وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني الحويجة

الحقيبة التعليمية

القسم العلمي	تقنيات الإنتاج النباتي
اسم المقرر	فسلجة النبات
المرحلة:	الثانية (صباحي) (مسائي)
المستوى	الأول

معلومات عامة تعريفية

اسم المقرر:	فسلجة النبات
القسم:	تقنيات الانتاج النباتي
الكلية:	المعهد التقني الحويجة
المرحلة الدراسية	الاولى
المستوى:	الاول
عدد الاسابيع:	15 اسبوع
عدد الساعات بالأسبوع:	ثلاث ساعات
رمز المقرر:	
الفصل الدراسي:	الاول
هل يتوفر نظير في الاقسام الاخرى	لا
اسم المقرر النظير	
القسم	
رمز المقرر البديل	
معلومات تدريسي المادة	
اسم مدرس (مدرسي) المقرر:	د.قتيبة صالح شيخ
اللقب العلمي:	أستاذ مساعد
سنة الحصول على اللقب	2022
الشهادة :	دكتوراه
التخصص العام	محاصيل حقلية
التخصص الدقيق	فسلجة محاصيل
سنة الحصول على الشهادة	2019
سنوات الخبرة (تدريس)	15 سنة

- اعُدت هذه الحقيبة وفقة منهاج طرائق التدريس المحدث نحو التعليم المدمج.
- تراعي الحقيبة متطلبات المعيار الثامن من معايير الاعتماد المؤسسي

الوصف العام للمقرر

يُعد هذا المقرر من المقررات الأساسية للعلوم النباتية بشكل عام ولبرنامج علوم المحاصيل الحقلية بشكل خاص ويهدف مقرر فسلجة نبات الى تعريف الطالب بأهمية الخلية النباتية واجزائها والمحاليل الغروية وانواعها وعلاقة التربة بالمحاصيل من حيث الخاصية الاسموزية، وعملية الانتشار، والبلزمة وامتصاص الماء، وعملية نقل وحركة الماء داخل النبات، وعملية النتح والية فتح وغلق الثغور، واهم العمليات الفسيولوجية التي تحدث داخل خلايا النبات كعمليات التمثيل الضوئي والهدم (التنفس) من حيث الية وكيفية حدوث كل منها وعملية الانبات، والنمو، بالإضافة الى ذلك تعريف الطالب بأهمية التغذية النباتية مثل إضافة الأسمدة والتعرف على تأثير نقص المغذيات، وعملية نقل الغذاء والتعرف على الانزيمات النباتية وانواعها ودورها في تخفيض طاقة تنشيط التفاعلات الكيميائية والهرمونات النباتية ودورها في العمليات الحيوية في خلايا النبات.

الاهداف العامة

يوفر هذا المقرر فهمًا متعمقًا لمفاهيم ومبادئ العمليات وإدارة الإنتاج. سيقوم الطلاب بتطوير المهارات والمعرفة الرئيسية التالية:

1. فهم مفاهيم إدارة العمليات والتحديات التي تواجه إدارة عمليات الإنتاج والخدمة.
2. القدرة على تطبيق تقنيات التنبؤ بالطلب لتخطيط الإنتاج الفعال.
3. معرفة استراتيجيات اختيار موقع المنشأة والتخطيط لتحسين بيئة الإنتاج.
4. المهارات في استخدام الأساليب الكمية وتقنيات تحليل البيانات لتخطيط العمليات والتحكم فيها.
5. فهم أنظمة التخطيط والتحكم في الطاقة الإنتاجية، وادارتها.
6. الألفة مع منهجيات تحسين العمليات مثل الإنتاج الرشيق وستة سيكما.
7. تطبيق مبادئ إدارة العمليات في سياق الأهداف الإستراتيجية الشاملة للمنظمة.

تتميز الدورة بمزيج من المحاضرات ودراسات الحالة والمحاكاة والمشاريع العملية لتمكين الطلاب من دمج النظرية مع اتخاذ القرارات العملية في العمليات.

المتطلبات السابقة

المتطلبات المسبقة للالتحاق في مقرر "فسلجة النبات" هي:

- إكمال مقرر أساسي في مبادئ فسلجة النبات.
- المعرفة بالمفاهيم والوظائف الاجزاء النبات.
- فهم جميع انسجة النبات.

أساليب التدريس (حدد مجموعة متنوعة من أساليب التدريس لتناسب احتياجات الطلاب ومحتوى المقرر)

الاسلوب او الطريقة	مبررات الاختيار
1. المحاضرات	•توفر عرضًا منظمًا للمفاهيم النظرية والعملية في وظائف النبات. •تمكّن الطلاب من بناء أساس معرفي متين في هذا المجال.
2. دراسات الحالة	•تتيح للطلاب فرصة تطبيق المفاهيم النظرية على مشاكل عملية وواقعية. •تعزز مهارات التحليل والتفكير النقدي والاتخاذ القرار لدى الطلاب.
3. المشاريع	•تتيح للطلاب فرصة تطبيق المعارف والمهارات المكتسبة في سيناريوهات حقيقية. •تُنمي مهارات البحث والتحليل والتقديم والعمل الجماعي.
4. المناقشات الجماعية	•تتيح للطلاب فرصة مشاركة أفكارهم وآرائهم وتبادل وجهات النظر. •تعزز مهارات التفكير النقدي والتواصل الفعال. •تساعد على استكشاف جميع اعضاء النبات ومعرفة وظيفة كل جزء في النبات.
5. العصف الذهني	•يشجع الطلاب على التفكير الإبداعي وتوليد أفكار جديدة. •يُنمي مهارات حل المشكلات وإيجاد حلول مبتكرة لمشاكل عمليات النقل في النبات. •يُعزز التعاون والعمل الجماعي بين الطلاب.
6. التعلم التعاوني والمشاركة	•يشجع الطلاب على المشاركة النشطة في الفصل، سواء في المناقشات أو الأنشطة. •يُعزز مهارات التواصل والعرض والدفاع عن الأفكار. •يُساعد على تعزيز الفهم والاستيعاب من خلال التفاعل والتغذية الراجعة.

الفصل الأول					
عنوان الفصل					
	الوقت	العنوان الفرعي		طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع الأول	2	مقدمة عن المقرر، أهداف التعلم، محتوى المقرر		محاضرة	عرض تقديمي، شرح،	اختبارات نظرية وعملية. تقييم المشاركة والمساهمة في الصف.
		العناوين الرئيسية	العناوين الفرعية			
		تعريف ومصطلحات علم فسيولوجيا النبات، تجارب التناضح بواسطة درنات البطاطا	**تعريف علم فسيولوجيا النبات**	محاضرة + مشاركة مناقشة	عرض تقديمي، شرح، امثلة، دراسات حالة + مناقشات	
			تجارب عن التناضح			
			تركيب الخلية النباتية وعلاقتها بانتقال الماء خلال الاغشية الاسموزية			
الأسبوع الثاني	2	**الخلية النباتية والمحاليل الغروية وانواعها**	**المحاليل الغروية**			
			الخاصية الاسموزية،			
			تعريف علم فسيولوجيا النبات			
			تجارب عن التناضح			

الفصل الثاني						
عنوان الفصل						
التوزيع الزمني	الوقت	العناوين الرئيسية	العناوين الفرعية	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع الثالث	2	**علاقة النبات بالماء والتربة**	**نظريات صعود الماء**	محاضرة + مناقشات	عرض تقديمي، شرح، امثلة، دراسات حالة + مناقشات	اختبارات نظرية وعملية. تقييم المشاركة والمساهمة في الصف.
			عملية الانتشار والبلزمة	محاضرة + مناقشات		
			الجهد المائي وعلاقته بالتربة والنبات والمناخ	محاضرة + دراسة حالة		
			تحلل البلازما	دراسة حالة + عصف ذهني		
الأسبوع الرابع	2	**الجهد المائي للنبات**	**نظريات صعود الماء**	محاضرة + مناقشات		
			عملية الانتشار والبلزمة	مشاركة + محاضرة		
الاسبوع الخامس	2	**انتقال الماء داخل النبات**	**العوامل المؤثرة في امتصاص الماء**	تطبيق عملي + محاضرة		
الاسبوع السادس	2					

الفصل الثالث						
عنوان الفصل						
التوزيع الزمني	الوقت الازم	العنوان الفرعي	العناوين الفرعية	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع السابع	2	النتح	**أنواع النتح**	محاضرات	سبورة بيضاء + عرض تقديمي، شرح، امثلة، دراسات حالة + مناقشات	اختبارات نظرية وعملية. تقييم المشاركة والمساهمة في الصف. تقييم المشاريع العملية والتقارير. تقييم الأداء الفردي والجماعي.
			الية فتح وغلق الثغور	محاضرات		
			العوامل المؤثرة على النتح	مناقشة		
				مشاركة		
				دراسة حالة		
الاسبوع الثامن	2	**البناء الضوئي (التحولات الغذائية للكربوهيدرات والبروتينات والدهون)**	**عمليات البناء الضوئي**	مشاركة ومحاضرة		
			جهاز البناء الضوئي			
الاسبوع التاسع	2		**البلاستيدات الخضراء**			

الفصل الرابع						
عنوان الفصل						
التوزيع الزمني	الوقت	العناوين الرئيسية	العناوين الفرعية	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع العاشر	3	**الانزيمات وطاقة التنشيط**	**التركيب الكيميائي للانزيمات**	محاضرات + مناقشات + دراسة حالة	عرض تقديمي، شرح، امثلة، دراسات حالة + مناقشات	اختبارات نظرية وعملية. تقييم المشاركة والمساهمة في الصف.
			تخصص الانزيمات			
			العوامل المؤثرة على عمل الانزيم			
			تقسيم الانزيمات			

الفصل الخامس						
عنوان الفصل	انواع الطاقة الإنتاجية					
التوزيع الزمني	الوقت الازم	العنوان الرئيسي	العناوين الفرعية	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الاسبوع الحادي عشر	2	الهرمونات النباتية	**الاوكسينات والتأثيرات الفسيولوجية والمورفولوجية** **دور الاوكسينات في الانتحاءات** **الجبريلينات والتأثيرات الفسيولوجية والمورفولوجية**	محاضرات + مناقشات + دراسة حالة	عرض تقديمي، شرح، امثلة، دراسات حالة + مناقشات + مشاركة	اختبارات نظرية وعملية. تقييم المشاركة والمساهمة في الصف.
الاسبوع الثاني عشر	2		**الاوكسينات والتأثيرات الفسيولوجية والمورفولوجية**			

الفصل السادس						
عنوان الفصل	التخطيط الاجمالي للمنتوج					
التوزيع الزمني	الوقت الازم	العنوان الرئيسي	العناوين الفرعية	طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الاسبوع الثاني عشر	2	الهرمونات النباتية	**السيتوكينينات وتأثيرها على النبات** **الاثلين وتأثيره على النبات**			
الاسبوع الثالث عشر	2		**حامض الابسيسك اسيد** **السيتوكينينات وتأثيرها على النبات** **الاثلين وتأثيره على النبات** **حامض الابسيسك اسيد** **السيتوكينينات وتأثيرها على النبات**			
الاسبوع الرابع عشر	3	حيوية وسكون البذور، السيطرة على الازهار	**تعريف السكون** **العوامل المؤثرة على حيوية البذور**			
الاسبوع الخامس عشر	3		**أنواع السكون**			

خارطة الاختبار المعتمدة

المحتوى التعليمي	عناوين الفصول	الأهمية النسبية	الأهداف السلوكية					عدد الفقرات
			المعرفة		الفهم	التطبيق	التحليل	التقييم	
			النسبة	15	15	30	30	10	
الفصل الأول	تعريف ومصطلحات علم فسيولوجيا النبات، تجارب التناضح بواسطة درنات البطاطا	%15	%8		%1.7	%1.5	%1.7	%1.5	%1.6
الفصل الثاني	الخلية النباتية والمحاليل الغروية وانواعها	%20	%9		%2	%1.9	%1.6	%1.5	%2
الفصل الثالث	علاقة النبات بالماء والتربة	%15	%8		%1.7	%1.5	%1.7	%1.5	%1.6
الفصل الرابع	الجهد المائي للنبات	%15	%8		%1.5	%1.5	%1.7	%1.7	%1.6
الفصل الخامس	انتقال الماء داخل النبات	%15	%8		%1.7	%1.5	%1.7	%1.5	%1.6
الفصل السادس	امتصاص وانتقال العناصر الغذائية	%20	%8		%1.5	%1.5	%1.7	%1.7	%1.6
المجموع		100	%8		%1.5	%1.5	%1.7	%1.7	%1.6

المحتوى العلمي

المحتويات

1-1 الاهداف السلوكية

- يتوقع من الطلاب بنهاية الفصل أن يكونوا قادرين على:
- شرح مفهوم فلسجة النبات.
- تحديد الوظائف الرئيسية لكل عضو نباتي.
- معرفة كافة الانزيمات الموجودة داخل النبات وتحديد وظيفة كل منهما.
- تحديد العمليات البناء الضوئي والتنفس ونوع الغازات التي يستهلكها النبات في كلا العمليتين.

2-1 المهارات الناعمة المستهدفة

- القدرة على العمل الجماعي والتعاون.
- مهارات الاتصال الفعال والتواصل بين أعضاء الفريق.
- القدرة على حل المشكلات وصنع القرارات.
- مهارات التفكير النقدي والتحليلي.

3-1 طرق القياس

- اختبارات تحصيلية (اختبارات قصيرة ونهائية).
- تكليفات وواجبات فردية وجماعية.
- مشروع بحثي يطبق مفاهيم فسلجة النبات.
- تقييم أداء الطلاب خلال المناقشات الصفية.

4-1 الأسئلة القبلية

- ما هي وظيفة كل عضو في النبات؟
- ما هي الأنشطة الرئيسية التي يقوم بها النبات خلال عمليتي التنفس والبناء الضوئي؟
- ما أهمية البناء الضوئي في النبات؟

الفصل الاول :

فسيولوجيا النبات Plant Physiology

هو العلم الذي يدرس كيفية قيام النبات بوظائفه الحيوية، ويشمل فهم عمليات النمو والأيض والتكاثر. يعود تاريخ هذا العلم الى تاريخ اكتشاف الخلية النباتية الذي يعود للباحث Robert Hooke عام 1665 ، وفي القرن التاسع عشر درست عملية امتصاص وانتقال المواد الأولية والماء في النبات، وفي عام 1894 بين Dixon و Joly نظرية الشد المتماسك ودور النتح في صعود الماء والمذابات الى قمة النبات، ووصف Hartig عام 1837 الأنسجة اللحائية من الناحية التشريحية والفسيولوجية، وشخص Wilhelm عام 1880 الخلايا المرافقة و دورها الفسيولوجي في النقل اللحائي، واكتشف العالم Kreb تفاعلات التنفس الهوائي داخل المايتوكوندريا عام 1947، اما عملية البناء الضوئي ودور الضوء والصبغات فقد ابتدأ البحث منذُ بدايات القرن الثامن عشر ولازال مستمراً لحد اليوم، لاحظ Priestly عام 1771 تحرر الأوكسجين من النباتات، و درس Engelmann عام 1888 دور اليخضور Chlorophyll في عملية البناء الضوئي، واكتشف Blackman عام 1905 تفاعلات الضوء والظلام، وغيرهم من الباحثين الذين اسهموا في كشف الكثير من الحقائق العلمية في مجال علم فسيولوجيا النبات لحد الآن.

العلاقات المائية للنباتات Plant water Relations تجري داخل البروتوبلازم التفاعلات الحيوية في وسط مائي بنسبة 80% إلى أكثر من 90% وهي نسبة الماء في البروتوبلازم، والمعروف أن الحياة لا يمكن أن توجد دون وجود الماء.

الخواص الفيزيائية للماء

1-سائل في درجات الحرارة الأعتيادية الملائمة للحياة على العكس من المركبات ذات الأوزان الجزيئية المقاربة.

2- الحرارة الكامنة للتبخر (هي الطاقة اللازمة لتحويل وزن جزيئي غرامي من الماء السائل إلى وزن جزيئي غرامي من بخار الماء والتي تبلغ 44 كيلو جول عند 25 س عالية والتوصيل الحراري العالي تساعد على تبديد الحرارة العالية والحفاظ على النبات. ودرجة الانصهار (6) جولاوزن جزيئي غرامي) عالية وهي تحمي النبات من خطر الانجماد لحدود معينة.

- قوة التماسك والتلاصق عاليتان، مثلاً نجد أن قوة التماسك بين جزيئات الماء هي اكبر من تلاصقها مع الهواء وهذا يسبب مقاومة الشد العالي للماء الذي يفسر صعود الماء في عناصر الخشب ومقاومتها للقطع، كذلك تلعب ظاهرة التلاصق دور في صعود الماء. 4- يمتص الضوء بكميات طفيفة عند منطقة الضوء الأحمر ويشتت الأزرق، وهذا يساعد في ثبات واستقرار الحرارة للنبات ولسطح الكرة الأرضية.

5- اللزوجة العالية (مقاومة السائل لاحتكاك (التدفق) و هي تزداد وتنخفض بارتفاع وانخفاض درجة الحرارة بالتتابع.

6- الماء مذيب عام وهو قطبي وذو قابلية على معادلة الجذب الكهربائي بين الجزيئات الذائبة أو الأيونات عن طريق إحاطة الأيون أو الجزيء بطبقة أو اكثر من جزيئات الماء تسمى غلاف التميؤ الذي يقلل فرصة ارتباط الأيونات لتشكل التركيب البلوري.

بعض الظواهر الفيزيائية المرتبطة بالماء

1- الانسياب(التدفق الاجمالي أو الكتلي Mass Flow or Bulk Flow

ينتج عن قوة الضغط في النظام الفيزيائي مثلاً تحرك الماء الى اسفل منحدر بسبب الجاذبية يحول الطاقة الكامنة الى حركية ثم تتبدد بشكل حرارة وتنخفض طاقة جزيئات الماء. ومن الطبيعي أن تتحرك المذابات في الماء مع حركته.

معدل انسياب الماء=فرق الضغط المقاومة

2 - الانتشار Diffusion

وهو يمثل الحركة العشوائية غير المنتظمة للدقائق، ويحدث بوجود فرق في الطاقة الحرة(كمية الطاقة الممكنة لأداء (شغل بين نظامين. كمية الطاقة الحرة في الوزن الجزيئي الغرامي للمادة تعرف بمفهوم الجهد الكيميائي الذي يقاس بوحدات الطاقة مثل جول امول. ويمكن تحويلها الى وحدات الضغط مثل باسكال، ويعتمد الجهد الكيميائي لمادة ما تحت ظروف ثابتة من ضغط وحرارة على الأوزان الجزيئية الغرامية من تلك المادة. وتنتقل المواد المذابة من منطقة الجهد الكيميائي العالي الى المنخفض، وهو صحيح بالنسبة للمذيب الماء مثلاً.

العوامل المؤثرة في الانتشار تشمل مقاومة الاحتكاك و التركيز ومساحة المنطقة التي تمر عبرها المادة المنتشرة و الوزن الجزيئي و حجم الذرات المنتشرة ودرجة الحرارة والضغط و نوع وسط الانتشار

وقابلية الدقائق المنتشرة للذوبان فيه.

ما اهمية الانتشار لحياة النبات؟ 3- الأزموزية Osmosis

هي عملية انتشار الماء عبر اغشية شبة منفذة Semi-permeable membranes أو الأغشية

ذات النفاذية الاختيارية Differentially permeable membranes ، الغشاء شبه المنفذ هو الذي

يسمح بمرور دقائق المذيب ولا يسمح بمرور دقائق المذاب مثل ورق السيلوفان، لا توجد اغشية تمنع دقائق المذاب من المرور كلها لكن يبقى هناك بعض الدقائق التي تعبر وهذا الحال ينطبق على الأغشية البلازمية الحية مع خصوصية هذه الأغشية في السيطرة على مرور المواد المذابة.

عند فصل الماء المقطر عن محلول سكري او ملحي بغشاء شبه منفذ مثل السيلوفان فأن فرق الجهد الكيميائي للمذاب والمذيب سوف يلعب دوراً في التوازن الا ان المذاب لا يستطيع المرور عبر الغشاء سبه المنفذ أي انه محتجز داخله وعليه يبقى الماء النقي من يملك حرية الحركة وينتقل الى منطقة المحلول لأن جهدة الكيميائي منخفض فيها على العكس من منطقة الماء المقطر وعند دخوله يعلق في المحلول بسبب جهد الذائبات مما يسبب ضغط از موزي داخل الغشاء يعمل على رفع مستوى الماء لحد معين يساوي الضغط الناشئ عن عمود الماء.

مفهوم الجهد المائي ومكوناته في الخلية

لتعريف الجهد المائي يجب ان نعرف اولاً الجهد الكيميائي الذي يمثل مقدار الطاقة الحرة في جزيء غرامي من المادة واذا كانت هذة المادة ماء فانه يعرف بالجهد المائي، وبما أن الطاقة الحرة للماء متغيرة حسب محتوى الماء من الذائبات بثبات العوامل الأخرى فإن الجهد المائي يمثل الفرق بين الجهد الكيميائي للماء في محلول ما والجهد الكيميائي للماء النقي عند درجة الحرارة والضغط نفسهما.

لاحظ الارتباط بين مفهوم الطاقة الحرة والجهد الكيميائي والجهد المائي، فهم الجهد المائي يعتمد على اساس أن لكل مادة طاقة كامنة في جزيئاتها وتسمى بالطاقة الحرة وتكون أعلى ما يمكن عندما تكون المادة نقية، وهي تتأثر بالعوامل:

1 - الذائبات - الضغط المسلط -3 درجة الحرارة 4- المواد الغروية

اما الجهد المائي للخلية النباتية فهو يمثل محصلة القوى المؤثرة في الجهد الكيميائي للماء في الخلية. الخلية النباتية محاطة بجدار صلب نسبياً تام النفاذية يليه غشاء بلازمي اختياري النفاذية وهذا الأخير يحيط بالفجوة كذلك. وصف هذه القوى:

1- الجهد الأزموزي Vs Osmotic potential وهو سالب القيمة دائماً، ناتج عن تأثير الذائبات مثل الأملاح والمواد العضوية مثل السكريات والأحماض الأمينية والأحماض العضوية التي تشكل ايونات وجزيئات بشكل محاليل تخفض الجهد المائي (تجعله أكثر سالبية).

2-جهد الغرويات اوالجهد الهيكلي او جهد المادة Vm Matric potential وهو سالب القيمة دائماً، وناتج عن الغرويات المحبة للماء التي تقيد الماء وبالتالي تنخفض طاقته.

3-جهد الضغط Pressure potential أو الضغط الانتفاخي yp Turgor pressure ، ينتج عن ضغط مكونات الخلية على الغشاء الخلوي ومن ثم الجدار الخلوي ضغط اذا استمر في الزيادة فانه يفجر الخلية ويظهر دور جهد الضغط في كبح هذه القوى والحفاظ على خلايا ،ممتلئة، وهو موجب القيمة عادةً ويكون سالب القيمة في اوعية الخشب اثناء عملية النتح.

الجهد المائي= الجهد الأزموزي + جهد الغرويات + جهد الضغط

$$Vw=Vs+Wm + Vp$$

في الكثير من الحالات تهمل قيمة Vm لان قيمتها منخفضة جداً خصوصا في الخلايا المتقدمة بالعمر ذات الفجوات، كما يصعب التفريق بين المكونات الغروية والأزموزية، لذلك تصبح المعادلة:

$$Vw = Vs + Vp$$

في حين نجد في البذور ان المواد المخزونة(الغرويات) هي السائدة في الخلية، وان قيم s4 وyp لا تؤثر كثيراً في تحديد الجهد المائي وبالتالي فأن الجهد المائي يتحدد بقوة جذب الغرويات للماء او ما بجهد الغرويات، وتصبح المعادلة:

يسمى

$$Vw=Ym$$

إن حركة الماء من محلول التربة الى انسجة الجذر ثم الساق والأوراق تفسر على اساس الفرق في الجهد

المائي، أن دخول الماء للخلية النباتية يسبب:

1-زيادة الجهد الأزموزي(يصبح اقل سالبية). 2 -زيادة جهد الضغط

3-زيادة الجهد المائي(يصبح اقل سالبية).

4- زيادة حجم الخلية بما تسمح به مرونة النسيج.

عندما تكون الخلية في حالة إجهاد مائي أو بلزمة ابتدائية يكون حجم الخلية اقل ما يمكن لأن الضغط

الانتفاخي يساوي صفر

Vp=0

وعليه فإن الجهد المائي للخلية يساوي:

وعند وضع الخلية في ماء مقطر تحدث تغيرات تشمل:

1- زيادة الجهد المائي بسبب

w=Vs

أ- زيادة الجهد الأزموزي(يصبح اقل سالبية). ب- زيادة جهد الضغط. 2-زيادة حجم الخلية ويستمر حتى يتساوى الجهد الأزموزي مع جهد الضغط = p) وتوصف الخلية بأنها ممتلئة تماماً.

التشرب **Imbibition**

هو صورة من صور الانتشار ويمثل حركة الماء أو المذيب عند وجود فرق في الجهد المائي بين المادة المشربة (الماء) والمادة المتشربة **Imbibant** دون وجود أغشية. ويحدث التشرب بفعل قوة الادمصاص **Adsorption** للمذيبات على اسطح الدقائق الغروية ويسبب التشرب ضغطا كبيراً عند

وضع المادة المتشربة في حيز محدود لحدوث التشرب يجب توفر شرطان اساسيان

1-وجود- تدرج في الجهد المائي بين المادة المشربة والمادة المتشربة. 2-وجود الفة او تجاذب بين النظامين، مثلاً تتشرب قطعة الخشب بالماء ولا تتشرب قطعة المطاط ويمكن ان يتشرب المطاط مذيب عضوي مثل الايثر. في قطعت الخشب الجافة أو البذور لاتوجد محاليل سكرية أو ملحية بل موا اد ذات طبيعة غروية مثل السليلوز وحبيبات النشأ، وجهد الضغط غير مهم بسبب عدم عزل المواد المشربة عن المواد المتشربة بأغشية اختيارية النفاذية. تصبح معادلة الجهد المائي للبذور الجافة هي:

اين نجد ظاهرة التشرب في النبات؟

Vw=Ym

W=

1- عملية تشرب البذور بالماء هي اهم و أول مراحل الإنبات وهي تعطي ضغط يسمى بالضغط التشربي Imbibition pressure وهو اعلى ضغط كامن يمكن أن ينشأ في المادة المتشربة عند وضعها في مذيب نقي (الماء) (مثلاً) وهذا ضروري لتمزيق قصرة البذرة اثناء الإنبات. يمكن ان تصل قوة الضغط التشربي إلى 30 ميكا .باسكال. ترتفع درجة حرارة الماء عند التشرب. لماذا ؟

2 - نقل الماء من الجذر الى الورقة، جزء كبير من العملية يكون عبر تشرب الجدر الخلوية نتيجة للفرق في الجهد المائي بين انسجة الورقة والساق والجذر نتيجة تأثير عملية النتح.

قياس جهد الغرويات للبذور الجافة

توضع بذور جافة معلومة الوزن في تركيزات متصاعدة من محلول سكري أو ملحي وبعد مدة تستخرج وتجفف سطحياً ويعاد وزنها، فالبذور التي استجرجت من تركيز معين ولم تلاحظ زيادة في وزنها يكون ذلك التركيز مناظراً للجهد المائي للبذور وبالتالي جهد الغرويات.

العوامل المؤثرة في التشرب هي:

1- درجة الحرارة تاثير طردي في معدل التشرب من دون التأثير في الكمية الكلية المتشربة. 2 - الجهد الأزموزي للمحلول تأثير عكسي أذ يقل التشرب بزيادة الجهد الأزموزي للمحلول.

المحاضرات النظرية

المحاضرة الثانية امتصاص الماء وصعوده

امتصاص الماء Water Absorption

ينتقل الماء من محلول التربة ذو الجهد المائي العالي الى الجذر ذو الجهد المائي الأقل، يحدث امتصاص قليل للماء في منطقة قمة الجذر بسبب الكثافة العالية للسايتوبلازم وبذالك يواجه الماء مقاومة شديدة، كذالك فأن المنطقة المكتملة النمو تفقد الشعيرات الجذرية وتترسب مواد السوبرين Suberin والكيوتين Cutin على البشرة وتتكون طبقة بشرة خارجية Exodermis فضلاً عن زيادة ترسيب شريط

كاسبر Casparian strip في خلايا البشرة الداخلية وهذا كله يعني اعاقة نفاذ الماء.

آلية امتصاص الماء

يمتص الماء اعتماداً على مفهوم الأزموزية، أي ينتقل من منطقة الجهد المائي العالي الى منطقة الجهد المائي المنخفض، ويحدث هذا عبر الجذر والساق ثم الأوراق نتيجة لنوعين من التأثير:

1- تأثير النتح

عند تبخر الماء من نسيج الورقة بعملية النتح يحدث هبوط في الجهد المائي(يزداد سالبية) وهذا التأثير ينتقل الى الساق لتعويض الانخفاض بالجهد المائي(عن طريق تدفق الماء من الساق الى الورقة) وهو يعني الإنخفاض في الجهد المائي للساق ومن ثم الجذر لينتقل الماء من التربة الى الجذر بسبب تدرج

في الجهد المائي. 2- تأثير تراكم الذائبات

إن تدرج الجهد المائي بين محلول التربة والجذر ناتج عن امتصاص الأخير للأيونات امتصاصاً نشطاً(صرف طاقة بشكل (ATP) ، وهذا يحدث انخفاض في الجهد الأزموزي والجهد المائي(يصبحا أكثر سالبية) وهذا يعني الاسراع في دخول الماء الى الجذر وبالتحديد الى الاسطوانة الوعائية مسبب نشوء يسمى بالضغط الجذري **Root pressure** يدفع الماء والأيونات الى الأعلى، نجد أن دخول

ضغط

الأيونات هو بالألية النشطة و سحب الماء هو بالألية الأزموزية.

الأدلة على صرف طاقة في عملية سحب الماء هي:

1-المركبات المثبطة للتنفس مثل الأزايد وثنائي نايتروفينول والزرنيخ والسيانيد تعيق امتصاص الماء.

2- الظروف الغدقة (اللاهوائية) تعيق امتصاص الجذور للماء.

-درجات الحرارة المنخفضة تعيق امتصاص الجذور للماء.

العوامل المؤثرة في امتصاص الماء

1- تركيز محلول التربة

انخفاض الجهد المائي لمحلول التربة يقلل من كمية الماء الممتص ، واذا استمر انخفاض الجهد المائي في محلول التربة يمكن أن يتوقف الجذر عن امتصاص الماء ويعاني عندها من الجفاف الذي يعرف بالجفاف الفسيولوجي **Physiological drought** ، اذا استمرت هذه الحالة تموت أغلب النباتات الاقتصادية، الا أن النباتات الملحية أو الصحراوية تتغلب على هذا الإنخفاض في الجهد المائي لمحلول التربة بخفض الجهد الأزموزي بعملية التنظيم الأزموزي **Osmoregulation** لأنسجة النبات بطريقتين

هما:

اولاً-زيادة امتصاص وتراكم الأيونات خصوصاً في الأراضي المالحة لخفض الجهد المائي للنبات، رغم أن أغلب هذه الأيونات سامة وتقلل من انتاجية النبات فضلاً عن صرف النبات طاقة لإمتصاصها من المحيط، ولكن وسيلة للبقاء.

هي

ثانياً- هدم البروتينات والكربوهيدرات للحصول على أحماض امينية وسكريات ذائبة نشطة في خفض الجهد المائي وإبقاء تدرج الجهد المائي لصالح النباتاي دخول الماء للنبات ويحدث هذا للنباتات المعرضة لإجهاد الجفاف أو الإجهاد الملحي.

سالماذا تقل انتاجية المحاصيل المعرضة للإجهاد الملحي أو الجفاف؟

2- تهوية التربة

تكون كفاءة امتصاص الجذر للماء عالية في تربة جيدة التهوية والعكس صحيح وذلك بسبب:

اولا - نقص الاوكسجين يعيق العمليات الحيوية ومنها الامتصاص النشط للأيونات والعناصر المغذية لأن 02 اساسي لتحرير الطاقة.

ثانياً تراكم CO2 بشكل حامض الكاربونيك H2CO في التربة يزيد من لزوجة البروتوبلازم ويقلل من النفاذية وبالتالي تقل قابلية الجذور على امتاص الماء.

3- الماء المتيسر

هو كمية الماء في التربة التي تكون بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم.

السعة الحقلية - تمثل كمية الماء التي تستطيع التربة الامساك بها ضد الجاذبية الأرضية. وتبلغ قيمة جهد الغرويات في التربة عند السعة الحقلية 0.03 ميكا باسكال وتختلف النسبة المئوية لرطوبة التربة حسب نوعها فتبلغ 4.5% في التربة الرملية و 45.1% في التربة الطينية.

نقطة الذبول الدائم - هي نسبة عجز الماء التي عندها يفقد النبات قابليته على امتصاص الماء حتى لو وضع في اجواء مشبعة بالماء لمدة 24 ساعة، وتبلغ قيمة جهد غرويات التربة عندها - 1.5 ميكاباسكال

وتختلف رطوبة التربة عند هذه القيمة حسب نسجتها إذ تبلغ 2.2% في الرملية و 26.2 في الطينية. وقد تذبل بعض النباتات عندما يفوق معدل النتح معدل الإمتصاص اثناء الجو الحار(الذبول الأولي).

4-معدل النتح في النبات

زيادة معدل النتح تسبب انخفاض في الجهد المائي للنبات وبالتالي فأن تدرج الجهد المائي يكون في صالح دخول الماء الى النبات.

5- خصائص المجموع الجذري

يختلف المجموع الجذري بين النباتات في كونه وتدي متعمق او سطحي متفرع قرب سطح التربة وان مدى اختراقه للتربة وكثافته وخصائصه التشريحية تؤثر كثيراً في عملية الإمتصاص.

6- الظروف المناخية

تؤثر الظروف المناخية مثل درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية والضوء في امتصاص الماء، يكون تأثير الظروف البيئية غير مباشر فتؤثر درجة حرارة الجو المنخفضة مثلاً في تقليل كفاءة الجذر في سحب الماء عن طريق خفض حرارة التربة التي تخفض معدل انتشار الماء وتخفض نفاذية الأغشية وتقلل من نشاط العمليات الأيضية ونمو الجذور وزيادة لزوجة الماء. الحرارة العالية نسبياً تسبب زيادة انتشار الماء وزيادة النتح مما يسبب زيادة سحب الماء من التربة ولحد معين قد تغلق الثغور وتعود عملية امتصاص الماء للتراجع وجود الضوء يسبب عملية البناء الضوئي وهذا يعني فتح الثغور ووجود مركبات الطاقة وحصول نمو في المجموع الجذري وكلها تدفع نحو تعجيل امتصاص الماء من التربة. بشكل عام فأن أي عامل يؤثر في عملية النتح يؤثر في عملية امتصاص الماء مثل سر عة الرياح والرطوبة النسبية.

صعود الماء في نسيج الخشب

1- نظرية الضغط الجذري

هو الضغط المتولد في عناصر الخشب نتيجة لفعاليات خلايا الجذر وهي عملية نشطة أي تتطلب امتصاص الأيونات امتصاصاً نشطاً بصرف طاقة، في حين يكون صعود الماء في انسجة الخشب حسب الأزموزية. عند قطع ساق نبات قرب سطح التربة وعندما تكون هذه التربة مروية جيداً يلاحظ خروج من منطقة القطع، وقد يتراوح الضغط في الساق بسبب الضغط الجذري بين 0.5-0.6 ميكاباسكال. ومن الظواهر التي تؤيد نظرية الضغط الجذري الإدماع و لإدماء، ومن الانتقادات التي توجه لهذه النظرية

الماء

1- عدم ملاحظة هذه الظاهرة دائماً .

2 - الضغط المتولد عنها قليل لا يفسر صعود الماء في الأشجار العالية.

3-لم يلاحظ وجود الضغط الجذري في خشب المخروطيات وهي اشجار عالية.

- معدل انسياب العصارة في الخشب ابطأ من معدل النتح مما يدعو للتفكير بوجود ألية اخرى تسهم في نقل الماء الى الأوراق.

ويبدو أن الضغط الجذري واضح في حالة الرطوبة النسبية العالية وغياب النتح.

2- نظرية الشد والتماسك

تعتمد هذه النظرية على خاصية تماسك جزيئات الماء مع بعضها وتلاصق جزيئات الماء الداخلية لعناصر الخشب. الأدلة المؤيدة:

مع

الجدر

اولا- يقل قطر الساق عندما يتعرض النبات الى معدل عالي من النتح فيه تتقلص اوعية الخشب.

ثانياً - وجد أن هناك ضغط سالب في عناصر الخشب لبعض اشجار الغابات يتراوح بين 4 الى - 8ميكا باسكال. وأن الجهد المائي يصبح اكثر سالبية مع الارتفاع عن سطح الأرض.

الأنتقادات لهذه النظرية

اولاً - من المحتمل أن يكون الضغط الناجم عن النتح غير كافٍ لتحريك الماء خلال الخشب ضمن المعدلات التي تم تسجيلها.

ثانياً- لابد من استمرار الأعمدة المائية دون انقطاع بين سطح التبخر والماء الموجود في المساحات الحرة في الجذور، وهذا صعب الحدوث.

ثالثاً- لا يمكن تعميم نتائج انابيب شعرية على الأوعية والقصيبات إذ ان تلاصق الماء مع الأنابيب الشعرية

أكثر من عناصر الخشب.

الأسئلة البعدية:

1. عرِّف مفهوم فسلوجيا النبات.
2. وضّح الفرق بين الانتشار والتشرب.
3. اشرح أهم الاليات التي توضح امتصاص الماء.
4. وضح اهم العوامل المؤثرة في امتصاص الماء.

الفصل الثاني: فقد الماء

1-2 الأهداف السلوكية:

- يوضح الطالب الفرق بين اليات امتصاص .
- يشرح الطالب خطوات صعود الماء في نسيج الخشب.
- يناقش الطالب تأثير تراكم الذائبات.
- يطبق الطالب طريقة الأدماع في النبات.
- يقارن الطالب بين ظاهرة الأدماع في النبات وظاهرة النتح.

2-2 المهارات الناعمة المستهدفة:

- مهارات التحليل والتفكير النقدي
- مهارات الاتصال والتواصل
- مهارات حل المشكلات

3-2 طرق القياس:

- اختبار تحريري لقياس مستوى فهم الطلاب.
- إعداد دراسة حالة والمناقشة الجماعية لتقييم قدرة الطلاب في استيعاب المادة.
- تكليف الطلاب بإعداد تقرير عن أهمية وظائف أعضاء النبات.

4-2 الأسئلة القبلية:

- ما الفرق بين الأدماع والنتح؟
- ما هي الاليات التي يتم فقد الماء في النبات؟
- ما هي العوامل المؤثرة على النتح في النبات؟
- ماهي العوامل المؤثرة في امتصاص الماء؟
- ما هي الفروقات بين السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم؟

فقد الماء

-90 من الماء الممتص بواسطة الجذور تفقده النباتات بعدة طرق أهمها النتح Transpiration ويتبقى منه 10-2 تستخدمه النباتات في عملياتها الأيضية المختلفة، ويتم فقدان الماء بعدة طرق منها فضلاً عن النتح ، ظاهرة الأدماع Guttation والأفراز Secretion والأدماء

.bleeding

بالنسبة للأفراز فما هو إلا عملية فقد الماء على صورة محاليل من الغدد glands ومن الغدد الرحيقية Nectaires ، أما الأدماء فهو فقد الماء عن طريق الجروح التي قد تصاب بها النباتات، وكمية الماء المفقودة بهاتين الطريقتين تعد بسيطة جداً ولا قيمة لها، أما ظاهرتي الإدماع والنتح فهما الأهم وخصوصاً الأخيرة منهما.

1- الأدماع: Guattation

تحت ظروف التربة الدافئة والرطبة تظهر على طول حواف أو قمم الأوراق نقاط مائية وفقد الماء بهذه الطريقة يسمى الأدماع العوامل التي تحفز الأدماع هي:-

- الامتصاص العالي للماء.

- الضغط الجذري المرتفع.

- انخفاض أو انعدام النتح لسبب ما.

ان هذه الظروف (الثلاثة) تجعل امتصاص الماء يفوق عملية النتح (التي تعد العملية الأساسية والرئيسة لفقدان الماء)، ولذلك يتم فقدان الماء بواسطة الأدماع عن طريق تراكيب متخصصة تسمى الثغور المائية Hydrothodes توجد في أعلى قمم الأوراق في النباتات المتكيفة لتلك الظروف. ومن المواد التي وجدت في سائل الأدماع نجد معظم الأملاح المعدنية (P, K, Na, Ca ...Mg,) وكذلك كثير من السكريات مثل Sucorose Fractose glucose الخ. وكثيراً من الأحماض مثل aspartic acid glatomic acid الخ، ومواد كثيرة أخرى مثل الدهون والبروتينات ويتراوح PH هذا السائل من 6.5.0 في غالبية النباتات.

2- النتح Transpiration

يعد النتح الطريقة الأساسية التي يتم عن طريقها فقدان معظم الماء الذي يمتصه النبات وعملية الفقد هذه تتم بصورة أساسية على شكل بخار، ويتم فقد الماء بهذه الطريقة عن طريق الفتحات أو الثغور التي تغطي سطح الأوراق النباتية وهذه الفتحات تسمى Stoma.

فضلاً عن النتح الثغري فإن النبات يفقد الماء مباشرة عن طريق التبخر من سطح الأوراق والسيقان ولكن فقد الماء بهذه الطرق يعد شيئاً يسيراً إذ أن الكمية تكون قليلة جداً وذلك بسبب وجود طبقة الأدمة التي تغطي الأوراق وهي مادة شمعية cutine وهي غير منفذة للماء ولكن في بعض

النباتات وعندما تكون هذه الطبقة رقيقة فإنه يمكن عن طريقها فقد كميات قليلة جداً من الماء. أما بالنسبة للسيقان وخصوصاً تلك التي تحتوي على طبقات فلينية (Cork) وكما هو معلوم فان هذه الطبقات الفلينية تحتوي على فتحات صغيرة تسمى العديسات Lenticels عن طريقها يتم خروج

الماء أيضاً وإن كانت كمية قليلة جداً، الكميات الفعلية التي يفقدها النبات خلال عملية النتح تعد كبيرة جداً فبعض النباتات العشبية يمكنها أن تفقد أو تستبدل كل الماء الموجود فيها بيوم واحد.

Phaseolus vulgaris

Solanium tubersum

Triticum sativum

Lycopersicum esculentum

اللوبيا البطاطا

القمح

الطماطم

ميكانيكية الفتح والغلق في الثغور

موسم

58 لتر / خلال . النمو 114 لتر / خلال موسم النمو

114 لتر/ خلال

موسم

النمو

155 لتر/ خلال

موسم

النمو

Stomatal Mechanisms of opining and closing

تحتوي بشرة الأوراق النباتية عدداً كبيراً جداً من الثغور تسمى Stoma (مفردها Stomata) وهذه الثغور ميكروسكوبية الحجم ولها تركيب خاص يناسب وظيفتها وعند فتح هذه الثغور بصورة كاملة فإن عرضها يقاس بحوالي 3-12-2- مايكرومتر وطولها 10-12-2- مايكرومتر ويختلف عدد هذه الثغور من نبات إلى آخر ومن بيئة إلى أخرى وحتى من جهة إلى أخرى في نفس الورقة وهناك عدد هائل من الثغور في مساحة الورقة كلها وبالرغم من هذا العدد الهائل إلا أن مجموع الثغور لا يمثل أكثر من 2% فقط من سطح الورقة وذلك في حالة انفتاحها والاختلافات من نبات إلى آخر واضحة ففي نباتات ذوات الفلقة الواحدة نجد أن الفتحات تتوزع بشكل منتظم على سطحي الورقة في حين في ذوات الفلقتين نجدها بعدد أكبر على السطح السفلي للورقة وهذه الاختلافات تناسب تماماً الوسط البيئي وكيفية التعرض للشمس أو للحرارة.

الثغر هو عبارة عن تركيب معين من خليتين تسميان بالخليتين الحارستين Guard cells تتوسطهما فتحة Ostiole وتحاط الخلايا الحارسة بخلايا مساعدة من خلايا البشرة من جميع الجهات والخليتان الحارستان يشابهان في الشكل الكلية ولهما جدر خلوية سميكة جداً والفتحة المتوسطة Ostiole تستجيب مباشرة للتغيرات في الزيادة أو النقص في الجهد الأزموزي للخلايا الحارسة وهذا

يسبب تغيراً في الجهد المائي ينتج عنه تحرك الماء من أو إلى الخلايا الحارسة. فلو تحرك الماء إلى الخلايا الحارسة وعند امتلائها فإن الثغر يفتح ولو تحرك الماء منها للخارج فإن الخلايا تصبح مرتخية وهنا فإن الثغر يغلق. ولكي يحدث هذا التحرك للماء لابد أن يحدث تبادل بين الخلايا الحارسة وكل من خلايا النسيج الوسطي Mesophyle وخلايا البشرة Epidermis cells المحيطة وتولد جهد أزموزي أكثر سالبية في الخلايا الحارسة يدفع الماء باتجاهها خارجاً من الخلايا المساعدة المحيطة بها ومن ثم يتدفق الماء للخارج إلى الفتحة.

ولكي تتم عملية الفتح والغلق فإن تركيب الخلايا الحارسة يناسب هذة الميكانيكية المتقدمة إذ يلاحظ أيضاً أن الجدار الخلوي مغلظ بالألياف السيلولوزية وبالتالي اكثر سمكا خصوصاً في الخلايا الحارسة وبالذات في طرف الجدار المواجة للثغر، في حين أن الطرف الخارجي البعيد عن الثغر لكل خلية حارسة يكون اقل سمكا ولا يحتوي على مثل هذه الألياف السيليلوزية وهذا ما يساعد الخلية الحارسة على أداء وظيفتها عند امتلائها بالماء إذ أن الجدار الخارجي يندفع ويتقوس للخارج جاذباً معه الجدار المقابل السميك المقابل للثغر وكذلك بالنسبة للخلية الثانية وبالتالي فإن الثغر يفتح. وتتم ميكانيكية الفتح والغلق على النحو التالي: نظرية Scarth أو نظرية نشأ - سكر

The starch-sugar hypothesis

أعتمدت هذه النظرية بعد أن لاحظ الباحثين ان نسبة النشا تكون مرتفعة في الخلايا الحارسة في الظلام وتكون منخفضة في وجود الضوء في النهار. كما أن ذلك يقترن مع ارتفاع pH عندما تكون

الثغور مفتوحة حيث يصل الى 6-7 بينما تنخفض هذه النسبة عند غلق الثغور الى 4-5 من هذه الملاحظات تم الاستنتاج ان فتح الثغور في الضوء ناتج من ارتفاع في pH الذي ينشط انزيمات تحويل النشا الى سكر الذي يعني زيادة سالبية الجهد الأزموزي للخلايا الحارسة. ارتفاع pH في الضوء ناتج عن خفض نسبة ثاني اكسيد الكربون الذي يستعمل او يمتص في عملية التمثيل الضوئي اثناء النهار أو بوجود الضوء مما يؤدي الى نقص في الحموضة. اما في الليل فيحدث العكس إذ يتم اطلاق كميات كبيرة من CO2 بسبب توقف عملية التمثيل الضوئي وكذلك بسبب اطلاقة عن طريق عملية التنفس وهذا الأرتفاع يؤدي الى خفض pH أي زيادة الحموضة وهذا ما يعمل على تحول السكر الى نشأ عن طريق تنشيط انزيمات مثل Phosphorylase.

الثغور (stoma) التي توجد بشكل اساسي على السطح السفلي للورقة وللسيقان الغضة تكون مفتوحه بشكل بسيط. كل ثغر محاط بخليتين حارستين تحتويان على كمية كبيرة من الكلوروبلاست. الجدار الداخلي المواجة للفتحة لكل خلية يكون اكثر سمكا من طرفة البعيد عن الفتحة. اذا للثغر تركيب مناسب إذ يستطيع التحكم في عملية النتح, فعندما يكون مغلقا لا يوجد نتح وعندما ينفتح يتم النتح.

السؤال هو كيف تتم العملية؟

عمليتي الفتح والغلق يتم التحكم بهما بواسطة التغير في الضغط الأزموزي داخل الخلايا الحارسة: اثناء النهار: يقوم النبات بعملية التمثيل الضوئي في البلاستيدات الخضراء للخلايا الحارسة, إذ يتكون السكر اثناء النهار, وهذا السكر المتكون يعمل molecules على خفض الجهد المائي في الخلايا الحارسة ونسبة CO2 تنخفض نتيجة لامتصاصه واستعماله في عملية التمثيل الضوئي وهذا chloroplasts . الانخفاض يعمل على خفض حموضة الخلايا الحارسة او ارتفاع pH أي يصبح وسط الخلايا الحارسة اكثر قاعدية.

هذا الوسط القاعدي يشجع تحول النشاء الى سكر عن طريق تثبيط انزيم Phosphorylase, هذا الانزيم حساس جدا للتغير في pH . إذا زيادة السكر من عملية التمثيل الضوئي مباشرة رغم قلة كميتها وكذلك تحول النشاء الى سكر عن طريق خفض CO2 وزيادة pH يعمل على نقص في تركيز الماء داخل الخلية, وهذا النقص في تركيز الماء يعمل على انخفاض في الجهد المائي للخلايا الحارسة مما يعمل على اندفاع الماء للداخل عن طريق امتصاصها للماء من خلايا البشرة المحيطة بها. امتلاء الخلايا الحارسة يعمل على انتفاخها وزيادة ضغط الامتلاء وتصبح الخلايا صلبة. فهذا الامتلاء يعمل على تقوس الجدار الرقيق البعيد عن الفتحة للخارج جاذبا معة الغشاء السميك المواجة للثغر الذي ينحني للداخل وهذا يسبب فتح الثغر.

اثناء الليل:

التمثيل الضوئي يتوقف وتكوين السكر يتوقف وبالتالي سحب ثنائي اوكسيد الكاربون يتوقف ويستمر التنفس الخلوي وبالتالي نسبة ثنائي اوكسيد الكربون تزداد في محيط الخلايا الحارسة.

هذة الزيادة تسبب انخفاض pH أي ان الوسط يصبح اكثر حموضة وهذا يسبب تحول السكر الى نشاء في الخلايا الحارسة وبما ان النشاء لايذوب في الماء فسيسبب هذا ارتفاع الجهد المائي للخلايا الحارسة مقارنة مع جهد الخلايا المساعدة او خلايا البشرة المحيطة وهذا الارتفاع يدفع بالماء خارج الخلايا الحارسة فينخفض الضغط على الجدار الخلوي فيعود الى مكانة فيغلق الثغر.

ويجب الإشارة هنا إلى أن العوامل البيئية وبعض المركبات لها تأثير مباشر على عملية انفتاح وإغلاق الثغور هذه النظرية تعد غير كافية لتفسير فتح وغلق معظم الثغور وذلك نظراً للآتي:

1- الخلايا الحارسة في البصل لا تحتوي على نشاء مطلقاً والثغور تفتح وتغلق أيضاً. 2- إن التغير في تركيز CO2 غير كافي لاحداث التغيرات المذكورة في درجة الحموضة للخلايا الحارسة ولا يتناسب مع التغير الفعلي في درجة الحموضة من 5 الى 7 أي وحدتين والذي أمكن قياسه في أثناء انتفاخ الخلايا الحارسة.

- إن التحول الداخلي للنشاء إلى سكر يعد بطيء جداً قياساً بسرعة استجابة الثغور وعملية الفتح. 4- لا توجد في هذه النظرية أي دلالة على تأثير الضوء الأزرق في فتح الثغور والذي ثبت انه يلعب دورا رئيسا في عملية الفتح والغلق.

التفسيرات الحديثة لفتح وغلق الثغور

ولتفسير وفهم هذه العملية سنتطرق إلى: هي العوامل التي تؤثر في عملية الفتح والغلق؟ 2 - كيف تتم حركة الثغور للفتح والغلق؟

أولا العوامل المؤثرة في عملية الفتح والغلق

ب-

أ- نظام داخلي المنشأ أي ما يمكن تعريفة بالساعة البيولوجية - الثغور عادة تفتح اثناء النهار وتغلق اثناء الليل (بعض النباتات العصارية التي تعيش في المناطق الحارة والجافة لها نظام عكسي وذلك حتى تقتصد في فقد الماء وتحافظ عليه). رغم ذلك فإن الثغور تبقى تفتح وتغلق على مدار 24 ساعة حتى لو عرضت إلى ضوء مستمر. مرحلة الفتح والغلق ممكن أن تتحول أو تتغير في أي وقت من اليوم وذلك بالتحكم في نهاية المرحلة

المظلمة.

التوازن المائي: التوازن المائي للنباتات أو مستوى المحتوى المائي يلعب دورا في عملية فتح وغلق الثغور. النباتات الذابلة تغلق ثغورها ويعتقد أن هرمون الأبسسيك (ABA) يلعب دورا وسيطا في هذه الظروف إذ يؤدي إلى الإغلاق حتى في ظروف الفتح العادية. ولوحظ أن نقص الماء الشديد في جذور النبات يمكن أن

يرسل عبر أوعية الخشب تأثيره إلى الثغور في الأوراق عبر إشارة حامض الأبسسيك. ت المستوى المنخفض من CO2 يسبب فتح الثغور. وإذا كانت نسبته منخفضة (في هواء الورقة الداخلي) حول الثغور في الظلام ممكن أن يتسبب ذلك في فتح الثغور على غير العادة والعكس ارتفاع نسبة CO2 تسبب

غلق الثغور. ث- الضوء: يسبب الضوء فتح الثغور الحد الأدنى من الضوء لفتح الثغور عند معظم النباتات يتراوح بين33% إلى 0.1% من مجمل الضوء وهو الحد الكافي لبدء عمل تمثيل ضوئي كامل. الموجات الزرقاء ذات الأطوال الموجية بين 430-460 nm تعد أكثر فعالية بعشر مرات من موجات الضوء الأحمر ذات الأطوال الموجية

.nm 680-630

ثانيا كيفية حركات الفتح والغلق؟

الموجات الضوئية الزرقاء تمتص بواسطة صبغة naxanthin وهي عبارة عن (a carotenoid pigment) هذا يؤدي الى تنشيط مضخة البروتونات في اغشية الخلايا الحارسة مما يعمل على ضخ البروتونات (أيون) او بروتون (الهيدروجين) خارج سيتوبلازم الخلايا الحارسة مولدا حركة نشطة للبروتونات أي تدرج كهروكيميائي عبر الغشاء مما يحدث تغيرات كبيرة في pH إذ تتغير من 4 الى 6-7) منتجا توترا عبر الاغشية تصل احيانا الى 120 ملي فولت هذا مايؤدي الى فتح القنوات البروتينية التي تسمح بالتدفق السلبي لايونات البوتاسيوم الموجبة الى داخل الخلايا الحارسة لكي يعادل خروج البروتونات. يتم ايضا دخول ايونات الكلوريد السالبة عن طريق تزاوجها (coupled) مع بعض البروتونات العائدة (حتى يتم معادلة واتزان الشحنات الكهربائية. هذا التراكم الأيوني يعمل على خفض الجهد داخل الخلايا الحارسة مؤديا الى انتفاخ الخلايا الحارسة وبالتالي فتح الثغور

هذا التراكم الأيوني وانخفاض الجهد داخل الخلايا الحارسة يزداد مع تقدم النهار عن طريق تكوين السكر الناتج من بدء نشاط عملية التمثيل الضوئي وكذلك فإن الضوء الازرق يعمل على تحلل النشا إلى سكر.

يعتقد بعض العلماء حامض الأبسسيك (ABA) في بعض النباتات يعمل على تغير ضغط الامتلاء دون أن يحدث تغير في الجهد المائي داخل وخارج الخلايا الحارسة وهذا التغير غالبا يؤدي إلى غلق الثغور حيث أن هذا الحامض يلعب دورا في الغلق. أيضا هناك العديد من المعلومات التي تشير إلى زيادة ايونات الكالسيوم في سيتوبلازم الخلايا المساعدة في حالات الغلق وهذا ربما بتأثير فتح وغلق القنوات الأيونية في الغشاء الحيوي (زيادة نفاذية بعض الايونات عبر الغشاء مثل ايونات الكالسيوم).

هناك بعض الاستثناءات الأخرى بالنسبة للضوء فعلى سبيل المثال: نباتات مثل البطاطا، البصل، تغلق ثغورها بعد 3 ساعات من غروب الشمس ويمكن أن تغلق في النهار إن عرضت للذبول في حين أن نبات ذيل الحصان Equisetum asvense تظل مفتوحة حتى لو تعرضت للذبول.

ثغور بعض النجيليات تفتح ساعة أو ساعتين في النهار. الحرارة أيضاً تلعب دوراً مهماً في عملية فتح وغلق الثغور ويرتبط هذا العامل مع عوامل أخرى مثل الضوء فبدرجة حرارة أقل من (0) حتى في الضوء فإن بعض النباتات تبقي ثغورها مغلقة وعند رفع درجة الحرارة فإن الثغور تفتح وهذا حال نبات القطن. ولكن في درجة حرارة عالية (30 س°° فما فوق) فإن فتح الثغور يقل وهذا ناتج عن أن درجات الحرارة العالية تؤثر على تركيز CO 2 إذ يرتفع تركيزه في المسافات البينية وهذا ناتج عن زيادة معدل التنفس.

ويعتقد ان التغيرات في الفتح والغلق والمخالفة للتنظيم البيولوجي الطبيعي للنباتات تنتج بفعل تأثير هرمونات الفتح والغلق أي السايتوكاينين وحامض الابسيسيك بالترتيب إذ ان الثغور تبدو تحت تأثير آلية تشمل الفعل المتعارض لهذين الهرمونين ويتم تشجيع الثغور على الانفتاح وذلك عند تراكيز من السايتوكاينين تتراوح بين 0.01-0.05 u molor بينما يؤدي حامض الابسسيك إلى إغلاق الثغور عند التراكيز نفسها ، وهذان الهرمونان يعملان على تنظيم فتح وغلق الثغور بناء على تأثيرهما في التدفق

الأيوني.

اولاً - العوامل البيئية 1- الضوء

العوامل المؤثرة في عملية النتح

له تأثير مباشر في عملية فتح وغلق الثغور وبالتالي في معدل النتح. 2 - الرطوبة (رطوبة الهواء): Air humidity

ترتبط الرطوبة بدرجة الحرارة، وتزداد قدرة الهواء على حمل بخار الماء كلما ارتفعت درجة حرارته ويطلق على أكبر كمية يستطيع حملها اسم ضغط أو كمية التشبع Saturation pressure وتسمى النسبة بين كمية البخار التي يحملها الهواء على درجة حرارة معينة وبين الكمية اللازمة لإشباعه في نفس الدرجة بالرطوبة النسبية Relative humidity ويعبر عنها بالنسبة المئوية ويسمى الفرق بين كمية البخار التي يحملها الهواء فعلاً وبين الكمية اللازمة لتشبعه بنقص التشبع Saturation deficit. يكون الهواء داخل المسافات البينية في خلايا الورقة في حالة تشبع كامل ببخار الماء، بينما يكون الهواء الجوي الخارجي على درجة أقل من التشبع وبنتيجة لذلك يخرج بخار الماء من المسافات البينية للخلايا إلى الهواء ويزداد معدل خروجه بازدياد الفرق في درجة التشبع للهواء وللمسافات البينية بين خلايا الورقة أو بمعنى آخر يزداد النتح بازدياد نقص التشبع في الهواء الخارجي. ويجب الإشارة هنا أن التشبع ببخار الماء يعني انخفاض سالبية الجهد المائي ونقص التشبع ببخار الماء يعني ارتفاع السالبية للجهد المائي.

3- درجة الحرارة : Air temperature

كما ذكرنا سابقاً بالنسبة للرطوبة فهناك ارتباط بين العاملين حيث أن زيادة درجة الحرارة تزيد الفرق بين كمية البخار التي يحملها الهواء والكمية اللازمة لتشبعه، أي بعبارة أخرى يزداد نقص تشبع الهواء، ومع ازدياد نقص تشبع الهواء المحيط بالأوراق يزداد خروج الماء من الثغور ويرتفع معدل

النتح.

Air movement

4- حركة الرياح: تكون طبقة الهواء المحيط أو القريب من سطوح الأوراق النباتية مشبعة ببخار الماء وبازدياد النتح يزداد سمك طبقة الهواء المشبع وهذا ما يؤدي إلى تقليل النتح وهنا يأتي دور الرياح حيث أن تحركها يعمل على إزالة الطبقة المشبعة بالماء من حول الأوراق وتحل محلها طبقة أقل تشبعاً مما يعمل على اختلاف الجهد المائي بين الداخل والخارج وبالتالي يزداد النتح. وبالتالي كلما زادت سرع عة الرياح ازدادت عملية النتح حتى تصل سر عة الرياح إلى 8 كم/ساعة وهنا تصبح الزيادة في النتح تدريجية إلى أن تصل سرعة الرياح إلى 34كم/ساعة وهذا ما يؤدي إلى تقليل النتح بسبب التبريد وبالتالي إغلاق الثغور. تعمل حركة الرياح أيضاً إلى تحريك أوراق الأشجار ويساعد ذلك على تجديد الهواء الموجود في الغرف الهوائية في الجهاز الثغري ليحل محله هواء أكثر جفافاً.

5- الضغط الجوي : Atmospheric pressure

تؤدي زيادة الضغط إلى زيادة كثافة الهواء وبالتالي انخفاض نسبة تبخر الماء من المسافات

البينية إلى الجو وبالتالي انخفاض معدل النتح.

6- رطوبة التربة : نقص

Soil Moisture

رطوبة التربة يعني نقص معدل الامتصاص وبالتالي نقص الماء بالنسبة للنبات و نقص معدل النتح، وبالتالي كل العوامل التي تؤدي إلى نقص امتصاص النبات للماء (تهوية، ارتباط حبيبات الماء بالتربة، زيادة تركيز (الأملاح تعمل على نقص معدل النتح.

- غاز CO2

يؤدي ازدياد استهلاك CO2 إلى فتح الثغور وزيادة النتح وزيادة تراكمه يؤدي إلى إغلاق الثغور

وبالتالي نقص النتح.

ثانياً - عوامل النبات: Plant factors

1- مساحة سطح الورقة:

Leaf surface area

يزداد النتح بازدياد مساحة الورقة، ولكن يجب ملاحظة أن معدل النتح أي وزن الماء المفقود على مساحة السطح الناتح يزداد كلما قلت مساحة السطح الناتح وذلك بشكل اساسي عندما تكون كمية الماء الممتصة ثابتة, ايضا معدل النتح في الأوراق الحديثة قليلة المساحة أكبر من معدل النتح في الأوراق البالغة كبيرة المساحة.

تؤدي إزالة نصف الأوراق من شجرة ما إلى زيادة معدل النتح في الأوراق المتبقية بنسبة تتراوح ما بين 20-90% عما كان عليه قبل إزالة الأوراق، وذلك لأن كمية الماء المفقودة كلياً تنخفض، إلا أن معدل النتح يزداد ويرجع السبب في ذلك الى ان التوازن القائم اساسا بين المجموع الجذري والخضري يختل فتبقى كمية الماء الممتصة كبيرة وتقل مساحة السطح الناتح فيزداد معدل النتح. وعلى هذا الاساس ينصح برفع جميع الاوراق عند نقل النبات من منطقة الى اخرى وذلك حتى يتوقف النتح وتحتفظ النبتة او الشجرة بالماء الموجود في داخلها مدة كافية بحيث تستطيع ان تثبت نفسها في المكان الجديد وتعاود نشاطها الامتصاصي. 2 - تركيب الورقة:

Leaf structure

كلما زادت طبقة الأدمة المكونة من مادة الكيوتين غير (النفاذة كلما قلت عملية النتح ومن جانب آخر كلما زادت مساحة النسيج المتوسط كلما زادت عملية النتح وهنا نلاحظ عادة ان هناك علاقة بين مساحة النسيج المتوسط وسمك طبقة الكيوتين وذلك حسب النبات وحسب الظروف البيئية والعوامل الفسيولوجية, أيضا فإن وضع الورقة في اتجاه الشمس عمودياً أو أفقياً يؤثر على معدل النتح. 3- نسبة المجموع الجذري للمجموع الخضري Root-Shoot Ratio إن كفاءة سطح الامتصاص (سطح (الجذر) والسطح الناتح (سطح الورقة) هما المتحكمان في معدل النتح. فلو أن امتصاص الماء يكون أقل من النتح فإن النبات سوف يعاني من نقص الماء داخله وبالتالي سوف يتأقلم بتقليل النتح.

المحاضرات النظرية

المحاضرة الرابعة : البناء الضوئي Photosynthesis

البناء الضوئي

تعتمد الحياة على كوكب الأرض بدرجة اساسية على الطاقة الشمسية بعملية حيوية هي الوحيدة القادرة على خزن هذه الطاقة بشكل طاقة كيميائية (مركبات عضوية بعملية تسمى البناء الضوئي Photosynthesis أو البناء الكاربوني أو التركيب الضوئي وقد امتلكت النباتات والطحالب هذه القدرة بسبب احتوائها على مادة اليخضور Chlorophyll ، وهذه المركبات العضوية تستخلص منها الطاقة(يستخلصها النبات أو الكائنات الاخرى بوصفها مصدر طاقة لكافة اشكال الحياة) للقيام بالفعاليات الحيوية المختلفة فيما بعد. وهي اما حديثة العهد الكتلة الحية Biomass) او قديمة (الوقود المتحجر أو الاحفوري Fossil Fuels). وفيها يتحول الكربون غير العضوى إلى كاربون عضوى بالاستفادة من طاقة الضوء المرئي حسب المعادلة :

$$CO2 + 12\ H2O + photons$$

$$\rightarrow C6H12O6 + 6\ O2 + 6\ H2O$$

Carbon dioxide + water + light energy

→

glucose oxygen + water

العوامل الأساسية للقيام بعملية البناء الضوئي:

الضوء

هو موجات كهرومغناطيسية تتالف من جسيمات تسمى ضوئيات أو فوتونات أو كوانتات تختلف طاقتها باختلاف الطول الموجي الذي يحدد ايضاً لون الضوء. مثلاً الضوء الأحمر طوله الموجي 660 نانومتر طاقة الجسيم الضوئي -3.01×1910 جول. فوتون 1 ، في حين طاقة الجسيم للضوء الأزرق(طوله الموجي 435 نانومتر) 1104.56 جول. فوتون - 1 . الضوء المؤثر في عملية البناء الضوئي هو الاشعاع الشمسي الذي هو جزء من الطيف الكهرومغناطيسي المتكون من الأشعة الكونية واشعة كاما والسينية وفوق البنفسجية والضوء المرئي وتحت الحمراء والموجات الدقيقة والراديوية، محتوى الطاقة في الجسيم الضوئي يتناسب عكسياً مع الطول الموجي، فالجسيمات عالية الطاقة ذات طول موجي قصير) مثل الأشعة فوق البنفسجية تكون خطرة على الخلية بسبب تكسيرها للجزيئات العضوية، بينما الموجات الطويلة مثل الأشعة تحت الحمراء لا تضر بالخلايا بل تزيد الطاقة التذبذبية للجزيئات ولا

تكسر الروابط إن الضوء المرئي ذو الأطوال الموجية بين 400 و 800 نانومتر تقريباً تمتلك الطاقة الكافية لتحفيز وتهيج الالكترونات الى مدار الكتروني أعلى دون الاضرار بالخلية.

صبغات البناء الضوئي

دورها الأساسي هو امتصاص الطاقة الضوئية وهناك انواع منها في الخلايا النباتية لكن اهمها:

الكلوروفيلات Chlorophylls

هي صبغات خضراء اللون موجودة في النباتات والطحالب وبعض انواع البكتريا، ويمكن أن نميز على الأقل 9 أنواع من الكلوروفيل مثل a و b توجد في معظم الكائنات ذاتية التغذية عدا البكتريا الحاوية على الصبغات البنائية فهي حاوية على انواع خاصة بها هي a,b Bacteriochlorophylls ، أما c, d فهي توجد بشكل خاص في الطحالب مع chlorophylla مثل الطحالب البنية والذهبية والحمر، و

.Chlorobium chlorophylls 650,660

يتكون جزيء chlorophyll a من Porphyrin وهو تركيب بايرول رباعي حلقي مع . دائرية متماثلة تحيط بذرة مغنيسيوم ترتبط حلقة البايرول بسلسلة Phytol تمتد من أحدى حلقات البايرول وإن سلسلة الفايتول تكون رابطة استيرية مع مجموعة كاربوكسيل على كاربون رقم 7 للبورفيرين وأن سلسلة سلسلة طويلة كارهة للماء تحوي رابطة مزدوجة واحدة، وتبدو ممتدة الى داخل اغشية

الفايتول هي البلاستيدة.

الصبغات المساعدة الاخرى

أ- الفايكوبلينات Phycobilins

توجد في الطحالب الحمر والبكتريا الزرقاء وهي بأربعة انواع منها ثلاث تدخل في عملية البناء الضوئي وهي Phycoerythrin و Phycocyanin و Allophycocyanin والصبغة الرابعة هي Phytochromobilin وهي مستقبل ضوئي Photoreceptor تقوم بتنظيم مختلف جوانب النمو والتكوين.

ب أشباه الكاروتين Carotenoids

هي مجموعة من الصبغات برتقالية أو صفراء توجد في معظم الكائنات التي تقوم بعملية البناء الضوئي غير ان صبغات الكلوروفيل تحجب رؤيتها كذلك توجد بكميات كبيرة في ثمار الطماطم وجذور الجزر

وفي موسم الخريف عندما يتحلل الكلوروفيل تظهر الوانها بشكل واضح. رغم أن وظائفها لم تدرس بشكل واضح ألا أنها تقوم بامتصاص الضوء الأزرق وامرار الطاقة للكلوروفيل وحمايته من الأكسدة الضوئية بامتصاص الفائض من الضوء الأزرق.

وهناك صبغات اخرى مثل الفلافينات Flavins منها رايبوفلافين Riboflavin ومشتقاتها مثل FMN وFAD ، وهناك فلافينات متحدة مع البروتينات لتكون فلافوبروتين وهي مستقبلات الضوء الأزرق. وحديثاً اكتشفت مستقبلات للاشعة فوق البنفسجية تسمى UV-B- receptor . وصبغات اشباه الفلافينات أو أشباه الفلافونويدات التي تعزى إليها الألوان البراقة للتويج والثمار والقنابات والأوراق في بعض الأحيان ومن أهمها صبغة الأنثوسيانين.

تفاعلات البناء الضوئي

أتفاعلات الضوء Light reactions أو المعتمدة على الضوء.

المرحلة الاولى من تفاعلات عملية البناء الضوئي وهي تحدث في اغشية الكرانا حيث توجد صبغات الكلوروفيل، ولا تحدث هذه التفاعلات إلا بوجود الضوء ويحدث في هذه التفاعلات انشطار الماء ليتحرر الاوكسجين ويتكون NADPH و ATP .

هي

ب- تفاعلات الظلام Dark reactions أو التفاعلات غير المعتمدة على الضوء.

هي المرحلة الثانية من عملية البناء الضوئي التي تجرى بمعزل عن تأثير الضوء اذ ان NADPH وATP الناتجة من تفاعلات الضوء تستغل لغرض اختزال CO_2 ليكون [CHO] بشكل جزيء كاربوهيدرات وهي عملية بناء لانها تتطلب تكوين روابط جديدة. هناك مسارين لاختزال CO_2 احدهما مايسمى بدورة كالفن Calvin cycle وفيها وجد ان المركب الاول الذي يتكون في عملية تثبيت CO_2 هو ركب ثلاثي ذرات الكاربون 3 - فوسفو حامض الكليسريك Phosphoglyceric acid-3 (PGA).

والنباتات التي تحدث فيها هذه المسارات تسمى نباتات C، أنزيم Rubisco هو مفتاح لدورة كالفن. أما نباتات C4 (دورة هاتش وسلاك فيكون المركب الأول بعد إدخال CO_2 هو مركب عضوي رباعي الكاربون Oxaloacetic acid. وتختلف نباتات C3 عن C4 عدد من الخصائص التشريحية و الفسيولوجية والكيموحيوية، نباتات C4 هي نباتات استوائية وشبه استوائية ومعتدلة وهي تمتاز بكفاءة عالية في تثبيت CO_2 خصوصاً عندما يتعرض النبات لظروف الشد مثل الملوحة والجفاف ودرجات

الحرارة العالية. ويعد أنزيم Pepco المفتاح للدورة الرباعية الكاربون. يوجد في نباتات C4 نوعين من الأنسجة البنائية هما النسيج المتوسط Mesophyll وغمد الحزمة الوعائية Bundle Shcath. وتعود الكفاءة العالية لنباتات C بنسبة كبيرة الى قلة أو غياب التنفس الضوئي (وهو التنفس بوجود الضوء وحرق نسبة من السكر المنتج بعملية البناء الضوئي قد تصل الى نسبة 25% والتنفس الضوئي غير وارد الحصول في النباتات رباعية الكاربون C4 لعدم وجود أي نوع من الألفة بين O2 وأنزيم Pepco لاتوجد عائلة نباتية تستعمل دورة C4 فقط، إذ لابد من وجود دورة C معها.

ملاحظات:

الكلوروفيلات هي صبغات خضراء موجودة موجودة في النباتات والطحالب والبكتيريا, ويمكن تميز 9 أنواع منها على الأقل هي كلوروفيل D,C,B,A, وكلوروفيلات بكتيرية B,A وكلوروفيل كلوروبيام 660,650.

يتكون جزيئ كلوروفيل A من البورفرين Porphyrin وسلسلة فايتول Phytol Chain.

- تختلف أنواع الكلوروفيلات المعروفة في الطحالب والنباتات وكما يلي:

كلوروفيل A به مجموعة مثيل CH . - عند كربون 3.

كلوروفيل B به مجموعة الديهايد CHO عند كربون 3.

كلوروفيل C يشبه كلوروفيل A عدا أن كلوروفيل C ليس له سلسلة فايتول. كلوروفيل D يشبه كلوروفيل A عدا أن كلوروفيل D به مجموعة CHO - O – بدلا من CH = CH عند كربون 2.

. لون كلوروفيل A أخضر مزرق وكلوروفيل B أخضر مصفر .

سلسلة الفايتول تجعل الكلوروفيل غير ذائب في الماء، إذ أن سلسلة الفايتول تثبت جزيئة الكلوروفيل بالجزء الكاره للماء لمحيط الغشاء ويشكل إرتباطات غير تساهمية Non-Covalent Associations مع البروتينات الكارهة للماء.

الأوكسجين الناتج من عملية البناء الضوئي هو ناتج من التحلل الضوئي للماء وليس من CO2. أن التفاعلات المعتمدة على الضوء تتطلب مساهمة نظامين ضوئين يطلق عليهما النظام الضوئي

الأول Photosystem I (PSI) والنظام الضوئي الثاني Photosystem II (PS II). . جزيئات الصبغات في المجسات اللاقطة عبارة عن جزيئات الكلوروفيل وأشباه الكاروتين. . تعد صبغة الكلوروفيل A ذات خصوصية وذلك لأنها مركز تفاعلات الضوء. التنفس الخلوي (في المايتوكوندريا) هو عكس ما يحصل في البلاستيدات الخضراء بعملية البناء

الضوئي.

العوامل المؤثرة في عملية البناء الضوئي

أولا - العوامل الخارجية External Factors

1 - تركيز CO2

CO2 Concentration

تركيز CO2 في الجو ضئيل حوالي 0.03 % حجما وهي كمية ثابتة تقريبا لكنها توفر الكمية المطلوبة

للطحالب والنباتات لعملية البناء الضوئي.

2 - درجة الحرارة Temperature

تؤثر درجة الحرارة كثيرا في عملية البناء الضوئي بالرغم من أنها نشطة في مدى يتراوح بين 0 – أقل

من 60 م. 3 - الضوء Light

هناك مجموعة العوامل الضوئية المؤثرة في عملية البناء الضوئي وهذه تشمل الضوء المنعكس Reflected والممتص Absorbed والنافذ Transmitted فضلا عن شدة ونوعية الضوء وفترة الإضاءة المتاحة والتأثير المدمر للضوء.

- الماء والعناصر الغذائية Nutrient elements & Water بالرغم من أن عملية البناء الضوئي لاتحتاج إلى كمية كبيرة من الماء بالمقارنة مع تلك الكميات المطلوبة لإستمرار الحياة والفعاليات الحيوية الأخرى فأن العجز في الماء إنما يؤثر في مجمل النظام الحي وبالتالي يؤثر في البناء الضوئي بصورة غير مباشرة.

5 - الأوكسجين Oxygen هناك عدد من الأسباب حول التأثير السلبي للأوكسجين على عملية البناء الضوئي أهمها: أ - الأوكسجين ضروري لعملية التنفس وهذه تتنافس مع عملية البناء الضوئي على بعض المركبات

الوسطية المهمة المشتركة للعمليتين.

ب – قد يتنافس الأوكسجين مع CO2 على الهيدروجين وبالتالي يختزل الأوكسجين بدلا من CO2. ت – قد يحصل تنافس بين الأوكسجين و CO2 على المواقع الفعالة لأنزيم Rubisco؛ إذ يكون هذا

التنافس لصالح الأوكسجين.

6 - الملوثات Pollutants

تنتشر الملوثات بدرجة كبيرة في المناطق الصناعية والتي تؤثر كثيرا في أيض النبات وخاصة في

عملية البناء الضوئي.

ثانيا - العوامل الداخلية Internal Factors

1 - الكلوروفيل Chlorophyll

هو

أحد العوامل الرئيسة في إنجاز عملية البناء الضوئي.

2 - تراكم نواتج عملية البناء الضوئي

Accumulation of the Products of Photosynthesis

أن تراكم نواتج عملية البناء الضوئي بدرجة كبيرة يكون مصاحبا بهبوط في سرعة هذه العملية وزيادة في

5-2 الأسئلة البعدية:

- اشرح بالتفصيل الفرق بين تفاعلات الضوء والظلام؟
- وضح العوامل المؤثرة في عملية فتح وغلق الثغور؟

- وضح الية فقد غاز ثاني أوكسيد الكاربون من النبات؟
- بين خطوات امتصاص الماء من محلول التربة الى اعلى النبات؟
- قارن بين تفاعلات الضوء والظلام من حيث المادة المطروحة من النبات؟

الفصل الثالث

النقل اللحائي

3-1 الأهداف السلوكية:

- فهم أهمية النقل اللحائي في النبات.
- التعرف على أبرز المشاكل التي تواجه النبات في عملية الامتصاص.
- إدراك خطوات امتصاص الماء والعناصر الغذائية من محلول التربة.
- إمكانية اختيار افضل الترب التي ينشط فيها النقل اللحائي.

3-2 المهارات الناعمة المستهدفة:

- القدرة على التحليل والتفكير النقدي في الية النقل اللحائي.
- معرفة العوامل المؤثرة على نظرية الشد والتماسك.
- العوامل المؤثرة في عملية النتح.

3-3 طرق القياس

- اختبارات تحريرية لقياس مستوى فهم الطلاب للموضوع.
- تكليفات بحثية لتقييم قدرات الطلاب على جمع المعلومات وتحليلها.
- دراسات حالة لتقييم قدرات الطلاب على حل المشكلات المتعلقة بأعضاء النبات.

3-4 الأسئلة القبلية

- ما مدى أهمية مساحة الورقة وقابلية فقدها للماء؟
- معرفة عملية البناء الضوئي بكافة تفاصيلها؟
- ما الخطوات الرئيسية للقيام بعملية البناء الضوئي؟

النقل اللحائي

المعلوم أن معظم الماء والأيونات اللاعضوية تنتقل بواسطة عناصر الخشب اوعية خشبية وقصيبات) من الجذر حتى الورقة. وهناك نظام اخر يتولى مهمة نقل الذائبات العضوية المصنعة بالاوراق الى اجزاء النبات الاخرى وهي عناصر اللحاء [الأنابيب الغربالية (المنخلية) والخلايا المرافقة] ويمكن وصف النقل اللحائي بأنه حركة نواتج التمثيل الضوئي من المصدر (الأوراق) الى المصب(مناطق النمو والخزن مثل الثمار)، فضلاً عن إعادة توزيع الماء والمركبات المختلفة خلال جسم النبات.

الادلة على دور اللحاء في نقل الذائبات 1- النضح من الشقوق في القلف

عند عمل شق في قلف شجرة نفظية يلاحظ نضح سائل يحوي سكريات بتركيز عالي. وعند اجراء فحص دقيق يتبين ان هذا النضح ناتج من الانابيب الغربالية.

2 - تجارب التحليق

التحليق هو ازالة جزء من قلف (اللحاء) الاشجار بشكل حلقة كاملة وهذا يعني ايقاف الحركة السفلية للذائبات العضوية ومما يؤدي الى تراكم الذائبات وانتفاخ النسيج في اعلى الحلقة . 3- تجارب النظائر المشعة

اجريت العديد من التجارب باستعمال الكربون المشع (C14) أو الهيدروجين الثقيل Tritium(H3) لدراسة حركة المتمثلات المنتجة بعملية البناء الضوئي. وجاءت لتؤكد ما ذهب اليه الباحثين منذُ وقت مبكر بأن اللحاء هو الذي يقوم بعملية نقل الذائبات.

طبيعة المواد المنقولة في اللحاء

يعد الماء من اكثر المواد المنقولة باللحاء فضلا عن الذائبات التي تتكون من المواد السكرية والاحماض الامينية والعضوية والبروتينات وبعض المعادن ودلت نتائج التجارب ان الكاربوهيدرات المنقولة تكون دائما بشكل سكريات غير مختزلة ذلك لانها اقل فعالية من السكريات المختزلة ويعد السكروز او المركبات الكربوهيراتية الحاوية على السكروز هي المركبات الأكثر نقلا في اللحاء ومن امثلة تلك المركبات رافينوز Raffinose واستاكيوز Stachyose وفير باسكوس Verbascose . ويمكن ملاحظة المانيتول والسرييتول اما المركبات النتروجينية فهي مركبات عضوية بشكل احماض امينية مثل

الكلوتاميك والسبارتك والاميدات مثل الكلوتامين والسبارجين . وجد ان سرعة حركة المواد المنقولة في اللحاء هي مابين 300 الى 1500 ملم بالساعة اما الكمية فقد وجد انها تعادل تقريبا 0.164 غم بالساعة .

تحميل وتفريغ اللحاء

ان عملية تحميل وتفريغ اللحاء من اهم العمليات الخاصة بتنظيم نقل وتوزيع المتمثلات بين المصبات Sinks المتنافسة وبالتالي تؤدي دور كبير في انتاجية النبات. ويمكن وصف عملية التحميل بأنها ايصال المواد المصنعة في النسيج الذي يقوم بعملية البناء الضوئي (Source) الى اللحاء الغربالي اما عملية التفريغ فهي ايصال تلك المواد من العناصر الغربالية الى اماكن الخزن (المصبات). هناك ثلاث خطوات رئيسة لعملية التحميل هي :-

أ- تتحرك السكريات الثلاثية المفسفرة من البلاستيدة الخضراء الى السايتوسول اذ تجري سلسلة من تفاعلات كيموحيوية تنتهي بتكوين السكروز .

ب- يتحرك السكروز من خلايا النسيج المتوسط الى منطقة قريبة من العناصر الغربالية في العروق الصغيرة للورقية ويكون هذا المسار لمسافة خليتين او ثلاث خلايا ويدعى النقل للمسافات القصيرة .

ج - نقل السكر بألية نشطة إلى عناصر اللحاء تتم بنقل الذائبات خلال النظام الوعائي وصولا للمصبات وتسمى عملية النقل للمسافات الطويلة .

ان عملية تحميل اللحاء تحتاج طاقة حيوية وهي تجري ضد التدرج في الجهد الكيميائي ومن الادلة على ذلك ان استعمال مثبطات عملية التنفس التي تنقص تركيز ATP تثبط عملية تحميل السكروز المعامل للنبات خارجيا.

ومن جانب اخر فان عملية تفريغ اللحاء هي اخراج السكريات) وغيرها من الذائبات) المنقولة في عناصر اللحاء الغربالية الى انسجة المصبات والتي قد تكون اماكن خزن لتلك المركبات مثل الجذور النامية او الدرنات او التراكيب التكاثرية، قد تكون عملية التفريغ من خلال نظام السايتوبلازم او نظام الجدر الخلوية وتقوم المركبات الحاملة بتسهيل مرور السكروز اذا كان ذلك عن طريق الاغشية البلازمية ومن جانب آخر فان مرور السكريات عن طريق الخيوط البلازمية يكون بألية غير نشطة (سلبية)حيث ينتقل السكروز من منطقة التركيز العالي الى منطقة التركيز المنخفض في خلايا المصب وفي الحالات كلها فان عملية التنفس التي توفر ATP لتحويل السكروز الى مركبات

اخرى مهمة في عملية النمو. الطاقة الحيوية المطلوبة بشكل مباشر للمصبات النامية لاغراض التنفس وتفاعلات البناء الحيوي وبشكل غير مباشر لامتصاص المغذيات

اليات النقل

اجريت دراسات متعددة حول اليات النقل اللحائي من الثلاثينات وحتى منتصف السبعينيات من القرن العشرين وحاليان فان النظرية الوحيدة المقبولة هي نظرية الانسياب الضغطي (نظرية مونخ)

Pressure-flow hypothesis والتي تفسر معظم النتائج المتعلقة بموضوع النقل اللحائي وهناك مجموعة من اليات تفسر حركة الذائبات داخل عناصر اللحاء أو عبر جدر تلك العناصر. ويمكن تصنيف النظريات على انها نشطة active وغير نشطة passive لكن الطاقة مطلوبة لغرض تحميل اللحاء من المصادر Sources . وتفترض النظريات النشطه بانه هنالك صرف طاقة يكون مطلوب لتوجيه عملية النقل في العناصر الغربالية في حين في النظريات السلبية فان الطاقة مطلوبة فقط لغرض الحفاظ على السلامه الوظيفية للعناصر الغربالية فحسب وليس لتوجيه عملية النقل.

اليات النقل قصيرة المدى

1- نظريات التيار السايتوبلازمي :- اقترحت هذه النظرية لأول مرة عام 1885 وتنص على ان الذائبات تحمل من مكان لأخر بواسطة التيار السايتوبلازمي مع النقل عبر الصفيحة الغربالية بألية الانتشار ويمكن ان يحدث النقل الى اعلى او اسفل حسب الحاجة وبالتالي فان هذه النظرية تستطيع تفسير النقل المزدوج. وفي السنوات الاخيرة وجهت لهذه النظرية انتقادات اهمها هي ان حركة الذائبات بهذه الطريقة تحتاج الى سايتوبلازم نشط ايضيا، في حين أن الأنابيب الغربالية المكتملة النمو غير فعالة لدرجة كبيرة لانها تفتقر للنواة.

2-نظرية التيار عبر الخلايا:- تعد هذه النظرية تحوير للنظرية الاولى، لوحظ وجود أشرطة عابرة للخلايا في الأنابيب الغربالية، وويمكن وصف التيار عبر الخلايا بأنه حركة دقائق أو مكونات سائلة للسايتوبلازم خلال صف طولي من خلايا مرتبة طولياً. وقد افترض أن تلك الأشرطة هي انيبات بروتينية الخصائص لإضفاء تمدد وتقلص ايقاعي على حركة الأشرطة تفسر هذه النظرية النقل المزدوج وذلك لأن الأشرطة المختلفة ضمن الانبوب الغربالي الواحد بإمكانها ان تنقل السكريات

بإتجاهات متعاكسة في أن واحد. الإنتقادات الموجهه لهذه النظرية هي كيفية تحول الطاقة الحيوية الى قوة فيزيائية ضمن الانبوب الغربالي. كما أن الأنابيب غير واضحة الخصائص فيما إذا كانت صلدة أو انبوبية باستعمال تجارب النظائر المشعة تأكد وجود نقل مزدوج في الأنابيب الغربالية لكن لم يتأكد وجود النقل في الإتجاهين في الإنبوب الغربالي

نفسه

3- النظرية الكهرواز موزية - تفترض هذه النظرية أن ايونات البوتاسيوم تمر خلال الفتحات الغربالية بالكهروأز موزية وان جزيئات السكر الملتصقة بقوة مع ايونات البوتاسيوم تمر سوية، وبالاستفادة من ATP فان الأنابيب الغربالية تنقل ايونات البوتاسيوم وعليه فإن كل صفيحة غربالية تمثل محطة ضخ كهروأزموزية تدعم الانسياب الكتلي لمحلول السكر على طول الانبوب الغربالي. الانتقادات الموجهه لهذه النظرية هي انها تفتقر للادلة التجريبية وان الهجرة المستمرة للبوتاسيوم عبر الصفائح الغربالية غير مقبولة إذ تكون الطاقة المطلوبة لتحريك البوتاسيوم كبيرة. فضلاً عن أنها لا تفسر النقل في الاتجاهين.

4- الإنتشار والضخ المنشط - لاحظ علماء فسيولوجيا النبات في الثلاثينيات من القرن العشرين ان معدل النقل يتباين مع تدرج تركيز السكروز في اللحاء اذ لوحظ ان توزيع السكروز المشع وعلى طول الساق بعد مدة قصيرة من تجهيزه للنبات يمثل دالة لوغارتمية للمسافة عن مصدر التجهيز وحركة السكروز هنا ناتجة عن الانتشار لا الضخ او اليات الانسياب او التدفق الكتلي وقد اكد العلماء بأن هناك خاصية غير محددة للبروتوبلازم تقلل مقاومة الانتشار ولها دور في تنشيط عملية الانتشار.

لم تقبل أي من هذه الفرضيات بشكل عام وذلك لعدم وجود مايبرهن صحتها.

الية النقل بعيد المدى

لاقت نظرية الانسياب الضغطي التي اقترحها مونخ عام 1930 والتي تنص على ان تدفق المحلول العناصر الغربالية يكون موجها بواسطة تدرج الضغط المتولد از موزيا بين المصدر والمصب وينشأ تدرج الضغط نتيجة لتحميل اللحاء في المصدر وتفريغه في المصب، وهذا يعني ان طاقة تحميل اللحاء تولد جهد از موزي منخفض في العناصر الغربالية لنسيج المصدر والتي تؤدي الى هبوط حاد في قيمة الجهد المائي ، واستجابة للتدرج في الجهد المائي فأن الماء يدخل عناصر اللحاء ليزيد من جهد الضغط وعند نهاية العنصر اللحائي لمسار النقل فان تفريغ اللحاء يقود الى تقليل الجهد الازموزي عند نسيج المصب وبزيادة قيمة الجهد المائي في عناصر اللحاء قياسا مع عناصر الخشب

فأن الماء ينتقل من اللحاء استجابة للتدرج في الجهد المائي مؤديا الى نقص في جهد الضغط لعناصر الانبوب الغربالي في المصب . الدعم لهذه النظرية :-

1- ثقوب الصفائح الغربالية هي قنوات مفتوحة وتصل بين عناصر اللحاء الغربالي.

2 - النقل المزدوج غير موجود ضمن العنصر اللحائي الواحد ، لكنه لوحظ في الحزم المختلفة .

3- دلت الدراسات على وجود تدرج في جهد الضغط بين خلايا المصدر وخلايا المصب وقدرت بعض الدراسات الفرق في جهد الضغط بحوالي 0.41 ميكاباسكال وهو كافٍ لتحريك العصارة اللحائية بين

المصدر والمصب

الانتقادات لهذه النظرية

1- اكدت هذه النظرية على ان النقل يكون وفق الية غير نشطة أي بعملية فيزيائية الا ان نتائج الابحاث باستعمال درجات الحرارة المنخفضة أو المثبطات الايضية اكدت تثبيط عملية النقل تحت تلك الظروف مما يدل على انها نشطة.

6

2 - وجد ان السكر يمكنه ان ينتشر ضد تدرج الجهد الأزموزي في خلايا النسيج المتوسط والانابيب الغربالية وقد افترض ان ATP يعجل معدل عملية النقل من خلايا النسيج المتوسط الى خلايا اللحاء.

3- هناك من يعتقد بان فتحات الصفائح الغربالية تبقى مسدودة بالبروتوبلازم الكثيف الذي يعمل حاجزا ضد التدفق الكتلي.

4- لابد من وجود ضغط انتفاخي كبير للسيطرة على مقاومة الجدر العرضية والخيوط البلازمية وهذا غير موجود فعليا.

5- لاتوجد ادلة واضحة على وجود مضخة في النباتات تشكل تدرج في الجهد الضغط بين الانبوب الغربالي وخلايا النسيج المتوسط. وقد ذكر بعض الباحثين ان تركيز السكروز في الانبوب الغربالي هو اعلى بـ 23 مرة من مما في خلايا النسيج المتوسط للورقة وهذا يضعف نظرية مونخ بوصفها الية لتفسير عملية النقل اللحائي. ومع ذلك فليس لهذه النظرية بديل في الوقت الحاضر لتفسير آلية النقل بعيد المدى.

المحاضرات النظرية

المحاضرة السادسة : الإنزيمات Enzymes

ان التفاعلات الكيميائية التي تجري داخل الخلايا الحية والتي تشمل عمليات البناء(مثل بناء السكريات والنشأ والسليلوز والبروتينات والمواد الدهنية وغيرها وكذلك عمليات تحلل تلك المواد، لا يمكن لها أن تحدث بدرجات الحرارة الاعتيادية لولا وجود مواد عضوية خاصة يصنعها البروتوبلازم، تسمى الإنزيمات Enzymes هي جزيئات بروتينية تعجل التفاعلات الكيميائية وترتبط مع مواد التفاعل لكنها تخرج من التفاعل دون تغيير خصائصها الفيزيائية والكيميائية.

طاقة التنشيط المعلوم أن الجزيئات غالباً لاتتفاعل مع بعضها البعض إلا أن تُنشط بطريقة ما، يمكن تنشيط الجزيئات في المختبر بالتسخين مثلاً وهذا يعني زيادة عدد التصادمات بين الجزيئات، وهذه الطاقة الواجب اضافتها للجزيئات حتى تبدأ بالتفاعل تسمى طاقة التنشيط مثلاً التحلل المائي لبروتين الكازين يحتاج الى طاقة 20600 كيلو سعرة لكل جزيء غرامي، لكن بوجود الانزيم فان طاقة التنشيط تهبط الى 12600 كيلو سعرة لكل جزيء غرامي. ويتم خفض طاقة التنشيط بواسطة الإنزيم بتكوين معقد (الإنزيم-مادة التفاعل).

الإنزيم+مادة التفاعل الإنزيم مادة التفاعل النواتج + الإنزيم

يرتبط جزء بسيط من الإنزيم مع مادة التفاعل بموقع يسمى الموقع الفعال Active site وهذا الارتباط يشبه علاقة القفل والمفتاح وهو ما يحدد تخصص الانزيم بالعمل يتوقع أن تخفيض طاقة التنشيط يكون عن طريق تكوين معقد الانزيم مادة التفاعل الذي يشد روابط مادة التفاعل، وبعد اتمام التفاعل فأن النواتج تتحرر ويعود الموقع الفعال لوضعة الطبيعي، وهذا يمكن الخلية من استعمال الانزيم في التفاعلات القادمة ولذلك تحتاج الخلية الى كميات قليلة من الانزيمات لإنجاز التفاعلات.

خصائص الإنزيمات

تختلف الإنزيمات في عدد من الصفات عن العوامل المساعدة غير العضوية منها:-

1 - تعمل الانزيمات بسرعة عالية في الظروف العادية قياسا مع العوامل المساعدة غير العضوية مثلا تتحلل البروتينات مائيا بوجود العوامل المساعدة غير العضوية كالاحماض والقواعد القوية عند درجة حرارة 100° س وتحتاج لعدة ساعات في حين تتم هذه العملية بوجود الانزيمات في عدة دقائق وبدرجات الحرارة الاعتيادية كذلك الحال في التحلل المائي للنشا كذلك فان ايونات الحديد ضمن تركيب

انزيم الكاتليز Catalase تعمل على الاسراع في تفكك H2O2 بسرعة كبيرة قياسا بالحديد لمفرده.

2- الانزيمات ذات طبيعة بروتينية وهي بذلك تختلف عن العوامل المساعدة غير العضوية وعدم الثبات الحراري واعتماد نشاطها على تركز ايونات الهيدروجين pH ووجود المنشطات او المثبطات وغيرها

3- تعجل الانزيمات التفاعلات العكسية او غير العكسية حتى الوصول الى حالة الاتزان وفي عدم وجود الانزيم فان التفاعلات تحدث ببطئ شديد للوصول الى الاتزان . اما العوامل المساعدة غير الانزيمية فانها غير معنية بحالة الاتزان بل تسرع في اتمام التفاعلات التي تحفزها .

4- التخصص تتميز الانزيمات بتخصص عالي جدا بتأثير في التفاعلات الكيمائية وهذا لا يلاحظ في حالة العوامل المساعدة غير الانزيمية اذ يقوم كل انزيم بتعجيل تفاعل كيميائي واحد او لمجموعة من التفاعلات من نوع واحد وهو من الصفات البارزة للانزيمات ويمكن تفسيره على اساس تطابق التركيب الفراغي للمادة المتفاعلة والمراكز الفعالة وهناك عدة انواع من التخصص:-

أ- تخصص مطلق الانزيمات ذات التخصص المطلق تنشط تفاعل خاص مثلا انزيم المالتيز Maltase يساعد على تحلل رابطة الفا كلكوساید a-glucoside وليس بيتا كلكوساید B- glucoside .كلك يعمل انزيم اليوريز reases على تحل اليوريا Urea وليس المركبات الشبيهة بها مثل الاثيويوريا والمثيل يوريا والبيوريت .

ب- التخصص الكيموفراغي تبدي الانزيمات درجة عالية من التخصص حول توزيع الذرات في مادة التفاعل مثلا انزيم Lactic dehydrogenase الذي يعمل على تحلل L-lactic acid وليس صورة D-Lactic acid

ج- تخصص مجموعة :- هذه الانزيمات تسرع التفاعلات الجزيئات المواد التي لها المجموعة نفسها مثلا انزيم الببسين (من انزيمات Peptidases) الذي يعمل على تحلل رابطة الببتيد المجاورة لكل الاحماض الامينية الحلقية وكذلك المجاورة للحامض الاميني الليوسين وانزيم التربسين الذي يحلل الرابطة المجاورة للحامضين الامينين ارجنين واللايسين وغيرها.

د تخصص رابطة: تعد هذه المجموعة من الانزيمات الاقل تخصصا اذ انها تؤثر في رابطة كيميائية معينة بغض النظر عن نوع المركبات الحاوية على هذه الرابطة مثلا انزيم اللاييز Lipase يحلل رابطة الاستر مهما كان نوع الكحول والحامض الدهني المكون لهذه الرابطة .

الطبيعة الكيميائية للانزيمات

الانزيمات مواد بروتينية قابلة للذوبان في الماء وفي المحاليل المخففة الملحية والكحولية وهي تترسب من محاليلها المائية باضافة الاملاح او حامض البكريك والفوسفوتينجستك ويمكن تقسيمها الى نوعين: 1 - البروتينات البسيطة مثل انزيم الاميليز الذي يحلل النشا وهذه تتالف من احماض امينية فقط. 2- البروتينات المقترنه وهي تكون مرتبطة مع مركبات غير بروتينية ويتكون تركيب هذه الانزيمات

من :-

- الجزء البروتيني ويسمى الانزيم المجرد.

- الجزء غير البروتيني تحتاج انزيمات متعددة الى عوامل مساعدة غير بروتينية لتسهيل عملها وتسمى عوامل مساعدة وتكون على نوعين العامل المساعد العضوي يؤدي دورا مهما في ننشيط عمل الانزيمات وقد يكون غير وثيق الاتصال بالانزيم ويسمى المرافق الانزيمي Conzyme مثل +NAD و FAD او قد يكون وثيق الاتصال بالانزيم ويسمى المجموعة الاضافية.

وعامل مساعد لاعضوي وهو يكون بشكل مجموعة اضافية وثيقة الاتصال بالجزء البروتيني ولا يمكن فصله بسهولة عن الانزيم ووجوده أساسي لعمل الانزيم وفصل هذا الجزء عن الانزيم يوقف النشاط الانزيمي بشكل كامل مثل النحاس والحديد والمنغنيز والزنك والكالسيوم والبوتاسيوم والكوبلت .

الية عمل الانزيم

تحتاج جميع التفاعلات العادية الى طاقة تنشيط لمادة التفاعل قبل التحول الى نواتج ويكون معدل التفاعل محددا بتكوين المركب الوسطي الذي يحتاج الى طاقة تنشيط عالية لكي يتكون ويكون ذلك عن طريق امداد التفاعل بالطاقة الحرارة) وبزيادة درجة الحرارة تحصل اعداد كبيرة من مواد التفاعل على قدر كاف من طاقة التنشيط لتكوين المركب الوسطي الذي يتحول تلقائيا الى نواتج.

اما في التفاعلات الانزيمية فيرتبط الانزيم بمادة التفاعل بطريقة تؤدي الى تغيير في تركيب مادة التفاعل لتصبح في الصورة الوسطية وان هذا المعقد (الانزيم -مادة (التفاعل يحتاج الى طاقة تنشيط اقل قياسا مع طاقة التنشيط اللازمة في حالة غياب الانزيم . وعليه فان الانزيم يقوم

بخفض طاقة التنشيط اللازمة لمادة التفاعل وهذا يزيد من معدل تكوين الصورة الوسطية الامر الذي يؤدي الى زيادة نواتج

التفاعل

العوامل المؤثرة في النشاط الانزيمي

1 - تركيز الانزيم-: يزداد معدل التفاعل الانزيمي زيادة طردية بزيادة تركيز الانزيم الا في حالات شاذة

2- تركيز مادة التفاعل تزداد سر عة التفاعل الانزيمي الى درجة كبيرة بزيادة تركيز مادة التفاعل وتقل بعدها الكمية النسبية للمادة المتفاعلة مع الزمن الا ان زيادة تركيز مادة التفاعل الى درجة كبيرة يمكن ان يحدث تأثيرا مثبطا للنشاط الانزيمي وقد يكون ذلك بسبب تراكم النواتج النهائية للتفاعل وكذلك فان زيادة تركيز مادة التفاعل يؤدي الى تقليل تركيز الماء الاجهاد المائي) وهذا يقلل من الطاقة الكامنة للتفاعل الانزيمي

3 - درجة الحرارة تزداد سر عة التفاعل الانزيمي بزيادة درجة الحرارة لحدود معينة وقد وجد ان زيادة درجة الحرارة 10 درجات مئوية تزيد معدل التفاعل الانزيمي 2.5 مرة لغاية 25 ° س تسبب زيادة الحرارة زيادة في الطاقة الحركية لكل من مادة التفاعل وجزيئات الانزيم وزيادة في فرصة الاصطدام بين الانزيم وجزيئات مادة التفاعل نتيجة للحركة الكبيرة.

يبدو ان معدل التفاعل يصل الى حده الاقصى عند 45 ° س وفي هذه الدرجة تبدأ عملية تغير في التركيب الاساسي لجزيئ الانزيم وفي الحقيقة فان تغير خصائص الانزيم يبدأ من درجة 35 الى 60 °

س .

4- تركيز ايون الهيدرجين pH تتأثر سرعة النشاط والتفاعل الانزيمي بتركيز ايون الهيدروجين لوسط التفاعل ويتراوح الرقم الهيدروجيني للحصول على اقصى نشاط انزيمي بين 4.5 الى 7.5 ويسمى الرقم الذي يعطي اقصى نشاط انزيمي بالرقم الهيدروجيني المثالي علما ان هناك انزيمات يكون نشاطها الاقصى عند ارقام هيدروجينة اعلى واقل مما ذكر في اعلاه وبعض الانزيمات لا يتاثر نشاطها كثيرا بتغير pH وسط التفاعل مثل Catalase و Dehydrogenase .

5 - المنشطات والمثبطات -- المنشطات هي موا راد ثابته لا تتأثر بالحرارة ويمكن فصلها بطريقة الفصل الغشائي وبذلك يقل او يتوقف عمل الانزيم ومن امثلتها الايونات المعدنية . وهناك مركبات مثبطة ترتبط بالانزيمات بروابط تساهمية ويكون التثبيط للتفاعل غير العكسي عادة اما اذا

ارتبطت بروابط ضعيفة فان التثبيط يكون عكسيا وبعض المثبطات تشبه جزئ مادة التفاعل وتتنافس على الموقع الفعال في الانزيم مع المواد المتفاعلة ويسمى هذا النوع بالتثبيط التنافسي وهناك نوع اخر من التثبيط ترتبط في المثبطات مع جزء الانزيم البعيد عن الموقع الفعال وهذا الارتباط يغير شكل الانزيم ويسمى بالتثبيط

غير التنافسي

المحاضرات النظرية

المحاضرة الثامنة: مفاهيم فسيولوجية

النموGrowth - هو الزيادة غير العكسيه في عدد الخلايا وحجمها وبالتالي زيادة غير عكسية في حجم ووزن الكائن النبات.

التمايز (التخصص) Differentiation: - يشير الى اختلافات الخلايا أو الأنسجة أو الأعضاء النامية في خصائصها التشريحية والوظيفية فالخلية المخصبة تنمو وتنقسم باستمرار وتعطي بعض الخلايا جذر وبعضها الآخر ساق وأوراق وبراعم خضرية واخرى ثمرية وهذا يعني انسجة خشب ولحاء وغيرها. التطور Development - هو محصلة النمو والتمايز أي التغيرات التي يمر بها النبات من إنبات البذور الى اكتمال النمو والتزهير والأنتاج وانتهاءً بالشيخوخة. منحنى النمو Growth curve - ويسمى منحنى الحرف S أو Sigmoid curve وهو يمثل ثلاث مراحل من النمو البطيء ثم السريع ثم البطيء أو المفقود.

السيطرة على نمو النبات 1 Control of Plant Growth- ضمن الخلايا عن طريق عملية التعبير الجيني Gene expression أن التطور المنظم للنبات يحتاج الى تعاقب مبرمج من التنشيط الخاص بالمورثات لغرض تكوين بروتينات معينة في الوقت المناسب. 2 - السيطرة بين الخلايا وتحدث عن طريق التنظيم الهرموني للنمو والتطور طوال مدة حياة النبات. 3 - السيطرة خارج الخلايا تختص هذه السيطرة بالمؤثرات البيئية التي يمكن أن تنظم عملية النمو ومنها درجة الحرارة والضوء والجاذبية والرياح والصوت. التواقت الضوئي Photoperiodism :- هو استجابة النبات لطول النهار (علماً أن طول الليل هو المؤثر في حصول الاستجابة أن قدرة النبات في كشف طول النهار تجعل بالإمكان لحادثة ما (تفريع أو الإستطالة أو التزهير ..... أن تحدث في وقت محدد من السنة محدثة الاستجابة الفصلية Seasonal response ، ويمكن أن

تحدث الإستجابة لحادثة ما أثناء اليوم فتحدث الإستجابة اليومية Daily response . وقد قسمت النباتات حسب قدرتها على التزهير استجابة لطول النهار الى:-

---

1 - نباتات النهار القصير الزهرية Short-Day Flowering Plants (SD) :-هي النباتات التي تزداد شدة ازهارها عندما يصبح النهار أقصر من فترة حرجة معينة، ولا تزهر اذا طال النهار عن الفترة الحرجة. وتختلف الفترة الحرجة بين النباتات.

2 - نباتات النهار الطويل الزهرية Long-Day Flowering Plants (LDP) :- :-هي النباتات التي تزداد شدة ازهارها عندما يصبح النهار أطول من فترة حرجة معينة، ولا تزهر اذا

قص

النه

ار ع

ن تل

ك الفت

رة الحرج

ة.

3 - النباتات الزهرية المحايدة لطول النهار Day-Neutral Flowering Plants(DNS) :- هي النباتات التي لا يتأثر تزهيرها كثيراً بطول النهار.

الوزن الطري هو وزن النبات او الجزء النباتي وهو في الحالة الرطبة أي وزنه بعد قطعه مباشرة.

الوزن الجاف وهو وزن النبات أو الجزء النباتي بعد انتزاع الرطوبة منه بواسطة الفرن، وهو مقياس لكفاءة عملية البناء الضوئي. التمثيل الضوئي (الكاربوني) - تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية بتحليل H2O وتثبيت CO2 في مركب سكر الكلوكوز. تنفس النبات:-عملية اكسدة نواتج التمثيل الضوئي لأنتاج الطاقة التي يمكن أن تستخدم في نمو النبات وصيانته. ارتفاع النبات: يقاس من نقطة اتصال الساق بسطح الأرض الى أعلى نقطة في النبات. الانبات:- خروج الرويشة

أو الأوراق الفلقية والجذير من البذرة بعد تشربها بالماء. البزوغ - خروج الرويشة أو الأوراق الفلقية من سطح التربة.

النضج الفسيولوجي: - هو نضج الثمار بشكل كامل لكن هناك كمية كبيرة من الماء فيها. المساحة الورقيه ودليلها: - هي مجموع المساحات الخضراء التي تقوم بعملية البناء الضوئي(الأوراق). دليل المساحة الورقية هو حاصل قسمة المساحة الورقية على مساحة الأرض التي يشغلها النبات.

وتقاس بطرق متعددة منها -1 استعمال معادلات جاهزة لكل نوع نباتي وتحسب المساحة الورقية = اقصى طول للورقة × أقصى عرض × معامل التصحيح. ويختلف معامل التصحيح حسب شكل الورقة فهو للحنطة 0.79 وللذرة 0.75 وللرز 0.802 وللقطن 0.77.

2 -طريقة الأقراص الورقية - يستعمل انبوب معدني دائري معروف المساحة ويستعمل في أخذ أقراص(10-15 قرص من الورقة المراد معر رفة مساحتها وتوزن مباشرة وبذلك نحصل على مساحة معلومة و وزن معلوم ثم نوزن الأوراق للحصول على وزن اوراق كلي وهذا يعني امكانية الحصول على المساحة الكلية من النسبة والتناسب.

-بواسطة جهاز البلانميتر جهاز يقيس المساحة الورقية للنبات مباشرة وهو في الحقل وهذا الجهاز يشبه الماسح الضوئي (Scanner). توضع الورقة النباتية في المكان المخصص ثم يحرك ببطء لمسح المساحة الورقية.

4- هناك طرق أخرى مثل طبع الورقة النباتية على ورق بياني وبحساب عدد المربعات الصغيرة المظللة يمكن معرفة المساحة الورقية.

دليل المساحة الورقية= المساحة الورقية للنبات (م2) المساحة التي يشغلها النبات من الأرض(م2). هناك دليل مساحة ورقية مثالي مختلف للأنواع المختلفة من النباتات وهذا يعتمد على شكل الأوراق وعددها والزاوية التي تصنعها مع الافق وتوزيعها على الساق وارتفاع النبات. إذا قل دليل المساحة الورقية عن المثالي فهذا يعني أن هناك هدر في الطاقة الشمسية المستلمة في تلك المساحة ويقود الى هدر في الموارد الأخرى، وإذا زاد دليل المساحة الورقية عن المثالي فأنه يحدث هدر في الطاقة المصنعة في الأوراق العليا بأستهلاكها في الأوراق السفلى المظللة عن طريق التنفس.

نباتات محدودة النمو هي النباتات التي يتوقف فيها انتاج البراعم الخضرية وتنتهي مرحلة النمو الخضري عند دخول مرحلة النمو التكاثري. غير محدودة:- هي النباتات التي يستمر فيها انتاج البراعم الخضرية ومرحلة النمو الخضري عند دخول مرحلة النمو التكاثري. الإرباع

Vernalization يعني معاملة النبات بدرجات حرارة منخفضة لتعجيل التزهير في بعض النباتات.

السيادة القمية Apical dominance: - هي سيادة البرعم الرئيس أو هيمنته على البراعم الاخرى ومنعها من النمو أو التقليل منه بسبب انتاج البرعم الرئيس للأوكسين IAA. دليل الحصاد(HI) Harvest index:- هو حاصل قسمة وزن الحاصل الأقتصادي(الحبوب أو الثمار) على وزن الحاصل البايولوجي(ما موجود من النبات فوق سطح التربة). الشد Stress:- أي عامل خارجي (بيئي) يسبب تأثيرات غير ملائمة للكائن الحي وهو بذلك يشير الى الضرر الذي لحق بالنبات، وقد يكون الإجهاد حيوي بسبب عوامل حيوية مثل الأحياء المجهرية أو غيرها) أو غير حيوي مثل اجهاد الماء أو إجهاد الملوحة أو غيرها. مكونات الحاصل - هي الوحدات الأساسية التي يتألف منها الحاصل الأقتصادي.مثلاً مكونات الحاصل للشعير: = عدد السنابل نبات أوام2 × عدد الحبوب ا سنبلة × متوسط وزن الحبة

المفردة.

مكونات الحاصل للبطاطا= عدد النباتات\م2 × عدد الدرنات نبات متوسط وزن الدرنة.

مبدأ التعويض يمكن توضيحه بأن الزيادة أو النقصان في احد مكونات الحاصل يقابله نقصان أو زيادة في المكونات الاخرى فمثلاً قلة عدد حبوب السنبلة يقابله زيادة متوسط وزن الحبة أو زيادة عدد السنابلانبات وهكذا وقد يزيد مكون على حساب مكونين أومكونين على حساب مكون. قانون الغلة المتناقصة : العائد المتحقق من اضافة كل وحدة من وحدات عنصر الأنتاج يقل مع زيادة عنصر الأنتاج.

معدل النمو النسبي(RGR) - يمثل الزيادة في الوزن الجاف للنبات بالنسبة الى الوزن الجاف الكلي

عند نقطة معينة.

lnW1= اللوغاريتم الطبيعي للوزن الأول lnWz= اللوغاريتم الطبيعي للوزن الثاني

T1= الزمن الأول الذي اخذت فيه العينة.

T2= الزمن الثاني الذي اخذت فيه العينة.

lnW2-lnW1

RGR=

(t2-t1)

5-3 الأسئلة البعدية

- **اشرح أهمية تحديد أنواع النباتات من حيث احتياجه للفترة الضوئية.**
- **ناقش أبرز المعوقات التي تعمل على تقليل قابلية النبات من امتصاص العناصر الغذائية.**
- **معرفة خطوات ومراحل النمو في النبات.**

الفصل الرابع

الإنزيمات

1-4 الأهداف السلوكية:

- **توضيح مفهوم الانزيمات**
- **تحديد دور الانزيمات في النبات.**
- **معرفة خصائص كل انزيم في النبات.**
- **معرفة الطرق والإجراءات التييتم اتخاذها عند وجود نقص انزيم.**

2-4 المهارات الناعمة المستهدفة

- التفكير التحليلي والنقدي في تقييم الطاقة الإنتاجية.
- القدرة على التخطيط الاستراتيجي وتحديد الأولويات.
- مهارات حل المشكلات في التعامل مع نقص الطاقة.
- القدرة على العرض والتواصل الفعال.

3-4 طرق القياس

- اختبارات معرفية لتقييم فهم المشاركين لمفاهيم الطاقة الإنتاجية.
- تقييمات أدائية لقياس قدرة المشاركين على التخطيط الاستراتيجي.
- دراسات حالة وتمارين عملية لتقييم مهارات حل المشكلات.
- تقييمات تفاعلية لقياس مهارات العرض والتواصل.

4-4 الأسئلة القبلية

- ما هو مفهومك عن الطاقة الإنتاجية وأهميتها؟
- ما هي العناصر الرئيسية في عملية التخطيط الاستراتيجي للطاقة؟
- هل سبق لك أن تعاملت مع نقص الطاقة الإنتاجية وكيف تم التعامل معه؟

مفهوم الطاقة الانتاجية

تعددت وجهات نظر المختصين والباحثين المهتمين في إدارة الإنتاج والعمليات حول تحديد مفهوم معين للطاقة الإنتاجية.

إذ عرفت الطاقة على *أنها إنتاج الكمية القصوى الممكنة من المنتجات ضمن تشكيلة السلعية المعينة في الوحدة الزمنية المحددة*، في حين عرفها أخرون بأنها أقصى مقدار او معدل للمخرجات التي يمكن أن ينتجها مصنع ما، أو وحدة / مرفق انتاج معين خلال مدة زمنية محددة. ومرفق الانتاج قد يكون ماكنة او رجل او محطة عمل أو خط إنتاج أو مصنع أو منظمة ككل. يجب على مدير العمليات أن يوفر الطاقة اللازمة لإنتاج وتجهيز المنتجات الكافية لمقابلة الطلب المتوقع وبخلاف ذلك فان الشركة ستفقد فرصا عديدة للنمو وتحقيق الأرباح. وعلى هذا الأساس يعد تخطيط الطاقة أمرا مركزيا ومهما النجاح المنظمة في الأمد الطويل.

فإذا ما تم بناء طاقة تفوق حجم الطلب المتوقع، فان جزءا منها سيستخدم ويترك الجزء الفائض احتياطيا (Capacity Cushion) أو عاطلا مستبعدا عن النشاط والذي قد يحول إلى منتوج آخر إن أمكن ولكن بكلفة أعلى. وبالعكس عندما تكون هنالك طاقة منخفضة جدا، فان الشركة قد تعتمد عددا من البدائل والقرارات قصيرة الأمد لزيادة تلك الطاقة (سياسة او قرار استخدام العمل الإضافي مثلا) أو إن جزءا من الطلب يبقى غير مشبع، مما يعني فقدان الشركة الجزء من حصتها المتوقعة في السوق.

التخطيط الإستراتيجي للطاقة Strategic Capacity Planning

أن امتلاك طاقة فائضة أو منخفضة، سيكون مؤذيا ومكلفا للشركة. يتحدد حجم الطاقة بمقدار ما توفره الموارد المتاحة في المنظمة مثل (المصانع، المعدات، والعاملين). عليه فان التخطيط الإستراتيجي للطاقة (Strategic Capacity Planning) هو عملية تحديد أنواع وإعداد الموارد المطلوبة لتنفيذ الخطة الإستراتيجية للشركة التي تعد لمقابلة الطلب المستقبلي. وإن هدف تخطيط الطاقة هو لتحديد المستوى المناسب من طاقة الإنتاج، التي تتحدد بواسطة اختيار المزيج الملائم من المكائن والمعدات والعاملين، المطلوبة لمقابلة الطلب المستقبلي على المنتوج المنتجات. بتعبير آخر أن تخطيط الطاقة يضمن بان الطاقة المتاحة تقابل أو توازن الطلب المتنبأ به في الأمد الطويل، والأمد المتوسط، والأمد القصير. إن تخطيط الطاقة طويل الأمد يتطلب جهدا مشتركة ما بين أقسام العمليات والتسويق والمالية في الشركة. وعند اختيار إستراتيجية الطاقة يتوجب على المديرين دراسة المشاكل المهمة ذات الصلة من خلال الإجابة على عدد من الأسئلة مثل:

1. كيف يتغير سوق المنتجات الحالية، وكيف يؤثر التطور التكنولوجي الحالي والمستقبلي في العمليات؟ وما هو مقدار الدقة التي يمكن بها التنبؤ بهذه الاتجاهات؟
2. هل يمكن لموارد الإنتاج الحالية في مصانع الشركة أن تتلاءم مع المنتجات الجديدة؟ وهل يمكن أن تتكيف تلك الموارد إذا ما تغير الطلب على المنتجات الحالية؟
3. هل ينبغي بناء مصانع جديدة؟ وما هو الحجم الذي ينبغي أن يكون عليه المصنع الجديد؟ وهل ينبغي بناء مصنع كبير واحد جديد أو مصانع عديدة صغيرة؟ أين ينبغي أن تشيد في أي موقع ينبغي أن تكون)؟ هل ينبغي أن تكون لدينا مصانع كبيرة عددها قليل قرب المجهزين؟ أو مصانع كثيرة صغيرة قرب المستهلكين؟
4. هل ينبغي تحوير المصانع الحالية، أو توسيعها، أو غلقها؟ وما هي الآثار المالية لمثل هذه القرارات؟ وهل ينبغي إن يحصل ذلك؟
5. هل ينبغي أن نوسع الطاقة قبل أن يصل الطلب إلى مستوى الطاقة المراد بلوغه، أو ننتظر حتى يصبح الطلب مؤكدا؟

6. ما هو مقدار وسادة الطاقة (الطاقة الخامدة أو الاحتياط Capacity Cushion المطلوبة للتعامل مع الطلب المتغير غير المؤكد؟
7. كم هو عدد المكائن والمعدات والعاملين التي ستكون مطلوبة للعمليات في المستقبل؟

أنواع خطط الطاقة Types of Capacity Plans

إن خطط الطاقة توضع في مستويين: النوع الأول **خطط الطاقة طويلة الأمد** وتختص بالاستثمارات الرأسمالية مثل إنشاء مصانع جديدة أو توسيع المصانع القائمة، وتحويرها أو تحديثها وشراء مكائن ومعدات جديدة. تستشرف هذه الخطط سنتين من المستقبل على الأقل، على الرغم من أن تنفيذ القرارات التي تتخذ في إطارها لبناء طاقة جديدة قد يستغرق أفقا زمنية أطول من سنتين. كما أن أبطال مفعول هذه القرارات أو إلغاء أثارها أو تغييرها ليس بالأمر السهل لأنها قرارات إستراتيجية ذات تأثيرات كلفوية طويلة الأمد لما ينفق عليها من استثمارات ضخمة لذلك فأن اتخاذ مثل هذه القرارات تتطلب مشاركة الإدارة العليا ومصادقتها.

والنوع الثاني هو **خطط الطاقة قصيرة الأمد** وتركز على أجراء التسويات أو التعديلات على حجم الطاقة المتاحة بهدف تحقيق التوازن في الأمد القصير بين حجم تلك الطاقة والطلب المتوقع من خلال خيارات حجم قوة العمل، ومستويات المخزون، والعمل الإضافي، والتعاقد الفرعي مع الغير.. الخ. أذ أن عدم التوازن في الأمد القصير بين العرض والطلب يمكن أن يعالج بمدخلين بديلين:

1. مدخل أدارة الطلب ويتم بموجبه تعديل الطلب الموازنة الطاقة المتاحة ويدار من قبل إدارة التسويق.
2. مدخل إدارة الطاقة ويتم بموجبه تعديل الطاقة لموازنة الطلب ويدار من قبل إدارة العمليات.

مدخل إدارة الطلب Demand Management Approach

إن الطلب يمكن إن يعدل بعدد من الطرائق منها:

1- **تغيير السعر** ارتفاعا للمنتجات التي لا تتوفر لها طاقة كافية أو انخفاضا للمنتجات التي تتوفر لها طاقة فائضة أو احتياط. يعد تغيير السعر من أكثر هذه الطرائق وضوحا رغم المحددات التي تقيد ذلك منها عدم حرية الشركة في اختيار مقدار الزيادة في السعر بسبب أسعار المنافسين، وكذلك في تحديد مقدار التخفيض لأن السعر يجب أن يبقى بمستوى كافي لتغطية جميع التكاليف.

2- **زيادة المجهودات التسويقية** للمنتجات التي تتوفر فيها طاقة فائضة وتقليص تلك المجهودات لتلك المنتجات التي ليس لها طاقة كافية لمقابلة الطلب.

3- **استخدام نظام الحجز (Reservation) أو نظام المواعيد (Appointment System)** وتغيير فترات انتظار الحصول على المنتوج أو الخدمة للمنتجات والخدمات التي لها طاقة محدودة غير كافية لتلبية الطلب.

4- **طرائق أخرى مثل تقديم حوافز** مختلفة للزبائن مثل إعطاء نموذج مجاني للمنتوج مع الوحدة التي يتم شراؤها منه للمنتجات التي يتوفر لها طاقة فائضة، كذلك منح سماحات أو خصومات كما في تخفيض أجور المكالمات الهاتفية خارج فترة الذروة.

مدخل إدارة الطاقة Capacity Management Approach

ويتم بموجبه تعديل الطاقة الموازنة الطلب باستخدام التسويات قصيرة الأمد من خلال طرائق عديدة منها:

1- تغيير ساعات العمل بتغيير عدد ساعات العمل في اليوم، تغيير عدد وجبات العمل في اليوم، استخدام ساعات العمل الإضافي أو استخدام الوقت العاطل لزيادة ساعات العمل الكلية (زيادة الطاقة) أو تخفيضها (تخفيض الطاقة) خلال أي مدة زمنية (يوم، أسبوع، شهر.. الخ).

2- تشغيل عمال جدد أو مؤقتين بدوام كامل، استخدام التشغيل على أساس الوقت الجزئي (Part Time) لزيادة الطاقة لمقابلة فترات الذروة في الطلب. واستخدام تسريح العاملين التخفيض الطاقة.
3- إعادة جدولة برامج الصيانة الوقائية بتأجيل بعض منها أو تأجيلها إلى فترات لاحقة الزيادة الطاقة.
4- استخدام التعاقد الفرعي مع الغير.
5- إستخدام دفعات إنتاج اكبر لتقليل مرات و أوقات التهيئة والأعداد.
6- استئجار معدات ومساحات (فضاءات إضافية).

أهمية الطاقة الإنتاجية

تعد الطاقة الإنتاجية دعامة أساسية في تنفيذ استراتيجيات المنظمة وتحقيق أهدافها، إذ تحتل أهمية كبيرة في مجال الإنتاج بتمثيلها الهدف الرئيسي الذي ترتكز عليها المنظمات الإنتاجية لغرض الاستمرار في أداء المهمات التشغيلية للمنظمات، لذا يهتم مدراء العمليات بالتخطيط للطاقة الإنتاجية لعدة أسباب نذكر منها:

- تساعد عملية تحديد الطاقة الإنتاجية في تلبية احتياجات الزبائن في الوقت المناسب.
- تؤثر الطاقة على كفاءة تقدير كلفة العمليات، وعلى تكاليف صيانة التسهيل.
- الطاقة تتطلب الاستثمار، وبما أن المدراء يبحثون على عائد جيد على الاستثمار فأن تكاليف وايرادات قرار تخطيط الطاقة يجب أن تكون مقيمة بعناية.
- أن الطاقة المصممة للعملية تستعمل تسهيلات ذات الطاقة الكبيرة في الغالب كالمعدات الضخمة والمتخصصة وفائقة السرعة وعمال متخصصون، ومن ثم فان لديها عادة كلف ثابتة عالية نسبية وهي تختلف عن التسهيلات المصممة لإنتاج ذات مستويات اقل وان هيكل الكلية يختلف من دولة ذات تسهيلات تصنيع اقل تطور إلى دولة ذات تسهيلات تصنيع أكثر تطورا ويكون الإنتاج في الدولة المتطورة أكثر من الدولة ذات التطور القليل.
- تتطلب قرارات الطاقة استثمارات مالية كبيرة وأوقات طويلة للتخطيط.
- لا يؤثر مقدار الطاقة المتوفر على قابلية الشركة على خدمة الزبائن بسرعة وبسهولة.

مقاييس الطاقة Measures Of Capacity

إن الطاقة هي أقصى مقدار أو كمية من المخرجات التي يمكن أن تنتج بواسطة نظام ما خلال مدة زمنية معينة. عادة ما يعبر عن الطاقة كمعدل مثل عدد أطنان الحديد أو عدد أطنان الإسمنت التي يمكن إن تنتج كل أسبوع، أو كل شهر، أو كل سنة. إن قياس الطاقة قد يكون مباشرا أو سهلا بالنسبة للكثير من المنظمات (كتلك التي تنتج منتوجا نمطية واحدة مثلا) عندما تمثل الطاقة أقصى عدد من الوحدات أو المخرجات التي يمكن أن تنتج خلال زمن محدد. في حين يكون قياس الطاقة هنا رغم سهولته أكثر تفردا أو خصوصية في بعض المنظمات، **فمثلا:** عدد الأسرة في المستشفى التي تحدد أقصى عدد من المرضى الذين يمكن معالجتهم كل يوم، وعدد المقاعد - الأميال لكل شهر التي تحدد طاقة شركات الطيران. فيما يكون القياس أكثر صعوبة لمنظمات أخرى كتلك المنظمات التي تنتج منتجات متنوعة باستخدام الموارد نفسها، لذلك فأن عدد ساعات العمل الكلية المتاحة تستخدم كمقياس للطاقة الكلية (Overall Capacity) وذلك لصعوبة استخدام المخرجات المنتجة لقياس الطاقة وذلك يتطلب معرفة الساعات الكلية المتاحة لكل نوع من المكائن في اليوم، أو الأسبوع، أو السنة. إذ تتحدد طاقة النظام الكلية بطاقة الماكنة أو محطة العمل التي تشكل نقطة الاختناق

(Bottleneck Machine) في النظام، وهي تلك الماكنة التي لها أوطأ طاقة مقارنة بالمكائن أو محطات العمل الأخرى.

مما تقدم يظهر أنه ليس هناك مقياس واحد عام يصلح لقياس الطاقة في كل المنظمات. فقد تكون الطاقة واضحة وقياسها مباشرا وسهلا مثل عدد المقاعد في مسرح، أو عدد الغرف في فندق، أو عدد المقاعد في طائرة. ولكن في حالات أخرى تكون الطاقة أقل وضوحا وربما تحتاج إلى أجراء حسابات معينة لاستخراجها وخاصة في الخدمات، فمثلا أن طاقة مخزن لبيع الفواكه والخضر، أو مخزن لتجارة الجملة، أو أي متجر تجزئة يكون أكثر صعوبة عند القياس إذ يتطلب الأمر استخدام مقاييس بديلة لتحديد الطاقة. فعلى سبيل المثال تقاس طاقة متجر التجزئة بعدد الزبائن لكل متر مربع أو بقيمة المبيعات السنوية لكل متر مربع من مساحة المتجر. كما تكمن الصعوبة أيضا في قياس طاقة الإنتاج وحسابها بالنسبة للشركات أو المصانع التي تنتج أكثر من منتوج مما يتطلب استخدام ساعات العمل الكلية المتاحة لكل نوع من المكائن لقياس طاقة المصنع بدلا من كمية المخرجات، على العموم، يمكن أن يعبر عن الطاقة بأحد طريقتين، أما باستخدام مقاييس المخرجات، أو باستخدام مقاييس المدخلات.

1- **مقاييس المخرجات** (Output Measures): وتستخدم عادة في الشركات المركزة على المنتوج (Product - Focused Firms) التي تنتج منتوجا نمطية واحدة أو عدد صغيرة نسبيا من المنتجات / الخدمات النمطية. وتصبح هذه المقاييس اقل فائدة في حالة تنوع مزيج المنتوج، وعندما يكون هناك مقدار كبير من الايصاء (Customization) في طلب المنتوج.

2- مقاييس المدخلات (Input Measures): وتستخدم في الشركات المركزة حول العملية (Process - Focused Firms) التي يتسم إنتاجها بتنوع واختلاف المنتجات (مزيج منتوج متنوع). إذ إن الطاقة تحسب على وفق مقاييس المدخلات، والتي قد يعبر عنها بعدد الساعات الكلية المتاحة، لكل نوع من المكائن (أو الموارد الأخرى خلال افق زمني معين. في حين إن الطلب الذي يقع على المنتجات يعبر عنه بمعدل المخرجات مما يعقد استخدام مقاييس المدخلات، لذلك يتوجب على إدارة العمليات تحويل احتياجات الطلب إلى مقاييس المدخلات بما يكافئ الأساس الذي حسبت بموجبه الطاقة لكي تصبح مقارنة تلك الاحتياجات بحجم الطاقة المتاح أمرا ممكنا.

الأسئلة البعدية:

- أصبح لديك فهم واضح لمفهوم الأنزيمات؟
- هل تشعر بقدرتك على تحديد انواع الانزيمات الموجودة داخل النبات؟
- ما هي الطرق التي ستتبعها للتعامل مع نقص الانزيمات في النبات؟

الفصل الخامس

الهرمونات النباتية

5-1 الأهداف السلوكية:

- تعريف الهورمونات النباتية.
- شرح العوامل التي تؤثر على الهورمونات النباتية.
- انواع الهورمونات النباتي.
- المشاكل والمعوقات التي يواجهها النبات عند نقص الهورمونات النباتية.
- كيفية معالجة نقص الهورمونات في النبات.

5-2 المهارات الناعمة المستهدفة:

- التفكير النقدي: القدرة على تحليل انواع الهورمونات.
- حل المشكلات: القدرة على تطبيق الحلول المقدمة لغرض تقليل نقص اعراض نقصها على النبات.
- المهارات التحليلية: القدرة على تحديد نقص الهورمونات.

5-3 طرق القياس:

- اختبار قبلي لقياس معرفة المتعلمين الحالية بمفاهيم الهورمونات.
- تمارين أو دراسات حالة في الفصل لتقييم قدرة المتعلمين على تحديد نوع الهورمون ودورة في النبات.
- اختبار بعدي أو مشروع لتقييم فهم المتعلمين انواع الهورمونات ودور كل هورمون.

5-4 الأسئلة القبلية:

- ما الفرق بين دور كل هورمون في النبات؟
- ما العوامل التي يمكن أن تؤثر على الهورمونات في النبات؟
- كيف يمكنك تحديد انواع الهورمونات في النبات؟

الهرمونات النباتية

المركبات التي لها نشاط اوكسيني تستجيب لها النباتات فيسيولوجيا كاستطالة خلايا السيقان والأوراق والجدور كدلك تكشف الخلايا والأعضاء في تكوين الازهار ونمو الجنين تساقط الأوراق والازهار تكوين الازهار اللابدرية السيادة القمية

هي

منشط هو

الهرموتات مواد عضوية كيميائية تتواجد بصورة طبيعية في الانسجة النباتية منها ما ومنها ما هو مثبط كما امكن أيضا استخدام مركبات كيميائية لها نشاط مشابه للهرمونات الطبيعية ونظرا لكثرة عدد هذه المواد امكن وضع بعض التعريفات العلمية التي تحدد نشاط تلك المواد ومن هده التعريفات

1 - منظمات النبات plant regulators هي منظمات عضوية غير المغديات ويكفي كميات صغيرة

تشجع Promate او تثبط Inhibit او تحور Modify العمليات الفيسيولوجية في النبات

2- الهرمونات النباتية phytohormones هي مواد تنتجها النباتات ويكفي كميات صغيرة تنظم

العمليات الفيسيولوجية النباتية

3- منظمات النمو Growth regulators او مواد النمو وهي تتحرك خلال النبات من أماكن تخليقها الى أماكن عملها

4- هرمونات النمو growth hormons هي الهرمونات التي تنظم النمو

5- منظمات التزهير flowering regulators هي المنظمات البتي تؤثر في الازهار

•

6- هرموتات التزهير flowering hormons هي الهرمونات التي تشجع منشئات الازهار وانمائها 7- الاوكسين Auxin هي مواد لها القدرة على تنشيط استطالة الخلايا في الاتجاة الطولي زيادة غير عكسية (ليس معنى ذلك ات الطول يزداد بزيادة الاوكسين)

منظمات النمو النباتية (مواد النمو النباتية)

منظمات النمو النباتية هي . مركبات كيميائية طبيعية او مصنعة لها ور هام في عملية نمو وتميز خلايا النبات واعضائه وهناك خمسة أصناف منى هرمونات النمو النباتية أي الاوكسينات والجبريلينات والسيتوكينينات وحامض الابسيسيك وغاز الاثيلين ويمكن تمييز الواحد عن الآخر بواسطة تركيبها الكيميائي والنشاط البيولوجي ومن ناحية أخرى نجد ان بعضها من خواصها الفيسيولوجية كثيرا ما تكون متشابهة وربما يحتوي نسيج النبات على اكثر من هرمون واحد في نفس

الوقت على سبيل المثال يحتوي منشا الورقة والبدور المتكونة على الاوكسينات والجبريلينات وفي بعض النباتات أيضا حامض الابسيسيك وتعمل الاوكسينات والجبريلينات على استطالة النباتات

وتعمل الاوكسينات والجبريلينات على استطالة الساق الا انه باليات مختلفة بينما حامض الابسيسيك والاثيلين يثبطان نمو الساق وهذا يعني ان هرمونين او اكثر يمكن ان تتشابه او لاتتشابه في تاثيراتها

ويشار الى التاثير التراكمي عندما يكون تاثيرها الإجمالي هو حاصل جميع التاثيرات المنفردة وعندما لا يكون التاثير أكثر من حاصل جمع تاثيراتها المنفردة يقال عنه تعاوني او متعاون وعندما يكون تاثير هرمونين متضادا أي الواحد يخفض الاخر او يلغي تاثيره يقاتل عنهما متضادان وهكدا نجد ما نلاحظه في النهاية ان النمو والتطور لجسم النبات ماهو الا حصيلة لتاثير الهرمونات المختلفة والفيتامينات والتي ربما تكون موجودة في النبات

والفرق بين لبهرمون والفيتامين هو ان الفيتامين يتكون ويستعمل في نفس المكان دون انتقاله بينما الهرمون ينشا في مكان ويؤثر في مكان اخر لما له من قدرة على الانتقال لكن ليس كل الفيتامينات تستخدم في مكان تكونها فهناك مثلا الثايمين يتكون في الأوراق ويستعمل في الجدور

والفيتامينات ليست نشطة لوحدها ولكنها تعمل كعامل مساعد للانزيمات بينما لا احد من الهرمونات النباتية يعمل دلك

خصائص الهرمونات النباتية

تنتج من الانسجة الانشائية في النبات او اعضاء نباتية معينة

تنتقل الى بقية أجزاء النبات

تعمل معتمدة على تركيزاتها

تسبب استجابة فيسيولوجية معينة للنبات

يمكن تقسيم منظمات النمو الى مجموعتين مختلفتين بحسب الاستجابة الفيسيولوجية في النبات

هما :-

مجموعة منشطات النمو النباتية : التي تبنى في مراكز خاصة في النبات وتزيد من درجة النمو مثل الاوكسينات الجبريلينات – السيتوكينينات

مجموعة مثبطات النمو النباتية: -وهي منظمات النمو الطبيعية والصناعية التي تثبط النمو مثل حمض الابسيسيك والاثيلين

ما هو الهرمون النباتي

عبارة عن مركبات عضوية ينتجها النبات بكميات متناهية الصغر بهدف تنظيم نموه (زيادة او

نقصان واتجاها)

تنقسم الهرمونات النباتية الى خمسة مجموعات رئيسية هي الاوكسينات – الجبريلينات –

السيتوكينينات الاثيلين وحمض الابسيسيك

الاوكسينات Auxins

اشتق اسمها من الكلمة اللاتينية Auxin والتي تعني الزيادة

ظاهرة

أدت الى اكتشاف الاوكسين اول ظاهرة في نمو النبات أدت الى اكتشاف الاوكسين هي . الانتحاء الضوئي من قبل 1980 charles darwin على اغماد عشب الكناري phalaris canariensis وجاءت الأدلة التاكيدية من دراسات 1910 boysen/jensen عند قطع قمة الغمد وجد ان الغمد لم يستجب للضوء وعند قطع قطعة من الجيلاتين بينهما تم حدوث الانحناء مرة أخرى

مما يشير الى ان المادة الكيميائية الكمتكونة في القمة بامكنها ان تمر خلال المادة غير الحية الجيلاتين أوضح بدلك went/1926 في تجربة بسيطة أن قمة الغمد قد تكون بعض المواد التي تسبب النمو ادا ما قطعت القمة ووضعت على قالب الاجار نجد ان المادة سوف تنتقل وتتجمع في قالب الاجار وادا

وضعت القوالب التي تحتوي على المادة المنتشرة على جدع غمد ازيلت قمته ينتج عنه حدوث نمو وحيث ان هذه المادة المسببة للنمو هي اوكسينا وحيث انه موجود بكميات صغيرة

جدا في الغمد لدا يبدوا انه مني غير المحتمل استخلاصه بكميات كافية للتعرف عليهلا كيميائيا وقدى تم عزل ثلاثة أجزاء وهي اكسين A واكسين b والهيترواكسين بواسطة kegel وتلاميده 1934 الا انهم لم يتاكدوا من وجود اكسين A و b بينما الهيتيرواكسين هو عبارة عتا ندول حمض الخليك

وتم عزل هذا الاوكسين IAA من مزرعة فطر Rhigopus suipin ومن ناحية أخرى فان اول استخلاص لاندول حمض الخل من النباتات الراقية مثل الدرة وان بدور وجدور واوراق الدرة تحتوي على هذا الاوكسين كما ان هناك بعض المركبات مثل اندول اسيتو نيتريل واندول حامض البيروفيك بإمكانها ان تتحول الى اندول حامض الخليك

- افترض العالم ساكس وجود مركبات عضوية منظمة لنمو النبات

- أشار دارون الى ان تاثير الضوء والجادبية الأرضية في انحناء الجدور والسيقان يرجع الى تاثير منبه في القمم النامية

اكتشف العالم بال paal إزالة قمم الغمد الورقي وإعادة وضعها على القمم تسبب الانحناء مما يدل على انتقال المركبات المتكونة في القمم النامية الى الأجزاء السفلى

- فيلا ثلاثينيات القرن العشرين ثم تعريفلا وتنقية اندول حمض الخل indole 3-acetic acid IAA

- تسبب الاوكسينات تاثيرات فيسيولوجية منها استطالة الخلايا والانتحاءات والسيادة القمية وتكشف الاوعية الناقلة

تمكن Thiman في عام 1935 من عزل مواد مختلفة سميت Heteroauxin واتضح أنها تشبه الى حد كبير التركيب الكيميائي لأندول حمض الخليك Idole Acetic acid يرمز له (IAA) وهو هرمون الأوكسين .

أيض الأوكسينات - :Métabolisme auxine تشمل عمليات أيض الأوكسينات مايلي:

أ - بناء Synthese بهدم Destruction -ج- إرتباط Conjugation

أ- بناء الأوكسينات

-

يتم في معظم الأنسجة النباتية عملية بناء الأوكسينات وفقا للمسارات التالية حيث يعتبر الحامض الأميني Tryptophan كمصدر أساسي في عملية بناء، حيث أما أن يتحول أولا الى Indole pyruvic acid ثم الى Indole-3-acetaldehyde أو يتكون

أولا Tryptamine وبدوره يتحول الى Indole-3-acetaldehyde الذى أخيرا يتأكسد لينتج IAA

أماكن بناء الأوكسين : IAA

1 - الأنسجة الإنشائية القمية فى الأعضاء الهوائية مثل الأوراق الحديثة النشأة والبراعم الطرفية.

2- كمية صغيرة في القمة النامية للجذر كما في بعض الأجناس النباتية.

3- الثمار أو البذور النامية :

في كثير من البذور الكامنة تكون نسبة الأوكسين ضئيلة جدا، لكنها تزداد بسرعة أثناء الإنبات, وتفسير ذلك أن معظم الأوكسين

في البذور الكامنة يكون مرتبطا بطريقة ما تجعله غير فعال، ولكنه يتحول إلى صورته النشطة أثناء الإنبات.

هدم الأوكسينات:

هي

ليست عملية بناء الأوكسين فقط التي تتحكم في كمية الأوكسين فى الأنسجة الحية، لكن وجد أن هناك عمليات تتم في الخلايا للتحكم في كمية الأوكسين ومنها:

1- الأكسدة الضوئية Photo-oxydation

إذا ترك الأوكسين IAA معرضا للضوء فى أى محلول فإنه يتفكك الى مواد غير نشطة، وجد أن هذه العملية تزداد وتنشط بمساعدة بعض الأصباغ وتم استخلاص هذه الأصباغ من النباتات ومنها

violaxanthin riboflavin وجد أن لها القدرة على امتصاص أطياف الضوء وخاصة الطيف الأزرق،

نواتج الأكسدة الضوئية هما:

Indol aldehyde, 3-methyiene-2-oxindole

ج إرتباط الأوكسين Conjugation

توجد عمليات أخرى تؤدى الى خفض نشاط الأوكسين:

لوحظ أن هناك بعض المركبات يرتبط بها الأوكسين ولكن يكون فى هذه الحالة غير منشطا للنمو من أمثلة ذلك:

-1

- 2

Ethylether يعطي

aspartic acid يعطي

Indole ethyl acetate

Indole ethyl asp.

acid

3 - يرتبط الأوكسين مع عديد من السكريات مكونا المركبات الآتية :

IAA-myoinositol. IAA-glucose IAA-arabinose

4- وجد أيضا أنها تتكون مركبات من تفاعل الأوكسين مع البروتين.

انحناء بادرات نبات الشوفان

- وجد went مركب في القمم النامية اعلى من بقية أجزاء النبات الأخرى

اثبت العالم went انتقال الاوكسينلات من القمم النامية الى بقية أجزاء النبات عن طريق تجربة

مكعبات الاجار

- اثبت العالم went حدوث استطالة الجانب المعرض لمكعبات الاجار المشبعة بالاوكسينات عرف الاوكسين المكتشف باسم الدول حمض الخل Indole 3 acetic acid

- اطلق اسم الاوكسينات على المركبات التي تحدث نفس الاستجابة الفيسيولوجية من استطالة الخلايا

—

أنواع الاوكسينات

الاوكسينات الطبيعية - الاوكسينات التي تنتج طبيعيا في النبات مثل:

اندول حمض الخل IAA

4 كلور وحمض الخل chloro IAA4

فينيل حمض الخل PAA

اندول حمض البيوتريكIBA

أضيف ثلاثة مركبات لها نشاط مثل نشاط الاوكسينات هذه المركبات يمكن أن تتأكسد الى IAA داخل الخلية لذلك فهي تعتبر من مولدات الاوكسينات

اندول اسيتا لدهيد

اندول اسيتونيتريل

اندول ايثانول

الاوكسينات المصنعة

المركبات المصنعة التي تعطي نشاط اوكسيني مشابه لنشاط اندول حمض الخل IAA

نفتالين حمض الخل NAA

2,4 ثنائي كلوروفينوكسي حمض الخل D2.4

2 ميثايل 4 كلوروفينوكسي حمض الخل MCPA

الاوكسينات الحرة والمرتبطة

—

يوجد نوعان من الاوكسينات

1- الاوكسينات الحرة :- وهي توجد بصورة حرة في النبات وقابلة للانتشار بشكل سريع وذ

وتعطي

استجابة فيسيولوجية اسرع

يمكن استخلاصها بالمديبات العضوية مثل اندول حمض الخل - واندول اسيتالهيد واندول

حمض البيروفيك - واندول اسيتونيتريل – واندول ايثانول

2 - الاوكسينات المرتبطة وهي التي تتحرر من الانسجة النباتية عندما تتعرض للتحلل المائي او

التحلل الانزيمي وهي اقل نشاط من الاوكسينات الحرة مثال :- جلوكوسيل الاوكسين – اسكربوجين وجلوكوبرايسين

انتقال الاوكسينات

يتم نقل الاوكسينات في النبات نقلا قطبيا وهذا الانتقال يكون قمي قاعدي من القمة الخضرية

لبقية أجزاء النبات

يتم انتقال الاوكسينات عبر الخلايا البرنشيمية الملاصقة للحزم الوعائية (نسج الخشب

واللحاء)

الاوكسينات تتحرك ضد منحدر التركيز

التأثيرات الفيسيولوجية للا وكسينات

1- نمو الخلية وتميزها

•

الاوكسين يقوم بتنظيم استطالة الخلايا

-زيادة الاستجابة للاوكسين تزيد بزيادة التركيز الى غاية الوصولي الى التركيز الأمثل ثم تقل

مع التركيزات العالية

• - تركيز الاوكسين المرتفع يسبب تثبيط للنمو

قمم السيقان والأوراق الصغيرة تعتبر مراكز لبناء الاوكسينات

- تساعد الاوكسينات عملية تمايز الانسجة الوعائية كالخشب واللحاء

2 - السيادة القمية

•

السيادة القمية هي

تثبيط نمو البراعم الجانبية بواسطة القمة النامية

إزالة البرعم الطرفي تؤدي الى استحدات نمو البرعم الجانبي وتكوين الافرع

- تركيز الاوكسين الأمثل لنمو البراعم الجانبية أقل بكثير من اللازم لاستطالة السيقان

- تدفق الاوكسين من القمة بكميات كبيرة يزيد من تركيزه في البراعم الجانبية مما يؤدي الى

تثبيطه

هناك

بعض منظمات النمو التي تؤدي الى تحرر القمة النامية من السيادة القمية مثل

السيتوكينينات وحمض اغلابسيسيك

3 - الانفصال

•

الانفصال هي

عملية سقوط الأعضاء النباتية من النبات الام مثل الأوراق والثمار يحدث الانفصال نتيجة تكشف طبقة معينة تسمى بطبقة الانفصال تقع بالقرب من قاعدة العنق (نقطة اتصال العنق بالساق)

-

انفصال الاوراقوالثمار يعتمد على نسبة الاوكسينات على جانبي طبقة الانفصال

4 - استطالة الجدور وتكشفه

- خلايا الجدر حساسة للاوكسينات بشكل اكبر من خلايا الساق

- التركيزات العالية من الاوكسين التي تستخدم لاستحثات استطالة الخلايا في الساق تسبب تثبيط خلايا الجدور

- الاوكسين يحفز تكوين الأثيلين في الجدور والتي تثبط استطالة ونمو خلايا الجدور - يستخدم الأوكسين في التجدير في عملية زواعة الانسجة

5- تكوين الازهار والثمار

- الاوكسينات ليس لها دور رئيسي في تكوين الازهار

- المعاملة الخارجية بالاوكسين (الرش) ينتج عنه تثبيط تكوين الازهار معاملة الازهار بالاوكسينات تسبب في تحديد جنس الزهرة ناقصة التكوين لتكوين زهرة

مؤتثة

حبوب اللقاح تحوي كميات كبيرة من الاوكسينات

•

•

(الاثمار العدرير)

استخدام مستخلص حبوب اللقاح يحفز تكوين الثمار اللابدرية (الاثمار العدري) ثمار بدون

بدور

- يمكن ان يحدث تكوين الثمار اللابدرية في العديد من الفصائل النباتية وخاصة الموالح والفصيلة البادنجانية والقرعية .....وغيرها

بعض الوظائف الفسيولوجية للأوكسينات مختصرة:

1. تعمل الأوكسينات على زيادة معدل امتصاص الماء 2 .Water uptake. تؤدى الأوكسينات الى زيادة معدل التنفس.

3. تؤثر الأوكسينات أيضا في عملية بناء البروتين، الأحماض النووية.

4. تعمل على توجيه حركة المواد الغذائية، حيث وجد أن المناطق المحتوية على تركيزات عالية من الأوكسين IAA لها

القدرة على تجميع المواد الغذائية فيها.

5. في عمليات الانقسام الخلوى تزداد هذه العملية إذا وجد كميات من الأوكسين في الوسط.

6. فى عمليات استطالة واتساع الخلايا وخاصة وجد هذا التأثير واضحا في الأغلفة الورقية للنجيليات، حيث وجد أن معدل الزيادة في الطول واتساع الخلايا يزداد مع زيادة تركيز IAA.

7. الأوكسين يحفز تكوين الجذور العرضية والجانبية .

8- دور الأوكسين في عملية التوالد البكري parthenocarpie : حيث لوحظ في بعض الأجناس النباتية أنه في بعض الأزهار يمكن للمبيض أن يعطى ثمرة بدون عملية تلقيح، لكن هذه الثمار تكون لابذرية، وجد أن السبب في ذلك هو احتواء هذه الأزهار على كميات عالية من IAA عند استخدام IAA ورشها على الأزهار أدى ذلك بالفعل الى تكوين ثمار لابذرية، ذلك في حالة العنب البناتي والبرتقال.

اتضح

9- دور الاكسين فى الانتحاء الضوئى الموجب للأغلفة الورقية Phototropisme تفسر هذه العملية الانتحاء الضوئي الموجب - بأنه عند تعريض هذه الأجزاء النباتية لمصدر ضوئى جانبى فإن ذلك يؤدى الى أكسدة ضوئية وتكسير للأوكسين IAA وتحويله كما سبق الى نواتج غير نشيطة فى عمليات النمو، ولكن الجانب الغير معرض للضوء لايزال يحتوى على قدر كبير من IAA النشط في عمليات النمو، لذلك يزداد معدل النمو فى هذا الجانب عن الجانب المضاء ، مما يؤدى الى حدوث الإنحناء ناحية الضوء.

10- تؤثر الأوكسينات فى عملية الانتحاء الأرضى الموجب للجذر Géotropisme : الانتحاء الأرضى هو استجابة النبات النامي لمؤثر خارجي هو الجاذبية الأرضية فتنتحى الأعضاء تجاهها أو بعيدا عنها، فإذا وضع نبات نام في وضع أفقى لمدة من الزمن فإن ساقه لا تستمر موازية لسطح التربة بل تنحنى إلى أعلى بعيدا عن إتجاه الجاذبية الأرضية، ويبدأ هذا التحول فى الإتجاه في منطقة الإستطالة التى تلى القمة مباشرة ثم لا يلبث أن يمتد إلى الأجزاء المسنة من الساق، وعلى العكس، تتمثل استجابة الجذر للجاذبية الأرضية في نموه إلى أسفل في اتجاه مضاد للساق، وعلى ذلك فالسيقان والسويقات سالبة الانتحاء الأرضى، أما الجذور فموجبة الانتحاء الأرضي.

---

11 – للأوكسين دور فى ظاهرة السيادة القمية Domination apicaled:

حيث وجد في بعض النباتات حدوث نمو البرعم الطرفى تثبيط نمو البراعم الجانبية، وعند قطع البرعم الطرفي ظهر النمو للبراعم الجانبية ولكن عند إضافة IAA الى القمة المقطوعة استمرت عملية التثبيط فى نمو البراعم الجانبية، ولكن أمكن التغلب على ذلك باستخدام CK السيتوكينين، أو الجبريللين. فسر ذلك على أن IAA عند انتقاله من البرعم الطرفي لأسفل، فانه يؤدى الى إعاقة تكوين الأنسجة التوصيلية بين البراعم الجانبية والاسطوانة الوعائية مما يؤدى الى منع وصول المواد الغذائية اليها واللازمة في النمو.

عملية انتقال الأوكسين IAA في النبات:

يتم انتقال الأوكسين دائما في اتجاه قاعدى polaire basipetal في الساق، لكن في الجذر فإن الإنتقال يكون acropète » قمى": لدا فالاوكسينات في النبات تنتقل نقلا قطبيا وهدا الانتقال يكون قمي قاعدي من القمة الخضرية لبقية أجزاء النبات

خصائص هذه العملية:

1- ينتقل IAA دائما من المناطق المحتوية على تركيز عال الى الأقل تركيزا . أي انها تتحرك ضد منجدر التركيز 2- تعتمد هذه العملية على الطاقة الناتجة من عمليات الهدم.

3- أن هذه العملية ليست عملية انتشار بسيطة.

4- تعتمد هذه العملية كذلك على تركيز الأكسجين فى الأنسجة ، حيث لوحظ أنها تزداد بزيادة نسبته، تقل أو تكاد تختفى بقلة تركيز الأكسجين.

5- تقل هذه العملية بزيادة عمر النبات أو عمر الانسجة النباتية.

6 - يتم انتقال الاوكسينات عبر الخلايا البرنشيمية الملاصقة للحزم الوعائية

كما اثبتت الدراسات ان انتقال الاوكسينى يكون في اتجاه قطبي أي يتميز بالخاصية القطبية Polarity أي الانتقال من القمة المورفولوجية الى القاعدة المورفولوجية والاوكسين ينتقل غالبا في اللحاء وينتقل منه قطبيا من القمة المورفولوجية الى القاعدة المورفولوجية وهده العملية تعتمد على الطاقة ودرجة الحرارة وتتم هذه العملية ضد فروق التركيز ويمكن تقسيم ظاهرة القطبية هده طبقا لعدة نظريات وافتراضات ففي تجارب Went (1932) - Shrank (1951) - and (1960)Leopold,Hall حيث وجد انه يتحكم في ظاهرة القطبية ثلاثة عوامل رئيسية وغاية في الأهمية يتوقف عليها

الانتقال القطبي وهي :-

1- الحقل الكهربائي (المجال) انتقال الاوكسين او فرق الجهد الكهربائي

2- درجة تركيز IAA

3- نفادية الجدر الخلوية

وتوضح بعض الأمثلة التي تشرح وتفسر ظاهرة القطبية في انتقال الاوكسينات

مثال (1):- تاثير الجاذبية الأرضية) ظاهرة الانتحاء الأرضي) حيث يتولد فرق جهد كهربي بين السطح العلوي والسفلي لجسم البادرة فينتقل الاوكسين من السطح العلويلا الى السفلي

6- الاوكسينات كمبيدات عشبية (انتخابية)

. - تم اكتشاف ان مركب Dichlorophenoxy acetic acid2,4 او D2,4 والدي يستخدم

كمبيد عشبي له نشاط اوكسيني

- من المبيدات العشبية الفعالة التي تستخدم بكثرة نفتايل حمض الخل وثلاثي

كلوروفينوكسي حمض الخل MCPA والبيكلورام او التورتون

- تؤثر هده المبيدات بفعالية اكثر على دوات الفلقتين عن نباتات دوات الفلقة الواحدة أي

انها اختيارية التاثير

- البعض من هذه المبيدات ثم حظره دوليا لما له من تاثير على صحة الانسان مثل

2,4,5 لانه يحوي مادة سامة تسمى ديوكسين

. - المبيدات من نوع الأوكسينات اختيارية التاثير لانها تؤثر على الحشائش ولا تضر بالنبات

الأصلي

تاريخ الاكتشاف

الجبريلينات

- تم اكتشاف الجبريلينات في اليابان في حقول الأرز المصابة حيث لوحظه انها نمت نموا طوليا ملفتا للنظر هذه النباتات المصابة راجعة الى فطر جبريلا فوجيكاروا

Gibberella fujikuro

- وجد ان معاملة البادرات السليمة بمستخلص الفطر يسبب لاستطالة النبات ونفس اعراض الإصابة تم عزل مركب نشط من الفطريات اطلق عليه اسم جبريلين واكتشفت الأبحاث بعد دلك وجوده في النبات

تواجد مركبات الجبريلين في النبات

- تم عزل مواد مشابهة للجبريلين من نباتات تعود الى تسع فصائل منها سبعة من

مغطات البدور تم اثبات وجود الجبريلينات في كاسيات البدور وعاريات البدور والسرخسيات وكذلك الحزازيات

تم اكتشاف أكثر من 90 مركب يتبع الجبريلينات منها ما هو حر ومنها ما هو مقيد

) مرتبط (

(

. - تم اكتشاف أكثر من 25 نوع من الفطر جبريللیا

- الشائع في النباتات الراقية حوالي 80 نوع من الجبريلينات

خصائص الجبريلينات

تشتق جميع الجبريلينات من الهيكل العضوي - انت جبريلين Ent-gibrellane جميع الجبريلينات تقسم الى C20-19 درة كربون لها خاصية حمضية - يرمز للجبريلينات بالرمز GA مع إعطاء رقم مختلف بعد حرف A يوجد في جميع الجبريلينات مجموعة كربوكسيل لدلك تسمى باحماض الجبريلين - حمض الجبريليني GA3 اول مركب نشط وفعال جدا ويستعمل منذ فترة طويلة نظرا

لتوفره بكثرة تجاريا

الجبريلينات الحرة والمرتبطة

•

مع الجلوكوز –

– تتواجد كثير من الجبريلينا تبصورة حرة اكثر فعالية في تنظيم عملية النمو توجد بعض مركبات الجبريلينات المقيدة في بدور النباتات ترتبط جلوكوشسيدات الجبريلين

بناء الجبريلينات

- تبنى الجبريلينات من وحدات الخلات acetate ليتكون مركب جبرانيل

جبرانيل بيروفوسفات – الهيكل الأساسي لبناء الجبريلينات

يتم تخليق الجبريلينات في الشبكة الاندوبلازمية

نقل الجبريلينات

- تنقل الجبريلينات عبرنسج اللحاء

. - يمكن أيضا ان تنقل عبر نسيج الخشب أيضا

•

- لا يحدث التقل القطبي في الجبريلينات الا نادرا

استخلاص الجبريلينات

تستخدم المديبات العضوية في استخلاص الجبرياينات مثل تلك التي تستخدم في

استخلاص

الاوكسينات

طرق قياس الجبريلينات

•

تستخدم الاختبارات الحيوية Bioassay tests وذلك بقياس الاستجابات

الفيسيولوجية لنباتات معينة

طريقة اندوسبرم الشعير وهو مبني على قابلية الجبريلين على تنشيط وزيادة تكوين

الجزء البروتيني لانزيم الفا اميليز

تحضين البدور مع الجبريلينلا لمدة 24 ساعة فتزيد كمية السكريات ويتم عمل منحنى

قياسي لسكر الجلوكوز الدي يدل على كمية الجبريلين المنتجة بدلالة كمية سكر الجلوكوز الناتج بعد حضن البدور مع

الجبريلين

- توجد اختبارات حيوية كثيرة من أهمها اختبار كل من الدره والبسلة القزمية والسويقة

الجنينية السفلى لبادرات نبات الخس

الجبريلينات والازهار

- يعتمد الازهار على عمر النبات وعوامل بيئية منها طول فترة الإضاءة والاظلام التي

يتعرض لها النبات

.

•

• نباتات النهار الطويل تزهر اذا كانت فترة تعرضها للاضاءة أطول من الفترة الحرجة تستطيع الجبريلينات ان تعمل بدلا من متطلبات طول فترة الإضاءة لحدوث الازهار كدلك تستطيع الجبريلينات التغلب على متطلباتمرور الفترة الباردة لحدوث عملية الازهار وهو ما يعرف بعملية الارباع

تستطيع الجبريلينات تعويض كل من عملية الارباع وطول فترة الإضاءة لحدوث

الازهار

استحثات استطالة الساق الزهرية

- في النباتات دات الشكل الوردي التي تعد من النباتات دات النهار الطويل تستطيل الساق بشكل ملخحوظ ويزهر النبات

- اذا بقيت في ظروف النهار القصير فانها تظل خضرية ولا تزهر

– اذا عوملت هذه النباتات بالجبريلينات فانها تستطيل وتزهر دون الحاجة الى الفترة الضوئية او البرودة اتحقيز الازهار

استحثات تكوين الثمار اللابدرية ثمار بدون بدور مثل العنب - البرتقال – الخيار – الطماطم)

- وجد ان الجبريلينات تستحث تكوين الثمار اللابدرية في بعض النباتات مما يشابه الاوكسينات - مستخلص حبوب اللقاح لو تم رشه على الازهار تنتفخ المياسم والمبايض لتكوين الثمرة - المعاملة بالجبريلينات يؤدي الى تأخير شيخوخة أوراق وفواكه بعض نباتات الموالح - تحفز الجبريلينات تكوين الازهار المذكرة والازهار غير مكتملة التكوين عكس الاوكسينات التي توجه لتكوين ازهار مؤنثة التي لها فائدة اقتصادية

استحثات الجبريلين لنقل الغداء والعناصر المعدنية

- تبدأ النبتة في استعمال المخزون من المواد الغدائية والدهون والنشاء والبروتينات الموجودة في البدرة قبل ان تمتص الاملاح من التربة

- المركبات الكبيرة المخزونة في البدرة تتحول الى سكوز واحماض امينية واميدات - الجبريلينات قادرة على أن تحفز هذا التحول خاصة في النباتات النجياية كالقمح

- في بداية الأمر يقوم الجنين بتحرير الانزيمات المحللة من طبقة الأليرون لتهضم النشاء - انزيم الفا امايز يعد من الانزيمات الضرورية لحدوث عملية هضم

النشاء

– يقوم الجنين بافراز بعض الهرمونات من نوع الجبريلين والتي تقوم بتحرير وتحفيز خلايا طبقة الأليرون لتصنيع الانزيمات المحللة التي تقوم بهضم المواد الغذائية وتحويلها الى مواد بسيطة مثل شكل A

لاثبات دور الجبريلين في عملية انبات البدور هناك تجربة أنصاف حبوب القمح

مخطط رسم لتجربة انصاف حبوب القمح

الاستخدامات التجارية للجبريلينات

- لايزال حتى الان يعتمد على الفطر جبريلا في بناء الجبريلين GA3 بتكلفة معقولة من اجل

الاستخدام في المزارع

- تستطيل عناقيد العنب عند رش النباتات بالجبريلين بتركيز مناسب بالإضافة الى انه يصبح

اقل عرضة للإصابة الفطرية

- تستخدم خليط من GA4 - GA7 لاستحثات انتاج البدور في الصنوبر

- ترش الجبريلينات على ثمار البرتقال واوراقه لحمايتها من التشوهات - تستخدم الجبرايانات لزيادة نمو قصب السكر في هاواي

التاثيرات الفيسيولوجية للجبريلينات

•

استحثات الجبريلينات لنمو النباتات : التقزم والنباتات الوردية (الجانبية)

- للجبريلينات من بين منظمات النمو مقدرة على التاثير على النباتات المتقزمة والنباتات دات

الشكل الوردي Rosette لاحدات الاستطالة المفرطة للساق

- تسبب الجبريلينات استطالة مفرطة لطول الساق

– طفرات النباتات المتقزمة في الدرة تستجيب للجبريلين ينقصها انزيم في سلسلة بناء الجبريلين هو الجبريلين الأول اللازم لاستطالة البسلة القزمية والأرز والطماطم

GA3

- في نباتات الكرنب والانواع دات الشكل الوردي تكون السلاميات قصيرة جدا وعند معاملة هده

الأنواع بمركبات الجبريلين يلاحظ انها تزداد طولا

استحثات انبات البدور ونمو البراعم الكامنة

.

- بعض البراعم تظل كامنة في أواخر فصل الصيف او بدايات الخريف

- كثير من أنواع البدور تظل كامنة ولاتنمو حتى لو تعرضت لرطوبة كافية وحرارة مناسبة

- يمكن كسر الكمون عن طريق إطالة فترة الإضاءة او تعريض البدور المبتلة للضوء الأحمر •

.

- يمكن التغلب على جميع حالات الكمون في البدور والبراعم عن طريق الجبريلينات

- في نباتات الكرنب والانواع دات الشكل الوردي تكون السلاميات قصيرة جدا

- عند معاملة هذه الأنواع بمركبات الجبريلينات يلاحظ انها تزهر والنباتات الغير معاملة تبقى متقزمة

الاثيلين

حسب الشحات (1990) فقد أعلن العالم Gamer 1934 عن وجود غاز الايثيلين خلال مراحل النمو للنباتات الراقية و الذي تقع عليه المسؤولية في سرعة نضج الثمار وتسويتها وهي مازالت متصلة بالأشجار قبل عملية القطف

- هو غاز هيدروكربوني بسيط CH2-CH2 ويعد حاليا احد الهرمونات النباتية حيث انه له

تاثير في نضج الثمار

لايتم تخزين ثمار البرتقال مع الموز في السفن لان الغازات المنبعثة من البرتقال تؤدي الى نضج الموز قبل الأوان (الغازات هي الاثيلين (وينتج بصورة اكبر من الثمار المريضة الاثيلين تبنيه النباتات وهو

مسؤول على تعجيل النضج الاثيلين له اثار أخرى عندما حدث تسرب للغاز في المدن الألمانية التي تضاء بغاز الانارة لوحظ تساقط اوراق الاشجار واصفرارها بسبب غاز الأثيلين المستخدم في انارة الشولارع

خصائص الاثيلين

- هدا الغاز يحدث استجابة ثلاثية في بادرات البسلة تتمثل في إعاقة استطالة الساق وزيادة سمكه وحدوث النمو الافقي كما انه يعوق تمدد الأوراق ويؤخر تفتح القمة النامية

- اشارت الابحات بانه يسبب نضج الثمار وخاصة اللحمية فاعرف بهرمون النضج الدي ينتج

داخليا في النبات

- من تاثيراته:-

1- الاستجابة الثلاثية لبادرات الفول الشاحبة وهي تقليل استطالة الساق والورم الفطري (الانتفاخ للساق)

والنمو الافقي للسيقان

2- استحثات نضج الثمار وانفصال الأوراق وتكوين الجدور العرضية وانحناء الأوراق الى الأسفل وزيادة نفادية الاغشية وتسريع تكوين القمة النامية في الفول

- تثبيط نمو الجدور وتكشف البراعم الجلانبية وضعف اللون في بعضها

طرق قياس الاثيلين

- باستخدام جهاز Gaz liquid chromatography (GC) -

. - الجهاز يكون حساس جدا لقياس ابسط الكميات بحدود حتى 10 جزء / المليون

- يستطيع الجهاز سحب الاثيلين نت الانسجة النباتية بالتفريغ وتقدير كميته بدقة

بناء الاثيلين(انتاج الاثيلين)

- اعداد قليلة من البكثيريا تنتج الاثيلين ولا ينتج من الطحالب ولكن العديد من الفطريات تنتج

الاثيلين

- معاملة جدور النباتات بالاوكسين تسبب زيادة انتاج الاثيلين في الأوراق - الاثيلين ينتج بكمية كبيرة في الأوراق قبل ان تدبل وتتساقط

- في الثمار قبل نضجها يرتفع محتوى الغاز في الفراغات البينية الهوائية في الثمرة - يشتق الاثيلين من الحمض الاميني الميثايونين بواسطة انزيم ACC Synthetase - يزيد اندول حمض الخل IAA (الاوكسينات) من تكوين الاثيلين بكميات كبيرة في الفاصوليا والبسلة (زيادة تركيز الاوكسينات تعمل على وبادة انتاج الاثيلين)

التأثيرات الفيسيولوجية لغاز -الاثيلين يتكون نتيجة اجهاد النبات

1- تأثير الاثيلين على النباتات النامية في التربة المشبعة بالماء

- تظرا لتسبع التربة بالماء فان الجدور لاتحصل على الكمية الكافية من الأوكسين لنمو مركب ACC الى الاثيلين فينتج الاثيلين بكمية قليلة

وجود الماء بسبب عجز الاثيلين داخل الجدور مما يظهر اعراض التسمم بالاثيلين على

النبات

- تظهر على النباتات اعراض التسمم بالاثيلين مثل شحوب الأوراق ونقص استطالة الساق وزيادة سمك الأوراق وانحنائها للاسفل والنقص في استطالة الجدور وتكوين جدور عرضية

وزيادة الحساسية للامراض

2- انحناء الأوراق الى الأسفل

- يتجمع مركب ACC وينتقل من نسيج الخشب الى المجموعة الخضرية التي يتحول فيها ACC الى الاثيلين الدي يحدث انحناء الأوراق

- يحدث انحناء اعناق الأوراق الى الأسفل نتيجة استطالة الخلايا البرنشيمية . مع الجانب العلوي من العنق في وجود الاثيلين بينما لا يحدث على الجانب السفلي

3- استطالة السوق والجدور

- الاثيلين يعوق استطالة السوق والجدور وخاصة في نباتات دوات الفلقتين فتصبح السوق والجدر اكثر سمكا

- - تتكون القمة النامية مخترقة التربة الى اعلى فادا كانت التربة متماسكة فان القمة النامية تكون اكثر سمكا نتيجة تراكم الأثيلين الدي يزيد بناؤه مع زيادة الضغط الالي على النبات - ولان الاثيلين يتسرب ببطء من التربة المتماسكة فانه يزيد من سمك الساق والجدور المتكونة مما يزيد من قوته وقدرته على اختراق التربة

تاثير الاثيلين على نمو السويقة الجنينية الوسطى

- الاثيلين يؤثر سلبا على السويقة الجنينية الوسطى لحبوب الدرة والشعير والشوفان - غاز الاثيلين عموما يثبط عملية اغلازهار لكنه يحفزها في بعض النباتات كالاناناس حيث ترش الحقول باندول حمض الخل الدي يسبب زيادة انتاج الاثيلين فتنضج الثمار في وقت واحد تقريبا ننا يكون له مردود اقتصادي

- يعتبر ايتريل واثيوفون من المواد التجارية التي تحرر الاثيلين نتيجة تحللها في الماء وتسبب نضج الثمار نضجا منتظما حيث يتم الحصاد الالي لها

الاثيلين ونضج الثمار

اوضحث الأبحاث كيفية حفظ الثمار وتخزينها والتحكم في عملية نضجها بالاثيلين

- وجود الأوكسيجين ضروري لتاثير الايثيلين اما CO2 يثبط عمل هدا الغاز - يتم حفظ الثمار بغاز CO2(510) ومحتوى منخفظ من 02 ولدرجات حرارة منخفظة ويتم امتصاص الاثيلين المتكون من الثمار بواسطة مرشحات تحوي الفحم البرومين (يمتص غاز الاثيلين من الثمار)

- يتم التحكم في نضج الثمار انضاج الثمار صناعيا بزيادة نسبة الاثيلين و 02 في المبردات وبتقليل من تسبة CO2

-تحدث تغيرات تلازم نضج الثمار اللحمية مثل الليونة والتحلل المائي للمواد المخزونة وتغيرات في اللون والطعم وتغيرات في معدل التنفس) تتحلل المواد السكرية الى مواد ابسط وتعطي الطعمى الموجود والمميز لهذه الثمار (الثمرة الناضجة تختلفلا عن الثمرة الغير ناضجة(

- يؤثر الاثيلين في جنس الزهرة في نباتات كالقرع والبطيخ فهو يزيد من نسبة ازهار المؤنثة في نباتات ثنائية المسكن (يشبه الاوكسينات)

حمض الابسيسيك ABA

هرمون مهم جاء نتيجة سقوط الأوراق أي هو المسبب الرئيسي لسقوط الأوراق والثمار - حمض الابسيسيك ABA تم اكتشافه من خلال أبحاث العالم اديكون Adicon على تساقط ثمار القطن واطلق عليه في البداية ابسيسين 1 على احد المركبات وابسيسين|| على الاخر الذي اثبت بعد دلك انه حمض الابسيسيك

•

- خلال الأبحاث على كمون النباتات الخشبية تم اكتشاف مركب هو الدورمين ووجد انه يسبب تساقطى الأوراق والازهار والثمار ومركب اخر هو الوبين (نبات الترمس) - وكلا من الدورمين واللوبين متشابهان لحمض الابسيسيك لدلك اطلق اسم حمض

الابسيسيك على هذه المركبات

خصائص حمض الابسيسيك ABA

حمض الابسيسيك من مثبطات النمو الهامة وهو يوازي الاوكسينات والجبريلينات

والسيتوكينينات كعائل منظم للنمو

- يسبب حمض اغلابسيسيك استجابة تساعد في حماية النباتات من الاجهادات

- يساعد في تكوين اجنة عادية وتشكيل بروتينات مخزنة في البدور - يمنع نمو الكثير من البدور والبراعم قبل اكتمال نضجها

يعتبر مثبط قوي لكثير من العمليات الحيوية في النبات

توزيع حمض الابسيسيك ABA

- يوجد حمض الابسيسيك بصورة رئيسية في الأوراق للنباتات الخشبية وفي الثمار

كالقطني

يوجد في جميع نباتات مغطاة البدور

- يوجد في السرخسيات والحزازيات والطحالب وبعض الفطريات

لا يوجد في البكثيريا

بناء حمض الابسيسيك

- يحث البناء الحيوي لمركب حمض الابسيسيك بواسطة تكسير كاروتينويدات معينة في

البلاستيدات

- كما وجدت الكاروتينويدات في الجدور والثمار واجنة البدور في البلاستيدات الأولية

عديمة اللون والبلاستيدات الملونة واللازمة لتكون حمض الابسيسيك

حمض الابسيسيك الحر والمقيد

يحدث عدم نشاط لحمض الابسيسيك بطريقتين

الحالة الأولى:- يتحد مع الجلوكوز بمجموعة الكربوكسيل لتكوين جلوكوز استر ABA الحالة الثانية - حدوث اكسدة لتكوين حمض الفازيك وحمض ثنائي هيدرو الفازيك

نقل حمض اتلابسيسيك

- ينقل حمض الابسيسيك في نسج الخشب واللحاء والخلايا البرانشيمية خارج الحزم الوعائية - حركة حمض اغلابسيسيك داخل النبات تشابه حركة مركبات الجبريلينات

التاثيرات الفيسيولوجية لحمض الابسيسيك

مثبط النمو يتدخل في كمون البدور والبراعم

- تنظيم عمل الثغور

يؤدي حمض الابسيسيك دور كبير في عملية غلق الثغور مما يؤدي الى الحفاظ على كمية

الماء

يؤدي رش حمض الابسيسيك بتراكيز منخفظة جدا على النباتي أدت الى قلة النتح نتيجة غلق الثغور حمض الابسيسيكى يؤدي الى غلق الثغور باعاقة ضخ البروتون المعتمد على الطاقة في الغشاء البلاومي للخلايا الحارسة ممالا يؤدي الى تدفق البوتاسيوم والدي يسبب ارتخاء الخلايالا الحارسة

وغلق الثغور

تاثير حمض الابسيسيك في الاجهادات

- حينما تدبل أوراق النبات يزداد فيها حمض الابسيسيك بدرجة كبيرة

أيام

وجد ان حمض الابسيسيك يسبب غبق الثغور وتبقى مغلقة في الضوء او الظلام لعدة

وجد ان حمض الابسيسيك يتسبب في قفل الثغور لتقليل معدل فقد الماء في عملية النتح مما يجعل حمض الابشسيسيك هو المتحكم في الاجهاد المائي للنبات

وجد أيضا ان الثمار التي تنفصل في وقت متأخر تحوي ضعف الكمية الموجودة

في الثمار الفتية التي يتم فصلها عن اتلنبات في بداية الموسم

- كل من الايثيلين وحامض الابسيسيك يسبب احداث الشيخوخة للنبات مما ينتج عنه

انفصال العضو النباتي

- الإضافة الخارجية لحمض الابسيسيك تسرع من شيخوخة الأوراق المقطوعة فهو يحفز هدم الصفائح الوسطى للخلايا في طبقة الانفصال وينشط انزيمات الهدم مثل

السيليوليز

5-5 الأسئلة البعدية

- اشرح دور حامض الجبرلين في داخل النبات؟.
- بقوم حامض الابسسك اسد عدة ادوار في النبات عددها.
- عدد طرق قياس الاثيلين في النبات؟

الفصل السادس

حيوية وسكون البذور

1-6 الأهداف السلوكية:

- ما هو دور السكون في النبات بالنسبة للبذور وللهيكل الخارجي للنبات.
- عدد انواع السكون التي تحدث على النبات.
- ماهي المعالجات التي يتم اتخاذها للتخلص من السكون.

2-6 المهارات الناعمة المستهدفة:

- التفكير التحليلي
- حل المشكلات
- اتخاذ القرارات
- العمل الجماعي

3-6 طرق القياس:

- اختبار تحريري لقياس مستوى المعرفة والفهم
- تقييم أداء المتدربين في حل الحالات الدراسية
- استبيان لقياس مستوى رضا المتدربين عن البرنامج

4-6 الأسئلة القبلية

- ما هو مفهوم السكون؟
- ما هي الأهداف الرئيسية من اطوار السكون؟
- ما هي المتغيرات التي تحدث داخل النبات عند دخوله في طور السكون؟

يعد مفهوم حيوية البذور واسعاً ، الا ان المقصود به عموماً هو قدرة البذرة على اعطاء جذير ورويشة سواءاً تطورت البادرة ام لم تتطور. ويمكن تعريف حيوية البذور تبعاً للمفهوم التجاري والتكنولوجي على انها قدرة البذرة على الانبات وتكوين بادرة طبيعية او انها حالة البذور الصحية الجيدة ذات النشاط والقوة الطبيعية والتي عند زراعتها يكون انباتها سريع وتكون نبات جيد. ويمكن القول على البذور حية أو حيويتها ضعيفة على مقدرتها على الأنبات، و تكون حيوية البذور اعلى ما يمكن عند وقت النضج الفسيولوجي رغم ان العوامل البيئية السائدة اثناء وجودها على النبات الأم لا تسمح بانباتها، وتقل حيوية البذور تدريجياً بعد مرور مدة على النضج الفسيولوجي. ويمكن تقسيم البذور على اساس عمر البذرة بعد التخزين الى ثلاثة مجاميع هي:

1 Microbiotic seeds تعيش لغاية ثلاث سنوات في المخزن

2 Mesobiotic seeds تعيش من 3-15 سنة

3 Macrobiotic seeds تعيش من 15- 100 سنة

العوامل المؤثرة على حيوية البذور

1. عوامل بيئة النمو. ان حيوية البذور مرتبطة بـ

أ. درجة الحرارة عند نضج البذور ث. خصوبة التربة ووفرة العناصر المغذية

ب. نوعية المياه

ج.الأمراض والحشرات

ت. الأدغال والرطوبة الجوية اثناء النضج.

2. العوامل الوراثية. يقصد بها الجينات المسؤولة عن صفات نباتات الصنف الواحد والتي تؤثر في طبيعة تركيب وحيوية البذور ، درجة امتلاء البذور ، كثافتها الظاهرية والنوعية.

3 عوامل بيئة المخزن. تشمل كل من:

. الرطوبة ب. الحرارة ت. الأوكسجين ث. الضوء

إذ كلما انخفضت درجة حرارة المخزن والرطوبة النسبية في محيط البذرة والمحتوى الرطوبي في نسيج البذرة (الى حد معين كلما طالت مدة الخزن عمر (البذرة إذ يقلل ذلك من نشاط العديد من الأنزيمات

ذات التفاعلات المختلفة المرتبطة بحيوية البذور، فضلاً عن ذلك ان انخفاض درجة الحرارة تساعد في خفض نسبة التنفس وتقليل استهلاك الجنين للمواد الغذائية المخزنة، اما فيما يتعلق بالأوكسجين فان زيادته في محيط الخزن يزيد من التنفس فيزداد هدم الطاقة المخزونة مما يقلل عمر البذرة، اما بالنسبة لعلاقة الضوء بحيوية البذور فلا توجد قاعدة علمية لكل البذور ولكن ممكن ان يكون للضوء دور في تقليل المحتوى

الرطوبي للبذور.

حيوية وسكون البذور

النظريات المقدمة لتفسير تدهور البذور اثناء الخزن

ان استفاذ الغذاء المخزن بالتنفس من اول النظريات التي قدمت لتفسير تدهور البذور المخزنة، الا

ان ما يفقد من غذاء لا يكون ابداً بدرجة يمكن ان تؤثر على حيوية البذور والدليل ان معظم البذور الفاقدة الحيوية ما زالت ممتلئة بالغذاء. ومن اهم النظريات التي قدمت لتفسير تدهور حيوية البذور اثناء

تخزينها هي:

النظرية الأولى. حدوث تغيرات في المحتوى الكيميائي للبذور مثل تجلط البروتين وتحلله وتاكسد الدهون وزيادة حموضتها. النظرية الثانية. تدهور الأغشية الخلوية ومما يدل على ذلك زيادة التسرب الأيوني من البذور التي تفقد حيويتها عند تشربها بالماء ويحدث هذا التدهور في الأغشية بسبب اكسدة الأحماض الدهنية التي توجد ضمن تركيبها.

النظرية الثالثة. تحدث في البذور المخزنة الكثير من التحورات الكروموسومية، كما تكون عرضة لتراكم الطفرات فيها.

سكون البذرة Seed Dormancy

لقد حبا الله البذرة القدرة على تأخير أو تأجيل إنباتها حتى يتهيأ لها الوقت الملائم والظروف البيئية المثلى،

.

وذلك لضمان بقاء الأنواع النباتية جيلاً بعد آخر حيث انها تتكيف بطرق مختلفة لتحمل ومواجهة الظروف القاسية مثل درجات الحرارة العالية والجفاف بالنسبة للأنواع النباتية التى تتواجد بالمناطق الصحراوية ودرجات الحرارة المنخفضة خلال الشتاء وخاصةً في المناطق الباردة والمتجمدة ، حيث تكون الظروف غير ملائمة لإنبات البذور عقب نضجها أو جمعها مباشرة . ومن هذه التكيفات هو السكون ويشمل سكون البذور بالنسبة لبذور النباتات الحولية كما يشمل سكون البراعم بالنسبة للأشجار وكذلك أجزاء التكاثر الخضرية مثل الأبصال

والدرنات الساقية والجذرية.

فوائد ومضار السكون

ان من فوائد وجود طور سكون في البذور

1. حماية البذور من الظروف القاسية التي تمر بها. فمثلاً ان النباتات التي تنمو بذورها في ظروف طبيعية من درجات ففي حالة عدم وجود سكون في بذورها فأنها ستواجه شتاءاً قاسياً اذا نبتت مباشرةً وخاصةً في الظروف الرطبة جداً مما يؤدي ذلك الى انباتها ثم فشلها ، ولكن في حالة تأخير النمو لحين

انتهاء فترة السكون يساعد ذلك على انبات اكبر كمية من بذور هذه النباتات عند توفر الظروف

الملائمة.

حيوية وسكون البذور

2. منع انبات البذور وهي في الثمار سواء مازالت على نبات الأم او في فترة الخزن وقد سميت هذه الظاهرة بـ Vivipary ، حيث ان بدون هذه الظاهرة فأن بذور بعض المحاصيل مثل القرع والطماطة والبزاليا تنبت تحت بعض الظروف، وتعد هذه الصفة غير مرغوبة بالنسبة للعاملين بالبستنة، ومن

أسباب هذه الظاهرة هي:

أ. التخزين غير المبرد

ب. الثمرة تتعدى مرحلة النضج النباتي مما يؤدي الى أرتفاع حموضتها واذابه الغلاف الجيلاتيني

المحيط بالبذور.

ت. زيادة رطوبه البذور والظلام ونقص البوتاسيوم.

ث. تاثير بعض الهرمونات التي تستخدم في رش الطماطة.

ج. انخفاض الهرمون الطبيعي حامض الأبسيسيك (abscisic acid في الطماطة الناضجة.

اما بالنسبة لمضار السكون فهي: 1. عرقلة عملية فحص الأنبات المختبري لمنتجي البذور ، حيث يجب ارسال عينة للفحص قبل البيع، انهاء فترة السكون حتى يتم الفحص.

فلذلك

يجن

2. عرقلة اجراء الدراسات على الأنبات طول السنة وخاصة الدراسات التي تحتاج الى انبات بذور الهجن مباشرةً

بعد الحصاد.

انواع السكون

يعرف السكون بانها الحالة التي يفشل فيها انبات البذرة الحية عند توفر الظروف الملائمة للأنبات من رطوبة وحرارة واوكسجين. ويمكن تقسيم سكون البذور تبعاً لمسبباته الى ما يلي

اولاً: السكون الخارجي

Exogenesis dormancy

:

يعزى هذا النوع من السكون الى عدم توفر الظروف البيئية الملائمة للانبات من درجة حرارة ورطوبة

واوكسجين بالأضافة الى الضوء لبعض النباتات.

ثانياً: السكون الداخلي

Inner dormancy

تدخل البذور في هذا النوع من السكون على الرغم من توفر العوامل البيئية الملائمة للأنبات وذلك بسبب عوامل تخص البذرة نفسها وهذا النوع من السكون له اسباب عديدة يمكن تلخيصها بمايلي: 1- عدم نفاذية اغطية البذرة للماء والغازات

في هذه الحالة يكون الجنين محاط بأغطية ذات خلايا سميكة الجدران ويغطيها طبقة شمعية من الخارج غير نفاذة للماء وبواسطتها تحافظ البذور على محتوى واطىء من الرطوبة ولسنوات متعددة حتى في درجات

حيوية وسكون البذور

الحرارة المرتفعة ويمكن ملاحظة ذلك بصورة خاصة في العديد من نباتات العائلة البقولية وتعتمد صلادة او صلابة البذور على الطبيعة الوراثية للنوع او الصنف وعلى الظروف البيئية اثناء نضج البذور والظروف البيئية اثناء خزنها. كما ان جفاف البذور على درجات حرارة مرتفعة اثناء النضج يزيد من صلادته وإن حصاد البذور الغير مكتملة النضج تماما مع منع جفافها يساعد في التغلب على صلادة البذور.

2- السكون الميكانيكي يتمثل هذا النوع من السكون بوجود الأغلفة التي تمنع تمدد الجنين خلال عمليت الانبات مثل بذور الفواكه ذات النوات الحجرية وكذلك الجوز وكذلك بذور الخس التي تحتوي على اغطية لها مقاومة ميكانيكية للأنبات، إذ ان جزء من فعل الضوء في تنظيم انبات بذور الخس يعزى الى تنبيه تكوين بعض الأنزيمات مثل انزيم البكتينيز والسيليليز التي تقوم بهضم اغطية البذرة وبذلك تسمح بخروج الجذير.

3- وجود الأجنة الأثرية اوغير مكتمل نضج الجنين

وهي عبارة عن اجنة غير متكشفة وقت نضج الثمار وغالباً ما تكون صغيرة جداً ومطمورة بين الأنسجة المغذية مثل الأندوسبيرم. توجد هذه الظاهرة بكثرة في بذور العائلة الخيمية حيث تمر الأجنة بفترة نمو داخل البذرة بعد ازالتها من النبات وقد تستغرق عدة اشهر قبل ان تصبح البذور قادرة على الأنبات. او في بعض الحالات تحتوي بعض البذور عند النضج على اجنة غير مكتملة النمو حيث ان الجنين لا يشغل سوى نصف فراغ البذرة، توجد هذه الحالة في بعض النباتات مثل الجزر واللهانة والخيار والخس.

4. المواد المانعة للأنبات

توجد في ثمار وبذور بعض النباتات مواد مانعة للأنبات وقد تكون هذه المواد المانعة في عصير الثمار

كما في الطماطة او في لب الثمار ، وتضم المواد المانعة للأنبات مثل زيت الخردل او الكيومارين او حوامض عضوية مختلفة او كلوريد الصوديوم وبعض مبيدات الأدغال. تؤثر المواد المانعة للأنبات اما عن طريق تقليل دخول الماء الى البذور او انها تقلل تنفس البذور او قد تؤثر على الأنزيمات ونفاذية البروتوبلازم. 5 . السكون الفسيولوجي

وفيه تكون البذور ناضجة من الناحية المورفولوجية الا انها غير مكتملة النمو من الناحية الفسيولوجية ويتحكم في هذا النوع من السكون عدة عوامل داخلية خاصة بانسجة البذرة نفسها.

طرق كسر سكون البذور

أ. الكمر الدافي

ح. المعاملة بالحرارة المرتفعة

ب. جمع الثمار غير مكتملة النمو خالكمر البارد

ت. غسل البذور

د. تعريض البذور لدرجات حرارة متبادلة

ث. تعريض البذور للضوء

ذ.الغمر في محلول نترات البوتاسيوم

حيوية وسكون البذور

ج. إستخدام الهرمونات وبعض الكيماويات المنشطة

السكون في الأجزاء الخضرية

لا يقتصر السكون في البذور فقط وانما يتعدى على اجزاء النبات الأخرى التي تتكاثر بها المحاصيل بعد النضج مثل الأبصال والبطاطا والكورمات بالأضافة الى الرايزومات. وتدخل البراعم في الأجزاء الخضرية التي تتكاثر بها بعض محاصيل الخضر في السكون مثل ابصال البصل ودرنات البطاطا على الرغم من توفر الظروف الملائمة لأنباتها. وان السكون في هذه الأجزاء الخضرية يعزى الى اسباب وراثية وليس لظروف بيئية

غير ملائمة.

طور الراحة في درنات البطاطا

يعبر عن فترة او طور الراحة هي الفترة التي تلي الحصاد مباشرةً والتي لا تنبت خلالها درنات البطاطا

حتى تحت الظروف الملائمة للأنبات.

العوامل المؤثرة في طول فترة الراحة في درنات البطاطا

يتوقف طول فترة الراحة في درنات البطاطا على الكثير من العوامل منها:

1. الصنف. حيث تكون فترة السكون قصيرة في الأصناف المبكرة والأصناف المقاومة للجفاف. 2. الظروف الجوية السائدة قبل الحصاد. يؤدي الأرتفاع في درجة الحرارة قبل الحصاد الى تقصير فترة السكون وتؤدي زيادة الرطوبة الأرضية مع ارتفاع الدرجات الحرارية الى كسر السكون في الدرنات وهي مازالت في التربة قبل الحصاد. وليس للفترة الضوئية تأثير على طول فترة السكون.

3. درجة النضج عند الحصاد. تطول فترة السكون في الدرنات التي تحصد قبل نضجها مقارنةً بالدرنات الناضجة، لأن فترة السكون تحسب من بدأ تكون الدرنات.

4. حجم الدرنات تكون فترة السكون في الدرنات الصغيرة اكبر مقارنةً بالدرنات الكبيرة، وقد يرجع ذلك الى ان تركيز المواد المانعة للأنبات يكون اقل في الدرنات الكبيرة والتي تحتوي على كمية اكبر من المواد الغذائية. 5. درجة حرارة الخزن. توجد علاقة عكسية بين درجة حرارة الخزن وطول فترة السكون.

طرق تقصير طور الراحة في الدرنات

هنالك عدة عمليات تساعد في تقصير فترة الراحة منها :-

1. التجريح . يؤدي تجريح اليريديرم أو تقشير الدرنة او تقطيعها الى كسر السكون فيها.

2 المعاملة ببعض المواد الكيميائية. حيث يستخدم الجبريلين ، بيروكسيد الهيدروجين ، الثيوريا حيث تؤدي

معاملة الدرنات الحديثة الحصاد بهذه المواد الى تقصير فترة السكون واسراع التنبيت.

3. ظروف وعوامل الخزن الأخرى. وتشمل:

أ. الرطوبة النسبية. تقصر فترة السكون عند ارتفاع الرطوبة النسبية في هواء المخزن.

ب. درجة حرارة الخزن ان زيادة درجة حرارة الخزن فوق المقرر يؤدي الى تقصير فترة الراحة.

ت. الغازات. تكون فترة السكون اقصر عندما يتراوح تركيز الأوكسجين في هواء المخزن من 5-10% وتطول تدريجياً بزيادة تركيز الغاز. اما الـ CO_2 فأن فترة السكون قصيرة عند التركيز بحدود 2-2-4 اما زيادة التركيز عن هذا الحد يؤدي الى طول فترة السكون. ملاحظة: احياناً يلجأ الى اطالة طور الراحة خاصةً

في حالة الخزن لأجل الأستهلاك لأن انبات الدرنات يقلل من قيمتها التسويقية والسعرية او الحاجة الى تأخير موعد الزراعة ويتم ذلك بمعاملة الدرنات بمادة ماليك هيدرزاين او بمادة تيتراكلوروبنزين (TCNB) طور الراحة في الأبصال

وضعت تحت

تعتبر قابلية الأبصال على البقاء ساكنة صفة مرغوبة بالنسبة للخزن وتوصف الأبصال المخزنة والتي لا تنبت ولا تكون جذور بأنها ساكنة، وان هذه الأبصال الساكنة تنبت وتكون جذور بسرعة اذا الظروف المشجعة ان الأبصال التامة النضج والتي تزرع بعد الحصاد مباشرة او بفترة قصيرة قد لا تنبت ويقال عنها انها في طور الراحة ويمتد طول هذه الفترة حوالي 4-6 اسابيع في البصل.

العوامل المؤثرة في طول فترة الراحة في الأبصال

1. العامل الوراثي. ان طول هذه الفترة مسيطر عليها وراثياً حيث لوحظ اختلاف بين الأصناف في طول فترة

الراحة.

2. العوامل البيئية. قد تؤثر العوامل البيئية على ذلك منها:

أ. درجة الحرارة. فقد وجد ان نسبة الأنبات في الأبصال المخزنة على درجة حرارية مرتفعة تكون اكثر مقارنة بالأبصال المخزنة على درجة حرارية منخفضة، وان اسرع انبات في الحقل كان في الأبصال المخزنة على درجة حرارة -م وابطأ انبات في درجة حرارة خزن صفر الى 3 م. ب.الفترة الضوئية. يبدو ان البصلة قد تكيفت للبقاء خلال فترة الجفاف التي يرافقها فترة ضوئية طويلة، لذلك فأن الفترة الضوئية الطويلة تشجع السكون في الأبصال وتؤثر ظروف النمو اثناء تكوين الأبصال على طول هذه الفترة.

ج. التجريح. وجد ان جرح الأبصال فعال جداً في كسر السكون ويؤدي الى نمو الجذور والنموات الخضرية في ابصال البصل المخزنة. ويعتقد ان الأنبات والتجذير في الأبصال المجروحة قد يحفز

بواسطة بعض المواد المشجعة للنمو والتي تنبت استجابة للجرح قبل تكوين انسجة الجرح. ملاحظة يمكن تأخير الأنبات لأجل الأستهلاك او تاخير موعد الزراعة من خلال رش النباتات في الحقل بمادة الماليك هايدر زايد Maleic Hydrazied.

5-6 الأسئلة البعدية:

- ما دور السكون في الاجزاء الخضرية.
- اذكر أهم الفوائد التي يحققها السكون في النبات.
- اذكر الفروقات بين السكون الخارجي والداخلي.

المصادر

اسم الكتاب	المولفين	الطبعة
فسيولوجيا النبات	محمد محمود شراقي وعبد الهادي خضر وعلي سعد الدين ونادية كامل	المجموعة العربية للنشر
فسلجة النبات	محمد عبد العظيم كاظم وعبد الهادي الريس	مؤسسة دار الكتب للطباعة والنشر
أنتاج الخضراوات	مطلوب عدنان ناصر وعز الدين محمد كريم وكريم صالح عبدول	دار الحكمة للنشر – جامعة الموصل