الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

المملكة العربية السعودية
Kingdom of Saudi Arabia

براءة اختراع

إن الرئيس التنفيذي للهيئة السعودية للملكية الفكرية و بموجب أحكام نظام براءات الإختراع و التصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة و الأصناف النباتية و النماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/27 وتاريخ 1425/05/29هـ و المعدل بقرار مجلس الوزراء رقم 536 و تاريخ 1439/10/19هـ ، و لائحته التنفيذية.
يقرر منح :

يونيبيو ايه/ اس
Unibio A/S

براءة اختراع رقم : SA 8411

بتاريخ : 1442/12/26 هـ
الموافق : 2021/08/05 م

عن الإختراع المسمى :

عملية للتخمير المحسن للأحياء المجهرية

Process for Improved Fermentation of A Microorganism

وفق ما هو موضح في وصف الاختراع المرفق، ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق النظامية في المملكة العربية السعودية خلال فترة سريان الحماية.

الرئيس التنفيذي

د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

الهيئة السعودية للملكية الفكرية
Saudi Authority for Intellectual Property

[19] **الهيئة السعودية للملكية الفكرية**
[11] **رقم البراءة:** SA 8411 B1

[12] **براءة اختراع**

[45] **تاريخ المنح:** 1442/12/26 هـ
الموافق: 2021/08/05 م

[21] رقم الطلب: 518391528
[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: 1439/08/21 هـ
الموافق: 2018/05/07 م
[30] بيانات الأسبقية:
2015/11/09 DK PA 2015 00705 م
[72] اسم المخترع: سوبير كومار ناندي
[73] مالك البراءة: يونيبيو ايه/ اس
عنوانه: نيلز بورس أليه 17، 5230 أودنسي م، الدنمارك
جنسيته: دنماركية
[74] الوكيل: مكتب المحامي سليمان ابراهيم العمار

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/EP2016/076950
تاريخ إيداع الطلب الدولي: 2016/11/08 م
[87] رقم النشر الدولي: WO/2017/080987 A2
تاريخ النشر الدولي: 2017/05/18 م
[51] التصنيف الدولي(IPC®):
C12N 001/020, C12M 001/000
C12M 001/004, C12N 001/030

[56] المراجع:
Acha, V. et al" The absolute requirement for carbon dioxide for aerobic methane oxidation by a methanotrophic-heterotrophic soil community of bacteria"

الفاحص: حصه بنت عمر البيز

[54] اسم الاختراع: عملية للتخمير المحسن للأحياء المجهرية
Process for Improved Fermentation of A Microorganism

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بطريقة لتحسين إنتاج الكتلة الحيوية و/أو معدل نمو كائن حي مجهري في عملية تخمير، تتألف الطريقة المذكورة من الخطوات التالية: (1) توفير كائن حي مجهري واحد أو أكثر؛ (2) توفير ركيزة تخمير مناسبة لتخمير الكائن الحي المجهري الواحد أو الأكثر؛ (3) خلط الكائن الحي المجهري الواحد أو الأكثر وركيزة التخمير للحصول على مرق تخمير؛ (4) إضافة مرق التخمير إلى خزان تخمير؛ (5) حقن ركيزة غازية واحدة على الأقل في مرق التخمير؛ (6) تشغيل عملية التخمير لمدة تخمر ساعة واحدة على الأقل؛ حيث تتألف الركيزة الغازية الواحدة على الأقل على غاز احتباس حراري واحد أو أكثر، مثل ثاني أكسيد الكربون.

عدد عناصر الحماية (25)، عدد الأشكال (1)

عملية للتخمير المحسن للأحياء المجهرية

Process for Improved Fermentation of A Microorganism

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بعملية تخمير لتخمر كائن حي مجهري. على وجه التحديد يتعلق الاختراع الحالي بعملية تخمير لإنتاج كتلة حيوية محسنة ومعدل نمو متزايد لكائن حي مجهري، مثل سلالة بكتريا، مثل سلالة بكتيرية آلفة للميثان.

من المعروف عدد من الأحياء المجهرية، مثل البكتريا، لاستخدام غاز ميثان بواسطة عملية تخمير. نموذجيًا تستهلك الكائنات الآلفة للميثان ميثان باعتباره مصدر الكربون والطاقة الوحيد. في إطار هذه العملية، يمكن تغذية الميثان بشكل مباشر أو من غاز طبيعي وإيفاءً لهذا الغرض، يستلزم جمعية مستنبات سلالات بكتيرية خالصة أو مع كائنات أخرى لدعم نموها عبر مدد زمنية أطول في وسط استنبات مستمر.

من التقليدي في إطار عملية الإنتاج أو التخمير لبروتين أحادي الخلية (SCP) من غاز طبيعي أو ميثان استخدام مصدر كربون واحد، وتحديدًا ميثان، تحت الظرف لزمن بدء أولي يتراوح من 5 إلى 6 أيام قبل بدء عملية استنبات مستمرة. وفي العادة يسجل إنتاج كتلة حيوية نتجت تحت حالة ثابتة في حدود 1.5-2.5 جم/لتر على قاعدة من مادة جافة. ومن أجل تحسين كفاءة تخمر عمليات التخمير التقليدية، يجب أن تكون عملية استخدام الميثان لعملية إنتاج SCP على درجة عالية من الكفاءة.

إبان عمليات التخمير التقليدية، مثل عمليات التخمير التي تتضمن سلالات بكتريا آلفة للميثان، تولد الأحياء المجهرية ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الذي يُطلق في مرق التخمير. لهذا، عادةً ما يعد غاز (CO_2) غاز متخلف. من ثمَّ، من أجل تحسين إنتاجية عملية التخمير، تفيد العمليات التقليدية بإزالة غاز (CO_2) من خزان التخمير، مثلاً من قمة مفاعل حلقي على هيئة حرف U، من أجل تحسين مستوى الإنتاجية.

علاوة على ذلك، نجد تكاليف إنشاء وتكلفة تشغيل وحدات إنتاج مصادر البروتين المُخمر، على سبيل المثال علف الحيوان، عالية نوعًا ما وفي نفس الوقت تظهر طلبات ملحة وشروط للجودة، المعيار القياسي واللوائح وسعر منخفض لكل كيلو بروتين. لهذا، من التحديات تأسيس عمل مدر للربح في ظل كذلك تحسينات محدودة في مستوى الكفاءة، أو قد يكون تعكس تكاليف إنتاج مخفضة تأثيرًا كبيرًا على دخل المنتج.

تتناول وثيقة Acta et al (2002) تخمير مجتمع تربة هوائي يتغذى على الميثان يشتمل على Methylococcus capsulatus (الميثيلوكوكس كبسولاتوس) و Methylobacterium sp. تحت تأثير قيم ضغط جزئية مختلفة عن CO2. أجريت الدراسة في مزارع دفعية في قوارير سعة 1 لتر محكمة الغلق بغطاء فرعي محكم الغلق يشتمل على 1 مل من المزرعة المخصبة و 250 مل من وسط NMS ومزود بصفر إلى 11.6 كيلو باسكال CO2 و 25.9 كيلو باسكال ميثان و 77.8 كيلو باسكال من الهواء. توصل Acta et al (2002) إلى أن Methylococcus capsulatus تستخدم مسار RUMP مع عدم وجود CO2 من أجل تمثيل C. تكمن مشكلة الفن السابق كما وصفها Acta et al(2002) في انخفاض إنتاج الكتلة الحيوية و / أو معدل نمو الكتلة الحيوية البكتيرية الميثانية التغذية التي توفرها التقنية الموصوفة. والاختراع الحالي يحل هذه المشكلة.

من ثمَّ، تظهر حاجة واهتمام في القطاع لعملية تخمير محسنة. وعلى وجه التحديد، تظهر حاجة في القطاع لعملية تخمير أكثر فعالية قد تؤدي إلى إنتاج كتلة حيوية محسنة ومعدل نمو متزايد للأحياء المجهرية، مثل سلالة بكتيرية، مثل سلالة بكتيرية آلفة للميثان، دون التأثير بالسلب على شروط الصناعة ومتطلباتها.

الوصف العام للاختراع

لهذا، يتعلق هدف الاختراع الحالي بعملية تخمير لتخمر كائن حي مجهري.

على وجه التحديد، من أهداف الاختراع الحالي تقديم عملية تخمير تتميز بإنتاج محسن من الكتلة الحيوية ومعدل نمو متزايد من كائن حي مجهري، مثل سلالة بكتيرية، مثل سلالة بكتيريا آلفة للميثان.

لهذا، يتعلق أحد جوانب الاختراع بطريقة لتحسين إنتاج الكتلة الحيوية و/أو معدل نمو كائن حي مجهري في عملية تخمير، تتألف الطريقة المذكورة من الخطوات التالية:

(1) توفير كائن حي مجهري واحد أو أكثر؛

(2) توفير ركيزة تخمير مناسبة لتخمر الكائن الحي المجهري الواحد أو الأكثر؛

(3) خلط الكائن الحي المجهري الواحد أو الأكثر وركيزة التخمير للحصول على مرق تخمير؛

(4) إضافة مرق التخمير إلى خزان تخمير؛

(5) حقن ركيزة غازية واحدة على الأقل في مرق التخمير؛

(6) تشغيل عملية التخمير لمدة تخمر ساعة واحدة على الأقل؛

حيث تتألف الركيزة الغازية الواحدة على الأقل على غاز احتباس حراري واحد أو أكثر، مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

يتعلق الجانب الآخر للاختراع الحالي بطريقة لتحسين إنتاج الكتلة الحيوية و/أو معدل نمو كائن حي مجهري في عملية تخمير، تتألف الطريقة المذكورة من الخطوات التالية:

(1) توفير كائن حي مجهري واحد أو أكثر؛

(2) توفير ركيزة تخمير مناسبة لتخمر الكائن الحي المجهري الواحد أو الأكثر؛

(3) خلط الكائن الحي المجهري الواحد أو الأكثر وركيزة التخمير للحصول على مرق تخمير؛

(4) إضافة مرق التخمير إلى خزان تخمير؛

(5) حقن ركيزة غازية واحدة على الأقل في مرق التخمير؛

(6) تشغيل عملية التخمير لمدة تخمر ساعة واحدة على الأقل؛

حيث تتألف الركيزة الغازية الواحدة على الأقل على غاز احتباس حراري واحد أو أكثر، مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

حيث تتألف الركيزة الغازية الواحدة على الأقل في توليفة تجمع اثنين أو أكثر من مصادر الكربون.

يتعلق جانب آخر أيضًا للاختراع الحالي بخزان تخمير يشتمل على مدخل لحقن ركيزة غازية واحدة على الأقل في خزان التخمير، حيث تحتوي الركيزة الغازية الواحدة على الأقل على ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

يتعلق جانب آخر أيضًا للاختراع الحالي بتركيبة تتألف من كائن حي مجهري واحد أو أكثر تم الحصول عليه بإتباع الطريقة وفقًا للاختراع الحالي.

شرح مختصر للرسومات

الشكل 1أ يوضح الطريقة التقليدية باستخدام ميثان في خزان تخمير نمو الفُطْرِيَّاتُ المُسْتَخْفِيَةُ الميثيليّة M. Capsulatus.

الشكل1ب يوضح استخدام عملية التخمير وفقًا للاختراع الحالي.

الوصف التفصيلي:

بناءً عليه، يتعلق الاختراع الحالي بعملية تخمير قد تم تطورها لتخمر كائن حي مجهري، مثل سلالة بكتيريا، مثل سلالة بكتيريا آلفة للميثان من عائلة الميثيليّات أو Methylocystaceae، التي تستنبت في وحدة تخمر تحتوي على مصدر كربون، مصدر نيتروجين، وأملاح غير عضوية. وقد تكون العملية عملية شبه هوائية (SAP). يمكن أن يترتب على عملية التخمير معدل نمو أعلى 4 أضعاف على الأقل من عمليات التخمير التقليدية و/أو كم أعلى من إنتاج الكتلة الحيوية بمعدل 1.5 ضعف على الأقل. واكتشف مخترعو الاختراع الحالي على نحو مثير للدهشة أن لثاني أكسيد الكربون تأثير كبير على إنتاج محسن من الكتلة الحيوية ومعدل النمو المتزايد الذي تم الحصول عليه من الاختراع الحالي. من ثمَّ لا تكشف العملية وفقًا للاختراع الحالي سوى تحسينًا كبيرًا في إنتاج البروتين فقط (كما ثابت عبر كم الإنتاج المحسن من الكتلة الحيوية ومعدل نمو متزايد) لتلبية متطلبات غذاء المستقبل القريب، بل يتضح فعالية الاختراع الحالي ذاته في خفض معدل تلوث البيئة بما أن عملية التخمير تتضمن استهلاك غازات الاحتباس الحراري، مثل CO_2.

من ثمَّ، يتعلق نموذج مفضل للاختراع الحلي بطريقة لتحسين إنتاج كتلة حيوية و/أو معدل نمو كائن حي مجهري في عملية تخمير، تتألف الطريقة المذكورة مما يلي:

حيث تتألف الركيزة الغازية الواحدة على الأقل على غاز احتباس حراري واحد أو أكثر، مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

في أحد نماذج الاختراع الحالي، تشتمل الركيزة الغازية كذلك على ألكان، ومن المفضل أن يكون الألكان مركب C1.

يتعلق نموذج مفضل آخر للاختراع الحالي بطريقة لتحسين إنتاج كتلة حيوية و/أو معدل نمو لكائن حي مجهري في عملية تخمير، تألف الطريقة المذكورة من الخطوات التالية:

(1)توفير كائن حي مجهري واحد أو أكثر؛

(2)توفير ركيزة تخمير مناسبة لتخمر الكائن الحي المجهري الواحد أو الأكثر؛

(3)خلط الكائن الحي المجهري الواحد أو الأكثر وركيزة التخمير للحصول على مرق تخمير؛

(4)إضافة مرق التخمير إلى خزان تخمير؛

(5)حقن ركيزة غازية واحدة على الأقل في مرق التخمير؛

(6)تشغيل عملية التخمير لمدة تخمر ساعة واحدة على الأقل؛

حيث تتألف الركيزة الغازية الواحدة على الأقل في توليفة تجمع اثنين أو أكثر من مصادر الكربون.

في أحد نماذج الاختراع الحالي يمكن أن تتألف الركيزة الواحدة على الأقل من غاز احتباس حراري واحد أو أكثر، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

في نموذج آخر للاختراع الحالي تتألف الركيزة الغازية من ثاني أكسيد كربون بنسبة 0.05% على الأقل، مثل نسبة 0.075% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 0.1% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 0.2% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 0.3% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 0.4% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على

سبيل المثال 0.5% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 0.6% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 0.7% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 0.8% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 0.9% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 1.0% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 1.25% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 1.5% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 1.75% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 2.0% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 2.5% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 3.0% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 3.5% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 4.0% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 4.5% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 5.5% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 6.0% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 6.5% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 7.0% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، مثل 7.5% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون، على سبيل المثال 8.0% على الأقل من ثاني أكسيد الكربون.

يمكن حقن الركيزة الغازية، وغازات الاحتباس الحراري، مثل CO_2، في مرق التخمير. من المفضل، أن تبلغ كمية الركيزة الغازية، وغازات الاحتباس الحراري، مثل CO_2، التي تُحقن في مرق التخمير 0.001 لتر/دقيقة/لتر من مرق التخمير، مثل 0.005 لتر/دقيقة/لتر على الأقل من مرق التخمير، على سبيل المثال 0.01 لتر/دقيقة/لتر من مرق التخمير، مثل 0.005 لتر/دقيقة/لتر على الأقل من مرق التخمير، على سبيل المثال 0.01 لتر/دقيقة/لتر من مرق التخمير، مثل 0.05 لتر/دقيقة/لتر على الأقل من مرق التخمير، على سبيل المثال 0.1 لتر/دقيقة/لتر من مرق التخمير، مثل 0.13 لتر/دقيقة/لتر على الأقل من مرق التخمير، على سبيل المثال 0.15 لتر/دقيقة/لتر من مرق التخمير، مثل 0.2 لتر/دقيقة/لتر على الأقل من مرق التخمير، على سبيل المثال 0.25 لتر/دقيقة/لتر من مرق التخمير، مثل 0.3 لتر/دقيقة/لتر على الأقل من مرق التخمير، على سبيل المثال 0.4 لتر/دقيقة/لتر من مرق التخمير، مثل 0.5 لتر/دقيقة/لتر على الأقل من مرق التخمير، على سبيل المثال 0.75لتر/دقيقة/لتر من مرق التخمير.

في نموذج آخر للاختراع الحالي تشتمل التوليفة لاثنين أو أكثر من مصادر الكربون على التوليفة من غاز احتباس حراري واحد أو أكثر، مثل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) مضاف إليه مجموعة ألكان واحدة أو أكثر.

من المفضل أن يكون الألكان مركب C1 و/أو ألكان C1، ومن المفضل أن يتمثل مركب C1 و/أو ألكان C1 في ميثان، ميثانول، غاز طبيعي، غاز حيوي، غاز تخليقي أو أي توليفة مما سبق. وعلى نحو أكثر تفضيلا، يحتمل أن يكون المركب C1 و/أو الألكان C1 عبارة عن ميثان.

في أحد نماذج الاختراع الحالي تشتمل الركيزة الغازية على نسبة تتراوح ما بين ثاني أكسيد الكربون والألكان بمعدل 1 جزء من ثاني أكسيد الكربون إلى حوالي 1 جزء ألكان على أساس وزن: وزن، مثل 1 جزء من ثاني أكسيد الكربون إلى حوالي 1.5 جزء ألكان، ثل 1 جزء من ثاني أكسيد الكربون إلى حوالي جزئين ألكان، 1 جزء من ثاني أكسيد الكربون إلى حوالي 2.5 جزء ألكان، 1 جزء ثاني أكسيد الكربون إلى حوالي 3 أجزاء من الألكان.

تشتمل الركيزة الغازية كذلك على مصدر نيتروجين واحد على الأقل. من المفضل اختيار مصدر نيتروجين واحد على الأقل من المجموعة المتكونة من أمونيا، نيترات، نيتروجين جزيئي، وتوليفة مما سبق. من المفضل أن يكون مصدر النيتروجين توليفة تجمع الأمونيا والنيترات.

يمكن أن تشتمل الركيزة الغازية كذلك على أكسجين. من المفضل تزويد الأكسجين في صورة هواء جوي، أكسجين نقي، أو هواء غني بالأكسجين.

في أحد نماذج الاختراع الحالي يسجل المحتوى الغازي محتوى من الأكسجين، ويفضل هواء جوي، في المدى المتراوح من 2-15 مرة أعلى من محتوى الألكان C1 (حجم/حجم)، ويفضل الميثان؛ مثل 3-12 مرة أعلى (حجم/حجم)؛ مثل 4-10 مرات أعلى (حجم/حجم)؛ مثل 5-9 مرات أعلى (حجم/حجم)؛ مثل 6-8 مرات أعلى(حجم/حجم).

في نموذج آخر للاختراع الحالي يسجل المحتوى الغازي محتوى من الأكسجين، ويفضل هواء جوي، في المدى المتراوح من 5-25 مرة أعلى من محتوى غازات الاحتباس الحراري، يفضل ثاني أكسيد الكربون؛ مثل 7-20 مرة أعلى (حجم/حجم)؛ مثل 9-15 مرات أعلى (حجم/حجم)؛ مثل 10-14 مرات أعلى (حجم/حجم)؛ مثل 11-13 مرات أعلى(حجم/حجم).

في السياق الحالي يشير المصطلح "ركيزة التخمير" إلى سائل، ويفضل، وسط مائي يتألف من مكونات قابلة للذوبان ضرورية لنمو الأحياء المجهرية.

في إطار عملية التخمير يتم إمداد مصدر الكربون، مصدر النيتروجين و/أو مصدر الأكسجين في الركيزة الغازية. وكي يصبح مصدر الكربون، مصدر النيتروجين و/أو مصدر الأكسجين متاحًا بالفعل للأحياء المجهرية أثناء عملية التخمير يجب جعل الركيزة الغازية قابلة للذوبان في مرق التخمير.

تميل فقاعات الغاز إلى التحام في فقاعات أكبر (تكتل) ولتفادي تكتل فقاعات، يمكن توفير خلاطات، مثل خلاطات غازات استاتيكية، لإعادة تشتت الغازات في مرق التخمير.

يمكن اعتماد كمية الغاز، التي من المميز تشتتها في السائل، على الضغط الهيدروستاتيكي. في حال المفاعلات الطويلة، من المميز بناءً على هذا وجود مواقع عدة لإدخال الغازات في جزء الدفق السفلي. يمكن على نحو مفضل تثبيت عنصر خلط استاتيكي واحد على الأقل على مسافة من أو يلي مباشرًا كل فتحة دخول لتشتت الغاز في مرق التخمير.

في أحد نماذج الاختراع الحالي قد تتمثل عملية التخمير في عملية تخمير على هيئة دفعات، دفعات تغذية، أو عملية تخمير مستمرة. من المفضل أن تكون عملية التخمير عملية تخمير مستمرة.

في نموذج آخر للاختراع الحالي يمكن إجراء عملية التخمير المستمرة على أنماط عملية تخمير مستمرة في وجود عامل منظم كيميائي، منظم للرقم الهيدروجيني، منظم للنواتج أو خلاف ذلك.

في أحد النماذج المفضلة للاختراع الحالي يتم إجراء عملية التخمير في مفاعل محمول عبر الهواء (خزان التخمير عبارة عن مفاعل محمول عبر الهواء)، مفاعل حلقي (خزان التخمير عبارة عن مفاعل حلقي)، مفاعل على شكل حرف U (خزان التخمير عبارة عن مفاعل على شكل حرف U) و/أو مفاعل خزاني مزود بوسيلة تقليب (خزان التخمير عبارة عن مفاعل خزاني مزود بوسيلة تقليب).

في أحد النماذج يمكن إخضاع مرق التخمير إلى الخلط. من المفضل اشتمال خزان التخمير على خلاط واحد أو أكثر مناسب لخلط مرق التخمير. في أحد نماذج الاختراع الحالي يشتمل خزان التخمير على خلاط واحد على الأقل مرتبط على مقربة من منفذ غازات لتغذية الركيزة الغازية، ويفضل في اتجاه لاحق للمنفذ.

من طرق زيادة قابلية الذوبان للركيزة الغازية في مرق التخمير زيادة الضغط الهيدروستاتيكي. في أحد نماذج الاختراع الحالي يشكل ضغط مرق التخمير والركيزة الغازية زيادة تصل إلى ضغط مفرط بالنسبة إلى الضغط خارج خزان التخمير 1.5 بار على الأقل، مثل 1.75 بار على الأقل، على سبيل المثال 2.0 بار على الأقل؛ مثل 2.5 بار على الأقل، على سبيل المثال 3.0 بار على الأقل؛ مثل 3.5 بار على الأقل، على سبيل المثال 4.0 بار على الأقل؛ مثل 4.5 بار على الأقل، على سبيل المثال 5.0 بار على الأقل؛ مثل 5.5 بار على الأقل، على سبيل المثال 6.0 بار على الأقل؛ مثل 7.0 بار على الأقل، على سبيل المثال 8.0 بار على الأقل؛ مثل 9.0 بار على الأقل، على سبيل المثال 10.0 بار على الأقل.

تعتمد مجموعة الظروف العديدة للتخمر على نمو الكائن الحي المجهري في خزان التخمير.

يتم اختيار الأحياء المجهرية من المجموعة المتكونة من خلية بكتيرية، خلية فطرية، خلية طحلبية، أو خلية حيوانية. من المفضل أن يتمثل الكائن الحي المجهري في خلية بكتيرية.

في أحد نماذج الاختراع الحالي قد تتمثل الخلية البكتيرية في خلية بكتيرية آلفة للميثان.

في نموذج آخر للاختراع الحالي قد تتمثل الخلية البكتيرية في خلية بكتيرية آلفة للميثان مختارة من سلالة من فصيلة الميثيليّات، يُفضل المُسْتَخْفِيَةُ الميثيليّة Methylococcuscapsulatus.

في نموذج آخر للاختراع الحالي قد تتمثل بكتريا الميثيليّات في المُسْتَخْفِيَةُ الميثيليّة.

في نموذج آخر للاختراع الحالي، يتم اختيار الخلية البكتيرية (من المفضل، عند نموها في وجود الغاز الطبيعي) من فصيلة المُسْتَخْفِيَةُ الميثيليّة، ومن جنس بكتيريا نهمة للحمض Alcaligen acidovorans (من المفضل NCIMB 13287)؛ ومن جنس العَصَوِيَّات Bacillus firmus (يفضل NCIMB 13280)؛ و/أو من جنس Aneurobacillusdanicus (يفضل NCIMB

13288). من المفضل أن تكون الخلية البكتيرية توليفة جنس المُسْتَخْفِيَةُ الميثيلِيّة، ومن جنس بكتيريا نهمة للحمض Alcaligen acidovorans (من المفضل NCIMB 13287)؛ ومن جنس العَصَوِيَّات Bacillus firmus (يفضل NCIMB 13280)؛ و/أو من جنس Aneurobacillusdanicus (يفضل NCIMB 13288).

في نموذج مفضل للاختراع الحالي، يمكن بدء عملية التخمير باستخدام توليفة من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وبكتيريا آلفة للميثان وميثان أو (ب) بكتيريا آلفة للميثان، وبكتيريا نهمة للحمض Alcaligen acidovorans (من المفضل NCIMB 13287)؛ ومن جنس العَصَوِيَّات Bacillus firmus (يفضل NCIMB 13280)؛ و/أو من جنس Aneurobacillusdanicus (يفضل NCIMB 13288) وغاز طبيعي. وبإتباع هذا الإجراء الأولي قد تكون عملية التخمير عملية مستمرة مثل تخمر تحت حالة ثابتة حيث يتمثل مصدر الكربون في غاز طبيعي، ويضاف بكتيريا نهمة للحمض Alcaligen acidovorans (من المفضل NCIMB 13287)؛ ومن جنس العَصَوِيَّات Bacillus firmus (يفضل NCIMB 13280)؛ و/أو من جنس Aneurobacillusdanicus (يفضل NCIMB 13288) (إذا لم تُضف في وقت أسبق)، ودون التغذية الإضافية لغاز CO_2.

كما سبق ذكره يترتب على الطريقة وفقًا للاختراع الحالي تضمن الطريقة وفقًا للاختراع الحالي معدل نمو جرثومي أثناء عملية التخمير 0.04 -1 على الأقل، على سبيل المثال 0.05 -1 على الأقل، مثل 0.06 -1 على الأقل، على سبيل المثال 0.08 -1 على الأقل، مثل 0.10 -1 على الأقل، على سبيل المثال 0.12 -1 على الأقل، مثل 0.14 -1 على الأقل، على سبيل المثال 0.15 -1 على الأقل، مثل 0.16 -1 على الأقل، على سبيل المثال 0.17 -1 على الأقل، مثل 0.18 -1 على الأقل، على سبيل المثال 0.19 -1 على الأقل، مثل 0.20 -1 على الأقل، على سبيل المثال 0.22 -1 على الأقل، مثل 0.25 -1 على الأقل، على سبيل المثال 0.27 -1 على الأقل، مثل 0.30 -1 على الأقل، على سبيل المثال 0.32 -1 على الأقل، مثل 0.35 -1 على الأقل، على سبيل المثال 0.37 -1 على الأقل.

في نموذج مفضل آخر للاختراع الحالي يمكن ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 2.5 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 2.6 جم/لتر على أساس مادة جافة، على

سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 2.7 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 2.8 جم/لتر على أساس مادة جافة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 2.9 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 3.0 جم/لتر على أساس مادة جافة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 3.5 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 4.0 جم/لتر على أساس مادة جافة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 4.5 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 5.0 جم/لتر على أساس مادة جافة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 5.5 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 6.0 جم/لتر على أساس مادة جافة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 6.5 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 7.0جم/لتر على أساس مادة جافة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 7.5 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 10.0 جم/لتر على أساس مادة جافة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 12.5 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 15.0 جم/لتر على أساس مادة جافة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 17.5 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 20.0 جم/لتر على أساس مادة جافة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 22.5 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 25.0 جم/لتر على أساس مادة جافة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 27.5 جم/لتر على أساس مادة جافة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 30.0 جم/لتر على أساس مادة جافة.

اكتشف مخترعو الاختراع الحالي، إضافة إلى إنتاج محسن للكتلة الحيوية ومعدل النمو المتزايد يمكن الحصول على معدل عالٍ من إنتاج الكتلة الحيوية (أو الحد الأقصى من إنتاج الكتلة الحيوية) (من حيث جم/لتر على أساس مادة جافة) على نحو أسرع إلى حد كبير من الطرق التقليدية. لهذا، في أحد نماذج الاختراع الحالي يمكن الحصول على معدل عالٍ من إنتاج الكتلة الحيوية (أو الحد الأقصى من إنتاج الكتلة الحيوية) (من حيث جم/لتر على أساس مادة جافة) في أقل من 5 أيام، مثل في أقل من 4 أيام، على سبيل المثال أقل من 3 أيام، مثل في أقل من

يومين، على سبيل المثال أقل من 24 ساعة، مثل في أقل من 20 ساعة، على سبيل المثال أقل من 16 ساعة، مثل في أقل من 14 ساعة، على سبيل المثال أقل من 12 ساعة، مثل في أقل من 10 ساعات، على سبيل المثال أقل من 8 ساعات.

في أحد نماذج الاختراع الحالي ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 3.5 جم/لتر على أساس مادة جافة في أقل من 24 ساعة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 4.0 جم/لتر على أساس مادة جافة في أقل من 20 ساعة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 4.5 جم/لتر على أساس مادة جافة في أقل من 14 ساعة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 4.0 جم/لتر على أساس مادة جافة في أقل من 20 ساعة، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 4.5 جم/لتر على أساس مادة جافة في أقل من 14 ساعة، مثل ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 5.0 جم/لتر على أساس مادة جافة في أقل من 10 ساعات، على سبيل المثال ضمان إنتاج كتلة حيوية بمعدل 5.5 جم/لتر على أساس مادة جافة في أقل من 8 ساعات.

من أجل تقديم الطريقة الجديدة وفقًا للاختراع الحالي قد طور خزان تخمير جديد. لهذا، في أحد النماذج المفضلة للاختراع الحالي يتوافر خزان تخمير. يتألف خزان التخمير من منفذ لحقن ركيزة غازية واحدة على الأقل في خزان التخمير، حيث تتألف الركيزة الغازية الواحدة على الأقل من ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

في أحد النماذج المفضلة للاختراع الحالي، يتمثل خزان التخمير في مفاعل محمول عبر الهواء، مفاعل حلقي، مفاعل على شكل حرف (U) أو مفاعل خزاني مزود بوسيلة تقليب

من أجل تحسين كم الغازات المذابة (ركيزة غازية مذابة) يمكن اشتمال خزان التخمير وفقًا للاختراع الحالي كذلك على جهاز خلط واحد أو أكثر. من المفضل أن يتجسد جهاز الخلط الواحد أو الأكثر في جهاز خلط استاتيكي، أو حواجز و/أو جهاز خلط نشط.

من أجل تحسين كذلك عملية التخمير يمكن اشتمال خزان التخمير كذلك على مستشعر واحد أو أكثر. قد تكون المستشعرات المذكورة مناسبة لتحديد الغازات (مثل CO_2، ميثان، أكسجين، وما إلى ذلك)، التغذية، المواد المعدنية، الرقم الهيدروجيني، وما إلى ذلك.

في أحد نماذج الاختراع الحالي يتضمن المستشعر الواحد أو الأكثر مستشعر غاز CO_2.

في نموذج آخر للاختراع الحالي يتضمن المستشعر الواحد أو الأكثر مستشعر لتحديد غاز CO2 مذابة.

يمكن استخدام الطريقة، وفقًا للاختراع الحالي، لتحويل غازات الاحتباس الحراري، مثل غاز CO2 إلى كتلة حيوية و/أو بروتينات، و/أو خفض محتوى غازات الاحتباس الحراري، مثل غاز CO2، في وسط ما.

تجدر الإشارة إلى النماذج والسمات المتناولة بالوصف في سياق أحد جوانب الاختراع الحالي تُطبق أيضًا على الجوانب الأخرى للاختراع.

فيما يلي تناول الاختراع بالوصف بمزيد من التفاصيل في ضوء الأمثلة غير الحصرية التالية.

الأمثلة

مثال 1

يتمثل هدف المثال 1 في توضيح إنتاج الكتلة الحيوية المحسن ومعدل النمو المتزايد الذي تحقق بتطبيق الاختراع الحالي. يتم إجراء عمليات التخمير وفقًا لعملية التخمير على دفعات وحالة ثابتة في ظل الاستنبات المستمر بإتباع عملية شبه هوائية بالمقارنة بالعمليات التقليدية.

المواد والطرق

تم توفير سلالة بكتيريا آلفة للميثان (فصيلة الميثيليّات). تم الحصول على هذه السلالة (NCIMB 11132) من مركز NCIMB (National Collection of Industrial, Food and MarineBacteria, Aberdeen, Scotland) واستخدم عبر العمل الحالي هذا لكل من عمليات التخمير وفقًا للاختراع الحالي وعمليات التخمير التقليدية. تم الحصول على سلالات ثلاثة أخرى بكتيريا نهمة للحمض Alcaligen acidovorans (من المفضل NCIMB 13287)؛ ومن جنس العَصَوِيَّات Bacillus firmus (يفضل NCIMB 13280)؛ و/أو من جنس Aneurobacillusdanicus (يفضل NCIMB 13288) واستخدامها في هذه الدراسة مع بكتيريا المُسْتَخْفِيَةُ الميثيليّة عند استخدام الغاز الطبيعي كمصدر للكربون.

بالنسبة إلى الطريقة وفقًا للاختراع الحالي يمكن إضافة السلالات بشكل مباشر إلى عملية التخمير (تضاف باعتبارها خام الجليسرول)، ويمكن بدء عملية الاستنبات المستمرة بعد يوم واحد من التخمير على هيئة دفعات، حيث ينمو ناتج عملية التخمير التقليدية، باستخدام نفس حجم اللقائح، لمدة 5 إلى 7 أيام على الأقل في مرحلة الإنتاج الدفعي قبل تحويل النمط إلى الاستنبات المستمر.

تمثلت مصادر الكربون المستخدمة في الميثان (التجربة 1أ)، ميثان وCO_2 (التجربة 1ب)، أو غاز طبيعي وCO_2 (التجربة 1ج).

تتمثل مصادر النيتروجين المستخدمة في التجارب المتبعة في نيترات، أمونيا، أو نيترات الأمونيوم.

تم تنفيذ عمليات الاستنبات التي تتم في التجارب (وفقًا لطريقة الاختراع الحالي والطريقة التقلدية) في وحدات تخمر على هيئة دفعات بحجم تشغيل 1 لتر لوسط أدنى في على ثلاث مرات استنساخ بيولوجي وبدء الاستنبات المستمر. وخضعت وحدات التخمير (خزانات التخمير) إلى جهاز التعقيم أوتوكلاف مع جزء من مكونات الوسط الأدنى. وبعد إضافة الجزء الآخر من الوسط الأدنى، بعد تعقمه بجهاز أوتوكلاف على نحو منفصل، يضاف إلى خزانات التخمير لقائح ما قبل الاستنبات بعد الغسل بنسبة 5%.

بلغ معدل التهوية 1.5 حجم من الهواء لكل حجم معلق الاستنبات في الدقيقة. ومعدل تدفق الميثان 0.36 لتر/الدقيقة للتجربة التقليدية 1أ وبلغ تدفق ميثان في التجربة 1ب 0.23 لتر/دقيقة، وتسجل التجربة 1ج تدفق لغاز الطبيعي 0.29 لتر/دقيقة للطريقة وفقًا للاختراع الحالي. بالنسبة إلى الطريقة وفقًا للاختراع الحالي حقن 0.145 دقيقة من CO_2 للتجربة 1ج، و0.13 لتر/دقيقة من CO_2 للتجربة ب. وحفظ الرقم الهيدروجيني للوسط عند 6.8 بالإضافة الآلية لـ 2 عياري NaOH أو 2 عياري H_2SO_4، وثبات درجة الحرارة عند 42°م عبر عمليات الاستنبات.

أجرى معايرة الأكسجين المذاب بإدخال الغاز بالهواء وN_2 . تم الحفاظ على سرعة التقليب عند 600 دورة في الدقيقة. وكان معدل التخفيف أثناء الاستنبات المستمر 0.05-1.

النتائج

التجربة	مصدر المصادر/الكربون	مصدر النيتروجين		μ	أ	ب	ج	د	هـ
التجربة 1أ (بدون CO2)	4CH	NaNO3	على دفعات	02.0±0.4000003	46.0±0.003	00.0±3.0000002	0	05.0±0.015	1.0±00.006
			SS	05.0	27.1±0.01	00.0±6.0000006	0	05.0±0.05	04.0±0.04
	4CH	3NH	على دفعات	02.0±4.0000003	18.0±0.01	00.0±10	0	03.0±0.001	03.0±0.03
			SS	05.0	41.1±0.05	00.0±7.2E52-05	0	06.0±0.002	05.0±0.006
	4CH	N4NH3O	على دفعات	02.0±4.0	15.0±0.08	00.0±1.5	0	03.0±0.01	04.0±0.02

			E7705-		0007			
05.00.0±003	06.00.0±003	0	00.0.2±7E8505-	27.10.0±02	05.0	SS		
0	77.00.0±05	47.00.0±18	05.00.0±03	67.00.0±03	16.00.0±03	على دفعات	NaNO3	4CH+CO2	التجربة 1ب (مع 4CH+2CO)
0	18.00.0±03	03.00.0±03	06.00.0±02	66.10.0±1	05.0	SS		
0	68.00.0±4	39.00.0±3	05.00.0±01	59.00.0±02	16.00.0±05	على دفعات	3NH	4CH+CO2	
0	18.00.0±03	06.00.0±01	06.00.0±01	52.10.0±02	05.0	SS		
0	±5.001.03	35.00.0±08	04.00.0±006	44.00.0±013	16.00.0±04	على دفعات	N4NH3O	4CH+CO2	

			SS	05.0	52.1 0.0± 05	06.0 5.7± E-8 05	07.0 0.0± 03	18.0 0.0± 01	0
	NG+ 2CO	NaNO 3	على دفعات	16.0 0.0± 016	68.0 0.0± 13	05.0 0.0± 009	34.0 0.0± 25	85.0 0.0± 17	0
			SS	05.0	05.2 0.0± 02	09.0 0.0± 04	03.0 0.0± 04	±3.0 01.0 3	0
	NG+ 2CO	3NH	على دفعات	16.0 0.0± 017	69.0 0.0± 023	05.0 0.0± 013	36.0 0.0± 21	79.0 0.0± 2	0
			SS	05.0	95.1 0.0± 013	09.0 0.0± 001	04.0 0.0± 08	27.0 0.0± 006	0
التجربة 1ج (غاز طبيعي + CO2)	NG+ 2CO	N4NH 3O	على دفعات	16.0 0.0± 02	68.0 0.0± 05	05.0 0.0± 001	35.0 0.0± 05	68.0 0.0± 07	0
			SS	05.0	93.1 0.0± 01	09.0 0.0± 007	04.0 0.0± 055	28.0 0.0± 025	0

يوضح هذا الجدول القيم المعملية من عمليات الاستنبات بواسطة المُسْتَخْفِيَةُ الميثيلِيّة M. Capsulatus بمفردها أو عبر عمليات استنبات ثلاثية لتوليفة المُسْتَخْفِيَةُ الميثيلِيّة M. Capsulatus مع بكتيريا نهمة للحمض Alcaligen acidovorans (NCIMB 13287)؛ ومن جنس العَصَوِيَّات Bacillus firmus (NCIMB 13280)؛ و/أو من جنس Aneurobacillusdanicus (NCIMB 13288). SS يقصد بها تخمر تحت حالة ثابتة. على دفعات يقصد به التخمير على دفعات. وتشير الأحرف أ، ب، ج، د، هـ إلى معاملات متكافئة للمركبات المناظرة بوحدة مول لكل مول من استهلاك الميثان. ويشير الحرف "μ" إلى معدل النمو النوعي.

المناقشة

يمكن التعبير عن كمية متكافئة نظرية للتحول الكيميائي كما هو متوافر إبان عملية التخمير كما يلي:

$$CH4 + aO2 + bNaNO3/NH3/NH4NO3 + cCO2 \rightarrow dCH1.8O0.5N0.2 + eCO2 + fH2O$$

CH4 عبارة عن ميثان؛ O2 أكسجين؛ NaNO3 نيترات الصوديوم؛ NH3 أمونيا؛ NH4NO3 نيترات الأمونيوم؛ CO2 ثاني أكسيد الكربون؛ CH1.8O0.5N0.2 كتلة حيوية؛ H2O ماء.

وتشير الأحرف أ، ب، ج، د، هـ إلى معاملات متكافئة للمركبات المناظرة بوحدة مول لكل مول من استهلاك الميثان.

حفظ اتزان كمية متكافئة نظريًا للعملية في وجود ثاني أكسيد الكربون (CO2) أو بدونه تحت مصادر نيتروجين مختلفة.

يوضح هذا الجدول القيم النظرية للكمية المتكافئة المختلفة على أساس مصادر كربون ونيتروجين مختلفة:

عملية	مصدر/م صادر الكربون	مصدر النيتروجين	أ	ب	ج	د*	هـ	و
بدون CO2	4CH	3NaNO	22.1	10.04	0	5.02	48.0	53.12
	4CH	3NH	45.1	10.04	0	5.02	48.0	69.1
	4CH	3NO4NH	35.1	05.02	0	5.02	48.0	64.1
في وجود CO2	+CO4CH2	3NaNO	22.1	10.04	13.0	5.02	61.0	53.12
	+CO4CH2	3NH	45.14	10.04	24.07	5.02	72.07	68.18
	+CO4CH2	3NO4NH	65.0	05.02	19.05	5.02	67.05	53.12

* من المفترض أن حصيلة الكتلة الحيوية تفوق استهلاك الميثان-معامل الحصيلة (د) 0.52 (مول/مول).

نمت بكتريا المُسْتَخْفِيَةُ الميثيلِيّة M. Capsulatus بمفردها أو مع ثلاث سلالات أخرى لبكتيريا نهمة للحمض Alcaligen acidovorans (NCIMB 13287)؛ ومن جنس العَصَوِيَّات Bacillus firmus (NCIMB 13280)؛ و/أو من جنس Aneurobacillusdanicus (NCIMB 13288)، تحت اثنين من الطروف المختلفة (في وجود CO2 (الطريقة وفقًا للاختراع الحالي) أو بدون CO2 (الطرق التقليدية))، وباستخدام أنواع مختلفة من النيتروجين (نيترات، أمونيا أو نيترات الأمونيوم) في وسط أدنى نوعي.

تم رصد الكثافة الضوئية ووزن الخلايا الجافة من الكتلة الحيوية وكذلك مراقبة استهلاك الميثان وثاني أكسيد الكربون (CO_2) كل ساعتين إلى 3 ساعات في طور الدفعات وفق طريقة الاختراع الحالي. وبسبب النمو الأبطأ، يكون معدل أخذ العينات أقل بالنسبة للعملية التقليدية في غياب غاز CO_2. لا يظهر معدل النمو الذي تحقق من العملية باستخدام CO_2، أي تحسنًا واستغرق النمو 6 أيام على الأقل (غير مبين) حيث ترتب على استخدام كربون، مثل غاز طبيعي، مع CO_2 نمو بمعدل أسرع بكثير مع معدل نمو نوعي في حده الأقصى 0.16^{-1} (انظر جدول النتائج). وتحققت نفس النتيجة أيضًا من وحدة تخمر حلقية على شكل حرف U بحجم تشغيل 100 لتر.

يوضح الشكل 1 مراحل نمو بكتريا المُسْتَخْفِيَةُ الميثيلِيّة M. Capsulatus في خزان التخمير سعة 1 لتر (أ) بإتباع طريقة تقليدية باستخدام ميثان باعتباره مصدر الكربون الوحيد. تم بدء الاستنبات المستمر بعد 4-5 أيام من النمو على هيئة دفعات باستخدام معدل تخفيف 0.05^{-1}. يوضح قياس وزن الخلايا الجافة وكثافة ضوئية للمستنبت عند 550 نانومتر (OD550) معدل نمو نوعي 0.04ساعة $^{-1}$ تقريبًا، يبلغ متوسط تركيز الكتلة الحيوية في حالة ثابتة 2-2.5 جم/لتر، غير مبين في البيانات، و(ب) استخدام عملية التخمير وفقًا للاختراع الحالي. وتم البدء في عمليات الاستنبات المستمر بعد يوم واحد فقط بسبب معدل النمو النوعي العالي (0.16^{-1} ساعة تقريبًا، على أساس وزن خلايا جاف وبيانات OD550) وتطبيق معدل تخفيف 0.05 ساعة$^{-1}$. كان تركيز الكتلة الحيوية في الحالة الثابتة 4 جم/لتر على الأقل، غير مبين في البيانات.

تكشف النتائج بوضوح إمكانية تحسين استنبات الأحياء المجهرية، مثل بكتريا آلفة للميثان (من فصيلة الميثيليات)، مثل بكتريا المُسْتَخْفِيَةُ الميثيلِيّة M. Capsulatus مع إضافة غاز CO_2 وفقًا للاختراع الحالي، بدرجة كبيرة، بالمقارنة بعمليات التخمير التقليدية.

عناصر الحماية

1- طريقة لتحسين إنتاج الكتلة الحيوية، معدل نمو أو كليهما لكائن حي مجهري في عملية تخمير، حيث تتألف الطريقة المذكورة من الخطوات التالية:

(1) توفير كائن حي مجهري، حيث يكون الكائن الحي المجهري عبارة عن بكتيريا ميثانية التغذية؛

(2) توفير ركيزة تخمير مناسبة لتخمر الكائن الحي المجهري؛

(3) خلط الكائن الحي المجهري وركيزة التخمير للحصول على مرق تخمير؛

(4) إضافة مرق التخمير إلى خزان تخمير؛

(5) حقن ركيزة غازية بشكل مستمر في مرق التخمير؛

(6) تشغيل عملية التخمير لمدة تخمر ساعة واحدة على الأقل؛

حيث تتألف الركيزة الغازية على ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، حيث تبلغ كمية غاز CO_2 المحقونة في مرق التخمير 0.001 لتر/دقيقة/لتر على الأقل من مرق التخمير.

2- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تتألف الركيزة الغازية كذلك من مركب C1.

3- طريقة لتحسين إنتاج الكتلة الحيوية، معدل نمو أو كليهما لكائن حي مجهري في عملية تخمير، حيث تتألف الطريقة المذكورة من الخطوات التالية:

(1) توفير كائن حي مجهري، حيث يكون الكائن المجهري عبارة عن بكتيريا ميثانية التغذية؛

(2) توفير ركيزة تخمير مناسبة لتخمر الكائن الحي المجهري؛

(3) خلط الكائن الحي المجهري وركيزة التخمير للحصول على مرق تخمير؛

(4) إضافة مرق التخمير إلى خزان تخمير؛

(5) حقن ركيزة غازية بشكل مستمر في مرق التخمير؛

(6) تشغيل عملية التخمير لمدة تخمر ساعة واحدة على الأقل؛

حيث تشتمل الركيزة الغازية على توليفة من اثنين من مصادر الكربون.

4- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 3، حيث تتألف التوليفة التي تجمع اثنين من مصادر الكربون على توليفة من ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والميثان.

5- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتم خلط الكائن الحي المجهري وركيزة التخمير التي تنتج مرق تخمير في خزان التخمير.

6- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتم تعريض مرق التخمير إلى خلط.

7- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتم إجراء عملية التخمير في مفاعل محمول عبر الهواء، مفاعل حلقي، مفاعل على شكل حرف U، أو مفاعل خزان مزود بوسيلة تقليب.

8- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يشكل ضغط مرق التخمير والركيزة الغازية زيادة تصل إلى ضغط مفرط بالنسبة إلى الضغط خارج خزان التخمير يبلغ 1.5 إلى 10 بار.

9- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تكون الخلية البكتيرية الآلفة للميثان مختارة من سلالة من فصيلة الميثيلِيّات.

10- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تتمثل عملية التخمير في عملية تخمير على هيئة دفعات، دفعات تغذية، أو عملية تخمير مستمرة.

11- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 10، حيث يتم إجراء عملية التخمير المتواصلة على أنماط عملية تخمير متواصلة في وجود عامل منظم كيميائي، منظم للرقم الهيدروجيني، منظم للنواتج أو أنماط أخرى لعملية التخمر المستمر.

12- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تتألف الركيزة الغازية من ثاني أكسيد كربون بنسبة 0.05% - 6.5%.

13- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 2، حيث يتمثل C1 في مجموعة ألكان.

14- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 2، يتمثل مركب C1 في ميثان، ميثانول، غاز طبيعي، غاز حيوي، غاز تخليقي أو أي توليفة مما سبق.

15- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 13، حيث تشتمل الركيزة الغازية على نسبة بين ثاني أكسيد الكربون والألكان بمعدل 1 جزء من ثاني أكسيد الكربون إلى 3 أجزاء ألكان على أساس وزن: وزن.

16- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل الركيزة الغازية كذلك على مصدر نيتروجين.

17- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 6، حيث يتم اختيار مصدر نيتروجين من المجموعة المتكونة من أمونيا، نيترات، نيتروجين جزيئي، وتوليفة مما سبق.

18- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل الركيزة الغازية كذلك على أكسجين.

19- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 18، حيث يتم تزويد الأكسجين في صورة هواء جوي، أكسجين نقي، أو هواء غني بالأكسجين.

20- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 19، حيث يسجل المحتوى الغازي محتوى من الأكسجين، من 2-15 مرة أعلى من محتوى الألكان C1 (حجم/حجم).

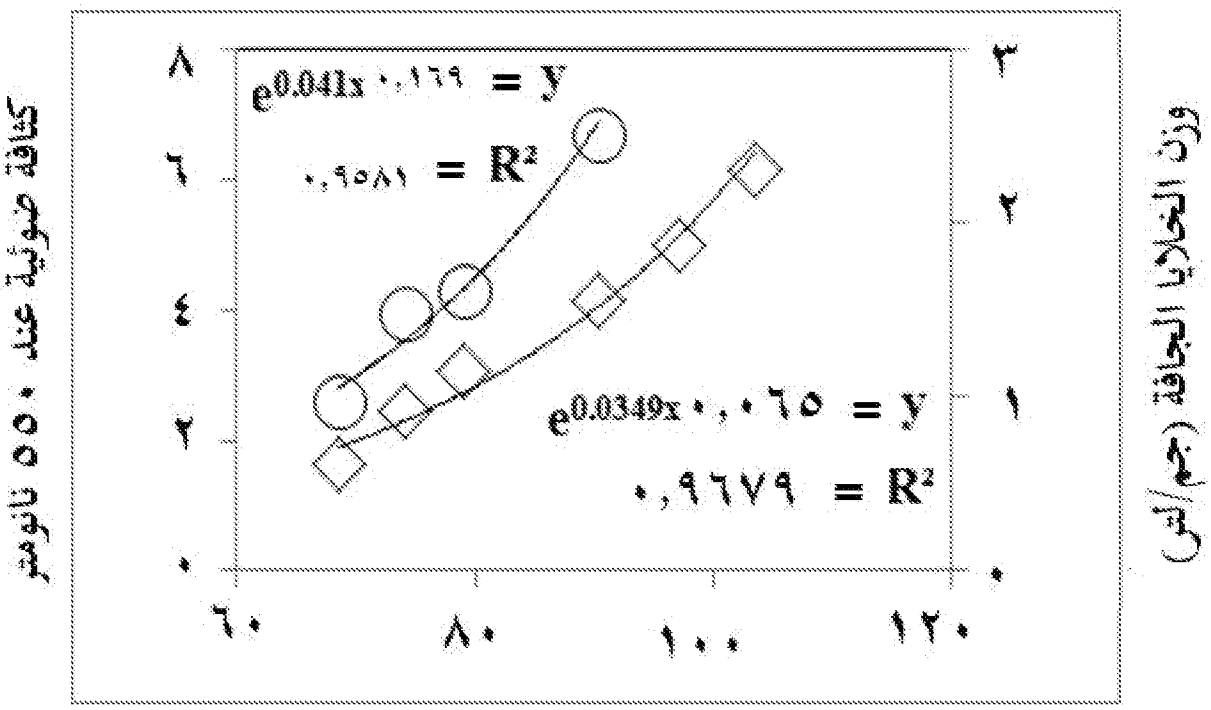
21- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 18، حيث يسجل المحتوى الغازي محتوى من الأكسجين، من 5-25 مرة أعلى من محتوى ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

22- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يبلغ معدل نمو جرثومي أثناء عملية التخمير 0.04 -0.37 ساعة -1.

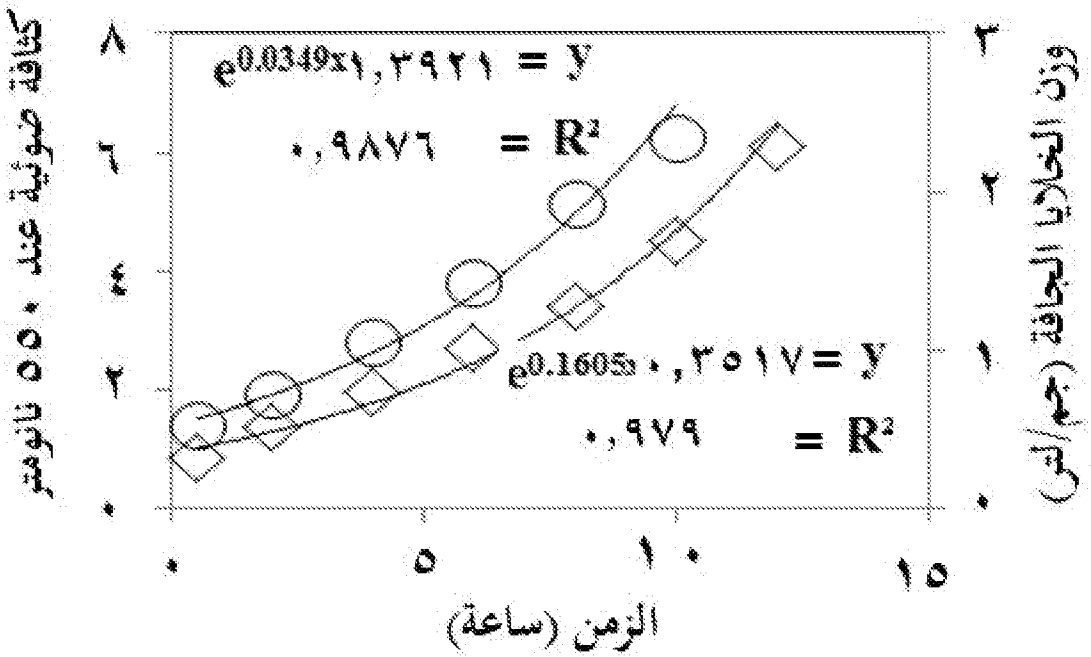
23- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتم توفير إنتاج كتلة حيوية بمعدل 2.5 -7.5 جم/لتر على أساس مادة جافة.

24- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 23 حيث يتم الحصول على إنتاج الكتلة الحيوية في أقل من 5 أيام.

25- الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث يتم توفير إنتاج كتلة حيوية بمعدل 3.5 جم/لتر على أساس مادة جافة في أقل من 24 ساعة.


كثافة ضوئية عند ٥٥٠ نانومتر
وزن الخلايا الجافة (جم/لتر)
$e^{0.041x}$ ٠,١٦٩ = y
R^2 = ٠,٩٥٨١
$e^{0.0349x}$ ٠,٠٦٥ = y
R^2 = ٠,٩٦٧٩
٠
٢
٤
٦
٨
٠
١
٢
٣
٦٠
٨٠
١٠٠
١٢٠
الزمن (ساعة)

الشكل ١أ


كثافة ضوئية عند ٥٥٠ نانومتر
وزن الخلايا الجافة (جم/لتر)
$e^{0.0349x}$١,٣٩٢١ = y
٠,٩٨٧٦ = R^2
$e^{0.1605x}$٠,٣٥١٧ = y
٠,٩٧٩ = R^2
٠
٢
٤
٦
٨
٠
١
٢
٣
٠
٥
١٠
١٥
الزمن (ساعة)

شكل ١ب

مدة سريان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشـرط تسـديد المقابل المالي السـنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سـقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية.

صادرة عن

الهيئة السعودية للملكية الفكرية

ص ب ٦٥٣١ ، الرياض ١٣٣٢١ ، المملكة العربية السعودية

SAIP@SAIP.GOV.SA