

сказанного следует, что ингибирующее действие карена проявляется в замедлении фазы роста мицелия. По мере снижения содержания карена в среде накопление сухого веса мицелия возрастает и постепенно приближается к контрольному.

Таким образом, компоненты живицы α - и β -пинен, Δ^3 -карен и терпинолен при введении их в питательную среду оказывают ингибирующее действие на накопление биомассы и на скорость линейного роста мицелия корневой губки в чистой культуре. Наибольшее подавляющее действие на рост гриба оказывал терпинолен.

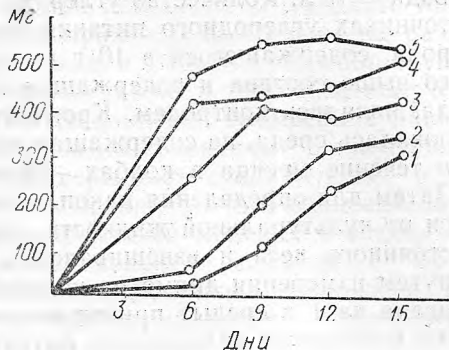


Рис. 3. Накопление биомассы мицелия корневой губки на среде с кареном: 1 — 0,75 мл; 2 — 0,5 мл; 3 — 0,25 мл; 4 — 0,1 мл; 5 — контроль (без карена).

ЛИТЕРАТУРА

- Якимова П. А. 1957. Фитонциды и их роль в природе. Л. Cobb F. W., Jr. M. Krstic, E. Zawarin, H. W. Berber. 1968. Inhibitory effects of volatile oleoresin components on *Fomes annosus* and four *Ceratocystis* species. „Phytopathology“, N 58. Shrimpton D. M., H. S. Whitney. 1968. Inhibition of growth of blue stain by wood extractives. Can. J. Bot., N 46. Bega R. V., J. Tarry. 1966. Influence of pine root oleoresins on *Fomes annosus*. „Phytopathology“, N 56. Положенцев П. А., Золотов Л. А., Латыш В. Г. 1970. О составе и токсичности живицы сосны в очагах корневой губки. Лесной ж., № 2.

ПОТРЕБНОСТЬ ОПЕНКА *Armillariella mellea* (Fr.) Karst В ИСТОЧНИКАХ УГЛЕРОДНОГО ПИТАНИЯ

С. В. БАДЯИ

(Белорусский научно-исследовательский институт защиты растений)

Широкое распространение опенка, способность паразитировать на многих древесных породах определяют присущими ему особенностями обмена веществ, характером питания, позволяющими использовать содержимое клеток растения-хозяина в качестве питательного субстрата. В связи с этим изучение потребности опенка в различных источниках питания имеет большое значение для познания сущности его паразитизма.

Вопросы физиологии питания дереворазрушающих грибов привлекают внимание многих исследователей.

В настоящей работе приводятся результаты исследования влияния различных источников углерода на рост мицелия опенка в чистой культуре.

В опыте были использованы различные углеродсодержащие вещества: моносахариды (*D*-ксилоза, *D*-рибоза, *L*-арабиноза, *D*-глюкоза, *D*-манноза, *D*-фруктоза, *D*-галактоза), многоатомные спирты (маннит, дульцит, инозит), полисахариды (мальтоза, лактоза, α - α -трегалоза, раффиноза, крахмал), а также соли органических кислот (уксуснокислый натрий, кальций, лимоннокислое железо, лимоннокислый натрий, шавелевокислый натрий). В качестве основной питательной среды, к которой добавлялись различные источники углерода, была применена по-

лусинтетическая среда следующего состава: аспарагин—2 г. K_2HPO_4 —1. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ —0,5 г. дрожжевой автолизат — 100 мл, водопроводная вода — 1 л. Количество углерода во вносимых в питательную среду источниках углеродного питания было эквивалентным количеству углерода, содержащегося в 10 г глюкозы. Питательная среда, приведенного выше состава и содержащая глюкозу в качестве источника углерода, являлась контролем. Кроме указанных вариантов, в опыте использовалась среда, не содержащая источника углерода. Гриб выращивался в течение месяца в колбах Эрленмейера при температуре 23—25°C. Затем для определения накопления биомассы мицелий отфильтровывался от культуральной жидкости, промывался водой, высушивался до постоянного веса и взвешивался. Линейный рост мицелия определялся путем измерения диаметра колоний на агаризованной среде (20 г агара на 1 л среды) приведенного выше состава с использованием тех же источников углеродного питания. Диаметр колоний измерялся ежедневно в течение месяца.

Полученные данные приведены в табл. 1, 2. Они свидетельствуют о том, что опенок способен усваивать разнообразные углеводы, относя-

Таблица 1

Рост мицелия опенка на жидкой питательной среде с различными источниками углеродного питания

Источники углеродного питания	Вес мицелия		±σ	F фактическое	pH среды
	мг $M \pm m$	% от контроля			
D-ксилоза	250,9± 5,92	81,5	10,270	3,99	5,4
D-рибоза	114,8± 3,32	37,3	5,753	14,42	5,7
L-арабиноза	85,2± 2,68	27,7	4,650	16,82	6,5
D-глюкоза	307,8±12,96	100	22,453		6,0
D-манноза	302,1± 6,61	98,1	11,452	0,39	5,9
D-фруктоза	278,9±14,66	90,6	25,400	1,48	6,0
D-галактоза	46,0± 6,01	14,9	10,421	18,33	7,1
Маннит	227,6±14,42	73,9	24,990	4,14	5,6
Дульцит	52,3± 1,43	16,9	2,488	19,58	6,7
Инозит	22,2± 2,92	7,21	5,074	21,49	6,8
Мальтоза	182,3± 4,00	59,2	6,939	9,25	5,5
Лактоза	46,9± 2,70	15,2	4,690	19,70	6,3
α-α-трегалоза	248,1± 8,41	80,6	14,580	3,86	5,3
Раффиноза	41,5± 2,39	13,5	4,139	20,21	6,9
Крахмал	300,0± 10,35	97,5	17,930	0,47	6,3
Уксуснокислый натрий	14,9± 0,80	4,8	1,399	21,78	6,7
Молочнокислый кальций	81,7± 5,71	26,5	9,893	15,97	6,1
Лимоннокислое железо	0	0	—	—	3,5
Лимоннокислый натрий	14,9± 0,80	4,8	1,399	21,78	5,2
Щавелевокислый натрий	0			—	6,1
Без источника углеродного питания	22,5± 2,48	7,3	4,297	21,62	7,0

Примечание. F табличное 2,12 при $P=0,05$; 2,92 при $P=0,01$.

щиеся к различным группам. Из исследованных моносахаридов гексозы наиболее интенсивно используются опенком. Из гексоз глюкоза, манноза, фруктоза биологически самые важные для опенка, обеспечивающие самое высокое накопление биомассы и развитие типичных морфологических признаков, свойственных для его роста в чистой культуре. Небольшие различия в накоплении биомассы, которые наблюдаются между данными вариантами и контролем (среда, содержащая в качестве источника углерода глюкозу), статистически недостоверны. Ми-

целий формировался пышный с четко очерченным краем, сначала снежно-белого, затем шоколадно-коричневого цвета разных оттенков. В нашем опыте использование в качестве источника углеродного питания глюкозы, фруктозы, маннозы благоприятно сказывалось на развитии ризоморф опенка. При использовании в качестве источника углеродного питания галактозы, относящейся также к гексозам, получены значительно более низкие результаты. Накопление биомассы в данном случае было в 6 с лишним раз меньшим по сравнению с контролем (14,9%). Полученные результаты подтверждают существующее в литературе мнение о том, что усвояемость органических соединений определяется составом, структурой и конфигурацией молекул в соединениях Лилли, Барнетт, 1953). Строение молекул маннозы и фруктозы, начиная с 3-го по 6-й атом углерода одинаково с глюкозой. Вероятно, поэтому и усвояемость этих соединений почти эквивалентна глюкозе.

Таблица 2

Рост мицелия опенка на агаризованной среде с различными источниками углеродного питания

Источники углеродного питания	Диаметр колонии, мм			
	7 суток	14 суток	21 суток	28 суток
D-ксилоза	9	24	32	40
D-рибоза	7	17	25	35
L-арабиноза	10	22	30	32
D-глюкоза	9	24	48	54
D-манноза	9	25	47	57
D-фруктоза	10	24	33	45
D-галактоза	7	20	30	34
Маннит	9	23	35	40
Дульцит	9	20	30	35
Инозит	10	20	25	29
Мальтоза	10	24	40	55
Лактоза	10	20	27	30
α -D-трегалоза	9	21	40	56
Раффиноза	10	22	26	32
Крахмал	10	23	35	40
Молочнокислый кальций	10	23	36	40
Лимоннокислый натрий	6	12	15	20
Уксуснокислый натрий	0	0	0	0
Лимоннокислое железо	0	0	0	0
Щавелевокислый натрий	0	0	0	0
Без источника углерода	8	18	28	33

Пентозы, встречающиеся в природных условиях чаще всего в виде сложных сахаров, менее интенсивно используются опенком. Из исследованных пентоз наибольшее накопление биомассы (81,5% от контроля) наблюдалось на среде, содержащей ксилозу в качестве источника углеродного питания. На среде, содержащей рибозу и арабинозу, накопление биомассы происходило менее интенсивно и к концу опыта составляло 27,7—37,3% от контроля. Внесение в питательную среду ксилозы характеризовалось замедлением линейного роста мицелия гриба по сравнению с контролем, ризоморфная продукция была небольшой, мицелий слабо пигментирован. Гриб, выросший на среде, содержащей рибозу, отличался плотным шоколадно-коричневого цвета мицелием и отсутствием ризоморф. При использовании арабинозы в качестве источника углерода наблюдался слабый линейный рост мицелия с едва выраженной бледной пигментацией и отсутствием ризоморф в культуре.

Из многоатомных спиртов, образуемых восстановлением альдегидной или кетогруппы простых сахаров, хороший рост опенка в культуре имел место при внесении в питательную среду маннита, относящегося к группе 6-атомных спиртов и сходного по своему строению с глюкозой. Благоприятное влияние маннита при культивировании дериозо-разрушающих грибов отмечается также другими исследователями (Частухин, 1938; Федоров, Стайченко, 1968). Накопление биомассы при использовании этого источника углеродного питания составило 73,9%, в то время как внесение в питательную среду других многоатомных спиртов — дульцита и инозита дало неудовлетворительные результаты (16,9 и 7,1% соответственно по сравнению с контролем). Известно, что инозит является фактором роста для некоторых грибов. В инозите нуждаются многие штаммы дрожжей, для некоторых из них он абсолютно необходим (Лилли, Барнетт, 1953; Беккер, 1963). Отрицательное влияние инозита на рост опенка в культуре свидетельствует о том, что либо опенок не нуждается вовсе в этом факторе роста, либо концентрация вносимого в питательную среду инозита должна быть меньшей. Вполне возможно, что 10%-ная концентрация этого вещества в среде угнетающе действовала на развитие гриба в культуре. Рост мицелия опенка на агаризованной среде, содержащей дульцит и инозит, был очень редкий при отсутствии пигментации и ризоморф. Внесение же в питательную среду маннита способствовало хорошему линейному росту и образованию типичного пигмента мицелия.

Дисахариды (трегалоза, мальтоза), используемые в качестве источника углерода, способствовали хорошему накоплению биомассы и развитию типичных морфологических признаков гриба. Мицелий формировался характерного вида с пигментацией шоколадно-коричневого цвета и хорошо развитыми ризоморфами. Использование в опыте лактозы вызывало угнетение роста мицелия опенка. Накопление биомассы в этом случае составило всего лишь 15,2% от контроля. Линейный рост гриба происходил медленно, мицелий был нехарактерного вида, отсутствовала пигментация и ризоморфы. Как уже отмечалось, опенок плохо усваивает галактозу, поэтому вполне естественно, что лактоза, содержащая в своем составе галактозу, также не усваивалась мицелием гриба. Наши данные согласуются с данными Рейтсма (1932), также не получившего хорошие показатели роста опенка на среде, содержащей лактозу и галактозу.

Очень редкий рост гриба, отсутствие пигментации и ризоморф в культуре отмечены также при использовании в качестве источника углеродного питания трисахарида раффинозы. Наши данные подтверждают существующее в литературе мнение о том, что подавляющее большинство грибов раффинозу не усваивает вообще или усваивает ее очень слабо (В. Лилли и Г. Барнетт, 1953).

Крахмал служит хорошим и нередко лучшим, чем глюкоза, источником углерода для многих грибов. Как отмечает Пелман (D. Perlman, 1949), это наилучший источник углерода для *Polyporus anceps* и ряда видов *Coprinus* (L. Fries, 1955), для видов *Tricholoma* (W. Rawald, 1962). Установлено, что крахмал содержит в качестве примесей ростовые факторы, способствующие хорошему росту грибов на этом источнике питания. Однако крахмал нерастворим в воде. Поэтому только грибы, синтезирующие амилазу, которая катализирует распад молекулы крахмала до растворимых в воде простых сахаров (мальтозы и глюкозы), способны усваивать крахмал. Большое накопление биомассы на среде, содержащей крахмал, почти равное накоплению биомассы на глюкозе, свидетельствует о способности опенка синтезировать амилитические ферменты, расщепляющие этот полисахарид.

Из исследованных нами солей органических кислот только молочнокислый кальций обеспечивал удовлетворительное накопление биомассы (26,5% от контроля). Все остальные соединения (уксуснокислый натрий, лимоннокислое железо, лимоннокислый натрий, щавелевокислый натрий) способствовали резкому угнетению роста гриба. Причем, необходимо отметить, что щавелевокислый натрий и лимоннокислое железо при использованной концентрации полностью подавляли рост мицелия опенка в чистой культуре.

Мицелий, выросший на среде, не содержащей источника углерода, был чрезвычайно редкий, полностью отсутствовала пигментация и ризоморфы в культуре. Вес сухого мицелия составлял всего лишь 7,3% от контроля.

Кислотность среды с различными источниками углеродного питания была в пределах, благоприятных для роста гриба. На средах, где имел место интенсивный рост мицелия гриба, рН равно 5—6.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Лучший рост мицелия гриба наблюдался на среде с гексозами: *D*-фруктозой, *D*-маннозой, *D*-глюкозой. Накопление биомассы мицелия при использовании этих источников углерода в питательной среде составило соответственно 90,6—98,1—100%.

2. Из многоатомных спиртов наиболее благоприятен для роста мицелия опенка маннит (73,9% от контроля).

3. Из исследованных полисахаридов наиболее эффективны для роста гриба мальтоза, α - α -трегалоза, крахмал (59,2—80,6—97,5% от контроля).

4. Соли органических кислот, за исключением молочнокислого кальция, не усваивались мицелием гриба.

ЛИТЕРАТУРА

- Беккер З. Э. 1963. Физиология грибов и их практическое использование. М. Лилли В., Барнет Г. 1953. Физиология грибов. М. Федоров Н. И. Стайченко Н. И. 1968. Потребность корневой губки в источниках углеродного и азотного питания. «Биологические науки», № 7. Частихин В. Я. 1938. Исследование по физиологии грибов. «Экспериментальная ботаника», в. 3. Fries L. 1955. Studies in the physiology of *Coprinus*. Growth substance, nitrogen and carbon requirement. *Svensk Bot. Tidskr.*, 49, 4. Perlman D. 1949. Studies on the growth and metabolism of *Polyporus anceps* in submerged culture. *Amer. J. Bot.*, 36, 2. Rawald W. 1962. Zur Abhängigkeit des Mycelwachstums höherer Pilze von der Versorgung mit Kohlenhydraten. *Z. f. allgem. Mikrobiol.*, 2, 4. Reitsma J. 1932. Studien über *Armillaria mellea* (Vahl.) Quel. *Phytopath. Zeitschr.*, IV, 5.

ДЕЙСТВИЕ ВИТАМИНОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОКАЙМЛЕННОГО ТРУТОВИКА *Fomitopsis pinicola* (Fr.) Karst

Э. И. БОРОДУЛЯ

(Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова)

Народное хозяйство страны ежегодно несет чрезвычайно большой ущерб из-за поражения лесных насаждений различными видами дереворазрушающих грибов. Недостаточность знаний о биологии и экологии грибов, вызывающих порчу древесины, затрудняет разработку эффективных методов повышения продуктивности лесных насаждений и средств защиты древесины в различных условиях.

Один из наиболее распространенных дереворазрушающих грибов — окаймленный трутовик. Он вызывает бурую гниль, которая распространяется от периферии к центру, поражая иногда весь сортимент. Среди сапрофитных дереворазрушающих грибов окаймленный трутовик выделяется своей агрессивностью, подавляя развитие других грибов на