

КУЛЬТУРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ДРОЖЖЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ АСПИРАЦИОННЫХ ОТХОДОВ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Зайнутдинов Р.Р., Ребезов М.Б.

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Целью исследования являлась разработка технологии перевода аспирационных отходов (пылей) зерновых предприятий во вторичный материальный ресурс в виде биомассы дрожжей [1-3]. Изучение возможности получения редуцирующих веществ из легко- и трудногидролизующих углеводов аспирационной пыли и получение питательных сред для культивирования дрожжей [4].

Культуральные свойства дрожжей устанавливаются по особенностям роста на питательных средах. На жидких питательных средах отмечают характер распределения культуры в жидкости (равномерное, вызываемое помутнением среды, придонное или поверхностное), обусловленный отношением микроорганизмов к кислороду воздуха. Дрожжевая микрофлора развивается на поверхности, так как дрожжевые организмы относятся к аэробам, поэтому ферментаторы культивирования дрожжей всегда снабжены аэроционными системами (барботером).

Выращивание дрожжей проводили на лабораторном ферментаторе, который представляет собой закрытый сосуд с мешалкой и барботером для насыщения среды воздухом, ферментер снабжен отбойником, обеспечивающим наиболее полную гомогенизацию среды.

Для рращения дрожжевой массы необходимо рассчитать массу мелассы необходимую для культивирования дрожжей, массу засевого материала и. т. д.

Лабораторный ферментатор рассчитан на 500,0 г культуральной среды или мелассы, рассчитаем ожидаемое количество Д, г, по формуле 1:

$$Д = \frac{М \cdot В \cdot С}{100 \cdot 46}; \quad (1)$$

где М – количество натуральной мелассы, г,

46 – содержание сахаров в условной мелассе, %,

В % – выход дрожжей, %,

С – содержание редуцирующих веществ в натуральной мелассе %.

Выполним расчет с учетом того, что содержание редуцирующих веществ в средах 2 %, то есть их привели путем разбавления к этому значению

$$Д = \frac{500 \text{ г} \cdot 80 \% \cdot 2 \%}{100 \cdot 46} = 17,39 \text{ г}$$

Зная значение массы дрожжей, которое будет культивировано рассчитаем массу засева по формуле 2:

$$Р = LgA - m \cdot r/2,3 \quad (2)$$

где А – содержание дрожжей в конце цикла, г,
Р – начальное содержание дрожжей (засев), кг,
μ – удельная скорость роста (часы⁻¹),
г – длительность процесса, часы, 7 часов длительность цикла.

Удельная скорость для полноценной среды должна находиться в интервале от 0,15 до 0,16.

Рассчитаем величину засева: $P = Lg17,39 - 0,16 \cdot 7/2,3 = 0,7531 \text{ г}$.

Рассчитанную массу дрожжей, засевали в полученные среды и наблюдали прирост биомассы нефелометрическим методом. Строим калибровочный график зависимости между величиной светорассеяния и концентрацией дрожжей. В логарифмической фазе роста дрожжей в различных средах наблюдали прирост биомассы и удельную скорость роста, результаты сведены в таблицу 1.

Удельная скорость роста вычисляется по формуле 3:

$$\mu = \frac{\ln m_2 / m_1}{g}, \quad (3)$$

где m_2 – масса дрожжей после ферментации, в логарифмической фазе культивирования, г,

m_1 – масса дрожжей до наступления логарифмической фазы, г,

г – время ферментации, часы.

Таблица 1

**Определение удельной скорости роста дрожжей
для различных сред полученных путем гидролиза**

Гидролизная среда полученная	Логарифмическая фаза		μ (часы ⁻¹)
	Масса в момент		
	начала ферментации, г	конца ферментации, г	
из суспензии белой пыли посредством 1% серной кислоты	1,234	1,462	0,17
из суспензии белой пыли по средством 3% серной кислоты	2,345	2,835	0,19
из суспензий белой пыли посредством 5% серной кислоты	3,745	4,307	0,14
на основе серой пыли посредством 1% серной кислоты	2,346	2,725	0,15
на основе серой пыли посредством 3% серной кислоты	1,224	1,436	0,16
на основе черной пыли посредством 3% серной кислоты	1,119	1,300	0,15

Зная величину засева и удельную скорость роста для каждой среды рассчитаем массу дрожжей в лабораторном ферментаторе в конце семичасового цикла. Полученные расчетные показатели подтверждаются практическими результатами (таблица 2).

Таблица 2

Масса дрожжей, которая образуется в конце семичасового цикла ферментации (без учета лаг-фазы), в лабораторном ферментаторе

Среда для культивирования дрожжей полученная	Удельная скорость роста	Засев дрожжей, г	Масса дрожжей в конце культивирования	
			расчетная величина	экспериментальная
из суспензии белой пыли посредством 1% серной кислоты	0,17	0,7531	18,64	17,94
из суспензии белой пыли посредством 3% серной кислоты	0,19		21,44	19,38
из суспензий белой пыли посредством 5% серной кислоты	0,14		15,10	16,45
на основе серой пыли посредством 1% серной кислоты	0,15		16,20	14,28
на основе серой пыли посредством 3% серной кислоты	0,16		17,37	17,28
на основе черной пыли посредством 3% серной кислоты	0,15		16,20	15,39

Рассчитаем по формуле (4) выход дрожжевой массы из суспензии полученной на основе белой, серой, черной аспирационной пыли зерноперерабатывающих предприятий:

$$\eta = \frac{(m_1 - m_2) \cdot k \cdot 100\%}{m} \quad (4)$$

где η – выход дрожжей в % на 1 г аспирационной пыли,
 m – масса аспирационной пыли, г,
 m_1 – практическая масса дрожжей полученная лабораторным путем,
 m_2 – масса засевного материала, г,
 k – коэффициент разбавления среды.

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.

Таблица 3

Выход дрожжей в зависимости от состава среды

Среда полученная	Выход дрожжей, %	Масса дрожжей на 1 т аспирационной пыли
из суспензии белой пыли посредством 1% серной кислоты	68,76	687,6
из суспензии белой пыли по средством 3% серной кислоты	91,28	912,8
из суспензий белой пыли посредством 5% серной кислоты	83,43	834,3
на основе серой пыли посредством 1% серной кислоты	33,82	338,2
на основе серой пыли посредством 3% серной кислоты	41,32	413,2
на основе черной пыли посредством 3% серной кислоты	36,60	366,0

Массу дрожжей полученную из одной тонны пыли получают путем умножения выхода на одну тонну аспирационной пыли зерноперерабатывающих предприятий.

Результаты, представленные в таблице 3, подтверждают эффективность процессов ферментации дрожжей на основе аспирационных пылей.

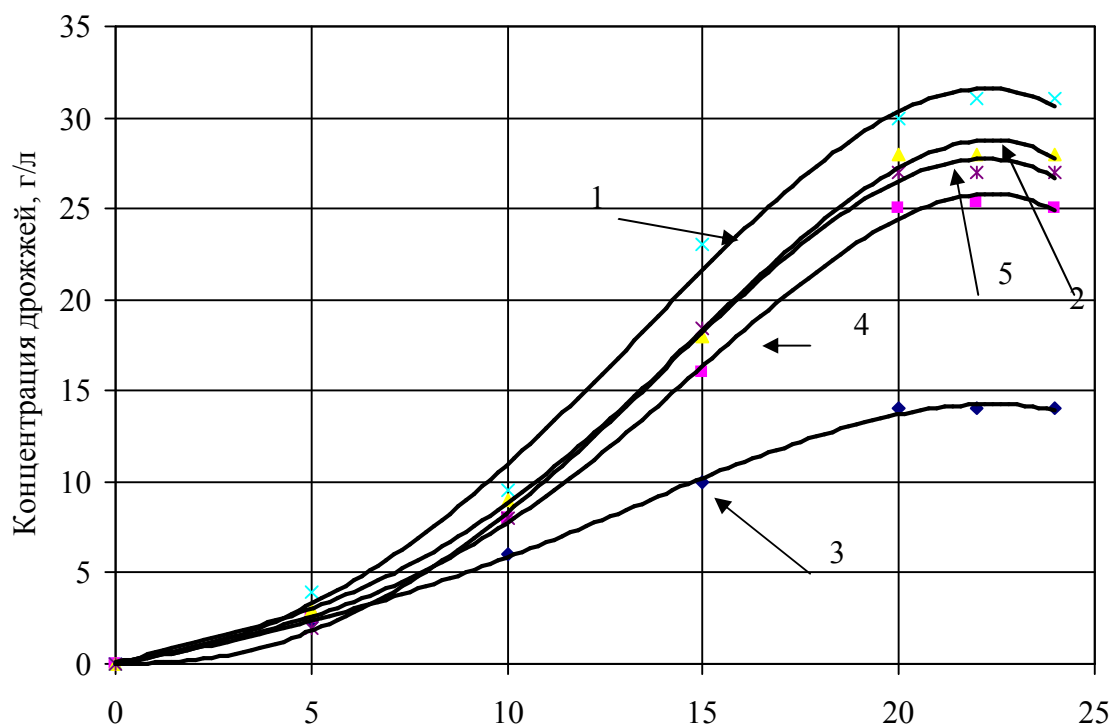
Эксперименты проводились на примере штаммов дрожжей (СК-4-1; Л-2-3.2; Д-3-4.1) и в таблице 4.

Процессы протекали по 24 часовому циклу, представленному на рисунке.

Таблица 4

Выходы дрожжей при использовании различных видов сред и штаммов дрожжей

Используемая среда подготовленная на основе	Штаммы дрожжей	Выход биомассы дрожжей в процессе 24 часовой ферментации, на основе питательной среды											
		из белой аспирационной пыли			из серой аспирационной пыли			из черной аспирационной пыли			из смешанной аспирационной пыли (1:1:1).		
		X, мг/АСВ на мл	S (PB), мг/мл	Y _{x/s} , %	X, мг/АСВ на мл	S (PB), мг/мл	Y _{x/s} , %	X, мг/АСВ на мл	S (PB), мг/мл	Y _{x/s} , %	X, мг/АСВ на мл	S (PB), мг/мл	Y _{x/s} , %
1% раствора кислоты	СК-4-1	2,0	5,1	38,9	1,9	5,3	35,9	1,1	7,7	14,2	2,4	8,5	28,4
	Л-2-3.2	2,1	6,8	31,0	2,2	7,3	30,0	1,2	9,2	13,1	2,3	8,4	27,5
	Д-3-4.1	1,9	6,5	29,1	1,3	5,4	24,1	1,2	11,8	10,1	3,0	8,9	33,4
3% раствора кислоты	СК-4-1	3,4	7,7	43,8	3,4	8,3	40,8	1,5	8,2	18,1	3,1	7,9	39,2
	Л-2-3.2	3,1	7,7	40,1	3,1	9,6	32,1	0,7	4,1	17,0	2,1	5,5	38,2
	Д-3-4.1	4,1	10,7	38,1	2,9	9,6	30,1	0,8	5,5	14,5	1,9	5,9	32,2
5% раствора кислоты	СК-4-1	1,7	4,8	35,1	2,0	6,0	33,1	0,9	6,4	14,1	1,7	5,8	29,2
	Л-2-3.2	1,6	4,8	33,4	1,8	5,7	31,4	0,2	1,9	10,1	1,6	6,8	23,4
	Д-3-4.1	1,5	4,9	30,1	1,7	6,0	28,1	0,1	1,1	9,2	1,5	7,0	21,4



1 – концентрация дрожжей при ферментации на гидролизатах белой аспирационной пыли, 2 – серой, 3 – черной, 4 – смешанного типа пыли, 5 - контрольный опыт.

Рис. Процессы накопления биомассы дрожжей (штамм Ск-4-1) в результате ферментации из различных видов аспирационной пыли

Таким образом, наибольший выход дрожжей составил при использовании 3 % серной кислоты при гидролизе белой аспирационной пыли. Среда полученная на основе черной пыли дает наименьший выход дрожжей, что связано с ее высокой зольностью.

Литература

- 1. Зайнутдинов, Р.Р.** Химический состав аспирационных пылей зерноперерабатывающих и хлебопекарных предприятий / Р.Р. Зайнутдинов, М.Б. Ребезов, В.В. Верхотуров, Ф.Е. Трацковская // Современное состояние и перспективы развития В.В., пищевой промышленности и общественного питания: в 3 т. Том III: Качество. Экономика. Образование: сб. мат. III Всеросс. научн.-практ. конф. с междунар. участием, г. Челябинск, 11 декабря 2009 г. – Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2010. –С. 287-290.
- 2. Зайнутдинов, Р.Р** Кислотный гидролиз полисахаридов аспирационной пыли зерноперерабатывающих предприятий / Р.Р. Зайнутдинов, М.Б. Ребезов, Н .Н. Максимюк // Современная наука: теория и практика: эл. научн. журнал ф-ла ГОУ ВПО «Байкальский гос. университет экономики и права» в г. Якутск. – Эл свид. о рег. СМИ Эл. № ФС77-42519 от 01.11.2010. – Якутск : БГУЭП, 2010. – Т. 1. – № 1. – С. 108-117.
- 3. Мальгина, Т.М.** Альтернативные источники белка, получаемые на основе реакций гидролиза из углеводов отходов зерновых культур / Т.М. Мальгина, Р.Р.

Зайнутдинов, Ю.И. Габзалилова, Т.О. Батраков, М.Б. Ребезов // Экономика и бизнес. Взгляд молодых : мат. междунар. заочной научн.-практ. конф. молодых ученых, 3 декабря 2012 г. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – С. 257.

4. Ребезов ,М.Б., Способ получения хлебопекарных дрожжей / М.Б. Ребезов, Р.Р. Зайнутдинов, Н.Н. Максимюк, Н.Л. Наумова, М.Ф. Хайруллин [и др.] Патент на изобретение РФ № 2466183 от 10.11.2012. Приоритет изобретения 20.12.2010.