كيمياء الأغذية ومراقبتها

المحاضرة الثانية

محتوى الرطوبة في الغذاء

د.نور علي عشيش

مقدمة:

يعتبر الماء مكوناً مسيطراً بالعديد من الأغذية. يدعم الماء العديد من التفاعلات كما أنه عامل مباشر في تفاعلات الحلمهة، لذلك فإن عملية إزالة الماء أو ربطه من خلال زيادة الأملاح أو السكر ستكون قادرة على الحد من العديد من التفاعلات الكيميائية، كما أنها ستكون قادرة على تثبيط النمو الميكروبيولوجي وبالتالي زيادة فترة صلاحية المنتج الغذائي.

- **أهمية تحديد محتوى الرطوبة في الغذاء:**

يعتبر تحديد محتوى الرطوبة من أهم الاختبارات التي تجرى على المنتج الغذائي وأكثرها شيوعاً.

١- الثباتية: يعتمد نمو الكائنات الحية الدقيقة في الغذاء على المحتوى المائي فيه، كما يؤثر محتوى الرطوبة في حفظ وثباتية بعض الأغذية مثل الحليب المجفف، الخضار والفواكه المجففة حيث يعتمد ملمس وطعم ومظهر الغذاء على كمية الماء التي يحتويها، إضافة إلى تحديد الشروط الأمثل لتخزين المنتج الغذائي لأطول فترة ممكنة ومعرفة مدى صلاحيته.

٢- يعتبر تحديد محتوى الرطوبة أحد المعايير التي يعتمد عليها لتحديد صفات أو هوية المنتج الغذائي مثلا: الدقيق المدعم يجب أن يحتوي أقل من ١٥% رطوبة

- **أهمية تحديد محتوى الرطوبة في الغذاء:**

٣- تحديد القيمة التغذوية للمنتج الغذائي يحتاج معرفة المحتوى المائي أو محتوى الرطوبة فيها.

٤- تحديد محتوى الرطوبة ضروري للتعبير عن نتائج باقي مكونات الغذاء من المواد حيث يعبر عنها على أساس الوزن الجاف أكثر من أساس الوزن الرطب.

٥- عمليات تصنيع الأغذية: إن معرفة محتوى الرطوبة ضروري للتنبؤ بسلوك الأغذية أثناء مراحل الإنتاج كإمكانية التدفق عبر الأنابيب أو المزج والتجفيف أو التعبئة والتغليف.

٦- التحقق من غش المادة الغذائية (الماء مادة مالئة ورخيصة الثمن ومتوفرة).

أشكال الماء في الغذاء:

يتواجد الماء بالأغذية بالشكل التالي:

الماء الحر Free Form : أي غير المرتبط بأية مكونات غذائية أخرى وهو الأكثر انتشاراً ويمكن أن يتحرر بسهولة كماء الخضار أو الفواكه، ويحافظ الماء الحر على خواصه الفيزيائية.

الماء المرتبط Bound Form: توجد بعض جزيئات الماء في المواد الغذائية بحالة ارتباط كيميائي بجزيئات أخرى مثل البروتينات أو السكريات، وبالتالي يتميز الماء المرتبط بخصائص فيزيائية وكيميائية مختلفة لا يستطيع الماء المرتبط دعم النمو الجرثومي والتبوغ أو المشاركة بالتفاعلات الأنزيمية وبذلك لا يساهم الماء المرتبط بثبات الغذاء.

طرائق معايرة محتوى الرطوبة:

يتم تحديد محتوى الرطوبة في الأغذية بعدة طرق :

- **التجفيف (طريقة وزنية):**
  - ✓ التجفيف بالفرن Oven drying method
  - ✓ التجفيف بفرن التخلية vaccum oven
  - ✓ التجفيف بالميكروويف Microwave anlyser
- **التقطير (طريقة حجمية) Distillation**
- **الأشعة تحت الحمراء Infrared**
- **الطرائق الكيميائية (معايرة كارل-فيشرChemical method)**

أولاً: طرائق التجفيف والوزن

تعتمد على تبخير الماء في العينة المدروسة وبإيجاد الفرق بين وزن المادة قبل التجفيف ووزنها بعد التجفيف تحسب كمية الماء المتبخرة.

المبدأ الأساسي في هذه الطرائق في أن نقطة غليان الماء أدنى من المكونات الرئيسية الأخرى في المواد الغذائية كالمواد الدسمة والكربوهيدرات والبروتينات والمعادن ويتم التبخير باستعمال أحد أجهزة التجفيف.

أجهزة التجفيف التالية :

١- الفرن الحراري

٢- فرن التفريغ

٣- الميكروويف

١- الفرن الحراري :

يتم استخدام هذه الطريقة للأغذية الثابتة في الحرارة ويتم قياس محتوى الرطوبة في العينة من خلال تحديد الخسارة في وزن العينة وذلك باستخدام كمية صغيرة من عينة متجانسة، عند درجة حرارة ١٠٥ وأكثر.

٢- فرن التفريغ :

يتم قياس محتوى الرطوبة في العينة من خلال تحديد الخسارة في الوزن للعينة بعد أن تم تجفيفها في فرن التفريغ ويسمح فرن التفريغ بتجفيف العينات في درجات حرارة أقل من ١٠٠ تحت ضغط منخفض عادة mm Hg(٢٥-١٠٠) مما يؤدي إلى تخفيض الزمن اللازم لتجفيف العينة وتستخدم هذه المجففات في الأغذية التي تتفكك في الدرجة ١٠٠ كالسكاكر حيث يتم التجفيف في الدرجة ٧٠.

٣- الميكروويف :

يتم تجفيف الرطوبة عن طريق طاقة الميكروويف ويحسب محتوى الرطوبة النسبية تلقائياً ويتميز عن غيره من أفران التجفيف بسهولة وسرعة العمل حيث توضع العينات الموزونة في فرن الميكروويف لوقت معين وبدرجة طاقة محددة ثم تحدد كتلتها الجافة بالوزن ويمكن التحكم بالزمن وبقوة الأمواج الميكروويية في هذه الطريقة.

ينتشر استخدام طرائق التجفيف لتقدير الرطوبة في الأغذية، لاسيما لأنها سهلة الاستعمال ومقبولة الدقة وتجهيزاتها بسيطة ورخيصة نسبياً، إلا إنها غير مناسبة للاستعمال مع المنتجات المحتوية على زيوت طيارة وتسبب تلف العينة وتستغرق وقت طويل.

ملاحظات عملية من الواجب مراعاتها في العينات أثناء عملية التجفيف:

١- أبعاد العينة : يعتمد معدل إزالة الرطوبة على حجم وشكل العينة وطريقة وضعها في الجهاز فكلما زادت مساحة سطح العينة المعرضة للحرارة كلما زاد معدل إزالة الرطوبة وسرعتها.

٢- نوع الماء : يعتمد سهولة إزالة الماء بطرائق التبخير على تفاعلها مع المكونات الأخرى الموجودة في المواد الغذائية ، يعد إزالة الماء الحر من الأغذية هو الأكثر سهولة بينما يحتاج الماء المرتبط كيميائياً إلى مزيد من الحرارة التي تسبب تلف بعض المكونات الأخرى.

٣- تطاير المكونات الغذائية الاخرى : غالباً ما يفترض أن نقص وزن الغذاء بالتسخين يرجع كلياً إلى تبخر الماء ولكن تحتوي غالبية الأغذية عملياً على مكونات متطايرة تفقد بالتسخين مثل النكهات أو الروائح، يكون تركيز المواد المتطايرة في معظم المواد الغذائية صغير جداً ويمكن تجاهله أما بالنسبة للأغذية التي تحتوي على كميات كبيرة من المكونات المتطايرة مثل التوابل والأعشاب فمن الضروري استخدام أساليب بديلة لتحديد محتواها من الرطوبة كطرق التقطير أو الطرق الكيميائية.

٥- تفكك المكونات الغذائية الأخرى : تتحلل بعض المكونات الحساسة للحرارة في الغذاء إذا كانت درجة حرارة التجفيف عالية جداً أو مدة التجفيف طويلة جداً مما يؤدي إلى تغيير في تركيب المواد الغذائية وبالتالي حدوث أخطاء في تحديد محتوى الرطوبة.

٦- التكتل وتشكل القشرة الخارجية: تميل بعض العينات عند الجفييف إلى التكتل أو تشكيل قشرة شبه نفوذة على السطح عندها يقتصر فقدان الرطوبة على التكتلات أو القشرة المتشكلة مما يؤدي إلى نتائج خاطئة.

٧- العينات عالية محتوى الرطوبة : يتم تجفيف عينات المواد الغذائية عالية محتوى الرطوبة على مرحلتين لمنع تناثر العينة ولتجنب تراكم الرطوبة في الفرن مثل إزالة معظم الرطوبة في الحليب عن طريق التسخين على حمام بخاري قبل التجفيف في الفرن.

٨- وعاء العينة : ينبغي استخدام أوعية مناسبة تمكن من احتواء العينات ومعاملتها بشكل صحيح.

ثانياً: تحديد محتوى الرطوبة بالتقطير

تعد طرائق التقطير جيدة للأغذية القليلة الرطوبة والمنتجات الحاوية على زيت طيارة كالأعشاب والبهارات وذلك لبقاء الزيت الطيار منحلاً في المذيب العضوي، وتتضمن عملية تقطير الرطوبة من العينة الغذائية استخدام محل عضوي ذو نقطة غليان عالية أكثر من الماء، بالتالي يتبخر الماء قبل تبخر المحل العضوي، ومن ثم تتم عمليه تكثيف الماء ووزنه.

من المحلات المستخدمة: التولوين، الكزيلين، تتراكلور و الاتيلين.

من ميزات طرائق التقطير أنها تسبب تخرب لمكونات العينة الغذائية أقل من طرائق التجفيف كما أنها لا تحتاج إلى اهتمام ومراقبة كبيرة، ولكن من مساوئها تكمن بإعطاء قيم أقل من الطرائق الأخرى كما أنها خطرة لاستعمالها مذيبات قابلة للاشتعال.

ثالثاً: تحديد محتوى الرطوبة بالأشعة تحت الحمراء

تتضمن توجيه الحرارة إلى العينة المراد تحديد الرطوبة بها عبر توجيه الأشعة تحت الحمراء عليها ويستخدم لذلك لمبة أشعة تحت حمراء، من ميزات الطريقة السرعة حيث تحتاج العينة إلى ١٥ دقيقة ولكن يجب الانتباه للمسافة بين العينة ومصدر هذه الأشعة كما يجب الانتباه لسماكة العينة.

رابعاً: الطرائق الكيميائية لتحديد محتوى الرطوبة (طريقة كارل فيشر):

تعتبر طريقة كارل فيشر طريقة مباشرة لتحديد محتوى الرطوبة في الأغذية ذات المحتوى المنخفض من الرطوبة حيث يمكن تحديد مستويات الرطوبة الأقل من ١% .

تكون معايرة كارل فيشر مفيدة بشكل خاص للعينات التي محتواها السكري أو البروتيني عالي أو التي قد تتحلل في طرائق التجفيف والوزن التي ذكرناها سابقاً (مثل الفواكه المجففة والحلويات والبن والزيوت والمواد الدسمة).

تعتمد طريقة كارل فيشر على التفاعل بين اليود وثاني أوكسيد الكبريت بوجود الماء، حيث يقوم اليود بأكسدة ثاني أوكسيد الكبريت ولا يحدث هذا التفاعل إلا بوجود الماء بحيث أن كل مول من الماء يتطلب مول واحد من اليود في نقطة نهاية المعايرة، تعاير العينة حتى الحصول على لون اليود الثابت مما يدل أن جميع الماء قد تفاعل.

تأثير الماء على صلاحية المنتج:

يعتبر التجفيف أو الحفظ في حرارة منخفضة من أقدم طرائق حفظ الأغذية ذات المحتوى المائي العالي، حيث يجب تجفيف المنتج أو تجميده لفترة محددة بحيث تكون النوعية المطلوبة مؤكدة أو مضمونة خلال فترة الحفظ.

إن نوعية أو جودة الغذاء أثناء التخزين تعتمد على مفهوم النشاط المائي water activity أكثر من المحتوى المائي water content.

يتناقص النشاط المائي للأغذية:

١- التجفيف

٢- التجميد

٣- استخدام الأملاح والمواد الرابطة.

النشاط المائي water activity (aw):

يعبّر عن كمية الماء الحر الكلي في الطّعام عام بمصطلح النشاط المائي water activity و يعبّر عن هذا المعامل بعلاقة:

$$aw=P/P^{o}$$

P : ضغط بخار الماء في بالغذاء

P^{o} : ضغط بخار الماء النقي عند نفس درجة الحرارة

تتراوح قيمة النشاط المائي aw من(٠)غياب الماء إلى(١)الماء النقي

١. ازدياد النمو الجرثومي بازدياد النشاط المائي
٢. تتباطأ التفاعلات المحفزة بالإنزيمات (خاصة الحلمهة) عند النشاط المائي المنخفض
٣. تتباطأ تفاعلات السمرة غير الإنزيمية عند النشاط المائي المنخفض
٤. تزداد تفاعلات الأكسدة الذاتية في الأغذية المجففة عند انخفاض النشاط المائي