ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ФАСОЛИ

Козарь¹ Е.Г., Енгальчева¹ И.А., Антошкин¹ А.А., Козарь, ¹Е.В.,
Мащенко² Н.Е., Боровская² А.Д.

¹ ФГБНУ Федеральный научный центр овощеводства, Москва, Россия,
e-mail: kozar_eg@mail.ru

² Институт генетики, физиологии и защиты растений, Кишинэу, Республика Молдова
e-mail: alla.borovskaia@igfpp.md

Abstract

The use of preparations based on secondary plant metabolites is an alternative to chemical pesticides, to which the vegetable bean culture is very sensitive. All preparations stimulate the germination and development of the root system of seedlings, which contributes to an increase in the germination and resistance of beans to *Fusarium* in the early stages of development. 0.01% concentration is the most optimal for treating beans before sowing. Verbascoside exhibits a prolonged immunomodulatory effect and effectively inhibits the development of the disease throughout the growing season. Bioregulators mold-stim and linaroside work more effectively together with chemical fungicides, reducing their phytotoxicity and increasing plant stress resistance.

Key words: seeds, pre-sowing treatment, bioregulators, germination, protection against fusarium

Введение

Экономически значимым фактором, снижающим продуктивность и качество фасоли овощной, является поражение различными болезнями. В зависимости от вида возбудителя, генотипа растения-хозяина, периода заражения и условий среды снижение урожая может достигать 50-100% [1]. В последние годы в составе комплекса фитопатогенов растет удельный вес микромицетов из рода *Fusarium*, которые поражают все органы растений, в том числе и семена [2]. В списке разрешенных препаратов для предпосевного протравливания семян бобовых культур системных фунгицидов крайне мало и в основном это достаточно токсичные химические соединения контактного действия. На фасоли овощной некоторые из них рекомендованы только для опрыскивания вегетирующих растений, в связи с повышенной чувствительностью семян и проростков этой культуры к химическим средствам защиты, вызывающим даже гибель посевов [3]. Поэтому приоритетным направлением является изучение возможностей использования альтернативных методов защиты растений, в том числе и применения биологически активных веществ (БАВ).

Многолетние исследования биологической активности вторичных метаболитов из представителей различных семейств высших растений показали, что они представляют большой интерес для повышения стрессоустойчивости растений. Помимо влияния непосредственно на возбудителей болезней, их действие в первую очередь направлено на интенсификацию гормонального статуса растений, образования эндогенных веществ различной природы, обеспечивающих защиту от патогенов. Использование таких соединений позволяет существенно сократить применение синтетических пестицидов, которые вместе с токсическим действием на фитопатогены оказывают отрицательное влияние и на полезную микробиоту, загрязняют окружающую среду, приводят к появлению новых резистентных рас возбудителей. Но широкое применение вторичных метаболитов тормозит недостаточная изученность механизмов их регуляторного влияния на процессы развития овощных культур, высокая избирательность действия БАВ, разных по своей химической структуре и происхождению [4,5]. Поэтому в основном применяется эмпирический подход к их выбору и использованию на конкретной культуре или сорте. В отношении фасоли овощной таких исследований пока не проводилось, что и явилось целью данной работы.

Материалы и методы

В эксперименте использовали как официальный фитопрепарат молдстим (д.в. фураностановый гликозид из семян перца сладкого), так и суммарные очищенные экстракты биологически активных веществ флавоноидной и иридоидной природы, из надземной части представителей дикорастущей флоры. Суммарные экстракты из растительных источников получали методом их исчерпывающей экстракции водным этанолом при нагревании с последующей очисткой адсорбционно-распределительной хроматографией на колонках с силикагелем и полиамидом. Контроль за разделением осуществляли методом тонкослойной хроматографии с помощью специфических проявителей.

Тестирование активности гликозидов проводили на трех спаржевых сортах фасоли овощной - Лика, Уляша и СиБемоль селекции ФГБНУ ФНЦО [7]. Для оценки влияния БАВ на лабораторную всхожесть семян и рост проростков использовали их водные растворы в 0,05%, 0,01% и 0,005% концентрациях. В качестве стандарта был взят химический протравитель ТМТД, ВСК (д.в. тиам) в подобранной 30% концентрации, так как обработка в рекомендуемой для зернобобовой дозы приводила к снижению посевных качеств семян. Контроль - дистиллированная вода. Обработку проводили методом смачивания из расчета 3 мл рабочего раствора на 100 штук семян, с последующим подсушиванием. Обработанные семена высевали в контейнеры с увлажненным перлитом и помещали в термостат. Повторность – трехкратная. На 10 сутки учитывали всхожесть (ГОСТ 12038-66) и выращивали сеянцы на светоустановке с 16 часовым световым периодом при переменной температуре 18/23⁰С. На стадии начала разворачивания первой пары настоящих листьев проводили измерения и взвешивание сеянцев, а также учет числа растений с симптомами поражения.

Для полевых испытаний использовали 0,01% растворы фитопрепаратов как отдельно, так и совместно с 30% раствором препарата ТМТД, ВСК. Обработку проводили аналогично лабораторному опыту. Обработанные семена высевали сеялкой точного высева Winterstiger plodseed XL. Площадь учетной делянки 3 м², повторность четырехкратная, размещение систематическое. Фасоль возделывали в соответствии с принятой в ФГБНУ ФНЦО агротехникой. После полных всходов учитывали густоту стояния растений, в период вегетации - степень поражения растений фузариозом по общепринятым показателям: распространенность (Р%), индекс поражения (I, средний балл), степень развития болезни (R%), используя пятибалльную шкалу. Обработку данных проводили методами статистического анализа с использованием программ LightCycler®480 SW 1.5.1 и Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждение

В ходе лабораторных исследований установили, что предпосевная обработка семян фасоли фитопрепаратами, хотя и имела определенные сортовые особенности действия, в целом положительно влияла на прорастание семян и развитие проростков (рис.1).

У сортов СиБемоль и Уляша с пониженным качеством семян всхожесть относительно контроля была достоверно выше и в среднем по трем сортам на 4-13% (с применением ТМТД, ВСК - 6%). В результате обработки семян фитопрепаратами в 0,01% концентрации значительно уменьшилось число сеянцев с признаками поражения в виде некротических пятен на корешках, стебле и семядолях, хлороза и краевого ожога примордиальных листьев. Доля внешне здоровых растений в этих вариантах в среднем на 9-14% была выше, чем в контроле, а при обработке ТМТД ВСК - только на 4%, т.е. в пределах ошибки опыта. При этом в разрезе отдельных сортов достоверное положительное влияние ТМТД ВСК выявлено только на сорте Лика, где в контроле отмечен самый низкий процент бессимптомных растений, всего 57%. В варианте с ТМТД ВСК он составил 80%, а с применением БАВ – от 67 до 90%, в зависимости от природы фитопрепарата и концентрации.

Рис.1. Влияние предпосевной обработки фитопрепаратами и ТМТД ВСК на всхожесть семян, качество и массу семян фасоли овощной (ср – среднее значение по трем сортам).

На биометрические параметры растений (высота растения, площадь листьев) БАВ не оказали выраженного симулирующего действия, как и на общую сырую массу семян. Но, в отличие от ТМТД ВСК, отмечено их положительное влияние в 0,01% концентрации на развитие корневой системы. Масса корней опытных семян в среднем увеличилась на 7-20%, а после ТМТД ВСК - уменьшилась на 19% относительно контроля. Наиболее высокая биологическая эффективность отмечена у сорта Лика в варианте с вербаскозидом (БЭ=26%), у сорта Ульяша – с линарозидом (БЭ=13%), а у сорта Сибемоль – с молдстимом (БЭ=43%). Наиболее чувствительными к обработке семян ТМТД ВСК оказались сорта Ульяша и Сибемоль, у которых масса корней была ниже на 32% и 22% соответственно.

Рис.2. Влияние предпосевной обработки фитопрепаратами и ТМТД ВСК на густоту стояния растений (полевая всхожесть) фасоли овощной при индивидуальном и совместном применении (Московская область, 2020-2021 годы).

По совокупности всех положительных эффектов для полевых испытаний была выделена 0,01% концентрация фитопрепаратов, а также дополнительно включены три варианта совместной обработки семян БАВ и химическим протравителем с целью снижения его фитотоксичности. Как видно на диаграмме (рис.2), у сорта Ульяша положительное действие на полевую всхожесть оказала обработка линарозидом и молдстимом (БЭ=25-35%), у сорта Сибемоль – вербаскозидом (БЭ=18%). Обработка ТМТД ВСК привела к увеличению густоты стояния растений на 13% только у сорта Сибемоль. Обработка протравителем совместно с БАВ у обоих сортов дала значимое повышение этого показателя во всех вариантах. В результате число растений на 1 м² относительно контроля у сорта Ульяша увеличилось на 43-54%, а у сорта Сибемоль – на 16-31% в зависимости от вида фитопрепарата.

Фитопатологический мониторинг поражения растений фасоли фузариозом выявил положительное действие предпосевной обработки семян во всех вариантах на ранних стадиях развития растений. Первыми симптомы поражения появились на сорте Сибемоль, у которого в фазу 3-4 настоящих листьев процент пораженных растений в контроле составил 18%, в вариантах с обработками от 0 до 8%. На стадии технической спелости бобов болезнь распространилась на обоих сортах, при этом наиболее сильно в вариантах с обработкой семян линарозидом и молдстимом, где процент пораженных растений был выше, чем в контроле. В то же время вербаскозид продолжал эффективно сдерживать развитие болезни, на уровне химического фунгицида ТМТД ВСК (табл.1).

Снижение эффективности защитного действия линарозида и молдстима, которые, являясь биорегуляторами роста, не обладают выраженной фунгицидной активностью, в данном случае может быть связано с рядом факторов. В частности, известно, что некоторые стероидные гликозиды в низких концентрациях стимулируют рост микромицетов, в том числе и патогенных грибов, могут усиливать синтез и накопление микотоксинов, которые играют важную роль в патогенезе грибов рода *Fusarium* [11]. На ранних стадиях развития, за счет стимуляции развития корневой системы, растения справляются с инфекцией. При переходе на репродуктивную стадию развития в результате резкой гормональной перестройки восприимчивость растений возрастает и происходит быстрое распространение болезни. Совместное же применение этих фитопрепаратов с протравителем оказалось наиболее эффективным способом борьбы с распространением фузариоза и повышения устойчивости растений фасоли (средний индекс поражения был существенно ниже, чем в контроле). При этом наиболее высокая биологическая эффективность на обоих сортах (75-90%) отмечена в варианте с обработкой семян ТМТД ВСК + молдстим, где степень развития болезни не превышала 10%, что ниже экономического порога вредоносности болезни.

Таблица 1. Влияние предпосевной обработки семян фасоли овощной фитопрепаратами и ТМТД ВСК на поражение растений фузариозом (Московская область, 2020-2021 годы).

Вариант обработки	Сорт Ульяша				Сорт СиБемоль			
	Р%	I, балл	R%	БЭ%	Р%	I, балл	R%	БЭ%
Контроль (вода)	28,3	2,8	19,5	-	46,7	2,5	30,8	-
ТМТД ВСК	17,0	2,2	12,4	36	30,8	2,0	15,5	50
Вербаскозид	21,7	2,3	12,1	38	28,3	2,0	14,2	54
Линарозид	50,0	3,2	39,6	-	60,0	3,1	47,0	-
Молдстим	73,3	2,3	43,3	-	43,3	3,0	32,5	-
ТМТД + вербаскозид	25,0	1,3	8,5	56	28,0	2,1	14,9	52
ТМТД + линарозид	20,0	2,1	13,5	31	20,0	1,7	10,0	68
ТМТД + молдстим	10,0	0,8	2,0	90	16,7	1,8	7,7	75
НСР ₀₅	5,8	0,2	4,1		6,1	0,2	5,7	

Выводы

Использование препаратов на основе вторичных метаболитов растительного происхождения является альтернативой химическим пестицидам, к которым культура фасоли овощной очень чувствительна. Все испытанные фитопрепараты оказывают стимулирующее действие на прорастание и развитие корневой системы сеянцев, что способствует повышению всхожести и устойчивости растений фасоли к фузариозу на ранних стадиях развития. При этом 0,01% концентрацию можно считать наиболее оптимальной для обработки семян фасоли. Вербаскозид, проявляя пролонгированное иммуномодулирующее действие, эффективно сдерживает развитие болезни на протяжении всего периода вегетации, поэтому его можно рекомендовать для включения в процесс подготовки семян к посеву как самостоятельный элемент технологии. Биорегуляторы молдстим и линарозид эффективнее работают совместно с химическими фунгицидами, снижая их фитотоксичность, за счет повышения общей стрессоустойчивости растений.

Литература

1. ДЕРЕВЦЮКОВ, С.Н., ВОСТРИКОВ, В.В. Овощная фасоль: технология и сорта, 2015
2. Фузариоз бобовых <https://www.activestudy.info/fuzarioz-bobovyx/>
3. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению в РФ. Часть I. Пестициды (по состоянию на 1 сентября 2021 г).
4. MASHCENKO N. et. all. Iridoid Glycosides from *Linaria genistifolia* (L.) MILL. in biological control of soil-borne fungal pathogens of wheat and some structure. Chemistry Journal of Moldova. 2015,10 (1):57-64.
5. БОРОВСКАЯ А.Д. и др. Эффективность действия биорегуляторов из *Verbascum densiflorum* Bertol. Овощи России. 2020; 4:6—8.
6. ГВАЗАВА Л.Н., КИКОЛАДЗЕ В.С. Оробанхозид и флавоноиды из *Verbascum* и *Verbascum densiflorum*. Химия природных соединений. 2011. 6:864-865.
7. Методика оценки гороха на устойчивость к фузариозным корневым гнилям. СП, 2002.