

فرضيات تفسير علاقة نمو الجذر بالساق:

1. نظرية المنافسة Computation hypothesis

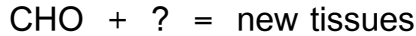
ان نمو الجذر يتحدد بما يصله من مواد عضوية مصنعة من الساق، وبالمقابل فإن نمو الساق يتحدد بما يصله من ماء ومغذيات من الجذر.

2. فرضية الهيدروكربونات الزائدة Excess carbohydrate

الجزء الخضري (الساق) يكون المواد المصنعة (الكربوهيدرات) ويستعملها لنموه والزائد منه ينزل الى الجذر.

3. حجم الجزء المستهلك Size of sink hypothesis

كلما كان حجم المجموع الخضري كبير فإنه يستهلك كربوهيدرات اكثر فتكون الكربوهيدرات النازلة الى الجذر كميتها قليلة، وبالعكس اذا كان المجموع الخضري حجمة صغير فإنه يستهلك كربوهيدرات أقل فتتزل كميات كبيرة من الكربوهيدرات الى الجذر.



ميكانيكية الامتصاص Ion absorption kinetics

امتصاص المغذيات هو اهم احد المهام الرئيسية للجذر، وميكانيكية الامتصاص تؤثر بصورة كبيرة على التجهيز بالمغذيات وبالتالي تؤثر على النمو.

تجارب تغذية النبات لدراسة الامتصاص غالباً ما تتم على الجذور المقطوعة وعادةً ما تتم على الشعير لأن جذوره كثيفة وغالباً ما يتم تنميته وقياس الامتصاص بعد فترة محدودة (ساعات او اقل من ساعات) والسبب في قصر الفترة يعود الى:

1. السعة الامتصاصية للجذر محدودة

2. الجذور اذا طال عمرها يقل تجهيزها بالطاقة اذ لا توجد عمليات حيوية فيقل الامتصاص مع طول الفترة.

الا ان هذه الطريقة في الدراسة تلغي دور انتقال المغذيات الى الجزء الاعلى وهي مهمة فقط في دراسة ميكانيكية الامتصاص.

هناك ثلاث طرق يتم فيها دخول العنصر الغذائي من خارج النبات (محلول التربة) الى داخل النبات وهي:

1. Passive ion movement: (no need ATPase)

يتحرك الايون الى داخل النبات بدون الحاجة الى طاقة للتنفس حيث ase هي مجموعة انزيمات ATP.

2. Passive ion movement: (need ATPase)

حركة الايونات نحو الجذر الى داخل النبات بفعل التدرج بالجهد الكهروكيميائي وهنا يحتاج الى طاقة.

3. Active ion uptake: الامتصاص النشط (الفعال)

1. الامتصاص غير الفعال (غير النشط) Passive

هنا خلايا القشرة الخارجية epiderm تحتوي على الياف سليولوزية ومواد بكتينية. الالياف السليولوزية تعمل كمواد اسفنجية ينتشر خلالها المحلول وما يحمله من مغذيات باستمرار وهي لا تحتاج الى طاقة، بعد ذلك يتحرك الايون الى الفراغ الموجود بين جدار الخلية والجدار البلازمي ويستمر هذا الانتقال في الفراغ دون الحاجة الى طاقة يصل بعدها الى منطقة البشرة Cortex فيكون شريط كاسبر هو عائق للاستمرار.

حركة الايونات بهذه الطريقة لا تحتاج الى طاقة ويكون العامل الرئيسي في هذه الحركة هو فرق الشحنة.

2. طرق 2 و 3

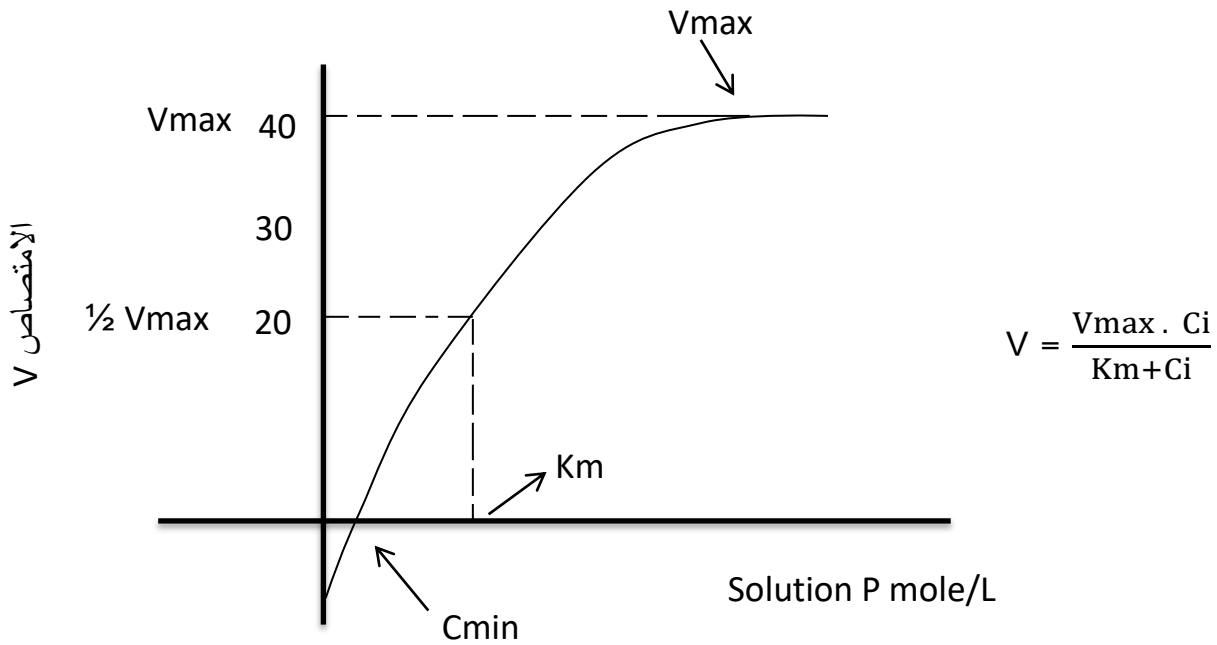
هناك لا يستطيع الايون ان يعبر الغشاء البلازمي وهناك ميكانيكيات لعبور الغشاء البلازمي وغالباً ما يكون هذا النوع من الحركة خاص بالايونات السالبة وهنا يحتاج الى طاقة لعبور الغشاء البلازمي.

الفرق بين الامتصاص غير الفعال Passive والامتصاص الفعال Active.

active	passive
1. حيوي اي انه مرتبط ببذل طاقة من قبل النبات.	1. غير حيوي اي غير مرتبط ببذل طاقة من قبل النبات.
2. يحصل في الانسجة الحية فقط.	2. يحصل في الانسجة الحية وغير الحية.
3. غير متعكس irreversible.	3. متعكس reversible.
4. اختياري selective.	4. غير اختياري non-selective.

العلاقة بين معدل امتصاص المغذيات وتركيز الايون في المحلول:

ان حركة الايون عبر الغشاء البلازمي بطريقة النقل الفعال active يعتمد بصورة كبيرة على تركيز العنصر في محلول التربة، والعلاقة التالية توضح هذا الامتصاص:



المعادلة اعلاه طورت من قبل Barber 1979 واصبحت:

$$V_n = \frac{V_{\max}(C_i - C_{\min})}{K_m + (C_i - C_{\min})}$$

حيث ان:

V : معدل الامتصاص (سرعة الامتصاص).

V_{\max} : اقصى سرعة للامتصاص

K_m : تركيز العنصر عند نصف اقصى سرعة امتصاص ويسمى ثابت Michaelis-Menten.

C_i : تركيز العنصر في محلول التربة الملامس لسطح الجذر.

C_{\min} : ادنى تركيز يكون عنده الامتصاص يساوي صفر.

V_n : معدل الامتصاص (سرعة الامتصاص) $V =$.

هناك عدة نظريات مختلفة حول الامتصاص غير الفعال *passive* في النبات منها نظرية الانتشار والتبادل بالتماس والانسحاب الكتلي (المذكورة سابقاً) بالإضافة الى الامتصاص التبادلي وفرضية الجهد الكهربائي.

اما بالنسبة للامتصاص الفعال *active* فهناك اثباتات حول وجود هذا الانتقال بالنبات وهي:

1. ان النبات يمتص الايونات السالبة والتي هي مشابهة لشحنة الجدار الخلوي وغشاء البلازما والمفروض انه يحصل تنافر ولا تدخل الايونات مما يدل على ان هناك امتصاص عكس مفاهيم التدرج الكهروكيميائي.

2. نسبة التجمع *Accumulation ration*: وهي احدى الصفات التي تثبت ان هناك امتصاص نشط وهي عبارة عن تجمع الاملاح داخل الخلية بتركيز اعلى بكثير مما موجود خارج الخلية، ورياضياً يجب تساوي تركيز الايونات داخل الخلية وتركيز الايونات خارجها.

3. تأثير درجة الحرارة: الفعاليات الحيوية بالنبات تتأثر بدرجات الحرارة، فلو حظ ان العمليات الحيوية تزيد بمقدار مرتين او اكثر عند ارتفاع درجة الحرارة عشر درجات، بينما العمليات الفيزيائية البحتة يكون تأثيرها بدرجة الحرارة قليل فهي ترتفع بمقدار 1.1 - 1.2 لكل عشر درجات زيادة.

4. تأثير الاوكسجين: دراسات كثيرة اثبتت ان الامتصاص يقل في الظروف اللاهوائية او بنقص الاوكسجين O_2 . (وذلك لانخفاض عملية التنفس التي هي مصدر تجهيز الطاقة للنبات وبانخفاض الطاقة يقل الامتصاص).
5. تأثير الكربوهيدرات: الطاقة التي يحتاجها النبات للامتصاص الفعال active يحصل عليها من اكسدة الكربوهيدرات (CHO) فأن تحللها يعطي طاقة يستعملها النبات للامتصاص الفعال، فلاحظوا من تنمية نبات الشعير في وسط خالي من السكر ان امتصاص البوتاسيوم ضعيف مقارنة بالوسط المجهز بالسكر (الكربوهيدرات).
6. التنفس: زيادة التنفس يؤدي الى زيادة الطاقة وزيادة الامتصاص.
7. الضوء: يزداد الامتصاص بزيادة شدة الضوء مما يدل على ارتباط الامتصاص بالطاقة الناتجة من التركيب الضوئي الذي يحفز بالضوء.

كيف يعبر الايون الغشاء البلازمي:

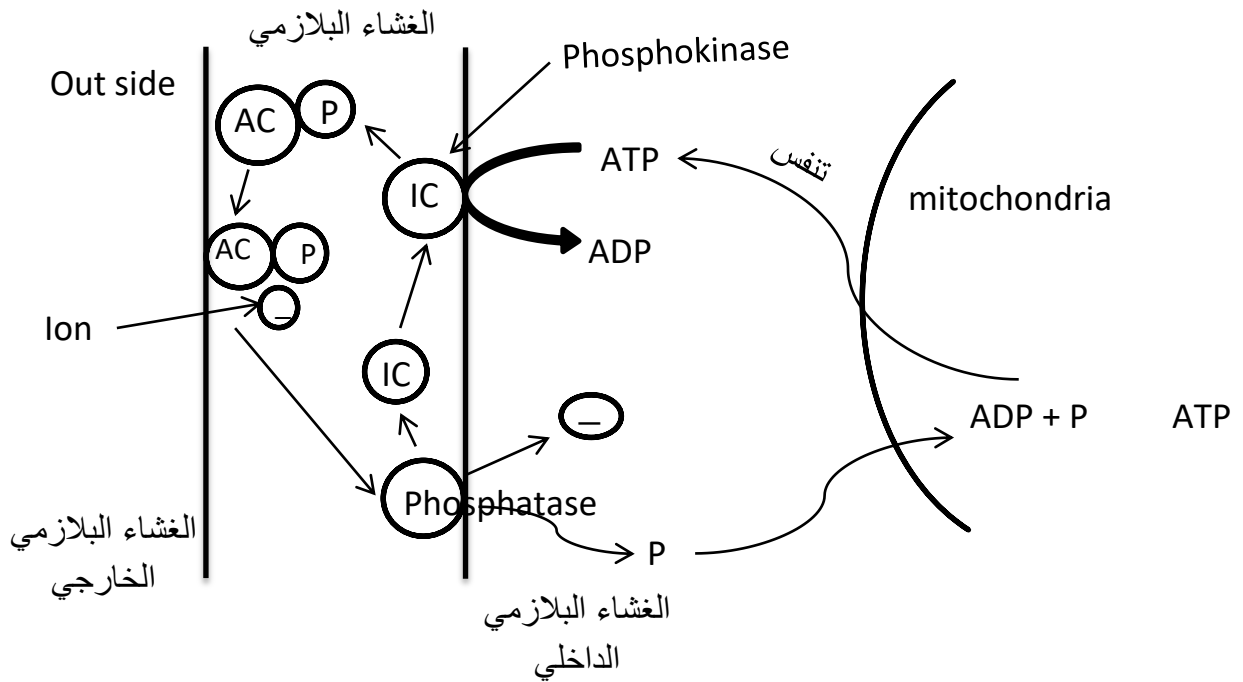
هناك عدة نظريات لهذا العبور واهمها النظريتان التاليتان:

1. نظرية الحوامل Carrier theory

2. نظرية المضخة الايونية Ion pump theory

نظرية الحوامل Carrier theory:

الغشاء البلازمي يحتوي على جزيئات عضوية قابلة على نقل الايون عبره، هذه الجزيئات تسمى الحوامل Carrier وهذه الحوامل هي بالحقيقة بروتينات ذات اوزان جزيئية 200 - 2000 وتكون مع الايون معقد من الدهون الذائبة والايون، وهذا المعقد من الحامل والايون هو اختياري حيث ان هناك موقع على الحامل خاص بالأيون. والشكل التالي يبين ميكانيكية العمل بهذه النظرية:

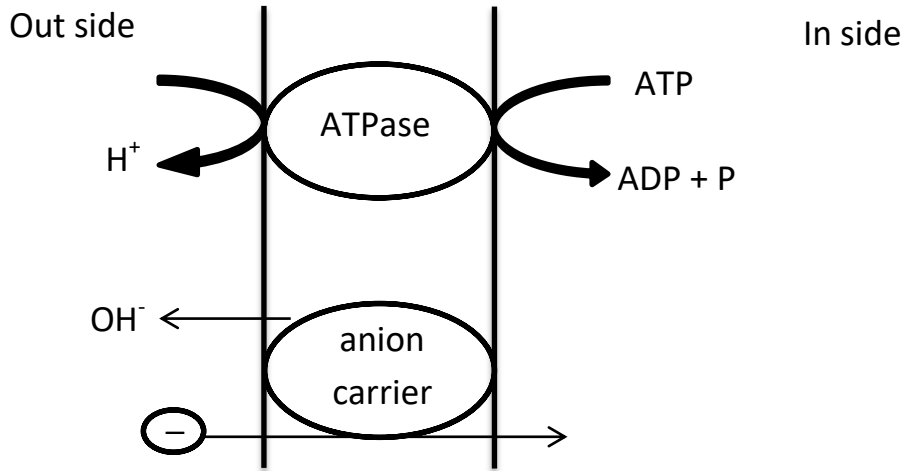


IC هو الحامل غير الفعال يحصل على P من تحول ATP الى ADP فيتحول الى حامل فعال AC (Active Carrier) وهذا يتم بفعل انزيم phosphokinase (الموجود على الغشاء البلازمي الداخلي وهو احد انزيمات الطاقة). ثم يتحد AC مع الايون وينقله من الغشاء الخارجي الى الغشاء الداخلي حيث يوجد انزيم phosphatase الذي يسحب الفسفور من هذا المعقد ويتحول الحامل الى غير فعال مرة اخرى inactive carrier ويدخل هذا الفسفور الى الماييتوكوندريا ويتفاعل مع ADP ليحوه الى ATP ونتيجة للتنفس يتحول الى ADP بفعل وجود انزيم phosphokinase ويعطي الفسفور p مرة اخرى الى الحامل غير الفعال IC وتعاد العملية من جديد.

نظرية المضخة الايونية Ion pump theory:

الغشاء البلازمي يحتوي مجموعة من انزيمات ATPase التي لها القابلية على تحويل ATP الى ADP واطلاق طاقة (P) واطلاق H^+ وان عملية انطلاق H^+ الى الخارج يجعل الساييتوبلازم سالب الشحنة وايضاً يجعل الساييتوبلازم محيطة قاعدي بفعل ضخ الهيدروجين وبذلك سوف يتولد جهد كهروكيميائي electro chemical potential على جانبي الغشاء البلازمي وبفعل هذا الجهد على جانبي الجدار فان الايونات الموجبة سوف تنجذب للداخل بفعل اختلاف الشحنة، هذا النوع من الامتصاص يعتمد على نفاذية الجدار الخلوي.

ان الايونات الموجبة الداخلة بهذه الطريقة تدخل بميكانيكية تسمى Facilliated diffusion فالأيونات الموجبة كلها تدخل بهذه الطريقة. اما الايونات السالبة فادخل بفعل خروج OH^- او HCO_3^- من الداخل الى الخارج فتعوض عنها بوجود حامل خاص بالأيونات السالبة anion carrier. ويمكن تمثيل الحالة بالمخطط التالي:



اغلب الايونات السالبة Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, NO_3^- تتجمع عكس التدرج بالجهد الكهروكيميائي لذلك فهي دائماً تنتقل بـ Active والسبب هو تطور الشحنة السالبة داخل الساييتوبلازم. اما الايونات الموجبة تنتقل بسبب تطور شحنة سالبة بالساييتوبلازم اي بـ Passive لكن K^+ فيقال انه يمكن ان ينتقل بالطريقتين Active كما هو الحال بالأيونات السالبة او Passive بسبب الشحنة كما هو بالأيونات الموجبة فهو عند التراكيز القليلة (اقل من 0.5 ملي مول) ينتقل بـ Active (يشبه الايونات السالبة) وعند وجوده بتراكيز عالية ينتقل بسبب فرق الشحنة (يشبه الايونات الموجبة).