

Е. Н. Янковская, Д. В. Войтка, М. В. Федорович, А. А. Шейн
РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки, Минский р-н

ВЛИЯНИЕ ЦЕЛЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

Дата поступления статьи в редакцию: 15.07.2025

Рецензент: канд.биол. наук Комардина В. С.

Аннотация. В условиях *in vitro* изучено влияние технологических добавок, вводимых на постферментационной стадии, на энтомопатогенные грибы – основу биологических препаратов. Установлено, что повышению жизнеспособности и биологической активности штаммов способствует добавление магния сульфата, железа сульфата, подсолнечного масла, рапсового масла, диметилсульфоксида, 2-аминопентандиовой кислоты.

Ключевые слова: энтомопатогенные грибы, биологические препараты, технологические добавки, активаторы, протекторы, биологическая активность, энтомоцидная активность.

Введение. Энтомопатогенные препараты для биологического контроля фитофагов (насекомых и клещей) создаются на основе естественных регуляторов их численности – возбудителей грибных болезней. В тоже время, несмотря на высокий уровень экологической безопасности подобных препаратов, их применение не всегда дает стабильный эффект. Это объясняется сложностью взаимодействия микропатогенов членистоногих с организмом насекомого-хозяина и с внешней средой [1–2]. Действующее начало препаратов подвергается негативному влиянию ряда абиотических факторов в процессе инфицирования целевого объекта. Энтомопатогенные грибы подвержены отрицательному влиянию УФ-излучения, экстремальных температур, осадков, низкого уровня влажности атмосферного воздуха, что может в значительной степени снижать активность спор микропатогенов – действующего начала биопрепаратов [3]. Это обуславливает необходимость разработки способов, способствующих максимальной реализации регуляторного потенциала штаммов-основ биопрепаратов, обеспечивающих их сохранность во внешней среде и надежность инсектицидного эффекта.

Для защиты действующего начала биопрепаратов от негативных факторов и повышения целевой активности целесообразно включать в их состав вещества-протекторы и активаторы, нетоксичные как для самих

патогенов, так и для окружающей среды. Анализ результатов научных и научно-практических изысканий в этой сфере позволяет выделить ряд наиболее перспективных технологических подходов для решения подобных задач. Так, рядом исследований показана целесообразность включения протекторов от УФ-излучения для защиты спор энтомопатогенных грибов на стадии применения и инфицирования целевого объекта [3–5]. Использование различного рода активирующих добавок направлено как на повышение патогенной активности грибов-основы биопрепаратов (скорость и интенсивность прорастания, ферментативная активность и др.), так и на увеличение восприимчивости целевого объекта к возбудителю [6–7]. Известно, что значимому повышению эффективности способствует введение в состав биопрепаратов на постферментационной стадии веществ липидной природы, которые одновременно оказывают защитное и стабилизирующее действие, а также способствуют лучшему удержанию рабочей супензии на обрабатываемой поверхности [8–10].

Таким образом, приведенные выше результаты научных исследований подтверждают актуальность проведенного нами изучения влияния ряда технологических добавок на жизнеспособность штаммов энтомопатогенов в условиях *in vitro* и на их энтомоцидную активность *in vivo*.

Материалы и методы проведения исследований. Исследования проводили путем постановки специальных экспериментов в лаборатории микробиологического метода защиты растений от вредителей и болезней РУП «Институт защиты растений».

В качестве модельных в опытах использовали штаммы из коллекции энтомопатогенных грибов РУП «Институт защиты растений»:

Beauveria bassiana 10-06 – основа Препарата Мелобасс, пс., титр не менее 6 млрд спор/г (*Beauveria bassiana* (Bals) Vuill, штамм 10-06),

Lecanicillium lecanii BL-2 – основа препарата Энтолек, Ж, титр не менее 2 млрд спор/г (*Lecanicillium lecanii*(Zimmerm.) Zare & W.Gams BL-2, штамм БИМ F-456Д).

В качестве энтомологического тест-объекта использовали гусениц IV–V возраста лабораторной популяции большой пчелиной огневки *Galleria mellonella* L. (*Pyralidae*).

В качестве аддитивов использовали магний сульфат $MgSO_4$, железа сульфат $FeSO_4$, оксид цинка, дисодиум карбонат Na_2CO_3 (натрия карбонат), натрий додецилсульфат натрия (SDS, лаурилсульфат натрия), диметилсульфоксид (ДМСО), 2-аминопентандиовую кислоту (глутаминовую кислоту), 1,4-бутандиовую кислоту (янтарную кислоты), мелассу, подсолнечное масло, рапсовое масло, гумат калия.

Жизнеспособность спор энтомопатогенных грибов в опытах по оценке влияния аддитивов определяли путём подсчета колониеобразующих единиц (КОЕ) при посеве суспензии спор энтомопатогенного гриба на поверхность твердой питательной среды. Первоначальное количество спор в суспензии определяли путём прямого подсчета в камере Горяева [11]. Аддитивы оценивали в условиях их введения в водную суспензию конидий, стандартизированную по титру спор до 3×10^3 /мл. В качестве контрольного варианта использовали посев водной суспензии конидий без добавок. После стандартизации суспензий по титру и введения добавок проводили посев образцов на поверхность агаризованной среды (сусло-агар) в чашках Петри. Повторность опыта – 4-кратная, в повторности – 1 чашка. Посевы в чашках инкубировали при температуре +27 °С. Подсчет КОЕ проводили на 4-е и 7-е сутки после посева. Количество КОЕ соответствовало количеству жизнеспособных спор. Разница между этим показателем и расчётым количеством спор, высеянных на поверхность питательной среды, соответствовало доле жизнеспособных спор (в %).

С целью оценки влияния добавок фотопротекторного типа на жизнеспособность спор в условиях экспериментального УФ-облучения образцы суспензий культур энтомопатогенных грибов, стандартизированные по титру спор из расчёта содержания 1000–2000 спор/мл, высевали в объеме 0,1 мл на поверхность агаризованной среды сусло-агар в чашках Петри. Непосредственно после посева чашки в открытом состоянии (со снятыми крышками) подвергали УФ-облучению в стерильном боксе в течение 20 мин. В качестве УФ-излучателя использовали диодный источник света с пиковой длиной волны 280 нм. В качестве вариантов сравнения в случае с каждой из оцениваемых добавок использовали чашки с культурами без обработки ультрафиолетовым облучением и экспонированием в открытом состоянии в боксе в течение того же времени. Контрольные варианты – посев суспензии спор штаммов без протекторных добавок с последующим УФ-облучением культуры и без облучения. На 3–7-е сутки после посева проводили подсчет КОЕ. Количество КОЕ считали соответствующим количеству жизнеспособных спор. Исходя из разницы между количеством КОЕ и количеством спор в 0,1 мл посевной суспензии, определенном путём прямого подсчёта, определяли количество жизнеспособных спор относительно их числа в посеве (в %). Повторность опыта – 4-кратная, в повторности – 1 чашка.

Оценку влияния добавок различного состава и характера действия на уровень инсектицидной активности штаммов энтомопатогенных грибов

проводили с использованием в качестве тест-насекомого гусениц IV-V возраста большой пчелиной огневки *G. mellonella*. Определяли сравниальную биологическую активность образцов суспензий спор штаммов с различными добавками и титром спор 5×10^5 /мл, в качестве варианта сравнения определяли активность водной суспензии спор штаммов без добавок. Обработку гусениц осуществляли способом погружения в суспензию спор грибов с экспозицией 40-60 сек. Затем обработанных насекомых помещали в стерильные чашки Петри с фильтровальной бумагой. Повторность опытов – 4-кратная, 10 насекомых в повторности. Учеты гибели насекомых проводили на 7-е, 10-е, 14-е сутки и далее регулярно до вылета имаго. Биологическую активность экспериментальных образцов суспензий с добавками определяли по формуле:

$$Б.А. = ((M_0 - M_k) : (100 - M_k)) \times 100,$$

где Б.А. – биологическая активность, %; M_0 – количество мертвых особей в опыте, %; M_k – количество мертвых особей в контроле, %.

Статистический анализ проведен в пакетах статистического анализа MS Excel [12].

Результаты исследований. Проведена оценка влияния аддитивов на процессы прорастания спор энтомопатогенных грибов. Результаты опыта представлены в таблице 1. В результате сопоставления доли проросших спор в условиях воздействия различных добавок и в контрольном варианте отмечено, что активирующими прорастание действием обладали сульфат магния и сульфат железа в отношении штамма *B. bassiana* 10-06: доля проросших спор была больше на 19,0 и 13,7 % соответственно.

Таблица 1 – Влияние аддитивов на прорастание спор энтомопатогенных грибов

| Вариант | Мас-совая доля адди- ти- ва, % | Доля проросших спор, % | | | |
|--------------------------|--|------------------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------|
| | | <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | | <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | |
| | | 4-е сутки | 7-е сутки | 4-е сутки | 7-е сутки |
| Контроль | | 63,8±5,74 | 71,5±6,44 | 38,0±3,42 | 40,3±3,63 |
| Меласса | 10 | 50,4±4,54 | 51,7±4,65 | 29,4±2,65 | 29,4±2,65 |
| Диметилсульфоксид натрия | 10 | 35,7±3,21 | 47,2±4,25 | 25,1±2,26 | 25,1±2,26 |
| Магния сульфат | 5 | 82,8±7,45 | 84,8±7,63 | 25,8±2,32 | 26,3±2,37 |
| Железа сульфат | 5 | 77,5±6,98 | 80,4±7,24 | 27,5±2,48 | 27,5±2,48 |
| Дисодиум карбонат | 5 | 41,1±3,70 | 41,5±3,74 | 4,6±0,41 | 9,4±0,85 |

Изучено влияние добавления мелассы (10 %) к водной суспензии спор энтомопатогенных грибов на их жизнеспособность в условиях интенсивного УФ-облучения. В результате определения доли жизнеспособных проросших спор установлено, что добавление мелассы к суспензии конидий *B. bassiana* 10-06 подавляло их прорастание как в условиях воздействия УФ-излучения, так и без него – доля проросших спор составила 9,2 и 51,7 %, тогда как в контрольных вариантах – 15,5 и 71,5 % соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние мелассы (10,0 %) на жизнеспособность спор энтомопатогенных грибов в условиях воздействия УФ-излучения (УФ)

| Вариант | Доля проросших спор, % | | | |
|---------------------|---------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| | <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | | <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | |
| | 4-е сутки | 7-е сутки | 4-е сутки | 7-е сутки |
| Контроль | 63,8±5,74 | 71,5±6,44 | 38,0±3,42 | 40,3±3,63 |
| Контроль + УФ | 8,2±0,74 | 15,5±1,40 | 43,8±2,92 | 44,6±2,00 |
| Меласса (10 %) | 50,4±4,54 | 51,7±4,65 | 29,4±2,65 | 29,4±2,65 |
| Меласса (10 %) + УФ | 2,8±0,25 | 9,2±0,83 | 3,2±0,29 | 3,3±0,30 |

Для штамма *L. lecanii* BL-2 также было отмечено ингибирующее действие мелассы на прорастание спор.

Было проанализировано влияние 10 добавок различного действия (активирующего, защитного) на уровень инсектицидной активности штаммов энтомопатогенных грибов – штаммов-основ биологических препаратов. Анализ результатов определения биологической активности микоинсектицидных агентов при применении в различных формулциях показал, что значительное повышение уровня энтомоцидной активности *B. bassiana* 10-06 и *L. lecanii* BL-2 отмечено при добавлении к суспензии конидий грибов подсолнечного и рапсового масла в концентрации 10,0 %, диметилсульфоксида (1,0 %), глутаминовой кислоты (0,1 и 1,0 %), сульфата магния (10,0 %). В случае с использованием подсолнечного масла отмечено увеличение итогового показателя биологической активности *L. lecanii* BL-2 на 26,8 %, *B. bassiana* 10-06 – на 21,0 %, при использовании диметилсульфоксида – на 25,5 и 19,4 %, 2-аминопентандиовой кислоты в концентрации 0,1 % – на 1,2 и 4,0 %, в концентрации 1,0 % – 14,0 и 4,0 %, магния сульфата – на 44,9 и 16,8 %, соответственно (таблица 3).

Снижение биологической активности на 8,4 % отмечено при добавлении в суспензию конидий *B. bassiana* 10-06 1,4-бутандиовой кислоты в концентрации 1,0 % и на 5,0 % при добавлении в концентрации 0,1 %, что может свидетельствовать о супрессивном влиянии данного компонента в отношении штамма *B. bassiana* 10-06 (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние аддитивов на биологическую активность (БА) энтомопатогенных грибов в отношении гусениц большой пчелиной огневки *Galleria mellonella*

| Вариант | БА (%) на сутки после обработки | | |
|---|------------------------------------|------|------|
| | 7-е | 10-е | 14-е |
| Подсолнечное масло | | | |
| Подсолнечное масло 10,0 % | - | 3,3 | 3,3 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | - | 5,1 | 5,1 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + подсолнечное масло 10,0 % | 23,7 | 30,1 | 30,1 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | - | 5,6 | 5,6 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + подсолнечное масло 10,0 % | 24,3 | 24,3 | 24,3 |
| Рапсовое масло | | | |
| Рапсовое масло 10,0 % | 23,1 | 23,1 | 23,1 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | - | 5,1 | 5,1 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + Рапсовое масло 10,0 % | 13,3 | 39,3 | 39,3 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | - | 5,6 | 5,6 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + Рапсовое масло 10,0 % | 18,2 | 22,7 | 22,7 |
| Диметилсульфоксид | | | |
| Диметилсульфоксид 1,0 % | - | - | - |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | - | 5,1 | 5,1 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + диметилсульфоксид 1,0 % | - | 30,6 | 30,6 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | - | 5,6 | 5,6 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + диметилсульфоксид 1,0 % | - | 25,0 | 25,0 |
| 2-аминопентандиовая кислота | | | |
| 2-аминопентандиовая кислота 1,0 % | 8,5 | 38,3 | 38,3 |
| 2-аминопентандиовая кислота 0,1 % | 10,3 | 10,3 | 10,3 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | 22,5 | 47,1 | 47,1 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + 2-аминопентандиовая кислота 1% | 20,0 | 61,1 | 61,1 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + 2-аминопентандиовая кислота 0,1 % | 9,5 | 48,3 | 48,3 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | 11,0 | 49,2 | 49,2 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + 2-аминопентандиовая кислота 1,0 % | 6,4 | 53,2 | 53,2 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + 2-аминопентандиовая кислота 0,1 % | - | 62,1 | 62,1 |
| 1,4-бутандиовая кислота | | | |
| 1,4-бутандиовая кислота 1,0 % | - | 51,4 | 51,4 |
| 1,4-бутандиовая кислота 0,1 % | - | 39,7 | 54,9 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | 5,5 | 44,3 | 53,1 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + 1,4-бутандиовая кислота 1,0 % | - | 63,7 | 63,7 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + 1,4-бутандиовая кислота 0,1 % | 4,5 | 45,1 | 47,0 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | 1,1 | 84,8 | 84,8 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + 1,4-бутандиовая кислота 1,0 % | - | 76,4 | 76,4 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + 1,4-бутандиовая кислота 0,1 % | - | 79,8 | 79,8 |

Продолжение таблицы 3

| Вариант | БА (%) на сутки после обработки | | |
|---|------------------------------------|------|------|
| | 7-е | 10-е | 14-е |
| Додецилсульфат натрия | | | |
| Додецилсульфат натрия 1,0 % | 86,5 | 90,0 | 91,3 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | - | 18,0 | 27,5 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + додецилсульфат натрия 1,0 % | 80,0 | 81,1 | 85,4 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | 7,5 | 24,2 | 24,4 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + додецилсульфат натрия 1,0 % | 55,0 | 63,8 | 79,6 |
| Железа сульфат | | | |
| Железа сульфат 10,0 % | - | 8,7 | 13,0 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | 15,6 | 59,6 | 59,6 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + железа сульфат 10,0 % | 20,2 | 53,0 | 53,0 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | 12,0 | 34,0 | 34,0 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + железа сульфат 10,0 % | 12,8 | 57,3 | 57,3 |
| Магния сульфат | | | |
| Магния сульфат 10,0 % | - | 5,8 | 5,8 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | - | 9,4 | 9,4 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + магния сульфат 10,0 % | 5,5 | 54,3 | 54,3 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | 1,1 | 32,3 | 32,3 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + магния сульфат 10,0 % | - | 49,1 | 49,1 |

Оценивали протекторные свойства гумата калия в концентрации 20,0 % и оксида цинка в концентрации 10,0 % в отношении конидий энтомопатогенных грибов в условиях искусственного прямого воздействия УФ-облучения при экспозиции 20 мин. Повышения биологической активности, которое могло бы быть связано с экранирующим действием аддитивов, не выявлено (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние аддитивов на биологическую активность (БА) энтомопатогенных грибов в отношении гусениц большой пчелиной огневки *Galleria mellonella* в условиях искусственного УФ-облучения (УФ)

| Вариант | БА (%) на сутки после обработки | | |
|---|------------------------------------|------|------|
| | 7-е | 10-е | 14-е |
| Гумат калия | | | |
| Гумат калия 20,0 % | - | 40,9 | 55,5 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | - | 47,4 | 47,4 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + УФ | 11,1 | 11,1 | 32,1 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + гумат калия 20,0 % | - | 9,7 | 49,3 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + гумат калия 20,0 % + УФ | - | - | 38,3 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | 42,7 | 55,9 | 80,1 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + УФ | 33,1 | 70,9 | 83,4 |

Продолжение таблицы 4

| Вариант | БА (%) на сутки после обработки | | |
|---|------------------------------------|------|------|
| | 7-е | 10-е | 14-е |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + гумат калия 20,0 % | 39,5 | 55,6 | 73,4 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + гумат калия 20,0 % + УФ | 11,3 | 35,5 | 74,2 |
| Оксид цинка | | | |
| Оксид цинка 10,0 % | 20,0 | 30,6 | 63,6 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 | - | 22,6 | 22,6 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + УФ | 9,5 | 11,7 | 11,7 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + оксид цинка 10,0 % | - | 5,9 | 5,9 |
| <i>Lecanicillium lecanii</i> BL-2 + оксид цинка 10,0 % + УФ | - | - | - |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 | 45,9 | 59,3 | 59,3 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + УФ | 28,7 | 72,6 | 72,6 |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + оксид цинка 10,0 % | - | - | - |
| <i>Beauveria bassiana</i> 10-06 + оксид цинка 10,0 % + УФ | 14,4 | 35,5 | 35,5 |

Отмечено снижение показателя биологической активности в отношении тест-объекта при совместном использовании с гуматом калия (20,0 %) у *L. lecanii* BL-2 до 9,7 %, тогда как в контрольном варианте (рост в условиях без воздействия УФ-излучения и добавок) биологическая активность составила 47,7 % (таблица 4). Отмечено отрицательное воздействие оксида цинка (10,0 %) на биологическую активность как *L. lecanii* BL-2, так и *B. bassiana* 10-06 – показатели составили 5,9 и 0,0 %, тогда как в соответствующих контрольных вариантах – 22,6 и 59,3 %.

Заключение. Оценка влияния 5 аддитивов на процессы прорастания спор энтомопатогенных грибов показала, что активирующими прорастание действием обладали магния сульфат и железа сульфат в отношении штамма *B. bassiana* 10-06, которые увеличивали относительное количество проросших спор на 19,0 и 13,7 % соответственно.

Изучение влияния 10 добавок различного состава и механизма действия на уровень инсектицидной активности штаммов показало, что повышению биологической активности *B. bassiana* 10-06 и *L. lecanii* BL-2 способствовало добавление к суспензии конидий подсолнечного и рапсового масла в концентрации 10,0 %, диметилсульфоксида (1,0 %), 2-аминопентандиовой кислоты (1,0 %), магния сульфата (10,0 %). Это выражалось в повышении показателей биологической активности *L. lecanii* BL-2 на 14,0–26,8 %, *B. bassiana* 10-06 – на 4,0–44,9 %.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют отнести к числу перспективных для использования в качестве аддитивов, способствующих повышению целевой активности микоинсектицидных препаратов, следующие вещества: магния сульфат, железа сульфат, подсолнечное масло, рапсовое масло, диметилсульфоксид, 2-аминопентандиовую кислоту.

Список литературы

1. Баутин, В. М. Актуальность разработки точных агротехнологий на современном этапе / В. М. Баутин // Известия ТСХА. – 2009. – Вып. 2. – С. 32–38.
2. Штерншис, М. В. Проблемы оптимизации энтомопатогенных биопрепаратов для защиты растений / М. В. Штерншис, И. В. Андреева, В. П. Цветкова // Вестник НГАУ. – 2011. – № 1. – С. 7–13.
3. Damage and recovery from UV-B exposure in conidia of the entomopathogens *Verticillium lecanii* and *Aphanocladium album* / G. U. Braga, D. E. N. Rangel, C. Miller, S. D. Flint // Mycologia. – 2002. – Vol. 94, iss. 6. – P. 912–920.
4. Oils for increased efficacy of *Metarhizium anisopliae* to control whiteflies / O. Malsam, M. Kilian, E.-C. Oerke, H.-W. Dehne // Biocontrol Sci. Technol. – 2002. – Vol. 12, iss. 3. – P. 337–348.
5. Protection of *Metarhizium anisopliae* conidia from ultra-violet radiation and their pathogenicity to *Rhipicephalus evertsi evertsi* ticks / M. Hedimbi, G. P. Kaaya, S. Singh, P. Chimwamurombe // Experimental & applied acarology. – 2008. – Vol. 46. – P. 149–156.
6. Wraight, S. P. Production, stabilization and formulation of fungal biological agents / S. P. Wraight, M. A. Jackson, S. L. de Kock // Fungi as Biocontrol Agents / eds.: T. M. Butt [et al.]. – Wallingford, 2001. – P. 253–287.
7. Kim, J. S. Synergistic effect of inorganic salts to improve the biological activity of *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* against *Plutella xylostella* / J. S. Kim // 9th Intern. Colloq. Invertebr. Pathol. Microb. I Contr. – Wuhan, China, 2006. – P. 164.
8. Efficiency of natural substances to protect *Beauveria bassiana* conidia from UV radiation / D. Kaiser, S. Bacher, L. Mene-Saffrane, G. Grabenweger // Pest. Manag. Sci. – 2018. – Vol. 75, iss. 2. – P. 556–563.
9. Neem oil increases the persistence of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* for the control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larvae / A. R. Paula, A. Ribeiro, F. J. A. Lemos [et al.] // Parasites Vectors. – 2019. – Vol. 12. – P. 163–171.
10. A new formulation of *Bacillus thuringiensis*: UV protection and sustained release mosquito larvae studies / L. Zhang, X. Zhang, S. Wu [et al.] // Scientific Reports. – 2016. – DOI: 10.1038/srep39425.
11. Аникиев, В. В. Руководство к практическим занятиям по микробиологии : учеб. пособие для биол. спец. пед. ин-тов / В. В. Аникиев, К. А. Лукомская. – М. : Просвещение, 1977. – 128 с.
12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

A. N. Yankouskaya, D. V. Voitka, M. V. Fedarovich, A. A. Shein

RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

THE EFFECT OF TARGET COMPONENTS ON THE VIABILITY AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF STRAINS OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI

Annotation. The effect of technological additives introduced at the post-fermentation stage on entomopathogenic fungi, the basis of biological preparations, has been studied in vitro. It was found that the addition of magnesium sulfate, iron sulfate, sunflower oil, rapeseed oil, dimethylsulfoxide, and 2-aminopentanedioic acid contributes to the increased viability and biological activity of the strains.

Key words: entomopathogenic fungi, biological preparations, technological additives, activators, protectants, biological activity, entomocidal activity.