منشورات جامعة حلب
كلية الزراعة الثانية بدير الزور

تكنولوجيا الحبوب

نظري

الدكتور
عبود علاوي الصالح
استاذ مساعد في قسم علوم الأغذية

السنة الرابعة
شعبة علوم الأغذية

مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية
١٩٩٥ - ١٩٩٦

Scanned by CamScanner

بسم الله الرحمن الرحيم .

الفصل الثاني

خواص الجودة في الحبوب

٢-١- مقدمة :

لبنية الحبوب التشريحية وتركيبها الكيميائي علاقة وثيقة مع خواصها التصنيعية وبالتالي بدرجة جودة المنتج النهائي المصنع منها، فمثلا يؤثر حجم حبوب القمح المستخدم لانتاج الدقيق على لون هذا الدقيق وبالتالي على لون الخبز المصنع منه، كذلك تؤثر نسبة البروتين في الدقيق على جودة الخبز الناتج، فالخبز المصنع من دقيق ذو محتوى بروتيني منخفض يكون قابل للتكسر بدرجة اعلى من نظيره المصنع من دقيق ذو محتوى بروتيني جيد. كما ان جودة السميد المصنع ترتبط بشكل اساسي بدرجة جودة الحبوب المستخدمة لاجل ذلك وخاصة من حيث غناها بالبروتين ويعمل التركيب الكيميائي للحبوب كعامل محدد لمدى صلاحيتها للتصنيع فانخفاض نسبة البروتين في قمح الخبز يجعله غير صالح لصناعة الخبز العربي بالمواصفات المطلوبة. كما تسمح لنا معرفة التركيب الكيميائي للحبوب ونواتج تصنيعها من تعويض الفاقد من العناصر الغذائية الهامة كالفيتامينات والاملاح المعدنية وذلك باجراء الاضافات المناسبة الى نواتج طحن الحبوب قبل البدء بتصنيعها لرفع القيمة الغذائية للمنتج النهائي. نستنتج مما سبق اهمية دراسة خواص الحبوب التشريحية والكيميائية بشكل مفصل نظرا لعلاقتها المباشرة مع جودة المنتجات النهائية المصنعة من هذه الحبوب لذا سنتعرض الى البنيات التشريحية للحبوب والخواص الكيميائية لكل منها بالاضافة الى اظهار الترابط بين هذه الخواص والمنتجات النهائية .

٢-٢- بنية الزهرة Flower structure

تشمل الزهرة لدى القمح والشعير والشيلم والشوفان والرز على مبيض

Scanned by CamScanner

واحد وثلاثة اسدية والتي تحاط بزوج من العصافات وهي العصافة العليا Palea والسفلى Lemma ،وتغطي العصافة السفلى الزهرة من جهة محور السنيبلة او من الجهة الظهرية بينما تغطي العصافات الناحية البطنية او من جهة الاخدود . تتطور الحبة بعد عملية الالقاح ولاتترابط العصافات بالحبة لدى القمح والشيلم لذلك تدعى بالحبوب العارية ، اما في الشعير فتلتحم العصافات مع المبيض اثناء تطور الحبة لتشكل القشرة Husk or Hull لذلك يعتبر الشعير من الحبوب المغطاة Covered or coated caryopses تغلف العصافتان حبة الشيلم اثناء تطورها ولاتتحدان معها كما هو الحال لدى الشعير فلا تنفصلان عن الحبة اثناء الدراس لذلك تعتبر حبوب الشوفان من النوع المغطى ايضا ،وكذلك بالنسبة للرز حيث تبقى العصافات بعد الدراس فيدعى الرز قبل طحنه بالرز الخشن Rough paddy يتميز محصول الذرة الصفراء باحتوائه على ازهار مذكرة واخرى مؤنثة على نورات مختلفة على نفس النباتات ،والنورات المذكرة طرفية تتجمع في الاطراف العلوية للنبات ، اما المؤنثة فهي عبارة عن سنيبلات مجتمعة في ازواج على نورة اغريضية وكل سنيبلة تحتوي على زهرتين العليا خصبة والسفلى عقيمة . تتطور حبوب الذرة وهي عارية حيث لاتغلفها العصافات .

٢-٣- البنية التشريحية للحبوب Anatomy of cereal grains

للحبوب اهمية مختلفة اكبرها الذرة الصفراء واصغرها الدخن كما يختلف وزن الالف حبة من نوع لآخر (جدول ٢-١) . لحجم الحبوب علاقة بعمليات تنظيفها وتحضيرها فلتنظيف القمح يستخدم غرابيل ذات فتحات اكبر من عرض او سماكة حبوب القمح للتخلص من الشوائب الكبيرة واخرى اصغر منه للتخلص من الحبوب والشوائب الصغيرة .

تعتبر البنية التشريحية لغالبية الحبوب متماثلة فيما عدا بعض التفاصيل البسيطة . تتألف الحبوب العارية مثل القمح والذرة الصفراء والشيلم والتريتكالي من قسمين اساسيين وهما البذرة Seed وغلاف الثمرة Fruit coate وتشمل البذرة على غلاف البذرة Seed coat والجنين Germ والاندوسبرم Endosperm يتميز كل من الشوفان والشعير والرز الخشن باحتوائه على غلاف اضافي ناتج عن اتحاد العصافين معا لتغطيان قشرة سميكة . عند استعراض الاجزاء المكونة

Scanned by CamScanner

الجدول رقم (٢-١) : يبين ابعاد ومتوسط وزن الالف حبة للحبوب

نوع الحبوب	ابعاد الحبة		متوسط وزن الالف
	الطول (مم)	العرض (سم)	حبة (غ)
القمح	٥ ـ ٨	٥ر٢ ـ ٥ر٤	٣٧
الرز	٥ ـ ١٠	٥ر١ ـ ٥	٢٧
الذرة الصفراء	٨ ـ ١٧	٥ ـ ١٥	٣٢٤
الشعير	٨ ـ ١٤	١ ـ ٥ر٤	٣٧
الشوفان	٦ ـ ١٢	١ ـ ٥ر٤	٢٢
الشيلم	٥ر٤ ـ ١٠	٥ر١ ـ ٥ر٢	٢١
الدخن اللؤلؤي	ـ	ـ	٩

للحبة اعتبارا من السطح الخارجي نلاحظ انها مكونة من الطبقات التالية :

١) غلاف الحبة Fruit coat(Pericarp) والذي يتألف بدوره من :

آ ـ البشرة الخارجية : Epidermis or Epicarp

ب ـ البشرة الداخلية : Hypoderm

جـ ـ بقايا خلايا ذات جدر خلوية رقيقة وتشكل هذه المكونات الثلاثة الجزء الخارجي من غلاف الحبة .

د ـ الخلايا المتوسطة Intermediate cells

هـ ـ الخلايا المعترضة Cross cells

و ـ الخلايا الانبوبية Tube cells

ويشكل مجموع طبقات الخلايا الجزء الداخلي من غلاف الحبة .

٢) البذرة Seed

آ ـ غلاف البذرة Testa or seed coat
والطبقة الملونة Pigment strand

ب ـ طبقة الهيالين Hyaline layer
او طبقة Nucellar layer

Scanned by CamScanner

د ـ الاندوسبرم Endosperm ويشمل :

ـ طبقة الاليرون Meurone layer

ـ الاندوسبرم النشوي Starchy endosperm

د ـ الجنين (Embryo (Germ ويتضمن :

ـ الفلقة Scutellum او Cotyledon

ـ المحور الجنيني Embryonic ويقسم الى الريشة المغطاة بالكوليوبتيل Plumule والجذر الاولي المغطى بالكوليوريزا Primary root Coleorhiza والجذور الثانوية .

تختلف حبوب المحاصيل عن بعضها البعض في الشكل الخارجي فحبة القمح ذات شكل بيضوي ومدببة من الطرفين ويحتوي احدهما على الاوبار، اما الطرف الآخر فيحتوي على الجنين (شكل ٢ـ١) . تحتوي حبة القمح على اخدود والذي يعقد عمليات الطحن حيث يصعب ازالة غلاف الحبة فقط بل يذهب معه طبقة الاليرون وجزء من الاندوسبرم النشوي ولكن المطاحن الحديثة مجهزة بسلندرات لازالة الاندوسبرم الملتصق مع الاغلفة. تتميز حبة الشعير بأنها سميكة في المركز ورفيعة في الطرفين،كما ان نسبة الغلاف الخارجي تتراوح بين ٧ و ٢٥٪ من وزن الحبة وتزداد سماكة القشرة كلما اتجهنا الى خط الاستواء والعكس صحيح حيث لاتشكل اكثر من (٧٪) من وزن الحبة في اصناف الشعير السويدية. تختلف حبوب الشوفان في الحجم وذلك حسب توضعها على محور السنيبلة ويكون شكل الحبة عادة اسطواني تنتفخ في قاعدتها قليلا، اما بالنسبة للشيلم فيشبه في تركيبه القمح الا ان حبته اطول قليلا . تتميز الذرة الصفراء بأنها اكبر الحبوب حجما ويكون الجنين فيها كبيرا حيث تصل نسبته الى حوالي ١٣٪ من وزن الحبة كما تتميز بعدم احتوائها على اخدود . اما حبوب الرز فهي اصغر قليلا من حبوب القمح وهي مسطحة قليلا وتشكل الاغلفة نسبة عالية حيث تصل حتى ٢١٪ من وزن الحبة .

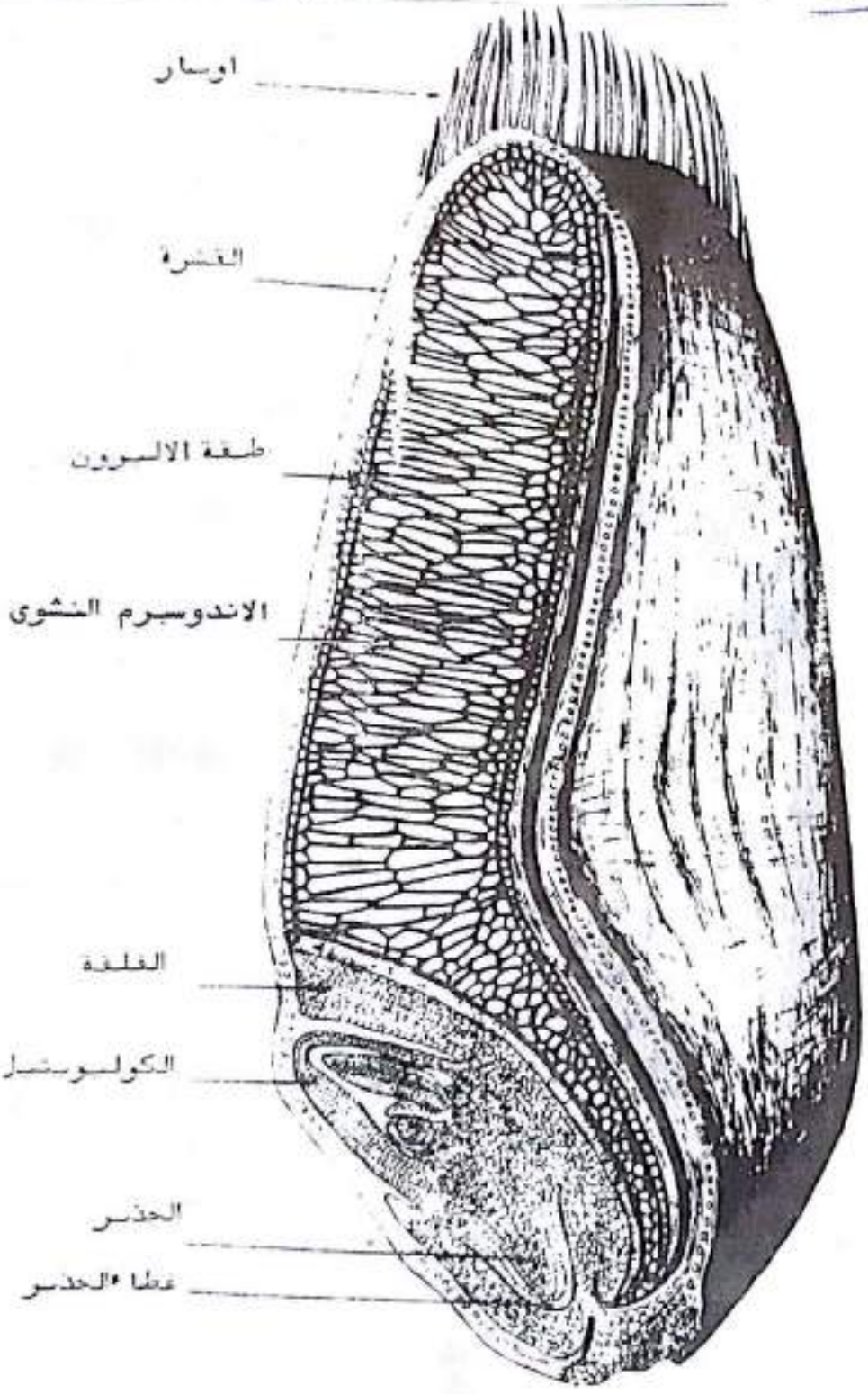
٢ـ٤ـ التركيب الخلوي لاجزاء الحبة Cellular structure of parts of grain

٢ـ٤ـ١ـ غلاف الحبة Pericarp

يتألف غلاف الحبة من البشرة الخارجية Epidermis والتي تتألف

Scanned by CamScanner

Hypoderm (٢) من خلايا متطاولة ورقيقة الجدران ويليها البشرة الداخلية وهي طبقة من الخلايا المختلفة في السماكة كما يتواجد تحتها طبقة الخلايا المعترضة (٣) والتي تتوضع خلاياها بشكل عمودي بالمقارنة مع محور



الشكل رقم (٢-١)

مقطع طولي لحبة قمح يبين اجزائها الرئيسة

Scanned by CamScanner

الحبة الطولي(شكل ٢-٢) . تتواجد طبقة الخلايا الانسوبية اسفل طبقة الخلايا المعترضة وهي عبارة عن خلايا اسطوانية الشكل ويغطي هذه الطبقات في معظم الحبوب طبقة ذات طبيعة شمعية تدعى بالطبقة الشمعية Cuticle وتتميز بضعف نفاذيتها للماء وتغيب في منطقة ارتباط الحبة مع محور السنيبلة . يوضح الشكل رقم(٢-٣) مكونات اغلفة الحبة والاندوسبرم في القمح وذلك من قبل المؤلف ذاته .

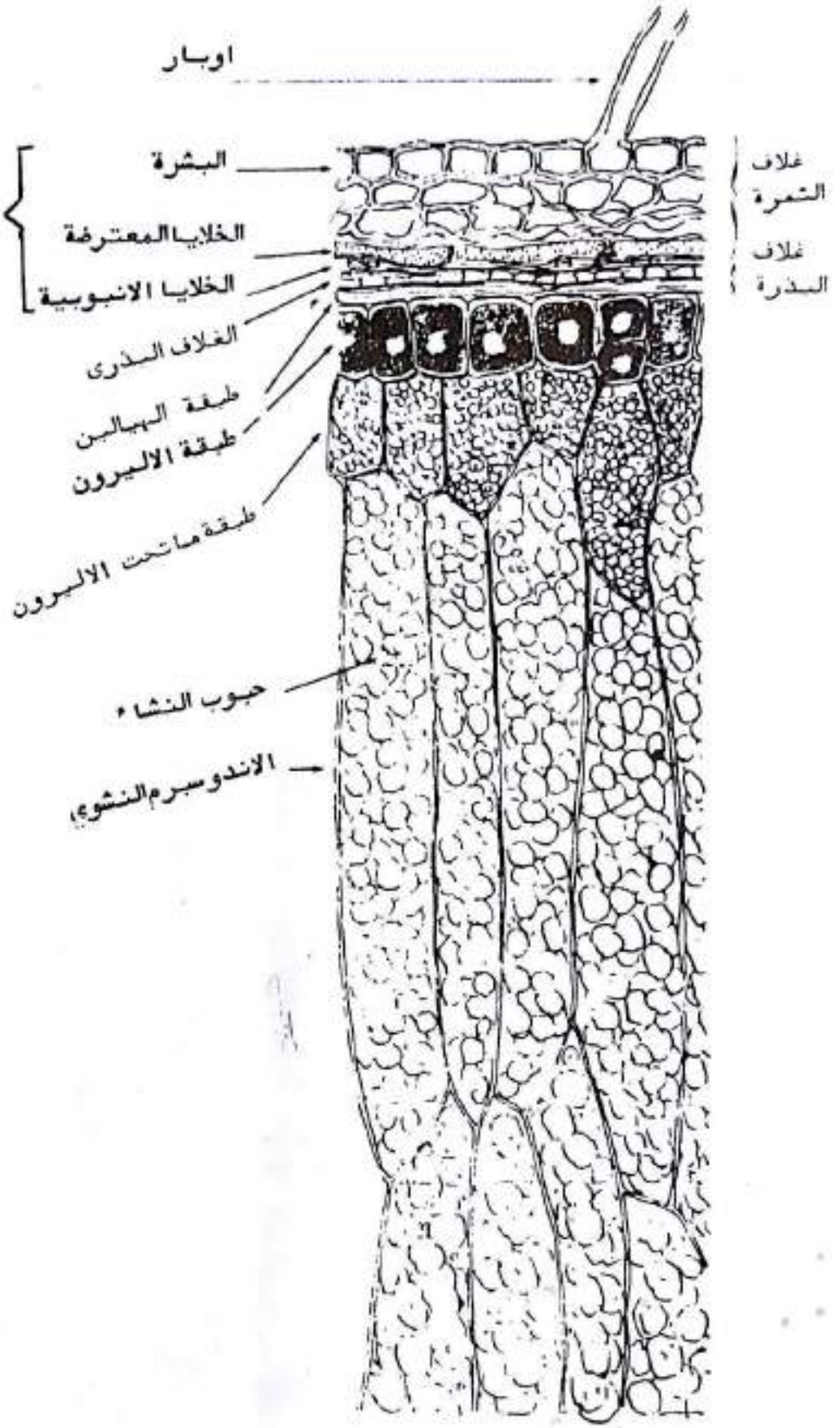
٢-٤-٢- غلاف البذرة وطبقة الهيالين Testa & hyaline layer

يتألف غلاف البذرة من طبقة واحدة من الخلايا او طبقتين وعادة تتحد مع طبقة الهيالين لتكوين غلاف لحماية الاندوسبرم والجنين ويكون غلاف البذرة ملون مما يعطي الحبوب الوان مختلفة حسب النوع والصنف لقد اثبت بعض العلماء(Moss, 1973) ان سماكة الطبقات السابقة الذكر تختلف في الحبوب من نوع لآخر ومن صنف لآخر ضمن النوع الواحد وان لسماكتها دور كبير في تحديد سرعة دخول الماء الى داخل الحبة، فالحبوب ذات الاغلفة السميكة تحتاج لفترات ترطيب اطول من تلك اللازمة للحبوب ذات الاغلفة الرقيقة .

٢-٤-٣- طبقة الاليرون Aleurone layer

تحيط طبقة الاليرون بالاندوسبرم وتختفي فوق منطقة الجنين وتتألف من طبقة واحدة من القمح وتتميز بأن خلاياها مكعبية الشكل وذات جدر سميكة . تشكل طبقة الاليرون حوالي (٧٪) من وزن الحبة وتحتوي على البيدات وعناصر معدنية وبروتينات بنسب عالية تصل حتى ٢٠٪ وتتواجد البروتينات بصورة اجسام كروية تدعى Protien bodies وتتراوح اقطارها بين ١ و ٥ مكرومتر، تحتوي طبقة الاليرون على نسبة عالية من السكريات قد تصل حتى ١٠٪ بصورة سكروز وكيتوز ورافينوز، كما انها غنية بالعناصر المعدنية وخاصة بالفوسفور. تتكون طبقة الاليرون عند من طبقة واحدة في الشلم والشوفان،بينما تحتوي على صفين الى اربعة صفوف من الخلايا في الشعير، اما في الرز فتختلف سماكتها من نوع لآخر فهي مؤلفة من صفين الى ثلاثة صفوف لدى النوع وحتى الى ستة صفوف لدى النوع Oryza indica تغيب هذه الصفوف من الخلايا في الناحية البطنية من الحبة لتصبح مؤلفة من طبقة سماكة خلية واحدة. تنفصل جميع الطبقات السابقة الذكر اثناء

Scanned by CamScanner

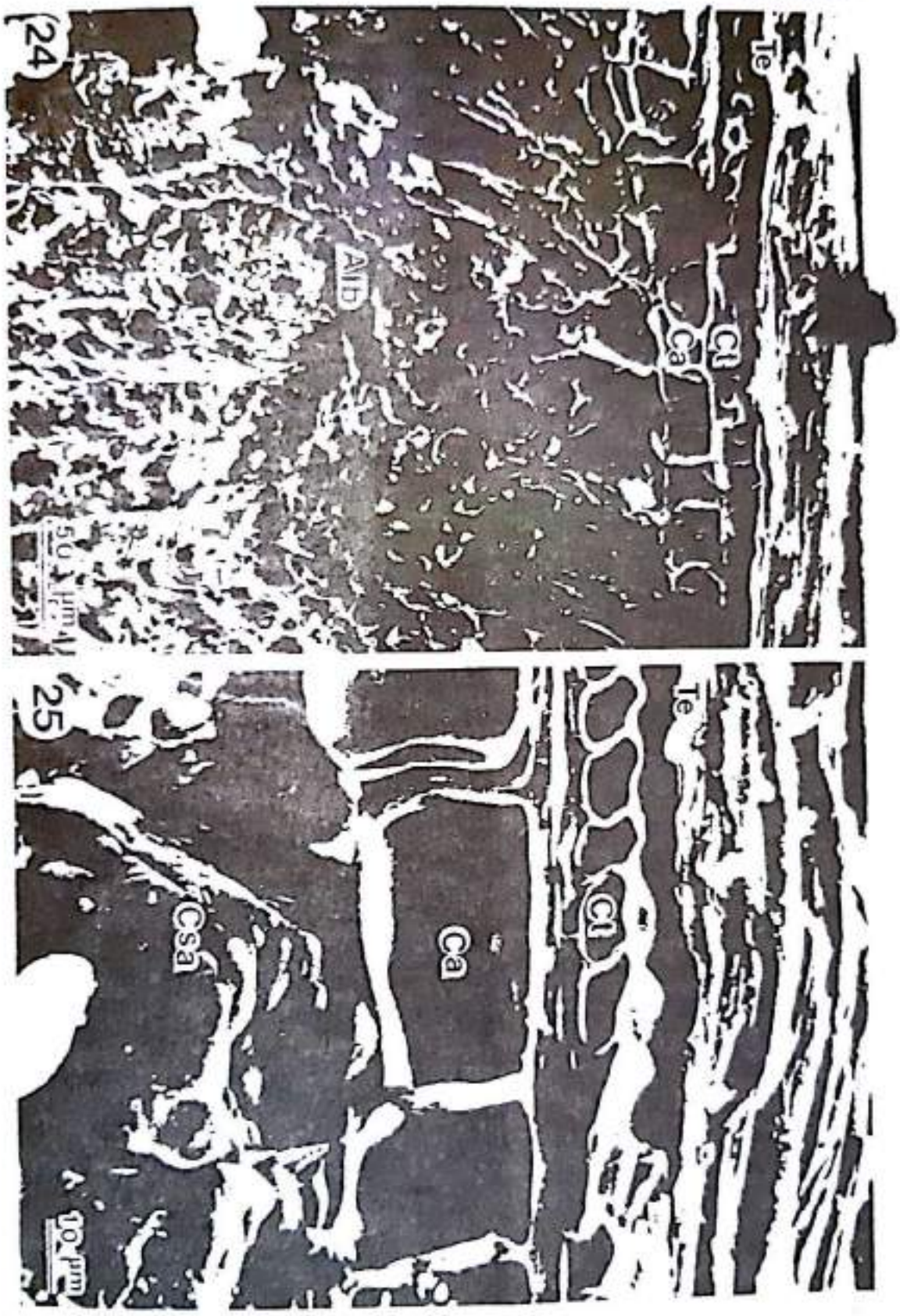


الشكل رقم (٢-٢)

مقطع في حبة قمح يوضح مكونات غلاف الثمرة والبذرة (١٠٠٠ ×)

Scanned by CamScanner

طحن القمح وتذهب مع النخالة بما في ذلك جنين الحبة وجزء بسيط من الاندوسبرم .



الشكل رقم (٢-٢) : يبين تركيب اغلفة حبة القمح والاندوسبرم والصور مأخوذة بالمجهر الالكتروني Scanning electron microscope من فصل المؤلف

Scanned by CamScanner

Sub-aleuron layer : عرف Starchy endosperm الاندوسبرم النشوي ٢-٤-٣-

يقسم الاندوسبرم النشوي في الحبوب الى قسمين وهما طبقة ما تحت الاليرون Sub-aleuron layer والاندوسبرم المركزي Central endosperm وتتألف طبقة ماتحت الاليرون من خلايا قريبة الشبه بطبقة الاليرون وذات جدر رقيقة وتمتد باتجاه مركز الحبة وتحتوي حبيبات نشاء صغيرة الحجم نسبيا كما ان نسبة البروتين فيها اعلى من باقي الاندوسبرم. اما الاندوسبرم المركزي فخلاياه كبيرة ومتطاولة وعديدة الاضلاع وتتميز باحتوائها على نسبة عالية من حبيبات النشاء الكبيرة. يختلف حجم وشكل حبيبات النشاء باختلاف نوع الحبوب ،فتتكون في القمح كروية او عدسية الشكل بسيطة وعلى حجمين صغيرة (١ - ٣٠) ميكرومتر) وكبيرة (١٥ - ٤٠ ميكرومتر). اما في الرز فهي مركبة (٢-١٢ ميكرومتر) ومضلعة ،وفي الشعير كروية او عدسية ،او كلوية واما صغيرة (٢-١٠ ميكرومتر) او كبيرة (١٠-٣٠ميكرومتر). جدول (٢-٢) .

الجدول رقم (٢-٢): يبين خواص حبيبات النشاء لانواع الحبوب المختلفة

نوع الحبوب	حبيبات النشاء		
	الشكل	النوع	القطر (مكرومتر)
القمح	كروية اوعدسية	بسيطة صغيرة او كبيرة	٢ - ١٠ ١١- ٣٠
الذرة الصفراء	مضلعة	بسيطة	٥ - ٢٥
الرز	مضلعة	مركبة	٣ - ٨
الشعير	عدسية اوكلوية	بسيطة	٢ - ٥
الشوفان	عدسية	مركبة	٥ - ١٥
الشيلم	عدسية اوكروية	بسيطة	١٢ - ٤٠
التريتيكالي	كروية اوعدسية	بسيطة صغيرة	٢ - ١٠
		او كبيرة	١١- ٣٠
الدخن اللؤلؤي	مضلعة	بسيطة	٤ - ٧

Scanned by CamScanner

٢-٤-٤- الجنين Embryo

لقد سبق استعراض اجزاء الجنين والمكونة من المحور الجنيني والفلقة والـ Epilast وهي جزء كبير نسبيا وخاصة في حبة الرز وتقع بين المحور الجنيني والفلقة Scutellum ان مهمة الفلقة هي تخزين الاغذية اللازمة لتطور الجنين وتزويده بها اثناء مرحلة الانبات . ويعتبر الجنين غني بالبروتينات والدهون والفيتامينات حيث ان جميعها مهمة لانبات الحبة وتطور البادرة الصغيرة .

يختلف حجم الجنين من نوع من الحبوب لآخر فهو كبير نسبيا في الذرة الصفراء حيث يشكل ١٥٪ من الحبة بينما يشكل عادة بحدود ٣٪ من وزن انواع الحبوب المختلفة (جدول ٢-٣) اما اصغر اجنة المحاصيل الهامة عالميا هو جنين الرز والذي يشكل ٢ر٢٪ فقط .

الجدول رقم (٢-٣): يبين النسب المئوية للاجزاء المكونة لاهم انواع الحبوب

نوع الحبوب	القشرة	غلاف الحبة والاليرون	الاندوسبرم النشوي	الجنين
القمح	—	١٥	٨٢	٣
الذرة الصفراء	—	٨	٧٧	١٥
الشيلم	—	١٠	٨٧	٣
الشعير	١٣	٨	٧٦	٣
الشوفان	٢٥	٩	٦٣	٣
الرز (حبة كاملة)	٢٠	٤ر٨	٧٣	٢ر٢
(بدون قشرة)	—	٤ر٨	٩٣	٢ر٢

٢-٥- التركيب الكيميائي للحبوب Chemical composition of cereals

تتكون حبوب القمح بشكل رئيسي من الكربوهيدرات والمواد الازوتية وخاصة البروتينات و الليبيدات والعناصر المعدنية والماء بالاضافة الى مكونات موجودة بنسبة قليلة كالفيتامينات والانزيمات . تعتبر الكربوهيدرات الاكثر تواجدا في الحبوب حيث تتراوح نسبتها بين (٧٦٪) و (٨٩٪) والتي توجد بصورة نشاء وسيللوز وهيميسللوز وبنتوزانات

Scanned by CamScanner

ودكسترينات وسكريات مركبة وبسيطة . وتقسم الكربوهيدرات الى قسمين وهما الالياف الخام والكربوهيدرات الذوابة . تتميز الالياف الخام بعدم ذوبانها بالماء انما في الاحماض والقلويات الممددة ضمن شروط محددة ولاتشكل الالياف مجموعة متجانسة من حيث التركيب الكيميائي انما تختلف في كثيرمن صفاتها ،كما تختلف نسبة المكونات الكيميائية للحبوب حسب النوع والصنف والمعاملات الزراعية والظروف البيئية ،فمثلا تحتوي الاقماح القاسية بشكل عام على نسبة اعلى من البروتين بالمقارنة مع الاقماح الطرية كما ان الرز هو الاقل احتواء من بين الحبوب على البروتين . يحتوي الشوفان على اعلى نسبة من الليبيدات فتقل حتى ٢ر٥٪ من وزن الحبة .بينما يعتبر الشيلم الاقل احتواء على الليبيدات ،كما يحتوي الشعير على اعلى نسبة من العناصر المعدنية ٣ر٥٪ (جدول ٢-٤). تسبب العمليات التكنولوجية التي تجرى على الحبوب بهدف جعلها قابلة للاستهلاك كالطحن والجرش والقشر الى احداث تبديل في تركيبها الكيميائي وذلك بسبب فصل اجزاء منها واستبعادها كالاغلفة او الجنين او تخفيض قيمتها الغذائية لفقد بعض مكوناتها اثناء السلق مثلا .

لاتتوزع العناصر المكونة للحبوب بشكل متجانس في جميع اجزاء الحبة بل تتفاوت تراكيزها من جزء لآخر ويجري تقديرها في كل مكون على حدة ففي القمح يتركز النشاء في الاندوسبرم بينما تتركز الليبيدات في الجنين، اما العناصر المعدنية فتتركز في الاغلفة ،

٢-٥-١- الكربوهيدرات Carbohydrates

تشمل الكربوهيدرات الموجودة في الحبوب النشاء وهو اهم مكوناتها ويليه الالياف والبنتوزانات والسكريات المركبة والبسيطة ،وسنقوم باستعراض هذه المكونات بالتفصيل وعلاقتها بخواص المنتجات النهائية المصنعة من الحبوب .

آ - النشاء Starch

يعتبر النشاء من اهم الكربوهيدرات في جميع انواع الحبوب حيث تبلغ نسبته حوالي ٦٥٪ من وزن الحبة الكاملة للقمح وتصل هذه النسبة حتى ٨٠٪ في الشيلم. يتواجد النشاء بصورة حبيبات كروية تختلف اقطارها واشكالها حسب نوع الحبوب . تتميز بودرة النشاء بانها غير ذوابة في

Scanned by CamScanner

الماء البارد. ينتج عن تحليل النشاء كيميائيا بواسطة الاحماض سكر جلوكوز بنسبة ٩٩٪ بالاضافة لقليل من الليبيدات والعناصر المعدنية والتي لاتتجاوز نسبتها ١٪ (جدول رقم ٢-٥) .

الجدول رقم (٢-٤) : يبين التركيب الكيميائي لمكونات الحبوب
(٪ على اساس الوزن الجاف)

نوع الحبوب	البروتين*	الكربوهيدرات الذوابة	الالياف	الليبيدات	العناصر المعدنية
القمح					
الكندي-Manitoba	١٦	٧٤	٢ر٧	٢ر٩	١ر٨
السوري	١٤	٧٩ر٢	٢ر٥	٢ر٤	١ر٩
الانكليزي	١٠ر٥	٧٨ر٦	٢ر٤	٢ر١	١ر٩
الذرة					
الصوانية	١١ر١	٨٠ر٢	١ر٢	٤ر٩	١ر٧
السنية	١٠ر٦	٨١	٢ر٢	٤ر٦	١ر٦
	١٢ر١	٧٤ر٥	٢ر٢	٩ر١	٢ر٠
الشعير	١١ر٨	٧٨ر١	٥ر٢	٨ر١	٣ر١
الشيلم	١٣ر٨	٧٩ر٧	٦ر٢	٤ر١	٢ر٢
الرز					
الخشن	٩٨	٧١ر٢	١٠ر٢	٢ر٢	٧ر٢
البني	١١ر	٨٣ر٢	١ر٢	٧ر٢	١ر٨
المقشور	٩ر٨	٨٨ر٩	٣ر	٥ر٠	٦ر٠
الشوفان	١١ر٦	٦٩ر٨	١٠ر٤	٥ر٢	٢ر٩
الدخن اللؤلؤي	١٢ر٦	٧٧ر٩	١ر٣	٥ر٤	١ر٨

* تحسب نسبة البروتين على اساس N x ٦ر٢٥ عدا في حالة القمح والشيلم N x ٥ر٧ وللرز N x ٥ر٩٥ .

تحتوي حبيبات النشاء على الجلوكوز في ثلاث صور الاولى عبارة عن سلاسل مستقيمة ترتبط فيها وحدات الجلوكوز بروابط من نوع الفا ١ - ٤ لتشكل سلاسل مستقيمة تدعى بالاميلوز اما الاخرى عبارة عن سلاسل متفرعة

Scanned by CamScanner

بصورة عشوائية بواسطة روابط الفا ١-٦ وتشكل حوالي ٤٪ من مجموع الروابط وتدعى بالاميلوبكتين، كما يضاف الى ذلك مايسمى بالمادة المتوسطة وهي ذات مواصفات وسطية بين الاميلوز والاميلوبكتين حيث تثبت اليود بنسبة اعلى من الاميلوبكتين واقل من الاميلوز وان نسبة التفرع فيها اقل من الاميلوبكتين. يختلف الاميلوز عن الاميلوبكتين في الحجم حيث يكون الاميلوز عادة اقل في الوزن الجزيئي ولايتجاوز عن جزيئات الجلوكوز فيه ٥٠٠٠ جزيء بالمقارنة مع الاميلوبكتين الذي يمكن ان يصل عدد جزيئات الجلوكوز فيه المليار جزيء.

الجدول رقم(٢-٥): يبين التركيب الكيميائي غير الكربوهيدراتي لحبوب النشاء ونسبة الاميلوز المئوية

مصدر النشاء	بروتين % (Nxb.25)	ليبيدات (٪)	رماد (٪)	فوسفور (٪)	اميلوز (٪)
قمح	٣٢ر	١٢ر١	٢ر٠	٠٥ر٠	٢٦
ذرة صفراء					
شمعية	١ر٠	٢٢ر٠	١ر٠	٠٠٢ر٠	١>
عادية	٣ر٠	٦٤ر٠	١ر٠	٠١٥ر٠	٢٨
غنية بالاميلوز	٥ر٠	١١ر١	٢ر٠	٠٣ر٠	٥٢-٨٠
رز	–	٠٤ر١	–	–	١٤-٢٢
شعير	١١ر٠	٠ر١	–	٠٢ر٠	٢٢
شلم	–	٥٨ر٠	–	–	–
شوفان	٢٤ر٠	٣ر١	–	–	٢٧

تختلف نسبة الاميلوز في النشاء حسب نوع الحبوب كما تختلف ايضا احيانا حسب الصنف ضمن النوع الواحد وتتراوح عادة بين ١٥ و ٢٠٪ كما يمكن ان يرتفع حتى يصل الى ٨٠٪ وذلك في نشاء الذرة الصفراء الغنية بالاميلوز (High- amylose corn) كما يمكن ان تخفض نسبته في نفس النوع الى مادون ١٪ كما هو الحال لدى الذرة الشمعية Waxy corn (جدول ٢-٥) .

Scanned by CamScanner

يشكل الاميلوبكتين الجزء الاهم من النشاء لدى معظم انواع الحبوب نسبته بين ٧٠ و ٨٠٪ فيما عدا بعض الحالات . اما نسبة المادة المتوسطة فتتأثر بعدة عوامل كنوع الحبوب ودرجة نضجها وتشكل ٥-٧٪ من النشاء ولهذه النسبة ارتباط وثيق بمحتوى النشاء من الاميلوز .

تؤثر نوعية النشاء كثيرا على مواصفات الاغذية التي يدخل في تركيبها حيث ان تحلل جزء من الاميلوز والاميلوبكتين يؤدي تدهور صفات النشاء وبالتالي المنتج المصنع منه . تحلل الانزيمات الفا وبيتا اميليز النشاء عند توفر الظروف الملائمة لذلك كارتفاع الرطوبة ودرجة الحرارة ووجود تشققات في اغلفة حبيبات النشاء والتي تنتج اثناء عمليات تجهيز الحبوب لاستخدامها في التصنيع وهي ذات منشأ ميكانيكي. يعطي رقم السقوط Falling number فكرة عن درجة النشاط الانزيمي للاميليز وبالتالي عن نوعية النشاء ويكون منخفض في المناطق ذات المناخ الرطب اثناء فترة الحصاد مثل اوربا الشمالية وكندا حيث يتراوح بين ٢٠٠ و ٤٠٠ ثانية ،بينما يكون مرتفعا في المناطق شبه الجافة والجافة فيتراوح رقم سقوط الاقماح السورية بين ٤٠٠ و ٥٥٠ فأما بالنسبة للاقماح السعودية فيصل حتى ٩٠٠ ثانية .

ب - الالياف Fibre

تتألف الالياف في الحبوب من الهيميسيللوز Hemicellulose (٤٥٪) والسيللوز Cellulose (٣٥٪) واللغنين(٦٪) بالاضافة الى مكونات بيولوجية اخرى . يدخل في تركيب الالياف ايضا البنتوزانات Pantosans حيث تشكل جزء من الجدر الخلوية . يعتبر السيللوز سكر عديد وحدته البنائية الاساسية الجلوكوز المرتبط مع بعضه البعض برابطة من نوع بيتا وهي من الروابط التي تعطي قوة للتركيب الجزيئي . اما الهيميسيللوز فوحدته البنائية هي سكر الزايلوز D- xylose ، ويتواجد الهيميسيللوز في كافة انسجة الحبوب ولكن بنسب مختلفة ويعمل كرابط للنسج النباتية .

تختلف نسبة الالياف في الحبوب من نوع لآخر فتشكل ٢٪ من وزن حبة القمح الكاملة و ١٢-١٤٪ من النخالة و ١ر٠٪ من الاندوسبرم فقط. تتكون البنتوزانات من مزيج من السكريات الخماسية كالبنتوز والارابينوز بالاضافة الى بعض السكريات السداسية كالجالاكتوز وحمض الجلوكويورنيك

Scanned by CamScanner

والجلوكوز وتتواجد بنسبة مرتفعة في دقيق بعض انواع الحبوب حيث تصل نسبة البنتوزانات في دقيق الشيلم حتى ٧٪ والتي ترفع من قدرته على امتصاص الماء .

ج ـ السكريات المركبة والبسيطة Simple & compound sugers

توجد السكريات المركبة والبسيطة في الحبوب بنسبة قليلة وتختلف من نوع لآخر حيث تتراوح في القمح بين ١ر٥ـ٢ر٢٪ وتصل الى٣٪ في الشيلم اما في الذرة السورغمية فلاتتجاوز ١٪ وتصل في الشعير الى ٤٪ ان اهم السكريات البسيطة الموجودة بشكل حر لدى الحبوب هي الفركتوز والجلوكوز اما بالنسبة للثنائية فالسكروز هو الاهم ويليه المالتوز . تشكل السكريات المركبة Oligosaccharides الجزء الاكبر من السكريات غير المعقدة . واهمها المالتوتريوز Maltotriose والتتراوز Tetraose والبنتاوز Pentaose والتي تعطي جميعها الجلوكوز عند تحللها مائيا او انزيميا . لهذه السكريات اهمية تكنولوجية وخاصة اثناء صناعة الخبيز حيث تعتبر مصدر غذائي مباشر لخلايا الخميرة بانتظار التحلل الجزئي للنشاء الى سكريات بسيطة .

٢ـ٥ـ٢ـ البروتينات Proteins

تحتوي الحبوب على البروتين بنسب تتراوح بين ٩و١٦٪ وذلك حسب النوع والصنف (جدول ٢ـ٤) . ان محتوى الحبوب البروتيني اقل مما تحتويه البقوليات والتي تتراوح نسبة البروتين فيها بين ٢٥ـ٤٠٪ ولكن الانتاج العالمي من الحبوب هو الاضخم لذلك تعتبر الحبوب المصدر الاهم للبروتين المستخدم في تغذية الانسان .

يتألف بروتين الحبوب من عدة انواع مثل البروتين البنائي والبروتين ذو الوظائف البيولوجية وبروتينات التخزين . لقد تم تصنيف هذه البروتينات حسب درجة ذوبانها في المذيبات المختلفة بواسطة اوزبورن Osborn منذ عام ١٩٠٧ وبالرغم من عدم وجود تجانس ضمن المجموعة الواحدة الا ان هذا التصنيف لايزال مستعملا وبكثرة ويمكن تمييز المجموعات التالية :

ـ الالبومينات Albumins وهي التي تذوب بالماء

Scanned by CamScanner

ـ الغلوبولينات	Globulins	ذوابة في المحاليل الملحية
ـ البروالامينات	Prolamins	ذوابة في الكحول الايثيلي المخفف
ـ الغلوتيلينات	Glutelins	وهي غير ذوابة في المذيبات السابقة

تدعى الالبومينات والغلوبولينات بالبروتينات الذوابة لذوبانها بالماء وتشكل حوالي ١٠-٢٠٪ من البروتين الكلي ويمكن تجزي البروتينات الذوابة باستخدام كروماتوغرافيا التبادل الايوني Ion-exchange Chromatography وكذلك الالكتروفوريز Electrophoresis لقد ثبت ان البومينات القمح مكونة من ٢١ مكون مختلف كما ان محتواها من الاحماض الامينية مختلف ايضا عن باقي المكونات البروتينية. يتراوح الوزن الجزيئي للبروتينات الذوابة بين ١١٠٠٠-٣٠٠٠٠ دالتون.

اما الغلبادينات فهي بروتينات غير متجانسة، وقد ثبت انها تتكون من اربعة مجموعات رئيسية وهي الفا وبيتا وغاما واوميغا غليادين (α, β, γ, ω Gliadins) وهي مختلفة في التركيب الفراغي ونسب الاحماض الامينية. باستخدام تقنيات الفصل الحديثة فقد تجزي اقسام الغلبادين الى تحت مجموعات كما هو الحال لدى اوميغا غليادين التي اعطت ثمانية تحت اقسام مختلفة تحتوي الغلبادينات على نسبة عالية من الجذور غير القطبية يجعل تركيبها الفراغي من النوع الكروي. يختلف الوزن الجزيئي للغليادين وذلك لعدم تجانس تركيبه ويتراوح بين ٣٦٠٠٠ و ٤٤٠٠٠ كما يحتوي الغلبادين على بعض المكونات عالية الوزن الجزيئي والتي تصل حتى ١٣٠٠٠٠ دالتون.

يعتبر القسم المتبقي من بروتينات الحبوب بعد عملية استخراج بالكحول الايثيلي ٧٠٪ بأنه الغلوتيلينات والتي يصعب تقدير وزنها الجزيئي بدقة وذلك لاختلاف مكوناتها ويتراوح عادة بين ١٠٠٠٠٠ وعدة ملايين وتحتوي على نسبة اعلى من اللايسين والجلايسين والالانين والبرولين والتيروزين بالمقارنة مع الغلبادينات. تختلف الغلبادينات في بنيتها الفراغية حيث تكون كريات او حبيبات صغيرة Globule او لسيفات وتذوب في المحاليل القلوية او الحمضية الممددة. تكون الغلوتيلينات في دقيق القمح مسؤولة عن مقاومة الشد للعجين المحضر منه وتدعى بالغلوتينين Glutenin

Scanned by CamScanner

يكون الغلوتينين مع
الغلياذين في دقيق القمح مايسمى بالغلوتين Gluten والذي يمكن الحصول عليه باجراء عملية غسيل للعجين بماء ملحي(٢ر٥٪) حيث يجرف الماء النشاء والبروتينات الذوابة وترتبط جودة الخبز بكمية ونوعية الغلوتين في العجين .

على عكس النشاء فللنوعية البروتين اهمية كبيرة في تصنيع الحبوب وخاصة القمح منها وتعود الفروق في النوعية الى عوامل وراثية وبيئية وتخزينية وتقاس جودة البروتين بعدة طرق منها اختبار فارينوغراف Farinograph والفيوغراف Alveograph واكستنوغراف Extensograph وزيليني Zeleny

لاتتواجد البروتينات في الحبوب بشكل متجانس بل تتغير نسبتها من نسيج لآخر وتوجد بنسبة عالية في الجنين ومن ثم في اللثقة Scutellum وطبقة الاليرون وتتواجد بأقل نسبة في الاعلفة والاندوسرم . على الرغم من نسبة البروتين المنخفضة في الاندوسرم الا انه يحتوي معظم بروتين الحبة في القمح (٧٢ر٪) والذرة الصفراء (٧١٪) وذلك لان الاندوسرم يشكل الجزء الاكبر من الحبة (٨٠٪) (جدول ٢-٦) .تختلف نسبة البروتينات في النسيج الواحد ايضا ففي اندوسرم القمح تشكل (٧ر١٣٪) من الجزء المحيطي و (٩٪) من الجزء المتوسط ولاتشكل الا (٦٪) من الجزء المركزي منه ، اما في الذرة الصفراء فالفروق اوضح فهي (٧ر٢٧٪) و (٥ر٧٪)و(٦ر٥٪) في كل من الجزء المحيطي والمتوسط والمركزي على التوالي (جدول ٢-٦) .

يختلف محتوى الحبوب من الاحماض الامينية وذلك مرتبوع لآخر ويتميز بعضها بغناه بحمض اميني او اكثر فيحتوى كل من الرز والشوفان على نسبة عالية من الارجينين، اما الذرة الصفراء فهي ذات محتوى عالي من اللبوسين بالمقارنة مع الانواع الاخرى (جدول ٢-٧) .

٢-٥-٣- الليبيدات Lipids

بالرغم من انخفاض نسبة الليبيدات في الحبوب والتي تتراوح بين ٢ و ٤٪ ولكنها تلعب دورا كبيرا في عمليات تصنيع الحبوب وتخزينها .

Scanned by CamScanner

الجدول رقم (٢-٦): يبين نوع البروتينات ضمن حبوب القمح والذرة الصفراء

اسم النسيج	نسبة النسيج		المحتوى البروتيني		النسبة المئوية للبروتين الكلي في الحبة	
	قمح	ذرة صفراء	قمح	ذرة صفراء	قمح	ذرة صفراء
الاغلفة	٨	٦ر٥	٤ر٤	٣ر٠	٤ر٠	٢ر٢
الاليرون	٧	٣ر٢	١٩ر٧	١٩ر٢	١٥ر٥	٤ر٧
الاندوسبرم	(٨٢ر٥)	(٧٩ر٦)	–	–	(٧٢ر٥)	(٧١ر٠)
المحيطي	١٢ر٥	٩ر٢	١٣ر٧	٢٧ر٧	١٩ر٤	١١ر٩
المتوسط	١٢ر٥	١ر٥٨	٨ر٨	٧ر٥	١٢ر٤	٤٨ر٢
المركزي	٥٧ر٥	١٧ر٦	٦ر٢	٥ر٦	٤٠ر٧	١٠ر٩
الجنين	١	١ر١	٢٢ر٣	٢٦ر٥	٣ر٥	٣ر٢
الطلقة	١ر٥	١٠ر٦	٢٦ر٧	١٦ر٠	٤ر٥	١٨ر٩
الحبة كاملة	١٠٠	١٠٠	٨ر٧	٩ر٠	١٠٠	١٠٠

تتألف ليبيدات الحبوب بصورة اساسية من الليبيدات المتعادلة كالجليسيريدات الاحادية والثنائية والثلاثية بشكل رئيسي بالاضافة الى الليبيدات القطبية كالفوسفوليبيدات Phospholipids والجليكوليبيدات Glucolipids .

يتواجد جزء من الليبيدات القطبية متحدا مع سلاسل الاميلوز والاميلوبكتين مثل لايزوفوسفاتيديلكولين Lysophosphatidylcholine وتأثيره محدود على خواص المنتجات المصنعة .

تختلف نسبة الليبيدات في الحبوب من نسيج لآخر فتشكل ٣ر١٪ من اغلفة القمح وتوجد معظمها بصورة شموع والتي تحد من نفاذية الحبوب للماء، كما تحتوي طبقة الاليرون على ٨٪ من وزنها ليبيدات ،بينما يحتوي الاندوسبرم على حوالي ٥ر١٪ ليبيدات (جدول ٢-٨) .

Scanned by CamScanner

الجدول رقم (٢-٧) يبين محتوى الحبوب من الاحماض الامينية (غرام حمض اميني/١٦غرام آزوت)

الحمض الاميني	قمح	ذرة صفراء	رز	شعير	شيلم	شوفان	دخن	تريتيكالي
ارجنين	٤ر٠	٤ر٧	٧ر٧	٤ر٤	٤ر٢	٦ر٦	٣ر٣	٤ر٩
سيستين	٢ر٦	٢ر٥	١ر١	٢ر٥	٢ر٣	٣ر٣	١ر٨	٢ر٨
هستدين	٢ر٢	٢ر٨	٢ر٣	٢ر١	٢ر١	٢ر٢	٢ر٣	٢ر٥
ايزولبوسين	٣ر٨	٤ر٠	٣ر٩	٣ر٨	٣ر٦	٤ر٢	٤ر٣	٤ر١
ليوسين	٦ر٧	١٢ر٥	٨ر٠	٦ر٩	٦ر٠	٧ر٢	١٣ر١	٦ر٧
لايسين	٢ر٣	٣ر٠	٣ر٧	٣ر٥	٢ر٩	٣ر٧	١ر٧	٣ر٠
ميثونين	١ر٧	١ر٨	٢ر٤	١ر٦	١ر٢	١ر٨	٢ر٤	١ر٩
فينيل الانين	٤ر٨	٥ر١	٥ر٢	٥ر١	٤ر٥	٤ر٩	٥ر٦	٤ر٨
ثريونين	٢ر٨	٣ر٦	٤ر١	٣ر٥	٣ر٣	٣ر٣	٣ر١	٣ر١
تربتوفان	١ر٥	٠ر٨	١ر٤	١ر٤	١ر٢	١ر٦	١ر٤	١ر٦
تيروزين	٢ر٧	٤ر٤	٣ر٣	٢ر٥	١ر٩	٣ر٠	٣ر٧	٢ر٣
فالين	٤ر٤	٥ر٢	٥ر٧	٤ر٥	٤ر٩	٥ر٦	٥ر٤	٥ر٠
الانين	٣ر٣	٧ر٧	٦ر٠	٤ر١	٣ر٧	٤ر٦	١١ر٣	٣ر٦
حمض اسبارتيك	٤ر٧	٦ر٤	١٠ر٤	٦ر١	٦ر٥	٧ر٨	٦ر٤	٥ر٩
حمض جلوتاميك	٣٣ر٧	١٨ر٨	٢٠ر٤	٢٤ر٥	٢٧ر٥	٢١ر٠	٢٢ر٢	٣٠ر٩
جلايسين	٣ر٧	٣ر٩	٥ر٠	٤ر٢	٣ر٦	٤ر٨	٢ر٣	٣ر٩
برولين	١١ر١	٨ر٨	٤ر٩	١٠ر٩	١٠ر٤	٤ر٧	٦ر٩	١٠ر٧
سيرين	٥ر٠	٩ر٤	٥ر٢	٤ر٢	٤ر٣	٤ر٨	٦ر٩	٤ر٦
المحتوى البروتيني	١٦ر٣	١٠ر٦	١١ر١	١٢ر١	١٤ر٥	١٧ر٨	١٣ر٥	١٧ر٩

Scanned by CamScanner

الجدول رقم (٢-٨): بعض توزع الليبيدات في حبوب القمح

النسيج	النسبة المئوية للنسيج	نسبة الليبيدات المئوية
الاغلفة	٢ر٥ - ١٠	١ - ١ر٥
الالرون	٤ر٦ - ٩	٦ - ١٠
الاندوسبرم	٧٥ - ٨٦	١ - ٢ر٢
الجنين	١ - ٣ر٦	٢٢ر٥-٤٨ر٥
النخالة	-	٥ - ٨ر٥
الحبة كاملة	١٠٠	٢ - ٣ر٨

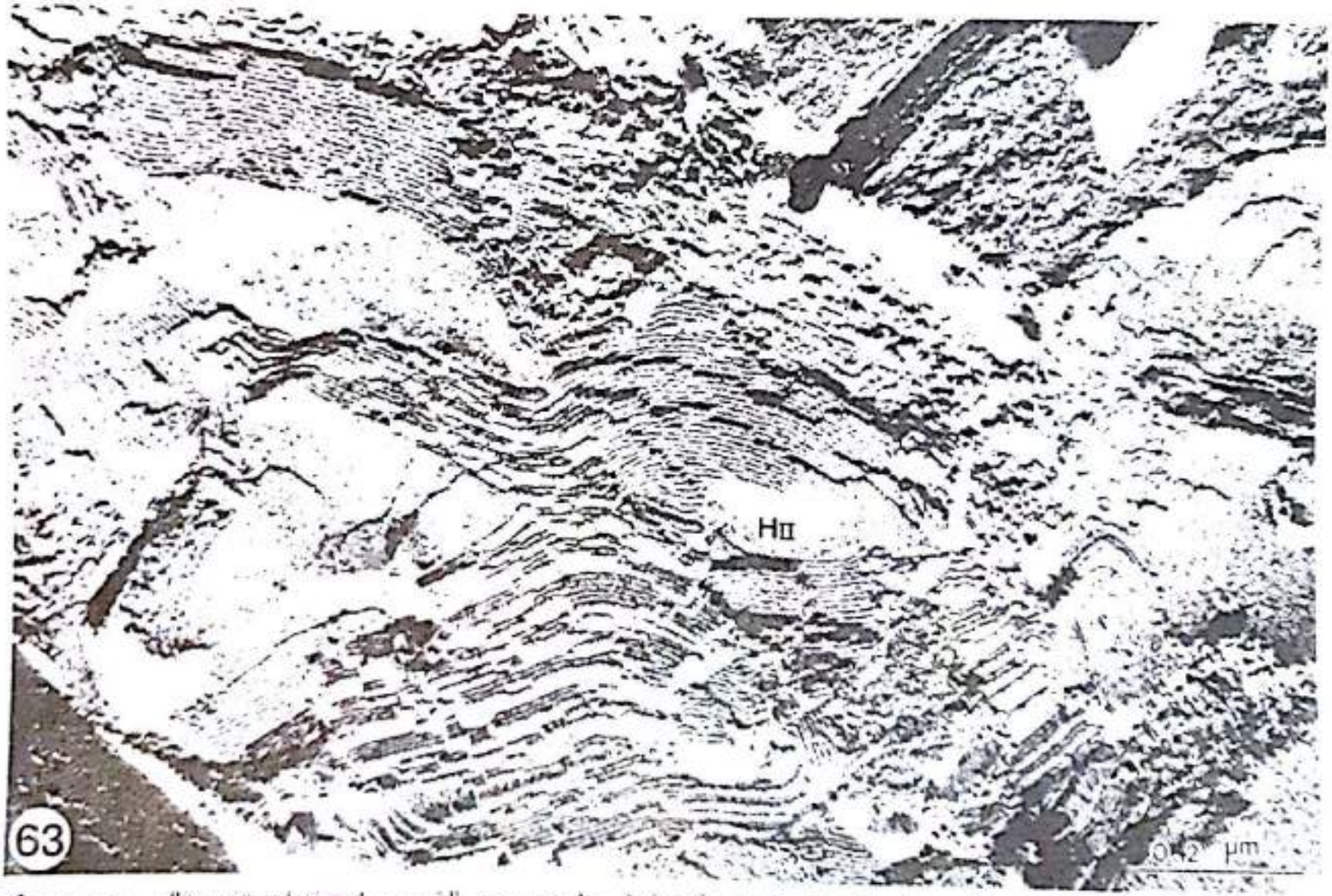
لاتتواجد الليبيدات بصورة حرة بل تتوضع في تراكيب خاصة تختلف باختلاف طبيعة الجزيئات الليبيدية وظروف الوسط المحيط ،كما انهاترتبط مع المكونات البيولوجية الاخرى بروابط مختلفة . تتواجد الليبيدات في مراحلليبيدية مختلفة كالمرحلة البللورية السائلة السداسية hexagonal liquid crystalline phase والصفائحية lamellar liquid crystalline phase ويمكن ان تتوضع الليبيدات في صورة كريات صغيرة حدا وحيدة الطبقة او عديدةالطبقات .

يتوقف توضع الليبيدات في احدى المراحل الانفة الذكر على عدةعوامل منها نوع المجموعات القطبية في الليبيد او على الاحماض الدهنية الداخلة في تركيبها وكذلك على درجة حرارة الوسط والمحتوى المائي ودرجةال pH والتركيز الايوني وتواجد عناصر ثنائية التكافوء مثل الكالسيوم (جدول ٢-٩) .

لقد اثبت المؤلف ان الليبيدات القطبية في اندوسبرم القمح الناضج تتواجد بمرحلة سداسية معكوسة عندما يكون محتواه المائي اقل من ٢٠٪ (عبود الصالح ورفقاؤه ١٩٨٦) . شكل (٢-٤) .

تغير الليبيدات القطبية توضعها بتغير المحتوى المائي اذ تتحول من المرحلة السداسية الى المرحلة الصفائحية (شكل ٢-٥) وذلك عبر مراحل اخرى كالكريات وحيدة وعديدة الطبقات وبذلك تعود الى الشكل الذي

Scanned by CamScanner



الشكل رقم (٢-٤): بنين الليبيدات الداخلية المعكوسة في اندوسرم النمو باستخدام تقنية ال Cryfracture

Scanned by CamScanner

كانت عليه قبل مرحلة النضج النهائي (شكل ٢-٦) . ان خفض المحتوى المائي للوسط يؤدي الى توقع الليبيدات بصورة المرحلة السداسية مما يقلل من خطر التزنخ لانها اكثر ثباتا من المرحلة الصفائحية .

الجدول رقم (٢-٩): يبين انواع المراحل التي تتوضع فيها الليبيدات القطبية

ليبيدات المرحلة السداسية	ليبيدات المرحلة الصفائحية
- فوسفاتيديل ايثانول امين الغني بالاحماض الدهنية غير المشبعة .	- فوسفاتيديل كولين - فوسفاتيديل سيرين
- حمض فوسفاتيديك بوجود Ca^{++} - احادي الجالاكتوزثنائي الجليسريد	- فوسفاتيديل جليسيرول - ثنائي الجالاكتوزثنائي الجليسريد

تشكل الاحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated fatty acids في الحبوب نسبة اعلى بالمقارنة مع الاحماض الدهنية المشبعة Saturated fatty acids فتتراوح نسبتها بين ٧٤و٨٤٪ واما المشبعة فلا تتجاوز نسبتها ٢٥٪ من مجموع الاحماض الدهنية . يعتبر حمض اللينوليك Linoleic acid(C 18:2) من اهم الاحماض الدهنية في الحبوب وخاصة في القمح (٥٧٪) والشعير(٥٣٪) والشيلم(٦١٪) ويليه في الاهمية حمض الاوليك Oleic acid (C 18:1) ويتواجد بنسبة جيدة في القمح (٢٠ ٪) والشعير (٢٨٪) والشوفان (٤١٪) والرز (٤٨٪) .

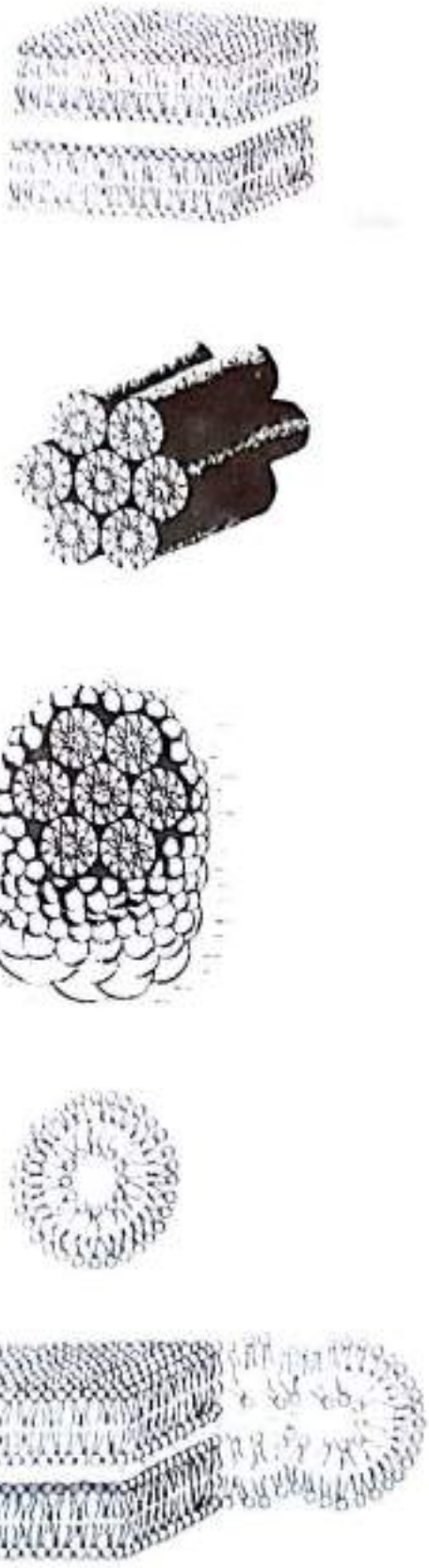
اما اهم الاحماض الدهنية الشبعة تواجدا في الحبوب فهو البالميتيك Palmitic acid (C 16 : 0) وخاصة في القمح(٢٤٪) والشوفان (١٦٪) والذرة الصفراء (١٤٪) .

تعتبر الليبيدات من اكثر مكونات الحبوب عرضة للفساد حيث يتخرب تركيبها الكيميائي نتيجة للنشاط الانزيمي وتعطي رائحة زنخة مما يجعلها

Scanned by CamScanner

الشكل رقم (٢-٥): بين اللبيدات الكروية المغاشية في اندوسبرم القمح (تكبير ١٦٠,٠٠٠ مرة) باستخدام تقنية الـ Cryofracture من قبل المؤلف.

Scanned by CamScanner



الشكل رقم (٢-٦) يبين مراحل تحول السدات القطبية من المرحلة الداسية الى الشكل الصعاشي في دقيق القمح وذلك عبر المراحل الكروية المختلفة والمسحذة من قبل المؤلف

Scanned by CamScanner

غير قابلة للاستهلاك . ينشط انزيم الليباز Lipase عند تخزين الحبوب او منتجاتها في اوساط رطبة وحارة كما يرافقه انزيمات اخرى منها انزيم Lipoxidase او يمكن ان تحصل الاكسدة بواسطة الاوكسجين الجوي مما يؤدي الى فساد هذه الحبوب . تساعد عمليات حرش وطحن الحبوب في زيادة فعالية عوامل الفساد (انزيمات ، اوكسجين) حيث تسهل عملها فمثلا تتواجد الانزيمات طبيعيا في طبقة الاليرون والاغلفة بينما تتركز الليبيدات في الجنينوبيوديدي تحطيم الحبوب ومزج انسجتها الى تسهيل عمل هذه الانزيمات . لتخفيف تأثير عوامل فساد الليبيدات يجري فعل الاجنة والاغلفة من باقي مكونات الحبوب بهدف منع حدوث تخرب وتزنخ الليبيدات .

٢-٥-٤- الفيتامينات Vitamins

يعتبر الفيتامين B_1 (Thiamine) والنياسين (Nicotinic acid or Niacin) والرايبوفلافين B_2 (Riboflavin) وحمض البانتوثينيك Pantothenic acid والبيريدوكسين Pyridoxin من اهم الفيتامينات الموجودة في الحبوب والقمح خاصة وجميعها تنتمي لمجموعة الفيتامينات (B) (جدول ٢-٩) .

الجدول رقم (٢-٩): يبين محتوى الحبوب من الفيتامينات
(ميكروغرام/ غرام)

الفيتامين	القمح	الذرة الصفراء	الرز البني	الشعير	الشوفان	الشيلم
الثيامين	٣ر٥	٤ر٥	٤ر٠	٦ر٥	٥ر٧	٤ر٦
رايبوفلافين	١ر١	٠ر٩	٠ر٦	١ر٢	١ر٣	١ر٥
حمض النيكوتينيك	٦٠	٢٣	٥٣	٩٠	٩ر٤	١٠
حمض الباننوثينيك	١٢	٤ر٦	١٧	٤ر٤	٩	١٠ر٤
البيريدوكسين	٥	٦ر٩	١٠ر٣	٤	١ر٢	٣ر٣
حمض الفوليك	٠ر٥	٠ر٢	٠ر٦	٠ر٣	٠ر٢	٠ر٣
البيوتين	٠ر١	٠ر١	٠ر١	٠ر٢	٠ر٢	٠ر١

يختلف تركيز الفيتامينات من نسيج لآخر ضمن الحبة الواحدة فيتركز

Scanned by CamScanner

الثيامين في الفلقة اما حمض النيكوتينيك فيتواجد بشكل رئيسي في طبقة الاليرون في معظم الحبوب ،ويتوضع البيريدوكسين في الجنين والاليرون. يوضح الجدول رقم(٢-١٠) توزع مجموعة الفيتامينات في مختلف انسجة حبوب القمح كما تتوزع هذه الفيتامينات بنسب مشابهة في الرز والذرة الصفراء. تحتوي الحبوب على مجموعة الفيتامينات(tocopherols α, β, γ, δ) او التوكوفيرولات وتتركز بشكل رئيسي في الجنين ،ففي جنين القمح يصل تركيزها حتى ٣ر٥ ملغ لكل ١٠٠ غرام، اما في الذرة الصفراء فهو ٥ ملغ/١٠٠ غرام .

٢-٥-٥- العناصر المعدنية Mineral matters

تحتوي الحبوب بشكل متوسط على ١ر٨٪ من وزنها عناصر معدنية وهي ضرورية لتغذية الانسان واهمها البوتاسيوم والفوسفور والكبريت والمغنزيوم والكالسيوم والصوديوم والسيليس ويليها الحديد والزنك

الجدول رقم (٢-١٠) يبين توزع مجموعة الفيتامينات B ضمن حبة القمح

اسم النسيج	الثيامين		حمض النيكوتينيك		حمض الرايبوفلافين		حمض البيريدوكسين		حمض البانتوثنيك	
	التركيز*	٪	التركيز	٪	التركيز	٪	التركيز	٪	التركيز	٪
الاغلفة	٦ر٠	١	٢٥ر٧	٤	١ر٠	٥	٦	١٢	٧ر٨	٩
الاليرون	١٦ر٥	٣٢	٧٤١	٨٢	١٠	٣٧	٣٦	٦١	٤٥ر١	٤١
الاندوسبرم	١ر٠	٣	٨ر٥	١٢	٠ر٧	٣٢	٠ر٣	٦	٣ر٩	٤٣
الجنين	٨ر٤	٢	٣٨ر٥	١	١٣ر٨	١٢	٢١ر١	٩	١٧ر١	٣
الفلقة	١٥٦	٦٢	٣٨ر٢	١	١٢ر٧	١٤	٢٣ر٢	١٢	١٤ر١	٤
الحبة كاملة	٣ر٧	١٠٠	٥٩ر٣	١٠٠	١ر٨	١٠٠	٤ر٣	١٠٠	٧ر٨	١٠٠

* التركيز بالميكروغرام (µg) لكل غرام (g) .

والمنغنيز والنحاس كما تحتوي على بعض العناصر الاخرى بصورة محدودة جدا (جدول ٢-١١) تتواجد غالبية العناصر المعدنية بصورة فوسفات البوتاسيوم الاحادية والثنائية KH_2PO_4 و K_2HPO_4

Scanned by CamScanner