

УДК 632.4.01/08:606

Л. А. Щербакова, Ю. В. Семина,  
Л. Р. Арсланова, Т. А. Назарова, В. Г. Джавахия

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
фитопатологии»,  
143050, Россия, Московская обл., Одинцовский район, Большие Вяземы,  
ВНИИФ,  
larisavniif@yahoo.com

## МЕТАБОЛИТЫ, СЕКРЕТИРУЕМЫЕ НЕПАТОГЕННЫМ *FUSARIUM SAMBUCINUM*, МОГУТ УСИЛИВАТЬ ФУНГИЦИДНЫЙ ЭФФЕКТ ТРИАЗОЛОВ\*

**Ключевые слова:** септориоз колоса, хемосенсибилизация, триазоловые фунгициды.

Многие микроорганизмы, используемые для биологической защиты растений, секретируют метаболиты, ингибирующие рост фитопатогенных грибов или обладающие способностью индуцировать защитные ответы растений, которые позволяют им приобретать устойчивость к патогенам [1]. Ранее нами было установлено, что культуральная жидкость (КЖ) одного из обитающих в ризосфере яровой пшеницы и непатогенного для нее изолята *Fusarium sambucinum* (FS-94, клон 18) является богатым источником как соединений, токсичных для некоторых грибов, так и элиситорных метаболитов, активирующих в растениях протонную и салицилат-зависимую сигнальные системы и индуцирующую системную устойчивость (СУ) к болезням [2–4]. Защитный эффект КЖ, содержащей оба типа метаболитов, против одного из возбудителей септориоза пшеницы (*Stagonospora nodorum*) был подтвержден в полевых условиях [3]. Кроме того, мы обнаружили, что КЖ вышеуказанного изолята в нефунгицидных или слаботоксичных концентрациях при применении *in vitro* совместно с субфунгицидными концентрациями «Дивиденда» или «Фоликура» обладает способностью повышать чувствительность *S. nodorum* к этим азоловыми фунгицидам [5]. Однако оставалось не доказанным, что снижение их дозы без потери защитного эффекта может быть достигнуто также при обработке растений. В данной работе представлены результаты вегетационных и полевых опытов, подтверждающих сенсibilизационную активность фракции экстрацеллюлярных элиситоров, индуцирующих СУ к *S. nodorum*, и исследована возможность применения КЖ совместно с триазоловым фунгицидом «Фоликуром БТ» с целью повышения его эффективности против септориоза колоса пшеницы.

При проведении вегетационных опытов по исследованию сенсibilизирующей активности элиситорную фракцию, полученную, как описано ранее [2], наносили на первые, полностью развернувшиеся, листья проростков пшеницы, выращенных в контролируемых условиях. На первый лист контрольных растений наносили воду. Через сутки вторые листья растений, обработанных фракцией, опрыскивали «Фоликуром БТ» (д. в-ва тубеконазол и триадиме-

\*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 18-16-00084, элиситоры изолята FS-94 получены по методике, разработанной в рамках темы 0598-2014-0019.

© Щербакова Л. А., Семина Ю. В., Арсланова Л. Р., Назарова Т. А., Джавахия В. Г., 2018

фон – производные триазола) в концентрации 0,1 мкг/мл на вторые листья проростков, обработанных водой, наносили фунгицид в концентрации 0,3 мкг/мл и инокулировали обработанные и контрольные растения суспензией спор патогена. Пораженность листьев оценивали по стандартной 4-балльной шкале и рассчитывали средний индекс болезни. При проведении мелкоделяночного полевого эксперимента растения пшеницы в фазу кущения опрыскивали фунгицидным препаратом «Фоликуром БТ», КЭ, 25% в рекомендованной для его применения норме расхода (из расчета 1 л/га), в норме расхода, составлявшей 1/5 от рекомендованной (0,2 л/га), либо препаратом в 1/5 от нормы вместе с содержащей элиситоры КЖ, а также водой (контроль). Обработанные и контрольные растения заражали путем опрыскивания их суспензией спор *S. nodorum* (106 спор/мл, 250 мл на делянку). Развитие симптомов септориоза на флаг-листе оценивали в фазу колошения (ф. Z59), а поражение колоса – на стадии созревания зерна (ф. Z91), используя международную шкалу Джеймса.

Результаты вегетационных опытов, в которых фунгицидной обработке предшествовала обработка проростков пшеницы элиситорами СУ, свидетельствовали о том, что эти метаболиты могут служить также сенсibilизаторами, усиливающими фунгицидный эффект триазолов в отношении *S. nodorum*. Так, подавление болезни при применении только элиситоров или только «Фоликура» в концентрациях 0,1 и 0,3 мкг/мл достигало, соответственно, 29,3%, 19% и 36,1%. В то же время после нанесения элиситоров СУ на нижние листья защитный эффект фунгицида в концентрации 0,1 мкг/мл на верхних листьях достигал 52,3%, что почти в 1,5 раза превышало эффективность действия его трехкратной концентрации на растениях, не подвергнутых сенсibilизации. Данные полевых испытаний позволяют предполагать, что при использовании «Фоликура» в сочетании с КЖ его норму расхода можно значительно снизить без потери фунгицидного эффекта. Оценка интенсивности поражения колоса показала, что обработка растений «Фоликуром» вместе с КЖ при норме расхода фунгицида в 5 раз ниже рекомендованной может обеспечить почти такую же надежную защиту от *S. nodorum*, как и рекомендуемая норма. Так, эффективность индивидуальной обработки фунгицидом на стадии созревания зерна в при рекомендованной для его практического применения норме расхода в среднем составляла 54,5%, а при ее снижении в 5 раз и опрыскивании растений вместе с КЖ эффективность обработки достигала 50%. Поскольку урожай пшеницы в значительной степени обеспечивается защищенностью флагового листа, важно отметить, что на делянках, обработанных только «Фоликуром» в рекомендуемой норме расхода, средний показатель площади поражения флаг-листа в конце колошения снижался по сравнению с искусственно инокулированным контролем в 15 раз. Если же расход фунгицида составлял 1/5 от нормы, его индивидуальное применение приводило к только семикратному сокращению площади поражения, в то время как нанесение на растения того же количества «Фоликура» совместно с КЖ снижало этот показатель почти в 40 раз.

Таким образом, представляется целесообразным дальнейшее изучение сенсibilизационных свойств элиситоров, секретлируемых изолятом FS-94, с целью исследования возможности их практического применения для усиления действия триазоловых фунгицидов против септориоза колоса пшеницы и понимания механизмов, обеспечивающих этот эффект.

### Список литературы

1. *Ruocco M.* Multiple roles and effects of a novel Trichoderma hydrophobin / M. Ruocco, S. Lanzuise, N. Lombardi et al. // *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 2015. Vol. 28. P. 167–179.
2. *Семина Ю.В.* Изучение возможности использования фильтрата культуральной жидкости непатогенного изолята FS-94 гриба *Fusarium sambucinum* для защиты растений моркови от *Alternaria radicina* / Ю.В. Семина, Р. Крэмер, Л.А. Щербаклова, Э. Клокке, Т. Нотнагель // *Вестн. защиты растений*. 2012. № 2. С. 34–41.
3. *Shcherbakova L.* Potential for integrated control of the wheat pathogen, *Stagonospora nodorum*, by Folicur and extracellular compounds produced by isolate FS-94 of *Fusarium sambucinum* / L. Shcherbakova, Y. Semina, T. Nazarova, L. Dorofeeva, V. Dzhavakhiya, B. Campbell // *IOBC-WPRS Bulletin*. 2013. Vol. 89. P. 455–458.
4. *Семина Ю.В., Щербаклова Л.А., Девяткина Г.А.* Исследование культуральной жидкости изолята FS-94 обладающей защитной активностью против *Stagonospora nodorum* // *Вестн. РАСХН*. 2012. № 3. С. 55–57.
5. *Dzhavakhiya V. G.* Chemosensitization of plant pathogenic fungi to agricultural fungicides / V.G. Dzhavakhiya, L.A. Shcherbakova, Y. V. Semina, N.S. Zhemchuzhina, B. Campbell // *Frontiers in Microbiology*. 2012. Vol. 3. Article 87.

УДК 547.791.4:579.64

**А. Р. Мухаметкулова, К. М. Хасанова,  
Т. А. Калинина, О. А. Высокова,  
Ю. И. Нейн, Т. В. Глухарева**

*Уральский федеральный университет им. первого Президента  
России Б. Н. Ельцина,  
620078, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 28,  
y.i.nein@urfu.ru*

### **СИНТЕЗ И ФУНГИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ МЕЗОИОННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 1,2,3-ТРИАЗОЛОВ\***

**Ключевые слова:** мезоионные 1,2,3-триазолы, триазены, фунгицидная активность.

На сегодняшний день значительные потери урожая сельскохозяйственных культур связаны с поражением растений фитопатогенными грибами. Появление резистентных штаммов микроорганизмов требует постоянного обновления используемых препаратов, поэтому разработка новых и эффективных фунгицидов для защиты растений является актуальной задачей. В последнее вре-

\*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 16-16-04022.