

## الاستخدامات التطبيقية للبكتيريا والفطريات

### الفطريات وبعض تطبيقاتها في الصناعة

الفطريات هي المصدر التقليدي للعديد من المواد الكيميائية المفيدة بدءاً من الكحول الإيثيلي المعروف جيداً وهو ينتج من الخميرة، والذي لا يزال يؤثر في الحضارة الإنسانية في جميع أنحاء العالم. ففي عام 1928 اكتشف الكسندر فليمنغ مضاد البنسلين وكان بداية عصر المضادات الحيوية <sup>[1]</sup> وسوف نركز على بعض من التطبيقات الصناعية والصيدلانية والتي اكتشفت مؤخراً من الفطريات، والتي تكون الفطريات فيها المصدر الرئيسي لإنتاج مواد كيميائية عديدة وجديدة، من خلال الطرق التقليدية وكذلك عن طريق التكنولوجيا الحيوية التي تنطوي على استنساخ الجينات.

### إنتاج المضادات الحيوية من الفطريات

تم إنتاج أول مضاد حيوي من مضادات الميكروبات (المضادات الحيوية) وهو البنسلين، واكتشفت من خلال الصدفة المحضة بواسطة العالم الكسندر فليمنغ في عام 1928. وقد أنتج من الفطريات الزقية من جنس *Penicilliumnotatum*. والمضاد الحيوي (البنسلين) دخل حيز الإنتاج الضخم وعلى نطاق واسع بواسطة العالمان هوارد فلوري و إرنست تشين في 1940، وكان ضرورة لعلاج الجنود الجرحى من الإصابات خلال الحرب العالمية الثانية <sup>[2]</sup>. ومع اكتشاف الستربتوميسين من الاكتينومييسيتات من قبل واكسمان في عام 1944، بدأ فعلاً عصر المضادات الحيوية، وخلال هذه الفترة الممتدة على مدى عقدين من الزمن، تم اكتشاف أكثر من 1000 المضادات الحيوية، بعضهم من الفطريات، والبعض من الاكتينومييسيتات.

واليوم، يوجد العديد من المضادات الحيوية المشتقة من الفطريات، غير البنسلين، مثل: السيفالوسبورين من فطر *Cephalosporium spp.*، والجريزوفولفين من

فطر *Penicillium griseofulvum* و *Lentinan* من فطر *Lentinus* spp. و *Schizophyllum commune* من فطر *Schizophyllum commune*.

البنسلين والسيفالوسبورين من المضادات الحيوية التي تعمل ضد البكتيريا الموجبة لصبغه جرام، والجريزوفولفين هو مضاد حيوي يعمل ضد الفطريات ومفيد في علاج التهابات الجلدية الفطرية. و *Lentinan* مضاد حيوي فعال ضد الميكروب المسبب لمرض للس *Mycobacterium tuberculosis*، و فيروس الهربس البسيط (HSV-1). *Schizophyllum commune* له خصائص مزدوجة فهو مضاد للبكتيريا ومضاد للفطريات في نفس الوقت وهو مفيد أيضا في السيطرة على *Candida albicans* و *Staphylococcus aureus*.

### إنتاج المواد العلاجية ( ليست مضادات حيوية ) من الفطريات

هناك العديد من المركبات تم الحصول عليها من الفطريات كعوامل علاجية غير المضادات الحيوية وهذه المركبات أحدثت ثورة في الممارسة الطبية، مثل السيكلوسبورين هو دواء مهم في تخفيض المناعة ويستخدم في جراحة وزراعة الأعضاء. والسيكلوسبورين- A مشتق من فطر *Tolypocladium inflatum* وفطر *Aspergillus* sp. وأوضح العالم (Churchill, 2001) ان 20% من الأدوية التي تنتجها الصناعة الصيدلانية اليوم من الفطريات<sup>[3]</sup>.

ومضاد فاستاتين هو الكابح الحيوي المثبط للكولسترول وهو مشتق من *Aspergillus terreus*، وهي واحدة من الأدوية العديد المستخدمة باعتبارها عامل اختزال الكولسترول. ويتم إنتاج عامل اختزال للكولسترول مماثل من فطر *Penicillium citrinum* ويطلق عليه برافاستاتين.

## إنتاج الأحماض العضوية من الفطريات

هناك العديد من الأحماض العضوية تنتج على نطاق تجاري من الفطريات.

### الجدول-3 الأحماض العضوية التي تنتج من الفطريات .

Organic acid	Source
Citric acid	<i>Aspergillusniger</i>
Fumaric acid	<i>Rhizopusnigricans</i>
Gluconic acid	<i>Aspergillusniger</i>
Itaconic acid	<i>A. terreus</i>
Kojic acid	<i>A. oryzae</i>

### استخدام الفطريات في مجال البيئية

يتم استخدام الفطريات في مجال التطبيقات البيئية وتسخيرها في المعالجة البيولوجية للنفايات الصناعية السائلة والملوثة بالمعادن الثقيلة والمواد السامة الأخرى وهي من أهم التطورات الجديدة. والفطريات لديها القدرة على ادمصاص المعادن الثقيلة على سطحها بسبب الشحنات الموجودة على جدارها الخلوي . كما أنها قادرة على ربط المعادن بسبب قدرتها على إنتاج أنواع معينة من المركبات الببتيدية التي ترتبط مع المعادن والبروتينات. بل هي أيضا قادرة على تحليل مركبات الكربون المعقدة مثل المبيدات بواسطة مجموعة من الأنزيمات التي تفرزها الفطريات<sup>[4]</sup>.

### استخدام الخميرة في الأغراض الصناعية التطبيقية

الخصائص الفسيولوجية الجيدة للخميرة أدت إلى استخدامها في مجال التكنولوجيا الحيوية . فتخمير السكريات بواسطة الخميرة هو أقدم وأكبر تطبيق من هذه التكنولوجيا. وتستخدم العديد من أنواع الخمائر لصنع كثير من الأطعمة: فخميرة الخباز تستخدم في إنتاج الخبز؛ وخميرة الخمرة في تخمير البيرة؛ وخميرة النبيذ في

تخمير النبيذ وإنتاج xylitol. والخمائر تشمل بعض نماذج الكائنات الأكثر استخداما على نطاق واسع في علم الوراثة و بيولوجيا الخلية وتدخل في العديد من الصناعات المهمة .

### إنتاج المشروبات الكحولية

يتم تعريف المشروبات الكحولية بأنها المشروبات التي تحتوي على الإيثانول ( $C_2H_5OH$ ). و الإيثانول يتم إنتاجه دائما من التخمير - و التمثيل الغذائي للكربوهيدرات بواسطة فصيلة معينة من الخميرة تحت الظروف اللاهوائية أو منخفضة الأكسجين. وهذه المشروبات مثل العسل ، والنبيذ، والبيرة، وكذلك المشروبات الروحية المقطرة يتم إنتاجها جميعا بواسطة استخدام الخميرة في جميع مراحل الإنتاج. والمشروبات المقطرة هي المشروبات التي تحتوي على الإيثانول الذي يتم تنقيته بواسطة التقطير. والكربوهيدرات التي تحتوي على بعض المواد النباتية يتم تخميرها أيضا بواسطة الخميرة لإنتاج محلول مخفف من الإيثانول في هذه العملية. والمشروبات الروحية مثل الويسكي وشراب الروم يتم إعدادها بواسطة تقطير المحاليل المخففة من الإيثانول. ويتم جمع المكونات الأخرى غير الإيثانول في المكثفات، بما في ذلك المياه، والاسترات ، والكحوليات الأخرى، والتي تضيف نكهة إلى المشروبات.

### صناعه النبيذ

يتم استخدام الخميرة في صناعه النبيذ ، حيث تحول السكريات الموجودة في عصير العنب إلى الإيثانول. والخميرة عادة موجودة بالفعل على قشور العنب. والتخمير يمكن القيام به مع الخميرة الذاتية النشو "الخميرة الموجودة في الطبيعة" ،<sup>[5]</sup> ولكن هذا الإجراء يعطي نتائج غير متوقعة، والتي تعتمد على أنواع الخميرة الموجودة في الطبيعة. ولهذا السبب، يجب إضافة مزارع الخميرة النقية ، وهذه الخميرة تهيمن

بسرعة على عملية التخمير. وتقوم بتنشيط الخميرة الموجودة في الطبيعة ، وتكون مضمونه وموثقه ويمكن التنبؤ بعملية التخمير. [6]

### صناعه الخبز

خميرة الخباز *S. cerevisiae* هي الخميرة الأشهر والأكثر استخداما في صناعه الخبز ، وهى تستخدم في الخبز كعامل تخمير ، حيث تحول (تُخمّر) السكريات الموجودة في العجين إلى غاز ثاني أكسيد الكربون . وهذا يتسبب في انتفاخ العجين وزيادة حجمه بسبب تصاعد الغاز ثاني أكسيد الكربون على شكل فقاعات. وعندما يخبز العجين، تقوت الخميرة في الجيوب الهوائية ، وتعطى الخبز المنتج ملمس إسفنجي ناعم. واستخدام البطاطا، والمياه المغلية مع البطاطا ، والبيض ، والسكر في عجين الخبز يؤدي إلى تسارع نمو الخمائر. ومعظم الخمائر المستخدمة في الخبز هي من نفس النوع المستخدم في تخمر الكحوليات. وبالإضافة إلى ذلك، تستخدم أحيانا خميرة *Saccharomyces exiguous* (المعروف أيضا باسم *S. minor*) ، وهذه الخميرة عثر عليها على النباتات والفواكه والحبوب، وهى تستخدم في صنع الخبز، وهذه الخميرة تتنفس في البداية تنفس هوائيا، وتنتج ثاني أكسيد الكربون والماء. وعندما يتم استنفاد الأكسجين، تبدأ عملية التخمير وتبدأ في إنتاج الإيثانول كمنتج ثانوي، إلا أنه يتبخر خلال الخبز [7]

### المعالجة الحيوية

بعض الخمائر لها خصائص تمكنها من بعض التطبيقات المهمة في مجال المعالجة البيولوجية . فعلى سبيل المثال فان خميرة *Yarrowialipolytica* المعروفة ، بقدرتها على تحليل زيت النخيل من النفايات السائلة ، [8] وتحليل TNT (مادة متفجرة) ، [9] وغيرها من المواد الهيدروكربونية ، مثل الألكانات ، والأحماض الدهنية والدهون والزيوت. [10] ويمكن أيضا أن تتحمل تركيزات عالية من الملح و

المعادن الثقيلة ، <sup>[11]</sup> ويجري التحقيق من قدرتها على امتصاص ال معادن الثقيلة  
biosorbent . <sup>[12]</sup>

### إنتاج الإيثانول الصناعي

قدرة الخميرة على تحويل السكر إلى الإيثانول تم تسخيرها من قبل التكنولوجيا  
الحيوية لإنتاج الإيثانول كوقود صناعي . وتبدأ العملية من خلال طحن المواد  
الغذائية ، مثل قصب السكر ، أو الذرة ، أو غيرها من الحبوب ، ومن ثم إضافة  
حامض الكبريتيك المخفف كعامل محلل ، أو اضافته الإنزيمات الفطرية من نوع  
ألfa اميليز ، ل تكسيري النشويات إلى سكريات معقدة. ثم يتم إضافة انزيم  
glucoamylase لكسر السكريات المعقدة إلى سكريات بسيطة . ثم بعد ذلك، يتم  
إضافة الخمائر لتحويل السكريات البسيطة إلى الإيثانول، الذي يقطر للحصول على  
الإيثانول والذي يصل تركيزه إلى 96%. <sup>[13]</sup>

فخمائر الخباز المعدلة وراثيا تستطيع تخمير الزايلوز ، وهو احد السكريات الرئيسية  
الموجودة في الكتلة الحيوية السليلوزية القابل للتخمير ، مثل المخلفات الزراعي  
والنفايات الورقية، ورقائق الخشب. <sup>[14]</sup> ومثل هذا التطور يعني أنه يمكن إنتاج  
إيثانول أكثر كفاءة و غير مكلف من المواد الأولية، مما يجعل إيثانول المواد  
السليلوزية وقود بديل بأسعار أكثر تنافسية لوقود البنزين. <sup>[15]</sup>

### استخدام البكتيريا في التطبيقات الصناعية

الأهمية الاقتصادية للبكتيريا تنشأ من حقيقة أن الإنسان يستخدم البكتيريا في عدد  
من الصناعات المفيدة . على الرغم من أن بعض أنواع البكتيريا تلعب بعض الأدوار  
الضارة، مثل التي تسبب الأمراض وإفشاء الغذاء، والأهمية الاقتصادية للبكتيريا  
شمل كلا من :

## تطبيقات البكتيريا في الزراعة

هناك أنواع معينة من البكتيريا التي تحتوي على خصائص خاصة وتكون مفيدة للنباتات. وهذه البكتيريا موجودة في التربة و لها تأثير لأنها تقتل البكتيريا الضارة وهي أيضا مصدر لتوفير التغذية للمحاصيل. والبكتيريا مثل *agrobacteriarhizobia* التي تساعد في انتشار البذور واللقاحات وهي مفيدة للغاية بالنسبة للنباتات. والبكتيريا مثل *Azoarcus* ذات أهمية كبيرة بالنسبة للنباتات لأنها تساعد على تثبيت النيتروجين وهذا النوع من البكتيريا مفيد في الغالب لمحصول الأرز. وهذه البكتيريا تزيد من خصوبة التربة وتوفير المواد الغذائية للتربة وهي مفيدة لنمو النباتات.

## تطبيقات البكتيريا في صناعة الألبان

في الحقيقة أن الإنسان يستخدم الماشية للاستخدام المنزلي منذ فجر الحياة ، والبكتيريا تلعب دورا هاما في هذا الدور . حيث ثبت أن اللبن لا يحتوي على أي بكتيريا عندما يخرج من غدد الحيوانات، ولكن بعد جمعها، تحدث تغيرات كثيرة ، وجميع هذه التغيرات تكون بسبب البكتيريا. فالبكتيريا تلعب دورا أساسيا في صنع الزبادي . وذلك يتم عند اضافته بعض الزبادي إلى الحليب لعدة ساعات، فإنه سيتم تحويل الحليب إلى زبادي .

## تطبيقات البكتيريا في البيئة

البكتيريا هي إلى حد كبير مهمة بالنسبة للبيئة لأنها تجعل البيئة خالية من الملوثات. والملوثات التي تخرج من النفايات الصناعية تستطيع البكتيريا هضمها وتحليلها بحيث يمكن إعادة تدويرها في شكل من أشكال الطاقة والمواد المغذية ولا تضر بالبيئة. والبكتيريا أيضا تحول الأشجار التي دفنت تحت الأرض لملايين السنين إلى الفحم. ويمكن استخدام هذا الفحم للحصول على الوقود، لإنتاج الكهرباء ومختلف الأغراض المفيدة الأخرى.

## استخدام البكتيريا في التكنولوجيا الحيوية

التكنولوجيا الحيوية أو علم الأحياء المجهرية الصناعية هو الذي يعرف بأنه تطبيقات الكائنات الدقيقة (البكتيريا) التي تدخل في الصناعات التحويلية والخدمات. وتشمل هذه الصناعات :

- عمليات التخمير، مثل تخمير الجبن، و صناعة الخبز و تصنيع الزبدة ، وبكتيريا *Lactobacillus* غالبا ما تتحد مع الخمائر والفطريات في الصناعات ، منذ آلاف السنين في إعداد الأطعمة المخمرة مثل الجبن ، المخللات ، صلصة الصويا ، مخلل الملفوف ، الخل ، النبيذ ، والزبادي .
- تصنيع المواد الكيميائية مثل الأسيتون والإيثانول والأحماض العضوية، والإنزيمات، والعطور الخ. والبكتيريا هي الأكثر أهمية في الصناعة الكيميائية في إنتاج المواد الكيميائية النقية ثنائيه الشكل enantiomerically والتي تستخدم في الصناعات الكيميائية الصيدلانية والزراعية. [16]

## الهندسة الوراثية والبكتيريا

الهندسة الوراثية هو التلاعب في الجينات. ويسمى أيضا تكنولوجيا الحمض النووي، ويتم اخذ قطعة من الحمض النووي ( الجينات ) ويتم تقديمها إلى عائل جديد من خلال حوامل ناقلة (ناقلات). والحمض النووي الأجنبي يصبح سمة دائمة للعائل، ويجري تكرارها ونقلها إلى الخلايا الوليدة جنبا إلى جنب مع بقية الحمض النووي. وتتحول الخلايا البكتيرية وتستخدم في إنتاج مواد ذات أهمية تجارية. ومن هذه الأمثلة إنتاج الانسولين الإنساني (ويستخدم ضد مرض السكري)، وإنتاج هرمون النمو البشري ( ويستخدم في علاج التقزم)، والالتهابات التي يمكن أن تستخدم للمساعدة في مكافحة الأمراض الفيروسية.

واستخدام البكتيريا في التكنولوجيا الحيوية الطبية لا يمكن الاستغناء عنها لإنتاج البروتينات العلاجية، مثل الأنسولين ، أو عوامل النمو أو الأجسام المضادة . [17][18]



## استخلاص الألياف بواسطة البكتيريا

المزارع البكتيرية، وخاصة جنس *Clostridium butylicum* تستخدم في فصل الألياف من نبات الجوت والقنب والكتان وغيرها، وذلك بواسطة غمر هذه النباتات في الماء وعندما تنتفخ يتم اضافته البكتيريا التي تعمل على تحليل مادته البكتين الموجودة في الجدار الخلوي للنباتات ويتم فصل الألياف التي تستخدم في صنائه الحبال والأكياس.

## البكتيريا تساعد على الهضم

بعض أنواع البكتيريا تعيش في أمعاء الأبقار والخيول والحيوانات أكلة الأعشاب الأخرى والتي تفرز إنزيم cellulase وهو الإنزيم الذي يساعد في هضم محتويات السليولوز من جدران الخلايا النباتية. والسليولوز هو المصدر الرئيسي للطاقة لهذه الحيوانات.

## إنتاج الفيتامينات بواسطة البكتيريا

وبكتيريا *Escherichia coli* التي تعيش في الأمعاء الغليظة للإنسان تستطيع تخليق فيتامين B ويتم إنتاجه للاستخدام البشري. وبالمثل، يتم استخدام *Clostridium butylicum* لإنتاج فيتامين B ، riboflavin للاستخدام التجاري.

## استخدام البكتيريا في مكافحة الحشرات

ويمكن أيضا أن تستخدم البكتيريا بدلا من استخدام المبيدات في مكافحة البيولوجية للآفات. ومن الشائع استخدام بكتيريا *Bacillus thuringiensis* (وتسمى أيضا BT)، وهي إيجابية الجرام وتعيش في التربة، وهذه البكتيريا تستخدم باعتبارها Lepidopteran وهي متخصصة في مكافحه الحشرات تحت أسماء تجارية مثل DIPEL و Thuricide. وبسبب هذى الخصوصية تعتبر صديقة للبيئة ، مع تأثير

ضئيل أو معدوم على البشر ، أو الحياة البرية ، أو الملقحات ، ومعظم الحشرات المفيدة .

## **References**

1. JACOBS, F. 1985. The True Story of Penicillin. Dodd Mead & Company, New York.
2. ABRAHAM, E.P. 1981. The beta-lactam antibiotics. Scientific American, 244: 76-86.
3. CHURCHILL, A. 2001. Fungi: Uses as a Resource for Therapeutic Agents. American Medical Association Briefing on Food Biotechnology, Oct 4, 2001, page 1-6.
4. SULLIA, S.B. 2005. Microbes for pollution abatement. Advanced Biotech, 3(7): 43-46.
5. Yakobson CM. (2010). *Pure culture fermentation characteristics of Brettanomyces yeast species and their use in the brewing industry*. <http://www.brettanomycesproject.com/dissertation/>.
6. Ross JP. (September 1997). "Going wild: wild yeast in winemaking". *Wines* & *Vines*. [http://www.findarticles.com/p/articles/mi\\_m3488/is\\_n9\\_v78/ai\\_19900987](http://www.findarticles.com/p/articles/mi_m3488/is_n9_v78/ai_19900987). Retrieved 15 January 2012.
7. Eureka! Vancouver scientists take the headache out of red wine <http://www.vancouverun.com/health/Eureka+Vancouver+scientists+take+headache+wine/4281742/story.html>
8. Moore-Landecker, pp. 533–534.
9. Oswal N, Sarma PM, Zinjarde SS, Pant A. (2002). "Palm oil mill effluent treatment by a tropical marine yeast". *Bioresource Technology* 85 (1): 35–37. doi:10.1016/S0960-8524(02)00063-9. PMID12146640.
10. Jain MR, Zinjarde SS, Deobagkar DD, Deobagkar DN. (2004). "2,4,6-trinitrotoluene transformation by a tropical marine yeast,

*Yarrowialipolytica* NCIM 3589". *Marine Pollution Bulletin* 49 (9–10): 783–788. doi:10.1016/j.marpolbul.2004.06.007. PMID15530522.

11. Fickers P, Benetti PH, Wache Y, Marty A, Mauersberger S, Smit MS, Nicaud JM. (2005). "Hydrophobic substrate utilisation by the yeast *Yarrowialipolytica*, and its potential applications". *FEMS Yeast Research* 5 (6–7): 527–543. doi:10.1016/j.femsyr.2004.09.004. PMID15780653.
12. Bankar AV, Kumar AR, Zinjarde SS. (2009). "Environmental and industrial applications of *Yarrowialipolytica*". *Applied Microbiology and Biotechnology* 84 (5): 847–865. doi:10.1007/s00253-009-2156-8. PMID19669134.
13. Bankar AV, Kumar AR, Zinjarde SS. (2009). "Removal of chromium (VI) ions from aqueous solution by adsorption onto two marine isolates of *Yarrowialipolytica*". *Journal of Hazardous Materials* 170 (1): 487–494. doi:10.1016/j.jhazmat.2009.04.070. PMID19467781.
14. "Fuel Ethanol Production: GSP Systems Biology Research". *Genomic Science Program*. U.S. Department of Energy Office of Science. <http://genomicsgsl.energy.gov/biofuels/ethanolproduction.shtml>. Retrieved 28 November 2009.
15. Ho NW, Chen Z, Brainard AP. (1998). "Genetically engineered *Saccharomyces* yeast capable of effective cofermentation of glucose and xylose". *Applied and Environmental Microbiology* 64 (5): 1852–1859. PMC106241. PMID9572962. [//www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC106241/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC106241/).
16. Liese A, Filho M (1999). "Production of fine chemicals using biocatalysis.". *Curr Opin Biotechnol* 10 (6): 595–603. doi:10.1016/S0958-1669(99)00040-3. PMID10600695.
17. "Therapeutic insulins and their large-scale manufacture.". *Appl Microbiol Biotechnol* 67 (2): 151–9. 2005. doi:10.1007/s00253-004-1809-x. PMID15580495.
18. Graumann K, Premstaller A (2006). "Manufacturing of recombinant therapeutic proteins in microbial systems.". *Biotechnol J* 1 (2): 164–86. doi:10.1002/biot.200500051. PMID16892246.