Оригинальная статья / Original article

https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-61-67
УДК 635.63:631.524.86:631.234-036

Селекция огурца для весенних пленочных теплиц на устойчивость к настоящей мучнистой росе

И.Б. Коротцева*, С.Н. Белов, М.Е. Слетова

Федеральное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14

Автор для переписки: korottseva@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Коротцева И.Б.: научное руководство исследованием, концептуализация, разработка методологии исследования, подготовка и создание рукописи.Белов С.Н.: визуализация, проведение исследований, формальный анализ. Слетова М.Е.: проведение исследований, курирование данных, редактирование рукописи.

Для цитирования: Коротцева И.Б., Белов С.Н., Слетова М.Е. Селекция огурца для весенних пленочных теплиц на устойчивость к настоящей мучнистой росе. *Овощи России*. 2024;(1):61-67. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-61-67

Поступила в редакцию: 25.12.2023
Принята к печати: 25.01.2024
Опубликована: 19.02.2024

РЕЗЮМЕ

Актуальность. **Мучнистая роса – одно из самых распространенных и вредоносных заболеваний огурца (*Cucumis sativus* L.) в открытом и защищенном грунте. Причем, в закрытом грунте, вредоносность выше, чем в полевых условиях. Урожай огурца, вследствие поражения растений мучнистой росой, снижается на 30–50%, а в отдельных случаях, более чем на 70%. Создание современных гибридов огурца невозможно без постоянного привлечения в селекционный процесс новых источников хозяйственно полезных признаков, в том числе и устойчивости к настоящей мучнистой росе. Очень важно совместить в одной линии и высокую степень партенокарпии, и женский тип цветения, и устойчивость к наиболее вредоносным заболеваниям. Эту задачу попытались решить в нашей работе.**

Материалы и методы. **Опыт был заложен в 2018-2022 годах в Одинцовском районе Московской области на базе головного учреждения ФГБНУ ФНЦО в условиях весенней грунтовой теплицы типа «Блочная», на естественном инфекционном фоне. На базе лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур было изучено 27 коллекционных и около 50-ти селекционных образцов огурца партенокарпического типа.**
В статье представлена оценка устойчивости к настоящей мучнистой росе 36 наиболее выровненных и наиболее ценных по комплексу хозяйственно полезных признаков селекционных образцов огурца. По каждому образцу оценивали по 2-3 семьи, по 6 растений в каждой, в течение 2-х лет. В течение всего вегетационного периода оценивали интенсивность поражения мучнистой росой по четырех бальной шкале и распространение болезни в %.

Результаты и их обсуждение. **Среди коллекционных образцов огурца, на естественном инфекционном фоне не поразились мучнистой росой два гибрида агрофирмы BEJO ZADEN B.V.: Амур 1801 F_1, Артист F_1, гибрид без названия агрофирмы MONSANTO HOLLAND B.V., условно названный – Семенис F_1 и гибрид Кибрия F_1 агрофирмы RIJK ZWAAN. В слабой степени, менее чем на один балл, поразились: Орфей F_1, Меренга F_1, Маринда F_1, Маша F_1, Othello F_1, Лист F_1, Адам F_1, СВ 4097 F_1 и Красотка F_1. Выделены 11 селекционных образцов огурца, отобранные в предыдущие годы исследований по комплексу хозяйственно полезных признаков, которые не поразились этой болезнью в течение 2-х лет исследований. Будет продолжена работа по оценке этих линий на устойчивость к настоящей мучнистой росе на искусственном инфекционном фоне.**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:
огурец, линия, селекция, толерантность, настоящая мучнистая роса

Cucumber breeding for spring film greenhouses for resistance to real powdery mildew

Irina B. Korottseva*, Sergey N. Belov, Maria E. Sletova

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)
14, Selectsionnaya str., VNIISSOK, Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russia

Corresponding Author: korottseva@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: Irina B. Korottseva: scientific management of research, conceptualization, development of research methodology, preparation and creation of a manuscript. Sergey N. Belov: visualization, conducting research, formal analysis. Maria E. Sletova: conducting research, curating data, editing the manuscript.

For citation: Korottseva I.B., Belov S.N., Sletova M.E. Cucumber breeding for spring film greenhouses for resistance to real powdery mildew. *Vegetable crops of Russia.* 2024;(1):61-67. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-1-61-67

Received: 25.12.2023
Accepted for publication: 25.01.2024
Published: 19.02.2024

ABSTRACT

Relevance. **Powdery mildew is one of the most common and harmful diseases of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in open and protected ground. Moreover, in the closed ground, the harmfulness is higher than in the field. The yield of cucumber, due to the defeat of plants by powdery mildew, decreases by 30-50%, and in some cases by more than 70%. The creation of modern cucumber hybrids is impossible without the constant involvement in the breeding process of new sources of economically useful traits, including resistance to real powdery mildew. It is very important to combine in one line both a high degree of parthenocarpy, and the female type of flowering, and resistance to the most harmful diseases. We tried to solve this problem in our work.**

Materials and methods. **The experience was laid in 2018-2022 in the Odintsovo district of the Moscow region on the basis of the head institution of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) in the conditions of a spring ground greenhouse of the Block type, on a natural infectious background. On the basis of the laboratory of breeding and seed production of pumpkin crops, 27 collectible and about 50 breeding samples of parthenocarpic cucumber were studied. The article presents an assessment of the resistance to this powdery mildew of 36 of the most aligned and most valuable cucumber breeding samples in terms of a complex of economically useful features. 2-3 families, 6 plants in each, were evaluated for each sample for 2 years. During the entire growing season, the intensity of powdery mildew damage was assessed on a four-point scale and the spread of the disease in %.**

Results. **Among the collection samples of cucumber, on a natural infectious background, two hybrids of the agrofirm BEJO ZADEN B.V. were not affected by powdery mildew: Amur 1801 F_1, Artist F_1, a hybrid without a name of the agrofirm MONSANTO HOLLAND B.V., conventionally named – Semenis F_1 and hybrid Kibria F_1 of the agrofirm RIJK ZWAAN. To a small extent, less than one point, they were amazed: Orpheus F_1, Merengue F_1, Marinda F_1, Masha F_1, Othello F_1, List F_1, Adam F_1, SV 4097 F_1 and Krasotka F_1. 11cucumber breeding samples selected in previous years of research on a complex of economically useful signs that were not affected by this disease during 2 years of research were identified. Work will continue to evaluate these lines for resistance to real powdery mildew on an artificial infectious background.**

KEYWORDS:
cucumber, breeding, tolerance, powdery mildew

Введение

Мучнистая роса – одно из самых распространенных и вредоносных заболеваний огурца (*Cucumis sativus* L.) в открытом и защищенном грунте. Причем,в закрытом грунте вредоносность выше, чем в полевых условиях. Урожай огурца, вследствие поражения растений мучнистой росой, снижается на 30–50%, а в отдельных случаях, более чем на 70% [1,2]. По данным Налобовой В.Л. потери урожая огурца от мучнистой росы в пленочной теплице достигали 30,9% [3]. Вредоносность в значительной степени зависит от времени появления первых симптомов.

В настоящее время в открытом грунте Нечерноземной зоны, из-за сильного поражения пероноспорозом, настоящую мучнистую росу на огурцах можно встретить крайне редко, главным образом, на сильно восприимчивых сортах. Основной вред эта болезнь наносит в защищенном грунте, как в весенних, так и зимних теплицах. Особенно актуальна устойчивость к мучнистой росе, при выращивании огурца на досвечивании.

Наиболее распространена мучнистая роса при выращивании культуры в условиях искусственного освещения в осеннее – зимние месяцы [4]. В настоящее время на светокультуре преимущество отдается иностранным гибридам огурца. Одной из главных причин является слабая устойчивость отечественных гибридов к мучнистой росе.

Первые симптомы могут появиться на семядольных или на настоящих листьях нижнего или среднего яруса. Патоген может также развиваться на черешках листьев и стебле. Поражение мучнистой росой проявляется на листьях в виде отдельных пятен белого налета, которые постепенно сливаются, образуя на листовой поверхности порошкообразный налет конидиального спороношения. Листья темнеют и деформируются, приобретая волнистую поверхность, подсыхают по краям. Плоды не повреждаются, но в связи с общим обезвоживанием растения, мельчают, приобретают горьковатый вкус и вянут. На заключительной стадии развития гриба погибают сначала отдельные плети, а потом и всё растение [1, 5].

В условиях Нечерноземного региона в открытом и защищённом грунте, среди выращиваемых представителей семейства *Cucurbitaceae*, наибольшее распространение и вредоносность оказывают 2 вида мучнисторосяных грибов: *Podosphaera xanthii* (*Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht ex Fr.) Poll. или *Podosphaera fusca* (фр.) U. Braun & N. Shishkoff) и *Erysiphe cichoracearum* f. sp. *cucurbitacearum* (DC. ex Merat) (*Golovinomyces cichoracearum*). Оба возбудителя мучнистой росы являются облигатными паразитами [5, 6, 7]. В условиях теплиц чаще всего наибольший вред приносит патоген *Sphaerotheca fuliginea* [6]. По данным лаборатории молекулярно-иммунологических исследований, возбудителем мучнистой росы на растениях огурца в условиях весенних пленочных теплиц ФГБНУ ФНЦО в 2021, 2022 годах являлся патоген *Sphaerotheca fuliginea* (синоним) *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & N. Shishkoff или синоним *Podosphaera fusca* (фр.) U. Braun & N. Shishkoff [8].

Полная устойчивость огурца к мучнистой росе (*Sphaerotheca fuliginea* Poll.) контролируется тремя рецессивными генами: *pm-1, pm-2, pm-3,* первый и второй содержатся у сорта Natsu fushinari, а третий у – PI 200815 PI и 200818 [9, 10, 11]. Позже был обнаружен еще один рецессивный ген *pm-h*, который обуславливает устойчивость к этому заболеванию в фазе семядольных листьев [12]. Полигенный рецессивный характер наследования устойчивости к мучнистой росе у огурца подтвердили Пивоваров В.Ф., Юрина О.В. (1970), Пивоваров В.Ф. (1971) и др. [13, 14, 15]. В связи с этим, при селекции гетерозисных гибридов огурца обе родительские формы должны обладать устойчивостью к мучнистой росе.

Что касается устойчивости, благодаря способности этих облигатных биотрофов к достаточно быстрому формированию новых рас, а также сезонным изменениям в структуре патокомплекса, большинство современных сортов и гибридов огурца восприимчивы к возбудителям мучнистой росы. Среди сортов, наиболее устойчивых к этой болезни, большинство относится к пчелоопыляемому типу. Среди отечественных – это: Садко F_1, Конкурент, Парад, Белорусский, Верасень, Зарница и др. [3, 5]. По данным Баклановой О.В. и Чистяковой Л.А., высокой комплексной устойчивостью к мучнистой росе и пероноспорозу обладали пчелоопыляемые гибриды: Рябчик F_1, Наташа F_1, Кречет F_1 [16].

В связи с ростом числа локальных очагов поражения и появлением эпифитотий настоящий мучнистой росы, направление по селекции на устойчивость для защищённого грунта приобретает большую актуальность. В настоящее время в РФ активно ведется селекция огурца для защищенного грунта на устойчивость к настоящей мучнистой росе. В НИИОЗГ созданы бугорчатые гибриды партенокарпического типа: Барселона F_1, Шарж F_1, Кадриль F_1 и др. [17] и коктейльные гибриды огурца партенокарпического типа с гладкими плодами – Министар F_1 и Промини F_1, характеризующиеся устойчивостью к этой болезни [18].

Следует отметить, что устойчивость к мучнистой росе может изменяться в зависимости от возраста и продуктивности растений, условий выращивания, видового состава возбудителей, инфекционной нагрузки и других факторов [13].

Создание современных гибридов огурца невозможно без постоянного привлечения в селекционный процесс новых источников хозяйственно полезных признаков, в том числе и устойчивости к настоящей мучнистой росе. Очень важно совместить в одной линии и высокую степень партенокарпии, и женский тип цветения, и устойчивость к наиболее вредоносным заболеваниям. Эту задачу попытались решить в нашей работе.

Условия проведения опытов

Опыт был заложен в 2018-2022 годах в Одинцовском районе Московской области в условиях весенней грунтовой теплицы типа «Блочная» на базе головного учреждения ФГБНУ ФНЦО. Посев на рассаду проводили в начале мая, посадку рассады – в фазу 2-х настоящих листьев. Густота стояния растений – 2,8 шт./м^2. Агротехника выращивания – общепринятая для условий весенних пленочных теплиц.

Возбудителю настоящей мучнистой росы, который по своей природе является облигатным биотрофом, для активного распространения необходимо наличие оптимальных гидротермических условий. Метеорологические составляющие исследуемого периода 2018, 2021 и 2022 годов в целом создали благоприятные условия для развития эпифитотии настоящей мучнистой росы, как в открытом, так и в защищённом грунте на представителях семейства тыквенные. Так, в 2018 году среднесуточная температура воздуха в мае на 3,6°С превышала среднемноголетние показатели, что способствовало более раннему развитию болезни на растениях-хозяевах в естественной среде, а условия пониженной влажности (количество осадков почти

Таблица 1. Среднесуточная температура воздуха и суммарное количество осадков по месяцам в различные годы исследований (Одинцовский район, 2018, 2021 и 2022 годы)
Table 1. Average daily air temperature and the total amount of precipitation by month in various years of research (Odintsovo district, 2018, 2021 and 2022)

Метеорологические условия	май				июнь				июль				август			
	2018	2021	2022	*гг	2018	2021	2022	гг	2018	2021	2022	гг	2018	2021	2022	гг
Температура воздуха, °С	16,6	14	10,4	13	15,4	20,2	19	17	17,6	22,2	20,6	18	15,8	19,4	22,2	15
Сумма осадков, мм	62,2	105	21	100	26	62	10,2	110	66	62	16,8	135	30,6	73	2,6	80

**гг – среднемноголетние данные*

Рис. 1. Гидротермические показатели 2018, 2021 и 2022 годы
Fig. 1. Hydrothermal indicators 2018, 2021 and 2022

в два раза меньше климатической нормы) способствовали повышению агрессивности возбудителя.

Вегетационный сезон 2021 года был жарким и засушливым, с превышением температурных значений над среднемноголетними в среднем на 2˚С, что сказалось на сдвиге даты появления первых симптомов и начала интенсивного заражения, на более поздние сроки, в среднем на 2 недели, по сравнению со среднемноголетними наблюдениями. При этом осадков выпало почти на 30 мм меньше нормы. Особенно низкие значения пришлись на август, в период активного плодоношения, что послужило дополнительным фактором восприимчивости растений к патогену.

Гидротермические показатели 2022 года характеризовались более низкими значениями температуры воздуха в мае, на 2,6˚С ниже среднемноголетних, и количеством осадков – на 79 мм меньше нормы. Кроме того, на культурах семейства Cucurbitaceae в естественной среде ранним утром наблюдались обильные росы, которые являются оптимальной средой для стимуляции патогенеза мучнистой росы.

Таким образом, в 2018, 2021 и 2022 годах условия вегетационного периода были довольно засушливыми, на фоне как повышенных, так и пониженных температур воздуха, которые благоприятствовали возникновению оптимальных условий для более раннего патогенеза мучнистой росы на восприимчивых растениях. А также способствовали значительному повышению агрессивности возбудителя мучнистой росы, что, в свою очередь, служило дополнительным фактором для развития эпифитотии этой болезни на культуре огурца в условиях весенних пленочных теплиц.

Материалы и методы

На базе лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур было изучено 27 коллекционных и около 50 селекционных образцов огурца партенокарпического типа.

В статье представлена оценка устойчивости к настоящей мучнистой росе 36 наиболее выровненных и наиболее ценных по комплексу хозяйственно полезных признаков селекционных образцов огурца. По каждому образцу оценивали по 2-3 семьи, по 6 растений в каждой, в течение 2-х лет.

В пленочной необогреваемой теплице проводили оценку интенсивности поражения растений огурца мучнистой

росой на естественном инфекционном фоне, в соответствии с «Рекомендациями и методическими указаниями по селекции и семеноводству огурца» [19] и «Широким унифицированным классификатором СЭВ и международным классификатором СЭВ вида *Cucumis sativus* L.» [20].

Интенсивность поражения огуречных растений оценивали по следующей шкале:

0 – здоровые растения;

0,1 – единичные признаки заболевания;

1 – поражено до 1/4 поверхности листа;

2 – поражено до 1/2 поверхности листа;

3 – поражено до 2/3 поверхности листа;

4 – поражено более 2/3 поверхности листа.

Средний балл (интенсивность) поражения сорта вычисляли по формуле:

$$Cb = \frac{\sum(r \times b)}{n},$$

где ∑ – сумма произведений $(r \times b)$; r – количество пораженных растений; b – балл поражения; n – количество учитываемых растений.

Мониторинг выравненности и напряжённости естественного инфекционного фона для оценки линейного материала на устойчивость к настоящей мучнистой росе в условиях защищённого грунта в течение трех лет (2018, 2021 и 2022 годы) оценивали по интенсивности поражения (Cb, балл) и распространению (P, %) настоящей мучнистой росы на растениях огурца, являющимися в течение исследуемого периода стандартом восприимчивости (St S – линия 1771) и стандартом толерантности (St R – сорт Единство). Следует отметить, что распространенность настоящей мучнистой росы на восприимчивой линии 1771 на протяжении всего периода исследований была стабильно высокой и составила 100% с варьированием показателя поражённости растений 3-4 балла, в зависимости от года.

Пораженность растений определяли в динамике, отмечали нарастание интенсивности развития симптомов в период массового плодоношения и в конце вегетации.

Результаты и их обсуждение

В 2018 году в весенней пленочной теплице, в период массового плодоношения, было отмечено поражение растений огурца мучнистой росой, некоторых образцов – в сильной степени. Неустойчивый стандарт, на конец августа, поразился мучнистой росой на 3,0 балла (табл. 2).

На естественном инфекционном фоне отсутствие симптомов мучнистой росы было выявлено у двух коммерческих гибридов агрофирмы BEJO ZADEN B.V.: Амур 1801 F_1, Артист F_1 и гибрида без названия агрофирмы MONSANTO HOLLAND B.V., условно названного Семенис F_1. В слабой степени, менее чем на один балл, поразились: Орфей F_1, Меренга F_1, Маринда F_1, Маша F_1, Othello F_1, Лист F_1, Адам F_1 и Красотка F_1. Высокую восприимчивость к возбудителю (степень поражения 2,7-3,0 балла) продемонстрировали три гибрида: Санькина любовь F_1, Лель F_1 и Кураж F_1. Немного меньше, на 2,3 балла, поразился гибрид Герман F_1. Остальные исследуемые гибриды поразились в средней степени (1,5-1,9 балла).

В 2021 году в весенней пленочной теплице изучали еще 7 коллекционных образцов огурца, пользующихся большой популярностью среди фермеров. В этом году на естественном инфекционном фоне мучнистая роса проявилась в средней степени, восприимчивый стандарт поразился на 1,0-1,5 балла. Три гибрида: Семенис F_1, Кибрия F_1 и СВ 4097 F_1 совсем не поразились настоящей мучнистой росой. Гибрид Catarina F_1 поразился на уровне неустойчивого стандарта, а остальные – на 0,3-0,6 балла (табл. 3).

На изучаемых гибридах в результате инцухтирования были получены семена, которые высеяли в 2022 году по семьям. В этом году на естественном инфекционном фоне

Таблица 2. Оценка интенсивности поражения коллекционных образцов огурца настоящей мучнистой росой (интенсивность поражения, балл). Весенняя теплица, естественный инфекционный фон, 2018 год
Table 2. Assessment of the lesion of collectible cucumber samples with real powdery dew (degree of lesion, score). Spring green house, natural infectious background, 2018

Коллекционный образец	Происхождение	X ср	
		10.08.	29.08.
Единство – толерантный ст.	ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА»	0	0
Nong 3027 – неустойчивый стандарт	Китай	0,2	3,0±0,2
Красотка F_1	ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА»	0	0,6±0,08
Адам F_1	BEJO ZADEN B.V.	0	0,5±0,1
Артист F_1	BEJO ZADEN B.V.	0	0
Амур1801 F_1	BEJO ZADEN B.V.	0	0
Лист F_1	RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL B.V.	0	0,6±0,15
Эксельсиор F_1	ENZA ZADEN BEHEER B.V.	0,1	1,5±0,22
РМТ	ООО «ГЕТЕРОЗИСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ»	0,1	1,5±0,2
Лель F_1	ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА»	0.3	2.8±0,2
Othello F_1	MORAVOSEED SPOLECNOST S RUCENI OMEZENYM; ИП Алексашова М.В.	0	0,7±0,13
Семенис F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0	0
Орфей F_1	ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ 'НК. ЛТД»	0	0,3±0,15
Санькина любовь F_1	ООО «ГЕТЕРОЗИСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ»	0,5	3,0±0,17
Кураж F_1	ООО «СЕЛЕКЦИОННАЯ ФИРМА ГАВРИШ»	0,15	2,75±0,12
Герман F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0	2,3±0,19
Монисия F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0,1	1,9±0,07
Меренга F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0	0,4±0,05
Маринда F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0	0,6±0,05
Маша F_1	MONSANTO HOLLAND B. V.	0	0,8±0,23

Рис. 2. Поражение растения огурца мучнистой росой в сильной степени
Fig. 2. Defeat of the cucumber plant powdery mildew to a strong degree

отмечали локальные эпифитотии патогена, восприимчивый стандарт уже при оценке в третьей декаде июля (25.07) получил максимальный балл. Все семьи Catarina F_2 оказались на уровне неустойчивого стандарта и были отбракованы. В популяциях Саунд F_2 отдельные семьи поразились на 0,5, а другие – на 1,5 балла. В популяциях Bjorn F_2 только одна семья оказалась без симптомов, а у другой балл поражения варьировал в интервале от 0,5 до 1,0 балла. И лишь популяции Семенис F_2 и Кибрия F_2 совсем не поразились этой болезнью (табл. 3).

В лаборатории селекции и семеноводства тыквенных культур ФГБНУ ФНЦО был получен ряд линий огурца, отличающихся комплексом хозяйственно полезных признаков. Наиболее выровненные из них представлены в таблице 4. В качестве восприимчивого стандарта использовали образец из Японии 1771, толерантного – сорт Единство. В течение двух лет исследований в необогреваемых пленочных теплицах на естественном инфекционном фоне проводили иммунологическую оценку селекционных образцов огурца

Рис. 3. Поражение растения огурца мучнистой росой в слабой степени
Fig. 3. Defeat of the cucumber plantpowdery mildew to a mild degree

на устойчивость к возбудителю настоящей мучнистой росы *Sphaerotheca fuliginea* (синоним) *Podosphaera xanthii.* Как отмечалось ранее, в 2022 году наблюдалось эпифитотийное развитие заболевания с более интенсивным поражением, чем в 2021 году. Первые симптомы мучнистой росы на огурце в 2022 году появились уже в конце первой декады, а в 2021 году – в третьей декаде июля. Стандарт восприимчивости на естественном инфекционном фоне в 2021 году поразился в среднем на 3 балла, тогда как в 2022 – на 4 балла. Следует отметить, что на толерантном стандарте симптомов проявления мучнистой росой отмечено не было в течение исследуемого периода (табл. 4).

Из 36 селекционных образцов огурца на 11 не были обнаружены симптомы настоящей мучнистой росы в течение 2-х лет исследований. Еще один образец оценивался в течение одного года и тоже не поразился этой болезнью. Двенадцать линий поразились не более, чем на 0,5 балла. Следует отметить, что на большинстве из них признаки настоящей мучнистой росы были обнаружении лишь в один из двух лет исследований. Распространение болезни на этих образцах составило от 20 до 100%. Наиболее ценными были две линии: Геп. $F_{9\text{-}10}$ и Шар. F_7, на которых мучнистая роса поразила не более 20-30% растений.

Четыре линии оказались менее устойчивыми, поразились на 0.7-1.5 балла и нуждаются в доработке по этому признаку.

Еще четыре линии: Л.77/1, Под.в. $F_{7\text{-}8}$, Пролекс 27-3 B_1 и Кар. F_6 к/б ред. поразились в сильной степени – на 2,5-4,0 балла, на

Таблица 3. Иммунологическая оценка коллекционных образцов огурца к мучнистой росе (весенняя пленочная теплица, 2021, 2022 годы)
Table 3. Immunological assessment of cucumber collection samples for powdery mildew (spring film phase, 2021, 2022)

Коллекционный образец	Происхождение	Поколение F_1 20.08.2021			Поколение F_2 25.07.2022		
		Cb, балл		P, %	Cb, балл		P, %
		min–max	$x_{ср}$		min–max	$x_{ср}$	
Образец 1771 неустойчивый стандарт	Япония	1,0-1,5	1,2	100	4,0	4,0	100
Семенис	MONSANTO HOLLAND B.V.	0	0	0	0	0	-
Кибрия	RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL B.V.	0	0	0	0	0	-
СВ 4097	MONSANTO HOLLAND B.V.	0	0	0	0-0,3	0,2	5
Bjorn	ENZA ZADEN BEHEER B.V.	0,2-0,5	0,4	66	0-1,0	0,3	42
Мадрилене	MONSANTO VEGETABLE IP MANAGEMENT B.V.	0,4-0,8	0,6	15	-	-	-
Catarina	SEMILLAS FITO S.A.	1,0-1,5	1,3	100	0-1,5	1,0	85
Саунд	RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL B.V.	0-0,5	0,3	25	4,0	4,0	60

Примечание: P – распространение болезни; Cb – интенсивность поражения

Таблица 4. Оценка интенсивности поражения мучнистой росой селекционных линий огурца партенокарпического типа (2021, 2022 годы, пленочная теплица)
Table 4. Assessment of powdery mildew lesions of selection lines of parthenocarpic cucumber (2021, 2022, film greenhouse)

№	Линия	Интенсивность поражения мучнистой росой, балл				Распространение болезни, %	
		2021 год		2022 год		2021 год	2022 год
		min–max	хсред	min–max	хсред		
1	Единство – толерантный st	0	0	0	0	0	0
2	Образец 1771 –неустойчивый st	2,5-3,5	3	4	4	100	100
3	24-905 RZ F_{4-5}	0,2	0,2	0	0	40	0
4	Адам F_{3-4}	0,7-2,0	1,0	0,3	0,3	100	50
5	Бар. F_{6-7} 1	0	0	0,5-1,0	0,75	0	75
6	Гар. F_{6-8}	0	0	0	0	0	0
7	Геп. F_{9-10}	0	0	0-0,5	0,3	0	20
8	Гер. F_{5-6} к/б	0,5	0,5	0,5	0,5	100	90
9	Каб. F_{5-6} к/б 1 ред	0,2-1,0	0,5	0,5-1,0	0,73	100	100
10	Кап. F_{7-6}	0	0	0	0	0	0
11	Кар. F_5 м/б	0	0	0	0	0	0
12	Кар. F_6 к/б ред.	2,5-3,0	2,7	-	-	100	-
13	Кар. F_{6-7} к/б част.	0	0	0	0	0	0
14	Л-25	0	0	0	0	0	0
15	Л-77/1	3,0-3,5	3,2	3,3-3,5	3,4	100	90
16	Лист F_{4-5}	0	0	0	0	0	0
17	Мад. F_5	0-0,8	0,5	0	0	70	0
18	Мам. F_4	0	0	0	0	0	0
19	Мар. F_4	0-0,3	0,1	0-0,5	0,3	33,3	50
20	Мер. F_{5-6}	0	0	0	0	0	0
21	Мон. F_{4-5} к/б	0	0	0	0	0	0
22	Мон.. F_{3-4} м/б	0-0,7	0,35	0	0	50	0
23	Пик. F_6 гл.	0-0,1	0,05	0	0	50	0
24	Под.в. F_{7-8}	2,5	2,5	3	3	100	100
25	Пр. F_{9-11}	0	0	0	0	0	0
26	Пролекс 2 B_1	1,7	1,7	2	2	80	90
27	Пролекс 27-3 B_1	2,5	2,5	3	3	80	90
28	Пыж. F_{5-6} к/б	0,5	0,5	0,5	0,5	100	100
29	Пыж. F_6 гл.	-	-	0	0	-	0
30	Сен. F_{9-11}	2	2	2,0-2,5	2,3	80	90
31	Тат. F_{8-9}	0	0	0	0	0	0
32	Тр. F_6 к/б	0,7	0,7	1,0-1,5	1,2	100	100
33	Ур. F5-6	0-0,5	0,1	0-0,4	0,2	41,7	50
34	Хас. F_5	0-0,7	0,3	1,5-2,0	1,75	60	80
35	Шар. F_7	0-0,5	0,1	0,5	0,5	29,4	20
36	Эксель F_5 р/б	0-0,2	0,07	0-0,7	0,35	33,3	60
37	Эксель F_5 ч/б	0-0,3	0,1	0-0,3	0,2	83,3	50
38	Л-35	0-0,2	0,1	-	-	66,6	-
	$НСР_{05}$		0,22		0,20		

уровне восприимчивого стандарта – образца из Японии. Распространение болезни на этих образцах достигало 80-100%. Немного в меньшей степени – на 1,7-2,3 балла, поразились в оба года исследований образцы Пролекс 2 B_1, Сен. F_{9-11}; в 2022 году – в течение одного года – линия Хас. F_5. Мучнистая роса поразила эти образцы на 80-90%.

Таким образом, поражение мучнистой росой изучаемых образцов огурца в значительной степени зависело как от генотипа изучаемых образцов, так и условий выращивания. Что согласуется с данными других исследователей [1, 3, 6, 7]. Самые восприимчивые образцы существенно поразились этой болезнью в оба года исследований. Однако в 2022 году интенсивность поражения мучнистой росой большинства образцов была выше, чем в 2021 году.

Выводы

Предварительная оценка селекционных образцов огурца на устойчивость к мучнистой росе позволила выделить линии, наименее поразившиеся этой болезнью. В селекции на устойчивость к настоящей мучнистой росе наиболее целесообразно использовать следующие коллекционные образцы огурца: Артист F_1, Амур 1801 F_1, Семенис F_1, Кибрия F_1, СВ 4097 F_1. Выделены 11 селекционных образцов огурца, которые не поразились этой болезнью в течение 2-х лет исследований. Работа по оценке этих линий на устойчивость к настоящей мучнистой росе на искусственном инфекционном фоне будет продолжена.

• Литература

1. Ахатов А.К. Мир огурца глазами фитопатолога. М.: Тов-во науч. изданий «КМК». 2020. 320 с.
2. Павлова О.В., Шевкунов В.Н., Дорогина Д.Д., Благородова Е.Н. Оценка перспективных гибридов огурца НИИОЗГ по урожайности, хозяйственно-ценным признакам и устойчивости к н.м.р. в летне-осеннем обороте остекленных теплиц. *Овощеводство – от теории к практике.* 2018. С.34-37. EDN XQWEST.
3. Налобова В.Л. Селекция огурца на устойчивость к болезням. Минск: ООО «Белпринт», 2005. 200 с.
4. Кокоулина Е.М. Болезни огурца при малообъемной технологии выращивания. *Защита и карантин растений.* 2008;(4):50. EDN LPWPZL.
5. Налобова В.Л., Павлова И.В., Ивановская М.В. Дифференциация видового состава возбудителей мучнистой росы тыквенных культур. *Земледелие и растениеводство.* 2018;(1):44-47..
6. Слетова М.Е. Видовой состав возбудителей настоящей мучнистой росы тыквенных культур. *Овощи России.* 2022;(4):91-97. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-91-97. EDN NBIFTP.
7. Гладышко С.Н., Кушнерева В.П., Корганова Н.Н. Исходный материал для селекции огурца с групповой устойчивостью к болезням. *Селекцияи семеноводство овощных культур.* 2002;(37):60-64.
8. Braun U., Cook R.T.A., Inman A.J., Shin H.D. The Taxonomy of the Powdery Mildew Fungi. *in: The Powdery mildews: A Comprehensive Treatise.* 2002;(1):13-55. ISBN: 9780890542910.
9. Kooistra E. Powdery mildew resistance in cucumber. *Euphytica.* 1968;17(2):236-244.
10. Стрельникова Т.Р., Маштакова А.Х., Руденко Н.М. Создание исходных форм тепличных огурцов, устойчивых к мучнистой росе. Вопросы частной генетики и селекции овощных культур: *Тезисы докладов научно-производственной конференции.* Молд. НИИОЗиО. Кишинёв. 1974. С. 142-144.
11. Jiahua X., Wehner T.C. Gene List 2001 for Cucumber. *Cucurbit Genetics Cooperative Report.* 2001;(24):110-136.
12. Shanmugasundarum S., Williams P.H., Peterson C.E. Inheritance of resistance to powdery mildew in cucumber. *Phytopathology.* 1971;(61):1218-1221.DOI: 10.1094/Phyto-61-1218.
13. Пивоваров В.Ф., Юрина О.В. Видовой состав и особенности развития мучнистой росы огурцов в условиях Московской обл. *Труды молодых ученых по селекции и семеноводству овощных культур.* М., 1970. Вып. 3. С. 81-85.
14. Пивоваров В.Ф. Мучнистая роса огурца в пленочных теплицах. *Труды молодых ученых и аспирантов по селекции и семеноводству овощных культур.* ВНИИССОК. М., 1971. Вып.4. С. 53-54.
15. Юрина О.В., Пивоваров В.Ф., Балашова Н.Н. Селекция и семеноводство тыквенных культур в России. Москва, 1998. 423 с.
16. Бакланова О.В., Чистякова Л.А. Коллекционные образцы партенокарпических и пчелоопыляемых гибридов огурца – исходный материал для селекции новых гетерозисных гибридов. *Известия ФНЦО.* 2022;(2):45-53. DOI 10.18619/2658-4832-2022-2-45-53. EDN IXCCIH.
17. Шамшина А. В. Партенокарпические гибриды F1 огурца с бугорчатыми плодами для пленочных теплиц. *Гавриш.* 2009;(6):2-5.
18. Хомченко Н.Н., Шевкунов В.Н., Муляр В.Н., Плужник И.С., Курепин А.В. Создание короткоплодных партенокарпических линий огурца гладкого типа. *Овощи России.* 2022;(1):24-32. https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-24-32. EDN FRBBGZ.
19. Рекомендации и методические указания по селекции и семеноводству огурца. М.: ВНИИССОК, 1999. 243 с.
20. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ вида *Cucumis sativus* L. Л., 1980. 28с.

• References

1. Akhatov A.K. The world of cucumber through the eyes of a phytopathologist. - M.: Comrade of scientific publications "KMK". 2020. 320 p. (In Russ.)
2. Pavlova O.V., Shevkunov V.N., Dorogina D.D., Blagorodova E.N. Evaluation of promising hybrids of cucumber NIIOZG by yield, economically valuable characteristics and resistance to n.m.r. in the summer-autumn turnover of glazed greenhouses. *Vegetable growing – from theory to practice.* 2018. pp.34-37. EDN XQWEST. (In Russ.)
3. Nalobova V.L. Cucumber breeding for disease resistance. Minsk: Belprint LLC, 2005. 200p. (In Russ.)
4. Kokoulina E.M. Cucumber diseases with low-volume cultivation technology. *Plant protection and quarantine.* 2008;(4):50. EDN LPWPZL. (In Russ.)
5. Nalobova V.L., Pavlova I.V., Ivanovskaya M.V. Differentiation of specific composition of powdery mildew agents of gourd family crops. *Crop Farming and Plant Growing.* 2018;(1):44-47. (In Russ.)
6. Sletova M.E. Species composition and identification of pathogens of real powdery mildew of pumpkin crops. *Vegetable crops of Russia.* 2022;(4):91-97. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-91-97. EDN NBIFTP.
7. Gladyshko S.N., Kushnereva V.P., Korganova N.N. Source materialfor cucumber breeding with group disease resistance. *Breedingand seed production of vegetable crops.* 2002;(37):60-64. (In Russ.)
8. Braun U., Cook R.T.A., Inman A.J., Shin H.D. The Taxonomy of the Powdery Mildew Fungi. *in: The Powdery mildews: A Comprehensive Treatise.* 2002;(1):13-55. ISBN: 9780890542910.
9. Kooistra E. Powdery mildew resistance in cucumber. *Euphytica.* 1968;17(2):236-244.
10. Strelnikova T.R., Mashtakova A.H., Rudenko N.M. Formation of initial forms of greenhouse cucumbers resistant to powdery mildew. *Issues of private genetics and breeding of vegetable crops: Abstracts of the scientific and industrial conference.* Mold. NIIOSO. Chisinau. 1974. pp. 142-144. (In Russ.)
11. Jiahua X.,Wehner T.C. Gene List 2001 for Cucumber. *Cucurbit Genetics Cooperative Report.* 2001;(24):110-136.
12. Shanmugasundarum S., Williams P.H., Peterson C.E. Inheritance of resistance to powdery mildew in cucumber. *Phytopathology.* 1971;(61):1218-1221. DOI: 10.1094/Phyto-61-1218.
13. Pivovarov V.F., Yurina O.V. Species composition and features of the development of powdery mildew of cucumbers in the conditions of the Moscow region. *Proceedings of young scientists on breeding and seed production of vegetable crops.* M., 1970. Issue 3. pp. 81-85. (In Russ.)
14. Pivovarov V.F. Powdery mildew of cucumber in film greenhouses. *Proceedings of young scientists and postgraduates on breeding and seed production of vegetable crops.* VNIISSOK. M., 1971. Vol. 4. Pp.53-54. (In Russ.)
15. Yurina O.V., Pivovarov V.F., Balashova N.N. Selection and seed production of pumpkin crops in Russia. Moscow, 1998. 423 p. (In Russ.)
16. Baklanova O.V., Chistyakova L.A. Collectible samples of parthenocarpic and bee-pollinated cucumber hybrids - the source material for breeding new heterotic hybrids. *News of FSVC.* 2022;(2):45-53. DOI 10.18619/2658-4832-2022-2-45-53. EDN IXCCIH. (In Russ.)
17. Shamshina A.V. Parthenocarpic hybrids of F1 cucumber with tuberous fruits for film greenhouses. *Gavrish.* 2009;(6):2-5. (In Russ.)
18. Khomchenko N.N., Shevkunov V.N., Muliar V.N., Pluzhnik I.S., Kurepin A.V. Creation of parthenocarpic lines of smooth and short type of cucumber. *Vegetable crops of Russia.* 2022;(1):24-32. (In Russ.) https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-24-32. EDN FRBBGZ.
19. Recommendations and guidelines for cucumber breeding and seedproduction. M.: VNIISSOK, 1999.243 p. (In Russ.)
20. The broad unified classifier of CMEA and the international classifier of CMEA of the species *Cucumis sativus* L. L., 1980. 28 p. (In Russ.)

Об авторах:

Ирина Борисовна Коротцева – кандидат с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства тыквенных культур, https://orcid.org/0000-0001-5108-3289, SPIN-код: 2400-3150, автор для переписки, korottseva@mail.ru

Сергей Николаевич Белов – м.н.с. лаб. репродуктивной биотехнологии в селекции с.-х. растений, https://orcid.org/0000-0002-4387-9153, SPIN-код: 2054-6579, belov@vniissok.ru

Мария Евгеньевна Слетова – кандидат с.-х. наук, с.н.с. лаб. иммунитета и защиты растений, SPIN-код: 6272-6594, https://orcid.org/0000-0003-4117-2565, gvina@yandex.ru

About the Authors:

Irina B. Korottseva – Cand. Sci. (Agriculture), Head of the Laboratory of Selection and Seed Production of Pumpkin Crops, https://orcid.org/0000-0001-5108-3289, Correspondence Author, korottseva@mail.ru

Sergey N. Belov – Junior Researcher of Laboratory of Reproductive Biotechnology in Crop Breeding, https://orcid.org/0000-0002-4387-9153, belov@vniissok.ru

Maria E. Sletova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Laboratory of Immunity and Plant Protection, https://orcid.org/0000-0003-4117-2565, gvina@yandex.ru