الخصوبة وتغذية النبات/ القرواني، محيي الدين1979تغذية النبات/ الريس، عبد الهادي جواد1988تغذية النبات التطبيقي/ الصحاف، فاضل حسين1989

تغذية النبات النظري والعملي(مظفر أحمد داود الموصلي وآخرون)2019

http://www.uobabylon.edu.iq/eprints/eprint_1_17124_1352.doc

https://www.researchgate.net/publication/329625437_fsywlwjya_tghdhyt_alnbat

https://fsnv.univ-setif.dz/images/telecharger/BEV/M1%20BVPlantes%2019-20%20Physiologie%20et%20biochimie%20v%C3%A9g%C3%A9tale%20Chaker.pdf

Mineral Nutrition and Plant Disease null

by Lawrence E. Datnoff (Author, Editor), Wade H. Elmer (Editor), Don M. Hube

2007

: نظريات الامتصاص النشطActive Uptake

من النتائج المبوبة فى جدول (3-4) يتضح جلياً انتقال الأيونات ضد تدرج التركيز ، وعلى سبيل المثال نجد أن تركيز البوتاسيوم فى الفجوة العصارية لجذور نباتات الذرة يزيد حوالى 80 مرة عنه فى المحلول المغذى . وعلى العكس نجد أن تركيز الصوديوم فى العصير الخلوى لجذر نفس النبات يظل منخفضاً بالمقارنة بالتركيز فى المحلول الخارجى، وهذا يؤكد بأن هناك مفاضلة فى امتصاص العناصر . ولا يمكن أن يحدث ذلك تلقائياً بل يحتاج إلى طاقة وطبيعى أن يكون مصدر هذه الطاقة النشاط الحيوى بالخلية وعلى ذلك أُطلق على هذا الامتصاص اسم الامتصاص النشط أو الامتصاص الحيوى. وهناك بعض الشواهد التى تؤكد أن هذا الامتصاص يحتاج إلى طاقه منها:

-1يزداد معدل امتصاص الأيونات بارتفاع درجة الحرارة (حتى حدود معينة) وذلك لأن الحرارة تُزيد من النشاط الحيوى للخلية.

-2يزداد معدل الامتصاص مع زيادة ضغط الأكسيجين فى وسط نمو الجذور ، أى ان الامتصاص مرتبط بعملية التنفس . وقد لوحظ أن عملية الامتصاص تقل بإضافة مثبطات لعملية التنفس.

-3يزداد معدل الامتصاص مع زيادة محتوى الجذر من الكربوهيدرات حيث تعمل هذه المركبات كمصدر للطاقة .

وتحاول نظريات الامتصاص النشط (الحيوى) تفسير ماعجزت عنه النظريات السابقة من إمكانية امتصاص النبات للعناصر وتراكمها فى الفجوة العصارية ضد تدرج التركيز وكذلك كيفية امتصاص النبات للأنيونات السالبة الشحنة واختراقها لسطح الجذر ذات الشحنة السالبة ، ومن هذه النظريات:

-1نظرية الناقل (المواد الحاملةCarrier Theory))

بجانب نتائج تجارب هوجلاند السابق ذكرها على الطحالب ، نجد أن النباتات تعتمد فى حياتها على تفضيل نوع معين من الأيونات على حساب أنواع أخرى إذا ما وجد الجميع معا فى وسط نمو الجذور كما يتضح ذلك مع نباتات الذرة (جدول 3-2) . ويعنى هذا أن النظام الناقل للأيونات إلى داخل الكائن الحى يمكنه التميز بين أنواع الأيونات الموجودة خارج هذا الكائن حتى ولو كانت هذه الأيونات على درجة كبيرة من التشابه ، أى أن هذا الانتقال اختيارى وفى نفس الوقت حيوى . وهنا يكون من المؤكد وجود مادة أو مواد معينة داخل جسم النبات لها القابلية لحمل أيون معين دون آخر، حيث يُحمل الأيون عليه مكونا معقد الحامل والأيون ، ويتحرك هذا المعقد من الخارج إلى الداخل فقط ويتحرر الأيون فى داخل الفجوة العصارية ويستعيد الحامل نشاطه وقدرته على نقل أيون معين آخر... وهكذا . وتختلف الآراء حول طبيعة المواد الحاملة فيرى البعض بأنها عبارة عن مادة السيتوكروم كما اقترح لونداجارد ، أو مواد عضوية مشابهة للمواد التى اكتشفت فى البكتريا ، فى حين قرر أوسترهاوات بأنها كحوليات عضوية فى حين يرى البعض الآخر أنها أحماض عضوية أو البروتوبلازم نفسه قد يعمل حاملاً للأيونات ، إلا أنه وجد أن الخاصية الاختيارية فى كثير من الأحيان تكون غير كاملة وخاصة مع الأيونات المتماثلة فى الشحنة والتكافؤ . وكما سبق ذكر أن خاصية عدم نفاذية بعض الأغشية للمواد المحبة للماء (الأيونات) إلى احتواء هذه الأغشية على جزيئات الليبيدات . ومن هنا يكون من المحتمل أن تكون المواد الحاملة هى جزيئات من الليبيدات التى يسمح لها هذا الغشاء بالمرور خلاله وتعزز بعض البحوث هذا الرأى وترفضه بحوث أخرى.

ومن ناحية التخصص يرى فريق من الباحثين أن هناك أنواعاً مختلفة من المواد الحاملة يختص كل منها بأيون معين أو مجموعة من الأيونات المتشابهة أى أن هذه المواد تكون متخصصة ، فى حين يرى فريق آخر بأن هناك نوعاً واحداً من المواد الحاملة يمكنها حمل جميع الأيونات ، ولكنها تفضل أنواع معينة على أنواع أخرى إذا وجدت فى متناول هذه المواد الحاملة . وهكذا فإن طبيعة تلك المواد مازالت محل جدل ، فمن المحتمل أن تكون المواد الحاملة عبارة عن مشتقات من الأحماض الفوسفاتية أو مواد ببتيدية لها خواص الليبيدات ، وفى كل الأحوال يجب أن تكون على المواد الحاملة مواقع لها درجة كبيرة من التخصص لربط الأيونات المختلفة مما يساعد على الامتصاص الاختيارى للأيونات.

ويمكن القول بوجه عام إن هناك اتفاق بين معظم الباحثين فى هذا المجال على أن المواد الحاملة غير ثابتة التركيب حيث يتغير تركيبها الكيميائى أثناء حملها للأيونات المختلفة ، نتيجة تكوين مواد وسطية ناتجة من عمليات التحولات الغذائية ، وقد تعمل كمعقدات مخلبية.Chelating complexes

ويمكن تفسير طريقة النقل (الامتصاص) النشط للأيونات خلال الأغشية كما يوضحها شكل (3-6) بما يلى:

-1يتم تخليق مواد بالغشاء تعرف بالمواد الحاملة. Carriers

-2ترتبط المواد الحاملة مع الأيون عند السطح الخارجى للغشاء وتكون معقد بين الأيون والحامل.

-3انتقال معقد الأيون والحامل داخل الغشاء الخلوى.

-4عند السطح الداخلى للغشاء ينفرد الأيون عن الحامل ويتجه إلى داخل العصير الخلوى حيث يتم تراكمه.

-5تتحرك المادة الحاملة مرة أخرى تجاه السطح الخارجى لحمل أيون جديد وهكذا.

وتحتاج المواد الحاملة إلى طاقة لكى تقوم بعملها ويكون مصدر الطاقة هومركب Adenosine (ATP)) (triphosphateالذى يقوم بتزويد الحامل بعنصر الفوسفور فيحوله إلى حامل نشط) Active carrier نتيجة تفاعل إنزيم فوسفات كينيز الموجود على السطح الداخلى للغشاء مع ATPحيث يتحول إلى + ADPفوسفات غير عضوية) ، وبالتالى يتمكن هذا الحامل من الحركة خلال الغشاء والارتباط مع الأيون . وعند الجدار الداخلى للغشاء يصبح الحامل غير نشط بفقده للفوسفور، وفى هذه الحالة لا يستطيع المرور خلال الغشاء أو حمل الأيون.

انتقال الأيونات خلال الجدار الخلوى للخلية بواسطة الحامل

فى نموذج A يلاحظ توسط المواد الحاملة للأيونات للجدار ، وفى نموذج B يلاحظ مدى مساهمة مركبات الطاقة فى عملية انتقال الأيون.

وعلى ذلك نجد أن الأيون غير حر فى تحركه خلال الغشاء بمفرده. ولكنه يتحرك بعد أن يصبح جزءاً من مكونات مواد معينة (الحامل) ، ثم يصبح أيون حر مره أخرى عند انفصاله عن الحامل عند السطح الداخلى للغشاء . ولا يمكن للأيون الرجوع مره أخرى إلى حيث كان ، نظراً لقلة نفاذية الغشاء ، وكذلك لأن الحامل فقد نشاطه وأصبح خاملاً وفقد الارتباط بالأيون.

ومن الجدير بالذكر بأن على كل مادة حاملة مواقع ربط Binding sites متخصصة لكل نوع من الأيونات ، مما يساعد على الامتصاص الاختيارى Selective transport للأيونات