

تخميرات عملي

المختبر الخامس

تخميرات الحالة السائلة Liquid State Fermentation

تخميرات الحالة الصلبة Solid State Fermentation

تتضمن تخميرات الحالة السائلة استعمال الأوساط السائلة في تنمية الاحياء المجهرية الصناعية ويمكن فيها استعمال جميع أنواع الاحياء المجهرية من البكتريا او الخمائر او الاعفان ويعتمد ذلك على نوع الكائن المجهرى ونوع الوسط المستعمل للتنمية , ويمكن ان تكون التنمية في حالات متعددة أهمها :

1 - مزارع الوجبات (النظام المغلق) :

تتميز مزارع الوجبات في احتوائها على كمية محدودة من العناصر الغذائية او الوسط الزراعي اللازم لتنمية الكائن الصناعي , الذي يضاف بشكل لقاح في بداية عملية التخمير . في هذه الطريقة من التنمية تكون صفة عدم الثبات في ظروف الإنتاج من الصفات المميزة لها حيث ينخفض تركيز المواد المغذية مع استمرار النمو للكائن والذي يعد محددًا للنمو وكذلك قد يتغير الاس الهيدروجيني اثناء التخمير فضلا عن اتجاه الكائن المجهرى الى انتاج المواد الايضية والنواتج العرضية التي تزداد كمياتها اعتمادا الى نوعية الوسط الغذائي وضرور التنمية للكائن . كما يمكن توفير التهوية اللازمة للكائن الصناعي في حالة الحاجة الى ذلك من خلال التحريك المستمر للوسط الغذائي .

يمكن استعمال مزارع الوجبات في انتاج منتجات الايض الأولية او الثانوية والتي تكون من خلال الحصول على الكتلة الحيوية Biomass التي تحتوي على المواد الايضية المطلوبة . إذ ان استمرار النمو للاحياء المجهرية الصناعية من خلال توفير الظروف الملائمة لطالة طور الثبات وتقشير الطور اللوغارتمي فإنها سوف تتجه الى اكمال مراحل النمو في دورة حياتها وبالتالي ستكون منتجات الايض الثانوي كالمضادات الحيوية ومنظمات النمو والسموم هي اكثر انتاجا لان الكائنات قد وصلت الى طور النمو الثابت من مراحل نموها . وعندما يراد ان تكون المنتجات منها هي منتجات الايض الاولي فإنه يصار الى إطالة طور النمو اللوغارتمي والذي يصاحبه افراز منتجات الايض الاولي وهي الضرورية لنمو وادامة الخلية كالفيتامينات والانزيمات وغيرها .

2 - المزارع المستمرة (النظام المفتوح) Continuous culture :

تتميز طريقة المزارع المستمرة في اختلافها عن مزارع الوجبات في ان مكونات النظام من الخلايا والوسط المغذي تدخل الى المخمر ويسحب منه كمية مساوية كنتائج نهائي باستمرار . في هذه الطريقة تكون التفاعلات الايضية في حالة استقرار والتهوية مستمرة وتزال النواتج العرضية بين الحين والآخر بحيث يكون الحجم المتفاعل ثابتا . كما ان ظروف التخمر من الاس الهيدروجيني وتركيز العناصر الغذائية ومستوى الاوكسجين او المكونات الأخرى تكون ثابتة خلال فترة التخمر ونمو الكائن المجهرى المستعمل في التنمية , إضافة الى ان هناك إمكانية للسيطرة على كل من العوامل المسيطرة على التفاعل على حده وبذلك يمكن من خلال هذه الطريقة دراسة تأثير كل عامل على النمو والإنتاج بشكل منفرد .

بذلك يكون حجم الوسط المستعمل في التنمية ثابتا مع طول مدة التخمير حيث يكون الناتج النهائي المسحوب متساويا مع الوسط الغذائي المضاف الى المخمر .

اما في حالة المزج للوسط فإنها تتم من خلال وجود المقلب او التحريك للوسط . وللوصول الى افضل انتاج فإنه يصار دائما الى السيطرة على المستوى المثالي من ظروف الإنتاج ويتم ذلك من خلال طرائق او أنظمة متعددة أهمها :

- **المنظم الكيمائي Chemostat**

- **منظم العكارة Turbidostat**

- **المنظم الحيوي Biostat**

وتعد طريقة المنظم الكيمائي في انه الأفضل والأكثر شيوعا لانها تتميز في عدم حاجتها الى أجهزة سيطرة معقدة للمحافظة على حالة مستقرة من النمو والإنتاج .

■ مميزات طريقة تخمرات المزارع المستمرة :

تتميز عمليات الإنتاج الحيوي بالطريقة المستمرة بمزايا مهمة مقارنة مع طريقة مزارع الوجبات والتي تتضمن الاتي :

- كفاءة الإنتاج العالية : يحصل ذلك كون الطريقة أعلاه تكون فيها عملية الإنتاج مستمرة لفترة أطول وذلك لملائمة الوسط من ناحية التجانس والتركيبية وبذلك يكون الناتج أكثر كمية مقارنة مع الطرق الأخرى .
- الطريقة المستمرة لا تحتاج الى ايدي عاملة كثيرة لادارتها , على العكس من طريقة مزارع الوجبات التي تحتاج في كل مرحلة انتاج الى تنظيف وتعقيم حاويات الإنتاج المتعددة المستعملة .
- نظرا لاحتواء المخمر في مزارع الطريقة المستمرة على مأخذ متعددة يتم من خلالها تحديد وقياس مكونات الوسط فإن التنمية في هذه الطريقة تكون معرضة للتلوث أكثر مما في حالة التنمية في مزارع الوجبات حيث يقل فيها معدل التلوث كونها عبارة عن نظام مغلق لا يتم تعرضه الى الملوثات .
- احتمالية حصول حالات انحلال السلالة (تغير صفات السلالة عن صفاتها الاصلية) في حالة الطريقة المستمرة وذلك لكون الكائن المجهرى مستمرا في النمو في الطور اللوغارتمي او أي مرحلة تتطلبها عملية الإنتاج لمدة طويلة مما يجعله في حالة غير مستقرة . كما ان هذه الحالة يمكن ان ينتج عنها حصول حالات الطفرات الذاتية أكثر مما يحصل في الكائن المجهرى في مزارع الوجبات كون ان الكائن يمر في جميع اطوار النمو خلال عملية التنمية والإنتاج .
- يمكن استعمال طريقة المزارع المستمرة في الدراسات والأبحاث لتحديد تأثير أي من العوامل المؤثرة في كمية او نوعية الإنتاج , على العكس من طريقة مزارع الوجبات التي لا يمكن اجراء ذلك من خلالها كون حاويات التخمر لا تتضمن وجود المتحسسات عن عملية الإنتاج .

هي وصف لطريقة بين الحالتين من طريقة المزارع المستمرة وطريقة الوجبات , والتي تعتمد على التغذية من الوسط الغذائي بصورة متتالية من دون إزالة أي كمية من المزروعة وبالتالي فإن حجم المزروعة يزداد مع تقدم زمن التنمية .

تتميز هذه الطريقة في المحافظة على تركيز واطيء عند الحد المثالي من المغذيات للكائن المجهري الصناعي وان لذلك فوائد متعددة أهمها هو إزالة التأثير الكابح او المثبط لمصادر الكربون التغذوية لاسيما سريعة التمثيل كالكلوكوز والمحافظة من خلال ذلك على ظروف التهوية المثالية في المخمر , فضلا عن منع التأثير السام لبعض مكونات الوسط الغذائي وبالتالي التخلص من تأثيراتها في تثبيط الكائن المجهري الصناعي .

تعد عملية انتاج البنسلين مثالا على استعمال مزارع الوجبات المغذاة في انتاج المنتجات الايضية الثانوية . إذ تقسم عملية التخمر في انتاج البنسلين الى مرحلتين هما : (مرحلة الحاجة الى النمو السريع) و (مرحلة النمو البطيء او مرحلة الإنتاج) . حيث يستعان بالكلوكوز للسيطرة على ايض الكائن المجهري ففي المرحلة الأولى يضاف الكلوكوز بتركيز عالي باعتباره مصدرا سريع الاستهلاك من قبل الكائن المجهري الذي يؤدي الى تجمع الاحماض العضوية وبذلك سوف يحتاج الكائن المجهري الى اوكسجين اكبر مما متوفر منه في المخمر , إذ ان الكمية القليلة من الكلوكوز تسبب في استعمال النتروجين العضوي كمصدر للكربون مما ينتج عنه ارتفاع الحموضة وانخفاض في تكون الكتلة الحيوية . اما في المرحلة الثانية وهي مرحلة النمو البطيء حيث ان معدل التغذية يجب ان يحدد كل من معدل النمو واستهلاك O_2 لاجل التخليق العالي من البنسلين .

يعرف هذا النوع من التخميرات بأنها التخميرات التي تجري في أوساط تحتوي على مواد صلبة في حالة غياب أو شبه غياب للماء الحر , كما في طريقة تخمر كوجي koji fermentation .

ان الأوساط الغذائية الأكثر استخداما في تخميرات الحالة الصلبة هي الحبوب والبقوليات ونخالة الحنطة والمواد السليلوزية مثل الخشب والقش والتي تكون غير ذائبة أو قليلة الذوبان في الماء ولكنها مواد رخيصة ومن السهل الحصول عليها وانها تحتوي على تركيز عالي من العناصر الغذائية .

اثبتت تخميرات الحالة الصلبة كفاءة عالية حيث انها اتصفت بملائمتها بصورة خاصة لانتاج المواد المفردة خارج الخلايا (Extracellular Products) .

■ المميزات الإيجابية الأساسية لتخميرات الحالة الصلبة :

- 1 - اختزال حجم وسط الإنتاج بنسبة 30 - 50 % في حالة تخميرات الحالة الصلبة مقارنة بالاعواسط السائلة كما يكون هناك اختزال في كمية المياه المطلوبة استعمالها في وسط الإنتاج .
- 2 - انخفاض تكاليف التشغيل بسبب عدم الحاجة الى التحريك والتقليب المستمرين ولعدم الحاجة الى تبريد المخمرات خلال فترة الإنتاج .
- 3 - الحصول على المنتجات الحيوية المرغوبة بتركيز عالية كون انتاجها يكون بشكل افراز خارج الخلية , كما تكون سهولة في عمليات استرجاع وتقنية المنتجات الحيوية وانتقاء الحاجة الى عمليات استخلاص وترشيح ومعالجة اعواسط الإنتاج التي تعد ضرورية لتخميرات الاعواسط السائلة , واقتصار على عملية الجرش او الطحن لوسط الإنتاج .
- 4 - احتواء مخلفات التخمير الصلبة على مكونات وعناصر تغذوية مهمة تكسبها أهمية بالغة في الاعلاف الحيوانية .
- 5 - قلة احتمالات تلوث وسط الإنتاج بالاحياء المجهرية الضارة بسبب ارتفاع درجة حرارة التخمير .

توجد أنواع متعددة من تخمرات الحالة الصلبة ويعتمد ذلك على التنوع الى نوعية الاحياء المجهرية المستعملة

:

- التخمرات بواسطة الفلورا الطبيعية
- التخمرات باستعمال المزارع النقية
- التخمرات باستعمال المزارع المختلطة

تخمير الحالة الصلبة

