

ФУНГИСТАТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ЭКСТРАКТОВ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РОДА *SOLIDAGO* В ОТНОШЕНИИ НЕКОТОРЫХ ЗНАЧИМЫХ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

Иванов О.А., Домаш В.И.

ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
НАН Беларуси», г. Минск, protlife1984@gmail.com

*Для подземных вегетативных частей и травы осеннего и весеннего периодов заготовки из комплекса инвазивных видов рода *Solidago* определены концентрации экстрактов, при которых наблюдается угнетение развития комплекса фитопатогенных видов сельскохозяйственных культур *Fusariumavenacium*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*. Обнаружены фунгистатические эффекты экстрактов инвазивных видов в отношении *Botrytis cinerea* и *Colletotrichum gloeosporioides*.*

Введение. Для объяснения причин и механизмов инвазий чужеродных видов растений в сообщества предложено множество объяснений, среди которых отдельную группу составляют гипотезы, основанные на предположении о повышенной конкурентоспособности инвазивных видов за счет совокупности аллелопатических эффектов на другие виды растительного сообщества и (или) успешного противодействия вредителям и патогенным микроорганизмам, естественным для данного местообитания [1]. Во многих работах продемонстрировано, что соединения различной природы, вырабатываемые инвазивными видами и активно экскретирующиеся в окружающую среду или поступающие в нее пассивно при разложении отмерших частей инвазивных растений, способны подавлять ростовые процессы (например, прорастание семян) аборигенных видов сообщества, но так же, одновременно, частично или полностью угнетать развитие патогенных организмов. В частности, показано, что корневые выделения *Solidago canadensis* L. изменяют видовой состав грибов, формирующих арбускулярную микоризу и замедляют образование микоризы на корнях аборигенных видов [2, 3]. Так же ризодепоненты *S. canadensis* способны активно ингибировать развитие некоторых распространенных фитопатогенных грибов – *Pythium ultimum* и *Rhizoctonia solani* [4].

Как известно, такие представители рода *Solidago* как *S. canadensis* и *S. gigantea*, являются высокоинвазивными видами во многих странах Европы и Азии, и, в частности, одними из ключевых инвазивных видов растений на территории Беларуси. В различных частях растений видов рода *Solidago* широко представлены разнообразные соединения (ди-, три- и сесквитерпены, сапонины, полифенолы), по видимому, играющие существенную роль в обеспечении устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды [4]. Наряду с этими соединениями в растениях различных видов рода в значительных количествах накапливаются ингибиторы протеиназ–

полифункциональная группа белков, выполняющая в растении, помимо прочего, и функцию PR-(pathogenesis-related) белков[5] и тоже, по всей видимости, играющая определенную роль в инвазивном успехе представителей рода.

Сочетание имеющихся литературных данных и широкого распространения *S. canadensis* и *S. gigantea* подводит к мысли о возможности использования растительного сырья этих инвазивных видов в качестве источника биологически активных соединений, обладающих фунгицидными или фунгистатическими эффектами в отношении хозяйственно значимых фитопатогенов.

Было проведено исследование влияния комплексов биологически активных веществ (БАВ), полученных из различных частей инвазивных растений рода *Solidago*, на рост и развитие распространенных фитопатогенных грибов *Fusarium avenacium*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*. Получали водные и водно-спиртовые экстракты, содержащие комплексы БАВ, из корневищ с корнями и травы *S. canadensis* и *S. gigantea* различных сроков вегетации: осеннего и весеннего периодов (до начала активной вегетации), а так же периода после возобновления активной вегетации при достижении высоты побегов 20-25 см. Все растения собирались в окрестностях г. Минска в одних и тех же популяциях для всех исследуемых периодов вегетации. Фунгицидную/фунгистатическую активность экстрактов тестировали в опытах *in vitro*. Фитопатогенные грибы выращивали на агаризованной среде Чапека. В опытных вариантах в среду вводили стерильные экстракты *S. canadensis* или *S. gigantea* различных концентраций (в пересчете на сухое вещество экстракта). Определяли интенсивность подавления роста мицелия тестируемых культур фитопатогенов в присутствии растительных экстрактов по сравнению с контролями путем измерения радиуса мицелиев грибов через 24 ч, 48 ч, 72 ч, а в некоторых случаях и через 96 ч.

Было установлено, что наибольшую биологическую активность проявляли водные экстракты из различных частей *S. canadensis* или *S. gigantea*, полученные при соотношении сырья :экстрагент, равном 1:3. При этом биологическая активность всех типов экстрактов для обоих инвазивных видов была равнонаправленной.

Экстракты из корневищ с корнями *S. canadensis*, собранных до возобновления активной вегетации, в концентрациях 19 мг/мл среды Чапека (СЧ) и 32 мг/мл СЧ практически не влияли на развитие *F. avenacium*. Слабые фунгистатические эффекты исследуемых экстрактов отмечены и в отношении *C. gloeosporioides*. К третьим суткам инкубации рост мицелия *C. gloeosporioides* в присутствии всех исследованных экстрактов угнетался в сравнении с контролем в среднем на 23%. К четвертым суткам инкубации фунгистатические эффекты экстрактов обоих видов *Solidago* проявлялись более выражено. Лучшие значения фунгистатической активности

(угнетение роста мицелия гриба в среднем на 38%) соответствовали экстрактам из *S. gigantea* в сравнении с *S. canadensis*. Различия в эффективности экстрактов с концентрациями 19 мг/мл среды Чапека (СЧ) и 32 мг/мл СЧ практически отсутствовали.

Наибольшая фунгистатическая активность экстрактов *S. gigantea* и *S. canadensis* проявлялась в отношении *B. cinerea*. В данном случае все исследованные экстракты действовали однонаправленно и к четвертым суткам инкубации *B. cinerea* в опытных средах скорость роста его мицелия отставала в среднем на 49 % в сравнении со скоростью роста гриба в контроле.

Поскольку ни в одном из проведенных опытов в серии не было отмечено прекращение роста мицелия модельных фитопатогенных грибов, а отмечалось лишь угнетение их роста различной степени выраженности, можно утверждать, что проанализированные экстракты, а так же компоненты, содержащиеся в этих экстрактах, обладают фунгистатическими, но не фунгицидными эффектами, по крайней мере в отношении модельных фитопатогенов.

Еще в одной, серии опытов были протестированы возможные фунгистатические или фунгицидные эффекты экстрактов из травы *S. canadensis* в отношении тех же фитопатогенов. Тестировали экстракты из травы *S. canadensis*, полученные путем экстрагирования измельченной травы водой в отношении сырья :экстрагент, равном 1:3. В опытные СЧ вносили объемы стерильных экстрактов, соответствующие итоговой концентрации экстрагируемых веществ 5,5 мг/мл.

В опытной концентрации экстракты травы *S. canadensis* практически не угнетали развитие мицелия *F. avenacium*. Более выраженные, фунгистатические эффекты проявлялись в отношении *B. cinerea* и *C. gloeosporioides*. В обоих случаях к третьим суткам инкубации грибов в средах, содержащих экстракты, угнетение роста мицелия составляло 52-64 %. Как и в случае с экстрактами из подземных вегетативных частей, экстракты из травы как минимум одного инвазивного вида в примененных концентрациях не эффективны в отношении *F. avenacium* и обладают умеренной фунгистатической активностью по отношению к *B. cinerea* и *C. gloeosporioides*.

Таким образом, комплекс водорастворимых БАВ, содержащихся в различных частях *S. canadensis* и *S. gigantea*, способен угнетать развитие ряда фитопатогенных грибов. Полученные результаты являются основой для изучения возможностей вовлечения растительного сырья инвазивных видов рода *Solidago* в качестве источников природных фунгицидов/фунгистатиков.

Список литературы

1. The invasive plant *Solidago canadensis* L. suppresses local soil pathogens through allelopathy / S. Zang [et al] // App. soil ecol. – 2009. – Vol. 41. – P. 215–222.

2. Некоторые биохимические и биологические особенности инвазионных видов *Solidagocanadensis* L. и *S. gigantea* Ait. / Ю.К. Виноградова [и др.] // Бюлл. Гл. бот.сада. – 2014. - № 4. – С. 46-51.

3. Do allelopathic compounds in invasive *Solidagocanadensis* L. restrain the native European flora? / D. Abhilasha [et al] // J. Ecol. – 2008. – Vol. 96. – P. 993 – 1001.

4. Secondary metabolites from the invasive *Solidagocanadensis* L. accumulation in soil and contribution to inhibition of soil pathogen *Pythiummultimum* / S. Zang [et al] // App. soil ecol. – 2011. – Vol. 48. – P. 280–286.

5. Ингибитор трипсина из золотарника канадского (*Solidagocanadensis* L.): активность физико-химические свойства / О.А. Иванов, В.И. Домаш, Е.Л. Гвоздева, Е.В. Иевлева, Т.А. Валуева // Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2012. – № 3. – С. 33–37.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ β-ГАЛАКТОЗИДАЗЫ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА ПЕРМЕАТА МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Куликова И.К., Анисимов Г.С., Карасева А.В., Евдокимов И.А.
Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь,
kik-st@yandex.ru

В статье приведены результаты исследований активности фермента β-галактазидазы при проведении процесса гидролиза лактозы совместно с электродиализной обработкой пермеата.

Пермеат молочного сырья уже нашел довольно широкое применение в пищевой промышленности: в технологии хлебобулочных изделий, мороженого, молочных консервов, в супах и соусах для придания текстуры, в колбасных изделиях в качестве заменителя солей-фиксаторов окраски [4]. Одним из путей [1] улучшения органолептических показателей пермеатов молочного сырья является их обессоливание и ферментативная обработка. Глюкозо-галактозные сиропы повышают питательную ценность продуктов, улучшают технологические свойства. Сиропы рентабельны для внутризаводского использования в качестве альтернативного подслащивающего вещества, например, в сливочном мороженом или йогуртах [2, 3].

Для проведения процессов электродиализа и гидролиза в промышленных условиях обычно используется периодический способ, требующий затрат времени и поддержания температурного режима. Комбинированием процессов можно сократить время цикла и сэкономить энергоресурсы предприятия.

Целью проведения данных исследований являлось изучение каталитической активности β-галактозидазы при различных температурах в