

Кокиева Галия Ергешевна,

д-р техн. наук, профессор кафедры «Прикладная механика»;

Кондакова Надежда Ивановна,

преподаватель;

Старков Алмаз Васильевич,

студент группы ТСА-15.

ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия»,

г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия

ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ СВЯЗИ ПРОЦЕССА, ПРОТЕКАЮЩЕГО В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ ФЕРМЕНТАТОРА

Получение кормового белка путём микробного синтеза – процесс технологически менее трудоёмкий по сравнению с получением сельскохозяйственной продукции и органическим синтезом белка. Специфика процесса микробиологического синтеза БВК позволяет рассматривать формализованные связи процесса, протекающего в рабочем пространстве ферментатора, с особенностями свойств ингредиентов субстрата и оборудования.

Ключевые слова: системный подход, технологические требования, концентрация кислорода, объект.

Обобщенная информационная оценка современного состояния исследований в области микробиологического производства белково-витаминного комплекса (БВК) показала необходимость системного подхода к разработке технологии и технического обеспечения производственных объектов, обеспечивающих выполнение запланированных объемов производства с хорошим качеством и соблюдением технологических требований. Одним из больших плюсов (преимуществ) кормового белка – небольшая продолжительность культивирования кормового белка в оборудовании. Скармливание кормового белка, обладающего фармакологическими ценностями, в рацион питания сельскохозяйственных животных увеличивает не только прирост живой массы, снижает заболеваемость, но и удваивает удои молока [2, 3, 4].

В настоящее время сложилась такая ситуация, когда разрабатываются всё новые и новые конструкции ферментаторов: каждый разработчик считает, что его конструкция наиболее эффективна. В то же время, при внедрении аппаратов наблюдается значительное расхождение проектных и фактических технико-экономических показателей. На рис.1 представлена схема ферментатора [1].

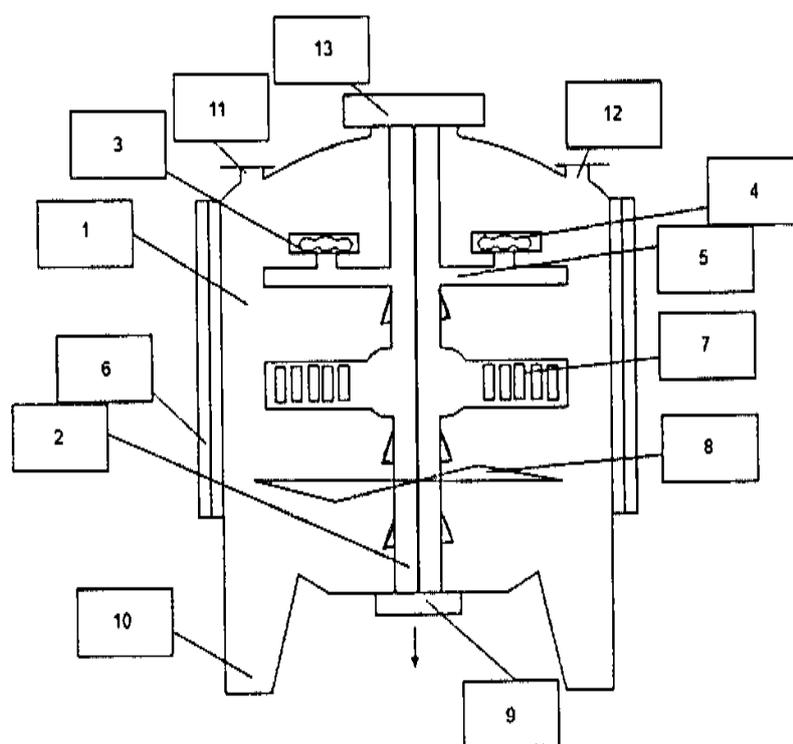


Рисунок 1 – Принципиальная схема реактора

1 – корпус; 2 – вал; 3 – лопатки; 4-прорезы в лопатках; 5 – мешалка верхняя; 6 – рубашка теплообменная; 7 – центральная мешалка; 8 – нижняя мешалка; 9 – выгрузной патрубок; 10 – основание; 11, 12 – патрубки; 13 – редуктор

Конструктивная особенность аппарата для культивирования микроорганизмов напрямую влияет на расчёт скоростей жидкой фазы в газожидкостном потоке; скорость жидкой фазы зависит от скорости газа, физических и химических свойств среды [1, 3].

В Таблице 1 представлены расчетные формулы для определения физико-химических свойств питательной культивируемой среды.

Таблица 1 – Расчётные формулы для определения физико-химических свойств питательной культивируемой среды

№ расч. формулы	Расчетная формула	Примечание
1	$d_{\Pi} = \sqrt[3]{\frac{6d_0\epsilon}{q(p_{\text{ж}} - p_{\text{г}})}}$	где d – диаметр отверстия; ε – поверхностное натяжение; q – ускорение свободного падения; p _ж – плотность жидкости; p _г – плотность газа
2	$n = \frac{6v_r}{\pi d_{\Pi}^3}$	n – количество пузырьков, где v _г – общий объемный расход воздуха при нормальных условиях. Полученные значения n и d _п с учетом скорости подъёма пузырьков дают возможность оценить газосодержание зоне барботажа
3	$\varphi = \frac{W_r}{C(W_r + W_{\text{ж}}) + KU_{\Pi}}$	φ _{вс} – газосодержание; W _ж – скорость жидкости; C – массовая концентрация кислорода в среде; K – коэффициент; U _п – скорость всплытия одиночного пузыря в неподвижной жидкости
4	$\varphi = 0,833 \frac{W_r}{W_r + W_{\text{ж}}}$	В зависимости от характера изменения сечения трубы изменяется теоретически рассчитанный коэффициент от 1 до 1,5
5	$\varphi = 0,6 \frac{W_r}{W_r + W_{\text{ж}}}$ $\varphi = 0,26 \frac{w_r}{w_r + w_{\text{ж}}} \cdot \left(\frac{\Delta p}{p_r}\right)^{0,125}$	Определение наименьшей величина газосодержания, при K=0, C=1,2 при C = 3,7 $\left(\frac{\Delta p}{p_r}\right)^{0,125}$
6	$\varphi = \frac{-(a \cdot w_{\text{см}}) + \sqrt{(w_{\text{см}} + a^2) + 4w_r(b+a)}}{2(b+a)},$	Для работы барботажного трубчатого реактора в диапазоне w _г = 0,1...0,18 м/с и w _ж = 0,4...2,0 м/с при равных длинах (2 м) и диаметрах барботажной и циркуляционной труб, где w _{см} = w _г + w _ж – скорость газожидкостной смеси

7	$\varphi = \left(0,812 - 0,48 \frac{h}{H_0}\right) + \left(0,043 + 0,11 \frac{h}{H_0}\right) LW_r$	<p>где h – уровень монолита жидкости над барботером; H_0 – уровень жидкости в аппарате; l – характерный линейный размер, длина участка аппарата или его элемента</p>
8	$\varphi = KW_r^a$	<p>газосодержание в кольцевом пространстве колонны с диффузором при научном обосновании значения газосодержания в аппаратах для культивирования микроорганизмов, осуществляющих подвод кислорода</p>

Согласно многочисленным расчётам, можно определенно доказать, что добавлением кормового белка в рацион сельскохозяйственным животных можно предварительно получить прирост живой массы сельскохозяйственных животных и сберечь при этом прикорм в виде зерновой культуры. В перспективе при выпуске большого количества кормового белка можно покрыть дефицит в кормлении сельскохозяйственных животных. Культуральная жидкость в процессе культивирования в ферментаторе характеризуются высокой кормовой ценностью кормового белка, так как насыщается всеми необходимыми элементами. Большое число предприятий во всём мире участвует в этих процессах, и уже производится значительное количество достаточно ценных продуктов такого рода. Концентрация кислорода в культуральную жидкость в отходящем из ферментатора воздухе составляет 18...20%.

Плюсы преимущества кормового белка:

- кормовой белок, полученный путём микробного синтеза в процессе культивирования. получает в процессе все необходимые макро- и микроэлементы, которые переходят в продукт. За счёт такого богатого содержания органических, неорганических наполнителей кормовой белок в рационе кормления животных превосходит растения по своему богатому содержанию;

- микробные клетки по своей природе способны накапливать очень большие количества белка;

- в процессе микробного синтеза при получении кормового белка в микробиологическом производстве отпадает технологическая стадийность, а сам процесс биосинтеза осуществляется в заданных мягких условиях в аппарате для культивирования микроорганизмов.

Интенсификация и активизация производства кормового белка микробным синтезом зависит от коэффициента массоотдачи в жидкой фазе, от скорости перемешивания питательной среды и условий протекания аэрирования культуральной жидкости [2, 3, 4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокиева Г.Е. Конструктивная особенность аппарата для культивирования микроорганизмов / Г.Е. Кокиева / 1-я международная научно-практическая конференция «Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы» (13 апреля 2016 г.): сборник публикаций научного журнала «Chronos». – Москва, 2016. – С. 24-29.
2. Кокиева Г.Е. Методика лабораторных и производственных исследований в экспериментальной установке / Г.Е. Кокиева // Проблемы развития современной науки: сборник научных статей по материалам I Международной научно-практической конференции. – Пермь, 2016. – С. 45-48.
3. Кокиева Г.Е. О значении винных дрожжей *ViniMuskat* на процесс культивирования кормовых дрожжей / Г.Е. Кокиева, Л.О. Онхонова / Научный и инновационный потенциал Байкальского региона глазами молодежи: матер. науч. конф. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2006. – С. 21-22.
4. Кокиева Г.Е. О производстве кормовых дрожжей / Г.Е. Кокиева / Научный и инновационный потенциал Байкальского региона глазами молодежи: материалы научной конференции. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2006.