اين تتم عملية التخمر ؟

تتم ضمن خزانات التخمير (fermentation tanks) عندما نرغب الحصول على كميات كبيرة من المنتج في التخمرات الصناعية وقد تتألف الخزانات من الزجاج او المعدن او البلاستيك وتكون مزودة بعدادات (gauges) واعدادات (settings) للسيطرة على التهوية ومعدل التحريك بالمزج او ضخ الهواء والحرارة ودرجة الحموضة (PH) ومتغيرات أخرى ذات علاقة بالنمو والإنتاج .

أنواع المخمرات

- مخمر الخزان المحرك Stirred tank fermenter
- مخمر البرج Tower f
- البرج المحشو Packed f
- مخمر والدوف Waldhof f
- مولدات الخل Acetate
- عمود الاعصار Cyclone colomn
- الاوعية الاسطوانية المخروطية Cylinder – conical vessels
- مخمرات رفع الهواء Airlift f
- مخمر التدفق العميق Deep jet f

أنواع مزارع التخمير

- هناك نوعان من المزارع : الأول يعرف بمزارع التخمير المغمورة **(submerged)** حيث يتم فيها زرع الكائنات الدقيقة في أوساط سائلة . اما النوع الآخر فهي مزارع الحالة الصلبة **(solid state)** تزرع فيها الكائنات الدقيقة على اسطح المواد الغذائية الصلبة مثل المخلفات النباتية مع ترطيبها بكميات قليلة من السوائل .

تخمرات بكتريا سائلة

تخمرات مواد صلبة باستعمال الخمائر بشكل رئيس

إنتاج كتلة حيوية Biomass

فيما يخص طرائق الزرع في المخمرات هناك ثلاثة أنواع من المزارع اعتمادا على مراحل نمو الخلايا البكتيرية :

1 – المزرعة المغلقة **(batch culture)** لا يضاف لها الغذاء خلال فترة التخمير , تمر فيها الخلايا بكافة المراحل انتهاءا بمرحلة الموت .

2 – المزرعة المغلقة المغذاة **(fed-batch culture)** يضاف لها الغذاء عند طول الثبات بدون سحب المنتجات والخلايا المعمرة لتستمر المزرعة فترة أطول ثم تنتهي بمرحلة الموت .

3 – المزرعة المستمرة **(continuous)** يستمر فيها إضافة المواد الغذائية مع سحب المنتجات والخلايا المعمرة لتستمر المزرعة فترة طويلة دون الوصول الى مرحلة الموت .

مقياس الانتاج

- يمكن ان تكون وحدة التخمير صغيرة الحجم بحيث يمكن وضعها على منضدة المختبر **(bench top)** تكون سعتها 5 – 10 لتر تستخدم للإنتاج صغير المقياس **(small scale production)** .

او قد تكون ذات سعة كبيرة كما في حال تطبيقات الإنتاج الصناعي تصل فيها سعة المخمر الى 10000 لتر تستخدم للإنتاج كبير المقياس **(large scale production)** .

المتطلبات الغذائي

تتطلب عملية التخمير في الصناعات الغذائية توفير العديد من المتطلبات مثل الماء والاوكسجين ومصدر للطاقة ومصدر كاربون ومصدر نيتروجين وعناصر مغذية دقيقة وعوامل نمو وبادئات ومحفزات نمو ضرورية لنمو الكائن الدقيق .

تطبيقات التخمير تشمل عدة مجالات

1 – تخمير الأغذية : من الصناعات التي تم التعرف عليها منذ اكثر من 6500 سنة من خلال صناعة الجبن والخبز والنبيذ والخل وغيرها . وقد تم تطوير هذه الصناعة حتى قبل اكتشاف الكائنات الدقيقة . قد ارتبط تطوير الصناعات الغذائية بتطوير تقانات التخمير وادى ذلك الى تحسين نوع الغذاء ونكهته وقوامه , كما ساهم في تحسين وسائل حفظ الأغذية ومنع تلوثها وفسادها وبقاءها لفترة أطول .

2 – الصناعات الصيدلانية والتقانات الحيوية :

وتشمل عدة مجموعات تخمرية مهمة تجاريا وهي :

- انتاج الكتلة الحيوية كما في انتاج خميرة الخبز (**saccharomyces cerevisciae**) او عصيات حمض اللبن وغيرها من الخلايا والتي تجمع كمنتج نهائي (biomass) .
- انتاج الانزيمات من الكائنات الحية الدقيقة لأغراض متعددة منها صناعات غذائية او طبية او زراعية ومن الأمثلة على ذلك الانزيمات المنتجة باستخدام تقنية التخمير مثل الاميلاز والسليولاز والكلوكوز والليباز وغيرها من الانزيمات الأخرى .
- مستقلبات الكائنات الدقيقة , منها الأولية مثل الاحماض العضوية كحمض الستريك وحمض اللبن وحمض الخل والكحولات مثل الاتانول وأنواع من عديد السكريات والفيتامينات وغيرها , ومنها المستقلبات الثانوية مثل مضادات الحيوية والصبغات والعديد من المركبات الصيدلانية وغيرها .
- تطبيق التخمر في التقانات الحيوية الصيدلانية مثل استخدام الدنا المأشوب (**recombinant DNA**) في انتاج بعض المنتجات العلاجية كالانسولين وبعض الأنواع الأخرى من الهرمونات واللقاحات وغيرها .

3 – تطبيقات بيئية : بهدف التخلص من النفايات والملوثات الصناعية من خلال معالجة النفايات المطروحة من المعامل بإنزيمات تنتجها الكائنات الدقيقة بعد تنميتها بالمخمرات , كذلك تهضم مخلفات الصرف الصحي بإنزيمات تنتجها الكائنات الدقيقة التي تفكك المواد العضوية المعقدة الى مركبات ابسط .

4 – انتاج الطاقة : انتاج الوقود الحيوي عن طريق استهلاك المخلفات النباتية من قبل الكائنات الدقيقة المنماة باستخدام المخمر ونتيجة نموها يطلق غاز الميثان المستخدم كوقود ومصدر طاقة .