

CORDYCEPS MILITARIS – ОБЪЕКТ СОВРЕМЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Бабицкая В.Г.¹, Щерба В.В.¹, Гвоздкова Т.С.¹, Бисько Н.А.²,
Рожкова З.А.¹, Пучкова Т.А.¹, Осадчая О.В.¹, Поединок Н.Л.²

¹ Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск

² Институт ботаники НАН Украины, Киев

В нынешней неблагоприятной экологической ситуации особую актуальность приобретает разработка средств, повышающих устойчивость организма к вредным воздействиям внешней среды. Перспективными источниками для их получения являются мицелиальные грибы *Lentinus edodes*, *Ganoderma* spp., *Flammulina velutipes*, *Tremella faciformis*, *Hericium erinaceum*, *Poria cocos* и др., обладающие противоопухолевой, гипогликемической, антимикробной активностью, способные стимулировать иммунную систему, регулировать нервную систему, эффективные против заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Особый интерес представляют грибы рода *Cordyceps* – применяемые в Китае на протяжении 1200 лет в качестве универсального средства для укрепления организма и профилактики различных заболеваний. В народной медицине Китая, Японии, Кореи, Малайзии применяются *C. militaris*, *C. sinensis*, *C. sobolifera*, *C. ophioglossoides* и др.

C. militaris обитает в лесах Азии, Европы и Северной Америки, считается очень редким видом. Является энтомопатогенным грибом, паразитирующим на гусеницах и куколках бабочек. В народной медицине Китая используют и плодовое тело гриба, и наполненное мицелием тело гусеницы.

Соединения, входящие в состав этого лекарственного гриба, улучшают состояние иммунной системы, усиливают резистентность к различным патогенным бактериям и другим микроорганизмам, оказывают противоопухолевое действие, повышают адаптационные возможности организма, обладают антиоксидантной активностью и препятствуют процессам старения, гармонизируют обменные процессы. Кордицепс также благотворно влияет на нервную, эндокринную, дыхательную и половую системы, обладает антиаритмическим и гипотензивным действием, понижает содержание холестерина, улучшает микроциркуляцию и препятствует тромбообразованию. Применяется при заболеваниях легких и почек, хроническом бронхите, нехватке жизненной энергии, гиперлипидемии, циррозе печени, ослаблении полового влечения, импотенции. Регулярное употребление кордицепса способствует повышению устойчивости к инфекционным заболеваниям, применяется после истощения и длительной болезни. Известны публикации, согласно которым в рацион китайских спортсменов при подготовке к олимпийским играм и мировым чемпионатам обязательно включали кордицепс.

Биологическое действие кордицепса определяют, в первую очередь, иммуномодулирующие полисахариды (β -D-глюканы), активирующие им-

мунные клетки, увеличивающие продукцию цитокинов и интерферона, а также другие производные сахаров, такие как кордицепсовая кислота (D-маннитол). Противоопухолевое действие полисахаридов кордицепса связано с повышением иммунитета организма. Препараты кордицепса, как и другие грибные полисахариды (PSP, PSK, AHCC, лентинан, арабиноксиланы), уменьшают тяжесть и продолжительность побочных эффектов, связанных с химио- и радиотерапией.

Цель исследований – изучение биохимического состава глубинного мицелия гриба, выращенного на глюкозо-пептонной среде.

Общий выход биомассы у *C. militaris* составил 10,0-12,0 г/л, общий белок – 23,0- 24,5%. Отличительной чертой этого гриба явилось относительно высокое содержание в его мицелии общих липидов – более 15%, в составе которых на долю фосфолипидной фракции приходится до 21,2% или свыше 3% от АСБ. В мицелии отмечено высокое содержание эргостерина – до 2 % от АСБ. Характерной особенностью жирнокислотного состава липидов гриба *C. militaris* оказалось низкое содержание эссенциальной линолевой кислоты (до 10%). Как показали исследования, синтез ненасыщенных жирных кислот идет у этого гриба по пути преимущественного образования олеиновой кислоты, удельный вес которой в составе жирных кислот липидов составляет более 50%. Мицелий *C. militaris* является прекрасным источником полисахаридов, по содержанию которых (свыше 10 % от АСБ) не уступает таким истинным продуцентам, как *G. lucidum*, *L. edodes* и *T. versicolor*.

Для выявления потенциальных возможностей гриба проверено влияние различных источников углеродного питания на его рост, выход общих липидов и фосфолипидов, на жирнокислотный состав липидов. Лучшими источниками, способствующими одновременно активному накоплению биомассы (11,0-13,0 г/л), липидов (12-17% от АСБ) и фосфолипидов (2,0-3,5% от АСБ) оказались глюкоза, сахароза и меласса. При выращивании гриба на средах с лактозой и крахмалом отмечалось снижение до 7,0-9,0 г/л биомассы и до 11% липидов. Однако наиболее существенные изменения наблюдались в составе жирных кислот липидов (табл.).

Таблица. Влияние источника углерода на жирнокислотный состав липидов гриба *C. militaris*

Жирные кислоты	Источник углерода				
	глюкоза	лактоза	сахароза	меласса	крахмал
C14:0	следы	-	-	-	следы
C15:0	0,40	12,44	2,64	12,98	3,50
C16:0	25,32	37,93	35,30	18,02	16,42
C16:1	0,62	сл.	0,34	0,64	0,49
C18:0	0,97	сл.	0,48	2,27	0,42
C18:1	66,09	21,70	56,07	58,02	75,93

C18:2	6,60	27,93	5,17	8,07	3,24
$\Sigma 1$ ненасыщенных	73,31	49,63	61,58	66,73	79,66
$\Sigma 2$ насыщенных	26,69	50,37	38,42	33,27	20,34
Отношение $\Sigma 1 / \Sigma 2$	2,75	0,98	1,60	2,00	3,92
K ненасыщенности	0,79	0,77	0,66	0,74	0,83

Преобладающими оказались C16:0 и C18:1 кислоты. Особенно высоким был удельный вес моноеновой олеиновой кислоты (56-76%). Синтез же линолевой кислоты (C18:2) в липидах гриба был несколько подавлен. Относительное содержание ее колебалось и составило 3,2-27,9 %. Существенная перестройка метаболизма жирных кислот липидов произошла при выращивании гриба на среде с лактозой: в составе жирных кислот резко сократилась доля моноеновой олеиновой кислоты (более чем в 2,3-3,0 раза) и увеличилось содержание диеновой линолевой кислоты (до 27,93%). Значительно возросло и количество насыщенных пальмитиновой и пентадекановой кислот. Высокое содержание пентадекановой кислоты гриб синтезировал и на среде с мелассой. Однако практически во всех случаях в липидах гриба преобладают ненасыщенные жирные кислоты (62-80%).

Наиболее активный рост гриба и синтез им физиологически активных соединений происходил при pH 5,0-6,0. Подбор источников углеродного питания позволил оптимизировать промышленные питательные среды. Лучшими оказались: сыворотка молочная + кукурузная мука, сыворотка молочная + ржаная мука или меласса. Урожай биомассы при выращивании на этих средах достигал 16,0-17,0 г/л, выход экзополисахаридов – 5,0-6,0 г/л, эндополисахаридов – 11-12%.