تخمرات عملي

المختبر السادس

تخمرات الحالة السائلة Liquid State Fermentation

تخمرات الحالة الصلبة Solid State Fermentation

تخمرات الحالة السائلة Liquid State Fermetation

تتضمن تخمرات 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 المجهري 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 الزرعي اللازم لتنمية الكائن الصناعي , الذي يضاف بشكل لقاح في بداية عملية التخمر . 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 محددا للنمو وكذلك قد يتغير الاس الهيدروجيني اثناء التخمر فضلا عن اتجاه الكائن المجهري الى انتاج المواد الايضية والنواتج العرضية التي تزداد كمياتها اعتمادا الى نوعية الوسط الغذائي وضروف 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 لاطالة طور الثبات وتقصير 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 والأخر 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 المجهري 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 الكيميائي 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 والتركيبة وبذلك يكون الناتج اكثر 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 مآخذ متعددة يتم من خلالها تحديد وقياس مكونات الوسط فإن التنمية في هذه الطريقة تكون معرضة للتلوث اكثر 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 المجهري 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 اكثر مما يحصل في الكائن المجهري 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 التخمير لا تتضمن وجود المتحسسات عن عملية الإنتاج .

3 – مزارع الوجبات المغذاة Fed – Batch Cultures

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 الكاربون 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 تأثراتها 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 للكاربون مما ينتج عنه ارتقاء 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 .

- تخمرات الحالة الصلبة Solid State Fermentation

يعرف هذا النوع من التخمرات بإنها التخمرات التي تجري في أوساط تحتوي على مواد صلبة في حالة غياب او شبه غياب للماء الحر , كما في طريقة تخمر كوجي koje fermentation .

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

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

- المميزات الإيجابية الاساسية لتخمرات الحالة الصلبة :

1 – اختزال حجم وسط الإنتاج بنسبة 30 – 50 % في حالة تخمرات الحالة الصلبة مقارنة بالاوساط 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 بتراكيز عالية كون انتاجها يكون بشكل افراز خارج الخلية , كما تكون سهولة في عمليات استرجاع وتقنية المنتجات الحيوية وانتقاء الحاجة الى عمليات استخلاص وترشيح ومعالجة أوساط الإنتاج التي تعد ضرورية لتخمرات الأوساط السائلة , واقتصار على عملية الجرش او الطحن لوسط الإنتاج .

4 – احتواء مخلفات التخمر 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 التخمر .

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