

2. Аутко, А.А. Эффективность применения минеральных и органических удобрений при возделывании пряно-ароматических и лекарственных растений / А.А. Аутко, О.В. Пожняк // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1. – 157–161 с.
3. Вильдфлуш, И.Р. Агрохимия / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; – Минск: Урожай, 1995. – 480 с.
4. Терехин, А.А. Технология возделывания лекарственных растений: Учеб. пособие. – Москва: РУДН, 2008. – 201 с.

УДК 633.63:632.481.12 (476)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КАГАТНОЙ ГНИЛИ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

**В.В. Просвиряков, А.В. Свиридов**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

*(Поступила в редакцию 18.07.2014)*

**Аннотация.** Установлено влияние температуры, относительной влажности воздуха и кислотности среды на рост колоний возбудителей. Также определено влияние относительной влажности воздуха и капельножидкой влаги на прорастание конидий патогенов, влияние температуры на прорастание конидий и на интенсивность поражения ткани ломтика корнеплода сахарной свеклы.

**Summary.** The influence of temperature, relative humidity and acidity of environment on the growth of colonies of pathogens have been established. The effect of relative humidity of air and liquid droplet of moisture on the germination of conidia of pathogens, the effect of temperature for conidia germination and on the degree of tissue damage of sugar beet have been determined too.

**Введение.** В загнивании корнеплодов свеклы при хранении принимают участие многие виды грибов и бактерий, однако преобладание того или иного вида зависит от различных экологических факторов. Доминантными возбудителями кагатной гнили сахарной свеклы в условиях Республики Беларусь являются грибы родов *Botrytis*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Sclerotinia* [1]. Экологические условия окружающей среды оказывают влияние как на возбудителя заболевания, так и на растение-хозяина. Они могут либо сдерживать, либо активизировать развитие патогенов. С изменением экологических условий происходит снижение или повышение устойчивости растений к возбудителям заболеваний. Изучение биоэкологических особенностей возбудителей болезней необходимо проводить в каждом районе возделывания растения-хозяина, так как биология возбудителей изменяется под влиянием естественноисторических, а главным образом – климатических и агротехнических условий, и оказывается иной по сравне-

нию с той, которая наблюдалась в других районах [2]. Поэтому изучение экологии фитопатогенных микроорганизмов крайне необходимо при разработке системы мероприятий по защите растений.

**Цель работы** – изучение экологических особенностей возбудителей кагатной гнили сахарной свеклы.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводили в лаборатории УО «ГГАУ» в 2007-2009 гг. Для определения диаметра мицелия, размера спор, длины ростков проросших конидий использовали компьютерную систему «Биоскан» (Республика Беларусь) на базе микроскопа ЛОМО МИКМЕД-2 и цветной цифровой видеокамеры PHILIPS HIP-7830 под управлением операционной системы Windows.

Влияние температуры на рост возбудителей гнилей в чистой культуре определяли выдерживанием грибов в камере хладотермостата ХТ-3/70-1 при температуре от 0 до +35°C. Исследования проводили на 6-ти возбудителях кагатной гнили в 4-кратной повторности. Диаметр колонии определяли на 5-е сутки [3].

Влияние относительной влажности воздуха на рост вегетативного тела грибов определяли в атмосфере, создающейся над насыщенным водным раствором солей NaCl, KCl, KNO<sub>3</sub> и дистиллированной воды при температуре 22 °C [3].

Влияние pH среды на развитие возбудителей гнилей выясняли путем добавления к ней расчетных количеств 10% раствора NaOH и 10% раствора HCl [3]. Патогены культивировали на картофельно-глюкозной среде в термостате при температуре 22 °C.

Для инокуляции ломтиков корнеплодов спорообразующими грибами использовали 10-дневную культуру в момент массового образования спор. Титр рабочей суспензии определяли с помощью камеры Горяева. Грибом *S. sclerotiorum*, который не образует конидий, заражение ломтиков корнеплодов проводили кусочками мицелия 5x5 мм 10-дневной культурой гриба. Зараженные ломтики корнеплодов помещались в стерильные эксикаторы на увлажненную фильтровальную бумагу.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Температура является одним из важнейших факторов, влияющих как на характер роста и развитие патогена, так и на сохранение его жизнеспособности в течение зимнего периода. Для роста и развития каждого вида гриба характерен определенный диапазон температур (от минимальной до максимальной), который определяет границы его выживания и сохранения в природе.

В ходе лабораторного опыта была прослежена динамика линейного роста колоний изучаемых грибов в зависимости от температуры окружающей среды (рисунок 1).

В результате исследований установлено, что развитие патогенов возможно в широких температурных пределах, начиная с +3°C до +35°C. Большинство грибов, вызывающих кагатную гниль, являются мезофилами. Так, для гриба *Ph. Betae* оптимальная температура развития составляет 18-20°C. Для грибов *A. Tenuis*, *B. cinerea* и *S. sclerotiorum* температурный оптимум лежит в пределах 20-23°C, для рода *Fusarium* 24-26°C, а для рода *Penicillium* оптимальная температура 25-28°C (рисунок 1).

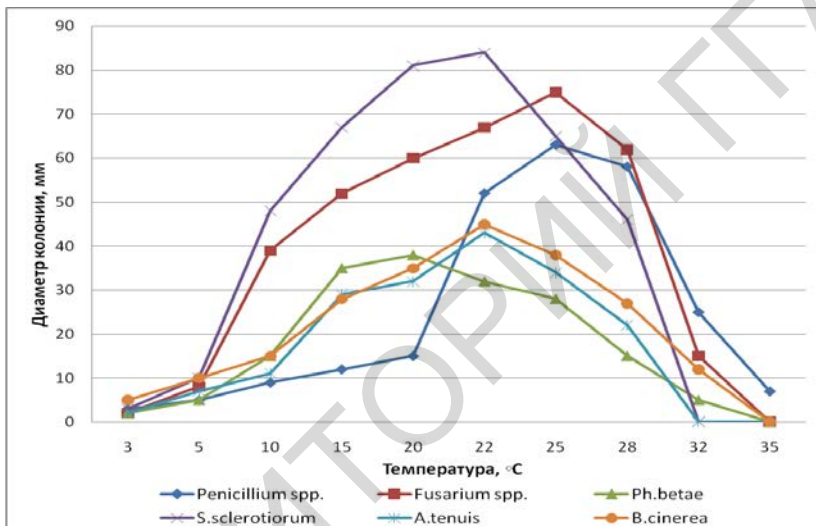


Рисунок 1 – Влияние температуры на линейный рост колоний возбудителей кагатной гнили сахарной свеклы (УО «ГГАУ», лабораторный опыт, 2007-2009 гг.)

Другим важным условием, определяющим жизнеспособность возбудителей гнили корнеплодов, является относительная влажность воздуха.

Большинство грибов, особенно представители почвенной микобиоты, развиваются при высокой влажности субстрата и окружающей среды. В то же время избыточное увлажнение почвы для многих грибов неблагоприятно, так как при нем снижается доступ кислорода, необходимого для их жизнедеятельности.

В производственных условиях корнеплоды сахарной свеклы хранятся при такой относительной влажности воздуха, которая сложилась в окружающей среде. Для осенне-зимнего периода в Республике Беларусь она составляет 80-100% [4]. Поэтому нами изучено действие

разных уровней относительной влажности воздуха на рост возбудителей гнилей – от 75 до 100% (рисунок 2).

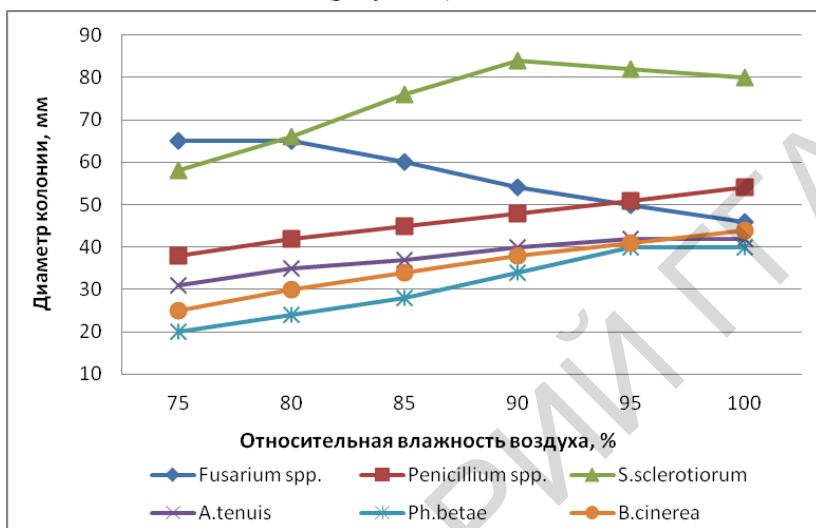


Рисунок 2 – Влияние относительной влажности воздуха на линейный рост колоний возбудителей гнили корнеплодов (УО «ГГАУ», лабораторный опыт, 2007-2009 гг.)

Выявлено, что интенсивность нарастания мицелия большинства возбудителей гнили находится в прямой корреляционной зависимости от относительной влажности воздуха – чем выше относительная влажность воздуха, тем активнее развиваются грибы, т.е. они относятся к гигрофилам. Данная закономерность отмечена нами в пределах влажности воздуха от 75 до 100%. Исключение составляют почвенные грибы рода фузариум, являющиеся мезофилами. Оптимальная относительная влажность воздуха для них составила 75-80%, при дальнейшем увеличении влажности рост колоний замедлялся. Также отмечено некоторое снижение интенсивности нарастания мицелия у колонии гриба *S. sclerotiorum* (оптимум около 90%). Надо отметить, что у многих возбудителей при повышении относительной влажности воздуха до 100% линейный рост колонии несколько уменьшается, например, у *A. tenuis*, *Ph. betae*, при этом наблюдается рост ее объема, т.е. колонии становятся пышными и пушистыми.

Реакция среды также играет определенную роль в развитии грибов. Обычно они предпочитают слабокислую реакцию среды (рН 4-6), но есть виды, для которых благоприятны более кислые или, наоборот,

нейтральные и даже щелочные субстраты. Учитывая то, что часть жизненного цикла возбудителей кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы протекает в почве, на развитие патогенов в период вегетации оказывают влияние почвенные условия, в том числе и уровень pH почвенного раствора. Нами изучено влияние различных уровней pH (от 3 до 10) на рост возбудителей гнили в чистой культуре (рисунок 3).

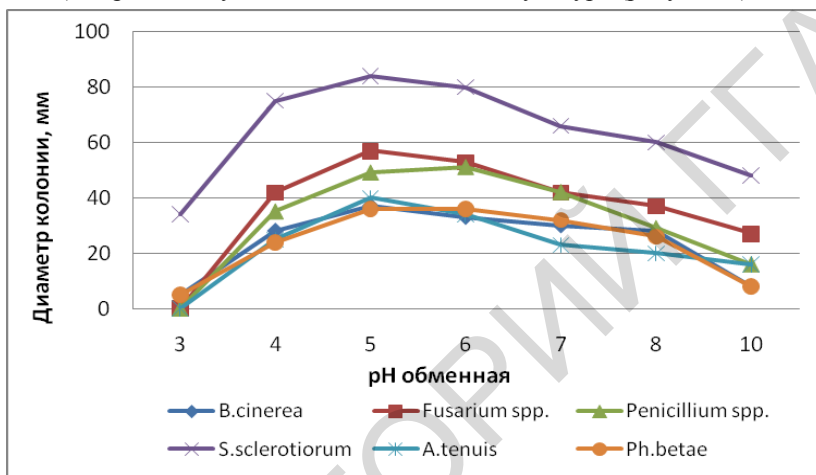


Рисунок 3 – Влияние pH среды на линейный рост колоний возбудителей гнили корнеплодов (УО «ГГАУ», лабораторный опыт, 2007-2009 гг.)

Выявлено, что наибольший диаметр колоний грибов *B. cinerea*, *A. tenuis*, *S. sclerotiorum* и *Fusarium spp.* наблюдается при pH=5, *Penicillium spp.* при pH=6, а для *Ph. Betae* pH=5-6. Следовательно, можно сделать вывод, что эти микроорганизмы являются факультативными ацидофилами.

В комплексе факторов, оказывающих влияние на взаимоотношения, складывающиеся между возбудителями гнилей и растением сахарной свеклы, большое значение имеет температура и относительная влажность воздуха при заражении растения-хозяина. Температура окружающей среды влияет на рост мицелия возбудителей гнилей и развитие болезни, а от влажности зависит сама возможность инфицирования корнеплодов. Несмотря на то, что влажность важна лишь при прорастании спор и внедрении грибов в ткани, роль её в инфекционном процессе значительна. В связи с этим нами изучено влияние относительной влажности воздуха, капельножидкой влаги на прорастание ко-

нидий возбудителей гнилей. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние относительной влажности воздуха и капельножидкой влаги на прорастание конидий (в процентах через 24 часа, УО «ГГАУ», лабораторный опыт, 2007-2009 гг.)

Возбудитель	Относительная влажность воздуха, %					Капельножидкая влага	
	75	80	85	90	95		100
	% проросших конидий						
<i>B.cinerea</i>	0	0	0	0	0	10	95
<i>Fusarium spp.</i>	0	0	0	0	0	12	98
<i>A.tenuis</i>	0	0	0	0	0	8	82
<i>Penicillium spp.</i>	0	0	0	0	0	15	97
<i>Ph.betae</i>	0	0	0	0	0	6	30

Из полученных данных видно, что конидии возбудителей кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы прорастают наиболее интенсивно в капельножидкой влаге, и лишь незначительная их часть – при относительной влажности воздуха 100%.

Нами также определено влияние температуры окружающей среды на прорастание конидий изучаемых грибов. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Выявлено, что у *B. cinerea* конидии могут прорасти в диапазоне температур от 2 до 32°C, а наиболее благоприятные условия складываются при 22°C. В этом случае уже через 5 часов отмечается начало прорастания конидий. Через 24 часа прорастает 82% конидий, а длина ростков достигает 89,1±1,2 мкм.

Для прорастания конидий *Fusarium spp.* оптимальной является температура от 20 до 25°C в зависимости от вида патогена. В этом случае отдельные конидии дают росток уже через 4 часа. Прорастает одна, чаще крайняя, или одновременно 2-3 клетки конидии. Через 24 часа при температуре 22°C прорастает 96% конидий, а длина ростков составляет 228,3±2,5 мкм.

Конидии гриба *A. tenuis* способны давать росток при температуре от 2 до 32°C. Скорость прорастания и длина проросших ростков также зависят от температуры окружающей среды. Оптимум для прорастания конидий *A. tenuis* – 22°C. При такой температуре уже через 4 часа у некоторых конидий начинают образовываться гифальные ростки. Через 24 часа прорастает 78% спор, а длина ростков достигает 184,7±1,8 мкм.

У гриба *Ph. betae* наиболее благоприятные условия складываются при 20 °C. В этом случае уже через 3 часа отмечается начало прорастания конидий. По прошествии 24 часов прорастает 30% спор, а длина ростков через 24 часа достигает 51,5±1,1 мкм.

Для грибов рода *Penicillium* оптимальными температурами являются 22-30°C с максимальными значениями (86% проросших спор с длиной ростовой трубки 78,2±1,2) при 25°C (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние температуры воздуха на прорастание конидий, возбудителей кагатной гнили (УО «ГГАУ», лабораторный опыт, 2007-2009 гг.)

Показатели	Температура, °C										
	0	2	5	10	15	20	22	25	30	32	35
<i>B. cinerea</i>											
1*	0	17	15	13	10	7	5	8	12	0	0
2*	0	8	15	35	48	60	82	56	35	0	0
3*	0	10,5 ±0,6	18,8 ±0,7	28,8 ±0,9	48,1 ±1,0	50,2 ±1,0	89,1 ±1,2	64,6 ±1,1	41,4 ±1,0	0	0
<i>Fusarium spp.</i>											
1*	0	22	18	13	10	6	4	5	8	16	0
2*	0	3	16	34	69	82	96	84	62	4	0
3*	0	8,9± 0,7	20,5 ±0,8	39,8 ±1,1	83,9 ±2,3	120,1 ±1,5	228,3 ±2,5	201,4 ±1,7	61,1 ±1,3	12,1 ±0,8	0
<i>Alternaria tenuis</i>											
1*	0	18	14	12	8	5	4	5	7	17	0
2*	0	8	24	32	40	48	78	50	35	20	0
3*	0	9,8± 0,6	18,3 ±0,9	28,5 ±0,9	39,5 ±1,0	121,2 ±1,4	184,7 ±1,8	127,2 ±1,5	26,9 ±1,2	11,9 ±0,7	0
<i>Phoma betae</i>											
1*	0	14	10	8	6	3	4	6	8	12	0
2*	0	4	10	15	21	30	26	24	12	6	0
3*	0	6,9± 0,6	15,6 ±0,5	27,5 ±1,0	37,7 ±0,9	51,5 ±1,1	41,3 ±1,1	35,1 ±0,9	16,6 ±0,6	7,3 ±0,6	0
<i>Penicillium spp.</i>											
1*	0	16	13	12	10	5,5	5	3	4	9	0
2*	0	8	29	40	51	68	78	86	75	22	0
3*	0	7,7± 0,6	16,4 ±0,9	28,5 ±0,9	43,0 ±1,0	62,7 ±1,2	76,0 ±1,5	78,2 ±1,2	64,2 ±1,4	11,9 ±0,7	0

Примечание – 1\* – начало прорастания конидий, часов, 2\* – проросло конидий через 24 часа, %, 3\* – длина ростков через 24 часа, мкм.

Как мы видим, в большинстве случаев температуры, обеспечивающие оптимальный линейный рост колоний и оптимальное прорастание конидий, практически совпадают.

Температура является одним из регулирующих факторов в развитии инфекционного процесса, так как её действие сказывается как на возбудителе, так и на растении-хозяине и их взаимоотношениях. Она влияет на жизнеспособность конидий, скорость их прорастания, образование ростовых трубок, длину инкубационного периода и, особенно, на агрессивность возбудителей гнилей корнеплодов. В связи с этим

нами определено действие температуры воздуха на интенсивность поражения ткани корнеплодов сахарной свеклы (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние температуры воздуха на интенсивность поражения ткани ломтиков корнеплодов сахарной свеклы (УО «ГГАУ», лабораторный опыт, 2007-2009 гг.)

Температура, °С	Поражение ткани корнеплода (на 10-е сутки), балл					
	<i>B.cinerea</i>	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Ph. betae</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>A.tenuis</i>	<i>S.sclerotiorum</i>
3	0	0	0	0	0	0
5	0,25	0	0	0,5	0	0
10	0,5	0,75	0,25	0,75	0,25	0,75
15	0,75	1,0	0,75	1,5	0,75	1,0
18	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	1,5
20	1,25	1,75	1,5	1,75	1,5	2,0
22	1,25	2,0	1,25	1,75	1,5	2,25
25	1,0	2,25	0,75	2,0	1,0	1,5
28	0	2,0	0,5	1,75	0,5	1,0
32	0	0	0	0,25	0	0

Заражение растений патогенами наблюдается при температуре 10°С и выше, за исключением более холодолюбивых *B. cinerea* и грибов рода *Penicillium*. Отмечено поражение ими ткани корнеплодов при температуре 5°С.

Оптимальная же температура для патологического процесса, вызываемого *Ph. Betae*, складывается при 20°С, *B. cinerea*, *A. tenuis* и *S. sclerotiorum* около 22°С, для грибов *Fusarium spp.* и *Penicillium spp.* – 22-28°С. Стоит отметить, что грибы рода *Penicillium* способны поражать корнеплоды и при температуре более 30°С.

**Заключение.** Из полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Развитие патогенов в чистой культуре возможно в широких диапазонах температур, начиная от 3°С до 35°С. Так, для гриба *Ph. Betae* оптимальная температура развития составляет 18-20°С. Для грибов *A. Tenuis*, *B. cinerea* и *S. sclerotiorum* температурный оптимум лежит в пределах 20-23°С, для рода *Fusarium* 24-26°С, а для рода *Penicillium* оптимальная температура 25-28°С..

2. Чем выше относительная влажность воздуха (в пределах от 75 до 100%), тем активнее развиваются грибы, за исключением грибов рода *Fusarium* (оптимум 75-80%) и *S. Sclerotiorum* (оптимум 90%).

3. Наибольший диаметр колоний грибов *B. cinerea*, *A. tenuis*, *S. sclerotiorum* и *Fusarium spp.* наблюдается при pH=5, *Ph. betae* при pH=5-6, а *Penicillium spp.* при pH=6.

4. Конидии возбудителей кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы активнее прорастают в капельножидкой влаге.



5. Оптимальная температура для патологического процесса, вызываемого *B. cinerea*, *Ph. betae*, *A. tenuis* и *S. sclerotiorum* складывается при 20-22 °С, для грибов *Fusarium* spp. и *Penicillium* spp. – 22-28°С.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Свиридов, А.В. Видовой состав возбудителей кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы / А.В. Свиридов, В.В. Просвиряков // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Учреждение образования “Гродн. гос. аграр. ун-т”; под ред. В.К. Пестиса. – Гродно, 2006. – Т. 1: Сельскохозяйственные науки (Агрономия). – 332–336 с.
2. Наумов, Н.А. Основные закономерности географического распределения болезней сельскохозяйственных растений / Н.А. Наумов // Тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та защиты растений / под общ. ред. М.К. Хохрякова, М.Е. Владимирской, В.И. Потлайчук. – Л., 1972. – Вып. 33. – 17–27 с.
3. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / сост. М.К. Хохряков; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – Л., 1969. – 67 с.
4. История и современное состояние географического изучения Белоруссии: Учеб. Пособие / Б.Н. Гурский, С.А. Польский, М. Вагнер и др. // Под ред. Б.Н. Гурского. - Мн., 1988. – 85 с.

УДК 633.423:633.791:663.44

### **НАКОПЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА – КСАНТОГУМОЛА В УКРАИНСКИХ СОРТАХ ХМЕЛЯ**

**Л.В. Проценко, О.В. Свирчевская, Р.И. Рудык, Т.П. Гринюк, А.С. Власенко**

Институт сельского хозяйства Полесья НААН Украины,  
г. Житомир, Украина

*(Поступила в редакцию 01.07.2014 г.)*

**Аннотация.** В статье освещено современное состояние знаний о пре-нилфлавоноидах хмеля. Отмечено, что по данным зарубежных исследований в пре-нилфлавоноидах были выявлены значительные антиоксидантные, антивирусные, антимикробные, противовоспалительные и антиканцерогенные свойства.

Исследовано количественное содержание ксантогумола в сортах хмеля украинской селекции. Установлено, что максимальное количество ксантогумола содержится в шишках хмеля сортов Руслан и Ксанта – 1,14 и 1,05% соответственно. Наименьшее его количество определено в шишках хмеля горького сорта Альта. Содержание ксантогумола в шишках хмеля зависит от селекционного сорта и является сортовым признаком, генетически закрепленным в каждом сорте. Показана сравнительная характеристика с зарубежными аналогами.

Приведены результаты исследований по накоплению ксантогумола и альфа-кислот в шишках хмеля сорта Руслан во время формирования и созревания шишек. Установлено, что максимальное количество ксантогумола формируется в шишках хмеля в фазе полной технической спелости.