

симось четко проявляется у сортов, контрастных по урожаю. Следовательно, морфофизиологические характеристики и в первую очередь объем мезофилла, удельная поверхностная плотность листа, отношение поверхности мезофилла листа к его площади и хлорофилловый индекс являются дополнительными показателями продукционных возможностей разных сортов. Однако при этом необходимо учитывать, что только комплексный подход к изучению дает возможность выявить функциональные возможности растений, определяющие биологическую продуктивность растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ничипорович А. А.— Физиология растений, 1978, т. 25, вып. 5, с. 922.
2. Ничипорович А. А.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 7.
3. Быков О. Д., Заленский М. И.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 294.
4. Кумаков В. А.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 283.
5. Неттевич Э. Д., Комар О. А.— Докл. ВАСХНИЛ, 1980, № 4, с. 10.
6. Прыгун М. А., Андреева Н. М.— В сб.: Физиолого-биохимические основы повышения продуктивности растений.— Минск, 1980, с. 54.
7. Довнар В. С., Кашевская О. В.— В сб.: Физиолого-биохимические основы регуляции роста и обмена растений.— Минск, 1981, с. 99.
8. Расулов Б. Х., Асроров К. А.— В кн.: Физиология фотосинтеза. М., 1982, с. 270.

Поступила в редакцию
30.11.83.

Кафедра физиологии растений

УДК 581.14.582.288.42

Т. А. РЯБУШКО, Е. Г. ПОПОВ, Л. Ф. ИГНАТОВИЧ

ОБРАЗОВАНИЕ БИОМАССЫ ГРИБОМ РОДА *PENICILLIUM* ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НА СРЕДЕ С КАРТОФЕЛЬНОЙ МЕЗГОЙ

Наша страна — самый крупный производитель картофеля в мире. Учитывая, что отходы картофелеперерабатывающей промышленности (очистки, поврежденный картофель, мезга и пр.) могут составлять значительную часть заготавливаемого картофеля, квалифицированное использование этих отходов будет иметь важное народнохозяйственное значение.

Среди различных методов утилизации этих отходов все большее внимание привлекают микробиологические, позволяющие получать ряд полезных продуктов. Такими продуктами могут быть сама биомасса микроорганизмов, используемая в качестве белкового компонента питания сельскохозяйственных животных, или ферменты, образуемые в результате жизнедеятельности микроорганизмов.

Целью данного исследования является изучение способности гриба рода *Penicillium* накапливать биомассу и комплекс гидролитических ферментов при культивировании на питательных средах с картофельной мезгой.

Материал и методика

Объектом исследования служил музейный штамм гриба рода *Penicillium*.

Культивирование штамма осуществляли на минеральной среде М1, содержащей в качестве источника углерода картофельную мезгу в концентрации от 2,0 до 6,0 % и компоненты минерального питания (г/л): NH_4Cl — 2,8; K_2HPO_4 — 2,0; KH_2PO_4 — 0,84; Na -цитрат — 1,0; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,15; $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — 0,012; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,007; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,002; $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ — 0,002, а также на среде М10 (фосфатный буфер рН 6,8, мезга 3 %) и М6 (то же, 3,6 г/л хлористого аммония, 1 мл/л кукурузного экстракта, микроэлементы в указанном выше наборе); рН сред 6,8—7,0.

Штамм выращивали в колбах Эрленмейера объемом 250 мл, содержащих 50 мл среды, на качалке (120 кач/мин) при 28 °С в течение 72 ч.

Инокулумом служила суспензия спор гриба (смыв с 1 косяка, соответствующий примерно 4 мг спор) в количестве 10 % от засеваемого объема.

Накопление биомассы определяли весовым методом [1], ферментативную активность по [2] и [3], сырой протеин по [4], а истинный белок — по Лоури [5], редуцирующие сахара по [6]. Повторность опыта трехкратная.

Результаты и их обсуждение

При культивировании гриба на питательной среде с различными концентрациями мезги (от 2,0 до 6,0 %) установлено следующее: максимальный выход биомассы, соответствующий 0,6 г/г субстрата, наблюдается через 48 ч роста. По мере увеличения концентрации мезги (от 2,0 до 6,0 %) примерно в 25 раз снижается амилолитическая активность культуры в пересчете на сухую биомассу. При этом отмечено снижение рН среды и увеличение содержания редуцирующих сахаров. Возможно, значительное снижение амилолитической активности обусловлено кислотным шоком или катаболитной репрессией.

Изучение роста гриба на средах М10 и М6 показало, что урожай биомассы зависит от наличия в среде источника азота и микроэлементов. Он ниже (0,29 г/г субстрата) на среде без источника азота и микроэлементов и выше (0,42 г/г субстрата) на полноценной среде М6; соответственно ниже содержание истинного белка (определяемого по Лоури) (44,2 % сухой биомассы) на среде без минерального источника азота и микроэлементов и выше (46,6 % сухой биомассы) на полноценной среде; в то же время амилолитическая активность несколько выше (5,8 ед/г сухой биомассы) на среде М10, чем на полноценной среде М6 (4,3 ед/г сухой биомассы).

При выращивании исследуемого гриба на минеральной среде М6 с 2 % мезги и органическими добавками в виде кукурузного экстракта, молочной сыворотки и дрожжевого экстракта выявлено, что выход биомассы, соответствующий 0,6 г/г субстрата (мезги), и содержание в ней истинного белка (46,6 % сухой биомассы) не зависят от внесения органических добавок; в то время как амилолитическая активность гриба максимальна (23,8 ед/г сухой биомассы) на среде с кукурузным экстрактом, ниже (14,6 ед/г сухой биомассы) с дрожжевым и (5,8 ед/г сухой биомассы) молочной сывороткой. Возможно, это обусловлено тем, что с кукурузным экстрактом в питательную среду вносятся почти все аминокислоты, необходимые для синтеза ферментов, в том числе и амилазы.

В культуральной жидкости (кж) через 24 ч культивирования гриба зафиксирована полигалактуроазная (0,13 ед/мл кж) и протеолитическая активность (0,02 ед/мл кж). Культуральная жидкость становилась прозрачной. Пробы на крахмал и редуцирующие сахара были отрицательными, что свидетельствует о полной утилизации мезги. Накапливалась грибная бесцветная биомасса.

Фильтрат культуральной жидкости после выращивания гриба (в результате смешивания в соотношении 1:1 с полноценной средой М1) был использован для повторного выращивания исследуемой культуры. При этом урожай биомассы составлял 0,28 г/г субстрата (мезги) с содержанием в ней истинного белка 42,5 % сухой биомассы и амилолитической активности 16,0 ед/г сухой биомассы.

Таким образом, исследуемый гриб рода *Penicillium* способен расти на простой минеральной среде и утилизировать в качестве источника углерода картофельную мезгу.

Выход биомассы гриба равен 0,6 г/г субстрата (мезги), что несколько

ко выше выхода биомассы (0,45—0,50 г/г субстрата) уже известных продуцентов грибной биомассы.

Содержание истинного белка 46,6 %, а сырого протеина 58 % сухой биомассы, что соответствует лучшим продуцентам грибной белковой биомассы.

Гриб синтезирует комплекс гидролитических ферментов (амилазу, протеазу, полигалактуроназу и, возможно, другие), с помощью которых осуществляет трансформацию мезги в биомассу.

Активность амилазы соответствует 23,8 ед/г сухой биомассы, что составляет около 72 % активности лучшего продуцента амилазы [7].

Культуральную жидкость, отделенную от биомассы гриба, можно повторно использовать для выращивания этого штамма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пименова М. Н., Гречушкина Н. Н., Азова Л. Г. Руководство к практическим занятиям по микробиологии.— М., 1971, с. 138.
2. Yamaguchi K., Matsusuki H., Maeno V. J.—J. Gen. Appl. Microbiol., 1969, v. 15, p. 97.
3. Родзевич В. И., Климовский Д. И. Унифицирование методов определения активности ферментных препаратов производственного назначения.— Киев, 1967, с. 53.
4. Методы экспериментальной микологии.— Киев, 1973, с. 124.
5. Lowry O. H., Rosenbrough N. J., Farr A. L., Randall R. S.—J. Biol. Chem., 1951, v. 193, p. 265.
6. Luchsinger W., Cornesky R.—Analyt. Biochem., 1962, v. 4, p. 346.
7. Яровенко В. А., Устинов Б. А., Максимова Е. А. Способ получения амилолитических ферментных препаратов. А. с. СССР, кл. С 12 Д 13/10, 302365.— Заявлено 01.08.69 № 1353256/28-13. Оубл. в БИ, 1971.

Поступила в редакцию
09.06.83.

Кафедра микробиологии

УДК 582 : 594.2 : 581.9(476.1)

Ю. А. БИВИКОВ

О ПРОИЗРАСТАНИИ *GENTIANA CRUCIATA* L., РЕДКОГО И ОХРАНЯЕМОГО ВИДА РАСТЕНИЯ В МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В Белоруссии горечавка крестовидная охраняется с 1964 г. на всей территории как редкий и высоко декоративный вид, представляющий научный и практический интерес. В 1981 г. *Gentiana cruciata* L. занесена в «Красную книгу БССР», так как нависла реальная угроза полного исчезновения мелких и малочисленных ее популяций.

Сведения о распространении названного вида на территории республики весьма скупы и противоречивы. Во флористических монографиях отмечается, что *Gentiana cruciata* L. произрастает в Беловежской пуще [1], на юго-западе БССР [2], изредка на всей территории республики [3]. В работе В. И. Парфенова [4] имеются конкретные указания о произрастании ее в Брестской, Гродненской, Гомельской, Могилевской и Витебской областях. Итак, горечавка крестовидная приводится для всех областей Белоруссии, кроме Минской. Всего отмечено 8 местопроизрастаний, где она встречается спорадически единичными экземплярами и небольшими группами [5].

Общее распространение *Gentiana cruciata*: Кавказ, Малая Азия, Западная Сибирь, Средняя Азия, Средиземноморье, Средняя и Атлантическая Европа. В европейской части СССР она приурочена к северному, прибалтийскому, центральному, западному, волжскому и крымскому флористическим районам [6].

В Белоруссии среди флористов нет единства мнений относительно хорологии горечавки крестовидной. Одни исследователи относят ее к евросибирскому элементу флоры [5, 7], другие — к европейскому [4]. Кроме того, в одних работах отмечается, что она находится вблизи юж-