فسلجة النبات : Plant Physiology

هو فرع من فروع علم النبات ، ويهتم بدراسة الفعاليات الحيوية المختلفة وترابطها مع بعضها البعض ،مع دراسة علاقة هذه الفعاليات بالمحيط الخارجي الذي يحيط بالنبات .

يرتبط هذا العلم مع العلوم الأخرى للنبات مثل تشريح النبات Plant Anatomy ووراثة النبات Plant Genetics وتصنيف النبات Plant Taxonomy وتكيف النبات Plant Adaptation للمعيشة في بيئات مختلفة.

ويدرس هذا العلم التفاعلات الكيميائية الحياتية Biochemical Reactions لمعرفة وظائف أعضاء النبات غلى المستوى العام والمستوى الجزيئي ، وكيفية مساعدة هذه الوظائف في عمليات النموGrowth وتكوين الأزهارFlowers والثمار Frouts والبذور Seeds.

الطاقة الحركية الانتقالية :Translational Kinetic Energy

تعتبر الطاقة الحركية الأنتقالية ذات اهمية خاصة بالنسبة لعمليات الأنتشار وبالنسبة للنباتات ، لأنها القوة المحركة والمسؤولة عن الحركة المستقيمة لجزيئات الغازات والسوائل والمحاليل.

في الدرجات الحرارية فوق الصفر المطلق ($0\ K^0$ او ٢٧٣.١٨مْ) تكون كل مكونات المادة في حالة حركة (اي ان الجزيئات تمتلك كمية معينة من اطاقة الحركية والأنتقالية)، وهذه الحركة تكون عشوائية (Random)، اذ تتحرك الجزيئات اوالذرات في جميع الأتجاهات وفي كثي من الحالات تصدم مع بعضها .

عند فتح زجاجة العطر ، فان جزيئات العطر تتبخر من سطح السائل وتنتشر خلال جزيئات الهواء وفي النهاية تختلط بجزيئات الهواء بصورة متجانسة ، وجزيئات العطر قادرة على النتشار ، لأنها ايضا في حالة حركة دائبة ، والعملية التي تسمح بتوزيع جزيئات العطر في الهواء هي عملية الأنتشارDiffusion .

الأنتشارDiffusion :

ان ابسط تعريف للأنتشار ، كما معروف عند الطلبة المبتدئين في دراسة العلوم النباتية ، بأنه صافي حركة المادة من منقة ذات تركيز عال الى منطقة ذات تركيز اقل نتيجة الحركة الأنتقالية العشوائية لجزيئات أو آيونات أو ذرات تلك المادة .

تعريف الأنتشار Deffining of Diffusion

The net movement of substance from an area of its own high concentration into another area of lesser concentration as a result of the random ,translational kinetic motion of molecules, ions ,atoms.

والتعريف الأكثر تحديدا للانتشار :

هو محصلة حركة المادة من منطقة ذات جهد كيميائي عال الى منطقة ذات جهد كيميائي اقل نتيجة للحركة الأنتقالية العشوائية للجزيئات والآيونات والذرات وان اتجاه انتشار المادة يتحدد كليا بالفرق في اجهد الكيميائي لتلك المادة ، ويكون مستقلا عن انتشار المواد الأخرى.

Diffusion is the net movement of substance from an area of its own high chemical potential into another area of its lower chemical potential , which due to the random , translational kinetic motion of molecules, ions ,atoms.

The direction of diffusion of a substance potential of that substance and it is independent of diffusion of other substances.

يعتمد الأنتشار على التدرج في الحهد الكيميائي ، ففي البداية يكون شديد الأنحدار ، وكلما تقدمت العملية قان منحدر الطاقة يصبح اقل انحدارا (وذلك لزيادة التشتت Entropy) ، وان الأنتشار وف يتوقف عندما ينعدم الفرق بين الجهد الكيميائي (اي تحصل حالة الأتزان).

$\Delta G = G2 - G1 = 0$

$G1 = G2$

العوامل المؤثرة في معدل انتشار الغازات

Factors Affecting Rate of Diffusion of Gases

درجة الحرارة : Temperature

يزداد معدل انتشار الغاز بازدياد درجة الحرارة.

The rate at which a gases will diffuse increase as temperature increases.

اذ تزداد الطاقة الحركية لجزيئات الغاز بازدياد درجة الحرارة . وتقـــــاس تأثيرات درجـــــــــة الحرارة علـــى التفاعلات بما يســـمى بـــ (معامل الحرارة). Temperature Coefficient ومختصره (Q10)

Q10 : هي نسبة سرعة تفاعل ما عند درجة حرارة معينة الى سرعة ذلك التفاعل عند درجة حرارة أقل من السابقة ب(١٠) درجات مئوية.

Q10: The Q10 is expressed as the of the velocity of a process at given temperature to that at $10C^0$.

تستخدم المعادلة التالية في تقير قيمة الـ (Q10) للتفاعلات البايولوجية.

The following equation may be used to calculate the Q10 of Biological Processes.

$$\text{Log } Q10 = (10/T2-T1) \text{ Log } K2/k1$$

حيث ان :

درجة الحرارة الأوطأ =T1 معدل التفاعل عند درجة الجرارة T1 = K1

درجة الحرارة الأعلى =T2 معدل التفاعل عند درجة الجرارة T2= K2

ان فائدة معرفة قيمة الـ (Q10)هو للتمييز بين التفاعلات الكيميائية عن التفاعلات الفيزيائية الصرفة ، فعندما تزيد قيمة الـ (Q10) عن الـ (١) فان التفاعل يكون فيزيائيا ، ان قيمة الـ (Q10) للتفاعلات الكيميائية غالبا ما تقترب الى الـ (٢) او اعلى .

٢. كثافة الجزيئات المنتشرة Density of diffusing molecules :

معدل انتشار الغازات تحت ظروف ثابتة constant conditions تختلف باختلاف الغازات ، وتكون مرتبطة بكثافة الغاز نفسه .

قانون كراهام للانتشار :Graham's Law of Diffusion

" يتناسب معدل انتشار الغاز تناسبا عكسيا مع الجذر التربيعي لكثافته النسبية"

"The rates of diffusion of gasses are inversely proportional to the square roots of their relative densities.

وعلى هذا الأساس نكتب القانون بالعلاقة التالية:

r2, r1 معدل انتشار الغازات التي لها كثافات نسبية d1 وd2 على التوالي (Respectively)

لو طبقنا هذه المعادلة على غازي الـH_2 والـ O_2 سنجد :

If we apply this equation to the gasses H2 & O2 we find:

$r\ H_2/r\ O_2= \sqrt{}\ dO_2/\ \sqrt{}d\ H_2 =\sqrt{}16/\ \sqrt{}1= 4/1$

بما ان كثافة الأوكسجين النسبية هي (١٦) مرة بقدر كثافة الهيدروجين ، فان معدل انتشار غاز الهيدروجين يكون (٤) مرات معدل انتشار غاز الأوكسجين .

The rate of diffusion of Hydrogen is Four times that of Oxygen.

٣. قابلية الذوبان في وسط الأنتشار :

Solubility in diffusion medium

كلما ازدادت قابلية المادة على الذوبان في وسط الأنتشار ، كلما زادت سرعة انتشارها في ذلك الوسط.

وان قابلية ذوبان الغازات في السوائل تنخفض بازدياد درجة الحرارة .

The solubility of gasses in liquids decreases as temperature increases .

وان الغليان هو احد الطرق المختبرية الشائعة لأزاحة الغازات من السوائل.

Boiling is one common laboratory practice for removing gasses from a liquid .

وان قابلية ذوبان الغازات في السوائل تزداد بازدياد الضغط المسلط عليها .

The solubility of gasses in liquid increases when an increase in pressure.

وفيما عدا الغازات الشديدة الذوبان ، وهذه الخاصية هي الأساس في قانون هنري Henry's Law .

"ان كتلة الغاز القليل الذوبان الذي يذوب في كتلة معينة من السائل عند درجة جرارة معينة ، يتناسب مع الضغط الجزئي لذلك الغاز"

"The mass of a slightly soluble gas that dissolves in a define mass of a liquid at given temperature is very nearly directly proportional to the partial pressure of that gas".

وتعتبر صناعة المشروبات الغازية تطبيق عملي لقانون هنري ، اذ يتم اذابت غاز ثنائي اوكسيد الكاربون في المشرب تحت ضغط حوالي (٥) جو ، ثم يعبأ المشروب في قناني ويسد الغطاء . وعند فتح الغطاء فان الضغط فوق سطح المحلول ينزل الى (١) جو ، ويخرج الغاز بشكل فقاعات من المحلول ، الذي يعتبر الآن فوق الإشباع (Supersaturated) وان خروج فقاعات الغاز من السائل تعرف بالفوران.

اما الغازات الشديدة الذوبان في الماء مثل الأمونيا (NH_3) وغاز ثاني اوكسيد الكبريت (SO_2) فلا ينطبق عليها هذا القانون .

٤. تدرج (ممال) الجهد الكيميائي: Chemical Potential Gradient

بصورة عامة كلما زاد ممال الجهد الكيميائي ، زاد معدل الأنتشار ، والذي يتحكم في شدة انحدار الممال هو الفرق في تركيزات المادة المنتشرة بين منطقة واخرى . كذلك المسافة الموصلة بين المنطقتين التي يحدث عبرها الأنتشار.

ان اي عامل يسبب زيادة او نقصان في ممال الحهد الكيميائي (التركيز ، اضغط ، درجة الحرارة) سوف يؤثر على معدل الأنتشار.

وان العوامل التي تتحكم في معدل انتشار الغازات تتحكم بصورة كبيرة في معدل انتشار السوائل والمواد الصلبة ايضا.

The factors that control in the rates of diffusion of gasses largely control the rates of diffusion of liquids and solids as well.

الماء : التركيب ، الخواص والتفاعلات

Water: Structure, Properties & Interaction

لكي نفهم مختلف العمليات الفسلجية المتعلقة بانتشار الماء ، يجبعلينا مراجعة جميع الخواص الكيميائية والفيزيائية الأساسية للماء وتفاعله مع المواد الأخرى.

To understand the different physiological processes to the diffusion of water , we must review the fundamental chemical and physical properties of water and its interaction with other substances.

و"الماء مادة يمكن تسميتها بسائل الحياة ."

"Water is a substance that may called the fluid of life"

اذ يشكل الماء اكثر من (٩٠%) من المحتوى الكيميائي لكثير من الكائنات الحية ، ويشارك بصورة مباشرة او غير مباشرة غي جميع التفاعلات الأيضية . والماء مركب مهم وذو خواص فريدة ناتجة عن الترتيب الجزيئي له ، وكذلك من الروابط الهدروجينية فيه.

It comprise over 90 percent of the chemical content of many organisms , and it participates either directly or indirectly in all metabolic reactions .

Water is a remarkable compound with unique properties that result from its molecular configuration and hydrogen bonding.

التركيب الجزيئي والروابط الهيدروجينية

Molecular Structure & Hydrogen Bonding

جزيئة الماء تتكون من ذرتين هدروجين (H_2) مرتبطتان تساهميا (covalently) من جانب واحد مع ذرة الأوكسجين (O) ، ولما كان متوسط الزاوية المحصورة بين ذرتي الهيدروجين (١٠٥) درجة ، غير صلبة (not rigid) فان الماء يمكنه امتصاص كميات كبيرة من الحرارة ويخضع للعديد من المؤثرات الفيزيائية الأخرى دون ان تتكسر هذه الروابط.

الماء جزيئة قطبية (Polar Molecle) ولها سطح مشحون (Surface Charge) وان الماء مادة ثنائية القطب (Dipolar) ، اذ يكون الهيدروجين قطب موجب الشحنة ، واما القطب الآخر فيكون سالب الشحنة بسبب كون الأوكسجين محب للألكترونات (Electrophilic) ، وبسبب التوزيع غير المتناظر للشحنات فان جزيئات الماء ترتبط مع بعضها البعض (تتماسك Cohesion) وتبلل المواد الأخرى (اي تلتصق بالمواد الأخرى Adhesion) وبهذه الخواص ترجع قابلية الماء على الحركة خلال التربة ، وكذلك انتقال الماء خلال جسم النبات.

اهمية الماء الفسلجية للنبات

١. يعتبر مذيب جيد للغازات والعناصر المعدنية والذائبات الأخرى.

٢. له نفاذية جيدة عبر الأغشية الخلوية الحية .

٣. مهم جدا في التفاعلات الحيوية كالبناء الضوئي والتنفس وعمليات التحلل.

٤. يدخل في تركيب الأنزيمات ومنظمات النمو النباتية .

٥. له دور مهم في عمل وآلية فتح وغلق الثغور في النباتات .

٦. مهم في عملية انبات البذور ، وزيادة معدل التنفس فيها .

٧. مهم في امتلاء الخلايا وتوسعها .

٨. يؤثر في عملية توازن البروتوبلازم ومكوناته.

انتشار الماء : الأزموزية والتشرب

Diffusion of Water : Osmosis & Imbibitions

الأزموزية : نوع خاص من الأنتشار ، ويتضمن حركة الماء من خلال أغشية ذات نفاذية اختيارية differentially permeable membrane .

Osmosis : a special tupe of diffusion , the movement of water through a differentially permeable membrane.

التشرب : نوع خاص من الانتشار مبني على أساس الادمصاص أو التجمع السطحي.

Imbibitions: a special type of diffusion in which an adsorbent is involved.

الجهد الأزموزي :Osmotic Potential

يمكن توضيح وقياس الجهد الأزموزي بجهاز الـ (Osmometer) والمكون من جزئين مفصولين بغشاء ذو نفاذية اختيارية ، ولنفرض ان هذا الغشاء يسمح بمرور الماء فقط ، وليس الذائبات (Dissolved Solutes) مثل السكروز.

فاذا وضعنا ماء نقي (Pure Water) في الوعاء (B) ، نلاحظ ان الماء ينتقل من والى كل الوعائين ، الا انه في البداية يكون معدل حركة الماء نحو الوعاء (B) اكبر من الكمية الخارجة منه ، لأن الجهد الكيمياوي للماء النقي يكون اعلى ، وبهذا تكون طاقته الحركية الأنتقالية اعلى مما لمحلول السكروز .

اما في محلول السكروز فان قسما من الماء مشتركا في في تفاعل مع دقائق الذائب

مختزلا بهذا عدد جزيئات الماء الحرة ، وبذلك تنخفض الطاقة الحركية الأنتقالية الكلية له ، وتحت هذه الظروف فان الماء يزداد ويرتفع في الوعاء (B) وباستمرار تراكم الماء فان محلول السكروز في الوعاء (B) يصبح اكثر فأكثر تخفيفا ، وبموجب ذلك يحصل انخفاض في معدل الماء المتحرك نحو الوعاء (B)، وباستمرار تقدم العملية يقل الفرق في الجهد الكيميائي للماء النقي وبن الجهد الكيميائي للمحلول السكري.

ولنفترض وجود مكبس (Piston) في الوعاء (B) وباستخدام قوة دفع هذا المكبس ، لمنع الماء من الدخول في الوعاء (B) ، فان القوة المستخدمة هذه تكون مساوية الى اقصى ضغط مكن ان يتولد نتيجة دخول الماء في هذا المحلول السكري ، ضمن نظام مغلق ، وان الضغط اللازم توليده في المحلول لأجل زيادة الجهد الكيمياوي لذلك المحلول يسمى بـ (الضغط الأزموزي Osmotic Pressure) .

وتعريفه " هو الضغط اللازم استخدامه لوقف انتشار الماء النقي الى المحلول تحت الظروف الأزموزية المثالية.

انواع المحاليل نسبة لتأثيرها على الخلايا النباتية

اولا: المحلول سوي الأزموزية : Isotonic Solution

هو المحلول الذي يتساوى تركيزه مع تركيز العصير الخلوي (Cell Sap) ، فعند وضع خلية نباتية في مثل هذا المحلول لا يطرأ عليها اي تغيير .

ثانيا: المحلول العالي التركيز : Hypertonic Solution

"ويكون جهده الأزموزي اكثر سالبية من الجهد الأزموزي للعصير الخلوي"

فعند وضع خلية نباتية فيه سيؤدي الى انكماشها بسبب خروج جزيئات الماء من الخلية باتجاه المحلول.

ثالثا: المحلول الواطئ التركيز : Hypotonic Solution

ويكون تركيزه اقل من تركيز العصير الخلوي ، فعند وضع خلية نباتية فيه ، نلاحظ انتقال جزيئات الماء من المحلول باتجاه الخلية مسببا امتلاء الخلية.

الضغط الأمتلائي :Turgor Pressure

تحاط الخلية النباتية بجدار (Cell Wall) ، الصلب غير المرن نسبيا ، وهذه الميزه تمكن الخلية النباتية من البقاء حية في مدى واسع من التركيزات الأزموزية ، وعلى العكس من ذلك ، فان الخلية الحيوانية يمكنها ان تعيش فقط في المحاليل ذات التركيزات المماثلة (Isotonic Solution) او تقريبا مماثلة لتركيزات محتويات الخلية .

فعند وضع خلية نباتية في ماء نقي ، فانها تنتفخ ولكنها لا تنفجر وبسبب الجهد الأزموزي السالب لعصير الخلية ، فان الماء سوف ينتقل الى داخل الخلية وبالتالي يدفع غشاء الخلية (Plasma Lemma) نحو جدار الخلية.

وان الضغط الذي ينشأ والمسؤول عن دفع غشـاء الخلية نحو جدار الخلية يسـمى بـ (ضغط الأمتلاء Turgor Pressure) ، ويرمز له بـ (ΨP) .

وبالنظر لصلابة الجدار الخلوي السليلوزي فانه يبدي ضغطا مساويا ولكنه معاكسا لضغط الأمتلاء يسمى بـ (ضغط الجدار Wall Pressure) ويرمز له بالرمز (ΨS) . اي ان (ΨP)= (ΨS) بالمقدار ولكن يعاكسه بالاتجاه.

ونتيجة لتأثير هذه القوى المتداخلة ، فان الخلية النباتية تحت مثل هذه الأحوال توصف بأنها ممتلئة (Turgid).

"ان اول علامة سهلة الملاحظة لنقص الماء في النبات هو انخفاض في امتلاء خلايا الورقة ، مما يعطي الأوراق مظهر الذبول "

The first , easily observed sign of a water deficit in a plant is a decrease in the turgid of its leaf cells, which gives the leaves a wilted appearance.

جهد الحشوة : Matric Potential

هو الفقد في الطاقة (بالنسبة للماء النقي) ، اثناء دخول انتشار الماء وتفاعله مع المواد الأخرى في وسط الانتشار ويرمز له بالرمز ((Ψm)).

جهد الماء : Water Potential

هو الفرق بين الجهد الكيميائي للماء عند اي نفطة في النظام ($^{\mu}$ w) وبين الجهد الكيميائي للماء النقي تحت ظروف ثابتة ($^{\mu}$ w^0).

Water Potential : The difference between the chemical potential of water at any point in a system ($^{\mu}$ w) and that of pure water under standard conditions ($^{\mu}$ w^0).

ومن المعادلة with the formula

$$\Psi w = {}^{\mu} w - {}^{\mu} w^0 = RT \text{ Lin } e/e^0$$

ويمكننا تقدير قيمة جهد الماء من المعادلة هذه بسهولة ، اذ ان :

R= is the gas constant (erg/mole/degree ثابت الغاز

T=is the absolute Temp.(K^0) درجة الحرارة المطلقة

e^0 =The vapor pressure of pure water at the same Temp. ضغط بخار الماء النقي عند نفس الدرجة

e= The vapor pressure of the solution in the system at temp. T

ضغط بخار المحلول في النظام عند درجة الحرارة T

اما $Lin\ e/e^0$ يساوي صفر عندما يتساوى e مع e^0 وبالتالي فان $Lin\ e/e^0$ وعليه فان الجهد المائي للماء النقي يساوي صفر (Zero) دائما .

اما في الأنظمة البايولوجية (Biological System) فان قيمة الضغط البخاري النسبي (أقل من الصفرLess than zero) مما يجعل قيمة تساوي قيمة سالبة .

وهذا ينعكس على جهد الماء في الأنظمة البايولوجية ويعبر عنه بقيمة سالبة.

التشرب : Imbibition

ان التشرب هو نوع خاص من الانتشار بسبب محصلة حركة الماء على منحدر (ممال) الانتشار ، إلا انه يتضمن آلية الأدمصاص .

اذا وضعت مادة نباتية جافة في ماء فسوف يحدث انتفاخ (Swelling) ملحوظ ، وفي بعض الأحيان يصل الى زيادة مغيرة في الحجم.

الشروط الضرورية للتشرب: Condition Necessary For Imbibition

هناك شرطان اساسيان وضروريان لحدوث التشرب وهما:-

١. وجوب وجود ممال لجهد المـاء بين سطح المادة المتشربة وبين سائل التشرب .

A water potential gradient must exist between the surface of the adsorbent and the liquid imbibed.

٢. وجود ميل خاص بين مكونات المادة الأدمصاصية ومادة التشرب.

A certain affinity must exist between component of the adsorbent and the imbibed substance.

ان الجهود المائية للمواد النباتية الجافة تكون سالبة جدا ، فنلاحظ في بذور النباتات يكون الجهد المائي ذو سالبية عالية جدا ، فقد تصل الى (-٩٠٠ بار).

وعند وضع هذه المادة في ماء نقي ، يحصل انحدار شديد في ممال الجهد المائي ، وبذا يتحرك الماء بسرعة الى المادة المتشربة .

وباستمرار ادمصاص الماء على المادة المتشربة يصبح جهد الماء في المادة المتشربة أقل سالبية ، وحتى يصبح أخيرا مساويا (من الناحية النظرية) لذلك في الماء الخارجي ، وعند هذه النقطة يحصل اتزان ويتوقف التشرب.

ليس من الضروري ان تتشرب المادة الأدمصاصية كل انواع السوائل ، فعلى سبيل المثال ، لا يحدث انتفاخ ملحوظ عند وضع مواد نباتية جافة في (الأيثر) ، في حين يتشرب المطاط بالـ (الأيثر) ، وينتفخ بصورة ملحوظة اذا غمر فيه.

ومع هذا فلا يتشرب المطاط بالماء ، ومن الواضح وجود قوى جذب معينة بين مكونات كل من المادة المتشربة ومادة التشرب.

العوامل المؤثرة على معدل ومدى التشرب:

Factors Affecting Rate & Extent Of Imbibitions

ان معدل ومدى التشرب يتأثر بصورة رئيسة بدرجة الحرارة وبالجهد الأزموزي لمادة التشرب (سائل التشرب) ، ولا تؤثر درجة الحرارة على كمية الماء المتص من قبل المادة الأدمصاصية ، ولكن لها تأثير مؤكد على معدل التشرب ، فالزيادة في درجة الحرارة تزيد معدل التشرب.

وتتأثر كل من كمية المادة المتشربة (الممتصة) ومعدل التشرب بالجهد الأزموزي لمادة التشرب . فاضافة ذائب الى ماء نقي تجعل جهد الماء اكثر سالبية . وهذا له تأثير على تغير ممال (تدرج) جهد الماء بين ماء المحلول ومادة الأدمصاص ، اذ يكون اقل انحدارا من ممال جهد الماء الذي يمكن ان يتولد اذا ما غمرت نفس المادة الأدمصاصية في ماء نقي .

وبالمثل فان انخفاض ممال جهد الماء سوف يخفض معدل التشرب بالماء وبالتالي كمية الماء الممتصة.

التركيز المولاري	**كمية الماء الممدص (المتشرب) بعد (٤٨) ساعة**	الضغط الأزموزي
H2O	٥١.٥٨	٠.٠
٠.١ كلوريد الصوديوم	٤٦.٣٣	٣.٨
٠.٢ كلوريد الصوديوم	٤٥.٥٢	٧.٦
٠.٤ كلوريد الصوديوم	٤٠.٢٧	١٥.٢
٠.٨ كلوريد الصوديوم	٣١.١٢	٣٠.٤
١.٠ كلوريد الصوديوم	٢٦.٧٣	٣٨.٠
٢.٠ كلوريد الصوديوم	١٨.٥٥	٧٢.٠
٤.٠ كلوريد الصوديوم	١١.٧٦	١٣٠.٠

تغيرات الحجم والطاقة : Volume & Energy Changes

يزداد حجم مادة الأدمصاص نتيجة التشرب.

The volume of an adsorbent increases as a result of imbibitions.

الا ان الحجم الكلي للنظام التشربي (حجم الماء المغمورة فيه المادة الأدمصاصية زائدا حجم المادة الدمصاصية نفسها) يكون دائما بعد التشرب أقل من بدء التشرب.

ويمكن توضيح هذه الحقيقة بسهولة وذلك بوضع بذور مجففة بالهواء في اسطوانة مدرجة (cylinder) تحوي ماء ، ويسجل الحجم الأصلي ، ثم يقارن مع حجم النظام بعد توقف التشرب . ان الفرق في الحجم يعود الى ان جزيئات الماء التي تجمعت تجمعا سطحيا على سطح المواد اغروية الموجودة في مادة الأدمصاص تكون مرتبطة بقوة ، وبالتالي فالجزيئات تتراصف مع بعضها تراصفا شديدا وبهذا تشغل حيزا أقل مما كانت عليه في الماء الحر . وبهذا يحصل تقلص في حجم النظام التشربي ، وعليه فهناك دائما ارتفاع في درجة الحرارة نتيجة التشرب.

There is always an increase in temperature as a result of imbibitions.