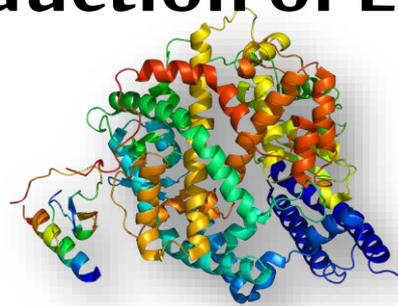


## المعمل الثامن

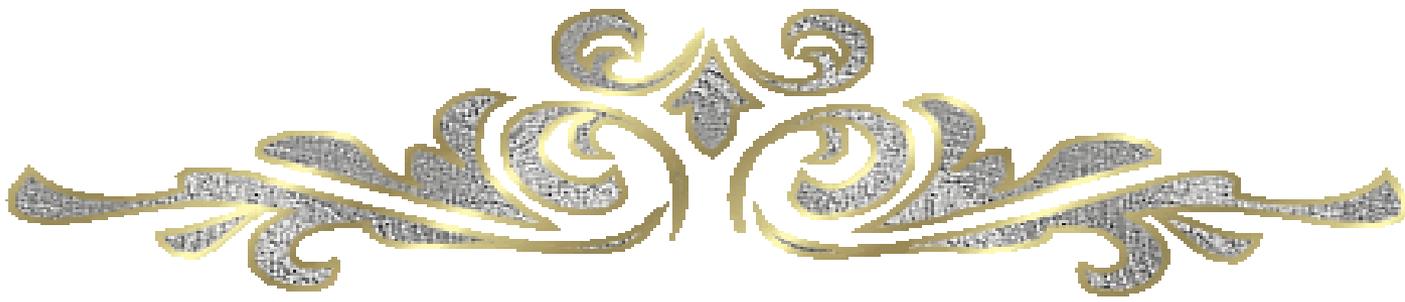
إنتاج الإنزيمات

Production of Enzymes

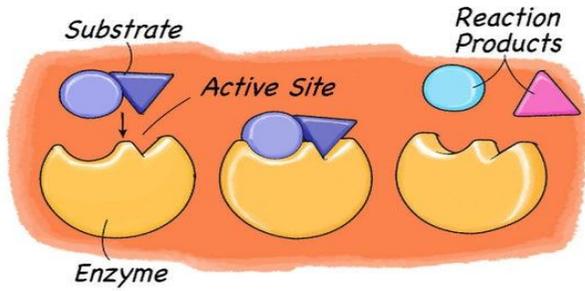


نورة الكبيسي





يمكن تعريف الإنزيمات بأنها مواد بروتينية تفرز بواسطة الكائنات الحية وتختص بعمليات كيميائية حيوية محددة ، وتوجد في جميع الكائنات الحية البدائية والراقية ، وهي ذات أهمية في الصناعة التخمرية حيث أن التخمر ما هو إلا نتيجة نشاط الإنزيمات التي تفرزها الكائنات الدقيقة .



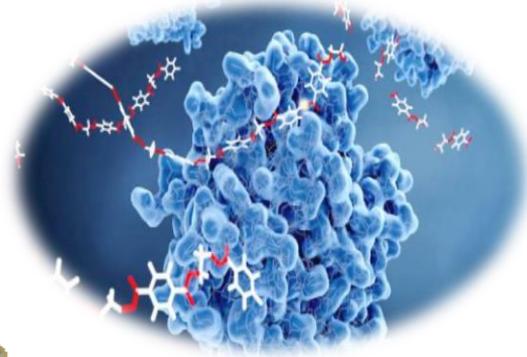
ويمكن الحصول على الإنزيمات صناعية من ثلاث مصادر رئيسية :

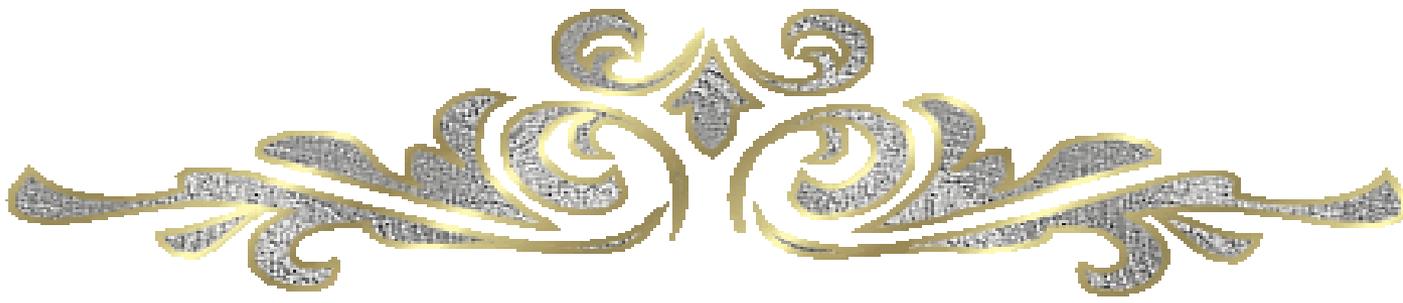
- **النباتات الراقية** : ومن أمثلتها ما ينتج منها دياستيز المولت .
- **الحيوانات** : وتفرز بعض الإنزيمات مثل البيسين والتريسين .
- **الكائنات الدقيقة** : وتنتج العديد من الإنزيمات مثل السليوليز ، الأميليز ، البكتينيز ، البروتينيز والليباز .





إنتاج الإنزيمات من النباتات الراقية أو الحيوانات غير مجدي اقتصاديا حيث يحتاج إلى مساحات شاسعة لزراعة هذه النباتات أو تربية الحيوانات ، وبذلك فإن إنتاج الإنزيمات بواسطة الكائنات الدقيقة يعد ذا أهمية اقتصادية ، وقد أمكن عزل العديد من الإنزيمات سواء من البكتيريا ، الفطراً أو الخميرة ومن ثم دراسة الظروف الملائمة لنشاطه سواء كانت درجة الحرارة ، الرقم الهيدروجيني ، الرطوبة ، التهوية، المثبطات وغير ذلك من العوامل المؤثرة على هذا النشاط للوصول إلى أمثل الظروف للحصول على أعلى إنتاج الإنزيم.





من الأسباب التي تجعل الكائنات الدقيقة من أفضل مصادر الإنزيمات :

(1) الكائنات الدقيقة غنية بالعديد من الإنزيمات وتوفر الظروف الملائمة لإنتاج إنزيم معين يمكن تحفيز الكائن

الدقيق على إفراز هذا الإنزيم بكمية كبيرة .

(2) سرعة الإنتاج نتيجة لمعدل التكاثر السريع للكاش الدقيق .

(3) انخفاض التكاليف .

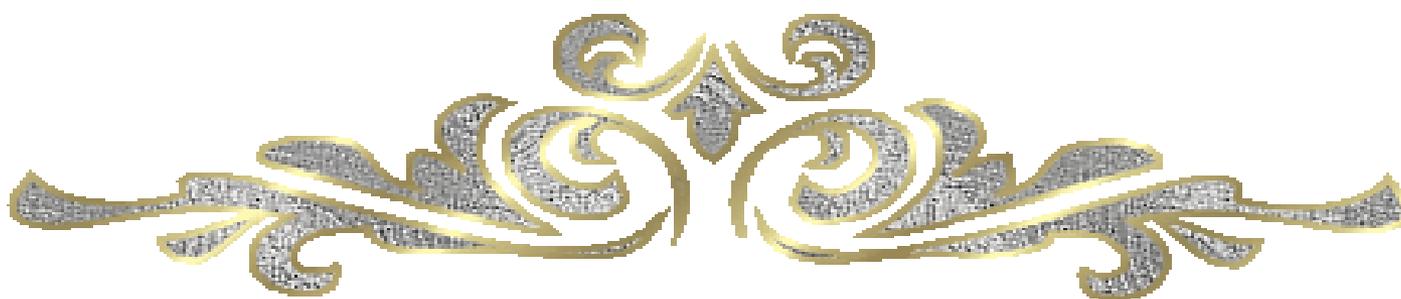
(4) لا تحتاج لمواسم معينة كما في النباتات التي تزرع حسب الموسم الزراعي المناسب لها .

من أهم الكائنات الدقيقة التي تستخدم في إنتاج الإنزيمات على نطاق تجاري

*.Clostridium sp ., Aspergillus sp, Penicillium sp . and Mucor ap ,Bacillus subtilis*

كما توجد بعض الخمائر التي يمكن استخدامها في إنتاج الإنزيمات.





يمكن تقسيم الإنزيمات إلى مجموعتين

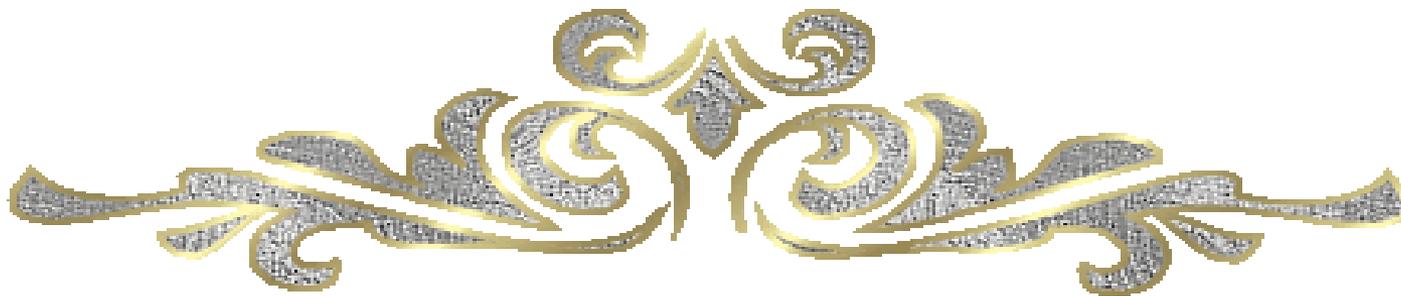
### إنزيمات داخلية

وتوجد داخل الخلايا في السيتوبلازم ويلزم للحصول عليها طحن الخلايا أو تحليلها لتحرير الإنزيم ثم يفصل بالطرق المعتادة .

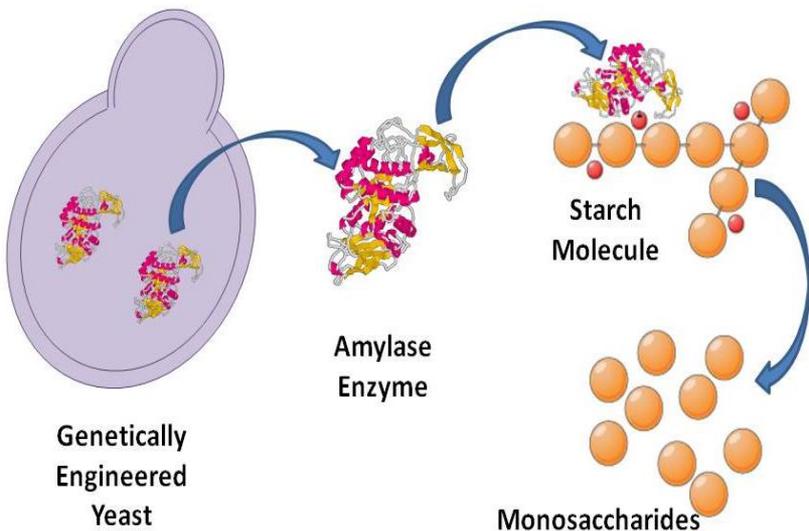
### إنزيمات خارجية

وهي تفرز خارج الخلايا في وسط النمو -لاستخلاص الإنزيم تجرى عملية طرد مركزي للتخلص من الخلايا المعلقة ثم يفصل الإنزيم من المحلول الرائق بالترسيب.





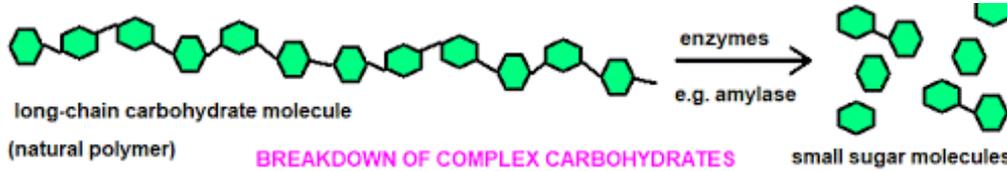
## إنتاج الإنزيمات المحللة للكربوهيدرات



- إنزيمات خارجية يفرزها الكائن الدقيق في وسط النمو.
- ينتج الإنزيم بواسطة عدد كبير من الكائنات الدقيقة .
- تتميز الإنزيمات بتخصصها على المادة التي تحللها ، **ومن أهمها:**
- ألفا أميليز ، دكستريناز ، السليوليز ، المالتيز ، الأنفرتيز والأنيوليز .
- ومن أهمها صناعية الأميليز والدكستريناز والمالتيز .
- **كما تعتمد كمية الإنزيم المنتجة على السلالة المنتجة وعلى تركيب الوسط وظروف النمو.**



## إنزيم الأميليز



تشمل إنزيمات الأميليز طرازين:

- يحلل ألفا أميليز النشا جزئياً إلى الدكسترين .
- يحلل بيتا أميليز النشا إلى مالتوز.

وتحتوي إنزيمات الأميليز الناتجة من الحبوب المنبتة عادة على كلا الطرازين وتنتج أنواع من البكتيريا الألفا أميليز فقط لذلك فإن الإنزيم الناتج يكون صالحاً في حالة تحليل النشا إلى دكسترين ، في حين تنتج الفطريات البيتا أميليز . ومن أنواع البكتيريا المنتجة للإنزيم :

*Bacillus subtilis* , *Clostridium acetobutylicum* , *Pseudomonas saccharophila* and *Actinomyces* sp.

كما أن هناك أنواع عديدة من الفطريات تستخدم لإنتاج الإنزيم منها:

*Aspergillus niger* , *Penicillium notatum*, *Monilia* sp. , *Mucor* sp. and *Rhizopus* sp .

تختلف المواد الخام المستخدمة في الإنتاج حيث يمكن استخدام الأرز، أنواع من الحبوب كالذرة والقمح وغالباً ما يستخدم ردة القمح ومستخلص منقوع الذرة .



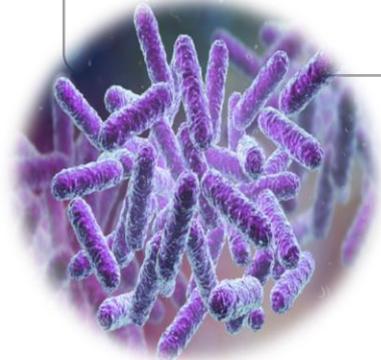
يتم إنتاج الإنزيم بإحدى طريقتين:

### الطريقة السطحية :

يستخدم فيها الفطريات مثل فطر *A. oryzae*، حيث تنقع ردة القمح في الماء أو الحمض المخفف مثل HCl بنسبة 1:2 ، ويتم تعقيم الردة بواسطة دفع تيار من البخار مباشرة في الوسط الغذائي لمدة 30 دقيقة مع الرج المستمر، ثم يستبدل البخار بتيار بارد من الهواء المعقم وذلك لخفض درجة حرارة الردة إلى 35 م. يلحق الوسط الغذائي بجراثيم الفطر باستخدام الرش ، بعد ذلك يتم التخضين بنشرها على صواني قاعدتها مصنوعة من سلك ذو ثقوب ضيقة جدا أو قماش متين ، وتوضع في طبقات سمكها بوصتين. ويتم التحكم في درجة الحرارة بواسطة تيار مستمر من الهواء ، وفي نهاية التخضين يستخرج الإنزيم.

### الطريقة المغمورة :

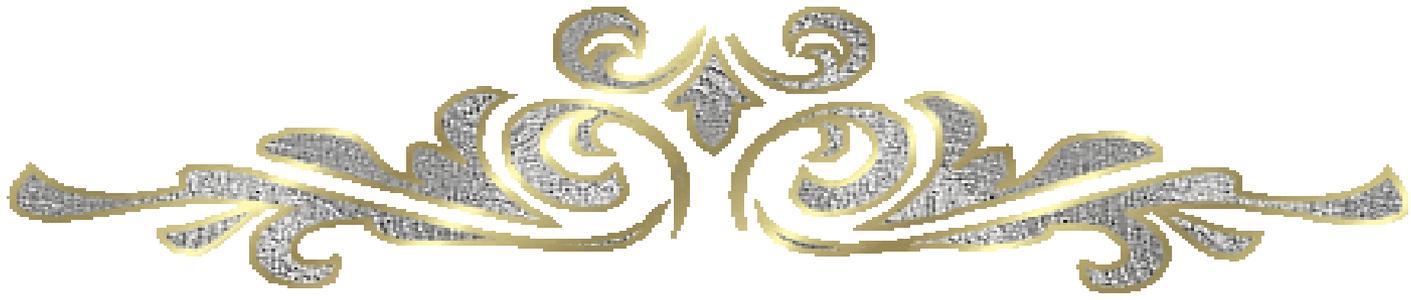
وتنمى فيها بكتيريا *B. subtilis* في منابت غذائية سائلة تحت ظروف الإنتاج المثلى ، وبعد إنتهاء فترة الحضين تزال خلايا البكتيريا بالطرد المركزي ثم يركز المحلول بالطرق الكيميائية.



## اهمية الإنزيم

### يستخدم الإنزيم في

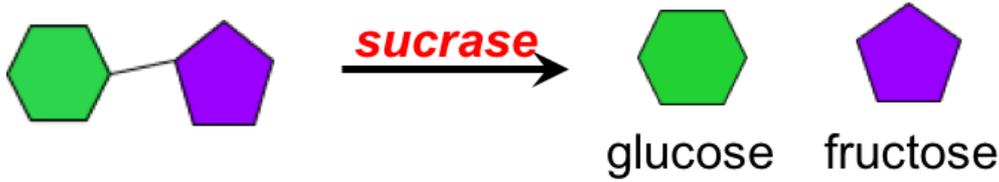
1. صناعة الورق.
2. صناعة الغزل والنسيج.
3. صناعة الخبز حيث يقوم بتحليل النشا إلى سكر وبالتالي يمكن للخميرة أن تخمر الجلوكوز وتنتج كمية كبيرة من  $CO_2$  الذي يعطي الخبز الشكل الإسفنجي.
4. صناعة الكحول حيث يستخدم التحويل المواد النشوية إلى سكريات قابلة للتخمير.
5. ترويق عصير الفاكهة من النشويات العالقة.
6. بعض الصناعات الطبية والدوائية والإنتاج الجلوكوز الطبي .
7. عمليات التنظيف الجاف بخلطه مع الإنزيمات المحللة البروتينات في مساحيق التنظيف.



## إنزيم الأنفرتيز

يحلل إنزيم الأنفرتيز السكروز تحليلا مائيا إلى **جلوكوز وفركتوز** ، ويحضر الإنزيم بالتحليل الذاتي لخميرة *Saccharomyces cerevisiae* التي تنهى تحت ظروف ملائمة لإنتاج أكبر كمية من الإنزيم ، ثم تطحن خلايا الخميرة أو

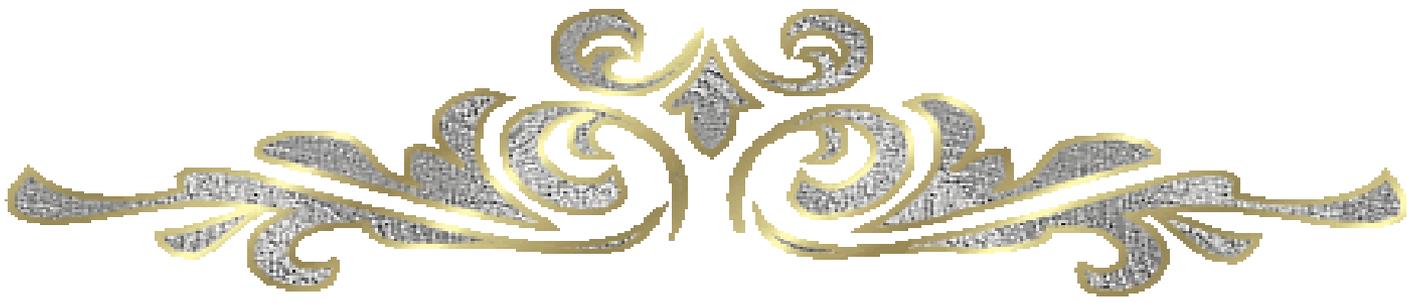
تحلل لإستخلاص الإنزيم .



**أهمية الإنزيم :**

- (1) يستخدم الإنزيم في صناعة الحلويات .
- (2) تمنع إضافة الإنزيم تبلور السكر وذلك في حال استخدام السكروز.





## إنتاج الإنزيمات المحللة للبروتين

تعتبر الإنزيمات المحللة للبروتين من إنزيمات التحلل المائي ، أي تقوم بتحليل البروتينات إلى مواد أبسط في وجود الماء ، ولهذه

الإنزيمات أهمية في المجال الصناعي وأهمها إنزيم البكتينيز والبروتينيز .

وتنتج هذه الإنزيمات بواسطة أنواع عديدة من البكتيريا مثل:

*Bacillus subtilis* , *B. nigaterium* , *Clostridium sporogenes* , *Serratia sp*

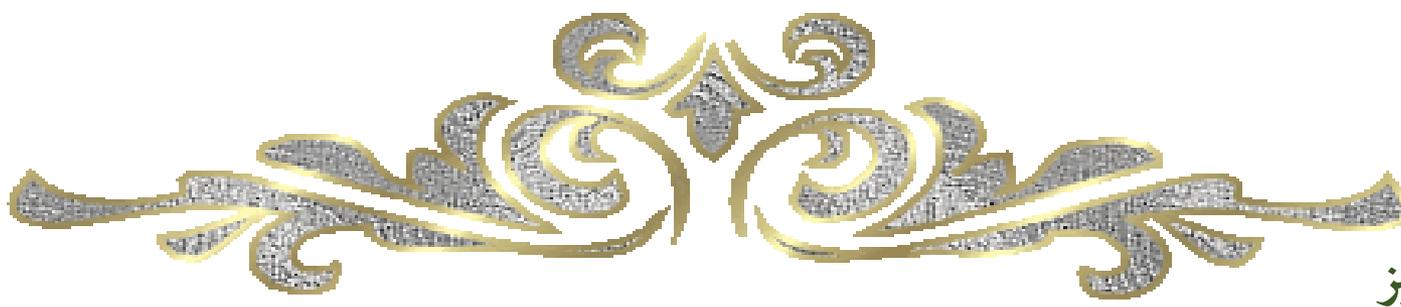
ومن أمثلة الفطريات:

*Aspergillus flavous* , *A. fumigatus* , *A. niger* , *Penicillium sp .* , *Mucor*

وتستخدم الأوساط المنتجة لإنزيمات الأميليز في إنتاج إنزيمات البروتيز باختلاف الظروف الخاصة للإنماء من درجة حرارة

ورقم هيدروجيني وتهوية.





## إنزيم البكتينيز

يحلل البكتينيز البكتين تحللا مائيا إلى سكريات بسيطة وأحماض اليورونيك ، وينتج الإنزيم بواسطة أنواع من *Penicillium sp.*



## إنزيم البروتينيز

تحتوي إنزيمات البروتينيز على عدد من الإنزيمات المحللة للمواد البروتينية حيث يحللها إلى عديد الببتيدات ويفرز إنزيم البروتينيز خارج الخلايا ، ثم يفرز إنزيم الببتيديز داخل الخلايا ويحلل الببتيدات إلى أحماض أمينية .



وينتج الإنزيم بواسطة بكتيريا *B. subtilis*

وفطر *Aspergillus sp. , Penicillium sp. , Mucor sp*



## اهمية الإنزيم

### يستخدم إنزيم البروتينازي:

1. صناعة الغراء.

2. صناعة ودبغ الجلود لإزالة الصوف والشعر منها وتحسين جودتها.

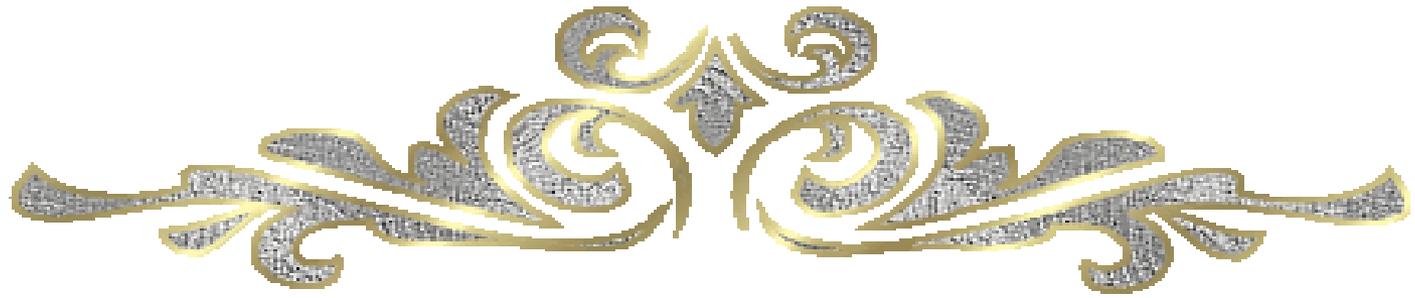
3. صناعة الحرير.

4. صناعة بعض المستحضرات الطبية مثل إنتاج زيت كبد السمك ومراهم الحروق.

5. تطرية اللحوم مما يزيد القدرة على هضمها وتقليل مدة الطهي.

6. ترويق بعض المشروبات التي يتكون بها عكارة أثناء التخزين.

7. يضاف إلى العلف الحيواني ليزيد من كفاءته الهضمية.



نهاية العمل الأخير

