

УДК 582.282

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА
ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД НА РОСТ И РАЗВИТИЕ *CORDYCEPS MILITARIS* В УСЛОВИЯХ
ГЛУБИННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ**

Д.А. Козаченко, П.Н. Припутневич, 3 курс
Научный руководитель – **С.В. Тыновец**, старший преподаватель
Полесский государственный университет

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к использованию макромикетов в биотехнологии и пищевой промышленности. Одним из наиболее перспективных представителей является *Cordyceps militaris* – аскомицетный гриб, характеризующийся способностью к биосинтезу широкого спектра биологически активных соединений, включая кордицепин, аденозин, экзополисахариды. Данные метаболиты обладают выраженными антиоксидантными, иммуномодулирующими и адаптогенными свойствами, что обуславливает высокий потенциал их с целью разработки продуктов функционального питания и биологически активных добавок [1, с. 8-9].

Мицелий *C. militaris*, получаемый методом глубинного культивирования, рассматривается как альтернативный источник биомассы с высоким содержанием белка и других полезных нутриентов. При этом одним из ключевых факторов, определяющих эффективность процесса, остаётся состав питательной среды, которая влияет не только на скорость роста мицелия, но и на его биохимический состав [2, с. 293].

Несмотря на наличие стандартных сред культивирования грибов, вопросы оптимизации их состава недостаточно изучены. Особый интерес представляет использование природных субстратов.

В связи с этим сравнительное исследование влияния различных питательных сред на рост *C. militaris* и накопление биомассы представляет собой актуальную научную задачу, имеющую как фундаментальное, так и прикладное значение в области биотехнологии.

Цель работы – оценка влияния состава питательной среды на накопление биомассы мицелия *Cordyceps militaris* при глубинном культивировании.

Объект исследования: мицелий *Cordyceps militaris*.

Предмет исследования – зависимость накопления биомассы мицелия *Cordyceps militaris* от компонентного состава питательных сред при глубинном культивировании.

В ходе работы проводили культивирование в жидких питательных средах в течение 14 суток при температуре 23 ± 2 °С.

Состав питательных сред (г/л):

- Среда №1 (морковная): сушёная морковь – 60 г/л.
- Среда №2 (углеводная): мёд – 60 г/л.
- Среда №3 (полусинтетическая): глюкоза – 20; дрожжевой экстракт – 3; K_2HPO_4 – 1; KH_2PO_4 – 1; $MgSO_4$ – 0,25 г/л.
- Среда №4 (Чапека-Докса): сахароза – 30; $NaNO_3$ – 2; K_2HPO_4 – 1; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,5; KCl – 0,5; $FeSO_4$ – 0,01 г/л.
- Среда №5 (авторская): пептон – 10; мальтоза – 20; дрожжи – 3; K_2HPO_4 – 1; KH_2PO_4 – 1; $MgSO_4$ – 0,5; $FeSO_4$ – 0,01 г/л.

Отделение биомассы осуществляли методом фильтрования через фильтровальную бумагу. Полученный мицелий высушивали в сухожаровом шкафу при температуре 36 °С до постоянной массы.

В разных колбах наблюдалась вариабельность морфологии и интенсивности роста мицелия (рис.).

В первой колбе среда характеризовалась выраженной мутностью; над поверхностью питательной субстанции отмечалось формирование рыхлого, воздушного мицелия. Во второй колбе преобладали мелкодисперсные хлопья. В третьей колбе наблюдалось образование многочисленных компактных сферических агрегатов небольшого размера. В четвёртой колбе мицелий был представлен преимущественно белыми хлопьевидными структурами. В пятой колбе формировались крупные плотные сфероидные агрегаты мицелия.



Рисунок – Рост мицелия *C. militaris* на 14 сутки глубинного культивирования (а – среда № 1, б – среда № 2, в – среда № 3, г – среда № 4, д – среда № 5)

Степень влияния компонентного состава жидких питательных сред на накопление биомассы *C. militaris* при глубинном культивировании в течение 14 суток анализировалась по массе влажного и сухого мицелия (таблица).

Таблица – Оценка биомассы мицелия *C. militaris* при культивировании в различных питательных средах

Питательная среда, №	Влажная масса, г	Сухая масса, г
1 (морковная)	23,38	1,89
2 (углеводная)	1,07	0,21
3 (полусинтетическая)	5,38	0,68
4 (Чапека-Докса)	4,94	0,28
5 (авторская)	10,54	0,94

Максимальное значение сухой массы было зафиксировано на среде №1 (морковной). Однако следует отметить, что данный показатель имеет ограниченную аналитическую достоверность, поскольку в процессе фильтрования не удалось отделить мицелий от твёрдых частиц субстрата. Та-

ким образом, полученная масса представляет собой совокупность мицелия и растительного материала, что приводит к систематическому завышению результата.

Среди сред с корректно интерпретируемыми показателями наибольший выход биомассы был отмечен на среде №5 – 0,94 г. Данная рецептура была составлена на основе ранее проанализированной литературы о глубинном культивировании кордицеса в лабораторных условиях [3, с. 39]. Это может быть обусловлено наличием легкоусвояемых источников углерода (мальтоза) и органического азота (пептон, дрожжи), обеспечивающих интенсивный синтез клеточного материала.

Среда №3 продемонстрировала умеренную продуктивность, что, вероятно, связано с ограниченным содержанием азотистых соединений при достаточном уровне углерода.

Минимальные значения зафиксированы на средах №2 и №4. В случае медовой среды снижение выхода биомассы может быть связано с осмотическим стрессом и присутствием ингибирующих компонентов. Низкая продуктивность на среде Чапека-Докса объясняется использованием неорганического источника азота (NaNO_3), требующего дополнительных энергетических затрат на ассимиляцию.

Установлено, что состав питательной среды оказывает существенное влияние на накопление биомассы *Cordyceps militaris*. Наиболее эффективной среди корректно анализируемых сред является среда, содержащая органические источники азота и дисахариды. Использование неорганических форм азота приводит к снижению продуктивности культивирования. Для повышения точности определения биомассы целесообразно использование методов, исключающих примесь субстрата.

Таким образом, в результате проведённого исследования установлено, что состав питательной среды существенно влияет на продуктивность культивирования *Cordyceps militaris*: максимальный выход биомассы среди корректно анализируемых сред обеспечивает авторская среда, содержащая органические источники азота и дисахариды. Использование неорганических форм азота и высоких концентраций сахаров приводит к снижению накопления биомассы, а для получения достоверных результатов необходима очистка мицелия от твердых частиц субстрата.

Список использованных источников

1. Xie, C. Effects of culture conditions on mycelium biomass and intracellular cordycepin production of *Cordyceps militaris* in natural medium / C. Xie, G. Liu, Z. Gu, G. Fan, L. Zhang, Y. Gu // *Annals of Microbiology*. – 2009. – Vol. 59, No. 2. – P. 293–298.
2. Pathania, P. Studies on the biology of *Cordyceps militaris*: A medicinal mushroom from North West Himalaya / P. Pathania, A. Sagar // *Journal of Plant Pathology & Microbiology*. – 2014. – Vol. 5, No. 6. – P. 35–40.
3. Падилла-Браун, У. *Cordyceps militaris* 101 : руководство по выращиванию : пер. с англ. / У. Падилла-Браун ; [пер. Фаэтон (Нагваль 1978)]. – Нью-Камберленд, Пенсильвания, 2016. – 44 с.