وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جـــامعة تـــكريت
كلية الزراعة

# الدروس العملية لتكنلوجيا الحبوب

إعداد

**الاستاذ المساعد**

د. بيان ياسين العـبد الله
كلية الزراعة - جـــامعة تـــكريت

**الاستاذ المساعد**

د. علـــي فليـــح الســـراج
الكلية التقنية الزراعية- جامعة سليمانية التقنية

# بسم الله الرحمن الرحيم

لقد لاحظنا ان هناك العديد من المناهج العلمية لمادة تصنيع الحبوب وجميعها مفيدة جداً في خدمة الجزء العملي لهذه المادة ، وقد لا نضيف شيئاً كبيراً في كتيبنا هذا ، إلا اننا حاولنا في مشروعنا هذا ما يلي :-

1. اضافة بعض المعلومات التي نتصور انها مفيدة مثل اضافة موضوع الالياف والرماد .
2. استخدام الدروس المختصرة المفيدة التي تقدم جزءاً نظرياً بسيطاً وآخر عملي بحيث لا تَشعر الطالب بالملل .
3. إعطاء فرصة للتدريسي المتخصص أن يضيف من تجاربه وبحوثه .
4. الابتعاد عن المادة النظرية قدر الامكان .

# المحتويات


**الدرس العمـلي الاول :** التعرف على بعض حبوب المحاصيل وبعض صفاتها واستخداماتها ..... 4

**الدرس العملي الثاني :** الاختبارات التي تجرى على الحبوب ودراسة بعض صفاتها المورفولوجية ..... 7

**الدرس العملي الثالث :** تقدير الرطوبة للحبوب والطحين ..... 15

**الدرس العملي الرابع :** تقدير الرماد للحبوب والطحين ..... 17

**الدرس العملي الخامس :** عملية الترطيب والطحن المختبري وحساب الاستخلاص ..... 19

**الدرس العملي السادس :** تقدير النسبة المئوية للكلوتين الرطب والجاف ..... 23

**الدرس العملي السابع :** تقدير النسبة المئوية للبروتين ..... 27

**الدرس العملي الثامن :** اختبار وقت التخمير (اختبار بلشنكي) ..... 30

**الدرس العملي التاسع :** اختبار الترسيب ..... 32

**الدرس العملي العاشر :** اختبار الفارينوغراف ..... 34

**الدرس العملي الحادي عشر :** اختبار الاكستنسوغراف ..... 37

**الدرس العملي الثاني عشر :** اختبار الاميلوغراف ..... 40

**الدرس العملي الثالث عشر :** الانزيمات في الحبوب ..... 43

**الدرس العملي الرابع عشر :** عزل وتقدير ودراسة بعض صفات النشا ..... 46

**الدرس العملي الخامس عشر :** تقدير الالياف الخام ..... 50

**الدرس العملي السادس عشر :** تقدير التانينات ..... 52

**الدرس العملي السابع عشر :** تقدير الصبغات ..... 54

**الدرس العملي الثامن عشر :** بعض صفات الرز ..... 56

# الدرس العملي الاول

## التعرف على بعض حبوب المحاصيل وبعض صفاتها واستخداماتها

**اولا: الحنطة (القمح) Wheat**

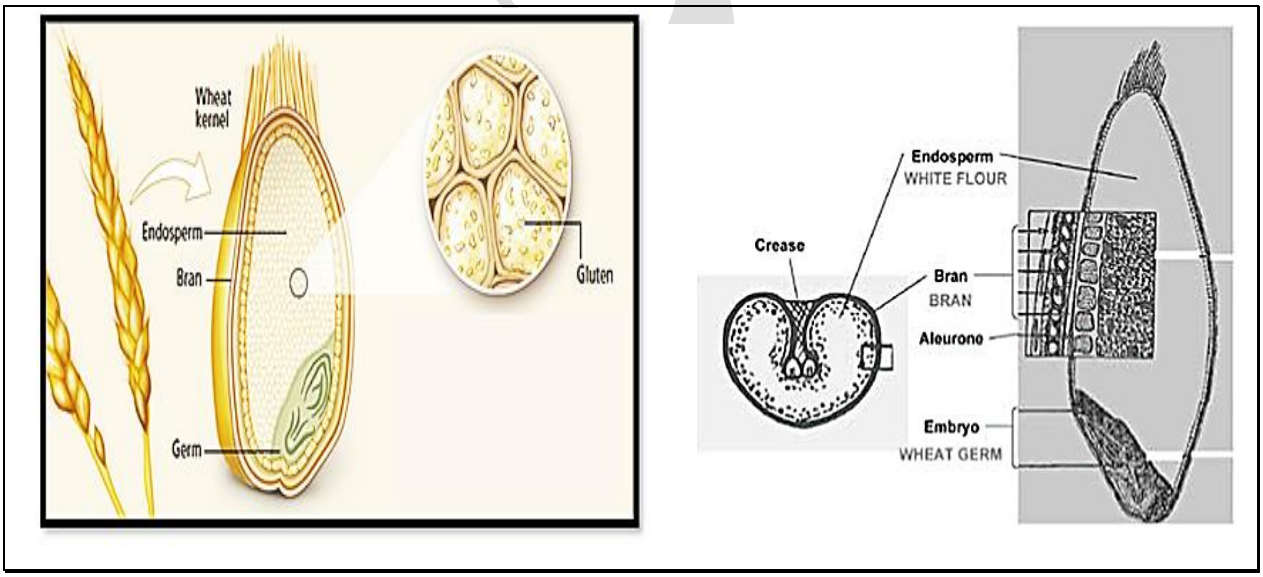
وهي حبوب ذات شكل بيضوي عادةً ، ويتدرج لونها بين البني والاحمر الفاتح والاصفر الفاتح ...الخ .. يوجد على الجزء البطني للحبة الاخدود Crease ويحتوي اسفل الجزء الظهري على الجنين والموضح بالشكل (1) . والحنطة من المحاصيل الحقلية المهمة في غذاء الانسان وهي تصنف الى :-

**1- الحنطة الصلبة او حنطة الخبز Hard or bread wheat** : وهي تستعمل في صناعة الخبز وذلك لاحتواءها على بروتين الكلوتين Gluten بالنوعية والكمية الضرورية لتكوين الشبكة الكلوتينية اللازمة لحصر الغاز المنتج بعملية التخمر.

**2- الحنطة الناعمة او الطرية Soft wheat :** وهي الحنطة التي توصف بانها ذات نوعية كلوتين اقل وتستعمل في صناعة المعجنات Pastries مثل الكيك والبسكت والفطائر وغيرها.

**3- الحنطة الخشنة (القمح القاسي) Durum wheat :** وتتصف بانها ذات خصائص فيزيائية تجعلها صالحة لصناعة منتجات العجائن Pasta والتي تشمل المعكرونة والشعرية والسباكتي والنودلز اضافة الى البرغل والحبية والسميد .... الخ .. وتستخدم في بعض الاقطار لإنتاج الخبز.

قد تستخدم الحنطة استخدامات صناعية غذائية واخرى غير غذائية كما تستخدم أنواعها الرديئة والنخالة والتبن (بقايا النبات) في انتاج الاعلاف.




**شكل (1) مقاطع توضيحية لحبة القمح**

**ثانيا : الشعير Barley**

وهو من الحبوب المغلفة أو المغطاة ويوصف بانه من الحبوب العلفية وتتدرج الوانه من الاصفر والبني الفاتح والاسود والبنفسجي .... الخ . وتوسعت استعمالات الشعير الصناعية ، اذ استخدم في صناعة المولت Malt (وهي الحبوب التي تستعمل في انتاج البيرة ومشروب الشعير المنبت واغذية الاطفال والادوية والشرابت التي تدعى Malt syrups) ويستخدم الشعير في انتاج ما يدعى بخبز الشعير للاستفادة من بعض خصائصه التغذوية وخاصة للمصابين بمرض السكري .

**ثالثا: الذرة الصفراء Corn**

تتصف حبوب الذرة الصفراء بالجزء المستعرض من الاعلى وتستدق باتجاه الاسفل حيث وجود الجنين ، وتختلف الوانها حسب نوع الصنف فهي قد تكون صفراء وهو اللون الشائع وكما تكون بنفسجية وبيضاء وحمراء ...الخ . تترتب الحبوب على الكوز مكونة ما يدعى محليا بالعرنوص .. ولهذه الكيزان اهمية علفية وصناعية لانها تستعمل بانتاج الهيدروكسي مثيل فورفورال HMF وتزرع حقول واسعة من الذرة الصفراء في البلدان المتقدمة بقصد انتاج الوقود الحيوي Biofuel .

**رابعا: الرز Rice**

وهو من المحاصيل واسعة الانتشار في العالم وهو من الحبوب المغطاة وبدون اخدود .. الحبة الكاملة تدعى بالشلب ذات لون بني فاتح أومصفر .. مغزلي الشكل .. توجد اصناف عديدة في العراق مثل صنف العنبر ، وهناك صنف ذو حبوب مستعرضة يدعى الغريْبة ويصنف الرز عالميا الى اصناف هندية ويابانية استناداً الى الصفات المورفولوجية للحبوب .. ومن الاصناف المشهورة دولياً رز البسمتي

**خامساً: الذرة البيضاء (الرفيعة) Sorghum**

وهي من المحاصيل العلفية في العراق الا انها تستخدم بصورة واسعة في بعض البلدان النامية لانتاج الخبز ، وهناك بحوث محلية استخدمت فيه هذه الحبوب في انتاج الخبز المختبري وبعض المعجنات ، ومما يساعد على ذلك لون الصنف المستعمل في العراق وهو الابيض ، علما ان هناك حبوب ملونة من الذرة .. تتصف هذه البذور بإحتوائها على نسبة عالية من التانينات Tannins.

**سادساً: الدخن Millet**

وهي حبوب علفية استخدمت في بعض الدول النامية لإنتاج الخبز، من اشهر انواعها اللؤلؤي Pearl والنوع Proso وهو معروف محلياً منذ زمن ، وعادةً ما يضاف مجروشاً الى العلائق أو مقشوراً dehulled .. وهو حبوب كروية صفراء .. هناك تجارب بحثية محلية لإستخدامه في صناعة الخبز.

**سابعاً: الشيلم Rye**

يشار له احيانا بالحنطة الشيلمية ، وهي حبوب قريبة الشبه الى الحنطة ، ينتج منه انواع من الخبز ، وقد تم تهجينه مع الحنطة لإنتاج محصول الترتيكيلي Triticale .

**ثامناً: الترتيكيلي Triticale**

وهو المحصول الوحيد الذي انتجه الانسان بعملية التهجين بين الحنطة والشيلم وتوجد دراسات لإستعماله في صناعة الخبز ايضاً.

**تاسعاً: الشوفان Oat**

استعمل لانتاج الكثير من انواع المعجنات والحساء واشتهر تغذوياً لميزاته الصحية والعلاجية ... ينمو الشوفان في العراق كادغال مع محاصيل الحبوب الاخرى .وتمتاز حبوب الشوفان عن غيرها من محاصيل الحبوب بارتفاع نسبة الدهن وبنسبة أكبر من الاحماض الامينية الاساسية .. وتعود صفات الشوفان العلاجية الى احتواءه على نسبة عالية من الالياف الغذائية مثل : β-glucan المهمة في الوقاية من الامراض الخطيرة مثل السرطان .

<u>الجزء العملي</u>

تعرض انواع الحبوب المتوفرة في المختبر ، كما يمكن عرض بعض انواع البقوليات كما يفضل عرض بعض اصناف مختلفة من تلك الحبوب ، والسنابل والنورات ونقترح عرض بعض المنتجات الحبوبية المهمة مثل : البرغل والجريش والحبية وانواع من العجائن pasta واية منتجات حبوبية اخرى.

# الدرس العملي الثاني
# - الجزء الاول -

## الاختبارات التي تجرى على الحبوب ودراسة بعض صفاتها المورفولوجية

**اولاً :- اختبار نقاوة الحبوب ونسبة الشوائب**

تشمل الشوائب في الحبوب جميع المواد الغريبة عدا نوع الحبوب المطلوبة او المراد فحصها وتشمل الشوائب : بذور الادغال ، الحبوب من الانواع الاخرى ، الحبوب المتكسرة ، الحبوب المصابة بالحشرات جميع انواع الاوساخ والاتربة ، الحبوب المصابة بالتفحم .. ويتم عزل الشوائب واستخراج الصافي من الحبوب النقية .

ويستخدم الضوء المباشر والتكبير بالمكبرات المناسبة على الواح خاصة لعزل وتقدير وتحديد الشوائب ... ان وجود الشوائب يدل على نوعية رديئة للحبوب ، ولا يسمح إلا بنسبة بسيطة جداً من الشوائب تحددها المواصفات .

ان تلك الشوائب قد تكون من مصادر نباتية وهي تشمل جميع الشوائب ذات الاصل النباتي مثل : الحبوب المتكسرة ، الادغال ، بقايا عملية الحصاد (الاغصان والسيقان الجافة).... الخ

وقد تكون ذات مصدر حيواني : كالحشرات وبقايا القوارض وفضلاتها .

وقد تشمل الشوائب : البقايا الترابية والحجر والخيوط البلاستيكية أو القماشية والاجزاء المعدنية والحديدية .

ولا بد من الاشارة الى أن وجود الشوائب يؤدي الى تلون الطحين وزيادة نسبة الرماد به ، كما قد تؤدي الى انتاج رائحة غير مرغوبة ، أو اضعاف قوة الطحين ، وكل تلك العوامل تؤثر على نوعية المنتوج النهائي (كأن يكون خبز).

**ملاحظة: يستعمل جهاز المقسّم أو المجزّء Driver للحصول على عينة ممثلة للشحنة التجارية الكبيرة للحبوب وتجرى على تلك العينة الاختبارات المختلفة .**

إجراء التجربة

* تحضر مجموعة من عينات حبوب مختلفة في نقاوتها ، ويمكن ان تستخدم الاجهزة - ان وجدت - لعزل وتقدير الشوائب مثل جهاز Cartes -dockage Tester .. الخ وكما موضح بالشكل (2).

**شكل (2) جهاز Cartes -dockage Tester لعزل وتقدير الشوائب في الحبوب**

وتقوم هذه الاجهزة على اساس وجود مجموعة من المناخل المختلفة في اقطار فتحاتها . وفي حالة تعذر وجود هذه الاجهزة تفحص العينات المقدمة للطلاب الذين يتم توجيههم الى ما يلي :-

1- قياس نسبة الشوائب في عينة الحبوب وذلك باخذ وزن معين من الحبوب غير النقية وعزل الشوائب وتقدير نسبتها المئوية أو تقدر نسبة النقاوة بحساب الحبوب النقية .

2- فحص انواع الشوائب وعزلها ومعرفة مصادرها .

3- تستخدم العدسات الملائمة لتكبير العينة وتمييز الشوائب .

4- التأكيد على بعض انواع الادغال التي تسبب المرارة في الطحين ثم في المنتوج مثل : الزيوان والحندقوق ..

5- التعرف على بعض الحشرات المهمة جداً والمؤثرة في نوعية الحبوب .

## ثانياً: اختبار الرائحة Smell test

تعد الرائحة اختباراً حسياً مهماً لتحديد مدى تأثير الشوائب المختلفة في النموذج . وعادة ما تقرّب العينة الى الانف ويتم شمها بصورة جيدة لمعرفة مدى تضررها .. وعادة ما يجرى هذا الاختبار في البداية ، لان الرائحة عادة ما تفقد بسبب التهوية أو نقل العينة وعند حدوث شك أو يصعب تمييز الرائحة ، ويمكن اجراء هذا الاختبار بتسخين جزء من العينة مع الماء المقطر على درجة حرارة أعلى نسبيا من درجة حرارة جو المختبر ، والتاكد من سلامة العينة من الروائح غير المرغوبة .

## ثالثاً: تدريج الحبوب Grains Grading

تدرج عينات بعض الحبوب على اساس حجومها الى كبيرة وصغيرة ومتوسطة كما يتم حساب نسبة الحبوب المتكسرة والضامرة .

توضع المعلومات التي يحصل عليها الطلبة في جداول ويتم مناقشتها ، لكي تثبت تلك المناقشات في تقارير الطلبة .

## رابعاً: وزن ألف حبة Weight of 1000 kernel

يعطي هذا الاختبار فكرة عن كمية الطحين المتوقعة من الحبوب ، فالعلاقة بينهما طردية ، كما انه ذو اهمية في التمييز بين انواع الحبوب وقيمتها ويجرى هذا الاختبار باستخدام جهاز عداد الحبوب الاوتوماتيكي كما موضح بالشكل (3) وباستخدام جدول خاص يمكن معرفة عدد حبوب الحنطة والجهاز يقوم على اساس وزن 10 غم من الحبوب . ويمكن العد يدوياً عند عدم توفر الجهاز وذلك بوزن 100 حبة وضربها × 10 ، وتستخدم بعض البحوث والمصادر وزن مائة حبة فقط والاخرى تستخدم معدل وزن الحبة الواحدة.

**شكل (3) جهاز عد الحبوب الميكانيكي**

## خامساً: الوزن النوعي للحبوب أو وزن الهيكتوليتر أو الوزن الاختباري ; Test weight ; Hectoliter ; Specific weight

ويدعى احياناً بكثافة الحبوب وهو مؤشر يمكن الاستفادة منه في التمييز بين الاصناف وهو يعطي فكرة عن امتلاء الحبوب ومن ثم فهو مؤشر عن كمية الطحين المتوقع انتاجها ..يستعمل جهاز تقدير الوزن الاختباري للحبوب وهو نوعان ، القديم كان يستخدم حجم اسطوانة مقدارها كيلوغرام واحد ، والنوع الحديث يستخدم اسطوانة مقدار حجمها ربع ليتر ..

طريقة العمل

1- تملأ اسطوانة الجهاز العليا بعينة الحبوب وتثبت في مكانها بالجهاز فوق الاسطوانة السفلى .
2- يتم سحب الحاجز المعدني بين كلا الاسطوانتين فتسقط الحبوب من الاسطوانة العليا الى الاسفل.
3- يتم دفع الحاجز من جديد الى الداخل للتخلص من الحبوب الزائدة .
4- توزن الاسطوانة الممتلئة بالعينة بواسطة الميزان المرفق بالجهاز أو بأي ميزان آخر.
5- في حالة الاجهزة الحديثة ، يُضرب وزن الحبوب × 4 لينتج حجم ليتر .
6- لحساب وزن الهيكتوليتر تستخدم المعادلة التالية :

$$\text{كغم \ هيكتوليتر} = \frac{\text{وزن ربع ليتر} \times 4 \times 100}{1000}$$

وعند عدم توفر هذا الجهاز في المختبر يمكن استعمال اي إناء ذو حجم ربع ليتر ، ويملأ بالحبوب بواسطة قمع دون الضغط عليها ، وتزال كمية الحبوب في أعلى الاناء بالمسطرة ، ثم يحسب وزن الحبوب ويطبق القانون اعلاه .

## - الجزء الثاني -

## دراسة الصفات الموفورولوجية للحبوب Morphological Characteristics of Cereal Grains

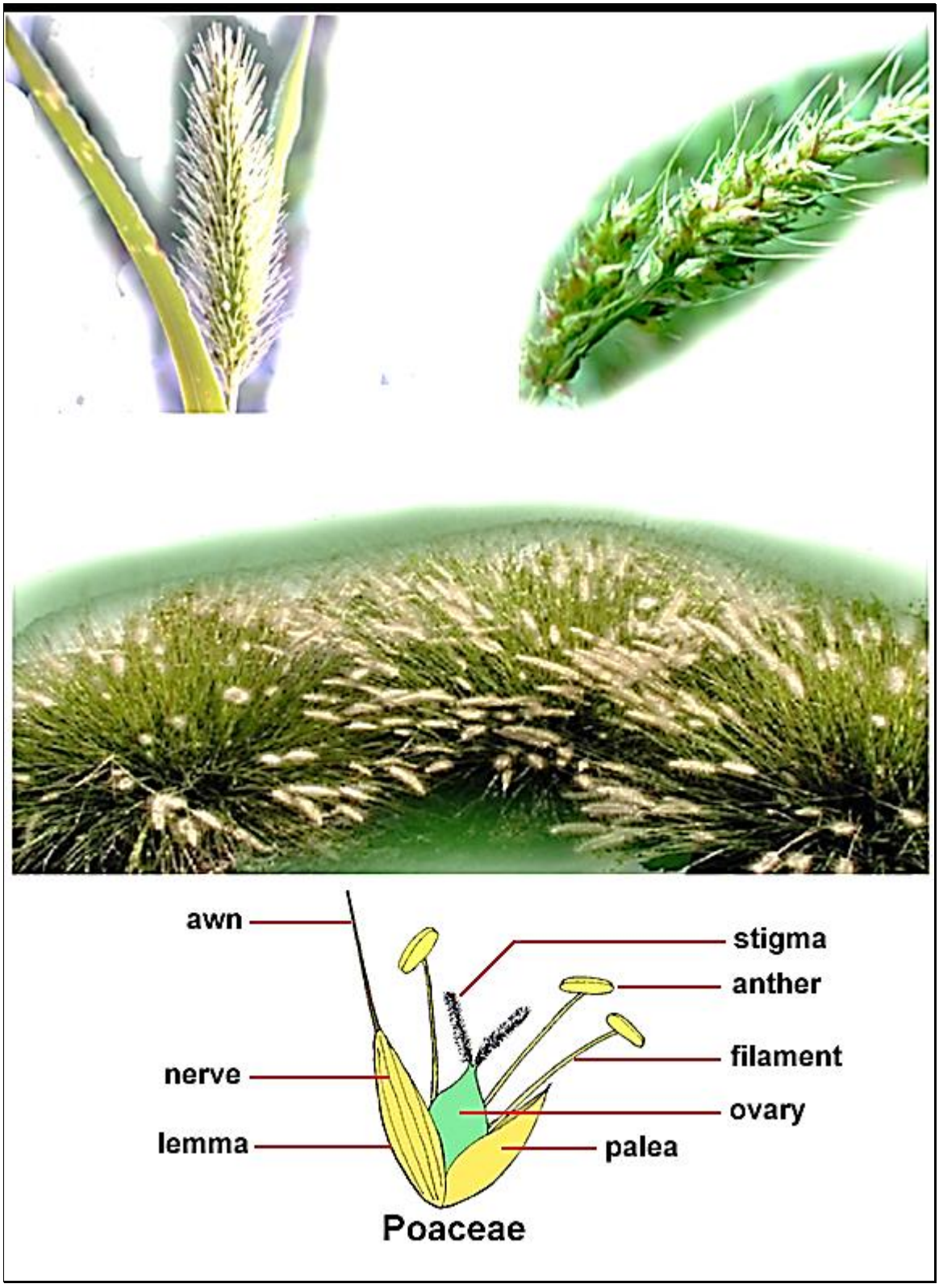
تعد دراسة الصفات المورفولوجية للحبوب ضروري للمتخصص في كيمياء وتصنيع الحبوب للتعرف على علاقة تلك الصفات بتركيب الحبوب ونوعيتها ، كما إنّ هذه الدراسة مهمة ايضاً في فهم بعض العمليات الصناعية الجارية مثل عمليات الطحن إضافة الى ما يخص التجارة والتصنيف .

تعود محاصيل الحبوب الى العائلة الحشيشية Poaceae/ Grass family وسميت كذلك كونها تشبه الحشائش في بداية نموها . تتكون كل سنبلة من مجموعة سنيبلات وتتكون السنيبلة Spikelet من زهيرات ، تحيط بكل زهرة Floret زوج من الاوراق المحورة تدعى الواحدة منها القنابة Glume ، وتتكون الزهيرة نفسها من وريقات زهرية عددها اثنان تُدعى كل منها بالعصافة أحدهما خارجية Lemma والاخرى داخلية Palea ، تضم هاتان العصافتان الأسدية (وهي الاعضاء الذكرية) والمدقة (وهي الاعضاء الانثوية)... تحتوي كل زهيرة على مدقة واحدة تُدعى Pistil التي تتكون من مبيض في الاسفل وميسم في الاعلى يحمل القلم Style .. أما الأسدية فعددها عادةً ثلاثة في كل زهيرة وكل سداة تحتوي على المتك وهو الكيس الذي يحتوي على حبيبات اللقاح ، يحمل هذا الكيس سويق صغير يُدعى بالخويط (الشكل 4) .

بعد عملية التلقيح تتكون الحبوب التي تمر بعدة مراحل نضج وهي : مرحلة تكوين الحليب Milk ripe ثم مرحلة تكوين العجين الطري Soft dough ثم مرحلة النضج الشمعي Waxy ripe ثم مرحلة النضج التام ثم مرحلة انقطاع الحبة عن السنبلة حيث يتوقف مدها بالغذاء وتدعى Dean ripe .

والحبة في علم تصنيع الحبوب عبارة عن ثمرة من نوع البُرّة Caryopsis . وفي هذا النوع من الثمار تمثل البذرة Seed ، الجزء الاكبر من الحبة يحيطها الغلاف الثمري Pericarp ويلتصق بها بقوة في حين تتكون ثمار الفاكهة Berries من الثمرة وهي الجزء الاكبر في حين تمثل البذور الجزء الاصغر كما في التفاح .. الثمرة تمثل المبيض الناضح بعد التلقيح ، ويمثل الغلاف الثمري ، جدار ذلك المبيض .. أما البذرة Seed فهي تتكون من السويداء endosperm وهو النسيج الاكبر في الحبة وهو مخزن المواد النشوية والبروتينية، وفي اسفل الحبة يوجد الجنين Embryo وهو يمثل الكائن الحي الذي يمر في دور سبات لحين عملية الزراعة اللاحقة . يحيط بالبذرة البشرة Epidermis والغلاف البذري coat ...

وتفصل الاغلفة الثمرية والبذرية والجنين مع جزء النخالة أو الردة bean في حين يمثل السويداء الجزء الذي ينتج منه الطحين .




**شكل (4) السنابل ومخطط توضيحي للزهرة**

واستناد البقاء أو إزالة العصافتان أثناء عملية الدراس التي تعقب عملية الحصاد ، تقسم الحبوب الى مغطاة coated حيث تتحد العصافتان مع المبيض ولا تنفصلان ومثال ذلك غالبية أصناف الشعير والشوفان والشلب (الرز الخام) . وعكس ذلك نجد في الحبوب العارية أو المُعرّاة naked kernels كما في حبوب الحنطة إذ يسهل انفصال العصافتين .

وعند تكبير الحبة، يلاحظ الجنين على الجهة الظهرية ، وعادةً يكون مكشوفا غير محاط بأغلفة ، وقد يكون هذا ضرورياً لتسهيل عملية الانبات اثناء الزراعة أو يسهل فصله في عملية الطحن ، وفي اعلى الحبة تلاحظ مجموعة من الشعيرات وهي تمثل بقايا ميسم الزهيرة وتُدعى الفرشاة Brush ، وهي عادةً لا تُرى في الحبوب المخزنة لفترة طويلة لانفصالها في حين تُرى في الحبوب الحديثة الحصاد .

الجزء العملي

أولاً : تُعرض للطلبة مجوعة من الحبوب ولتكن: الحنطة والشعير والذرة والشلب والرز المُبيض ويُفضل اكثر من صنف لكل نوع من الحبوب وتدرس فيها الصفات الموضحة ادناه وتثبت البيانات في جدول وتناقش النتائج بعد ذلك ..

**الصفات :**

**1- اللون Colour**

يوصف لون الحبوب المعروضة من قبل الطلبة بدقة لكل نوع من انواع الحبوب .. على سبيل المثال : ويتدرج لون الحنطة مثلاً: من اللون القهوائي أو الاصفر أو الاحمر أو الابيض ، وتوجد اصناف شعير سوداء في حين يكون اللون الغالب للذرة الصفراء الاصفر ، ومنها ما يكون أبيض وبنفسجي ... الخ

**2- الشكل Shape**

يُدرس شكل الحبوب ، ويُسجل شكلها، وقد يرى الطالب الشكل البيضوي أو المغزلي أو ..الخ

**3- القوام Texture**

قد يكون قوام الحبوب صلباً أو شمعياً ، ويوصف القوام الصلب بأنه زجاجيٌّ أو متقرن ، كما يوصف القوام اللين بأنه هش أو ناعم أو طباشيري أو نشوي أو دقيقيّ ... الخ وتعود تلك الصفات الى ما تتميز به سويداء الحبة ... ويمكن ان لم تتوفر الاجهزة الحديثة - أن يقيس الطالب قوام الحبوب بشفرة حادة ويوصف ذلك القوام .

### 4- ابعاد الحبوب Grains dimensions

تُقاس ابعاد الحبوب مثل الطول والعرض ونسبة الطول إلى العرض وذلك باستخدام مقياس القدمة Vernier الموضحة في الشكل (5) ، أو المسطرة وتثبت تلك الابعاد بالمليمتر . وتوصف الحبوب على ذلك الاساس بأنها طويلة أو متوسطة أو قصيرة .

**شكل (5) مقياس القدمة Vernier**

كما توجد صفات اخرى يمكن الاستفادة منها في عمليات التصنيف والتمييز مثل صفات القشور ونوع الفرشاة ونوع الاخدود crease .

ثانياً: ترسم الحبوب طولياً ، وظهرياً وبطنيا اذ كان هناك اختلاف بين الجانبين كما نرسم مقاطع عرضية لجميع الانواع .. كما تستخدم المكبرات للتعرف على أجزاء الحبوب المختلفة ، ويُفضل رؤية صور أو مناظر او مشاهد تخص هذا الموضوع وغيرها ..

# الدرس العملي الثالث

## تقدير الرطوبة للحبوب والطحين Moisture content for grains &flour

**أهمية هذا التقدير :**

1- يجرى هذا الاختبار لجميع المواد الغذائية كون الرطوبة أحد مكونات الغذاء ولا يمكن تقدير باقي المكونات (كالبروتين والكاربوهيدرات ...) دون تقدير الرطوبة .

2- يعد تقدير الرطوبة مهم جداً لأنه يحدد نوع وفترة حفظ أو خزن المادة الغذائية ومنها الحبوب .

3- يعد مهماً لأنه يحدد نسبة ما تحتويه الحبوب من مادة جافة يتم على اساسها تحديد سعر الحبوب .

4- يعد مهماً في بعض العمليات الصناعية كما في إجراء عملية التكييف Conditioning وعادةً ما تستخدم نسبة رطوبة 14% لحساب التقديرات الكيميائية ، او تستخدم الوزن الجاف أو يمكن حساب التقديرات على اساس الرطوبة كما هي .

الاساس العلمي لتقدير الرطوبة بطريقة الفرن الهوائي Air oven method

حساب كمية الرطوبة المفقودة بسبب التسخين من عينة حبوب على اساس النسبة المئوية.

هناك العديد من الطرق لتقدير الرطوبة بالتسخين وهي تختلف باختلاف درجات الحرارة والوقت المستعمل ونوع المادة الغذائية ... وعادةً ما تستخدم الطرق الرسمية من أجل التقدير مثل طرق AACC و AOAC و ICC او طريقة شركة برابندر وغيرها .

طريقة العمل :-

(1) يتم تهيئة الفرن بتشغيله قبل فترة بهدف وصول درجة الحرارة الى 105 °م

(2) يتم جرش كمية صغيرة من الحبوب ولتكن 25-50 غم ويؤخذ منها مقدار 2-3 غم بدقة ويوضع في الجفنة أو الطبق ( المعدني او الزجاجي النظيف والمسخن سابقاً والمحفوظ في المجفف Desiccator والمعلوم الوزن بدقة) و يوضح الشكل (6) عدد من الجفنات والفرن الهوائي والمجفف.

(3) توضع العينة الموزونة بدقة دون وضع الغطاء على الطبق - ويحدد الزمن .

(4) يتم حساب الزمن وهو ساعة كاملة .. ثم تستخرج العينة بعد تغطيتها بالغطاء المخصص وتوضع في المجفف كي تبرد ثم توزن لحساب النسبة المئوية لها ..

الفرن الهوائي

الجفنات

المجفف ( Desiccator )

**شكل (6) الفرن الهوائي والجفنات او الاطباق والمجفف**

ملاحظات

1- عادة ما يتم استخدام مكررات للتأكد والدقة .

2- احياناً لا يشار الى زمن انتهاء التجربة بل يصار الى استخدام الزمن الثابت للدقة وكدليل على انتهاء الاختبار.

3- يمكن توجيه الطلبة الى تقدير الرطوبة في مجموعة عينات مختلفة من الحبوب ثم عرض نتائجهم ومناقشة اسباب التغيرات والاختلافات في تلك النتائج ومقارنتها مع نتائج سابقة او مذكورة في المصادر العلمية .

4- تستعمل عينات من الطحين لتقدير الرطوبة فيها بنفس الطريقة .

5- يمكن للتدريسي المتخصص مناقشة طرق اخرى لتقدير الرطوبة .

6- يمكن استعمال المسائل الرياضية لتوضيح الطريقة وكما يلي :-

$$\text{النسبة المئوية للرطوبة} = \frac{\text{وزن العينة قبل التجفيف - وزن العينة بعد التجفيف}}{\text{وزن العينة قبل التجفيف}} \times 100$$

# الدرس العملي الرابع

## تقدير الرماد للحبوب والطحين Ash determination for grains &flour

يمثل الرماد ما تحتويه المادة الغذائية من العناصر المعدنية وذلك بعد حرق المادة العضوية فيها .

الاساس العلمي

تعريض المادة الغذائية لدرجات حرارية عالية ، فتحترق المادة العضوية فيها ، وتبقى العناصر المعدنية بصورة رماد .

**أهمية هذا الاختبار في دراسة الحبوب ومنتجاتها :**

1- يعد الرماد والعناصر المعدنية من المكونات الكيميائية في المادة الغذائية والتي تقدر كسائر المكونات ويمكن استخدامها للتمييز بين الانواع في بعض الاحيان ، اضافةً الى متابعة وجود الشوائب في العينة.

2- يعتبر تقدير الرماد ضروري لتقدير معظم العناصر المعدنية بأنواعها بالطرق التحليلية المختلفة ، وهذا التقدير مهم لمعرفة العناصر المغذية المهمة ومعرفة العناصر الثقيلة .

3- لنسبة الرماد في الحبوب علاقة وثيقة بلون الطحين ولون المنتجات المصنعة منه وكان يقاس لون الطحين سابقاً باستخدام نسبة الرماد المقدرة .

4- يعتبر اختبار تقدير الرماد ضروري لمتابعة عملية الطحن ودراسة كفاءة المطحنة.

5- لتقدير الرماد في الحبوب علاقة وثيقة بنسبة أو معدل استخلاص الطحين Extraction rate ، أذ يزداد احدهما بزيادة الاخر والعكس صحيح ، وهذا يعود لتركيز معظم الرماد أو العناصر المعدنية في النخالة أو القشور اي الطبقة الخارجية من الحبة والجنين .

طريقة التقدير

توجد عدة طرق لتقدير الرماد والطريقة الشائعة في المختبرات هي طريقة الترميد وهي كالاتي :-

1- يتم طحن عينة من الحبوب ، وتوزن العينة منها أو من الطحين أو أي منتوج ، بحدود 5 غم بدقة وباستخدام ميزان حساس ذي اربعة مراتب .
2- يتم وزن العينة في جفنة خزفية Crucible سبق تنظيفها وحرقها ومعرفة وزنها .
3- يتم وضع الجفنة مع العينة في جهاز الترميد Muffle furnace على درجة حرارة 550 ºم لمدة 5 ساعات أو لحين ثبات الوزن .

4- يتم احتساب قيمة الرماد على اساس نسبة وزنية .

5- يتم مناقشة نسبة الرماد المستخرجة ونوعية الحبوب أو الطحين إستناداً الى ما ذكر سابقاً بخصوص اهمية تقدير الرماد ، ويوضح الشكل (7) جهاز الترميد Muffle وبعض الجفنات .

**شكل (7) جهاز الترميد Muffle**

**سؤال**

جد نسبة الرماد في عينتين من الطحين احدهما أبيض (أي ذو استخلاص حوالي 70 - 75 % ) والاخر طحين أسمر (أي ذو استخلاص اعلى 85 %) .... وناقش النتائج .

حساب النسبة المئوية للرماد :

$$\text{النسبة المئوية للرماد} = \frac{\text{وزن الرماد}}{\text{وزن العينة}} \times 100$$

# الدرس العملي الخامس

## عملية الترطيب والطحن المختبري وحساب الاستخلاص

### اولاً: عملية الترطيب (التكييف) Wheat conditioning, Tempering

**اهداف عملية الترطيب:**

وتدعى بالتكييف ايضاَ لأن المقصود بالعملية هو جعل رطوبة الحبوب مناسبة لعملية الطحن إذ تجرى احياناً عملية تخفيف بدلاً من الترطيب ، ولكن عادةً ما ترطب الحبوب لأجل الطحن كونها كانت مخزنة تحت ظروف رطوبة منخفضة . ومن أهداف هذه العملية :-

1- تقوم عملية التكييف أو الترطيب بجعل طبقة النخالة متماسكة يصعب تفتتها اثناء عملية الطحن ، وبالتالي يسهل انفصالها عن السويداء عند إجراء الغربلة .
2- يزداد وزن الطحين بسبب إضافة الماء وهذه تعد مربحة تجارياً.
3- القدرة المستعملة لطحن الحبوب الرطبة تكون أقل.
4- لوحظ تحسن نوعية الخبز الناتج.

طريقة العمل

1- يتم توفير عينات من الحنطة الصلبة واللينة والخشنة (ديورم) ويتم تنظيفها جيداً.
2- تقدير نسبة الرطوبة في عينات الحنطة.
3- توضع العينات في أواني ملائمة بحيث يسهل تغطيتها بقطع قماش.
4- تحتسب كمية الماء المطلوب اضافتها لرفع المستوى الرطوبي في العينات الى المستوى المطلوب لغرض إجراء التكييف . وعادة ترفع نسبة الرطوبة في الحنطة الصلبة الى 15.5 - 16.5 % وفي الحنطة اللينة الى 14.5% وفي الحنطة الخشنة الى 16.5 - 17.5 % .. وتحسب كمية الماء المضافة باستخدام جداول خاصة أو استخدام بعض العمليات الرياضية ومنها القانون التالي الذي يحسب كمية الماء المطلوب إضافته عند الترطيب :

$$\text{Volum of conditioning water} = \frac{(100 - M_1) \times W}{(100 - M_2)} - W$$

حيث:
$M_1$ = النسبة المئوية لرطوبة الحنطة
$M_2$ = النسبة المئوية لرطوبة الحنطة بعد الترطيب
W = وزن الحنطة

5- يتم توزيع الماء المضاف بخلطه جيداً مع الحبوب وتغطيته الاناء لمدة يومين مع التقليب بين فترة واخرى .

6- ويمكن استعمال المعادلة التالية لحساب كمية الماء المضاف عند ترطيب الحبوب الى نسبة اقل من 14% أو اعلى من 16.9% .

$$\text{Weight of water added} = \left(\frac{(100 - M_1)}{(100 - M_2)} - 1\right) \times W$$

حيث : $M_1$ ، $M_2$ ، W كما هي في المثال السابق .

**مثال : احسب كمية الماء المضافة الى عينة حبوب لرفع نسبة رطوبتها من 12% الى 13.5% .. لفرض وزن العينة (1) كغم فان :**

$$\text{Weight of water added} = \left(\frac{(100 - 12}{(100 - 13.5} - 1\right) \times 1 = 0.017 \text{ L}$$

$$= 17.34 \text{ ml}$$

## ثانياً : عملية طحن الحنطة مختبرياً Wheat milling

تجرى عملية طحن الحنطة في المختبر ، وذلك بعد اجراء عملية الترطيب wheat conditioning لها لإنتاج الطحين الذي تدرس نوعيته ومن ثم معرفة صفات الحنطة الموردة أو المنتجة من قبل المتخصصين بمجال زراعة وتربية النبات وتصنيع الحبوب .

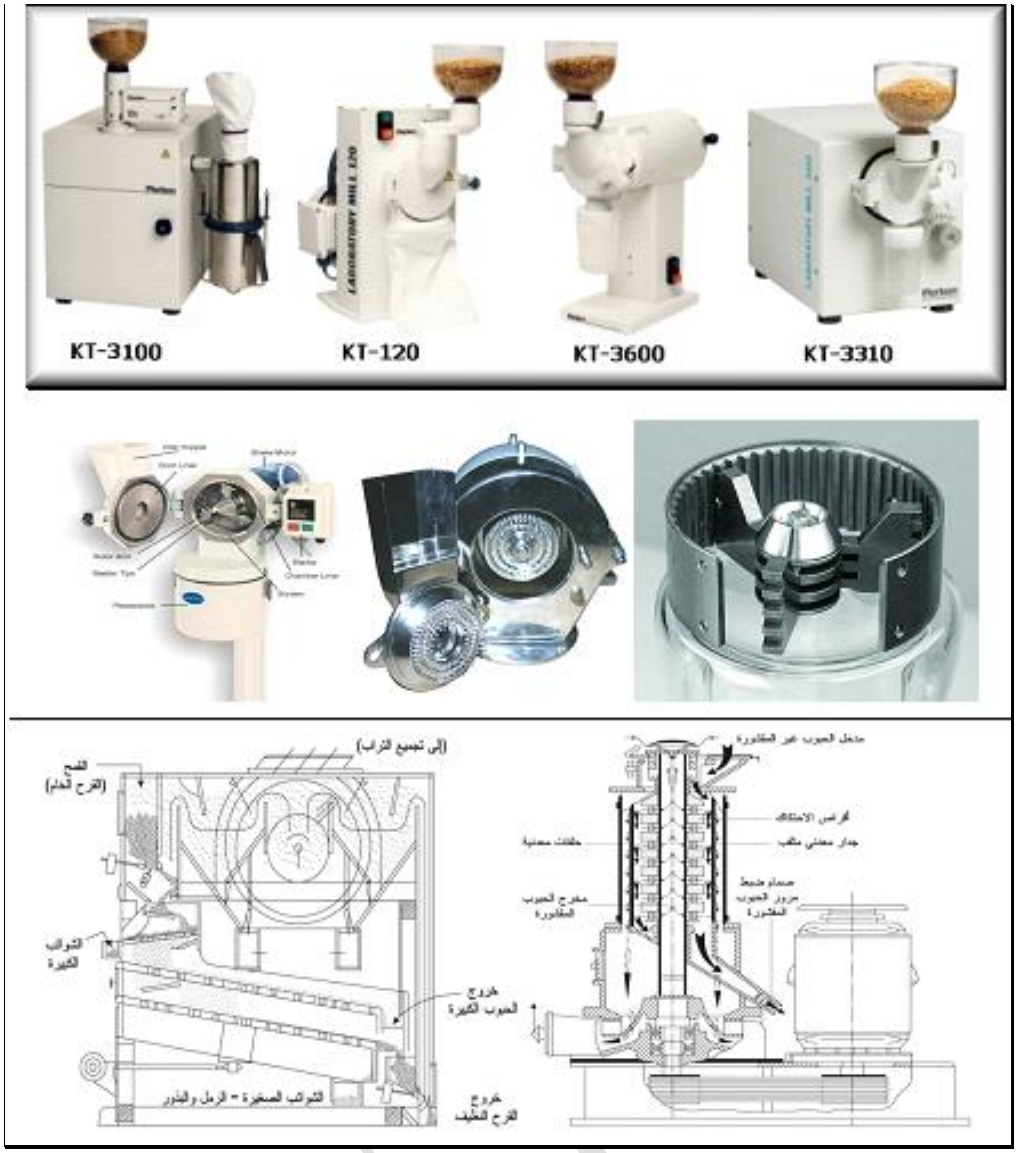
وهناك العديد من الشركات التي تنتج المطاحن المختبرية بتصاميم مختلفة ، هدفها هو انتاج الطحين من كمية محدودة من الحنطة بهدف دراسة ما يلي :-

(1) دراسة صفات طحين الطحين الناتج من حبوب حنطة لا زالت تحت الدراسة من قبل علماء التربية.

(2) دراسة عينات صغيرة من شحنات كبيرة للتعرف على مواصفاتها النوعية والتصنيعية .

(3) تعد عملية الطحن المختبري تدريب للطالب ، فهي عملية مصغرة لما يجري في المطاحن الفنية من حيث : التعرف على عملية ترطيب الحنطة ونوع الاسطوانات ومراحل الطحن ومراحل التكسير والتنعيم وانواع المناخل ونسبة الاستخلاص ومنتجات عمليات الطحن من حيث : انواع الطحين ونسب استخلاصها وتدريجات النخالة ....الخ . ويوضح الشكل (8) مجموعة من المطاحن المختبرية بالاضافة الى رسم تخطيطي لبعض المطاحن من مناشئ مختلفة .

وفي حال عدم توفر المطاحن المختبرية ، يمكن استعمال اية مطحنة ، بحيث يمكن عزل كمية من النخالة في كل عملية طحن وحساب نسبة الاستخلاص للطحين الناتج ودراسة ما يمكن دراسته علميا.




**شكل (8) بعض الانواع لمطاحن المختبرية من مناشئ مختلفة**

## ثالثاً : حساب نسبة الاستخلاص Extraction rate of flour

يمكن تعريف معدل الاستخلاص (أو التصافي) بأنها كمية الطحين الناتج من طحن كمية من الحنطة على شكل نسبة مئوية ، وتتحدد أنواع الطحين تجاريا حسب نسبة الاستخلاص وما يحتويه من نسبة رماد ، وعادةً تزداد نسبة الرماد بزيادة نسبة الاستخلاص . وتحسب نسبة الاستخلاص كالاتي :-

$$\text{نسبة أو معدل الاستخلاص \%} = \frac{\text{كمية الطحين المنتج}}{\text{كمية الحنطة المستعملة في الطحن}} \times 100$$

ومن الجدير بالذكر أن هناك انظمة في بعض الدول (مثل هنكاريا) يكون تعريف نظام الاستخلاص مختلفاً عما تم شرحه في الدرس الذي يمثل النظام المعمول به دولياً .

ويسمى الطحين ذو استخلاص 72-75 % في العراق وبعض الدول العربية بطحين الصفر ، وهو عادةً ما يستعمل لإنتاج الصمون الكهربائي و المحسن... وبزيادة نسبة الاستخلاص أي بزيادة نسبة النخالة والالياف وصولاً الى نسبة استخلاص 85% فأعلى يسمى الطحين : طحين الدرجة الاولى وعندما تزداد نسبة الاستخلاص الى 100% يدعى الطحين بطحين الحنطة الكاملة Whole wheat flour .

**أسئلة :**

1- جد نسبة الاستخلاص لنوعية الحنطة الموردة الى المختبر اذا علمت أن كميتها المستعملة في عملية الطحن كانت 1,900 كغم وأن كمية الطحين الناتجة 1500 غم . (يلاحظ وجوب توحيد الوحدات)

2- جد كمية الحنطة التي استخدمت لإنتاج نسبة استخلاص طحين درجة أولى ، إذا علمت ان كمية الطحين الناتجة 1,200 كغم . ( ملاحظة: تفرض نسبة الاستخلاص ويتم التأكد من الجواب)

# الدرس العملي السادس

## تقدير النسبة المئوية للكلوتين الرطب والجاف

**ماهو الكلوتين ؟**

الكلوتين Gluten هو البروتين الذي يمثل النسبة الاكبر من البروتينات في الحبوب ... وهو المسؤول عن الصفات النوعية المرغوبة التي تجعل حبوب الحنطة ملائمة لصناعة الخبز وبالرغم من ان الكلوتين هو بروتين غير كامل من الناحية التغذوية إذ ينقصه الاحماض الامينية الاساسية كاللايسين والتربتوفان ، إلا انه ذو صفات وظيفية لا تمتلكها باقي البروتينات .. فهو خليط من مجموعة بروتينات تدعى الكلوتنينات Glutenins ومجموعة بروتينات الكلايدينات Gliadins وبمجموعهما يُعطي صفات الكلوتين المعروفة من حيث الشد والمرونة ومقاومة المطاطية Elasticity والتي يكون الكلوتنين المسؤول عنها وصفة المطاطية أو التمدد extensibility (واحياناً تدعى Stretchibility) والتي يكون الكلايدين مسؤول عنها ..

والكلوتين يمثل بروتينات الخزن Storage Proteins وهي البروتينات التي يخزنها النبات في الحبوب .

ومن الجدير بالذكر ان الكلوتين يمثل معقد بروتين مع مركبات اخرى هي الكربوهيدرات والدهون . ان كمية الكلوتين وصفاته هي التي تحدد مدى صلاحية طحين الحنطة لإنتاج الخبز إذ ليس كل الحنطة تصلح لصناعة الخبز .

### طريقة تقدير الكلوتين Gluten estimation

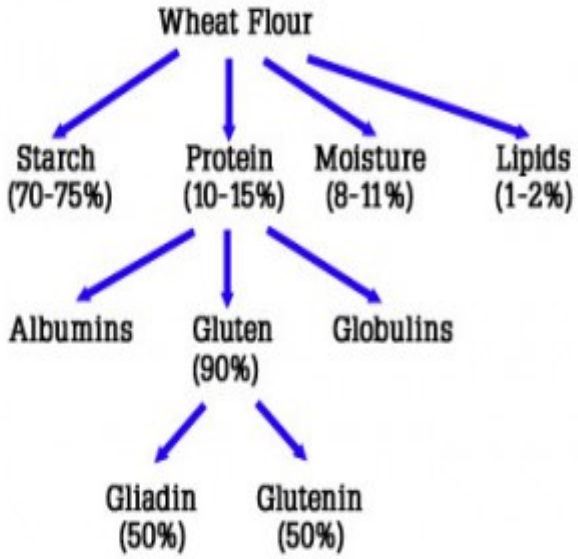
يعتمد الاساس العلمي لتقدير كلوتين الحنطة على فصلها عن الجزء النشوي باستخدام تيار مائي مستمر يقوم على اساس غسل عجينة من الطحين ، وبانفصال النشا عن العجين تتماسك جزيئات البروتين لتنفصل على هيئة كتلة بروتينية متماسكة تمثل الكلوتين الرطب بينما يقدر الكلوتين الجاف ، وذلك بتجفيف الكلوتين الرطب كما سيأتي ذكره .

الهدف من تقدير الكلوتين

تهدف هذه التجربة الى :

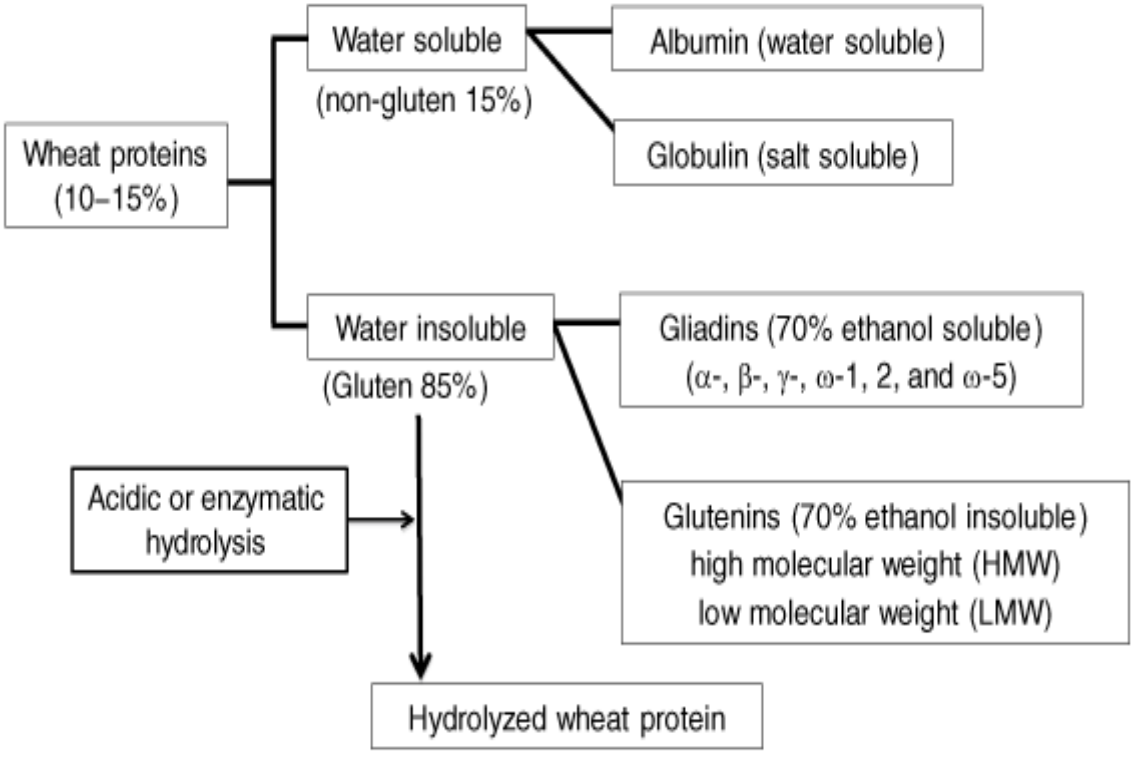
(1) التعرف على انواع الكلوتين لأنواع مختلفة من طحين الحنطة ويظهر الشكل (9) مخطط لاهم مكونات طحين الحنطة بشكل عام ولأهم انواع بروتينات الحنطة مصنفة على اساس ذائبيتها في الماء.

(2) التعرف على كمية الكلوتين في تلك الانواع من الطحين .




أ- اهم مكونات طحين القمح

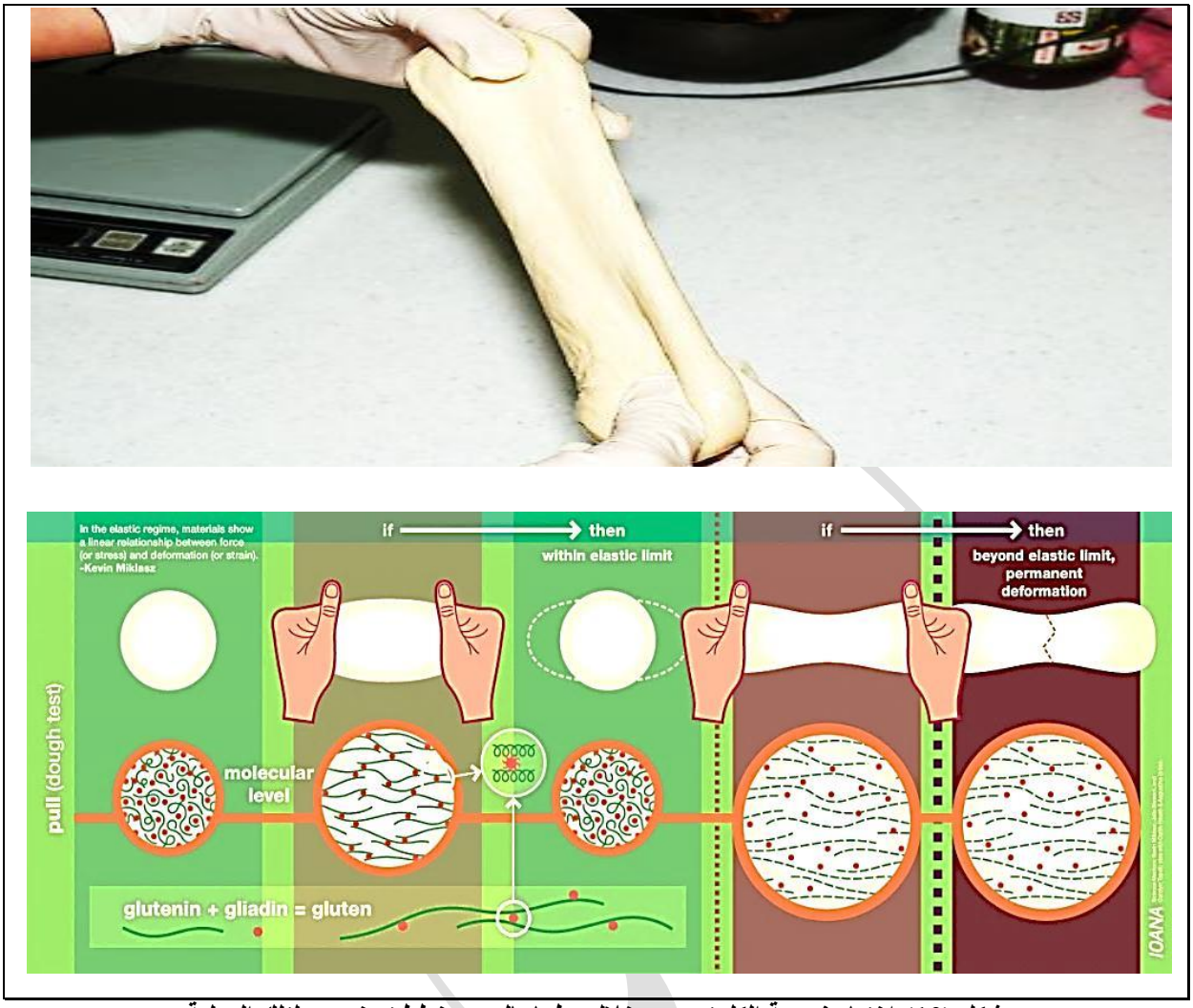
**Components of wheat protein.**




ب- اهم مكونات البروتين اعتماداً على ذائبيتها بالماء

**شكل (9) مخطط لاهم مكونات وبروتينات طحين الحنطة**

يتم قياس الكلوتين كمياً على اساس نسبة مئوية . في حين يتم التعرف على نوعية الكلوتين وذلك بمد الكتلة الكلوتينية ومعرفة متانتها حسياً وذلك بمدها او مطها بين اليدين كما موضح بالشكل (10).




**شكل (10) اختبار نوعية الكلوتين من خلال مطها باليد ومخطط توضيحي لتلك العملية**

طريقة العمل :

(1) يؤخذ وزن معين من الطحين وليكن 10 غرام ويوضع في إناء .

(2) يضاف 5-6 مل ماء وتتم عملية الخلط لحين تكوين عجينة متجانسة متماسكة غير لزجة بحيث لا يتبقى اثار من العجينة في الاناء .

(3) تغمر العجينة المتكونة في إناء يحتوي على ماء حنفية لمدة ساعة .

(4) تغسل العجينة باستخدام تيار مائي مستمر بتدفق بطئ ( بحدود 3-4 مل/ثانية ) وذلك بوضعها بين الاصابع وتحريكها بهدوء ، ويتم استقبال ماء الغسل على منخل لمنع فقدان اي جزء من العجينة أو الكلوتين إذ يتم اعادة هذه الاجزاء الى العجينة .

(5) يتم الاستمرار بعملية الغسل لحين تأكد التخلص من النشا ، وذلك بعصر كتلة الكلوتين واستقبال القطرات في كأس ماء صافي ، فإذا تعكر كان ذلك دليلاً على عدم انتهاء عملية الغسل .

(6) بعد انتهاء الغسل ، يعصر الكلوتين بصورة جيدة ويشكل على هيئة كرة .

(7) يوزن الكلوتين وتحسب النسبة المئوية للكلوتين كالاتي :-

$$\text{النسبة المئوية للكلوتين الرطب \%} = \frac{\text{وزن الكلوتين الرطب}}{\text{وزن عينة الطحين}} \times 100$$

(8) للتعرف على نوعية الكلوتين وذلك بسحبها بين اليدين لمعرفة متانة الكلوتين والموضح بالشكل (7) .

**تقدير الكلوتين الجاف Dry gluten**

يجفف الكلوتين في فرن على درجة حرارة 100 ºم لحين ثبات الوزن وتحسب النسبة المئوية للكلوتين الجاف كالاتي :-

$$\text{النسبة المئوية للكلوتين الجاف \%} = \frac{\text{كمية الكلوتين الجاف}}{\text{وزن عينة الطحين}} \times ١٠٠$$

ويمكن استخراج هذه النسبة بصورة تقريبية وذلك كالاتي :-

$$\text{النسبة المئوية للكلوتين الجاف} \backsimeq \frac{\text{النسبة المئوية للكلوتين الرطب}}{3}$$

وهذه المعادلة تقوم على اساس إن الكلوتين يمتص ضعف وزنه من الماء .

تقدر كمية الكلوتين ميكانيكياً وذلك باستخدام أجهزة الغسل الميكانيكية . إذ تعتمد نفس الاساس العلمي وذلك باستخدام الاجهزة المتخصصة بدلا من اليد والموضح بالشكل (11)

تعرض نتائج الطلبة بشكل جدول يبين نويات الطحين المدروسة وكمية الكلوتين الرطب والجاف ونسبها المئوية ، وفكرة عن نوعية الكلوتين ومدى صلاحية انواع الطحين لصناعة الخبز .

**شكل (11) جهاز غسل الكلوتين**

# الدرس العملي السابع

## تقدير النسبة المئوية للبروتين Protein content

يعد البروتين من مكونات الحبوب لعلاقته بالنواحي التغذوية والتكنلوجية (التصنيعية) .. اما النواحي التغذوية ، فبالرغم من اعتبار بروتين الحبوب من النوع غير الكامل incomplete لافتقاره الى الاحماض الامينية الاساسية ، فان ارتفاع ما يتناوله الفرد من الحبوب يزيد من كمية الاحماض الاساسية المتناولة ، إضافة الى تناول الفرد البقوليات التي تغطي على نقص تلك الاحماض بسبب التكامل التغذوي الحاصل.

أما ما يخص النواحي التصنيعية ، فالبروتين يلعب دوراً كبيراً في تحديد نوعية الحنطة ومدى صلاحيتها للتصنيع ، خصوصاً ما يتعلق بعمليات تصنيع الخبز ، إذ تلعب كمية البروتين ونوعيته دوراً مهماً في صلاحية انواع الحنطة لصناعة الخبز.

الاساس العلمي لتقدير البروتين بطريقة كلدال

يستند الاساس العلمي لتقدير البروتين بجهاز كلدال (شكل 12) على اساس تحويل البروتين في الحبوب (والمواد الغذائية عموماً) الى نتروجين .. وتقدير البروتين بهذه الطريقة يشمل ثلاث خطوات :-

الخطوة الاولى :- عملية هضم الحبوب Digestion بحامض الكبريتيك المركز ، وفيها يتم تحويل النتروجين في المادة الغذائية الى كبريتات الامونيوم $(NH_4)_2SO_4$ .

الخطوة الثانية :- عملية تقطير العينة بعد اضافة NaOH الى ناتج الهضم السابق فيتحول النتروجين الموجود في كبريتات الامونيوم الى أمونيا يتم تكثيفها الى شكل سائل .

الخطوة الثالثة :- عملية التسحيح وتتم بعد استقبال الامونيا السائلة إذ تسحح مع حامض الهيدروكلوريك معروف العيارية وتجرى الحسابات لاستخراج كمية النتروجين الذي يضرب في معامل معين لإستخراج نسبة البروتين .

**ملاحظة** : مقدار الثابت المستعمل لإستخراج نسبة البروتين هو 5,7 عند تقدير البروتين في حبوب الحنطة أو طحينها أو خبزها . وهو يختلف بإختلاف المواد الغذائية لانه يتوقف على نسبة النتروجين في البروتين المراد تقديره .

**شكل (12) جهاز كلدال النموذج القديم والحديث**

## مواد وطريقة العمل

المواد المستعملة :

1- حامض الكبريتيك المركز .
2- محلول هيدروكسيد الصوديوم 40 %
3- محلول حامض البوريك Boric acid 2 %
4- حامض الهيدروكلوريك 0,0714 عياري
5- العامل المساعد : هناك حبوب جاهزة تستعمل كعامل مساعد لعملية الهضم أو يحضر كالاتي : 20 جزء $K_2SO_4$ ، 5 جزء كبريتات النحاس اللامائية ، 0,5 جزء من مسحوق $SeO_2$ ... تخلط جميعها وتسحق وتحفظ في مكان جاف لحين الاستعمال .
6- الكاشف : تخلط المواد الاتية بصور جيدة وتسحق وهي ( methyl red والـ Bromocresol green) بنسبة (20 ملغم : 1 غم) على التوالي تذوب بعد ذلك بالايثانول ويكمل الحجم الى 100 مل.

ملاحظة : يُستخدم لأجراء عملية الهضم دوارق كلدال وجهاز تقطير خاص ، و استبدلت اليوم بوحدات مستمرة لتعجيل الاختبار وزيادة عدد العينات المستعملة عند التقدير .

طريقة العمل :

(1) يوزن عينة جريش من الحبوب أو الطحين مقدارها (1) غم توضع في انبوبة الهضم .

(2) يوضع اليها قرص هاضم أو نصف غرام من العامل المساعد المحضر (ترطب العينة الجافة).

(3) تضاف 15 مل حامض الكبريتيك المركز .

(4) توضع الانبوبة في وحدة الهضم وتشغل وحدة التسخين بالتدريج بحيث تغلي العينة وتستمر بالغليان لحين تغير المحلول الى عديم اللون وهذا قد يحصل بحدود 3 ساعات أو اكثر .. توضع احياناً قطع خزفية أو كرات زجاجية لمنع الفوران الشديد .

(5) تترك الانابيب لكي تبرد ثم يكمل حجم العينة الى 100 مل ماء مقطر وتوضع في وحدة التقطير .

(6) تستمر عملية التقطير لمدة 10 دقائق وذلك بعد تضبيط كمية القاعدة المضافة ذاتياً (والبالغة 15-25مل) وتضبيط كمية حامض البوريك 10 مل المضاف له الدليل .

(7) تسحح محتويات الدورق المخروطي بواسطة حامض HCl 0,0714 عياري لحين الوصول الى نقطة التعادل وتغيير اللون .

(8) يُجرى عمل Blank (عينة مرجعية)

(9) تحسب النسبة المئوية للبروتين بحساب النسبة المئوية للنتروجين في العينة كالاتي :-

$$\text{النسبة المئوية للنتروجين \%} = \frac{(\text{حجم الحامض المستهلك للعينة - حجم البلانك}) \times \text{عياريته} \times 14}{\text{وزن العينة} \times 1000} \times 100$$

وتضرب النسبة المئوية للنتروجين × 6,25 لمعظم الاغذية باعتبار ان نسبة النتروجين 16 %

وتضرب النسبة المئوية للنتروجين × 6,38 للحليب ومنتجاته باعتبار ان نسبة النتروجين 15,67 %

وتضرب النسبة المئوية للنتروجين× 5,7 للحنطة والحبوب ومنتجاتها باعتبار ان نسبة النتروجين 17,54%

وكالاتي :- **النسبة المئوية للبروتين% = النسبة المئوية للنتروجين % × معامل البروتين**

# الدرس العملي الثامن

## اختبار وقت التخمير Fermentation time test اختبار بلشنكي ( Pelshinki test )

الاساس العلمي

يعتمد على اساس حساب الفترة الزمنية لتحلل كرة من العجين المتخمر لجريش الحنطة .

**مواد طريقة العمل**

المواد

1- يحضر عالق أو محلول خميرة بتركيز 10 غم خميرة في 100 مل ماء دافئ

2- جريش (أو طحين) حنطة لأصناف متعددة .

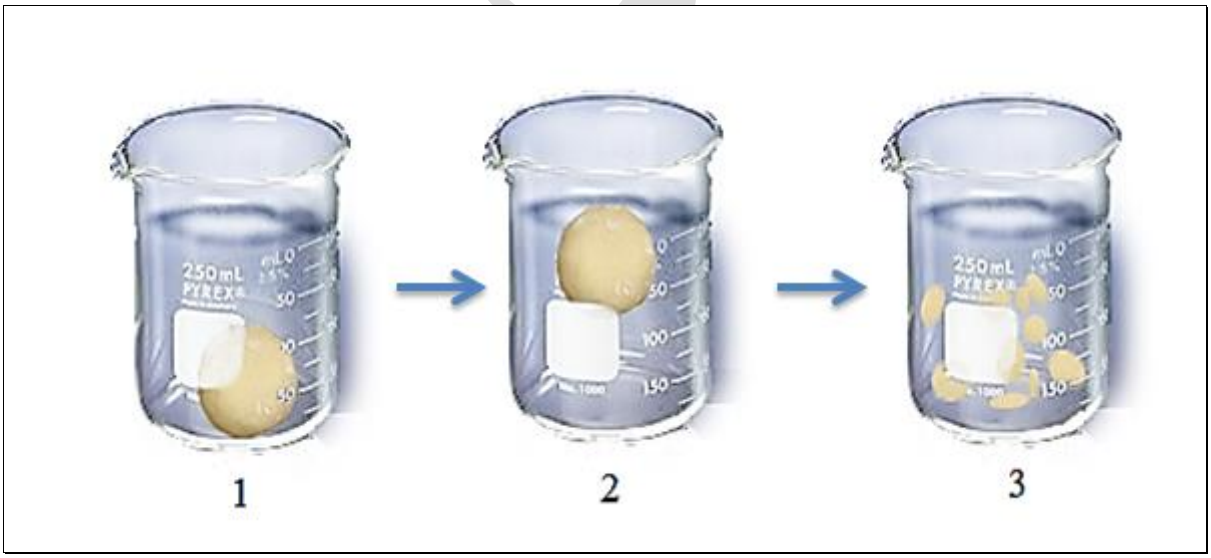
وتجرى الطريقة كالاتي :-

1- يوزن 4 غم من الجريش (أو الطحين) ثم توضع في اناء ويضاف له 2,25 مل عالق الخميرة .

2- يتم خلط العالق مع الجريش لتكوين عجينة متماسكة غير لزجة تكور باليد .

3- توضع كرة العجين في إناء وتغطى بالماء الدافئ (على درجة حرارة 30º م) كمية الماء تكون بحدود 80 مل .. يوضع الاناء في حاضنة على درجة حرارة 30º م أو حمام مائي على نفس الدرجة.

4- يحسب الوقت اللازم منذ غمر الكرة بالماء ولحين بدء تفتتها ، ويبين الشكل (13) ذلك الاختبار .




**شكل (13) اختبار بلشنكي يوضح مراحل تفتت العجين**

الهدف من الاختبار

يعد هذا الاختبار أحد طرق تقدير قوة الحنطة ومدى ملائمتها لإنتاج الخبز فالحنطة القوية تعطي رقماً (زمناً) أعلى من الحنطة الضعيفة .. ويتأثر هذا الاختبار بكمية ونوعية الكلوتين ... وفيما يلي قيمة بلشنكي لأنواع الحنطة و صفة كلوتينها ... و يوضح الجدول (1) صفة الكلوتين وقوة الحنطة استناداً الى نتائج هذا الاختبار .

**جدول (1) صفة الكلوتين وقوة الحنطة بطريقة اختبار بلشنكي**

| **أ- صفة الكلوتين ونوعية الحنطة اللينة** | **الوقت المحسوب في اختبار بلشنكي / دقيقة** |
|---|---|
| ضعيف جداً | أقل من 30 |
| ضعيف | 50 - 30 |
| متوسط القوة | 100 - 50 |
| قوي | 175 - 100 |
| **ب- صفة الكلوتين ونوعية الحنطة الصلبة** | |
| ضعيف | 225 - 150 |
| متوسط | 300 - 225 |
| قوي | 400 - 300 |
| قوي جداً | أكثر من 400 |

# الدرس العملي التاسع

## اختبار الترسيب Sedimentation test

ويُدعى ايضاً اختبار زيليني Zeleny test وهو احد اختبارات تقدير قوة الطحين أو الحنطة وهو مؤشر تقريبي لصلاحيتها للتخبيز .

الاساس العلمي :-

قياس قدرة انتفاخ بروتين الطحين في وسط حامضي مخفف ( من حامض اللاكتيك ) بشكل راسب .

طريقة العمل :

المواد المستعملة .

1- كحول الايزوبروبيل تركيزه 99- 100 %
2- صبغة الـ Bromophenol-Blue وتحضر بإذابة 4 ملغم منها في لتر من الماء المقطر .
3- محلول حامض اللاكتيك ويحضر بتخفيف 250 سم$^3$ (85%) الى لتر بالماء المقطر .. ويترك لمدة (6) ساعة .
4- يخلط 180 سم$^3$ من حامض اللاكتيك السابق تحضيره مع 200 سم$^3$ من كحول الايزوبروبايل ، ويكمل حجمه الى لتر ، ويترك المحلول لمدة 48 ساعة .

خطوات العمل :

1- يوزن 3,2 غم من أنواع الطحين المدروسة بحيث تمر من منخل 100 mesh في اسطوانة زجاجية ذات غطاء سعة 100 مل .
2- يضاف 50 مل من محلول البروموفينول الازرق و يُسجل وقت الاضافة .
3- يخلط المعلق المتكون بقوة 12 مرة خلال 5 ثواني ثم تخلط ميكانيكياً لمدة 5 دقائق .
4- يضاف للأسطوانة 25 سم$^3$ من محلول الحامض-الكحول ويخلط من جديد لحين بلوغ الوقت عشرة دقائق منذ بداية اضافة محلول البروموفينول الازرق .
5- توضع الاسطوانة عمودياً لمدة 5 دقائق ... ويقرأ حجم الراسب بعدها مباشرةً .

**ملاحظات**

1) تحول قيمة الترسيب التي تم الحصول عليها الى قيمة الترسيب على 14% رطوبة كالاتي :-

$$\text{قيمة الترسيب على اساس 14\%} = \text{قيمة الترسيب المسجلة} \times \frac{14 - 100}{100 - \text{نسبة الرطوبة في الطحين}}$$

2) تتأثر قيمة الترسيب بنسبة رطوبة الحنطة وبزيادة نسبة الرماد المتمثلة بزيادة اي املاح الى الطحين ، كما تتأثر بتنبيت الحبوب وتخزينها على درجة حرارة مرتفعة ورطوبة مرتفعة .

3) يتم استخراج ما يدعى بقيمة الترسيب النوعي وذلك بقسمة قيمة الترسيب على النسبة المئوية للبروتين وهذه القيمة تدل على نوعية الكلوتين فقط .

4) يستخدم التقييم الاتي لمعرفة نوعية الطحين :

أ- **قيمة الترسيب 60 او اكثر** : وهو يمثل الحنطة القوية الصلبة التي تصل فيها نسبة البروتين الى 14 % أو اكثر ..

ب- **قيمة الترسيب 59 - 40** : يُمثل الحنطة الصلبة التي تصل نسبة البروتين فيها 12 - 14 % .

ج- **قيمة الترسيب 39 - 30** : يُمثل الحنطة الصلبة ذات البروتين المنخفض أو الحنطة الناعمة ذات نسبة البروتين العالية أو الحنطة الصلبة التي تضررت نوعيتي البروتين فيها .

د- **قيمة الترسيب اقل من 30** : و تُمثل جميع انواع الحنطة التي تنخفض نسبة البروتين فيها أو ان نوعية كلوتينها رديئة .

5) يقوم الطلبة بتصنيف نوعية الحنطة التي درست فيها قيمة الترسيب على اساس المعيار السابق الذكر وتحديد صلاحيتها للمنتجات المختلفة .

# الدرس العملي العاشر

## اختبار الفارينوغراف Farinograph Test

**الاساس العلمي :-**

يعتمد على قياس القوة التي تعمل على تدوير الخلاط (المزوّد به الجهاز) خلال عملية عجن كمية معلومة من الطحين مع الماء ، ويعبّر عن تلك القوة بعدة قراءات تسجل على منحنى الجهاز أثناء اجراء عملية العجن .

**أهمية الجهاز :-**

يعد الجهاز من أهم أجهزة اختبار الطحين التي تعمل على اساس ديناميكي- حركي ، يعطي قراءات متعددة تعطي فكرة عن نوع وقوة طحين الحنطة ومقدار امتصاصه للماء .

**تركيب الجهاز**

الجهاز يتكون من حوض صغير Bowl يحتوي على خلاط مثبت في جسم الجهاز وهذا الخلاط يتصل بـ (Dynamometer) أو جهاز القوة المولّدة الذي ينقل حركة الخلاط الى جهاز تسجيل يتصل بقلم يرسم منحنى الفارينوغرام Farinogram ... الجهاز يتصل به عدة ملحقات منها : حمام مائي وسحاحة ... ويوضح الشكل (14) جهاز الفارينوغراف بتصميمه القديم والحديث

**شكل (14) التصميم القديم والحديث لجهاز الفارينوغراف**

**وصف لمنحنى الفارينوغرام**

منحنى الجهاز يتكون من خطوط عمودية واخرى أفقية تتقاطع مع بعضها لتكون مربعات يلاحظ في الاعلى قياس الزمن بالدقيقة .. ويقسم المنحنى شاقولياً بعشرة خطوط رئيسية كل خط يمثل 100 وحدة برابندر وكل خط رئيسي يفصله عن الخط الاخر بخطوط ، كل خط يمثل 20 برابندر .

Brabender unit (B.U.) وعادة يميز خط الـ 500 وحدة برابندر باللون الاحمر لأهميته في تحديد القراءات .

**ـ قراءات الفارينوغرام**

1- **زمن الوصول Arrival time** :- وهو الزمن الذي يبدأ من لحظة اضافة الماء وتشغيل الجهاز ولحين وصول المنحنى خط الـ 500 وحدة برابندر .

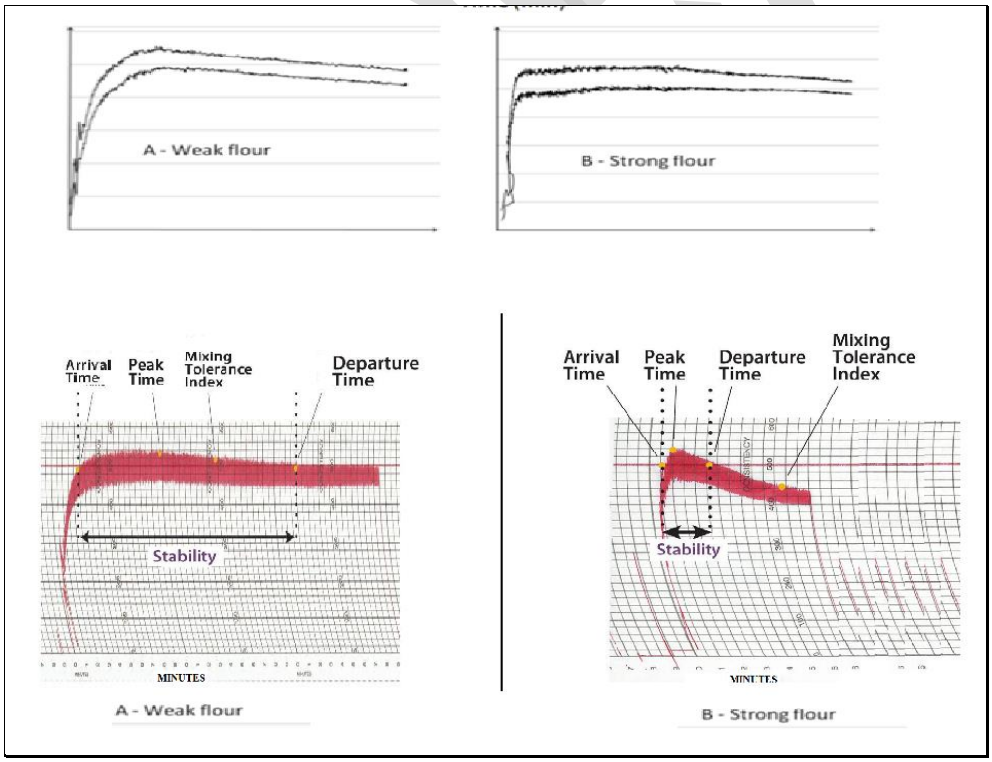
2- **زمن القمة Peak time أو زمن نضج العجين Dough development time** :- وهو زمن وصول المنحنى الى اعلى نقطة (قمة) له منذ اضافة الماء وتشغيل الجهاز .

3- **زمن الثباتية أو الاستقرارية Stability** :- وهو عبارة عن الزمن منذ دخول المنحنى خط الـ 500 وحدة ولحين الخروج منه . أي الفترة بين زمن الوصول Arrival time وزمن مغادرة المنحنى خط الـ 500 Departure time .

4- **زمن المغادرة Departure time** :- وهو الزمن المحسوب منذ اضافة وتشغيل الجهاز لحين مغادرة المنحنى خط الـ 500 وحدة برابندر ، وهو يساوي مجموع زمن الثباتية مع زمن الوصول ..

5- **دليل التحمل Tolerance index** :- وهو القيمة المحسوبة بوحدات البرابندر التي تمثل الفرق بين اعلى نقطة وصل اليها الجهاز (القمة) Peak time والنقطة المحددة بعد مرور خمسة دقائق . وهذه القيمة تشير لمدى تحمل العجينة لعملية الخلط .

**امتصاصية الطحين للماء Flour Absorption** :- وهي كمية الماء التي يحتاجها لتكوين عجين ذي مقاومة Consistency مقدارها مقدارها 500 وحدة برابندر . ويوضح الشكل (15) نماذج لقراءات الجهاز لعينتي طحين قوية وضعيفة بقيم البرابندر وبالتصميم القديم والحديث .




**شكل (15) نماذج لعينتي طحين الاولى قوية والثانية ضعيفة في قيم البرابندر**

**كيفية عمل الجهاز :-**

(1) يوزن 50 غم عندما يكون حوض الجهاز صغيراً و 300 غم في حالة نوع الحوض كبيراً .

(2) تثبت درجة حرارة الحمام المائي على 30º م .

(3) يعد الطحين المستعمل في التجربة مجهولاً أو جديداً وبالتالي نتوقع أن تكون امتصاصية مقدار معين من الماء ولنفرض 60% وبالتالي يتوجب اضافة 30 مل من السحاحة في حالة الحوض الصغير او 180مل ماء في حالة الحوض الكبير.

(4) يوضع الطحين في الحوض ويشغل الجهاز حيث يتحرك القلم على الخط أفقياً .

(5) يضاف الماء فيتحرك المؤشر ليرسم المخطط.

(6) يتم إيقاف الجهاز عندما يكون المنحنى على خط الـ 500 وحدة برابندر .

(7) ارتفاع المنحنى عن خط الـ 500 ، مثال ذلك وصوله الى 600 وحدة برابندر يعني حاجة الطحين الى الماء ، والعكس صحيح ، وفي كلتا الحالتين ، تحسب كمية الماء عن طريق حساب عدد المربعات اذ يشير كل مربع الى حجم معين من الماء .. وبالتالي يتوجب تنظيف الجهاز وإعادة التجربة مع تقييد كمية الماء المضافة .

(8) يتم ايقاف الجهاز وذلك عند خروجه عن خط الـ 500 وحدة برابندر.

(9) يتم تنظيف الخلاط تنظيفاً جيداً لأن بقاء آثار من العجين تؤثر على حركة الجهاز .

**ملاحظات**

1- هناك قراءات أخرى للجهاز مثل : مقياس الفالوريميتر Valorimeter حيث يوضع المنحنى داخل هذا الجهاز ( الذي هو عبارة عن مسطرة متحركة مدرجة ) وتعطي قراءة درجة معينة منها لتقابل قوة الطحين .

وهناك قراءة Time to break down وهو الزمن المقاس منذ اضافة الماء وحتى انخفاض قدره 300 وحدة برابندر .

2- تتوفر الآن الاجهزة الحديثة التي تعمل على الحاسبة والتي توفر الوقت والجهد إضافة الى دقتها .

# الدرس العملي الحادي عشر

## اختبار الاكستنسوغراف Extensograph test

**الاساس العلمي**

وهو من الاجهزة التي تعطي مؤشراً او تقييماً للصفات الفيزيوكيميائية أو الريولوجية للطحين ، وهو يتعامل - على عكس باقي الاجهزة - مع العجين المتخمر وهو يقوم على اساس تسجيل المقاومة التي تبديها عجينة متخمرة على شكل اسطوانة ضد قوة شد مسلطة عليها ، تسجل تلك المقومة على شكل منحنى يدعى الاكستسوغرام .

**الهدف من الاختبار :**

يقوم الاختبار على اساس رسم منحنى يحتوي على عدة قراءات توضح سلوك العجين المتخمر ومرونته ، ومن ثم يعطي مؤشراً على نوعية الطحين المستعمل ومدى حاجته للمواد المؤكسدة ، كما يعطي مؤشراً على نوعية الخبز الناتج .

**طريقة عمل الجهاز :**

1. يوزن 30 غم من الطحين ، توضع في خلاط الفارينوغراف .
2. يذوب 6 غم ملح طعام في 135 مل ماء دافئ ، وتضاف هذه الكمية الى الطحين في الخلاط .
3. يشغل الخلاط ويضاف باقي الماء (الخاص بامتصاصية الطحين) من السحاحة مباشرةً ، حتى يلاحظ ان قوام العجين هو 500 وحدة برابندر .
4. يُترك العجين المتكون لمدة (5) دقائق ، بعدها يشغل الجهاز لمدة دقيقتين مع ملاحظة عدم حركة القلم بعيداً عن خط الـ 500 فإذا زادت قيمته ، فإنها تعدل الى الخط الوسطي باضافة قطرات من الماء من السحاحة.
5. يُوقف الجهاز ، وتخرج العجينة التي يوزن منها قطعتين كل قطعة بوزن 150 غم ، تنقل الى جهاز التكوير الملحق بالجهاز ايضا حيث تشكل كل قطعة عجينة على هيئة اسطوانة .
6. تنقل اسطوانة العجين الى حامل خاص بالجهاز وتوضع في غرفة التخمير الصغيرة الملحقة بالجهاز والمزودة بالرطوبة المناسبة .
7. بعد مرور 45 دقيقة توضع العجينة مع الحامل في المكان المخصص لها اسفل الخطاف .
8. يشغل الجهاز حيث ينزل الخطاف الى الاسفل ويسحب العجينة معه ، وفي نفس الوقت يقوم القلم برسم المنحنى على الورق .
9. تكرر العملية على الجزء الاخر من العجينة .. وتكرر العملية على العجينة نفسها لتخمر مرة اخرى ويعاد عليها القياس مرتين فيكون لنا ثلاث فترات تخمير 45 ، 90 ، 135 دقيقة .

**قراءات الاكستنسوغرام :**

1) **المساحة تحت المنحنى او الطاقة Area under curve ; Energy**

ويعبر عنها بالسم$^2$ ... وزيادتها تشير الى قوة الطحين وبالتالي قوة العجين وبالنتيجة زيادة حجم الخبز .. تقاس المساحة بجهاز البلانيميتر planimeter .

2) **المطاطية أو الانسيابية Extensibility :**

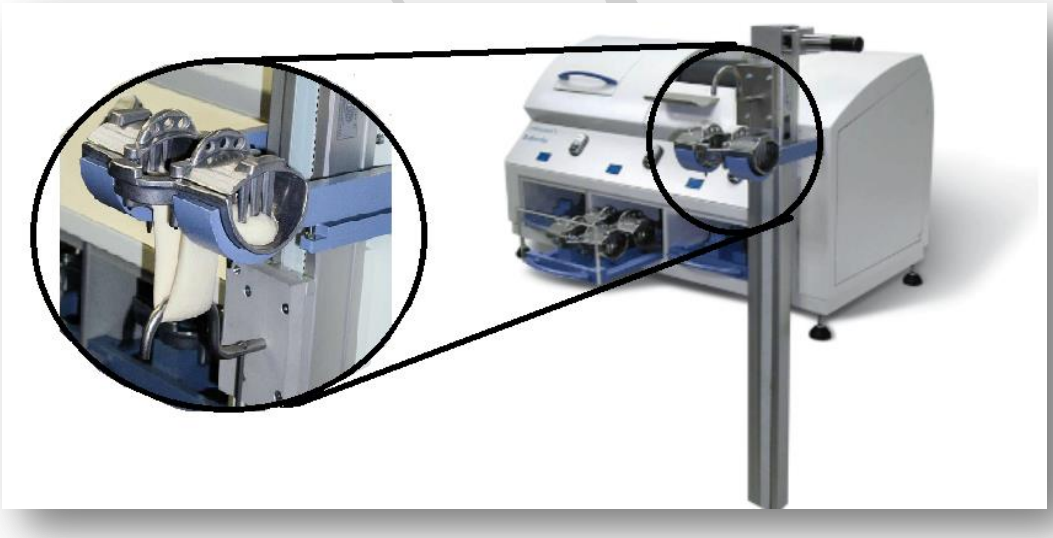
وهي تشير الى طول المنحنى وهي تشير الى قابلية العجين على المط ..

3) **مقدار المقاومة للمط Resistance to extension**

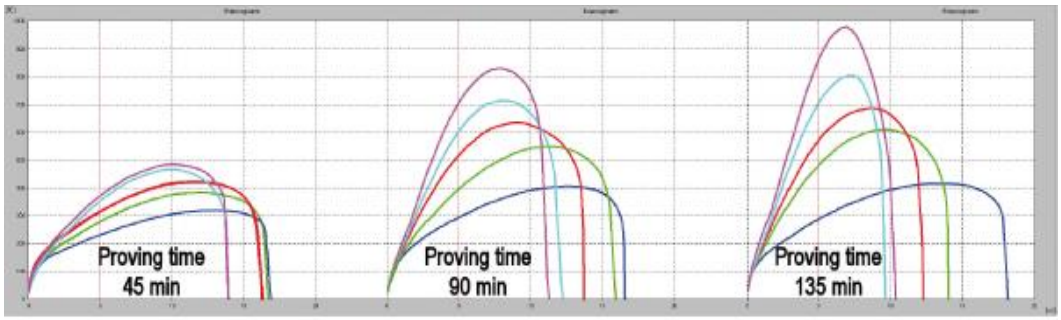
وهو يمثل ارتفاع المنحنى بعد 5 سم من بداية المرتسم وتقاس بوحدات الاكستنسوغرام (BU) وتستخدم احياناً قراءة أعلى مقاومة للمط وهنا يكون القياس عند اقصى ارتفاع للمنحنى .

4) **مقدار المقاومة للمط \ المطاطية أو الرقم النسبي**

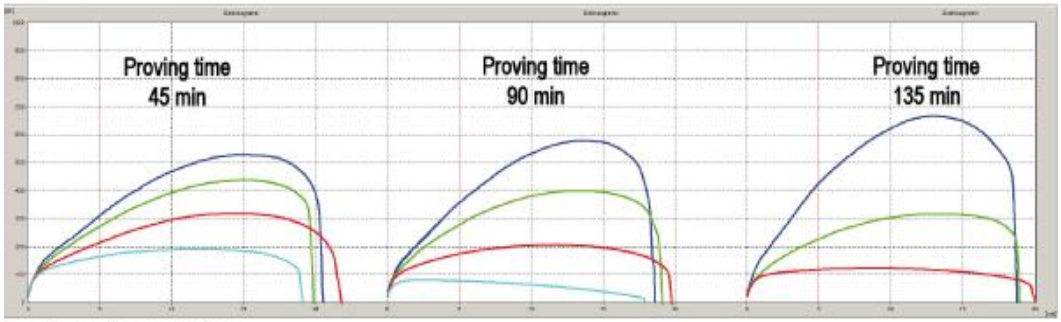
عبارة عن النسبة بين مقدار المقاومة للمط الى المطاطية إن ارتفاع هذه النسبة كثيراً يعني انكماش العجين ، وان انخفاضها يعني سيولة وضعف العجين ... ولا بد من التوازن بين النسبتين للحصول على نوعية خبز جيدة . وعلى هذا الاساس فإن اضافة محسنات الخبز Bread improvers المحتوية على العوامل المؤكسدة تزيد هذه النسبة ..ويوضح الشكل (16) و (17) جهاز الاكستنسوغراف و نماذج لبعض قراءات الجهاز .



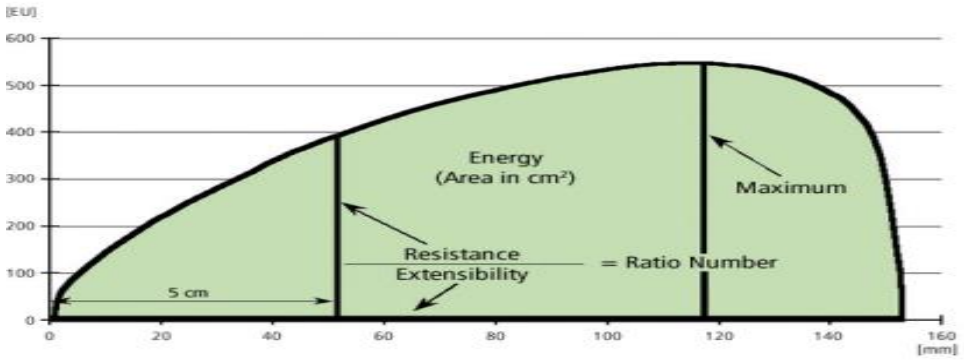
**شكل (16) جهاز الاكستنسوغراف**




Increasing addition of ascorbic acid
no addition
highest addition




Increasing addition of proteinase
no addition
highest addition




**الشكل ( 17 ) نماذج قراءات جهاز الاكستنسوغراف**

# الدرس العملي الثاني عشر

## اختبار الأميلوغراف Amylograph test

**الاساس العلمي**

يعتمد على اساس قراءة التغيرات الطارئة على لزوجة معلق الطحين في الماء المسخن على درجات محددة بفترات معينة .

**أهمية الجهاز :**

1) يعطي الاختبار فكرة واضحة عن فعالية انزيم ألفا- أميليز في الطحين أو في الخلطات الحبوبية .
2) قياس فعالية الانزيم تعطي فكرة عن مدى قوة الطحين انزيمياً أو ضعفه مما يسهل إضافة انزيمية بصورة مولت أو اي محسن إنزيمي في حالة ضعف الطحين انزيمياً وبالتالي تحسين نوعية المخبوزات الناتجة.
3) قياس بعض صفات معلق الطحين أو معلق النشا أو معلق الخلطات الحبوبية أو النشوية ، وهذه الصفات تتعلق بصفات الجلتنة أو اللزوجة وعادة تدرس الصفات التالية :-

أ- قياس درجة حرارة جلتنة النشا .Gelatinization temp .

ب- قياس لزوجة المعلق التي تزداد بازدياد جلتنة النشا في حين تقل اللزوجة بازدياد فعالية انزيم الفا- اميليز لذا يقاس ارتفاع قمة الاميلوغرام للدلالة على نشاط الانزيم .

ج- قياس درجة الحرارة التي يحدث فيها أقصى لزوجة .

**أساس عمل الجهاز :**

يتكون الجهاز من إناء معدني حجمه نصف لتر ، يوضع فيه المعلق النشوي المراد اختباره وهو يسخن بانتظام أذ ترتفع درجة حرارته بمعدل درجة مئوية ونصف في الدقيقة الواحدة .. وتنقل التغيرات في لزوجة المعلق عن طريق مازج بصورة ميكانيكية الى ذراع يحتوي على قلم يسجل الحركة المنقولة على ورق المنحنى .. وتستمر الزيادة بدرجة الحرارة بصورة منتظمة لحين الوصول الى اقصى مقاومة.

**طريقة العمل**

1- توزن عينة من الطحين مقدارها 80 غم في وعاء ويضاف ماء مقداره 420 مل ويتم خلط المزيج لمنع تكوين الكتل ولحين تجنيسه جيداً.

2- يسكب المعلق المحضر في إناء الجهاز الذي يشغل بحيث ترتفع درجة الحرارة الابتدائية للجهاز وهي 30ºم وترتفع درجة الحرارة حتى تصل الى 95ºم

3- تعاد التجربة باستعمال مضاف انزيمي مثل المولت أو المحسن الانزيمي بعد تنظيف الجهاز ، لكي يتعرف الطالب على تأثير ذلك المضاف ويتم مناقشة النتائج بين الاختبارين استناداً الى القراءات التالية التي تحسب من الاميلوغرام وهي :

**1) درجة اقصى لزوجة Maximum viscosity :-**

وهي تمثل أعلى نقطة وصلها المنحني البياني وتقاس بوحدات البرابندر .B.U .. وهذه القيمة هي التي تعبر عن فعالية انزيمات الاميليز فكلما قلت هذه القيمة يعني : زيادة فعالية الانزيم أي ان التناسب هو عكسي بين قيمة أقصى لزوجة وفعالية الاميليز .

وفي صناعة الخبز تكون قيمة 600 وحدة برابندر هي افضل درجة ، اقصى لزوجة والتي تمثل افضل فعالية للاميليز ، وهذه الصفات تعني الحصول على خبز ذو لب داخلي جيد ونوعية عالية .. والعكس صحيح فان زيادة فعالية الاميليز تعمل على تحول النشا الى الدكسترين ، وهو اقل قدرة على الارتباط بالمواد (مقارنة بالنشا) وبالتالي نتوقع زيادة توفر الماء الحر الذي يجعل لب الخبز لزجاً أو رطباً فنتوقع أن اميلوغرام طحين هذا الخبز يكون منخفض القمة ، وترتفع هذه القمة كلما انخفض تحلل النشا ( وبالتالي ازدادت قدرته على الاحتفاظ الماء).. وتدعى هذه القيمة بمعامل المولت Molt index of flour .

**2) درجة حرارة الجلتنة (أو التهلم ) :-**

وهي تقدر بحساب عدد المربعات من بداية رسم المنحنى الى بداية ارتفاع المقاومة وتحسب كالآتي = (عدد المربعات المشار اليها × 1,5) + درجة الحرارة الابتدائية وهي 30ºم

ملاحظة : يستغرق رسم كل مربع على المنحنى دقيقة واحدة لرسمه وفي كل دقيقة تزداد درجة الحرارة في وعاء الجهاز مقدار 1,5 ºم.

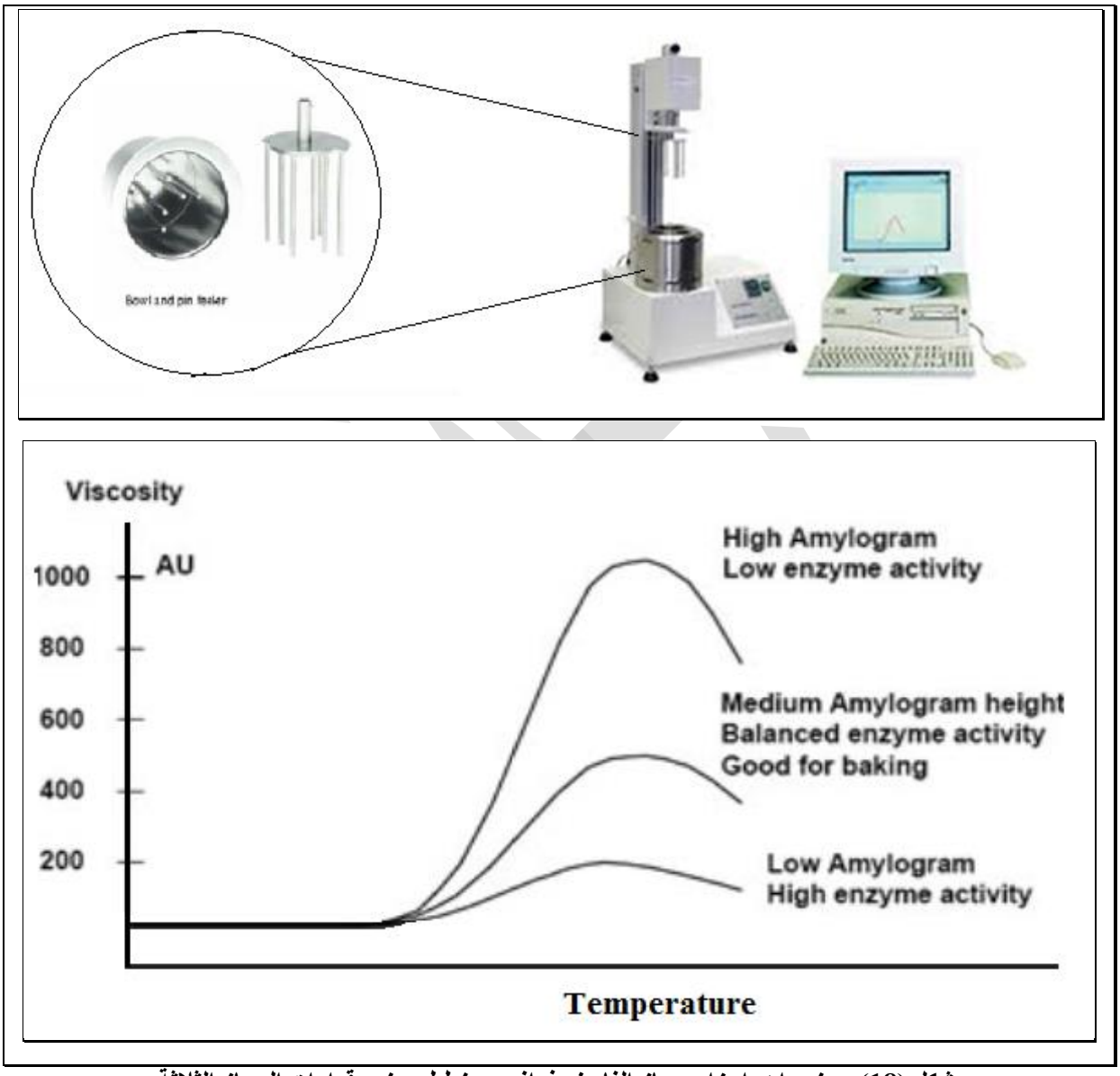
وتختلف درجة حرارة جلتنة نشا الحبوب والمحاصيل المختلفة فتكون للحنطة بحدود 62-63 ºم .. وتقل هذه الدرجة بزيادة فعالية انزيم الفا- اميليز وبزيادة النشا المتحطم Damaged starch ،

وبزيادة هذه الدرجة يزداد تشرب النشا بالماء وبالتالي نتوقع انخفاض انتقال الماء من الكلوتين الى النشا اثناء عملية التخبيز الذي يعني تأخير دنترته وازدياد تمدده وبالتالي زيادة الخبز.

**3) درجة حرارة اقصى لزوجة Temp. of Maximum viscosity :**

وهي تقدر كما في (2) وذلك (بضرب عدد المربعات في الخط الاساسي من بداية رسم المنحنى الى قمته (أي اقصى لزوجة) × 1,5 + 30 )

وتقل هذه القيمة بازدياد فعالية الاميليز ، كما ان زيادتها تعني زيادة مقاومة الحبيبات النشوية للتمزق في حالة المعلق النشوي (أي في حالة غياب الاميليز) وهذا يعني أن تمزق الحبيبات النشوية سيؤدي الى انخفاض هذه القيمة لاحظ الشكل (18)




**شكل (18) يوضح اهم اجزاء جهاز الفارينوغراف ومخطط يوضح قراءات الجهاز الثلاثة**

# الدرس العملي الثالث عشر

## الانزيمات في الحبوب

اولاً : انزيمات الاميليزات Amylases

لعل انزيمات الاميليزات وتدعى ايضاً Diastases هي أهم الانزيمات التي يهتم بها المشتغلون في مجال الحبوب ، وذلك لعلاقتها بأكبر مركب في الحبة وهو النشا من ناحية ، وتأثيرها الكبير على النشاط الحيوي والانبات من ناحية اخرى ، إضافة الى تأثيرها على انتاج ونوعية الخبز ... وفيما يلي نبذه مختصرة عن عمل هذه الانزيمات :

**1- انزيم α-amylase**

وهي مجموعة انزيمات تدعى Dextrinogenic amylases وهي تقوم بمهاجمة النشا عشوائياً وتكسر رابطة α,1-4 لينتج دكسترينات وقليل من الكلوكوز ، وهي تصنف على انها انزيمات تهاجم الجزيئة من الداخل وإن إنبات الحبة تعمل على زيادة فعالية انزيمات α-amylase

**2- انزيم β-amylase**

وهي ايضاً تمثل مجموعة من الانزيمات تصنف على انها Saccharogenic amylases تقوم بمهاجمة النشا وتكسر رابطة α,1-4 لتنتج المالتوز وهي تصنف على انها انزيمات تهاجم جزيئة النشا من الخارج .. وهي موجودة في الحبة بمحتوى اكبر من α-amylase ولكن عملية الانبات لا تؤثر في زيادة فعاليتها بالمقابل .

3- **وهناك انزيمات Glucoamylase** التي تهاجم الجزيئة النشوية من الخارج وتنتج جزيئات كلوكوز ، والانزيمات .....

عموماُ فان مهاجمة إنزيمات الاميليز الى جزيئات الاميلوز والاميلوبكتين يؤدي الى :-

1) تغيير لزوجة النشا
2) فقدان النشا خاصية انتاج اللون الازرق مع اليود .
3) تغيير طبيعة التركيب الكيميائي للنشا لتكون الدكسترينات وسكريات بسيطة مثل المالتوز والكلوكوز.

وظائف إضافة الاميليزات الى خلطة الخبز :

تضاف الاميليزات وبالدرجة الاول α-amylase .. وذلك في حالة ضعف أو قلة النشاط الانزيمي لطحين تلك الحنطة وهي تضاف لإجل :-

1- انتاج السكريات المتخمرة المهمة لعمل الخميرة وبالتالي تنشيط عملية التخمير ومن ثم تحسين نوعية الخبز الناتج وزيادة حجمه .

2- إن تحسين نوعية الخبز الناتج تنعكس على صفات حفظ الخبز .

**طرق قياس فعالية الاميليزات :**

من الجدير بالذكر ان هناك طرق تقييس النشاط الدايستيري Diastatic activity وهي تشير الى قياس فعالية معظم الانزيمات المحللة للنشا وبصفة رئيسية كل من α-amylase و β-amylase .. وهناك طرق تقيس النشاط الانزيمي لانزيم β-amylase فقط مثل طريقة لينتنر Lintner method وهي تعتمد على قياس كمية المالتوز المنتجة تحت ظروف تحددها الطريقة .. وتستخدم طرق مختلفة وعديدة لقياس فعالية انزيم α-amylase منها :-

1) جهاز الاميلوغراف وقد أُشير اليه سابقاً .

2) قياس فعالية بوحدات S.K.B وهي تشير الى كمية النشا الذائب المتحولة الى دكسترين وتقوم على اساس قياس درجة التحلل بمقارنة لون المادة المتحللة مع عينة للمقارنة باستخدام الايودين .. والحروف تشير الى الاسماء : Sandstedt , Keen & Blish .

3) طريقة قياس قوة انتاج الغاز Gassing power وهي تعتمد على قياس ضغط الغاز الناتج اثناء تخمير باستخدام خلطة من الطحين والخميرة والماء على درجة 30°م .

4) طرق حديثة طورت من قبل بعض الشركات مثل جهاز Perkin-Elmer (شكل 19) .

5) طرق كيميائية مختلفة مثل طريقة رقم المالتوز Maltose value

6) طريقة جهاز رقم السقوط Falling number (شكل 20) .

**شكل (19) جهاز Perkin-Elmer**

**المصادر الانزيمية المضافة لخلطة الخبز :**

تنتج انزيمات الاميليز من الحبوب بهيئة الحبوب المنبتة Malt ومن الفطريات فتدعى Fungal amylase ومن البكتريا Bacterial amylase .. وتستخدم الانزيمات المنتجة من الفطريات كونها لا تسبب اي تأثير جانبي خلال عملية التخبيز وبعدها .. وعلى اية حال ، فان اضافة الانزيمات الى الخلطة تكون في حالة ضعف النشاط الانزيمي لطحين الحنطة ..

**تقدير فعالية انزيم ألفا اميليز بطريقة رقم السقوط**

يعرف رقم السقوط Falling number بأنه مقدار الوقت اللازم لنزول أو سقوط مكبس الجهاز خلال مزيج مغلي من معلق الطحين وبمسافة محددة ، لاحظ الشكل (19).

ويقوم الاساس العلمي لهذه الطريقة على قياس الوقت اللازم لتغير لزوجة معلق الطحين وتحوله الى حالة السيولة .. ويرتفع رقم السقوط بانخفاض فعالية أنزيم ألفا - أميليز .

**شكل (20) جهاز رقم السقوط Falling number**

# الدرس العملي الرابع عشر

## عزل وتقدير ودراسة بعض صفات النشا

**اهمية النشا :**

النشا مركب كربوهيدراتي يمثل المخزون الغذائي للنبات ويكون بهيئة حبيبات يتواجد في الحبة وفي الجذر وفي الدرنة ، واسع الانتشار ذو اهمية كبيرة تغذوياً فهو مصدر الطاقة والسكريات كما ان له اهمية كبيرة في الصناعات المختلفة ومنها الغذائية وهو المسؤول عن عدة ظواهر او عمليات او صفات مثل : الجلتنة Gelatinization والكرملة Caramelization والدكسترة Dextrinization وتجلد الخبز Bread staling والتثخين Thickening ... الخ

يفصل النشا من مصادره بطرق تختلف عن بعضها البعض وسوف نشير الى طرق فصل مثل النشا في الذرة و الحنطة والبطاطا (لأجل المقارنة) ... وجميعها يعتمد على اساس واحد وهو تحرير الحبيبات النشوية من ارتباطاتها المختلفة وعزلها نقية قدر الامكان لغرض الدراسة أو التصنيع ..

اولاً : فصل النشا من الذرة الصفراء :

1- عملية التنظيف وفصل الحبوب غير ملائمة
2- عملية التنقيع Steeping ويمكن ان تجرى في المختبر باستخدام الماء المقطر لمدة 24-30 ساعة بدرجة حرارة 50 ºم مع اضافة محلول Sodium metabisulfate بتركيز 1 % .
3- عملية الغسل : وتجرى للحبوب عدة مرات بقصد التخلص من بقايا المحلول الكبريتي .
4- عملية تكسير الحبوب وجرشها وتجرى في الخلاط وباستخدام ربع كمية الحبوب من الماء المقطر لمدة 5 دقائق .
5- عملية الترشيح : وتتم باستخدام عدة طبقات من قماش قطني (شاش) .. ويؤخذ مهروس الحبوب على سطح القماش وتعاد عملية الخلط مع الماء ثم الترشيح لحين استخلاص اكبر كمية من النشا ، ويعرف ذلك بصفاء وقلة عكارة المترشح .
6- الطرد المركزي وتجرى للمترشح لغرض ازالة الطبقة السمراء وهي تمثل البروتين ، اما الطبقة النشوية فيضاف لها ماء من جديد لعمل معلق ، تكرر عملية الطرد المركزي لحين تنقيته .
7- عملية تجفيف النشا تحت المروحة ، ويسحق لعمل مسحوق نشوي ، يحتفظ به لاجراء الاختبارات المطلوبة .

ملاحظات :

1- يمكن تجربة الطريقة نفسها على الدخن والذرة البيضاء .
2- عملية النقع المذكورة لها اهمية في تليين حبوب الذرة وتسهيل فصل البروتين عن النشا .

3- فوائد عملية الكبرتة هي :- السيطرة على عملية التخمير ومنع التنبيت والسيطرة على نمو الاحياء المجهرية غير المرغوبة في حين يسمح بنمو بكتريا حامض اللاكتيك ، كما تعمل الكبرتة على تسهيل تحرير النشا من الحبيبات .

ثانياً: فصل نشا الحنطة :

1- يتم عمل كرة من عجين الحنطة حسب امتصاصية الطحين أو اضافة الماء تدريجياً الى كمية الطحين لحين الحصول على كرة قوية من العجين متشبعة بالماء ولكن لا تلتصق باليد ..

2- تغطس او توضع كرة العجين في كمية من ماء الحنفية لمدة نصف ساعة .

3- يتم اخراج الكرة من الماء وتغسل تحت تيار ضعيف من ماء الحنفية ويجمع ماء الغسل الذي يحتوي على النشا ويوضع منخل ناعم أو قماش قطني (شاش) لمنع وصول اي من من قطع الكلوتين وغيره الى النشا.

4- يُستمر بعملية الغسل لحين استخلاص النشا من الكرة .

5- يُؤخذ المعلق النشوي ، ويسمح له بالاستقرار Settling لمدة ساعة ونصف لحين ترسيب جميع حبيبات النشا أو يتم عمل طرد مركزي للمعلق ، وفي كلا الحالتين يسكب المترشح .

6- تنشر عجينة النشا لتجفف بصورة جيدة وتسحق لغرض اجراء الاختبارات عليها ،

ثالثاً: فصل النشا عن درنات البطاطا

1- تؤخذ عينة من الدرنات قدرها 250 غم ، تغسل بصورة جيدة وتجفف بالقماش وتزال منها القشور .

2- تقطع وتهرس في خلاط مع اضافة 5 مل من محلول Sodiumbisulphat (40%) ويرشح مهروس البطاطا من خلال منخل (125)مايكرومتر أو من خلال طبقات من القماش القطني (الشاش)

3- يضاف لتر ماء حنفية لإجراء عملية غسل للمتبقي فوق المنخل بصورة تدريجية

4- يسمح للمعلق النشوي بالاستقرار لمدة نصف ساعة ، وتغسل حبيبات النشا بالماء ويترك المحلول اناتج للاستقرار لمدة نصف ساعة اخرى

5- يفصل النشا الراسب ويجفف على الهواء الطبيعي .. ثم يسحق ويحفظ لإجراء الاختبارات عليه .

**دراسة بعض صفات النشا Study of some of starch characteristics**

للنشا خصائص وصفات وظيفية مهمة جداً في تحديد استعمالات النشا الصناعية المختلفة ، تختلف حسب نوع النشا ومصدره ونوع معاملات التحوير Modification التي تجرى له .. من هذه الخصائص : تقدر لزوجة النشا ودرجة ذوبان حبيباته ، ودرجة انتفاخها وقابلية ارتباطها بالماء وعكارة معلقه

والفحص المجهري لحبيباته ... الخ .. وسنحاول تناول اثنين من هذه الخصائص بما يلائم وقت المختبر وحسب توفر الاجهزة فيه .

اولاً: تقدير قابلية ارتباط حبيبات النشا

Determination of ability of starch granules water binding

1- يؤخذ (1) غم من انواع النشا المفصولة في الدرس ، توضع في انبوبة طرد مركزي معلومة الوزن .
2- يضاف 10 مل ماء مقطر .. وترج الانبوبة ميكانيكياً لمدة نصف ساعة .
3- يُجرى الطرد المركزي للأنبوبة لمدة 10 دقائق .
4- يهمل المترشح وتقلب الانبوبة لمدة 10 دقائق .
5- تحسب كمية الماء المرتبطة على اساس نسبة مئوية كما في القانون التالي :

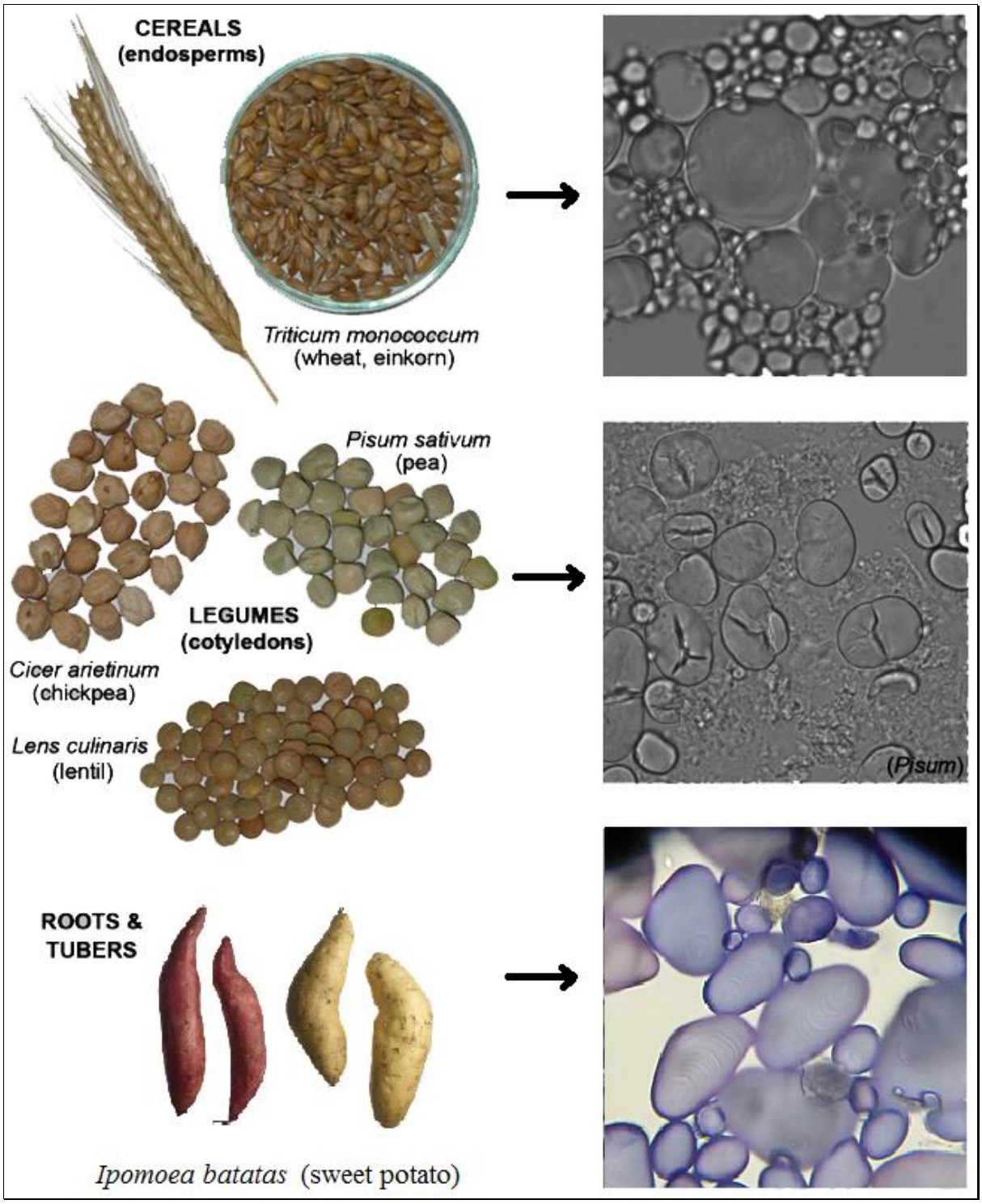
$$\text{نسبة الماء المرتبطة \%} = \frac{\text{وزن راسب النشا}}{\text{وزن عينة النشا}} \times 100$$

6- تناقش نتائج مجاميع الطلبة ، كما تناقش نتائج أنواع النشا المستعملة وتثبت في جدول .

ثانياً : الفحص المجهري لحبيبات النشا :

Microscopic test of starch granules

1- توضع كمية قليلة جداً من النشا المسحوق جيداُ في وسط شريحة زجاجية slide .
2- تضاف قطرة من الماء او الكحول على العينة .
3- تجفف الشريحة على درجة حرارة الغرفة .
4- تفحص العينة تحت القوة الصغرى للمجهر ثم تستخدم قوة تكبير 400
5- يمكن عمل شريحة اخرى باستخدام محلول اليود المخفف ورؤية وضوح تلك الحبيبات .
6- يمكن تصوير الحبيبات بكاميرا مربوطة أو بكاميرا مسلطة على الحقل المجهري ويمكن سحبها بالطابعة لتثبت بتقرير الطلبة .
7- يمكن قياس اقطار الحبيبات عند توفر عدسة micrometer أو شريحة مخصصة لقياس الاقطار ، ويوضح الشكل (21) حبيبات نشوية تحت المجهر لمجموعة من الحبوب والبقوليات والبطاطا الحلوة .




**شكل (21) مقاطع لحبيبات نشوية تحت المجهر لحبوب القمح والحمص واللوبيا والبطاطا الحلوة**

# الدرس العملي الخامس عشر

## تقدير الالياف الخام Determination of Crude Fibers

**اهمية تقدير الالياف**

تعود اهمية الالياف كونها تشكل جزءاً كبيراً من المواد الغذائية خصوصاً الخضر والفواكه والحبوب وهي جزءٌ من الكربوهيدرات التي لا يستطيع الجسم هضمها ... وقد ازداد الاهتمام بدراستها تغذوياً لعلاقتها بالوقاية من بعض الامراض الخطيرة مثل امراض سرطان القولون .. ولا بد ان نذكر ان للألياف خاصية ادمصاص adsorption (امتزاز) بعض المركبات الحيوية والارتباط بالأخرى ، وكانت الى زمن قريب تعتبر ذات ضرر تغذوي فقد وصفت بعض الهيئات التغذوية احتياج يومي منها لا يزيد عن 28- 30 غم .. ومن وجهة النظر التصنيعية فان للألياف تأثير سلبي على نوعية المخبوزات والمعجنات فمثلا يؤدي وجود الالياف بنسبة كبيرة الى تخفيف الكلوتين وضعف الشبكة الكلوتينية ، كما ان بعض انواع الالياف ذات تاثير سلبي على نكهة وقوام بعض المعجنات . لذا يُشاء دوماً الى الاهتمام بتحسين مكونات الخلطة بالمحسنات المختلفة لغرض التخلص من التاثيرات السيئة للالياف على نوعية المنتوج عند استخدام الطحين عالي الاستخلاص أو استخدام طحين بعض الحبوب والبقوليات الكاملة . وعلى الرغم من قلة الالياف في الحبوب ، نرى انها قد حظيت باهتمام واسع حالياً بسبب قيمتها العلاجية والصحية .

**الاساس العلمي للتقدير**

يعتمد تقدير الالياف على اساس إجراء عملية هضم بالحامض والقاعدة وغسل بالحامض والكحول والماء ثم الحرق المحدود للراسب المتكون على درجة حرارة عالية .

طريقة العمل :

1. يوزن مقدار 2 غم بدقة من عينة الطحين أو جريش الحبوب أو مسحوق الاعشاب ، يوضع في thimble أو اي بديل له ويستخلص لمدة ساعة بالأثير البترولي بجهاز Soxhlet extractor .
2. تنقل العينة بعد الهضم الى دورق مخروطي سعة 1 لتر .. يضاف للعينة 200 مل من حامض الكبريتيك 0,225 عياري ... وتجرى عملية الغليان لمدة 30 دقيقة مع التحريك .. ( يمكن اجراء عملية الغليان بالدورق ويفضل استخدام ( water cooled reflux condenser)
3. يرشح المحلول مع اخذ جميع العينة على الجدران خلال ورق ترشيح من نوع coarse acid washed, hardened filter paper مثبتة على قمع .. ويمكن الاستعاضة عن هذا الورق في حالة

عدم توفره بنسيج قطني Muslin .. ثم تغسل العينة بالماء المغلي لحين التأكد من خلو ماء الغسل من الحامض باستخدام ورق اللتموس أو اي دليل مناسب .

4. تؤخذ العينة المغسولة بدقة ، ليتم غليها بمحلول هيدروكسيد الصوديوم حجم 200 مل وتركيز 0,313 عياري لمدة 30 دقيقة مع التحريك . (يمكن اجراء عملية الغلي بالدورق ويفضل استخدام water cooled reflux condenser
5. يرشح المحلول خلال ورق الترشيح المناسب أو استخدام القماش .
6. يغسل الراسب بـ 25 مل من حامض الكبريتيك المغلي 1,25% وثلاث مرات بالماء الحار (كل مرة بحجم 50 مل ) ثم الغسل بـ 15 مل كحول ( ملاحظة : تشير بعض المصادر الى ضرورة الغسل ثلاث مرات بالايثر البترولي ، في حين لم تشر مصادر اخرى اليه واعتقد ان ذلك يعتمد على نسبة ونوعية الدهن بالمادة الغذائية )
7. ينقل الراسب الى جفنة ترميد نظيفة وجافة وموزونة مسبقاً ، ويقاس وزنها ووزن الراسب معاً ($W_1$) . ثم يجفف الراسب على 130° م لمدة ساعتين او على 105° م لمدة 3 ساعات وتبرد في الدسيكيتر .. بعدها توزن العينة مع الجفنة ($W_2$) .
8. يحرق الراسب الناتج في الجفنة على 550 $\pm$ 20 ° م لحين احتراق جميع المادة الكربونية ( تذكر بعض المصادر استخدام 600 $\pm$ 15 ° م لمدة 30 دقيقة ) و تبرد الجفنة في الديسيكيتر ثم توزن $W_3$ وتحسب نسبة الالياف الخام كما يلي :-

$$\textbf{Crude Fiber} = \frac{(W_2 - W_1) - (W_3 - W_1)}{\text{weight of sample}} \times 100$$

يمكن استخراج نسبة الالياف على اساس الوزن الجاف بضرب الناتج $\times \frac{100}{100 - M}$

حيث M نسبة الرطوبة في العينة

# الدرس العملي السادس عشر

## تقدير التانينات Tannins Determination

**اهمية التقدير**

لعل حبوب الذرة البيضاء Sarghum هي التي تحتوي على كمية ليست اعتيادية (من دون الحبوب الاخرى Cereals) من المكونات الفينولية والتانينات ... و ان نوع وكمية الفينولات الموجودة تعتمد على النمط الوراثي genotype بالدرجة الاولى ، وبدرجة اقل على الظروف البيئية اثناء نضج الحبة . إن وجود المواد الفينولية في حبة الذرة البيضاء تعمل كعامل مضاد ضد الطيور bird-resistant ، والحشرات والفطريات إضافة الى الانبات المبكر preharvest germination ، إلا ان مثل هذه المميزات لا تمنع من وجود بعض المشاكل والسلبيات بعد الحصاد proharvest وعند استعمالها كغذاء مثل : ربط وترسيب البروتينات وتقليل كفاءة الهضم واعطاء النكهات والالوان غير المرغوبة .. وتصل نسبة التانينات في الاصناف المختلفة بين 0 - 11,8 % بمعدل 2,8 % وسوف نقترح الطريقتين الاتيتين لعملية التقدير والمقارنة بينهما :

الاستخلاص العلمي للطريقة الاولى

_استخلاص التانينات في العينة بصورة تسمح بمعايرتها مع مادة البرمنجنات باستخدام دليل مناسب :-

الطريقة : ( يفضل استخدام انواع مختلفة من حبوب الذرة البيضاء لأجل المقارنة )

1- يتم وزن مقدار من العينة الممثلة بحدود 25 غم .. توضع في إناء سعة نصف لتر يضاف لها 200 مل ماء مقطر .
2- يسخن المحلول على سطح ساخن بحدود 45 دقيقة مع تعويض الماء المتبخر .. يبرد المحلول وينقل الى دورق حجمي سعة ربع لتر ويكمل الحجم ..
3- يرشح المحلول ( إن لم يكن صافياً ) باستخدام ورق الترشيح او القطن .
4- يوضع المحلول الصافي بإناء واسع .. يضاف 25 مل من محلول الكاشف indigo-carmine (يحضر بإذابة 3 غم من المادة في 200 مل ماء مقطر مع التسخين ، بعد تبريده يضاف بالتدريج الى 25 مل حامض كبريتيك مركز ويكمل الحجم الى 500 مل في دورق حجمي . ويضاف ايضاً 750مل ماء مقطر .
5- يضاف محلول برمنجنات البوتاسيوم 0,1 ع (يحضر بوزن 3.161 غم لكل لتر) من السحاحة مع الخلط لحين تغير اللون الازرق الى اخضر خفيف .

6- يتم الاستمرار بإضافة البرمنجنات تدريجياً من السحاحة حتى الحصول على لون اصفر براق Bright yellow .. مجموع الحجم المستهلك من البرمنجنات هو A .

7- تعاد التجربة وذلك بمزج 100 مل من المستخلص الصافي المذكور سابقا مع غرام واحد من الجاركول Charcoal أو الفحم النشط مع التحريك المستمر في دوق مغلق لمدة 10 دقائق .. يترك الخليط للاستقرار ثم يرشح خلال ورق ترشيح مناسب .

8- يؤخذ 10 مل من الراشح مع 25 مل كاشف Indigo و 750 مل من الماء .. ويتم التسحيح مع البرمنجنات كالسابق ويحسب الحجم B .

$$\text{النسبة المئوية للتانينات} = \frac{(B - A) \times \text{عيارية البرمنجنات} \times ٠,٠٠٤١٦ \times ١٠٠}{\text{وزن العينة}}$$

الطريقة الثانية :-

استخدمت هذه الطريقة بنجاح على الاعشاب الطبية وذكرت من قبل ( Van-Burden & Robinson, 1981) كالاتي :-

1. يوزن 500 ملغم من العينة وتوضع في قنينة بلاستيكية سعة 100 مل . يضاف لها 50 مل من الماء المقطر وتخلط لمدة ساعة واحدة في هزاز ميكانيكي .
2. يتم ترشيح المحلول باستخدام دورق حجمي سعة 50 مل ويكمل الى العلامة .
3. يؤخذ 5 مل من الراشح في انبوبة ويخلط معها 3 مل من كلوريد الحديديك 0,1 مولاري في (0,1 عياري حامض HCl و 0,008 مولاري فروسيانيد البوتاسيوم .
4. تقاس الامتصاصية على طول موجي 120 نانوميتر خلال 10 دقائق .
5. العينة الضابطة Blank تقاس على نفس الطول الموجي .
6. يرسم المنحنى القياسي باستخدام حامض التانيك Tannic acid للحصول على تركيزان تصل الى 100 جزء بالمليون .

# الدرس العملي السابع عشر

## تقدير الصبغات Pigments Determination

استخدمت هذه الطريقة في تقدير الصبغات بالحنطة الخشنة (الديورم) وذلك حسب الطريقة AOAC .. 14.044, 1984

**الاساس العلمي** :

استخلاص الصبغات باستخدام مذيب مناسب وقياس الطول الموجي .

**اهمية التقدير** :

تعد الصبغات مهمة في حبوب الحنطة الخشنة كونها تؤثر على لون منتجات العجائن pastas وهو احد معايير النوعية المهمة فيها . لقد وجد العبد الله (2006) ان تركيز هذه الصبغات هو بمدى 4,685- 4,995 جزء بالمليون في اصناف الحنطة الخشنة التي درسها .

الطريقة :-

1. يوزن 10 غم من طحين الحنطة الخشنة ، توضع في دورق ذي سدادة سعة 150 مل .
2. أضيف بالماصة 50 مل من كحول البيوتانول المشبع بالماء (يحضر بأخذ كمية من المذيب في قمع فصل ويضاف له كمية قليلة من الماء المقطر ، ويرج الخليط جيداً ثم يسمح للقمع بالاستقرار لمعرفة هل يوجد ماء مفصول ، وهكذا تكرر العملية لحين انفصال الماء المضاف وهو يعني تشبع المذيب بالماء ) .
3. يغلق الدورق ويرج بشدة لمدة دقيقة (بعيداً عن ضوء الشمس) .
4. يرج الدورق مرة اخرى ويرشح من خلال ورق ترشيح 12.5 cm folded whatman No.1
5. يجمع الراشح ليقاس بخلية ذات قطر 1 سم على 435,8 نانومتر .
6. يستخرج تركيز الصبغات وذلك باستخدام القانون :-

$$C = 5 \times A / bk$$

حيث :

A = الامتصاصية
C = تركيز الصبغة على اساس كاروتين جزء بالمليون
b = سمك الخلية
k = 0,16632 ثابت
ويستعمل البيوتانول بمفرده كعينة ضابطة Blank .

# الدرس العملي الثامن عشر

## بعض صفات الرز Some of Rice Characteristics

يشار الى الرز الخام في العراق بالشلب Rough rice أو الرز الخام Row Rice أو الخشن أو الرز المشعر .. و يُصنف الرز تجارياً استناداً الى شكل الحبوب الى مجموعة الاصناف اليابانية وتتصف بقصر الحبة بحيث يكون معدل الطول الى العرض بين 1,4- 2,0 ومجموعة الاصناف الهندية وتكون بذورها طويلة ومعدل طول الحبة الى عرضها بين 3 - 3,5 ، ويوضح الشكل (22) بعض من اصناف الرز .

الجزء العملي :

تعرض مجموعة من أصناف الرز وتدرس عليها الصفات التالية :-

أولاً: قياس أبعاد الحبوب :

يقاس معدل الطول والعرض لمجموعة من الحبوب فتكون الحبوب قصيرة اذا كان معدل الطول أقل من 5,2 وتكون طويلة : اذا كان معدل الطول 6,6 - 7,5 وتكون ذات طول زائد Extra اذا كان معدل الطول اكثر من 7,5 وتكون متوسطة الطول اذا كان المعدل بين 5,2 - 6,6 .

ثانياً : قياس شكل الحبة :

ويكون بقياس معدل الطول \ معدل العرض .. فتكون الحبوب رفيعة اذا كانت النسبة أعلى من 3 وتكون ممتلئة اذا كانت النسبة بين 2 - 3 ، وتكون مستديرة اذا كانت النسبة أقل من 2 .

ثالثاً : قياس وزن الحبوب :

وذلك بقياس وزن 250 حبة وضربها × 4 ، أو تستخدم اجهزة عد البذور فاذا كان وزن الف حبة اكبر من 28 فهي ثقيلة وتكون متوسطة اذا كان الوزن بين 22 - 28 ، وتعد غير ثقيلة اذا كانت اقل من 22 .

رابعاً : نوعية قوام الهلام Gel consistency

(1) يتم طحن حبوب الرز .
(2) يُخلط 100 غم من طحين الرز مع 2 مل هيدروكسيد البوتاسيوم 0.2 عياري .
(3) يستخدم لذلك الغرض انبوبة اختبار خاصة ابعادها (13×100) ملم أو ما يشابهها .

(4) يقاس طول الهلام المتكون في تلك الانبوبة بعد وضعها عمودياً لمدة ساعة .. وتكون الحبوب ذات قوام طري Soft اذا كان طوله 61 - 100 ملم ، وتكون ذات قوام متوسط Medium اذا كان طوله بين 41 - 100 ملم وتكون ذات قوام صلب Hard اذا كان طوله بين 26 - 40 ملم .

**شكل (22) مجموعة من بعض اصناف الرز**

# فهرس الاشكال

| التسلسل | عنـــوان الشـــكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1. | مقاطع توضيحية لحبة القمح | 4 |
| 2. | جهاز Cartes -dockage Tester لعزل وتقدير الشوائب في الحبوب | 8 |
| 3. | جهاز عد الحبوب الميكانيكي | 9 |
| 4. | السنابل ومخطط توضيحي للزهرة | 12 |
| 5. | مقياس القدمة Vernier | 14 |
| 6. | الفرن الهوائي والجفنات او الاطباق والمجفف | 16 |
| 7. | جهاز الترميد Muffle | 18 |
| 8. | بعض الانواع لمطاحن المختبرية من مناشئ مختلفة | 21 |
| 9. | مخطط لاهم مكونات وبروتينات طحين الحنطة | 24 |
| 10. | اختبار نوعية الكلوتين من خلال مطها باليد ومخطط توضيحي لتلك العملية | 25 |
| 11. | جهاز غسل الكلوتين | 26 |
| 12. | جهاز كلدال النموذج القديم والحديث | 28 |
| 13. | اختبار بلشنكي يوضح مراحل تفتت العجين | 30 |
| 14. | التصميم القديم والحديث لجهاز الفارينوغراف | 34 |
| 15. | نماذج لعينتي طحين الاولى قوية والثانية ضعيفة في قيم البرابندر | 35 |
| 16. | جهاز الاكستنسوغراف | 38 |
| 17. | نماذج قراءات الجهاز الاكستنسوغراف | 39 |
| 18. | اهم اجزاء جهاز الفارينوغراف ومخطط يوضح قراءات الجهاز الثلاثة | 42 |
| 19. | جهاز Perkin-Elmer | 44 |
| 20. | جهاز رقم السقوط Falling number | 45 |
| 21. | حبيبات نشوية تحت المجهر لحبوب القمح والحمص واللوبيا والبطاطا الحلوة | 49 |
| 22. | مجموعة من بعض اصناف الرز | 56 |