تصنيع منتجات غذائية Processing of Food Products

الدراسات العليا – ماجستير/ قسم الانتاج الحيواني Higher Studies – Master / Animal Resources Department

المحاضرة ١ Lecture 1

اجهزة القياس ومباديء اتزان المادة والطاقة Measuring Devices and Principles of Material and Energy Balance

.....

مقدمة:

تعد معرفة اجهزة القياس واساس عملها من المهارات الاساسية التي يعتمد عليها كل المختصين في مجال تصنيع الاغذية، فهي تسهل على التقني والمتعلم معرفة الاسس العامة للمعدات المستخدمة في اجراء المعاملات المختلفة على المواد الغذائية. ان هذه الاسس لايمكن تغطيتها في محاضرة واحدة لذلك سوف نتناول الاسس العامة والانواع لبعض الاجهزة المستخدمة في القياس.

اجهزة قياس درجة الحرارة:

قبل ان يتم اختراع اجهزة قياس درجة الحرارة كان الانسان يقوم بقياس درجة الحرارة باليد لتقدير مدى سخونة او برودة المواد او من خلال الاقتراب من الاجسام، ويجب ان نميز بين درجة الحرارة وهي تشير الى مدى سخونة الاجسام او برودتها وتقاس بالدرجة السيليزية او الفهرنهايتية او المطلقة وكمية الحرارة وهي مؤشر على مدى الحمل الذي يحمله الجسم من الحرارة او الطاقة الحرارية على وجه الخصوص وتقاس بالسعرة والكيلوسعرة.

اول من درس قياس الحرارة هو العالم غاليلو قبل عام ١٦٠٠ ، وفي عام ١٦٥٤ تم ابتكار المحرار من قبل دوق توسكاني، وكان المحرار يتالف من انبوبة تتصل بمستودع يحوي مزيجا من الماء والكحول.

بدأ استخدام درجة فهرنهايت في قياس درجة الحرارة واعتبر ان الماء ينجمد في ٣٢ ف، حيث يمثل الصفر اقل درجة يمكن الوصول اليها في خليط الماء والملح، بينما يغلي الماء في ٢١٢ ف ، ثم استخدمت الدرجة المئوية وتسمى ايضا الدرجة السيليزية، حيث ينجمد الماء في الصفر المئوي ويغلي في ١٠٠ م، العلاقة بين المقياسين هي

$$C = ( F - 32 ) / 1.8$$

واستخدمت درجة الحرارة المطلقة كلفن حيث ان الصفر المئوي يقابل ٢٧٣ كلفن، ودرجة الحرارة المطلقة تستخدم كثيرا في معادلات الطاقة وانتقال الحرارة.

طرائق قياس درجة الحرارة:

١- اجهزة القياس المعتمدة على مبدأ التمدد ( Expansion ): وهي الاجهزة التي تعمل على اساس ان اكتساب الحرارة يؤدي الى تمدد السوائل والغازات، فمثلا المحرار الزئبقي يحوي الزئبق الذي يتمدد عند ارتفاع درجة الحرارة فيتحرك الزئبق من المستودع الى الانبوبة الشعرية المتصلة بالمستودع.، وعندما يراد قياس درجات حرارية منخفضة جدا يتم استخدام المحارير المملوءة بالكحول لانها اكثر دقة في هذه المديات من درجة الحرارة.

٢- القياس بالاجهزة المملوءة: يستخدم في هذه الاجهزة انبوب بوردن الذي يتحرك مع تمدد او تقلص المادة المملوء بها المستودع، اذ يوضع المستودع في المنطقة المراد قياس درجة الحرارة لها، اي ان هذه الاجهزة مصممة لتعطيقراءة لدرجة الحرارة بعيدا عن موضع القياس.

يحتوي المستودع على سائل ( واحيانا غاز ) يتغير حجمه او ضغطه بتغير درجة الحرارة، وهذا التغير ينقل الى انبوبة بوردن عبر انبوبة شعرية، فتنتج حركة بمقدار يتناسب مع ذلك التغير.

هذه الاجهزة مفضلة على غيرها لعدة اسباباهمها: سهولة العمل وقلة احتمالات الكسر ولاتحتاج الى طاقة لتشغيلها.

٣- المزدوجة الحرارية: اذا تم توصيل طرفي سلكين معدنيين مختلفين وكانت نقطتي الاتصال بدرجات حرارية مختلفة فان تيارا سيمر من نقطة الاتصال ذات درجة الحرارة الاعلى الى نقطة الاتصال الاخرى ذات درجة الحرارة الاقل عبر الاسلاك وينشأ عن ذلك دائرة مغلقة.

ويجب اختيار مادة السلكين بحيث تكون احداهما ذات كهربائية موجبة وتختلف عن مادة السلك الاخر، ويكون السلكان ملحومين مع بعضهما لغرض تحسين دقة قياس فرق الجهد المتولد. ويجب توصيل المزدوجة الحرارية عادة عبر اسلاك النحاس الاعتيادية بجهاز لقياس فرق الجهد الذي سيتغير تبعا لتغير درجة الحرارة عند نقطة اتصال السلكين.

يجب التاكيد على ان اختيار المعدن المصنوع منه السلك يعتمد على مدى درجات الحرارة المراد قياسها، فمثلا من ١٨٥ م واقل يستعمل سلكان من النحاس والكونستانتان، ويستخدم الكروميل والالوميل لدرجات حرارة تصل الى ١٢٦٠

م، ويجب الانتباه الى ان اسلاك المزدوجة الحرارية تتآكل باستمرار بتأثير المادة الغذائية الملامسة.

٤- ثرمومترات المقاومة ( Resistive thermometers ): تعتمد هذه الاجهزة على الخواص الذاتية للمعادن من ناحية ان مقاومتها الكهربائية تتغير مع تغير درجة حرارتها، وهي اساسا مصممة لقياس المقاومة بوحدات درجة الحرارة بدلا من وحدات المقاومة نفسها.

تصنع ثرمومترات المقاومة من البلاتين او النحاس او النيكل، والاجهزة المصنعة من البلاتين ذات استخدام مناسب لدرجات الحرارة مابين ٢٦٠ و ٦٠٠ م لان البلاتين يتفوق في خصائص المقاومة على معظم العناصر الاخرى.

٥- البايرومترات ( Pyrometers ): تستخدم هذه الاجهزة لقياس درجة الحرارة الاعلى من ١٣٠٠ م ، وتعتمد في قياس درجة الحرارة على مبدأ كمية ونوعية الطاقة المشعة من الجسم، وهي على نوعين: الاشعاعية، التي تقيس معدل انبعاث الطاقة على مدى كبير من الطول الموجي ؛ والضوئية، التي تقيس لمعان الجسم مقارنة مع مصدر ذي لمعان قياسي.

اجهزة قياس الضغط:

الضغط هو القوة المسلطة على جسم تحت اتزان ساكن، والضغط يساوي القوة مقسومة على المساحة، وضغط المقياس هو الضغط المقروء باجهزة القياس على ان تكون قراءة الضغط الجوي صفرا.وحدة القياس هي باسكال ( نيوتن / م$^{٢}$ ) و بار ( ١٠ $^{٥}$ باسكال )، وتستخدم وحدات اخرى لقياس الضغط اهمها رطل / الانج المربع ( psi ) و ملم زئبق.

تقسم اجهزة قياس الضغط حسب مبدأ العمل الى :

اولا. اجهزة تعتمد على قياس عمود السائل ( المانومترات )، اذ يتم قياس الضغط عن طريق معادلته بضغط عمود السائل.

ثانيا. الاجهزة التي تعتمد على الانحراف الحاصل في جزء مرن، اذ يتم القياس نتيجة حدوث انحراف في جزء من جسم مرن استجابة للضغط المسلط عليه، وهذه الاجهزة الى ثلاثة اقسام:

١- انابيب بوردون
٢- الاجهزة ذات السطوح المرنة
٣- الاجهزة ذات الحجاب المرن

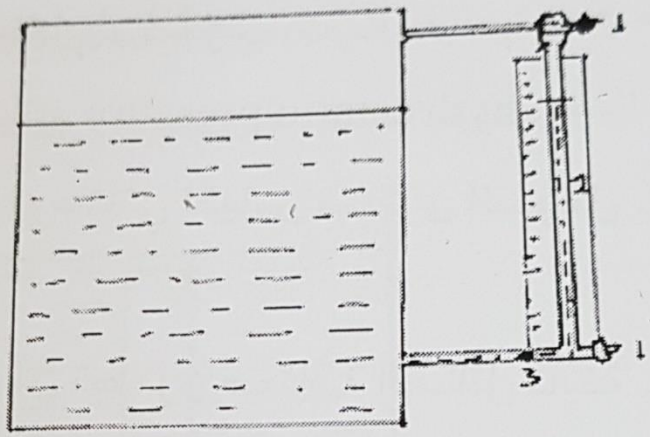
ثهلثا. اجهزة قياس كهربائية، وتشمل:

١- مقياس ناقل الاجهاد
٢- مقياس ناقل المقاومة

اجهزة قياس المستوى:

يمكن تعريف قياس المستوى بانه عملية تحديد المكان الفاصل بين مائعين منفصلين، واكثر اجهزة القياس تعمل على قياس المكان الفاصل بين سائل وغاز ( الهواء )، وعادة من السهل قياس مستوى السوائل عندما تكون في حالة ساكنة، ومن اهم اجهزة قياس المستوى:

١- مقياس الشريط
٢- زجاجة بيان المستوى
٣- مقياس العوامة ( الطوافة )
٤- مقياس الضغط الهيدروستاتيكي
٥- مقياس المستوى الصوتي




شكل 19.2 زجاجة بيان المستوى

1. صمام قفل 2. زجاجة بيان المستوى 3. صمام عدم رجوع

اتزان المادة والطاقة:

يستند اتزان المادة والطاقة الى مبدأ ان اي كمية من المادة او الطاقة تدخل الى نظام ما في حالة منتظمة يجب ان تخرج من ذلك النظام بشكل تام، ويعرف النظام ( System ) هو اي تكوين معرف بحدود معينة، ويشير مصطلح الحالة الثابتة ( Steady – state ) الى حقيقة انه لاتراكم للمادة والطاقة في النظام عندما يكون النظام في عمل مستمر، وهنا يمكن ان يتم حل الكثير من المسائل بالاعتماد على قانون بقاء او حفظ المادة، وهو ان كتلة المادة الخارجة من النظام ناقصا كتلة المادة الداخلة للنظام تساوي كتلة المادة المتراكمة في النظام، وعندما لايكون هناك تراكما للمادة في النظام تكون كتلة المادة الخارجة من النظام تساوي كتلة المادة الداخلة اليه.

عند حل المسئل وفق مبدأ اتزان المادة والطاقةهناك ثلاث نقاط مهمة يجب تحديدهاوهي:

١- تحديد حدود النظام من مداخل ومخارج وجميع الخطوط التي تمر بالمنظوم وتؤثر في اتزان المادة والطاقة.

٢- تنسيق مخطط النظام بشكل واضح مع وضع كل المعلومات في الاماكن المناسبة.

٣- اختيار الاساس المناسب للتعامل مع المعلومات، ويعتمد ذلك على طريقة التصنيع المتبعة في النظام.

مثال (١):

احسب كمية الماء المتبخرة من محلول ملحي تركيزه ٥ % للحصول على محلول تركيزه ٢٠ % ؟

الحل:

بخار ماء ( x كغم )

محلول ملحي ٢٠ % ..... **تبخير** ..... محلول ملحي ٥ %

( y كغم ) ( I كغم )

نفرض ان الاساس للنظام هو ١ كغم من محلول ملحي تركيزه ٥ % يدخل الى النظام

هذا المحلول الملحي الداخل ( I ) يتكون من ماء ( x ) ومحلول اكثر تركيزا منه ( y )

لذلك يمكن صياغة المعادلة $I = x + y$

وبالتطبق:

$0.05 (1) = 0 + 0.2 (y)$

$y = 0.25$ وبالتعويض نجد $x = 0.75$

اذن يجب تبخير ٠,٧٥ كغم من الماء لكل ١ كغم من محلول ملحي تركيزه ٥ % للحصول على محلول ملحي تركيزه ٢٠ %.

مثال ( ٢ ): لتصنيع احد المنتجات تم خلط ٣٠ كغم من مكون يحوي ٣٠ % مواد صلبة مع كمية من مكون اخر يحوي ٨٠ % مواد صلبة للحصول على ٢٥٠ كغم من الناتج. جد كمية المكون الثاني المستخدمة في الخلط وتركيز المواد الصلبة في الناتج النهائي.

الحل:

| | | | |
|---|---|---|---|
| المكون الاول | 30 % | 30 Kg | |
| | | ..... خلط ..... | Y % 250 Kg |
| المكون الثاني | 80 % | X Kg | |

نفرض كمية المكون الثاني = x

ببساطة نجد قيمة x كما يأتي:

30 + x = 250 وهذا يعني x = 220

اذن كمية المكون الثاني = ٢٢٠ كغم

من حالة اتزان المادة الصلبة حول النظام نجد :

250 ( y/100 ) = 220 ( 80 / 100 ) + 30 ( 30 / 100 )

بحل المعادلة نجد y = 74 %

مثال ( ٣ ): يتكون خليط المربى من ٤٥% فاكهة : ٥٥% سكر ويضاف البكتين ( حوالي ١١٥ غم / ١٠٠ كغم سكر )، ويسخن حتى تصل نسبة المواد الصلبة الكلية للمنتوج ٦٧ %. كم وزن المربى الناتج من فاكهة ذات نسبة مواد صلبة ذائبة كلية ١٤% ؟

| | | |
|---|---|---|
| | بخار ماء ( x كغم ) | |
| | سكر | |
| مربى y كغم ( ٦٧% ) ..... | خلط وتسخين ..... | فاكهة ( ١٤% ) ١ كغم |
| | بكتين | |

نعتبر ان الاساس هو ١ كغم فاكهة تدخل الى النظام

اذن ستكون كمية السكر المستخدمة تساوي: ١ X ٥٥ / ٤٥ = ١,٢٢ كغم

كمية البكتين تساوي : ٠,١١٥ X ( ١,٢٢ / ١٠٠ ) = ٠,٠٠١٤ كغم ( وهو مقدار صغير جدا يمكن اهماله لتسهيل الحسابات )

نفرض x كمية الماء المزالة من الخليط على هيئة بخار ، y كمية المربى الناتجة

اتزان المادة: ( مواد خارجة من النظام ) 1 + 1.22 = x + y ( مواد داخلة للنظام )

اتزان المواد الصلبة: 1 ( 0.14 ) + 1.22 = 0 + y ( 0.67 )

y = ٢,٠٣ كغم وتمثل كمية المربى التي يمكن الحصول عليها من ١ كغم من الفاكهة

x = ٠,١٩ كغم وتمثل كمية الماء المتبخر لكل ١ كغم من الفاكهة