المحاضرة ٧

# إنتاج الإحماض العضوية

## إنتاج حمض اللاكتيك

# إكتشاف حمض اللاكتيك عبر حقب زمنية مختلفة:

١- يعتبر شييل (Scheele, 1780)أول من عزل وعرف حمض اللاكتيك المسؤول عن حموضة اللبن

٢- يعد العالم Blondeau عام ١٨٤٧ اول من أكتشف حمض اللاكتيك عن طريق التخمر.

٣- العالم Schultze عام ١٨٦٨ والذي أكد وجود هذا الحمض في مزرعة للخميرة.

٤- العالم Lister وتمكن من عزل ميكروب متخصص *Streptococcus lactis* لإنتاج اللاكتيك

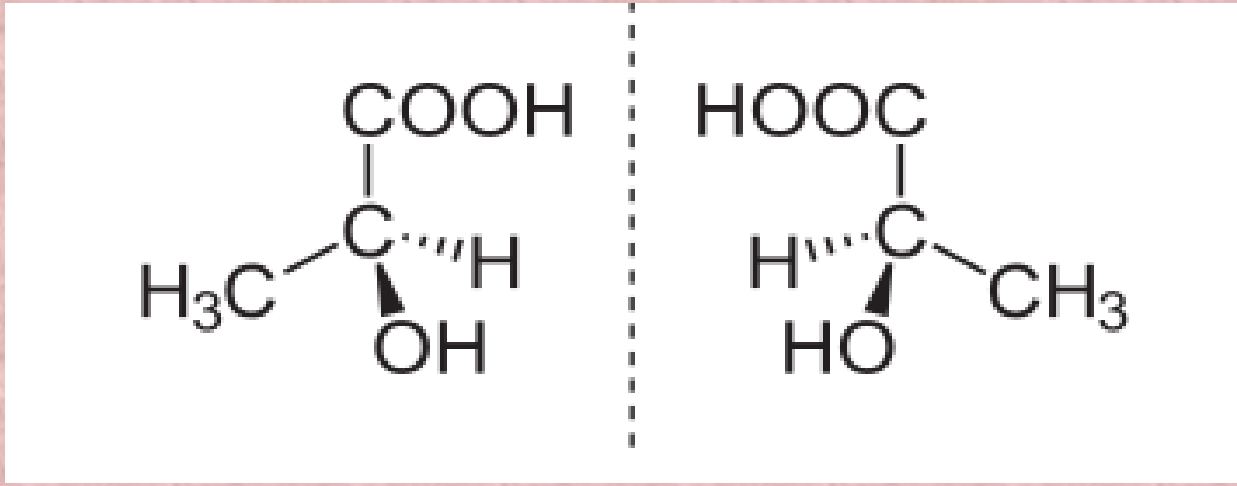
٥- أقيمت أول صناعة تخمرية لإنتاج اللاكتيك على المستوى التجارى عام ١٨٨١ بواسطة العالم افيري Avery

# ماهو حمض اللاكتيك وماهي الصور التي يتواجد عليها

* حمض اللاكتيك عبارة عن α- hydroxyl propionic acid

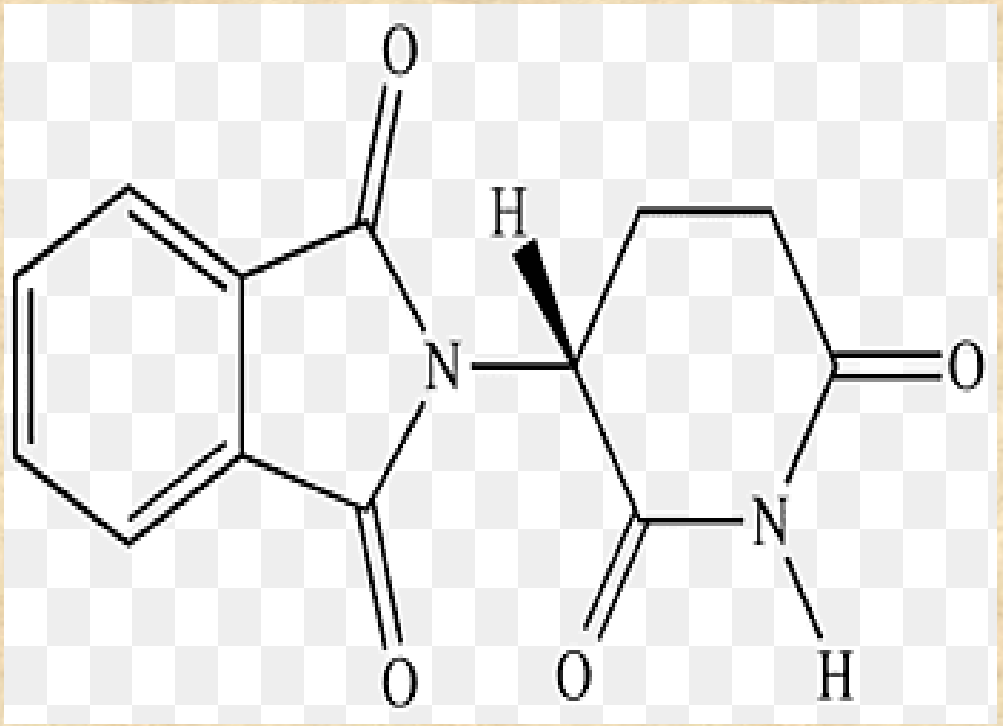
* يوجد في صورتين :

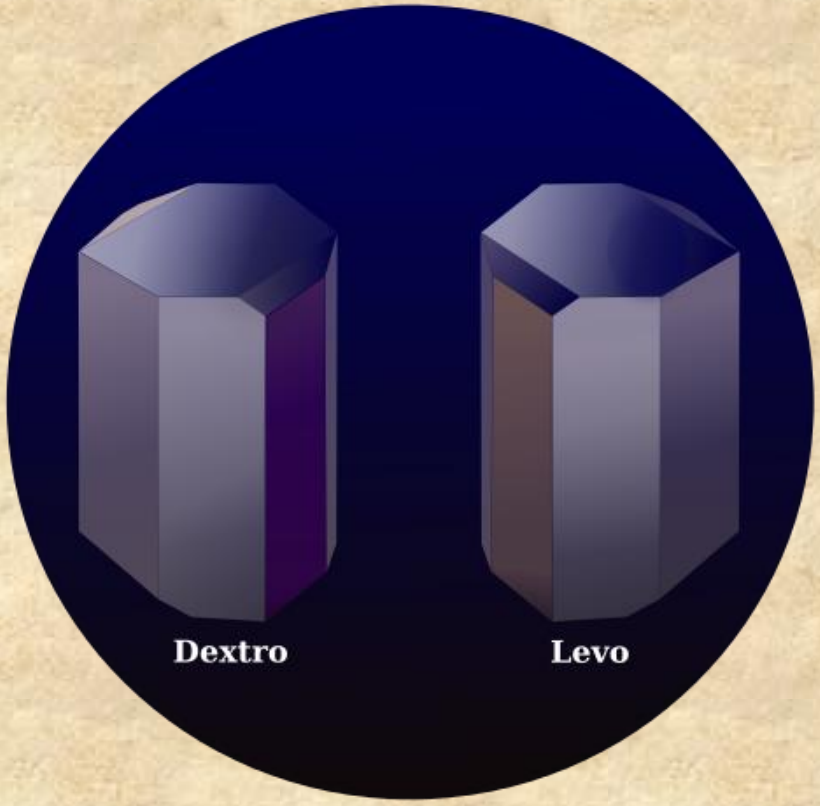
١ـ صورة نشطة بالنسبة للضوء المستقطب فقد يكون يمينيا (+) اويساريا (-)




يساري (-)  يميني (+)

٢ـ صورة غير نشطة ومكونة من خليط بنسب متساوية من الصورتين السابقتين ولذلك فهى متعادلة وتسمى مخلوط راسمى Racemic mixture وهي غالبا الصورة الناتجة من التخمير.




**الخليط الراسمي Racemic mixture

خليط متكون من مواد تقوم بتدوير مستوى الضوء المستقطب إلى اليمين أو اليسار

## يُمكن انتاج حمض اللاكتيك بطريقتين:

١ـ ميكروبيا

٢ـ صناعيا

---

### ١ـ ميكروبيا

### الميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك:

يتكون حمض الفا هيدروكسي بروبوينك (α- hydroxyl propionic acid)

بواسطة البكتريا المنتجة لحمض اللاكتيك Lactic acid bacteria التي تتبع عائلتي

Streptococcaceae , Lactobacillaceae التي تقسم الى مجموعتين حسب

الناتج النهائي للتخمر الى:

١ـ البكتريا المتجانسة التخمر

٢ـ البكتريا غير متجانسة التخمر

## البكتريا متجانسة التخمر

### المجموعة الاولى:

*Lactobacillus delbrueckii*
*Lactobacillus lactis*
*Lactobacillus bulgaricus*
*Lactobacillus casei*
*Lactobacillus plantarum*
تنتج ١٥ % من حمض اللاكتيك
خلايا عصوية مستقيمة او منحنية
توجد مفردة او في سلاسل
غير متجرثمة
موجبة لصبغة جرام

### المجموعة الثانية:

*Streptococcus cremoris*
*Streptococcus lactis*
خلايا كروية في ازواج او سلاسل
غير متجرثمة
موجبة لصبغة جرام

هناك بعض سلالات **Bacillus** منتجة للحامض
مثل ***B. Dextrolactis***

## البكتريا غير متجانسة التخمر

### المجموعة الاولى:

1- *Lactobacillus ermentum*
2- *Lactobacillus bervis .*
3- *Leuconostoc mesentroides*
4- *Leuconostoc dextranicum*

تنتج ٥٠% كميات عالية من الحمض
خلايا كروية (ماعدا النوع ١ و٢ تكون عصوية)
توجد بشكل ازواج او في سلاسل
غير متجرثمة
موجبة لصبغة جرام

### المجموعة الثانية :

**Bifidobacterium**
خلايا عصوية متعددة الاشكال
لاهوائي اختياري
منتج لحمض اللاكتيك والخليك
موجب لصبغة جرام

بكتريا **Serratia** وفطر **Rhizopus** ينتجان ايضا
الحامض عند النمو على بيئة حاوية على الجلوكوز

# العوامل المؤثرة على الميكروبات في انتاج الحامض

## ١- المواد الخام:

تختلف السلالات المستخدمة في الانتاج باختلاف المادة الخام حيث

- يُستخدم ***Lactobacillus delbrueckii*** عند استخدام الجلوكوز .
- ويُستخدم ***Lactobacillus bulgaricus*** عند استخدام الشرش
- و يُستخدم ***Lactobacillus pentosus*** عند استخدام السائل الكبريتيدي المتخلف عن صناعة الورق Waste sulfite liquor

## ٢- درجة الحرارة:

- تتم عملية الانتاج على احدى الدرجتين ٣٠و٥٠ م.
- الدرجة المفضلة في التخمير هي ٥٠ م .

***Lactobacillus delbrueckii***

***L. bulgaricus***

بينما عند ٣٠ مº وهي الدرجة الملائمة لنمو الميكروبات المحبة للحرارة المتوسطة

***Lactobacillus lactis***

***Lactobacillus casei***

## ٣- درجة الحموضة:

- pHالأمثل لانتاج حامض اللاكتيك بواسطة *Lactobacillus bulgaricus* هو المائل قليلا للحموضة او المتعادل تقريبا
- اضافة بعض المواد التي تعادل الوسط مثل **كربونات الكالسيوم ،هيدروكسيد الكالسيوم او هيدروكسيد الامونيوم او كربونات الامونيوم او مخلوط من كربونات الصوديوم البوتاسيوم والأمونيوم**

## ٤-عوامل النمو: تشمل اضافة

**حمض البنتاثونيك، البيوتين، الريبوفلافين، حمض بارا مينوبنزويك، حمض النيكوتينيك**
وتختلف الحاجة لهذه المواد وكذلك كميتها حسب نوع الميكروب المستخدم في التخمر وقد لاتضاف هذه المواد بصورة نقية ولكن توجد ضمن مكونات بعض المواد الخام مثل نقيع الذرة **Corn steep liquor، مستخلص الخميرة ، المولاس.**
ان انسب تركيز للسكريات لحدوث التخمر اللاكتيكي هي ١٢-١٣%، وتضاف فوسفات الامونيوم بنسبة ٠,٢٥% ايضا مع مراعاة احتواء البيئة على فيتامينات (B-complex ) خاصة مع **استخدام البكتريا المنتجة للحامض تحت الظروف اللاهوائية**

# ٢- انتاج حمض اللاكتيك صناعيا:

يُحضر حمض اللاكتيك صناعيا بواسطة تخمر المواد النشوية او المولاس بواسطة البكتريا تحت الظروف اللاهوائية على درجة ٥٠ م٠ .

خطوات التصنيع:

١- يُضاف الباديء من البكتريا السابقة بنسبة ٢%

٢- بعد مرور ١٠ ساعات يضاف الجير الى جهاز التخمر لجعل البيئة متعادلة.

٣- يُرسب الحامض على صورة لاكتات الكالسيوم وقد تصل مدة التخمير الى اسبوع وتصل كمية الحامض الناتج من المالتوز ١٠٠م٠

٤- تُرشح اللاكتات وهي ساخنة تعامل –بالكربون النشط لإزالة اللون

٥- تُغسل بلورات لاكتات الكالسيوم وتُجفف.

٦- للحصول عل الحامض يُضاف حمض الكبريتيك حسب المعادلة :

لاكتات الكالسيوم + حمض الكبريتيك

كبريتات الكالسيوم + حمض اللاكتيك

## الشروط الواجب مراعاتها لانتاج حمض اللاكتيك:

١- استخدام الميكروبات ذات التخمر المتجانس لانتاج أكبر كمية من حمض للاكتيك ( ٨٥- ٩٥% )من السكر المضاف

٢- استخدام مواد خام مثل المولاس والشرش ومخلفات صناعة الورق.

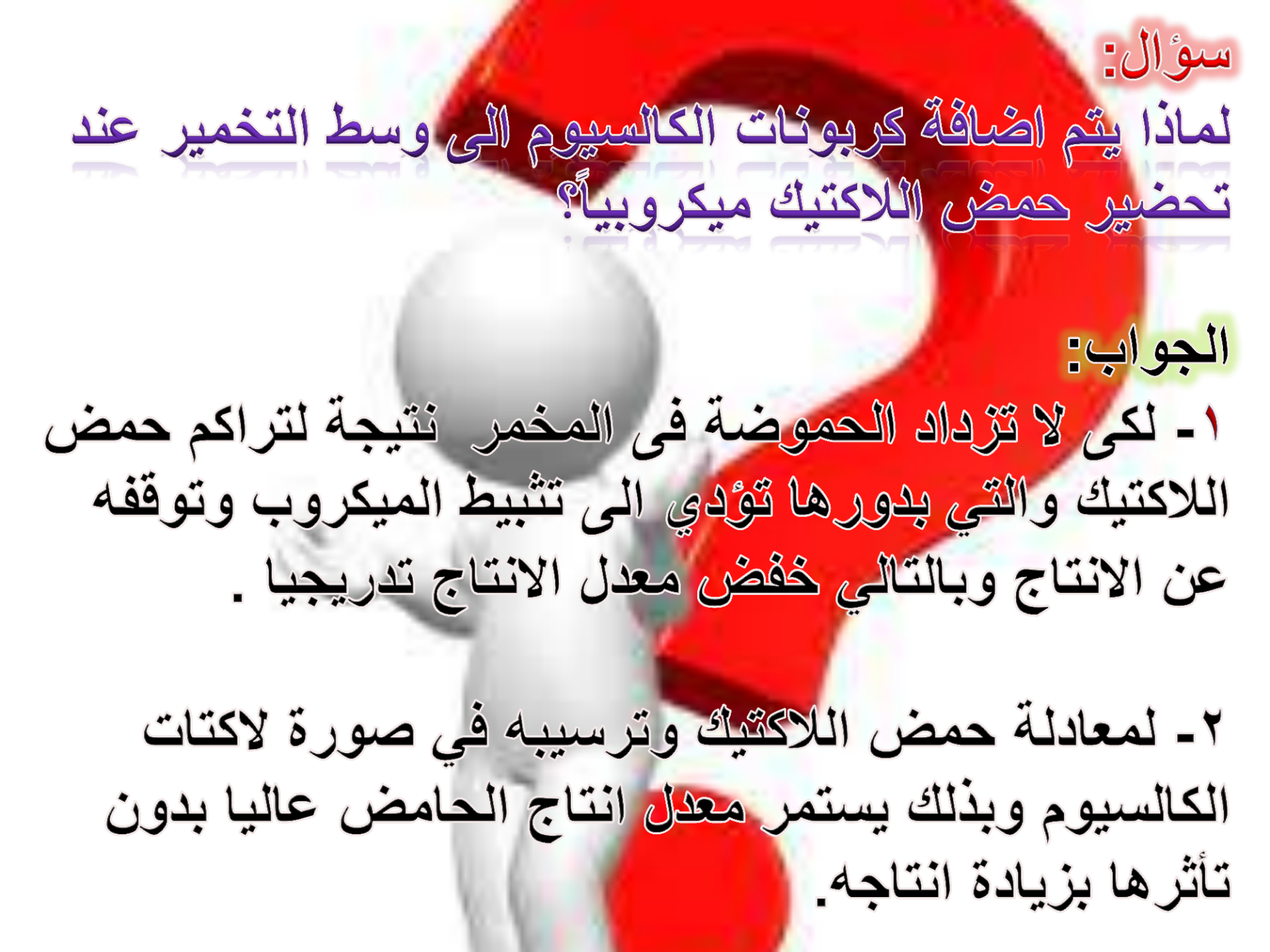
تركيز السكر في بيئة التخميرمن ٥- ٢٠% ،بالاعتمادعلى نوع الميكروب وطريقة التنمية

٣- خفض معدل التهوية للدرجة المناسبة مع الميكروبات المنتجة لحمض اللاكتيك والمحبة للاوكسجين بكميات قليلة Microaerophilic لاعطاء اعلى انتاجية .

٤- استخدام pH منخفض اثناء نمو الميكروب لان ذلك يُزيد من الانتاج علاوة على انه يُقلل من التلوث بميكروبات اخرى.

٥- توفير مصدر ازوتي واملاح معدنية وفيتامينات في بيئة التخمير يُفضل استخدام مستخلص الشعير ومنقوع الذرة لما لهما تأثير مشجع على زيادة تكون حمض اللاكتيك.

٦- استخدام المزارع المستمرة في انتاج حمض اللاكتيك لمنع تأثير نواتج التمثيل الغذائي على معدل الانتاج.



**سؤال:**

**لماذا يتم اضافة كربونات الكالسيوم الى وسط التخمير عند تحضير حمض اللاكتيك ميكروبياً؟**

**الجواب:**

١- لكى لا تزداد الحموضة فى المخمر نتيجة لتراكم حمض اللاكتيك والتي بدورها تؤدي الى تثبيط الميكروب وتوقفه عن الانتاج وبالتالي خفض معدل الانتاج تدريجيا .

٢- لمعادلة حمض اللاكتيك وترسيبه في صورة لاكتات الكالسيوم وبذلك يستمر معدل انتاج الحامض عاليا بدون تأثرها بزيادة انتاجه.

## كفاءة الانتاج لحامض اللاكتيك

تخمير ١ مول من الجلوكوز= (١٨٠ جرام)

2 مول من حامض اللاكتيك = (١٨٠ جرام)

كفاءة الانتاج = ١٠٠%

- ✓ تقل كفاءة الانتاج نتيجة لتكوين بعض النواتج الثانوية بالاضافة الى تمثيل جزء من السكر لبناء الخلايا والمحافظة على حيويتها.

# إستخدامات حمض اللاكتيك:

١ ـ في الصناعات الغذائية حيث يدخل في صناعة الحلويات، المخللات وانضاج اللحوم وكمادة حافظة

٢ ـ تُستخدم لاكتات الكالسيوم في صناعة مسحوق الخبيز.

٣ ـ لاكتات النحاس تُستخدم في عملية الفصل الكهربائي للمعادن.

٤ ـ يُستخدم اثير اللاكتيك كمذيب غير قابل للذوبان في الماء ويدخل في صناعة الاحبار.

٥ ـ في الصناعات الاخرى مثل في الصناعات النسيجية والطباعة والبلاستيك.