

ВЫЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ТОКСИЧНОСТИ ФУНГИЦИДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Малого А.П.

*с. Сладково, Тюменская обл., МАОУ «Сладковская средняя общеобразовательная школа»
Тюменской области, 9 класс*

*Научный руководитель: Фуникова О.В., с. Сладково, Тюменская обл., учитель биологии,
МАОУ «Сладковская средняя общеобразовательная школа» Тюменской области*

Данная статья является сокращением основной работы. С дополнительными приложениями и фотографиями можно ознакомиться на сайте II Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/2017/1/26329>

Актуальность

Согласно анализу данных метеорологических и агрометеорологических наблюдений Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды ФГБУ «Тюменский ЦГМС» по станции Сладково средняя температура лета 2015 г. была сходной с таковой 2011–2014 гг., одновременно среднелетнее количество осадков в 2015 г. было больше почти на 10 мм, чем в 2012–2014 гг. (Приложение 1), (Приложение 2). Картофель, лук и томаты, посаженные на участках, сильно пострадали от грибковых заболеваний. Согласно результатам фитоекспертизы семян зерновых культур на 01.04.16 г. по Сладковскому району общий процент заражения грибковыми болезнями составил 80,4% проанализированных семян [15]. Поэтому актуальным является возможность и необходимость использование фунгицидов для профилактики и лечения сельскохозяйственных культур.

Гипотеза исследования

Если использовать фунгициды для профилактики и лечения растений, то грибковые заболевания развиваться не будут и урожай сохранится.

Методы исследования

Обоснование выбора методики. Согласно методике А.В. Филатова «Оптимизация выбора фунгицидов и сроков их применения для борьбы с фитофторозом картофеля» [1; с. 56–57] эффективность использования фунгицида оценивается в баллах для разных фаз развития растения. Баллы рассчитываются по формуле, которая учитывает их функциональные свойства на основе оценки независимых международных экспертов ассоциации Euroblight [10]. Согласно методике Х.Н. Фидлера «Единая система защиты от коррозии и старения. Фунгициды. Метод

определения эффективности» [2; с. 4–9] расчеты по выявлению эффективности использования фунгицидов проводятся на основе формулы, которая учитывает среднюю максимальную удельную биомассу, достигнутую при развитии грибов в присутствии фунгицида каждой из концентраций и в контрольной пробе, коэффициент, характеризующий способность споры образовывать биомассу при данной концентрации фунгицида и в контрольной пробе, и т.д.

В опыте эффективность действия фунгицидов определялась по площади поверхности чашки Петри, занимаемой грибом, в процентах после обработки.

Изучив литературу, описывающую методики по выявлению токсичности фунгицидов для организмов, мы обнаружили 2 наиболее распространенные: «Кресс-салат как тест-объект для оценки загрязнений почвы и воздуха» [4; с. 76–77] и «Сравнительная оценка токсичности фунгицидов новых поколений для дафний» [3; с. 3]. Объектом для исследования токсичности фунгицидов для растений нами бы выбран кресс-салат.

Для выявления эффективности и токсичности фунгицидов нами были отобраны 3 фунгицида разного происхождения. «Хом» – медьсодержащий фунгицид, «Фитоспорин» действующим веществом, которого является бактерия *Bacillus subtilis*, и «Профит Голд» в состав которого входят органические вещества цимоксанил + фамоксадон.

Каждый фунгицид подвергался разведению в нормативной (согласно инструкции), большей и меньшей в два раза, относительно нормативной, концентрации. Для создания растворов с большей и меньшей концентрацией, относительно нормативной, использовалась формула:

$$\omega = \frac{m_{p.в}}{m_{p-ра}}$$

где $m_{p.в}$ – масса растворенного вещества,
 $m_{p-ра}$ – масса раствора.

$$\omega_{\%} = \frac{m_{p.в}}{m_{p-ра}} \times 100\%$$

Эффективность фунгицидного действия проверялась на плесневом грибе *Mucor* (*Fresen*). Предварительно на хлебе нами выращивалась плесень. Далее для каждого из фунгицидов в 6 чашек Петри помещался хлеб слоем 5 мм, слегка смоченный водой, и путем проведения кисточкой субстрат заражался спорами *Mucor* (*Fresen*). Выдерживали время, пока гриб займет всю поверхность субстрата (100%).

Предварительно для выяснения всхожести семян кресс-салата они были посеяны на чистый субстрат. Средняя всхожесть определялась количеством проросших семян от 100 посеянных в процентах.

После этого для каждого разведения фунгицида брали 2 чашки Петри с грибом и емкость, в которую помещали на проращивание 100 семян кресс-салата. Вносили раствор фунгицида: в одну чашку с грибом в субстрат до его полного смачивания, в другую чашку путем опрыскивания и на субстрат с семенами. Опыты проводились в трех повторностях.

Через 3 дня наблюдали результат: количество проросших семян, форму корней и семядольных листьев, площадь субстрата, занимаемую грибом после обработки. Биологическая эффективность фунгицида определяется процентом уменьшения поврежденности и пораженности растений. Обычно она рассчитывается по формуле Эббота [11]:

$$\mathcal{E} = A - B,$$

где \mathcal{E} – биологическая эффективность в процентах;

A – поврежденность или пораженность растений до применения фунгицида или в контроле;

B – то же после применения фунгицида (через соответствующее время).

Процент всхожести семян определяли по формуле:

$$\frac{100\% \times \text{число всхожести семян}}{100 \text{ семян}}$$

Обзор литературы

«Хом» – фунгицид контактного действия, предназначенный для лечения пятнистостей и ржавчины у цветочных и декоративных культур, а также против пероноспороза на огурцах и луке, фитофтороза помидоров и картофеля, против курчавости листьев персика, парши груш

и яблонь, милдью винограда и гнили сливовых плодов.

Действующее вещество фунгицида ХОМ: хлорокись меди (CuCl_2). Получается при взаимодействии хлорной меди и извести. Раствор остается на поверхности растений и при непосредственном контакте угнетает репродуктивные и вегетативные органы грибка [5].

«Фитоспорин-М» микробиологический препарат системного действия, предназначенный для защиты огородных, садовых, комнатных и оранжерейных растений от комплекса грибных и бактериальных болезней. Эффективен против широкого спектра грибных и бактериальных заболеваний, в том числе против парши, увядания, черной ножки, фитофтороза, плесневения семян, мучнистой росы, альтернариоза, фузариоза, и многих других. Действующим веществом препаратов являются живые клетки и споры природной бактериальной культуры *Bacillus subtilis*. Кроме того, «Фитоспорин-М» обладает мощным антистрессовым, ростостимулирующим, иммуностимулирующим свойствами, что важно при климатических, химических, пестицидных и других стрессах и для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, и уменьшения повторных заражений [6].

«Профит Голд» – фунгицид контактно-системного действия. Предназначен для применения в личных подсобных хозяйствах. Используется при борьбе с фитофторой, альтернариоза (картофель и помидоры) и милдью (виноград). Действующее вещество: цимоксанил + фамоксадон. **Цимоксанил** ($\text{C}_7\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_3$) – фунгицид контактного, защитного и лечащего действия, по механизму действия занимает промежуточное положение между системными и не системными фунгицидами. Применяется в смесях с другими фунгицидами в сельском и личном подсобном хозяйстве против болезней овощных и плодовых культур [7].

Фамоксадон ($\text{C}_{22}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_4$) – контактный фунгицид защитного и лечащего действия из класса оксизолиндиндионов. Применяется в сельском и личном подсобном хозяйстве против различных болезней овощных культур [8]. Цимоксанил быстро поглощается листьями и проникает в растение, фамоксадон долго остается на поверхности листьев [9].

Фитофтороз или фитофтора – заболевание растений, прежде всего пасленовых (картофель, томат, перец, баклажан), поражает также клещевину, гречиху, землянику.

Возбудитель – оомицеты вида *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, рода *Phytophthora*, относящегося к поряд-

ку *Peronosporales*. Фитофтороз картофеля, иногда называемая картофельная гниль – одно из самых опасных заболеваний картофеля, которое может приводить к потерям до 70% урожая. Оно быстро распространяется, поражая растения и клубни. Заражение целого поля может занять всего около 2 недель. В России ежегодные потери от этого заболевания составляют около 4 млн т. Препараты против фитофтороза: «Ридомил», «Хом», медный купорос и т. д. [12].

Пероноспороз – заболевание растений, вызванное грибом из семейства Пероноспоровые, класса оомицетов. В частности *Pseudoperonospora sparsa* размножаются двужгутиковыми зооспорами или конидиями. Гриб поражает зеленые части растения, преимущественно листья, вызывая их усыхание и гибель. При появлении симптомов грибкового заражения следует уменьшить полив и обработать коллоидной серой, раствором медного купороса, бордоской жидкостью, биопрепаратом «Гамаир», – биофунгицидом «Фитоспорин-М», системным фунгицидом «Вектра» [13].

Альтернариоз – грибковое заболевание, возбудителем которого является гриб вида *Alternaria solani* (Ell. et Mart.), рода *Alternaria*, порядка *Hyphales*, от которого страдают садово-огородные культуры, в наибольшей степени подвержены заболеванию растения семейства Пасленовые. Заболевание проявляется в виде сухой пятнистости на листьях, стеблях, которую не сложно обнаружить и распознать. Плотные, коричневые или черные пятна с четкими границами и различной формы появляются на зеленых листьях. Постепенно листья на участках, пораженных грибом, высыхают и покрываются бархатным оливкового цвета налетом – спорами грибка. Хорошо помогают в борьбе сальтернариозом фунгициды: «Ридомил Голд МЦ», «Флинт», «Инфинити», «Квадрис», «Фундазол», «Максим» [14].

Выявление эффективности использования и токсичности фунгицидов, применяемых в сельском хозяйстве

Эксперименты проводились в период февраль–август 2016 г. В лабораторных условиях нами были проведены испытания эффективности и токсичности трех фунгицидов различных групп. «Хом» – медьсодержащий фунгицид, «Фитоспорин-М» – бактериальный фунгицид и «Профит Голд» в состав которого входят органические вещества.

Испытания препарата «Профит Голд» показали, что при 0,25% концентрации фунгицида способом внесения в субстрат погибло 70% мицелия гриба, при нормативном

разведении, указанном в инструкции (0,12% раствор), погибло 50% мицелия гриба, при использовании раствора 0,06% концентрации погибло 25% мицелия гриба. При использовании фунгицида методом опрыскивания площадь погибшего мицелия при концентрации 0,25% составила 20%, при концентрации 0,12–50%, при концентрации 0,06–20% (рис. 1). На основе полученных данных можно предполагать, что эффективнее фунгицид действует при внесении в субстрат. При этом прямой связи между его концентрацией и эффективностью не наблюдается (табл. 1).

Предварительно для выяснения всхожести семян кресс-салата они были посеяны на чистый субстрат. Средняя всхожесть составила 86%.

При установлении токсического действия препарата на семена кресс-салата было выяснено, что при концентрации 0,25% процент всхожести составил 78%, при концентрации 0,12–83%, при концентрации 0,06% составил 89 от 100%. При этом форма корней и семядольных листьев были типичными для данных растений. Можно предположить, что всхожесть семян в опыте и контроле мало различаются и препарат является малотоксичным для растения при разных разведениях.

Таблица 1

Эффективность (процент гибели мицелия *Mucor (Fresen)*, %) и токсичность (процент всхожести семян, %) фунгицида «Профит Голд»

Концентрация, %	Всхожесть семян, %	Эффективность фунгицида (гибель мицелия, %) разными методами внесения	
		В субстрат	Опрыскивание
0,25	78	70	20
0,12	83	50	50
0,06	89	25	20
Среднее значение, %	83	48	30

Испытания препарата «Хом» показали, что при 0,8% концентрации фунгицида способом внесения в субстрат погибло 90% мицелия гриба, при нормативном разведении, указанном в инструкции (0,4% раствор), погибло 80% мицелия гриба, при использовании раствора 0,2% концентрации погибло 20% мицелия гриба. При использовании

фунгицида методом опрыскивания площадь погибшего мицелия при концентрации 0,8% составила 80%, при концентрации 0,4–90%, при концентрации 0,2–60%. На основе полученных данных можно предполагать, что эффективнее фунгицид действует при опрыскивании. Наиболее эффективен при нормативной и выше нормы концентрации (табл. 2).

При установлении токсического действия препарата на семена кресс-салата было выяснено, что при концентрации 0,8% процент всхожести составил 83%, при концентрации 0,4–89%, при концентрации 0,2% составил 93%. При этом форма корней и семядольных листьев были типичными для данных растений. Можно предположить, что всхожесть семян в опыте и контроле мало различаются и препарат является малотоксичным для растения при разных разведениях.

Таблица 2

Эффективность (процент гибели мицелия Mucog (Fresen), %) и токсичность (процент всхожести семян, %) фунгицида Хом в разных концентрациях

Концентрация, %	Всхожесть семян, %	Эффективность фунгицида (гибель мицелия, %) разными методами внесения	
		В субстрат	Опрыскивание
0,8	83	90	80
0,4	89	80	90
0,2	93	20	60
Среднее значение, %	88	63	77

Испытания препарата «Фитоспорин-М» показали, что при 66% концентрации фунгицида способом внесения в субстрат погибло 60% мицелия гриба, при нормативном разведении, указанном в инструкции (33% раствор), погибло 40% мицелия гриба, при использовании раствора 17% концентрации погибло 10% мицелия гриба. При использовании фунгицида методом опрыскивания площадь погибшего мицелия при концентрации 66% составила 90%, при концентрации 33–80%, при концентрации 17–70%. На основе полученных данных можно предполагать, что эффективнее фунгицид действует при опрыскивании. При этом прямой связи между его концентрацией и эффективностью не наблюдается (табл. 3).

При установлении токсического действия препарата на семена кресс-салата было выяснено, что при концентрации 66%

процент всхожести составил 64%, при концентрации 33–87%, при концентрации 17% составил 90%. При этом форма корней и семядольных листьев были типичными для данных растений. Можно предположить, что всхожесть семян в опыте и контроле мало различаются и препарат является малотоксичным для растения при разных разведениях.

Таблица 3

Эффективность (процент гибели мицелия Mucog (Fresen), %) и токсичность (процент всхожести семян, %) фунгицида Фитоспорин-М в разных концентрациях

Концентрация, %	Всхожесть семян, %	Эффективность фунгицида (гибель мицелия, %) разными методами внесения	
		В субстрат	Опрыскивание
66	64	60	90
33	87	40	80
17	90	10	50
Среднее значение, %	80	37	73

Биологическая эффективность рассчитывалась по формуле Эббота:

$$\mathcal{E} = A - B,$$

$$\mathcal{E}_{\text{Профит Голд. Метод внесения в субстрат}} = 100 - 52\% = 48\%,$$

$$\mathcal{E}_{\text{Профит Голд. Метод опрыскивания}} = 100 - 70\% = 30\%,$$

$$\mathcal{E}_{\text{Хом. Метод внесения в субстрат}} = 100 - 37\% = 63\%,$$

$$\mathcal{E}_{\text{Хом. Метод опрыскивания}} = 100 - 23\% = 77\%,$$

$$\mathcal{E}_{\text{Фитоспорин - М. Метод внесения в субстрат}} = 100 - 63\% = 37\%,$$

$$\mathcal{E}_{\text{Фитоспорин - М. Метод опрыскивания}} = 100 - 27\% = 73\%.$$

На основе этих данных можно утверждать, что «Хом» является наиболее эффективным из отобранных фунгицидов при использовании методом опрыскивания и внесения в субстрат. Одновременно согласно общепринятым методикам эффективный препарат должен уничтожить 100% гриба, что в эксперименте ни для одного фунгицида не наблюдается.

В летний период 2016 г. для профилактики фитофтороза у помидоров мы использовали препараты «Профит Голд», «Хом» и «Фитоспорин-М». Данная культура выращивалась в закрытом грунте, поэтому риск распространения грибковых заболеваний значительно выше, чем в открытом грунте. Помидоры, выращиваемые в теплице, поделили на четыре участка по десять штук. Для профилактики первый участок обра-

ботали препаратом «Профит Голд», второй участок препаратом «Хом», третий участок препаратом «Фитоспорин-М», а четвертый оставили необработанным. Используемые препараты развели в нормативном разведении и нанесли методом опрыскивания. В течение всего лета опыт повторялся три раза (июнь–август). Таким образом, на втором и третьем участке, обработанные препаратами «Хом» и «Фитоспорин-М», грибковых заболеваний обнаружено не было. На первом участке, обработанном препаратом «Профит Голд», на двух растениях была обнаружена фитофтора. На четвертом необработанном участке на шести растениях также была обнаружена фитофтора. На основе проведенного опыта можно сделать вывод, что препараты «Хом» и «Фитоспорин-М» являются эффективными для профилактики фитофтороза томатов, а препарат «Профит Голд» менее эффективным. Поэтому при выращивании помидоров в закрытом грунте и получения

хорошего урожая их необходимо обрабатывать противогрибковыми препаратами.

Выводы

Проведенные исследования позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Наиболее распространенными являются медьсодержащие, бактериальные и органические фунгициды.

2. Ни один из отобранных фунгицидов не является максимально эффективным, так как не уничтожает мицелий гриба полностью.

3. Наиболее эффективным из исследованных является медьсодержащий фунгицид «Хом».

4. Все препараты в испытуемых разведениях являются малотоксичными для растений.

5. Препараты «Хом» и «Фитоспорин-М» являются эффективными для профилактики грибковых заболеваний, поэтому их можно рекомендовать для использования в сельскохозяйственной практике.

Приложение 1

Средняя температура и сумма осадков летних месяцев за период 2011–2015 гг.

Год	Месяца	Ср. температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм
2011	июнь	18,4	32,8
	июль	17,4	27,2
	август	14,8	23,3
2012	июнь	19,2	36,4
	июль	21,4	11,3
	август	17,6	7,6
2013	июнь	16,5	16,3
	июль	18,9	10,9
	август	17	17,1
2014	июнь	17,5	12,2
	июль	15,1	37,2
	август	18,6	8
2015	июнь	19,9	19,8
	июль	17,4	40
	август	14,1	20,9

Приложение 2

Средняя температура и сумма осадков лета за период 2011–2015 гг.

Год	2011	2012	2013	2014	2015
Ср. температура воздуха, °С	16,8	19,4	17,7	17	17,1
Сумма осадков, мм	27,7	18,4	14,7	19,1	26,9

Список литературы

1. Филатов А.В. Оптимизация выбора фунгицидов и сроков их применения для борьбы с фитофторозом картофеля // Защита и карантин растений. – 2011. – С. 56–57.
2. Фидлер Х.Н., Моисеев Ю.В. Фунгициды. Метод определения эффективности : государственный стандарт союза СССР // Единая система защиты от коррозии и старения / Ю.В. Моисеев. – М. : 1996. – С. 4–9.
3. Левина И.Л. Зенчук О.А. Сравнительная оценка токсичности фунгицидов новых поколений для дафний // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – № 74(10). – С. 3.
4. Ашихмина Т.Я. Кресс-салат как тест-объект для оценки загрязнений почвы и воздуха // Методики исследовательской деятельности по экологии / О.С. Баянова С.Л. Максимова ; Департамент недропользования и экологии Тюменской области, ГАУ ДОД ТО « Областной центр дополнительного образования детей и молодежи», Тюменское областное общественное детское движение «Чир». – Тюмень : 2013. – С. 76–77.
5. Фунгициды – препараты от болезней растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: smoldacha.ru/hom.html (дата обращения 28.03.2016).
6. Фунгициды. Фитоспорин-М [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.floralworld.ru/fungicid/fitosporin.html (дата обращения 28.03.2016).
7. Действующие вещества фунгицидов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.pesticide.ru/active_substance/cytohaxil (дата обращения 04.04.2016).
8. Действующие вещества фунгицидов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.pesticide.ru/active_substance/famoxadone (дата обращения 04.04.2016).
9. Фунгициды. Профит Голд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.floralworld.ru/fungicid/profit_gold.html (дата обращения 28.03.2016).
10. Bradshaw N.J. Report on the fungicide sub-group: discussion of potato early and late blight fungicides, their properties and characteristics and harmonized protocols for evaluating these // 10th Workshop of an PPO special report. – 2007. – No. 12. – Pp. 107–111.
11. Основы токсикологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.pesticide.ru/dictionary/biological_efficiency (дата обращения: 10.04.2016).
12. Фитофтороз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%84%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7 (дата обращения 11.04.2016).
13. Пероноспороз, или ложная мучнистая роса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%B%D0%B8_%D0%B8_%D0%B1%D0%BE%D0%B%D0%B5%D0%B7%D0%B%D0%B8_%D1%80%D0%BE%D0%B7#.D0.9F.D0.B5.D1.80.D0.BE.D0.BD.D0.BE.D1.81.D0.BF.D0.BE.D1.80.D0.BE.D0.B7.2C_.D0.B8.D0.BB.D0.B8_.D0.BB.D0.BE.D0.B6.D0.BD.D0.B0.D1.8F_.D0.BC.D1.83.D1.87.D0.BD.D0.B8.D1.81.D1.82.D0.B0.D1.8F_.D1.80.D0.BE.D1.81.D0.B0.2C_.D1.80.D0.BE.D0.B7.D1.8B (дата обращения 15.04.2016).
14. Альтернариоз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: bookflowers.ru/cvetochnie-termini/919-alternarioz.html (дата обращения 15.04.2016).
15. Результаты фитозащиты семян зерновых культур на 01.04.16 г. по Сладковскому району. Данные Сладковской районной семенной станции.