УДК 634.13: 632.488.4 Бпн: 612.223.3 (470)

**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* +*10С и выше +300С, влажности воздуха 65%, рН 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 рН среды 7,0 – 11,0. Максимально быстрое развитие Entomosporium maculatum Lev. наблюдается в широком температурном диапазоне (от +12 0С до +27С) при относительной влажности воздуха 95% - 100% и уровне рН 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°С and above +30°С and air moisture 65% and рН medium below 4,5 and above 11,5. Lower development of disease is seen at the temperature of air from +1°С up to +11°С and from +28°С up to +30°С and moisture 75 % - 85 % and рН medium 7,0 - 11,0. The most quicker development of Entomosporium maculatum Lev. is seen in a wide temperature range (from +12°С up to +27°С) with atmospheric moisture capacity 95 % - 100 % and level of рН 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; вредоносность 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%, перезимовку 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 подвои 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 0С до +33 0С с интервалом 30С. Влияние освещенности на рост колонии гриба выявлялось при температуре +210С. 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, КNO3, при температуре +210С. 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 выделял в среду окрашивающие вещества, поэтому с нижней стороны чашки агар приобретал интенсивную окраску от розового до красно-малинового цвета; участки спороношения на колонии имели бежевато-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 Entomosporium maculatum Lev.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Изо-лят №: | Вегетативныйорган груши | Характеристикамицелия | Цветколонии | Окраскапитательнойсреды | Спороношение |
| 1 | листья с коричневыми пятнами | рыхлый, быстрорастущий | 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-бурымипятнами | компактный,плотнойструктуры | желтоватый | красно-малиновый | интенсивное |
| 5 | листья с бурымипятнами | 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 компактный, 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 +10С и заканчивал при +330С (таблица 2). Незначительный рост колонии происходил при температурах +30С, +60С, +90С, +300С, +320С, 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.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Учеты** | **Изо****лят** | **Температура, 0С** |
| **0** | **+1** | **+3** | **+6** | **+9** | **+12** | **+15** | **+18** | **+21** | **+24** | **+27** | **+30** | **+32** | **+33** |
| Диаметр, мм колонии 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 |
| *НСР0,05* | *-* | *1,04* | *2,30* | *2,76* | *2,72* | *2,04* | *2,37* | *3,04* | *-* | *1,36* | *1,26* | *1,76* | *1,08* | *-* |
| Масса, гмицелия, 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 |
| *НСР0,05* | *-* | *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 +120С - +270С, тогда как в литературе этот показатель характеризовался промежутком от +200С до +300С [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 ± Sr = 0,85 ± 0,15 - 0,99 ± 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, %** |
| **100%** | **95%** | **85%** | **75%** | **65%** | ***r ± Sr*** |
| Диаметр колонии на 8-й день, мм | 1 | 90,0 | 80,0 | 78,5 | 54,1 | 40,3 | *0,97± 0,03* |
| 2 | 90,0 | 77,5 | 68,4 | 50,5 | 36,5 | *0,99 ± 0,01* |
| 3 | 90,0 | 86,2 | 81,0 | 60,1 | 42,3 | *0,97± 0,03* |
| 4 | 90,0 | 77,4 | 69,5 | 51,5 | 39,7 | *0,99± 0,01* |
| 5 | 90,0 | 82,8 | 80,1 | 57,2 | 41,3 | *0,97± 0,03* |
| Массамицелия, г | 1 | 0,397 | 0,196 | 0,186 | 0,125 | 0,093 | *0,86 ± 0,14* |
| 2 | 0,391 | 0,185 | 0,176 | 0,096 | 0,063 | *0,85 ± 0,15* |
| 3 | 0,403 | 0,267 | 0,240 | 0,153 | 0,101 | *0,88 ± 0,12* |
| 4 | 0,391 | 0,193 | 0,176 | 0,106 | 0,086 | *0,86 ± 0,14* |
| 5 | 0,398 | 0,204 | 0,195 | 0,130 | 0,095 | *0,87 ± 0,13* |

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 Entomosporium maculatum Lev.** В литературе имеются сведения о том, что при оптимальной температуре (20 – 30 0С) и хорошем освещении инкубационный период болезни равен всего 4-м дням [2]. Других сведений об изучении фототропизма гриба Entomosporium maculatum Lev. нет, поэтому мы провели исследования по изучению влияния освещенности на рост возбудителя бурой пятнистости груши (таблица 4).

В конце эксперимента при оптимальной для развития гриба температуре (+210С) 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 (НСР 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 Entomosporium maculatum Lev

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Учет** | **Изолят** | **С освещением** | **Без освещения** |
| Диаметрколонии на11-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 |
| *НСР0,05* |  | *1,593* |
| Массамицелия, 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 |
| *НСР0,05* |  | *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 энтомоспориум 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 рН питательной среды на Entomosporium maculatum Lev

|  |  |
| --- | --- |
| **Изолят** | **Масса мицелия, г** |
| **рН** | **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 |
| **рН** | **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 E. maculatum** |
| **Максимальное** | **Умеренное** | **Не развивается** |
| Температура воздуха, 0С | +12 - +27 | +1 - +11+28 - +30 | + 1 и ниже+30 и выше |
| Относительная влажность воздуха. % | 95 - 100 | 75 - 85 | 65 и ниже |
| Уровень рН среды | 5,0 – 6,5 | 7,0 – 11,0 | 4,5 и ниже11,5 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%, рН 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 рН среды 7,0 – 11,0. Эпифитотийно развивается болезнь в широком температурном диапазоне (от +12 0С до +27С), при относительной влажности воздуха 95% - 100% и уровне рН 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 фонов 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 буроватой 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.