

3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
4. Исследование компонентного состава эфирного масла *Ocimum basilicum* L. из растительного сырья Республики Беларусь / Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко, Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Труды БГТУ: Химия, технология органических веществ и биотехнология. – Минск: БГТУ, 2014. – № 4. – С. 194-196.
5. Методика постановки опытов с плодовыми, ягодными и цветочно-декоративными растениями / С. П. Потапов, А. А. Чумакова, Т. Г. Черных, А. А. Коваль. – Москва: Просвещение, 1982. – 239 с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посевного материала: сборник отраслевых регламентов. – Минск: Беларуская навука. – 2010. – 520 с.
7. Особенности агротехники и селекции базилика (*Ocimum* L.): рекомендации / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко. – Горки: БГСХА, 2015. – 28 с.
8. Сачивко, Т. В. Базилик: особенности селекции и возделывания / Т. В. Сачивко. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2015. – 128 с.
9. Сачивко, Т. В. Оценка различных сортов базилика по основным хозяйственно полезным признакам / Т. В. Сачивко // Вестник БарГУ. Серия: Биологические науки. Сельскохозяйственные науки. – 2016. – № 4. – С. 91-95.
10. Сачивко, Т. В. Фазы развития и продуктивность различных сортообразцов базилика / Т. В. Сачивко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Гродно: ГГАУ, 2012. – Т. 16. – С. 155-162.
11. Шкляров, А. П. Пряно-ароматические и лекарственные культуры в Беларуси (инновации, технологии, экономика и организация производства) / А. П. Шкляров. – Минск: БГАТУ, 2014. – 200 с.

УДК [633.63+635.11]:632.4

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ГНИЛЕЙ КОРНЕПЛОДОВ СВЕКЛЫ САХАРНОЙ И СТОЛОВОЙ IN VITRO

А. В. Свиридов

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28

e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: свекла сахарная и столовая, возбудители гнилей корнеплодов (*Phoma betae* Frank, *Penicillium expansum* Link., *Alternaria tenuis* Nees., *Botrytis cinerea* Pers. et Fr., *Sclerotinia sclerotiorum* (lib) de Bary, *Fusarium* sp., *Verticillium* sp.), взаимодействия между патогенами: опосредованная конкуренция, симбиоз и аменсализм.

Аннотация. В статье представлена информация о видовом составе патогенов, вызывающих гнили корнеплодов свеклы сахарной и столовой во время хранения. Изучены взаимоотношения между патогенами. Выявлены 3 типа взаимодействия: опосредованная конкуренция, симбиоз и аменсализм.

INTERACTION OF PATHOGENIC AGENTS OF SUGAR-BEET AND RED-BEET ROT IN VITRO

A. V. Svirydau

Educational institution «Grodno State Agrarian University»

28 Tereshkova St., 230008, Grodno, Belarus; e-mail: ggau@ggau.by

Key words: *sugar-beet and red-beet, agents of gray rot (Phoma betae Frank, Penicillium expansum Link., Alternaria tenuis Nees., Botrytis cinerea Pers. et Fr., Sclerotinia sclerotiorum (lib) de Bary, Fusarium sp., Verticillium sp.), interacting between agents: indirect competition, symbiosis and amensalism.*

Summary. *The article presents the information on the species composition of pathogenic agents that cause the sugar-beet red-beet rot during storage. The interacting between pathogenic agents has been studied. Three types of interaction have been determined: indirect competition, symbiosis and amensalism.*

(Поступила в редакцию 22.05.2017 г.)

Введение. Развитие патологического процесса, вызываемого возбудителями кагатной гнили свеклы сахарной и столовой, тесно связано со степенью агрессивности патогенов, их взаимоотношениями, устойчивостью растений-хозяев к фитопатогенам и экологическими условиями, складывающимися во время роста растений и хранения корнеплодов. Возбудителями гнилей корнеплодов свеклы являются грибы, относящиеся к различным таксономическим группам. М. И. Дементьева [1], К. В. Попкова [2] указывают на то, что данные патогены свеклы относятся к факультативным сапротрофам, или факультативным паразитам, которые способны инфицировать ткани корнеплодов только лишь через механические травмы, поражать физиологически ослабленные или мертвые ткани. Возбудители гнилей корнеплодов свеклы, развиваясь на одном питательном субстрате, находятся в определенных взаимоотношениях – от синергизма до антагонизма. А. А. Матасов [3], В. В. Нуждина, А. А. Матасов [3] выделяют 4 типа взаимодействия между возбудителями кагатной гнили свеклы: опосредованную конкуренцию, симбиоз, аменсализм и синергетическое взаимодействие. Исследований, посвященных изучению этих вопросов, в Республике Беларусь не проводились.

Цель работы: изучение взаимодействия между возбудителями гнилей свеклы, вызывающими поражение корнеплодов в условиях Беларуси.

Материал и методика исследований. Чистые культуры возбудителей гнилей свеклы сахарной и столовой выделяли на агаризованную картофельную среду из пораженных корнеплодов, хранящихся в

кагатах и хранилищах. Видовую принадлежность возбудителей гнилей определяли молекулярно-генетическим методом.

Взаимоотношения возбудителей гнилей свеклы *in vitro* изучали методом встречных культур. Диаметр колонии измеряли на 5-е сутки, массу мицелия – на 10-е сутки на электронных весах ВК-300. Для выявления взаимоотношений грибов при заражении корнеплодов проводили инокуляцию ломтиков различными комбинациями патогенов.

Инокуляцию корнеплодов спорообразующими грибами проводили 10-суточными культурами, характеризующимися высоким титром спор, определяемых с помощью камеры Горяева. Для заражения корнеплодов грибом *S. sclerotiorum*, не образующим конидий, использовали кусочки мицелия 5x5 мм 10-суточной культуры гриба.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований из пораженных тканей корнеплодов свеклы сахарной и столовой были выделены изоляты фитопатогенных грибов, которые в соответствии с характерными морфологическими признаками были отнесены к следующим видам: *Phoma betae* Frank, *Penicillium expansum* Link., *Alternaria tenuis* Nees., *Botrytis cinerea* Pers. et Fr., *Sclerotinia sclerotiorum* (lib) de Bary, *Fusarium* sp., *Verticillium* sp. Установленная видовая и родовая принадлежность выделенных патогенов была подтверждена методами ДНК-анализа [5].

С целью изучения патологического процесса, вызываемого возбудителями кагатной гнили, нами были определены взаимодействия патогенов свеклы *in vitro* методом встречных культур. Выявлено, что для грибов, вызывающих гнили корнеплодов свеклы, при хранении характерны 3 типа взаимодействия: опосредованная конкуренция, симбиоз и аменсализм. При опосредованной конкуренции отмечается совместное использование питательного субстрата, но без непосредственного столкновения организмов друг с другом. Нами отмечено несколько комбинаций грибов, которые развиваются по данному типу взаимодействия. Это совместное развитие таких грибов, как *S. sclerotiorum* + *A. tenuis*, *S. sclerotiorum* + *P. expansum*, *B. cinerea* + *A. tenuis*, *S. sclerotiorum* + *Fusarium* sp., *P. expansum* + *B. cinerea* и *P. expansum* + *A. tenuis* (рисунок 1).

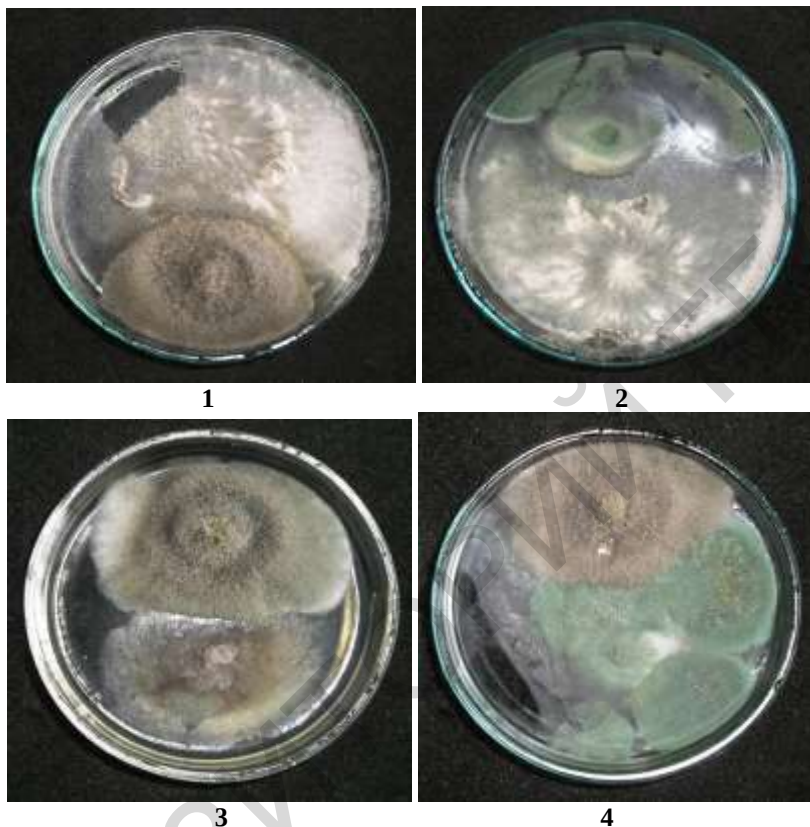


Рисунок 1 – Взаимодействие возбудителей гнилей корнеплодов свеклы *in vitro* по типу конкуренции

Примечание – 1. *S. sclerotiorum* + *A. tenuis*, 2. *S. sclerotiorum* + *P. expansum*, 3. *B. cinerea* + *A. tenuis*, 4. *P. expansum* + *A. tenuis*

При симбиозе устанавливается сожительство систематически близких или различных видов в аналогичных условиях, что дает им взаимную выгоду. По нашему мнению, такое взаимодействие устанавливается между комбинациями грибов *Fusarium* sp. + *A. tenuis* и *Fusarium* sp. + *P. expansum* (рисунок 2). В данном случае при совместном развитии не отмечается подавления их роста. Грибы свободно нарастают друг на друга.

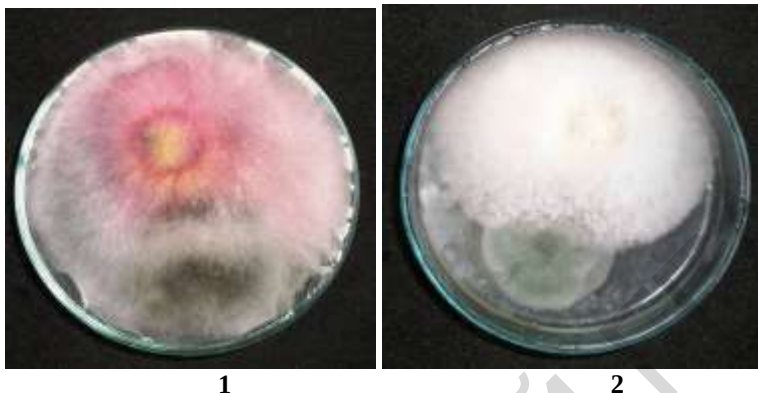


Рисунок 2 – Взаимоотношение возбудителей гнилей корнеплодов свеклы *in vitro* по типу симбиоза

Примечание – 1. *Fusarium sp.* + *A. tenuis*, 2. *Fusarium sp.* + *P. expansum*

Нами также обнаружен такой тип взаимодействия между грибами, как аменсализм, т. е. подавление одного организма другим без отрицательного воздействия со стороны подавляемого (рисунок 3).



Рисунок 3 – Взаимоотношение возбудителей гнилей корнеплодов свеклы *in vitro* по типу аменсализма (*Fusarium sp.* + *B. cinerea*)

Исследования показали, что грибы *S. sclerotiorum* и *Fusarium sp.* существенно подавляют развитие гриба *B. cinerea* в условиях *in vitro*.

Синергетического взаимодействия, при котором совместное действие значительно превышает эффект каждого из компонентов в отдельности, среди изучаемых нами комбинаций грибов мы не наблюдали.

Культивирование различных комбинаций возбудителей гнилей корнеплодов на КГА оказывает влияние на интенсивность линейного

роста и накопление биомассы изучаемых грибов. Выявлено, что при совместном развитии патогенов в большинстве случаев происходит снижение интенсивности роста грибов. Так, если гриб *S. sclerotiorum* на 10-е сутки формировал колонии диаметром 95,3 мм, то присутствие на питательной среде других патогенов приводило к уменьшению нарастания мицелия на 6,5-24,5 мм в зависимости от вида гриба. Подобная закономерность прослеживается и для некоторых других возбудителей кагатной гнили (таблица).

Таблица – Взаимодействие возбудителей кагатной гнили свеклы *in vitro* и при заражении корнеплодов

Возбудители кагатной гнили	Диаметр колонии, мм	Масса мицелия, мг	Степень поражения ткани корнеплода, балл	
			свекла сахарная	свекла столовая
<i>S. sclerotiorum</i>	95,3	167,7	3,0	3,5
<i>S. sclerotiorum</i> + <i>P. expansum</i>	70,8 + 37,3	153,5	1,5	-
<i>S. sclerotiorum</i> + <i>Fusarium sp.</i>	71,5 + 59,5	196,8	2,2	2,3
<i>S. sclerotiorum</i> + <i>A. tenuis</i>	74,8 + 46,8	215,8	3,0	3,0
<i>S. sclerotiorum</i> + <i>B. cinerea</i>	88,8 + 26,0	223,8	2,5	-
<i>Fusarium sp.</i>	85,7	152,3	1,5	2,3
<i>Fusarium sp.</i> + <i>P. expansum</i>	55,0 + 39,5	170,8	3,5	-
<i>Fusarium sp.</i> + <i>A. tenuis</i>	66,0 + 48,8	208,8	3,0	2,0
<i>Fusarium sp.</i> + <i>B. cinerea</i>	71,4 + 26,3	175,4	2,0	-
<i>A. tenuis</i>	57,1	128,8	1,5	3,5
<i>A. tenuis</i> + <i>P. expansum</i>	43,0 + 36,3	175,3	2,0	-
<i>A. tenuis</i> + <i>B. cinerea</i>	43,0 + 21,5	103,5	3,0	-
<i>B. cinerea</i>	52,0	174,7	1,5	-
<i>B. cinerea</i> + <i>P. expansum</i>	21,8 + 35,5	100,9	1,0	-
<i>Ph. betae</i>	36,0	28,0	2,0	3,3
<i>Ph. betae</i> + <i>Fusarium sp.</i>	29,0 + 50,0	139,0	1,5	2,5
<i>Ph. betae</i> + <i>P. expansum</i>	24,0 + 38,5	62,0	1,8	-
<i>Ph. betae</i> + <i>A. tenuis</i>	25,0 + 38,0	78,0	1,5	3,3
<i>Ph. betae</i> + <i>S. sclerotiorum</i>	24,0 + 66,0	82,0	2,5	3,0
<i>Ph. betae</i> + <i>B. cinerea</i>	27,0 + 29,0	65,0	2,0	-
<i>P. expansum</i>	64,7	95,3	2,8	-
<i>Verticillium sp.</i>	30,0	32,0	-	2,5
<i>Verticillium sp.</i> + <i>A. tenuis</i>	24,0 + 34,0	86,0	-	3,0
<i>Verticillium sp.</i> + <i>S. sclerotiorum</i>	22,0 + 70,0	124,0	-	3,3
<i>Verticillium sp.</i> + <i>Ph. betae</i>	24,0 + 28,0	58,0	-	3,0
<i>Verticillium sp.</i> + <i>Fusarium sp.</i>	25,0 + 47,0	135,0	-	2,3

Наряду с этим результаты лабораторных исследований показали, что при совместном заражении корнеплодов сахарной свеклы комбинациями грибов *Fusarium sp.* + *A. tenuis* и *Fusarium sp.* + *P. expansum* способствует более интенсивному развитию гнили.

Наблюдения, проведенные в производственных условиях, указывают на то, что несмотря на проявление конкурентных, антагонистических или симбиотических взаимоотношений между возбудителями гнилей ежегодно отмечается заражение корнеплодов патогенами и развитие кагатной гнили в процессе хранения свеклы. Причем на корнеплодах отмечаются симптомы проявления, вызванные как отдельными грибами, так и признаки, характерные для нескольких патогенов.

Следовательно, заражение и развитие инфекции во время хранения корнеплодов свеклы может происходить по следующим направлениям:

1. По типу моноинфекции, т. е. определенный гриб, например, *S. sclerotiorum* вызывает инфицирование тканей корнеплодов свеклы и при этом вызывает типичные только ему симптомы проявления гнили (белую гниль).

2. По типу смешанной инфекции, когда в заражении тканей корнеплодов свеклы принимают участие несколько патогенов. В таком случае, даже несмотря на проявление конкурентных, антагонистических взаимодействий между патогенами, отмечается развитие патологического процесса, но четко выраженные симптомы проявления, вызванные отдельными патогенами, отсутствуют. В данном случае на корнеплодах развивается смешанная гниль.

Заключение. Таким образом, нами выделено 3 типа взаимодействия между возбудителями кагатной гнили свеклы: опосредованная конкуренция, симбиоз и аменсализм. Опосредованная конкуренция характерна для таких комбинаций грибов, как *S. sclerotiorum* + *A. tenuis*, *S. sclerotiorum* + *P. expansum*, *B. cinerea* + *A. tenuis*, *S. sclerotiorum* + *Fusarium sp.*, *P. expansum* + *B. cinerea* и *P. expansum* + *A. tenuis*, симбиоз – для *Fusarium sp.* + *A. tenuis* и *Fusarium sp.* + *P. expansum*. Исследования показали, что грибы *S. sclerotiorum* и *Fusarium sp.* существенно подавляют развитие гриба *B. cinerea* в условиях *in vitro*, т. е. этим грибам присущ аменсализм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дементьева, М. И. Фитопатология : учебник / М. И. Дементьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1977. – 368 с.
2. Общая фитопатология : учебник / К. В. Попкова [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Дрофа, 2005. – 445 с.
3. Матасов, А. А. Изучение корневых и кагатной гнилей сахарной свеклы при создании устойчивого исходного селекционного материала : дис. ... канд. биол. наук : 06.01.05 / А. А. Матасов. – Рамонь, 2003. – 198 л.
4. Нуждина, В. В. Учет корневых гнилей и классификация селекционного материала сахарной свеклы на устойчивость к почвенным фитопатогенам : метод. указания / В. В. Нуждина, А. А. Матасов. – Воронеж : Истоки, 2003. – 24 с.

5. Свиридов, А. В. Агробиологическое обоснование развития гнилей корнеплодов свеклы сахарной и столовой и разработка системы защиты по ограничению их вредоносности в Республике Беларусь : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.07 / А. В. Свиридов. – Гродно, 2016. – 48 с.

УДК 633.63:632.482.13:628.852.2

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА РАЗВИТИЕ КАГАТНОЙ ГНИЛИ КОРНЕПЛОДОВ СВЕКЛЫ САХАРНОЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

А. В. Свиридов

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь
(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28
e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: корнеплоды сахарной свеклы, возбудители кагатной гнили, влияние температуры на развитие гнилей, частота встречаемости кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы.

Аннотация. Генетические исследования, проведенные с помощью методов ДНК-анализа, указывают на то, что возбудителями кагатной гнили корнеплодов свеклы сахарной являются грибы *A. tenuis*, *Ph. betae*, *B. cinerea*, *S. sclerotiorum*, *P. expansum*, *Fusarium* sp. Показано влияние температуры воздуха на заражение корнеплодов свеклы патогенами и развитие инфекционного процесса. Проведенные исследования позволили определить частоту встречаемости возбудителей кагатной гнили во время хранения корнеплодов свеклы сахарной.

TEMPERATURE EFFECT ON GRAY ROT OF SUGAR-BEET ROOTS IN MANUFACTURING ENVIRONMENTS

A. V. Svirydau

Educational institution «Grodno State Agrarian University»
28 Tereshkova St., 230008, Grodno, Belarus; e-mail: ggau@ggau.by

Key words: roots of sugar beet, agents of gray rot, temperature effect on gray rot, rate of gray rot of roots of sugar beet.

Summary. The results of genetics researches made by DNA analysis methods showed that the agents of gray rot of sugar-beet are fungi such as *A. tenuis*, *Ph. betae*, *B. cinerea*, *S. sclerotiorum*, *P. expansum*, *Fusarium* sp. It was determined that the infection of sugar-beet roots by pathogenic agents and infection process depends on the effect of atmospherical temperature. The rate of gray rot agents at the time of storage was determined during undertaken researches.