المحاضرة التاسعة – الانتشار في الأغشية شبه النفاذة (التناضح الأسموزي)

يعد **التناضح الأسموزي (Osmosis)** من الظواهر الفيزيائية الحيوية المهمة في علوم الأغذية، حيث يعتمد على انتقال جزيئات **المذيب (عادة الماء)** عبر غشاء شبه منفذ من منطقة **التركيز المنخفض المذيب** إلى منطقة **التركيز العالي المذاب** بهدف تحقيق التوازن في التركيز على جانبي الغشاء.
أما **الانتشار (Diffusion)** فهو انتقال الجزيئات أو الأيونات من منطقة ذات تركيز عالٍ إلى منطقة ذات تركيز منخفض **دون الحاجة لغشاء**، نتيجة للحركة العشوائية او الحرارية للجزيئات.

الأساس العلمي :
عند وضع غشاء شبه نفاذ يفصل بين محلولين غير متساويين في التركيز، يبدأ **انتقال المذيب (الماء)** من المنطقة ذات التركيز المنخفض إلى المنطقة ذات التركيز العالي من خلال الغشاء حتى يتعادل الضغط الأسموزي بين الجانبين.

يُعبر عن **الضغط الأسموزي (Osmotic Pressure)** بالعلاقة التالية :

$$\varsigma = iCRT$$

ς الضغط الأسموزي (atm)
i معامل فانتهوف (عدد الجسيمات الناتجة عن تأين المادة)
C التركيز المولاري (mol/L)
R ثابت الغازات العام ($0.0821\ L\cdot atm\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$)
T درجة الحرارة المطلقة (K)

تطبيقات التناضح الاسموزي في الأغذية

الحفظ بالضغط الأسموزي العالي
يُستخدم مبدأ التناضح لحفظ المربيات والهلام والمخللات في هذه العملية يميل الماء إلى سحب الميكروبات (التحلل البلازمي) ويجعلها منخفضة الرطوبة جداً مما يؤدي إلى قتلها إلا أن الخميرة والعفن مقاومان نسبيًا للضغط الأسموزي العالي ، ولذلك تميل الأطعمة المحفوظة مثل المخللات للفساد إذا لم تُخزّن بشكل صحيح.

1. تركيز عال من السكريات
يُستخدم السكر لحفظ الفواكه اذ تحتوي المربيات والهلاميات المُحضّرة من الفواكه على تركيز عالٍ من السكر وهو مادة حافظة ويُعد البكتين والحمض والسكر أساسيين لتحضير المربى ، ويُحضّر المربى أو الهلام بإضافة البكتين المُحضّر تجاريًا، مما يُقلّل من وقت الطهي. أما الهلاميات، فهي مواد شفافة تُصنع من عصير الفاكهة أو مستخلصها.

Mango jam

يعمل السكر بالطرق التالية:

- يقوم السكر بسحب الماء من الطعام وبالتالي يجعله غير متاح للكائنات الحية الدقيقة.
- نتيجة لفقدان الماء، يتوقف التمثيل الغذائي للميكروبات.
- وبالتالي يتم إيقاف نمو الكائنات الحية الدقيقة

2. تركيز عال من الاملاح

تُحفظ الأطعمة أيضًا بمبدأ الضغط الأسموزي في التمليح والتخليل. المادة الحافظة الأكثر استخدامًا هي كلوريد الصوديوم. يمكن إضافة الكمية المطلوبة لإبطاء أو منع نمو الكائنات الدقيقة، أو كمية كافية للسماح بتخمير حمض اللاكتيك.

Salted mangoes and cucumber

يحافظ كلوريد الصوديوم على الطعام وفقًا للمبادئ التالية:

- يسبب ارتفاع الضغط الاسموزي وبالتالي يحدث التحلل البلازمي.
- يقوم بخفض الرطوبة في الأطعمة ، كما يقوم باتلاف الخلايا الميكروبية.
- يتأين ليعطي أيون الكلور الضار بالكائنات الحية.
- يقلل من ذوبان الأوكسجين في الرطوبة.
- يجعل الخلية حساسة لثاني أكسيد الكربون.
- يتداخل مع عمل الإنزيمات المحللة للبروتين.

الفوائد التطبيقية في الصناعات الغذائية للضغط الاسموزي :

- تستخدم ظاهرة الأسموزية في **إنتاج العصائر المركزة (Osmotic Dehydration).**
- تساعد في **حفظ الخضروات والفواكه بالملح أو السكر.**
- تُستعمل الأغشية شبه النفاذة بعمليات **التحلية (Reverse Osmosis)** لتحصيل مياه نقية.
- تدخل في تصميم الأغذية منخفضة الرطوبة وإطالة فترة صلاحيتها.

مثال / احسب الضغط الأسموزي لمحلول سكروز تركيزه 0.5 مول/لتر عند درجة حرارة 27°C.
علماً أن ثابت الغازات العام $R = 0.082\ L\cdot atm\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$ ، و معامل فانتهوف $i = 1$

$$\varsigma = iCRT$$
$$=1\times0.5\times0.082\times(273+27)=12.3\ atm$$

مثال واجب/ احسب الضغط الأسموزي لمحلول سكر تركيزه 0.8 مول/لتر عند درجة حرارة 25°C.
علماً أن ثابت الغازات العام $R = 0.082\ L\cdot atm\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}$ ، و معامل فانتهوف $i = 1$