

сыворотке, подвергнутой ферментативному гидролизу, не приводит в конечном результате к существенному повышению продукции этанола. Подобное заключение подтверждается литературными данными [4-6], свидетельствующими о том, что большинство дрожжей, усваивающих лактозу, отличается низкой бродильной активностью по сравнению со спиртовыми расами, которые не способны усваивать лактозу без ее предварительного гидролиза. По-видимому, в данном случае более перспективным является использование в качестве продуцента этанола дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и *Schizosaccharomyces pombe*, способных выдерживать высокие концентрации спирта в среде и конвертирующих большее количество моносахаров в этанол в предварительно гидролизованной β -галактозидазой сыворотке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелышев А.С., Гриц Н.В. Особенности процесса биоконверсии лактозы в этанол дрожжевыми штаммами, выделенными из молочных продуктов//Труды БТИ.-1993.-Сер.IV, Вып.I.- С. 30-34.
2. Кестнер А.И. и др. Получение и свойства иммобилизованной β -галактозидазы//Прикл. биохим. и микробиол.-1974.Т.10.-N 6.- С.851-855.
3. Паппель К.Э. и др. Гидролиз лактозы иммобилизованной β -галактозидазой//Прикл. биохим. и микробиол. -1976. -Т.12. N2.- С.217-220.
4. Воробьева Л.И. Промышленная микробиология.-М.:Изд-во МГУ, -1989. -294 с.
5. Устинов Б.А. и др. Технология получения этилового спирта из молочной сыворотки//Биотехнология.-1989.-Т.5.-N 2.-С.212-213.
6. Залашко М.В. Биотехнология переработки молочной сыворотки.- М.:Агропромиздат, 1990. -192 с.

УДК 541.18.041.2;577.1

Н.А.Белясова, ст.преп.;
Е.Н.Кавцевич, студ.

МЕТОД НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА АУТОФЛОКУЛЯЦИИ ДРОЖЖЕВЫХ СУСПЕНЗИЙ

The method of continuous observation the autoflocculation process in cell suspension was developed. This method allow to

evaluate the quantitative efficiency of the process and to reveal its stages.

Характерной особенностью большинства микробиологических производств является трудоемкая и энергоемкая стадия отделения клеток от культуральной жидкости. Причем содержание биомассы в этих суспензиях бывает невысоким (0,1-10%), что приводит к необходимости перерабатывать большие объемы суспензий и это сказывается на формировании стоимости продукта [1].

Существуют, однако, способы, позволяющие избежать данной стадии, например, использование иммобилизованных клеток, или реагентные методы концентрирования клеточных суспензий с применением флокулянтов [1,2].

В этом плане интересно использование автофлокулирующих штаммов микроорганизмов, клетки которых в определенных условиях инкубирования образуют крупные, легкооседающие агрегаты. Способность к флокулообразованию детерминируется генетически [3] и зависит как от состояния клеточных поверхностей, так и от условий внешней среды: температуры, вязкости, pH, концентрации ионов металлов, содержания биомассы, интенсивности аэрации и др. [1,3].

На кафедре БТиОС выделены автофлокулирующие штаммы лактозосбраживающих этанолпродуцирующих дрожжей. Выращенные в разных условиях клетки этих штаммов образовывали визуально различимые агрегаты, имеющие различную величину и разную скорость оседания. При оптимизации условий инкубирования, обеспечивающих наиболее эффективную флокуляцию и продуктивность исследуемых дрожжей, возникла необходимость разработки методов изучения интенсивности процесса флокуляции. Анализ литературных данных, касающийся этих методов, выявил их несовершенство: это либо визуальное наблюдение за скоростью оседания флоккул в цилиндре [2,4], либо периодическое тестирование степени прозрачности суспензий с помощью оптических приборов [5]. Однако такие подходы не позволяют получить представление о динамике флокуляции с одной стороны, а с другой - маскируют отдельные быстрые стадии процесса.

В связи с этим была разработана методика изучения кинетики флокуляции с использованием спектрофотометра Spectrod M40. В термостатируемую кювету прибора, снабженную механической мешалкой, помещали испытуемую клеточную суспензию и после записи нулевой линии отключали перемешивание и регистрировали измене-

ние пропускания во времени при 700 нм. Были исследованы образцы дрожжевых суспензий, полученные в разных режимах культивирования, и отмечено, что кривые самопроизвольной седиментации агрегатов клеток имеют S-образный характер.

Некоторые типичные кривые оседания флокул представлены на рис.1 и их анализ позволяет различить на каждой 3 характерных участка, соответствующих трем фазам седиментации: 1) лаг-фаза; 2) фаза активного оседания агрегатов; 3) фаза полного оседания агрегатов. При этом, несмотря на одинаковый конечный результат для отдельных кривых - максимальную полноту осаждения клеточных агрегатов, параметры кривых могут существенно различаться как по длительности лаг-фазы; так и по скорости активного оседания (угол наклона кривой). Поэтому для характеристики процесса оседания флокул выбрали несколько параметров, позволяющих учесть эти различия:

1) τ н. (с) - время начала активного оседания флокул;

2) T max (%) - максимальное пропускание, которое соответствует наиболее полному осаждению флокул;

3) v с. (%/с) - скорость седиментации флокул (для участка кривой, соответствующего фазе активного оседания флокул), которую определяли по формуле

$$v_c = \Delta T / \Delta t, \quad (1)$$

где ΔT - изменение пропускания за период времени Δt .

Поскольку очевидно, что и скорость образования, и скорость оседания флокул зависят от концентрации клеток, все эксперименты осуществляли с суспензиями, плотность которых была не ниже 10^6 кл/мл, а неизбежные различия в количестве и массе клеток в единице объема различных суспензий нивелировали, используя показатель удельной скорости седиментации $v_{уд}$, которую рассчитывали по формуле

$$v_{уд} = v_c / m, \quad (2)$$

где m - плотность клеток.

В отдельных экспериментах наблюдали и другой тип кривых седиментации (рис.2), характеризующийся наличием 2-х фаз активной седиментации флокул, причем скорость их оседания во 2-ой фазе была всегда ниже скорости оседания в 1-ой. Понятно, что в суспензии присутствуют флокулы, различающиеся по размерам и, соответственно, скорости седиментации. Смысл полученных кривых

можно проиллюстрировать схематически (рис.3). Очевидно, что анализируемые клеточные суспензии являются полидисперсными по своей природе и отличаются соотношением количества агрегатов различных размеров, что зависит как от природы микроорганизма, так и от условий культивирования.

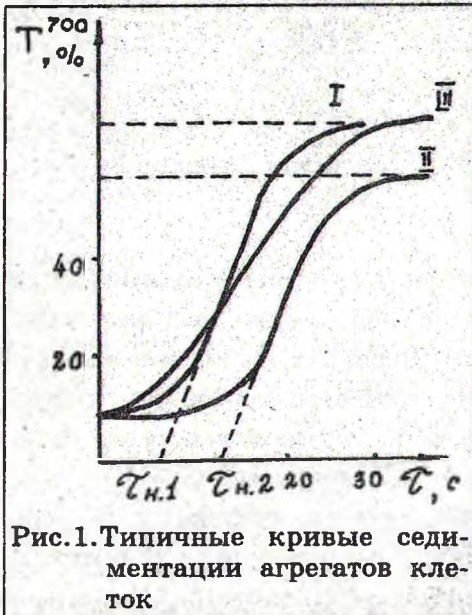


Рис.1. Типичные кривые седиментации агрегатов клеток



Рис.2. Кинетика оседания агрегатов в полидисперсных суспензиях

1 - лаг-фаза; 2 - фаза активного оседания крупных агрегатов; 2' - фаза активного оседания мелких агрегатов; 3 - фаза полного оседания агрегатов

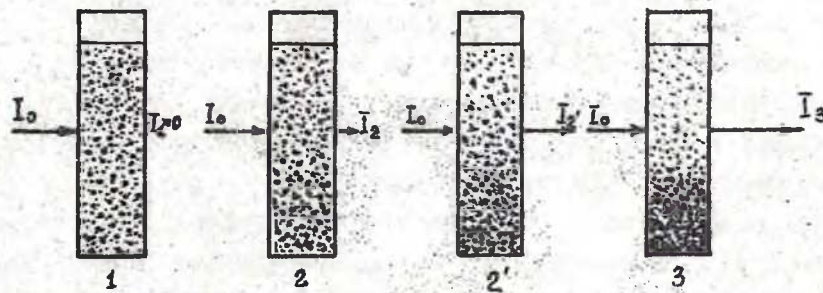


Рис.3. Схематическое представление процесса седиментации агрегатов в полидисперсных клеточных системах: 1, 2, 2', 3 - отдельные фазы процесса флокуляции (см. рис.2).

$$I_3 > I_2 > I_2 > I_1;$$

$$T = I_1 \cdot 100\% / I_0$$

Эти представления подтверждаются результатами экспериментов по оптимизации значений pH суспензий 2-х дрожжевых штаммов на стадии накопления биомассы (см. таблицу).

Эффективность флокуляции дрожжей в разных условиях
культивирования

Штамм	pH	τ_n , с	v_{sed} , %/с г	T max, %
SL-2	3,0	7,0	922,13	36,0
	3,5	8,0	1549,10	49,0
	4,0	6,0	461,06	27,5
	4,5	18,0	589,34	26,0
SL-3	3,0	6,0	1783,72	52,0
	3,5	2,0	821,19	65,0
	4,0	10,5	535,38	33,0
	4,5	6,0	356,74	26,0

Следует отметить, что между удельной скоростью седиментации и полнотой оседания флокул существует корреляция, которая нарушается лишь иногда (SL-3: pH 3 и 3,5). Вероятно, что более высокая скорость седиментации флокул присуща тем суспензиям, где клетки лучше подготовлены к агрегации. В этом случае большая их часть участвует в агрегации, и агрегаты имеют большую массу.

Таким образом, можно утверждать, что для эффективной седиментации клеток штамма SL-2 оптимальным значением pH ростовой среды является 3,5 - здесь и v_c и T_{max} наибольшие. Однако для штамма SL-3 эти закономерности не соблюдаются. В суспензии этого штамма при pH 3,5 очень быстро формируются меньшие по массе (чем при pH 3,0) флокулы, которые медленнее оседают, но число клеток, вовлеченных в этот процесс, больше, чем при pH 3,0.

Очевидно, существуют скрытые механизмы, лежащие в основе явления флокуляции и управляющие процессом формирования различающихся по величине и свойствам агрегатов дрожжевых клеток, которые требуют дополнительного изучения.

Тем не менее выявленные параметры процесса автофлокуляции позволили оптимизировать доступные для варьирования условия выращивания и ферментации для указанных штаммов, а именно: pH ростовой и ферментативной сред, концентрацию ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , плотность засева, а также концентрацию субстрата. Максимальная полнота осаждения в оптимизированных условиях достигала 86%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баран А.А., Тесленко А.Я. Флокулянты в биотехнологии. -Л.: Химия, 1990. -143 с.

2. Свердлов Л.Б. и др. Использование полиэлектролитных флокулянтов в процессе концентрирования дрожжевых суспензий// Биотехнология. -1989. -№ 1. -С.21.
3. Stratford M., Assinder S. Yeast flocculation: the Flo 1 and Flo 2 fenotypes//Yeast. -1991. -V.7, № 6. -P.559.
4. Toeda K., Kurane R. Microbial flocculant from *Alcaligenes cupridus* KT201//Agr.and Biol.Chem. -1991. -V.55, № 11. -P.2793.
5. Яремко З.М. и др. Флокуляция дисперсий водорастворимыми полимерами. 1.Кинетика образования флокул//Химия и технология воды. -1991. -Т.13, № 3. -С.220.

УДК 647.817-41

Т.В.Соловьева, доцент

ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЛИГНОУГЛЕВОДНОЙ МАТРИЦЫ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ

Сообщение 2

In the production of fibre board by the wet method, an examination was made of the acidic inactivation of lignin. Given herein, the methods of conversion: elimination, rare lacing, and condensation with formation of three dimensional nets.

Как известно, в кислой среде наряду с процессами деструкции, вызывающими повышение реакционной способности лигнина, имеют место конкурирующие с ними процессы конденсации, ведущие к образованию малореакционноспособных продуктов и укрупнению макромолекул.

О конденсации лигнина в процессе получения ДВП свидетельствует целый ряд фактов, установленных нашими экспериментальными исследованиями: потеря (от частичной до полной) растворимости в водном диоксане близких природным препаратам лигнина Бьеркмана, обработанных по технологической цепочке; снижение суммарного выхода ароматических альдегидов из этих препаратов при их щелочном нитробензольном окислении, а также при таком же окислении образцов древесины и плит; науглероживание препаратов; сдвиг температуры перехода в область повышенных значений при исследовании изменений термопластических свойств препаратов лигнина Бьеркмана по мере ведения технологического процесса получения ДВП; сдвиг их гель-хроматографических кривых в область