الفصل الثالث

الخاصة الازموزية

Osmosis

obeikan.com

obeikan.com

مقدمة :

الانتشار هو حركة جزيئات المادة بفعل طاقتها الحركية محاولة أن تتوزع توزيعا منتظما فى الحيز الذى تشغله · فمثلا إذا كان لدينا محلول يحتوى على ١٠% من وزنه سكر قصب، ٩٠ % من وزنه ماء ووضعناه فى إناء ثم صببنا فوقه بعناية طبقة من الماء النقى فإنه – تبعا لقوانين الانتشار – ينتشر جزيئات السكرين المحلول المركز الى الماء النقى·

إذا فصلت طبقتا السائلين بغشاء فإن مايحدث يتوقف على نوع الغشاء ويمكن تقسيم الأغشية الى:

١) غشاء منفذ Permeable membrane وهو مايسمح لجزيئات المذيب والمذاب بالمرور خلال مسامه·

٢) غشاء غير منفذ Impermeable وهو مالايسمح لجزيئات المادة بالمرور كلوح من الزجاج مثلا·

٣) غشاء شبه منفذ Semipermeable إذا سمح لجزيئات المذيب ولم يسمح لجزيئات الذائب بالنفاذ ·

فإذا كان هناك غشاء منفذ يفصل بين المحلول السكرى والماء النقى فإن جزيئات الماء تنفذ خلال الغشاء من طبقة الماء النقى الى المحلول السكرى فإذا كان هناك مايقاوم تلك الزيادة فى الحجم فإنه ينشأ عن ذلك ضغط على الجدار يسمى بالضغط الازموزى Osmotic pressure. أما إنتشار الماء خلال الغشاء فيطلق عليه اسم الخاصة الأزموزية أو الانتشار الغشائى Osmosis.

فإذا سددنا فوهة الغشاء شبه المنفذ بسدادة محكمة تنفذ خلالها أنبوبة زجاجية فإن الماء ينفذ داخل الغشاء بالخاصة الأزموزية ويسبب ارتفاع السائل فى الانبوبة

الزجاجية حتى يصل الى نقطة يظل ثابتا عندها بضعة أيام وعندئذ يكون ضغط عمود السائل مساويا للضغط الأزموزى لمحلول السكر.

ويمكن موازنة الضغط الأزموزى بضغط آخر يعمل فى الاتجاه المضاد فاذا وضع ثقل مناسب فوق المحلول الأصلى فإن دخول الماء بالخاصة الازموزية يتوقف ويمكن تعريف الضغط الازموزى لأى محلول بأنه أقصى ضغط يمكن أن ينشأ فيه عند فصله عن المذيب النقى بغشاء شبه منفذ تام وهو معادل الضغط اللازم تسليطه على المحلول لمنع زيادة حجمه نتيجة لانتقال الماء اليه.

وجدير بالذكر أنه عندما يفصل غشاء شبه منفذ بين محلولين مختلفى التركيز من سكر القصب مثلا فإن الماء ينفذ خلال هذا الغشاء من المحلول الأقل تركيزا الى المحلول الأكثر تركيزا حتى يتساوى تركيز المحلولين على جانبى الغشاء وحينما يشار الى حركة المذيب عند دراسة الخاصة الازموزية فإنه يقصد بذلك محصلة الحركة إذ أن جزيئات السائل تتحرك عبر الغشاء وفى كلا الاتجاهين دائما الا أنه فى كل وحدة زمنية يمر عدد من الجزيئات فى أحد الاتجاهين أكبر مما يمر فى الاتجاه الآخر وتكون محصلة الحركة دائما من المحلول المخفف الى المحلول المركز.

ولقد أمكن قياس الضغوط الأزموزية للمحاليل بوضعها فى وعاء خزفى رسب فى مسامه غشاء شبه منفذ من حديد وسيانور النحاس Copper ferrocyanide ويوضع خارج الوعاء المذيب النقى ويقاس الضغط بواسطة المانومتر المتصل بالوعاء ولقد وجد أن الضغط الأزموزى لمحلول ما يتناسب تناسبا طرديا مع تركيزه.

ولقد أستخدمت طرق كثيرة غير الطريقة السابقة لتقدير الضغط الأزموزى لمحلول ما منها تقدير الارتفاع فى درجة غليان المحلول أو الانخفاض فى درجة تجمده عن المذيب ثم يحسب الضغط الأزموزى من معادلات خاصة.

(الشكل ٨) يوضح الخاصة الازموزية وكيفية تقدير الضغط الازموزى

علاقة الخلية النباتية بالخاصة الأزموزية :

البلزمة Plasmolysis :

إذا وضعت خلية منفردة ذات فجوة فى محلول زائد التركيز Hypertonic أى ضغطه الأزموزى أعلى من الضغط الازموزى للعصير الخلوى فإن الماء ينتقل من داخل الخلية الى خارجها وينتج عن ذلك نقص فى حجم العصير الخلوى يتبعه انكماش فى حجم الخلية وارتخاء فى الجدار الخلوى وإذا استمر فقد الخلية للماء تقلص البروتوبلازم بعيدا عن الجدار الخلوى وبدا ككتلة متكورة فى فراغ الخلية ويقال أنها متبلزمة وتسمى الظاهرة بالبلزمة وعند نهاية البلزمة يكون الضغط الأزموزى للعصير

الخلوى مسايا للضغط الأزموزى للمحلول الخارجى · إذا بقيت الخلية على حالتها السابقة مدة طويلة فإنها تفقد قدرتها على العودة الى حالتها الطبيعية عند وضعها فى ماء نقى أما اذا أسرعنا فى نقل الخلية المتبلزمة الى ماء أو محلول ناقص التركيز Hypotonic أى ضغطه الازموزى أقل من الضغط الازموزى للعصير الخلوى فان الخلية تستعيد امتلائها وهذا مايعرف بتعادل البلزمة Deplasmolysis .

وهناك نوعان من البلزمة بلزمة مؤقته Temporary plasmolysis وبلزمة مستديمة Permanent plasmolysis فمعروف أن المحاليل زائدة التركيز لبعض الذائبات كسكر القصب تسبب للخلية بلزمة مستديمة على حين تسبب محاليل مماثلة كالجليسرين واليوريا بلزمة مؤقته تتخلص منها الخلية بعد فترة وجيزة وهى مازالت فى المحلول المسبب للبلزمة ·

وسبب ذلك أن جزيئات الماء تنفذ خلال الأغشية البلازمية بمعدل أكبر من نفاذية جزيئات أى مادة ذائبة فيه ، كذلك تنفذ جزيئات هذه المواد خلالها بدرجات متفاوتة فعند وضع الخلية فى محلول الجليسرين مثلا يخرج الماء من الخلية بدرجة أسرع من دخول جزيئات الجليسرين الى فجوتها ويترتب على ذلك حدوث بلزمة مؤقته يعقبها تساوى تركيز المادة فى الداخل والخارج نتيجة دخول جزيئاتها الى الفجوة وعلى ذلك تستعيد الخلية حالتها الطبيعية أما عند وضع الخلية فى محلول السكر فإن الماء يخرج منها وتحدث البلزمة إلا أنه نظرا لبطء انتشار جزيئات السكر خلال الغشاء البلازمى فان البلزمة تستمر مدة طويلة ·

(الشكل ٩) يوضح كيفية حدوث البلزمة بالخلية النباتية

الخلية النباتية كجهاز أزموزى :

تعتبر الخلية النباتية البالغة كجهاز أزموزى إذ أن فجوتها العصارية الكبيرة ممتلئة بمحلول مائى لكثير من المواد الذائبة وتحيط بالفجوة العصارية طبقة رقيقة من السيتوبلازم يحدها من الداخل والخارج غشاءان بلازميان يعملان بالاضافة الى مابينهما من ستوبلازم كغشاء ذى درجة عالية من النفاذية التفاضلية أما الجدار الخلوى فيعمل غالبا كغشاء منفذ ٠

فإذا غمست خلية نباتية فى محلول سوى التركيز Isotonic solution أى له نفس تركيز العصير الخلوى تنشأ حالة من الاتزان الديناميكى وتكون محصلة الحركة المائية مساوية صفرا ٠

أما إذا وضعت الخلية فى ماء نقى فإن الماء ينفذ خلال أغشيتها الى فجوة الخلية وينتج عن هذا الامتصاص الأزموزى نقص فى تركيز العصير الخلوى وزيادة فى حجمه تسبب تمدد الطبقة البروتوبلازمية التى تضغط بدورها على الجدار الخلوى المرن ويقال أنها فى حالة انتفاخ أو امتلاء ، كما يقال للضغط الذى تبديه محتويات الخلية على الجدار الخلوى وتعارض به دخول الماء اليها ضغط الامتلاء Turgor pressure وهذا الضغط يساوى دائما فى القيمة ولكنه يضاد فى الاتجاه ضغط الجدار Wall pressure الذى يعارض زيادة الخلية فى الحجم. فإذا رمزنا للضغط الازموزى للعصير الخلوى بالحرف (ض) ولضغط الامتلاء بالحرف (م) فان القوة التى يدخل بها الماء الى فجوة الخلية تعادل ض- م ويطلق عليها قوة الامتصاص الازموزية Osmotic suction force فإذا رمزنا لها بالحرف ص تكون ص= ض - م .

هذا اذا كان الوسط الخارجى ماء نقيا أما اذا كان المحلول الخارجى له ضغط ازموزى معين ض١ فإن هذا من شأنه أن يقاوم دخول الماء الى الخلية أى يعمل جنبا الى جنب مع ضغط الامتلاء .

∴ ص = ض - ض١ - م

= ض - (ض١ + م)

فإذا كانت ص للخلية موجبة استمر دخول الماء الى فجوتها وكلما دخلت كمية من الماء يزداد توتر الجدار الخلوى ويزداد ضغط الامتلاء وحين تصل مرونة الجدار الخلوى الى نهايتها القصوى يقف تبادل الماء وتصبح الخلية فى حالة اتزان ويقال أنها تامة الامتلاء .

وحيث أن ص عند الامتلاء التام تساوى صفرا

∴ ض = ض١ + م

واذا كان الوسط الخارجى ماء نقيا أى ض١ = صفرا

فان ص = م أو ض – م = صفرا

أى أنه فى حالة الاتزان تكون قوة الضغط الازموزى للعصير الخلوى التى تدفع الماء الى داخل الخلية متعادلة مع ضغط الامتلاء الذى يعارض دخول الماء اليها ٠

حركة الماء بين الخلايا : مماسبق يتضح أن دخول الماء الى الخلية يتوقف على قوة الامتصاص الازموزية لاعلى الضغط الازموزى لعصارتها فقد يحدث تحت ظروف معينة أن يمر الماء من خلية ذات ضغط ازموزى عال الى أخرى ملاصقة لها ذات ضغط ازموزى منخفض ٠

أ	ب
ض = ١٢	ض = ١٠
م = ٦	م = ٢
ص = ٦	ص = ٨

←

إتجاه مرور الماء

وذلك عندما يكون ضغط الامتلاء للخلية الاولى أكبر منه للخلية الثانية ومن الشكل يتبين أنه على الرغم من أن الضغط الازموزى للخلية أ أعلى من الضغط الازموزى للخلية ب فإن الماء ينتقل من أ الى ب لأن قوة الامتصاص الأزموزية للخلية ب أعلى منها للأولى أ

أ : ص : ١٢–٦ = ٦ ضغطا جويا

ب: ص: ١٠–٢ = ٨ ضغطا جويا

ويستمر الماء فى حركته المحصلة من أ الى ب حتى تتساوى قوة الامتصاص الأزموزية لكل من الخليتين ٠

العوامل التى تؤثر على الضغط الأزموزي للعصير الخلوى :

١) البيئة التى ينمو فيها النبات : يتغير الضغط الأزموزى للخلية بتغير تركيز الوسط الخارجى الذى يعيش فيه النبات ، ويكون التغير غالبا فى نفس الاتجاه زيادة أو نقصا ولكن ليس بدرجة واحدة ٠ فقد وجد أن زيادة الأملاح فى التربة ترفع الضغط الأزموزى للنباتات التى تعيش فيها ٠ وتعزى هذه الزيادة فى الضغط الأزموزى للخلايا الى زيادة امتصاص الأملاح وتراكمها من جهة والى تحلل المواد العضوية المدخرة فى خلايا الجذر من جهة أخرى٠

ويختلف الضغط الأزموزى لنباتات البيئات المختلفة، فالضغط الأزموزى فى النباتات المائية Hydrophytes أقل منه فى النباتات الوسطية Mesophytes وهذه أقل منها فى النباتات الجفافية Xerophytes والضغط الأزموزى للنباتات الملحية عال نسبيا وذلك لأنها تعيش على تربة غنية بالأملاح الذائبة وتمتص منها كمية كبيرة نسبيا٠

٢) نوع النبات: تختلف قيمة الضغط الأزموزى فى النباتات المختلفة التى تعيش فى بيئة واحدة وتكون هذه القيمة مرتفعة فى الأشجار والشجيرات عنها فى الأعشاب والحوليات٠

٣) عمر الخلية ومكانها فى النبات: يقل الضغط الأزموزى للخلايا مع تقدمها فى العمر ففى الأوراق الحديثة تكون قيمته أعلى منها فى الأوراق المسنة على نفس النبات ٠ ولوحظ كذلك أن الضغط الأزموزى يخفض كلما اقترب مكان الخلايا فى النبات من مصدر الماء فتقل قيمة الضغط الأزموزى فى الاتجاه من الأوراق الى الجذر٠

٤) ساعة تحديد قيمة الضغط الأزموزى: تتغير قيمة الضغط الأزموزى لخلايا النسيج الواحد خلال نفس اليوم ففى الأوراق مثلا يكون الضغط الأزموزى منخفضا فى الصباح الباكر ثم يرتفع خلال اليوم ويصل أعلى قيمة له فى الساعات الأولى بعد الظهر ثم ينخفض بعد ذلك تدريجيا حتى الصباح التالى وهكذا٠ وقد يرجع السبب فى إرتفاع الضغط الأزموزى لخلايا أوراق النبات أثناء فترة الظهيرة الى نشاط عملية التمثيل الضوئى والى نقص المحتوى المائى للخلايا نتيجة لارتفاع سرعة النتح فى هذه الفترة من اليوم٠

دور الأزموزية فى حياة النبات :

١) إن إمتصاص الماء من التربة بواسطة الشعيرات الجذرية وانتقاله خلال خلايا النبات الحية ليس الا عملية أزموزية ٠

٢) تعمل الخاصة الأزموزية على بقاء الخلايا النباتية فى حالة امتلاء ٠ والخلية الممتلئة تكسب النبات صلابة ، وخاصة فى الأجزاء التى لاتتكون فيها الأنسجة الدعامية كمناطق النمو فى الساق والجذر وتساعد هذه الصلابة الجذر على إختراق التربة والساق على الاحتفاظ بقوامه٠ وليس هذا فحسب بل إن الخلايا الممتلئة هى وحدها التى تستطيع أن تنمو وتنقسم وتقوم بسائر عمليات التحول الغذائى ٠

٣) تعمل الخاصة الأزموزية على توزيع الماء فى جسم النبات، فإذا قل المحتوى المائى فى نسيج ما فإنه نظرا لارتفاع ضغطه الأزموزى يسحب الماء من نسيج أخر مجاور له يكون ضغطه الأزموزى منخفضا ٠

٤) تزيد التركيزات الأزموزية العالية مقاومة النبات لدرجات الحرارة المنخفضة والجفاف إذ أن زيادة تركيز الخلوى من شأنه أن يخفض درجة الحرارة تجمده ويقلل من فقد النبات للماء ٠

٥) ترتبط عملية إنفتاح الثغور وإنغلاقها بتغير الضغط الأزمورى فى الخلايا الحارسة فإرتفاع هذا الضغط يصاحبه إنفتاح الثغور ، أما انخفاضة فيسبب إنغلاقها.

obeikan.com

مراجع مختارة :

1- Bewley, J.D. (1979) : Physiological aspects of deication tolerance. Ann. Rev. Plant Physiol. 30: 195- 238

2- Brown, R.W. and B.P. Van Haversen , eds. (1971): Psychrometer in water relations research. Proceedings of Symposium on Thermocouple Psychrometer. Agric. Exp. Sta., Utah State Universty.

3- Crafts, A.S., Currier, H.B. and Stocking, C.R. (1949): Water in the Physiology of Plants. Chronica Botanica, Waltham, Mass, U. S. A.

4- Fischer, R .A. and Turner, N. C.(1978): Plant productivity in the arid and semiarid zones. Ann. Rev. Plant Physiol. 29: 277- 317.

5- Kozlowski, T.T., (1968- 1978): Water deficit and Plant Growth. Vol. 1-5. New York : Academic Press.

6- Meidner, H. and Sheriff (1976) : Wate and plant.New York: Wiley.

7- Slatyer, R.O.(1967): Plant-Water Relationship. New York: Academic Press.

8- Steward, F.C. (ed.) (1959): Plant physiology, A Treatise, VII Plants in Relation to Water and Solutes, Academic Press, New York and London.

9- Sutcliffe, J. (1968): Plants and Water, The Institute of Biology's Studies in Biology No. 14. Edward Arnold (Publishers) Ltd.

10- Weatherley, P.E. (1970): Some aspect of water relations. In R.D. Preston, ed., Advances in Biotanical Research. New York: Academic Press.