–18.

Табл. 3. Результаты заражения самоопыленных линий

Table 3. Results of infection of self-pollinated lines

Селекционный индекс	Доля проростков со спороношением, %	Интенсивность, %	Тип реакции, балл
КЛ/21	40,0 ± 2,0	2,8 ± 0,1	1
КЛ/5	45,0 ± 2,3	2,5 ± 0,1	1
КЛ/6	50,0 ± 2,5	4,0 ± 0,2	1
КЛ/12	50,0 ± 2,5	2,8 ± 0,1	1
КЛ/4	55,0 ± 2,8	3,3 ± 0,2	2
КЛ/18	55,0 ± 2,8	2,8 ± 0,1	2
КЛ/33	55,0 ± 2,8	5,8 ± 0,3	2
КЛ/2	60,0 ± 30,0	4,3 ± 0,2	2
КЛ/23	65,0 ± 3,3	8,3 ± 0,4	2
КЛ/31	65,0 ± 3,3	7,3 ± 0,4	2
КЛ/61	65,0 ± 3,3	5,0 ± 0,3	2
КЛ/3	75,0 ± 3,8	6,0 ± 0,3	2
КЛ/15	75,0 ± 3,8	7,3 ± 0,4	2
КЛ/22	75,0 ± 3,8	9,5 ± 0,5	2
КЛ/26	75,0 ± 3,8	5,0 ± 0,3	2
КЛ/35	75,0 ± 3,8	8,8 ± 0,4	2
КЛ/24	60,0 ± 3,0	14,3 ± 0,7	3
КЛ/25	70,0 ± 3,5	16,3 ± 0,8	3
КЛ/30	70,0 ± 3,5	29,3 ± 1,5	3
КЛ/58	70,0 ± 3,5	10,5 ± 0,5	3
КЛ/60	70,0 ± 3,5	23,3 ± 1,2	3
КЛ/62	70,0 ± 3,5	18,8 ± 0,9	3
КЛ/29	75,0 ± 3,8	15,8 ± 0,8	3
КЛ/34	75,0 ± 3,8	16,0 ± 0,8	3
КЛ/56	75,0 ± 3,8	15,0 ± 0,8	3
КЛ/63	75,0 ± 3,8	10,0 ± 0,5	3
КЛ/59	95,0 ± 4,8	43,8 ± 2,2	4
КЛ/32	100,0 ± 5,0	51,8 ± 2,6	5
КЛ/57	100,0 ± 5,0	37,5 ± 1,9	5
Контроль	90,0 ± 4,5	54,5 ± 2,7	5
НСР _{0,05}	± 3,5	± 0,7	



Рис. 5. Второй тип реакции

Fig. 5. Second type of reaction

группе инфицированными оказались больше половины растений, с небольшим поражением семядолей – от 2,8 до 9,5%.

Среди изучаемых линий как перспективный селекционный материал по степени устойчивости к ЛМР выделены образцы, имеющие небольшое число проростков со слабым поражением (КЛ/5, КЛ/6, КЛ/12, КЛ/21). Эти линии можно охарактеризовать как слабо поражаемые.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило выделить не только исходный селекционный материал для создания новых экспериментальных гибридов, устойчивых к ЛМР, но также слабо поражаемые и устойчивые перспективные гибридные комбинации.

Необходимо отметить, что опыты были проведены в 2020 г., и в настоящее время отобранный на основании учета устойчивости к ЛМР селекционный материал мог ее утратить в силу возникновения в популяции возбудителя более агрессивной расы.

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод, что для повышения устойчивости к ЛМР константных линий и гибридов необходимо продолжать исследования по выявлению устойчивых форм, которые можно использовать в селекции и клеточной биотехнологии. Параллельно следует изучать биологию гриба и его расовый состав в условиях Восточно-Казахстанской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голощапова Н.Н., Гончаров С.В., Самелик Е.Г. Ложная мучнистая роса: заражение, симптомы и устойчивость подсолнечника к возбудителю болезни // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 175 (1). С. 56–68. DOI: 10.21515/1990-4665-175-004.
2. Лукомец В.М., Трунова М.В., Демури Я.Н. Современные тренды селекционно-генетического улучшения сортов и гибридов подсолнечника во ВНИИМК // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. № 25 (4). С. 388–393. DOI: 10.18699/vj21.042.
3. Маслиенко Л.В., Арасланова Н.М. Метод искусственного заражения проростков подсолнечника возбудителем ложной мучнистой росы для определения эффективности лабораторных образцов микробиопрепаратов на основе штаммов-антагонистов // Масличные культуры. 2022. № 3 (191). С. 67–72. DOI: 10.25230/2412-608x-2022-3-191-67-73.
4. Голощапова Н.Н., Гончаров С.В., Савченко В.Д., Ивебор М.В. Создание линий-восстановителей фертильности пыльцы подсолнечника, устойчивых к наиболее распространенным расам ложной мучнистой росы в Краснодарском крае // Масличные культуры. 2019. № 3 (179). С. 3–10. DOI: 10.25230/2412-608X-2019-3-179-3-10.
5. Ивебор М.В., Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Саукова С.Л., Путинова Ю.В., Елисеева К.К. Состояние популяции возбудителя ложной мучнистой росы подсолнечника в регионах Российской Федерации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. № 23 (1). С. 90–97. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.1.90-97.
6. Gilley M.A., Gulya T.J., Seiler G.J., Misar C.G., Markell S.G. Determination of virulence phenotypes of *plasmopara halstedii* in the United States // Plant Disease. 2020. N 104 (11). P. 2823–2831. DOI: 10.1094/pdis-10-19-2063-re.
7. Gontcharov S.V., Korotkova T.S., Goloschapova N.N., Nesmyslenov A.P. Shuttle breeding in sunflower lines development // Helia. 2021. N 44 (75). P. 125–130. DOI: 10.1515/helia-2021-0011.
8. Голощапова Н.Н., Гончаров С.В. Применение термогигрограмм в селекции подсолнечника на горизонтальную устойчивость к возбудителю ложной мучнистой росы // Масличные

культуры. 2020. № 1 (181). С. 21–30. DOI: 10.25230/2412-608x-2020-1-181-21-30.

9. Gontcharov S.V., Goloschapova N.N. Evaluation of horizontal resistance of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to downy mildew (*Plasmopara halstedii*) // Oilseeds and fats, Crops and Lipids. 2021. Vol. 28. P. 1–6. DOI: 10.1051/oel/2021047.
10. Голощапова Н.Н., Гончаров С.В., Самелик Е.Г. Общая и специфическая комбинационная способность родительских линий подсолнечника с разным типом устойчивости к ложной мучнистой росе // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 174. С. 79–91. DOI: 10.21515/1990-4665-174-009.

REFERENCES

1. Goloshchapova N.N., Goncharov S.V., Same-lik E.G. Downy mildew: infection, symptoms and resistance of sunflower to the disease agent. *Nauchniy zhurnal Kubanskogo gosudarstvenno-go agrarnogo universiteta = Scientific Journal of KubSAU*, 2022, no. 175 (1), pp. 56–68. (In Russian). DOI: 10.21515/1990-4665-175-004.
2. Lukomets V.M., Trunova M.V., Demurin Ya.N. Modern trends in breeding and genetic improvement of sunflower varieties and hybrids at VNIIMK. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selek-tcii = Vavilov Journal of Genetics and Bree-ding*, 2021, no. 25 (4), pp. 388–393. (In Rus-sian). DOI: 10.18699/vj21.042.
3. Maslienko L.V., Araslanova N.M. Method of artificial inoculation of sunflower seedlings with downy mildew pathogen to determine the effectiveness of laboratory samples of micro-biological preparations based on antagonist strains. *Maslichnie kulturi = Oil Crops*, 2022, no. 3 (191), pp. 67–72. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608x-2022-3-191-67-73.
4. Goloshchapova N.N., Goncharov S.V., Savchenko V.D., Ivebor M.V. Development of sunflower fertility restorer lines with resistant to the prevalent in the Krasnodar region races of downy mildew. *Maslichnie kulturi = Oil Crops*, 2019, no. 3 (179), pp. 3–10. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608X-2019-3-179-3-10.
5. Ivebor M.V., Antonova T.S., Araslanova N.M., Saukova S.L., Pitinova Yu.V., Eliseeva K.K. The situation in the population of the sunflower downy mildew pathogen in some regions of the Russian Federation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vo-*

- stoka* = *Agricultural Science Euro-North-East*, 2022, no. 23 (1), pp. 90–97. (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.1.90-97.
6. Gilley M.A., Gulya T.J., Seiler G.J., Misar C.G., Markell S.G. Determination of virulence phenotypes of *plasmopara halstedii* in the United States. *Plant Disease*, 2020, no. 104 (11), pp. 2823–2831. DOI: 10.1094/pdis-10-19-2063-re.
 7. Gontcharov S.V., Korotkova T.S., Goloschapova N.N., Nesmyslenov A.P. Shuttle breeding in sunflower lines development. *Helia*, 2021, no. 44 (75), pp. 125–130. DOI: 10.1515/helia-2021-0011.
 8. Goloshchapova N.N., Goncharov S.V. Thermogigrogramm application in sunflower breeding for horizontal resistance to downy mildew. *Maslichnie kulturi* = *Oil crops*, 2020, no. 1 (181), pp. 21–30. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608x-2020-1-181-21-30.
 9. Gontcharov S.V., Goloschapova N.N. Evaluation of horizontal resistance of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to downy mildew (*Plasmopara halstedii*). *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 2021, vol. 28, pp. 1–6. DOI: 10.1051/ocl/2021047.
 10. Goloshchapova N.N., Goncharov S.V., Sameilik E.G. General and specific combinational ability of sunflower parental lines with different types of resistance to downy mildew. *Nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Scientific Journal of KubSAU*, 2021, no. 174, pp. 79–91. (In Russian). DOI: 10.21515/1990-4665-174-009.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Мерк Л.Б.**, заведующая отделом;
адрес для переписки: Казахстан, 070512,
Восточно-Казахстанская область, п. Опыт-
ное Поле, ул. Нагорная, 3; e-mail: ariva8881@
mail.ru

Губарева Н.С., кандидат сельскохозяй-
ственных наук, руководитель филиала

Николаева В.Н., научный сотрудник

Доланбаева Г.Т., научный сотрудник

Дидоренко С.В., кандидат биологических
наук, заведующая лабораторией

AUTHOR INFORMATION

✉ **Larisa B. Merk**, Department Head; **ad-
dress:** 3, Nagornaya St., Opytnoe Pole, East Ka-
zakhstan Region, 070512, Kazakhstan; e-mail:
ariva8881@mail.ru

Natalya S. Gubareva, Candidate of Science
in Agriculture, Branch Manager

Valentina N. Nikolaeva, Researcher

Gulsain T. Dolanbaeva, Researcher

Svetlana V. Didorenko, Candidate of Sci-
ence in Biology, Laboratory Head

Дата поступления статьи / Received by the editors 22.05.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 06.09.2023
Дата публикации / Published 15.12.2023