اقسام الصناعات الميكروبية

Classification of Microbial Industries

تقسم الصناعات الميكروبية الى:

أولاً- حسب نوع الميكروب Type of microorganism:

أ- صناعات ميكروبية قائمة على الخمائر (Yeast):

إستخدمت الخمائر فِي التصنيع الغذائي منذ القدم منذ عهد قدماء المصرين . وأوضح مثال على ذلك هى صناعة الخبز حيث أنه من أقدم الصناعات التي قام بها الإنسان حتى آلان.

وتقسم استعمالات الصناعة للخميرة إلى ثلاث مجاميع:

1- تبعا لعلاقة المنتج والتحولات البيولوجية والكيمياوية للميكروب.

التي تتضمن الخلايا الكاملة الجافة والمستخدمة كمواد مدعمة للغذاء.(اللبيدات والبروتينات والفيتامينات والاحماض الامينية).

2- تبعا لمكونات الخليّة Cell constituents

تشمل منتجات هامة مثل ثنائي أوكسيد الكربون Co_2 والجليسيرول والأيثانول .

3- تبعا للمنتجات المفرزة Excretion products (المركبات المنتجة بفعل إنزيمات الخلية على مواد التفاعل) .

تضم نواتج تحلل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون (السكريات والاحماض الامينية والاحماض الدهنية)

ومن أهم السلالات المستخدمة :

Saccharomyces cerevisae

Saccharomyces fraglis,

Candida utilis

ب- صناعات ميكروبية قائمة على ألاعفان (molds) :

تساهم ألاعفان بدور كبير في الصناعات الميكروبية والتي هي بدورها لها مجالات تطبيقية كثُرة

مثل الصناعات الدوائية والصناعات الغذائية والالبان وغيرها من الصناعات حيث ينتج بواسطة الاعفان أحماض عضوية مختلفة وإنزيمات ومضادات حيوية، كما تستخدم في تسوية بعض أنواع الجبن وفًي تغذية الإنسان والحيوان كمصدر للبروتينات أوالدهون واألأغذية الشرقية.

اجناس ألأعفان التي تستخدم فًي مجال التصنيع تقع تحت ألاجناس آلاتية: Mucor, Penicillium, Aspergillus.

ولقد استخدمت بعض السلالات تجاريا لانتاج البروتين لتحسين القيمة الغذائية لبعض المأكولات لإكسابها نكهة اللحوم مما يجعلها شهيه ورخيصه الثمن . ومن المتوقع أن يسهم الانتاج التجاري للبروتين الفطرى إسهاما فعالا فًي سد االإحتياجات الغذائية للبروتين فًي دول العالم الثالث.

ولقد لاقى هذا البروتين اقبال في كثُير من الدول ليس فقط لطعمة وإستساغته بل لقًيمته الغذائية وخلوه من الكوليسترول وكغذاء صحي منخفض الطاقة، لذلك أقبل عليه أُيضا سكان الدول المتقدمة وإستعملة فيً تجهيز عديد من أطباق الاغذية كما في المملكة المتحدة وفرنسا.

*ومن الفطريات آلاخرى التيً تستعمل كغذاء منذ العصور القديمة هي فطريات عُش الغراب mushrooms والكمأة. والتى بدأ إنتاجها على مستوى تجاري منذ القرن الماضًي.

ج صناعات ميكروبية قائمة على البكتريا:

تلعب البكتريا دورا كبيرا فًي مجال الصناعات الميكروبية مثلها مثل الاعفان :

ومن أهم أجناس هذه المجموعة جنس Acetobacter وأفراده تنتشر فًي الطبيعة خاصة على أسطح النباتات وتقوم بأكسدة المركبات العضوية إلى أحماض عضوية ولها دور هام فًي إنتاج الخل مثل (*Acetobacte aceti* . أُيضا تستخدم سالالات من البكتريا فًي صناعات منتجات ألالبان مثل الجبن والزبادي والزبد ، أُيضا فى بعض الصناعات مثل صناعة الكحولات مثل الأيثانول والبيوتانول .

د- الصناعات القائمة على الطحالب:

تُستخدم في هذا المجال طحالب مختلفة تبعا لنوع الصناعة القائمة عليها أو الاغراض المنماة من أجلها ومن أهم هذه الأجناس: Spirulina، Chlorella وغيرها من الاجناس ومن أهم الصناعات المستخدمة فِيها الطحالب هى استخدام الطحالب كغذاء للإنسان والحيوان كمصدر للبروتين.

كما أن هناك استخدامات اخرى للطحالب مثل استخراج الأكار الذي يستخدم فَي كثِير من الصناعات

الغذائية أو للاغراض البكتريولوجية ولاستخراج اليود من الطحالب البنية أوإنتاج الطِّين الدايتومى الذي يُستخدم فَي صناعة المرشحات أو المواد العازلة ضد الحرارة.

ثانيا : تقسم الصناعات الميكروبية حسب المنتج النهائى:

1- إنتاج كتلة حيوية Biomass production

2- أغذية متخمرة Fermented foods

3- المواد المضافة للاغذية. Food additives

4- إلانزيمات الصناعية Industrial enzymes

5- الكيمياويات الصناعية Industrial chemicals

6- المنتجات ذات القيمة العلاجية. Health care Products

**اسس عملية التخمر Principles of Fermentation Process

عملية التخمر تقوم على ستة أسس رئيسية (فيما عدا بعض الإستثناءات للظروف الخاصة لطرق الانتاج لبعض المنتجات) وهي :

1) التصميم الهندسي لوعاء التخمر يختلف بما يتناسب مع المنتج ، والميكروب وطبيعة بيئة النمو وطريقة الانتاج.

2) تركيب البيئة المستخدمة في تنمية الميكروب المستخدم في الإنتاج سواء خلال عملية النقل المتتاليي لتنمية البادئ أو البيئة المستخدمة في وعاء التخمر للإنتاج التجاري.
3) تعقم البيئة والمخمر وغيرهما من المعدات المتعلقة بالانتاج .
4) إنتاج مزرعة نقية نشطة بكمية كافية لانتاج البادئ اللازم لتلقيح وعاء إلانتاج النهائي.
5) تنمية الميكروب في وعاء التخمير التجارى تحت الظروف المثلى لانتاج المنتج النهائي.
6) إستخلاص المنتج النهائى وتنقيته.

تصميم المخمرات Design of Fermenters

أن استخدام الميكروبات في مجال التصنيع الميكروبى يؤدي إلى ضرورة تنميتها فَي أوعية كبيرة محتوية على البيئة المغذية يطلق علًيها المفاعلات الحيوية **Bioreactors أو المخمرFermenters .**

ويختلف تصميم المخمر تبعا للطريقة المتبعة في تنمية الميكروب وتبعا للمادة الخام المستخدمة في التخمر وكذلك **تبعا للمنتج المراد انتاجة. والوظيفة االاساسية للمخمر** هي التحكم في الظروف البيئية لنمو الميكروب للحصول **على الناتج المطلوب.**

ويراعى في المخمر المصمم النقاط التالية :

1- أن يتحمل الضغط .

2- المادة المصنع منها تكون غير قابلة للتآكل بواسطة نواتج التخمر وخاصة في حالة إنتاج أحماض

3- بالاضافة إلى ذلك لايكون لايوناتها تأثير سام Toxic للميكروبات المستخدمة في الإنتاج ،

4- أما من ناحية التراكيب فموضح بالرسم المخطط التالى :-.

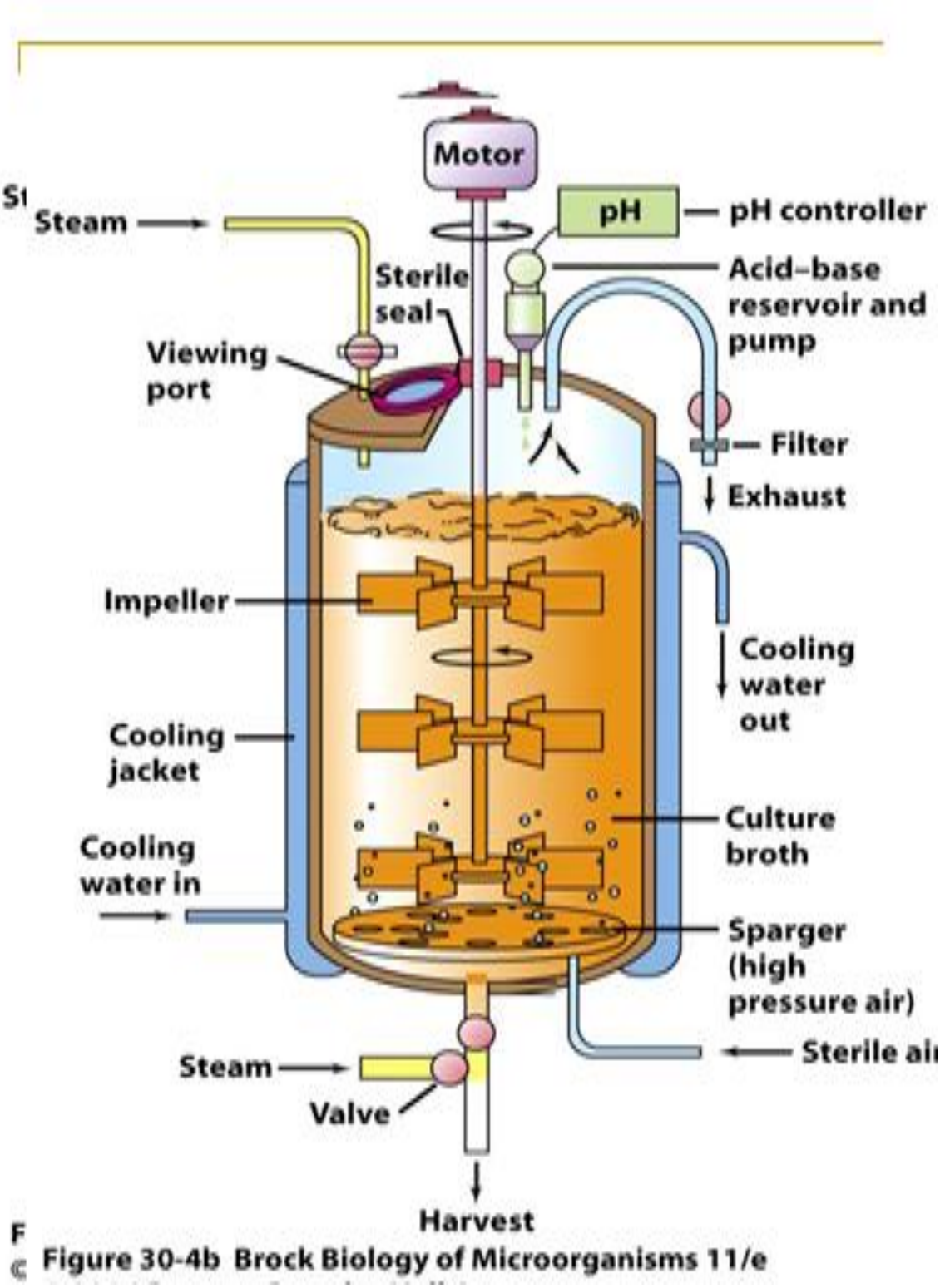

Figure 30-4b Brock Biology of Microorganisms 11/e

The Fermenter

ويمكن تقسيم المخمرات الصناعية إلى :

1- مخمرات لاهوائية و2- مخمرات هوائية

فالمخمرات اللاهوائية لايحتاج إلى تجهيزات كثيرة بإستثناء التجهيزات الخاصة بإزالة الحرارة المتولدة أثناء التخمر، بينما تحتاج المخمرات الهوائية إلى تجهيزات متخصصة عديدة.

تصنع المخمرات الصناعية ذات الحجم إلانتاجي الكبير عادة من الصلب غير قابل للصدأ ، وهى على شكل أسطوانة كبيرة ، مقفلة من القاعدة والقمة ومزود بأنابيب وصمامات ، ونظراً لأهمية عمليات تعقيم البيئة السائلة وإزالة الحرارة المتولدة لذلك زود المخمر عادة بجدار مزدوج خارجي للتبريد حيث يمرر خلاله ماء التبريد أو بخار للتسخن حسب الحاجة. وبالنسبة للمخمرات ذات الحجم االأنتاجى الكبير فعمليات التبادل الحرارى خلال الجدار الخارجى المزدوج لا تعتبر كافية لذلك زود المخمر بملفات بمواسير داخلية internal coils يمر خلالها ماء التبريد أو بخار التسخين

1 - نظم التهوية : aeration system:

يعتبر نظام التهوية system aeration أحد الاجزاء المهمة وتستخدم وسيلتان مستقلتان لأمداد البيئة بالتهوية اللازمة.

ألاولى وهى موزع الهواء الدائري Sparger **والثانية** هي وسيلة التقليب بمقلبات على شكل مراوح impeller. وموزع الهواء الدائري عبارة عن قرص معدني مزود بسلسلة من الثقوب حيث يدفع خلالها الهواء المضغوط إلى داخل المخمر على هيئة سلسلة من الفقاقيع الهوائية الدقّيقة تنتشر خالل البيئة ويمرر الهواء المضغوط المعقم بواسطة إمراره خلال مرشحات معقمة مملوءة بصوف زجاجى أو كربون لحجز ما يحمله الهواء من ميكروبات وأتربه داخل المخمر بعد مروره على مقياس Flow meter لضبط كمية وسرعة مروره ويتصاعد الهواء فَي المخمر فَي صورة فقاعات مصممة بحيث تكون الثقوب الموجودة بها ذات قطر دقّيق وان صغر حجم الفقاعات يزيد من كفاءة التهوية لزيادة مساحة السطح المعرض من الهواء للبيئة وزيادة معدل إذابة االاوكسجين فى المحلول.

2 -درجة الحموضةpH :

لكل ميكروب يستخدم فَي الانتاج حد أمثل Optimum PH من الحموضة لنمو الميكروب وللحصول على أعلى إنتاجية لذلك لابد من ضبط حموضة البيئة المستخدمة باستمرار أثناء الانتاج عن طريق تزويد المخمر بمقياس اتوماتيك لدرجة الحموضة بإضافة حامض أو قاعدة تبعا لدرجة ال pH المراد ضبطها .

3 -المواد المضادة لتكوّن الرغوة Anti -Foaming agent:

تسبب عملية التهوية والتقليب لمحلول البيئة في تكوين رغوة Foams وخاصة في حالة استخدام بيئة محتوية على نسبة عالية من البروتين و البتيدات لذلك لابد من التحكم فَي الرغوة Foams المتكونة لما تسببه من اضطرابات في إلانتاج مثل حدوث تلوث للبيئة نتيجة لخروج كمية من البيئة عن طرق خروج الرغوة خارج المخمر من الاعلى .

*كما أن وجود رغوة بكمية تؤدي إلى منع التهوية، حيث أنها تؤدي إلى منع تبادل الاوكسجين بين البيئة والجو والتحكم في الرغوة المتكونة باستخدام مواد مانعة للرغوة Anti -Foaming agent .

المواد الخاملة المانعة للرغوة antifoam Inert وهى من احسن المواد المستخدمة لهذا الغرض ولكنها مكلفة جدا وتمتاز بكونها لُيس لها تأثير سام على الميكروبات ، كما أنها لا تستخدم بواسطة الميكروب كمصدر للغذاء وُمثل هذا النوع

1- مركبات السليكون.

2- ومواد عضوية خام materials organic Crude وهى تشمل أنواع عديدة وعادة تستخدم الزيوت الحيوانية أو النباتية مثل corn oil or soybean oil

4 -درجة الحرارة Temperature:

من العوامل التي يجب أُيضا مراعاتها وضبطها دائما أثناء عملية التخمر هي درجة الحرارة حتى تكون دائما في المستوى ألامثل للنمو وإلانتاج وتختلف درجة الحرارة تبعا للمنتج ونوع الميكروب المستخدم. وبالاضافة إلى ضبط درجة حرارة البيئة في ابتداء عملية التخمر فهناك فعاليات حيوية metabolic activity للميكروبات تؤدي إلى إنتاج حرارة وتراكم هذه الحرارةُتسبب في رفع درجة حرارة المخمر.

لذلك لابد من تزويد المخمر أما برذاذ من الماء البارد خارج جسم المخمر أو عن طريق أمرار تيار ماء بارد خلال الجدار المزدوج .

5 – التلوث : Contamination

لتلافي حدوث تلوث أثناء عملّة التخمر لابد من استخدام :

Sterilized water, sterilized Pipes, .Pure culture, sterilized media , sterilized tank, sterilized air

لابد من التأكد من تعقيم كل ما سبق حتى نصل بالانتاج إلى إنتاج ذو جودة عالية وكفاءة إنتاجية عالية.

**وفى بعض عمليات التخمير تكون عمليات التعقيم غير هامة كما فى الحالات التالية :

1- انتاج الخميرة حيث تحتاج pHمنخفض(حامضي) مما إدى الى عدم التلوث بواسطة البكتريا
2- كما أن بعض التخمرات التى تنتج بواسطة الخميرة مستخدمة مصدر للكربون له تأثير سام لكثير من الميكروبات مثل بعض hydrocarbons أو ethanol
3- كما ان البعض يستخدم بعض المواد التى ليس من السهل استفادة معظم المكروبات منها مثل غاز المُيثان.

التخميرٌ المستمر Continuous fermentation:

في نظام التخمير المستمر يقصد بها إضافة بيئة التغذية بطريقة مستمرة أو على فترات منتظمة مع استخدام نفس النظام في سحب الخلايا او نواتج التخمر. وهذا النظام مخالف لما يتبع فًي طرق تخمير الوجبات Batch fermentation ، حيث تضاف البيئة المغذية بكمية كبيرة ولمرة واحدة وتستمر عملّة الإنتاج سواء في صورة خلايا أو مواد اخرى ناتجة من الخلايا حتى نحصل إلى أعلى إنتاج عندئذ تتوقف عملية التخمر لاسترجاع وجمع الناتج النهائي لفصلة وتنقيته وينظف المخمر ويعقم لتبدأ فًي عملية تخمر جديدة.

ولأول وهلة فإن طريقة التخمير المستمرة تظهر بأنها أفضل من طريقة الوجبة الواحدة ، حيث أن المعدات والأجهزة تستخدم باستمرار وتستغل كفاءتها في الأنتاج دون توقف. كما أنه من الناحية النظرية فإن التلقيح ألأولى كميته صغيرة وتستمر لمدة طويلة معتمدا عليها في الأنتاج بعكس الحال في نظام الدفعة الواحدة حيث يستخدم البادئ بكمٌيات كبيرة ولمدة قصيرة.