

Всхожесть семян вики в варианте с обработкой биоудобрением на 3 % выше по сравнению с результатом в контроле.

**Выводы.** Полученные результаты указывают на то, что семена озимой вики сорта Глинковская наиболее интенсивно прорастают на третьи сутки (энергия прорастания) под воздействием комплексного биоудобрения (на 19,25 % выше в сравнении с контролем). На основании полученных результатов, можно предполагать, что применение комплексного биоудобрения позволяет ускорять энергию прорастания, делая тем самым всходы более дружными и равномерными, а так же оказывает положительное влияние на всхожесть семян вики в среднем на 4 %.

#### **Библиографический список**

1. Billingham K. L. Humic products-potential or presumption for agriculture. Do Humic Products Have a Place in Australian Grazing Enterprises? Proceedings of the 27th Annual Grasslands Society Conference in New South Wales. –2012. – Vol. 27. – pp. 43–50.

2. Canellas L. P. et al. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. Scientific gardening. 2015. –Vol. 196. – pp. 15–27. doi: 10.1016/j.scienta.2015.09.013.

3. Ouni Y., et al. The role of chemicals in mitigating the harmful effects of soil salinity and increasing plant productivity. International Journal of Plant Production. - 2014. – Vol. 3. - pp. 353–374.

4. Skamarokhova A.S., Yurina N.A., Gneush A.N. Biofertilizer for increasing the yield of green mass of vico-wheat grass mixture // International Research Journal. - 2021. - № 7-1 (109). - pp. 137-140. DOI: 10.23670/IRJ.2021.109.7.023

5. Velmourougane K., Prasanna R., Chawla G. et al. Trichoderma-Azotobacter biofilm inoculation improves soil nutrient availability and plant growth in wheat and cotton // J basic microbiol. – 2019. – Vol. 59(6). – pp. 632-644. doi: 10.1002/jobm.201900009

УДК 632.937

#### **ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ, ПРОДУКТИВНОСТИ И ВИРУЛЕНТНОСТИ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ**

*Скачкова Александра Дмитриевна, кафедра микробиологии и иммунологии  
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, a.skachkova@list.ru*

**Аннотация:** Исследовано влияние различных питательных сред на продуктивность, жизнеспособность и вирулентность энтомопатогенных грибов *Beauveria bassiana* и *Metarhizium anisopliae*. Показана высокая энтомопатогенная активность *B. bassiana* 13Б-О в отношении *Tenebrio molitor*.

**Ключевые слова:** энтомопатогенные грибы, продуктивность, жизнеспособность, вирулентность.

Химические средства защиты растений от вредителей уже более 50 лет являются основными средствами борьбы с насекомыми-вредителями растений. Однако, возникающая у насекомых резистентность к препаратам, а также высокая пестицидная нагрузка на окружающую среду делают неотложным поиск альтернативных, безопасных биологических средств борьбы с вредителями.

Энтомопатогенные микроорганизмы (вирусы, бактерии и грибы) играют важную роль в регулировании численности насекомых, что позволяет использовать их в качестве биологических инсектицидов. Энтомопатогенные грибы (ЭПГ) отличаются от других микроорганизмов способностью проникать в целевой организм через кутикулу, что облегчает их использование.

Целью работы явился поиск и выделение почвенных энтомопатогенных грибов.

Задачи исследования:

1. Выделение и идентификация микромицетов.
2. Изучение скорости роста, жизнеспособности, продуктивности и вирулентности изолятов.

Объектами исследования служили следующие изоляты ЭПГ: *Beauveria bassiana* 13Б-О, *Beauveria bassiana* DS3.2-О, *Metarhizium anisopliae* 1-О, *Metarhizium anisopliae* 10С-О. В качестве приманок были использованы личинки восковой моли *Galleria mellonella* 2-3 возраста, а для биоанализа – личинки большого мучного хрущака *Tenebrio molitor*.

Отбор почвенных проб производился с глубины 0-15 см. Далее почву просеивали от крупных агрегатов и увлажняли до 60% ПВ [3].

Выделение микромицетов осуществляли методом приманок. Непосредственно перед опытом личинок *G. mellonella* погружали в нагретую до 55<sup>0</sup> С воду на 25-30 секунд для остановки выделения паутины [3].

Около 240 мл почвы помещали в вентилируемый пластиковый контейнер объемом 250 мл и сверху раскладывали по 10 личинок восковой огневки. Контейнеры закрывали и переворачивали (для лучшего контакта личинок с почвой). Образцы инкубировали в термостате при 25<sup>0</sup> С. Каждые 2 дня контейнеры проверяли, погибшие личинки удаляли [3].

Для выделения грибов погибшие личинки промывали 1% гипохлората натрия 2-3 минуты и двукратно ополаскивали в стерильной дистиллированной воде, высушивали на воздухе. Затем, с соблюдением асептики, раскладывали личинки на картофельно-сахарозный агар (КСА) с добавлением стрептомицина и хлорамфеникола, чтобы избежать бактериальную контаминацию. Инкубирование осуществляли при 25<sup>0</sup> С. При появлении роста мицелия делали отсев уколом на свежий агар [3].

Идентификация выделенных в чистую культуру микромицетов проводилась с использованием определителей [2].

Для изучения вирулентности изолятов использовали разные питательные среды: Сабуро, агар Чапека, пшеничный отвар (ПО), овсяную искусственную питательную среду (ОИПС), КСА. Изоляты ЭПГ выращивали в течение 30-ти суток. Измерения мицелия производили на 5-е, 15-е, 30-е сутки в одно и тоже время по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Продуктивность и жизнеспособность конидий изучали на 30-е сутки. Для определения продуктивности делали смыв с поверхности мицелия и производили подсчет конидий в счетной камере Горяева при увеличении микроскопа 40х (40 полей зрения). Для определения жизнеспособности, 50 мкл конидиальной суспензии вносили на голодный агар и равномерно распределяли шпателем. На 3-е сутки осуществляли подсчет проросших и не проросших конидий при увеличении микроскопа 10х (20 полей зрения). Жизнеспособность выражали как средний процент проросших конидий к непроросшим. Проросшими считали те конидии, у которых ростовая трубка превышала длину конидии.

Для определения вирулентности был выбран контактный экспресс-метод заражения личинок. Тест-объектами служили личинки большого мучного хрущака *Tenebrio molitor* 2-3 возрастов. Личинки раскладывали на поверхность мицелия на 1 минуту [1], затем помещали в вентилируемые пластиковые контейнеры. На дно контейнеров насыпали одинаковое количество овсяных хлопьев. Контроль смертности осуществляли каждые 2 дня в одно и тоже время [1]. Погибших личинок промывали и раскладывали во влажные камеры для подтверждения заражения. Контрольных личинок раскладывали на поверхность питательных сред без грибов. Вирулентность рассчитывали по формуле Аббота на 12-е сутки с момента заражения.

В результате первой части работы были выделены следующие микромицеты:

1. *B. bassiana* 13Б-О. Источник: пойменная почва (Московская область, Одинцово, р. Рожайка);
2. *B. bassiana* DS3.2-О. Источник: луговая почва (Владимирская область, д. Сергеевка);
3. *M. anisopliae* 1-О. Источник: садовая почва (Владимирская область, Александровский р-он, д. Иваньково);
4. *M. anisopliae* 10С-О. Источник: пойменная почва (Московская область, Щелковский р-он, пос. Свердловка, р. Клязьма).

Результаты опыта показали, что скорость роста, жизнеспособность и продуктивность изолятов на средах натурального состава были выше, чем на синтетических (табл.).

При выращивании *B. bassiana* 13Б-О на агаре Чапека и Сабуро титр конидий был на порядок ниже, чем на ПО, ОИПС и КСА. Жизнеспособность не превышала 28,5 %. Высокая смертность *T. molitor* была получена при культивировании на средах Сабуро и ОИПС и составила 100%.

Таблица

**Продуктивность, жизнеспособность и вирулентность ЭПГ на разных питательных средах**

Среда	Диаметр мицелия, мм			Продуктивность на 30-е сутки, конидий/мл	Жизнеспособность на 30-е сутки, %	Вирулентность на 12-е сутки, %
	5-е с	15-е с	30-е с			
<i>B. bassiana</i> 13Б-О						
Сабуро	16,6	55,9	86,0	$2 \cdot 10^5$	28,5±7,3	100
Чапек	15,5	37,9	73,0	$4 \cdot 10^5$	14,5±3,3	46,7
ПО	21,8	60,9	86,0	$8 \cdot 10^6$	51,7±3,9	93,3
ОИПС	19,6	64,9	86,0	$1 \cdot 10^6$	52,2±3,9	100
КСА	21,4	58,0	86,0	$8 \cdot 10^6$	44,8±3	93,3
<i>B. bassiana</i> DS3.2-О						
Сабуро	17,6	42,8	76,6	$7 \cdot 10^5$	47,8±1,2	6,7
Чапек	11,6	29,6	68,9	$3 \cdot 10^6$	48,4±0,8	13,3
ПО	19,4	48,2	86,0	$1 \cdot 10^6$	48,1±4,9	33,3
ОИПС	18,4	47,2	86,0	$1 \cdot 10^6$	47,9±4,8	40,0
КСА	20,5	52,9	86,0	$7 \cdot 10^6$	45,6±2,2	53,3
<i>M. anisopliae</i> 1-О						
Сабуро	21	53,4	86,0	$1 \cdot 10^6$	34,2±3,5	46,7
Чапек	16,8	42,0	86,0	$1 \cdot 10^7$	52±3,1	53,3
ПО	17,8	43,0	86,0	$8 \cdot 10^5$	55,8±3,1	33,3
ОИПС	15,4	37,0	86,0	$6 \cdot 10^5$	50,3±2,9	80,0
КСА	18,9	47,7	86,0	$1 \cdot 10^6$	57,3±3,4	40,0
<i>M. anisopliae</i> 10С-О						
Сабуро	18,4	47,2	74,5	$3 \cdot 10^4$	21,1±10,9	20,0
Чапек	17,8	43,0	86,0	$5 \cdot 10^5$	48,4±0,8	20,0
ПО	16,8	42,0	86,0	$6 \cdot 10^5$	54,2±6,1	40,0
ОИПС	14,5	36,1	86,0	$3 \cdot 10^5$	51,3±5,5	33,3
КСА	19,9	48,7	86,0	$7 \cdot 10^5$	58,6±5,0	33,3

Изолят *B. bassiana* DS3.2-О в целом обладал невысокой смертностью: при выращивании на КСА был получен самый высокий выход спор, высокая скорость роста. Жизнеспособность конидий во всех вариантах опыта не превысила 50%.

Изоляты *M. anisopliae* обладали невысокой энтомопатогенной активностью, за исключением варианта *M. anisopliae* 1-О при культивировании на ОИПС: на 12-е сутки – 80%. Активность *M. anisopliae* 10С-О не превышала 40%.

Реизоляция грибов из погибших особей во всех вариантах составила 100%.

Результаты исследования показали, что состав питательной среды влияет на спорообразование: у всех изолятов титр спор на ОИПС, ПО и КСА был на порядок выше, чем на Сабуро и агаре Чапека (за исключением *M. anisopliae* 1-

О). Также было отмечено, что жизнеспособность конидий изолятов на натуральных питательных средах была выше, чем на синтетических.

Прямой зависимости вирулентности от типа питательной среды в работе выявлено не было.

Изучение лабораторной вирулентности выделенных изолятов ЭПГ показали высокую энтомопатогенную активность *B. bassiana* 13Б-О (100% на 12-е сутки) в отношении *T. molitor*. Данный изолят можно рассматривать как альтернативу имеющимся штаммам ЭПГ, использующимся в качестве биопестицидов.

### **Библиографический список**

1. Чикин, Ю.А. Сравнительная эффективность методов искусственного заражения большого мучного хрущака для первичной оценки патогенности энтомопатогенных грибов [Текст] / Ю.А. Чикин, Е.С. Гулик, А.А. Харлова // Современные подходы и методы в защите растений:(16-18 ноября 2020 г., Екатеринбург, Россия): материалы II Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: АМБ, 2020. С. 94-95.

2. Identification of entomopathogenic fungi: Manual of Techniques in Invertebrate Pathology [Text] / Humber R.A. Academic Press: London, 2012. P. 151–187.

3. Methods for isolation of entomopathogenic fungi from the soil environment: Manual for isolation of soil borne entomopathogenic fungi [Text] / Meyling N.V. Copenhagen, 2007 – 18 p.

УДК 31:331

### **ВЫРАЩИВАНИЕ РАССАДЫ: СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

*Юринова Виктория Олеговна – студентка, Международный факультет, Байкальский государственный университет, yurinova2002@gmail.com*

*Суслова Анастасия Вячеславовна – студентка, Международный факультет, Байкальский государственный университет, Anastasia.s.2002@mail.ru*

*Рогачева Ольга Александровна — кандидат экономических наук, доцент, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, oar30@mail.ru.*

*Аннотация.* В статье приводятся результаты оригинального исследования всхожести и роста рассады баклажанов. В течение месяца проводилось наблюдение за ростом рассады разных сортов. В результате анализа результатов наблюдения обнаружена значимая статистическая зависимость измеряемых показателей от сорта баклажан.

*Ключевые слова:* статистическое наблюдение, статистические гипотезы, дисперсионный анализ.