

УДК 712.41:632.26.08

Э. И. Коломиец, директор (ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»),  
Л. Н. Григорцевич, профессор (БГТУ); В. Б. Звягинцев, доцент (БГТУ);  
А. Д. Никончик, аспирант (БГТУ); Н. В. Сверчкова, ст. науч. сотрудник  
(ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»)

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРОТИВ ПЯТНИСТОСТЕЙ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ГОРОДОВ

В статье приведены данные исследований полевых испытаний фунгицидов Скор, Ридомил Голд, Топаз, Фундазол, а также биопрепаратов фрутина и фитопротектина, изготовленных на основе спор и продуктов метаболизма бактерий *Bacillus subtilis* БИМ В-262 учеными в ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», против черной пятнистости клена остролистного (*Rhytisma acerinum* Fr.), бурой пятнистости конского каштана обыкновенного (*Phyllosticta sphaeropsoides*) и темно-бурой пятнистости липы (*Cercospora microsora* Sacc.). Из изучаемых фунгицидов высокую эффективность при двукратной обработке показал препарат скор с нормой расхода 2 мл на 10 л. Применение фрутина с нормой расхода 70 мл на 1 л воды способствовало снижению распространенности черной пятнистости на листьях клена остролистного на 12,5%.

In the article the data of field tests' researches of fundicides such as Scor, Ridomil Gold, Topaz, Fundazol, and also biological products of frutine and phytoprotectin, made on the basis of spores and products of bacteria's metabolism *Bacillus subtilis* BIM B-262 by scientists in the GNU «Institute of microbiology NAS of Belarus», against the black maculation of the Norway maple (*Rhytisma acerinum* Fr.), brown maculation of the common horse-chestnut (*Phyllosticta sphaeropsoides*) and dark-brown maculation of lindens (*Cercospora microsora* Sacc.) are given. From the being studied fundicides at double processing the preparation that has shown the high efficiency is scor with the consumption norm of about 2 millilitres against 10 litres. The application of frutine with the consumption norm of about 70 ml on 1 litre of water promoted the decrease of occurrence of the black maculation on the Norway maple leaves on 12,5%.

**Введение.** Городские насаждения составляют важнейшую часть урбанизированного ландшафта, так как являются эффективным средством экологической защиты города. Они оказывают заметное влияние на климат, регулируют количество осадков, положительно влияют на тепловой и радиационный режим, служат резервуарами чистого воздуха, обогащая атмосферу кислородом и фитонцидами, предохраняют почвенный покров от водной и ветровой эрозии [1–3]. Необходимость зеленых насаждений вблизи автомагистралей обусловлена их необычайно широким спектром средозащитных функций. В отличие от шумозащитных экранов, лесополосы не только препятствуют распространению шума и газопылевых выбросов, но и поглощают отдельные газы, осаждают взвешенные частицы, регулируют кислородный баланс, создают оптимальный микроклимат территории и лучше воспринимаются визуально [4]. Поэтому для наиболее полного выполнения своих функций зеленые насаждения в городских посадках должны находиться в хорошем состоянии, которое зависит от многих абиотических (почвенно-климатические условия, промышленное загрязнение, хозяйственная деятельность человека) и биотических (влияние грибов, бактерий, вирусов, насекомых и др.) факторов [1].

Многие ученые считают, что неблагоприятная экологическая ситуация в мегаполисах и

промышленных центрах является одной из основных причин, понижающих жизнеспособность и устойчивость большинства растений [5, 6]. На фоне общего ослабления деревьев антропогенными факторами начинают развиваться факторы биотической природы, усугубляющие состояние растений вплоть до их гибели. Большое значение в нарушении стабильности насаждений имеют инфекционные болезни, доминирующая роль среди которых принадлежит грибным патогенам. Они препятствуют естественному и искусственному возобновлению насаждений, приводят к потере эстетических и защитных функций городских насаждений. Эти проблемы актуальны практически для всех крупных городов мира и ее изучению посвящено большое количество научных работ [7, 8].

Анализ наиболее распространенных и опасных инфекционных болезней зеленых насаждений позволит разработать систему мероприятий по своевременному предупреждению очагов болезней и их дальнейшего распространения.

В городских условиях защита растений имеет свои специфические черты: с одной стороны, имеется возможность индивидуального подхода к каждому насаждению или даже к каждому дереву, но, с другой стороны, набор методов и приемов защиты ограничивается жесткими экологическими требованиями. В настоящее время первостепенное внимание уделяется проблемам

окружающей среды. В этой связи велико значение биологического метода. Использование биологических препаратов способствует охране окружающей среды от загрязнения остаточными количествами стойких пестицидов. Однако в защите от болезней древесных пород биологический метод применяется пока весьма ограниченно. В последние годы ведется активный поиск организмов, которые можно использовать для ограничения развития патогенов и последующей организации на их базе универсальных и безопасных защитных препаратов [9]. Применение явления антагонизма микроорганизмов является одним из перспективных направлений биологической защиты растений от болезней. Белорусские ученые в ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси» занимаются разработкой биологических препаратов на основе бактерии *Bacillus subtilis*, так как исследования показали, что ее штаммы проявляют антагонистические свойства по отношению к патогенам, вызывающим болезни листьев и раковые заболевания [10, 11]. На их основе созданы биологические препараты фрутин и фитопротектин.

Химические средства защиты растений отличаются большой универсальностью, однако отрицательно влияют на полезную фауну и микрофлору почвы, могут быть токсичными для человека и теплокровных животных. В последнее время производство химических препаратов также получает все более экологическую направленность, ведется синтез избирательных и быстро разлагаемых соединений.

Нами проведено сравнительное изучение эффективности химических и биологических препаратов против грибных пятнистостей листьев липы, клена и каштана – болезней, которые наиболее существенно снижают декоративные качества данных пород и нарушают их устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды из-за нарушения процессов фотосинтеза, транспирации, дыхания в листьях, что приводит к ослаблению деревьев [5].

**Объекты и методика проведения исследований.** Сравнительное изучение эффективности препаратов против грибных заболеваний проводили в питомнике Негорельского учебно-опытного лесхоза на липе мелколистной, конском каштане обыкновенном, клене остролистном. Обработку проводили ранцевым мотоопрыскивателем Stihl в сроки: 1) перед проявлением признаков болезни, профилактическая (19.05.2009 г.); 2) при появлении симптомов (06.07.2009 г.). В полевом опыте применяли препараты, разрешенные к использованию в сельском хозяйстве для защиты от болезней листьев в рекомендуемых концентрациях [12]:

1) химические:

– Фундазол 50, смачивающийся порошок, действующее вещество – беномил (500г/кг) (П-4), норма расхода – 1,5 кг/га;

– Ридомил Голд МЦ, вводно-диспергируемые гранулы, действующее вещество – мефеноксан (40 г/кг) + манкоцеб (640 г/кг), норма расхода – 2,5 кг/га;

– Топаз, концентрат эмульсии, действующее вещество – пенконазол (100 г/л) (П-3), норма расхода – 0,4 л/га;

– Скор, концентрат эмульсии, действующее вещество – дифеноконазол (250 г/л) (П-4), норма расхода – 0,2 л/га;

– Азофос 50%, концентрат суспензии, действующее вещество – аммоний-медь-фосфат (АМФ) – эталон, норма расхода – 10 кг/га;

2) биологические:

1) Фрутин, жидкость, титр  $3-4 \times 10^9$  спор/мл (споры и продукты метаболизма бактерий *Bacillus subtilis*, штамм БИМ В-262), концентрации: 50 мл на 1 л воды; 60 мл на 1 л воды; 70 мл на 1 л воды;

2) Фитопротектин, жидкость, титр  $2-5 \times 10^9$  спор/мл (споры и продукты метаболизма бактерий *Bacillus subtilis*, штамм БИМ В-334 Д), концентрации: 20 мл на 1 л воды; 30 мл на 1 л воды; 40 мл на 1 л воды.

Эффективность препаратов определяли по распространенности заболеваний на обработанных растениях по сравнению с контролем (без обработки) и эталоном. Этот показатель рассчитывали по формуле

$$P = \frac{n}{N} \times 100,$$

где  $n$  – количество пораженных органов, шт.;  $N$  – общее количество обследованных органов, шт.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В 2007–2009 гг. обследование зеленых насаждений г. Минска, Лепеля, Могилева и других выявило наличие следующих видов грибных поражений листьев: на липе мелколистной наибольшее распространение получили темно-бурая и бурая пятнистости; на клене остролистном – черная и коричневая пятнистости, мучнистая роса; на конском каштане обыкновенном – мучнистая роса, бурая, желтая и коричневая пятнистости. Из них наиболее распространены и вредоносны в зеленых посадках пород: темно-бурая пятнистость на листьях липы, черная пятнистость клена, бурая пятнистость каштана, против которых проводили опрыскивания перечисленными препаратами.

Листья конского каштана, пораженные бурой пятнистостью (*Phyllosticta sphaerospoidea*, сумчатая стадия – *Guignardia aesculi*), имели ржаво-бурые пятна неправильной формы, бы-

стро увеличивающиеся (рис. 1). В центре пятен располагались пикниды гриба в виде мелких черных точек. Заражение листьев происходит в июне. Вначале на них появляются участки, обильно пропитанные влагой. В течение нескольких дней они становятся красновато-коричневыми, окруженными желтоватой каймой. Размеры пятен варьируют в широких пределах – от мелких, расположенных между отдельными жилками, до крупных, которые часто сливаются между собой и покрывают значительную часть листа. На верхней стороне листа вскоре появляются пикниды гриба. Они округлой формы, диаметром 90–175 мкм, имеют темную окраску. В пикнидах формируются конидии, осуществляющие вторичное заражение листьев на протяжении всего вегетационного периода. Выделение и рассеивание конидий чаще происходит во влажную погоду. Гриб зимует на опавших листьях.



Рис. 1. Внешний вид листьев каштана, пораженных бурой пятнистостью

Весной следующего года в них формируются псевдотеции. Выбрасывание зрелых аскоспор из псевдотеция наблюдается во влажную погоду во время образования новой листвы. Для прорастания аскоспор необходимо, чтобы листья были увлажнены в течение нескольких часов. Аскоспоры вызывают первые инфекции листьев в новом сезоне. Развитию бурой пятнистости благоприятствует теплое влажное лето.

Черная пятнистость клена остролистного вызывается грибом *Rhytisma acerinum* Fr. и проявляется в образовании припухших блестящих пятен черного цвета с желтоватой, иногда розоватой каймой 10–15 мм в диаметре (рис. 2).

Заражение листьев осуществляется весной спорами. Летом в строммах закладываются пикниды в виде небольших полостей, где формируются одноклеточные конидии. Они служат для дальнейшего распространения болезни в летний период. Осенью на опавших листьях в местах расположения стром формируются апотеции с сумкоспорами. Зимует патоген на этих листьях.



Рис. 2. Внешний вид листьев клена, пораженных черной пятнистостью

Черно-бурая пятнистость липы вызывается грибом *Cercospora microsora* Sacc. Заболевание проявляется в появлении черно-бурых пятен неправильной округлой формы, в центре сероватых, покрывающих весь лист с обеих сторон, размером до 0,4 см (рис. 3). Конидиеносцы располагаются пучками на нижней стороне в виде едва заметных темных точек, оливковые, с немногими перегородками или без них, 10–40×3–4 мкм. Конидии палочковидные или веретенообразные, булавовидные, слегка согнутые, с 3–8 перегородками, бледно-оливковые, 20–100×3–4,5 мкм. При поражении черно-бурой пятнистостью наблюдается массовое усыхание и опадение листьев.



Рис. 3. Внешний вид листьев липы, пораженных черно-бурой пятнистостью

Вегетационный период 2009 г. характеризовался эпифитотийным развитием грибных пятнистостей. Этому способствовали благоприятные для развития большинства патогенов условия: высокая относительная влажность воздуха: май – 65,5% (вторая декада месяца – более 80%); июнь – 78,4%; июль – 73,5%; частые осадки в июне – июле; среднесуточный температурный режим: в май – 9,4°C, июнь – 15,8°C, июль – 15,3°C. Поэтому уровень распространенности болезни был высоким в большинстве изучаемых вариантов (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Эффективность фунгицидов в ограничении распространения грибных пятнистостей листьев липы мелколистной, клена остролистного, конского каштана обыкновенного (питомник Негорельского учебно-опытного лесхоза, 2009 г.)**

Порода	Заболевание	Препарат	Количество учтенных органов <i>N</i> , шт.	Количество пораженных органов <i>n</i> , шт.	Распространенность болезни, %	Площадь поражения листовой пластинки, %	Площадь одного пятна, см <sup>2</sup>
Липа мелколистная	Чернобурая пятнистость	Фундазол	40	40	100	66,37 ± 2,40	0,28
		Ридомил Голд МЦ	40	40	100	6,53 ± 1,78	0,28
		Топаз	40	40	100	6,57 ± 1,06	0,13
		Скор	40	30	75	0,07 ± 0,01	0,03
		Азофос	40	40	100	7,29 ± 0,38	0,17
		Контроль	40	40	100	68,74 ± 4,09	0,38
Клен остролистный	Черная пятнистость	Фундазол	40	40	100	12,7 ± 0,69	0,79
		Ридомил Голд МЦ	40	39	97,5	6,59 ± 0,89	0,79
		Топаз	40	37	92,5	3,01 ± 0,53	0,38
		Скор	40	0	0	–	–
		Азофос	40	40	100	9,86 ± 0,74	0,79
		Контроль	40	40	100	13,54 ± 0,83	0,79
Конский каштан обыкновенный	Бурая пятнистость	Фундазол	40	40	100	20,82 ± 0,80	5,00
		Ридомил Голд МЦ	40	40	100	16,65 ± 1,49	6,00
		Топаз	40	40	100	12,32 ± 1,19	3,75
		Скор	40	0	0	–	–
		Азофос	40	40	100	4,43 ± 0,31	2,06
		Контроль	40	40	100	37,68 ± 2,80	8,60

Таблица 2

**Эффективность биопрепаратов в ограничении распространения пятнистости клена остролистного (*Rhitisma acerinum* Fr.) (питомник Негорельского учебно-опытного лесхоза, 2009 г.)**

Препарат	Концентрация, спор/мл	Количество учтенных органов <i>N</i> , шт.	Количество пораженных органов <i>n</i> , шт.	Распространенность болезни, %	Площадь поражения листовой пластинки, %	Площадь одного пятна, см <sup>2</sup>
Фрутин	150–200 · 10 <sup>9</sup>	40	40	100	8,04 ± 0,45	0,5
	180–240 · 10 <sup>9</sup>	40	40	100	7,01 ± 0,36	0,5
	210–280 · 10 <sup>9</sup>	40	35	87,5	6,49 ± 0,32	0,5
Фитопротектин	40–100 · 10 <sup>9</sup>	40	40	100	7,03 ± 0,42	0,5
	60–150 · 10 <sup>9</sup>	40	38	97	6,97 ± 0,42	0,5
	80–200 · 10 <sup>9</sup>	40	37	94	6,93 ± 0,49	0,5
Контроль	–	40	40	100	13,54 ± 0,83	0,5

Как видно из табл. 1, при применении химических препаратов самую высокую эффективность показал вариант с фунгицидом Скор против черной пятнистости клена и бурой пятнистости каштана. Он не смог полностью подавить развитие *Rhitisma acerinum* и *Phyllosticta sphaeropsoides*. На липе, обработанной этим препаратом, наблюдалось развитие темно-бурой пятнистости – распространенность болезни составила 75%, однако площадь поражения листовой пластинки составила всего лишь 0,07% от общей площади листа. Остальные фунгициды показали гораздо меньшую эффективность и не смогли предотвратить появление болезней. Однако Ридомил Голд и Топаз существенно снизили ин-

тенсивность развития болезни на всех трех породах. При обработке Топазом площадь пораженной листовой пластинки липы составила 6,57%, а Ридомил Голд – 6,53%. На клене разница более существенна и составила: при обработке Топазом – 3,01%, а Ридомил Голд – 6,59%. При обработке конского каштана разница не столь различна – площадь пораженной листовой пластинки в варианте Ридомил Голд – 16,65%, Топаз – 12,32%.

В варианте эталона (азофос) и контроле распространенность грибных пятнистостей составила 100%.

В вариантах применения биопрепаратов фрутина и фитопротектина уровень распро-

странности заболеваний также был высоким (табл. 2).

При ощутимом сдерживании интенсивности развития болезни установлено, что на клене биопрепараты могут снижать площадь поражения листовой пластинки черной пятнистостью. Использование фрутина и фитопротектина с концентрацией спор  $210-280 \cdot 10^9$  и  $80-200 \cdot 10^9$  соответственно дало наилучшие результаты – площадь поражения листовой пластинки снижена в 2 раза и составила 6,49 и 6,93% от общей площади листа. Распространенность болезни снизилась соответственно на 12,5 и 6% соответственно. В вариантах применения биопрепаратов в концентрациях  $150-200 \cdot 10^9$ ,  $180-240 \cdot 10^9$  (фрутин) и  $40-100 \cdot 10^9$  (фитопротектин) спор/мл распространенность болезни была высокой и составила 100% при значительном снижении развития болезни. Таким образом, биопрепараты не смогли предотвратить грибное поражение листьев, однако препятствовали нормальному развитию патогенов, снижая площадь поражения листьев.

**Заключение.** В условиях эпифитотийного развития черной пятнистости клена остролистного (*Rhytisma acerinum* Fr.), бурой пятнистости конского каштана обыкновенного (*Phyllosticta sphaerop-soidea*), темно-бурой пятнистости липы (*Cercospora microsora* Sacc.) из изучаемых фунгицидов высокую эффективность при двукратной обработке показал Скор с нормой расхода 0,2 л/га. Химические препараты продемонстрировали высокую эффективность против изучаемых патогенов. Однако использование химических веществ нежелательно в городских условиях, где находится большое количество людей, так как они могут быть токсичными для человека.

Использование фрутина и фитопротектина с концентрацией спор  $210-280 \cdot 10^9$  и  $80-200 \cdot 10^9$  соответственно способствовало снижению распространенности черной пятнистости (*Rhytisma acerinum* Fr.) на листьях клена остролистного на 12,5 и 6%. Применение биопрепаратов перспективно против грибных пятнистостей городских зеленых насаждений. Исследования по изучению эффективности фунгицидов и биологических препаратов продолжаются.

### Литература

1. Мозолевская, Е. Г. Факторы дестабилизации состояния зеленых насаждений и лесов Москвы и Подмосковья / Е. Г. Мозолевская //

Городское хозяйство и экология. – М.: МГУЛ, 1996. – № 2. – С. 3–5.

2. Машинский, В. Л. Значение и необходимость сохранения и развития зеленого фонда Москвы / В. Л. Машинский // Городское хозяйство и экология. – М.: МГУЛ, 1996. – № 1. – С. 7.

3. Rys, L. E. Problems of organization system protected natural places in urban conditions / L. E. Rys // Second International Symposium on Plant Health in Urban Horticulture, Berlin, August, 27–29, 2003. / Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft; ed. by H. Balder, K.-H. Strauch, G. F. Backhaus. – Berlin, 2003 – P. 288.

4. Лобиков, А. В. Причины ухудшения состояния зеленых насаждений Ленинградского проспекта / А. В. Лобиков // Экология большого города. Альманах. Проблемы содержания зеленых насаждений в условиях Москвы. – М.: Группа «Стагирит», 2001. – Вып. 5. – С. 56–60.

5. Влияние загрязнений воздуха на растительность / С. Бёртитц [и др.] / под ред. Х.-Г. Деслера. – М.: Лесная промышленность. – 184 с.

6. Павлов, И. Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения / И. Н. Павлов. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2006. – 360 с.

7. Терехова, Н. В. Причины ослабления и усыхания молодых растений на территории Москвы / Н. В. Терехова // Лесной вестник. – М.: МГУЛ, 2006. – № 2 (44). – С. 207–212.

8. Устойчивость древесных интродуцентов к биотическим факторам / под общ. ред. Н. А. Дорожкина. – Минск: Наука и техника, 1988. – 189 с.

9. Heterobasidion annosum: biology, ecology, impact and control / ed. by S. Woodward [et al.]. – London: CAB International, 1998. – 589 p.

10. Биологический контроль развития возбудителей раковых болезней яблони / Р. И. Плескачевич [и др.] // Защита растений: Сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси, гл. ред. Л. И. Трешко. – 2005. – Вып. 29. – С. 133–142.

11. Григорцевич, Л. Н. Биологические приемы защиты семечковых культур от болезней / Л. Н. Григорцевич // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – Вып. XIV. – 2006. – С. 239–240.

12. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Р. А. Новицкий [и др.]. – Минск: Белбланкавид, 2008. – 457 с.

Поступила 14.04.2010