
БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

УДК 635.2:632.9:574.2

РОЛЬ ФИТОНЦИДОВ СОРТОВ ЛУКА РЕПЧАТОГО В ФОРМИРОВАНИИ ЖИЗНЕННЫХ СТРАТЕГИЙ ГРИБОВ РОДА *PENICILLIUM*

Т.М. Горган, А.И. Парфенюк, И.В. Безноско,
А.Ф. Тищенко, А.А. Благинина

Институт агроэкологии і природокористування НААН

*Наведено результати досліджень впливу фітонцидів рослин сортів цибулі ріпчастої на життєві стратегії грибів роду *Penicillium*. Незважаючи на те, що гриби роду *Penicillium* є типовими R-стратегіями, під тиском фітонцидів деяких сортів цибулі ріпчастої можуть набувати ознак K-стратегій. Властиві K-стратегіям значні затрати енергії для підтримання життєздатності виду спостерігалися за впливу сортів Грандіна, Любчик та Мавка у дослідженні гриба *P. sapescens*. Варіанти з цими сортозразками мали високу життєздатність конідій та відносно невелике спороношення. Проведені дослідження дадуть змогу краще зрозуміти особливості взаємодії мікроміцетів і рослин-господарів, а також запобігти забрудненню агрофітоценозів інфекційними структурами.*

Ключові слова: рослини сортів цибулі ріпчастої, фітонциди, мікроміцети, гриби роду *Penicillium*.

Лук репчатый (*Allium sera* L.) является овощной культурой, принадлежащей к группе сочных пищевых продуктов растительного происхождения, который отличается от других сельскохозяйственных культур по специфике химического состава, тесно связанного с показателями качества. Высокое содержание воды и легкорастворимое состояние сухих веществ создает благоприятные условия для жизнеспособности многих видов микроорганизмов, развитие которых вызывает порчу товарного вида, особенно при хранении продукции, снижение пищевой ценности и значительные потери урожая [1].

Вредное влияние *Penicillium spp.* Link обусловлено действием метаболитов-токсинов и ферментов, необходимых для проникновения патогена в растительные ткани, их колонизации и гидролиза биополимеров. Вторичные метаболиты мик-

роскопических грибов отличаются высокой токсичностью, проявляющей сильное иммуноподавляющее действие, а в ряде случаев имеют мутагенные, канцерогенные и тератогенные свойства [2, 3].

Механизм гомеостаза определяет изменчивость и характер производительных процессов в пределах генетической нормы как растений лука репчатого, так и грибов, паразитирующих на культуре. Устойчивость растений к болезням определяется комплексом физиолого-биохимических составляющих определенного сорта, каждая из которых способствует защите от патогена [4]. Растения лука репчатого содержат в себе фитонциды, свободные органические кислоты (аскорбиновая, яблочная, лимонная, салициловая), кремниевую кислоту, дубильные вещества (пирокатехиновая кислота), флавоноидные вещества (глюкозид кварцетин), эфирное масло из серосодержащими соединениями (цистеин, глутатион, аллиин, аллилпропилдисульфид и др.),

которые имеют выраженный антибиотический и фунгицидный эффект [5–10]. Фитонциды принадлежат к биологически активным растительным веществам, подавляющих рост и развитие микроорганизмов, и имеют большое значение для иммунитета растений и взаимодействия организмов в биоценозах [11]. Они свойственны всем видам луковых и являются одним из факторов давления на микромицеты в агрофитоценозах, что влияет на выбор жизненной стратегии.

Поскольку жизненная стратегия является фундаментальным экологическим свойством организмов, в процессе взаимодействия микромицетов с окружающей средой перед ними встает выбор между К- и R-стратегиями жизни.

R-стратегия способствует быстрому размножению в условиях отсутствия давления среды при относительно низкой жизнеспособности особей. К-стратегия положительно влияет при условии увеличения сопротивления среды, что обеспечивает существование штамма, так как происходит не увеличение скорости размножения, а снижение скорости вымирания. Таким образом, главными показателями изменения жизненной стратегии являются такие показатели, как интенсивность спороношения и способность спор к прорастанию. Характеристика микромицетов будет неполной без скорости мицеллярного роста, поскольку грибы рода *Penicillium* являются типичными R-стратегиями, но происходят от сумчатых грибов и имеют высокую тенденцию к К-стратегии. Этому способствует наличие токсинов, что повышает конкурентоспособность микромицетов.

В связи с частой сменой условий существования в природе протекает непрерывный континуум между К и R-стратегиями. В агрофитоценозах, в отличие от естественных фитоценозов, имеет место пространственная однородность растений-хозяев, что влияет на структуру грибных популяций и повышение роли г-отбора [11–13].

Поэтому нашей задачей было исследовать изменения в жизненных стратегиях грибов *Penicillium verrucosum* Dierckx и *Pe-*

nicillium canescens Sopp при влиянии фитонцидов луковиц лука репчатого с целью определения сортов, создающих риски накопления токсинообразующих микромицетов в агрофитоценозах лука репчатого.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили с фитонцидами семи сортов лука репчатого: Грандина, Буран, Мавка, Золотистая, Любчик, Голубка, Гармония с коллекционного материала Носовской исследовательской станции Института сельскохозяйственной микробиологии и агропромышленного производства НААН. Образцы сортов были отобраны по методике, принятой для луковых культур [14]. Для поверхностной стерилизации растительного материала были применены общепринятые в микологии методики [15].

Объектами исследований были культуры грибов *Penicillium verrucosum* Dierckx и *Penicillium canescens* Sopp, идентифицированные с помощью отечественных и зарубежных определителей [16, 17]. Колонии грибов культивировали на картофельно-глюкозном агаре (КГА).

Для оценки влияния фитонцидов сортов лука репчатого на микромицеты использовали известные фитоиммунологические методы [18]. Их суть заключается в воздействии летучих фракций фитонцидов сока лука репчатого на культуры грибов. Контролем в данном исследовании была дистиллированная вода. Наблюдение проводили в течение четырех суток. Суспензию спор готовили путем встряхивания фрагментов на микробиологической калчке при оптимальных режимах и равном количестве стерильной дистиллированной воды. Интенсивность спорообразования устанавливали путем прямого подсчета спор в камере Горяева–Тома. Чтобы не усложнять подсчет, влияние фитонцидов на прорастание спор исследуемых грибов определяли по истечении двенадцати часов после посева, когда ростковая гифа превышает размер споры и имеет оптимальный размер.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Микромицеты являются компонентами любого биоценоза, и, несомненно, антибиотические вещества (фитонциды) растений лука репчатого имеют определенное влияние на них. На поверхность растений попадает множество микроорганизмов, но не все способны проникать и развиваться в их тканях. Только при ослаблении жизнедеятельности растений и снижении выработки фитонцидов растительные ткани становятся доступными для большинства патогенов. Поэтому мы в своих исследованиях рассматривали действие фитонцидов растений лука репчатого на грибы рода *Penicillium* в период хранения, когда данные микромицеты наносят наибольший вред продукции.

На начальных этапах субкультивированием колоний гриба *Penicillium canescens* Sopp с фитонцидами клеточного сока растений лука репчатого скорость роста мицелия гриба по сравнению с контролем подавлялась (рис. 1).

Однако на третьи сутки действие летучей фракции ослабло, и уже на четвертые — подавляющие вещества клеточного сока сортов Буран, Гармония и Грандина не имели влияния на мицеллярный рост микромицетов. Другие сортообразцы оказали значительное влияние на гриб, скорость роста которого не превысила 0,53 мм/ч. На контроле в течение культивирования дина-

мика роста была линейной. Необходимо отметить, что с приближением к цилиндру с соком тестируемых сортов скорость роста гриба снижалась, но на четвертые сутки резко повышалась, что говорит о снижении активности фитонцидов измельченных растительных материалов. Поэтому наблюдение за действием летучих фитонцидов клеточного сока лука репчатого в условиях *in vitro* имеет значение лишь в первые четверо суток.

По результатам исследований влияние фитонцидов сортов лука репчатого на скорость роста мицелия гриба *Penicillium verrucosum* Dierckx установлено, что фитонциды растений культуры не подавляли мицеллярный рост микромицетов, а наоборот, стимулировали активное развитие по сравнению с контролем (рис. 2).

Вблизи цилиндра с соком исследуемых сортов имело место изменение морфологических признаков колоний. Колонии были ватообразные, что свидетельствует о более интенсивном развитии мицелия, но цвет оставался белым или светлым, что говорит о задержке спороношения с приближением к радиусу действия фитонцидов.

Итак, сок различных сортов лука репчатого имеет разную фитонцидную активность и существенное влияние на физиологическую активность гриба *P. canescens* и *P. verrucosum*.

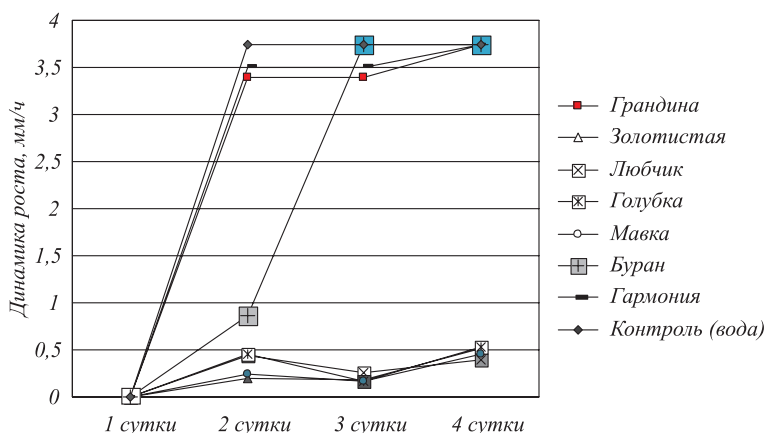


Рис. 1. Влияние фитонцидов клеточного сока сортов лука репчатого на рост колоний гриба *Penicillium canescens* Sopp

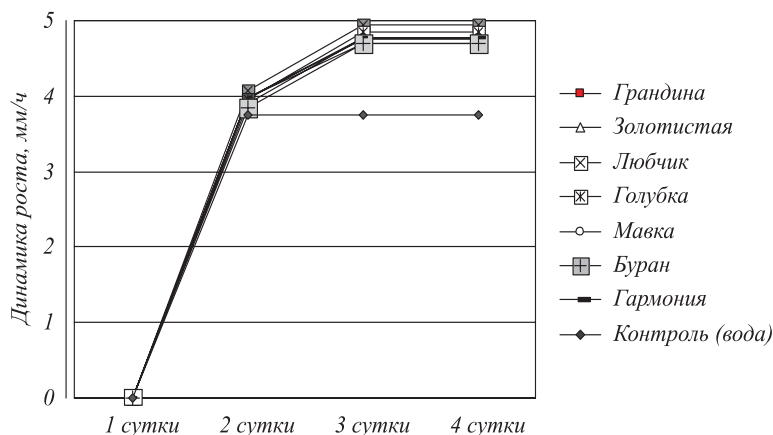


Рис. 2. Влияние фитонцидов клеточного сока сортов лука репчатого на рост колоний гриба *Penicillium verrucosum* Dierckx

Полученные результаты свидетельствуют о том, что влияние фитонцидов растений разных сортов на рост грибов в условиях *in vitro* можно достоверно изучать уже на вторые сутки после посева. Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что образцы с повышенным развитием мицелия будут ближе к К-стратегии, поскольку больше энергии было затрачено на преодоление сопротивления среды (таблица). Но данный показатель следует рассматривать в совокупности

с репродуктивной способностью и жизнеспособностью изолятов.

В исследовании гриба *P. canescens* высокая интенсивность спороношения имела место относительно сорта Голубка — 10,64 млн шт. и Гармония — 6,99 млн шт., соответственно проценты прорастания конидий составляли 71,10 и 67,19%. Итак, микромицет под действием данных сортов проявил себя как типичный R-стратег: больше энергии было потрачено на размножение и распространение гриба. В свою

Влияние фитонцидов клеточного сока сортов лука репчатого на споры грибов рода *Penicillium**

Сорт	<i>Penicillium canescens</i> Sopp		<i>Penicillium verrucosum</i> Dierckx	
	Прорастание конидий, %	Количество спор на 1 см ² площади колонии, млн шт.	Прорастание конидий, %	Количество спор на 1 см ² площади колонии, млн шт.
Контроль (вода)	64,38	17,87±0,8	77,36	12,65±0,5
Грандина	84,43	6,19±0,2	76,88	4,57±0,1
Золотистая	33,25	5,31±0,2	74,58	5,69±0,2
Любчик	77,27	4,60±0,1	85,38	4,25±0,1
Голубка	71,10	10,64±0,4	68,80	5,57±0,2
Мавка	87,12	5,31±0,2	76,24	4,69±0,1
Буран	23,08	4,07±0,1	84,34	6,55±0,3
Гармония	67,19	6,99±0,2	74,24	3,51±0,1

Примечание: * p = 0,05.

очередь, присущи К-стратегам большие затраты энергии для поддержания жизнеспособности вида наблюдали под влиянием сортов Грандина, Любчик и Мавка. Варианты с данными сортообразцами имели высокую жизнеспособность конидий и относительно небольшое спороношение.

Фитонциды сортов Золотистая и Буран повлияли на исследуемый гриб таким образом, что он перешел на промежуточную стадию. Об этом свидетельствует низкая доля прорастания конидий — 33,25%, что не присуще К-стратегам, более низкое спороношение по сравнению с четко выращенными R-стратегам — в пределах 4,07–5,31 млн шт. То есть данные сорта оказывают наибольшее давление на гриб *P. canescens*, что может повлиять на формирование более агрессивных штаммов данного патогена.

В исследовании микромицетов *P. verrucosum* процент прорастания по сравнению с контролем варьировал незначительно. Под влиянием фитонцидов сортов лука репчатого споры гриба имели высокую жизнеспособность: доля прорастания конидий была в пределах 74,24–85,38%, а интенсивность спороношения — ниже, чем на контроле. Следует отметить сорта Любчик и Гармония, которые имели наименьшую интенсивность спороношения — 4,25 и 3,51 млн шт. и высокий показатель жизнеспособности — 85,38 и 74,24% соответственно, что характерно К-стратегам.

Результаты исследований свидетельствуют, что под давлением фитонцидов тестируемых сортов лука репчатого изолятам патогена *P. verrucosum* присущее поведение К-стратегов, при котором создаются оптимальные условия сосуществования фитопатогенных растений и растения-хозяина.

ВЫВОДЫ

Грибы агрофитоценозов обычно находятся в кардинально изменившихся условиях существования. Накопление значительного количества восприимчивых растений ведет к резкому увеличению емкости среды и роли R-стратегии в жизненном цикле патогенов. Выращивание устойчивых со-

ртов увеличивает селективное давление на микромицеты и приводит к возникновению высокопатогенных штаммов грибов. Исследования в этом направлении позволят лучше понять особенности взаимодействия микромицетов и растений-хозяев, а также предотвратить загрязнение агрофитоценозов инфекционными структурами.

Несмотря на то, что грибы рода *Penicillium* являются типичными R-стратегам, под давлением фитонцидов некоторых сортов лука репчатого последние могут приобретать признаки К-стратегов. Изолятам патогена *Penicillium verrucosum* при действии фитонцидов тестируемых сортов лука репчатого присущее поведение К-стратегов.

Репродуктивная способность изолятов *Penicillium canescens* под влиянием фитонцидов сортов Голубка, Гармония была высокой, что может способствовать быстрому развитию и распространению патогенов в посевах этих сортов, собственно R-стратегам.

Популяции гриба *Penicillium canescens*, которые будут формироваться под влиянием сортов Любчик, Грандина и Мавка, могут переходить к жизненной стратегии «К», в результате чего создаются оптимальные условия сосуществования фитопатогенов и растения-хозяина. При этом сохраняется вид гриба, но инфекционный фон патогена в агрофитоценозах остается экологически безопасным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергієнко В. Зберегти товарний вигляд [Електронний ресурс] / В. Сергієнко // Агробізнес сьогодні. — 2011. — № 24 (223). — Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/2012-09-27-13-06-57/801-2011-12-30-13-02-33.html>
2. Mycotoxins in fruits and vegetables Edited by Rivka Barkai-Golan and Nachman Paster. — Academic Press. — San Diego, CA, USA. — 2008. — 395 p.
3. Mycotoxins in food Detection and control Edited by N. Magan and M. Olsen. — Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC. — 2004. — 471 p.
4. Тарчевский И.А. Сигнальные системы растений / И.А. Тарчевский. — М.: Наука, 2002. — 294 с.
5. Platenius H. A method for estimating the volatile sulphur content and pungency / H. Platenius // Journal of Agricultural Research. — 1935. — Vol. 51, No. 9. — P. 847–853.

6. Phyto-characteristics, cultivation and medicinal prospects of Chinese jiaotou (*Allium chinense*) / A.A. Bah., F. Wang, Z. Huang [et al.] // International journal of agriculture and biology. — 2012. — Vol. 14. No. 4. — P. 650–657.
7. Wild *Allium* species (Alliaceae) used in folk medicine of Tajikistan and Uzbekistan / M. Keusgen, R.M. Fritsch, H. Hisoriev [at al.] // Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. — 2006. — No. 2(18). — P. 1–9.
8. *Dimitrova N.R.* Untersuchungen zur Charakterisierung ausgewählter pflanzlicher Inhaltsstoffe aus Pflanzen der Gattung *Allium*: dissertation of doctor rerum naturalium: 29.05.13 / N.R. Dimitrova. — Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2013. — 147 p.
9. Yves Desjardins. Onion as a Nutraceutical and Functional Food / Yves Desjardins // *Chronica Horticulturae*. — 2008. — Vol. 48, No. 2. — P. 8–14.
10. *Vuzera С.М.* Фітонцидологія, стан і перспективи розвитку / С. М. Вигера // Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія: збірник статей міжнародної наукової конференції, Державний агроєкологічний університет. — Житомир, 2005. — С. 218–222.
11. *Одум Ю.* Экология / Ю. Одум; [пер. с англ. Б.Я. Веленкина]. — М.: Мир, 1986. — Т. 2. — 328 с.
12. *Дьяков Ю.Т.* Популяционная биология фитопатогенных грибов / Ю.Т. Дьяков. — М.: Муравей, 1998. — 384 с.
13. Environmental detection of *Penicillium marnefei* and growth in soil microcosms in competition with *Talaromyces stipitatus* / E. Pryce-Miller, D. Aanensen, N. Vanittanakom [at al.] // *Fungal Ecology*. — Elsevier Ltd and The British Mycological Society. — 2008. — Vol. 1. — Part 1. — P. 49–56.
14. *Куприенко Н.П.* Болезни лука репчатого в Белоруси / Н.П. Куприенко. — Минск: Белприм, 2005. — 128 с.
15. Методы экспериментальной микологии / И.А. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская и др.; под ред. В.И. Билай. — К.: Наукова думка, 1982. — 548 с.
16. Определитель токсинообразующих микромицетов / В.И. Билай, З.А. Курбацкая. — К.: Наукова думка, 1990. — 236 с.
17. *Pitt J.I.* Fungi and food spoilage / J.I. Pitt, A.D. Hocking. — London, New York: Springer, 2009. — 519 p.
18. *Лемеза Н.А.* Иммуитет растений: практикум [для студентов биол. ф-та] / Н.А. Лемеза. — Минск: БГУ, 2008. — 96 с.

УДК 581.143.6

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТРОФІЧНОЇ ТА ГОРМОНАЛЬНОЇ ДЕТЕРМІНАЦІЇ РИЗОГЕНЕЗУ *IN VITRO* РЕГЕНЕРАНТІВ ХОСТИ

А.П. Стадник, Л.М. Філіпова, В.В. Мацкевич

Білоцерківський національний аграрний університет

Проаналізовано трофічні та гормональні детермінанти ризогенезу хости in vitro. Встановлено, що детермінантами ризогенезу хости сортів Патріот і Паульс Глорі є низка чинників: індуковане вирощування рослин-донорів експлантів в умовах тривалого світлового дня та довгий фотоперіод під час регенерації рослин з експлантів (16 год); додавання в середовище індолілоїної кислоти в концентраціях 1–4 мг/л; вирощування регенерантів на збіднених за мінеральною основою середовищах та додавання активованого (1,5 г/л) або деревного (2,5 г/л) вугілля; зменшення кількості цитокініну у штучних живильних середовищах. Доведено, що зменшення концентрації мінеральних речовин та додавання вугілля дає змогу зменшити використання індолілоїної кислоти до 1 мг/л.

Ключові слова: ауксин, детермінант, експлант, клональне мікророзмноження, регенерант, хоста, цитокінін.

Адаптація рослин-регенерантів до умов вирощування *ex vitro* є завершальним ета-

пом клонального мікророзмноження того чи іншого виду. У сучасних дослідженнях з культурою рослинних тканин процес перенесення рослин-регенерантів у природ-