إنتاج البروتين الميكروبي

استخدمت الاحياء الدقيقه وحيدة الخليه كمصدر مباشر لغذاء الانسان بداية من القرن العشرين وقد إتجهت الأبحاث والجهود نحو إنتاج البروتين من الأحياء الدقيقه نظرا للمميزات الآتيه:

١- سرعة معدل نموها.

٢- كفاءتها المرتفعة فى الإستفادة من المواد الخام الرخيصة والمتوفرة كمنتجات ثانويه أو مخلفات تصنيع وتحويلها إلى خلايا.

٣- إنتاجها لا يحتاج مساحات كبيره ولا يتأثر بالظروف الجويه.

٤- يمكن إستخدامها في التغذيه مباشرة أو بطريقه غير مباشرة بتغذية الحيوانات عليها.

ومن الأجناس الهامة التى تستخدم كمصدر للبروتين:

البكتريا

الخمائر

الفطريات

. الطحالب

Bacillus, Methylomonas

Candida, Rhodotorula, Saccharomyces

Aspergillus, Penicillium, Fusarium

Chlorella, Spirulina

وبصفة عامة يكون نمو البكتريا أعلى من الخمائر يليها الطحالب والفطريات

أولا: الخمائر كمصدر للبروتين :

وتتميز الخمائر بقدرتها على تخليق الأحماض الأمينيه من مواد غير عضويه نيتروجينيه ومركبات كبريتيه مثل أملاح الأمونيا والكبريتات كما يمكنها الحصول على الطاقه من مصادر كربونيه مختلفه من المنتجات الثانوية الزراعية أو الصناعيه مثل نواتج صناعة السكر وصناعة النشا وكذلك شرش اللبن ولب الفواكه ومخلفات صناعة الورق.

ويفضل إستخدام خميرة Candida utilis لأنها تتميز بمعدل نمو سريع وقدرتها العاليه على إستخدام سكر البنتوز الموجود في مخلفات صناعة الورق كما أنه لا تحتاج إلى إضافات غذائيه أخرى لتدعيم بيئة النمو.

ثانيا : البكتريا كمصدر للبروتين

يمكن الحصول على البروتين البكتيرى من أنواع مختلفه من البكتريا مثل:

البكتريا الممثله لغاز الميثان أو الميثانول : يتميز الميثان برخصه وتوفره ويعتبر مكون أساسي من غازات البترول بالاضافه إلى إمكانية إنتاجه خلال عمليات الهضم اللاهوائيه لمخلفات المجارى ويمثل غاز الميثان أبسط صور الكربون عند إستخدامه لنمو البكتريا ويتميز إستخدام غاز الميثان في أن الكميه غير المستهلكة من الغاز يمكن التخلص منها بسهولة عند إسترجاع البروتين الميكروبى فهو غاز ضعيف الذوبان في الماء. ومن الأجناس التي لها القدرة على إستخدام الميثان والميثانول ال Methylococcus, Methylomonas

على النطاق التجارى تنشأ بعض الصعوبات من إستخدام الميثان كمادة خام منها إحتمال حدوث إنفجار وقابلية الذوبان المنخفضة للميثان كما أن بكتريا الميثان تتميز بفترة جيل طويله ٣- ١٦ ساعه وكمية الحرارة المنطلقه كبيرة . بينما الميثانول غالبا رخيص مثل الميثان ويمكن الحصل عليه من غاز الميثان الطبيعى عن طريق عمليات تحويل محدودة . إستخدام كحول الميثانول كمادة خام يؤدى إلى التخلص من مشكلة صعوبة إنتقال الغاز خلال الخلايا حيث أن الميثانول يمتزج تماما مع الماء بالاضافة إلى أن الاحتياج إلى التهوية ينخفض بعض الشئ لأن

الميثانول يحتوى على ذرة أوكسجين وأيضا كمية الحرارة المنطلقه هنا قليلة مما يترتب عليه تقليل تكاليف التبريد . لذلك فإن الميثانول يفضل في الإنتاج عن الميثان.

ثالثا: الفطر كمصدر للبروتين :

تحتوى الفطريات على حوالي٦٠% بروتين. وترجع أهميتها في إنتاج البروتين الميكروبى نظرا لقدرتها على إنتاج إنزيمات مختلفة تمكنها من الإستفادة من المركبات العضوية المعقدة في البيئة والتي غالبا ما تكون في صورة مركبات سليولوزية ولكن لابد من إجراء بعض المعاملات المبدئية الطبيعية أو الكيماوية عليها لزيادة كفاءة الإستفادة منها بواسطة الفطريات وذلك عن طريق التخلص من اللجنين والهيميسليلوز

رابعا: الطحالب كمصدر للبروتين:

تتميز الطحالب بقدرتها على إستخدام الطاقة الضوئيه و CO_2 كمصدر للكربون وللحصول على أعلى كفاءة في الإنتاج يفضل إستخدام مصدر للكربون العضوي في البيئة حيث يصل الإنتاج إلى ٣٠ - ٤٠جم/لتر عند إستخدام طحلب Chorella pyrenoidosa المنمى تحت ظروف من التغذيه العضويه

يمثل ضوء الشمس المصدر الوحيد الإقتصادى كمصدر للضوء حيث تنمو الطحالب في بحيرات ومستنقعات لا يزيد عمقها عن ٢٠-٣٠سم حيث نفاذ الضوء هو العامل المحدد لكثافة النمو الناتج.ومن غير المرغوب الحصول على نمو كثيف لأن هذا قد يؤدى إلى عدم نفاذ الضوء وبالتالي يلزم عملية الإنتاج وجود تقليب حتى لا ترسب بعض الخلايا في القاع مما يؤدى إلى عدم نموها كذلك طفوها على السطح يؤدى إلى جفافها ودرجة الحرارة اللازمة تتراوح من ٢٥ ٣٥م تبعا للسلالة المستخدمة.

ويلاحظ أن إستخدام مستنقعات أو بحيرات مفتوحه تؤدى إلى تلوث النمو الناتج وإنتاج الطحالب يحتاج لأجواء معينة من درجة الحرارة والشمس المناسبة كذلك فإن إختلاف فصول السنة في درجة الحرارة يستلزم الإهتمام بإختيار سلالة الطحالب التي تتميز بإتساع مدى درجات الحرارة المثلى لنموها كما تتطلب عملية جمع النمو بإستخدام عملية الطفو ثم الطرد المركزى . ومن الطحالب المناسبة لهذا الإنتاج Spirulina ويحتوى الطحلب الناتج على ٦٠% بروتين بالنسبة للوزن الجاف.

المعاملات التي تجرى على الخلايا لإستخدامها كمصدر للبروتين:

من العوامل التي تؤثر وتقلل من الإستفاده من البروتين الميكروبي هي عدم قابلية جدر الخلايا للهضم بواسطة العصارة المعوية وكذلك إحتوائها على نسبة عاليه من الأحماض النووية بالاضافة لمواد مكسبة لنكهة غير مرغوبة خاصة فى الخمائر والطحالب ولابد من قتل الميكروبات قبل إستخدامها في التغذيه حيث أن الخلايا الحيه يمكنها أن تعيش وتتكاثر في الأمعاء وتحدث تخمرات غير مرغوبة كما أنها قد تتحلل وينتج عنها أمينات غير مرغوبة أو تنمو وتستهلك مجموعة من الفيتامينات على حساب العائل. وللتغلب على ذلك لابد من قتل الخلايا وإزالة جدر الخلايا وخفض الحمض النووى.

أولا : تكسير جدر الخلايا :

حتى يمكن الإستفادة من البروتين الميكروبى لابد من تحطيم جدر الخلايا حيث أنها غير قابلة للهضم بواسطة الإنسان ولرفع كفاءة الإستخلاص للمحتويات الداخليه للخلايا وعلى رأسها البروتين. ومن الطرق المتبعه لهذا الغرض الطحن – التجميد والتسييل – إستخدام الضغط ثم إستخدام الموجات فوق الصوتيه الإستخلاص بالمذيبات أوخفض الضغط بسرعة الأحماض أو القواعد....الخ.

وقد إتضح من تجارب عديدة إنه يفضل إجراء التحطيم الميكانيكى لجدر الخلايا بأى من الطرق السابقة مع إجراء إستخلاص للبروتين بإستخدام الأحماض العضوية أو اليوريا أو كربونات الصوديوم أو محلول ملحي لكلوريد الصوديوم ولكن يعاب على إستخدام المركبات الكيميائية فى الإستخلاص أنه يحدث فقد لبعض أنواع من الأحماض الأمينية.

وهناك طرق أخرى حديثه لتكسير جدر الخلايا منها التحليل الإنزيمي لجدر الخلايا بواسطة إنزيمات السليوليز ولكن هذه الطريقة أعطت نتائج منخفضة في كفاءة هضم البروتين الميكروبي وذلك لوجود مركبات غير سيلولوزية في جدر خلايا الميكروب. إستخدام الإنزيمات الموجودة في الميكروب نفسه إجراء عملية تحلل ذاتى autolysis لجدر الخلايا- أو وضع الخلايا في محلول ملحى مرتفع التركيز يصل إلى ٢٥%

كلوريد صوديوم على درجة ٤٥ -٥٠م عند درجة pH 6,5 تحت ظروف التعقيم. خلط خلايا الخميرة بالزيوت الصالحة للأكل وتسخن على درجة 175م لعدة دقائق ثم تفصل خلايا الخميرة والناتج يتميز بطعم ورائحة مستساغة.

تحطيم جدر الخلايا عن طريق التعقيم تحت ضغط للخلايا ثم التجفيف فتتحطم جدر الخلايا بدرجات متفاوته وتتميز هذه الطريقه بالبساطة وإنخفاض التكاليف. وبصفة عامة تزداد كفاءة الهضم للخلايا المحطمة عن الخلايا الكاملة فمثلا تزداد الكفاءة الهضمية لخلايا ال Bacillus megaterium من ٧٦% للخلايا الكاملة إلى ٩٤% للخلايا المحطمة وكذلك تزداد من ٦٥% لخلايا Candida utilis الكاملة إلى ٩٥% للخلايا المحطمة

ثانيا: خفض نسبة الأحماض النووية :

نظرا للتأثيرات الضارة نتيجة إرتفاع نسبة الأحماض النووية فى البروتين الميكروبي حيث تحتوى الخلايا الميكروبية على حوالى ٢٥٨جم أحماض نووية / ١٠٠جم بروتين ونتيجة تحولها في جسم الانسان فى النهاية إلى حامض اليوريك وحيث أن جسم الانسان لا يفرز إنزيم الذي يحول حامض اليوريك من الصورة قليلة الذوبان في الماء إلى الصورة الذائبة التى تفرز فى البول عن طريق الكلى وفى حالة الطعام الذي يحتوى كمية كبيرة من الاحماض النووية تؤدى إلى تكون كمية كبيرة من حمض اليوريك وبالتالي يحدث تراكم للحامض على هيئة بللورات إما أن تتجمع في المفاصل أو الأنسجة الرخوة وتسبب حصوات في الكلى والمجاري البوليه

م لمدة ثواني ٦٠م لمدة

1 - طريقة الصدمة الحرارية thermal shock على درجة حرارة ٥٤ يتبعة التحضين على درجة حرارة ٤٥ ٥٠م لمدة ساعتين ثم على درجة ٥٥ ساعة. وهى تؤدى إلى إختزال ٨٠ - ٨٥ من الأحماض النووية.

وقد وجد أن الصدمة الحرارية تنشط إنزيمات nucleases المسؤلة عن تحلل ال RNA,DNA كما أن عملية التحضين من المحتمل أنها تسمح بحدوث تفاعلات إنزيمية تؤدى إلى تسرب تلك المكونات من الخلية إلى الوسط الموجودة فيه.

٢ - إستخلاص البروتين الميكروبي : ويمكن إجرائها بعدة طرق منها : إجراء عملية تجنيس لمعلق الخميرة أو الخلايا ويضبط ال حتى ٩,٥ وتسخن على درجة حرارة ٦٠م لمدة ١٠ق حتى يحدث ترسيب للبروتين مع خفض نسبة الأحماض النووية إلى حوالى ٢% ثم يجرى إستخلاص للبروتين بواسطة كلوريد الصوديوم أو الأمونيوم.

٣- تكسير الأحماض النووية بواسطة إنزيم microbial phospho-di-esterases الذي يتم إنتاجه من الميكروبات عن طريق التخمير والذى يستطيع تكسير الأحماض النووية عن طريق كسر الروابط الأسترية المرتبطة بمجاميع الفوسفات.