

УДК 57.083.132

Филатов Александр Семенович,

канд. с.-х. наук, и.о. декана инженерного факультета,

ФГБОУ ВО Якутская ГСХА,

г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ АППАРАТА ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Полное аэрирование питательной культуральной жидкости по всему объему аппарата для культивирования микроорганизмов обеспечивает массообмен по всему полезному объему. Искусственно созданный гидродинамический режим в данном аппарате оказывает влияние на скорость протекания всех реакции, которые происходят в процессе культивирования микроорганизмов.

Ключевые слова: производство белка, разработка оборудования, технология, получение биомассы, лекарственные вещества.

Одним из ресурсов является производство кормового белка с помощью микробиологического синтеза. Целью исследования является массообменный процесс, состоящий из различных технологических стадий, основная часть которых проходит при подводе кислорода. Кислород играет большую роль при производстве кормового белка, так как при его наличии происходит рост микробного белка и его интенсификация. На данный момент невозможно определить концентрацию растворенного кислорода без экспериментального определения концентрации и коэффициента массообмена по кислороду.

Процесс культивирования микроорганизмов пищевой, химической и фармакологической промышленности проходит в ферментаторах. Процесс культивирования микроорганизмов не осуществим без подвода аэрирующего газа, это является одним из решающих факторов в процессах микробного синтеза. Полное аэрирование питательной культуральной жидкости в объеме аппарата обеспечивает массообмен по всему полезному объему ферментатора.

Искусственно созданный гидродинамический режим в аппарате для культивирования микроорганизмов оказывает влияние на скорость протекания всех реакций, которые происходят в процессе культивирования микроорганизмов.

На поверхности культуральной среды в процессе культивирования микроорганизмов образуется пена. Диаметр пенного пузырька $d_{\text{п}}$ определяется размером отверстий в барботёре и физико-химическими свойствами культуральной жидкости:

$$d_{\text{п}} = \sqrt[3]{\frac{6d_0\epsilon}{q(p_{\text{ж}} - p_{\text{г}})}}, \quad (1)$$

где: d – диаметр отверстия;

ϵ – поверхностное натяжение;

q – ускорение свободного падения;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости;

$\rho_{\text{г}}$ – плотность газа.

Тогда количество пузырьков:

$$n = \frac{6V_{\text{г}}}{\pi d_{\text{п}}^3}, \quad (2)$$

где $V_{\text{г}}$ – общий объемный расход воздуха при нормальных условиях.

При исследовании процесса абсорбции кислорода в питательной среде различной вязкости для расчета газосодержания принято уравнение:

$$\frac{\varphi}{(1 - \varphi)^4} = 0,2 \left(\frac{D^2 * \rho_{\text{ж}} * g}{\sigma} \right)^{0,62} * \left(\frac{D^3 * \rho_{\text{ж}}^2 * g}{\mu_{\text{ж}}} \right)^{\frac{1}{12}} * \frac{W_{\text{г}}}{(D * g)^{0,5}} \quad (3)$$

где D – диаметр аппарата.

На данный период времени рядом ученых проведены систематические исследования [5-8] и даны рекомендации для определения φ следующей зависимостью:

$$\varphi = \frac{1}{2 + \left(\frac{0.35}{W_r}\right) \left[\left(\frac{P_{жк}}{l}\right) \left(\frac{\sigma}{782}\right)\right]^{1/3}} \quad (4)$$

При исследовании газосодержания в рециркуляционной колонне диаметром \varnothing 0.15 м и высотой $H = 10.5$ м авторами [4, 7] было получено следующее уравнение:

$$\varphi = W_r(0,24 + 1,35W_{см}^{0.93})^{-1} \quad (5)$$

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что рациональное сочетание расчета и эксперимента позволяет расширить границы исследований, уменьшить объем экспериментов и значительно ускорить доводочные работы по созданию и совершенствованию перспективных конструкций ферментаторов.

Протекание микробного синтеза в аппаратах разного масштаба в пересчете на единицу объема количества получаемого продукта (биомассы или продуктов метаболизма) будет одинаковым или почти одинаковым в аппаратах разного масштаба. Полное аэрирование питательной культуральной жидкости по всему объему аппарата обеспечивает массообмен по всему полезному объему ферментатора. При масштабировании ферментаторов наряду с геометрическим подобием аппаратов необходимо учитывать и кинетические закономерности развития микроорганизмов. Искусственно созданный гидродинамический режим в аппарате для культивирования микроорганизмов оказывает влияние на скорость протекания всех реакции, которые происходят в процессе культивирования микроорганизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокиева Г.Е. Исследование аппарата для культивирования микроорганизмов / Г.Е. Кокиева // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 4. – С. 123-125.
2. Кокиева Г.Е. Исследование зависимости роста микробных клеток от концентрации биомассы в процессе получения кормовых дрожжей / Г.Е. Кокиева // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – № 3. – С. 31-33.

3. Кокиева Г.Е. Роль кислорода при моделировании аппарата для культивирования микроорганизмов / Г.Е. Кокиева, И.Б. Шагдыров, Ю.А. Шапошников // Ползуновский вестник. – 2016. – № 3. – С.151-155.

4. Пат. 2565557 Российская федерация, МПК С 12 М 1/02, С 12 М 1/04, С 12 М 1/21. Аппарат для культивирования микроорганизмов / Кокиева Г.Е., Шагдыров И.Б., Шагдыров Б.И., Болохоев В.С.; Заявитель и патентообладатель Бурят. гос. с.-х. акад. им. В.Р. Филиппова. – № 2014127113/10; заявл. 02.07.14; опубл. 20.10.15, Бюл. № 29. – 7 с.: ил.

5. Пат. 2580160 Российская федерация, МПК А 23 К 10/12, А 23 К 10/37. Способ приготовления кормовых дрожжей / Кокиева Г.Е., Шагдыров И.Б., Шагдыров Б.И., Болохоев В.С.; Заявитель и патентообладатель Бурят. гос. с.-х. акад. им. В.Р. Филиппова. – № 2014127112/13 ; заявл. 02.07.14 ; опубл. 10.04.16, Бюл. № 10. – 7 с. : ил.