

2. Kondakov A.K., Pastuhov A.A. Guidelines for laying and conducting experiments with fertilizers in fruit and berry plantations. – М.: Central research scientific agrochemical service Publ., 1981. – 39 p.

3. Popova V.P., Fomenko T.G., Chalaya L.D. Effectiveness of the Regalis growth regulator in intensive Apple plantations // Horticulture and viticulture. – 2013. – No 3. – P. 31-34.

4. Program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops / edited by E.N. Serov and T.P. Ogoltsova. – Oryol: All-Russian research Institute of fruit crop selection Publ., 1999. – 608 p.

5. Solov'ev A.V., Kashirskaya N.Ya., Skrylyov A.A. The application of the growth regulator Regalis in intensive plantations // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. – 2016. – No 6. – V. 30. – P. 80-81.

6. Fedorov D.E., Solov'ev A.V., Sdvizhkov N.P. et al. Influence of the growth regulator on productivity and commercial qualities of various varieties in the Central Chernozem region // Bulletin of Michurinsk state agrarian University. – 2011. – Part.1. – No 1. – P. 69-72.

Skrylyov Alexey – candidate of agricultural Sciences, senior researcher of the Department of agricultural engineering and Agrochemistry of the garden of the Federal scientific center named after I.V. Michurin, 30 Michurina street, Michurinsk, Tambov region, 393774, skrylevaa@gmail.com

УДК 579.26

DOI 10.24888/2541-7835-2020-17-35-43

Авакова А.А., Ляховченко Н.С., Сенченков В.Ю., Сиротин А.А.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНОКИСЛОГО СВИНЦА НА ЛИНЕЙНЫЙ РОСТ КОЛОНИЙ ПЛЕСНЕВОГО ГРИБА *ALTERNARIA BRASSICICOLA* F-1864*

Ключевые слова: фунгицидная активность, плесневые грибы, тяжёлые металлы, металлорезистентность, *Alternaria brassicicola*.

Аннотация. В ходе исследования влияния азотнокислого свинца на линейный рост колоний плесневого гриба *Alternaria brassicicola* F-1864 выявлено, что соль металла в концентрации 0,25% стимулирует рост тест-культуры на 36,3%, а при повышении концентрации нитрата свинца до 0,75% его рост полностью подавляется, следовательно, металл в данной концентрации обладает фунгицидным действием по отношению к грибу. Используемый в качестве контроля (NO₃)₂-группы, нитрат кальция оказал статистически значимый стимулирующий эффект на рост колоний плесневого гриба в концентрациях 0,25% и 0,75% почти в два раза.

Введение

Грибы рода *Alternaria* могут поражать множество видов сельскохозяйственных культур. Инфицируя их, микромицеты вызывают почернение зародыша, снижение посевных качеств культуры и контаминацию микотоксинами (наиболее опасными являются альтернариалы, альтенуены и тенуазоновая кислота) [10]. Плесневый гриб *Alternaria brassicicola* – некротрофный фитопатоген,

* Работа выполнена в рамках гос. задания № FZWG-2020-2021

вызывающий болезнь черного пятна практически у всех видов растений Brassicaceae. Он убивает и поглощает питательные вещества из надземных тканей своих хозяев. Этот механизм отличается от механизма действия биотрофных фитопатогенов, которые питаются живыми тканями хозяина [5]. Мицелий микромицета *A. brassicicola* погружен в субстрат. Гифы ветвистые, с перегородками. Колонии вначале бесцветные, потом коричневые, интер- и интрацеллюлярные, гладкие. Конидиеносцы одиночные встречаются в группах по 2-12 и более, выступающие через устья. Они бывают простые, прямые или согнутые, иногда коленчатые. Конидии в цепочках до 20 и более, иногда ветвистые, верхушечные и боковые, возникают через маленькую пору в оболочке конидиеносца, прямые, почти цилиндрические, слегка суженные к верхушке или обратнобулавовидные, с округлой базальной клеткой и с почти отсутствующей шейкой, с верхушечной клеткой, напоминающей усеченный конус, с 1-11, но большей частью меньше чем с 6, поперечными, несколькими продольными перегородками, часто с легкими перетяжками, бледно- или темно-оливково-коричневые, гладкие, при старении слегка бородавчатые [6].

Некоторые тяжелые металлы (ТМ) в малых количествах, в виде микроэлементов, необходимы для поддержания всех форм жизни (медь, молибден, цинк, железо). Другие тяжелые металлы (кадмий, никель, хром, свинец) наоборот могут оказывать негативное воздействие на живые организмы. Эта группа элементов обладает большим сродством к физиологически важным органическим соединениям и способна их инактивировать, нарушая процессы метаболизма, тормозя рост и развитие организмов [3]. В зависимости от состава, концентрации, экспозиции, температуры и других факторов ТМ способны соединяться с нуклеотидами, белками, коферментами и другими классами веществ живой клетки. В результате этого изменяются кинетика роста и размножения грибов, проницаемость цитоплазматической мембраны и морфология клеток. Микромицеты адсорбируют металлы на поверхности мицелия, например, ртуть, кадмий, серебро и уран. Ионы меди, цинка, никеля, кобальта, свинца, стронция, иногда кадмия и урана большей частью поступают внутрь клеток [2].

Находясь в местах захоронения горнорудных отходов, плесневые грибы подвергаются комплексному воздействию ТМ, сохраняя способность к расщеплению различных растительных и животных остатков до усваиваемых форм вещества [2]. Таким образом, для некоторых плесневых грибов характерна металлорезистентность, позволяющая им развиваться в условиях повышенной концентрации ТМ. Повышение выбросов соединений свинца обуславливается воздействием промышленности на окружающую среду, среди которых ингибирование развития микроорганизмов. Повышение концентрации свинца приводит к повышению процентного содержания форм, содержащих меланин в структуре грибных популяций [8]. Целью наших исследований было лабора-

торное изучение влияния азотнокислого свинца на линейный рост колоний гриба *A. brassicicola* F-1864.

Объекты и методы исследований

В качестве тест-культуры использовался плесневый гриб *A. brassicicola* F-1864, полученный из Всероссийской коллекции микроорганизмов ИБФМ РАН. Оценку воздействия азотнокислого свинца проводили диско-диффузным методом. Он основан на способности исследуемых веществ диффундировать из пропитанных ими бумажных дисков в твердую питательную среду, угнетая рост микроорганизмов [1]. Для проведения исследования диско-диффузным методом, суспензию спор плесневого гриба *A. brassicicola* F-1864, равной 0,5 оптической плотности (ОП) при длине волны $\lambda = 600$ нм, которая была измерена с использованием Microscan Turbidity Meter (производство Siemens, США) засеивали «газоном» по 100 мкл в заранее подготовленные чашки Петри, содержащие среду Сабуро. Бумажные стерильные диски (диаметром 12 мм), пропитанные суспензией исследуемого раствора, размещали в засеянные чашки (по 6 дисков на одну чашку). Повторность 2-кратная. Посевы инкубировались при 27°C в течение 48 часов. При измерении зон задержки роста ориентировались на зону полного подавления видимого роста.

Влияние нитрата свинца на рост *A. brassicicola* F-1864 изучали методом определения линейного роста колоний. Были выбраны концентрации с противоположным эффектом действия металла на гриб – подавление и стимулирование. Точечно высевали тест-культуру гриба в центре чашек Петри с питательной средой Сабуро и исследуемыми образцами (в 4 повторностях). Каждые 24 часа измеряли диаметр колонии в двух взаимоперпендикулярных направлениях. Общее время экспозиции 144 часа. Рассчитывали средний квадратический диаметр колоний по формуле:

$$s = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n}},$$

где S – средняя квадратическая, V – дата, n – число измерений [7].

Скорость роста колоний (K_p) находили по формуле:

$$K_p = \frac{r-r_0}{t-t_0},$$

где K_p – скорость роста колонии, r_0 – диаметр колонии при первом измерении, r – диаметр колонии при последнем измерении, t_0 – время инкубации на момент первого измерения диаметра колонии, t – время инкубации на момент последнего измерения диаметра колонии [1]. Для расчёта достоверности различия антимикозной активности пользовались статистической обработкой усреднённых радиусов зон ингибирования и для расчета различий радиального роста колоний разностным методом [4].

Результаты исследований

Скорость роста колоний плесневого гриба *A. brassicicola* F-1864 в контрольной группе (без солей металлов) составила 0,11 мм/ч (рис. 1).

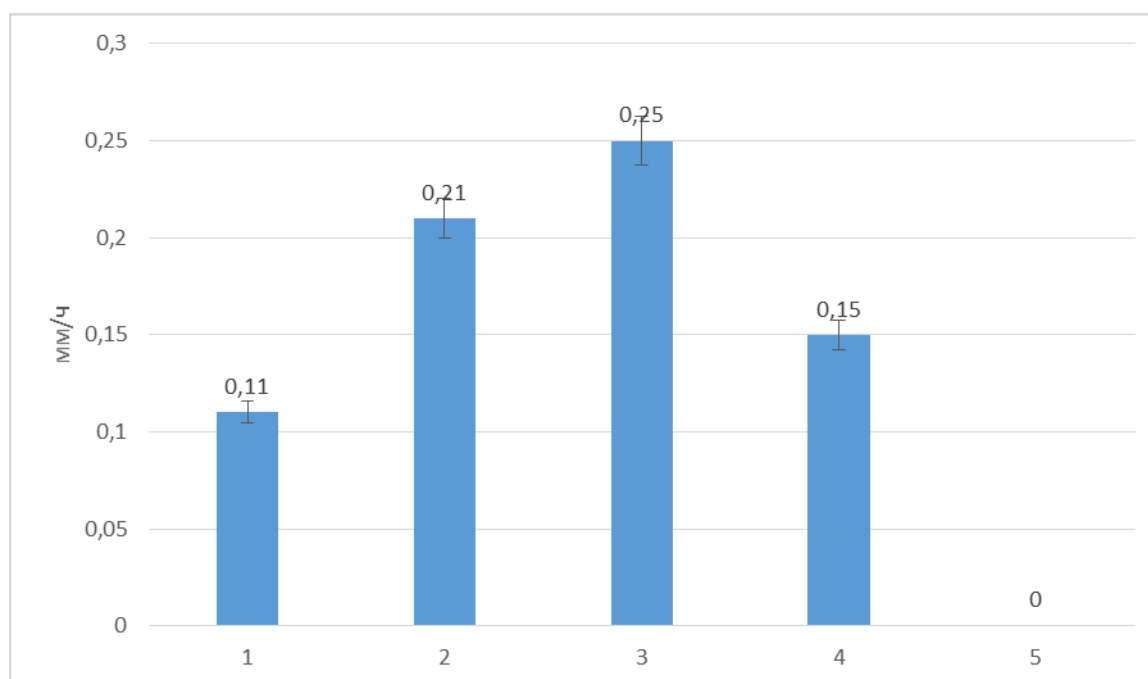


Рис. 1. Скорость линейного роста колоний *A. brassicicola* F-1864 как показатель ингибирующей активности $Pb(NO_3)_2$ (1) – контроль, (2) – нитрат кальция 0, 25%, (3) – нитрат кальция 0, 75%, (4) – нитрат свинца 0, 25%, (5) – нитрат свинца 0,75%

При внесении в питательную среду нитрата кальция в концентрации 0,25% до 72 часов инкубации различие роста *A. brassicicola* F-1864 оказалось статистически не значимым (табл.). Через 144 часа инкубации проявилась статистически значимая стимуляция роста (рис. 2) на 90,9%, а расчетный критерий достоверности Стьюдента оказался выше табличного (табл.). Скорость радиального роста плесневого гриба составила 0,21 мм/ч (рис. 2).

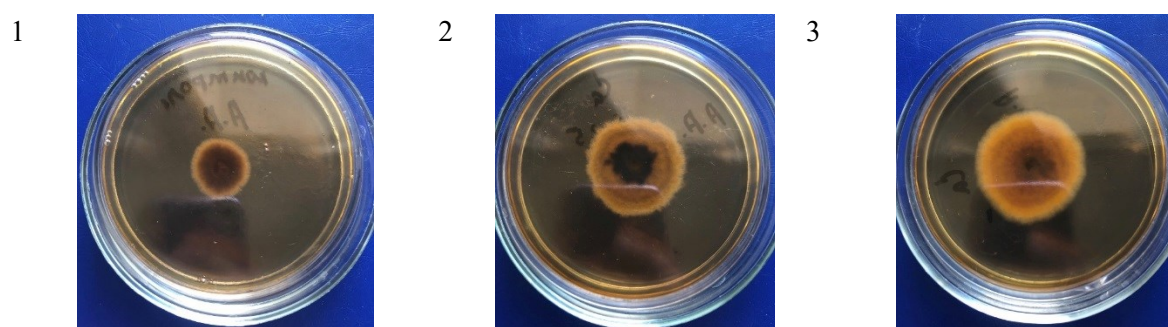


Рис. 2. Рост *A. brassicicola* F-1864 (1) на питательной среде, не содержащей солей металлов (144 ч.), (2) на питательной среде, содержащей 0,25% $Ca(NO_3)_2$ (144 ч.), (3) на питательной среде, содержащей 0,75% $Ca(NO_3)_2$ (144 ч.)

При внесении в питательную среду 0,75% нитрата кальция до 48 часов инкубации различие роста гриба оказалось статистически не значимым (табл.). Через 144 часа инкубации проявилась статистически значимая стимуляция роста *A. brassicicola* F-1864 (рис. 2) на 127,2%, при этом расчётный критерий достоверности Стьюдента оказался выше табличного (табл.). Скорость радиального роста плесневого гриба на питательной среде с 0,75% нитрата кальция при этом составила 0,25 мм/ч (рис. 2). Нитрат свинца в концентрации 0,25% в питательной среде Сабуро оказал статистически значимое стимулирование роста *A. brassicicola* F-1864 на 36,3% через 144 часа инкубации, расчётный критерий достоверности Стьюдента оказался выше табличного значения при уровне ошибки $p < 0,001$ (табл.). Скорость радиального роста плесневого гриба по питательной среде с 0,25% нитрата свинца при этом составила 0,15 мм/ч (рис. 3).

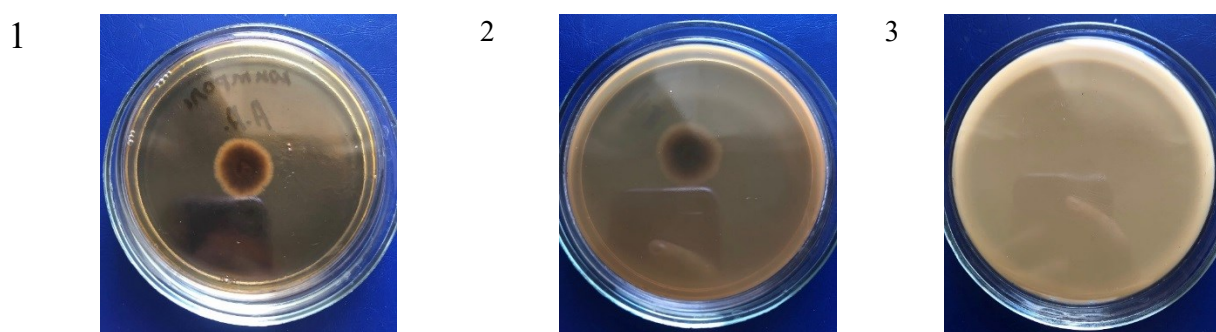


Рис. 3. Рост *A. brassicicola* F-1864 (1) на питательной среде, не содержащей солей металлов (144 ч.), (2) на питательной среде, содержащей 0,25% $Pb(NO_3)_2$ (144 ч.), (3) на питательной среде, содержащей 0,75% $Pb(NO_3)_2$ (144 ч.)

Азотнокислый свинец в концентрации 0,75% полностью подавил рост колоний плесневого гриба *A. brassicicola* F-1864 (рис. 3).

Таблица. Диаметр колонии *Alternaria brassicicola* F-1864 как показатель ингибирования нитратом свинца радиальной скорости роста плесневого гриба

Исследуемые образцы	Время инкубации	Средний квадратический диаметр колонии (мм)	Ошибка среднего, Sd	Критерий достоверности $t_{расч.}$
Контроль _(1.1)	24 ч.	6,837	$Sd_{(1.1-1.2)} = 0,73$	$t_{расч. (1.1-1.2)} = 0,43$
$Ca(NO_3)_2$ 0,25% _(1.2)		6,519	$Sd_{(1.1-1.3)} = 0,71$	$t_{расч. (1.1-1.3)} = 0,69$
$Ca(NO_3)_2$ 0,75% _(1.3)		7,323	$Sd_{(1.1-1.4)} = 0,42$	$t_{расч. (1.1-1.4)} = 7,28^{***}$
$Pb(NO_3)_2$ 0,25% _(1.4)		4,796	$Sd_{(1.1-2.1)} = 0,72$	$t_{расч. (1.1-2.1)} = 4,42^{***}$
$Pb(NO_3)_2$ 0,75% _(1.5)		-	$Sd_{(1.2-2.2)} = 1,85$	$t_{расч. (1.2-2.2)} = 2,36^*$
			$Sd_{(1.3-2.3)} = 1,07$	$t_{расч. (1.3-2.3)} = 5,39^{***}$
			$Sd_{(1.4-2.4)} = 0,39$	$t_{расч. (1.4-2.4)} = 20,32^{***}$

			$Sd_{(2.1-2.2)} = 1,12$	
Контроль _(2.1)	48 ч.	10,049	$Sd_{(2.1-2.3)} = 0,91$	$t_{расч. (2.1-2.2)} = 0,76$
Ca(NO ₃) ₂ 0,25% (2.2)		10,903	$Sd_{(2.1-2.4)} = 0,39$	$t_{расч. (2.1-2.3)} = 3,39^{***}$
Ca(NO ₃) ₂ 0,75% _(2.3)		13,124	$Sd_{(1.1-3.1)} = 0,37$	$t_{расч. (2.1-2.4)} = 7,13^{***}$
Pb(NO ₃) ₂ 0,25% _(2.4)		12,889	$Sd_{(1.2-3.2)} = 1,09$	$t_{расч. (1.1-3.1)} = 14,55^{***}$
Pb(NO ₃) ₂ 0,75% _(2.5)		-	$Sd_{(1.3-3.3)} = 0,98$	$t_{расч. (1.2-3.2)} = 9,27^{***}$
			$Sd_{(1.4-3.4)} = 0,52$	$t_{расч. (1.3-3.3)} = 11,64^{***}$
				$t_{расч. (1.4-3.4)} = 14,7^{***}$
Контроль _(3.1)	72 ч.	12,339	$Sd_{(3.1-3.2)} = 0,95$	$t_{расч. (3.1-3.2)} = 4,53^{***}$
Ca(NO ₃) ₂ 0,25% (3.2)		16,655	$Sd_{(3.1-3.3)} = 0,78$	$t_{расч. (3.1-3.3)} = 8,25^{***}$
Ca(NO ₃) ₂ 0,75% _(3.3)		18,758	$Sd_{(3.3-3.4)} = 0,59$	$t_{расч. (3.3-3.4)} = 0,32$
Pb(NO ₃) ₂ 0,25% _(3.4)	72 ч.	12,529	$Sd_{(1.1-4.1)} = 0,46$	$t_{расч. (1.1-4.1)} = 18,13^{***}$
Pb(NO ₃) ₂ 0,75% _(3.5)		-	$Sd_{(1.2-4.2)} = 1,83$	$t_{расч. (1.2-4.2)} = 8,51^{***}$
			$Sd_{(1.3-4.3)} = 0,94$	$t_{расч. (1.3-4.3)} = 19,25^{***}$
			$Sd_{(1.4-4.4)} = 0,37$	$t_{расч. (1.4-4.4)} = 30,91^{***}$
			$Sd_{(4.1-4.2)} = 0,94$	$t_{расч. (4.1-4.2)} = 7,37^{***}$
Контроль _(4.1)	96 ч.	15,186	$Sd_{(4.1-4.3)} = 0,82$	$t_{расч. (4.1-4.3)} = 12,51^{***}$
Ca(NO ₃) ₂ 0,25% (4.2)		22,110	$Sd_{(4.1-4.4)} = 0,45$	$t_{расч. (4.1-4.4)} = 2,66^*$
Ca(NO ₃) ₂ 0,75% _(4.3)		25,424	$Sd_{(1.1-5.1)} = 0,59$	$t_{расч. (1.1-5.1)} = 19,02^{***}$
Pb(NO ₃) ₂ 0,25% _(4.4)		16,389	$Sd_{(1.2-5.2)} = 1,77$	$t_{расч. (1.2-5.2)} = 11,03^{***}$
Pb(NO ₃) ₂ 0,75% _(4.5)		-	$Sd_{(1.3-5.3)} = 0,53$	$t_{расч. (1.3-5.3)} = 44,17^{***}$
			$Sd_{(1.4-5.4)} = 0,32$	$t_{расч. (1.4-5.4)} = 45,75^{***}$
			$Sd_{(1.5-5.5)} = 0,32$	
Контроль _(5.1)	120 ч.	18,169	$Sd_{(5.1-5.2)} = 1,24$	$t_{расч. (5.1-5.2)} = 6,39^{***}$
Ca(NO ₃) ₂ 0,25% (5.2)		26,074	$Sd_{(5.1-5.3)} = 0,63$	$t_{расч. (5.1-5.3)} = 20,28^{***}$
Ca(NO ₃) ₂ 0,75% _(5.3)		30,842	$Sd_{(5.1-5.4)} = 0,65$	$t_{расч. (5.1-5.4)} = 2,46^*$
			$Sd_{(1.1-6.1)} = 0,67$	$t_{расч. (1.1-6.1)} = 19,6^{***}$

Pb(NO ₃) ₂ 0,25% _(5.4)		19,773	Sd _(1.2-6.2) = 1,46	t _{расч.} (1.2-6.2) = 17,47***
Pb(NO ₃) ₂ 0,75% _(5.5)		-	Sd _(1.3-6.3) = 1,35	t _{расч.} (1.3-6.3) = 22,54***
Контроль _(6.1)	144 ч.	20,069	Sd _(1.4-6.4) = 0,5	t _{расч.} (1.4-6.4) = 37***
Ca(NO ₃) ₂ 0,25% _(6.2)		32,092	Sd _(6.1-6.2) = 1,69	t _{расч.} (6.1-6.2) = 7,09***
Ca(NO ₃) ₂ 0,75% _(6.3)		37,975	Sd _(6.1-6.3) = 1,25	t _{расч.} (6.1-6.3) = 14,38***
Pb(NO ₃) ₂ 0,25% _(6.4)		23,297	Sd _(6.1-6.4) = 0,79	t _{расч.} (6.1-6.4) = 29,26***
Pb(NO ₃) ₂ 0,75% _(6.5)		-		

Примечание: * - различие статистически значимо на уровне $p < 0,05$; ** - различие статистически значимо на уровне $p < 0,01$; *** - различие статистически значимо на уровне $p < 0,001$; «-» - отсутствие роста колоний.

В процессе изучения влияния нитрата свинца на плесневый гриб *A. brassicicola* F-1864 диско-диффузным методом было выявлено, что растворы в концентрациях 0,25%, 0,5%, 0,75% и 1% не проявили ингибирующей эффективности, что может быть связано с низкой концентрацией соли металла в среде. Стимулирующая активность азотнокислого кальция на линейный рост мицелия плесневого гриба *A. brassicicola* F-186 объясняется тем, что для плесневых грибов кальций хорошо известен как важный сигнальный ион – вторичный мессенджер, передающий сигналы с клеточной поверхности и приводящий к изменению в экспрессии генов, в том числе и генов, обеспечивающих ростовые процессы [9].

Выводы

1. Выявлена антимицотическая активность азотнокислого свинца по отношению к плесневому грибу *A. brassicicola* F-1864. Металл в концентрации 0,75% полностью подавлял рост тест-культуры. Репрессивное действие свинца на развитие грибов проявляется в снижении длины мицелия и в уменьшении численности грибных пропагул. При этом было отмечено стимулирующее влияние более низкой концентрации нитрата свинца (0,25%) на рост колоний. Добавление нитрата свинца в концентрации 0,25% оказало статистически значимое стимулирование роста плесневого гриба на 36,3% по сравнению с контрольными образцами, изученными методом линейного роста колонии. В ходе исследования диско-диффузным методом было выявлено, что растворы в концентрациях до 1% не проявили ингибирующего эффекта, что может быть связано с низкой концентрацией соли металла в среде. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что плесневый гриб *A. brassicicola* F-1864 металлорезистентен, так как он адаптируется к абиотическому фактору в низких дозах, что показано методом диффузии вещества в питательную среду.

2. В концентрациях 0,25% и 0,75% выявлена стимулирующая активность азотнокислого кальция на линейный рост мицелия плесневого гриба *A. brassicicola* F-1864. Для дальнейшего, более подробного изучения адаптивных процессов металлорезистентности тест-культуры и фунгицидных свойств свинца, необходимо провести биохимический анализ: воздействие солей кальция и свинца на метаболическую активность плесневого гриба *A. brassicicola* F-1864.

Список литературы

1. Дудка И.А., Вассер С.П., Элланская И.А. и др. Методы экспериментальной микологии: справочник. – Киев: Наукова думка, 1982. – 535 с.
2. Катола В.М. О некоторых биосинтетических функциях плесневых грибов, выделенных из техногенных отходов горнорудных предприятий // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2015. – № 55. – С. 113-117.
3. Левшина С.И. Гумусовые кислоты в речных водах Приамурья // География и природные ресурсы. – 2006. – № 2. – С. 101-105.
4. Моисейченко В.Ф., Трифонова М.Ф., Заверюха А.Х., Ещенко В.Е. Основы научных исследований в агрономии. – М.: Колос, 1996. – 336 с.
5. Монастырский О.А. Альтернариоз хранящегося зерна как реальная угроза для зернового хозяйства страны // Агрехимия. – 2017. – № 10-1. – С. 84-88.
6. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Том 2. Грибы несовершенные. – Киев: Наукова думка, 1977. – 300 с.
7. Снегин Э.А. Практикум по биометрии: Учебное пособие. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2016. – 56 с.
8. Фокина А.И. Биологическая активность дерново-подзолистой пахотной почвы, загрязненной ацетатом свинца // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 7. – С. 37-42.
9. Borkovich K.A., Alex L.A., Yarden O. et al. // Lessons from the genome sequence of *Neurospora crassa*: tracing the path from genomic blueprint to multicellular organism // Microbiol. Mol. Biol. Rev. – 2004. – V. 68. – P. 108.
10. Cho Y. How the necrotrophic fungus *Alternaria brassicicola* kills plant cells remains an enigma // Eukaryotic cell. – 2015. – V. 14. – № 4. – P. 335-344.

Авакова Алина Артуровна – студентка, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, Белгород, ул. Победы, 85, 1378405@bsu.edu.ru

Ляховченко Никита Сергеевич – аспирант, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, Белгород, ул. Победы, 85, 1073225@bsu.edu.ru

Сенченков Владислав Юрьевич – аспирант, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, Белгород, ул. Победы, 85, senchenkov@bsu.edu.ru

Сиротин Александр Андреевич – профессор, кандидат биологических наук, профессор кафедры биотехнологии и микробиологии, sirotin@bsu.edu.ru,

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, Белгород, ул. Победы, 85.

UDC 579.26

A. Avakova, N. Lyakhovchenko, V. Senchenkov, A. Sirotin

INFLUENCE OF LEAD NITROGEN ON LINEAR GROWTH OF *ALTERNARIA BRASSICICOLA* F-1864 MOLD FUNGUS COLUMNS

Keywords: fungicidal activity, molds, heavy metals, metal resistance, *Alternaria brassicicola*.

Abstract. During the study of the effect of lead nitrate on the linear growth of colonies of the mold fungus *Alternaria brassicicola* F-1864, it was found that a metal salt at a concentration of 0.25% stimulates the growth of the test culture by 36.3%, and with an increase in the concentration of lead nitrate to 0.75% its growth is completely suppressed, therefore, the metal at a given concentration has a fungicidal effect against the fungus. Used as a control (NO₃)₂-group, calcium nitrate had a statistically significant stimulating effect on the growth of mold colonies at concentrations of 0.25% and 0.75% almost two fold.

Reference

1. Dudka I.A., Vasser S.P., Jellanskaja I.A. et al. Experimental mycology methods: Directory. – Kiev: Naukova Dumka Publ., 1982. – 535 p.
2. Katola V.M. About some biosynthetic functions of molds isolated from the man-made waste of mining enterprises // Bulletin of physiology and pathology of respiration. – 2015. – No 55. – P. 113-117.
3. Levshina S.I. Humic acids in the river waters of the Amur region // Geography and natural resources. – 2006. – No 2. – P. 101-105.
4. Moiseychenko V.F., Trifonova M.F., Zaveryukha A.X., Eshchenko V.E. Fundamentals of Scientific Research in Agronomy. – M.: Kolos Publ., 1996. – 336 p.
5. Monastyrskiy O.A. Alternaria of stored grain as a real threat to the country's grain economy // Agrochemistry. – 2017. – No 10-1. – P. 84-88.
6. Pidoplichko N.M. Parasitic fungi of cultivated plants. Determinant. Volume 2. Imperfect mushrooms // Directory. – Kiev: Naukova Dumka Publ., 1977. – 300 p.
7. Snegin E.A. Workshop on biometrics: study guide / E.A. Snegin. – Belgorod: Belgorod" NRU "BSU Publ., 2016. – 56 p.
8. Fokina A.I. Biological activity of sod-podzolic arable soil contaminated with lead acetate // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2008. – No 7. – P. 37-42.
9. Borkovich K.A., Alex L.A., Yarden O. et al. // Lessons from the genome sequence of *Neurospora crassa*: tracing the path from genomic blueprint to multicellular organism // Microbiol. Mol. Biol. Rev. 2004. – V. 68. – P. 108.