المحاضرة السابعة

امتصاص النباتات لمكونات التربة

امتصاص النباتات لمكونات التربة

THE INTAKE OF SOIL CONSTITUENTS BY PLANTS

لكي نفهم مدى قابلية العناصر لاستفادة النبات منها ، لابد لنا من فهم الطرق التي تدخل بها عناصر التربة الغذائية في جسم النبات ، وهنا لابد أن نشير إلى أنه بالرغم من تعقد هذه المسألة فإنه توجد هناك احتمالات نذكرها باختصار فيما يلي:

فالمواد الذائبة والموجودة على حالة محاليل حقيقية في المحلول الأرضي تنتشر خلال الشعيرات الجذرية.

للنباتات القدرة على أن تذيب مكونات التربة بطريقة معينة. تدخل الغرويات والمواد الذائبة خلال الشعيرات الجذرية. ولقد كان السائد حتى وقت قريب بين علماء النبات وعلماء كيمياء الأراضي تلك النظريات التي تتمشى مع الاحتمال الأول من هذه الاحتمالات على أن الاحتماليين الأخيرين لم ينكرا إطلاقا وإنما ينظر إلى الاحتمال الأول على انه فرض أكثر وضوحاً وأميل إلى الحالة الطبيعية ويسهل بمقتضاه تفسير كثير من الحقائق المشاهدة فالنبات النامي في ارض ما ينظر إليه تماماً كالنبات النامي في مزرعة مائية إلا أن المحلول المائي في التربة منتشر فوق عدد كبير من الحبيبات بدلاً

امتصاص وانتقال الأملاح المعدنية

Mineral Salt Absorption and translocation

لقد افترض الباحثون الأوائل أن الأملاح الغير عضوية تحمل إلى داخل النبات سلبيا مع امتصاص الماء، وان انتقال هذه الأملاح الممتصة إلى أجزاء النبات المختلفة يعتمد على امتصاص النبات. إلا أن هذه الافتراضات لا تفسر الفروق والخلافات الواضحة في تركيب الملح في أنسجة النبات ووسط نمو النبات . ويعتقد أن المواد النشطة أسموزيا تنتشر على طول منحدر تدرج التركيز من التربة إلى النبات. والتركيز من التربة إلى النبات. والتركيز الأسموزى داخل الخلية يظل باستمرار منخفضا من خلال استعمال واستهلاك المواد الممتصة في عمليات التمثيل الغذائي (الأيض metabolism).

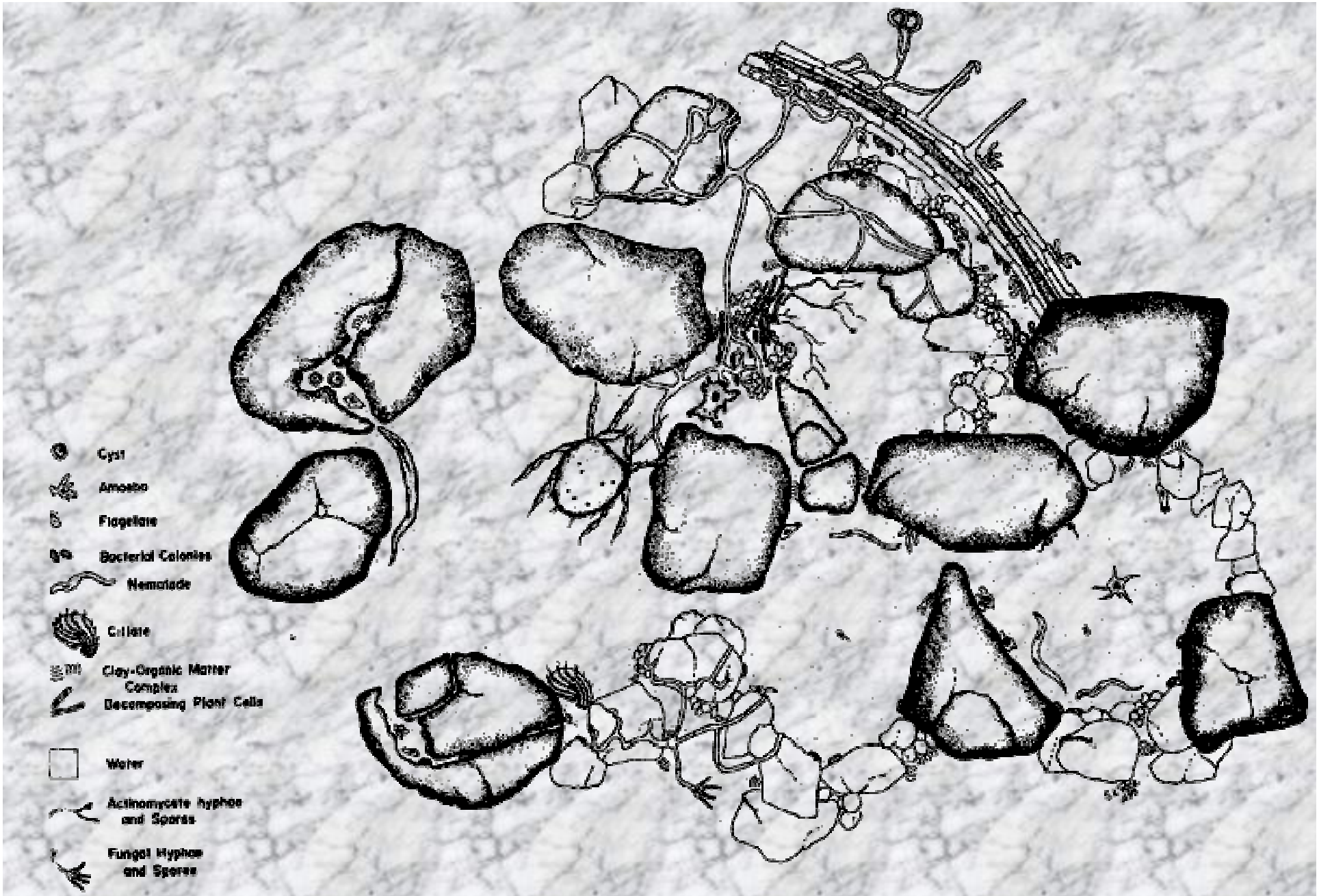
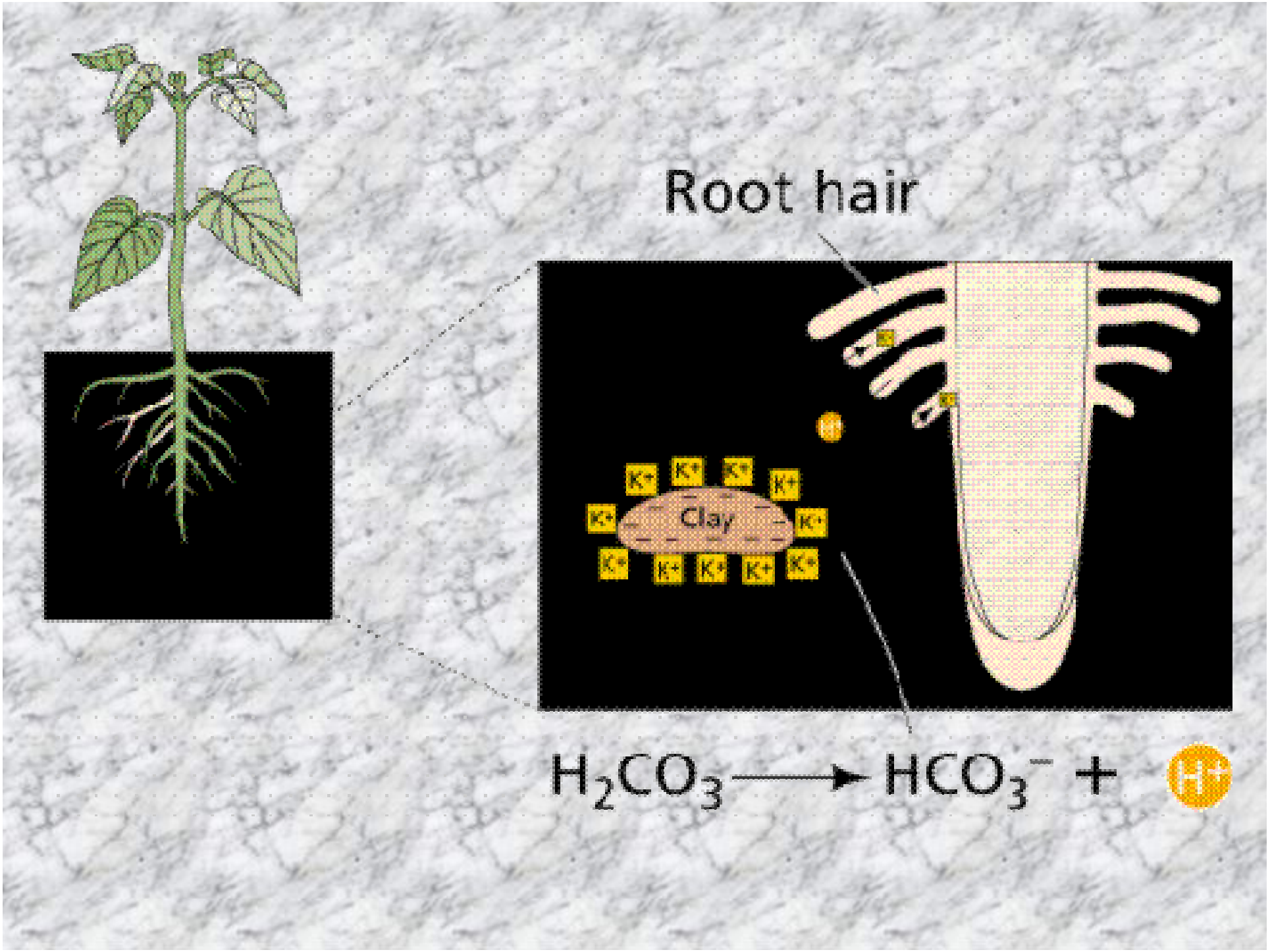


Fig. 4. Horizontal cross section (1 cm^2) of a highly structured and biologically active microsite in the short grass prairie. It depicts how the different classes of pore space and the distribution of water within pores influence the feeding and habitat relationships among the different groups of soil organisms. Illustration by S. L. Rose.


Root hair
Clay
$H_2CO_3 \longrightarrow HCO_3^- +$

والنظرية الأسموزية كافية لتفسير الامتصاص ولكنها لا تأخذ في الاعتبار الانتقال السريع للأملاح بمجرد امتصاصها. مرة أخرى فان تيار النتح يشترك هذه المرة فقط في المساعدة على انتشار الأملاح لا امتصاصها. وهكذا كانت المحاولات المبكرة لتفسير امتصاص الملح وانتقاله تبنى على الميكانيكيات الفيزيقية وقد أهملت بالكامل أهمية الطاقة الأيضية.

إلا انه في هذه الأثناء جاء الفسيولوجى البارع فيفر Pfeffer الذي جاء بتقرير ناقض بشدة كل النظريات السابقة عن امتصاص الأملاح وألقى الظل على تيار النظريات الشائعة فى ذاك الوقت. فلقد أعلن فيفر أن (طبيعة البلازما من المحتمل أنها تمكن المادة من الاتحاد كيميائيا مع العناصر البلازمية ، ثم تنقل داخلياً حيث تنفرد حره مرة أخرى). هذا الرأي يتفق جيداً مع نظرية الحوامل في امتصاص الأملاح والتي تنال القبول العام الآن.

وكما هو الحال عندما يحاول أحد الاعتراض على ما هو راسخ فى الأذهان وشائع الاعتقاد فقد لاقت تلك النظرية التي استهجنها علماء ذلك الوقت كل الجذر أثارت الاعتراضات ولم تؤخذ بجدية كافية ، حيث برزت واستمرت التفسيرات (والموديلات) لشرح وتفسير امتصاص الملح على ضوء الميكانيكيات الفيزيقية. وفى خلال الثلاثينيات من هذا القرن فقد أوضحت الأبحاث أخيراً أن امتصاص الملح يعتمد في معظمه على الطاقة الأيضية – أي أن امتصاص الملح دائما ذا سيادة نشطة. إلا أن الامتصاص السلبي ما زال مقبولا لدينا لأهميته لتراكم الأيونات لذلك فإننا سنناقشه بالتفصيل عند التحدث عن الامتصاص النشط

الامتصاص السلبي Passive Absorption

الفراغات الخارجية والظاهرية الحرة

Outer and Apparent Free Spaces

يحدث امتصاص الملح من خلال ملامسة المجموع الجذري لغرويات التربة أو محلول التربة. ما هي الميكانيكيات التي تعمل على مرور الأملاح الغير عضوية الذائبة من محلول التربة إلى النبات؟ . بين العديد من الباحثين أن هناك امتصاص سالب للأيونات أو امتصاص غير أيضى. فلقد وجدوا أنه عندما تنتقل خلية أو نسيج نباتي من وسط ذو ملح منخفض التركيز الى وسط متوسط أو عالي التركيز النسبي للملح يكون هناك امتصاص يبدأ سريعاً للأيونات يتبعه بطئ في هذا الامتصاص الذي يكون تحت التحكم الأيضى

ولا تتأثر الفترة الابتدائية السريعة في الامتصاص بدرجة الحرارة أو المثبطات الأيضية – أي أن الطاقة الأيضية لا تشترك فى هذا الامتصاص. ولو أعيد النسيج السابق إلى وسط ذي تركيز ملح منخفض فان بعض الأيونات التي أخذت سوف تنتشر خارجة إلى الوسط الخارجي. و بمعنى آخر فان جزئاً من الخلية أو النسيج المغموس فى محلول الملح يكون مفتوحاً للانتشار الحر free diffusion للأيونات. ولان الانتشار الحر يعنى أن الأيونات تتحرك بحرية الى داخل أو إلى خارج النسيج، وجزء النسيج المفتوح للانتشار الحر سوف يصل إلى حالة الاتزان مع الوسط الخارجي وتركيز الأيونات في هذا الجزء يكون مساوياً لذلك الموجود فى الوسط الخارجي. والجزء من الخلية النباتية أو النسيج الذي يسمح بالانتشار الحر يطلق عليه الفراغ الخارجي outer space.

ولقد وجد هوب Hope واستييفنس Steven أنه عندما تغمس أطراف جذور الفاصوليا فى محلول "KCl" فإنها تصل إلى حالة الاتزان بعد ٣٠ دقيقة . وهذا الانتشار العكسي لكلوريد البوتاسيوم يحدث فى غياب الطاقة الأيضية ، وحجم النسيج المستخدم أعتبر ليشمل جزءاً من السيتوبلازم. وفى عمل تالي لهوب Hope أوضح أن حجم النسيج المقاس الذي يسمح بالانتشار الحر يزداد عندما يزداد تركيز كلوريد البوتاسييوم في المحلول الخارجي ، وبالتالي يثبط الانتقال المنشط، لذلك نفترض فقط أن التراكم السلبي للأيونات ضد منحدر تدرج التركيز لابد أن يحدث. وقد أطلق اصطلاح الفراغات الظاهرية الحرة apparent free spaces ليعبر عن الحجم الملائم والمتطابق لنفاذية انتشار الأيونات الحرة.

كيف تتراكم ضد منحدر تدرج التركيز (جهد كيميائي) بدون اشتراك الطاقة الأيضية؟ هنا صيغ عديدة للامتصاص السلبي تعرف بالتبادل الأيونى ion exchange، وتأثير واتزان دونان Donnan effect and equilibrium، والتدفق الكتلى للأيونات mass flow of ions، وهى المسئولة عن تحرك الأيونات ضد منحدر تدرج الجهد الكيميائي.

التبادل الأيونى Ion Exchange

الأيونات المدمصة على اسطح الجدر الخلوية أو أغشية الأنسجة ربما تتبادل مع ايونات المحلول الخرجى المغموس فيه النسيج. وقد سبق لنا أن شرحنا ميكانيكيات تبادل ايونى مشابه بين محلول التربة وغرويات التربة فى الفصل السابق. دعنا نفترض على سبيل المثال أن كتيون K^+ الحلول الخارجى يتبادل مع ايون الهيدروجين H^+ المدمص على اسطح الغشاء، عندئذ يمكن للأنيونات ان تتبادل مع ايونات الهيدروكسيل الحرة بنفس الطريقة، وبالتالى فإن ميكانيكيات التبادل الأيونى سوف تسمح بالامتصاص الكبير للأيونات من الوسط الخارجى والى يعبر عنه بالانتشار الحر free diffusion.