

## بيئة الأحياء الدقيقة والتلوث



## الباب الرابع :

---

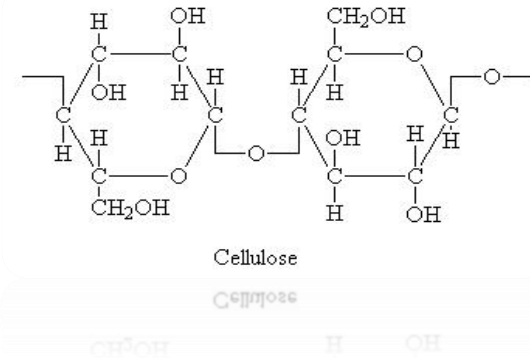
### الفصل الثاني

# ميكروبيولوجيا السليلوز (تحلل السليلوز)

## السليولوز:

يعتبر من أبرز مكونات النباتات الراقية وهو أكثر المركبات العضوية وفرة في الطبيعة. حيث أن معظم المواد النباتية التي تضاف الى التربة عبارة عن مركبات سليلوزية. تحلل هذا النوع من المواد الكربوهيدراتية تصبح له أهمية خاصة في دورة الكربون.

**السليولوز عبارة عن :** مادة كربوهيدراتية تتكون من وحدات الجلوكوز المرتبطة مع بعضها طولياً بروابط من نوع بيتا بين ذرة الكربون الأولى والرابعة من جزئ السكر لتكون سلاسل طويلة . يختلف عدد وحدات الجلوكوز في السلسلة وكذلك الوزن الجزيئ باختلاف نوع النبات.



يوجد السليولوز في النبات البذرية والطحالب وكثير من الفطريات و أكياس عدد من البروتوزوا. يتركز وجود السكر العديد في جدار الخلية حيث لا يوجد في صورة سلاسل بسيطة ولكن على هيئة وحدات دقيقة ذات أشكال عصوية تسمى : Micelles وهذه بدورها ترتب على صورة وحدات أكبر في التركيب لتكون ألياف دقيقة. وقد وجد السليولوز أيضا في المواد العضوية للتربة. محتوى النباتات الراقية من السليولوز غير ثابت فيختلف تركيزه باختلاف عمر النبات ونوعه. يزيد وجود السليولوز بصفة خاصة في المواد الخشبية والقش و الاوراق أما الأنسجة الغضة فغالبا ما تكون فقيرة في محتواها من السليولوز ثم تزيد نسبته عند نضج النبات .

**يدخل الجلوكوز في تركيب كلا من: النشا و السليلوز.**

**يتكون كلا منهما: نفس وحدات التركيب البنائي المبلمرة.**

**تختلف: بين جزئيات كلا من المركبين هو الذي يجعل من النشا مركبا يسهل تحليله عند مهاجمة بالميكروبات أما السليلوز فهو أكثر مقاومة للتحلل الميكروبي و الإنزيمي.**

**العوامل التي تؤثر على تحلل السليلوز: هناك عدد من العوامل البيئية التي تتحكم في معدل تحلل السليلوز:**

1. مستوى النتروجين الميسر.

2. الحرارة.

3. التهوية.

4. الرطوبة.

5. رقم الأس الهيدروجيني.

6. وجود أنواع أخرى من الكربوهيدرات.

7. وجود نسبة من اللجنين في المخلفات النباتية.

التغير في الخواص الكيميائية والفيزيائية في الوسط يؤدي الى تغير في التركيب الميكروبي أو نشاط الميكروبات في التحليل .

**1 - مستوى النتروجين الميسر : إضافة النتروجين المعدني يسرع من تحلل السليلوز.**

- ♦ أملاح النشادر و النترات يعتبر من المصادر النتروجينية المناسبة لهذا الغرض.
- ♦ يسير معدل التحلل بصورة مطردة مع زيادة كمية النتروجين المضافة ويتوقف عندما تصل النسبة الى وجود جزء واحد من النتروجين المعدني لكل 35 جزء من السليلوز تقريبا.

- الأسمدة العضوية و المركبات النتروجينية العضوية الأخرى مثل : (اليوريا و الأحماض الأمينية والكازين)  
تزيد من التحلل لمحتواها من النتروجين.

- يمكن قياس مقدار النتروجين الميسر في التربة عن طريق تقدير كمية  $CO_2$  المنطلق نتيجة معاملة التربة  
بالسيلولوز.

**2 - درجة الحرارة :** الاستخدام الحيوي للسليولوز يمكن أن يحدث في درجات الحرارة القريبة من التجمد حتى  
درجة 65 م.

- تتأثر كل مجموعة من الميكروبات المحللة للسليولوز بالحرارة بطريقة مخالفة للأخرى.

♦ تصبح السيادة للأنواع الوسطية للحرارة عند درجات الحرارة المتوسطة، الأنواع المحبة للحرارة العالية تحلل  
السليولوز بسرعة عالية.

♦ بالإضافة الى التغير الميكروبي الناتج عن تأثير الحرارة فإن درجات الحرارة الدافئة تزيد من معدل سرعة  
تحلل السليولوز بسبب تأثيرها على نشاط الأنزيم .

**3- التهوية:** تتحكم التهوية أيضا في التركيب الميكروبي للأنواع النشطة :

♦ تكون السيادة في الأوساط البيئية الجيدة التهوية للأنواع الهوائية .

♦ تكون ظروف الأنخفاض الجزئي لغاز الأكسجين هي المناسبة للبكتيريا اللاهوائية.

بسبب طبيعة العمليات الحيوية اللاهوائية يكون معدل تمثيل السليولوز في الأوساط البيئية ذات المحتوى القليل

من الأكسجين أقل بدرجة كبيرة إذا ما قورن بمثيلة في الأماكن جيدة التهوية.

#### 4- الرطوبة: يختفي الأكسجين عند ارتفاع مستوى الرطوبة .

- ♦ في حالة عدم كفاية الصرف فإن ذلك يرتبط دائما بزيادة نشاط البكتيريا اللاهوائية المحللة للسليولوز بينما تنخفض اعداد الفطريات و الاكتينوميستات المستخدمة للسليولوز.
- ♦ اما مستوى الرطوبة المتوسطة فإنه يناسب نمو الفطريات والكثيرية الهوائية المحللة للسليولوز .

#### 5- رقم الأس الهيدروجيني:

- ♦ في الأوساط البيئية ذات الحموضة المتعادلة أو القلوية هناك كثير من الكائنات الدقيقة تكون قادرة على النمو و انتاج الأنزيمات المناسبة لتحليل السكريات العديدة تحليل مائي.
- ♦ أما في الظروف البيئية الحامضية فيرجع تحلل السليولوز الى فعل الفطريات الخيطية.

عملية التحليل تكون أسرع بانخفاض رقم أيون الهيدروجين

#### ميكروبات تحلل السليولوز

- يكثر وجود الكائنات الدقيقة المحللة للسليولوز في الحقول و أراضي الغابات و الأسمدة العضوية وعلى أنسجة النباتات المتحللة. من المحتمل ان تكون الفطريات هي العامل الأساسي لتحلل السليولوز في الأراضي الرطبة. بينما تكون البكتيريا أكثر أهمية في الأراضي شبة الجافة.

## الفصل الثالث

# ميكروبيولوجيا الهيميسليولات (تحلل الهيميسليولات)

## الهيميسليلوزات هي أحد المكونات النباتية الرئيسية التي تضاف الى التربة.

عبارة عن : سكريات عديدة تلي السليلوز من حيث كمياتها المضافة تمثل مصدرا هاما من مصادر الطاقة و الغذاء للكائنات الدقيقة. لما كانت الهيميسليلوزات تمثل الجزء كبيرا من النسيج النباتي. فإن معدل اختفاء المركبات العضوية الأخرى المصاحبة له داخل التركيب البنائي للأنسجة سوف يتأثر بدرجة كبيرة باختفاء الهيميسليلوزات. توجد الهيميسليلوزات ملاصقة تماما للسليلوز في الجدارين الأولي و الثانوي على الرغم من وجود هذه السكريات العديدة في حالة ارتباط بنائي مع السليلوز في النبات فإن تعريفها باسم هيميسليلوز لايعتبر اختيارا سليما لأن جزيئات هذه المواد لا تمت في تركيبها البنائي بصلة في السليلوز.

## دور الكائنات الدقيقة في تحليل الهيميسليلوز

هناك كثير من الكائنات الدقيقة الهوائية و اللاهوائية يمكنها استخدام الهيميسليلوز للنمو وتخليق الخلايا. و أنواع الميكروبات النشطة في تحليل الهيميسليلوز توجد بكثرة عن المحللة للسليلوز. نظراً للتباين الكبير في التركيب الكيميائي للهيميسليلوزات في مختلف أنواع النبات فإنه تبعاً لذلك تختلف أنواع الميكروبات تبعاً لطبيعة المكونات المرتبطة مع بعضها داخل الأنسجة النباتية. يمكن للكثير من الفطريات و البكتيريا و الأكتينومييسيتات أن تعمل على تحليل الهيميسليلوزات عند وجودها في مزارع نقية بحيث تستخدمها كمصدر وحيد للطاقة و الكربون.



## الفصل الرابع

# تحلل الجنين

يعتبر اللجنين ثالث المكونات النباتية من حيث الوفرة فكميته داخل الأنسجة النباتية تلي كميات السليلوز و الهيميسليلوز في بعض النباتات و خاصة الأنواع الخشبية منها. يمثل اللجنين محتوى عالي من كمية المادة العضوية التي تتعرض للتحلل بفعل نشاط ميكروبات التربة في أراضي الغابات وحدها. هناك كمية ضخمة من اللجنين تدخل الى التربة كمخلفات من الأخشاب وهذه تهدم إما بالحريق أو بالوسائل الحيوية. تصل الى التربة سنويا كميات كبيرة من اللجنين في صورة مخلفات نباتية و لكنها لا تتراكم بل يلاحظ اختفاؤها ببطء وعلى الرغم من ذلك فإن المعلومات المتوفرة عن ميكروبيولوجيا اللجنين وتحلله والعوامل البيئية المتحكمة في ذلك مازالت قليلة للأسباب التالية:

1- الصعوبات الناشئة عن التركيب الكيميائي المعقد لجزئ اللجنين.

2- صعوبات تقدير هذه المادة.

3- الصعوبات المرتبطة بعمليات عزل وتنقية مركبات اللجنين بحيث تصبح في صورة مواد صالحة للاستخدام في الاختبارات الميكروبيولوجية.

يوجد اللجنين في النبات كطبقة ثانوية في جدار الخلية كما يوجد اللجنين في الصفائح الوسطى. تحتوي النباتات الصغيرة على كمية قليلة من اللجنين ولكنها تزداد عندما يصل النبات الى مرحلة النضج. غالباً لا يوجد اللجنين

في حالة حرة بل يوجد مرتبطا مع السكريات العديدة. وقد وجد أن اللجنين: لا يوجد فقط في النباتات الراقية بل أيضا في بعض الفطريات و الطحالب.

### كيمياء اللجنين:

من الصفات الكيميائية للجنين: شديد المقاومة للتحلل المائي بالأحماض فالأحماض المعدنية المركزة تؤثر تأثيراً قليلاً على جزيئات اللجنين، هو مركب لا يذوب في الماء الساخن ولا في المذيبات العضوية المتعادلة ولكن يذوب في القلويات.

التركيب الكيميائي للجنين يمكن أن: يتغير خلال مراحل نضج النبات.

### التحلل:

يقاوم اللجنين التحلل بالإنزيمات وهذه الصفة من المميزات الميكروبيولوجية الهامة للجنين. يتحلل اللجنين سواء بوجود الأوكسجين او في غيابه ولكن معدل الفقد يقل عنه في السليلوز و الهيميسليلوز و السكريات العديدة الأخرى. خلال مراحل التحلل تقوم الميكروبات باستهلاك المواد العضوية المختلفة الموجودة بالطبيعة ولكن بمعدلات متفاوتة.

يكون اللجنين هو آخر المركبات التي يتم أكسدها. ذلك فإنه بعد تمثيل المركبات العضوية المختلطة مع بعضها و اختفاء المركبات الذائبة بالماء وكذلك السليلوز والهيميسليلوز فإن محتوى البقايا المتحللة من اللجنين يبدأ في الارتفاع بناءً على ذلك: فإن المواد المتحللة تمام ترتفع فيها النسبة المئوية للجنين.

يتأثر معدل و مدى تحليل اللجنين ببعض العوامل البيئية مثل :

1- الحرارة ( يزداد نشاط الميكروبات لتحليل اللجنين بزيادة درجة الحرارة ويكون معدل الأكسدة غالبا عند 37م° ).

2- محتوى التربة من النتروجين الميسر.

3- التهوية.

4- تركيب المخلفات النباتية الخاضعة للتحلل.

5- أختلاف نوع النبات و عمره ( ففي الأنسجة الصغيرة السن يختفي اللجنين بسرعة عن اللجنين الموجود في النباتات الناضجة ).

يعمل اللجنين في معظم المواد العضوية الطبيعية على: حماية المواد الكربوهيدراتية المرتبطة معه من التحلل .

**كقاعدة عامة:** فإن المواد الطبيعية الغنية جداً في محتواها من اللجنين تكون أكثر مقاومة للتحلل الحيوي.

المواد الخشبية ذات المحتوى القليل من اللجنين تكون أكثر عرضه للتحلل بينما تكون الأنسجة الأقل من ذلك

في محتواها من اللجنين ميسره بدرجة أكبر بالنسبة للكائنات الدقيقة. هناك العديد من الفطريات البازيدية لها

القدرة على تحليل اللجنين ولكن ببطء مثل : *Agarics*.

هناك طريقتين يمكن أتباعهما للاستدلال على مقدرة الميكروبات على تحليل اللجنين:

♦ تقدير الفقد في اللجنين عند تلقح كميات من الأجزاء النباتية المعقمة بالمزارع الميكروبية المختبرة.

استخدام مستحضرات من اللجنين سبق عزلها و تنقيتها .

- ♦ معظم الفطريات التي تهاجم الجنين يمكنها استخدام السليلوز الذي يعتبر أكثر ملائمة لها. تتميز الفطريات بوجودها ملاصقة للجنين في الأنسجة النباتية المتحللة.
- ♦ بعض الأجناس :

*Penicillium - Fusarium - Aspergillus*

### الفصل الخامس: ميكروبيولوجيا تحلل السكريات العديدة الأخرى

#### النشا:

يعتبر النشا ثاني أكثر البوليمرات المكونة من السكريات السداسية تواجداً بعد السليلوز في النبات. أحد العوامل التي يقوم النبات بتخزينها ولذلك تعتبر المادة الكربوهيدراتية الأساسية المخزنة التي يكثر وجودها بكميات كبيرة في النباتات التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي. ينتشر في أنسجة الخشب و اللحاء والقشرة و النخاع في سيقان النبات. ينتشر النشا في النباتات الراقية على هيئة حبيبات مميزة يتوقف حجم الحبيبة على نوع النبات. يمكن للكائنات الدقيقة ان تعمل على تراكم هذا السكر العديد في خلاياها.

#### يتكون نشا النبات من نوعين:

- 1- **الأميلوز** : يتكون أساسا من وحدات بنائية مستقيمة عبارة عن مئات من وحدات الجلوكوز مرتبطة بروابط من نوع ألفا.
- 2- **الأميلوبكتين** : ترتبط فيه أيضا وحدات الجلوكوز بواسطة روابط ألفا ولكن يتفرع الجزئ بحيث تتكون فيه سلاسل جانبية مرتبطة عن طريق روابط ألفا.