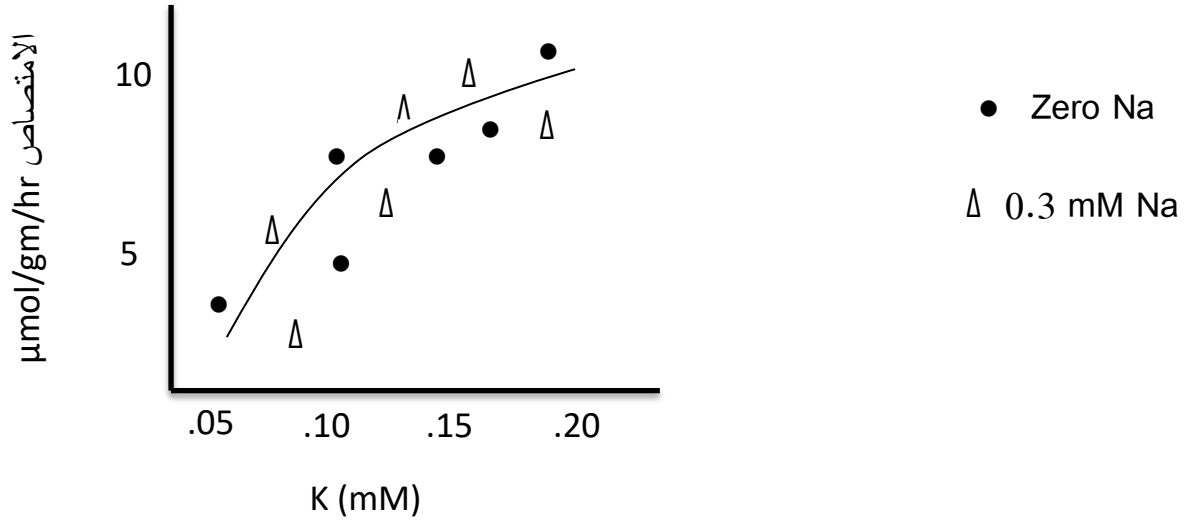


الاختيارية في امتصاص الايونات Selectivity of ion uptake

استناداً الى نظرية الحامل فأن للحوامل موقعاً فعالاً يرتبط به الايون لينقله الى داخل سايتوبلازم الخلية وهذا الموقع يكون خاص بالأيون الذي يرتبط به دون غيره من الايونات.



الشكل اعلاه يمثل امتصاص البوتاسيوم K من قبل نبات الشعير تحت تأثير تراكيز من Na المضاف، اذ يلاحظ من الشكل:

امتصاص K لا يتأثر بوجود Na او عدم وجوده حتى لو كان تركيز Na اكثر 100 مرة من تركيز K مما يدل على ان الحامل المخصص لـ K لا يتأثر بوجود Na اي ان Na لم ينافس البوتاسيوم K على الموقع الفعال.

امثله اخرى مثل Cl مع F و I (الكلور مع الفلور واليود).

بالرغم من ذلك فأن هناك بعض الحالات لا يستطيع الحامل ان يميز بين الايونات المتشابهة مثل Rb^+ و K^+ ، Br^- و Cl^- ، Sr^{++} و Ca^{++} ، SeO_4^- و SO_4^- ولكن يلاحظ ان ايونات Sr و SeO_4^- و Rb و Br توجد بكميات قليلة جداً بالتربة ولها اهمية محدودة جداً زراعياً. هذه الظاهرة سميت Synergism اي عكس التضاد والتي يعزوها بعض الباحثين ليس الى التزاحم على الحوامل وانما هي تأثير تبادلي غير متخصص وليس عملية تزاحم على الحوامل.

بالرغم من ان سايتوبلازم الخلية سالب (بسبب وجود البروتينات وخروج H^+ من الخلية) الا ان مقدار هذه الشحنة قليل لذلك فان كمية الايونات الموجبة تقريباً مساوية لكمية الايونات السالبة ولذلك فان تأثير شحنة السايتوبلازم قليلة ولا يحكم الايونات الداخلة. الايونات الموجبة والسالبة تمتص بمعدلات مختلفة من قبل جذور النبات، فمثلاً:

– بعض الايونات مثل NO_3^- و Cl^- و K^+ الاحادية الشحنة تمتص بسرعة كبيرة مقارنة بـ SO_4^{2-} و Ca^{++} الثنائية الشحنة.

– الايونات السالبة تمتص اكثر من الايونات الموجبة.

من ذلك نستدل بعدم وجود توازن في الامتصاص الكتيوني_الانيوني وعليه فان هناك عمليات تجري في النبات لمعادلة الشحنات وتساوي الامتصاص في النبات بواسطة تجمع او تحلل الانيونات العضوية غير المتطايرة وخصوصاً الـ malate الذي هو:

– $COOH - HCOH - CH_2 - COOH$ وهو عبارة عن malic acid موجود بشكل سالب أيون ثنائي التكافؤ (=) المفكك ويتواجد على الاكثر في الفجوة مترافقاً مع كاتيونات غير عضوية ويوجد ايضاً في السايتوبلازم والمايتوكونديريا.

وللتغلب على عدم معادلة الشحنة في النبات فإنه يتم من خلال:

اولاً: اذا كان امتصاص (-) اكثر من (+) فإنه أما:

أ. ايون HCO_3^- يخرج من الخلية لمعادلة فرق الشحنة.

ب. ايون H^+ يمكن ان يمتص ويدخل مع الانيون الزائد الداخل.

وكلا العمليتين يرفع pH التربة قرب الجذور.

ثانياً: اذا كان امتصاص (+) اكثر من (-) فإنه أما:

أ. ايون H^+ يخرج من الخلية الى المحلول.

ب. ايون OH^- او HCO_3^- يدخل مع الكتيون الزائد للنبات.

وكلا العمليتين تؤدي الى خفض pH التربة قرب الجذور.

الآن/ ماذا يحصل داخل خلية الجذر عند حدوث اي من العمليتين اعلاه

أولاً:

إذا كان امتصاص (-) أكثر من (+) فإن بعض الأحماض العضوية وخصوصاً الـ malate سوف يختفي من الخلية من خلال استهلاكه بالتنفس أو ينقل إلى مكان في النبات غير الجذور (كالفجوة) لتجنب تراكم شحنة سالبة كبيرة لأن هذا الحمض سالب الشحنة (كما ذكر سابقاً).

ثانياً:

إذا كان امتصاص (+) أكثر من (-) فإن الجذر سوف ينتج كميات عالية من الحمض العضوي الـ malate مما يؤدي إلى تأين هذا الحمض منتجاً أيون H^+ الذي سوف يحل محل H^+ المفقود إلى خارج الخلية، والجزء السالب من الحمض (COO^-) سوف يعادل الشحنات الموجبة الزائدة بسبب امتصاص الكتيونات.

أن تجمع الـ malate يكون في الفجوة بينما عملية انحلاله أو تكوينه تكون في الساييتوبلازم بسبب تحول الـ pH للخلية كالاتي:

- في pH عالي للخلية (امتصاص (+)) يتسبب تثبيت CO_2 بعملية Carboxylation مما يؤدي إلى تكوين الـ malate.

- في pH الواطئ للخلية (امتصاص (-)) يتسبب بتحلل الـ malate بفعل عملية انحلال الـ CO_2 (أي decarboxylation).

المثال التالي يوضح العلاقة بين الامتصاص الكتيوني والانيوني وهو نتائج Hlatt 1967 على جذور الشعير الحديثة التكوين الموضوعة في محاليل K_2SO_4 أو KCl أو $CaCl_2$:

تمثيل CO ₂	تكوين الـ malate	الامتصاص الانيوني	الامتصاص الكتيوني	10 مليكافى/ لتر
145	+ 15.1	اقل من 1	17	K ₂ SO ₄
100	- 0.2	19	28	KCl
60	- 9.7	15	اقل من 1	CaCl ₂

❖ في حالة K₂SO₄: زاد امتصاص K⁺ اكثر من SO₄⁼ لأنه احادي مما ادى الى ان النبات يطرح H⁺ من الخلية لموازنة الشحنة مما يؤدي الى ارتفاع pH الخلية وعليه سوف يتجمع الـ malate نتيجة الزيادة في تثبيت الـ CO₂ كما واضح بالجدول (145).

❖ في حالة CaCl₂: زاد امتصاص الانيونات (-) مقارنة بالكاتيونات (+) لان Ca⁺⁺ ثنائي الشحنة فيكون امتصاص Cl⁻ اكثر من Ca⁺⁺ لأنه احادي الشحنة وعليه فأن النبات سوف يفرز HCO₃⁻ او OH⁻ من الجذور مما يؤدي الى انخفاض الـ pH للخلية ويؤدي ذلك الى انحلال الـ malate بسبب انحلال CO₂ كما بالجدول (60).

منافسة امتصاص الايونات

عند وجود عدة ايونات في محلول التربة فأن امتصاصها يتأثر احدها بوجود الاخر للأسباب:

1. الايونات تتنافس على نفس مواقع الامتصاص absorption site.

2. قد تؤثر الايونات على بعض العمليات داخل النبات.

مثال:

وجود Ca⁺⁺ يؤدي الى زيادة امتصاص عدد كبير من الايونات وقد يعود هذا الى دور Ca⁺⁺ بالحفاظ على الغشاء الخلوي ويسمى هذا التأثير Viet's effect نسبة الى العالم الذي اكتشفه 1944.

❖ يمكن ان تكون دراسة التنافس مفيدة في معرفة اي الايونات التي تنتقل بنفس الحامل Carrier او تستعمل حوامل مختلفة.

❖ ذكرنا سابقاً بأن الاختيارية قد لا تفرق الحوامل بين ايونين معينين اي ان هناك تنافس بينهما على مواقع الامتصاص كما ذكرنا في حالة Rb^+ و K^+ .

❖ التنافس قد يكون بعملية الامتصاص او قد يكون بعملية الانتقال الى اعلى النبات.

امثلة على التنافس:

1. تأثير K^+ على امتصاص Mg^{++}

$\downarrow Mg = \uparrow K$ وخصوصاً عندما يكون Mg قليل بالتربة.

لكن تأثير Mg على امتصاص K قليل جداً.

2. تأثير K^+ على امتصاص NO_3^-

$\uparrow NO_3^- = \uparrow K^+$ لأن K^+ يلعب دور كبير في تحويل NO_3^- الى بروتين، وبالعكس اي ان

زيادة $NO_3^- = \uparrow K^+$ وقد يرجع السبب في ذلك ان هذه الايونات تتفاعل مع بعضها عند

صعودها الى اعلى النبات.

3. تأثير K^+ على امتصاص Ca^{++}

$\downarrow Ca = \uparrow K$ وشدة هذه العلاقة هي نصف ما موجود في حالة Mg (المذكور في المثال الاول).

4. تأثير P على امتصاص Zn

$\downarrow Zn = \uparrow P$ السبب ان زيادة P يؤدي الى قلة دخول Zn الى الجذر او قلة انتقال Zn الى

اعلى النبات.

5. تأثير N على امتصاص P

اضافة N وخصوصاً بهيئة NH_4^+ يزيد من امتصاص P والسبب في ذلك هو:

أ. انخفاض pH التربة والذي يؤدي الى زيادة اذابة وجاهزية P.

ب. زيادة نمو المجموع الجذري وبالتالي زيادة الامتصاص.

ج. اضافة N لا يؤثر مباشرة على امتصاص P ولكنه قد يؤدي الى زيادة سرعة انتقال P داخل النبات

وبالتالي يؤدي الى زيادة سرعة امتصاص P.