**المحاضرة الخامسة :**

**حركية امتصاص العناصر الغذائية Ion – Absorption Kinetic**

يتكون جدار الخلية من مواد بكتينية وسيليلوز . والسلسلوز يميل الى التجمع لتكون حلقة تشبه في تشكيلها مركبا ليفيا يسمى ( Micro fibrils ) حيث ان المساحات البينية لهذا المركب تسمح بدخول الماء والهواء والجزيئات الذائبة الى جدار الخلية .

غشاء البلازما : هو الغشاء المتاخم والواقع بين السايتوبلازم وجدار الخلية .والغشاء الذي يفصل السايتوبلازم عن فجوة الخلية ( Vacuole ) هو غشاء الفجوه ( Tonoplast ) وتوجد النواه , البلاستيدات الخضراء والمايتوكندريا داخل السايتوبلازم .



لغرض فهم عملية الامتصاص الايوني فيجب معرفة تركيب ووظائف الاغشية الحيوية فالأغشية الحيوية تتكون من اجزاء متساوية تقريبا من البروتينات والدهون ذات سمك يقدر ب 10 nm . ان تركيب الغشاء الحيوي يتكون من طبقتين من جزيئات الدهن ومنها تنظم نهايات Hydrophobic tails والعائدة للأحماض الدهنية واحده مقابل الاخرى . الحدان الخارجيان لطبقة الدهن تكون مغلفة بطبقة بروتين .ان مثل هذا التركيب يمكن ان يعمل لحاجز وذلك لان طبقة البروتين تزيد من الصلابة والجزء الدهني يمنع اختراق الجزيئات الكهربائية المائية ( Hydrophobic ) التي تضم الايونات غير العضوية للغشاء الحيوي



 ان الاغشية الحيوية غير نفاذة بصورة كاملة بل انها تسمح بانتشار الايونات hydrophilic والجزيئات . ودرجة النفاذية تعتمد على المكونات التي تتركب منها الاغشية وان الانزيمات المتواجدة في الاغشية ربما تدخل بصورة مباشرة او غير مباشرة في انتقال الايونات والجزيئات .

**الامتصاص الايوني والفعاليات الحيوية :**

تمتص جذور النبات المواد المعدنية والعضوية بشكل عام بصورة ايونية مثل امتصاص ( NH4-, NO3-,H2PO4- , HPO4=, BP3-3, SO4-2, MOO4=, CL-, K+, Na+ , Ca+2 , Mg+2 , Mn+2 , Zn+2 )

كما يمكن للنبات امتصاص المواد بشكل غير ايوني كامتصاص الاحماض الامينية او امتصاص المركبات المخلبية Chelated Compound والتي هي مركبات للعناصر الغذائية الصغرى مثل امتصاص ( Fe-APCA , Fe-EDTA ) كلمة Chelate هي كلمة لاتينية تعني خلب بمعنى ان العنصر ممسوك بقوة من اكثر من جهة تماما .

العنصر الغذائي لكي يمتص من محلول التربة ويدخل في ايض النبات فانه يجب ان يخترق الجدار الخلوي ثم غشاء البلازما فالسيتوبلازم الفجوة العصارية ( التونوبلاست ) ومنها الى الخشب في الجذر ثم الخشب في الساق ومنه الى طبقة الميزوفيل في الورقة .

لدراسة امتصاص العناصر الغذائية تستعمل طريقة الجذور المقطوعة والتي تتم عن طريق تنمية جذور نباتات الشعير في محلول CaSO4 ذو تركيز 0.01 mol/L ثم يقاس امتصاص العناصر الغذائية لمدة 10 – 20 دقيقة. ان سبب استعمال هذه المدة القصيرة يعود الى:

* السعة الامتصاصية للجذور تكون محدودة.
* غياب تجهيز المواد الكربوهيدراتية والمركبات الاخرى يؤدي الى قلة الامتصاص اذا طالت فترة الامتصاص.

حركة الايونات عبر المقطع العرضي للجذر قد تكون:

1. الانتقال السلبي Passive movement : والتي لا يحتاج النبات فيها الى طاقة لامتصاص الايون.
2. Passive ion movement : والتي تكون حركة الايون فيها باتجاه التدرج الكهروكيميائي (electrochemical potential) وهي تعتمد على الطاقة.
3. Active ion movement : والتي تكون حركة الايون فيها بعكس التدرج الكهروكيميائي وهي تعتمد على الطاقة.

الانتقال السلبي **Passive ion movement** : حركة الايونات تكون خلال المسافات الموجودة بين جدار الخلية والغشاء الخلوي (الفراغات والمسامات بين الخلايا والتي تسمح بحركة الايونات تسمى Apparent free space) حركة الايونات في هذه الطريقة لا تحتاج الى طاقة ATP. ويطلق على حركة الايونات بهذه الطريقة بـ Apoplasmic path way.

**Active ion movement** : الايونات تتحرك داخل سايتوبلازم خلايا الجذر بعد دخولها الى الجذر عن طريق الغشاء البلازمي وتنتقل من خلية الى اخرى الى ان تصل الى الساق ومن ثم تنتقل الى انسجة الخشب وثم الى الاوراق. دخول الايونات عبر السايتوبلازم وانتقالها من خلية الى اخرى تحتاج الى طاقة ATP.

الفرق بين الامتصاص السلبي الحر والفيزيائي الحيوي

Passive movement

1. لا يحتاج الى طاقة
2. امتصاص متعاكس
3. غير اختياري

Active movement

1. يحتاج الى طاقة
2. غير عكسي
3. اختياري

**العلاقة بين تركيز الايون بالمحلول ومعدل امتصاص الايون**

 امتصاص الايون يزداد بزيادة التركيز الى ان يصل الى حد بعدها يبقى ثابت. الشكل التالي يوضح هذه العلاقة:

 Uptake rate(1)

 I max

Km

 ½ I max

 Ion concentration (c)

يمكن استعمال معادلة Michaeils- Menten لوصف العلاقة بين امتصاص العناصر الغذائية وتركيزها بالمحلول

 In =

In *: معدل دخول الايونات* influx of ion*.*

I max *: اقصى معدل للامتصاص* max. influx

Km *: ثابت مايكل* Michalis constant

Ci *: تركيز الايون في المحلول* Conc. Of ion at root solution

Cmin *: التركيز الذي يكون الامتصاص عنده = صفر*

*اثباتات حول الامتصاص النشط*

*نسبة التجمع* Accumulation ratio *: تجمع الاملاح داخل الخلية اكثر من كميتها خارج الخلية.*

* **تأثير درجة الحرارة**

كلما زادت درجة الحرارة زاد الامتصاص لان الحرارة تلعب دوراً مهماً في انتاج الطاقة.

 درجة الحرارة الامتصاص

* **الاوكسجين O2**

يزداد الامتصاص بزيادة الاوكسجين O2 وذلك لأنه يدخل في عملية تكوين ATP.

 الاوكسجين الامتصاص

**ميكانيكية انتقال الايونات الى داخل سايتوبلازم الخلية**

 هنالك نظرية لعبور الايونات الى داخل السايتوبلازم اي من محلول التربة الى داخل الخلية وتسمى هذه النظرية بنظرية الحامل Carrier theory. وهذه النظرية تفترض بان الاغشية الحيوية تحتوي على جزيئات خاصة تكون قادرة على نقل الايونات عبر الغشاء الحيوي ومثل هذه الجزيئات سميت بالحوامل ( Carriers ) ان تكون هذه الحوامل بصورة مباشرة او غير مباشرة يحتاج الى ATPواقترح ان هذا الحامل له القدرة على الانتشار في الغشاء وفي الحدود الخارجية للغشاء تلتقي بنوع من الايونات ذات الصلة .

ان الحامل يرتبط بالأيون وبهذا يتكون معقد من الحامل والايون وهذا المعقد القابل للانتشار يتحرك عبر الغشاء الى الانزيم Phosphatase الي محله عند الحدود الداخلية للغشاء

الغشاء البلازمي يحتوي على مركبات عضوية يطلق عليها ionophores وتلعب هذه المركبات دوراً في انتقال الايونات عبر الغشاء البلازمي. والـ ionophores هي عبارة عن مركبات عضوية ذات وزن جزيئي يتراوح ما بين 200 – 2000 والتي لها القابلية على تكوين مركبات لها القدرة على الذوبان في الدهون.

انواع المركبات العضوية:

1. Valinomycine

كي ينتقل البوتاسيوم K من محلول التربة الى داخل الخلية يجب ان يكون مركب عضوي مع Valinomycine.

1. Nonactin

وهو احد المركبات التي تكون معقدات مع البوتاسيوم K وهذه المعقدات لها القابلية على الذوبان بالدهون وبذلك تعبر الغشاء البلازمي.

امتصاص الايونات الموجبة:

* الحامل يكون له تخصص للكتيون.
* الاتجاه يكون باتجاه التدرج الكهروكيميائي.

عند تولد الجهد الكهروكيميائي فان الايونات الموجبة الكتيونات تعبر بدون الاحتياج الى طاقة ATP ولكن هذا لا يعني ان اي ايون يعبر بل انما هي عملية منظمة من قبل النبات. انتقال الايونات الموجبة (الكتيون) الى داخل سايتوبلازم الخلية يتم عن طريق عملية الانتشار السهل Diffusio

 Membrane

 Outer medium

 Cytoplasm

K+

K+

امتصاص الايونات السالبة:

الايونات السالبة الانيونات تدخل عبر الجزيئات الموجودة في الغشاء البلازمي والتي يطلق عليها حوامل الانيونات Anion carrier

حوامل الايونات السالبة تخرج ايون الهيدروكسيد من داخل السايتوبلازم الى خارج الخلية وعند دخولها تدخل معها الانيون (الايون السالب) الى داخل الخلية.

 Out side

 K+ , Na+

cytoplasm

 ATP

 H+

 ADP- + Pi

 ADP- + H2O ADP + OH-

 OH-

Anion

 membrane