



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 031 113** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК⁶ **C 12 M 1/04**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4928804/13, 18.04.1991

(46) Дата публикации: 20.03.1995

(56) Ссылки: 1. Авторское свидетельство СССР N 956558, кл. C 12M 1/02, 1979. 2. Авторское свидетельство СССР N 1302691, кл. C 12M 1/06, 1985.

(71) Заявитель:

Совместное предприятие "Интернаука",
Институт биохимии и физиологии
микроорганизмов РАН

(72) Изобретатель: Редиккульцев Ю.В.,
Кудряшов В.К., Орлов Д.В.

(73) Патентообладатель:

Акционерное общество "Интернаука",
Институт биохимии и физиологии
микроорганизмов РАН

(54) БИОРЕАКТОР

(57) Реферат:

Использование: биосинтез аминокислот, ферментов и других продуктов жизнедеятельности микроорганизмов. Сущность изобретения: биореактор содержит емкость, в которой размещена циркуляционная труба с раструбом и отбойными пластинами. В раструбе установлен осевой насос, а у днища емкости - устройство для аэрации среды. Осевой насос снабжен направляющими потока,

выполненными в виде отрезков пластин, радиально закрепленных в циркуляционной трубе на выходе из насоса, а устройство для аэрации снабжено турбинной мешалкой, отбойными пластинами, барботером и смесителем газа с жидкостью. Барботер представляет собой коллектор газа в виде трубы с отверстиями, на которой укреплены вертикальные пластины-отбойники. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 031 113 C1

RU 2 031 113 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 031 113** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **C 12 M 1/04**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4928804/13, 18.04.1991

(46) Date of publication: 20.03.1995

(71) Applicant:
Sovmestnoe predpriyatie "Internauka",
Institut biokhimii i fiziologii mikroorganizmov RAN

(72) Inventor: Redikul'tsev Ju.V.,
Kudrjashov V.K., Orlov D.V.

(73) Proprietor:
Aksionernoje obshchestvo "Internauka",
Institut biokhimii i fiziologii mikroorganizmov RAN

(54) **BIOREACTOR**

(57) Abstract:

FIELD: biosynthesis. SUBSTANCE:
bioreactor has a tank. In the tank there is
a hubbed circulation pipe with deflecting
plates. An axial pump is mounted in the pipe
funnel hub, and an aerator is located on the
tank bottom. The axial pump is provided with
flow guides. The flow guides are plates

mounted radially in the circulation pipe at
the pump outlet. The aerator is provided
with a turbine stirrer, deflecting plates, a
bubbler, and a mixer for gas and fluid. The
bubbler is a collector of gas. It has a pipe
with holes. Vertical deflecting plates are
secured on the pipe. EFFECT: higher
efficiency. 2 cl, 1 dwg

RU 2 0 3 1 1 1 3 C 1

RU 2 0 3 1 1 1 3 C 1

Изобретение относится к устройствам для осуществления процессов биосинтеза аминокислот, ферментов, витаминов и других биологически активных веществ и может использоваться в микробиологической, химической, пищевой и других отраслях промышленности и исследовательской практике.

Самый ответственный процесс в биотехнологии - ферментация, а биореакторы, в которых проходит этот процесс, являются главным технологическим оборудованием любого микробиологического процесса.

Производительность микробиологического процесса зависит от активности продуцента, концентрации микроорганизмов, соотношения и подбора компонентов питательной среды и массообменной характеристики биореактора, которая определяется условиями аэрации и перемешивания культуральной жидкости.

Большинство микробиологических процессов протекают в условиях постоянно меняющейся реологии культивационной среды, вызываемой ростом и делением клеток. Чаще всего этот процесс сопровождается увеличением плотности и вязкости культивационных сред, что снижает эффективность массообмена, а значит, и продуктивность процесса. Интенсивность массообмена определяют аэраторы и мешалки, используемые в биореакторах.

Известен аппарат для культивирования микроорганизмов [1], в котором снижение параметров массообмена частично компенсируется изменением режима работы мешалок.

Так с увеличением плотности и вязкости культивационной среды лопасти мешалок отводят от вала, окружная скорость лопастей возрастает, и таким образом, достигается более интенсивная турбулизация культивационной среды с аэрирующим газом, а поперечное распределение мешалок на валу привода должно обеспечить равномерность такого перемешивания.

Однако только эффективного перемешивания культивационной среды с газом недостаточно для повышения массообмена. Это можно объяснить тем, что источник аэрирующего воздуха расположен в нижней части емкости, в связи с чем наиболее интенсивное растворение кислорода в культивационной среде будет происходить в зоне действия нижней мешалки, и по мере продвижения вверх под действие мешалок будет попадать обедненная кислородом смесь воздуха с метаболитным газом, что не может улучшить перенос кислорода к клеткам даже в условиях изменения работы мешалок.

Увеличение расхода аэрирующего воздуха в известной системе перемешивания приведет к образованию вокруг вала мешалок газовой воронки, и основная масса аэрирующего воздуха не будет контактировать с культивационной средой, что лишь ухудшит условия массообмена.

Кроме того, устройство, обеспечивающее регулирование вылета лопастей мешалок, значительно усложняет конструкцию аппарата, требует использования дополнительных герметизирующих вводов, что снижает надежность работы аппарата в асептических условиях.

Для решения задачи интенсификации

массообмена уплотненных клеточных суспензий наиболее подходящим представляется комбинированный ферментатор. Характерным признаком известного аппарата является подвод энергии к жидкой фазе одновременно мешалкой и насосом, что обеспечивает равномерное перемешивание и аэрацию культивационной среды по всему объему аппарата. (Виестур У.Э. и др. Системы ферментации. Рига: Знание, 1986, с. 9-15).

Наряду с очевидными преимуществами известный аппарат не лишен недостатков. Так, в процессе ферментации в байпасном контуре аппарата постоянно имеется объем культивационной среды без аэрации, что приводит к ухудшению массообмена. При увеличении концентрации клеток и вязкости культивационной среды отрицательное действие байпасного контура на массообмен системы будет возрастать, ухудшая условия ферментации. Работа мешалок в условиях перемешивания вязких сред с высокой плотностью микроорганизмов также будет малоэффективной, так как в этом случае произойдет естественное расслоение газа в жидкости, зона турбулентности мешалок уменьшится, что приведет к снижению массообмена. Известен биореактор [2] используемый в процессах трансформации стероидов при концентрации исходного субстрата до 100 г/л.

Биореактор относится к аппаратам циркуляционного типа, культивационная среда в которых приводится в движение высокопроизводительным насосом осевого действия, размещенным внутри рабочей емкости биореактора. Перемешивание и насыщение культивационной среды кислородом воздуха осуществляются в зоне раструба, где формируются турбулентные потоки культивационной среды и аэрирующего воздуха. Ввод аэрирующего воздуха в биореактор осуществляют через газлифтный насос, включенный в байпасный трубопровод к биореактору. Биореактор в отличие от известных аналогов содержит насос осевого действия, конструкция которого позволяет прокачивать уплотненные суспензии с высокой производительностью, что является одним из важных условий интенсификации массообмена. Что касается устройств для аэрации культивационных сред, то применительно к процессу биосинтеза веществ такие системы неэффективны по следующим причинам:

газлифтный насос, используемый в качестве аэратора, мало эффективен, так как он размещен в байпасном контуре биореактора, и аэрирующий воздух воздействует на очень малый объем культуральной среды;

при повышении расхода аэрирующего воздуха производительность газлифтного насоса снижается, чем еще больше ухудшит массообмен системы;

перемешивание культивационной среды с воздухом посредством насоса не создает эффективной аэрации, так как используемая в насосе осевая турбина не рассчитана на турбулизацию жидкости;

для предотвращения вспенивания аэрирующий воздух вводят под крышку биореактора, в связи с чем основная масса культивационной среды аэрируется только

через свою поверхность, что явно недостаточно для создания эффективного массообмена.

Цель изобретения - повышение производительности за счет интенсификации массообмена уплотненных клеточных суспензий.

На чертеже изображен предлагаемый биореактор.

Биореактор содержит емкость 1, крышку 2, патрубки 3, 4 и 5 для подачи субстрата, слива готового продукта и отвода газа, теплообменную рубашку 6, приводной вал 7, осевой насос 8, циркуляционную трубу 9, раструб 10 с отбойниками 11, направляющие 12 потока, устройство для аэрации, снабженное турбинной мешалкой 13 с отбойными пластинами (отбойниками) 14, барботером 15 с радиальными отверстиями 16 и отбойниками 17, и смеситель 18 с отбойниками 19.

Осевой насос 8 закреплен на валу 7, установлен в раструбе 10 циркуляционной трубы 9 и снабжен направляющими 12 потока, выполненными в виде отрезков пластин, радиально закрепленных в циркуляционной трубе 9 на выходе из насоса.

Турбинная мешалка 13 закреплена на валу 7 насоса 8 у дна емкости 1. Отбойные пластины 14 радиально закреплены по периметру емкости 1 в плоскости действия турбинной мешалки.

Барботер 15 закреплен на дне емкости 1 соосно с валом насоса 8. Смеситель 18 закреплен на турбинной мешалке 13 и установлен коаксиально барботеру 15.

Биореактор работает следующим образом.

Перед началом биотехнологического процесса через патрубок 3 в емкость 1 загружают рабочую среду до уровня, когда вся поверхность раструба 10 оказывается погруженной в рабочую среду, и вносят инокулят микроорганизмов. Термостатируют биореактор обычным образом, через теплообменную рубашку 6. При включении привода (на фиг.1 не показан) биореактора вал 7 вращается с заданной частотой, а закрепленный на нем осевой насос 8 вытесняет рабочую среду, находящуюся в циркуляционной трубе 9 в сторону турбинной мешалки 13. Затраты мощности на организацию движения рабочей среды в емкость 1 небольшие, так как по условию загрузки биореактора циркуляционная трубка 9 вместе с раструбом 10 погружены в рабочую среду и при работе насоса 8 образуют замкнутый контур циркуляции рабочей среды. Отбойники 11, закрепленные в раструбе 10, препятствуют образованию воронки на входе в насос 8 и дополнительно турбулизируют рабочую среду с воздухом. Пластинчатые направляющие 12, закрепленные в циркуляционной трубе 9 на выходе из насоса 8, формируют поток рабочей среды в направлении турбинной мешалки 13.

К аэратору подводят сжатый воздух для аэрации рабочей среды в биореакторе, который через радиальные отверстия 16, расположенные между отбойниками 17, вытесняется в зону действия смесителя 18. Смеситель 18 жестко закреплен на лопастях турбинной мешалки 13 и в результате вращения создает между отбойниками 19 и 17

турбулентный газожидкостный поток рабочей среды, направленный в сторону турбинной мешалки 13.

Направление указанного потока рабочей среды определяют диспергированный воздух и центробежные потоки газожидкостной среды, образованные при вращении турбинной мешалки 13.

Таким образом, в нижней части емкости 1 при вращении турбинной мешалки 13 создан постоянно циркулирующий через смеситель 18 потока газожидкостной среды, в котором происходит интенсивное растворение кислорода воздуха. Направленные навстречу друг другу поток рабочей среды, образованный насосом 8, и поток газожидкостной среды, образованный смесителем 18, активно перемешиваются в зоне действия турбинной мешалки 13 и отбойников 14, что позволяет интенсифицировать массообменные процессы, протекающие в рабочей среде со сложной реологией и высокой концентрацией клеток микроорганизмов. Конструкция насоса и его размещение в биореакторе обеспечивают циркуляцию культивационных сред сложной реологии с высокой производительностью между поверхностной и глубинной зонами насыщения кислородом, что позволяет интенсифицировать процессы массообмена уплотненных клеточных суспензий. Использование в биореакторе смесителя позволяет создать на выходе воздуха из аэратора постоянно циркулирующий вокруг смесителя поток мелкодисперсной газожидкостной среды, что обеспечивает эффективное растворение кислорода в жидкой среде. Размещение турбинной мешалки в зоне образованных в биореакторе верхнего и нижнего потоков культивационной среды и турбулизация этих потоков посредством отбойников, обеспечивают гомогенное перемешивание компонентов рабочей среды и дополнительное диспергирование аэрирующего воздуха, что позволяет активизировать массообменные процессы, протекающие в культивационной среде и, следовательно, способствует повышению выхода и качества синтезируемого продукта. Новая конструкция биореактора ориентирована на реализацию процессов биосинтеза биологически активных веществ, например органических кислот, ферментов, витаминов, антибиотиков и др., протекающих в условиях высокой концентрации клеток - продуцентов.

Формула изобретения:

1. БИОРЕАКТОР, содержащий емкость с крышкой и патрубками для подвода субстрата, отвода газа и слива целевого продукта, циркуляционную трубу с раструбом и отбойными пластинами, приводной вал с осевым насосом, установленным в раструбе, и устройство для аэрации среды, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности путем интенсификации массообмена плотных клеточных суспензий, осевой насос снабжен направляющими потока, выполненными в виде отрезков пластин, радиально закрепленных в циркуляционной трубе на выходе из насоса, а устройство для аэрации снабжено турбинной мешалкой, отбойными пластинами, барботером и смесителем газа с жидкостью,

выполненным в виде отрезка трубы с установленными на ее внутренней поверхности пластинчатыми отбойниками, при этом турбинная мешалка закреплена на валу насоса у дна емкости, отбойные пластины радиально расположены по периметру емкости в одной горизонтальной плоскости с турбинной мешалкой, барботер установлен на дне емкости соосно с валом

насоса, а труба смесителя закреплена на турбинной мешалке и установлена коаксиально барботеру.

5 2. Биореактор по п.1, отличающийся тем, что барботер представляет собой коллектор газа в виде трубы с отверстиями, на которой укреплены вертикальные пластины-отбойники.

10

15

20

25

30

35

40

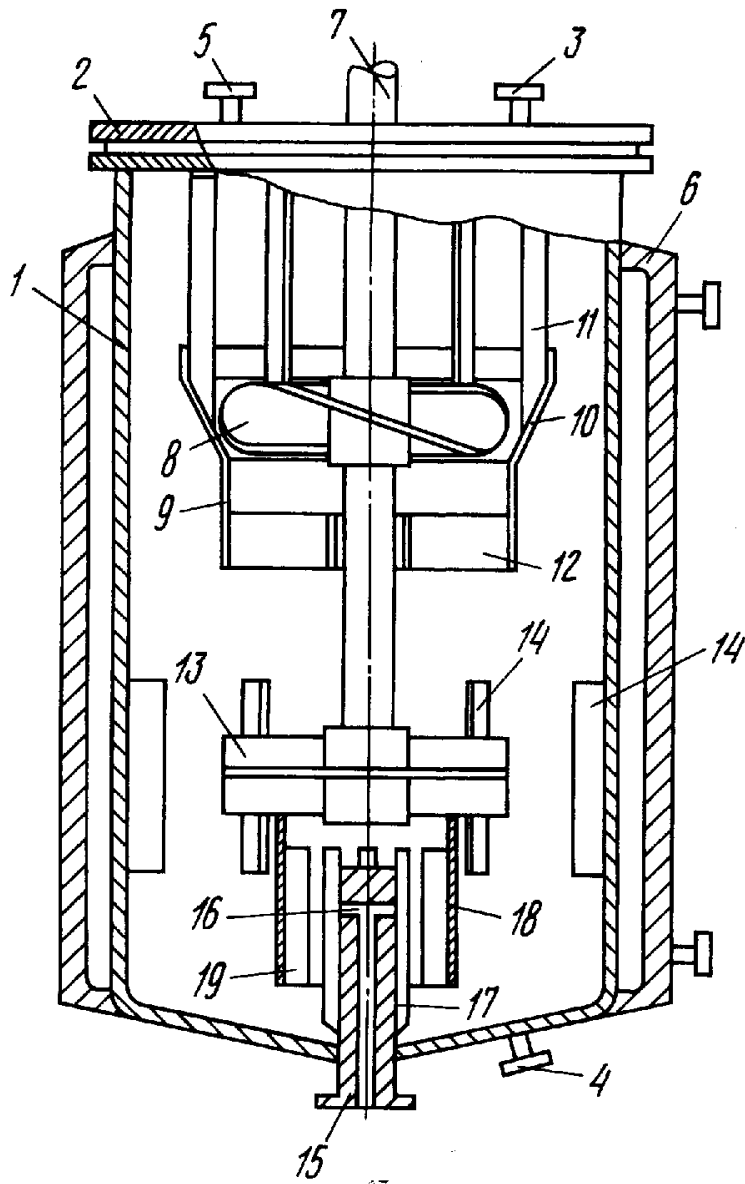
45

50

55

60

RU 2031113 C1



RU 2031113 C1