المجال 3: تحسين إنتاج الكتلة الحيوية

الأستاذة ب. نورة

وضعية الإنطلاق:
قصد تلبية الحاجيات المتزايدة للبشرية للغذاء و الطاقة، كان على الإنسان تحسين إنتاج الكتلة الحيوية في أنظمة بيئية اصطناعية تتوفر فيها الشروط المثلى لإنتاج الكتلة الحيوية.
الإشكالية:
ما هي العوامل التي يجب التأثير عليها من أجل تحسين إنتاج الكتلة الحيوية في هذه الأنظمة البيئية الإصطناعية؟

الوحدة 1: تأثير العوامل الخارجية على إنتاج الكتلة الحيوية

وضعية الإنطلاق:
من أجل تحسين إنتاج الكتلة الحيوية، يسعى الفلاحون و المختصون إلى البحث في العوامل الخارجية المؤثرة على الإنتاج الزراعي من أجل التحكم فيها و تسخيرها لفائدة النباتات الزراعية.
الإشكالية:
ما هي العوامل الخارجية المؤثرة على إنتاج الكتلة الحيوية، ما هي تأثيراتها و كيف يمكن للإنسان التحكم فيها؟

النشاط 1: تأثير العوامل الترابية على إنتاج الكتلة الحيوية

وضعية الإنطلاق:
تشكّل التربة الدعامة الإستنادية للنباتات الخضراء و مصدر غذائها، و يتطلب تحسين إنتاج الكتلة الحيوية تحسين التربة دون التأثير على نوعيتها من حيث الخصائص الفيزيائية و الكيميائية.
الإشكالية:
ما هي العوامل التي تحدّد نوعية التربة و كيف تؤثّر على خصائصها؟

التقصي:

1- العوامل الترابية المؤثرة على الإنتاج النباتي: ص 120
*تحديد العوامل الترابية المحدّدة لإنتاج الكتلة النباتية:
البنية الفيزيائية (بالحرث)، الرطوبة (بالسقي) و التركيب الكيميائي (بالتسميد).

*لكي يكون المردود الزراعي جيّدا، يجب الإعتناء بالتربة و يتمّ ذلك بـ:
- الحرث: يسمح بتهوية التربة، يسهّل الزرع و إضافة مواد ...
- السقي: يسمح بتوفير الماء الضروري للنبات.
- التسميد: يسمح التسميد (المعدني و العضوي) بتوفير المواد التي يحتاجها النبات للنمو.
- الإستعانة بالأرض البور: ترك التربة في حالة راحة، دون حرث، دوريا كل 3 سنوات، لتستعيد خصوبتها.

2-أهميّة التسميد: ص 121
*تحديد تأثير التسميد المعدني على نمو النباتات الزراعية:
- استغلال الوثيقة 5 ص 121:
نلاحظ أنّ نمو القمح في وجود التسميد المعدني أكبر ممّا هو عليه في غيابه.

- استغلال الوثيقة 6 ص 121:
نلاحظ أنّ المردودية في وجود التسميد المعدني أكبر مما هو عليه في غيابه كما نلاحظ أنّ المردوديّة في وجود العناصر الثلاثة K، P، N معا، أكبر مما هي عليه في وجود عنصرين فقط.
*الهدف من استعمال أسمدة تحتوي على العناصر K، P، N:
تعتبر K، P، Nمن أهمّ العناصر الضرورية لنمو النبات، فالآزوت مثلا يدخل في تركيب البروتيدات، و الفوسفور يدخل في تركيب الفوسفوليبيدات الغشائية، الـ ATP ...إلخ
أمّا البوتاسيوم فيساعد على حدوث العديد من التفاعلات الكيميائية ...
إنّ غياب أحد هذه العناصر يؤثّر سلبيا على نمو النبات.

*استخراج الفروق بين التسميد المعدني و التسميد العضوي:
- يحتوي السماد العضوي على عدد أكبر من العناصر، مقارنة مع السماد المعدني.
- تستعمل عناصر السماد المعدني بصورة مباشرة و سريعة، بينما تستعمل عناصر السماد العضوي بصورة بطيئة.
- يسمح السماد العضوي بنمو و تكاثر البكتريا المثبّتة للآزوت، على عكس السماد المعدني.

*إذا كانت الأسمدة العضوية ليست بنفس أهمية الأسمدة المعدنية، فيمكن تحسين هذه المعالجة بتزويد التربة بسماد عضوي مقرون بقليل من السماد المعدني.

استنتاج: يساعد التسميد على زيادة إنتاج الكتلة الحيوية.

3-أهميّة السقي: (الريّ)
يقدّم الجدول التالي متوسّط المردودية للمادة الجافة في أرض زراعية مسقيّة و أخرى غير مسقيّة، تمّ زراعتهما بأنواع مختلفة من البذور.

نوع النبات	السقي السنوي المتوسط (ملل)	المردودية (قنطار مادة جافة|هكتار)	
		أرض مسقيّة	أرض غير مسقيّة
الذرة	230	90	63,5
عباد الشمس	150	31,5	24,1
الصوجا	150	33,5	25,7

تحليل نتائج الجدول:
نلاحظ أنّ مهما كان نوع النبات، فإنّ المردودية تكون في الأرض الزراعية المسقيّة أحسن مما هي عليه في الأرض الزراعية غير المسقيّة.

التفسير:
الماء عنصر أساسي في زيادة المردودية لأنه مركّب كيميائي يدخل في تركيب الأنسجة النباتية بنسبة عالية، بالإضافة إلى خواصه الكيميائية و الفيزيائية، فهو يدخل في العديد من التفاعلات الكيميائية، كما أنّه يعتبر مذيب جيّد تنحلّ فيه الأملاح المعدنية الموجودة في التربة، فيقوم بنقلها إلى الجذور، و بعد الإمتصاص يقوم بنقلها في أوعية الخشب على شكل نسغ ناقص، لتغذية النبات.

استنتاج:
يساعد السقي على زيادة إنتاج الكتلة الحيوية، كما يساهم في التغذية المعدنية للنبات.

الأستاذة ب. نورة

النشاط 2: تأثير العوامل المناخية على إنتاج الكتلة الحيوية

وضعية الإنطلاق:
تؤثر العوامل المناخية على إنتاج الكتلة الحيوية، سواء في الأوساط البيئية الطبيعية أو في الأوساط الزراعية

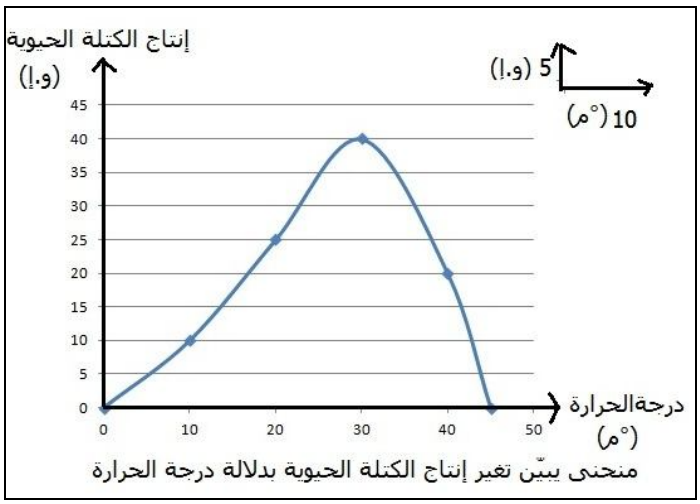
الإشكالية:
ما هو تأثير العوامل المناخية على إنتاج الكتلة الحيوية، و كيف يمكن التحكم فيها؟

التقصي:
الزراعة المحميّة: الوثيقة 1 ص 124
سيطرت الزراعة في الدفيئات (البيوت البلاستيكية) على إنتاج الخضر و بعض أنواع الفواكه.
العوامل التي يؤثر فيها استعمال الدفيئات هي: الحرارة، الإضاءة، نسبة CO_2 و الرطوبة.
نلاحظ أنّ هذه العوامل هي نفسها التي تؤثّر على شدّة التركيب الضوئي.
إذن، التحكّم في العوامل المؤثرة على شدة التركيب الضوئي يسمح بالتحكم في إنتاج الكتلة الحيوية.

1- تأثير الحرارة:
يبيّن الجدول التالي تغيرات إنتاج الكتلة الحيوية بدلالة تغيرات درجة الحرارة.

درجة الحرارة (°م)	0	10	20	30	40	45
إنتاج الكتلة الحيوية (و.إ)	0	10	25	40	20	0

رسم المنحنى:



منحنى يبيّن تغير إنتاج الكتلة الحيوية بدلالة درجة الحرارة

تحليل منحنى تغير إنتاج الكتلة الحيوية بدلالة درجة الحرارة:
- عندما تكون درجة الحرارة منخفضةجدّا (0 °م)، ينعدم إنتاج الكتلة الحيوية.
- من 0 °م إلى 30 °م: كلما زادت درجة الحرارة زاد إنتاج الكتلة الحيوية (تناسب طردي)حتّى يبلغ الإنتاج قيمة أعظمية (40 و.إ) عند 30 °م.
- من 30 °م إلى 45 °م: كلما زادت درجة الحرارة نقص إنتاج الكتلة الحيوية (تناسب عكسي)حتّى ينعدم الإنتاج عند 45 °م.

استنتاج:
يتأثّر إنتاج الكتلة الحيوية بتغيرات درجة الحرارة، حيث توجد درجة حرارة مثلى يكون فيها الإنتاج أعظميا، و يقلّ الإنتاج كلما ابتعدنا عنها.
تنبيه: تؤثّر الحرارة على عمل الأنزيمات المسؤولة عن التركيب الضوئي و البناء الحيوي. تعمل هذه الأنزيمات جيدا عند درجة حرارة مثلى، و يتناقص نشاط هذه الأنزيمات كلما ابتعدنا عنها، حتى ينعدم نشاطها عند درجات الحرارة جد المنخفضة أو المرتفعة.

2- تأثير الإضاءة: أنظر درستأثير الإضاءة على شدّة التركيب الضوئي (المجال 2، الوحدة 1، النشاط 6).

3- تأثير تركيز CO_2:

*****تجربة:تمّ حساب عدد فقاعات O_2 المنطلقة في الدقيقة، من مقطع غصن الإيلوديا، في وجود تراكيز متزايدة من CO_2 حيث في البداية تمّ استعمال ماء مغلي (عديم الـ CO_2)، ثم أضيف إليه محلول بيكاربونات البوتاسيوم بتراكيز متزايدة.
يعبّر عدد فقاعات O_2 المنطلقة في الدقيقة عن شدة التركيب الضوئي، أما بيكاربونات البوتاسيوم فهو مصدر لغاز CO_2 كما هو موضح في المعادلة التالية:

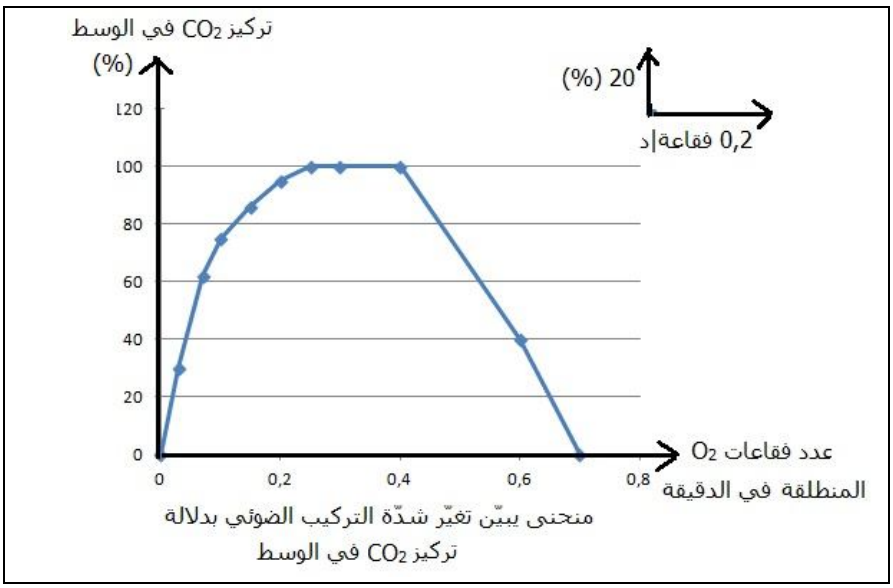
$$2(KHCO_3) \longrightarrow K_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

بيكاربونات البوتاسيوم — كربونات البوتاسيوم — ماء — غاز الفحم

النتائج مبينة في الجدول التالي:

تركيز CO_2 في الوسط (%)	0	0,03	0,07	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,60	0,70
عدد فقاعات O_2 المنطلقة في الدقيقة	0	30	62	75	86	95	100	100	100	40	0

رسم منحنى تغيّر شدّة التركيب الضوئي بدلالة تركيز CO_2 في الوسط:



منحنى يبيّن تغيّر شدّة التركيب الضوئي بدلالة تركيز CO_2 في الوسط

تحليل منحنى تغيّر شدة التركيب الضوئي بدلالة تركيز CO_2 في الوسط:
- عند انعدام تركيز CO_2 تنعدم شدة التركيب الضوئي.
- من التركيز 0 % إلى 0,25 %: كلما زاد تركيز CO_2 في الوسط زادت شدة التركيب الضوئي (تناسب طردي) حتّى تبلغ شدة التركيب الضوئي قيمة أعظميّة (100 فقاعة|د) عند التركيز 0,25 %.
- من التركيز 0,25 % إلى 0,40 %: رغم تزايد تركيز CO_2 في الوسط، تبقى شدة التركيب الضوئي ثابتة و أعظمية (100 فقاعة|د).
- من التركيز 0,40 % إلى 0,70 %: كلما زاد تركيز CO_2 في الوسط نقصت شدة التركيب الضوئي (تناسب عكسي) حتّى تنعدم شدة التركيب الضوئي لمّا يصل تركيز CO_2 إلى 0,70 %.

استنتاج:
تتأثر شدة التركيب الضوئي (و بالتالي الإنتاجية) بتغيرات تركيز CO_2 في الوسط، حيث هناك تركيز أمثل لـ CO_2 تبلغ عنده شدة التركيب الضوئي (و الإنتاجية) قيمة أعظمية، كما أنّ هناك قيمة قصوى لتركيز CO_2 يتحملها النبات، فإذا زاد تركيز CO_2عن هذه القيمة، أصبح ضارّا للنبات (يحدث تسمّم للنبات).

*تحديد مصير CO_2 الممتص من طرف النبات:
يستعمل النبات CO_2 أثناء التركيب الضوئي، لصناعة مواد عضوية (إنتاج كتلة حيوية).

*اقتراح تجربة أخرى لقياس تأثير عامل الإضاءة على شدّة التركيب الضوئي:
استعمال حواجز ضوئية متدرجة العتمة، مع بقاء النبات و المنبع الضوئي ثابتين في مكانهما.

*اقتراح تجارب تبيّن كيف يمكن، ميدانيا، التأثير في نسبة CO_2 و في شدة الإضاءة:
- لزيادة نسبة CO_2إضافة سماد عضوي و تركه يتخمّر، فيحرّر CO_2.
-لزيادة شدّة الإضاءة: استعمال الإضاءة الكهربائية.

الأستاذة ب. نورة

النشاط 3: مفهوم العامل المحدّد

وضعية الإنطلاق:
يتأثر النبات بمختلف العوامل المحيطة به، لكن أحد هذه العوامل يكون أكثر أهمية في تحديد الإنتاج النباتي، و هو الذي يجب التأثير عليه لتحسين إنتاج الكتلة الحيوية في الأنظمة الزراعية.

الإشكالية: ماهو العامل المحدّد للإنتاج النباتي؟

التقصي:
*تجربة:تمّ حساب عدد فقاعات O_2 المنطلقة في الدقيقة (أي شدة التركيب الضوئي) من غصن الإيلوديا بدلالة تغير المسافة بين المنبع الضوئي و النبات (أي شدة الإضاءة)، في وسطين بهما تركيزين مختلفين لـ $KHCO_3$ (أي بوجود تركيزين مختلفين لـ CO_2):
- الوسط (أ): به 5 % من $KHCO_3$
- الوسط (ب): به 0,01 من $KHCO_3$

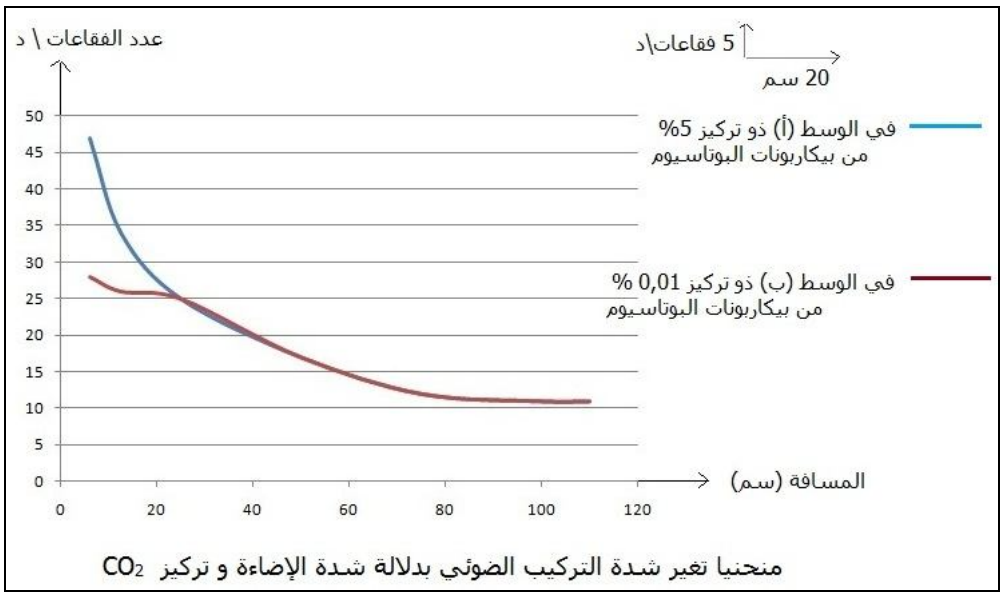
درجة الحرارة ثابتة و متساوية في الوسطين.

*النتائج: هي مبينة في الجدول التالي:

المسافة بين المنبع الضوئي و النبات (سم)		6	12,5	25	50	75	100	110
عدد فقاعات O_2 المنطلقة في الدقيقة	في الوسط (أ)	47	34	25	17	12	11	11
	في الوسط (ب)	28	26	25	17	12	11	11

1)- أرسم، على نفس المعلم، منحنى تغير شدة التركيب الضوئي بدلالة شدة الإضاءة، في كل من الوسطين (أ) و (ب).
2)- حلّل المنحنيين (تحليلا مقارنا) و ماذا تستنتج؟
3)- استخرج مفهوم العامل المحدد.

الإجابة:
1)- رسم المنحنيين:



منحنيا تغير شدة التركيب الضوئي بدلالة شدة الإضاءة و تركيز CO_2

2)- التحليل المقارن للمنحنيين:
يبيّن المنحنيان تغيّر شدة التركيب الضوئي بدلالة شدة الإضاءة و نسبة CO_2، علما بأن:
- عدد فقاعات O_2المنطلقة في الدقيقة تعبّر عن شدة التركيب الضوئي
-المسافة بين المنبع الضوئي و النبات تعبّر عن شدة الإضاءة، حيث كلما زادت هذه المسافة نقصت شدة الإضاءة.

- تركيز $KHCO_3$ (بيكاربونات البوتاسيوم) يعبّر عن تركيز CO_2، لأن KHCO3 هو مصدر لـ CO_2:

$$2\ KHCO_3 \longrightarrow K_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

بيكاربونات البوتاسيوم كربونات البوتاسيوم ماء غاز الفحم

* نلاحظ من المنحنيين أنه كلما نقصت شدة الإضاءة، نقصت شدة التركيب الضوئي (تناسب طردي) حتّى تبلغ قيمة دنيا (11 فقاعة|د) فتثبت عندها مهما نقصت شدة الإضاءة، و هذا في الوسطين (أ) و (ب)، أي مهما كان تركيز CO_2.

* لكن من جهة أخرى، نلاحظ أنّ:

- في المجال [6 – 25] سم:
بوجود إضاءة قوية، تكون شدة التركيب الضوئي كبيرة في الوسطين (أ) و (ب)، لكن تكون في الوسط (أ) التركيز المرتفع بـ CO_2 أكبر مما هي عليه في الوسط (ب) ذو التركيز المنخفض بـ CO_2.
إذن، في الإضاءة القوية، تتوقف شدة التركيب الضوئي على تركيز CO_2.

- في المجال [25–110] سم:
بوجود إضاءة ضعيفة ، تكون شدة التركيب الضوئي ضعيفة و متساوية في الوسطين (أ) و (ب)، أي مهما كان تركيز CO_2.
إذن، في الإضاءة الضعيفة، تتوقف شدة التركيب الضوئي على شدة الإضاءة.

استنتاج:
-في الإضاءة القوية، العمل المحدّد هو تركيز CO_2 لأنه هو الذي يخفّض من شدة التركيب الضوئي (لأنه العامل الأضعف في هذه الحالة).
-في الإضاءة الضعيفة، العمل المحدّد هو شدة الإضاءة، لأنها هي التي تخفّض من شدة التركيب الضوئي (لأنها العامل الأضعف في هذه الحالة).

3)-مفهوم العامل المحدّد:
-يتعرّض النبات الأخضر في الطبيعة إلى مجموعة من العوامل التي تؤثر على شدة التركيب الضوئي، و العامل الأضعف منهم هو الذي يحدّد تأثير العوامل الأخرى و يحدّد شدة التركيب الضوئي، فيطلق عليه إسم "العامل المحدّد".
-ففي فصل الشتاء مثلا، درجة الحرارة هي العامل المحدّد، بينما في فصل الصيف تركيز CO_2 هو العامل المحدّد لشدة التركيب الضوئي.

خلاصة:

* تؤثر العوامل الخارجية على إنتاج الكتلة الحيوية.
* يمكن رفع و تحسين إنتاج الكتلة الحيوية النباتية عن طريق التأثير على العوامل الخارجية المتمثلة في العوامل الترابية و العوامل المناخية.
* يتم التأثير على العوامل الترابية بالتأثير في خصائصها الفيزيائية و الكيميائية بعمليات الحرث، السقي و التسميد.
* يتم التأثير على العوامل المناخية بالتأثير في العوامل المؤثرة على شدة التركيب الضوئي، و المتمثلة في: الضوء، تركيز CO_2 و درجة الحرارة.
* إنّ العامل المناخي الذي يقترب من حدّه الأدنى في الوسط هو العامل المحدّد للتركيب الضوئي و للإنتاجية لدى النبات الأخضر.

تنبيه:
في حالة الزراعة في الهواء الطلق، يمكن التحكم في بعض العوامل فقط، بينما في الزراعة المحمية يمكن التحكم في جميع العوامل تقريبا، حسب الإمكانيات المتوفرة.

الأستاذة: ب. نورة