

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ПАТОГЕНЕЗ БУРОЙ ПЯТНИСТОСТИ ГРУШИ

М.А. Калясень, Д.А. Брукиш, Е.Г. Сапалева

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 01.06.2010 г.)

Аннотация. В результате лабораторных исследований установлены условия, определяющие характер развития возбудителя бурой пятнистости листьев груши (*Entomosporium maculatum* Lev.) в условиях Беларуси. Выявлено, что развитие гриба останавливается при температуре ниже $+1^{\circ}\text{C}$ и выше $+30^{\circ}\text{C}$, влажности воздуха 65%, pH среды – ниже 4,5 и выше 11,5. Умеренно развивается патоген при температуре воздуха от $+1^{\circ}\text{C}$ до $+11^{\circ}\text{C}$ и от $+28^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$, влажности 75% - 85% и pH среды 7,0 – 11,0. Максимально быстрое развитие *Entomosporium maculatum* Lev. наблюдается в широком температурном диапазоне (от $+12^{\circ}\text{C}$ до $+27^{\circ}\text{C}$) при относительной влажности воздуха 95% - 100% и уровне pH среды 5,0 – 6,5. Освещенность на рост патогена не влияет.

Summary. In result of laboratory studies conditions which determine habit of leaf blotch of pear-tree (*Entomosporium maculatum* Lev.) in climatic conditions of Belarus are established. It was discovered that the evolution of fungus stops at the temperature below $+1^{\circ}\text{C}$ and above $+30^{\circ}\text{C}$ and air moisture 65% and pH medium below 4,5 and above 11,5. Lower development of disease is seen at the temperature of air from $+1^{\circ}\text{C}$ up to $+11^{\circ}\text{C}$ and from $+28^{\circ}\text{C}$ up to $+30^{\circ}\text{C}$ and moisture 75 % - 85 % and pH medium 7,0 - 11,0. The most quicker development of *Entomosporium maculatum* Lev. is seen in a wide temperature range (from $+12^{\circ}\text{C}$ up to $+27^{\circ}\text{C}$) with atmospheric moisture capacity 95 % - 100 % and level of pH medium 5,0 - 6,5. Illumination did not influence on growth of pathogen.

Введение. Бурая пятнистость, или буроватость (*Entomosporium maculatum* Lev.), – широко распространенная болезнь груши в питомниках Беларуси. Она также известна во многих странах мира: Японии, Канаде, США. Изучением заболевания занимаются ученые из Южной Америки, Австралии, Южной Африки, Азии и Европы [1]. Исследования по изучению биологии возбудителя буроватости проводятся болгарскими, польскими, грузинскими, украинскими и российскими учеными [3,5].

Буроватость появляется на листьях с верхней и нижней стороны в виде мелких бурых пятен, количество которых быстро увеличивается, и весь лист приобретает бурую окраску. Такие листья преждевременно осыпаются [1]. Аналогичные, но слегка вдавленные пятна образуются на черешках листьев и на побегах; вредность болезни в этом случае проявляется в уменьшении прироста побегов, ослаблении сокодвижения и снижении содержания сахаров [4]. В результате наших опытов было установлено, что эпифитотийное развитие бурой пятнистости может снижать приживаемость окулянтов на 8,3% - 21,7%, пе-

резимовку подвоев на 14,2 – 15,8%, перезимовку окулянтов на 61,7 – 85,0%, а выход стандартных саженцев 1-го сорта на 72,3%.

Бурая пятнистость распространена во всех областях Беларуси. Однако заболевание проявляется по территории страны неравномерно, что говорит о влиянии условий внешней среды на возбудителя болезни и на его способность поражать подвой груши. Поэтому выявление роли экологических факторов позволит прогнозировать распространение и развитие заболевания в естественных условиях, что, в свою очередь, дает возможность своевременно применить необходимые средства защиты против данной болезни.

Целью наших исследований было изучение биологических особенностей возбудителя болезни гриба *Entomosporium maculatum* Lev. и выявление роли экологических факторов в его развитии. В ходе исследований нам необходимо было решить следующие задачи: идентифицировать патоген; выявить температуру, относительную влажность воздуха, уровень рН питательной среды и световой режим, определяющие степень развития возбудителя болезни.

Материал и методика исследований. Лабораторные опыты по изучению биологии гриба *Entomosporium maculatum* Lev. проводились в 2007-2008 гг. на базе кафедры фитопатологии и химической защиты растений УО «Гродненский государственный аграрный университет». Моноспоровые изоляты, взятые с пораженных листьев и побегов груши, высевались на твердую картофельно-глюкозную питательную среду. Исследования проводились на 5-ти изолятах в 10-кратной повторности. Значение температуры для роста *Entomosporium maculatum* Lev. определялось в пределах от 0 °С до +33 °С с интервалом 3°С. Влияние освещенности на рост колонии гриба выявлялось при температуре +21°С. Чашки Петри с грибом ставились на свет и в затемненное место.

Роль рН среды в развитии гриба выяснялось нами путем добавления к ней определенных количеств 10%-ных растворов NaOH и HCl. Учет массы мицелия проводился на 6-й день эксперимента.

Действие относительной влажности воздуха на рост патогена проверяли в атмосфере, создающейся над водным раствором солей BaBr·2H₂O, NaCl, KCl, KNO₃, при температуре +21°С. Учет массы мицелия и диаметра колоний проводился на 8-й день.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение культуральных особенностей гриба *Entomosporium maculatum* Lev. проводилось на 5-ти изолятах, имеющих воздушный войлочный мицелий, гифы которого септированы и разветвлены. Молодой, разрастающийся мицелий окрашивался от ярко-белого до желтоватого цвета. Гриб вы-

делял в среду окрашивающие вещества, поэтому с нижней стороны чашки агар приобретал интенсивную окраску от розового до красно-малинового цвета; участки спороношения на колонии имели бежево-розовую окраску. Культуральной особенностью гриба являлось быстрое израстание колонии стерильным мицелием, что затрудняло получение споровой массы для дальнейших исследований.

Штаммы гриба отличались между собой по скорости роста мицелия, форме, структуре и цвету колонии, окрашиванию питательной среды, интенсивности спороношения и т.д. Наиболее благоприятной для роста гриба была картофельно-глюкозная агаризированная среда, на которой четко проявлялись отличия между изолятами (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика изолятов гриба *Entomsporium maculatum* Lev.

Изолят №:	Вегетативный орган груши	Характеристика мицелия	Цвет колонии	Окраска питательной среды	Спороношение
1	листья с коричневыми пятнами	рыхлый, быстро растущий	белый	розовый	слабое
2	побеги груши	хорошо разветвленные гифы	кремовый	оранжевый	интенсивное
3	листья с красно-бурыми пятнами	пушистый, быстро растущий	бежево-белый	оранжевый	слабое
4	листья с мелкими красно-бурыми пятнами	компактный, плотной структуры	желтоватый	красно-малиновый	интенсивное
5	листья с бурыми пятнами	компактный, быстро растущий	серо-белый	оранжевый	слабое

Изолят №1 был выделен с листьев груши, пораженных бурой пятнистостью, и отличался белым, рыхлым мицелием; питательная среда под колонией окрашивалась розовым цветом. Второй изолят был выделен с побегов груши и характеризовался кремовым цветом мицелия с хорошо разветвленными гифами; под колонией гриба питательная среда окрашивалась в оранжевый цвет. Изолят №3 был получен с листьев, имеющих крупные красно-бурые пятна, и формировал бежево-белый, пушистый мицелий, питательная среда под колонией окрашивалась в оранжевый цвет. Четвертый изолят был выделен с поврежденных листьев, поражение которых характеризовалось большим количеством мелких пятен в местах поражения; его мицелий очень ком-

пактный, плотной структуры, желтоватого цвета; вся питательная среда, даже не занятая колонией, окрашивалась красно-малиновым цветом. Пятый изолят также был выделен с листьев, и отличался от других изолятов компактным мицелием серо-белого цвета, разрастающимся ровной круглой колонией, под которой питательная среда окрашивалась в оранжевый цвет. Штаммы №2 и №4 характеризовались относительно слабым ростом колонии и стабильным спороношением; изоляты №1, №3, №5 – обильным пушистым, быстро растущим мицелием со слабой интенсивностью спороношения.

Влияние температуры окружающей среды на рост *Entomosporium maculatum* Lev. В результате лабораторных исследований нами установлен температурный предел и оптимум для популяции гриба *Entomosporium maculatum* Lev. в условиях Беларуси.

Выявлено, что гриб начинал свое развитие при +1⁰C и заканчивал при +33⁰C (таблица 2). Незначительный рост колонии происходил при температурах +3⁰C, +6⁰C, +9⁰C, +30⁰C, +32⁰C, на что указывают данные диаметра колонии на 14 день (9,1 – 42,4 мм) и массы мицелия в конце эксперимента (0,024 – 0,102 г). При этом наиболее активный рост отмечался у изолята №3, а самый низкий - у изолята №2.

Таблица 2 – Влияние температуры окружающей среды на развитие *Entomosporium maculatum* Lev.

Уче- ты	Изо- лят	Температура, °C													
		0	+1	+3	+6	+9	+12	+15	+18	+21	+24	+27	+30	+32	+33
Диаметр, мм	1	0	9,5	19,1	33,5	40,4	65,5	79,9	83,0	90,0	78,9	78,0	25,5	10,1	0
	2	0	9,1	15,6	30,0	36,1	62,1	67,6	80,5	90,0	86,6	68,4	24,6	9,4	0
	3	0	12,8	25,6	35,5	42,4	78,6	83,3	85,8	90,0	88,8	86,5	32,4	12,3	0
	4	0	9,4	16,0	32,9	40,0	63,0	69,8	82,4	90,0	87,1	71,4	25,0	9,9	0
	5	0	12,1	23,6	34,0	41,4	73,0	81,8	84,1	90,0	88,1	83,0	26,8	11,6	0
<i>HCP</i> _{0,05}		-	1,04	2,30	2,76	2,72	2,04	2,37	3,04	-	1,36	1,26	1,76	1,08	-
Масса, г	1	0	0,027	0,048	0,059	0,092	0,163	0,186	0,210	0,396	0,329	0,195	0,044	0,029	0
	2	0	0,024	0,037	0,052	0,065	0,147	0,173	0,181	0,392	0,253	0,185	0,040	0,024	0
	3	0	0,035	0,052	0,072	0,102	0,237	0,282	0,318	0,404	0,364	0,265	0,050	0,033	0
	4	0	0,026	0,041	0,054	0,087	0,157	0,178	0,204	0,391	0,292	0,191	0,042	0,028	0
	5	0	0,033	0,050	0,067	0,098	0,191	0,212	0,260	0,398	0,352	0,206	0,047	0,030	0
<i>HCP</i> _{0,05}		-	0,004	0,011	0,005	0,011	0,016	0,024	0,018	0,008	0,010	0,013	0,007	0,004	-

Максимальное развитие гриба приходилось на +12⁰C - +27⁰C, тогда как в литературе этот показатель характеризовался промежутком от +20⁰C до +30⁰C [2]. Вероятно, гриб в условиях Беларуси смог приспособиться к резким перепадам температур в период вегетации груши и расширил свой температурный оптимум для развития. Во время первого учета в этих вариантах колонии гриба достигали 19 – 45 мм, а на 14 день – от 62,1мм – до 90,0 мм. При этом самые высокие показатели

диаметра колонии (90,0 мм) и массы мицелия (0,391 – 0,404 мм) для всех изолятов отмечались при температуре +21⁰С.

Влияние влажности воздуха на рост *Entomosporium maculatum* Lev. Важным условием, определяющим жизнеспособность гриба *Entomosporium. maculatum*, является влажность воздуха. Нами испытано действие разных уровней относительной влажности воздуха на рост гриба *E. maculatum* – от 65% до 100% при температуре + 21⁰С (таблица 3).

Установлено, что диаметр роста колонии и масса мицелия гриба прямо пропорционально зависят от относительной влажности воздуха ($r \pm Sr = 0,85 \pm 0,15 - 0,99 \pm 0,015$).

Угнетение гриба наблюдалось при влажности воздуха 65%. Прирост колонии на 8-й день составлял от 36,5 мм (изолят №2) до 42,3 мм (изолят №3). Минимальная масса мицелия при этой влажности сформировалась у изолята №2 (0,063 г) и изолята №4 (0,086 г).

Таблица 3 – Влияние относительной влажности воздуха на *Entomosporium maculatum* Lev

Учет	Изолят	Влажность воздуха, %					<i>r ± Sr</i>
		100%	95%	85%	75%	65%	
Диаметр колонии на 8-й день, мм	1	90,0	80,0	78,5	54,1	40,3	<i>0,97 ± 0,03</i>
	2	90,0	77,5	68,4	50,5	36,5	<i>0,99 ± 0,01</i>
	3	90,0	86,2	81,0	60,1	42,3	<i>0,97 ± 0,03</i>
	4	90,0	77,4	69,5	51,5	39,7	<i>0,99 ± 0,01</i>
	5	90,0	82,8	80,1	57,2	41,3	<i>0,97 ± 0,03</i>
Масса мицелия, г	1	0,397	0,196	0,186	0,125	0,093	<i>0,86 ± 0,14</i>
	2	0,391	0,185	0,176	0,096	0,063	<i>0,85 ± 0,15</i>
	3	0,403	0,267	0,240	0,153	0,101	<i>0,88 ± 0,12</i>
	4	0,391	0,193	0,176	0,106	0,086	<i>0,86 ± 0,14</i>
	5	0,398	0,204	0,195	0,130	0,095	<i>0,87 ± 0,13</i>

Среднее развитие колоний отмечалось при влажности 75%. Во время учета гриб занимал почти половину диаметра чашки (50,5 – 60,1 мм), а масса полученного мицелия составляла 0,096 – 0,153 г.

Достаточно активно рос мицелий при влажности 85% (диаметр колонии на 8-й день составлял от 68,4 мм (изолят №2) до 81,0 мм (изолят №3)). Масса мицелия при этом составляла 0,176 г (изолят №2, №4) – 0,240 г (изолят №3).

Интенсивный рост изолятов отмечался при относительной влажности воздуха 95%. У изолятов №2 и №4 диаметр колонии составлял 77,5 мм и 77,4 мм; масса мицелия – 0,185 г и 0,193 г соответственно. Изолят №3 характеризовался самым большим диаметром колонии (86,2 мм) и массой мицелия 0,267 г.

Максимальный диаметр колонии гриба (90,0 мм) на 8 сутки был зафиксирован на всех изолятах при влажности воздуха 100%; масса мицелия при этом составляла от 0,391 г (изолят №2, №4) до 0,403 г (изолят №3), что являлось максимальным в данном опыте.

Таким образом, на основании наших исследований можно сделать вывод, что активному росту и распространению гриба способствует высокая влажность воздуха в период вегетации в пределах 85% - 100%.

Влияние освещенности на *Entomospodium maculatum* Lev. В литературе имеются сведения о том, что при оптимальной температуре (20 – 30 °С) и хорошем освещении инкубационный период болезни равен всего 4-м дням [2]. Других сведений об изучении фототропизма гриба *Entomospodium maculatum* Lev. нет, поэтому мы провели исследование по изучению влияния освещенности на рост возбудителя бурой пятнистости груши (таблица 4).

В конце эксперимента при оптимальной для развития гриба температуре (+21°С) все изоляты заняли максимальный диаметр чашки, поэтому для сравнения были использованы данные предыдущего учета. На 11-й день диаметр колоний гриба был в пределах от 81,1мм – 81,6 мм (изолят № 2) до 88,8– 89,6 мм (изолят №3), и не зависел от освещенности ($HCP_{0,005} - 1,593$).

Таким образом, показатели диаметра колонии отличались между собой в пределах ошибки опыта, отличие наблюдалось лишь между изолятами, что связано с их биологическими особенностями.

Результаты взвешивания массы мицелия подтверждают предыдущий вывод. Масса мицелия гриба, выросшего в условиях освещенности, была в пределах 0,392 (изолят №2) – 0,404 г (изолят №3), а без освещенности – 0,393 г (изолят №2) – 0,403 г (изолят №3).

Таблица 4 – Влияние освещенности на *Entomospodium maculatum* Lev

Учет	Изолят	С освещением	Без освещения
Диаметр колонии на 11-й день, мм	1	87,1	86,9
	2	81,6	81,1
	3	89,6	88,8
	4	83,6	84,0
	5	88,4	87,9
$HCP_{0,05}$		1,593	
Масса мицелия, г	1	0,396	0,395
	2	0,392	0,393
	3	0,404	0,403
	4	0,391	0,388
	5	0,398	0,398
$HCP_{0,05}$		0,006	

Эти данные позволяют нам сделать заключение, что освещенность не влияет на рост мицелия гриба *Entomosporium maculatum* Lev.

Влияние pH среды на рост гриба *Entomosporium maculatum* Lev. Большинство фитопатогенных грибов лучше развиваются на кислой питательной среде, поэтому целью нашего опыта было выяснение предела кислотности, при котором развивается гриб *Entomosporium maculatum*, и определение кислотного оптимума. Полученные данные представлены в таблице 5.

Максимальная масса мицелия получена при кислотности среды 5,0 – 6,0 (0,113 – 0,224 г). При этом самый активный рост отмечен у третьего изолята (0,224 г). При кислотности 2,5 - 3,0 и 14,0 энтоспориум не развивался. Кислотность 3,5 - 4,5 и 11,5 - 13,5 вызвала лишь незначительный прирост мицелия (масса мицелия составила по изолятам 0,014 – 0,061 г).

Таблица 5 – Влияние pH питательной среды на *Entomosporium maculatum* Lev

Изолят	Масса мицелия, г											
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
1	0	0	0,027	0,034	0,044	0,137	0,145	0,139	0,124	0,096	0,076	0,070
2	0	0	0,022	0,025	0,032	0,115	0,119	0,113	0,086	0,073	0,053	0,051
3	0	0	0,033	0,042	0,054	0,141	0,224	0,161	0,134	0,126	0,123	0,121
4	0	0	0,024	0,029	0,042	0,117	0,139	0,131	0,099	0,082	0,066	0,061
5	0	0	0,031	0,038	0,050	0,138	0,157	0,142	0,129	0,098	0,095	0,086
pH	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0
1	0,066	0,061	0,054	0,052	0,050	0,049	0,046	0,036	0,031	0,027	0,023	0
2	0,048	0,046	0,045	0,044	0,042	0,037	0,034	0,028	0,025	0,023	0,019	0
3	0,114	0,106	0,104	0,091	0,082	0,072	0,061	0,044	0,035	0,029	0,025	0
4	0,060	0,058	0,054	0,051	0,048	0,045	0,039	0,034	0,030	0,025	0,020	0
5	0,077	0,076	0,066	0,058	0,052	0,050	0,048	0,038	0,033	0,028	0,024	0

Быстрый рост колоний отмечен при кислотности среды 7,0 – 10,5. С подщелачиванием питательной среды масса мицелия уменьшалась незначительно. Так, к примеру, у изолята 3 при кислотности 7,0 она составляла 0,126 г; при 7,5 - 0,123 г; при кислотности 10,5 масса мицелия была 0,082 г.

Лишь с кислотности 11,0 развитие гриба начинало угнетаться. Рост колоний уменьшался; соответственно уменьшалась и масса мицелия. Начиная с 13,0 рост колоний прекращался; инфицированное пятно не разрасталось, однако покрывалось мицелиальным налетом, что говорило о жизнеспособности гриба.

Таким образом, можно сделать вывод о приуроченности гриба к росту на слабо кислой питательной среде со способностью развития в щелочных условиях.

Условия, определяющие характер развития буроватости. Изучение биоэкологических особенностей гриба *E. maculatum* позволило нам установить комплекс условий, определяющих характер развития бурой пятнистости в питомниках груши в условиях Беларуси (таблица 6).

Таблица 6 – Факторы внешней среды, определяющие развитие *Entomosporium maculatum* Lev

Показатели	Развитие гриба <i>E. maculatum</i>		
	Максимальное	Умеренное	Не развивается
Температура воздуха, °С	+12 - +27	+1 - +11 +28 - +30	+ 1 и ниже +30 и выше
Относительная влажность воздуха. %	95 - 100	75 - 85	65 и ниже
Уровень pH среды	5,0 – 6,5	7,0 – 11,0	4,5 и ниже 11,5 и выше
Освещенность	не влияет	не влияет	не влияет

Установлено, что развитие возбудителя бурой пятнистости не происходит при температуре ниже +1⁰С и выше +30⁰С, влажности воздуха менее 65%, pH среды – ниже 4,5 и выше 11,5. Умеренно развивается патоген при температуре воздуха от +1⁰С до +11⁰С и от +28⁰С до +30⁰С, влажности 75%-85% и pH среды 7,0 – 11,0. Эпифитотийно развивается болезнь в широком температурном диапазоне (от +12 °С до +27С), при относительной влажности воздуха 95% - 100% и уровне pH среды 5,0 – 6,5. Освещенность при этом на рост гриба *Entomosporium maculatum* Lev. не влияет.

Заключение. Полученные данные позволяют спрогнозировать критический период заражения подвоев груши грибом *Entomosporium maculatum* Lev. и характер проявления заболевания во время вегетации, что, в свою очередь, дает возможность своевременно применить необходимые защитные мероприятия против данной пятнистости. А также выбрать наиболее благоприятные условия для культивирования возбудителя болезни с целью накопления инфекционного материала, необходимого для создания искусственных инфекционных фондов при оценке исходного селекционного материала груши на устойчивость к бурой пятнистости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсукова, О.Н. Бурая пятнистость груши (*Fabraea maculata* (Lev.) / О. Н. Барсукова //Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции. – ВИР, 1986. - Т. 101. - С. 94 – 101.
2. Дементьева, М.И. Болезни плодовых культур / М.И. Дементьева. - М: Сельхозиздат, 1962. – 240 с.

3. Джигадло, Е.Н. Биология возбудителя буроватости груши и наследование устойчивости к болезни / Е.Н. Джигадло, С.П. Яковлев // Генетические основы селекции на иммунитет плодовых, ягодных культур и винограда: труды ЦГЛ им. И.В. Мичурина. – 1987. - С. 27 – 35.

4. Пересыпкин, В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В.Ф. Пересыпкин. - М: Агропромиздат, 1989. - 480 с.

5. Яковлева, С.С. Нарушение доминирования признака устойчивости груши к буровой пятнистости под влиянием экстремальных воздействий среды / С.С. Яковлева // Генетические основы селекции на иммунитет плодовых, ягодных культур и винограда: труды ЦГЛ им. И.В. Мичурина. – 1987. - С. 36 – 39.

УДК [633.367.2+633.16"321"]:631.5 (476.6)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СМЕСЕЙ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО С ЯРОВЫМ ЯЧМЕНОМ НА ЗЕРНОФУРАЖ

О.Ч. Коженевский

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 01.06.2010 г.)

***Аннотация.** В исследованиях 2007-2009 гг. изучалась эффективность возделывания люпина узколистного в уплотненных смешанных посевах с яровым ячменем для получения зернофуража. Возделывание люпино-ячменных смесей обеспечивает более высокую продуктивность посевов в сравнении с одновидовыми ценозами люпина и ячменя, позволяет подавлять сорную растительность без применения химических средств защиты растений.*

***Summary.** In researches 2007-2009 efficiency of cultivation lupine (*Lupinus Angustifolius*) in the condensed mixed crops with summer barley for grain reception was studied. Cultivation of lupine-barley mixes provides more than vyso efficiency of crops in comparison with one-specific crops lupine and barley, allows to suppress weed vegetation without application of chemical means zashchi plants.*

Введение. Создание полноценного запаса сбалансированных по питательным веществам кормов при минимальных затратах на их производство не только стабилизирует производство продукции животноводства, но и создает реальные предпосылки его дальнейшего увели-