



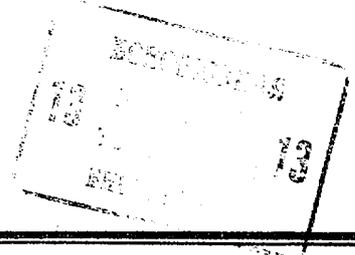
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1181555** **A**

(51) С 12 Р 7/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ



- (21) 2934908/28-13
- (22) 12.06.80
- (31) 74972/79, 125966/79
- (32) 13.06.79
- (33) JP
- (46) 23.09.85. Бюл. № 35
- (72) Ичиро Чибата, Дзёдзи Като и Мицуру Вада (JP)
- (71) Танабе Сейяку Ко, ЛТД (JP)
- (53) 663.52(088.8)
- (56) Заявка Франции № 2320349, кл. С 12 С 11/14, опублик. 1977.

(54) (57) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТАНОЛА, предусматривающий микробиологическое превращение сахара в этаноле путем контактирования иммобилизованных в геле-носителе этанолпродуцирующих дрожжей или анаэробных микроорганизмов рода *Saccharomycetes* или *Zygomycetes* с питательной средой, содержащей

ферментативный сахар, и отделение среды, содержащей этанол, отличающийся тем, что, с целью ускорения процесса и повышения концентрации этанола в среде, в процессе микробиологического превращения сахара в этанол поддерживают рост дрожжей или анаэробных микроорганизмов в геле-носителе путем дополнительной подачи питательной среды, содержащей 100-400 мг/мл сахара, до концентрации сахара в среде 50-100 мг/мл.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительную подачу питательной среды осуществляют после снижения концентрации сахара в питательной среде, подвергаемой контактированию с дрожжами или анаэробными микроорганизмами, до 2-10 мг/мл.

(19) **SU** (11) **1181555** **A**

Изобретение относится к спиртовой промышленности, в частности к способам получения этанола.

Целью изобретения является ускорение процесса и повышение концентрации этанола в среде.

Способ осуществляется следующим образом.

Подвергают микробиологическому превращению сахар в этанол путем кон-10
тактирования иммобилизованных в геле-носителе этанолпродуцирующих дрожжей или анаэробных микроорганизмов рода *Saccharomycetes* или *Zygomonas* с питательной средой, содержащей фер-15
ментируемый сахар в концентрации 50-100 мг/мл и другие питательные вещества, необходимые для роста микроорганизмов в геле. После снижения концентрации сахара в питательной 20
среде до 2-10 мг/мл осуществляют дополнительную подачу питательной среды, содержащей 100-400 мг/л сахара, до концентрации сахара в среде 50-100 мг/мл, поддерживая этим самым в 25
процессе микробного логического превращения сахара в этанол рост дрожжей или анаэробных микроорганизмов. Процесс осуществляют периодическим или непрерывным способом при 15-45°С 30
до получения этанола в среде концентрацией не менее 75-100 мг/л, затем отделяют среду, содержащую этанол, с последующим его отделением. Для осуществления способа используют дрожжи или анаэробные микроорганизмы, обладающие активностью, направленной на синтез этанола, например пивные дрожжи *Sacch cerevisiae* I FO 2018 и *Sacch 35*
viarum IFO 1167; дрожжи, используемые для получения вина, *Sacch cerevisiae* IFO 0216, *Sacch cerevisiae* IFO 0233, *Sacch cerevisiae* ATCC 4111 и *Sacch cerevisiae* ATCC 4124, дрожжи для получения sake *Sacch sake* ATCC 26422; 40
винные дрожжи *Sacch cerevisiae* IFO 1661, *Sacch cerevisiae* ATCC 4098 и *Sacch cerevisiae* IFO ATCC 4921, *Sacch carlsbergensis* OVT 7013, *Sacch pasterianus* OVT 7122, *Sacch fermentari* IFO 0422, *Zygomonas mobilis* IFO 13756, *Zygomonas otaerobeae* ATCC 29501 и т.п. 45
50

Любой из упомянутых типов дрожжей или анаэробных микроорганизмов, иммобилизованный в геле, можно использовать, причем иммобилизацию микроорганизмов осуществляют следующим обра-

зом: Небольшое количество микробных клеток смешивают с раствором гелевого основного материала и полученную в результате смесь желатинируют в таблетки или кусочки пленки в соответствии с известными способами желатинирования, например смесь по каплям добавляют в раствор желатинирующего агента с целью получения таблеток или кусочков пленки толщиной или диаметром 2 мм - 5 см, содержащих 0,01-10 колоний микробных клеток на 100 г ("влажный" вес) гелей. Далее, гели инкубируются в питательной среде для выращивания культуры, пригодной для роста микроорганизмов, при 15-45°С с целью получения искомым иммобилизованных микроорганизмов, которые образуют плотный слой микробных клеток внутри поверхностного слоя несущего геля. В качестве гелевого основного материала используют полисахариды, например, сульфатированный полисахарид, алгинат натрия, сукцинат целлюлозы. Любой из сульфатированных полисахаридов, который содержит не менее 10% в.в., в предпочтительном варианте - 12-62% в.в. сульфатных групп (-SO₃H) в своей молекуле, к сульфатированным полисахаридам относятся каррагинан, фулцелларан и сульфат целлюлозы. Каррагинан содержит примерно 20-30% в.в. сульфатных групп (SO₃H) в молекуле, а фулцелларан - 12-16% в.в. сульфатных групп в своей молекуле. Пригоден сульфат целлюлозы, содержащий 12-62% в.в. сульфатных групп в молекуле.

Приготавливают питательную среду в результате перемешивания в воде источника азота, например, экстракта дрожжей, насыщенного кукурузного ликера, пептона или т.п. и одного или нескольких питательных веществ, необходимых для роста микроорганизмов. Эти питательные вещества выбирают из витаминов: тиамин, биотин, пантотеновая кислота, инозитол и т.п., минеральных веществ: фосфаты, соли магния, соли кальция, соли натрия, соли калия и т.п., солей аммония: хлорид аммония, или их смесей. Количество этих питательных веществ, которое необходимо добавить, следующее, % в.в.: источник азота 0,05-1,0, минеральные вещества 0,0001-0,1, аммоний 0,01-1,0, кроме того, в питательную среду можно добавить следы витаминов. Затем в приготовленную таким образом

питательную среду добавляют ферментируемый сахар: глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза и т.п.

Меласса содержит как ферментируемый сахар, так и другие питательные вещества, необходимые для роста микроорганизма. В связи с этим водный раствор мелассы можно использовать как среду для выращивания культуры.

При реализации предлагаемого изобретения на принципе периодического действия иммобилизованные микроорганизмы сначала контактируют со средой для выращивания культуры при перемешивании с целью превращения ферментируемого сахара в среде в этанол. Когда концентрация сахара снижается до величины, не превышающей 20% от начальной концентрации, в предпочтительном варианте - не превышающей 10 мг/мл, в систему реакции превращения добавляют дополнительное количество свежей среды для выращивания культуры, содержащей сахар. Вновь добавленный сахар также превращается в этанол и концентрация его в среде снова снижается. Добавление свежей среды для выращивания культуры, содержащей сахар, можно повторять через некоторые промежутки времени до тех пор, пока будет производиться высокая концентрация этанола, например 100-200 мг/мл. Дополнительно количество свежей среды для выращивания культуры, которую добавляют в систему реакции превращения, должно содержать ферментируемый сахар в относительно высоких концентрациях, не менее 250 мг/мл, в предпочтительном варианте - вместе с питательными веществами, отличными от ферментируемого сахара, необходимыми для роста иммобилизованных микроорганизмов; каждый раз, когда добавляют дополнительное количество свежего питательного бульона, концентрация сахара в свежей питательной среде для выращивания может периодически увеличиваться до 400 мг/мл.

При реализации предлагаемого способа на принципе непрерывного действия используется колоннообразное реакционное оборудование, упакованное иммобилизованными микроорганизмами. Цилиндрическая колонна, обращенная колонна конической формы, колонна, снабженная циркуляционной трубой, или любая серия, или комбинация на их ос-

нове могут быть использованы в качестве колоннообразного реакционного оборудования. В случае использования в качестве реакционного оборудования цилиндрической колонны среду для выращивания культуры, содержащую в предпочтительном варианте 50-100 мг/мл ферментируемого сахара вместе с питательными веществами, отличными от ферментируемого сахара, необходимыми для роста микроорганизмов, подают непрерывно через один из концов колонны с целью превращения сахара в этанол, а среда, содержащая полученный таким образом этанол, вытекает из колонны через другой конец. Скорость загрузки среды для выращивания культуры регулируется таким образом, чтобы концентрация сахара в потоке, покидающем колонну, не превышала 20% его первоначальной концентрации, в предпочтительном варианте - не более 10 мг/мл. Затем в колонну непрерывно подают дополнительное количество свежей питательной среды для выращивания культуры, содержащей не менее 200 мг/мл сахара, скорость загрузки среды для выращивания культуры регулируется так, чтобы концентрация сахара в вытекающем потоке составляла не более 20% от его первоначальной концентрации, т.е. не более 10 мг/мл.

Когда в качестве реакционного оборудования используется обращенная колонна конической формы, реакция превращения ферментируемого сахара в этанол может осуществляться с большей эффективностью, поскольку образующаяся в реакции газообразная двуокись углерода может удаляться с большей эффективностью. При использовании цилиндрической колонны, снабженной циркуляционной трубой, порция среды, прошедшая через колонну, циркулирует через циркуляционную трубу ко дну колонны. В этом варианте концентрация сахара в дополнительном количестве свежей питательной среды для выращивания культуры, которая должна непрерывно подаваться через входную трубу ко дну колонны, должна поддерживаться повышенной, например до 250-400 мг/мл, для устранения снижения концентрации сахара, вызванного разбавлением циркулирующей порцией бульона. Кроме того, концентрация сахара в среде для выращивания культуры, которая непрерывно загружается в ко-

лонну, может постепенно увеличиваться до 250-400 мг/мл с течением времени. При реализации предлагаемого способа иммобилизованные микроорганизмы сохраняют исключительно высокую продуктивность, направленную на синтез этанола, в течение длительного промежутка времени, при этом этанол вырбатывается с высокой концентрацией, например, 100-200 мг/мл. Кроме того, можно использовать целую серию колонн в соответствии с непрерывным принципом действия.

Например, непрерывный способ осуществляется с использованием серии цилиндрических колонн и подачи свежей питательной среды для выращивания культуры в первую колонну с такой скоростью подачи, чтобы концентрация сахара в вытекающей жидкости из первой колонны снижалась до величины, не превышающей 20% его первоначальной концентрации, в предпочтительном варианте - до величины, не превышающей 10 мг/мл, затем загружают дополнительное количество свежей питательной среды для выращивания культуры, содержащей не более 250 мг/мл сахара, во вторую колонну вместе с жидкостью, вытекающей из первой колонны, и т.д., повторяя аналогичную процедуру загрузки для последующих колонн. Можно использовать данную колонну, регулируя скорость подачи свежей питающей среды для выращивания культуры, таким образом, чтобы концентрация сахара в ее некоторой части снижалась до величины, не превышающей 20% от его первоначальной концентрации, подавая дополнительное количество свежей среды для выращивания культуры, содержащей сахар, в ту часть колонны, где снижается концентрация сахара, повторяя затем эту процедуру загрузки в последующих частях колонны. Эти варианты реализации предлагаемого способа могут увеличить выход этанола за единицу времени, кроме того, этанол может образовываться непрерывно с высокой концентрацией и весьма эффективно.

Отделение среды после завершения реакции превращения может быть осуществлено известными способами, например дистилляцией, центрифугированием, декантацией и т.п. При использовании колонны бульон можно легко

отделить в виде потока, вытекающего из неё.

Активность иммобилизованных микроорганизмов, направленная на синтез этанола, определяется при помощи определения количества образующегося этанола, концентрация ферментируемого сахара определяется в пересчете на глюкозу.

Пример 1. Дрожжи *Saccharomyces sake* ATCC 26422 смешивают с 20 мл стерилизованного 4,5% в.о. водного раствора каррагинана при 37°C. Смесь по каплям добавляют из сливного накопителя в 2% в.о. водный раствор хлорида калия (200 мл) с целью получения сферических гелей с диаметром 4 мм.

Питательную среду приготавливают в результате смешивания в воде, % в.в.: экстракт дрожжей 0,15, хлорид аммония 0,25, кислый бифосфат калия 0,55, гептагидрат сульфата магния 0,025, хлорид кальция 0,001, лимонная кислота 0,1 и хлорид натрия 0,25 и поддерживают pH на уровне 5,0.

В полученную среду добавляют глюкозу с концентрацией 10% в.с. и полученные гели инкубируют в содержащей глюкозу среде 500 мл при легком встряхивании при 30°C в течение 60 ч с целью выращивания дрожжей в гелях. Полученные таким образом иммобилизованные дрожжи обладают активностью, направленной на синтез этанола, которая равняется 50 мг этанола/мл геля/ч.

Иммобилизованные дрожжи 20 мл контактируют с питательной средой, содержащей 10% в.с. глюкозы (20 мл) при 30°C в течение 1 ч. Когда концентрация оставшейся глюкозы в среде снижается до 2 мг/мл, добавляют дополнительное количество свежей питательной среды, содержащей 40% в.о. глюкозы (5 мл), и реакция превращения глюкозы в этанол продолжается еще в течение 1 ч при тех же условиях. Затем стадия добавления питательной среды, содержащей 40% в.о. глюкозы (5 мл), повторяется три раза с интервалом в 1 ч. В результате иммобилизованные дрожжи сохраняют свою активность, направленную на синтез этанола, на уровне 50 мг/мл геля/ч в течение периода реакции; после проведения реакции превращения в течение 5 ч получается среда, содержащая этанол в концентрации 125 мг/мл (40 мл).

Пример 2. Способ осуществля-
ют аналогично примеру 1. Активность,
направленная на синтез этанола, вы-
деленных иммобилизованных дрожжей не
снижается даже после выделения и ста-
дия получения этанола повторяется
десять раз, в результате получают
среду, содержащую этанол с концент-
рацией 125 мг/мл (40 мл), в конце
каждой реакции превращения, продол-
жавшейся в течение 5 ч.

Пример 3. Иммобилизованные
дрожжи 20 мл приготавливают анало-
гично примеру 1. Затем их помещают в
цилиндрическую колонну (объем 30 мл),
в которую через один из концов за-
гружают питательную среду, содержащую
10% в.о. глюкозы, со скоростью
20 мл/ч при 30°C, при этом дрожжи
всплывают и выходят из колонны через
другой ее конец с той же скоростью.
После инкубирования в течение 60 ч
при 30°C, в течение которого подача
среды продолжается с упомянутой ско-
ростью, скорость подачи бульона дово-
дится до 7 мл/ч с тем, чтобы вытека-
ющий поток содержал глюкозу с концен-
трацией не более 10 мг/мл. При этих
условиях концентрация глюкозы в пита-
тельной среде, которую подают в ко-
лонну, постепенно увеличивается таким
образом, что концентрация глюкозы в
нем достигает 30% в.о. в пересчете на
бульон через 120 ч. В течение этого
периода активность иммобилизованных
дрожжей, направленная на синтез эта-
нола, не снижается и в результате вы-
текающий из колонны поток содержит
этанол в концентрации 150 мг/мл. Кро-
ме того, когда питательная среда, со-
держащая 30% в.о. глюкозы, непрерыв-
но поступает в колонну со скоростью
7 мл/ч, иммобилизованные дрожжи в
колонне сохраняют свою стабильную
активность в течение более 1 мес, а
вытекающий поток содержит этанол со
средней концентрацией 146 мг/мл.

Пример 4. Получение этанола
осуществляется с использованием ци-
линдрического колоннообразного реак-
ционного оборудования, содержащего
три колонны. Каждая колонна (объем
30 мл) подготавливается аналогично
примеру 3, т.е. упаковывают колонны
иммобилизованными дрожжами и подают
питательную среду, содержащую 10%
в.с. глюкозы, со скоростью 20 мл/ч
при 30°C в течение 60 ч. Затем колон-

ны соединяются между собой. Пита-
тельную среду, содержащую 10% в.л.
глюкозы, подают в нижнюю часть пер-
вой колонны через трубу со скоростью
20 мл/ч при 30°C. Вытекающий из ко-
лонны поток подают во вторую колонну
вместе с питательной средой, содержа-
щей 40% в.с. глюкозы, через загрузоч-
ную трубу со скоростью 5 мл/ч. Выте-
кающий из второй колонны поток пода-
ют в третью колонну вместе с пита-
тельной средой, содержащей 40% в.о.
глюкозы, через загрузочную трубу со
скоростью 5 мл/ч. В результате, из
третьей колонны через выходную тру-
бу вытекает поток, содержащий этанол
в концентрации 100 мг/мл со скорос-
тью 30 мл/ч.

Пример 5. Способ осуществ-
ляют аналогично примеру 4, только
20% в.о. 5%-ного водного раствора
мелассы используется вместо 10% в.о.
глюкозы в исходной питательной среде
(100 мг/мл в пересчете на глюкозу)
и концентрация водного раствора ме-
лассы в дополнительной питательной
среде постепенно увеличивается до
60% в.о. с целью непрерывного полу-
чения вытекающего потока, содержаще-
го этанол в концентрации 142 мг/мл со
скоростью 5 мл/ч.

Пример 6. Получение этанола
осуществляют с использованием кони-
ческого колоннообразного реакцион-
ного оборудования. В коническую ко-
лонну (объем 30 мл) помещают иммоби-
лизованные дрожжи 20 мл, получают
согласно примеру 1, подают питатель-
ную среду, содержащую 10% в.о. глюко-
зы, в нижнюю часть колонны через за-
грузочную трубу со скоростью 20 мл/ч
при 30°C, среду выводят из колонны
в ее верхней части через трубопровод
с той же скоростью. После инкубиро-
вания при 30°C в течение 40 ч (при
этом среду подают с приведенной ско-
ростью) скорость подачи изменяется
до 6 мл/ч с тем, чтобы вытекающий по-
ток содержал глюкозу в концентрации,
не превышающей 10 мг/мл. При этих
условиях концентрация глюкозы в пи-
тательной среде, которую подают в ко-
лонну, постепенно увеличивается так,
чтобы концентрация глюкозы в ней до-
стигла 35% в.о. в пересчете на сре-
ду спустя 72 ч. В течение этого пе-
риода активность иммобилизованных
дрожжей, направленная на синтез эта-

нола, не снижается и в результате в вытекающем потоке концентрация этанола составляет 175 мг/мл.

Пример 7. Получение этанола осуществляется с использованием цилиндрического колоннообразного реакционного оборудования, содержащего трубу для циркулирующего потока, при помощи которой часть среды, вытекающей из колонны, подается в нижнюю часть колонны, т.е. в колонну, упакованную иммобилизованными дрожжами 25 мл, полученными согласно примеру 1, затем подают 20% в.о. водный раствор молазы (100 мг/мл в пересчете на глюкозу) в нижнюю часть колонны через трубу со скоростью 25 мл/ч при 30°C, в результате иммобилизованные дрожжи всплывают и среду выводят из колонны через ее верхнюю часть с той же скоростью. После инкубирования в течение 40 ч при 30°C (при этом среду подают с указанной скоростью) в колонну подают 50% в.о. водный раствор молазы (250 мг/мл в пересчете на глюкозу) со скоростью 10 мл/ч, при этом часть среды, вытекающей из колонны, циркулирует в нижнюю часть колонны через трубу со скоростью 100 мл/ч. Концентрация молазы в потоке, циркулирующем через трубу, снижается до величины, не превышающей 10 мг/мл в пересчете на глюкозу. При этих условиях активность иммобилизованных дрожжей, направленная на синтез этанола, не снижается и через трубу непрерывно вытекает жидкость, содержащая этанол с концентрацией 125 мг/мл, так как концентрация водного раствора молазы в бульоне, который загружается в колонну, разбавляется при помощи среды, циркулирующей через трубу.

Пример 8. Одна колония *Zytophas mobilis* IFO 13756 смешивается со стерилизованным раствором (4,5% в.о.) каррагинана 20 мл при 37°C. Смесь по каплям добавляют из сливного наконечника в 2% в.о. водный раствор хлорида калия 200 мл с целью получения шарообразных гелей с диаметром 4 мм. Приготавливают питательную среду при помощи перемешивания в воде, % в.о.: экстракт дрожжей 0,15, хлорид аммония 0,25, кислый бифосфат калия 0,55, гептагидрат сульфата магния 0,025, хлорид кальция 0,001, лимонная кислота 0,1 и хлорид натрия 0,25, pH смеси доводят до 6,8.

В питательную среду добавляют глюкозу с концентрацией 10% в.о. и полученные гели инкубируют в содержащем глюкозу бульоне 500 мл при 30°C в течение 90 ч в атмосфере азота с целью выращивания в них анаэробных микроорганизмов. Активность полученных таким образом иммобилизованных анаэробных микроорганизмов, направленная на синтез этанола, составляет 77 мг этанола/мл геля/ч.

Иммобилизованные анаэробные микроорганизмы 20 мл контактируют с питательной средой, содержащей 10% в.л. глюкозы (20 мл), при 30°C в течение 45 мин. Когда концентрация оставшейся глюкозы в среде снижается до 2 мг/мл, добавляют дополнительное количество свежей питательной среды, содержащей 40% в.о. глюкозы (5 мл), и реакция превращения глюкозы в этанол продолжается еще в течение 40 мин при тех же условиях. Далее стадия добавления питательной среды, содержащей 40% в.о. глюкозы (5 мл), повторяется три раза с 40-минутными интервалами. В результате иммобилизования анаэробные микроорганизмы сохраняют свою активность, направленную на синтез этанола, на уровне 77 мг этанола/мл геля/ч и после взаимодействия в течение 200 мин получается бульон, содержащий этанол с концентрацией 125 мг/мл (40 мл).

Пример 9. Иммобилизованные анаэробные микроорганизмы, полученные согласно примеру 8, выделяют декантацию. Повторяют операции по примеру 8 с использованием выделенных иммобилизованных микроорганизмов для получения этанола. Активность выделенных иммобилизованных анаэробных микроорганизмов, направленная на синтез этанола, не снижается даже после выделения и получения этанола в течение десяти раз, в результате в конце каждой реакции превращения, продолжающейся 200 мин, получается среда, содержащая этанол с концентрацией 125 мг/мл (40 мл).

Пример 10. Способ осуществляют аналогично примеру 1, только в колонну помещают иммобилизованные анаэробные микроорганизмы согласно примеру 9 в количестве 20 мл, а затем подают питательную среду, содержащую 10% в.л. глюкозы со скоростью 30 мл/ч при 30°C в течение 90 ч. Затем колонны соединяют последователь-

но. Питательную среду, содержащую 10% в.о. глюкозы, подают в нижнюю часть колонны через трубу для подачи ее со скоростью 30 мл/ч при 30°C. Вытекающую из колонны жидкость направляют во вторую колонну вместе с питательной средой, содержащей 40% в.л. глюкозы, подаваемой через трубу со скоростью 7 мл/ч. Вытекающую из второй колонны жидкость подают в третью колонну вместе с питательной средой, содержащей 40% в.о. глюкозы, через трубу со скоростью 7 мл/ч. Таким образом, вытекающая жидкость, содержащая этанол с концентрацией 100 мг/мл, непрерывно поступает из третьей колонны через выходную трубу со скоростью 44 мл/ч.

Пример 11. Способ осуществляют аналогично примеру 8, только вместо глюкозы в питательной среде (100 мг/мл в пересчете на глюкозу) используют 20% в.о. водный раствор мелассы, причем концентрация последнего постепенно увеличивается до 60% в.о. с целью получения среды, содержащей этанол в концентрации 125 мг/мл (40 мл), в результате реакции превращения мелассы в этанол в течение 3 ч.

Пример 12. Способ осуществляют аналогично примеру 7. В колон-

ну помещают иммобилизованные анаэробные микроорганизмы 25 мл, которые получают по примеру 9, в нижнюю часть колонны через трубу подают 20% в.о. водный раствор мелассы (100 мг/мл в пересчете на глюкозу) со скоростью 40 мг/ч при 30°C в течение 90 ч. Поток, поступающий из верхней части колонны через трубу, имеет ту же скорость. Затем в колонну подают 50% в.о. раствор мелассы (250 мг/мл в пересчете на глюкозу) со скоростью 15 мл/ч, одновременно часть среды, вытекающей из колонны, циркулирует в нижнюю часть колонны через циркуляционную трубу со скоростью 100 мл/ч. Концентрация водного раствора мелассы, циркулирующего через трубу, снижается до величины, не превышающей 10 мг/мл в пересчете на глюкозу. При этих условиях активность иммобилизованных анаэробных микроорганизмов, направленная на синтез этанола, не снижается и через трубу непрерывно вытекает поток, содержащий этанол в концентрации 125 мг/мл, так как концентрация водного раствора мелассы, который загружается в колонну, снижается за счет циркулирующей среды.

Составитель Л. Пашинина

Редактор Л. Гратилло

Техред Ж. Кастелевич

Корректор И. Эрдейи

Заказ 5958/64

Тираж 524

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, кл. Проектная, 4