

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РАЗВИТИЕ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* SPP. В ОРГАНИЧЕСКОМ (ЭКОЛОГИЧЕСКОМ) СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

EFFECT OF GROWTH REGULATORS ON THE DEVELOPMENT OF FUNGI *FUSARIUM* SPP. IN ORGANIC AGRICULTURE

Темирбекова С.К.¹, Калашникова Е.А.², Сардарова И.И.¹, Киракосян Р.Н.², Кабашов А.Д.³

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
РФ, 143050, Московская обл., Одинцовский р-н, Большие Вяземы

E-mail: sul20@yandex.ru, irinasardarova@gmail.com

² РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д.49

E-mail: kalash0407@mail.ru, mia41291@mail.ru

³ ФГБНУ Федеральный Исследовательский центр

«Немчиновка»,

РФ, 143050, Московская обл., Одинцовский р-н, пос.

Немчиновка, д.6

E-mail: mosniish@mail.ru

Темирбекова С.К.¹, Калашникова Е.А.², Сардарова И.И.¹, Киракосян Р.Н.², Кабашов А.Д.³

¹ All-Russian Research Institute of Phytopathology
Russian Federation, 143050, Moscow region, Odintsovsky district, Bolshie Vyazemy

E-mail: sul20@yandex.ru, irinasardarova@gmail.com

² RSAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev
va

127550, Russia, Moscow, st. Timiryazevskaya, d.49

E-mail: kalash0407@mail.ru, mia41291@mail.ru

³ FSBSI Federal Research Center "Nemchinovka"

RF, 143050, Moscow region, Odintsovsky district, Nemchinovka village, 6.

E-mail: mosniish@mail.ru

Представлены результаты полевых исследований по изучению ингибирующего эффекта биологических препаратов на фитопатогены рода *Fusarium* L. Проведен сравнительный анализ влияния регуляторов роста Крезацин и Циркон на грибы рода *Fusarium* L. на культурах яровой пшеницы, полбы голозерной, овса пленчатого и голозерного *in vivo*. Выявлено, что обработка посевов яровой пшеницы и овса препаратами Крезацин и Циркон способствует улучшению адаптации растений к действию стрессовых факторов — патогена, что приводит к формированию стабильного урожая. При этом наиболее эффективной является обработка растений в фазу цветения препаратом Крезацин в концентрации 15 мг/л. Применение препаратов приводило к снижению внутренней инфекции в зернах относительно контроля. Совместное применение обработок растений регуляторами роста и суспензией гриба *Fusarium* spp в фазу цветения пшеницы и овса способствует низкому формированию инфицированного зерна. Применение препарата Крезацин и суспензии гриба способствует большей устойчивости растений к болезни, тем самым индуцирует защитные механизмы растения, улучшая их невосприимчивость к патогену в сравнении с препаратом Цирконом.

Ключевые слова: *in vivo*, *Fusarium*, регуляторы роста растений, урожай, масса 1000 семян.

Для цитирования: Темирбекова С.К., Калашникова Е.А., Сардарова И.И., Киракосян Р.Н., Кабашов А.Д. ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РАЗВИТИЕ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* SPP. В ОРГАНИЧЕСКОМ (ЭКОЛОГИЧЕСКОМ) СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ. Аграрная наука. 2019; (1): 123-126.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-123-126>

The results of field studies on the inhibitory effect of biological products on phytopathogens *Fusarium culmorum* and *Fusarium sporotrichioides* are presented. A comparative analysis of the effect of growth regulators Kresacin and Zircon on the fungi of the genus *Fusarium* on the cultures of spring wheat, spelled bare grain, oat, filmy and bare grain *in vivo* was performed. It was revealed that the treatment of spring wheat and oat crops with Kresacin and Zircon helps to improve plant adaptation to the action of stress factors — the pathogen, which leads to the formation of a stable yield. The most effective is the treatment of plants in the flowering phase with Kresacin at a concentration of 15 mg/l. The use of drugs led to a decrease in internal infection in the grains relative to the control. The combined use of plant treatments with growth regulators and a suspension of the fungus *Fusarium* in the flowering phase of wheat and oats contributes to the low formation of infected grain. The use of the drug Kresacin and fungal suspensions contributes to a greater resistance of plants to the disease, thereby inducing the plant defense mechanisms, improving their immunity to the pathogen in comparison with Zircon.

Key words: *in vivo*, *Fusarium*, plant growth regulators, yield, weight of 1000 seeds.

For citation: Temirbekova S.K., Kalashnikova E.A., Sardarova I.I., Kirakosyan R.N., Kabashov A.D. EFFECT OF GROWTH REGULATORS ON THE DEVELOPMENT OF FUNGI *FUSARIUM* spp. IN ORGANIC AGRICULTURE. Agrarian science. 2019; (1): 123-126. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-123-126>

25 июля 2018 года Государственная Дума РФ приняла закон об органической продукции, а 3 августа его подписал Президент РФ В.В. Путин. Закон вступает в силу с 1 января 2020 года [1].

Сельхозтоваропроизводители России ждали этот документ несколько лет. В нашей стране запрос на экологически чистые продукты сформировался, но из-за несовершенного законодательства добросовестным производителям было сложно развиваться в этом направлении. Причина: значки «органик», «био», «эко», «не содержит ГМО» могли ставить все производители на любой продукт, при этом даже не обязательно было проходить какую-либо сертификацию. Потребность в

законе, который наведет порядок на рынке органических продуктов, назрела давно.

Законом предусмотрено:

- 1) четкое определение «органическая продукция»;
- 2) введение единой маркировки органической продукции;
- 3) введение добровольной сертификации;
- 4) создание единого госреестра производителей органической продукции.

Это позволит защитить потребителей от недобросовестных производителей и поднять уровень конкурентоспособности ответственной органической продукции

за счет повышения её качества и подходов к оценке её производства.

Согласно новому закону, российские потребители органической продукции будут находиться в более выгодной позиции, чем в США. Рынок органической продукции США является одним из самых больших в мире. составляет 40 млрд евро, Германии 10 млрд евро, Франции — 7,9 млрд евро, Китае — 7,6 млрд евро, в России в настоящее время — 160 млн евро, к 2025 году — 5 млрд евро.

Новый закон дает толчок развитию рынка, в РФ должны появиться направления разработок, исследований, виды бизнеса, которые на данный момент отсутствуют. Например, производство семян для органического земледелия. Семена растений, используемые при интенсивном сельском хозяйстве, для органического сельского хозяйства не подходят. На Западе многие компании ведут селекционные работы именно в этом направлении. Например, голландская компания ENZA Zaden специально для органического способа выводит сорта овощей, устойчивых к болезням и вредителям на генетическом уровне, дающих хороший урожай без химических удобрений и адаптированных под климатические условия нужного региона. В компании отмечают, что требования к семенам для органического земледелия очень высоки. Рынок органической продукции растет так быстро, что даже ENZA Zaden, один из крупнейших производителей семян в мире не успевает за темпом развития рынка. Перед российскими селекционерами задача селекции растений ранее не существовала, масштабные работы в этом направлении не велись. По зерновым культурам уже имеются сорта озимой спельты, полбы голозерной. Аналогов нет в мире. Поступают заявки для передачи исходного материала для использования в селекции. Где российские компании будут покупать семена для органического производства овощей, фруктов, ягод, пока неясно.

В нашей стране другая серьезная проблема заключается в недостаточном количестве лабораторий, где можно получить сертификат на органическую продукцию. 70 хозяйств имеют официальный статус на производство органической продукции. Рынок органических продуктов России в настоящее время составляет 160 млн евро, а к 2025 году ожидается 5 млрд евро.

Таким образом, органическое сельское хозяйство рассматривается как целостная экосистема, где каждое изменение влияет на комплекс сложных взаимосвязей, куда входят и генетическое, видовое разнообразие культур, и животноводство. Многие фермеры и некоторые ученые не согласны с тем, что можно обойтись без использования химических средств. Концепция интегрированного сельского хозяйства основывается на том, что такие средства должны применяться как можно реже и только в необходимых случаях или могут использоваться биологические препараты, которые имеются в распоряжении фермеров [2, 3].

В связи с этим цель наших исследований заключалась в поиске биологических препаратов для сдерживания и подавления наиболее опасных заболеваний как фузариоз колоса на зерновых культурах. Его проявления самые разнообразные: гниение семян в почве при прорастании, гниение в прикорневой части стебля, заражение семян микотоксинами, пустоколосье, снижение технологического качества семян при хранении и элементов продуктивности растения. Его ущерб может выражаться как в снижении выхода зерна, так и в его плохом качестве. Кроме того, микотоксины, которые содержатся в зараженном зерне, негативно влияют на

здоровье человека и животных, понижают общий иммунитет, вызывают повреждения внутренних органов, приводят к отравлениям [4].

Объекты и методы исследований

Исследования в полевых условиях или *in vivo* проводили на опытном поле Раменки ВНИИФ в 2017 и в 2018 гг. Материалом для исследований служили сорт яровой пшеницы Дарья (Белоруссия) и полбы голозерной Греммэ (Татарстан), сорт овса Буланный Московский НИ-ИСХ — Немчиновка, и образец голозерного овса линия 7 (ВНИИФ).

В работе использованы следующие виды грибов рода *Fusarium* L.:

Fusarium culmorum:

М-10-1, пшеница, 2009, Московская область

МЗ — 2-05, ячмень, 2005, Московская область

Fusarium sporotrichioides Sherd:

ОР-14-1, пшеница, 2014, Орловская область

МО-4-06, ячмень, 2006, Московская область

Штаммы грибов были любезно предоставлены сотрудниками лаборатории микологии ВНИИ Фитопатологии. Регуляторы роста, которые использовали в эксперименте, имеются в открытом доступе для любого производителя, и их выбор зависит от поставленной в работе цели, а именно: определить наиболее оптимальный регулятор роста и его концентрацию, обеспечивающую максимальный ингибирующий эффект на грибы рода *Fusarium* spp.

Нами были выбраны разные по своему спектру действия регуляторы роста: препарат Крезацин (кремнийорганические соединения (силатран)) и препарат Циркон (получен из эхинацеи пурпурной), которые использовали в концентрации 15 и 30 мг/л препарат Крезацин и 0,1 и 10 мг/л — препарат Циркон. Анализ элементов структуры урожая проводили по методике Госсортоиспытаний [5], все полевые и лабораторные оценки — согласно методическим указаниям ВИР [6]. Урожайность определяли методом дробного учета с учетных площадок площадью 1 м². Микологические исследования растительного материала проводили по общепринятой методике [7], статистическую обработку данных по Б.А. Доспехову [8].

Результаты и обсуждение

Для сравнения действия регуляторов роста на развитие исследуемых грибов и устойчивости растений к фузариозу *in vivo* были проведены исследования по определению степени адаптации растений к данному фитопатогену в полевых условиях.

Для этого посеяли яровую пшеницу сорта Дарья и полбы голозерной сорта Греммэ, овса сорта Буланный и голозерный овес линия 7 (в мелководных опытах), опрыскивали в разные фазы развития: 1) колошения, 2) цветения, 3) колошение+цветение раствором суспензии гриба и регуляторами роста Крезацин, Циркон. В контрольном варианте опрыскивание растений проводили водой. Во всех вариантах обработку проводили в сухую безветренную погоду (рис. 1). Полевые исследования проводили в 3-кратной повторности.

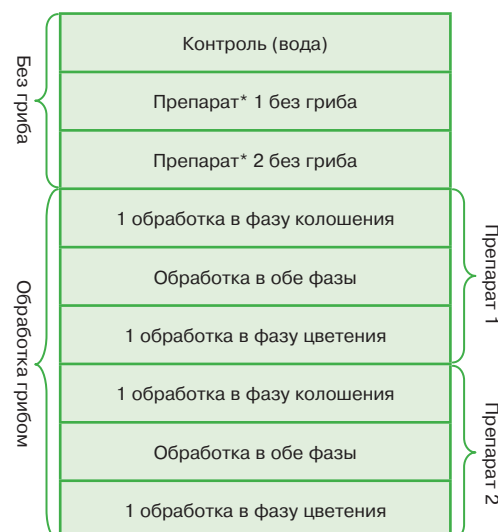
В результате проведенных исследований нами было установлено, что все исследуемые варианты обработки растений регуляторами роста, патогенном или совместном применении регуляторов роста и патогенна, оказывают не одинаковое действие на продуктивность растений и их устойчивость к фузариозу. Так, например, применение препарата Крезацин в концентрации 15 мг/л оказывало существенное влияние на урожай-

ность и массу 1000 зерен всех исследуемых культур по отношению к контрольному варианту. В то время как, применение препарата Циркон не оказало существенного влияния на изучаемые показатели, которые были на уровне контроля или незначительно превышали его. Следует отметить, что одновременное опрыскивание растений суспензией гриба и регулятором роста существенно повысило структуру урожая у всех культур в сравнении с контролем. Наибольший эффект увеличения массы 1000 зерен и урожая собранного зерна почти в 1,5–2 раза был получен в варианте, где обработка препаратом Крезацин и суспензией гриба проводилась в фазу цветения культуры (Табл. 1). Вероятно, это связано с тем, что под действием фитопатогенов изменяется защитная функция растений, которая усиливается за счет применения регуляторов роста. Например, присутствие патогена стимулирует репродуктивные особенности растения, а регулятор роста усиливает биохимические процессы в растениях и способствует преодолению инфекционного стресса.

Полученные семена исследуемых культур в дальнейшем визуально были оценены на инфицированность грибами рода *Fusarium* spp. Установлено, что все изучаемые сорта обладают различной устойчивостью к поражению зерна фузариозом. Результаты исследований по наличию внутренней инфекции в зернах показали, что применение препаратов приводило к снижению доли зараженных зерен в сравнении с контролем. Так, например, выявлена средняя пораженность зерна фузариозом у сорта Дарья — 8,3%, Греммэ — 5,1%, овса Буланный — 12,0%, голозерного овса Линия № 7 — 15,7%. В контрольном варианте (вода) отмечалось инфицированность зерна в 20% случаев.

Таким образом, наиболее устойчивым к поражению фузариозом был сорта Греммэ, а самый восприимчивый — голозерный овес Линия №7. Следует отметить, что применение препарата Крезацин способствовало

Рис. 1. Схема вариантов обработки опытных делянок препаратами



Препарат 1* — Крезацин. Препарат 2* — Циркон.

большей устойчивости растений к фитопатогенам по сравнению с препаратом Циркон. В варианте совместного применения обработки растений регуляторами роста и суспензией гриба в фазу цветения приводило к низкому формированию инфицированного зерна. Вероятно, это было связано с тем, что одновременная обработка растений регулятором роста и патогеном индуцирует защитные механизмы растения, улучшая тем самым их невосприимчивость к болезни, что является важным элементом в органическом сельском хозяйстве. Поэтому изучение механизма индуцированной устойчивости растений к действию фитопатогенов на фоне применения регуляторов роста представляет интерес и является следующим этапом исследований.

Таблица 1.

Влияние регуляторов роста на яровую пшеницу, полбу голозерную и овес *in vivo*, среднее за 2017–2018 годы (ОПИ Раменки)

№ п.п.	Варианты опыта	Сорта							
		Дарья		Греммэ		Буланный, пленчатый овес		Линия № 7, голозерный овес	
		Масса 1000 зерен, г	Урожай, г/м ²	Масса 1000 зерен, г	Урожай, г/м ²	Масса 1000 зерен, г	Урожай, г/м ²	Масса 1000 зерен, г	Урожай, г/м ²
1	Контроль	30,1	210	24,7	190	40,2	400	19,0	90
2	Крезацин	32,7	240	26,9	220	41,4	480	20,2	120
3	Циркон	30,9	170	25,7	180	40,9	470	20,3	100
4	<i>Fusarium</i> L. (патоген)	26,4	180	23,4	105	39,2	320	15,2	70
5	Патоген+ Крезацин, фаза колошения	29,2	290	28,2	180	38,1	300	21,3	120
6	Патоген+ Крезацин, фаза колошения и цветения	28,1	270	30,0	140	37,3	250	20,1	100
7	Патоген+ Крезацин, фаза цветения	30,5	320	31,5	300	44,5	510	22,4	180
8	Патоген+ Циркон, фаза колошения	27,2	270	24,7	120	38,1	350	19,8	100
9	Патоген+ Циркон, фаза колошения и цветения	28,0	250	22,8	140	36,9	300	18,2	90
10	Патоген+ Циркон, фаза цветения	29,1	300	30,1	205	43,2	450	20,3	150
HCP ₀₅		масса 1000 семян							0,8
		урожай							20

Заключение

Таким образом, в результате исследований был проведен сравнительный анализ влияния регуляторов роста Крезацин и Циркон на грибы рода *Fusarium* spp. на культурах яровой пшеницы, полбы голозерной, овса пленчатого и голозерного *in vivo*. Выявлено, что обработка посевов яровой пшеницы и овса препаратами Крезацин и Циркон способствует улучшению адаптации растений к действию стрессовых факторов — патогена,

что приводит к формированию стабильного урожая. При этом наиболее эффективной является обработка растений в фазу цветения препаратом Крезацин в концентрации 15 мг/л. Применение препаратов приводит к снижению внутренней инфекции в зернах относительно контроля, а совместное применение обработок растений регуляторами роста и суспензией гриба *Fusarium* spp. в фазу цветения пшеницы и овса способствует низкому формированию инфицированного зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аграрная наука, 2018, №7–8, с.12–13
2. Van Bruggen A.H.C., Semenov A.M. Soil health and soilborne diseases in organic agriculture. In: Plant diseases and their management in organic agriculture /M.R. Finckh, A.H.C. van Fruggen, L. Tam (eds.). APS PRESS, 2015.
3. Монастырский О.А. Органическое земледелие и получение экологических пищевых продуктов. Мат. Межд. науч.-практ. конф. «Современные проблемы гербологии и оздоровления почв» (21–23 июня 2016 года). Большие Вяземы, 2016: 280–283.
4. Ван Мансвелт, Ян Дидерик, Темирбекова С.К. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы // Сельскохозяйственная биология, 2017. т. 52: 478–486.
5. Методика Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые и кормовые культуры / М.:Колос. 1989. 194 с.
6. Мережко А.Ф., Удачин Р.А., Зуев Е.В. и др. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале. Методические указания. СПб.: ВИР, 1999. 81 с.
7. Наумов Н.А. Методы микологических и фитопатологических исследований. — М: Сельхозгиз. 1937. 272 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-ое изд. перераб. и доп. — М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.

ОБ АВТОРАХ:

Темирбекова С.К., доктор биологических наук, профессор
Калашникова Е.А., доктор биологических наук, профессор
Сардарова И.И., аспирант
Киракосян Р.Н., кандидат биологических наук, доцент
Кабашов А.Д., ведущий научный сотрудник

REFERENCES

1. Agrarian science, 2018, No. 7–8, p. 12–13.
2. Van Bruggen A.H.C., Semenov A.M. Soil health and soilborne diseases in organic agriculture. In: Plant diseases and organic management in agriculture /M.R. Finckh, A.H.C. van Fruggen, L. Tam (eds.). APS PRESS, 2015.
3. Monastyrsky O.A. Organic farming and receiving ecological food. Mat. Int. scientific-practical conference. "Modern problems of herbology and soil rehabilitation" (June 21–23, 2016). Bolshie Vyazemy, 2016: 280–283.
4. Van Mansvelt, Jan Diderik, Temirbekova S.K. Organic farming: principles, experience and prospects. //Agricultural Biology, 2017., vol. 52: 478–486.
5. Methodology of state testing of agricultural crops. Issue 2. Grain, cereal, leguminous plants and forage crops / M.: Ear. 1989. 194 p.
6. Merezhko A.F., Udachin R.A., Zuev E.V. and others. Replenishment, preservation in a living form and the study of the world collection of wheat, aegilops and triticale.// Methodical instructions. SPb.: VIR, 1999. 81 p.
7. Naumov N.A. Methods of mycological and phytopathological studies. — M: Agricultural. 1937. 272 p.
8. Dospehov B.A. Methods of field experience. 5th ed. pererabot and add. — M.: Agropromizdat. 1985. 351 p.

ABOUT THE AUTHORS:

Temirbekova S.K., Doctor of Biological Sciences, Professor
Kalashnikova E.A., Doctor of Biological Sciences, Professor
Sardarova I.I., graduate student
Kirakosyan R.N., candidate of biological Sciences, associate Professor
Kabashov A.D., leading researcher