

الفصل الأول

موقف صناعة النشا

مقدمة

إحصائيات الإنتاج

تركيب حبة الذرة

التركيب الكيميائي لأصناف الذرة الأمريكية

تركيب جزيء النشا

- الأميلوز

- الأميلوبكتين

مصادر انتشار النشا

صفات النشا الطبيعية

خصائص النشا الميكروسكوبية

الفصل الأول

موقف صناعة النشا

مقدمة :

إذا نظرنا إلى تاريخ صناعة النشا فى العالم فانه يمكن القول أن إنتاج النشا قد بدأ مع الوقت الذى زرع فيه الإنسان الحبوب التى تحتوى على كمية كبيرة من المواد الكربوهيدراتية فى تركيبها الكيميائى ، ومما لاشك فيه أن المواد المحتوية على النشا مثال القمح المطحون قد استخدم قديما لبعض الأغذية لما يحتويه من نسبة عالية من النشا .

ولقد كان أول تسجيل معروف عن إستخدامات النشا ما هو مدون بواسطة Cato الذى عاش ما بين عام ٢٣٤ - ١٤٩ قبل الميلاد حيث بين إستخدامات النشا فى تقوية الكتان .

كما أتفق على اعتبار عام ١٥٦٤ - ميلادية هو العام الذى استخدمت فيه إنجلترا النشا فى التلوين ومختلف إستخدامات الصباغة .

وفى عام ١٨٤٠ بدأ إستخراج النشا من القمح ، وبعد ذلك بدأت تظهر إستخدامات الأرز فى هذه الصناعة ، وفى نفس الوقت بدأت تظهر إستخدامات الذرة فى أمريكا . . ومع نهاية هذا القرن (١٩) ظهرت إستخدامات النشا فى الغسيل Laundry Starch .

ومع بداية القرن العشرين بدأت الإستخدامات التكنولوجية لجلوتين الذرة ، وإنزيمات الدياستيز فى تحويل سكريات النشا إلى محاليل مركزة ، وإستخدمت الطرق الحديثة فى التحليل بالأحماض .

وفى مصر لا يتجاوز عدد مصانع إنتاج النشا خمسة مصانع وجارى تطوير بعض منها بأحدث الأجهزة والمعدات .

وإذا نظرنا إلى الإنتاج وخاصة الإنتاج العالمى فإننا نجد أن معظم إنتاج النشا يعتمد فى تصنيعه على الذرة وإن كانت الكمية المستخدمة لا تمثل سوى حوالى ٥٪ فقط من إنتاج الذرة

العالمى (٤٧٠ مليون طن) ، وعادة ما يتم تصدير كمية كبيرة من الولايات المتحدة الأمريكية إلى مختلف الدول لهذا الغرض .

ولقد أهتم علماء التربة فى أبحاثهم بالتركيز على إنتاج معظم السلالات المرتفعة فى غلة الفدان ، إلا أنه فى العشرين عاما الماضية فقد بدأ الإهتمام والعمل على إنتاج سلالات من الذرة تصلح لصناعة النشا وتحتوى على كمية قليلة من البروتين أو كمية عالية من الزيت أو الأميلوز .

وتعتمد كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا على الذرة فى تصنيع حوالى ٩٥٪ من جملة النشا . . أما فى أوروبا فإن الصورة تختلف من بلد إلى آخر . . فمثلاً فى إنجلترا يلاحظ وجود كميات من النشا المصنعة من البطاطس بالإضافة إلى الذرة ، كذلك نجد فى هولندا قد أمكنهم الإعتماد على سلالة عالية فى النشا من البطاطس .

وفى اليابان فإننا نجد أن أكبر كمية تصنع من النشا تستخرج من البطاطا Sweet Potato أما فى إستراليا وعلى الرغم من أن نشا القمح لم يصل إنتاجه إلى الحد الإقتصادى من الإنتاج إلا أنهم يعتمدون عليه فى إنتاج النشا .

إحصائيات الإنتاج : Starch Production Data

أما موقف صناعة النشا فى مصر فإنه يظهر فى الإحصائيات المنشورة من الجهاز المركزى للتعبة العامة والإحصاء كىلى :

جدول (١-١) إنتاج النشا فى مصر

السنة	الإنتاج
١٩٥٢	٥ آلاف طن
١٩٧٠	١٥ ألف طن
١٩٧٥	١٨,٢ ألف طن
١٩٧٩	١٨,٤ ألف طن
١٩٨٣/٨٢	٢٢ ألف طن
٩٤/٩٣ (توقعات)	٣٢ ألف طن

أما إستهلاك هذه الصناعة ومشتقاتها من الذرة وكسر الأرز فتظهر فى إحصائيات إتحاد الصناعات المصرية الآتى :

جدول (١-٢) إستهلاك مصانع النشا من الذرة وكسر الأرز

السنة	الذرة (طن)	كسر الأرز (طن)	الإجمالى
٧٠	٥٥٧٨٧	٢٧٣٧٠	٨٣١٥٧
٧٥	٦٥٨٢٨	٢٣٣١٨	٨٩٢٠٦
٧٦	٧١٢٦٨	٢٧٠٦١	٩٨٣٢٩
٨٢	٩٤٩٠٠	١٧٦٥٩	١١٢٥٥٩
٩٤/٩٣ (توقعات)	١٤٠٠٠٠	١٠٠٠	١٤١٠٠٠

وهناك بعض الأفكار والدراسات الواردة بهدف إستخدام دقيق القمح فى إستخراج النشا ... إلا أنها لم تنتهى إلى رأى تطبق فى هذا الصدد .

ونظراً للإعتماد الكبير على الذرة المستوردة من الخارج فى أغراض التصنيع للنشا فإنه يهمننا الإلمام بتركيب حبة الذرة .

تركيب حبة الذرة : Corn Structure

يمكن أن تقسم حبة الذرة إلى ثلاثة أجزاء وفى بعض الأحيان إلى أربعة أجزاء رئيسية كمايلى :

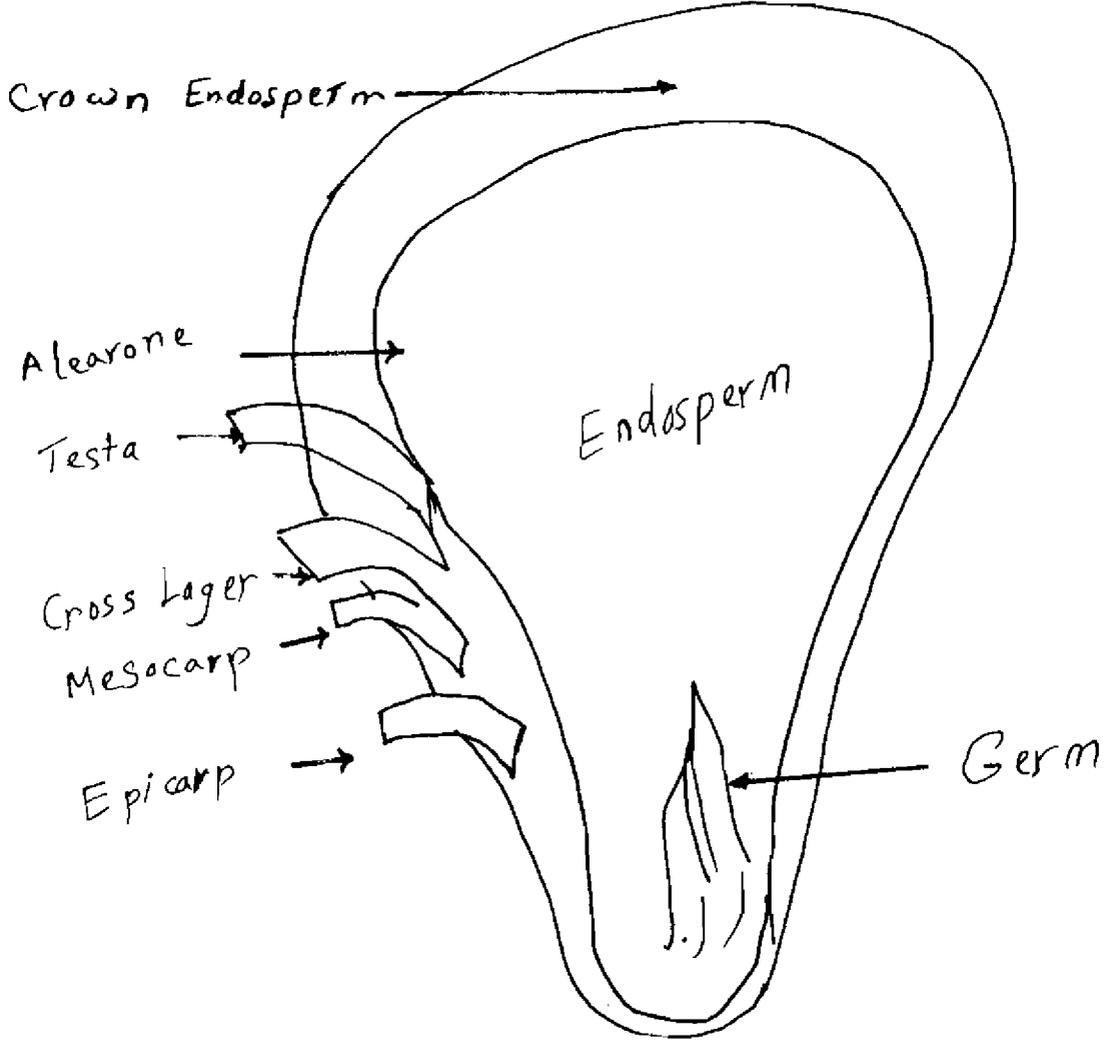
- ١- القشرة الخارجية **Outer Hulls** : وتمثل نسبتها ٥-٦٪ من الحبة .
- ٢- الجنين **Germ** : ويكون حوالى ١٠-١٤٪ من الحبة .
- ٣- التاج **Crown** : وهو الجزء المقابل للجنين ويحتوى على كمية من الإندوسبرم .
- ٤- الأندوسبرم **Endosperm** : ويكون مع أندوسبرم التاج نسبة ما بين ٨٠-٨٥٪ من وزن الحبة .

وتحتوى القشرة الخارجية على مواد سليلوزية .. وبعض الشموع والمواد العضوية - كما يحتوى الجنين على كمية عالية من الزيت ، وعليه فإن كثافته النوعية أقل من بقية أجزاء

الأندوسبرم ، ومن الطبيعي أن يُعتمد على هذه الخاصية في فصل الجنين عن بقية أجزاء الحبة أثناء تصنيع النشا .

أما منطقة التاج فهي تحتوى على معظم النشا ولكن متحدًا مع شبكة البروتين ، وعليه فإنه ضمن أحد خطوات الصناعة هو العمل على فصل النشا من هذه الشبكة البروتينية .

وتقـم حبوب الذرة على أساس طبيعة ونوعية الأندوسبرم إلى حبوب ذات الطابع الدقيقى وتسمى بالحبوب المنغوزة Flourey وحبوب صلبة Flint .



شكل (١) تركيب حبة الذرة النباتى

التركيب الكيماى لأصناف الذرة الأمريكية :

Chemical Analysis for American Corn

دهون	٤,٤ - ٤,٥ %	رطوبة	١٢ - ١٤ %
ألياف	٢,٣ - ٢,٤ %	نشا	٦١ - ٦٣ %
سكريات	٢,٢ - ٢,٤ %	بروتين	٨,٣ - ٨,٥ %

وتوزيع هذه المكونات على أجزاء الحبة الرئيسية يظهر من التحليل الكيماى التالى :

جدول (٣-١) التركيب الكيماى لأجزاء حبة الذرة

المكون %	القشرة	الجنين	الإندوسبروم
الرماد	١,٣	١١,١	٠,٧
البروتين	٦,٦	٢١,١	١٢,٢
اللييدات	١,٦	٢٩,٦	١,٥
الكربوهيدرات (نشا + سكريات)	٧٤,١	٣٤,٧	٨٥, -
الألياف	١٦,٤	٢,٩	٠,٦

البروتين : Protein

يتكون البروتين داخل حبة الذرة من عدة مكونات تختلف فى درجة قابليتها للذوبان

وهى :

جدول (٤-١) نسبة المكونات الداخلة فى تركيب بروتين الذرة

المكون	%	خصائصه
الألبومين	٣,٢	قابل للذوبان فى الماء
الجلوبيولين	١,٥	يدوب فى المحاليل الملحية
البرولامين (الزنين)	٤٧,٢	يدوب فى الإيثانول ٧٠ - ٨٠ %
الجلوتلين	٣٥,١	يدوب فى الصودا الكاوية

الليبيدات : Lipids

يمثل الجزء الأكبر من المكونات الدهون - والشموع - الكاروتينويدات Carotenoids ويظهر من ذلك أن جزء كبير من الليبيدات يقع فى منطقة الجنين ومن ذلك يلاحظ أن الجنين يعتبر مصدرا إقتصاديا لإستخلاص الزيت (٨٥ ٪ من محتوى الليبيدات فى الحبة) وفيتامينات الزيت هى أ ، د ، هـ ، وله ميزة معروفة فى التغذية نظراً لتركيبه من الأحماض الدهنية غير المشبعة .

تركيب النشا Starch Structure :

من الملاحظ أنه عند تحليل النشا بالأحماض فإنه يتسحج فى النهاية سكر الجلوكوز ولا يلاحظ أى نوع من السكريات الأخرى وهذا حقيقى بالنسبة لجميع أنواع النشا الناتجة من مصادر مختلفة مثال البطاطس ، الذرة ، الأرز ، القمح .

وعليه فإن الوحدة البنائية للنشا هى الجلوكوز منزوع منه جزيئ الماء ك٦ يد ١٠ هـ

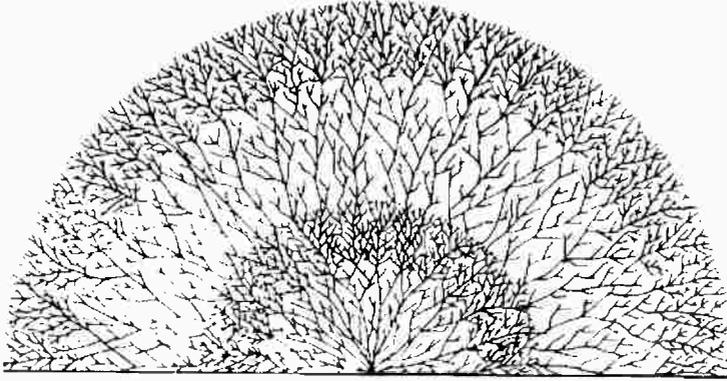
$C_6H_{10}O_5$ ويرمز إلى النشا بالتركيب [(ك٦ يد ١٠ هـ)_n أو ($C_6H_{10}O_5$)_n] .

ويتكون النشا من جزئين رئيسيين هما الأميلوز والأميلوبكتين ، والنشا العادى يحتوى على حوالى ٧٥٪ - ٨٠٪ أميلوبكتين ، وحوالى ٢٠ - ٢٥٪ من الأميلوز - أما النشا الشمعى Waxy Type والمتضمن فى الأرز الشمعى أو الذرة الشمعية فإنهما يحتويان على أميلوبكتين نقى مع كمية صغيرة من الأميلوز (أقل من ١٪) .

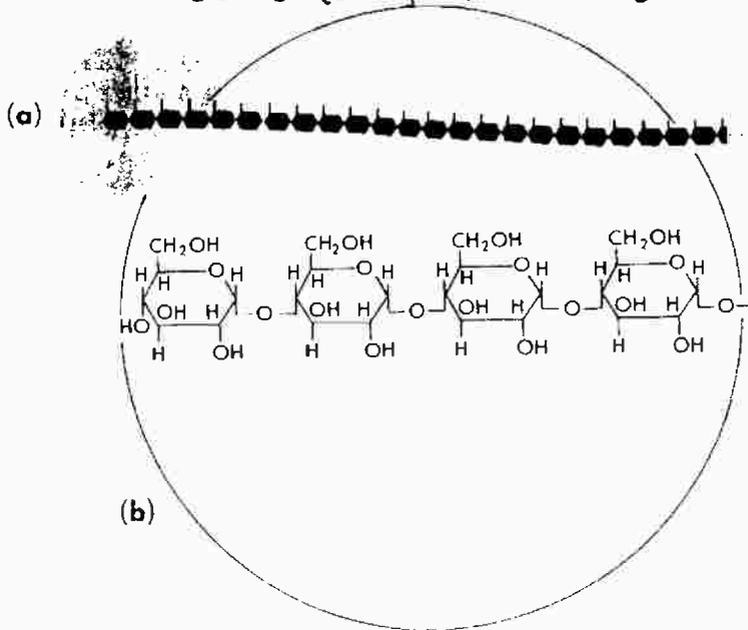
الأميلوز Amylose :

تركيب جزئى الأميلوز عبارة عن وحدات غير متفرعة على هيئة سلسلة مستقيمة من جزيئات الجلوكوز الحلقية متصلة ومرتبطة عن طريق الرابطة الفا ١ : ٤ .

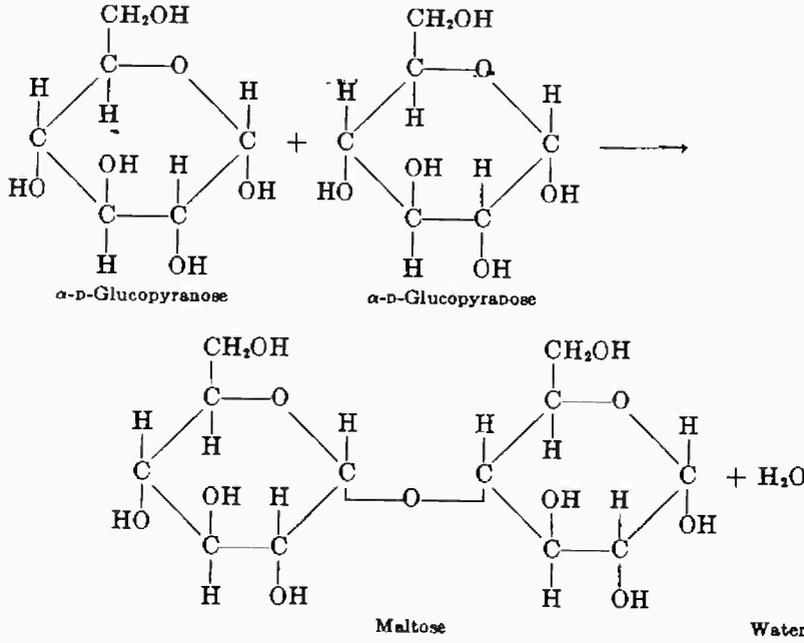
وتبلغ طول الوحدات ما بين ٢٥٠ - ١٠٠٠ وحدة وقد يصل عددها إلى ٣٨٠٠ وحدة .



شكل (١-١) منظر عام للتفرع في جزيئ النشا



شكل (٢-١) تركيب جزيئ الاميلور الكيمائى



شكل (١-٣) تركيب جزيئ المالتوز الثنائي من الجلوكوز الاحادى

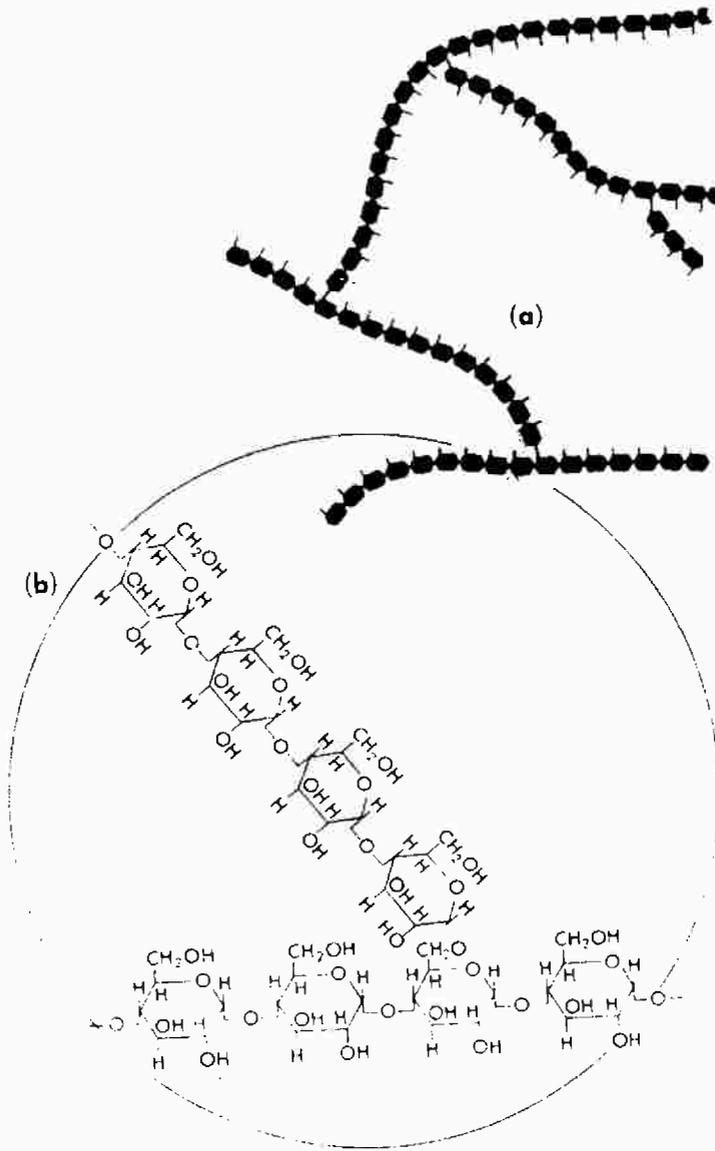
خصائص الاميلوز : Amylose Properties

- ١- يتحلل بواسطة إنزيم بيتا أميليز إلى مالتوز حيث يعمل على السلسلة خطوة خطوة عن طريق تكسير وحدات المالتوز من الطرف غير المختزل .
- ٢- يعطى من اليود لون أزرق داكن نتيجة قدرة الأميلوز على الإدمصاص .
- ٣- يتبلور مع كحول البيسوتانول تبلورا كاملا وعليه فإنه يستخدم فى عمليات فصل الأميلوز من النشا .
- ٤- يدمص على السليلوز وهذا يسهل من عمليات الفصل .

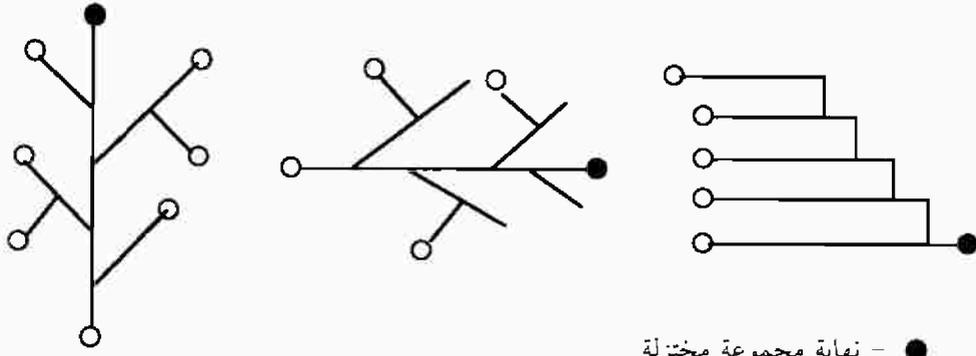
الاميلوبكتين : Amylopectin

يتكونه الاميلوبكتين من سلاسل متفرعة من الاميلوز مرتبطة مع بعضها عند نقطة التفرع بالرابطه ١ : ٦ . . وداخل السلسلة نفسها بالرابطه ١ : ٤ ويصل الوزن الجزيئى للاميلوبكتين إلى حوالى ٤٥٠,٠٠٠ وحدة جلوكوز .

ونتيجة لعملية الإرتباط بين الوحدات فإننا نجد أن أطراف السلسلة فقط هى التى لها قدرة إختزالية كما يظهر ذلك من التوضيح التالى شكل (١-٤) .



شكل (٤-١) تركيب وتفرع جزيئ الاميلوبكتين



● - نهاية مجموعة مختزلة

○ - نهاية مجموعة غير مختزلة

شكل (١-٥) منظر التفرع المقترح لجزيئ الأميلوبكتين

خصائص الأميلوبكتين Amylopectin Properties :

- ١- لا يتحلل تحليلًا كاملاً بواسطة إنزيم بيتا أميليز .
- ٢- يعطى مع اليود لون محمر قرنفلى .
- ٣- لا يتبلور فى وجود كحول البيوتانول .
- ٤- لا يدمص على السليلوز .
- ٥- محاليله ثابتة بالمقارنة بالأميلوز .

ويؤدى هذا الإختلاف فى خصائص الأميلوبكتين عن الأميلوز إلى سهولة التفرقة بينهما وفى فصلهما من محلول النشا .

★ مصادر إنتشار النشا Starch Sources :

يوجد النشا بكثرة فى مصادر نباتية متعددة وان كانت المصادر التى يمكن أن تدخل فى الإعتبار كما سبق الإشارة إليها (الذرة - الأرز - القمح - البطاطس - البطاطا - التايوكا - الشعير) .

ومن الطبيعى أن النشا يوجد ضمن التركيب الكيميائى لهذه المصادر مختلطاً مع مركبات أخرى سواء بروتينية أو دهنية أو غيرها من المركبات والتى نحاول جميع الطرق التكنولوجية التخلص منها عند الإعداد لإستخراج النشا من بعض هذه المصادر .

وفيما يلي نسبة النشا في هذه المصادر :

جدول (١-٥) نسبة النشا في الخامات المختلفة

الخامة	%
- الذرة	٦١ - ٦٣ %
- الذرة الرفيعة	٧٤ %
- الأرز	٧٦ %
- الشعير	٦٠ %
- القمح	٦٥ %
- البطاطا	١٦ %
- البطاطس	٢٠ %
- التايوكا (الكاسافا)	٢٠ %

★ صفات النشا الطبيعية Physical Properties of Starch

- ١- النشا النقي مادة بيضاء عديم الطعم والرائحة .
- ٢- لا يذوب في الماء البارد إلا أن حبيباته تنتفخ في الماء في حالة تهتكها .
- ٣- له خاصية الهيجروسكوبية أى القابلية لامتصاص الرطوبة .
- ٤- عند تعرض محلول النشا إلى الحرارة يؤدي إلى حدوث إنتفاخ في حبيبات النشا وتحول المعلق إلى حالة الجلتنة .
- ٥- تتباين أشكال حبيبات النشا تبعاً لمصادرها النباتية ومن هذه الأشكال :
 - أ - الحبيبات المستديرة
 - ب- الحبيبات البيضاوية
 - ج- الحبيبات عديدة الأضلاع
 - د - الحبيبات المخروطية
 - هـ - الحبيبات المركبة (متجمعة)

وعند فحص حبيبات النشا بواسطة الضوء المستقطب فإن الحبيبات يظهر فيها منطقة صغيرة على هيئة سرة يتجمع عليها بقية طبقات النشا داخل الحبيبة - وعند جفاف حبيبة

النشا فإنه يظهر مكان السرة تشقق في مكان منطقة السرة وهذه التشققات يمكن رؤيتها بالضوء العادي وقد تظهر هذه التشققات على هيئة حرف + غير متساوي الأضلاع .

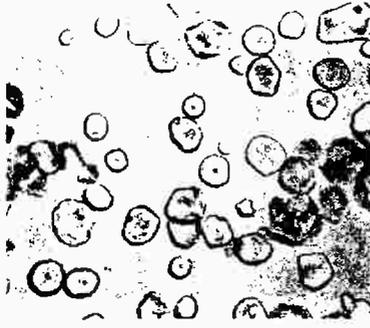
وعادة ما يؤخذ شكل السرة وأسلوب تفرعها بالإضافة إلى أحجام وشكل حبيبات النشا المشار إليها سابقا في التمييز بين أنواع النشا من المصادر المختلفة .

خصائص النشا الميكروسكوبية Starch Microscopic Properties :

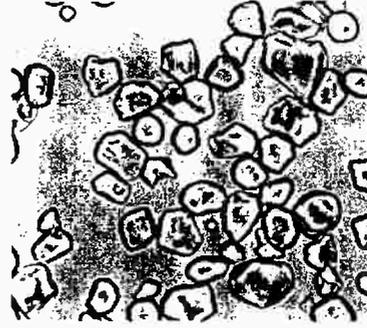
نوضح فيما يلي أهم خصائص وأشكال حبيبات النشا تحت الميكروسكوب من مختلف المصادر التقليدية وغير التقليدية :

جدول (٦-١) الخواص الميكروسكوبية لبعض أنواع النشا

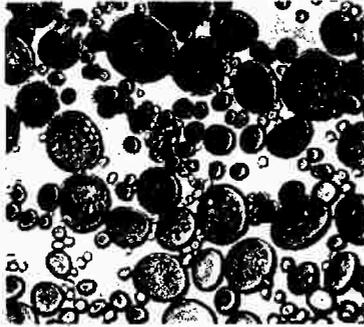
المصدر	حجم الحبيبة ميكرون	شكل الحبيبة	السرة	الفرع	ملاحظات
الذرة	١٠ - ٢٥	متعدد الأضلاع	ملحوظ في الوسط	غير ملحوظ	
القمح	١٣ - ١٥ ٢ - ٨ ٢٥ - ٣٠	بيضاوي	ملحوظ في حبيبات قليلة	لا يوجد	مشابه للبطاطس مع عدم وجود ترسيب توجد الحبيبات في حالة تجمع تظهر الحبيبة على هيئة طبقات
الأرز	٣ - ٥	متعدد الأضلاع	نادر		
البطاطس	١٥ - ١٢٥	بيضاوي	لا مركزية		
البطاطا	٢٠ - ٢٥	متعدد الأضلاع	مركزية	بسيط	
الشوفان	٥ - ٨	مثل الذرة وأقل في عدد الأضلاع	نادرة	نادر	
الشيلم	٥٠	مستديرة ومنها شكل الجرس	ملحوظة		
الشعير	٢٠ - ٣٥ ٢ - ٦	مستديرة أو قريبة الاستدارة	لا نرى		
الذرة الرفيعة الشمعية	١٥	مشابهة للذرة	مركزية		تغطي لون أحمر يميل للبنى مع اليود



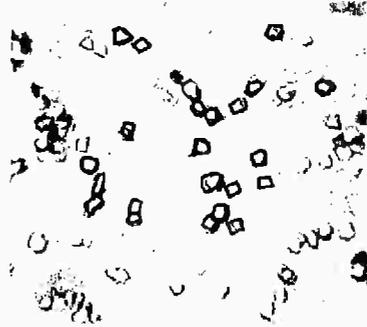
(a)



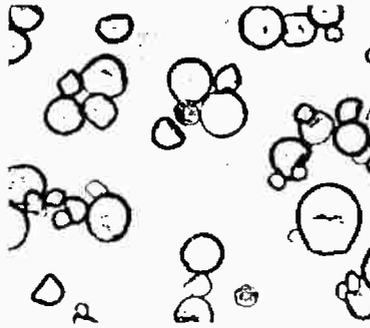
(b)



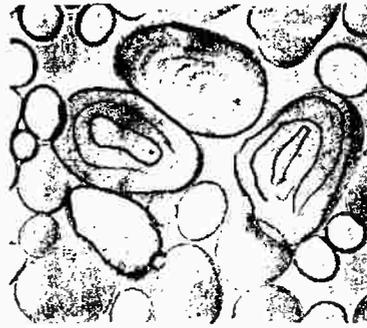
(c)



(d)



(e)



(f)

شكل (٦-١) أشكال متباينة لحبيبات النشا من :

(a) الذرة

(b) ذرة شمعية

(c) القمح

(d) الأرز

(e) تايوكا

(f) البطاطس