

Амирханова Н.Т.¹, Рсалиев А.С.²

¹кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории фитосанитарной безопасности, e-mail: n.amirkhanova@mail.ru

²кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией фитосанитарной безопасности, e-mail: aralbek@mail.ru

Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Казахстан, Жамбылская область, пгт Гвардейский

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КАЗАХСТАНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ *PSEUDOPERONOSPORA CUBENSIS* ROSTOWZ

В статье приведены результаты исследования цикла развития *Pseudoperonospora cubensis* Rostowz и биометрические показатели казахстанской популяции гриба. При изучении морфолого-биологические особенностей выявлены ооспоры гриба, которые образовались на пораженных листьях огурца. Ооспоры прорастали в зооспорангии с зооспорами, а на нижней стороне листа образовались серовато-фиолетовый налет, который состоит из конидиеносцев и конидий. Конидии прорастали в зооспору и зооспорангий, в дальнейшем в результате полового процесса оогамии – слияния оогоний с антеридиями формировались ооспоры. Биометрические измерения показали, что образцы из Жамбылской области по размеру и величине меньше чем у образцов более увлажненных мест Алматинской области. Конидиеносцы из образцов Кордайского района по длине и ширине имели размеры 148.0–499.5x4.3–7.5 нм, а из образцов Енбекшиказахского района конидиеносцы были довольно крупные по длине и ширине, 150.0–490.0x6.3–8.6 нм. При изучении температурных режимов на прорастание конидий наиболее благоприятными являлись температуры 16–18 °С и 20–22 °С. При этих температурах большое количество из изученных конидий гриба уже через 1,5–2 часа образовали ростковые трубки.

Ключевые слова: *Pseudoperonospora cubensis*, гриб, ооспора, зооспора, конидий.

Amirkhanova N.T.¹, Rsaliyev A.S.²

¹candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of phytosanitary security, e-mail: n.amirkhanova@mail.ru

²candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of phytosanitary security, e-mail: aralbek@mail.ru
Research Institute for Biological Safety Problems, Kazakhstan, Zhambylskaya oblast, Gvardeiskiy

Definition of morphological and biological characteristics of kazakhstani population *Pseudoperonospora cubensis* Rostowz

The results of development cycle of *Pseudoperonospora cubensis* Rostowz and biometric index of Kazakhstani population of fungi are presented in this article. In result of study of morphological and biological characteristics, fungi oospores are detected on the affected cucumber leaves. Oospores were grown up in zoosporangium with zoospores, greyish-violet incrustation was formed on the lower side of leaf which consist from conidia carriers and conidia. Conidia were grown up in zoospores and zoosporangia, in the following oospores were formed in the result of fusion oogonia with antheridia. Biometrical indexes were shown that samples from Zhambylskoi oblast by the size is less than samples from more humidified places of Almaty oblast. Conidiophores from the Kordai region samples along the length and width were formed 148.0–499.5x4.3–7.5 nm, and from the Enbekshikazakh region samples the conidiophores were rather large in length and width, 150.0–490.0x6.3–8.6 nm. For temperature conditions had been shown that the most favorable temperatures for conidia germination were 16–18 °C and 20–22 °C. At these temperatures a great studied fungi conidia in 1.5–2 hours was formed germ tubes.

Key words: *P. cubensis*, fungus, oospore, zoospore, conidia.

Амирханова Н.Т.¹, Рсалиев А.С.²

¹ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, фитосанитарлық қауіпсіздігі зертханасының аға ғылыми қызметкері, e-mail: n.amirkhanova@mail.ru

²ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, фитосанитарлық қауіпсіздігі зертханасының меңгерушісі, e-mail: aralbek@mail.ru
Биологиялық қауіпсіздік проблемалары ғылыми зерттеу институты,
Қазақстан, Жамбыл облысы, Гвардейск қалашығы

***Pseudoperonospora cubensis* Rostowz қоздырғышының қазақстандық популяциясының морфологиялық және биологиялық ерекшеліктерін анықтау**

Бұл мақалада *Pseudoperonospora cubensis* Rostowz саңырауқұлағының даму циклі мен қазақстандық популяциясының биометриялық өлшемдерінің зерттеу нәтижелері ұсынылады. Морфологиялық және биологиялық ерекшеліктерін зерттеу барысында қиярдың залалданған жапырақтарында саңырауқұлақ ооспорасы түзілгендігі анықталған. Ооспора кейінен зооспорасы бар зооспорангийге өсіп, ал жапырақтың астыңғы жағында конидий мен конидий тасушылары бар сұр-күлгін өңез пайда болды. Конидии қайтадан зооспорасы бар зооспорангийге өніп, кейіннен оогоний мен антеридии қосылып, яғни жыныстық процесстің нәтижесінде қайтадан ооспора түзілді. Биометриялық өлшеулер бойынша Жамбыл облысынан алынған үлгілердің Алматы облысының ылғалды жерлерінен жиналған үлгілерге қарағанда өлшемі мен көлемі біраз төмен болғаны анықталды. Зерттеу нәтижесінде Қордай ауданынан алынған үлгілердегі конидиитасушылардың ұзындығы мен енінің өлшемі 148.0–499.5×4.3–7.5 нм құрады, ал Еңбекшіқазақ ауданынан алынған үлгілердегі конидиитасушылардың өлшемі ұзындығы мен енінің өлшемі үлкендеу болды, 150.0–490.0×6.3–8.6 нм құрады. Сонымен қатар конидийдің өнгіштігіне температуралық жағдайлардың әсерін зерттеу кезінде ең қолайлысы 16–18 °С и 20–22 °С екені анықталды. Осы температурада саңырауқұлақтың зерттелініп жатқан конидийнің көпшілігі 1,5–2 сағаттан кейін өне бастады.

Түйін сөздер: *P. cubensis*, саңырауқұлақ, ооспора, зооспора, конидий.

Введение

Pseudoperonospora cubensis Rostowz – своеобразный патоген низших грибов с особым строением, специфическими свойствами и особым образом жизни. Возбудитель вызывает ложную мучнистую росу тыквенных культур, особенно сильно поражаются огурцы в любом возрасте от 5–6 настоящих листьев и до конца вегетации и являются облигатным паразитом. Гриб живет и питается на вегетирующих растениях любого возраста, поражает только листовую аппарат. Возбудитель относится к отделу – Eumycota, классу – Oomycetes, порядку – Peronosporales, семейству – Peronosporaceae, роду – *Pseudoperonospora*, виду – *P. cubensis* (Lebeda, Cohen 2011: 157–192; Гапоненко 1972: 50–108; Bains 1990: 269–272).

Патоген характеризуется широким распространением и большой вредоносностью. Болезнь распространяется очень быстро, так как переносится ветром и может заражать все растения за короткие сроки и вызывая сильное поражение огурца во всех зонах ее выращивания (Savogu и др. 2011: 217–226). Вредоносность заболевания наиболее высока в период цветения – плодоношения и способен в короткие сроки – за 3–4 дня полностью погубить растения, как в теплицах,

так и в открытом грунте (Lebeda, Widrlechner 2003: 337–349; Colucci и др. 2006: 403–411; Bedlan 1991: 6).

Переноспороз огурца регистрируется во всех странах возделывания данной культуры и создает серьезную фитосанитарную проблему в отдельных районах Румынии (Manole, Costache 1990: 11), Венгрии (Halmagyi 1991:17), Польше (Glaser, Manka 1988: 79–87), Германии (Roeder 2002: 13). В странах СНГ развитие переноспороза огурца отмечаются ежегодно, в результате этого во многих регионах урожайность данной культуры не превышает 4–5 т/га (Стрепкова и др. 1992: 10–11; Налобова 2003: 4; Селиванова 1996: 24).

Заболевание проявляется на листьях в виде угловатых неравномерно разбросанных, сначала желтовато-зеленых, позднее буреющих пятен, увеличивающихся в размере и охватывающих полностью листья, с нижней стороны которых образуется обильный серовато-фиолетовый налет, состоящий из спороношения возбудителя. Сохраняются пятна довольно долго, количество их быстро увеличивается. После поражения ткань становится бурого цвета и высыхает, края листьев загибаются вниз и скручиваются, крошатся, а при повышенной влажности воздуха загнивают, завязь опадает, плоды желтеют и

вянут. При благоприятных условиях инкубационный период ложной мучнистой росы равен 3-4 дням. Вредоносность заболевания наиболее высока в период цветения – плодоношения (Elizabeth и др. 2011: 217-226).

Процесс патогенеза *P. cubensis* включает в себя 4 основных этапа: латентный период, нарушение обменных процессов, разрушение хлоропластов и некротизация тканей листа. Продолжительность каждого из них зависит от восприимчивости растений-хозяев и от погодных условий. В начальных этапах патогенеза реакция в системе патоген-растение является обратимой, и процесс инфицирования может прерываться, растения выздоравливают без потери их продуктивности. К факторам, оказывающим влияние на обратимость процесса патогенеза, относятся биотические факторы окружающей среды. Патогены развиваются за счет конденсата, высокой влажности окружающей среды, перепадов температур в ночное и дневное время, из-за холодного полива, утренней холодной росы и тумана, а также при выращивании огурца на плохо проветриваемых и затененных участках. Сильные ливни, жаркая и сухая погода задерживают развитие болезни, но не прекращают, вызывая новую вспышку при наступлении благоприятных условий (Гринько 2000: 15; Охримчук 1998: 18).

В Казахстане ложная мучнистая роса на огурцах впервые была зарегистрирована в июле 1959 года. Тогда, сильное развитие болезни произошло в Алма-Атинской зоне овощеводства, при этом отмечена массовая гибель растений, что приводило к сильному снижению урожая (Казенас 1974: 241-244). В 2006-2007 годы очаги болезни обнаружены на производственных посевах огурца в Алматинской области и в некоторых опытных участках селекционных учреждений страны, где распространение болезни доходило до 100%, а потери урожая – 30%, соответственно (Джаймурзина, Амирханова 2007: 58-59). В последние годы эпифитотии болезни часто отмечаются в южных и юго-восточных регионах республики.

Анализ литературных данных показал, что ложная мучнистая роса является серьезным заболеванием огурца и требует изучения широкого круга вопросов. Однако в условиях юго-востока Казахстана не уделяли достаточное внимание и не достаточно изучены биологические особенности патогена. Также не проводились научные работы по выявлению возбудителя *P. cubensis*. Не изучены особенности патогенеза болезни, спорным является вопрос о формировании по-

лового спороношения и его роли в цикле развития возбудителя гриба. В целом не исследованы морфолого-биологические особенности казахстанской популяцией гриба.

Материалы и методы

В работе использовались инфицированные листья растений огурца с симптомами болезни, собранные в 2015-2016 годах во время обследований посевов огурца в хозяйствах Алматинской (Талгарский, Енбекшиказахский и Карасайский районы) и Жамбылской областей (Кордайский район). В общей сложности было изучено 160 образцов с симптомами болезни. Для измерения объектов пользовались окулярным микрометром с произвольно разделенной шкалой при увеличении 100х/065, 40х/065 и 10х/065 измеряли по 10–100 конидий с каждого образца. Все эти признаки исследованы с помощью цифрового микроскопа (MC300TS, Австрия), анализ результатов проводили с помощью компьютерной программе MoticImages 2000-1.3.

При изучении цикла развития гриба использовали микологические и фитопатологические методы исследований (Кошникович и др. 2008: 45-216; Шамрай 2006: 42-50), регулярно изучая пораженные листья огурца и растительные остатки, следя за образованием мицелий, конидий и ооспор. Для этого в условиях *in vitro* из листьев вырезали участки на границе больной и здоровой ткани, делали поверхностную стерилизацию и помещали во влажные камеры, содержали в термостате при температуре 20-25°C, периодически наблюдая за спороношением гриба путем микроскопирования.

При изучении морфолого-биологических особенностей и изменчивости казахстанской популяции возбудителя основными критериями являлись форма и биометрические размеры конидиеносцев с конидиями и ооспор, при этом отмечали вид, окраска и другие морфологические признаки. Для ооспоры учитывали структуру оболочки, для конидиеносцев – углы отклонения, изогнутость и кратность ветвления, характер налета образованного конидиеносцами, число их в пучке, углы расхождения и размеры. В отличие от общепринятого метода измерения длины конечных ветвей (путем измерения всей последней ветви конидиеносца, несущей конечные отроги) нами проводились измерения непосредственно самих отрогов, а двойные отроги измеряли по более длинной и более короткой веточки (рис.1).

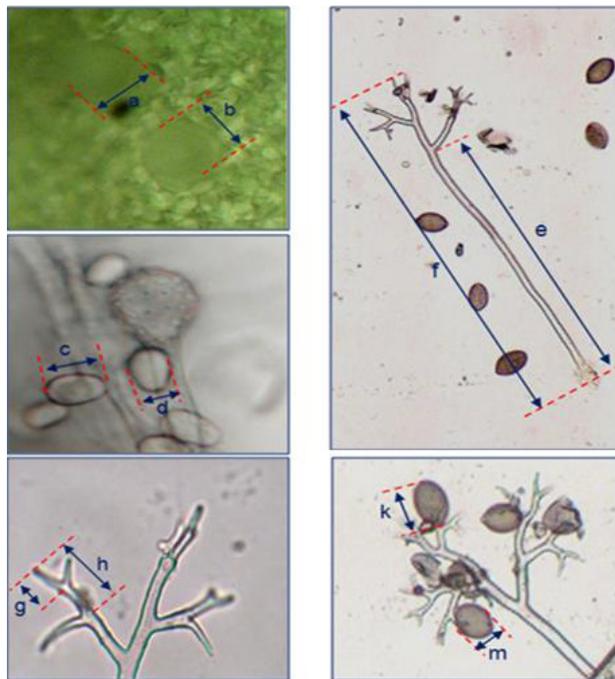


Рисунок 1 – Биометрические показатели возбудителя *P. cubensis*:

a – длина ооспоры, нм; b – ширина ооспоры, нм;
 c – длина зооспоры, нм; d – ширина зооспоры, нм;
 e – длина ствола конидиеносца до дихотомической ветки, нм; f – общая длина ствола конидиеносца, нм;
 g – длина короткой веточки, нм; h – длина длинной веточки, нм; k – длина конидии, нм; m – ширина конидии, нм, увеличение 100x/065

Для развития гриба *P. cubensis* необходимо наличие определенных условий среды, т.е. оптимальная температура и влажность воздуха (Costache, Varadie 1991: 17). Влияние температуры на прорастание конидий гриба *P. cubensis* изучали в лабораторных условиях при разных температурных режимах: 12-13 °С, 16-18 °С, 20-22 °С, 24-25 °С, 27-28 °С, 30 °С и при 100 % влажности воздуха. Для этого в условиях *in vitro* из листьев вырезали участки большой ткани, делали поверхностную стерилизацию и помещали во влажные камеры, содержали в термостате при разных температурных режимах, периодически наблюдая за прорастанием конидий гриба через 2, 4, 12 и 24 часа путем микроскопирования. С каждого образца были исследованы по 100 конидий гриба.

Результаты

В ходе проведения исследований выявлены ооспоры гриба, которые образовались на пораженных листьях огурца. Анализ листьев огурца во влажной камере показали, что покоящиеся

ооспоры при температуре 20-22 °С проросли и образовали зооспорангий и зооспоры. Зооспорангий выступали в виде пузыря с тонкой оболочкой через канал бокового выроста, после чего в пузыре образовались зооспоры. Зооспорангий широкоовальные и эллипсоидальные, прорастающие с образованием зооспор. Зооспоры *P. cubensis* представляли собой голые комочки довольно крупных размеров, бобовидной формы, с 2 тонкими и длинными жгутиками. Морфолого-биологические особенности гриба *P. cubensis* иллюстрирована на рисунке 2.

В дальнейшем из зооспор проросла мицелиальная трубка. Мицелий располагался внутритканно в межклеточниках, тонкими или толстыми, с прямыми или угловатыми разветвленными гифами. Мицелии образовывали клубки из тонких или толстых гиф, представляющие собой конидиеносцы. Конидиеносцы выходили из устьиц пучками и на конечных ветвях конидиеносцев проявились одиночные одноклеточные конидии. Конидии коричневато-фиолетового цвета, эллипсоидальные, с плоским сосковидным бугорком. На концах боковых ветвей мицелия образовались шаровидные оогонии (женские половые органы) и булавовидные выросты – антеридии (мужские половые органы). После оплодотворения антеридия с оогоний на некротических зонах пораженных листьев дифференцировалась ооспора. Ооспоры желтоватого цвета, округлые, с двухслойной ребристой оболочкой и крупного размера.

Исследования по биометрическим измерениям между казахстанской популяции возбудителя показали, что имелись значительные различия по величине ооспор, зооспор, конидиеносца и конидий. Также особое внимание при составлении диагноза обращали на экологию и географию гриба, и его изменчивость зависела от этих факторов.

По нашим наблюдениям, выход конидиеносца патогена начинался через 1,5-2 часа на поверхности питающего растения и ствол разделялся на две ветви, нижняя короче верхней. Образовавшиеся ветви разветвлялись еще попарно от 3 до 5 ветвей в зависимости от сорта и региона сбора растений. На предпоследних ветвях образовались конечные веточки. Конечные ветви были разной величины, реже крупные, крючковидно или лировидно изогнутые. Но некоторые из них претерпели дальнейшие деления и становились короткими и менее изогнутыми. По литературным данным (Охримчук 1998: 18; Кошникович и др. 2008: 112) и результатам соб-

ственных исследований, форма и размеры конидиеносцев и их ветвей сильно колеблются в зависимости от влажности окружающей среды. В сухих условиях они значительно мельше, чем в увлажненных местах. Конидиеносцы из Кордайского района Жамбылской области образовались

от 148.0 до 499.5 *нм* длиной, а ширина ствола также соответствовала длине ствола (4.3-7.5 *нм*). А из образцов более увлажненных мест Енбекшиказахского района Алматинской области конидиеносцы были довольно крупные по длине и ширине, 150.0-490.0x6.3-8.6 *нм*, соответственно.

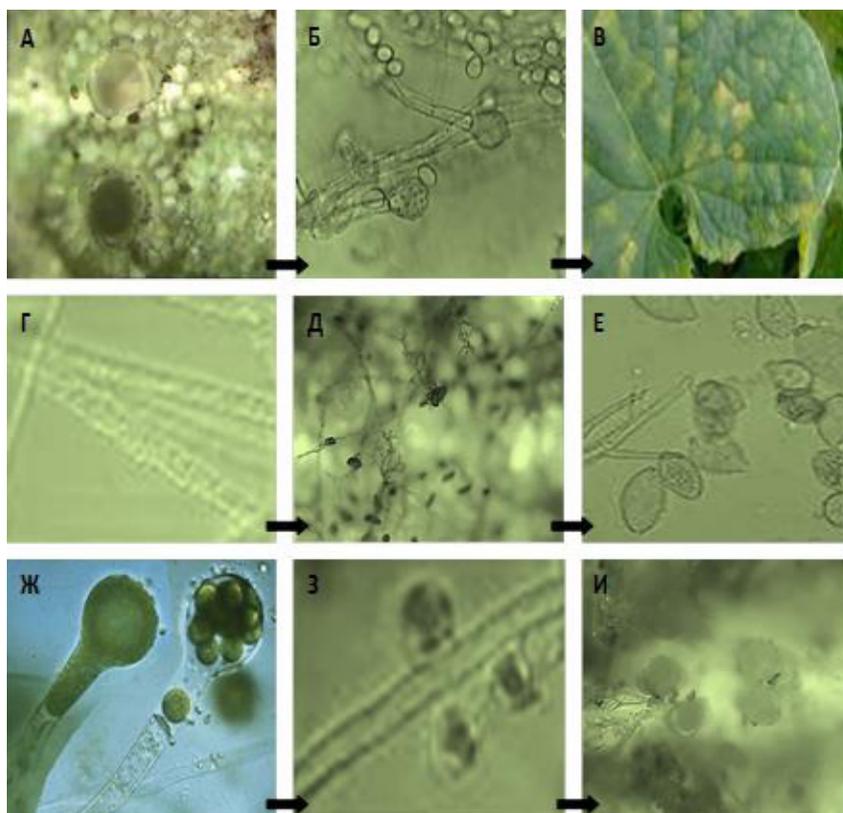


Рисунок 2 – Цикл развития возбудителя *P. cubensis*:
 А – ооспора, Б – зооспорангии и зооспоры, В – хлоротичные пятна,
 Г – мицелий гриба, Д – конидиеносцы с конидиями, Е – прорастание конидий
 в зооспору, Ж – образование зооспорангиев, З – оогоний ♀, антеридий ♂,
 И – процесс оогамия, увеличение 40x/065 и 10x/065

За вегетационный период патоген дал несколько генераций, а конидий обеспечивал весенне-летнее расселение патогена. Увеличение их выхода с каждым разом достигало у разных образцов наличием хорошо развитых, сильно разветвленных конидиеносцев, имеющих большое количество отростков, то есть дихотомические ветви, на которых формировалась масса конидий. В основном встречались 3-кратные ветви слабо или дугообразно согнутые, реже прямые и довольно длинные. Конечные ветви были более нежные, тонкие, слабо согнутые, расходящиеся под прямым или тупым углом, заостренные, не равные. В основном, почти у всех исследуемых

образцах размеры были 4.3-13.0 и 2.9-11.6 *нм* длины и 0.9-1.7 *нм* ширины.

Конидии патогена были одиночные одноклеточные разной формы: эллипсоидальные, яйцевидные, слабо окрашенные в серовато-фиолетовый и дымчатого тона цвета, с вершинным сосковидным бугорком. Размеры конидий в разных образцах варьировались также в зависимости от места сбора. Конидии из образцов Талгарского района были довольно крупные (19.3-31.8x12.5-20.3 *нм*), чем у образцов из Жамбылской области, 17.4-30.0x10.1-20.3 *нм*, соответственно. Также, образование рыхлого, рассеянного или плотного налета у одного и того же вида гриба зависело от

влажности, температуры окружающего воздуха и физиологического состояния растений.

Зооспоры выходили либо сразу из вершинного бугорка конидии, либо при выходе конидий у самого входа образовался протоплазматический шарик, облегающий в тонкую бесцветную оболочку и состоящий из зооспор. Зооспоры были почковидные или яйцевидные, с двумя боковыми ресничками. Довольно крупные зооспоры наблюдались на образцах Талгарского района Алматинской области, с размером 8.5-12.0 нм. В остальных образцах они были меньшего размера от 7.0 до 11.0 нм.

Частое образование ооспор было связано с особенностями климата юго-востока Казахстана – ранним и быстрым наступлением жары в период развития патогена. Резкое наступление неблагоприятных условий стимулировали у патогена развитие половых спор. В засушливых регионах

ооспоры обнаруживались чаще, чем в более прохладных регионах.

В благоприятных условиях в хлоротичных пятнах ооспора образовалась на 6-й и 7-й день после заражения. Ооспоры из региона Енбекши-казахского район, Алматинской области располагались вблизи сосудистых пучков и по краям листьев и имели более крупные размеры 38.8-43.2 нм и образовались они реже. А ооспоры из образцов Карасайского района имели меньшие размеры 35.0-41.6 нм и образовались они тоже реже. Это связано, что эти хозяйства находятся в более прохладных регионах. Ооспоры из более засушливых регионов (Жамбылская область) также располагались вблизи сосудистых пучков и имели более крупные размеры 36.0-43.2 нм, но они образовались чаще, что подтверждается литературными данными (Кошникович и др. 2008: 45-112) (табл. 1).

Таблица 1 – Биометрические показатели *P. cubensis*, собранных из разных районов юго-востока Казахстана

Регион сбора образцов	Размеры, нм					
	ооспора	зооспора	конидиеносец		конидия	
			длина	ширина	длина	ширина
Алматинская область, Карасайский район	35.0- 41.6	7.0-10.0	150.0-485.0	4.5-8.7	18.0-30.3	14.8-20.1
Алматинская область, Енбекшиказахский район	38.8-43.2	7.5-11.0	150.0-490.0	6.3-8.6	17.0-31.5	11.3-19.5
Алматинская область, Талгарский район	37.3-41.0	8.5-12.0	160.0-490.0	5.0-8.5	19.3-31.8	12.5-20.3
Жамбылская область, Кордайский район	36.0-43.2	-	148.0-499.5	4.3-7.5	17.4-30.0	10.1-20.3

Как отмечают многие исследователи (Costache, Varadie 1991: 17), **болезнь сильнее развивается** при относительной влажности воздуха и оптимальной температуре в течение вегетационного периода растений. Жизнеспособность конидий *P. cubensis* в условиях низкой относительной влажности воздуха значительно ниже, чем при высокой его влажности. Это явление мы объясняем тем, что при низкой относительной влажности воздуха (20-40%) конидии быстро обезвоживаются, вследствие чего у них замедляются жизненные процессы. В таком состоянии споры способны сохраняться довольно продолжительное время. Образование и распространение конидий не всегда сопровождается наступлением условий, благоприятных для их прорастания. Поэтому раз-

витие и распространение гриба *P. cubensis* в значительной степени зависит от жизнеспособности конидий гриба (табл. 2).

В результате опытов, наиболее благоприятными для прорастания конидий являлись температуры 16-18°C и 20-22 °С. При этих температурах большое количество из изученных (100) конидий гриба уже через 1.5-2 часа образовали ростковые трубки. В остальных вариантах количество проросших конидий было меньше. Наибольшая длина ростковых трубок наблюдалась при температуре 20-22°C. А при повышенной температуре (27-28 °С) снизилась скорость прорастания конидий. При температуре 30 °С конидии гриба не прорастали, хотя жизнеспособность их сохранялась.

Таблица 2 – Влияние температурных режимов на прорастание конидий *P. cubensis*

Температурный режим (°C)	Количество проросших конидий при экспозиции (в часах)			
	2	4	12	24
12-13	0	0	8	10
16-18	44	53	61	72
20-22	65	70	79	85
24-25	30	47	55	58
27-28	1	2	3	7
30	0	0	0	0

Обсуждение результатов

По литературным данным, первоисточником появления инфекции болезни являются ооспоры гриба, которые образуются в пораженных листьях в августе-сентябре месяцах (Bains 1990: 269-272; Burkhardt, Day 2013: 265–271). Некоторые ученые провели исследования по биологии патогена, ооспоры и прорастающее зооспоры, мицелий в тканях растений, выходящие наружу конидиеносцы. По их мнению, наиболее важными являются фазы гриба, которые служат источниками заражения и распространения болезни. Это ооспоры первичного заражения в листовом опаде и зооспорангии, продуцируемые второй и последующими генерациями, а затем основным источником инфекции становятся зооспорангии последующих поколений, широкоовальные и эллипсоидальные, 20.0-28.0x16.0-20.0 нм, с сосочком, прорастающие с образованием зооспор (Килимник, Самойлов 2000: 29).

В наших исследованиях казахстанской популяции возбудителя также выявлены ооспоры гриба, которые образовались в августе-сентябре месяцах на пораженных листьях огурца. Ооспоры при температуре 20-22 °C прорастали и образовали зооспорангий и зооспоры, которые вызывали первичное заражение. Далее на нижней стороне листа образовался серовато-фиолетовый налет состоящий из конидиеносцев и конидий, которые является источниками вторичного заражения. Конидии прорастали в зооспору и зооспорангий, в дальнейшем в результате полового процесса оогамии – слияния оогоний с антеридиями формировались ооспоры.

По данным исследователей (Килимник, Самойлов 2000: 29; Jeger, Pautasso 2008: 111-126; Palti, Cohen 1980: 109-147), что в период вегетации огурца *P. cubensis* распространяется конидиями, которые могут переноситься ветром на

большие расстояния. Конидии прорастают, если погодные условия способствуют развитию патогена: присутствует капельно-жидкая влага и температура составляет от 8-30 °C (оптимальная 15-22 °C). В сухую погоду конидии быстро погибают, распространение болезни замедляется, хотя при наступлении благоприятных для возбудителя условий возникает новая вспышка болезни. Конидии коричневатого-фиолетового цвета, эллипсоидальные, с плоским сосковидным бугорком. Конидии прорастают в зооспору при наличии капельно-жидкой влаги и температуре воздуха 15-22 °C. Зооспоры выходят из вершинного бугорка конидии. Попав в подходящие для развития условия, они выпускают свое содержимое в виде ростка мицелия. На концах боковых ветвей мицелия образуются шаровидные вздутия оогония. Рядом с оогониями на тех же или рядом расположенных боковых ветках образуются антеридии. Оогоний – округлый, ооспора шаровидная, желтоватая. Количество их возрастает на старых засыхающих листьях к концу вегетации.

В наших исследованиях по морфолого-биологическим особенностям и биометрическим измерениям казахстанской популяции возбудителя показали, что выход конидиеносца патогена начинался через 1.5 – 2 часа на поверхности питающего растения. Конидиеносцы из Кордайского района Жамбылской области образовались от 148.0 до 499.5 нм длиной, а ширина ствола также соответствовала длине ствола (4.3-7.5 нм). А из образцов более увлажненных мест Енбекшиказахского района Алматинской области конидиеносцы были довольно крупные по длине и ширине, 150.0-490.0x6.3-8.6 нм, соответственно. Конидии из образцов Талгарского района были довольно крупные (19.3-31.8x12.5-20.3 нм), чем у образцов из Жамбылской области с размером 17.4-30.0x10.1-20.3 нм. Зооспоры

выходили сразу из вершинного бугорка конидии. Довольно крупные зооспоры наблюдались на образцах Талгарского района Алматинской области, с размером 8.5-12.0 нм. В остальных образцах они были меньшего размера от 7.0 до 11.0 нм. На хлоротичных пятнах ооспора образовалась на 6-й и 7-й день, что подтверждается литературными данными (Гапоненко 1972: 50-108, Кошникович и др. 2008: 100-115; Jeger, Pautasso 2008: 120).

По литературным данным (Охримчук 1998: 18; Кошникович и др. 2008: 60-145) и результатам собственных исследований, форма и размеры конидиеносцев и их ветвей сильно колеблются в зависимости от влажности окружающей среды. В сухих условиях они значительно мельше, чем в увлажненных местах. Ооспоры из региона Енбекшиказахского и Карасайского района Алматинской области располагались вблизи сосудистых пучков и по краям листьев, с размером 35.0-43.2 нм и образовались они реже. Это связано, наверное, что эти хозяйства находятся в более прохладных регионах. Ооспоры из более засушливых регионов (Жамбылская область) имели более крупные размеры 36.0-43.2 нм, но они образовались чаще. Образование рыхлого,

рассеянного или плотного налета зависело от влажности, температуры окружающего воздуха и физиологического состояния растений, что согласуется с литературными данными.

Выводы

В процессе изучения морфолого-биологических особенностей патогена цикл развития *P. cubensis* включал половую и бесполовую стадии в такой последовательности: ооспоры прорастали в зооспорангии с зооспорами, а на нижней стороне листа образовались серовато-фиолетовый налет, который состоит из конидиеносцев и конидий. Конидии прорастали в зооспору и зооспорангий, в дальнейшем в результате полового процесса оогамии – слияния оогоний с антеридиями формировались ооспоры. Образование рыхлого, рассеянного или плотного налета, и степень инициализации *P. cubensis* зависело от влажности, температуры окружающего воздуха и физиологического состояния растений. Его изменчивость зависела от экологии и географии места нахождения патогена, т.е. это связано с особенностями климата юго-востока Казахстана в период развития патогена.

Литература

- 1 Bains S.B. (1990) Classification of Cucurbit Downy Mildew Lesions into Distinct Categories. Indian J. Mycology Plant Pathology, vol. 21, pp. 269-272.
- 2 Burkhardt A., Day B. (2013) A genomics perspective on cucurbit-oomycete interactions. Plant Biotechnology, vol. 30, pp. 265-271.
- 3 Bedlan G. (1991) Erster Nachweis von Oosporen des Falschen Gurken mehltau in Osterreich und Erfangungen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-und Forstwint, no 2, 6 p.
- 4 Colucci S.J., Wehner T.C., Holmes G.J. (2006) The downy mildew epidemic of 2004 and 2005 in the eastern United States. Proc. Cucurbitaceae, pp. 403-411.
- 5 Costache M., Varadie P. (1991) Effect of root zone temperature on infection, sporulation and symptom development *Ps. cubensis*. Bull. Acad. sci. agr. ETol forest, no 6, 17 p.
- 6 Klimnik A.N., Samoilenko J.K. (2000) Podxodi k borbe s lojnoi mushnistoi rosi [Approaches to combating downy mildew]. Protection of Plants and Quarantine, no 7, 29 p.
- 7 Elizabeth A., Savory A.E., Leah I., Granke L.L., Lina M., Quesada-Ocampo L.M., Varbanova M., Hausbeck M. K., Day B. (2011) The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. Molecular Plant Pathology, vol. 12(3), pp. 217-226.
- 8 Гапоненко Н. И. (1972) Semeistva Peronosporaceae Srednei Azii i Ijynogo Kazakhstana [Families of Peronosporaceae in Central Asia and Southern Kazakhstan]. Tashkent: Fan, pp. 50-108.
- 9 Grinko N.N. (2000) Latentnaia faza antogeneze vzbuditelia lojnoi mushnistoi rosi ogurcha [Latent phase of anogenesis of causative agent of downy mildew cucumber]. Bulletin of the Russian Academy of Sciences, no 5, 15 p.
- 10 Glaser T., Manka M. (1988) *Ps. cubensis* of plant pathogenic organisms in the cucumber. Rosz. AR Poznaniu.Ogrod, pp. 79-87.
- 11 Halmagyi T. (1991) Azuborka peroszporajelentosege, biologiajaes a vedekezek Lenetosegei. Novenyvedelem, no 6, 17 p.
- 12 Jeger M. J., Pautasso M. (2008) Comparative epidemiology of zoosporic plant pathogens. European Journal of Plant Pathology, vol. 122, pp. 111-126.
- 13 Jaimurzina A.A., Amirhanova N.T. (2007) Peronosporoz ogurcha I effektivnost fungisidov protiv nego v usloviakh Almatinskoi oblasti [Peronosporoz of cucumber and effectiveness of fungicides against it in conditions of Almaty region]. Proceedings of the conference "Increasing competitiveness of agricultural production in Kazakhstan: problems, solutions", Almaty, pp. 58-59.
- 14 Kazenas L.D. (1974) Bolesni s.-x. rasteni Kazakhstana [Diseases of farming. plants of Kazakhstan]. Almaty, pp. 241-244.

- 15 Koshnikov V.I., Shcherbinin A.G., Timoshenko N.N. (2008) Perenosporoz ogurcha [Peronosporosis of cucumber]. Moscow, pp. 45-216.
- 16 Lebeda A., Widrechner M.P. (2003) A set of Cucurbitaceae taxa for differentiation of Pseudoperonospora cubensis pathotypes. J. Plant Dis. Prot., vol. 110, pp. 337-349.
- 17 Lebeda A., Cohen Y. (2011) Cucurbit downy mildew (Pseudoperonospora cubensis) – biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. Eur J Plant Pathol, vol. 129, pp. 157-192.
- 18 Manole N., Costache M. (1990) Aspecte de epidemiologii si combatere a ciupercii Ps. cubensis in culturile de castraveti. An Jnst. cerc. prot. plant, no 5, 11 p.
- 19 Nalobova V.L. (2003) Immunologicheskaia charakteristika kollekcionnogo i selekcionnogo materiala ogurcha [Immunological characteristics of the collection and breeding material of the cucumber]. Vesci acad. agrarian. Novel of Belarus, Belarus, no 1, 4 p.
- 20 Okhrimchuk V.N. (1998) Patogenez P. cubensis – vzbuditelia peronosporosa ogurcha v Ukraine [Pathogenesis of P. cubensis-causative agent of peronosporosis of cucumber in Ukraine]. Proceedings of International Conf, Moscow, 18 p.
- 21 Palti J., Cohen Y. (1980) Downy mildew of cucurbits (Pseudoperonospora cubensis): The fungus and its hosts, distribution, epidemiology and control. Phytoparasitica, vol. 8, pp. 109-147.
- 22 Roeder S. (2002) ImSpreewald: Falscher Mehltau an Freiland gurken bere its unternvies. Gemuse, no 5, 13 p.
- 23 Savory E.A., Granke L.L., Quesada-Ocampo L.M., Varbanova M., Hausbeck M.K., Day B. (2011) The cucurbit downy mildew pathogen Pseudoperonospora cubensis. Molecular plant pathology, vol. 12, pp. 217-226.
- 24 Shamray S.N., Glushchenko V.I. (2006) Osnovi polevikh issledovaniy v fitopatologii i fitoimmunologii [Fundamentals of field research in phytopathology and phytoimmunology]. Kharkov, pp. 42-50.
- 25 Strepkova L.K., Corganova I.N., Tareeva M.M. (1992) Poter ot peronosporosa mojno isbejat [Loss from peronosporosis can be avoided]. Protection and Quarantine of Plants, no 12, pp. 10-11.
- 26 Selivanova T.N. (1996) Kakie sorta ogurcha luchshe virashivat? [What kind of cucumber is better to grow?]. Protection and Quarantine of Plants, no 7, 24 p.

Литература

- 1 Bains S.B. Classification of Cucurbit Downy Mildew Lesions into Distinct Categories // Indian J. Mycology Plant Pathology. – 1990. – Vol. 21. – P. 269-272.
- 2 Burkhardt A., Day B. A genomics perspective on cucurbit-oomycete interactions // Plant Biotechnology. – 2013. – Vol. 30. – P. 265–271.
- 3 Bedlan G. Warndienst leaf method for maintenance of cultures of Ps. cubensis // Gemuse. – 1991. – Vol. 1. – 4 p.
- 4 Colucci S.J., Wehner T.C., Holmes G.J. The downy mildew epidemic of 2004 and 2005 in the eastern United States // Proc. Cucurbitaceae. – 2006. – P. 403-411.
- 5 Costache M., Varadie P. Rescarches on epidemiology and control of the fungus Ps. cubensis // Bull. Acad. sci. agr. Etforest. – 1991. – Vol. 7. – P.17-22.
- 6 Килимник А.Н., Самойлов Ю.К. Подходы к борьбе с ложной мучнистой росой // Защита растений и Карантина. – 2000. – №7. – 29 с.
- 7 Elizabeth A., Savory A.E., Leah I., Granke L.L., Lina M., Quesada-Ocampo L.M., Varbanova M., Hausbeck M. K., Day B. The cucurbit downy mildew pathogen Pseudoperonospora cubensis // Molecular Plant Pathology. – 2011. – Vol. 12(3). – P. 217-226.
- 8 Гапоненко Н.И. Семейства Peronosporaceae Средней Азии и Южного Казахстана. – Ташкент: Фан, 1972. – С. 50-108.
- 9 Гринько Н.Н. Латентная фаза антогенезе возбудителя ложной мучнистой росы огурца // Вестн. Рос.акад.с.-х. наук. – 2000. – № 5. – С. 15.
- 10 Glaser T., Manka M. Ps. cubensis of plant pathogenic organisms in the cucumber// Rosz. AR Poznaniu. Ogrod. – 1988. – P. 79-87.
- 11 Halmagyi T. Azuborka peroszporajelentosege, biologiajaes a vedekezek Lenetosegei // Novenyvedelem. – 1991. – № 6. – 17 p.
- 12 Jeger M. J., Pautasso M. Comparative epidemiology of zoosporic plant pathogens // European Journal of Plant Pathology. – 2008. – Vol. 122. – P. 111-126.
- 13 Джаймурзина А.А., Амирханова Н.Т. Переноспороз огурца и эффективность фунгицидов против него в условиях Алматинской области // Материалы конференции «Повышение конкурентноспособности сельскохозяйственного производства Казахстана: проблемы, пути решения». – Алматы, 2007. – С. 58-59.
- 14 Казенас Л.Д. Болезни с.-х. растений Казахстана. – Алматы, 1974. – С. 241-244.
- 15 Кошникович В.И., Щербинин А.Г., Тимошенко Н.Н. Переноспороз огурца. – Москва, 2008. – С. 45-216.
- 16 Lebeda A., Widrechner M.P. A set of Cucurbitaceae taxa for differentiation of Pseudoperonospora cubensis pathotypes // Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz. – 2003. – Vol. 100. – P.337-349.
- 17 Lebeda A., Cohen Y. Cucurbit downy mildew (Pseudoperonospora cubensis) – biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control // Eur J Plant Pathol. – 2011. – Vol. 129. – P. 157-192.
- 18 Manole N., Costache M. Aspecte de epidemiologii si combatere a ciupercii Ps. cubensis in culturile de castraveti // An Jnst. cerc. prot. plant. – 1990. – № 5. – 11 p.
- 19 Налобова В.Л. Иммунологическая характеристика коллекционного и селекционного материала огурца. Белоруссия // Вesci acad. agrar. Novuk Belorusi. – 2003. – № 1. – 4 с.

-
- 20 Охримчук В.Н. Патогенез *P. cubensis* – возбудителя пероноспороза огурца в Украине // Сборник трудов международного конф. – М., 1998. – С. 18.
- 21 Palti J., Cohen Y. Downy mildew of cucurbits (*Pseudoperonospora cubensis*): The fungus and its hosts, distribution, epidemiology and control // *Phytoparasitica*. – 1980. – Vol. 8. – P. 109-147.
- 22 Roeder S. Im Spreewald: Falscher Mehltau an Freilandgurken bereits unter Vlies // *Gemüse*. – 2002. – №5. – 13 p.
- 23 Savory E.A., Granke L.L., Quesada-Ocampo L.M., Varbanova M., Hausbeck M.K., Day B. The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis* // *Molecular plant pathology* – 2011. – Vol. 12. – P. 217-226.
- 24 Шамрай С. Н., Глушенко В. И. Основы полевых исследований в фитопатологии и фитоиimmunологии. – Харьков, 2006. – С. 42-50.
- 25 Стрепкова Л.К., Корганова И.Н., Тареева М.М. Потеря от пероноспороза можно избежать // *Защита и карантин растений*. – 1992. – №12. – С.10-11.
- 26 Селиванова Т.Н. Какие сорта огурца лучше выращивать? // *Защита и карантин растений*. – 1996. – № 7. – 24 с.