

АССОЦИАЦИЯ ДРОЖЖЕВЫХ КУЛЬТУР КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОЙ БИОТРАНСФОРМАЦИИ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ В КОРМОВУЮ БЕЛКОВУЮ ДОБАВКУ

Т.В. Романовская, Н.А. Здор, Г.В. Жук, Н.В. Евсегнеева, Э.И. Коломиец

Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь,
kolomiets@mbio.bas-net.by

Традиционным субстратом для производства кормовых дрожжей служат крахмал- и сахаросодержащие отходы сельского хозяйства, в том числе зерносырье – доступный и относительно недорогой источник углеводов, аминокислот, минеральных солей и ростовых веществ для микроорганизмов. Важным моментом в разработке технологии получения дрожжевой биомассы из растительного сырья является подбор штаммов, обладающих необходимыми технологическими свойствами - высокой скоростью роста, способностью развиваться и накапливать полноценную биомассу в нестерильных условиях, эффективно усваивать питательный субстрат и продуцировать высококачественные биологически активные вещества (протеин, ферменты, витамины и т.д.). Большое внимание исследователей уделяется поиску микроорганизмов, способных расти на высококонцентрированных питательных средах как в моно-, так и смешанной культуре. В зависимости от особенностей подобранных микроорганизмов и условий их выращивания развитие их в смешанной культуре может осуществляться по пути устойчивого сосуществования, доминирования или элиминирования одного из штаммов.

Наши исследования были направлены на подбор ассоциации дрожжевых культур, способных утилизировать широкий спектр углеводных компонентов питательной среды на основе зерносмеси (соотношение ржаных отрубей и дерги 7:3), предназначенной для получения биотехнологической кормовой добавки Провит.

В качестве потенциальных ассоциантов основной производственной культуре РУП «Новополоцкий завод БВК» *E. fibuligera* ВСБ-12 испытаны штаммы родов *Candida* и *Trichosporon*, характеризующиеся наибольшей продуктивностью при непрерывном выращивании в соплоконусных ферментерах на средах с 10 % зерносмеси (концентрация общих сахаров 48,5 г/л). В условиях протока (D 0,15 ч⁻¹) исследованы динамика роста и накопления протеина бинарными культурами *E. fibuligera* ВСБ-12 и *S. tropicalis* БИМ Y-217, *E. fibuligera* ВСБ-12 и *S. curvatus* Y-1, *E. fibuligera* ВСБ-12 и *T. cutaneum* БИМ Y-210, а также ассоциациями, состоящими из трех культур (*E. fibuligera* ВСБ-12, *S. tropicalis* БИМ Y-217, *T. cutaneum* БИМ Y-210 и *E. fibuligera* ВСБ-12, *S. curvatus* Y-1, *T. cutaneum* БИМ Y-210). В результате проведенных экспериментов установлено (таблица), что *E. fibuligera* ВСБ-12 образует устойчивые ассоциации с *S. tropicalis* БИМ Y-217 и *S. curvatus* Y-1, тогда как при совместном выращивании с *T. cutaneum* БИМ Y-210 отмечается доминирование основной культуры. Наиболее высокие показатели по сырому протеину (на 20 % превышающие этот показатель для монокультуры *E. fibuligera* ВСБ-12) достигаются в ассоциации *E. fibuligera* ВСБ-12 + *S. tropicalis* БИМ Y-217. Однако степень усвоения редуцирующих веществ указанной бинарной культурой возрастает незначительно (на 5-8 %). Наиболее полная утилизация свободных углеводов (на 15-20% выше, чем в варианте с монокультурой *E. fibuligera* ВСБ-12) отмечена для ассоциации из трех штаммов (*E. fibuligera* ВСБ-12, *S. tropicalis* БИМ Y-217, *T. cutaneum* БИМ Y-210), при этом содержание сырого протеина в продукте возрастает на 15-18 %.

Согласно данным газохроматографического анализа углеводного состава питательной среды и оценки их усвояемости отобранными штаммами только дрожжевой гриб *T. cutaneum* БИМ У-210 отличается способностью активно утилизировать наиболее труднодоступный моносахарид субстрата – ксилозу (практически 100 %), что свидетельствует о целесообразности включения этой культуры в ассоциацию для более эффективной утилизации углеводов питательной среды.

Таблица – Показатели культивирования отобранных дрожжей на среде с зерносмесью при D 0,15 ч⁻¹, температуре 30⁰С и интенсивности аэрации 6 л воздуха/л среды·мин

Вариант	Культура	Титр, КОЕ/мл	Остаточные РВ в КЖ, г/л	Выход продукта, г/л	Сырой протеин, %
1	<i>E. fibuligera</i> ВСБ-12	1,2·10 ⁸	7,4	89,2	31,3
2	<i>C. tropicalis</i> БИМ У-217	3,0·10 ⁸	7,6	95,0	31,9
3	<i>T. cutaneum</i> БИМ У-210	3,0·10 ⁷	6,7	90,5	31,0
4	<i>C. curvatus</i> БИМ У-1	3,3·10 ⁸	7,8	93,0	30,9
1+2	<i>E. fibuligera</i> ВСБ-12 <i>C. tropicalis</i> БИМ У-217	1,3·10 ⁸ 2,5·10 ⁸	6,8	90,0	37,6
1+3	<i>E. fibuligera</i> ВСБ-12 <i>T. cutaneum</i> БИМ У-210	1,2·10 ⁸ 6,6·10 ⁶	6,5	90,9	31,0
1+4	<i>E. fibuligera</i> ВСБ-12 <i>C. curvatus</i> БИМ У-1	1,3·10 ⁸ 2,7·10 ⁸	6,8	91,0	33,3
1+2+3	<i>E. fibuligera</i> ВСБ-12 <i>C. tropicalis</i> БИМ У-217 <i>T. cutaneum</i> БИМ У-210	4,5·10 ⁸ 1,2·10 ⁸ 8,0·10 ⁶	6,0	92,0	37,0
1+3+4	<i>E. fibuligera</i> ВСБ-12 <i>T. cutaneum</i> БИМ У-210 <i>C. curvatus</i> БИМ У-1	6,8·10 ⁸ 3,2·10 ⁶ 2,3·10 ⁸	6,3	91,2	34,0
Примечание – Содержание свободных редуцирующих веществ в исходной питательной среде 37,0 г/л, АСВ – 105,0 г/л, сырого протеина -16 %					

наиболее труднодоступный моносахарид субстрата – ксилозу (практически 100 %), что свидетельствует о целесообразности включения этой культуры в ассоциацию для более эффективной утилизации углеводов питательной среды.

Таким образом, полученные результаты представляют практический интерес и позволяют рекомендовать для эффективной микробиологической переработки зерносмеси в условиях РУП «Новополоцкий завод БВК» ассоциацию микроорганизмов, включающую дрожжевые грибы *E. fibuligera* ВСБ-12, *C. tropicalis* БИМ У-217, *T. cutaneum* БИМ У-210.