

МУЧНИСТАЯ РОСА ТЫКВЕННЫХ КУЛЬТУР В МОЛДОВЕ

POWDERY MILDEW OF CUCURBITS IN MOLDOVA

Николаев А.Н.

Институт генетики, физиологии и защиты растений. Кишинев,
ул. Лесная, 20. MD-2002.

E-mail: arcadiinicolaev2@gmail.com

В статье приводятся названия и синонимы возбудителей мучнистой росы тыквенных культур. Проведена идентификация патогенов *Erysiphe cichoracearum* и *Podosphaera xanthii* по конидиальной стадии. Показано, что виды могут развиваться совместно и вызывать смешанные заражения одних и тех же листьев. Отмечаются генетические особенности, без учета которых нельзя интерпретировать результаты своих и описанных в литературе исследований. Надежная методология идентификации возбудителей мучнистой росы тыквенных культур позволяет уверенно увязывать исследования с конкретными видами возбудителей мучнистой росы, что является очень важным для селекционеров, фитоиммунологов, генетиков, микологов, ботаников, фитопатологов, токсикологов и специалистов по защите растений.

Ключевые слова: возбудители мучнистой росы тыквенных, идентификация по конидиальной стадии

Для цитирования: Николаев А.Н. МУЧНИСТАЯ РОСА ТЫКВЕННЫХ КУЛЬТУР В МОЛДОВЕ. Аграрная наука. 2019;(3):96–101.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-96-101>

Nicolaev A.N.

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Kishinev
E-mail: arcadiinicolaev2@gmail.com

The article provides the names and synonyms of cucurbits powdery mildew pathogens. The identification of pathogens *Erysiphe cichoracearum* and *Podosphaera xanthii* conform the conidial stage was made. It has been shown that species can developed together and caused mixed infections of the same leaves. The genetic features, without which cannot be interpreted the own and described in the literature results, are noted. A reliable methodology for identifying of cucurbits powdery mildew pathogens allows confidently to link research with concrete species of powdery mildew pathogens. This is very important for plant breeders, phytoimmunologists, geneticists, mycologists, botanists, plant pathologists, toxicologists and plant protection specialists.

Key words: cucurbits powdery mildew pathogens, identification by conidial stage

For citation: Nicolaev A.N. POWDERY MILDEW OF CUCURBITS IN MOLDOVA. Agrarian science. 2019;(3):96–101. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-3-96-101>

Традиционно об *Erysiphe cichoracearum* (ныне *Golovinomyces cichoracearum*) и *Podosphaera xanthii* (в прошлом *Sphaerotheca fuliginea*) сообщалось как о возбудителях мучнистой росы тыквенных культур.

Эти два вида часто смешивали (McCreight, J. D. 2004) по причине сходства анаморфных признаков и нерегулярного образования сумчатой стадии, которая изначально считалась главным критерием систематики (McGrath, et al., 1996).

В литературе последних лет номенклатура двух главных возбудителей мучнистой росы тыквенных культур все еще остается противоречивой и не установившейся. Патоген, который в настоящее время обозначен как *P. xanthii* в прошлом именовался как *Sphaerotheca fuliginea* Schlecht. ex Fr.) Poll. Другими синонимами являются *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blumer emend. U. Braun (del Pino, D. et al. 2002.; López-Ruiz, F.J., 2010.), *Sphaerotheca cucurbitae* (Jacq.) Z.Y. Zhao (Haramoto, M., et al. et a 2006; Morishita et al., 2003.) and *Podosphaera fusca* (Perez-Garcia, A. et al., 2009; Uchida, K., et al. 2009.).

Другой возбудитель *Golovinomyces cichoracearum* ранее относился к *Erysiphe orontii* Cast. Emend. U. Braun (del Pino, D. et al. 2002), *Erysiphe cichoracearum* (DC ex Merat) (Kristkova, E., and Lebeda, A. 2000). и *Golovinomyces orontii* (Castagne) V.P. Heluta (Nunez-Palenius, H. G., Hopkins, D., and Cantliffe, D. J. 2006).

После того, как было показано, что наличие фибриновых телец в конидиях может служить критерием отличия *S. fuliginea* от *E. cichoracearum*, выяснилось, что *S. fuliginea* в США была определена как преобладающая (McCreight, J. D., 2004), хотя одни и те же культуры могли заражаться обоими видами (Bardin, M. Et al., 1999; Chen, R.-S. et al., 1983).

Микологами в Молдове описано также два вида мучнистой росы, которые в СССР были названы как *Erysiphe cichoracearum* и *Sphaerotheca*. Традиционно виды опре-

делялись по совершенной стадии. В отсутствии ее виды как правило не дифференцировались. Поэтому при анализе литературных источников того времени зачастую оставалось неизвестным с каким видом возбудителя работал автор публикации. Мы впервые в Молдове предприняли попытку идентификации видов мучнистой росы по конидиальной стадии (Николаев А.Н., Николаева С.И., 2018) и установили, что в Молдове оба вида мучнисторосяных патогенов могут присутствовать одновременно и вызывать как самостоятельные, так и смешанные заражения одних и тех же образцов огурца.

Также часто возникали трудности в определении структуры популяций патогенов. Это связано с тем, что развитие болезни зависит от погодно-климатических условий, так как виды несколько отличаются по гидротермическим оптимумам развития.

Температурный оптимум у возбудителей мучнистой росы тыквенных отличается. Так Yarwood and Gardner (1964) показали, что для прорастания конидий *P. xanthii* требуется интервал температур 9–34° при оптимуме 22°. Изолят из дыни канталупы в жаркой долине Imperial Valley в Калифорнии имел оптимум 25–28°, а изолят этого же вида из более прохладного региона Colma (California) имел оптимум 15° (Jarvis, W., G., G. W., and G., G. G. 2002).

Различия в температурном оптимуме приводят к тому, что в регионах, где встречаются оба вида возбудителей мучнистой росы, в начале сезона развивается более холодостойкий вид, а летом, в более жаркое время, его начинает вытеснять более теплолюбивый вид.

В ареале произрастания тыквенных культур имеются и такие географические регионы, где оба вида мучнистой росы развиваются одновременно и такие регионы, где преобладает какой-то один вид.

Важной особенностью мучнисто-росяных грибов является наличие гетероталлизма, который определяет

способность грибов формировать сумчатую стадию и способствует половой рекомбинации биологических признаков и свойств таких, как различия в патогенности, вирулентности, устойчивости к фунгицидам. Наличие сумчатой стадии также позволяет осуществлять зимовку возбудителей, когда отсутствуют живые ткани растений.

Кроме этого, большое значение имеет сорт растений (степень устойчивости или восприимчивости его). Под влиянием сорта патогены могут формировать расы, отличающиеся по способности заражать определенные сорта. При этом у каждого вида патогена процессы расообразования могут идти параллельно и независимо друг от друга.

Систематические исследования в начале 21 века позволили идентифицировать 30 различных физиологических рас *P. xanthii* (Coffey, M. D., McCreight, J. D., and Miller, T., 2006; McCreight, J. D., 2006.) и 2 расы у *G. cichoracearum* (del Pino, D. et al., 2002.; Lebeda, A. et al., 2008.; Tomason, Y., and Gibson, P. T., 2006).

Традиционно физиологические расы возбудителя мучнистой росы тыквенных определяют по реакции на заражение изолятами набора дифференциаторов дынь, огурцов, *Cucurbita* spp. и арбузов (Lebeda, A. et al., 2011).

Количество физиологических рас зависит от количества и правильного выбора растений-дифференциаторов. Так. Lebeda, A., Sedlakova, B., and Kristkova, E. (2004) провели детальные систематические исследования патогенной вариативности рас в 84 регионах Чешской Республики и сообщили о 22 расах *G. Cichoracearum* и 4 расах *P. xanthii*. Кроме этого, они идентифицировали 9 различных патотипов (6 у *G. cichoracearum* и 3 у *P. xanthii*). Изучая временную дифференциацию популяций с 2001 по 2004 годы у 180 изолятов было обнаружено 16 патотипов (10 у *G. cichoracearum* и 6 у *P. xanthii*), 63 расы у *G. Cichoracearum* и 26 рас у *P. xanthii* (Sedlakova, B., and Lebeda, A., 2008). При этом патотипы дифференцировали на наборе круга растений хозяев, а расы по уровню вирулентности на наборе дифференциаторов дыни с различными факторами устойчивости (Lebeda, A. et al., 2008).

Дифференциация возбудителей мучнистой росы может происходить и по признаку устойчивости к применяемым фунгицидам. Это имеет особенное значение в случаях применения нового поколения системных фунгицидов. Устойчивость к таким фунгицидам определяется одним или несколькими генами. Поэтому мутации этого признака происходят часто и легко закрепляются на фоне регулярных применений таких фунгицидов (Camele, I. et al., 2007).

В литературе встречаются сведения о том, что устойчивость к фунгицидам может проявляться даже на отдельных изолятах гетероталличного мицелия одного из комплементарных типов спаривания. Гетероталлизм, повышая генетическое разнообразие в результате половой рекомбинации, может привести и к появлению новой комбинации генов вирулентности с генами устойчивости к фунгицидам (M.T. McGrath, H. Staniszewska, and N. Shishkoff, 1996).

Так как в Молдове оба вида мучнистой росы могут развиваться отдельно друг от друга и одновременно друг с другом, а плодовые тела могут формироваться или отсутствовать, то вопрос идентификации видов мучнистой росы по конидиальной стадии является очень важным при оценке вирулентности, при оценке эффективности фунгицидов и при выборе устойчивых к болезни сортов. На оценке результатов фитопатологи-

ческих исследований может также отразиться возможность одновременных смешанных или последовательных заражений возбудителей с разными генотипами.

Попытки идентификации мучнисторосяных грибов по конидиальной стадии предпринимались неоднократно и продолжают еще и сейчас, так как ранее предложенные критерии не всегда однозначны и приходится применять дополнительные (Hirata, 1955; Braun, 1987; Cook and U. Braun, 2009). Эти системы охватывают большой круг мучнисторосяных грибов разных растений. Для целей идентификации грибов, поражающих тыквенные культуры, подходит более адаптированная система, которую применял Соколов Ю.В. (2007). В качестве основных критериев идентификации мучнисторосяных грибов тыквенных культур, относящихся к видам *Erysiphe cichoracearum* и *Sphaerotheca fuliginea*, автор указывает размеры конидий в микрометрах (длина и ширина), индекс формы конидий (отношение длины конидий к ширине), наличие фиброзиновых телец в конидиях, расположение ростковой гифы при прорастании конидий (субтерминальное или боковое), форму конидиального роста и время, требуемое для прорастания конидий.

Мы проводили замеры конидий как традиционным, так и предложенным нами методом с использованием цифровых изображений (Николаев, А.Н.; Максимова, И.А.; Николаева, С.И. 2018). Последняя методика отличается целым рядом преимуществ перед классической методикой определения размеров микроскопических объектов (Пименова М.Н., Н.Н. Гречушкина, Л.Г. Азова, 1971).

Объектом исследований служили два изолята возбудителей мучнистой росы огурцов и изоляты из природной популяции.

Первый изолят поддерживается нами в лабораторных условиях уже более двух лет. По плодовым телам он был идентифицирован как *Podosphaera xanthii* (*Sphaerotheca fuliginea*). В процессе регулярных пассажей для целей воспроизведения и сохранения патогена образование плодовых тел было потеряно (очевидно, из-за заражения на каком-то этапе мицелием, не содержащим второго комплементарного полового типа). Кроме этого, в течение года мы неоднократно в лаборатории имели дело с образцами листьев огурцов, пораженных мучнистой росой в поле. Поэтому, когда наш лабораторный изолят перестал образовывать плодовые тела, вопрос о виде мучнистой росы стал очень актуальным.

Вторым был изолят, развивающийся на огурцах в теплице. Так как растения произрастали на торцевой, неостекленной стороне теплицы, огражденной металлической сеткой, нельзя было быть уверенным в происхождении патогена (присутствовал на растительных остатках, занесен с семенами сорта или из природы).

Конидии патогенов проращивали в виде влажных камер на предметных стеклах.

Размеры конидий определяли путем микроскопии с применением объективного микрометра и анализа цифровых графических изображений. Измерения проводились только на проросших конидиях.

В таблице 1 приводятся результаты замеров конидий лабораторного изолята мучнистой росы, а на рисунке 1 — вид характерного аспекта прорастания конидий булавовидным ростком, который образуется на боковой широкой стороне конидий.

Так как Соколов Ю.В. (2007) для данного вида приводит такие критерии «Свежие конидии *S. fuliginea* размером $32,09 \pm 0,12 \times 19,37 \pm 0,08$ м, в подавляющем большинстве случаев эллиптической формы, индекс $1,68 \pm$

0,01 вакуоли содержат включения в виде мелких, различной формы фиброзных телец. Конидии начинают прорастать спустя более чем 10 часов после отделения от конидиофор, ближе к середине широкой стороны булавовидным или виллообразным проростком. Конидии располагаются на конидиофорах цепочками». Характер прорастания конидий и биометрические определения индекса формы, представленные в таблице 1 и на рисунке 1 свидетельствует о том, что данный образец популяции возбудителя мучнистой росы принадлежит к виду *Podosphaera xanthii*.

Нами также осуществлены биометрические определения индекса формы конидий и сделаны фото аспекта прорастания конидий другого изолята гриба. Данный изолят собран с растений огурца, развивавшихся в торцевой части теплицы, огражденной крупноячеистой металлической сеткой и поэтому можно считать, что он проник в теплицу из поля.

Биометрические данные измерения конидий приводятся в таблице 2, а характер прорастания конидий и вид конидиального ростка показаны на рисунке 2.

Приведенные выше замеры (табл. 2) и изображения (рис. 2) подпадают под описание вида *E. cichracearum*, которое приводит Соколов Ю.В. (2007): «Свежие конидии *E. cichracearum* имеют средний размер $31,88 \pm 0,14 \times 16,98 \pm 0,08$ м цилиндрическую форму, индекс (отношение длины к ширине) находится в пределах $1,91 \pm 0,01$. Конидии начинают прорастать через 2,5 часа после отделения от конидиеносца. Проросток появляется у них с угла, он в основном простого типа. Конидии располагаются на конидиофорах цепочками».

Это свидетельствует о том, что, несмотря на отсутствие совершенной стадии, изолят из теплицы можно отнести к виду *E. cichracearum*.

Кроме этого, нами проводились обследования тыквенных посевов в полевых условиях на территории опытных участков Института Генетики, Физиологии и Защиты растений. Образцы поражения тыквы и кабачков были перенесены в теплицу и проведены искусственные заражения высаженных растений огурцов. При проявлении симптомов заражения было обнаружено наличие двух типов симптомов. Первый тип имел пятна небольших размеров с компактным спороношением (рис.3),

Таблица 1.

Размеры конидий изолята мучнистой росы, поддерживавшегося в лаборатории круглый год (в делениях окулярного микрометра)

№/пп	Длина конидий	Ширина конидий	Отношение длины к ширине
1	9	5	1,75
2	7	5	1,40
3	8	4	2,00
4	7	4	1,75
5	6,5	4	1,63
6	8	4,5	1,78
7	7,5	4	1,88
8	7	5	1,40
9	7,5	4	1,88
10	8	4	2,00
11	7,5	5	1,50
12	8	4	2,00
13	7	4,5	1,56
14	7	5	1,40
Среднее значение	7,5	4,43	1,69
Значение в микрометрах (мкм)	32,25±0,73	19,04±0,53	1,69

*) Цена 1 деления окулярного микрометра равна 4,3 мкм

Таблица 1.

Размеры конидий изолята мучнистой росы, поддерживавшегося в лаборатории круглый год (в делениях окулярного микрометра)

№/пп	Длина конидий	Ширина конидий	Отношение длины к ширине
1	7	4,0	1,75
2	7	4,0	1,75
3	7,5	3,5	2,14
4	6,5	4,0	1,63
5	7,0	3,5	2,00
6	7,5	4,0	1,88
7	7,0	3,5	2,00
8	6,0	3,5	1,71
9	7,0	3,5	2,00
10	7,0	4,0	1,75
11	6,5	4,0	1,63
12	7,5	4,0	1,88
13	8,0	4,0	2,00
14	7,0	4,0	1,75
15	6,5	4,0	1,63
16	7,0	4,0	1,75
17	8,0	4,0	2,00
18	7,5	3,0	2,50
19	7,0	3,0	2,33
20	7,0	3,0	2,33
Среднее значение	7,08±0,11	3,73±0,08	1,90±0,06
Ср. знач. в микрометрах*)	30,44±0,47	16,04±0,34	

*) Цена 1 деления окулярного микрометра равна 4,3 мкм

Рис. 1. Форма и характер прорастания конидий изолята, непрерывно репродуцировавшегося более года в условиях лаборатории (*Podosphaera xanthii*)

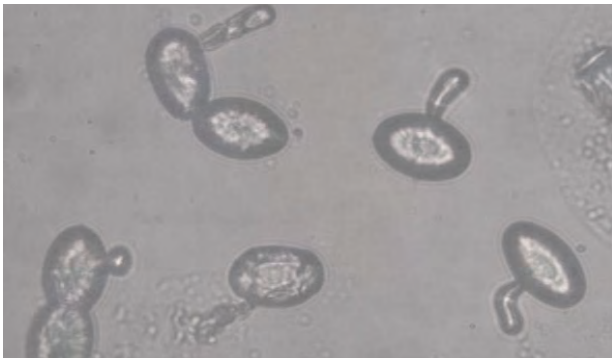


Рис. 2. Форма конидий и субтерминальное расположение конидиального ростка при прорастании конидий у изолята *E. cichracearum* из теплицы

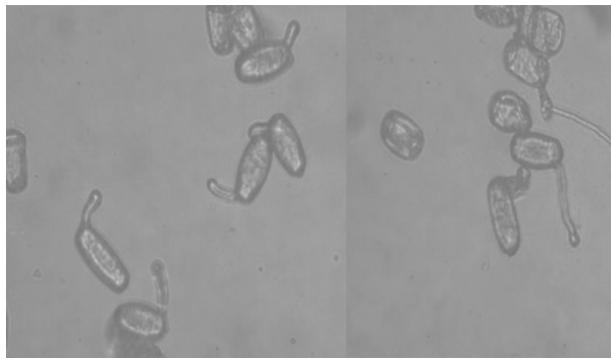


Рис. 3. Первый тип проявления мучнистой росы на листе огурца. Пятна мелкие компактные



Рис. 4. Второй тип пятен мучнистой росы на листе огурцов. Пятна крупные расплывчатые



Рис. 5. Смешанный тип проявления мучнистой росы на одном и том же листе огурцов. Видны пятна обоих типов проявления



Рис. 6. Внешний вид конидий из крупных пятен



а второй тип отличался образованием крупных пятен с менее плотным налетом (рис. 4).

Мы взяли образцы конидий из обоих типов проявления на предметные стекла и провели их биометрию и определили индекс формы каждого типа. Результаты замеров приводятся в таблицах 3 и 4

Из таблицы 3 видно, что конидии из мелких пятен имели размеры $31,21 \pm 0,58 \times 16,25 \pm 0,27$ микрометров и индекс формы (отношение длины к ширине) — 1,92.

Полученные параметры биометрии, индекс формы и субтерминальный характер прорастания конидий сви-

детельствовали о принадлежности гриба из мелких пятен к виду *Erysiphe cichracearum*.

Размеры конидий из крупных пятен приводятся в таблице 4.

По размерам, индексу формы и внешнему виду конидии из крупных пятен соответствуют виду *Sphaerotheca fuliginea* (рис. 6).

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что по биометрии, индексу формы и характеру прорастания конидий в Молдове можно четко и надежно идентифи-

Таблица 3.

Размеры конидий из мелких пятен

№п/п	Длина (мм)	Длина (мкм)	Ширина (мм)	Ширина (мкм)
1	17	24,64	10	14,49
2	16	23,19	10	14,49
3	20	28,99	11	15,94
4	22	31,88	12	17,39
5	21	30,43	11	15,94
6	23	33,33	11,5	16,67
7	23	33,33	10,5	15,22
8	20	28,99	11	15,94
9	23	33,33	11	15,94
10	20	28,99	12	17,39
11	23	33,33	10	14,49
12	22	31,88	12	17,39
13	18	26,09	12	17,39
14	22	31,88	12	17,39
15	20	28,99	10	14,49
16	18	26,09	14	20,29
17	24	34,78	10	14,49
18	23	33,33	10	14,49
19	23	33,33	12	17,39
20	23	33,33	10	14,49
21	23	33,33	10	14,49
22	20	28,99	12	17,39
23	23	33,33	10	14,49
24	21	30,43	11	15,94
25	22	31,88	12	17,39
26	22	31,88	12	17,39
27	26	37,68	12	17,39
28	23	33,33	11,5	16,67
29	22	31,88	12	17,39
30	23	33,33	12	17,39
Ср. арифм. (мкм) =	—	31,21±0,58	—	16,25±0,27
Индекс формы конидий — 1,92				

Таблица 4.

Размер конидий из крупных расплывчатых пятен (мкм)

№ п/п	Длина конидий в мкм	Ширина конидий в мкм
1	35,71	21,74
2	37,27	19,41
3	34,16	20,19
4	32,61	20,19
5	31,06	20,19
6	32,61	17,08
7	37,27	21,74
8	37,27	18,63
9	37,27	21,74
10	37,27	21,74
11	38,82	21,74
12	34,16	20,19
13	34,16	17,08
14	35,71	20,19
15	37,27	20,19
16	34,16	21,74
17	31,06	18,63
18	34,16	18,63
19	38,82	21,74
20	34,16	20,19
21	35,71	20,19
22	34,16	23,29
23	38,82	20,19
24	38,82	20,19
25	34,16	17,08
26	37,27	20,19
27	35,71	20,19
28	35,71	21,74
29	34,16	21,74
30	35,71	20,19
сред. знач	34,32±1,25	20,26±0,28
Индекс формы — 1,69		

цировать оба вида возбудителей мучнистой росы тыквенных культур

Мы также считаем, что нам удалось убедительно продемонстрировать возможность смешанных заражений обоими видами возбудителей мучнистой росы на одних и тех же листьях огурцов (рис. 5).

Предложенный нами метод определения размеров конидий по цифровым изображениям позволяет про-

водить замеры более быстро, удобно и с меньшими нагрузками на глаза исследователя. Надежная методология идентификации возбудителей мучнистой росы тыквенных культур позволяет уверенно увязывать исследования с конкретными видами возбудителей мучнистой росы, что является очень важным для селекционеров, фитоиimmunологов, микологов, ботаников, фитопатологов, токсикологов и специалистов по защите растений.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Camele, I., Campanelli, G., Ferrari, V., Viggiani, G., and Candido, V. Powdery mildew control and yield response of inodorous melon // *Italian Journal of Agronomy*. 2009. 4, P. 19–26.
2. Chen, R.-S., Chu, C.-C., Cheng, C.-W., Chen, W.-Y., and Tsay, J.-G. Differentiation of two powdery mildews of sunflower (*Helianthus annuus*) by PCR-mediated method based on ITS sequences. // *European J. Plant Pathol.* 2008. 121. P.1–8
3. Coffey, M. D., McCreight, J. D., and Miller, T. New races of the cucurbit powdery mildew *Podosphaera xanthii* present in California. // *Phytopathology*, 2006, 96, S. 25-S25.
4. del Pino, D., Olalla, L., Perez-Garcia, A., Rivera, M. E., Garcia, S., Moreno, R., de Vicente, A., and Tores, J. A. Occurrence of races and pathotypes of cucurbit powdery mildew in southeastern Spain. // *Phytoparasitica* 2002. 30 P. 459–466.
5. Haramoto, M., Hamamura, H., Sano, S., Felsenstein, F. G., and Otani, H. Sensitivity monitoring of powdery mildew pathogens to cyflufenamid and the evaluation of resistance risk. // *J. Pestic. Sci.* 2006. 31, P.397–404.
6. Jarvis, W. G., G. W., and G. G. Epidemiology of Powdery Mildew in Agricultural Ecosystems. Pages 169–199 in: *The Powdery Mildew: A Comprehensive Treatise*, vol. 1. R. R. Belonger, W. R. Bushnell, A. J. Dik and T. L. W. Carver, eds. The American Phytopathological Society Press, Saint Paul, MN. 2002.
7. Kristkova, E., and Lebeda, A. Powdery Mildew Field Infection on Leaves and Stems of Cucurbita pepo Accessions. 61–66 In: *Proceedings of the 7th EUCARPIA Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding Acta Horticulturae*, Ma'ale HaHamisha, Israel. 2000.
8. Lebeda, A. The genera and species spectrum of cucumber powdery mildew in Czech-oslovakia. *Phytopath. Z.* 1983.108. p. :71–77
9. Lebeda, A., Sedlakova, B., and Kristkova, E. Distribution, harmfulness and pathogen-ic variability of cucurbit powdery mildew in the Czech Republic. // *Acta fytotechnica et zootechnica* 2004. 7:174–176. Lebeda, A., Kristkova, E., Sedlakova, B., McCreight, J. D., and Coffey, M. D. New concept for determination and denomination of patho-types and races of cucurbit powdery mildew. P. 125–134 / In: *Cucurbitaceae 2008. Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of cucurbitaceae*, Avignon, France, 21–24 May 2008. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)
10. Lebeda, A., Kristkova, E., Sedlakova, B., Coffey, M. D., and McCreight, J. D. Gaps and perspectives of pathotype and race determination in *Golovinomyces cichoracearum* and *Podosphaera xanthii*. // *Mycoscience*. 2011. 52. P.159–164.
11. López-Ruiz, F. J., Pérez-García, A., Fernández-Ortuno, D., Romero, D., García, E., de Vicente, A., Brown, J. K., and Torés, J. A. Sensitivities to DMI fungicides in populations of *Podosphaera fusca* in southcentral Spain. *Pest Management Science*. 2010. 66. P. 801–808.)
12. McCreight, J. D. Notes on the change of the causal species of cucurbit powdery mildew in the U.S. // *Cucurbit Genet. Coop. Rpt* 2004. 27. P. 8–23
13. McCreight, J. D. Melon-powdery mildew interactions reveal variation in melon culti-gens and *Podosphaera xanthii* races 1 and 2. // *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2006.131. p. 59–65
14. McGrath, M. T., Stanisewska, H., Shishkoff, N., and Casella, G. Distribution of mating types of *Sphaerotheca fuliginea* in the United States. // *Plant Dis.* 1996. 80. p.1098–1102
15. McGrath, M. T. Managing cucurbit powdery mildew and

fungicide resistance. 211–216 / In: *Proceedings of the Third International Symposium on Cucurbits*, Townsville, Australia, 11–17 September 2005. International Society for Horticultural Science (ISHS). 2007.

16. Morishita, M., Sugiyama, K., Saito, T., and Sakata, Y. Powdery mildew resistance in cucumber. // *Jarq — Jpn. Agric. Res. Q.* 2003.37 p.7–14.
17. Nunez-Palenius, H. G., Hopkins, D., and Cantliffe, D. J. Powdery mildew of cucurbits in Florida. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 2006. Online publication. HS-1067.
18. Perez-Garcia, A., Romero, D., Fernandez-Ortuno, D., Lopez-Ruiz, F., De Vicente, A., and Tores, J. A. The powdery mildew fungus *Podosphaera fusca* (synonym *Podosphaera xanthii*), a constant threat to cucurbits. // *Mol. Plant Pathol.* 2009. 10. P. 153–160.
19. Tomason, Y., and Gibson, P. T. Fungal characteristics and varietal reactions of powdery mildew species on cucurbits in the steppes of Ukraine. // *Agronomy Research* 2006. 4. p.549–562.
20. Uchida, K., Takamatsu, S., Matsuda, S., So, K., and Sato, Y. Morphological and molecular characterization of *Oidium* subgenus *Reticuloidium* (powdery mildew) newly occurred on cucumber in Japan. // *J. Gen. Plant Pathol.* 2009.75. p. 92–100.
21. Yarwood, C. E., and Gardner, M. W. Unreported powdery mildews. *Plant Dis. Repr.* 1964. 48. P. 310.
22. Николаев А.Н., Николаева С.И. Идентификация видов возбудителей мучнистой росы огурцов по конидиальной стадии в условиях Молдовы / в сб. *Международная научная конференция «Защита растений в традиционном и экологическом земледелии»* 10–12 декабря 2018. Кишинев, Республика Молдова. 2018, с.101–105. ISBN 978–9975–108–52–2
23. Николаев, А.Н.; Максимова, И.А.; Николаева, С.И. Определение размеров микроскопических объектов по цифровым изображениям. „*Studia Universitatis Moldaviae*”, 2018, №6 (116). С.59–64. ISSN 1814–3237
24. Пименова М.Н., Гречушкина Н.Н., Азова Л. Г. Руководство к практическим занятиям по микробиологии (малый практикум). Из-во Московского Университета, 1971, 221 с.
25. Соколов Ю. В. Разработка и усовершенствование методики селекции арбуза и дыни на устойчивость к мучнистой росе. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Астрахань — 2007
26. *STUDIA UNIVERSITATIS MOLDAVIAE* Revistă [tiin'ific= a Universitatii de Stat din Moldova, 2018, nr.6(116)
27. Nikolaev A.N., Nikolaev S.I. Identification of the types of pathogens of powdery mildew of cucumbers according to the conidial stage in the conditions of Moldova / col. *International Scientific Conference “Plant Protection in Traditional and Ecological Agriculture”*, December 10–12, 2018. Chisinau, Republic of Moldova. 2018, pp. 101–105. ISBN 978–9975–108–52–2
28. Nikolaev, A.N.; Maximov, I.A.; Nikolaev, S.I. Determining the size of microscopic objects from digital images. „*Studia Universitatis Moldaviae*”, 2018, No. 6 (116). P.59–64. ISSN 1814–3237
29. Pimenova M.N., Grechushkina NN, Azov L. G. Guide to practical classes in microbiology (small workshop). Due to Moscow University, 1971, 221 p.
30. Sokolov Yu.V. Development and improvement of methods for the selection of water-melon and melons for resistance to powdery mildew. / Abstract of thesis for the degree of candidate of agricultural sciences. Astrakhan — 2007

ОБ АВТОРЕ:

Николаев А.Н., кандидат биологических наук, доцент

ABOUT THE AUTHOR:

Nicolaev A.N., PhD in Biology, associate Professor