

**HANSELAND
GRONINGEN HOLLAND**

**كيمياء وتكنولوجيا
النشاء والجلوكوز
ومشتقاتها**

**Chemistry and Technology of
Starch , Colugos , and its Derivative**

إعداد

**طارق إسماعيل كاخيا
رئيس الجمعية الكيميائية السورية**

By

**TAREK ISMAIAL KAKHIA
President of Syrian Chemical Association**

كيمياء وتكنولوجيا النشاء والجلوكوز ومشتقاته

Chemistry and Technology of Starch , Colugos , and its Derivative

الباب الأول

السكريات أو الكربوهيدرات
وموضع النشاء والغلوكوز من تصنيفها

الفصل الأول

مدخل إلى السكريات أو الكربوهيدرات وتصنيفها

1-1 مقدمة :

عرفت السكريات في الطبيعة منذ عهد بعيد فالسكر والنشاء والسيليلوز وغيرها أمثلة من هذه المجموعة ، وهي مواد شائعة الانتشار في النباتات والحيوانات ، كما أنها تعتبر من المواد الخام لكثير من الصناعات مثل صناعة الأنسجة والورق والكحول وغيرها . وبجانب السكريات التي توجد في الطبيعة هناك الكثير منها التي تم تحضيرها في المخابر والمصانع . ولقد أطلق اسم كربوهيدرات Carbohydrates على هذه المركبات لأنها تحتوي على عنصري الهيدروجين والأكسجين بنسبة وجودهما في الماء .

إذا استناداً إلى هذه الخاصية يمكن أن نضع صيغة عامة للسكريات على النحو التالي : $C_x (H_2O)_y$ أو $C_x (H_2O)_x$.

ولكن ليس معنى ذلك أن جزيئات الماء موجودة هكذا في الجزيئي ولعل هذا الاعتقاد فيه شيء من الخطأ حيث أن هناك بعض السكريات لا تحتوي على عنصري الهيدروجين والأكسجين بالنسبة المذكورة ومن أمثلة ذلك سكر الرامنوز (Rhamnos) $(C_6H_{12}O_2)$. أضف إلى ذلك أن عدداً كبيراً من المركبات العضوية يحتوي على عنصري الهيدروجين والأكسجين بنسبة وجودهما في الماء ومع ذلك لا تقع هذه المركبات تحت قسم السكريات مثال ذلك حمض اللكتيك (Lactic Acid) $(C_3H_6O_3)$. بالرغم من ذلك فإن كتب الكيمياء مازالت تحتفظ بالاسم - كربوهيدرات .

والحقيقة العلمية تشير إلى أنها ألدهيدات أو كيتونات عديدة الهيدروكسيل Poly Hydroxy Aldehydes أو Poly Hydroxy Ketones أو مواد تعطي عند تحليلها مائياً ألدهيداً أو كيتوناً عديد الهيدروكسيل .

وتعرف الألدهيدات عديدة الهيدروكسيل بالاسم العام (ألدوز) Aldose
وتعرف الكيتونات عديدة الهيدروكسيل بالاسم العام (كيتوز) Ketose

1-2 أنواع (تقسيم) السكريات والاختبارات الخاصة بها :

يمكن تقسيم السكريات إلى المجموعات و الأقسام التالية :

1- السكريات الأحادية Mono Sacharides ومن أمثلتها الجلوكوز

والفركتوز وهما أبسط أنواع السكريات السداسية الكربون ولا يمكن أن
تتحلل مائياً إلى مركبات أبسط منها , وصيغتها العامة : $C_6H_{12}O_6$.

2- السكريات الثنائية Di Sacharides وتتحلل هذه السكريات مائياً إلى

جزأين من السكريات الأحادية , إذاً فهي تشتق من السكريات الأحادية بأن
يفقد كل جزئين لأحادي السكر (مختلفين أو متماثلتين) جزئ ماء .

وتنقسم السكريات الثنائية إلى :

أ - سكريات مختزلة مثل اللاكتوز Lactose والمالتوز Maltose :

ب - سكريات غير مختزلة مثل السكروز Sucrose :

والصيغة العامة للسكريات الثنائية هي : $C_{12}H_{22}O_{11}$.

3- السكريات المتعددة Poly Sacharides ومنها النشاء والسيليلوز

وتعطي هذه المركبات عند التحلل المائي عديداً من جزيئات السكر الأحادية :
وصيغتها العامة $(C_5H_{10}O_5)_n$.

والسكريات الأحادية والثنائية والثلاثية مواد متبلورة قابلة للذوبان في الماء

وهي حلوة المذاق , أما السكريات المتعددة فهي مواد غير متبلورة عديمة
الطعم وغير قابلة للذوبان في الماء .

وتستجيب جميع أنواع السكريات للتفاعلات التالية :

1 - الكربنة بالتسخين : تتكربن جميع السكريات عند تسخينها وتلاحظ

رائحة السكر المحروق .

2 – الكربنة بحمض الكبريت المركز : تتكربن السكريات مباشرة عند تسخينها مع قليل من حمض الكبريت مع تصاعد أول وثاني أكسيد الكربون ، وكذلك ثاني أكسيد الكبريت .

3 – اختبار موليش :

لو أضفنا إلى قليل من محلول سكري قطرتين أو ثلاثة من محلول ألفا نافقول المذاب في الكحول ، ثم صببنا باحتراس 2-3 سم3 من حمض الكبريت المركز على جدار الأنبوبة فإننا نلاحظ تكون حلقة بنفسجية داكنة على سطح الانفصال .

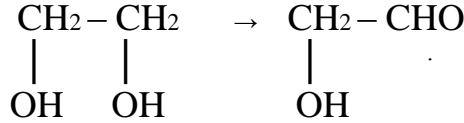
1-3-3 السكريات الأحادية :

1-3-1 مدخل :

وهي أبسط أنواع السكريات ، وهي عبارة عن ألدهيدات أو كيتونات عديدة الهيدروكسيل . ويتراوح عدد ذرات الكربون فيها من ثلاث إلى تسعة ذرات في الجزيء الواحد . والجدول الآتي يبين أهم أفراد هذه المجموعة :

عدد ذرات الكربون	الاسم	الصيغة العامة
3	Triose	$C_3H_6O_3$
4	Tetrose	$C_4H_8O_4$
5	Pentose	$C_5H_{10}O_5$
6	Hexose	$C_6H_{12}O_6$
7	Heptose	$C_7H_{14}O_7$
8	Octose	$C_8H_{16}O_8$
9	Nonose	$C_9H_{18}O_9$

هناك بعض الكتب الكيميائية تعتبر ألدهيد الغليكول Glycol Aldehyde أنه أبسط أنواع السكريات الأحادية وتدعوه بسكر البيوز Biose وهو يمكن الحصول عليه من أكسدة الغليكول بواسطة فوق أكسيد الهيدروجين :



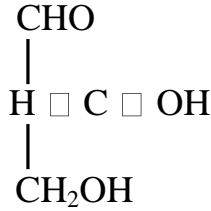
لكنه في الحقيقة لا يمكن أن نعتبره أبسط أنواع السكريات الأحادية وذلك للأسباب التالية :

أ - بما أنه لا يحتوي على ذرة كربون غير متماثلة Asymmetric Carbon Atom فإن ظاهرة التشابه الضوئي لا توجد في هذا المركب . ومن المعروف أن السكريات البسيطة : الأحادية والثنائية والثلاثية الموجودة في الطبيعة ذات نشاط ضوئي .

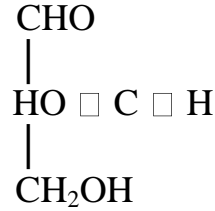
ب - ولو نظرنا إلى صيغته المفصلة لرأيناه عبارة عن ألدهيد أحادي الهيدروكسيل . ومن المعروف أن السكريات هي عبارة عن ألدهيدات أو كيتونات عديدة الهيدروكسيل .

1-3-2 التركيب (الصيغة) الفراغي للسكريات الأحادية :

هناك صعوبة كبيرة في تحديد التركيب الفراغي لهذه السكريات نظراً لوجود عدد من ذرات الكربون غير المتماثلة في الجزيء الواحد وقد اقترح العالم فيشر الرجوع إلى ألدوز الجليسرألدهيد وهو من أبسط السكريات : يحتوي الجليسرألدهيد على ذرة كربون واحدة غير متماثلة ويوجد على صورتين متشابهتين تشابهاً ضوئياً ، اليميني و اليساري ، وتبعاً لهذا الاقتراح فإن كل كربوهيدرات أحادي التسكر يشبه أحد متشابهي الجليسرألدهيد (اليميني و اليساري) يرمز له بالحرف D أو L بغض النظر عن حقيقة حيوده للضوء المستقطب . وعلى هذا فإن العلامات السابقة في بحث التشابه الضوئي تدل على تركيب فراغي معين ولا تدل على دوران الضوء المستقطب . إنما يرمز لدوران الضوء المستقطب بالعلامات (+) في حالة اليميني و (-) في حالة اليساري .

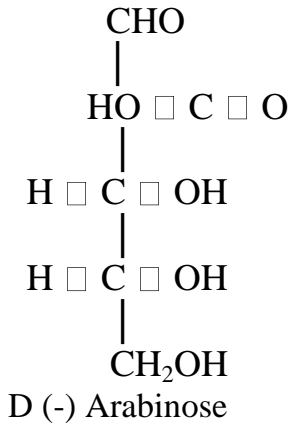


D (+) glycer - aldehyde

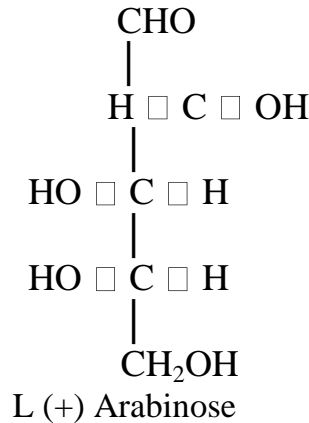


L (-) glycer - aldehyde

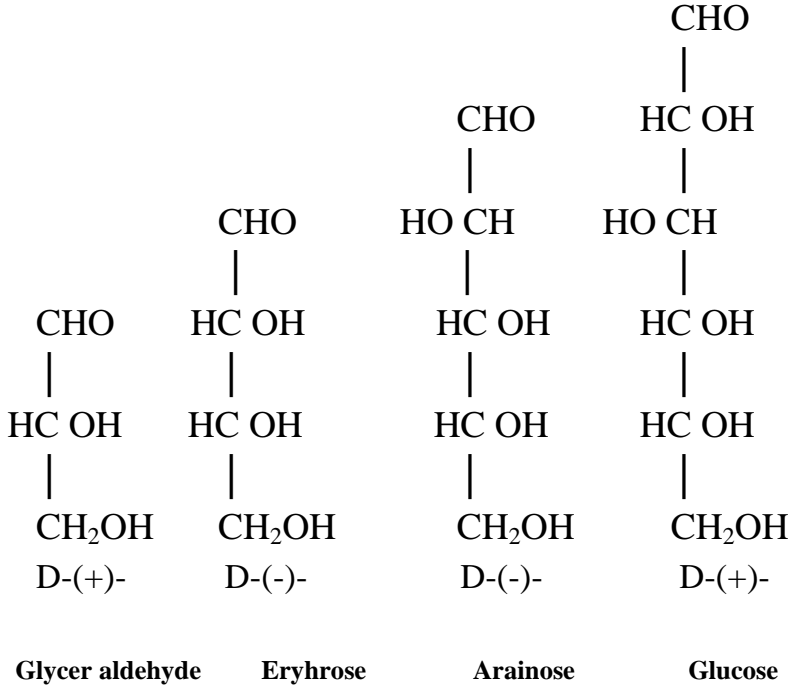
تصنف السكريات الأحادية في تشكيلين فراغيتين D و L ويعتمد هذا التصنيف (حسب فيشر fisher) على تشكيل ذرة الكربون اللامتناظرية والأكثر بعداً عن الزمرة الوظيفية الألهيدية في جزيء السكر ، وتعرف المتماكبات ذات التشكيل المماثل لتشكيل D - ألهيد الغليسرين بالتشكيل D أما المتماكبات ذات التشكيل المماثل لتشكيل L - ألهيد الغليسرين فهي تعرف بالتشكيل L .



D- Series



L- Series



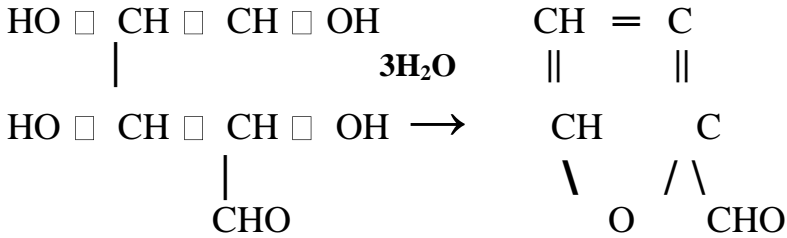
D-Sugar

1-2-3-1 البنتوزات : Pentoses

إن السكريات الأحادية التي توجد في الطبيعة هي البنتوزات والهكسوزات ، وتوجد البنتوزات $C_5H_{10}O_5$ على صورة ألدهيدات (ألدو بنتوزات) أو على صورة كيتونات (كيتو بنتوزات) ويمكن الحصول عليها بسهولة بالتحليل المائي للسكريات المتعددة والتي تعرف باسم البنتوزات التي توجد في الأجزاء الخشبية لبعض النباتات وفي بعض الصمغ وفي القش وفي الحبوب . ولا توجد البنتوزات طليقة في الطبيعة .

وللبنتوزات ثمانية مشابهات ضوئية وأربع صور راسيمية وذلك لأنها تحتوي على ثلاث ذرات كربون غير متماثلة (2³) وجميع هذه المشابهات الضوئية معروفة .

ومن أهم مميزات البننوزات هو عدم قابليتها للتخمر على ع كس الهكسوزات , كما أن غليان الألدو بننوزات مع حمض كلور الماء أو حمض الكبريت يؤدي إلى تكوين الفورفورال :

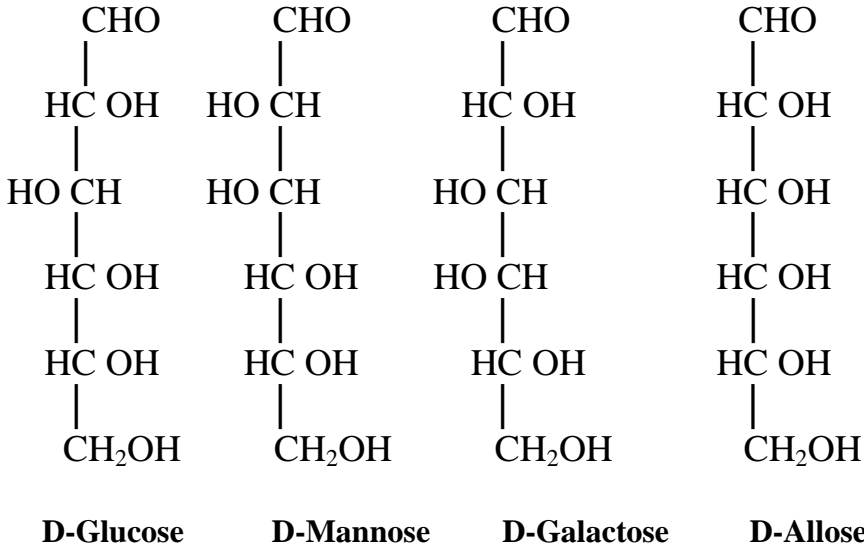


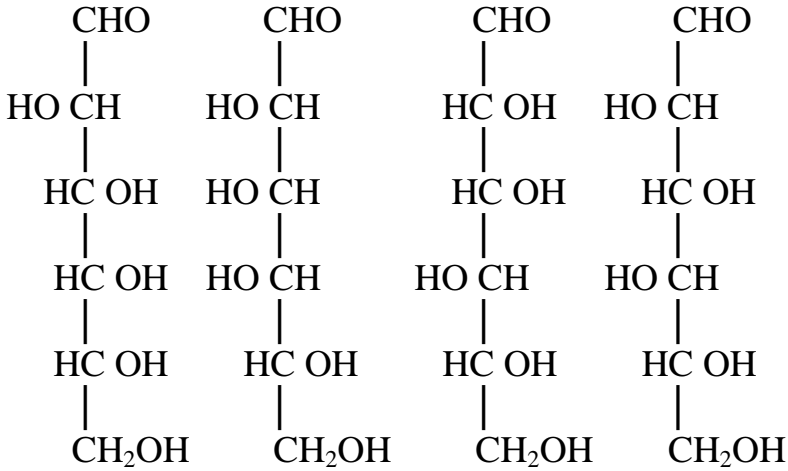
Pentose

Furfural

2-2-3-1 : Hexoses الهكسوزات

تضم هذه المجموعة أكثر السكريات شيوعاً في الطبيعة مثل الغلوكوز والفركتوز و الجلاكتوز و غيرها , وتنقسم هذه المجموعة إلى ألدوهكسوزات (مثل الغلوكوز و الجلاكتوز و المانوز) . و الكيتوهكسوزات مثل (الفركتوز) ويحتوي جزيء الألدوهكسوز على 8 صور راسيمية كما هو موضح أدناه :





D- Altrose

D- Talose

D- Gulose

D- Idose

يعرف الغلوكوز باسم سكر العنب أو ألدودكستروز . وهو أهم
 السكريات الأحادية . ويوجد مع الفركتوز في عصير معظم الفواكه وفي
 عسل النحل وفي بول مرضى السكر .

الفصل الثاني

الغلوكوز والهكسوزات

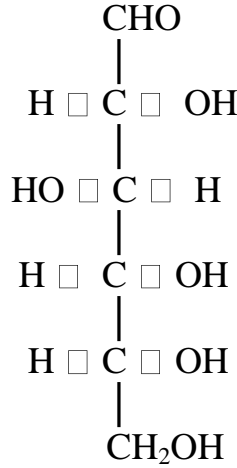
Glucose and Hexoses

2-1 مقدمة :

يطلق على الغلوكوز اسم سكر العنب أو الديكستروز ويوجد على شكل بلورات تذوب في الماء بشكل جيد بينما تذوب بصعوبة في الكحول . يوجد الغلوكوز بكثرة في الطبيعة على شكل حر (عصائر الفواكه) أو مرتبط مع المركبات الأخرى أهمها الفركتوز حيث يشكل معه السكروز ، كما ترتبط جزيئات الغلوكوز مع بعضها وتشكل النشاء أو السليلو ز أو الغليكوجين . ويعتبر الغلوكوز السكر الرئيسي لجميع الكائنات الحية ويستخدم للحصول على الطاقة كما يوجد في الدم بنسبة ثابتة تقل عن 0,1 % وكذلك توجد آثار منه في البول (يؤدي زيادة نسبة الغلوكوز في البول إلى مرض السكر) . ويمكن الحصول على الغلوكوز تجارياً بالتحليل المائي للنشاء .

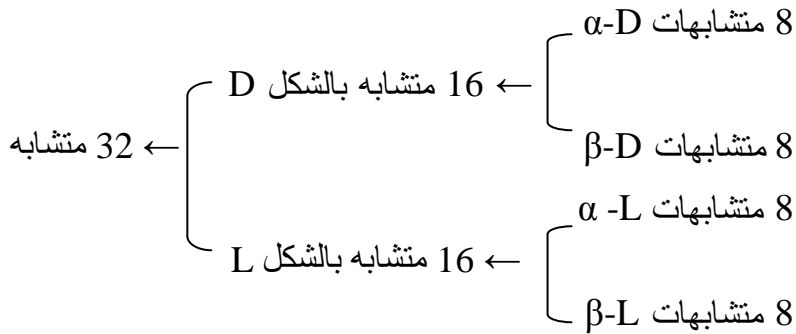
2-2 بنية الغلوكوز :

يصنف الغلوكوز ضمن السكريات الأحادية سداسية ذرة الكربون الواسعة الانتشار في الطبيعة وهو الألدوهكسوز ، حيث يحتوي زمرة ألدهيدية ، وتعد الطريقة التي اتبعت لاستنتاج صيغة الغلوكوز من الأمثلة الجيدة للطرق الكلاسيكية في الكيمياء العضوية المطبقة لاستنتاج صيغ المركبات . ويدل التحليل الكمي على أن الصيغة الأولية للغلوكوز هي CH_2O بينما يدل الوزن الجزيئي على أن الصيغة الجزيئية المجملة هي : $C_6H_{12}O_6$. يتفاعل الغلوكوز مع كثير من الكواشف التي تستخدم في تمييز الزمرة الوظيفية الألدهيدية أو الكيتونية مثل :الهيدروكسيل أمين NH_2OH وفينيل الهيدرازين $C_6H_5NHNH_2$ وسيانيد الهيدروجين HCN .

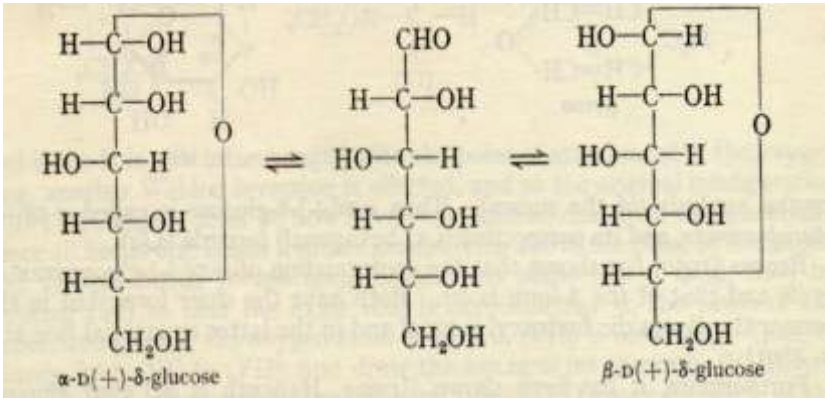


D - الغلوكوز

تتكون جزيئة الغلوكوز من سلسلة كربونية ذات ذرات كربون متعاقبة وتحتوي السلسلة زمرة ألدهيدية عند إحدى نهايتها وخمس زمر هيدروكسيلية تقع كل منها عند كل ذرة كربون متبقية ، وإذا أخذنا في الاعتبار الكيمياء الفراغية حيث تحتوي الجزيئة كما هو واضح أربع ذرات كربون لا متناظرة وباستخدام فرضيات فراغية وتجارب مناسبة نحصل على عدد المتشابهات الضوئية للغلوكوز وهي / 32 / متشابه .



ولقد تم التوصل إلى صيغة الغلوكوز المطابقة لصفاته وهي كما يلي :

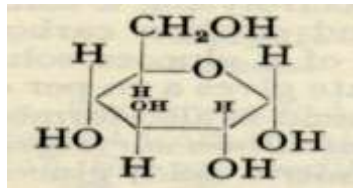


(نصف أسيتال α) (الشكل الألهيدي) (نصف أسيتال - β)

عندما تكون الزمرة الكحولية والزمرة الألهيدية في الجزيئة نفسها ومتوضعة بحيث تمكن من تشكيل حلقة سداسية الأضلاع عند تشكيل نصف أسيتال فإن هذا التفاعل يكون ممكناً .

لهذا يوجد الغلوكوز على شكل نصف أسيتال داخلي حلقي ، حيث تضاف مجموعات الهيدروكسيل في الجزيئة إلى مجموعات الكربونيل وليس هناك إلا كمية قليلة جداً من الألهيد الحر الموجود في حالة اتزان مع نصف الأسيتال في المحلول وكما هو ملاحظ إن إغلاق الحلقة يعمل على تحويل كربون الألهيد إلى كربون غير متناظر لذلك هناك شكلان من نصف الأسيتال الحلقي في حالة التوازن مع الألهيد الحر في المحلول يرمز لأحد الشكلين الحلقي بالرمز α وللشكل الآخر بالرمز β .

يمثل الغلوكوز أحياناً بالصيغة التالية ويعتبر هوارت أول من أدخل هذا التركيب الحلقي :



(D - β - الغلوكوز (صيغة هوارت)

2 - 3 الخواص الفيزيائية للغلوكوز :

يذوب الغلوكوز بسهولة في الماء و يتبلور منه مع جزيء من ماء التبلور و ينصهر عند الدرجة 86° م بينما ينصهر الغلوكوز اللامائي عند الدرجة 146° م وينتج عند بلورته من الكحول .

و الغلوكوز يميني الأثر على الضوء المستقطب ومن هنا كان اسمه دكستروز . والدوران النوعي لمحلول الغلوكوز حديث التحضير هو $\alpha = 110^{\circ}$ وتقل هذه الدرجة تدريجياً بالوقت أو بالتسخين حتى تصبح ثابتة عند $(52,5^{\circ})$ ويعرف هذا التغيير في الدوران باسم تعديل الدوران .

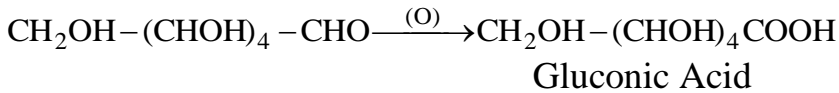
2 - 4 الخواص الكيميائية للغلوكوز :

يستجيب الغلوكوز للخواص الكيميائية للسكريات الأحادية :

آ- الأكسدة :

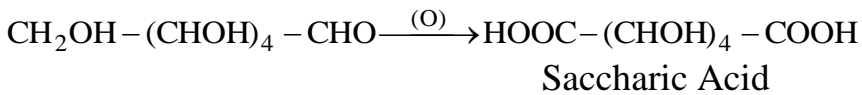
تتأكسد هذه السكريات بسهولة و لهذا فإن محاليلها تختزل محلول **فهنغ** (محلول قلوي لكبريتات النحاس و طرطرات البوتاسيوم و الصوديوم) أو **كاشف تولانز** (محلول نترات الفضة النشارية) .

كذلك يتأكسد الغلوكوز بالعوامل المؤكسدة الضعيفة مثل أكسيد النحاس أو ماء البروم مكوناً حمض أحادي القاعدة على نفس العدد من ذرات الكربون :



ولكن العوامل المؤكسدة القوية مثل حامض الآزوت (النتريك) تحول

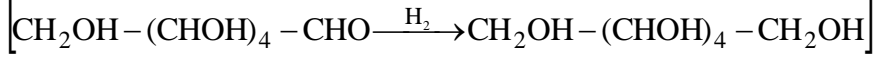
الغلوكوز إلى حامض ثنائي القاعدة :



ب - الاختزال (الإرجاع) :

يمكن اختزال الـغوكوز بسهولة بالهيدروجين بوجود عامل مساعد كملغم

الصوديوم، ويتكون كحول عديد الهيدروكسيل يسمى سوربيتول:



ج - تكوين الاسترات :

يتفاعل الـغوكوز مع بلا ماء حمض الخل وخلات الصوديوم ويتكون

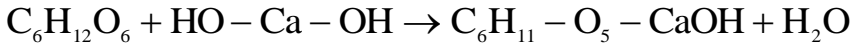
مشتق يحتوي على خمس مجموعات أسيتيل . ويعتبر تكوين هذا المشتق

دليلاً على وجود خمس مجموعات هيدروكسيل في الجزيء .

د - تكوين الأملاح :

يكون الـغوكوز مشتقات معدنية مع القلويات والأكاسيد المعدنية (كال لثس

والباريت وأكسيد الرصاص) .



Glucose

Calcium Glucose sate

هـ - التفاعل مع فينيل هيدرازين :

يشبه الـغوكوز الألدهيدات في أنه يتفاعل بالإضافة مع حامض هيدروسيان

كما يعطي نواتج مع القواعد (الأسس) النيتروجينية مثل الأمين الهيدروكسيلي

أو فينيل هيدرازين . وهذا الأخير يعطي ما يعرف بالأوزازون الذي يمكن

عن طريقه فصل وتمييز السكريات حيث تتفاعل كميات متكافئة من الـغوكوز

وفينيل هيدرازين لتكوين مشتق فينيل الهيدرازون ويكون محور التفاعل هو

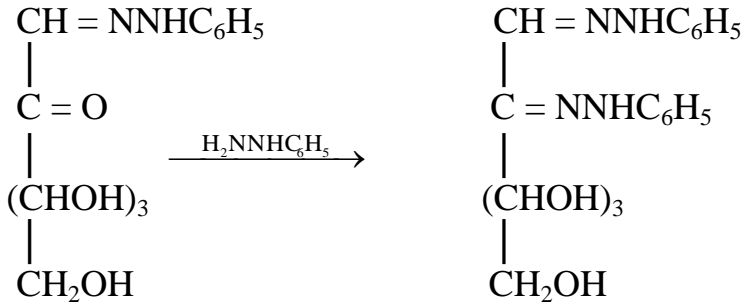
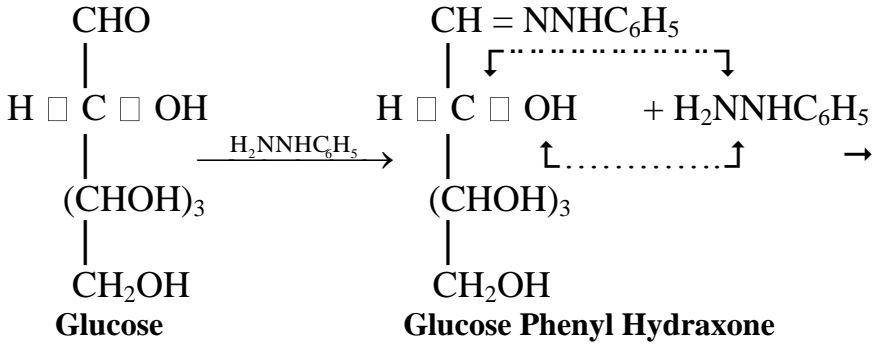
ذرة الكربون رقم (1) ، ثم يؤكسد الجزيء الثاني من هذا الكشاف الكحول

الثانوي في ذرة الكربون رقم (2) ليحولها إلى مجموعة كربونيل بينما

يتحول جزيء فينيل الهيدرازين إلى أنيلين ونشادر . ثم تتكاثف مجموعة

الكربونيل التي تكونت مع جزيء ثالث من الكشاف لتعطي ثنائي فينيل

الهيدرازون المعروف باسم أوزازون وتتم التفاعلات تبعاً للمعادلات الآتية :



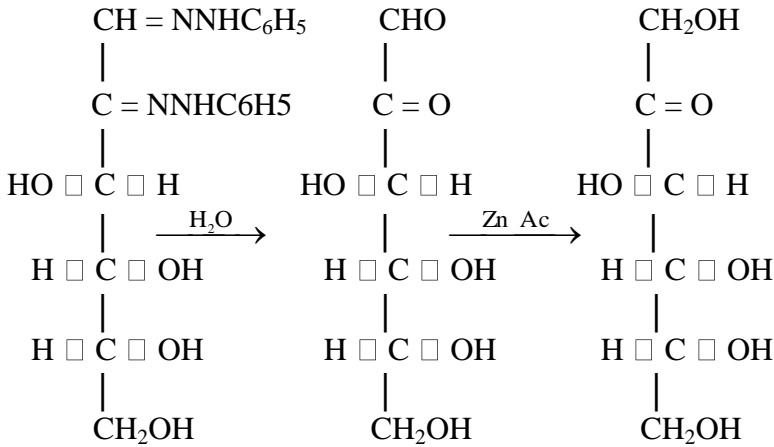
(by Product :
 $\text{NH}_3, \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)

Glucosazone (m.p. 208)

و - تحويل الغوكوز إلى فركتوز :

1 - عن طريق تكوين أوزازون الغوكوز يمكن تحويل الغوكوز إلى فركتوز وذلك : بتحليل هذا الأوزازون مائياً بواسطة حمض كلور الماء المركز ثم اختزال المركب الناتج بواسطة حمض الخل والتوتياء (أوزامين) .

2 - وإذا عولج الأوزامين بحمض النيتروز فإنه يتحول إلى فركتوز :



D - Glucosazone

Glucosone

D - Fructose

ز - التخمر الكحولي للغلوكوز :

لا تتخمر سوى السكريات الأحادية التي تحتوي على ثلاثة أو ستة أو تسعة ذرات من الكربون في الجزيء الواحد. وحتى هذه السكريات فإنها تختلف فيما بينها في مدى تخمرها. فالجلوكوز اليميني والفركتوز اليساري والمانوز اليميني تتخمر بسهولة بالمقارنة مع الجلكتوز اليميني رغم أنها جميعاً تحتوي على ست ذرات من الكربون في الجزيء الواحد. أما الـغلوكوز اليساري فإنه لا يتأثر إطلاقاً بأنزيم الزيماز.

2 - 5 التركيب الحلقي للهكسوزات Ring Structure of Hexoses :

أ - مدخل :

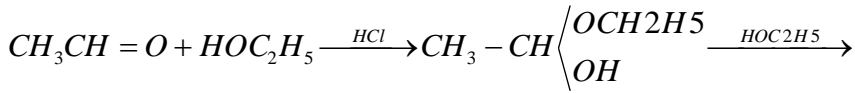
رغم أن الـغلوكوز يتفاعل كأنه ألدهيد في بعض تفاعلات الألدهيدات إلا أنه :

- 1 - لا يضيف NaHSO_3 ولا يؤثر في لكاشف شف .
- 2 - لا تفاعل خامس أسينات الـغلوكوز مع الأمين الهيدروكسيلي مما يشير إلى أنها لا تحتوي على مجموعة ألدهيد حرة . ويمكن أن نستنتج من

ذلك أنه لا يمكن تمثيل خامس أسيتات الـ غوكوز بسلسلة مفتوحة ، وحيث أن هذه الأسيتات تتكون من الـ غوكوز نستنتج كذلك أن الـ غوكوز لا يمكن تمثيله بسلسلة مفتوحة .

ب - تكوين الجلوكوزيد Glycoside :

تتفاعل الألدهيدات العادية مع الكحولات لتعطي ما يسمى بالأستيتال Acetal ويلاحظ أن كل جزيء من الألدهيد يحتاج إلى جزيئين من الكحول كما هو واضح من المعادلات التالية :

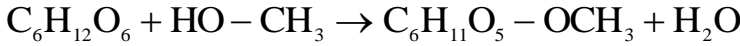


Hemi Acetal



Acetal

وهذه المركبات ثابتة في وسط قلوي ولكنها تتحلل بفعل الأحماض المخففة، ولكن عندما يتفاعل الـ غوكوز مع الكحول الميثيلي في وجود حمض كلور الماء فإن المركب الناتج يحتوي على مجموعة ميثيل واحدة ويدعى بميثيل الـ غوكوز :

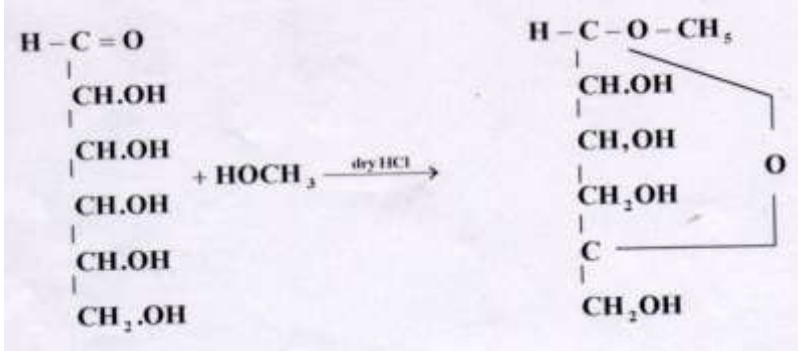


Glucose

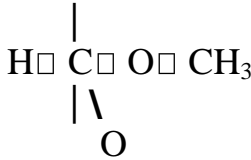
Methyl Glucoside

أ - ميثيل الـ غوكوز هذا ثابت في الوسط القلوي ولكنه يتحلل بسهولة في الوسط الحمضي وبناءً على ذلك فإن له نفس التركيب الأستيتال .
ب - لا يختزل ميثيل الـ غوكوز محلول فهلنغ ولا يتفاعل مع فينيل الهيدرازين . ويدل هذا دلالة واضحة على أن مجموعة الألدهيد التي كانت موجودة أصلاً في جزيء الـ غوكوز قد اشتركت في التفاعل مع جزيء واحد من الكحول الميثيلي لتعطي مركباً مشابهاً للأستيتال . ولكن سبق القول أن مجموعة الألدهيد تحتاج إلى جزيئين من الكحول لتكوين

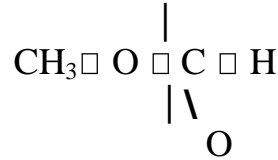
الأسيتال ولذلك يستنتج أنه عند تكوين ميثيل الـ غوكوز تشترك مجموعة هيدروكسيلية من الكحول الميثيلي وأما المجموعات الثانية فإنها تأتي من جزيء السكر نفسه .



وهذا التركيب الحلقي المقترح لميثيل الجلوكوزيد يجعل ذرة الكربون رقم (1) غير متماثلة وعلى هذا يمكن أن توجد على صورتين متشابهتين . وقد وجد فعلاً أنه ينتج من تفاعل الـ غوكوز والكحول الميثيلي تكوين متشابهين من ميثيل الجلوكوزيد ويطلق عليهما ألفا، بيتا وهذا يعطينا أحد الدلائل القاطعة على صحة هذا التركيب .



α - Methyl Glucoside

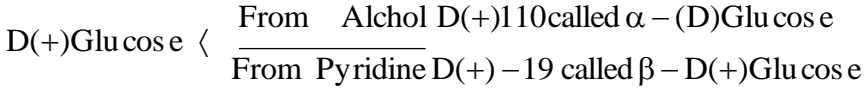


β - Methyl Glucoside

ج - تعديل الدوران Mutarotation :

أ - عند إذابة الـ غوكوز في الماء فإن قوة دوران المحلول للضوء المستقطب تتغير تدريجياً حتى تصل إلى درجة ثابتة ، ويدعى هذا التغير في الدوران النوعي : **تعديل الدوران** .

ب - أمكن فصل صورتين متشابهتين للغلوكوز اليميني وذلك ببلورته في الكحول أو البيريدين :



ج - عند إذابة ألفا غلوكوز اليميني في الماء يقل دورانه النوعي عن 110° تدريجياً ويثبت عند 52.5° .

أما بيتا غلوكوز اليميني فإن محلوله في الماء يرتفع دورانه النوعي من 19° تدريجياً ليثبت عند 52.5° .

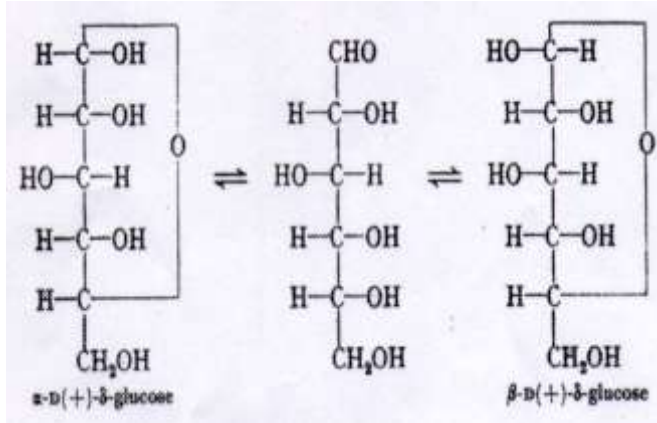
ولا يمكن لصيغة الـ غلوكوز المفتوحة أن تعبر عن إمكانية وجود ألفا وبيتا غلوكوز ولكن يمكن شرحها بسهولة على أساس الصيغة الحلقية للغلوكوز.

د- يمكن شرح ظاهرة تعدل الدوران على أساس صيغتي ألفا وبيتا

غلوكوز. فعند إذابة أحدهما في الماء تتحول إلى الأخرى .

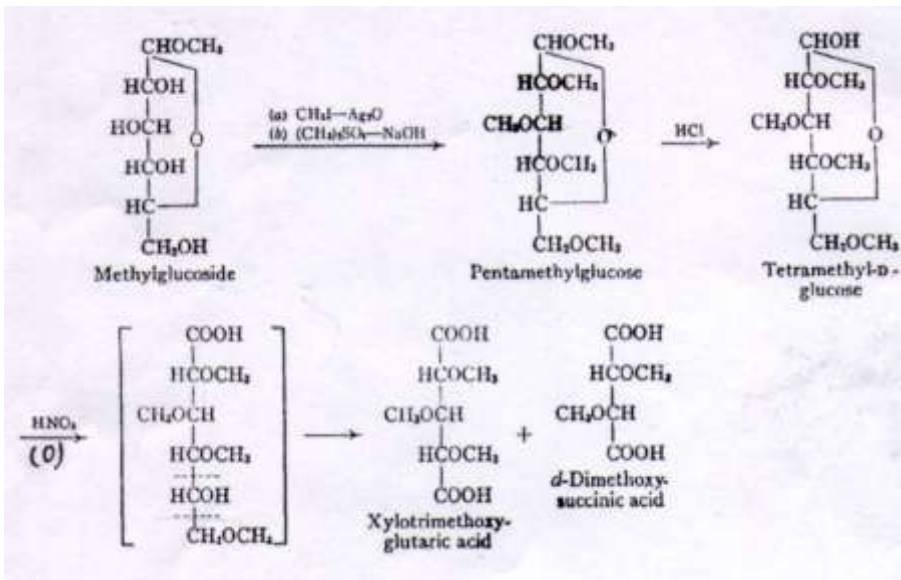
ويلاحظ أن الدوران النوعي 52.5° يعبر عن مخلوط من ألفا وبيتا غلوكوز

في حالة اتزان :

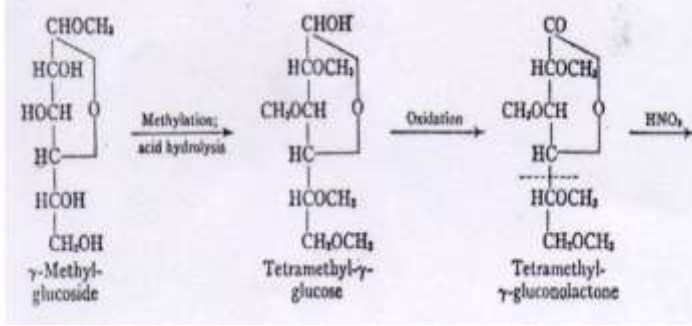


د - الحجم الحلقي للـغوكوز والشكل البيرانوزي والفورانوزي له :

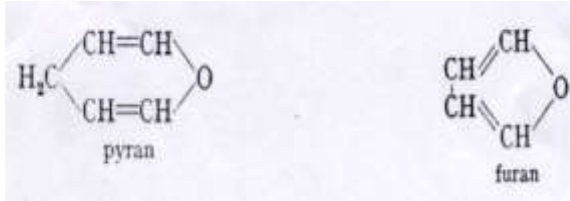
تبدأ الحلقة بذرة الكربون رقم (1) في الألدوز وتمتد إلى ذرة كربون أخرى في السلسلة وقد أمكن تحديد حجم حلقة الـغوكوز بسلسلة من التفاعلات نذكرها فيما يلي : بما أن صيغة ثلاثي ميثيل حمض الجلوتاريك معروفة ، إذن يمكن القول أن مجموعات الميثوكسيل في رباعي ميثيل الـغوكوز تتصل بذرات الكربون : 2 و 3 و 4 و 6 .



وبناءً على ذلك لا يمكن أن تكون هذه الذرات مشتركة في تكوين الحلقة الأوكسيدية . إذن فالحلقة الأوكسيدية هي بين ذرات الكربون رقم (1 و 5) وتكون بذلك حلقة سداسية وتدعى حلقة بييرانوزية Pyranose Ring لأنها تشبه حلقة البيران .



ويوضح تكوين ثنائي ميثوكسي حمض السكسينيك أن مجموعات الميثوكسيل في رباعي ميثيل الـ غوكوز تتصل بذرات الكربون رقم 2 و3 و5 و6 وبناءً على ذلك فالحلقة الأوكسيديية هي بين الذرات رقم 1 و4 وتكون بذلك حلقة خماسية وتدعى بحلقة فورانوزيه Furanose Ring لأنها تشبه حلقة الفوران:



Pyran

Furan

ومما سبق يمكن أن نتساءل ما هو حجم حلقة الـ غوكوز؟ هل هي بين

ذرتي الكربون 1، 4 أم 1، 5؟ أو بم عنى آخر، هل للـ غوكوز الشكل

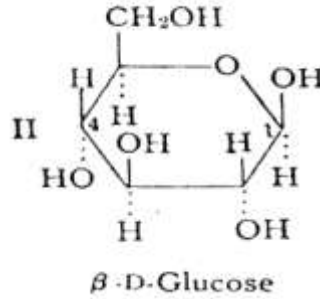
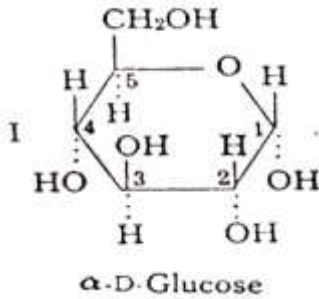
الفورانوزي أو البيرانوزي أو له الشكلان معاً بشكل متوازن؟ .

- والحقيقة أن الشكل الفورانوزي هو أقل ثباتاً من الشكل البيرانوزي .
- ولذلك فإن الـ غوكوزات في الطبيعة لا توجد إلا في شكلها البيرانوزي . أما الشكل الفورانوزي فهو موجود في بعض م شتقات الكيتوزات وليس على صورة طليقة .

هـ - تحديد كيان ذرة الكربون رقم (1) :

تظهر في التركيب الحلقي للألدوزات ذرة كربون جديدة غير متماثلة (رقم 1) يمكنها أن توجد على صورتين متشابهتين ألفا وبيتا . ويمكن تحديد صورة الجلوكوز باستخدام طريقة بوشكين فقد وجد هذا الباحث أن الجليكوزات تزيد من درجة التوصيل الكهربائي لحمض البوريك . وقد عزى هذا إلى تكوين مركب معقد له درجة تأين أعلى بكثير من حمض البوريك نفسه كما وجد أنه عند إضافة ألفا جلوكوز إلى محلول حمض البوريك تزداد درجة التوصيل بشكل كبير، أما إذا أضيف بيتا جلوكوز فإن درجة التوصيل تكون أقل من الحالة الأولى بشكل واضح .

وتبعاً لذلك فإن مجموعتي الهيدروكسيل المتصلتين بذرتي الكربون 1 ، 2 في الصيغة ألفا جلوكوز متجاورتين (أي على جهة واحدة من الصيغة) . أما في حالة بيتا جلوكوز فهما متقابلتان (إحداهما جهة اليمنى والأخرى جهة اليسرى) .



الفصل الثالث

النشاء وتركيبه الكيميائي

Starch and its Chemical's Structure

3 - 1 - مدخل :

تختزل النباتات العليا السكريات العديدة polysaccharides كغذاء مخزون لوقت الحاجة في جميع أنواع الخلايا، وتعتبر الخلايا البرانشيمية Paranchymus Cell والجذور والدرنات والنخاع أهم أعضاء النباتات التي تختزن هذه السكريات العديدة .
وأهم هذه الأغذية المخزونة لوقت الحاجة هي النشاء والفركتان Fructans والمنان Mannans . أما في الحيوان فتختزن هذه الأغذية على صورة سكريات عديدة أيضاً والمعروف باسم الجليكوجين Glycogen وهو يشبه في تركيبه الكيميائي تركيب النشاء
ويختزن النشاء عادة في البذور والحبوب وقد تصل النسبة المئوية للنشاء فيها إلى 70 % كما يختزن أيضاً في الفواكه والدرنات والجذور والساق وتصل النسبة المئوية للنشاء فيها إلى 20 % . ويفرد النشاء عن الكربوهيدرات الأخرى في أنه يختلف في صفاته (وخاصة الطبيعية) تبعاً لمصدر النبات .

وتتكون حبيبات النشاء أساسياً من كربوهيدرات بجانب كميات ضئيلة من مركبات أخرى والتي قد تؤثر في الصفات الطبيعية الكيميائية للنشاء فنجد أن نشاء الحبوب Cereal Starches يحتوي على نسب من المواد الدهنية تتراوح ما بين (0.5 - 1%) وهي مدمصة على جزيئات النشاء ، كما نجد أن النشاء يحتوي على نسب ضئيلة من الفوسفور (0.01 - 0.2 %) ويكون عادة على صورة استر مرتبط بوحدة الجليكوز التي تكون جزيء النشاء

-24-

HANSELAND

GRONINGEN HOLLAND

Chemistry and Technology of Starch and its Derivative

وتكون نسبة الفوسفور عالية في نشاء البطاطا والتبوكا والساجو Sago .
ومن الوجة الكيميائية يعتبر النشاء من المكونات ذات الجزيئات الكبيرة ،
والجزيء مكون من سلاسل عديدة وكل سلسلة تتكون من وحدات من ألفا

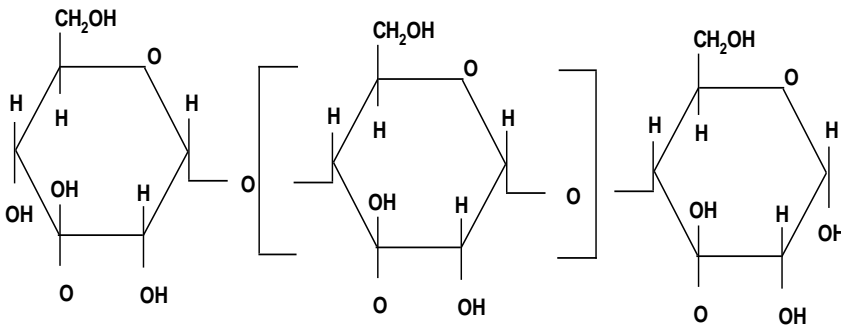
جليكوبيرانوز Alpha- Glucopyranos .

ويختلف العلماء في تركيب جزيء النشاء فيوجد رأيان ، أحدهما وهو
الأكثر اعتقاداً يقول أن النشاء مركب غي ر متجانس يتكون من أكثر من
مركب واحد ويعرف هذا الرأي : [بالتركيب المتعدد للنشاء] أما الرأي الثاني
فهو أن جزيء النشاء عبارة عن جزيء واحد متجانس ويعرف هذا الرأي :
[بالتركيب الفردي للنشاء] .

والنظرية المعروفة بالتركيب المتعدد للنشاء تؤيد أن النشاء المستخلص
من المصادر الطبيعية المختلفة يتركب على الأقل من مركبين أساسيين هما :

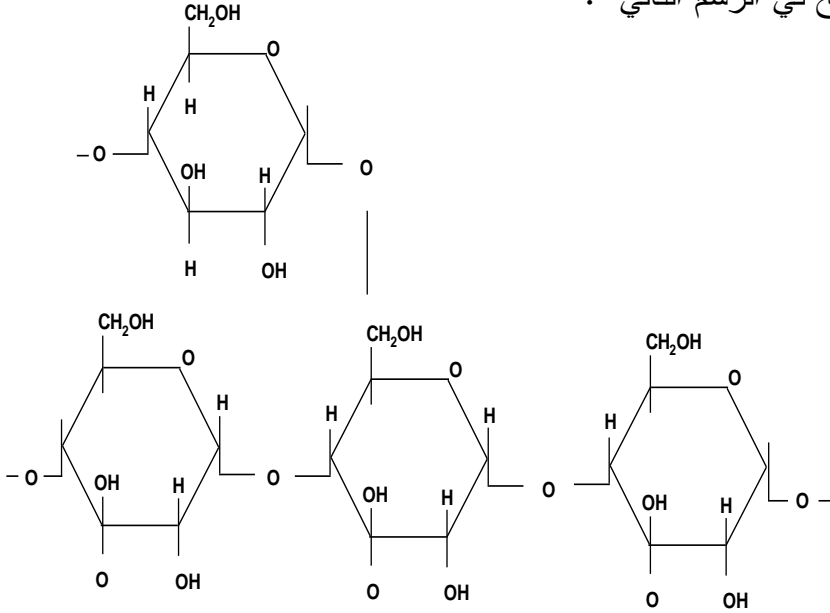
الأميلوز Amylose والإميلوبكتين Amylopectin .

والأميلوز : هو المركب الذي يتكون من سلسلة مستقيمة مركبة من
وحدات D- glucose pyranose units يتراوح عددها من 200-1000
وحدة وهذه الوحدات مرتبطة ببعضها بروابط الألفا 4 : 1 جليكوزيد
Alpha - 1 : 4 Glucoside كما هو واضح في الرسم التالي :



أما الأميلوبكتين : فهو المركب للنشاء ذو السلسلة المتفرعة ، كما هو

واضح في الرسم التالي :



ويتكون أيضاً من وحدات جليكوز مرتبطة مع بعضها بروابط ألفا 1:4 جليكوزيدية كما هي موجودة في الأميلوز مكونة سلاسل قصيرة من حوالي 22 إلى 32 وحدات جليكوزيدية وهذه السلاسل القصيرة مرتبطة مع بعضها بروابط ألفا 6 : 1 جليكوزيدية Alpha 1: 6 Glucoside وهذه الروابط هي مواضع التفرع .

ويعتقد بعض العلماء أن النشاء يتكون من أكثر من مركبين ، حيث توجد مركبات أخرى بنسبة صغيرة في جزيء النشاء بعضها من ذي السلسلة المستقيمة وبعضها من ذي السلاسل المتفرعة ولكن نسبة التفرع أقل من الذي موجود في الأميلوبكتين .

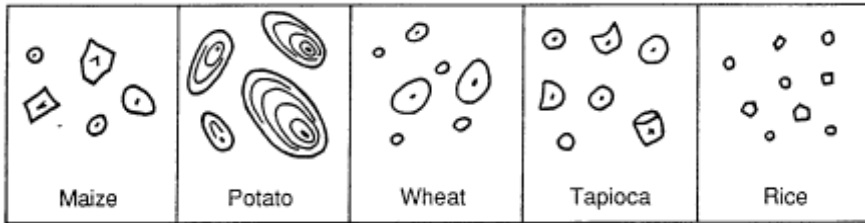
وتختلف نسبة الأميلوز والأميلوبكتين تبعاً لمصادر النشاء المختلفة . وتتراوح نسبة الأميلوز في معظم أنواع النشاء ما بين 15 - 30 % أما نسبة

الأميلوبكتين فتتراوح ما بين 70 - 85 % وهناك حالات شاذة حيث ترتفع نسبة الأميلوز إلى حد كبير كما هو الحال في بعض أنواع الذرة الهجين حيث ترتفع نسبة الأميلوز إلى 60 - 70 % تقريباً بينما لا تتجاوز في أنواع الذرة العادية 30 % ومن جهة أخرى وجد أن في بعض أنواع الذرة والأرز من النوع الشمعي Waxy ترتفع نسبة الأميلوبكتين إلى 98 - 99 % .

3 - 2 - مصادر النشاء :

النشاء هو كربوهيدرات مبلمرة ، يتكون من وحدات جلوكوزية لا مائية ، ويستخرج بشكل حبيبي من أعضاء بعض النباتات وقد تكون كلمة Starch (نشاء) مشتقة من الكلمة الأنكلوسكسونية Stearc (ستيارك) ، وتحمل معنى القوة والصلابة ، تترسب حبيبات النشاء في بذور النباتات ودرناتها وجذورها وفي النسج الإسفنجية المركزية لسوقها كمخزون احتياطي لأدوار الهجوع والإنتاش والنمو .

ويكشف الفحص المجهرى أن النشاء يتكون من حبيبات بيضاء بالغة الصغر يتراوح قطرها من 1 - 100 ميكرون ، ويتميز كل نوع من أنواع النشاء بحجم حبيباته وشكلها .



والصورة التالية عبارة عن رسم تخطيطي للمظهر المجهرى لمختلف أنواع النشاء . ويأتي النشاء في المرتبة الثانية بعد السليلوز ، في كونه المركب الأكثر وفرة والتي تقوم خلايا النباتات بتركيبه ، وهو مادة قابلة للتجدد ، حيث ينمو مخزون جديد منه كل عام .

ولذا فإن المصادر الأساسية للنشاء هي : بذور الحبوب في النباتات المنتجة للحبوب (ذرة ، قمح ، سرورغوم ، أرز) والدرنات (البطاطا) ، والجذور (تبيوكة ، بطاطا حلوة ، والمرنطة) والنسيج الإسفنجي المركزي في سوق النخيل الهندي (الساغو) .

ويسمى كل نوع من أنواع النشاء حسب مصدره النباتي ، كأن نقول : نشاء الذرة ، ونشاء البطاطا، ونشاء التبيوكة ، ونشاء القمح ، ونشاء الرز ، وهكذا . وتختلف خواص النشاء مع اختلاف المصدر الذي يستمد منه . تستخدم صناعة استخراج النشاء من مصادره مجموعة من تقنيات الطحن والتنقية الرطبة في تصنيعه بنقاوة تقارب 98 - 99.5 % ، ويفصل عن المقومات الأخرى في المادة الخام المطحونة ، كالألياف والبروتينات والسكريات والأملاح .

يمكن اعتبار النشاء بوليمير الجلوكوز، فوحدات الجلوكوز في البوليمير النشوي توجد على شكل وحدات جلوكوزية لا مائية Anhydro Glucose Unit (A G U) وإذا عولج النشاء بالأحماض ، أو ببعض الأنزيمات ، فإنه يتفكك إلى جزيئاته الجلوكوزية المتكون منها، وبصورة مماثلة ينتج الجلوكوز عندما يستخدم النشاء كغذاء من قبل الإنسان أو الحيوان .

حبيبات النشاء غير ذوابة في الماء إذا كانت درجة حرارته أدنى من 50°م وعندما يسخن معلق النشاء بالماء إلى ما فوق درجة الحرارة الحرجة ، فإن حبيباته تمتص الماء وتنتفخ ، ليصبح حجمها أضعاف حجمها الأصلي .

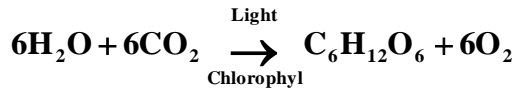
وتعرف درجة الحرارة التي يحدث عندها الانتفاخ بدرجة العجن Pasting أو الجلنتة (حوالي 55 - 80°م اعتماداً على نوع النشاء) وعند استمرار التسخين تتفكك حبيبات النشاء المنتفخة ويطلق على الكتلة اللزجة الناجمة عن الانتفاخ والتشتت الغرواني للنشاء في وسط مائي تسمية عجيرة

النشاء Starch Paste وتعرف العملية التي تشتمل على تحويل النشاء إلى عجينة نشوية بالجلتنة Gelatinization ويحدث الذوبان الحقيقي لكافية الجزيئات النشوية عندما تطبخ العجينة بدرجة حرارة 100 - 160° م ، وعندما نسمح لعجينة النشاء بأن تستقر قد تحدث ظاهرة تعرف باسم : النكوس أو الارتداد Retro gradation حيث يتشكل الجل أو الراسب . يمكن تعديل النشاء الطبيعي بمعالجة فيزيائية أو كيميائية أو أنزيمية لتبديل خواصه أو لإضفاء خواص جديدة عليه .

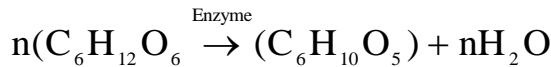
ومن أهم الخواص العملية لمنتجات النشاء هي قدرتها على إنتاج عجينة لزجة عند تسخينها مع الماء، والخواص الغروانية المائية للنشاء تؤهله لعدد كبير من الاستخدامات ، حيث يستخدم مع مشتقاته في صناعة : المواد الغذائية ، والورق ، والأنسجة ، والمواد اللاصقة ، والمستحضرات الصيدلانية ، و مواد البناء .

3 - 3 - التخليق الحيوي للنشاء :

تحتوي الأوراق الخضراء للنباتات على الكلوروفيل ، وهذا يعني أن الأوراق قادرة على امتصاص كميات من الضوء ، واستخدام الطاقة لتحفيز تشكيل الجلوكوز والأوكسجين من ثاني أكسيد الكربون والماء ، وتعرف هذه العملية بالتمثيل الضوئي ، ويمكن كتابتها مبسطة كما يلي :



يتشكل النشاء في أوراق النباتات عن طريق (تكاثر) الجلوكوز بمساعدة أنزيمات تركيب النشاء، ويمكن كتابة هذه العملية مبسطة على النحو التالي :



وخلال التمثيل الضوئي النشط (أثناء النهار) ، يتراكم النشاء في الأوراق على شكل حبيبات بالغة الصغر، يبلغ قطرها حوالي 1 ميكرون (وهو نشاء

الأوراق) أو النشاء العابر، ويتفكك نشاء الأوراق بشكل جزئي أثناء الليل بواسطة الأنزيمات ، وينتقل على شكل سكريات (سكروز بصورة رئيسية) إلى الأجزاء الأخرى من النبات ومن جديد يتحول بعض من هذه السكريات إلى نشاء في بذور النباتات ودرناتها وجذورها (نشاء التخزين) . ولكننا لا نعرف على نحو واضح ، الآلية الحقيقية للتخليق الحيوي لكل من الأميلوز والأميلوبكتين .

إن الأنزيمات : فوسفوريلاز (Phosphorylase (P-Enzyme) ، وسينثيتاز Starch Synthetase ، وأنزيم التفرع (Q- Enzyme) ، تشارك أو أنها قد تشارك جميعها في التركيب الحيوي للنشاء .

ويعتقد معظم علماء النشويات اليوم أن الأنزيم سينثيتاز هو الأنزيم المسؤول عن التطويل السلسلي في التخليق الحيوي الطبيعي للنشاء ، وأنزيم التفرع هو المسؤول عن تخليق نقاط التفرع في جزيئات الأميلوبكتين . وما زال الجدل يدور حول الطريقة التي ينجو فيها الأميلوز عن التفرع مع الوجود الواضح لأنزيم التفرع .

تبدأ نشوء حبيبات النشاء بتراكم مادة عضوية التعضي تركيبها غير معروف ، وفي لحظة معينة تترسب كمية صغيرة من بولي سكاريد غير ذواب Insoluble Poly Sacharides الذي يعمل كنواة لترسيب كمية إضافية من النشاء .

ينتج النمو الأولي حبيبات كروية الشكل تقريبا ، ومع تضخمها تصبح الحبيبات متطاولة غالبا أو مفلطحة ، وتنمو السلاسل الجزيئية للنشاء باتجاه عمودي بالنسبة لسطح الحبيبة فيه ، وعندما يحدث الارتباط بين وحدات الجلوكوز المنحلة وبين بوليمر نمو النشاء فإن الكل يتصلب في وقت واحد ، وفي أثناء نمو حبيبة النشاء تزداد نسبة الأميلوز ، كما يزداد الحجم الجزيئي لكل من الأميلوز والأميلوبكتين .

3 - 4- وجود المواد النشوية وتصنيعها :

يوجد النشاء عملياً في كل نمط من نسيج النبات الأخضر : كالأوراق ، والجذور، والدرنات ، والبذور، والفواكه . ويحدث التخزين كذلك في الأعضاء الواقعة تحت الأرض لمختلف النباتات كما في : البطاطا ، والبطاطا الحلوة ، والتببوكة ، والمرنطة Arrow root ، والقنّا Canna ، يمتلئ جذع نخيل الساجو بالنسيج الإسفنجي المركزي الذي يحمل النشاء أثناء نموه ، كما تحتوي كثير من النباتات على النشاء كمادة مغذية احتياطية ، كما في : الأعشاب ، والأرز، والقمح ، والذرة ، والسورغوم (الذرة البيضاء) Sorghum ، والشعير Barley ، والشوفان Oat . كما يشكل النشاء الجزء الرئيسي من : كربوهيدرات البقول (باز ليا ، فاصولياء ، عدس) ، كما يوجد النشاء في كثير من الفواكه كالتفاح والموز غير الناضجين ، وفي البندورة (الطماطم) الخضراء .

تزرع بعض الأصناف الطفرات Mutants من الذرة والأرز والسورغوم من أجل صفاتها النشوية الخاصة ، وتحتوي الحبوب الشمعية (الذرة الشمعية السورغوم الشمعي ، الأرز الشمع) على النشاء بدون أميلوز (100 % أميلو بكتين) ، كما طورّ مولدوا النباتات أنواعاً من الذرة تحمل حبيباتها النشوية نسبة تتراوح من 50 - 80 % أميلوز (الذرة الأميلو Amylo Maize) . وعلى الرغم من التنوع الكبير، والتوزيع الواسع للنشاء في الطبيعة ، فإن عدد مصادره الرئيسية من أجل الإنتاج الصناعي قليل نسبياً ، وهذه المصادر هي : الذرة والبطاطا والتببوكة والقمح ، وتنتج أيضاً كميات أقل من الذرة الشمعية والسورغوم العادي والسورغوم الشمعي والأرز العادي والأرز الشمعي والساجو والمرنطة والبطاطا الحلوة واللوبيا الذهبية (الماش) Mung Beans .

يختلف تركيب المواد الخام حسب عوامل : العمر والتربة والنوع والمناخ
ويتضمن الجدول التالي تحليلاً نموذجياً لمختلف هذه المواد (100 % وزناً) :

المصدر	نشاء	رطوبة	بروتين	دهون	ألياف
بطاطا	17	78	2	0.1	1
ذرة	60	16	9	4	2
قمح	64	14	13	2	3
تبيوكة	26	66	1	0.3	1
ذرة شمعية	57	20	11	5	2

نلاحظ من الجدول أعلاه أن محتوى نشاء الجذور والدرنات من الرطوبة
أعلى بكثير من الحبوب ، ولكن محتواها من الدهون أقل .

3 - 5 - أنواع النشاء :

بصرف النظر عن مصدرها توجد كافة النشويات في الطبيعة على شكل حبيبات بالغة الصغر يتميز كل منها بحجمه وشكله وصفاته المتأصلة . ولذا يمكن تحديد مصدر النشاء من مظهره الميكروسكوبي (انظر الصورة في الصفحة 27) .

ويبين الجدول التالي حجم وشكل الحبيبات النشوية المختلفة :

الشكل	وزن الحبة مكرون	عدد الأقطار مكرون	الحجم مكرون	النمط	نوع النشاء
بيضوي ، كروي	40	28	100-5	درني	البطاطا
مستدير ، مضع	15	10	30-2	حبوبي	الذرة
مستدير ، عدسي	25	8	45-1	حبوبي	القمح
بيضوي ، مبتور	25	15	35-4	جنري	التببوكة
مستدير ، مضع	15	10	26-3	حبوبي	الذرة الشمعية

يمكن تصنيف المواد النشوية التجارية في ثلاث مجموعات :

المجموعة الأولى : تشمل النشويات الدرنية (البطاطا) ، والجزرية (تببوكة ، مرنطة ، بطاطا حلوة) ، والنسيجية (ساغو) .

المجموعة الثانية : تشمل نشويات الحبوب العادية (ذرة ، قمح ، سورغوم ، أرز) .

وتختلف هاتان المجموعتان كل منها عن الأخرى ، على نحو مميز ، فيما يتعلق بالتركيب الكيميائي ، والخواص الفيزيائية .

المجموعة الثالثة : تشمل نشويات الحبوب الشمعية (ذرة شمعية ، سورغوم شمعي ، أرز شمعي) لكن الخواص الفيزيائية لها شبيهة بنشاء التببوكة .

أ - النشويات الدرنية :

نشأ البطاطا (المرادف : دقيق Farina)

الحبيبات في نشأ البطاطا بيضوية الشكل ، تحمل خطوطاً واضحة تشبه صدف المحار، حول نواة متوضعة على نحو لا متمركز . وحبيبات نشأ البطاطا أكبر من حبيبات أي من النشويات التجارية الأخرى . لقد طورت سلاسل خاصة من البطاطا لتعطي محصولاً عالياً من النشاء . ويستخدم حوالي 3% من المحصول العالمي للبطاطا لإنتاج النشاء ، ويبلغ الإنتاج العالمي من نشأ البطاطا حوالي 2 مليون طن تقريباً، ينتج حوالي 500000 طناً منها في الأراضي المنخفضة (هولندا) . ويستخدم نشأ البطاطا في تصنيع المواد الغذائية، والورق، والأنسجة، ومن أجل إنتاج المواد اللاصقة، وكمواد إضافية خاصة في طين حفر آبار الماء والبتروك .

ب - النشويات الجذرية (نشأ التيبوكة Tapioca) :

المرادفات : نشأ الكاسافا Cassava ، نشأ المنيهوت Manioc

حبيبات نشأ التيبوكة مستديرة، مبتورة من طرف، شكلها شبيه بشكل الطبل، ويتم تصنيعها من جذور نبتة مدارية تدعى الكاسافا أو التيبوكة أو المنيهوت، ويصل إنتاجه العالمي إلى حوالي مليون طن، ويجري إنتاجه في تايلاند والبرازيل والفلبين ونيجيريا وماليزيا وأنغولا . ونشأ التيبوكة هو نشأ الجذور النموذجي ويستخدم في إنتاج المواد الغذائية والمواد اللاصقة .

ج - نشويات الحبوب العادية :

1 - نشأ الذرة Maize Starch :

المرادفات: نشأ الذرة Corn ، نشأ الذرة النظامي Regular Corn حبيبات نشأ الذرة متوسطة الحجم مستديرة أو مضلعة الشكل ، ويحتوي

الغرام الواحد منه على حوالي 1000 مليون جزيئاً نشويماً، وتبلغ المساحة النوعية لنشاء الذرة حوالي 300 م² / كغ .
يستخدم لتصنيع النشاء سنوياً حوالي 7% فقط من المحصول العالمي للذرة ، ويبلغ الإنتاج العالمي لنشاء الذرة حوالي 16 مليون طنناً، تنتج الولايات المتحدة الأمريكية منها حوالي 8 مليون طنناً .
ويشكل إنتاج نشاء الذرة ما يزيد على 75% من إجمالي الإنتاج العالمي من النشاء. ويحول حوالي 70% منه إلى: شراب جلوكوز، وشراب جلوكوز فركتوز، وديكستروز ، وتستخدم أيضاً كميات كبيرة منه في إنتاج الكرتون والورق الموجين .

2 - نشاء القمح Wheat Starch :

يتألف نشاء القمح من نمطين من الحبيبات : الحبيبات الكروية الأصغر (1 - 10 ميكرون) والحبيبات العدسية الأكبر (20 - 25 ميكرون) ،
ويبلغ معدل الحبيبات الكبيرة في دقيق القمح حوالي 10% من إجمالي عدد الحبيبات، في حين تشكل 90% تقريباً من وزن حبيبات النشاء .
يجري إنتاج نشاء القمح في كثير من البلدان كمنتج ثانوي في تصنيع جلوتين القمح ، ولإنتاج النشاء والجلوتين يعالج حوالي 0.4 % من الإنتاج العالمي للنشاء فقط، ويبلغ الإنتاج العالمي من نشاء القمح حوالي مليون طنناً .
ويستخدم في صناعة الخبز، والمواد اللاصقة، وإنتاج سكريات النشاء .

3 - نشاء الأرز Rice Starch :

تمتاز حبيبات هذا النشاء بصغر حجمها (أكبر محور 8 ميكرون وأصغر محور 3 ميكرون) وبشكلها الذي يكون متعدد الأضلاع وأكثر حدة من حبيبات نشاء الذرة ومن صفات حبيبات هذا النشاء ظهورها تحت الميكروسكوب على صورة مجموعات .

يصنع هذا النوع من النشاء في البلاد المنتجة للأرز مثل اليابان والهند والصين وتنتج جمهورية مصر العربية في الوقت الحاضر حوالي عشر ات الآلاف طن من نشاء الأرز ومشتقاته وتحتوي حبة الأرز الشعير حوالي 65 % نشاء على أساس المادة الجافة والأرز المبيض حوالي 80 - 82 % نشاء

د - نشويات الحبوب الشمعية :

نشاء الذرة الشمعية : المرادفات : الأميوكا Amioca :

يتشابه تحت المجهر كل من نشاء الذرة العادية ونشاء الذرة الشمعية، والذرة الشمعية نمط نباتي خاص من الذرة، ويجب أن تزرع الذرة الشمعية في حقول منعزلة نسبياً لتفادي حدوث تلوث تهجين مع الذرة العادية. يتألف نشاء الذرة الشمعية من الأميلوبكتين فقط ، ويتم إنتاجه في الولايات المتحدة الأمريكية ، ويشبه في خواصه الانسيابية إلى حد كبير خواص نشاء التبيوكا وتستخدم منتجاته في تصنيع المواد اللاصقة ، وكمكثف للقوام في مختلف النواتج الغذائية .

3 - 6 - الترائب الكيميائي لحبيبات النشاء :

تحتوي حبيبات النشاء عادة على قسط كبير من الرطوبة، وكميات بسيطة من البروتين والشحوم ، وعلى آثار ضئيلة من مواد لا عضوية . ويتضمن الجدول في الصفحة التالية النسبة المئوية : للرطوبة ، والتركييب الكيميائي العادي على أساس المادة الجافة ، ولمختلف أنواع النشاء التجارية .

أ - الرطوبة :

يعتمد محتوى الرطوبة في النواتج النشوية على الرطوبة النسبية للجو (R H) الذي تخزن فيه . فإذا انخفضت الرطوبة النسبية فإن هذه النواتج سوف تتخلى عن بعض رطوبتها ، ولكنها تعود وتمتص من رطوبة الجو إذا ارتفعت ، ومحتوى الرطوبة التعادلي للنشاء منوط أيضاً بنوع النشاء . ويفقد

النشاء معظم رطوبته بالتسخين إلى درجة 110 - 120 م° ويصبح مادة شديدة القابلية للماء، وفي ظل ظروف جوية عادية (رطوبة نسبية 65 % ودرجة حرارة 20 م°) تحتوي معظم أنواع النشاء التجارية على رطوبة من 10 - 20% وفي رطوبة نسبية للجو مقدارها 20% يكون محتوى الرطوبة لكافة أنواع النشاء 5 - 6 % .

النشاء	الرطوبة	الليبيدات	البروتينات	فسفور	مواد الطعم والرائحة
البطاطا	19	0.10	0.10	0.08	منخفضة
الذرة	13	0.80	0.35	0.02	مرتفعة
القمح	13	0.90	0.40	0.06	مرتفعة
التيبوكة	13	0.10	0.10	0.01	منخفضة جداً
الذرة الشمعية	13	0.20	0.25	0.01	متوسطة

وتنتج خاصية مصاصية النشاء للماء عن وجود المجموعات الهيدروكسيلية وذلك بواسطة تجاذب قطبي يعمل على الجمع بين وحدات الهيدروكسيل الغير مشبعة اقتطابياً وجزيئات الماء . ويشاطر النشاء في هذه الخاصية كل الهيدروكربونات لاحتوائها على هذه المجموعات، على أن نسبة الماء الممتص يختلف باختلاف نوع الهيدرات . ومما يستدعي النظر في هذا الشأن : السيلولوز الذي يقرب من النشاء في تركيبه الكيميائي فإنه يمتص مقدراً من ماء الرطوبة أقل مما يمتصه النشاء في نفس الأحوال المماثلة من الرطوبة الجوية، ودرجة الحرارة . ولا شك فإن ذلك ناجم عن أن التركيب الدقيق للسيلولوز العادي يوجد في حالة أكثر تبلوراً ، مما يجعل جانب أكبر من مجموعات الهيدروكسيل أقل نشاطاً لقدرتها في تماسك الوحدة التبلورية الدقيقة وتشبع ذريتها الإضافية .

ب - الليبيدات :

تحتوي النشويات الدرنية (بطاطا) والجزرية (تبيوكة) على نسبة بسيطة جداً من الشحوم (حوالي 0.1 %) مقارنة بالنشويات الحبوبية العادية (ذرة، قمح، أرز، سورغوم). وفي النشويات الحبوبية يغلب أن تكون المواد الدهنية: أحماضاً دهنية طليقة (كما في نشاء الذرة العادية والشمعية) أو فوسفوليبيدات (كما في نشاء القمح). وتتألف الأحماض الدسمة الطليقة بصورة رئيسية من الحامض النخيلي (بالمتيك Palmitic) وحامض زيت الكتان (لينوليك Linoleic)، وحامض الزيت (أولييك Oleic).

إن وجود المواد الدهنية في نشويات الحبوب العادية يؤثر بشدة على الخواص الفيزيائية لهذه النشويات، توجد المواد الدهنية في الحبيبات النشوية على شكل مركب معقد: ليبيد أميلوزي Amylose-liquid، ويشكل الجزئ الخطي من الجزئيات النشوية (الأميلوز) مركبات معقدة حلزونية Helical-Clathrate مع المواد الدهنية القطبية، مثل الأحماض الدهنية العالية.

المركبات الليبيدية - الأميلوزية غير ذوابة، ولكنها تتفكك عند تسخينها في الماء إلى ما فوق درجة معينة من الحرارة، وتدل درجة حرارة التفكك على عامل قوة الربط، وتعتمد على نمط عامل التركيب.

وتعمل هذه المركبات على كبح انتفاخ وذوبانية الحبيبات النشوية الحبوبية، وتلزمنا درجات عالية من الحرارة (فوق 125° م) لتمزيق البنية الطبيعية المتعضية الليبيدية - الأميلوزية ولحل الجزء الأميلوزي.

إن وجود المواد الدسمة يمكن أن يخلق بعض المتاعب عند استخدام منتجات نشاء الذرة والقمح لأنها تميل إلى الفساد أثناء التخزين

ج - البروتينات :

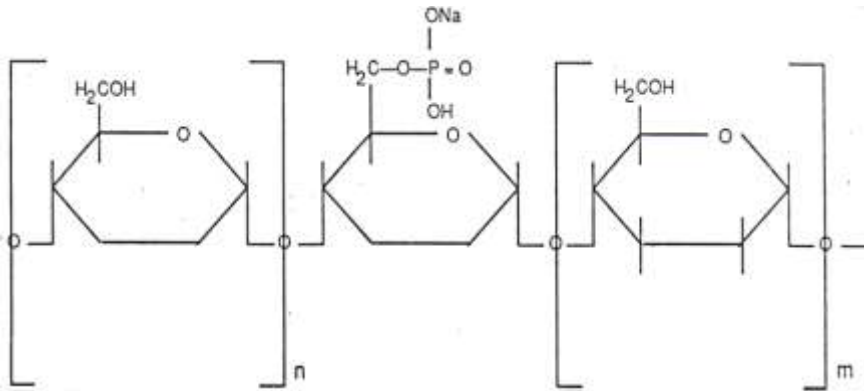
تتضمن كميات البروتينات المحسوبة في الجدول في صفحة 32 :

(محسوبة : $6.25 \times N$) البروتينات الحقيقية لكن حبيبات النشاء قد تحتوي أيضاً على : ببتيدات ، وأميدات ، وأحماض أمينية ، وأحماض نووية ، وأنزيمات .

يحتوي نشاء الدرنات (البطاطا) والجذور (التبيوكة) على كمية بسيطة من البروتينات (حوالي 0.1 %) مقارنة بنشاء الحبوب التي تحتوي على البروتينات بنسبة 0.2-0.4%. لذا فإن نشاء الحبوب يحمل نكهة الدقيق ورائحته ، و ميلاً للإرغاء . تحتوي الحبيبات الصغيرة من نشاء القمح على بروتين أكثر بكثير (1.6 %) مما تحويه الحبيبات الكبيرة (0.1 %)

د - الفسفور :

يوجد الفسفور في نشاء الحبوب بصورة رئيسية على شكل دهون فسفورية ، ويحتوي نشاء التبيوكة على كميات قليلة جداً من المركبات الفسفورية . أما نشاء البطاطا فهو النشاء التجاري الوحيد الذي يحتوي على كمية محسوسة من المجموعات الفوسفاتية المرتبطة كيميائياً وترتبط هذه المجموعات إلى الموضع C - 6 في وحدات جلوكوز جزيئات الأميلوبكتين في نشاء البطاطا .



إن معدل كمية المجموعات الفوسفاتية في نشاء البطاطا هي مجموعة فوسفاتية واحدة في كل 200 - 400 وحدة جلوكوز ويتوافق هذا مع درجة إبدال (D : S) degree of substitution تقترب من 0.003-0.005 .
يضيفي البديل الفوسفاتي خواص عديد الكهرل Poly electrolyte على الأميلوبكتين الموجود في نشاء البطاطا عندما يبعثر في المحاليل المائية .
إن الدفع المتبادل للمجموعة المشحونة يجبر الجزيئات على التمدد، ويمكن اعتبار المجموعات الفوسفاتية كمجموعات لتبادل الأيونات .

هـ - المواد ذوات الطعم والرائحة flavor and odor Substances :

تحمل نشويات الحبوب العادية (ذرة، قمح، سورغوم، أرز) النكهة الواضحة والثابتة للحبوب الخام، ويحمل نشاء الذرة الشمعية نكهة حبوبية أضعف من نكهة نشاء الذرة .

أما نشاء البطاطا والتبوكة فخالية نسبياً من النكهات النشوية .

والنكهات التي تحملها نشويات الحبوب تعزى إلى ارتفاع محتواها من البروتينات وإلى تأكسد المواد الدهنية، على عكس النشويات الدرنية والجزرية التي تحمل نكهة نشوية أقل لانخفاض محتواها من الدهون والبروتين .

و - الأميلوز والأميلوبكتين Amylose and Amylopectin :

النشاء هو كربو هيدرات يتركب من ذرات الكربون والهيدروجين والأوكسجين بنسبة 6 : 10 : 5 . $(C_6 H_{10} O_5)_n$. ويمكن اعتبار النشاء بوليمير تكثيف للجلوكوز Condensation Polymer of Glucose، الذي يتألف من وحدات جلوكوزية لا مائية ، ترتبط وحدات الجلوكوز الواحدة بالأخرى بواسطة الأكسجين في ذرة الكربون -1 (C-1 Oxygen) والذي يعرف برابط الجلوكوزيد .

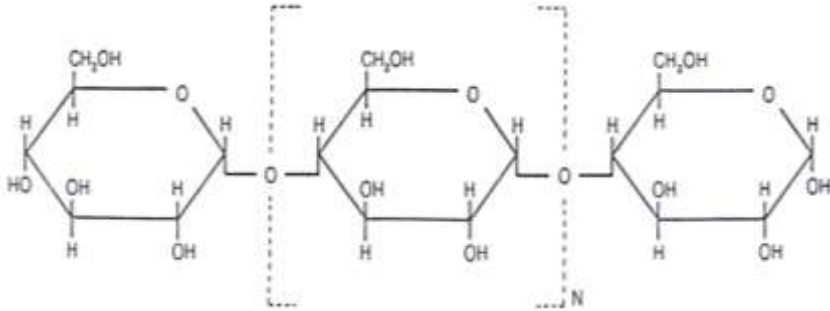
إن ارتباط الجلوكوزيد ثابت ضمن الظروف القلوية، كما أنه قابل للحلماة

ضمن الظروف الحمضية ، تحمل وحدة الجلوكوز في طرف السلسلة البوليمرية كمجموعة أديهيد كامنة ، وتعرف بالمجموعة الطرفية المختزلة . إن معظم أنواع النشاء هو عبارة عن مزيج من الأميلوز والأميلوبكتين ولكل منها مدى واسع من الحجم الجزيئي .

وحسب اختلاف منشأ النشويات ، تختلف فيها نسبة الأميلوز إلى الأميلوبكتين كما نرى في الجدول 4 ، ويبين الجدول أيضاً الدرجة العادية لبلمرة كلا الجزيئين في مختلف أنواع النشاء .

1- الأميلوز Amylose :

الأميلوز بوليمير خطي Linear ، يحتوي على 6000 وحدة جلوكوز ، ترتبط بالرابطه 1 - 4 (كما في الشكل) الذي يبين التركيب السلسلي الخطي لجزيئات الأميلوز :



والجدول التالي يبين محتويات الأميلوز والأميلوبكتين ودرجة البلمرة لمختلف النشويات

نشاء	أميلوز	أميلوبكتين	درجة البلمرة للأميلوز	درجة البلمرة للأميلوبكتين
البطاطا	21	79	3000	2000000
الذرة	28	72	800	2000000
القمح	28	72	800	2000000
التبوكة	17	83	3000	2000000
الذرة الشمعية	0	100	-	2000000

وتشير الدراسات الأنزيمية ربما إلى قدر ضئيل من التفرع في جزيئات الأميلوز، أو في جزء منها .

إن نسبة الأميلوز إلى الأميلوبكتين ثابتة تقريباً بنوع معين من النشاء . كما أن نشاء الحبوب (الذرة والقمح والسرورغوم) يحتوي على كمية من الأميلوز أعلى بكثير (حوالي 28 %) مقارنة بما تحتوي (حوالي 20 %) منه النشويات الدرنية والجزرية ، والنشويات الشمعية لا تحتوي على جزء أميلوزي . أما نشاء الذرة الأميلوزية فقد يحتوي حتى إلى 80 % من الأميلوز يغطي الأميلوز مدى من درجات البلمرة اعتماداً على مصدر النشاء إن الوزن الجزيئي للأميلوز في نشاء البطاطا والتبوكا أعلى بصورة جوهريّة من مثيله للأميلوز نشاء الذرة والقمح ، حيث تتراوح درجة بلمرة الجزيء الأميلوزي في نشاء البطاطا والتبوكا من 1000 - 6000 وحدة جلوكوز ، ولجزيء الأميلوز في نشاء الذرة والقمح مدى يتراوح من 200 - 1200 وحدة جلوكوز .

يشكل الأميلوز مركبات معقدة مع اليود ومختلف المركبات العضوية ، مثل البوتانول ، والأحماض الدهنية ، ومختلف المواد ذات الفعالية السطحية Surfactants ، والفينولات ، والهيدروكربونات وهذه المركبات المعقدة أساساً غير ذوابة في الماء ، ويظن أن الأميلوز في مركباته المعقدة هذه يشكل لفة حلزونية حول المركب الآخر الذي يشكل معه هذا المعقد . يعطي مركب الأميلوز مع اليود لوناً أزرقاً ميزاً، يستخدم لإثبات وجود النشاء الذي يحتوي على الأميلوز .

2 - الأميلوبكتين Amylo pectin :

الأميلوبكتين له تركيب عالي التفرع ، ويتألف من سلاسل خطية قصيرة ، مع درجة بلمرة تتراوح من 10 - 60 وحدة جلوكوز، إن معدل درجة البلمرة لهذه السلاسل يبلغ 22 تقريباً ، وترتبط الواحدة بالأخرى برابطة ألف

تركيب نقاط تفرع الأميلوبكتين :

إن وحدات الجلوكوز مع الرابطة 1- ألفا هي نقاط تفرع جزيئي الأميلوبكتين، يبلغ معدل طول السلاسل الخارجية للأميلوبكتين قبل وصولها إلى نقطة تفرع حوالي 14 وحدة جلوكوز. تفصل جزءاً من الفروع وحدة واحدة من الجلوكوز، الأمر الذي يوحي بوجود مناطق لتفرع كثيف، ربما كانت بنية الأميلوبكتين عنقودية خطية، فنقاط التفرع تنتظم في طبقاته من نوع ما. (الشكل في صفحة 26) .

الأميلوبكتين واحد من أكبر الجزيئات في الطبيعة ، مع درجة بلمرة يبلغ معدلها حوالي 2 مليون (تتوافق مع وزن جزيء معدله حوالي 4 مليون) . ليس هناك فيما يبدو فروقاً جوهرية بين معدل الوزن الجزيئي لجزيئات الأميلوبكتين في مختلف أنواع النشاء والوزن الجزيئي للأميلوبكتين أكبر بألف مرة من الوزن الجزيئي للأميلوز .

3 - وحدة الجلوكوز Glucose Unit :

تحتوي وحدات الجلوكوز في جزئ النشاء على مجموعة هيدروكسيل أولية على ذرة الكربون 6 ، ومجموعة هيدروكسيل ثانوية على ذرة الكربون 2 وذرة الكربون 3 (الشكل صفحة 13) .

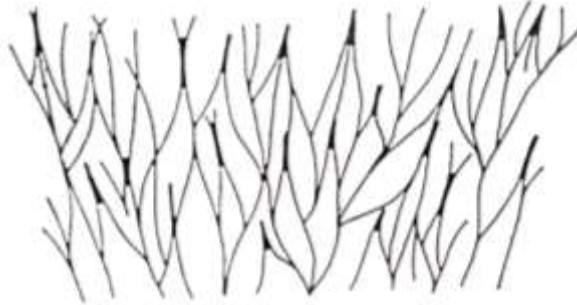
تحمل جزيئات النشاء وفرة من مجموعات الهيدروكسيل التي تضيف على النشاء خواص ألفة الماء ، وتؤدي إلى تشتته عند تسخينه مع الماء ، ولكن مجموعات الهيدروكسيل هذه تميل أيضاً إلى جذب بعضها بعضاً فتشكل أربطة هيدروجينية بين جزيئات النشاء المتجاورة فتمنع بذلك انحلال الحبيبات النشوية في الماء البارد .

3 - 7- تركيب الحبيبات النشوية وانتظامها :

Structure and Organization of Starch Granules :

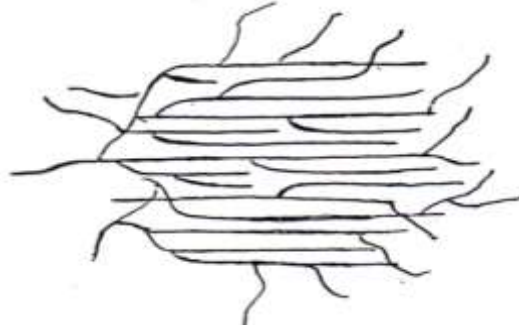
تُبدي الحبيبات النشوية عادة عند معاينتها تحت ضوء مستقطب تصالباً تداخلياً قوياً (صليب مالطا Maltase Grosse) ، يتركز خلال النواة الأمر الذي يوحي بوجود تنظيم من نصف قطري من نوع ما، وتؤكد أنماط الحيود المميزة لأشعة إكس في الحبيبات النشوية وجود مناطق ذات درجة من التبلور في حبيبات النشاء .

تتنظم الجزيئات النشوية في الحبيبات النشوية بشكل شعاعي نحو النواة .



التعضي الجزئي الغرواني في داخل حبيبات النشاء

وعندما تتوازي القطع الخطية لجزيئات النشاء مع بعضها، تقوم قوى الهيدروجين الرابطة بسحب السلاسل إلى حزم بلورية أو جزيئات غروية مترابطة .



جزء غروي داخل حبيبة نشوية

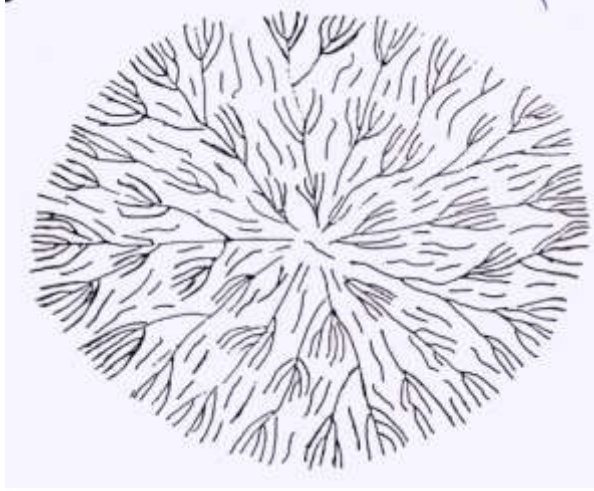
يبدو أن درجة التبلور والكمال البنيوي لجزء النشاء يعزيان أساساً إلى الأميلوبكتين ، حيث يشارك الجزء الكبير منه في الجزئيات الغروية البلورية، إضافة إلى مشاركته في المناطق الأقل تنظيماً .

تنظم جزئيات النشاء في مناطق متبلورة كثيراً أو قليلاً، وفي مناطق غير متبلورة، ويحدث التحول بين المناطق بشكل تدريجي ، وتعمل مناطق البلورة الجزئية الغروية على توحيد الحبيبات، وبسبب من توجيهها الشعاعي فهي مسؤولة عن الاستقطاب الضوئي وطيف أشعة إكس .

إن الاتجاه العمودي للجزئيات الغروية البلورية على سطح الحبيبة يدل ضمناً على أن المحاور الجزئية لجزئيات النشاء تنتظم أيضاً على هذا النحو. إن المناطق غير المتبلورة هي المناطق التي يحدث فيها انطواء السلسلة أو تفرع متعدد، الأمر الذي يحول دون تشكل البنى البوليمرية المنظمة . وتؤلف مناطق البلورة في مختلف النشويات الطبيعية حوالي 25 - 50 % من إجمالي حجم حبيبات النشاء . وفي النشويات الدرنية والجزئية تشكل جزئيات الأميلوبكتين وحدها البنية البلورية .

يوجد الأميلوز في هذه النشويات في حالة غير متبلورة، ويمكن بسهولة استخلاص بشكل تفضيلي تجزيئي من الحبيبة . إن جزء الأميلوبكتين في نشويات الحبوب هو العنصر الأكثر أهمية في البنية البلورية .

يوجد قسم من جزئيات الأميلوز في نشويات الحبوب العادية على شكل مركب معقد مع الجزئيات الدهنية، ويؤمن هذا المركب الليبيدي - الأميلوزي بعض الدعم لحبيبات نشاء الحبوب، الأمر الذي يؤخر من انتفاخها .



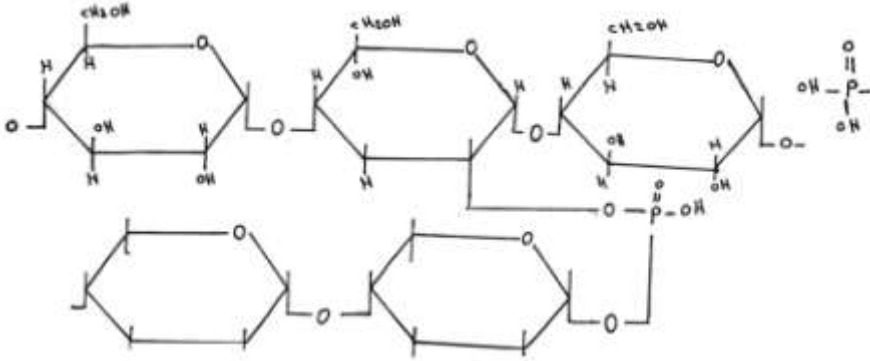
نموذج تخطيطي لبنية حبيبة من النشاء

الفصل الرابع

دراسة التركيب الكيميائي للنشاء

4 - 1 - مدخل :

العمليات التي يجب إجراؤها لدراسة التركيب الكيميائي للنشاء :
 هناك عمليات عدة يجب إجراؤها قبل دراسة التركيب الكيميائي للنشاء وذلك حتى نتوصل إلى نتائج سليمة. وهذه الخطوات تتلخص فيما يلي :
 1 - إزالة المواد الغير كربوهيدراتية المدمصة أو المرتبطة بحبيبات النشاء : وقد وجد أن النشاء في حالته الطبيعية يوجد مرتباً بأحماض دهنية ومواد دهنية وفوسفات وبروتينات .. الخ ، وكان يعتقد أن هذه المواد توجد مرتبطة على هيئة إسترات كما هو واضح في الصيغة التالية :



إلا أنه ثبت أن جزء من الفوسفات فقط (وذلك في بعض أنواع النشاء) قد يوجد على هيئة استر .

وقد توصل بعض العلماء إلى طرق مختلفة لتنقية النشاء من هذه المركبات، وذلك بإجراء عمليات استخلاص للنشاء بواسطة الكحول الميثيلي (85 %) وذلك في بيئة قلووية خفيفة (يستعمل عادة هيدروكسيد الأمونيوم) وتكرر عملية الاستخلاص عدة مرات (حوالي خمس مرات) وقد أشار

بعض العلماء إلى إمكان تنقية النشاء بمعاملته بمحلول مخفف من هيدروكسيد الصوديوم (0.2 نظامي) عدة مرات وذلك بدون أن تتأثر صفات النشاء .

2 - إجراء عملية تفريد أو تجزئ للنشاء Fractionation :

حيث أن النشاء مادة غير متجانسة فتجرى فيه عملية فصل تجزيئي قبل الدراسة لفصل كل من المكونين (الأميلوز والأميلوبكتين) على حدة لإجراء الدراسة عليها وهذه الطريقة سندرستها بشكل مفصل فيما بعد.

والطرق الرئيسية المتبعة في الوقت الحاضر لدراسة التركيب الكيميائي

لجزيء النشاء هي :

آ - طريقة تحضير استر الميثيلي من النشاء ثم إجراء عملية تحليل

في وجود الكحول الميثيلي ودراسة المركبات الناتجة عن هذه العملية

وتسمى هذه الطريقة : المثيلة Methylation

ب - طريقة هضم النشاء بواسطة الأنزيمات المحللة للنشاء

(أنزيمات الأميلاز) ودراسة المركبات الناتجة بعد التحلل.

ج - طريقة أكسدة النشاء بالعوامل المؤكسدة وخاصة حمض فوق

اليود (البيريود) أو أملاحه ثم دراسة المركبات الناتجة عن الأكسدة

وتسمى هذه الطريقة : الأكسدة البيريودية Per iodate Oxidation أو

الأكسدة باستعمال رابع خلات الرصاص .

أ- دراسة التركيب الكيميائي للنشاء بواسطة المشتق الميثيلي (الطريقة

الميثيلية) :

عند معاملة الأميلوز مع كبريتات ثنائي الميثيل Di methyl Sulphate

في وجود قلوي وبالتسخين يلاحظ أن جميع جذور الهيدروكسيل الحرة

الموجودة على الجزيء (أي الغير مرتبطة) تتحد مع مجموعة ميثيل ، وإذا

أجري بعد ذلك تحليلاً للمركب باستعمال كحول ميثيل + حمض

Methanolysis (حمض كلور الماء في كحول الميثيل) فتتكسر الروابط

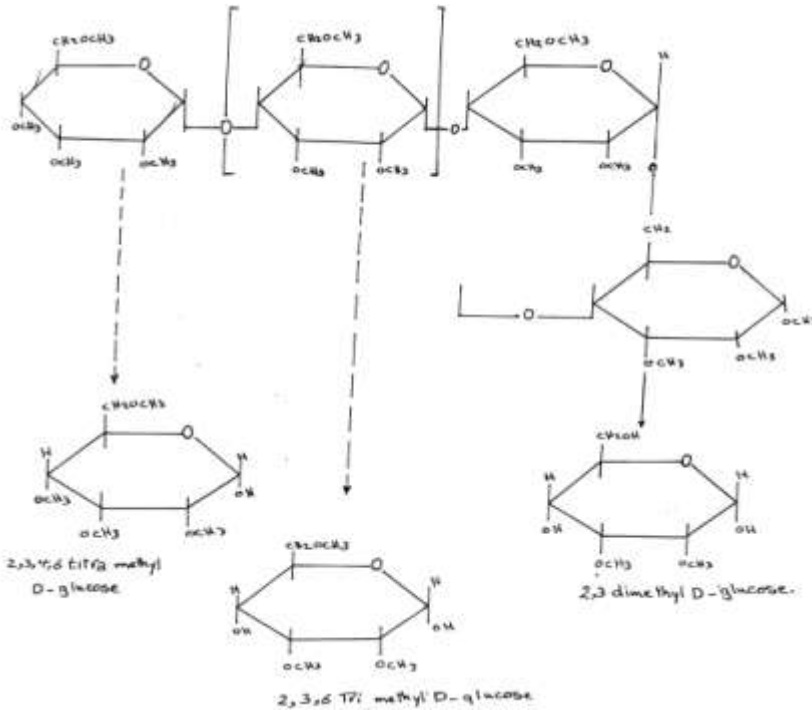
الجليكوزيدية وبالتالي تتكون بعض المركبات المختلفة وهي عبارة عن ميثيل جليكوزيدات Methyl glycosides .

ولدراسة تركيب الميثيل جليكوزيدات هذه تجرى عملية فصلها من مخلوطها بواسطة التحليل الكروماتوجرافي أو الامصاص على الألومينا. وبناءً على النتائج المتحصلة من هذه الطريقة يمكن استنتاج ما يلي:

1 - ينتج بعد التحليل بوجود كحول الميثيل حوالي 80 - 90 % من المركب 2 و 3 و 6 ثلاثي ميثيل الجليكوزيد وذلك يدل على أن ذرات الكربون في المواضع : 1 و 4 و 5 لم يحصل لها استبدال بمجموعة ميثيل ذلك مما يتضح أن الجزيء :

أ - على صورة حلقيية .

ب - وإن جزيئات الجليكوز مرتبطة مع بعضها بروابط جليكوزيدية ما بين ذرتي الكربون 1 و 4 .

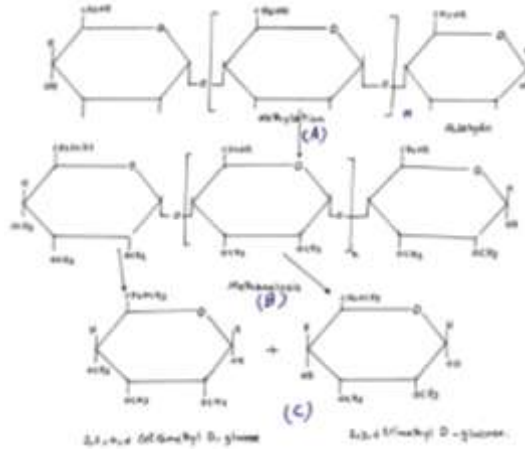


2 - يتكون أيضاً نتيجة لمعاملة الأميلوز مع الكحول الميثيلي وبعد عملية التحليل ، مركب آخر بنسبة مئوية تتفاوت ما بين 0.2-0.5 % تبعاً لمصدر الأميلوز وهذا المركب عبارة عن $2O3$ و $4O6$ رابع ميثيل الجلوكوزيد ، وهذا يدل على أن المركب ناتج عن الطرف الغير أدهيدي للجزيء .
ومن الواضح أنه بتقدير نسبة هذا المشتق يمكن حساب عدد وحدات الجلوكوز الموجودة في السلسلة المستقيمة وذلك على أساس أن كل سلسلة ينتج عنها جزيء واحد من هذا المشتق، فكلما زادت نسبة المشتق كلما دل ذلك على قصر السلسلة والعكس صحيح .

3 - وقد أشار بعض الباحثين إلى احتمال وجود نوع من ال تفرع البسيط في سلسلة الأميلوز على أساس تقدير الوزن الجزيئي بطريقة الضغط الأسموزي أو بواسطة ثنائي نترو السلسليك .
ويقول فريق آخر أن الأميلوز ليس مركب واحد ولكنه خليط من سلاسل ذات أطوال مختلفة وبالتالي يختلف وزنه الجزيئي باختلاف طول السلسلة .
وبالمثل يتفاعل الأميلوبكتين مع كحول الميثيل إذا عومل كما سبق ذكره في الأميلوز وبتحويل المركب الناتج في وجود : كحول الميثيل + حمض نجد أن ناتج التحليل يحتوي على :

- (1) - نسبة كبيرة من $2O3$ و $6O3$ ثلاثي ميثيل الجليكوزيد مما يدل على التركيب الحلقي للوحدات الجليكوزيدية ووجود الروابط الجليكوزيدية 1:4 .
- (2) - نسبة تتراوح ما بين 4-5% من $2O3$ و $4O6$ رابع ميثيل الجليكوزيد. وحيث أن هذا المركب ناتج من الوحدات الطرفية الغير أدهيدية فيدل على قصر السلاسل التي تتراوح طولها ما بين حوالي 20 - 30 وحدة جليكو .
- (3) - نسبة تتراوح ما بين 4-5 % تقريبا من مركب 2 و 3 ثنائي ميثيل الجليكوزيد مما يدل على وجود روابط جليكوزيدية في ما بين ذرتي الكربون 1-6 كما يدل وجود هذا المشتق على تفرع جزيء الأميلوبكتين .

وبالرغم من أن إثبات التركيب الكيميائي لجزيء النشاء بواسطة طريقة المعاملة بالكحول الميثيلي من الطرق التي تؤدي إلى نتائج مرضية إلا أن هذه الطريقة تعتبر من الطرق الصعبة والتي تستغرق زمناً طويلاً لأجرائها ، كما أنه يجب التأكد من أنه قد حصل استبدال على كل جذور الهيدروكسيل الحرة بواسطة مجموعة الميثيل قبل البت بالتركيب الكيميائي للنشاء على ضوء النتائج المتحصلة. كما هو واضح في المعادلات التالية :



ب - دراسة التركيب الكيميائي للنشاء بواسطة التخمير بأنزيمي الأميلاز :

الأنزيمات (الخمائر) هي مركبات توجد في الكائنات الحية وتعمل كعوامل مساعدة لزيادة سرعة التفاعلات الكيميائية الحيوية المختلفة أو بدءها . لذلك تسمى بال عوامل المساعدة الحيوية Biocatalysts ووجود الأنزيمات (الخمائر) في هذه التفاعلات ضروري إذ بغيرها لا يمكن إتمامها . والأنزيمات عديدة وتختلف بعضها عن بعض تبعاً لنوع النفاعل التي تدخل فيه. والاصطلاح في تسميتها لتمييزها عن بعضها هو عادة إضافة Ase (آز) على آخر الكلمة لاسم المادة التي تتأثر بذلك الأنزيم . والجدول التالي يبين أهم هذه الأنزيمات وكذلك المواد التي تتأثر بها ونواتج التحلل الأنزيمي :

I. HYDE.OLYTIC ENZYMES		
Name	Substrate	Products
A. Esterases:		
Acetyl esterase	Esters of acetic acid	CH ₃ CO ₂ H+alcohol
Cholinesterase	Acetyl choline	CH ₃ CO ₂ H+choline
Lipase	Glycerides	Fatty acids + glycerol
Phosphatases	Phosphate esters	H ₃ PO ₄ +alcohols
B. Carbohydrases:		
Maltase	Maltose	Glucose
Amylase	Starch	Maltose
Lactase	Lactose	Galactose + glucose
C. Proteases and Peptidases:		
Rennin	Casein	Para casein
Pepsin	Proteins	Proteoses, Peptones
Trypsin	Proteins	Polypeptide, amino acids
Carboxy peptidase	Carboxy peptides	Amino Acids
D. Phosphorylases	Polysaccharides	Hexose Phosphate
E. Amidases:		
Urease	Urea	CO ₂ +NH ₃
Arginase	Arginine	Urea+ ornithine

2. OXIDATIVE ENZYMES		
Name	Substrate	Products
F. Dehydrogenases:		
Lactic dehydrogenase	Lactic acid	Pyruvic acid
Alcohol dehydrogenase	Ethanol	Acetaldehyde
Succinic dehydrogenase	Succinic acid	Fumaric acid
G. Oxidases:		
Tyrosinase	Tyrosine	Melanin
Ascorbic acid oxidase	Ascorbic acid	Dehydro ascorbic acid
H. Catalase	2H₂O₂	2H₂O+O₂

وعلى هذا فإن الأنزيمات التي تعمل كعوامل مساعدة في تفكيك النشاء
تسمى أميلاز Amylase .

وحيث أن نتيجة التفاعل بواسطة هذه الأنزيمات هي تحليل جزيء النشاء
إلى سكريات تحتوي على وحدات جليكوزية مرتبطة في سلسلة أقصر عن
طول سلسلة النشاء أي ينتج عنها تحليل مائي Hydrolysis ويسمى التفاعل
النتاج من تأثير الأنزيمات على النشاء Amylolysis .

والأميلاز له خاصية كسر الروابط الجلوكوزيدية - Glucosidic bonds
التي تربط وحدات الجلوكوز بعضها بعض في جزيء النشاء . وبما أنه يوجد
نوعين من الروابط الجلوكوزيدية في جزيء النشاء من جهة وحيث أنه ليست
كل أنواع الأميلاز لها خاصية فصل هذين النوعين من الروابط من جهة ثانية
فلهذا تقسم الأميلاز تبعاً لذلك إلى مجموعتين أساسيتين :

1- الأميلاز ذي القدرة على فصل الروابط الجلوكوزيدية 1 : 4 وهي
بدورها تنقسم إلى نوعين :

أ- نوع له القدرة على فصل جميع الروابط الجلوكوزيدية 1 : 4 أي
بواسطتها يمكن تحويل جزيء الأميلوز الذي هو عبارة عن سلسلة غير
متفرعة إلى وحدات جلوكوز .

ومن أنواع الأميلاز هذه : *Aspergillus niger* , maltase

ب - نوع له القدرة على فصل الروابط الجلوكوزيدية 1 : 4 اللاطرفية
Non - terminal glucosidic bond وعلى هذا الأساس فإن هذه
الأميلاز تحول جزيء الأميلوز إلى مالتوز ومالتوتريوز Malto triose
ويتبع هذا النوع من الأميلاز الألفا أميلاز والبيتا أميلاز

2 - الأميلاز التي لها قدرة على فصل الروابط الجلوكوزيدية 1 : 6
1 : 6 glucoisidic linkage وهي تنقسم أيضاً إلى نوعين :

أ (النوع الأول يقدر على فصل جميع الروابط الجلوكوزيدية 1 : 6 ومنها Amylo 1 : 6 glucosidase .

ب (والنوع الثاني يقدر على فصل الروابط الجلوكوزيدية 1 : 6 اللاطرفية ومنها R. Enzyme, iso amylase .
وتعتبر الألفا والبيتا أميلاز أهم الأنزيمات التي تستعمل في دراسة تركيب جزيء النشاء وكذلك في إنتاج الدكستريانات الأنزيمية .

والأميلاز تنوب بسهولة في الماء البارد وكذلك في المحاليل الكحولية المائية المخففة وفي المحاليل الملحية المخففة . ويمكن ترسيبها من محاليلها بواسطة الكحولات إذا وجدت في تركيز عالٍ في المحلول ، أو بواسطة محلول نصف مشبع من كبريتات النشادر . وإذا رسبت الأميلاز بهذه الطرق فتحتفظ بنشاطها وفعاليتها Activity . والأميلاز توجد بكثرة في أعضاء جسم الإنسان والحيوان وكذلك في أجزاء بعض النباتات وبالإضافة إلى هذه المصادر توجد بعض الكائنات الحية الدقيقة لها القدرة على إنتاج كميات كبيرة من الأميلاز .

ويعتبر القمح والشوفان والشعير من أهم مصادر البيتا أميلاز. في حين أن لعاب الإنسان وبنكرياس الحيوان وكذلك بعض أنواع الذرة Sorghum والبطاطا تعتبر من أهم مصادر الألفا أميلاز . وحبوب الصويا غنية جداً بكل من الألفا والبيتا أميلاز وتستعمل كمصدر في تحضيرها على صورة نقية .

ولتحضير الألفا أميلاز : فإنه يستخلص من المادة التي تحتويه (بعد طحنها إلى مسحوق) بواسطة محلول كلور أو خلات الكالسيوم (0.2 %) بمعدل 1 غرام من المسحوق لكل 5 سم³ من المحلول لمدة ساعة على درجة حرارة 30° م ثم تعدل درجة الـ PH في المستخلص إلى 6 وترفع درجة الحرارة إلى 70° م لمدة 15 دقيقة لتوقف نشاط البيتا أميلاز . ثم يرسب

الألفا أميلاز بالكحول الإيثيلي ويغسل جيداً بالكحول ثم بالأسيتون ثم بالأثير ويجفف تحت تفريغ .

ولتحضير البيتا أميلاز : فإنه يستخلص من مسحوق المادة الذي تحتويه بواسطة محلول كلور الصوديوم (5 %) بمعدل 1 غرام من المسحوق لكل 5 سم³ من المحلول على درجة 30 م لمدة 18 ساعة ، ثم تجرى عملية Dialysis للمستخلص وتعديل درجة الـ PH إلى 3 مع احتفاظ بدرجة الحرارة على 30° م لمدة ساعتين ثم يرسب البيتا أم يلاز بالكحول الإيثيلي ويجفف .

ويعبر عن نشاط الأميلاز بقدرته على تحويل النشاء إلى دكسترين ويسمى ذلك النشاط Power dextrino ويعبر عن درجة النشاط بوحدات التحويل إلى دكسترين dextrin units وهي عبارة عن كمية النشاء الذائب soluble starch بالغمات التي تتحول إلى د كسترين بواسطة غرام واحد من الأميلاز على درجة 30° م لمدة ساعة ويجرى هذا الاختبار بوضع وزنات متفاوتة من النشاء الذائب في أنابيب اختبار ثم إضافة 0.1 غرام من الأميلاز مذاب في 10 سم³ ماء في كل منها وتركها لمدة ساعة في درجة حرارة 30°م وبعد ذلك يختبر لون كل محلول بواسطة محلول اليود N 1 / 200 فالأنبوبة التي يكون لونها أحمر بني هي التي تحتوي على تركيز النشاء الذي تحول كله إلى دكسترين .

والأميلاز تفقد نشاطها كلية على درجة حرارة 100°م أو إذا وجدت في بيئة (وسط) حمضية أو قلووية عاليتين .

ويتوقف نشاط الأميلاز بتحليل النشاء على عدة عوامل أهمها :

1 - نوع الأميلاز ومصدره .

2 - درجة الـ PH .

3 - درجة الحرارة .

- 4 - تركيز النشاء الموجود في البيئة .
- 5 - وجود بعض الأملاح المعدنية تعمل على زيادة أو تقليل نشاط الأميلاز ويتوقف ذلك على نوع الأميلاز .
- فأملاح الكالسيوم مثلاً تزيد في نشاط الألفا أميلاز بدرجة محسوسة في حين أنها تقلل من نشاط البيتا أميلاز.
- 6 - زمن (مدة) التفاعل .

1 - تأثير الألفا أميلاز على النشاء :

الألفا أميلاز تعمل على فصل الروابط الجلوكوزيدية اللاترفية لجزء النشاء بدون أي نظام معين، فجزء النشاء الذي يوجد في سلسلة مستقيمة ويحتوي على عدد زوجي من وحدات الجليكوز يتحلل إلى مالتوز، وجزء النشاء الذي يحتوي على عدد فردي من الوحدات يتحلل إلى جزيئات مالتوز وجزء مالتو تريوز .

وحيث أن الألفا أميلاز ليس له القدرة في فصل الروابط الجلوكوزيدية 6 : 1 فالجزيئات ذات السلاسل المتفرعة تعطي عند معاملتها بهذا الأنزيم جزيئات مالتوز وجزيئات تحتوي على الأقل 4 وحدات جليكوز لها رابطة جلوكوزية واحدة 6 : 1 وتسمى هذه الجزيئات بألفا دكستريانات - Alfa dextrin وهي عادة سكريات رباعية Tetra Saccharides .

وقد وجد أيضاً أنه يوجد بعض الألفا دكسترينات تحتوي على أكثر من رابطة جليكوزيدية 6 : 1 نتيجة لتأثير الألفا أميلاز على جزيئات النشاء المتفرعة عند التفاعل بالكامل، ويعلل السبب في ذلك بأنه توجد بعض المناطق في جزء النشاء تكون فيه 1 الوحدات 6 : 1 متقاربة من بعضها ذلك مما تجعل الروابط 4 : 1 الموجودة في هذه المنطقة لها صفة مقاومة ضد الفصل بالأنزيم .

وجزيء النشاء الذي يتרכب من أميلوز وأميلوبكتين يتحلل من تأثير وجود الألفا أميلاز إلى مالتوز ومالتوتريوز و أيزومالتوز iso maltose وألفا دكستريينات .

غير أنه ثبت بطرق تحاليل مختلفة وخاصة بواسطة الورق

الكروماتوغرافي أنه يوجد أيضاً جلوكوز مع نواتج تحليل النشاء بواسطة الألفا أميلاز . والاعتقاد لوجوده أن الألفا أميلاز مهما كان نقياً يحتوي على آثار من الأنزيمات الأخرى التي لها قدرة على فصل الوحدات الجليكوزيدية 4 : 1 الطرفية .

ويختلف معدل النشاط للألفا أميلاز تبعاً لم صدره فمثلاً الألفا أميلاز الذي استخرج من الحبوب أو الناتج من الفطر *aspergillus* يحلل جزيئات النشاء تحليلاً كاملاً، في حين أن الألفا الأميلاز الناتج من البنكرياس أو من البكتريا *mesentericus Bacillus* فهو ضعيف التأثير ولا يتم به التفاعل إلى النهاية . وعند معاملة عجينة من النشاء بالألفا أميلاز نلاحظ أول الأمر أن لزوجة العجينة تأخذ في النقصان المستمر حتى تصبح العجينة في صورة سائل ولذلك يسمى الألفا أميلاز *Liquefying enzyme* وأثناء هذه المرحلة لا يزال محلول اليود يعطي اللون الأزرق مع محلول النشاء ، ولا يلاحظ أن المحلول قد اكتسب قوة اختزال مع محلول فهلنغ .

وبعد انخفاض لزوجة العجينة يلاحظ أن النشاء يفقد صفاته الأصلية فيتلون بمحلول اليود باللون الأرجواني *Purple* ثم باللون الأحمر وأخيراً لا يتلون بل يحتفظ بلون اليود نفسه . وفي اللحظة التي عندها لا يتلون النشاء بواسطة محلول اليود يقال عنه *A chronic point* وفي هذه اللحظة تكون نسبة النشاء الذي تحول إلى سكريات مختزلة 29-32 % (معبرة كالتوز) وهذا أقصى حد يمكن الوصول إليه لتحليل النشاء بواسطة هذا الأنزيم .

ويمكن تحضير أنواع كثيرة من الألفا دكستريين بواسطة تأثير الألفا أميلاز على النشاء وتختلف هذه الدكستريينات عن بعضها حسب كمية ونقاوة ومصدر الألفا أميلاز كما تختلف عن بعضها أيضاً حسب نوع النشاء المستعمل وظروف التفاعل (درجة الـ PH ، والحرارة ، والزمن) .
وهذه الدكستريينات تذوب في الماء بسهولة وتتميع بسرعة وتختلف عن بعضها في ذوبانها في التراكيز المختلفة للكحول الايثيلي ، وكذلك تختلف عن بعضها في اللون الذي تعطيه مع محاليل اليود المخففة .

ويمكن استغلال صفات الألفا أميلاز في دراسة التركيب الكيميائي لجزيء النشاء : وذلك بأخذ 1 غرام من النشاء ووضعها في ورق معياري 100 سم³ وخطها بـ 50 سم³ ماء وإضافة 5 سم³ من محلول منظم buffer لجعل درجة الـ PH عند 5 أو 6 ثم تسخن محتويات الد ورق في الحمام المائي مع التقليب لمدة نصف ساعة وبعد ذلك تبرد محتويات الدورق إلى درجة 45 م ويضاف إليها (0.2 غرام من الألفا أميلاز مذابة في 10 سم³ ماء و 1 سم³ من التولوين لمنع الكائنات الحية الدقيقة) ويكمل حجم محتويات الدورق المعياري بالماء إلى 100 سم³ ، ثم يوضع الدورق في محضن على درجة 45° م ويترك لمدة 24 ساعة مع التقليب من حين إلى آخر وبعد هذه الفترة تقدر كمية المالتوز بواسطة طريقة الفرسيانيد ويمكن تقدير مدى تحول النشاء حسب المعادلة الآتية :

النسبة المئوية لمدى تحول النشاء = المالتوز بعد التحول % - المالتوز قبل التحول %
فإذا وجدت أن النسبة المئوية لمدى التحول قريبة من 100 % دل ذلك أن النشاء من نوع الأميلوز أي أن السلسلة طويلة . وإذا كانت هذه النسبة حوالي 90 % دل ذلك على أن النشاء على حالته الطبيعية . أما إذا كانت أقل من ذلك بكثير دل ذلك على أن جزيء النشاء متفرع . وكلما قلت هذه النسبة كلما دل ذلك على أن الجزيء ذي فروع متعددة وأن طول السلسلة قصيرة .

2 - تأثير البيتا أميلاز على النشاء :

هذا الأميلاز يشبه الألفا أميلاز في عدم قدرته على فصل الروابط الجلوكوزيدية 6 : 1 والروابط الجلوكوزيدية 4 : 1 الطرفية . إلا أن البيتا أميلاز يختلف عن الألفا في الطريقة التي يفصل بها الروابط الجلوكوزيدية 4 : 1 فيكون الفصل بهذا الأنزيم بطريقة تدريجية منظمة بخلاف الأنزيم السابق حيث تكون طريقة الفصل بدون نظام . فيبدأ الفصل الأخير من وحدة الجلوكوز التي تسبق الوحدة النهائية الغير ألدهيدية ثم يستمر الفصل بانتظام إلى آخر الجزيء أي أن البيتا أميلاز لا يفصل أي رابطة جلوكوزية قبل الانتهاء من فصل الرابطة الجلوكوزيدية القبل الأخيرة من الجزيء وبالطبع يكون أيضاً ناتج التحليل المائي لجزيء الأميلوز هو المالتوز . وقد وجد أن أقصى حد للتحليل المائي للنشاء بواسطة البيتا أميلاز هو 60 - 61 % (معبراً عنها كسكر مختزل مالتوز) . غير أن هذه النتيجة تتأثر بالعوامل المختلفة التي ذكرت قبل ذلك فمثلاً عند تركيز 4 و 3 % يكون أقصى حد للتحليل 53 % وإذا كان تركيز النشاء في العجينة 0.5-1 % كان هذا الحد 59-60 % في حين أن تركيز 0.2 % من النشاء يعطي 66 % مالتوز . والحرارة إذا قلت عن 20 ° م وزادت عن 50 ° م فيكون الناتج من المالتوز أقل . والبيتا أميلاز لا تؤثر على جميع الروابط الجلوكوزيدية 4 : 1 في جزيء النشاء ذو السلسلة المتفرعة (مثل حالة الأميلوبكتين) يقف تأثيرها عند وحدة الجلوكوز التي تلي الوحدة المرتبطة برابطة جلوكوزيدية 6 : 1 . وعلى هذا فإن تأثير البيتا أميلاز على النشاء أو الأميلوبكتين يعطي علاوة على المالتوز جزيئات من سكر عديد يوح توي على الروابط 6 : 1 الموجودة في النشاء . وهذا السكر العديد Ploy saccharids المتبقي يسمى بـ dextrin grenze

والبعض الآخر يسميه alpha amyl dextrin والاسم الجاري عليه هو بيتا ليمت دكسترين Beta limit dextrin .

وإذا عرض البيتا ليمت دكسترين لتأثير البيتا أميلاز مرة ثانية لا يتأثر به إطلاقاً . أما إذا عرض إلى تأثير الألفا أميلاز فإنه يتحلل تحليلاً مائياً .
وإذا عرض البيتا ليمت دكسترين إلى أنزيم له القدرة على فصل الروابط الجلوكوزيدية 6 : 1 مثل الـ iso amylase ثم عرض مرة ثانية إلى البيتا أميلاز فيتحلل تحليلاً مائياً إلى حد معين وهو 17 % (معبراً عنها كمالتوز) والباقي يبقى كجزء ذو سلاسل متفرعة (ويسمى Dextrin II) وإذا تكررت هذه العملية مع الدكسترين فينتج عنه 20.7 % مالتوز ودكسترين ثالث يسمى dextrin III ويتركب من سلاسل متفرعة تحتوي على وحدات جلوكوز عددها أقل من السابق .

وهذه الظاهرة التي تنتج من تأثير البيتا أميلاز على جزيء الأميلوبكتين تعزز الآراء التي تقول أن هذا الجزيء شديد التفرع . فالبيتا أميلاز في المرحلة الأولى يزيل وحدات الجلوكوز الموجودة على أطراف الفروع ثم إن إنزيم الـ iso amylase يفصل روابط الجلوكوز 6 : 1 الموجودة على أطراف الفروع وبهذا يتمكن البيتا أميلاز من التأثير على الروابط 4 : 1 الموجودة في أطراف الفروع في الجزيء الجديد (الدكسترين) وهكذا .
ولدراسة تأثير البيتا أميلاز على النشاء أو الدكسترين للتعرف على نوع التفرع نتبع نفس طريقة العمل التي ذكرت في الألفا أميلاز وتقدير مدى التفاعل بقياس نسبة السكريات المختزلة (معبراً عنها كمالتوز) .
وإذا كانت نسبة التحليل 90 % أو أكثر دل ذلك على أن الجزيء في صورة سلاسل طويلة وإذا قل عن ذلك دل على وجود تفرع في الجزيء وكلما قلت هذه النسبة كلما كان الجزيء شديد التفرع .

والبيتا ليمت دكستريين لا يذوب في الماء ولكنه يذوب في الماء الساخن وفي المحاليل القلوية الضعيفة ويعطي لوناً أرجوانياً مع محاليل اليود الخفيفة يختزل محلول فهلنغ وهو شديد التفرع وطول السلسلة الواحدة من 11 - 12 وحدة الـ *sccharidinger Dextrinogenase* هذا النوع من الدكستريين ينتج بكثرة من بكتريا *Bacillus Macerans* وهذا الأنزيم يؤثر على النشاء كما يؤثر البيتتا أميلاز إذ يفصل وحدات الجلوكوز الطرفية الغير ألدهيدية ويختلف عنه في قدرته على تجميع السلسلة المفصولة في صورة حلقة تحتوي على 6 - 8 وحدات جلوكوز ويسمى *sccharidinger Dextrin* وحيث أنه لا يوجد فيه مجموعة ألدهيدية حرة فلا يختزل فهلنغ أو الفريسيانيد

3 - أهمية الأميلاز في الصناعة :

إن الأنزيمات التي لها تأثير على النشاء ذات أهمية صناعية كبرى وهي تستعمل منذ سنة 1815 عندما اكتشف kirchoff أن الدياستاز وهو خليط من الألفا والبيتتا أميلاز يحلل النشاء . وفيما يلي أهميته في الصناعة :

أهمية الأميلاز في صناعة النسيج :

في هذه الصناعة تنسج الخيوط في النول لعمل الأنسجة ويجب قبل نسج الخيوط تقويتها حتى لا تنقطع أثناء النسج ، لذلك تغمس الخيوط في محاليل (عجينة) نشاء سبق معاملتها بالأنزيمات أو بغير الأنزيمات . وتوجد أنواع كثيرة من الأنزيمات التجارية لهذه الغاية وهي عادة عبارة عن مخلوط من الألفا والبيتتا أميلاز وأيضاً نسب صغيرة من الأميلاز الأخرى وهي توجد تحت أسماء تجارية مختلفة.

وتستعمل الأنزيمات أيضاً في عملية أخرى مهمة في صناعة النسيج وهذه العملية تسمى *Desizing* أي إزالة النشاء أو مشتقاته من خيوط النسيج. فبعد عملية التقوية بواسطة عجينة النشاء أو مشتقاته والانتها من عمليات النسيج

تجرى عملية تجهيز الأنسجة للصبغة أو للطبع وفي هذه العملية يجب إزالة كل آثار النشاء الموجودة على النسيج حتى يمكن بعد ذلك إجراء عملية الطبع أو الصبغة . وإزالة النشاء لا ينصح باستعمال محاليل حمضية لتحليل النشاء إذ أن الأحماض تؤثر على الأنسجة ، لذلك تستعمل أنواع الأميلاز التي تحلل النشاء الموجود على خيوط النسيج، وتكون هذه الأميلاز عادة من النوع القادر على تحليل جزيئات النشاء تحليلاً كاملاً وتجعلها قابلة للذوبان في الماء ، فعند غسل النسيج يزال النشاء أو مشتقاته كلية من النسيج .

أهمية الأميلاز في صناعة الأغذية :

- 1 - في استخراج البكتين من الفواكه تترسب نسبة قليلة من النشاء التي كانت موجودة في الفواكه وخاصة في التفاح مع البكتين . فيستعمل الدياستاز لتحليل النشاء وتحويله إلى مواد ذائبة .
- 2 - في صناعة عصير الفواكه المعبأة في علب الصفيح أو في الأواني الزجاجية يلاحظ تكويّن طبقة صلبة غير شفافة على السطح العلوي من العلب وذلك نتيجة للبكتين والنشاء الموجود في الفواكه . ويمكن التغلب على هذا العيب بمعاملة العصير أثناء تحضيره بخليط من الأنزيمات التي تؤثر في كلا البكتين والنشاء . وأحسن نوع لهذه الأنزيمات هي التي تنتج من الفطر *Aspergillus sryzae*
- 3 - كما تستعمل الأميلاز في تحضير نوع من الشراب الحلو من النشاء. والطريقة هي أولاً التحليل المائي للنشاء بواسطة الحمض حيث يتحلل تحليلاً بسيطاً ، ثم التعادل ، ثم إضافة الأنزيمات المحللة ليتحول النشاء إلى دكستريانات ومالتوز وجلوكوز . وهذه الطريقة هي التي تستعمل حالياً على نطاق واسع في تحضير شراب الجلوكوز .

أهمية الأميلاز في صناعة الكحول والجلوكوز :

تستعمل الأنزيمات المحللة للنشاء في صناعة الكحول من المواد التي تحتوي على النشاء . فإذا أضيف أنزيم الأميلاز إلى المواد النشوية تحول النشاء إلى مالتوز و جلوكوز، وبإضافة خميرة العجين يتحول الجلوكوز إلى كحول ويأخذ المالتوز في التحلل إلى جلوكوز الذي يتحول بدوره إلى كحول.

ج - دراسة التركيب الكيميائي لجزيء النشاء بالأكسدة :

1 - الأكسدة بحمض فوق اليود (بيربوديك) :

تعتبر طريقة الأكسدة بواسطة حمض فوق اليود (حمض البيريوديك) التي أدخلها لأول مرة Malaprade ، من أهم الطرق المستعملة لدراسة التركيب الكيميائي للنشاء إذ يمتاز هذا الحمض أو أملاحه بأنه يؤكد المركب في مواضع معينة ولا ينتج أثناء التفاعل تفاعلات ثانوية وأيضاً بأنه يعطي نسب عالية من مركبات الأكسدة ، وتتنحصر الأكسدة بواسطة أيون البريودات لتلك المركبات التي تحوي على المجموعات الآتية والتي تحتوي على ذرتي كربون متجاورتين :

مجموعة هيدروكسيل - مجموعة هيدروكسيل

مجموعة هيدروكسيل - مجموعة أمين

مجموعة كربونيل - مجموعة كربونيل

مجموعة كربونيل - مجموعة هيدروكسيل

وعند تفاعل حمض البيريوديك أو أملاحه مع المركبات التي يوجد بها

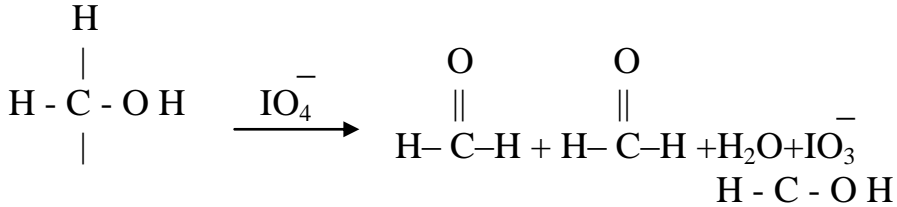
مجموعتي هيدروكسيل مرتبطين بذرتي كربون متجاورتين فإنه يعمل على

كسر الرابطة الضعيفة بين ذرتي الكربون، وبالتالي تتحول المجموعة

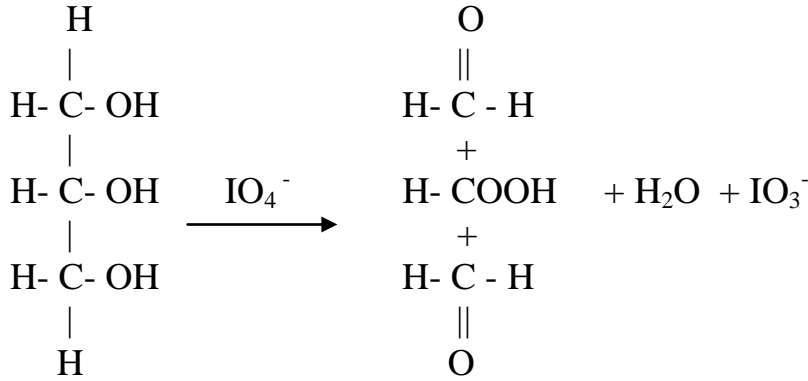
الكحولية (كحول أولي) التي توجد على طرف الجزيء إلى مجموعة

كربونيل وتتحول المجموعة الكحولية اللاطرفية (كحول ثانوي) إلى حمض

كما هو مبين في المعادلتين الآتيتين :



Ethylene Diglycol



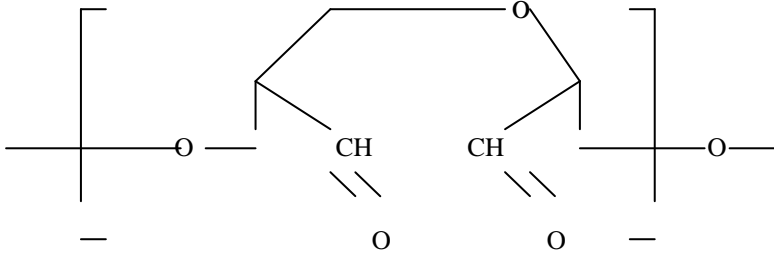
Glycerine

ويطبق Fleury هذا التفاعل على المواد الكربوهيدراتية وخاصة على السكريات الأحادية ومشتقاتها ووجد أن أيون البير أيودات له القدرة على كسر الرابطة الموجودة بين ذرتي كربون متجاورتين تحصل كل منها على مجموعة هيدروكسيل حرة أو مجموعة كربونيل فمثلاً جزيء الجلوكوز يتأكسد بواسطة خمس جزيئات من الأوكسجين (خمس جزيئات من حمض البير أيوديك) وينتج عنه خمس جزيئات حمض فورميك وجزيء واحد من الفورمالدهيد كما هو مبين في المعادلة الآتية :



وعلى ضوء هذه النتائج استعمل Hudson Jackson تفاعل حمض البير أيوديك لأكسدة النشاء والسليولوز ووجد أن نشاء الذرة يتأكسد بسهولة في وجود الماء وأنه يلزم جزيء من حمض البير أيوديك لأكسدة وحدة جلوكوز

بلا مائية (أنهيدرية) وينتج عن هذه الأكسدة كسر الرابطة بين ذرتي كربون 2 و 3 لكل وحدة جلوكوز لا طرفية في سلسلة النشاء وبالتالي يتكون جزيء يحتوي على ذرتي كربونيل (مركب ثنائي الألدريد aldehyde structure) كما هو مبين في الصيغة الآتية :



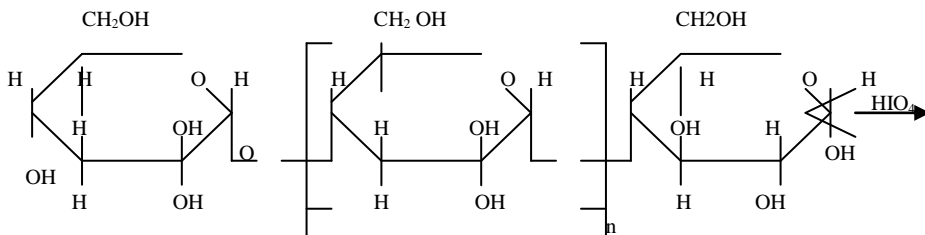
هذا وقد لوحظ أيضاً أنه عند أكسدة الأميلوز بواسطة حمض البيريوديك يتكون بالإضافة إلى ثنائي الألدريد ثلاث جزيئات من حمض الفورميك ، إحدى هذه الجزيئات ناتجة من وحدة الجلوكوز الطرفية الألدهيدية وحيث أن ذرة الكربون رقم (1) غير متحدة برابطة جلوكوزيدية في هذه الوحدة الطرفية الألدهيدية فينتج أيضاً عن أكسدة الأميلوز جزيء واحد من الفورمالدهيد . أي إنه عن أكسدة جزيء الأميلوز بواسطة حمض البيريوديك ينتج :

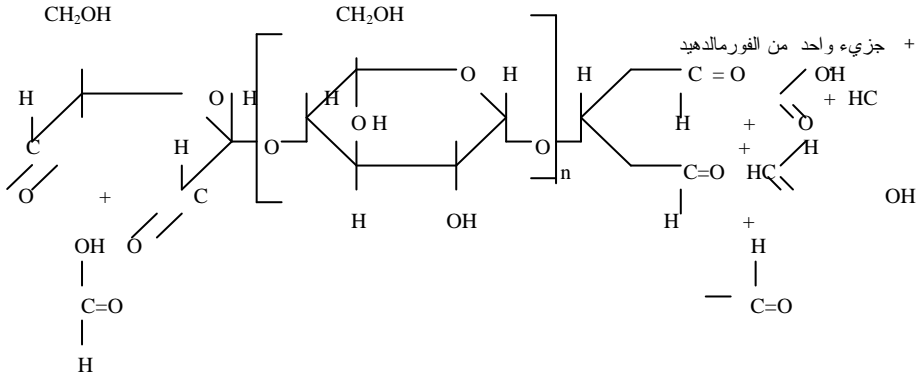
1 - مركب ذو سلسلة طويلة يتكون من وحدات ثنائي الألدريد عددها

يساوي العدد الأصلي لوحدات الجلوكوز .

2 - ثلاث جزيئات حمض فورميك .

3 - جزيء واحد من الفورمالدهيد .





واحد جزيء حامض فورميك

+ 2 جزيء حامض فورميك

أما في حالة تأكسد جزيء الأميلوبكتين بواسطة أيون الب ي أيودات فينتج

نفس المركب ذو الوحدات ثنائي الألدهيد وعدد أكبر من جزيئات حمض الفورميك يتناسب عددها على حسب عدد السلاسل الموجودة في الجزيء ذاته بالإضافة إلى جزئين من حمض الفورميك ينتجان بالطبع من وحدة الجلوكوز الطرفية الألدهيدية أما كمية الفورمالدهيد الناتجة فهي بالطبع أيضاً جزيئاً واحداً حيث أنه يوجد في الجزيء وحدة جلوكوز ألدهيدية واحدة .

وتفاعل النشاء مع حمض البريوديك ذي أهمية كبرى في دراسة التركيب الكيميائي للنشاء وأيضاً في الصناعة وترجع الأهمية في هذا التفاعل لدراسة التركيب الكيميائي للنشا في النقاط الآتية :

1 - يمكن استنتاج طول سلسلة الأميلوز بتقدير كمية حمض الفورميك الناتج من تأكسد وزن معين من الأميلوز بواسطة ميتا بيريدوات الصوديوم . ويمكن تطبيق المعادلة الآتية لمعرفة طول السلسلة في الأميلوز :

$$n = \frac{(3 \times 46) \times s}{162 \times v}$$

حيث : n : عدد وحدات الجلوكوز في السلسلة .

46 : الوزن الجزيئي لحمض الفورميك .

162: الوزن الجزيئي لوحدة الجلوكوز اللا مائية .

س : وزن الأميلوز المستعمل بالغرام .

ص : وزن حمض الفورميك بالغرام .

2 - يمكن تقدير وحدات الجلوكوز في كل سلسلة صغيرة مستقيمة في

جزء الأميلوبكتين وذلك بتقدير حمض الفورميك الناتج من أكسدة

الأميلوبكتين بواسطة ميتا بريودات الصوديوم وذلك باستعمال المعادلة الآتية:

$$\frac{(1 \times 46) \times \text{س}}{162 \times \text{ص}} = \text{ن}$$

ويلاحظ بالطبع أن كمية حمض الفورميك الناتجة من أكسدة الأميلوبكتين

تشمل أيضاً جزء حمض الفورميك الناتجة من وحدة الجلوكوز الطرفية الألدهيدية . وحيث أن جزء الأميلوبكتين كبيراً جداً فنسبة الخطأ الناتج من عدم احتساب هذه الكمية من حمض الفورميك لا تؤثر في النتيجة .

3- إذا أمكن تقدير كمية الفورمالدهيد الناتج من أكسدة كامل جزء

الأميلوز أو الأميلوبكتين، يمكن حساب العدد الكلي من وحدات الجلوكوز اللا مائية (الأنهدرية) التي تكون هذه الجزئيات وذلك لأنه ينتج جزء واحد فقط من الفورمالدهيد وذلك حسب المعادلة الآتية :

$$\frac{30 \times \text{س}}{162 \times \text{ص}} = \text{ن}$$

م : عدد وحدات الجلوكوز الكلية في الجزء

30 : الوزن الجزيئي للفورمالدهيد .

س : وزن الأميلوبكتين أو الأميلوز .

ص : وزن الفورمالدهيد بالغرام .

وبالتالي يمكن تحديد الوزن الجزيئي الأدنى للنشاء أو مركباته .

4 - يمكن استنتاج عدد السلاسل في جزيء الأميلوبكتين طالما أمكن معرفة كل من العدد الكلي لوحدات الجلوكوز اللا مائئة التي تكون جزيء وكذلك طول كل سلسلة على حدة .

2 - الأكسدة باستعمال رابع خلات الرصاص Lead Tetra acetate :

وجد أن رابع خلات الرصاص $(CH_3COO)_4Pb$ له تأثير مماثل لحمض البريوديك على المركبات التي تحمل مجموعتي هيدروكسيل على ذرتي كربون متجاورتين - وعند أكسدة الأميلوز بواسطة رابع خلات الرصاص وجد أن الأكسدة لا تتم حتى النهاية فأمكن الحصول على 50% من المركب العديد الأدهيد . وتجري الأكسدة في وجود حمض الخل ونسبة قليلة من خلات الصوديوم الذي يعمل كعامل مساعد وتنتج أيضاً كميات من حمض الفورميك والفورمالدهيد ولكنها أكثر بكثير من المتوقع ولعل السبب يرجع إلى حدوث تفاعلات ثانوي .

4 - 2- تفريد أو تجزئة النشاء Fractional of Starch :

كان النشاء قبل عام 1820 يعتبر أنه مركب واحد متجانس من الناحية الكيميائية ثم اعتبر أنه مركب من ثلاث مكونات وذلك تبعاً لما لوحظ من ذوبان النشاء إذا عومل بالتسخين أو الطحن Crushing وقد سميت هذه النظرية : بنظرية المركبات الثلاث tri- component theory إذ أمكن فصل ثلاث مكونات :

1 - مكون يذوب في الماء البارد ويعطي لوناً أزرق بمحلول اليود وسمي amidine .

2 - مكون يذوب في الماء الساخن وسمي amidine soluble .

3 - مكون ثالث لا يذوب في الماء الساخن وسمي amidine gum .

وقد وجدت أن نسبة المكونات الثلاث هي 59 % للمكون الأول ، 38 % للمكون الثاني ، 3 % للمكون الثالث . إلا أن هذه النظرية استبعدت عندما

وضع Naegeli الذي يعتبر والد كيمياء النشاء نظريته التي تقول بأن النشاء يتרכب من مكونين ، أو بأن كل حبة نشاء تتרכب من طبقتين :

1 - طبقة خارجية وهي تكوّن ثمن كمية حبة النشاء وهي صعبة الذوبان وتقاوم تأثير الأميلاز ولا تعطي لونا أزرقاً مماثلاً للون الذي تعطيه الطبقة الداخلية وسمي Starch cellose .

2 - طبقة داخلية تذوب في الماء بالتسخين المستمر وتعطي لونا أزرقاً مع محلول اليود وسميت هذه الطبقة بالـ Granulose .

وهذه النظرية غير معترف بها في الوقت الحالي إلا أنه في بعض الحالات التي تقابل العلماء في وقتنا الحاضر أثناء دراسة التركيب الكيميائي للنشاء لا يمكن تفسيرها إلا باعتقاد أن هذه النظرية صحيحة .

ومن حوالي أكثر من 100 سنة أمكن باستعمال طرق مختلفة لتجزئة النشاء إلى مكونين أساسيين يختلفان عن بعض في التركيب الكيميائي :

1 - الأميلوز الذي يعطي اللون الأزرق مع محلول اليود .

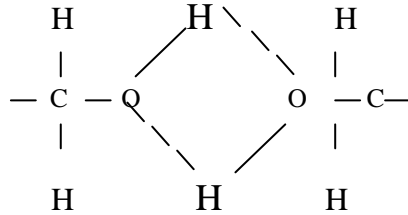
2 - الأميلوبكتين الذي يعطي لون بنفسجي مع محلول اليود .

وتعتمد طريقة التقريد على أساس ذوبان الأميلوز في الماء الساخن وعد م ذوبان الأميلوبكتين وذلك عند استخلاص النشاء بالماء الساخن في درجة حرارة 60 - 70 ° م كما تعتمد الطريقة أيضاً على خاصية بعض المذيبات العضوية في ترسيب الأميلوز .

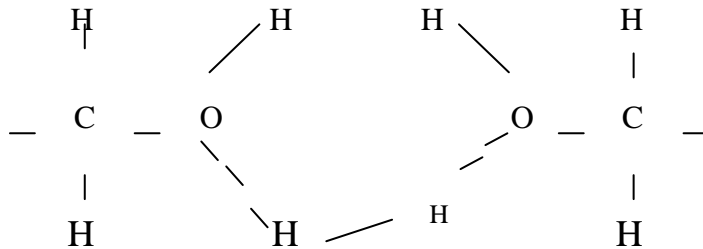
وفي الحقيقة تعتبر حبيبة النشاء الجافة عبارة عن جزيئات أميلو بكتين متفرعة، يتخلل بين فروعها سلاسل مستقيمة من الأميلوز في هيئة خيوط ملتوية. فعند تسخين النشاء في وجود الماء تحصل ظاهرة الجلتنة

gelatinization والاعتقاد أنها عبارة عن أن حبيبات النشاء تفقد بنائها البلوري ويحصل خلل بالنظام الجزيئي لحبة النشاء molecular

disorganization وتتبع التغيرات الآتية بالتدرج فتلين سلاسل الأميلوبكتين مما يساعد جزيئات الأميلوز في أن تصبح في صورة مستقيمة وبالتالي تساعد عملية الانتشار diffusion بين جزيئات الماء ، ثم إذا لم يقلب المخلوط ميكانيكياً أثناء عملية التسخين لا تزال حبيبات الأميلوبكتين تحتفظ بصورتها الأصلية ولكنها تأخذ في الانتفاخ، وتكبر في الحجم بحيث تتقارب الجزيئات بين بعضها بحيث يحصل احتكاك Friction وينتج عن ذلك الاحتكاك ازدياد اللزوجة . أما في حالة الأميلوز فتتقارب السلاسل المستقيمة من بعضها ويحصل أن تتحد السلاسل ببعضها عن طريق الرابطة الهيدروجينية ، وهو حدوث نوع من الرابطة بين ذرة الهيدروجين الموجبة في مجموعة الهيدروكسيل وذرة أكسجين سالبة موجودة في مجموعة هيدروكسيد أخرى فيحصل الاتحاد بهذه الطريقة :



وبالتالي يحصل نظام غروي Colloidal micelles وبالطبع ينتج ذلك بالنسبة للأميلوز لأنها سلاسل مستقيمة فيسهل عليها أخذ اتجاه معين Orientation ويصعب للأميلوبكتين أن تأخذ هذا الاتجاه ولكن تتكون الرابطة الهيدروجينية hydrogen bond عن طريق الاتحاد بجزيئات ماء وسيطة كما هو مبين في الرسم الآتي :



ويسهل وجود الرابطة الهيدروجينية في النشاء في ذرات الكربون رقم 6 و 2 و 3 وقد وجد أن الرابطة الهيدروجينية عن ذرة الكربون رقم 6 تكون أقوى من الرابطة الهيدروجينية عند ذرة الكربون 2 أو 3 .
 بواسطة هذه الرابطة الهيدروجينية يحصل أن تجتمع جزيئات الأميلوز بجانب بعضها فيحصل aggregation وبلتالي يزيد الوزن لهذه التكتلات فإذا أخذ المحلول في التبريد يأخذ الأميلوز في الترسيب، وتسمى هذه الظاهرة التراجع أو النكوس retro gradation .

فتعتمد عملية تفريد النشاء على عملية التراجع أو النكوس أي بمعنى آخر على ترسيب الأميلوز من المحلول الذي تمّ جلتنته ، وبوجود الأميلوبكتين في صورة ذائبة في المحلول المائي . أما المذيبات العضوية مثل الـ Butanol والـ Pentasol فتساعد على عملية الـ Orientation لجزيئات الأميلوز . وقد تمكن Roun و Maguene سنة 1904 من تجزئة النشاء على أساس إذابة النشاء في الماء بالتسخين الشديد وترك المحلول مدة من الزمن ليبرد فلاحظا ترسيب جزء من النشاء بظاهرة النكوس، وتمكنا من إذابة الجزء المرسب (الأميلوز) بالتسخين لدرجة 130° م وقد أعطى هذا الجزء لون أزرق مع اليود ، ولم يتمكننا من فصل الأميلوبكتين في هذه التجربة .
 وأمكن أيضاً فصل الأميلوز على أساس استخلاص النشاء بالماء الساخن

في درجة 60-70 م مع التقليب البسيط ثم ترسيب الأميلوز بعد عملية الترشيح. بإضافة كمية كافية من الكحول الايثيلي (حجم إلى حجم) أما الجزء الغير ذائب فاعتبر أنه أميلوبكتين ولكن باتباع هذه الطريقة وجد أن الأميلوز غير نقي وأيضاً بالنسبة للأميلوبكتين لتلوث كلاهما بآثار من الآخر .

ويمكن أيضاً تجزئة النشاء باستعمال طريقة القوة الكهربائية Electro Force حيث يعرض محلول النشاء لتيار كهربائي، فنظراً لوجود فوسفات مرتبطة على هيئة إستر مع الأميلوبكتين فيلاحظ انتقال الأميلوبكتين نحو

القطب الموجب و يبقى الأميلوز في المحلول . وقد نجحت هذه التجربة مع نشاء البطاطا والدرنات والجذور نظراً لوجود الفوسفات مرتبطاً مع الأميلوبكتين .

أما في حالة نشاء الحبوب فالفوسفات قليلة جداً ويوجد بدلاً منه أحماض دهنية مرتبطة (إدمصاص) مع الأميلوز مما يؤدي إلى انتقال الأميلوز إلى القطب الموجب وبقاء الأميلوبكتين في المحلول وقد وجد عموماً أن هذه الطريقة غير مجدية وعادة ما تكون المكونات المفصولة غير نقية أو قد يترسب الأميلوز في المحلول بخاصية النكوس . والطريقة المتبعة حالياً والتي تعتبر من أحسن الطرق هي التفريد باستعمال مذيبات عضوية لتسهيل عملية النكوس .

فتمكن T.Y. Schoch من تفريد النشاء بإذابته تماماً في الماء وذلك بالتسخين لدرجة حرارة 120-130 م⁰ مع اوتوكلاف ثم إضافة كمية مناسبة من الكحول البيوتيلي العادي ، فعند تبريد المحلول يترسب الأميلوز على هيئة بلورات نقية جداً يمكن فصلها بآلة طرد مركزية (نابذة) تدور ما بين 3000 - 5000 دورة في الدقيقة .

ويذاب بعد ذلك الأميلوز في الماء (10 - 15 %) ويعطي محلولاً رائقاً ذو لزوجة منخفضة ، ويلاحظ أن الأميلوز المترسب حديثاً يذوب بسهولة عن الأميلاز المترسب والذي ترك مدة طويلة ويمكن إعادة تبلور الأميلوز بإذابته في الماء الساخن وإضافة كحول ثم ترك المحلول ليبرد .

أما الأميلوبكتين فيمكن فصله عن السائل الأم بالتريسيب بواسطة الكحول الايثيلي والميثيلي، وقد وجد أن عملية تسخين النشاء تحت حرارة مرتفعة تؤدي إلى تحويل النشاء (تكسير السلسلة تكسيراً بسيطاً) نتيجة الأحماض الخفيفة الموجودة في المحلول (PH = 5.5) علاوة على الأميلوز الناتج بعد تجفيفه صعب الذوبان في الماء (0.1 %) .

والطريقة الآتية هي من أنسب الطرق لفصل كل من الأميلوز

والأميلوبكتين من النشاء :

- 1 - ينقى النشاء بطرق التنقية المذكورة قبل ذلك .
- 2 - يضاف 50 غرام من النشاء في محلول مكون من 350 سم³ من الكحول البيوتيلي النظامي و 2500 سم³ ماء مقطر ويعدل المحلول بواسطة محلول منظم (أملاح فوسفات) إلى $PH = 6.1 - 6.2$.
- 3 - يسخن المخلوط في أوتوكلاف لمدة ثلاث ساعات على درجة حرارة حوالي 120° م أو يمكن تسخين الخليط تحت مكثف عاكس ويستمر في الغليان العادي لمدة حوالي 6 ساعات .
- 4 - بعد التبريد يضاف إلى الخليط 180 سم³ من مخلوط الكحول البيوتيلي والكحول الأميلي المشابه Iso - amyl alcohol ويترك لمدة 48 ساعة على درجة الحرارة العادية .
- 5- يمكن فصل الأميلوز المترسب إما بآلة الطرد المركزي 4000 - 6000 دورة / دقيقة أو بواسطة الـ Super centrifuge .
- 6 - يعامل راسب الأميلوز بواسطة مخلوط من الكحول البيوتيلي والماء (1000 سم³ من الماء + 200 سم³ من الكحول) ويسخن لمدة 30 دقيقة .
- 7 - يترك المحلول بعد التبريد لعدة ساعات حيث يترسب الأميلوز .
- 8 - يفصل الأميلوز بالطرد المركزي ويزال الماء منه بطريقة المعاملة بالايثانول ثم الأسيتون ثم الإثير ويجفف تحت الفراغ بدرجة 75 م⁰ .
- 9 - أما المحلول الأم الذي تبقى من عمليات الطرد المركزي فيركز بالتبخير تحت الفراغ إلى أن يهصل حجمه إلى 200 سم³ .
- 10 - يضاف إلى المحلول المركز كحول إيثيلي (سرحمين لكل حجم من المحلول) حيث يترسب الأميلوبكتين .

11 - يفصل الأميلو بكتين المترسب ويجفف كما سبق ذكره في الأميلاز ويمكن نقيته بإعادة ذوبانه مرة ثانية في 200 سم³ وترسيبه بكحول الايثيل مرة ثانية .

وقد وجد أن هناك مواد كثيرة تعمل مثل الكحول البيوت يلي في ترسيب الأميلوز وأهمها البنزازول Pentasol وهو أنسب من الكحول البيوتيلي . وكذلك تستعمل الأحماض الدهنية والكحولات العالية والفينولات والنيترو برفينات والثيمول والهكسان الحلقي .

وتمكن بعض الباحثين من تجزئة الأميلوز والحصول على مكونات منه تختلف في أوزانها الجزيئية ، فمثلاً عند إذابة الأميلوز في الماء الساخن وإضافة كمية قليلة من الكحول الأوكتيلى Octyl alcohol يترسب بعض من الأميلوز، وبعد فصله بآلة الطرد المركزي يمكن ترسيب كمية أخرى من الأميلوز بواسطة الكحول الأوكتيلى يختلف وزنه الجزيئي أو طول السلسلة عن الكمية المرسبة أول مرة وهكذا حتى تمام ترسيب جميع الأميلوز . وقد توصل الباحثين إلى فصل ثلاث أو أربع مكونات للأميلوز ووجد أن الجزء المفصول أولاً ذو وزن جزيئي مرتفع ويقل الوزن الجزيئي بالتدرج في الأجزاء الأخرى . وهذه النتائج أدت إلى الاعتقاد أن الأميلوز ليس متجانس بل خليط من أميلوز يختلف في عدد وحدات الجلوكوز في السلسلة . وحيث أن كل من الأميلوز والأميلوبكتين له صفات طبيعية وكيميائية مختلفة وتختلف في درجة الذوبان ودرجة اللزوجة النوعية ، فاتجهت الصناعة في السنوات الأخيرة بتجزئة النشاء لاستهلاك هذه المكونات في أغراض مختلفة وقد اخترعت طريقة أخيراً لفصل هذه المكونات على نطاق صناعي في هولندا . وأساس الطريقة هو تسخين النشاء (8 %) مع كبريتات المغنيزيوم 17 % في أوتوكلاف على 130 م⁰ ثم فصل المكونات بواسطة التبلور التجزيئي ثم تجرى عمليات التجفيف .

4 - 3 - ملخص التركيب الكيميائي للنشاء :

1 - يتركب جزيء النشاء من وحدات جلوكوز وأمكن إثبات ذلك بأن التحليل المائي الكامل للنشاء (بواسطة الأحماض المعدنية) يعطي كمية من سكر الجلوكوز وقد ثبت أنه يعطي فقط جلوكوز بواسطة التحليل بطريقة التفريد الكروماتوجرافي على الورق .

2 - يتكون النشاء من مركبين على الأقل هما الأميلوز والأميلوبكتين وأمكن إثبات ذلك بطرق التفريد المختلفة التي تعطي مركبات تختلف عن بعضها في الصفات الطبيعية والكيميائية والاعتقاد السائد في الوقت الحالي عن وجود مركبات أخرى غير الأميلوز والأميلوبكتين .

3 - وحدات الجلوكوز في جزيء الأميلوز أنهيدرية (لا مائية) ومرتبطة بعضها بوحدات جلوكوزيدية في مواضع الكربون رقم 1 والكربون رقم 4 وبالتالي تكون سلسلة طويلة لها طرفين إحداهما غير ألدهيدي والآخر ألدهيدي ، وأمكن إثبات ذلك من طرق الدراسة بواسطة المثيلة methylation والأكسدة ، وكذلك بقدرة الأميلوز باختزال بعض المحاليل التي تختزلها الأدهيدات كمحلول فريسيانيد البوتاسيوم .

4 - وحدات الجلوكوز في جزيء الأميلوبكتين مرتبطة أيضاً مثل الأميلوز بوحدات جلوكوزية 4 : 1 مكونة سلاسل قصيرة وأن هذه السلاسل مرتبطة مع السلسلة المستقيمة بروابط جلوكوزيدية في مواضع الكربون رقم 1 والكربون رقم 6 وأمكن إثبات ذلك بالطرق المذكورة للأميلوز . وكذلك من دراسات تأثير البيتا أميلاز على الأميلوبكتين . وعلى العموم يوجد عدة رموز مقترحة للأميلوبكتين و أهمها هي : الـ ramified form والـ Laminated form . هذا ومن الجدير بالذكر أن الأبحاث الأخيرة قد أثبتت وجود أيضاً روابط أخرى غير الروابط 4 : 1 و 6 : 1 وهي روابط 2 : 1 أو 3 : 1 وذلك لأنه قد وجد أن عملية الأكسدة بواسطة البريودات لا تتم

كاملة مما يدل ذلك على أن ه يوجد بعض المجمع وعات الهيدروكسيدية غير الحرة .

5 - يعتقد أن الفوسفور هو أحد مكونات جزيء النشاء لأنه لم يمكن التخلص من الفوسفور الموجود في النشاء بأي طريقة وكذلك أمكن إثبات وجود الفوسفور بجزيء النشاء، فالمعتقد أنه على هيئة إستر لحمض الفوسفور وخاصة في جزيء الأميلوبكتين (لأن نسبة الفوسفور فيه أكثر بكثير من الأميلوز) وأنه موجود على شكل إستر أيضاً يربط جزء الأميلوز مع الأميلوبكتين .

6 - الروابط الجلوكوزيدية هي : من نوع الألفا وأمكن إثبات ذلك بطرق قياس Optical rotation وأن النشاء يعطي جزيئات مالتوز عند التحليل المائي الغير كامل أو تحليله بواسطة الأميلاز.

7 - يتרכب النشاء من مجم وعات من جزيئات micelles تتحد مع بعضها بواسطة الرابطة الهيدروجينية hydrogen bonds ومما يعزز ذلك أن النشاء الجاف يحتوي دائماً على الأقل 10 % من الرطوبة ويصعب التخلص كلية من الماء إلا إذا تغيرت صفاته وبالتالي يصعب تقدير الوزن الجزيئي للنشاء لأنه يتרכب من مجموعة من الجزيئات مرتبطة مع بعضها بقوى فيزيائية Physical Properties .

الجدول التالي يبين أهم الفروق بين الأميلوز والأميلوبكتين :

الأميلوبكتين	الأميلوز	
لون بنفسجي	لون أزرق	مع محلول اليود
تحليل 50-70%	تحليل 95-100%	تأثير الأميلاز
حوالي 4.000.000	حوالي 40.000	الوزن الجزيئي
30-20	20.000-20	عدد وحدات الجلوكوز بالسلسلة المستقيمة
لا يوجد على حالة بلورية	يوجد على حالة بلورية	الحالة البلورية
يذوب بسهولة مكوناً محلولاً غير شفاف	يذوب بصعوبة بعد فصله مكوناً محلول رائق	الذوبان في الماء
لا يرسب	يرسب	محلوله في الماء
يكون مرتبطاً مع حمض الفوسفور وخاصة في الدرنات والجذور (إستر)	يكون مرتبطاً مع أحماض دهنية وخاصة في البذور (إدمصاص)	الارتباط

الفصل الخامس

خواص النشاء

5-1- الخواص الفيزيائية :

أ - الحالة التبلورية والخواص الضوئية :

إن النشاء من المواد ذات الوزن الجزيئي الكبير وهو يقع في حيز المواد ذات الصفة الغروية فهو لا يبدي أي مظهر تبلوري خارجي وإن كانت حبيباته توجد دائماً في أشكال معينة تختلف باختلاف نوع النشاء .
إلا أن ذلك ليس بالدليل على التبلور، وذلك لعدم انقسام حبيبات النشاء في سطوح وزوايا منتظمة شأن البلورات . وبالإضافة إلى ذلك فإن النشاء إذا عولج بالماء الساخن انتفخ وزاد في الحجم زيادة كبيرة وكوّن محلولاً غليظ القوام يعرف بمطبوخ النشاء وهذه الظاهرة تميز المواد الغروية التركيب عن المواد المتبلورة التي تذوب بدون أن تتفتح .

على أن انعدام المظهر التبلوري الخارجي للنشاء لا يدل على الحالة الدقيقة لهذه المادة ، تلك الحالة التي لم يكشف عن كنهها إلا قبيل منتصف القرن العشرين ، وأول ما استوعى الأنظار بخصوص تركيب حبيبات النشاء من هذه الوجهة هو الشكل الخاص الذي تظهر به الحبيبات في الضوء المستقطب إذ تظهر الحبيبات وبها خطوط سوداء متعامدة، وقد نسبت هذه الخاصية إلى اختلاف في قرينة انكسار الأشعة الضوئية في الاتجاهات المختلفة للحبيبة Anisotropy وهذه الخاصية هي من خواص البلورات وذلك لأن ذراتها توجد في مواضع مرتبة وسطوح محدودة ومن هذه السطوح يحدث انكسار الضوء وينتج الاختلاف في قرينة الانكسار في هذه الحالة باختلاف اتجاه الضوء المستقطب من اختلاف أبعاد السطوح

ومجموعات الذرات في الاتجاهات المختلفة للبلورة ، وهذا على عكس المواد الغير متبلورة التي توجد بها الذرات في أوضاع منسقة، ولهذا فتأثيرها على الضوء واحد من كل الجهات .

وقد قام فون ناجلي 1850 م وأدلى بنظرية جديدة حول التبلور الغير ظاهري للنشاء والسليولوز والمواد المماثلة , فقال إن أمثال هذه المواد لا تتكون مباشرة من جزيئات هذه المواد بل من مجموعات من هذه الجزيئات موجودة في أوضاع هندسية وقد دعى هذه المجموعات باسم الجسيمات Micelle على أنه رغماً عن وجود النظرية المذكورة فقد ظل الاعتقاد بانعدام التركيب البلوري للنشاء إلى النصف الأول من القرن العشرين ، وذلك إلى أن أثبتت التجارب الحديثة بواسطة الأشعة السينية تبلور مادة النشاء بصفة قاطعة . واختبار الأشعة السينية المذكور يقوم على أساس أن البلورات تحرف الأشعة السينية على نحو ما يفعل ذلك جهاز مخطط الانحراف مع الضوء العادي Diffraction grating .

فعند إرسال شعاع أحادي الموجة على بلورة لا يخترق الشعاع المذكور كله البلورة في خط مستقيم بل إن جانباً منه ينحرف في صورة مخروط . وإذا استقبل هذا الشعاع على ورق فوتوغرافي حساس أحدث به بقعاً سوداء على أبعاد مختلفة وفي صورة منتظمة من البؤرة الوسطى التي تمثل الشعاع الساقط الغير منحرف وبقياس أبعاد هذه البقع ومعرفة زوايا ميل الأشعة وبعدها عن المصدر يمكن بطريقة حسابية بسيطة معرفة أبعاد مجموعات الذرات في المادة المختبرة .

وقد لاقى تطبيق هذه الدراسة على السليولوز نجاحاً عظيماً وأمكن منها معرفة أطوال وحدات التكرار الجزيئي فوجدت مطابقة للفروض الكيميائية . أما في حالة النشاء ولو أن التطبيق أثبت تبلور مادة النشاء إلا أنه لم يأت

بنتيجة محققة وذلك لعدم وضوح البقع بالصور السينية وذلك ناجم عن أن تبلور النشاء ليس بالتبلور الكامل بل أنه تغلب عليه الحالة غير المتبلورة . وأول من أعطى أرقاماً أولية عن طول البلورة الأولية للنشاء هما هرتسوج وهانكلي واستنتجا أن النشاء يتبع في تبلوره التماثل Rhombic System .

وقام بعد ذلك سبنسلي بقياس الأبعاد المذكورة فاستنتج أن الخلية الأولى تتكون من متوازي مستطيلات طول ضلعية 5.97 انجستروم وطول الضلع الثالث /5.05/ انجستروم، وحجم البلورة 178 انجستروم مكعب . ومن ذلك استدل على أن الوحدة الأولية للنشاء تشغل بوحدة جلوكوز واحدة .

ب- محاليل النشاء (الانتفاخ والجلتنة) :

Swelling and gelatinization :

لا يذوب النشاء وهو على صورته الطبيعية في الماء البارد بل يكون معه عند رجّه به معلقاً لبني القوام غير ثابت لا يلبث أن يترسب منه النشاء ويبقى الماء فوقه رائقاً . وتنتفخ الحبيبات ويزداد حجمها في الماء ولكنها تتكمش وتعود إلى حجمها الأصلي بالجفاف . أما إذا سخنا معلق النشاء في الماء فإنه يلاحظ عليه تغير جوهرى ويتحول عند درجة معينة من الحرارة إلى محلول سميك القوام يعرف (بمطبوخ النشاء) لا يترسب معه النشاء ثانية ويصبح لونه لؤلؤياً أقرب إلى الشفافة بعد أن كان معتماً .

وأظن أن قليلاً منا من لا يعرف شكل هذا المحلول الذي نصادفه في الحياة اليومية . وإذا تتبعنا تكون مطبوخ النشاء تحت المجهر وجدنا أن أول ظاهرة تحدث على حبيبات النشاء هي انتفاخها شيئاً فشيئاً حتى تنفجر وتمتزج بالماء مكونة هذا المحلول اللزج الذي عرفناه بالمحلول الغروي .

وتختلف درجة الحرارة التي تحدث عندها هذه التغيرات باختلاف نوع النشاء ويظهر أن لذلك علاقة مباشرة بحجم حبيبات النشاء .

وفي الجدول الآتي درجات الحرارة التي تحدث عندها انتفاخ حبيبات أنواع النشاء المختلفة وتكون المطبوخ المذكور :

نوع النشاء	انتفاخ الحبيبات م	بدء تكون مطبوخ النشاء م	انتهاء مطبوخ النشاء م
الشوفان	45	50	55
الذرة	50	55	62.5
الشعير	37.5	57.5	62.5
البطاطا	46.25	58.75	62.5
الرز	53.75	58.75	61.25
القمح	50	65	67

ويعزى هذا الاختلاف في درجات لزوجة مطبوخ النشاء المحضر من أنواع مختلفة إلى الاختلاف في نسبة مكوني النشاء الأساسيين وهما الأميلوز والأميلوبكتين .

وعندما يجف مطبوخ النشاء لا يعود ثانية إلى النشاء الطبيعي بل يتحول إلى مادة قرنية لامعة شديدة الصلابة كثيرة المتانة ، ولهذه الخاصية أهمية كبرى في الصناعة إذ يعتمد عليها في إجراء عملية البوش (التبويش) في النسيج لزيادة متانة الخيوط لكي تتحمل الشد الواقع عليها أثناء النسيج . كما أن يستفاد من خواص لزوجة محاليل النشاء في إعطاء القوام السميك للألوان المستخدمة في طباعة الأقمشة .

وتبلغ أقصى لزوجة لمحاليل النشاء بعد الدقائق الأولى لتحضيرها وتهبط لزوجة مطبوخ النشاء ببطء بإطالة مدة التسخين وينتج عن ذلك تحول النشاء إلى نشاء ذائب . ويمكن ترسيب النشاء من محاليله بإضافة الكحول أو حمض التانيك .

لزوجة محاليل النشاء وعلاقتها بالتركيب الكيميائي :

سبق أن ذكرنا أن اللزوجة العالية التي تمتاز بها محاليل النشاء في الماء ناتجة عن التركيب الجزيئي العالمي لمادة النشاء ولكن ليس الوزن الجزيئي الكبير وحده بكاف لإعطاء هذه اللزوجة العالية فقد وجد أن الجزيئات نفسها يجب أن تكون طويلة مستقيمة الشكل . أما الجزيئات الكبيرة المتفرعة فلا تسبب لزوجة عالية، ومن المعروف أن الجليكوجين الذي يفوق وزنه الجزيئي الوزن الجزيئي للنشاء لا يعطي محاليل عالية اللزوجة وما ذلك إلا لأن جزيئاته متفرعة وغير مستقيمة .

وقد استنتج شتا ودنجر من دراسة اللزوجة أن النشاء يقع من حيث شكل جزيئاته بين السليلوز والجليكوجين . وشتا ودنجر هو أول من درس العلاقة بين اللزوجة والوزن الجزيئي للجزيئات المستقيمة الكبيرة فوجد أنها تخضع للمعادلة الآتية :

$$ل = ك \times د \times و$$

حيث : ل : هي لزوجة المحلول بالنسبة إلى لزوجة السائل المذيب (محلول النشاء إلى الماء) .

ك : عدد ثابت يعتمد على السائل المذيب .

د : درجة تركيز المحلول .

و : الوزن الجزيئي (في حالة الجزيئات المستقيمة فقط) .

وقد طبقت هذه المعادلة أيضاً على محاليل إستيرات النشاء في السوائل العضوية فأعطت نتائج مماثلة للمحلول المائي .

ويعزى الانخفاض في لزوجة محاليل النشاء المحول بتأثير الحموض أو الخمائر إلى تقصير طول الجزيئات بانفصال جانب من المجموعات الجلوكوزية بعضها عن البعض عن طريق فسم الاتصالات الموجودة بين هذه المجموعات. ولما كان التحلل المذكور يؤدي في الوقت نفسه إلى زيادة نسبة المجموعات الألدهيدية في الجزيء ، أو بعبارة أخرى زيادة القوى الاختزالية فإننا نجد هذه الخاصية الأخيرة تتناسب عكسياً مع اللزوجة إلى درجة معينة .

أما إذا حدث تحول النشاء عن طريق تقصير طول المجموعات الجانبية للجزيء كما هو الحال في الدكسترين العالي فإن المحاليل تحتفظ بلزوجتها، ولهذه الملاحظات أهمية كبرى في الصناعة في تحضير أنواع الدكسترين والصمغ الإنجليزي .

فالدكسترين الذي يحضر بتأثير الحموض أو الخمائر على النشاء في درجة حرارة منخفضة نوعاً ما يعطي محاليل قليلة اللزوجة عكس الصمغ الإنجليزي ، الذي يحضر بتحميص النشاء في درجة حرارة مرتفعة بدون استعمال أحماض . ففي الحالة الأولى يحدث معظم التحلل عن طريق تقصير السلسلة الأساسية بينما في الحالة الثانية يغلب تحلل الجزيء عن طريق المجموعات الثانوية المكونة لهذه السلسلة .

طريقة تكوين محاليل النشاء :

حبيبات النشاء غير ذوابة في الماء البارد ، بسبب الأربطة الهيدروجينية التي تتشكل مباشرة بواسطة مجموعات OH - الكحولية في الجزيئات النشوية المستقلة ، أو بصورة غير مباشرة بواسطة الجسور المائية إن الروابط الهيدروجينية ضعيفة القوى ولكن هناك كثير جداً من الأربطة الهيدروجينية في حبيبة النشاء لا تتحلل في الماء البارد .

عندما نسخن حبيبات النشاء في الماء ، وصولاً بها تدريجياً إلى درجات حرارة أعلى ، فإننا نصل إلى نقطة يبدأ عندها تقاطع الاستقطاب بالتلاشي عند النواة ، و سرعان ما تنتشر هذه الظاهرة نحو محيط الحبيبة . وفي نفس الوقت تبدأ الحبيبة بالانتفاخ على نحو لعاكوس . وتتطبق عبارة "جلتنة" على فقدان الاستقطاب المذكور ، والبدء المتزامن للانتفاخ . يحدث الانتفاخ الأولي في المناطق غير المتبلورة من الحبيبة ، فيمزق الرباط الضعيف بين جزيئات النشاء ويميِّهها ، يمزق الانتفاخ التماسي التنظيم الشعاعي المنهجي للجزيئات الغروية ، وتفقد الحبيبة استقطابها . ومع ارتفاع درجة حرارة المزيج النشوي المائي ، يحدث مزيد من التميِّه في المناطق غير المتبلورة ، وتبدأ الأربطة الهيدروجينية في المناطق المتبلورة بالتمزق . وتتابع الحبيبات تمددها ، لتصبح شبكة متشابكة ، ومنفخة إلى حد بعيد ، وتبقى متحدة بواسطة جزيئات غروية لم تتمزق .

يرتشح قسم من جزيئات الأميلوز إلى ركيزة substrate مائية . فتزداد اللزوجة إلى حد أقصى يوازي أكبر حجم منتفخ مميِّه من الحبيبات . يترافق الانتفاخ الواسع بتمزق المناطق البلورية ، تتفكك في المراحل الأولية للجلتنة أقصر الجزيئات الغروية ، بينما يستمر أطولها إلى درجات حرارة أعلى ، ومع استمرار تسخين المزيج وتحريكه ، تتمزق حبيبات النشاء المنتفخة وتنهار ، محدثة حالة من التشتت الغرواني اللزج لشطايا هذه الحبيبات ، وأكادساً نشوية مميِّهة ، وجزيئات منحلة .

عند رفع درجة حرارة معلق النشاء ، تبدأ الحبيبات الأولى بالتجلتن عند درجة حرارة معينة . وتبدأ حبيبات أخرى أصغر حجماً بالتجلتن عند درجة حرارة أعلى ، هذا يعني أنه لا يمكن تحديد درجة معينة من الحرارة لحدوث عملية الجلتنة ، ولكن يمكن تحديد مدى معين من درجات الحرارة .

جهاز برابندر (brabender) البياني لقياس لزوجة النشاء :

إن قدرة الحبيبات النشوية على الانتفاخ ، وبالتالي على التمزق ، ذات أهمية تقنيّة كبيرة ، وحسب طريقة معروفة ، فإنه يمكن تتبع تبدلات اللزوجة أثناء طبخ عجينة النشاء بمساعدة جهاز برابندر لقياس لزوجة النشاء .

ويقيس هذا الجهاز لزوجة محاليل النشاء الغروية التي تحرك وتسخن بسرعة منتظمة ، وتتم المحافظة على أية درجة حرارية مرغوبة لفترة محددة ، وبعدئذ يجري التبريد بسرعة منتظمة . ينقل مزيج معلق من النشاء في الماء إلى كوب العينات في جهاز برابندر هذا . يشغل جهاز القياس وترفع درجة الحرارة بمعدل 1.5 درجة مئوية / د ، ويستمر التسخين حتى تصل درجة حرارة العينة إلى 90 أو 95 درجة مئوية ، ويحتفظ بحرارة العينة عند هذه الدرجة لمدة 20 أو 30 أو 60 دقيقة ، ويستمر خلالها تحريك العينة وتسجيل لزوجتها . ثم تبرد إلى 50 أو 25 درجة مئوية بسرعة 1.5 درجة مئوية / د ، ويحتفظ بدرجة حرارة العينة عند هذه الدرجة لمدة ساعة واحدة مثلاً مع التحريك . إن منحنيات برابندر للزوجة مميزة وتختلف مع كل نمط من أنماط النشاء . في البداية لا يلاحظ أثر للزوجة أثناء تسخين محلول النشاء المعلق ، حتى الوصول إلى درجة حرارة التعجين *pasting temperature* . وهي الدرجة التي تبدأ عندها اللزوجة بالارتفاع . لا بد من حدوث انتفاخ حبيبي ملحوظ ، قبل أن ترتفع اللزوجة إلى درجة تكفي لتسجيلها بجهاز قياس برابندر . وكما نرى في الجدول اللاحق ، فإن درجة حرارة تعجين *pasting temperature* نشاء البطاطا والتبوكة ، هي أدنى منها في نشاء الذرة والقمح .

عندما تزداد درجة حرارة عينة النشاء ، تنتفخ الحبيبات ويرتطم بعضها ببعض وتزداد لزوجة عجينة النشاء . وتستمر هذه العملية حتى

الوصول إلى " اللزوجة القصوى " . و اللزوجة القصوى هي أعلى لزوجة قد يواجهها المستعمل أثناء تحضيره لعجينة النشاء . تظهر النشويات الدرنية والجزرية أثناء طبخها ازدياداً في اللزوجة أكثر شدة مما تظهره النشويات الحبوبية العادية ، كما تكون اللزوجة القصوى في الأولى أعلى مما تكون عليه في الثانية . ويبين الجدول الآتي (تركيز النشاء 5 %) القيم النموذجية للزوجة القصوى (بوحدة برابندر - BU) .

ويظهر نشاء البطاطا أعلى درجة من درجات اللزوجة القصوى . أما نشاء الذرة فلزوجته القصوى أدنى نسبياً لأن حبيباته تنتفخ باعتدال فقط . وتنتفخ نشويات التبيوكا والنشويات الشمعية إلى درجة أكبر من درجة انتفاخ نشويات الذرة . ويظهر نشاء القمح انخفاضاً شديداً في اللزوجة القصوى . و اللزوجة القصوى هي مقياس القدرة على تخزين قوام النشاء .

ومع تسخين وتحريك إضافيين إلى درجات حرارة أعلى ، تضعف إلى حد كبير قوى التماسك في الحبيبات المنتفخة ، وتتهار بنية العجينة . تتفكك الحبيبات الهشة المنتفخة وتترقق كنتيجة لتنشيط الحبيبات بتأثير قوى القص . تتفكك النشويات الدرنية والشمعية في اللزوجة بسرعة أكبر وأشد عنفاً من تفكك نشويات الحبوب العادية . يظهر الجزء من منحني برابندر سلوك العجين النشوي عند تبريده من 95 درجة مئوية إلى 50 درجة مئوية . إن زيادة اللزوجة أثناء التسخين هي مقياس التراجع (الإعاقه) الناجم عن تجمع جزيئات الأميلوز .

القدرة على الانتفاخ والذوبانية :

إذا سخن معلق النشاء المائي إلى ما فوق درجة حرارة الجلتنة ، تخضع الحبيبات لانتفاخ تدريجي ويكون انتفاخها في نمط مميز لنشاء خاص، ويمكن قياس مدى الانتفاخ بتعليق عينة موزونة من النشاء في الماء وتسخينها

لمدة 30 دقيقة في حوض ترموستاتي ، ثم فرزها بالطرد المركزي ، وصفق المحلول المائي الطافي ، وبعدئذ يوزن راسب الحبيبات المنتفخة وتحسب القدرة على الانتفاخ ، في درجة حرارة التعجين المستخدمة على أنها وزن الحبيبات المنتفخة المترسبة في غرام واحد من النشاء الجاف . ويمكن قياس القدرة على الانتفاخ خلال كامل مدى درجات حرارة التعجين (حوالي 50 - 95 درجة مئوية) على فواصل مؤلفة من 5 درجة مئوية لكل منها . وعندئذ تخطط قدرة الانتفاخ بالمقابلة مع درجة حرارة التعجين ، لإحداث منحنيات مميزة كما نرى في الصورة وتظهر في الجدول التالي قدرة الانتفاخ بدرجة حرارة 95 درجة مئوية لمختلف النشويات الطبيعية .

والجدول التالي يبين خصائص جلتنة النشويات الطبيعية : (تركيز النشاء 5 %)

النشوية %	قدرة الانتفاخ	معدل اللزوجة	مدى اللزوجة	درجة حرارة	نشاء
بدرجة 95 مئوية	بدرجة 95 مئوية	القصى وحدات برايندر	القصى وحدات برايندر	التعجين المئوية	
82	1153	3000	5000-1000	65-60	بطاطا
25	24	600	1000-300	80-75	ذرة
41	21	300	500-200	85-80	قمح
48	71	1000	1500-500	65-60	تبيوكة
23	64	800	1000-600	70-65	ذرة شمعية

ويمكن قياس الذوبانية عن طريق تبخير المحلول الصافي ، الذي ذكرناه آنفاً حتى جفافه .

ويعبر عن الذوبانية بالنسبة المئوية (وزناً) لعينة النشاء التي تتحلل جزئياً في الماء بدرجة 95 درجة مئوية خلال 30 دقيقة . يظهر نشاء البطاطا والتبيوكة أعلى ذوبانية . وتعمل الدهون في النشويات الحبوبية على تخفيف الذوبانية .

عند التسخين في الماء تتفكك جزيئات نشاء البطاطا ، والتبوكة ، والذرة الشمعية بسرعة أكبر منها في حبيبات نشاء الذرة والقمح ، وبالتالي تصل بسرعة أكبر إلى حالة التجانس الضرورية لكثير من الاستخدامات .

يظهر نشاء الذرة خصوصية انتفاخ محدودة بطيئة نسبياً ، ذات مرحلتين الأمر الذي يوحي بوجود مجموعتين متفاوئتين من قوى الربط داخل الحبيبة ترتخي الأضعف منهما تحت درجة 75 مئوية ، والأقوى فوق درجة 85 مئوية . إن مركبات الأميلوز - الدهن في نشاء الذرة تثبط انتفاخ الحبيبات . ونشاء الذرة المنزوع الدهن ، ينتفخ بحرية وانتظام أكبر .

يخضع نشاء البطاطا إلى انتفاخ سريع جداً ، وكبير بشكل استثنائي ، في درجات الحرارة المنخفضة نسبياً ، الأمر الذي يدل على ضعف الرباط الداخلي . ويعزى هذا جزئياً إلى وجود مجموعات فوسفاتية مؤسرة قابلة للتأين ، تساعد على الانتفاخ بسبب التناظر الكهربائي التبادلي . إن الانتفاخ السريع ذو المرحلة الواحدة في درجات الحرارة المنخفضة نسبياً ، هو سلوك متعدد الكهارل للنشاء النموذجي . يمكننا أن نتصور ، أن رباط الهيدروجين في حبيبات نشاء البطاطا ، يظهر جزئياً من خلال جسور مائية هيدراتية ، بدلاً من ظهوره عن طريق تجمع مباشر شديد لجزيئات النشاء . وعلى الرغم من ضعف قوى الربط في نشاء البطاطا ، إلا أنها انتشارية ، تجمد المادة النشوية داخل الحبيبة ، حتى في المستويات العالية من الانتفاخ . يتضاعف حجم الحبيبات عدة مئات من المرات ، قبل انحلال جزيئات النشاء بشكل كامل إلى الشكل المائي .

وتنتفخ النشويات الجذرية بدرجات حرارة أدنى ، وإلى مدى أكبر مما هو عليه في النشويات الحبوبية العادية . الأمر الذي يدل على أنه درجة الربط في الأولى أدنى منها في الثانية . ينتفخ نشاء الذرة الشمعية بحرية أكبر

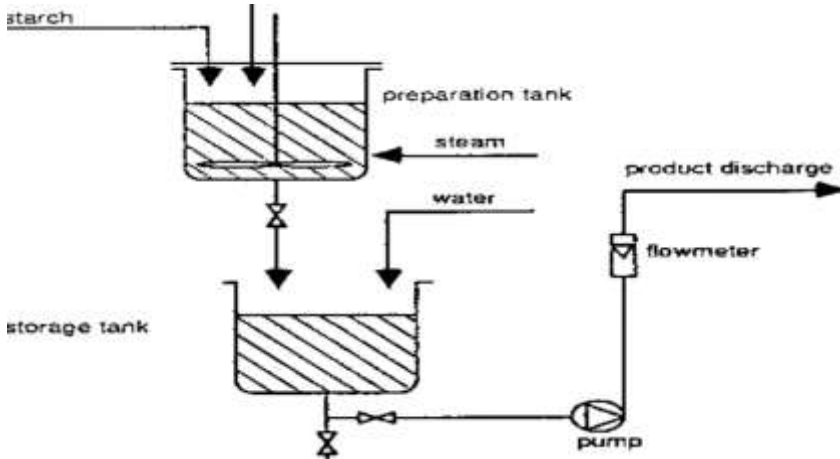
- بكثير من انتفاخ نشاء الذرة العادية ، لأنه لا يحتوي على جزء أميلوزي دهني ، لتقوية الشبكة الجزيئية داخل الحبيبة .

الانحلال الجزيئي للنشاء :

الجزيئات الغروية المتعضية في جزيئات النشاء ثابتة جداً ، والنشويات التي تطبخ بدرجة تقارب 95 درجة مئوية لمدة ساعة واحدة تبقى محتفظة بأكداس نشوية مميّهة ومنتفخة بدرجة عالية . إن انحلال كامل المادة النشوية لا يحدث بصورة طبيعية ما لم تطبخ العجينة بدرجة 100 - 160 درجة مئوية (حسب نمط النشاء) . يمكن طبخ النشويات الدرنية والجذرية والشمعية ، إلى الانحلال الكامل بدرجة 100 مئوية تقريباً ، ويحتاج نشاء الذرة إلى درجة 125 مئوية تقريباً ، والذرة النشوية إلى حوالي 150 درجة مئوية . وبالتسخين بدرجة حرارة عالية (100 - 160 درجة مئوية) كما في محمّ موصد أو وعاء طبخ ذي منفث بخاري ، تتفكك الجزيئات الغروية لتنتج محلولاً نشوياً منخفض اللزوجة .

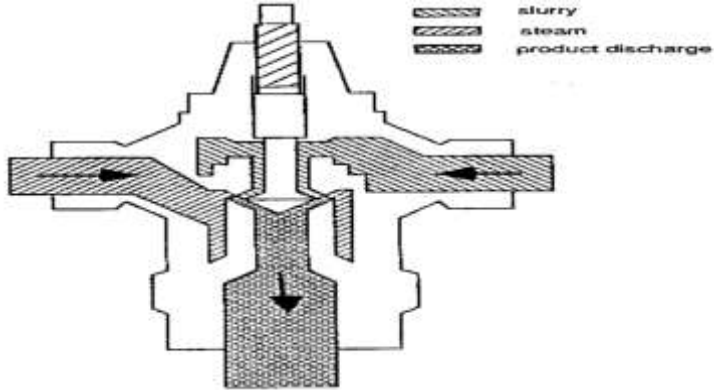
طبخ النشويات بالنفث Jet-Cooking starches :

استخدم طبخ معلقات النشاء بالطريقة المتقطعة إلى 1950 (أنظر الصورة) :



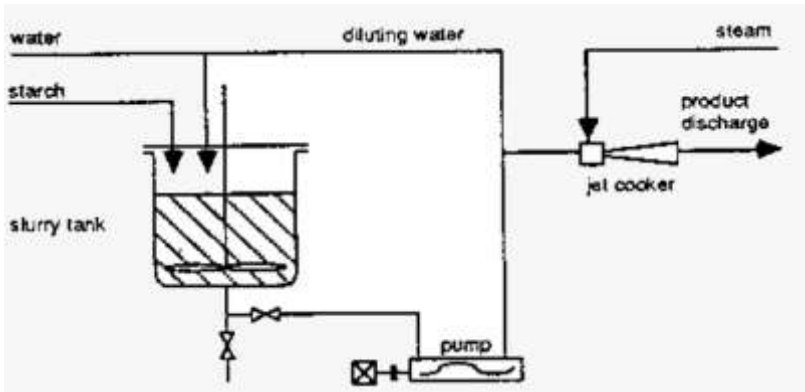
الصورة تبيّن جهاز العجنة لتحضير النشاء المطبوخ

في ذلك الوقت جرى إدخال أجهزة الطبخ المتواصل . وفي أوعية الطبخ بالنفث استخدم الحقن المباشر بالبخار (انظر الصورة) :



الصورة تبين رسم تخطيطي لوعاء الطبخ بالنفث

والطبخ بالنفث : طريقة متواصلة لعجن النشاء ، فيها يمتزج البخار بالضغط كلياً مع المعلق النشوي ، ويسخنه بسرعة ، ويطبخه خلال بضع ثواني . وبعدئذٍ تنقل عجينة النشاء المطبوخة مباشرة إلى موقع الاستخدام (انظر الصورة) :



الصورة تبين مخطط للعمليات المتتابعة في طبخ النشويات بالنفث . تستخدم أوعية الطبخ بالنفث في صناعة النشاء ، وفي مختلف الصناعات التي تستهلكه (صناعة الورق ، والمواد الغذائية ، والمواد اللاصقة) . وعن طريق طبخ المعلقات النشوية بدرجات حرارة عالية

(100-175° مئوية) وضغوط عالية أيضاً في أوعية الطبخ بالنفث , تنشظى حبيبات النشاء , وتتأثر على نحو أكثر شمولاً مما يحدث عن طريق الطبخ بدرجات الحرارة التقليدية في أوعية الطبخ المتقطع (دون 100° مئوية) .
وضعت أول أنماط أوعية الطبخ بالنفث في العامين 1937 - 1938 .
ولم تستخدم هذه الأوعية على نطاق صناعي إلا بعد ع ام 1950 . يمكن استخدام أشكال عديدة من هذا الجهاز . وفي أجهزة خاصة من أوعية الطبخ بالنفث , يطبخ النشاء و يؤكسد , أو يطبخ و يعدل بالأنزيم في وقت واحد .

ج - المعاجين النشوية :

تحدد خواص معجون النشاء عن طريق نوع النشاء , ونمط التعديل , وطريقة الطبخ , ووجود مواد أخرى . يجب الانتباه بعناية إلى التحكم بشروط الطبخ للحصول على الخواص المطلوبة . وتشارك في ذلك , معدات الطبخ , وتركيز النشاء , ودرجة الحرارة , و الزمن , وشدة لتحريك , ودرجة الـ PH . قد يحتوي النشاء على حبيبات غير منتفخة , وحبيبات منتفخة بشكل جزئي , و أخرى منتفخة , وشظايا حبيبات منتفخة , و أكداس نشوية منتفخة , وجزئيات نشوية منحلة , ورواسب نشوية مترابطة . هناك بعض الخواص للمعاجين النشوية , تتميز بأهمية واضحة بالنسبة لمن يستخدم تلك المعاجين النشوية , هي : اللزوجة , والنسيج , وشفافية العجينة , ومقاومة القص , وتختلف هذه المعاجين فيما بينها , تبعاً لاختلاف المصادر النباتية التي استخرجت منها النشويات , كما نرى في الجدول التالي :

لزوجة العجينة :

تعكس لزوجة العجينة النشوية العمل المطلوب لإزاحة الجزيئات النشوية المنتفخة , واحدها بعد الآخر . و تحدد اللزوجة عن طريق ن مط

النشاء , و تركيزه , و طريقة طبخه . وتظهر أعلى لزوجة للعجينة النشوية بوساطة اللزوجة القصوى , المدرجة على منحني براندر .

نشاء	لزوجة العجينة	نسيج العجينة	نقاوة العجينة	مقاومة القص	نسبة التراجع
البطاطا	عالية جداً	قصير	شفافة	متوسطة – ضعيفة	متوسطة
الذرة	متوسطة	قصير	غير شفافة	متوسطة	عالية
القمح	متوسطة- خفيفة	قصير	مربدة	متوسطة	عالية
التبوكة	عالية	طويل	شفافة جداً	ضعيفة	منخفضة
الذرة الشمعية	متوسطة – عالية	طويل	شفافة جداً	ضعيفة	منخفضة جداً

و عموماً , يظهر نشاء البطاطا لزوجة في العجينة أعلى من لزوجة النشويات الأخرى (مقارنة في الشروط نفسها) . ويمكن تفسير هذا بتأثير المجموعات الفوسفاتية فيه . فارتفاع محتوى الفوسفات في البطاطا , هو الذي يؤدي إلى ارتفاع اللزوجة في عجينة . واللزوجة في النشويات الجذرية و الشمعية أعلى منها في النشويات الحبوبية العادية (كما نرى في الجدول السابق) . وللحصول على معجون نشوي , ذي لزوجة محددة , فإننا نحتاج إلى كمية من نشاء البطاطا أقل من الكمية التي نحتاجها من نشاء التبوكة , أو نشاء الذرة , أو نشاء القمح .

نسيج المعاجين النشوية :

تتألف معاجين نشاء الذرة , بصورة عامة , من حبيبات غير منتفخة جداً , بالمقارنة مع معاجين نشاء البطاطا , التي تكتسب فيها الحبيبات خاصية المطاطية وتنتفخ بشكل كامل .
إن الحبيبات المنتفخة في نشاء البطاطا ضعيفة الارتباط داخلياً , ويسبب القص تحول العجينة إلى "خيوط" ذات صفة مطاطية , سرعان ما

تتقصف عند تحررها . يمكن وصف نسيج معاجين نشاء البطاطا بأنها سائل خيطي تماسكي ، لزج-مرن ، طويل و مطاطي . ونسيج معاجين النشويات الجذرية و الشمعية شبيه بنسيج معاجين نشاء البطاطا و لكنه عموماً أقل تماسكاً ، وأقل لزوجة ومرونة ، كما يمكن وصف نسيج معاجين النشويات الحبوبية العادية بأنها لا متماسكة ، قصيرة ، رخوة ، ثقيلة القوام (انظر الجدول السابق)

نقاوة معاجين النشاء :

بالجلتنة الحرارية للمعلق النشوي المائي تصبح العجينة تدريجياً أكثر شفافية . وتعتمد نقاوة العجينة النهائية على نمط النشاء (انظر الجدول السابق) إن معاجين النشويات الدرنية و الجذرية و الشمعية ، أنقى بكثير من معاجين النشويات الحبوبية العادية ؛ ولاشك في أن نشاء البطاطا ينتج أنقى عجينة . وبصورة عامة ، يربط نقاء العجينة ، وبصورة مباشرة ، بمدى ميل النشاء التراجعي . توصف معاجين النشويات الحبوبية العادية (الذرة ، القمح السرخوم ، الأرز) على أنها لا شفافة أو عاتمة أو باهتة . وتوصف معاجين النشويات الدرنية (بطاطا) ، والجذرية (التبيوكة ، البطاطا الحلوة) ، و الشمعية على أنها نصف شفافة أو شفافة .

مقاومة معاجين النشاء لقوى القص :

يمكن تخفيف لزوجة المعجون النشوي بالقص الآلي (رج ، مزج ، تحريك) ، الذي يمزق الحبيبات المنتفخة . تنطبخ النشويات الجذرية والدرنية و الشمعية بسرعة ، فتنجح حبيبات هشة منتفخة إلى حد كبير ، تتفكك بسهولة وتترقق أثناء التحريك . أما النشويات الحبوبية العادية ، فأبطأ طبخاً وأقل انتفاخاً ، وتظهر مقاومة معتدلة ضد انخفاض اللزوجة بالتحريك (انظر الجدول السابق) . يمكن اختبار مقاومة معاجين النشاء لتأثير القص بتحريكها

لمدة 20 دقيقة مثلاً ، ثم قياس اللزوجة . فيظهر نشاء التبيوكة والذرة الشمعية بعد التحريك أخف لزوجة ، ونشاء البطاطا لزوجة متوسطة ، ونشاء الذرة أعلى لزوجة .

د - التراجع (النكوس أو العشم) Retro gradation :

إذا استقر محلول نشوي مخفف لفترة طويلة ، فإنه يرسب راسباً أبيضاً غير ذوّاب . وإذا كان المحلول النشوي أكثر تركيزاً ، وترك حتى يبرد ، فإنه سوف يتجمد بسرعة متحولاً إلى جلّ مرّن . هاتان هما عمليتا التراجع ، وبهما تتحول المادة النشوية من الحالة المنحلة والمتفككة إلى الحالة المترابطة . في الحبيبات النشوية الطبيعية ، تشكل جزيئات الأميلوبكتين ، بصورة رئيسية ، الجزيئات الغروية البلورية . وعلى نقيض ذلك ، تتألف المادة النشوية البلورية المترابطة ، بصورة رئيسية ، من جزيئات الأميلوز . وقد يكون لتراجع المعاجين أو المحاليل النشوية النتائج التالية :

- 1 - زيادة اللزوجة .
 - 2 - نشوء اللا شفافية والكدورة
 - 3 - تشكل "قشور" غير ذوّابة على المعاجين الحارة .
 - 4 - ترسب جزيئات النشاء الغير ذوّابة .
 - 5 - تشكل الجلات Gels .
 - 6 - فقدان الماء من العجينة (النزّ welling) .
- التراجع عملية معقدة ، تعتمد على كثير من العوامل ، مثل : نمط النشاء ، وتركيزه ، وطريقة طبخه ، ودرجة الحرارة ، ومدة التخزين ، والـ PH ، وطريقة التبريد ، وعلى وجود مركبات أخرى . يتعزز التراجع في المحاليل النشوية عادة بدرجات حرارة منخفضة وبتراكيز نشوية أعلى . ويكون معدل التراجع أسرع عندما تكون قيمة الـ PH = 5-7 ، وينقص هذا

المعدل إذا كانت قيمتها أعلى أو أدنى من ذلك . لا يحدث التراجع إذا كانت قيمة الـ pH فوق الـ 10 ، ويكون بطيئاً إذا كانت أقل من 2 . هذا وتأخر عملية التراجع أملاح الأنيونات والكاتيونات أحادية التكافؤ ، واليوريا أيضاً .

دور الجزء الأميلوزي :

يعتبر الأميلوز مسؤولاً ، بالدرجة الأولى ، عن عمليات التراجع ، وهذه أهم خاصية لهذا الجزء . يمكن لجزيئات الأميلوز أن توجه نفسها في ترانصف متوازي ، بحيث يكون عدد كبير من مجموعات الهيدروكسيل ، على امتداد إحدى السلاسل ، في تقارب وثيق مع مثيلاتها على السلاسل المجاورة . وعندما يحدث هذا ، تشكل مجموعات الهيدروكسيل اتصالات بواسطة أربطة هيدروجينية سلسلية بينية ، وترتبط سلاسل الأميلوز مع بعضها ، لتشكيل أكداًس غير ذوابة في الماء . تتسبب سلاسل الأميلوز المتكدسة في المحاليل المخففة . وفي المحاليل الأكثر تركيزاً ، يحتبس الأميلوز المتكدس السائل المائي في شبكة من جزيئات النشاء المترابطة جزئياً، لتشكيل الجل . وفي كلتا الحالتين يظهر حيود أشعة إكس ، أن تنظيمًا بلّورياً قد تشكل . وقد نحتاج إلى درجة من الحرارة تتراوح بين 100-160 درجة مئوية لإعادة حل جزيئات الأميلوز المترابطة في الماء .

هناك علاقة بين طول سلسلة جزيئات الأميلوز ، وبين سهولة ونوع التراجع . يبدي الأميلوز معدلاً أقصى للتراجع (حدّاً أدنى في الذوبانية) في درجة بلمرة 100-200 وحدة غلوكوز . ويزداد معدّل التراجع مع جزيئات الأميلوز الأطول و الأقصر ، فجزيئات الأميلوز الطويلة لا تتحرك بسرعة إلى اتحاد معين مع السلاسل الأخرى ، وتجد صعوبة في التراصف مع جيرانها خلال فترات طويلة . و جزيئات الأميلوز ، الأصغر من الطول الأمثل ، لا ترتبط تماماً أيضاً ، كما أنها قصيرة جداً بالنسبة لإنتاج الجلّ .

دور الأميلوبكتين :

الأميلوبكتين أقل ميلاً للتراجع من الأميلوز . ينتبظ بشدة اتحاد جزيئات الأميلوبكتين المنحلة بواسطة بنيتها العالية التشعب . لذلك يميل الأميلوبكتين لأن يكون ذوآباً ، فيشكل محاليل لا تتحول إلى جلّ في ظل الظروف الطبيعية وفي ظل الظروف الشديدة الناجمة عن ارتفاع تراكيز النشاء ، أو عن درجات حرارة التجمد ، قد يخضع الجزء المتفرع لتأثيرات تراجعية .
 وتعزى هذه التأثيرات إلى ترابط السلاسل الخارجية لجزيئات الأميلوبكتين .
 وقد تحتوي هذه الفروع المرتبطة على حوالي 20-30 وحدة غلوكوز .
 فمثلاً عزي تعفن Staling الخبز إلى ربط ترابطي بين الفروع الخارجية لجزء الأميلوز . إن لوجود جزء الأميلوبكتين المتفرع في معاجين أو محاليل النشويات العادية (التي تحتوي على الأميلوز و الأميلوبكتين) تأثيراً معدلاً على تراجع الجزء الخطي من الأميلوز ، حيث يجعل ترسبه بطيئاً ، ويخفف من ميوله لتشكيل الجلّ .

دور المواد الدهنية :

يحدث التراجع " الطبيعي " عادةً أثناء تيريد وتخزين معاجين النشاء بدرجات حرارة 70 مئوية فما دون . ولكن هناك شكلاً آخر من التراجع ، يحدث أثناء تخزين محاليل نشاء الذرة بدرجات حرارة أعلى نسبياً (75-95 درجة مئوية) ، ويتخذ شكل راسب مصنف حجماً على نحو منتظم ، ويلاحظ التراجع في درجة الحرارة العالية عندما يتجلتن نشاء الذرة بدرجة حرارة 120-160 درجة مئوية بوعاء طبخ نفثي ، وعندما تخزن العجينة الناتجة بدرجة 75-95 م⁰ تتشكل الجزيئات المترسبة من مركبات ضمنية Inclosing complexes من أميلوز نشاء الذرة مع أحماض دهنية موجودة بصورة طبيعية في نشاء الذرة . لا يحدث الترسيب ، الذي يسببه التراجع ذي

الدرجة العالية من الحرارة ، عندما يتجلتن نشاء الذرة المنزوع الدهن ، أو نشاء الذرة الشمعية ، أو نشاء البطاطا في درجة تزيد عن 120 م⁰ ، ويختزن بدرجة 70-95 م⁰ . لا يتشكل مركب الأميلوز مع الحموض الدسمة العليا في درجة تزيد عن 95 م⁰ ، مما يشير إلى أن تفكك مركب كهذا يحدث في درجة أعلى من 75 م⁰ .

التراجع في مختلف النشويات الطبيعية :

أدرجنا في جدول سابق معدل التراجع لمختلف النشويات الطبيعية . إن مقياس التراجع هو زيادة اللزوجة ، بعد تبريد المعاجين النشوية من 95 إلى 50 م⁰ كما نرى في منحنيات برابندر . تتراجع نشويات الحبوب العادية (ذرة ، قمح ، سرغوم ، أرز) بسرعة أكبر من سرعة تراجع النشويات الدرنية (بطاطا) والجزرية (تيبوكة ، مرنطة ، بطاطا حلوة) . وتظهر النشويات الشمعية أدنى معدّل للتراجع . تتراجع معاجين ومحاليل نشاء الذرة على نحو سريع نسبياً . إن ارتفاع محتوى الأميلوز (28 %) ، والضالة النسبية للحجم الجزيئي لجزيئات الأميلوز في الذرة (درجة البلمرة بين 200 و 1200) ، وارتفاع محتوى الدهون (0.8 %) ، كلّها عوامل تشجّع التراجع . وفي العادة ، يوجد الجزء الأساسي من جزيئات النشاء في معاجين نشاء الذرة على شكل مركب من الأميلوز و الدهون ، مع نقص القدرة على الإمهاء . لا يسهم هذا الجزء الخامل نسبياً في قوة الربط أو قدرة التثخين في عجينة نشاء الذرة . وكما هي حال نشاء الذرة ، فإن نشويات الحبوب الأخرى (قمح ، سرغوم ، أرز) ، تظهر تأثيرات تراجعية مشابهة وتظهر محاليل نشاء البطاطا ميلاً معتدلاً فقط نحو التراجع . ويعزى هذا الميل إلى انخفاض محتوى الأميلوز (2 %) ، وزيادة طول جزيئات أميلوز البطاطا (درجة البلمرة بين 1000-6000) وانخفاض محتوى الدهون

(0.1 %) وتحمل النشويات الجذرية ميلاً ضعيفاً (تبيوكة) إلى معتدل (بطاطا حلوة ، مرنطة) نحو التراجع .

إن أكثر الطرق عملية لمنع حدوث تأثيرات تراجعية ، هي اشتقاق جزيئات النشاء مع كمية بسيطة من المجموعات الأثيرية أو الإستيرية . وإدخال مجموعتين أو ثلاثاً فقط من هذه المجموعات . لكل 100 وحدة غلوكوز (درجة الإبدال 0.02 - 0.03) ، يمنع تراصف السلاسل الخطية جنباً إلى جنب .

ولظاهرة النكوس النشوي أهمية صناعية فكثير من مركبات النشاء الصناعية مثل النشاء الذائب يجب أن يعطي محلولاً رائقاً لا ترسب فيه النشاء مع الوقت ولهذا فإنه يضاف إلى هذه المركبات بعض المواد التي من شأنها منع نكوس النشاء .

وتفسر هذه الظاهرة (عشم الخبز) بمرور الوقت إذ ظهر أنه يكون طازجاً طرياً يصبح جافاً يابساً . ولا تعزى هذه الظاهرة فقط إلى جفاف الخبز لأن التسخين وحده كفيلاً بأن يعيده إلى حالته الأولى . وقد درس كاتس ظاهرة عشم الخبز واقترح حلوياً عديدة منها ترك الخبز في درجة حرارة / 60 ° مئوية/ أو تبريده إلى درجة / 20 ° م / أو إضافة بعض المواد المؤخرة للنكوس مثل الكيتون ، وقد وجد كاتس أن إضافة الأسييتالدهيد تجعل الخبز طازجاً عدة أيام .

هذا ويعتقد ويمبر أن الجلوتين يلعب دوراً مهماً في ظاهرة قدم الخبز كما وجد أن إضافة الجلوتين يساعد على بقاء الخبز طازجاً مدة طويلة . ويلاحظ أن نكوس النشاء يحدث بطريقة أوضح في المحلول المتعادل عن المحلول القلوي أو الحمضي المخفف جداً . أما إذا ازدادت نسبة القلوي أو الحامض عن حد معين فإن نكوس النشاء يقل شيئاً فشيئاً بزيادة هذه المواد

إلى أن يمتنع كلية . وتفعل الأملاح الحمضية و القلوية فعل الحموض والقلويات . كما أن جميع المواد التي تساعد على تحويل النشاء إلى شكل شبه نواب أو نواب Piptisation مثل (اليوريا و الأستاميد والفوسفات والغلوكوز و الغليسيرين والبوراكس و الفينول) تؤخر أو تمنع حدوث النكوس بعكس المواد التي تعمل على تقليص النشاء مثل الكحول والإيثر التي تساعد على زيادة سرعة نكوس النشاء .

هـ - طبقات النشاء الرقيقة :

يستخدم النشاء كمادة لاصقة (للصق سطحين معاً) ، أو لتشكيل طبقة رقيقة أو خارجية ناعمة بواسطة عجينة النشاء المطبوخة على صفائح الورق أو الأقمشة النسيجية . لابد للطبقة النشوية الرقيقة من أن تتميز بخصائص نوعية ، تجعلها أهلاً للاستخدام المخصصة له ، وتشمل هذه الخصائص اللدونة ، والمتانة الداخلية ، والذوبانية في الماء ، والاستجابة للرطوبة ، والشفافية ، واللمعان . اللدونة ومقاومة الشد والاستطالة قبل الانقطاع والمتانة في الطبقات الرقيقة المتشكلة من منتجات نشاء البطاطا والتبوكا ، أعلى مما هي عليه في الطبقات الرقيقة المتشكلة من منتجات نشاء الذرة و القمح . وفيما يتعلق بعدد من التطبيقات ، يجب أن تتحل الطبقة النشوية المستخدمة في الماء بسرعة ، و بدرجة حرارة منخفضة . وهذه هي الحال عند ترطيب الطبقات النشوية القابلة لإعادة الترطيب بالماء ، و الموجودة فوق الصحائف الورقية المصمغة ، وعند إزالة النشاء عن الخيوط النسيجية المغرأة . إن الطبقات النشوية المتشكلة من مختلف أنماط النشاء ، تختلف في الذوبانية و في معدل التراجع . فطبقات النواتج النشوية ، المتشكلة من نشويات البطاطا و التبوكا و النشويات الشمعية ، تعود إلى التشتت في الماء بسرعة أكبر و بصورة أكثر اكتمالاً من مثيلاتها المتشكلة من نشويات

الحبوب العادية (ذرة ، قمح ، أرز ، سرغوم) . تعزى ذوبانية الطبقات المستمدة من نشويات الحبوب العادية ، أولاً إلى تأثير جزء الأميلوز في اتجاه مع محتوى عال من الدهون ، إن جزيئات الأميلوز الصغيرة في نشويات الحبوب سوف تتراجع أثناء تجفيف الطبقة ، فلا تصبح لوحدها فقط غير ذوابة ، لكنها تقوم أيضاً باحتباس جزيئات الأميلوبكتين في شبكة لا ذوابة . إن النشويات الجذرية و الدرنية والشمعية أقل ميلاً إلى التراجع ، ولذلك فإن الطبقات المستمدة من هذه النشويات تتحل بسرعة في الماء .

تستخدم النواتج النشوية كمواد لاصقة بإعادة الترطيب على الورق المصمغ ، كما في ألجنة المغلفات ، والبطاقات المصمغة ، و الطوابع البريدية ، و الشريط المصمغ . وينبغي للطبقة النشوية أن تحتفظ بقابليتها للذوبان في الماء لمدة طويلة . فالطبقات المستمدة من نشاء الذرة ، تفقد كثيراً من خصائصها اللاصقة بمرور الوقت ، ويعزى هذا ، كما يبدو ، إلى تراجع جزيئات النشاء ، التي تتطور ببطء في الطبقة ، فتضعف ذوبانيتها ، وبالتالي تضعف لصوقيتها

بينما تعطي النواتج النشوية الدرنية و الجذرية و الشمعية طبقات نشوية تحتفظ بلصوقيتها فترة طويلة من الزمن . وتحمل طبقات النواتج النشوية التي تتشكل من نشاء البطاطا أو التبيوكة أو من النشاء الشمعي ، نقاء أكبر و لمعاناً أعلى ، مما هو عليه الحال في الطبقات المتشكلة من النواتج النشوية من الذرة و القمح . وأثناء التجفيف و التعتيق ، تخضع الطبقات المتشكلة من نشاء الذرة و القمح إلى التراجع الذي ترتبط فيه جزيئات الأميلوز مع جزيئات غروية لاذوابة تضي اللاشفافية و الهشاشة على الطبقة .

5 - 2 - الخواص الكيمائية :

آ - تأثير الحرارة :

تؤثر الحرارة في النشاء وأول ما يلاحظ هو تصاعد ماء الرطوبة وبعد ذلك يأخذ النشاء في التحلل التدريجي ماراً بمراحل عديدة تختلف في خواصها عن النشاء الأصلي إلى أن يتم التحلل .

ويبدأ تحلل النشاء ملحوظاً في درجة / 160 م° / إذ يتحول أولاً (إلى نشاء ذائب) ثم إلى دكسترين ويتغير في الوقت نفسه لونه و يضرب إلى السمرة وعند ارتفاع درجة الحرارة أكثر يتحلل النشاء شأن هيدرات الكربون الأخرى إلى ماء وثاني أكسيد الكربون وحمض فورميك وخليك.. وغيرها .

وبتقطير النشاء في جو مخلخل يعطي مادة تعرف باسم الليغ جلوكوزان وهذه المادة بعينها تنتج أيضاً عن تسخين الجلوكوز ويمكننا أن نستنتج من ذلك أن الحرارة تعمل على تفكك وحدات الجلوكوز في النشاء وتقصير السلاسل الجلوكوزية شيئاً فشيئاً إلى أن تصل بها إلى الجلوكوزان وهي كما قدمنا المادة التي تمثل الجلوكوز الذي فقد جزيء من الماء .

ب - تأثير القلويات :

للقلويات مثل الصود والبوتاس ا لكاوي تأثير خاص في النشاء، فإذا أضيفت مخففة إليه على البارد فإنها تسبب إنتفاخ حبيباته إنتفاخاً شديداً يؤدي بها إلى الإذابة . وتمتاز محاليل النشاء المحضرة بطبخ النشاء مع قليل من الصودا عن المحاليل المحضرة بالطبخ بدون صود كاوي بارتفاع لزوجتها وقوة التصاقها. وتزداد قوة الالتصاق بازدياد القلوي إلى درجة معينة ، وفضلاً عن ذلك فإن وجود القلويات يمنع تخمر وتحلل عجينة النشاء ولعل ذلك يكون ناجماً عن معادلة الحموض التي تتكون بتأثير الخمائر والبكتريا التي يتعرض إليها المعجون .

ويستعمل الصود الكاوي لتحضير ما يعرف بالغراء النشوي وهذه المادة تستعمل في صناعة الورق لأغراض اللصق وتعرف تحت أسماء عديدة مثل الكلودين والجروسولين والإبراتين إلخ .

ج - تأثير الحموض :

تؤثر الحموض تأثيراً تحليلياً على النشاء وتختلف درجة هذا التأثير باختلاف قوة الحمض ودرجة تأينه ودرجة الحرارة التي يؤثر فيها، ويبدأ التأثير بتحول النشاء إلى نشاء ذائب ثم دكسترين وأخيراً إلى جلوكوز. ولتأثير الحموض على النشاء أهمية صناعية ويزداد هذا التأثير . ويزيد تأثير الحموض في النشاء عندما يغلي معها تحت ضغط وحرارة مرتفعة . فمثلاً إذا عاملنا النشاء بحمض الكبريت المخفف عند درجة 100 م⁰ فإنه يتحول ببطء إلى نشاء ذائب ثم إلى دكسترين وأخيراً إلى جلوكوز. ولا يحدث التحول المذكور إلا بعد فترة غليان طويلة أما إذا أجريت العملية تحت ضغط وفي درجة حرارة 115 م⁰ فإن هذا التحول يحدث بسرعة . وتمتاز الحموض المركزة بتأثيرات خاصة على النشاء . فحمض الكبريت المركز مثلاً يسبب تقحم النشاء . بينما يحول حمض الآزوت المركز النشاء إلى حمض أوكساليك أما حمض كلور الماء المركز فيسبب انتفاخ النشاء وعمل المطبوخ النشوي على نحو ما تفعل ذلك القلويات . ويؤثر حمض العفص في النشاء تأثيراً مخالفاً فهو يتحد به ويرسبه من محاليله . وإذا وضعت منه نسبة كبيرة على النشاء فإنه يعوق دون تحوله بتأثير الخمائر إلى دكسترين ومالتوز.

وقد تمّ دراسة تأثير الحموض المخففة على النشاء في درجات حرارة بين 40 م⁰ و 100 م⁰ وقيست درجة تحلل النشاء بواسطة مقدار الاختزال الذي يسببه النشاء في محلول فهلنغ , فمعروف أنه بتحلل النشاء تتكون به مجموعات ألدهيد مختزلة تحول كبريتات النحاس في وسط قلوي إلى أكسيد

النحاس (CuO). ويعبر في هذه الحالة عن كمية النحاس المتحولة من حالة النحاسي (Cu⁺⁺) إلى النحاس (Cu⁺) باستعمال 100 غرام نشاء باسم : العدد النحاسي وقد استنتج من ذلك ما يلي :

(1) - تأثير الوقت :

يتناسب التحلل المذكور مع طول مدة التفاعل إلا أنه يلاحظ في التحلل أن معدل تكون المواد المختزلة يزيد أول الأمر بسرعة وبعد ذلك يصبح ثابتاً . وقد عزي هذا الشذوذ في التحلل إلى تحول النشاء إلى نشاء ذائب . ويعتمد معامل التفاعل في هذه الحالة على درجة الحرارة وتركيز الحامض، ويمكن تحديد سرعة التفاعل في درجة خاصة من الحرارة والتركيز بالمعادلة الآتية:

$$غ = ك \times (و - و')$$

حيث :

غ : تمثل العدد النحاسي

ك : معامل سرعة التفاعل

و : وقت التفاعل

و' : الوقت اللازم لتحويل النشاء إلى نشاء ذائب

(2) - تأثير درجة تركيز الحمض :

تتناسب درجة تحلل النشاء مع درجة تركيز الحمض . وقد وجد أن المحاليل الحمضية والمحتوية على نفس الأوزان الجزيئية لكل من حمض الكبريت وكلور الماء فإنها تسبب نفس التأثير .

(3) - تأثير درجة الحرارة :

تزداد درجة تحلل النشاء إلى نحو أربعة أمثالها بزيادة درجة الحرارة مقدار عشر درجات مئوية .

(4) - اختلاف سرعة تأثر النشاء باختلاف أنواعه :

وجد أن الأنواع المختلفة للنشاء تتأثر بدرجات مختلفة إذا أُجري عليها نفس التأثير، وذلك عن دما يجري التحلل في درجات الحرارة العادية . فأسرعها تأثراً هو نشاء البطاطا ويليه نشاء الذرة والقمح بالترتيب . على أنه بارتفاع درجة الحرارة يتلاشى هذا الاختلاف ولم يمكن تعليل منشأ هذا الاختلاف تعليلاً مرضياً ويعزوه البعض إلى اختلاف نسبة الأميلوز إلى الأميلوبكتين .

د - تأثير بعض الأملاح :

بعض الأملاح مثل يود البوتاسيوم تؤثر في النشاء على البارد وتسبب انتفاخه على نحو ما تفعل ذلك القلويات . ويتحد كلور الكالسيوم مع النشاء مكوناً مادة غير ذائبة بيضاء، ولا يعطي النشاء في هذا المركب التفاعل اللوني مع اليود، ولكن إذا أُضيف حمض إلى هذا المركب فإن النشاء يعود ليعطي اللون المذكور. ومن الغريب أن النشاء إذا غلي فترة مع كلور الكالسيوم فإنه يتحول إلى مادة ذائبة إلا أنه بالتبريد يتحول إلى مادة صمغية ومطاطية القوام. ويؤثر كلور الزنك والمغنزيوم تأثيراً مشابهاً لتأثير كلور الكالسيوم وينتج عن غلي النشاء مع هذه المواد الحصول على معاجين ذات قدرة كبيرة على اللصق وقد استفيد من ذلك صناعياً. ويؤثر البوراكس على النشاء تأثيراً خاصاً فإذا سخن النشاء في الماء مع قليل من هذه المادة فإنه يكون مادة لزجة غير أنه بإطالة مدة التسخين تفقد هذه المادة لزوجتها وتتماسك ببعضها وتتقلص وتصبح في شكل الجلوتين . ومن خواص النشاء أنه يمتص الكيتونات ويستبدلها بغيرها شأن مادة البرموتيت (Permutite) التي تستعمل في إزالة عسر الماء .

هـ - مركبات النشاء الاستبدالية (مشتقات النشاء) :

يعطي النشاء شأن جميع المواد الهي دروكسيلية مجموعتين من المواد الاستبدالية Substitute Products هما الأستيرات والأثيرات :

1 - الاستيرات (Esters) :

تتكون بتأثير الحموض أو بلا مائها أو كلوريداتها على النشاء في ظروف متفاوت باختلاف الحمض . وأهم هذه الاستيرات هي الكبريتات والنترات والخلات . ولم تلق معظم هذه المركبات استعمالاً صناعياً ذا أهمية ولا يمكن أن تقارن في أهميتها بالاستيرات السليلوزية .
أ - النترات :

يعرف الاستير النتراتي للنشاء باسم الزيوليدين Xyloidine وقد استعمل هذا المركب فيما بعد كمادة مفرقة . ويمكن نيترة النشاء باستعمال م واد مساعدة والحصول على نترو نشاء يحتوي على 14 إلى 18 % نتروجين ، وهذه المادة تذوب في كثير من المذي بلبت العضوية مثل الكحول ا لإيثيلي وخلات الإثيل وهي مادة ثابتة عند درجة 50° ولكنها تتفجر بعنف في درجة 104 م .

ب - الخلات :

حضرها شوتز نبرجر ، وتختلف خواص الخلات باختلاف نسبة حمض الخل المتحد، ويشبه المركب الفقير بحمض الخل الجيلاتين في خواصه الطبيعية وقد حضر صناعياً تحت اسم (Feculose) وهو يكون غشاءً مرناً شفافاً ويستعمل بدلاً من الجيلاتين .

ج - زنتات النشاء :

هو استر ثاني كبريت الكربون وهو يحضر بتأثير الصودا الكاوية وثاني كبريت الكربون على النشاء . ويستعمل هذا المركب كمادة لصق (غراء)

ونذكر أن مركب السليلوز المقابل هو من أكثر المواد العضوية الصناعية أهمية إذ تقوم عليه أكبر صناعة سليلوزية وهي صناعة الراديون (الحرير الصناعي) .

2 - الأثيرات (Ethers) :

تحضر بتأثير كلور أو سلفات الألكيل أو الآريل على النشاء وقد لاقت هذه المركبات استعمالاً محدوداً كمواد لصق وتلميع وكذلك في تنشية المنسوجات .

و - تفاعل النشاء مع اليود :

اكتشف Claulry سنة 1814 أن النشاء يعطي لون أزرق مع اليود. ولكن حتى الآن لم يتمكن العلماء من معرفة كيفية حدوث التفاعل بالضبط، وهناك عدة عوامل تؤثر على تفاعل النشاء مع اليود وتكوين اللون الأزرق . ومن هذه العوامل :

- 1 - نسبة الأميلوز والأميلوبكتين في النشاء، فمعروف أن الأميلوز هو المتسبب في تكوين اللون الأزرق بينما يعطي الأميلوبكتين لون بنفسجي . وبعض أنواع النشاء المحتوية على نسبة عالية من الأميلوبكتين كنشاء الذرة الشمعية maize starch waxy فإنها تعطي لون بنفسجي مع اليود .
- 2- إذا حدث كسر في طول سلاسل النشاء (الأميلوز) نتيجة تأثير الحموض فيلاحظ تدرج اللون المتكون مع اليود من أزرق غامق إلى البني حتى يبطل إعطاء اللون مع اليود وتسمى النقطة التي عندها لا يتكون لون مع اليود Achroic point ، وقد وجد أنه إذا قل طول السلسلة عن 6 - 8 وحدات فلا يتكون أي لون مع اليود أما بين 8 - 12 وحدة فيتكون لون بني يتدرج إلى البنفسجي ثم الأزرق بازدياد طول السلسلة .

3 - وجد بعض الباحثين أنه لا بد من وجود الماء لحدوث التفاعل الكامل وتكوين اللون كذلك ضرورة وجود أملاح اليود أو حمض يود الهيدروجين . فمثلاً عند إضافة محلول مائي مخفف جداً وخالي تماماً من يود البوتاسيوم أو يود الهيدروجين وجد أنه يتكون لون أصفر، ثم عند إضافة يود بوتاسيوم إلى المحلول يتكون اللون الأزرق . كما وجد أنه عند إضافة النشاء إلى محلول كلوروفورم مذاب فيع اليود فلا يعطي اللون الأزرق .

4 - وجود وسط قلوي يمنع تكوين اللون الأزرق كذلك إذا أجرى التفاعل في وجود الكحول الايثيلي المطلق .

5- وجود كلورال هيدرات $Cl_3CH(OH)_2$ والبيروجالول والريزورسينول تقلل من حساسية التفاعل ، كذلك وجود بعض المواد التي ترتبط مع الأميلوز مثل الحموض الدهنية العالية.

6 - عند تسخين محلول النشاء مع اليود يختفي اللون الأزرق ويرجع ثانية بالتبريد، وهناك علاقة طردية بين كثافة اللون الأزرق (مقدار مركب النشاء مع اليود) ودرجة الحرارة .

7- وجود أملاح ذائبة في وسط التفاعل مثل كبريتات الصوديوم أو كلور الكالسيوم أو كلور الصوديوم أو يود البوتاسيوم بكميات وافرة نسبياً تؤدي إلى ترسيب مركب النشاء واليود ذو اللون الأزرق . وعند تحليل المركب الأزرق المترسب لوحظ تفاوت نسبة اليود فيع من 3 - 23 % ونسبة اليود في المركب تتفاوت على أساس كمية اليود المضاف والمواد الموجودة في وسط التفاعل من أملاح وخلافه .

مدى حساسية تفاعل النشاء مع اليود :

وجد أنه عند إضافة كمية بسيطة من محلول اليود 0.15 سم³ (5 %) إلى محلول يحتوي على جزء نشاء في 50.000 جزء ماء مقطر و 50 جزء يود بوتاسيوم فيتكون لون أزرق واضح بشرط عدم وجود المواد المثبطة لحساسية التفاعل مثل الكالسيوم هيدرات... الخ والسابق الإشارة إليها .

تفسير كيفية حدوث التفاعل بين النشاء واليود :

أشار بعض العلماء إلى أنه يحدث ادمصاص لليود بواسطة النشاء وقد وجد أيضاً أن بعض المركبات الغروية والتي تحتوي على Oxygen bridge مثل السابونارين تعطي أيضاً لوناً أزرقاً مع اليود. ووجد هانز وآخرين علاقة عكسية ما بين درجة هضم النشاء بواسطة البيتاميلاز (درجة الاختزال) وكثافة اللون الأزرق المتكون وقد فسر التفاعل على أساس وجود الأميلوز على هيئة سلسلة طويلة ولكن بها منحنيات Helical Starch Structure وإن كل انحناء يتكون من ستة وحدات جلوكوز حيث يستقر في هذا الانحناء جزيء اليود . ولا بد من وجود انحناء واحد فقط على الأقل لتكوين اللون البني وتزداد كثافة اللون ح تى الأزرق بازدياد طول السلسلة وعند أكسدة النشاء أكسدة كاملة بواسطة حمض فوق اليود أي كسر الرابطة 2 - 3 في جزيء الجلوكوز. لا يعطي النشاء اللون الأزرق مع اليود عندما تتجاوز نسبة الأكسدة 80 % وإذا قلت نسبة الأكسدة عن 80 % فغالباً ما يتكون اللون الأزرق مع اليود .

وعلى هذا الأساس أمكن استنتاج أن لرابطة البيرانور Pyranore دخل في تكوين اللون ، أما وجود مجموعات الهيدروكسيل (OH) فلا دخل لها

في تكوين اللون لأنه وجد أن النشاء الذي حصل عليه عملية استبدال مجموعات الهيدروكسيل Derivative polymerization لا يزال يكون اللون الأزرق مع اليود .

ووجد أيضاً أن هناك علاقة ما بين عدد وحدات الجلوكوز في السلسلة Degree of polymerization وكثافة اللون الأزرق أي أن جميع أنواع الأميلوز لا تعطي نفس كثافة اللون الأزرق بل تختلف على حسب طول السلسلة وقد وجد أن الأميلوز يمتص 19 % من وزنه يود بينما لا يمتص الأميلوبكتين يود وعند تحليل الأميلوز تحليلاً مائياً تدريجياً وجد أن الكمية الممتصة تنقص تدريجياً .

الباب الثاني

تكنولوجيا استخراج النشاء

من

مصادرها الطبيعية

الفصل الأول

تكنولوجيا استخلاص النشاء من الذرة

1 - مقدمة :

تعتبر حبة الذرة من أهم مصادر النشاء وتعتمد عليها كثير من البلاد كمصدر لصناعة النشاء ومشتقاته . وحبة الذرة تمثل المرتبة الأولى كمادة خام أولية لصناعة النشاء . وفي أوروبا بالرغم من أن البطاطا متوفرة بكثرة كمادة أولية لصناعة النشاء ، إلا أن بعض البلاد المنتجة للنشاء مثل ألمانيا وهولندا تستورد كميات كبيرة من الذرة لتصنيع النشاء .

ويمكن تلخيص أهم الأسباب التي تجعل الذرة مصدراً رئيسياً لصناعة

النشاء هو ما يلي :

- 1- تبلغ نسبة الرطوبة في حبة الذرة بعد نضجها وتجفيفها بين 10-15% وتعتبر هذه النسبة مناسبة لتخزين الذرة إذ أن الكائنات الدقيقة لا تنمو في مثل هذه الرطوبة وكذلك لا تنشط فيها الخمائر والأنزيمات التي تعمل على تغيير صفات النشاء .
 - 2 - صغر الحبة ذلك مما يسهل عمليات النقل والتخزين .
 - 3 - ارتفاع نسبة النشاء في الحبة حيث تبلغ حوالي 60-70 % .
 - 4 - يوجد النشاء في الحبة في مناطق منفصلة ونسب الشوائب الأخرى في هذه المناطق منخفضة ، ولا توجد هذه الشوائب مختلطة مع حبيبات النشاء إلا في منطقة النشاء القرني .
 - 5 - تحتوي حبة الذرة علاوة على النشاء مواد أخرى بنسب مرتفعة نسبياً ذات أهمية صناعية ويمكن فصلها واستغلالها صناعياً مما يقلل من تكاليف الصناعة كالبروتين (الجلوتين) والألياف والزيت .
 - 6 - توجد أصناف من الذرة بيضاء اللون لا تحتوي على مواد صبغية مما لا يستلزم الأمر اتباع خطوات صناعية إضافية لإزالة اللون من النشاء .
 - 7 - يفضل نشاء الذرة على أنواع النشاء الأخرى في أغراض صناعية كثيرة منها صناعة الأغذية والورق والنسيج .
- التركيب الكيميائي لحبة الذرة :

تحتوي حبة الذرة على مكونات كثيرة أهمها النشاء إذ يكون 60 - 70 % من الحبة ثم تليها المواد البروتينية 10 - 14 % ثم المواد الدهنية 3 - 4 % ولهذا تعتبر الذرة أغنى الحبوب في نسبة الزيت إذا استثنينا الشوفان ويتركب الزيت من جلسريدات أحماض دهنية أهمها حمض الأوليك واللينولييك . ويطلق على الذرة بأنها ملكة الحبوب لأنها تحتوي على نسبة منخفضة من الألياف (2 %) و نسبة عالية من الرماد تتراوح بين 1.5 - 2 % وهي غنية جداً في مركبات الفوسفور ولكنها فقيرة في أملاح الكالسيوم والصوديوم ويمكن أن تقسم حبة الذرة إلى ثلاثة أجزاء و في بعض الحالات إلى أربعة أجزاء رئيسية :

- 1 - القشرة الخارجية outer hulls : و تمثل نسبتها 5-6 % من الحبة .
- 2 - الجنين germ : و يكون حوالي 10 - 14 % من الحبة .
- 3 - التاج crown : وهو الجزء المقابل للجنين و يحتوي على كمية من الأندوسبرم .
- 4 - الأندوسبرم endosperm : ويكون مع أندوسبرم التاج نسبة ما بين 80 - 85 % من وزن الحبة .

وتحتوي القشرة الخارجية على مواد سيللوزية وبعض الشموع و المواد العضوية كما يحتوي الجنين على كمية عالية من الزيت و عليه فإن كثافته النوعية أقل من بقية أجزاء الأندوسبرم ، ومن الطبيعي أن يعتمد على هذه الخاصية في فصل الجنين عن بقية أجزاء الحبة أثناء تصنيع النشاء . أما منطقة التاج فهي تحتوي على معظم النشاء ولكن متحداً مع شبكة البروتين و عليه فإنه ضمن أحد خطوات الصناعة هو العمل على فصل النشاء من هذه الشبكة البروتينية .

وتقسم حبوب الذرة على أساس طبيعة ونوعية الأندوسبرم إلى حبوب ذات الطابع الدقيقي وتسمى بالحبوب المنغوزة floury وحبوب صلبة flint .

1 - 2 - خطوات (طريقة) الصناعة :

توجد طريقتين لفصل النشاء من الذرة ، وتسمى الأولى بطريقة الطحن الجاف ، والثانية بطريقة الطحن في وسط مائي وهي مدار حديثنا لأنها الطريقة المتبعة في البلاد العربية . وهي الطريقة المستعملة في فصل النشاء بحالة نقية ، حيث تمر فيها الحبة بعدة مراحل (خطوات) لفصل جميع المكونات الطبيعية مثل الجنين (الرشيم) والقشرة وكذلك المكونات الكيميائية مثل البروتين والألياف والأملاح المعدنية والمواد الذائبة ، ويراعى في هذه الطريقة استخلاص النشاء بأكبر نسبة ممكنة ، ويمكن بالطريقة الحديثة الحصول على 88-92 % من النشاء الموجود أصلاً في الحبة بصورة نقية لا تتعدى نسبة الشوائب فيها 0.5-1 % .

والخطوات التي تستعمل أثناء الصناعة بهذه الطريقة هي كالآتي :

أ- عمليات الغريلة والغسل والتصويل :

هذه الخطوات ضرورية جداً لإزالة الشوائب الغريبة والأترربة والرمل والحجر والقطع المعدنية الموجودة عادة مختلطة مع حبوب الذرة والتي إذا بقيت معها فإنها ستسبب عطل المضخات والطواحين ويبقى جزء كبير منها مخلوطاً مع النشاء إلى آخر مرحلة . ولذلك يجب العناية بهذه العملية لكي تخرج الحبوب نقية تماماً من هذه الشوائب وتشمل هذه الخطوة عمليتين :

أ - عملية الغريلة (أو التنظيف الجاف) .

ب - عملية الغسل بالماء (أو التنظيف الرطب أو التصويل) .

حيث تنقل الحبوب من المستودع (أو الصوامع) بواسطة روافع خاصة إلى غرابيل هزازة قطر ثقوبها أكبر بقليل من قطر الحبة حيث تفصل هذه الغرابيل الأترربة والحجارة الأكبر حجماً من حبة الذرة ، ثم تمرر الذرة على مناخل هزازة قطر ثقوبها أصغر من قطر الحبة حيث تفصل هذه الغرابيل الأترربة والحجارة والشوائب الأصغر حجماً من حبة الذرة ، وقد

تجمع هاتين المرحلتين من الغربلة بجهاز واحد لفصل الشوائب الأكبر حجماً والأصغر حجماً من حبة الذرة .

وعند نزول الحبوب من الغرابيل توجد أسطوانات مغناطيسية لفصل الشوائب الحديدية إذا وجدت مختلطة مع الحبوب . كما توجد مراوح خاصة لفصل القطع النباتية والأتربة الناعمة الملاصقة للحبة . وبعد عملية الغربلة تمر الحبوب على ميزان آلي لوزن ومعرفة كميات البذور المستهلكة . ثم بعد ذلك تؤخذ حبوب الذرة بواسطة ناقلات خاصة (حلزونية أو غيرها) إلى المصاول المائية حيث يتم فيها غسل حبات الذرة من الأتربة العالقة من جهة والتخلص من قطع الحجارة والحصى المماثلة بالحجم لحبات الذرة التي ترسب إلى قاع المصول (جهاز الغسل) والتي لم يتم التخلص منها بواسطة عملية الغربلة من جهة أخرى .

ب - عملية النقع :

تنقل الحبوب بعد ذلك بناقلات خاصة إلى خزانات وحواصل النقع ، وفي هذه العملية تتقع حبوب الذرة في وسط مائي لساعات طويلة وتحت ظروف معينة تتوقف على نوع الذرة . والغرض من عملية النقع :

أ - تليين الحبة : لتسهيل عملية الطحن فيما بعد وإمكان فصل مكونات الحبة فصلاً تاماً .

ب - استخلاص المواد الذائبة الموجودة في الحبة والتي يصعب بعد ذلك إزالتها في الخطوات التالية .

ج - تكملة عملية غسيل الحبة .

د- التخلص أو إيقاف نشاط بعض الكائنات الحية الدقيقة التي توجد ملتصقة مع حبوب الذرة .

في عملية النقع تزداد نسبة رطوبة الحبة في بادئ الأمر إلى 35-40 % بعد ساعات قليلة من النقع ، ثم ترتفع إلى 45 % وهو أقصى حد يمكن

الوصول إليه ، وهذا الارتفاع يحصل تدريجياً ويستغرق وقتاً طويلاً لا يقل عن خمسين ساعة من بدء عملية النقع .

والماء يعمل أيضاً على إذابة كثير من المواد الذائبة الموجودة أصلاً في حبة الذرة وخاصة السكريات المختزلة وبعض الأملاح المعدنية ، ولزيادة الذوبان للمكونات الذائبة للحبوب ترفع درجة حرارة الماء أثناء النقع إلى 50-54 م° ويجب المراعاة أن لا ترتفع درجة الحرارة أكثر من ذلك خوفاً من إنتفاخ حبيبات النشاء في الحبة وبالتالي حدوث تغيير في الصفات الطبيعية للنشاء كما أن ذلك يسبب متاعب في الخطوات التالية من الصناعة بسبب جلتة نشاء الحبة عند رفع درجة الحرارة.

وتعمل الحرارة - علاوة على ذوبان المواد الذائبة - على تليين الحبة وسهولة فصل مكوناتها .

وقد وجد أن الماء وحده لا يكفي لإتمام عملية النقع على الوجه الأكمل، حيث لا يمكن أن يعطي أكثر من 64 % من النشاء الموجود أصلاً في الحبة. وأن النشاء الناتج يحتوي على نسب مرتفعة من البروتين مما يدل على عدم فصل مكونات الذرة فصلاً كاملاً، كذلك فإن الماء وحده يعمل على نشاط نمو الجنين بحيث يحصل إنبات للحبة وهذا يكون على حساب النشاء . كما أن الماء وحده يعمل على نشاط بعض الكائنات الحية الدقيقة الضارة للنشاء وخاصة الأنزيمات (الخمائر) المحللة للنشاء .

لهذه الأسباب كلها يضاف مع الماء أثناء عملية النقع بعض المواد التي لها القدرة على إيقاف الإنبات ونشاط الأنزيمات والكائنات الحية الدقيقة وهذه المواد تضاف بنسب صغيرة لا تتعدى 0.1 - 0.3 % من الماء .

وقد وجد أن محلول ثاني أكسيد الكبريت هو أحسن المواد التي تستعمل في نقع الذرة وذلك للأسباب التالية :

أ - رخيص الثمن فلا يزيد من تكاليف الصناعة .

- ب - له صفات قاتلة للكائنات الحية .
- ج - يعمل على إزالة الألوان فيساعد في إزالة جزء أو بعض الألو ان الموجودة في حبة الذرة .
- د - له قدرة على فصل البروتين عن حبيبات النشاء ويعمل على تسهيل انتشار البروتينات في الوسط المائي .
- ولا تعزى قدرة ثاني أكسيد الكبريت على فصل البروتين إلى صفاته الحمضية فقط ولكن إلى صفاته المختزلة أيضاً حيث وجد أن استعمال حمض الخل بنفس كمية الحموضة التي يعطيها ثاني أكسيد الكبريت لا يعطي نفس النتائج في تليين الحبة وانتشار البروتين .
- ويحضر محلول غاز ثاني أكسيد الكبريت بحرق الكبريت العمودي أو العادي في أفران خاصة يمرر عليها الهواء ، وغاز الكبريتي (ثاني أكسيد الكبريت) المنطلق يمر في مداخن خشبية يتساقط من أعلاها الماء على شكل رذاذ حيث يذوب فيه ثاني أكسيد الكبريت ، ويتجمع المحلول في خزانات خاصة ليضخ بعدها لعملية نقع الذرة .
- ويجب ملاحظة عدم زيادة تركيز ثاني أكسيد الكبريت عن النسب التي سنذكرها فيما بعد وخاصة في أول مرحلة للنقع وذلك لعدم إي قاف نشاط الكائنات الحية المكونة لحمض اللكتيك التي توجد أصلاً مع حبوب الذرة والتي تنمو بسهولة في البيئة الملائمة من الحرارة ودرجة الـ PH ، ووجود حمض اللكتيك في ماء النقع ذو فائدة كبيرة إذ يعمل على ذوبان كميات كبيرة من البروتين - وخاصة الزييين الغير ذائب - في الماء ، إذ وجد أن الأخير يسهل ذوبانه جزئياً في وجود حمض اللكتيك .
- كما أن حمض اللكتيك يتحد مع أملاح الكالس ييم والمغنزيوم ويكون أملاحاً ذائبة وبذلك لا ترسب هذه الأملاح على أنابيب بخار تسخين ماء النقع والتي إذا ترسبت تقلل من القدرة الحرارية للبخار .

ويرصح كثيرون بإضافة كمية من حمض اللكتيك في ماء النقع بنسبة 0.2 % إلا أن هذا سيرفع من تكاليف الصناعة ويمكن الاستغناء عن هذه الإضافة بالتحكم في ظروف البيئة الملائمة لتكوينه أثناء النقع وذلك باستعمال الطريقة التالية والتي تستعمل حالياً في البلاد العربية ، وتسمى هذه الطريقة طريقة النقع المتسلسل .

حيث تقسم خزانات النقع إلى مجموعات كل مجموعة تتكون من ثلاث إلى خمس خزانات وينقل ماء النقع من حاصل نقع إلى آخر، بحيث تنقع الذرة أول ما تنقع بمياه نقع غنية بالمواد الذائبة وحمض اللكتيك، وتنقع في النهاية بماء نقي يحتوي فقط على ثاني أكسيد الكبريت لمدة عدة ساعات من (8 - 12 ساعات) ثم تؤخذ الذرة بعد ذلك للطحن .

وتكون نسبة ثاني أكسيد الكبريت في الماء في المرحلة الأولى أقل من 0.05 % وتزداد تدريجياً بحيث تصبح في المرحلة الأخيرة 0.2 - 0.3 % وعلى هذا فإن مياه النقع تحتوي على م واد ذائبة كثيرة وتبلغ من 5 - 14% (وزن / حجم) وتكون كثافتها من 2.5 - 7 بوميه . والمواد الذائبة هي عبارة عن المواد التي كانت أصلاً موجودة في الحبة ، ومواد أخرى تكونت نتيجة للفاعلات الحيوية والكيميائية . فمثلاً تتحلل السكريات الثنائية إلى سكريات أحادية وتتحلل المواد البروتينية إلى ببتيدات أو إلى أحماض أمينية وخاصة حامض الجلوتاميك.. إلخ .

وتصنع خزانات النقع عادة من معدن غير قابل للصدأ ، أو من الخشب أو من الإسمنت المطلي من الداخل بدهان مقاوم للأحماض ، وعند استعمال الخشب في صنع خزانات النقع يستحسن تحزيم الخزانات بأطواق من الصلب الغير قابل للصدأ . ولا يصح استعمال الحديد ولا النحاس لتفاعلها مع حمض الكبريتي . وخزانات النقع تجهز عادة بأنابيب من البخار لتسخين مياه النقع أو يمكن تسخينها بواسطة ضخ ماء النقع على مبادلات حرارية تسخن

بالبخار . وتكون خزانات النقع عادة أسطوانية وقاعها على هيئة مخروط حتى يمكن سحب الذرة منها بسهولة إلى الأسفل ، والجزء العلوي منها مغلق وتوجد به فتحات صغيرة لدخول الذرة الجافة ومياه النقع وللمراقبة . وتتوقف سعة خزانات النقع وعددها على القدرة الإنتاجية للمصنع ، حيث يتراوح حجمها من سعة 5 طن ذرة إلى سعة 30 طن ذرة ، وتكون نسبة الذرة للماء عادة من 1 إلى 1.2 - 1.5 .

ج - عمليات الجرش وفصل الجنين (الرشيم) :

وهي تلي عملية النقع ، حيث ترسل الذرة المنقوعة إلى مطحنة خاصة أو أكثر مكونة من قرصين من المعدن الغير قابل للتأكسد ، أحد القرصين ثابت والآخر متحرك وعلى القرصين بروز معدنية ، وقطر القرص يتراوح ما بين 70 - 90 سم ويدور بسرعة تتراوح ما بين 800 - 900 دورة في الدقيقة . وتضبط المسافة بين القرصين بحيث تنفصل (تكسر) حبة الذرة إلى قسمين أو أكثر بحيث يسهل انتزاع الجنين منها بدون أن يتمزق . وتجري هذه العملية في وسط مائي ، وتستعمل عادة مياه تحتوي على نسب قليلة من النشاء ناتجة عن غسل الجنين بعد فصله وإزالة آخر آثار النشاء منه .

ويجري عادة فصل الجنين في أحواض خاصة تكون عادة على شكل (U) عمقها حوالي 1.2 م وطولها يتراوح بين 3 - 4.5 م ، ويوجد خلاط سفلي وبطول الحوض لتحريك الذرة المجروشة بغية تسهيل فصل الجنين . ويدخل المعلق الذي يحتوي على الذرة المجروشة من أعلى أحد طرفي الحوض حيث يأخذ الجنين في الطفو على سطح مياه الحوض باعتبار أن كثافته أقل بكثير من باقي مكونات الذرة لاحتوائه على الزيت . ولتتم عملية الطفو على النحو الأكمل يجب أن تكون كثافة الوسط (المعلق) بين 6.5 - 7 بوميه ، ويزال الجنين من السطح العلوي بواسطة قلابت إلى فتحة جانبية توجد على سطح الحوض .

أما مكونات الذرة الأخرى غير الجنين والراسبة في القعر فإنها تسحب بواسطة حلزون بأسفل الحوض إلى الطرف الآخر للحوض حيث تخرج منه لتجري عليها عملية كسر ثانية لإزالة ما تبقى من الجنين .

ثم يمر الناتج على حوض فصل جنين ثاني وأحياناً ثالث ورابع للتأكد من أن كل الأجنة قد انفصلت تماماً عن باقي مكونات الذرة . ولذلك توجد عادة من اثنين إلى أربع طواحين لجرش الذرة واثنين إلى أربع أحواض . ولكن الآن استبدلت هذه الأحواض بالسكلونات المائية لفصل الجنين .

ويمرر المعلق الذي يحتوي على الجنين على مجموعة (عادة ثلاث إلى خمس) من المناخل لإزالة النشاء المعلق عليه وغسله تماماً . والمناخل توضع عليها صفائح نحاسية أو نسيج نايلون بها ثقوب تسمح بمرور حبيبات النشاء ولا تسمح بمرور الجنين وطول المنخل حوالي 1.5- 2.5 م ويصب على المنخل رذاذ من الماء ليغسل الجنين ويزيل آثار النشاء الملتصقة به .

ويتخذ الأجنة بعد المناخل إلى عصارة حلزونية لإزالة أكبر قدر من الماء منها، بحيث تصبح رطوبتها من 40 - 50 % ثم تجفف في أفران خاصة ، ثم بعد ذلك تعصر بمعاصر خاصة لاستخراج الزيت منها .

والغاية من فصل الأجنة هي :

- أ - استخلاص الزيت منها بعد غسلها وتجفيفها ولزيت الذرة قيم غذائية خاصة ويستعمل لمرضى تصلب الشرايين بعد إزالة الستيرين منه .
- ب - الاقتصاد في استعمال المواد الكيميائية ، لأن بقاء الجنين أثناء عمليات استخلاص النشاء يسبب فرز خمائر تكون أحماضاً من شأنها أن تؤثر في النشاء وتسبب تخمره ولهذا من الواجب في هذه الحالة استعمال المواد الكيميائية المعقمة بنسبة مرتفعة أثناء مراحل التشغيل المختلفة .

د - الطحن وفصل القشرة والألياف عن معلق النشاء والبروتين :

أما المعلق الذي يحتوي على أجزاء الحبة المنزوع منها الجنين - والتي جمعت من أسفل آخر حوض لفصل الجنين - فإنه يمر في مجموعة من الطواحين تكون أحجارها من الكربوراندام (وهي عادة تكون أفقية) حيث تطحن حبيبات الذرة طحناً كاملاً وبذلك تنفصل حبيبات النشاء الملتصقة على القشرة بعد إجراء عملية الطحن هذه (وقد تكرر العملية أكثر من مرة وعلى أكثر من مطحنة) .

تفصل القشرة عن باقي مكونات الطحن بواسطة مناخل هزازة ومناخل ثابتة ، وتكون هذه المناخل من النحاس أو الستانلس ستيل أو نسيج النايلون ذات الثقوب الكبيرة .

والقشرة المتجمعة فوق المنخل تغسل جيداً برذاذ من الماء حين مرورها من منخل إلى آخر ثم تعصر بعد ذلك في عسارة كعسارة الجنين لإزالة أكبر كمية من الماء منها ، وتكون نسبة الرطوبة بعد عملية العصر من 50 - 60 % ثم تجفف بعد ذلك لوحدها أو بعد خلطها مع معلق البروتين الذي سيفصل فيما بعد .

ويمر من ثقوب المنخل معلق النشاء والبروتين والألياف الرفيعة ال ذي نشأ عن عمليات الطحن المختلفة والتي تحوي نسب عالية من النشاء ، ولذا يمرر هذا المعلق على نابذات خاصة من نوع القفص (السلة) المتحرك الأفقي ذو الثقوب التي تسمح بمرور الماء وحبيبات البروتين والنشاء دون الألياف التي تسقط بشكل آلي على مطحنة أفقية أو أكثر حجارتها من الكربوراندم وتمرر بعد ذلك على مناخل حريرية ناعمة الثقوب وتغسل جيداً بالماء ثم تخلط مع القشرة أو معلق البروتين الذي سيفصل فيما بعد .

وهذه العملية مهمة جداً ولا يمكن الاستغناء عنها في الصناعة ، لأنها علاوة على أنها تعمل على الحصول على نشاء خال من الألياف فإنها تزيل

بعض المواد البروتينية . وبذلك تسهل عملية فصل البروتين عن النشاء في المراحل التالية .

هـ - فصل البروتين عن معلق (لبن) النشاء :

توجد طريقتين لفصل البروتين عن النشاء في معلقهما :

أ - بواسطة القنوات :

أقدم طريقة لفصل المواد البروتينية من معلق النشاء (ويسمى عادة بلبن النشاء) الخالي من الألياف هي نقله إلى أحواض (قنوات) أفقية طولية يكون طولها من 30 - 40 م وعرضها حوالي ربع متر والعمق 10 - 25 سم وهذه الأحواض لها ميل بسيط بحدود نصف سم كل متر .

ويمر لبن النشاء الذي قد عدلت كثافته بحيث تكون حوالي 12 بوميه من الطرف العلوي للحوض بمعدل 7 - 8 لتر في الدقيقة ، ويرسب النشاء على طول الحوض أثناء مروره ويترك الماء المحتوي على المواد البروتينية لتمر من أعلى السطح وتستغرق هذه العملية من ثلاث إلى أربع ساعات .

ثم يمرر محلول ثاني أكسيد الكبريت 0.1 - 0.2 % من أعلى سطح النشاء الذي رسب لغسيله ، وأخيراً يزال النشاء الراسب بواسطة تيار من الماء تحت ضغط ، وليتم الترسيب على وجهه الأكمل يجب مراعاة أن تكون درجة الـ PH حوالي 4 ودرجة الحرارة بحدود 33 - 43 م .

وهذه الطريقة لا تعطي نتائج مرضية بسبب بطئ العملية ، وبقاء نسبة من البروتين 1 - 2 % مع النشاء ، وكبير المساحات التي تحتاجها ، ولكنها تمتاز بانخفاض تكاليفها فلا تحتاج إلى آلات أو قوى كهربائية .

ب - بواسطة الفارزات :

وهي التي تستعمل حالياً في أكثر المصانع الحديثة وتمتاز بالسرعة ولعدم احتياجها إلى مكان كبير حيث تستعمل في هذه الطريقة الفارزات وهي آلات تعمل على أساس نظرية القوة النابذة (الطرد المركزي) . حيث يمر فيها لبن البروتين والنشاء بكثافة 3 بوميه أو أكثر ويخلط بالماء ليغسل النشاء جيداً . ويطرد النشاء من جوانب الفارزة حيث يمر من ثقب صغيرة (عدد الثقب من 8 - 10) بينما تجمع المياه في الوسط وتكون غنية بالبروتين وتمر من أطباق يكون عددها من 30 - 40 لا تسمح بمرور حبيبات النشاء وتخرج من مجرى خلاف المجرى الذي يخرج منه النشاء .

وبالتحكم في كمية الماء الداخلة يمكن التحكم في الحصول على لبن النشاء بدرجة كثافة أعلى من درجة الكثافة المبدئية التي دخل فيها وكذلك تكون نسبة البروتين فيه أقل .

وعادة لا تكفي عملية واحدة للحصول على نشاء نقي ولذلك يمرر النشاء على هذه الآلات ثلاث مرات على الأقل حيث يخرج في النهاية بكثافة 20 - 22 بوميه وخالياً من الشوائب ويحوي على حوالي 0.5 % بروتين .

ويبين الجدول الآتي العلاقة بين درجة البوميه ونسبة النشاء الموجودة في لبن النشاء :

نسبة النشاء	نسبة النشاء	درجة البوميه
غ / 100 غرام	غ / 100 سم ³	
1.78	1.79	1

3.55	3.60	2
5.33	5.44	3
7.11	7.31	4
8.89	9.21	5
10.66	11.12	6
12.44	13.07	7
14.22	15.05	8
15.99	170.05	9
17.77	19.09	10
19.55	21.16	11
21.32	23.25	12
23.10	25.38	13
24.88	27.54	14
26.66	29.74	15
28.43	31.96	16
30.21	34.23	17
31.99	36.53	18
33.76	38.86	19
35.54	41.23	20
37.32	43.65	21
39.09	46.09	22
40.87	48.59	23
42.65	50.12	24
44.43	53.70	25

و - تجفيف النشاء :

يجمع لبن النشاء الخالي تقريباً من الشوائب وذو الكثافة 20 - 22 بومييه حيث يمكن استعماله كما هو على حالته السائلة لإنتاج جلوكوز الذرة (القطر الصناعي) . أو يجفف للحصول على النشاء الجاف على شكل مسحوق أو قطع للأغراض الغذائية أو الصناعية الأخرى .

وللتخلص من الماء الموجود في النشاء يمرر لبن النشاء بالكثافة السابقة (20 - 22 بوميه) على آلات طرد مركزي من نظام القفص أو السلة كالمستعملة في صناعة السكر، إذ تحتوي الإسطوانة الدائرية من النابذة على ثقوب يوضع عليها قماش سميكة يسمح بمرور الماء ولا يسمح بمرور حبيبات النشاء ، فتتجمع حبيبات النشاء على جدران الإسطوانة حيث يمكن إزالتها بعد ذلك باليد أو ميكانيكياً بطريقة القشط بواسطة السكاكين . وتكون نسبة الرطوبة في النشاء الناتج 40 - 45 % وكلما كان نسبة الرطوبة أقل كلما احتاج الأمر إلى تجفيف أقل وبالتالي كلفة تجفيف أقل . كما يمكن التخلص من الماء الموجود مع لبن النشاء بواسطة المرشحات إما تحت الضغط (فلتر بوس) أو بواسطة المرشحات تحت الفراغ (فلتر فاكوم) .

ثم يجفف النشاء في أفران تجفيف أسطوانية يوجد بداخلها خلاطات لتقليب كتل النشاء باستمرار وتعريض السطوح إلى التجفيف . ويفضل أن تجري عملية التجفيف هذه تحت الفراغ مع مراعاة ألا تتعدى درجة الحرارة عن 55 درجة مئوية حتى لا يتجلتن النشاء .

وبعض المصانع تستعمل التجفيف بطريقة العربات والغرف المسخنة ، حيث يكون طول الغرفة من 15 - 20 م ويفرش النشاء على صواني توضع على عربات صغيرة تمر من أول الغرفة حيث تكون درجة الحرارة أقل إلى آخر الغرفة حيث تكون درجة الحرارة أعلى ، والمصدر الحراري الذي يستعمل في ذلك هو البخار الذي يمر في أنابيب معدنية داخل الغرفة ، أو الأشعة تحت الحمراء وهذه الأخيرة تستعمل حالياً لسرعة التجفيف .

ومن الطرق الحديثة للتجفيف هي دفع النشاء بتيار من الهواء الساخن في سيكلونات معدنية ضخمة - ويسخن الهواء إما بالبخار أو بالحرارة مباشرة - ولا يخرج النشاء من السيكلون إلا ويكون قد جف إلى النسبة المطلوبة من الرطوبة .

وبعد عملية التجفيف إما أن يعبأ النشاء مباشرة كما هو أو أن يطحن وينخل لإزالة حبيبات النشاء الكبيرة ويعبأ في أكياس .
وفي بعض البلاد يتطلب السوق النشاء في صورة قطع ، ويمكن تحضير هذه القطع بواسطة ضغط هيدروليكي للنشاء (50 - 70 كغ/سم²) على درجة رطوبة 17 % ثم تكسير الكتل التي تنتج إلى قطع صغيرة حسب الحجم المطلوب .

ويكون النشاء الناتج بطريقة الطحن في الوسط المائي نقياً وتحليله كالاتي:

النسبة المئوية	المكونات
15 - 13	رطوبة
0.5 - 0.25	بروتين
0.3 - 0.15	مواد دهنية
0.8 - 0.5	بنتوزان
0.3 - 0.2	رماد
0.5 - 0.2	ألياف

ويتراوح مردود الإنتاج في مصنع كامل من 62 - 68 % وزناً من الذرة النقية الخالية من الشوائب والأجرام وعلى حسب نوع الذرة المستعملة .
ويكون لون النشاء الناتج أبيضاً ناصعاً إذا استخرج من أنواع من الذرة لا تحتوي على صبغات ، أما إذا احتوت الذرة على كاروتين Carotin يكون لونه مائلاً إلى الأصفر ، وإذا احتوت على صبغات أخرى فإنه يأخذ لون مائل إلى الأزرق أو الرمادي أو الأحمر حسب لون الصبغة ، ويمكن إزالة هذه الألوان في الصناعة بواسطة معاملة النشاء بالكلور أو فوق الأكاسيد Peroxides ولكن هذه المواد كلها سوف تؤثر في صفات النشاء الطبيعية .

ز - تصنيع المنتجات الثانوية الناتجة عن صناعة النشاء من الذرة :

تعتبر المنتجات الثانوية التي تنتج من صناعة النشاء من الذرة أهم فضلات صناعة النشاء عموماً ، إذ أنها تكوّن 25 - 30 % من وزن الذرة وهي غنية جداً بالمواد البروتينية والمواد الدهنية والسكريات (مواد نشوية).
ومن أهم هذه المنتجات هي :

1 - مياه النقع :

يختلف تركيب ماء النقع على حسب نوع الذرة ومدة النقع وطريقة النقع، ومتوسط تحليل ماء النقع الناتج من نقع الذرة لمدة حوالي 50-70 ساعة وفي وجود ثاني أكسيد الكبريت وبكثافة 5 - 6 بوميه هو كالاتي :

المكونات	غ / سم ³
الحموضة معبرة كحمض خل	1.4 - 1.6
ثاني أكسيد الكبريت	0.02 - 0.03
المواد الذائبة	10.5 - 12.5
البروتين	4 - 5.5
السكريات المختزلة مقدره كدكستروز	2.25 - 8.5
نشاء	0.2 - 0.30
الرماد	2.5 - 3
الفسفور	0.25 - 0.27
حمض اللكتيك	1.2 - 1.5

والطريقة المتبعة للاستفادة من مياه النقع هي تركيزها تحت الفراغ حتى تصل إلى تركيز يحتوي على 40 - 50 % من المواد الصلبة ، وهذه الطريقة تتطلب أجهزة تركيز كبيرة لتبخير ماء النقع التي تنتج بالمصنع ، وتتطلب كذلك سعة كبيرة لرفع تركيز المواد الصلبة للمحلول من 10 % إلى 50 % ، وعلاوة على ذلك تترسب أثناء التبخير بعض المواد والأملاح على

أنابيب التبخير مما يقلل من القدرة الحرارية ، وبالرغم من أن هذه الطريقة شائعة الاستعمال فهي غير مفضلة . ويعبأ عادة ماء النقع المركز في براميل بلاستيكية ويرسل إلى مصانع إنتاج البنسلين ، أو يخلط مع القشرة أو البروتين أو كسبة الجنين لتزيد مع قيمها كمادة علفية ، ويراعى عند استعمال ماء النقع المركز أن تتم عملية التركيز في أجهزة من الصلب الغير قابل للصدأ لأن آثار النحاس إذا وجدت تمنع نمو البنسلين .

وتوجد طريقة أخرى للاستفادة من المواد الذائبة الموجودة في ماء النقع وذلك بواسطة ترسيبها بهيدروكسيد الكالسيوم فترسب في صورة أملاح كالسيوم ويرسب معها جزء كبير من البروتينات والببتيدات والأحماض الأمينية ، إلا أن هذه الطريقة تعطي نسبة قليلة من المواد المترسبة .

وهناك طريقة ترسيب أعطت نتائج مرضية وذلك باستعمال محلول ثالث كلور الحديد لترسيب المواد الذائبة في مياه النقع حيث أمكن الحصول على راسب قدره 48 غ من لتر واحد من ماء النقع يحتوي على 27 % من البروتين باستعمال 1 % من ثالث كلور الحديد .

ولا يستفاد في البلاد العربية من مياه النقع هذه لارتفاع تكلفة تصنيعها .

2 - الجنين (الرشيم) :

التركيب الكيميائي للجنين يختلف على حسب نوع الذرة وهو بصورة عامة يتكون من :

النسبة المئوية	المكونات
10 - 8	الرطوبة
12 - 10	البروتين
10 - 8	النشاء
50 - 45	المواد الدهنية

9.5 - 8	الألياف
1.5 - 1	الرماد
2.5 - 2	مواد ذائبة في الماء
10 - 8	البننتوزان

ويستعمل الجنين في استخراج الزيت منه ، وذلك بتجفيف الجنين بحيث يحتوي على رطوبة 1.5 - 2 % ثم يطحن طحناً كاملاً ويس تخرج منه الزيت بواسطة الم عاصر الحلزونية أو بطريقة المذيبات أو بالطريقتين معاً . وينتج من الطريقة الأولى كسبة تحتوي على 8 - 12 % مواد دهنية ، وفي الطريقة الثانية تنتج كسبة تحتوي على نسبة 1 % مواد دهنية .

والزيت بعد عملية الاستخراج يستعمل كما هو في حالته الخ ام في بعض الصناعات مثل صناعة البويات والصابون أو المبيدات الحشرية أو في صناعة الكاوتشوك.. إلخ . أو أن يستعمل في الطعام وذلك بعد عملية تكريره (بواسطة الصود الكاوي لتعادل الأحماض الدهنية الحرة) ، وإزالة اللون بواسطة الفحم النشط ، ثم إزالة الرائحة بواسطة ا لطررد البخار عند درجة حرارة حوالي 150 م° وتحت الفراغ .

ويستعمل الزيت المكرر كما هو لطهي الطعام ، أو يحول إلى سمن صناعي (مرجرين) . ويمتاز عن باقي الزيوت في أن السمن الصناعي الناتج منه حبيبي فيشبهه في تلك الصفة السمن الحيواني . والتركيب الكيميائي لكسبة جنين الذرة بعد العصر هي كالاتي :

النسبة المئوية	المكونات
5 - 4	الرطوبة
18 - 17	المواد البروتينية
10 - 8	النشاء

الألياف	10.5 - 9.5
المواد الدهنية	12 - 8
الرماد	2.2 - 1.9
مواد ذائبة في الماء	9 - 8
البنتوزان	17 - 16

3 - القشرة (الألياف) :

وتركيبتها الكيميائي أيضاً يختلف على حسب نوع الذرة وطريقة النقع .
ومتوسط التركيب الكيميائي للقشرة الناتجة من الذرة هو كالاتي :

النسبة المئوية	المكونات
12 - 8	الرطوبة
12 - 8	البروتين
16 - 8	النشاء
15 - 14	الألياف
40 - 35	البنتوزان
5 - 2	المواد الدهنية
0.7 - 0.6	الرماد
10 - 9	المواد الذائبة في الماء

وتستعمل القشرة كغذاء للحيوان أو تخلط في بعض المصانع بماء النقع المركز وبروتين الذرة لعمل علف منه . والقشرة كما نرى من الجدول السابق تحتوي على نسبة عالية من البنتوزان (السكريات الخماسية) ويمكن إنتاج الفرفورال منها ، كما يمكن كذلك استخراج الهيبي سيللوز منها وذلك

بمعاملة القشرة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ، وهذا النوع من الهيميسيللوز له صفات لصق عالية تفوق صفات الصمغ العربي .

4 - بروتين الذرة :

ويسمى بجلوتين الذرة وهو ينتج من المياه التي تفصل من لبن النشاء إما في الأحواض أو من الفارزات ، وهذه المياه إما أن تجمع في أحواض من الإسمنت حيث تترك حوالي 12 ساعة لترسيب البروتين في القاع ويزال الماء المنفصل من السطح العلوي . أو أن تزال الكمية الأولى من الماء بواسطة المركزات التي تعمل أيضاً بنظرية القوة النابذة .

والبروتين المركز الناتج من أي من الطريقتين (الأحواض أو المركزات) يمرر في مرشحات تعمل بالضغط (فلتربرس) حيث يخرج الماء من خلال القماش السميك . وتبقى المواد البروتينية داخل إطارات المرشح ، يفك المرشح بعد ذلك لإخراج المواد البروتينية والتي تجفف في أفران التجفيف بعد خلطها بالقشرة لتباع كعلف للحيوان .

وقد لوحظ أنه إذا رشحنا معلق البروتين لوحده - الناتج من الفارزات أو الأحواض - فإن عملية الترشيح لا تتم إذ تسد ثقب قماش التصفية لارتفاع نسبة البروتين فيها ، لذلك يضاف عادة إلى معلق البروتين قبل ترشيحه الألياف الناتجة من المناخل وذلك لتسهيل عملية الترشيح .

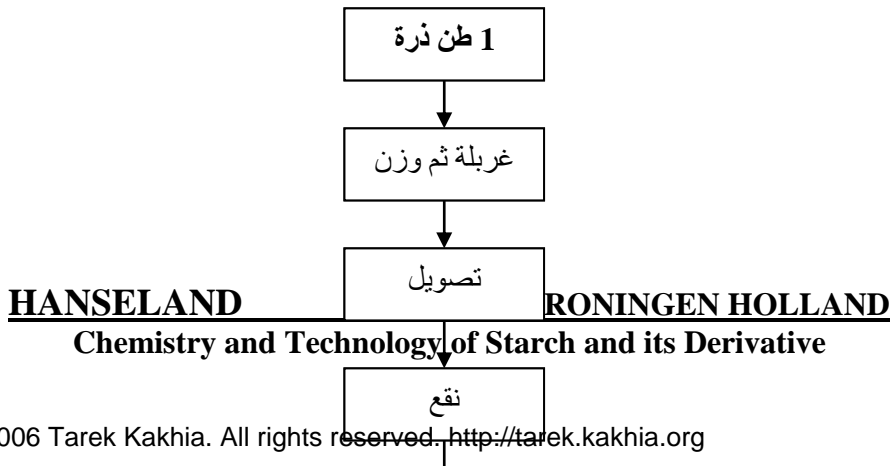
وجلوتين الذرة غني بالمواد البروتينية ، ويستعمل كعلف للحيوان وكذلك في تحضير الزيبن ذو الاستعمالات الكثيرة في صناعة اللدائن والبلاستيك وصناعة ألياف نسيج صناعية .

ويستعمل أيضاً في تحضير حمض جلو تاميك بواسطة التحليل المائي وترسيبه عند $PH = 3$.

ومتوسط التركيب الكيميائي لجلوتين الذرة هو كالآتي :

النسبة المئوية	المكونات
10 - 8	الرطوبة
40 - 35	البروتين
4.8 - 2.8	مواد دهنية
5.5 - 4.5	ألياف
7 - 6	بنتوزان
3 - 2.5	الرماد
16 - 14	مواد ذائبة في الماء
32 - 28	نشاء

والمخطط الآتي يبين مراحل تصنيع النشاء والمنتجات الثانوية من الذرة :



ماء نفع ←

طواحين حجرية ←

نخل وغسل

غرابيل ذات منخل حريري ←

معلق نشاء وبيروتين

عصر وتجفيف

فصل بالفارزات أو القنوات ثم التجفيف

زيت 28 - 34 كغ
كسبة 30 - 36 كغ

الفصل الثاني

استخلاص النشاء من الأرز

2 - 1 - مقدمة :

إن استخلاص النشاء من الأرز يعتبر أصعب من استخلاص النشاء من الذرة وذلك للسببين الرئيسيين الآتيين :

- 1) قطر حبيبات النشاء صغيرة جداً مما يجعلها صعبة الترسيب وبالتالي يصعب فصل الشوائب منها في الصناعة .
 - 2) المواد البروتينية الموجودة في حبة الأرز (وهي عادة بنسبة 7 % إلى 10 % في الحبة) لا تكون على هيئة طبقة منفصلة في الحبة بل تكون مختلطة مع النشاء وكل حبيبة نشاء محاطة بغطاء بروتيني.
- وعلى هذا تحتاج حبيبات النشاء إلى معاملات خاصة لإزالة هذه الطبقة البروتينية، كما تحتاج إلى حوالي ستة أسابيع للترسيب إذا وجدت في معلق، وبالتالي لا يمكن استعمال طريقة القنوات المسلحة لفصل البروتين عن النشاء. وكلما ارتفعت نسبة المادة البروتينية في الأرز ازدادت صعوبة استخلاص النشاء وفصله عنها ولهذا فإن نسبة النشاء وحدها بالأرز ليست العامل الأول لتحديد جودته وصلاحيته في الصناعة . ويجب قبل شراء أية كمية من الأرز اختبار نسبة البروتين فيه ، إضافة إلى ذلك فإنه يجب معرفة درجة نوبان هذه المادة البروتينية في الصود الكاوي لأن بروتين الأرز لا يذوب كله في محلول الصود الكاوي وتختلف نسبة الجزء الغي ر ذائب باختلاف نوع الأرز . ويمكن معرفة مقدار الجزء الذائب من البروتين بأن يعالج وزن معين من الأرز في محلول صود كاوي مخفف بتركيز 1 بوميه ثم يرسب البروتين بمعادلة الصود بالحمض ثم تجفيف الراسب وتحليله لمعرفة نسبة البروتين .

وفي الواقع لا تعتمد صناعة النشاء من الأرز على حبات الأرز السليمة

وإنما تعتمد على كسر الأرز الذي ينتج من صناعة تبييض الأرز أو من الطبقات القشرية التي تنتج كمخلفات من هذه الصناعة .

2 - 2- خطوات الصناعة لاستخلاص النشاء من الأرز :

آ - النقع : طريقة نقع الأرز في محلول غاز الكبريتي كما في حالة الذرة غير مجدية ولا تعمل على ذوبان أو إزالة الطبقة البروتينية التي تحيط بحبيبات النشاء ولذلك تستعمل الطريقة القلوية :

حيث ينقع الأرز في أحواض من الإسمنت المقاوم للقلويات أو من الصلب الغير قابل للصدأ بها محلول الصود الكاوي كثافته 1.005 (حوالي 0.7 %) بحيث يغطي المحلول القلوي الحبوب ويكون ارتفاع السائل عن سطح الأرز حوالي 25 سم إلى 50 سم لمدة حوالي 24 ساعة ثم يزال ماء النقع وتغسل الحبوب جيداً بالماء .

وتنقع مرة ثانية بمحلول صود كاوي جديد لمدة 36 - 48 ساعة أخرى ، مع التقليب المستمر بواسطة الهواء .

و عملية النقع تعمل على تليين الحبة بحيث تصبح سهلة الطحن كما تعمل على ذوبان الطبقات البروتينية والشمعية التي تلتصق بحبيبات النشاء بعضها ببعض .

ويمكن استعمال هيدروكسيد الأمونيوم بدلاً من الصود الكاوي وهو يعطي نتائج أحسن إلا أنه أكثر تكليفاً . ويستدل على انتهاء عملية النقع عادة بليونة الحبوب وسهولة طحنها بين الأصابع .

وهذه الطريقة التي أتينا على وصفها ولو أنها هي المتبعة في أكثر المصانع إلا أن لها عيوباً عديدة أهمها التالي :

1- عدم تحريك الأرز في محلول الصود الكاوي تحريكاً كافياً فلا يعرضه ذلك كما يجب لتأثير الصود الكاوي ، وعليه فلا يذوب إلا جانباً من البروتين القابل للذوبان .

- 2 - تعرض محلول الصود الكاوي للجو يجعله يفقد كثيراً من قلوئياته لامتصاصه غاز الكربون وتحوله إلى كربونات الصوديوم وفقده بذلك القدرة على إذابة الجلوتين .
- 3 - سهولة تخمر النشاء في الظروف التي أتينا على وصفها وخاصة في الصيف حيث يساعد ارتفاع درجة الحرارة على نمو البكتريا.
- وينتج عن هذا التخمر :** تكون أحماض عضوية - مثل حامض اللكتيك - تعادل جانباً من محلول الصود . ثم تكون غازات تسبب تكون ريم يعوق عملية فصل النشاء عن الجلوتين ، كما تسبب عملية التخمر تكون م واد لزجة (غروية) تساعد على تعلق حبيبات النشاء بالمحلول وصعوبة ترسيبها إذا استخدمت في هذا الغرض قنوات الترسيب .
- ولتذليل الصعوبات المذكورة اقترحت التعديلات التالية على الطريقة السابقة :
- أولاً -** إجراء نقع للأرز في محلول الصود الكاوي بطريقة مستمرة بحيث يصادف محلول الصود الأكثر تشبعاً بالمواد المستخلصة الأرز الطازج ، بينما يصادف المحلول الجديد الأرز الأكثر استخلاصاً .
- ثانياً -** لمنع امتصاص غاز الكربون وإضعاف قوة محلول الصود تستعمل أحواض مغلقة كما يمكن استعمال أجهزة مفرغة من الهواء .
- ب - الطحن :**

الطواحين المستعملة في هذا الغرض هي عادة الطواحين ذات الأحجار المستديرة ويبلغ قطر الطاحون في الغالب من 120 - 140 سم وفي السمك من 30 - 40 سم وتدور الطاحون بسرعة 120 - 140 دورة بالدقيقة .

ويطحن الأرز عادة مرتين كي يطحن جيداً ويخلو من القطع والفتات الكبيرة الحجم التي تنفصل في عملية النخل وتسبب فقد جانب من النشاء . والمتبع أن يمر الأرز في طاحونتين إحداهما تعلق الأخرى فيدخل الأرز أولاً الطاحون العلوي ثم يخرج منه ويهبط إلى الطاحون السفلي .

هذا ويضاف أثناء طحن الحب محلول الصود في نفس تركيز المحلول المستعمل في النقع (5 - 7 غرام صود كاوي جاف في اللتر) ويستخدم لكل 100 كيلو غرام من الأرز حوالي 1200 لتر من محلول الصود الكاوي وتحتوي العجينة الخارجة من الطاحون على 20 - 28 % مواد صلبة . ويذيب الصود الكاوي أثناء عملية الطحن جانباً من البروتين ، ويمكن استعمال طاحونة مزدوجة لطحن 20 طن أرز في 24 ساعة . وعند خروج العجينة من الطاحون ترفع بواسطة الضخ إلى أحواض خاصة تتوزع منها على المراحل الأخرى .

ج - عملية فصل الألياف والبروتين والنشاء :

بعد عملية الطحن ينقل معلق النشاء إلى أحواض تحتوي على خلطات تدور ببطء ذلك مما يساعد على ترسب الألياف في قاع الحوض ولا يرسب النشاء لصغر حبيباته .

ثم ينقل المعلق من السطح العلوي للأحواض إلى الناوبات كالنوع المستعملة في صناعة السكر إلا أنها تختلف عنها وتختلف عن التي تستعمل في استخراج نشاء الذرة بأن الإسطوانة الداخلية التي تدور غير مثقبة بثقوب وأثناء الدوران يلتصق على جدار الإسطوانة أولاً الألياف الرفيعة ثم طبقات من النشاء ويتبقى في وسط أسطوانة الفارزة الماء الذي يحتوي على البروتين الذائب . ويمكن فصل هذه الطبقات المختلفة بكل سهولة آلياً أو يدوياً . على أن النشاء الخارج لم يزل يحتوي على جانب من البروتين ولهذا فإنه يخلط بالماء ثم تجري عليه نفس العملية السابقة .

وكذلك شأن البروتين المفصول فإنه يحتوي على جانب لا بأس به من النشاء لفصله عنه يخلط أيضاً بالماء ثم تجري عليه عملية الفرز ثانية . ويوضع عادة داخل الفارزة من 6 - 8 قطع من الصفائح فائدتها تسهيل تفريغ النشاء .

أما فصل النشاء بواسطة أحواض أو قنوات الترسيب فيجري كما وصفناه فيما سبق . فبعد صب معلق النشاء بالقنوات يترسب أولاً النشاء لأنه أثقل من البروتين ثم يترسب البروتين فينصل عن النشاء وتكرر العملية مرة أو مرتين إلى أن يحصل على درجة النقاء اللازمة .

ويستعمل في فصل النشاء أيضاً المرشحات الضاغطة أو المرشحات الدوارة تحت الفراغ على أنه بهذه المرشحات لا يفصل النشاء إلا عن المواد الذائبة , وهذه الأجهزة أسرع في عملها من أحواض الترسيب .

ثم يجفف النشاء ويستعمل لجميع الأغراض التي يستعمل فيها النشاء ما عدا صناعة الجلوكوز لاحتوائه على نسبة مرتفعة من البروتين 1 - 2 % .

الفصل الثالث

تكنولوجيا استخلاص النشاء من القمح أو دقيقه

3-1- مقدمة :

تعتبر حبوب القمح من المصادر الغنية في النشاء إذ تحتوي على حوالي 70 - 75 % من النشاء (على أساس المادة الجافة) ومتوسط تحليل حبوب القمح كالاتي :

النسبة المئوية	المكونات
14	الرطوبة
12.5	البروتين
2.5	الألياف
1.75	الرماد
1.65	المواد الدهنية
3.6	سكريات وأصماغ
64	النشاء

وبالرغم من احتواء القمح على نسبة عالية من النشاء وتوفره بكثرة إذ يزرع في مساحات كبيرة وفي كثير من البلاد ، فإنه لا يستعمل كمصدر رئيسي لصناعة النشاء ، وذلك لأن استخلاص النشاء منه صناعياً من الأمور الصعبة . ويرجع ذلك لأن البروتين الموجود فيه يتكون أساسياً من مركب الجلوتينين Glutenin والجليادين Gliadin وهذه المركبات تنتفخ في وجود الماء وتكون مواد لاصقة تعيق استخلاص النشاء ولذلك يجب إيجاد طريقة للتخلص من هذه المركبات .

ومن الطرق المستعملة طريقة التخمير التي تتطلب مدة طويلة ، ويمكن استخدام الطرق الميكانيكية (وهي التي تستعمل حديثاً) التي تعمل على تغيير في صفات هذه المركبات البروتينية ، ويمكن بالتالي فصل النشاء عنها .

3 - 2 - طرق استخلاص نشاء القمح من حبوب القمح :

آ - طريقة التخمير :

وفيها تتقع الحبوب حتى تلين ثم يطحن طحناً جزئياً بواسطة طواحين قرصية والنااتج من الطواحين يترك حتى يتخمّر لمدة حوالي عشرة أيام في فترة الصيف وحوالي 30 يوم في فترة الشتاء . ويمكن تقليل هذه المدة بإضافة كمية من السائل المتخمّر إلى مياه نقع القمح . وأثناء التخمّر تتحلل المواد البروتينية مكونة أحماضاً التي بدورها تعمل على إذابة البروتينات ، والأحماض المتكونة هي حامض الخليك والبنزويك واللكتيك . كما تتكون بعض الغازات مثل النشادر وثاني أكسيد الكربون وبعد عملية التخمّر يزال الماء المتخمّر عن جريش القمح المتخمّر الذي يغسل بعد ذلك جيداً بالماء في أسطوانات معدنية مثقوبة موضوع على جدارها قماش أو منخل معدني ذو ثقوب رفيعة تمر منها حبيبات النشاء دون الألياف، ويفصل النشاء بطرق الترسيب في الأحواض أو بالفارزات كما ذكر سابقاً .

ب - طريقة التليين دون التخمير :

وفي هذه الطريقة يستغنى عن تخمر الحبوب ، حيث تتقع الحبوب في الماء ، وماء النقع يزال من حين إلى آخر ويستبدل بماء نقي حتى تلين الحبوب وتكون درجة حرارة النقع حوالي 30 - 35 م⁰ ومدة النقع تستغرق حوالي 48 ساعة . وبعد ذلك تطحن الحبوب في طواحين حجرية أو في طواحين ذات أسطوانات ويرا عى ألا يكون الطحن كاملاً حتى لا تتعرض القشرة إلى الطحن .

والنااتج من عملية الطحن يسحب إلى آلة تسمى بالمستخلص وهي عبارة عن أسطوانة جدرانها ذات ثقوب رفيعة وبداخلها أذرع بها برورات تعمل عند دورانها على عجن حبيبات القمح المطحون . وفي نفس الوقت يوجد رشاش من الماء وبذلك تنفصل حبيبات النشاء من ثقوب الجدران .

وهذه الخطوة بطيئة جداً وتستغرق معاملة طن من القمح حوالي عشر ساعات، إلا أنها تمتاز عن الطريقة السابقة باستخلاص بروتين القمح على حالة جيدة يمكن الانتفاع به ، وعدم تعرض حبيبات النشاء للتحويل أثناء التخمرات المختلفة . وتعطي هذه الطريقة مردوداً قدره 45 % من النشاء النقي (نشاء درجة أولى) و 15 % من النشاء الذي يحتوي على نسبة عالية من البروتين نسبياً (نشاء درجة ثانية) .

ج- طريقة النقع في حمض الكبريتي :

وهي أيضاً من الطرق المقترحة بها حديثاً، وفيها تنقع حبوب القمح في محلول مائي يحتوي على 0.3 - 0.5 % ثاني أكسيد الكبريت لمدة 24 ساعة ، وبعد إزالة ماء النقع تطحن الحبوب بواسطة طواحين حجرية أو حديدية غير قابلة للصدأ طحناً غير كامل . ويمرر الناتج المطحون من مناخل أفقية ذات ثقوب رفيعة، والأجزاء التي لم تمر من ثقوب المنخل تطحن مرة ثانية وتمرر في المناخل .

ولبن النشاء يعامل نفس المعاملات المذكورة في صناعة النشاء من الذرة ويمكن الحصول على مردود 55 - 60 % النشاء يكون على صورة نقية جداً إذ يحتوي على 0.2 % من البروتين إلا أن المواد البروتينية التي تستخرج تكون قد فقدت صفاتها الأساسية .

3 - 3- استخراج النشاء من دقيق القمح :

وهي تشبه الطرق السابقة إلا أنه في هذه الطريقة يستعمل دقيق القمح بدلاً من الحبوب ومدة النقع لا تستغرق أكثر من ساعة ، إلا أنه من عيب هذه الطريقة استعمال مادة خام مرتفعة الثمن وهي الدقيق .

آ- طريقة مارتين :

وفيها يعامل الدقيق بالماء بحوالي 40 % من وزنه ويترك ساعة حتى تنتفخ حبيبات البروتين ثم يقطع إلى مكعبات ، وهذه المكعبات تعجن وتغسل

كما ذكر سابقاً ، ويمكن إنتاج من 42 - 45 % من النشاء النقي وحوالي 10-15 % من النشاء الغير نقي (يحتوي على بروتين) .

ب - طريقة فسكاس :

وفيها يستعمل أيضاً دقيق القمح الذي يخلط مع الماء لعمل معلق منه بنسبة 1 : 4 (دقيق : ماء) ثم يدخل المعلق على نابذة طرد مركزي وفيها تكون الإسطوانة الداخلية غير مثقوبة فيلتصق النشاء على جدار الإسطوانة الداخلية ، يتبعها من الخارج البروتين ، ثم ماء يحتوي على مواد بروتينية . ويوجد على عمود الإسطوانة الداخلية سكاكين تعمل على تقشير الطبقة البروتينية دون تقشير طبقة النشاء . وبالتالي يمكن إزالة الطبقة البروتينية التي تستعمل كمصدر للبروتين .

ويفضل أن يضاف إلى معلق الدقيق 1 % من بيكربونات الصوديوم أو كلور الصوديوم التي تعمل على سهولة فصل البروتين عن النشاء . وتمتاز هذه الطريقة بفصل بروتين القمح على حالته الطبيعية دون تغيير في صفاته . وتحتوي الطبقة الملاصقة للنشاء في آلة الطرد المركزي 22 % بروتين ، 67 % من النشاء وبعض الأملاح ، وهذا النوع الثانوي يستعمل في بعض الصناعات الغذائية وخاصة في صناعة المعكرونة . وطبقة النشاء تغسل جيداً بالماء وتمرر على مناخل ثم تتبع طرق الترسيب أو النبذ لفصل النشاء على صورة نقية .

ج - الطريقة القلوية :

وهي تعتبر من الطرق الحديثة وفيها يخلط دقيق القمح بستة أحجام وزنه من محلول الصود الكاوي المخفف حتى تصبح قلوية الوسط $PH = 11$ ذلك مما يساعد على انتشار وذوبان المواد البروتينية . ثم يفصل النشاء بواسطة الطرد المركزي ويعامل النشاء المنفصل بالطرق العادية من غسل ونخل وترسيب .

أما المواد التي تحتوي على البروتين في حالة انتشار فإنها تعامل بواسطة حمض الكبريت حتى تصل درجة الـ PH إلى 5.5 وذلك لترسيب المواد البروتينية .

ويمكن الوصول بهذه الطريقة إلى نشاء يحتوي حوالي 0.4 إلى 0.6 % من البروتين فقط . ولكن يعاب على هذا النشاء احتوائه على بعض المواد القابلة للذوبان في القلويات مما يجعل درجة نقاوته 94 - 98 % .

3 - 4 - التجفيف الأولي :

بعد إزالة جانب من الماء الموجود في النشاء على الوجه السابق ترفع القوالب ثم توضع في أفران خاصة في درجة حرارة 50-60 م⁰ إلى أن يصبح مقدار ما بها من الماء 25 - 28 % ويستلزم ذلك من 24 - 36 ساعة , ويساعد في زيادة سرعة التجفيف وضع قطع النشاء على صواني من الجص أو الصلصال .

3 - 5 - الكحت :

بعد مكث قوالب النشاء المذكرة يتكون على سطوح القوالب طبقة جافة مصفرة يمكن إزالتها من القوالب بواسطة الكحت بالسكين. أما اصفرار هذه الطبقة فناجم عن أن الماء الموجود داخل القالب يتجه إلى الخارج أثناء التجفيف ويحمل معه المواد الذائبة الموجودة في النشاء مثل آثار البروتين إضافة إلى المواد الأخرى التي تتكون من أثر التسخين مثل الدكسترين والسكر، وهذه المواد تتجمع على سطح القوالب وتعطي ذلك اللون المصفر ، ويمكن إزالتها بعملية الكحت المذكرة . ويبلغ سمك الطبقة المزالة حوالي 10 مم ونسبة العادم حوالي 20 % .

على أن هذه الكمية لا تعتبر عادماً بل إنها تطحن وتمزج بالماء ويفصل عنها النشاء ويجفف ثانية . وبعد إجراء عملية الكحت يجب أن لا يحتوي النشاء على أكثر من 28 - 30 % ماء .

3 - 6 - التجفيف النهائي :

بعد إتمام عملية ال كحت تلف قطع النشاء بورق ثم تعاد إلى الفرن وتترك لمدة 2-3 أيام حيث تُرفع درجة الحرارة ببطء إلى 25°م في اليوم الأول، ثم إلى 28°م في اليوم الثاني، وفي اليوم الثالث إلى 32-35°م، ويحافظ على هذه الدرجة إلى أن يتم جفاف النشاء.

وبجفاف النشاء تتشكل شقوقاً عديدة في قطعه الكبيرة، وبذلك تتكسر هذه القطع الكبيرة إلى قطع صغيرة.

ويعتمد حجم هذه القطع ودرجة لمعان النشاء وبياضه على طريقة التجفيف ، فكلما كان التجفيف بطيئاً ودرجة حرارته منخفضة كان النشاء الناتج أجمل مظهراً .

ولما كان النشاء يخرج عادة رغم الاحتراس في تنقيته ذا لون أصفر خفيف فيضاف إليه لمعادلة هذا اللون وتغطية هذا العيب قليل من النيلة الزرقاء Ultra main blue .

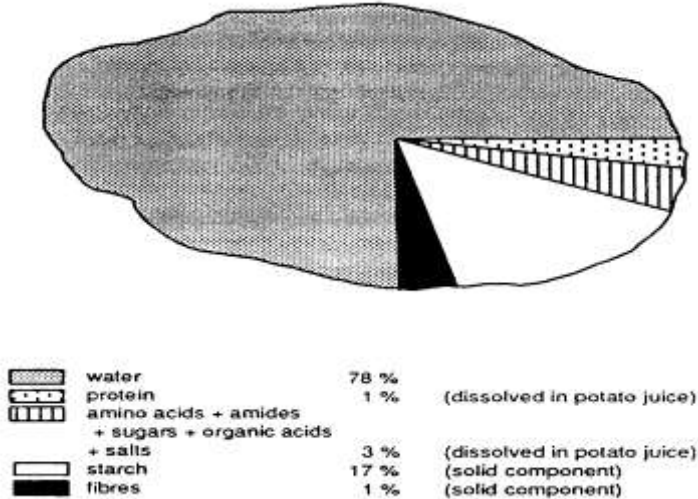
الفصل الرابع

تكنولوجيا استخلاص النشاء من البطاطا

4 - 1 مقدمة :

تختلف الجذور والدرنات عن الحبوب كما قلنا سابقاً في كون محتوى الرطوبة فيها أعلى بكثير ، ولكن محتواها من الدهون أقل ، يصل محتوى الرطوبة في البطاطا إلى حوالي 80 % ، ويصل محتوى النشاء فيها على أساس المادة الجافة إلى حوالي 70 - 80 % . تحتوي البطاطا إضافة لما ذكر في الجدول في صفحة 32 مركبات أخرى كالكسكريات والأملاح والحموض والبننوزانات Pentosanes .

والصورة التالية تبين متوسط التركيب الكيميائي لدرنة البطاطا :



4-2 خطوات الصناعة :

آ - الاستلام والتخزين :

يفضل أن تكون البطاطا المعدة لاستخراج النشاء قبل كل شيء من آخر موسم الجديد , وغير مبرعمة .

وبعد استلامها في المصنع تمرر قبل تخزينها على شكل أكوام في الأحواض المعدة لذلك فوق حاجز مشبك لإزالة بعض الأوساخ , كما تمرر فوق غرابيل هزازة خشنة لإزالة قسرم من الشوائب والأتربة .

وإذا كان الجو ملائماً وبارداً كجوّ أوروبا – حيث تعتبر أوروبا هي المصدر الرئيسي لنشاء البطاطا , خاصة في الدنمرك وألمانيا وهولندا – فإن المصانع تقوم بتخزين البطاطا خارج المصنع بجوار قنوات نقل مائية بحيث يمكن نقلها من مستودع التخزين بواسطة قنوات الماء هذه إلى داخل المصنع فيما بعد .

ب - الغسل :

تنتقل البطاطا إلى داخل المصنع بواسطة قنوات الماء هذه حيث تفقد الكثير من الأتربة والأوساخ باحتكاكها ببعضها البعض , مارة أيضاً على مصائد إزالة الحجارة والقطع المعدنية , وبعد وصولها إلى داخل المصنع ترفع من الماء إلى غسالات خاصة لإتمام عملية الغسل وإزالة ما بقي من طين ملتصق بها (تماماً كعملية تخزين ونقل وتغسل الشمندر في مصانع السكر) .

ج - الطحن :

توزن البطاطا الداخلة للتصنيع في قبان آلي , ثم تقطع وتبشر وتطحن بأجهزة بشر خاصة لتحويلها إلى كتلة عجينية .

د - استخراج العصارة :

تجري بعد ذلك تمرير العجينة على مناخل دوارة ، التي تقوم بحجز الألياف ككتلة عجينية أيضاً ، ونبذ (طرح) روبة النشاء Starch Slurry من خلال ثقبها .

هـ - فصل الألياف وتجفيفها :

تغسل عجينة الألياف بالماء لتخليصها مما يعلق بها من بقايا النشاء ، ثم تعصر وتجفف وتباع علف للحيوانات .

و - تنقية النشاء :

تحتوي روبة النشاء المفصولة على مركبات ذوابة (سكريات ، بروتينات ، حموض عضوية ، أملاح) ، وعلى ألياف ناعمة .
تفصل الألياف الناعمة هذه بمعالجة إضافية بواسطة فرازة بالطرد المركزي ، أو بالدوامات (السكلونات) المائية .

ز - تجفيف النشاء :

يجمع لبن النشاء الخالي تقريباً من الشوائب وذو الكثافة 20 - 22 بوميه حيث يمكن استعماله كما هو على حالته السائلة لإنتاج الجلوكوز (القطر الصناعي) . أو يجفف للحصول على النشاء الجاف على شكل مسحوق للأغراض الغذائية أو الصناعية الأخرى .

وللتخلص من الماء الموجود في النشاء يمرر لبن النشاء بالكثافة السابقة (20 - 22 بوميه) على آلات طرد مركزي من نظام القفص أو السلة كالمستعملة في صناعة السكر ، إذ تحتوي الاسطوانة الدائرية من النابذة على

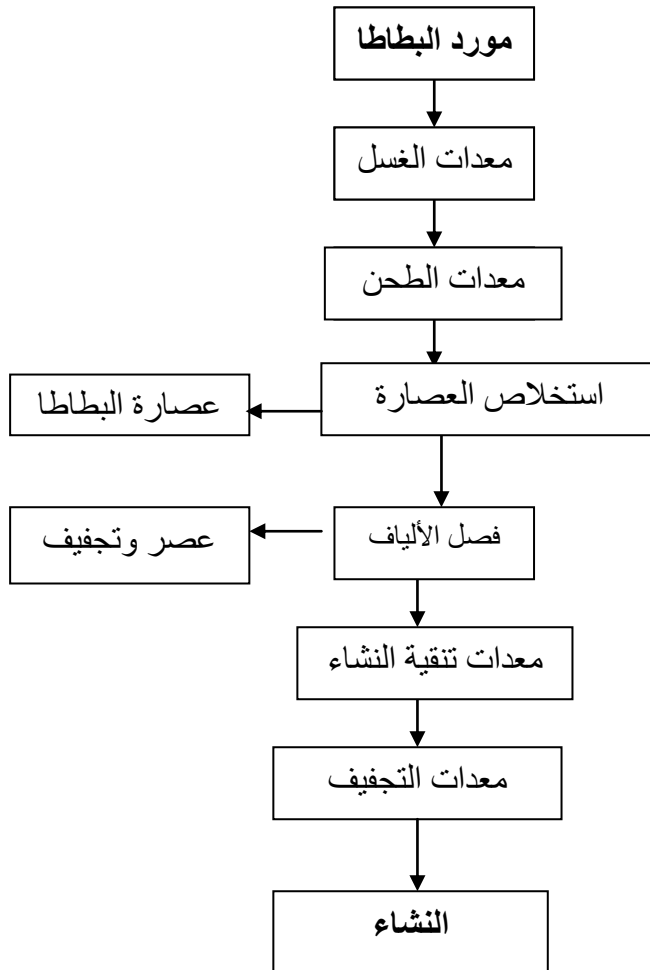
تقوب يوضع عليها قماش سميك يسمح بمرور الماء ولا يسمح بمرور حبيبات النشاء ، فتتجمع حبيبات النشاء على جدران الاسطوانة حيث يمكن إزالتها بعد ذلك باليد أو م يكانيكياً بطريقة القشط بواسطة سكاكين خاصة . وتكون نسبة الرطوبة في النشاء ال ناتج 40 - 45 % وكلما كان نسبة الرطوبة أقل كلما احتاج الأمر إلى تجفيف أقل وبالتالي كلفة تجفيف أقل . كما يمكن التخلص من الماء الموجود مع لبن النشاء بواسطة المرشحات ، إما تحت الضغط Filter Press أو بواسطة المرشحات تحت الفراغ Filter Vacuum .

ثم يجفف النشاء في أفران تجفيف أسطوانية يوجد بداخلها أزرع لتقليب كتل النشاء باستمرار وتعريض السطوح إلى التجفيف . ويفضل أن تجري عملية التجفيف هذه تحت الفراغ مع مراعاة ألا تتعدى درجة الحرارة عن 45 درجة مئوية حتى لا يتجلتن النشاء .

ومن الطرق الحديثة للتجفيف : دفع النشاء بتيار م ن الهواء الساخن في سيكلونات معدنية ضخمة - ويسخن الهواء إما بالبخار أو بالحرارة مباشرة - ولا يخرج النشاء من السيلكون إلا ويكون قد جف إلى النسبة المطلوبة من الرطوبة .

وبعد عملية التجفيف إما أن يعبأ النشاء مباشرة كما هو أو أن يطحن وينخل لإزالة حبيبات النشاء الكبيرة ويعبأ في أكياس .

والمخطط التالي يبين مراحل استخراج النشاء من لباطا :



الباب الثالث

تكنولوجيا مشتقات النشاء

الفصل الأول

تعديلات النشاء starch modification

1-1- ملامح عامة general aspects :

في أحوال كثيرة لا يكون النشاء الطبيعي هو الناتج الأفضل من أجل استخدام ما أو عملية خاصة . فتجرى تعديلات على النشاء الطبيعي ، لتأمين نواتج نشوية ذات خصائص ضرورية لاستخدامات معينة .

إن تعديل خصائص النشاء الطبيعي عامل مهم مع الاستخدام المستمر والمتزايد للنواتج النشوية من أجل تأمين التخزين أو الربط أو التحويل إلى جل أو اللصوقية أو وظيفة تشكيل الطبقات الرقيقة . وتستخدم مختلف الطرق لتعديل النشاء الطبيعي لتغيير واحدة أو أكثر من الخصائص التالية :

- درجة حرارة التعجين
- علاقات المواد الصلبة باللزوجة
- مميزات الجلتنة و الطبخ
- مقاومة المعاجين النشوية للتفكك في اللزوجة بواسطة الأحماض أو الحرارة أو القص الآلي .
- الميول التراجعية (النكوسيجي)
- الصفة الأيونية
- الصفة الأليفة للماء

1-2- طرق التعديل methods of modification :

قد يشمل تعديل النشاء الطبيعي تغيير الشكل الفيزيائي أو توجيه الانحلال أو إدخال مجموعات كيميائية . وتدرج في الجدول التالي مختلف الطرق لتعديل النشاء :

نمط التعديل	الأهداف الرئيسية	المعالجة
1 – نشاء مجلتن مقدماً	قابلية التشتت بالماء البارد	البثق باسطوانة التجفيف
2 – نشويات خفيفة اللزوجة	لزوجة أكثر انخفاضاً	أ أو ب أو ج أو د
أ – دكسترين	لزوجة أكثر انخفاضاً ثبات مدى اللزوجة	معالجة حرارية جافة مع الحمض
ب – نشاء معدل بالحمض	لزوجة أكثر انخفاضاً ميل شديد لتشكيل الجلّ	حلمأة حمضية (معلق)
ج – نشاء مؤكسد	لزوجة أكثر انخفاضاً تحسن ثبات اللزوجة	أكسدة (في معلق أو معجون)
د – نشاء معدل إنزيمياً	لزوجة أكثر انخفاضاً	ألفا- أميلاز (عجينة)
3 – نشاء متعارض الأربطة	تعديل مميزات الطبخ	تعارض الربط في المعلق
4 – نشاء ثابت	تحسن ثبات اللزوجة	الأسطرة esterification الأيثرة etherification
5 – مجموعات التعديلات :	مجموعات الأهداف :	مجموعات المعالجات :
1 أو 2 أو 3 أو 4	1 أو 2 أو 3 أو 4	1 أو 2 أو 3 أو 4
6 – سكريات النشاء	سكريات حلوة	حمض أو أنزيمات

أ – تقنيات التفاعل لتعديل النشاء كيميائياً :

Reaction techniques for chemical starch modification :

يمكن تقسيم تقنيات تفاعل تعديل النشاء كيميائياً إلى ثلاث مجموعات :

- 1 – تفاعلات في معاجين النشاء المائية المجلنتة .
- 2 – تفاعلات مع حبيبات النشاء الجافة أو الشبه جافة .
- 3 – تفاعلات في معلقات حبيبات النشاء غير المجلنتة في الماء .

أ – 1 – التفاعلات في المعاجين النشوية المائية المجلنتة

Reactions in aqueous gelatinized starch pastes :

يمكن تنفيذ تفاعلات التعديل على المعاجين النشوية المجلنتة وإنتاج

المشتقات النشوية المعدلة وذلك بنزع البلمرة المنظمة من هذه المعاجين بواسطة الأحماض أو العوامل المؤكسدة أو الإنزيمات . وتتيح أجهزة الطبخ المتواصل بالحقن المباشر للبخار (أوعية الطبخ بالنفث) نزع البلمرة في موضعها الأصلي من النشاء المجلنت ، تستخدم هذه التقنية في صناعة النشاء و صناعة الورق .

أ – 2 – التفاعلات مع الحبيبات النشوية الجافة و شبه الجافة

Reactions with dry or semi-dry starch granules :

يمكن تسخين النشاء الجاف مع عامل التعديل بدرجة تصل إلى 200 م° لإنتاج المشتقات النشوية ، وكثيراً ما يعتبر وجود حوالي 5-50 % من الرطوبة ضرورياً (بناءً على أساس النشاء) ، ولذلك تسمى هذه التفاعلات أحياناً بالتفاعلات " نصف الجافة " . وتستخدم التقنيات التالية في صناعة هذه الأنواع من النشاء المعدل :

التفاعل في الفرن الدوار (المجفف الدوار) :

Reaction in a rotating kin (rotary dryer) :

يتألف هذا النمط من المفاعلات من وعاء أسطواني أفقي طويل نسبياً ، يدور بسرعة بطيئة (تصل إلى 25 دورة / الدقيقة) . ينظم الوعاء ليكون

مائلاً بزواوية صغيرة على الخط الأفقي . تتراوح درجة حرارة التفاعل من 100-200 م° . تستخدم تقنية التفاعل هذه في إنتاج الديكستريانات وفوسفات النشاء الأحادي .

التفاعل في الخلاط : Reaction in a mixer

يمكن إعداد إثيرات النشاء غير المجلنتة عن طريق مزج النشاء (رطوبة 10-20 % مثلاً) مع قلوي وعامل مؤسنتي ، وجعلها تتفاعل بدرجة حرارة الغرفة أو بدرجة أعلى منها (تصل حتى 85 درجة مئوية) لمدة تحددها درجة حرارة التفاعل ونوعية المنتج المطلوب . تستخدم الأنماط الشائعة من معدات المزج لهذا الغرض .

مفاعل السرير الهوائي Fluid-bed reactor :

في هذا النمط من المفاعلات يتم الحفاظ على النشاء في حالة هيجان ، عن طريق تمرير الهواء ، بدرجة الحرارة والسرعة المرغوبين ، صعوداً عبر كتلة النشاء بحيث يبقي هذا الغاز النشاء في حالة حركة وهيجان ، تتراوح درجة حرارة التفاعل بين 100-200 م° . تستخدم تقنية التفاعل هذه في إنتاج الديكستريانات ، وفوسفات النشاء الأحادي .

جهاز البثق Extruder :

يؤمن البثق طريقة متواصلة - سريعة لتصنيع إثيرات النشاء في شكل متجانس مجلتن ، عن طريق معالجة آلية شديدة لمزيج من النشاء وعامل التعديل ووسيط وجزء صغير من الماء (10-60 % بناء على أساس النشاء) بدرجة حرارة (100-200 م°) و ضغط مرتفعين .

أ - 3 التفاعلات مع النشاء الحبيبي المعق بالماء

Reactions with granular starch in suspension with water :

لقد حظي الاشتقاق الكيميائي للنشاء بحبيبه الطبيعية غير المجلنتة من المعلقات المائية باهتمام كبير . فقد اكتشف أن النشاء في هذا الشكل تفاعلي

إلى حد مدهش بالنسبة إلى عدد كبير من الكواشف . وعن مفاعلة النشاء في معلق ، فإن عمليات التنقية والإنتاج تسهل إلى حد كبير .

يزيد القلوي (هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد الكالسيوم) من نشاط وفاعلية روبة النشاء ، وهذه هي الطريقة المتبعة تجارياً ، ويستخدم عادة مزيج من قلوي وملح متعادل . يضاف الملح (كلور ا لصوديوم أو سلفات الصوديوم مثلاً) لإضعاف ميل حبيبات النشاء إلى الانتفاخ ففي وجود القلوي وبمفاعلة الحبيبات النشوية في المعلقات المائية رغم إبقائها في حالة غير منتفخة (لا متجلتنة) (درجة حرارة التفاعل أدنى من 50 م °) ، لذلك فإنه يمكن نزع المياه من المشتقات النشوية عن طريق الترشيح ، أو الطرد المركزي كما يمكن تنقيتها بشكل أكبر بالغسل . ويجري الغسل عادة بإعادة تعليق النشاء المرشح ، ثم نزع مائه من جديد بواسطة الطرد المركزي ، أو بالترشيح لإزالة الأملاح الإضافية والكواشف والنواتج الثانوية . . . الخ وبعدها يتم إخضاع الناتج للتجفيف النهائي لإنتاج النشاء المعدل على شكل حبيبات سهلة الانسياب . وبسبب عدم ذوبان الحبيبات النشوية في ماء درجته أدنى من 50 م ° ، فإن : المعلقات المائية للنشاء غير المنتفخ سوف تخضع لمختلف الإبدالات ، والتفاعلات الإضافية دون تغيير مهم في المظهر أو في البنية الفيزيائية للحبيبات ويؤدي ذلك إلى إنتاج كبير لمشتقات نشوية عالية النقاوة منخفضة التكاليف .

وتستخدم طريقة تفاعل التعليق على نطاق واسع في الصناعة لإنتاج النشاء المقصور والنشاء المؤكسد والنشاء المعدل بالحمض والنشاء المتقاطع الأربطة والاستيريات النشوية والاثيرات النشوية ومجموعات مؤتلفة م ن النشويات المعدلة .

لكل طريقة من هذه الطرق التي أتينا على وصفها محاسنها ومساوئها . ويعتمد اختيار أفضلها على اقتصاديات الطريقة واحتياجات الإنتاج .

1-3 النشويات المجلنتة مسبقاً : pre gelatinized starches

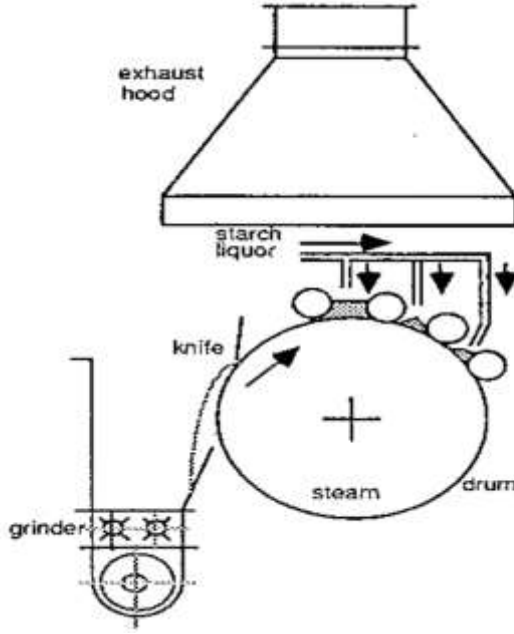
تستخدم النشويات المجلنتة مقدماً (المطبوخة سابقاً) عند الحاجة إلى ناتج قابل للذوبان (ذواب ، قابل للتشتت) في السوائل الباردة بدون طبخ . حيث يقوم منتج النشاء بتصنيع النشاء المجلنت مقدماً بواسطة التجفيف الأسطواني (البرميل الدوار) أو البثق (النشاء نصف الجاف) . يجري إنتاج النشويات المجلنتة مقدماً ، على الأغلب بواسطة أسطوانات دوارة مسخنة بالبخار من نمط مفرد أو مزدوج . ويستخدم البثق على نطاق أضيق في تصنيع النشويات المجلنتة مقدماً ، تطبخ النشويات في الواقع مقدماً من أجل من يستخدمها لأنها تتمتع بأهمية عملية بالنسبة لمستعملها ، الذين لا تؤهلهم مهاراتهم لطبخ النشاء . ومن التطبيقات العملية للنشويات المجلنتة مقدماً : الأغذية الجاهزة والسريعة التحضير ، الإضافات الطرية الرطبة في صناعة الورق ، لصوقات ورق الجدران وطين الحفر .

يمكن إعداد النشويات المجلنتة مقدماً م ن أي نشاء سواء كان طبيعياً أو معدلاً . وخواص هذه النشويات شبيهة بخواص النشاء الأم ، إلا في ما يتعلق بذوبانيتها في الماء البارد ، وميلها لتشكيل الجل . تحتوي النشويات العادية للحبوب (ذرة ، سرغوم ، قمح) على دهون غير مشبعة وتحمي هذه الدهون من التأكسد في الحبيبة السليمة . أما في النشويات المجلنتة للحبوب فقد تظهر الدهون مع التخزين نكهات زنخة (بسبب التأكسد) .

أ- النشويات المجففة أسطوانياً : DRUM-DRIED STARCHES

في طريقة التجفيف الأسطواني (البرميل الدوار) drum-drying process يجري تلقيم روبة النشاء المركزة إلى حد ما ، أو عجينة النشاء إلى فرجة nip ، بين أسطوانة دوارة مسخنة بالبخار ، وبين دلفين مطبق applicator roll ، يجلنت النشاء في الفرجة nip وتنتشر باستمرار طبقة رقيقة على الأسطوانة المسخنة ، حيث تجفف خلال 5-20 ثانية . تزال

الطبقة الرقيقة بواسطة السكين ، وتطحن ، وتعبأ في أكياس . يظهر في الصورة التالية مجفف أسطواني مفرد .



يمكن الحصول على طبقة ثخينة ، بتطبيق ثلاث طبقات رقيقة أو أكثر ، إحداها فوق الأخرى ، على أسطوانة التجفيف . ويتم ذلك بتنظيم ثلاث أو أكثر من الدلافين المطبقة application rolls ، على تماس مع السطح العلوي للأسطوانة .

وكان معروفاً منذ 1901 ، أنه يمكن تجفيف البطاطا المطبوخة في مجففات أسطوانية لإنتاج رقائق البطاطا . وقد استخدم فولكن في عام 1908 طريقة التجفيف نفسها من أجل التجفيف الأسطواني للمعلقات والمعاجين النشوية . ظهرت النشويات المجلّنة في هولندا عام 1910 ، وفي الولايات المتحدة عام 1930 .

قد يكون النشاء أو مشتقاته ، التي يراد لها أن تجفف أسطوانياً (إستر أو إيثر أو نشاء متقاطع الأربطة) في شكل غير مجلّنتن (معلق نشوي) ، أو

مجلتن (عجينة نشوية) ، ويفضل عادة الشكل العجيني عند الحاجة إل ى جلنتة النشاء بصورة أكثر شمولاً ، وتجفيفه أسطوانياً ، وما زال المجفف الأسطواني على الرغم من جميع عيوبه و قصوره هو الجهاز الأكثر استخداماً لإنتاج النشويات المجلنتة . يمكن دمج عدّة إضافات في المعلق (الروبة) النشوي قبل الجلنتة والتجفيف الأسطواني .

الأملاح salts :

من المعروف جيداً ، أن النشويات المنتفخة على البارد ، تحمل ميلاً غير مرغوب فيه لتشكل كتل عند إضافة الماء ، وخصوصاً إذا كان الناتج على شكل مسحوق ناعم . ويمكن تفادي تشكل هذه الكتل عن طريق إضافة أملاح ، مثل البوركس ، وفوسفات الصوديوم ، وسلفات المغنزيوم ، وأملاح الألمنيوم إلى روبة النشاء قبل التجفيف الأسطواني ، فتعوق هذه الأملاح انفخاخ النشاء النهائي المجفف أسطوانياً .

المواد القلوية Alkaline materials :

قبل التجفيف الأسطواني ، يمكن إضافة مختلف المواد القلوية إلى الروبة أو العجينة النشوية ، مثل الأمونيا ، وهيدروكسيد الصوديوم ، وكربونات أو بيكربونات الصوديوم ، أو كلوريدات المعادن القلوية ، أو كلوريدات المعادن القلوية الترابية ، أو العوامل الكيميائية الأخرى للجلنتة ، لأنها تسهل إعادة إمهاة النشاء المجلتن مقدماً والمجفف .

عوامل الاستحلاب (المستحلبات) : Emulsifying agents emulsifiers :

يمكن إعداد النواتج المجففة أسطوانياً ، من اتحاد مؤلف من الماء ، والنشاء (مجلنتاً أو على شكل روبة) ، وعامل استحلاب (صوابين ، لسنتين ، lecithin ، إستيارات الغليسيرول الأحادية ، لكتيلات الأستياريويل stearoyl lactylates .

ويحدث في درجات حرارة التجفيف الأسطواني تفاعل فيزيائي - كيميائي بين النشاء (الأميلوز بصورة رئيسية) وعامل الاستحلاب يعطي ناتج تفاعل مجلتن مجفف لا يظهر فيه تشكل كتل عند إضافة الماء . إن ناتج التفاعل هذا لا يألف الماء تقريباً ، حتى أن الإماهة عند إضافة الماء سوف تحدث ببطء ومع ذلك لن يظهر أثر لتشكيل الكتل . يضاف إلى ذلك منع التفاعل بين جزيئات الأميلوز وعوامل الاستحلاب ، فيما يبدو التوجه الخطي البيني لجزيئات الأميلوز بواسطة أربطة الهيدروجين . وهذا قد يفسر الغياب الأساسي لتشكيل الجل غير المرغوب ، وتواجه المعاجين المائية المصنوعة من الناتج المجفف أسطوانياً .

البوليميرات الذوّابة في الماء : water-soluble polymers

يمكن إضافة مختلف البوليميرات الذوّابة بالماء ، مثل الجيلاتين ، والصمغ العربي ، والمواد البكتينية ، والآغار آغار ، والألجينات ، والكرّاجينات ، وصمغ ثمر الخرنوب ، وصمغ الأسطراغالس ، إلى مزيج النشاء بالماء . وذلك قبل التجفيف الأسطواني . فنتحسنّ الخواص التالية في نواتج النشويات المطبوخة مقدماً :

– نقص تشكل الكتل

– زيادة لزوجة المعجون

– نقص انفصال الماء في النواتج الغذائية المصنّعة مع هذه النشويات

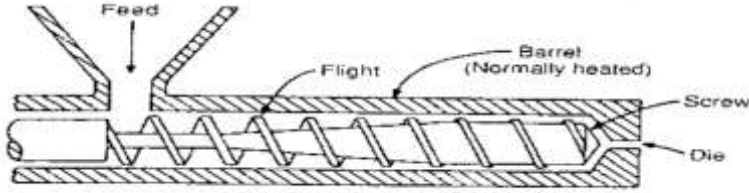
المطبوخة مقدماً .

السكرّيات Sugars :

تحسنّ السكرّيات في النشويات المجففة أسطوانياً إذا أضيفت إليها خواص التثنتيت (عامل مضاد للتكتل) ، والطعم للمزيج الجاف التالي ، إضافة إلى تسهيل عملية التجفيف الأسطواني (سهولة إزالة طبقة النشاء عن الأسطوانات) .

ب - النشويات المشكلة بالبتق : Extruded starches

البتق طريقة متواصلة لتصنيع النواتج النشوية المجلنتة بواسطة المعالجة الآلية الشديدة لمزيج نصف جاف ، مؤلف من النشاء والماء ، مع ارتفاع في الضغط ودرجة الحرارة ويمكن إذا دعت الحاجة ، دمج كواشف تعديل النشاء و / أو مواد الإضافة في المزيج ، الذي يراد به أن يبتق . تتجز المعالجة الضرورية للمزيج النشوي على نحو مناسب بجهاز بتق من النمط اللولبي (أنظر الصورة التالية) . عندما يبتق الناتج النشوي من قالب جهاز البتق ، قد ينفجر جزء من الماء ، فيتحول بسرعة إلى بخار . ينفث التفجر الشرامل ، أو ينشر الناتج المنبتق على شكل كتلة مسامية ، تغادر قالب جهاز البتق عادة على شكل شريط أو حبل متواصل .



جهاز بتق للطبخ

تستخدم عادة شروط البتق التالية :

محتوى الرطوبة : 10 - 60 % (في إجمالي مزيج البتق)

درجة الحرارة : 100 - 200 درجة مئوية

المدة في جهاز البتق : 0.1 - 5 دقيقة

يمكن الحصول على مشتقات النشاء عن طريق بتق مزائج نصف جافة ،

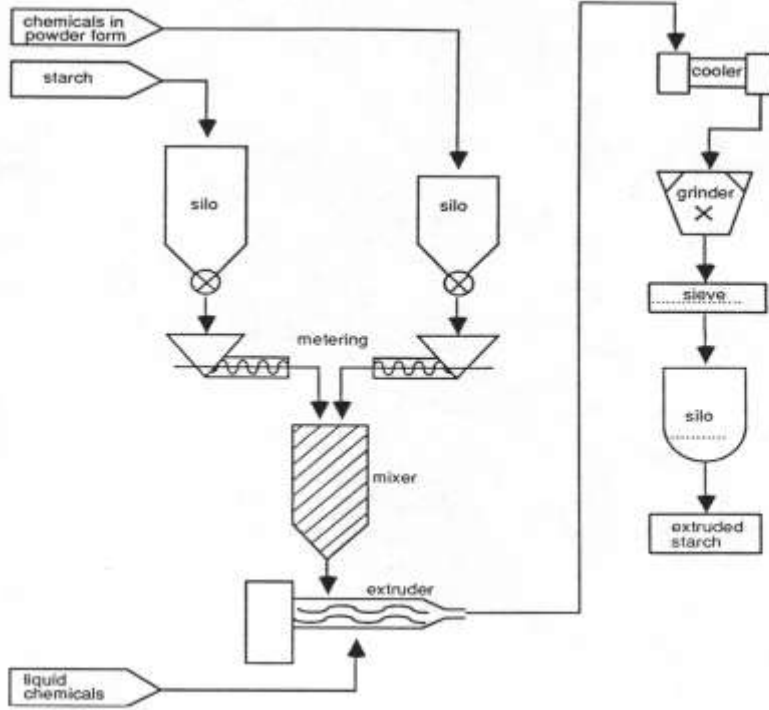
مؤلفة من :

ماء + نشاء + وسيط (هيدروكسيد الصوديوم) + كواشف تعديل النشاء

(كواشف أثرجة ، كواشف أسترة ، كواشف متقاطعة الأربطة ، كواشف

تأكسد ، بورق ، أحماض) . وتظهر هذه العمليات في الصورة التالية :

تتسرع درجة التفاعل بين النشاء و كواشف تعديله إلى حد كبير في أجهزة البثق عند درجة حرارة معينة . وتعزى زيادة السرعة ، فيما يبدو ، إلى القص أو المعالجة الشديدة لمزيج التفاعل . قد تتراوح الذوبانية في الماء البارد للنواتج النشوية المنبثقة من حوالي 10 % إلى حوالي 95 % .



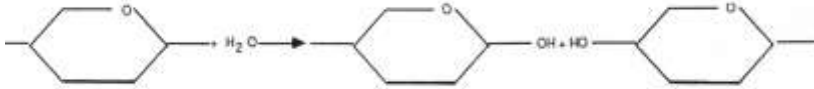
تعديل النشاء في أجهزة البثق

1-4- النشويات الخفيفة اللزوجة low - viscosity starches :

يجري إنتاج النشويات الخفيفة اللزوجة عن طريق التحليل الموجه للنشويات الطبيعية . ويمكن جلتتها (طبخها) في الماء بتركيز أعلى (10-65 % وزناً) من تراكيز النشويات الطبيعية (التركيز الأقصى 10% وزناً). تلزمنا النشويات الخفيفة اللزوجة في الاستعمالات التي تتطلب عجينة نشوية ذات محتوى عال من الجوامد مع لزوجة قابلة للضخ والتشكيل . تتطلب اللزوجة العالية للشئات المطبوخة من النشويات الطبيعية كمية كبيرة من الماء

(تركيز نشوي خفيف) لتأمين لزوجة عملية من أجل الضخ ، والمزج ، ونشر العجينة على الطبقة التحتية (ورق ، نسيج) . وتحتاج العجينة ذات المحتوى العالي من الجوامد إلى كميات كبيرة من الطاقة وإلى زمن أطول للتجفيف للحصول على ناتج مجفف . نحصل على النشويات الخفيفة للزوجة عند إخضاع النشاء إلى معالجة تؤدي إلى تمزيق بعض الأربطة الجلوكوزيدية في الجزيئات النشوية وبالتالي سوف تتخفض لزوجة الناتج النشوي .

تبين الصورة التالية حلماً الرباط الجلوكوزيدي :



تتخذ عمليات التحويل التجارية لإنتاج نشويات خفيفة الكثافة بواسطة الأحماض والحرارة (ديكستريونات) أو الأحماض (نشويات معدلة بالحمض) أو بعوامل التأكسد (نشويات مؤكسدة) أو ألفا أميلاز (النشويات المعدلة إنزيمياً) . ويبين الجدول التالي مجال اللزوجة النسبية في النشويات الطبيعية وفي النشويات ذات اللزوجة المنخفضة .

مدى اللزوجة	الناتج النشوي
24 - 23	نشاء البطاطا
23 - 21	نشاء الذرة الشمعية
20 - 19	نشاء التبيوكة
14 - 13	نشاء الذرة
12 - 3	النشويات المؤكسدة
11 - 2	النشويات المعدلة بالحمض

آ – الديكستريينات dextrins :

يمكن تعريف الديكستريينات بأنها المواد النشوية التي تقع في النطاق zone الذي تكون فيه صفاتها مختلفة عن صفات النشاء تماماً وفي نفس الوقت لم يحدث تحول لجزء النشاء إلى ليجوسكريات . وتوجد أنواع عديدة من الديكستريينات وتتوقف الصفات الكيميائية والفيزيائية لهذه الأنواع على طريقة تحضيرها من النشاء . ومن ناحية التركيب structure الكيميائي لجزء الديكستريين فلا يوجد حد فاصل بينه وبين جزء النشاء فكلاهما يتركب من سلاسل تحتوي على عدد كبير من وحدات الجلوكوز يرتبط بعضها ببعض بوحدات جلوكوزيدية 1 - 4 ، 1 - 6 . ورمز الديكستريينات هو نفس رمز النشاء $(C_6H_{10}O_5)_n$ إلا أن عدد وحدات الجلوكوز في سلاسل جزيئات الديكستريينات أقل في العدد من جزء النشاء الأصلي ، وكذلك تختلف في عدد السلاسل عن العدد الموجود في النشاء ، وتبعاً لهذه الاختلافات تصبح صفات الديكستريين الطبيعية والكيميائية مختلفة عن صفات النشاء .

إن اكتشافاً عرضياً محضاً ، لعب الدور الهام في تطوير الديكستريين . ففي عام 1821 شب حريق في مصنع للنسيج في دبلن في أيرلندا ، فدمر الحريق جزءاً من مبنى مجاور كان يخزن فيه نشاء البطاطا ، وقد اكتشف أن المسحوق البني الذي خلفه الحريق ذوّاب في الماء ويعطي محلولاً لزجاً ، واكتشف عندئذ أنه يمكن الحصول على النتيجة نفسها عن طريق تسخين النشاء في وعاء حديدي . وأصبح النشاء المحمص يعرف باسم الصمغ البريطاني . وفيما بعد في عام 1833 م تم إلى مدى أبعد البحث في تحميص النشاء بوجود حمض الكبريت كما جرى فحص النواتج المتشكلة ، فأطلقت تسمية " الديكستريين " على المادة الصمغية المنفصلة بسبب اتجاه دورانها البصري (الضوئي) .

و عملية التحويل إلى ديكسترين هي عبارة عن تحميص النشاء الجاف ، غالباً بوجود كميات بسيطة من الحمض حيث تمزج النشويات الطبيعية برطوبة 10 - 20 % مع الكمية اللازمة من الحمض (حمض كلور الماء عادة) والخطوة التالية هي تجفيف النشاء لتخفيف محتوى الرطوبة فيه إلى حوالي 5 - 12 % لإنتاج ديكستريينات بيضاء أو إلى مادون 5 % لإنتاج ديكستريينات صفراء . وتجري العملية اللاحقة للتحويل إلى ديكسترين في أفران تحميص دوارة أو في أجهزة سريرية مسيطة . فعندما يكتمل التفاعل ينقل الديكسترين إلى وعاء ويجري تبريده وأخيراً يعاد ترطيب الناتج إلى رطوبة حوالي 10 % ثم ينخل ويعبأ في أكياس .

أثناء التحويل إلى ديكسترين تتحلماً أولاً الجزيئات النشوية بشكل عشوائي إلى شظايا قصيرة وهي ما تدعى بمرحلة **الديكسترين الأبيض** . وبعد ذلك تعود الشظايا إلى الاتحاد من جديد مشكلة بنية تشبه الجبنة **الديكستريينات الصفراء** .

والجدول التالي يبين شروط تفاعل وخواص الديكسترين :

الأصماغ البريطانية	الديكستريينات الصفراء	الديكستريينات البيضاء	شروط وخواص التفاعل
لا توجد أو قلوي	HCl	HCl	وسيط عادي
لا يوجد	متوسطة	عالية	كمية الحمض
200-170	180-150	120-95	درجة الحرارة مئوية
دون 5 %	دون 5 %	5-12 %	الرطوبة
-	-	رئيسية	الحمأة
كبرى	-	صغرى	إعادة التنظيم

-	كبرى	-	إعادة البلمرة
أصفر برتقالي إلى بني فاتم	أصفر برتقالي إلى أصفر قاتم	أبيض إلى قشدي فاتح	اللون
1-100 %	9-100 %	0-90 %	الذوبان في الماء البارد
خفيفة إلى عالية	خفيفة	خفيفة	للزوجة
متوسطة	ممتازة	سيئة	ثبات الزوجة
اللصقات الأنسجة الطباعة مواد التخزين	اللصقات	اللصقات الأنسجة الإنهاء	الاستعمالات

وعادة يتم تقسيم الدكستريينات حسب تفاعلها مع محاليل اليود المخففة أو على حسب ذوبانها في الإيتانول كالاتي :

1- أميلو دكسترين Amylo dextrins :

وهي أنواع الدكستريينات التي تعطي لونا أزرقاً مع اليود المخفف والتي تذوب في محلول 25 % من كحول الإيتانول .

2- إريثرو دكسترين Erythro dextrins :

وهي أنواع الدكستريينات التي تعطي لونا أحمرأ بنياً مع محلول اليود والتي تذوب في 55 % من محلول الكحول .

3- أثرو دكسترين Athro dextrins :

وهي أنواع الدكستريينات التي لا تغير لون محلول اليود وتذوب في 70% من محلول الكحول .

وحالياً تقسم الدكستريينات إلى مجموعتين كبيرتين وهي :

1- البيرو دكستريونات Byro dextrins :

وهي الدكستريونات التي تحضر من النشاء بواسطة طرق فيزيائية (حرارة ، ضغط إلخ) أو طرق كيميائية أو بواسطة الطريقتين معاً .

2- الدكستريونات الأنزيمية Enzymatic dextrins :

وهي التي تنتج من تأثير الأنزيمات المحللة على النشاء .
وتقسم البيرو دكستريونات إلى :

أ- الصمغ الإنكليزي British Gum :

وهو الذي يحضر بتسخين النشاء على درجات حرارة عالية حوالي 180 درجة مئوية لفترات طويلة وبدون إضافة أي عامل مساعد . ويمتاز الصمغ البريطاني عن بقية الدكستريونات بأنه أكثر قتامة في اللون كما أنه يعطي محاليل أكثر لزوجة . وأهم استعمالاته تحضير مثنخات ألوان الطباعة وخاصة القلوية منها .

ب- الدكستريونات البيضاء White dextrins :

وهي التي تحضر بتسخين النشاء المبلل (المبوّش) بمحاليل مخففة من الأحماض المعدنية (عادة) عند درجة حرارة حوالي 90-105 مئوية . كما يمكن استعمال عوامل مساعدة أخرى وخاصة كلور الألمنيوم وكلور الكوبالت وكلور النيكل .

ج- الدكستريونات الصفراء Yellow dextrins :

وهي تشمل أنواع الدكستريونات التي تحضر كما ذكر في الدكستريونات البيضاء إلا أنه تستعمل نسب أعلى من المواد المساعدة ودرجات الحرارة ، لكي تتلون الدكستريونات باللون الأصفر .

د- الدكستريونات القاعدية Basic dextrins (القلوية) :

وهي الدكستريونات التي تحضر بإضافة عوامل مساعدة قلوية مثل هيدروكسيد الصوديوم أو البوركس .

ولم يعرف بعد بدقة التركيب الكيميائي للدكستريينات وخاصة البيرو دكسترين كما لم تعرف التفاعلات التي تحدث أثناء عملية التحول إلى دكسترين وتوجد نظريات كثيرة لهذه التفاعلات أهمها :

(1) من النظريات القديمة والتي ثبت بعد ذلك أنها خاطئة ، وهي أنه تحصل لمجموعات الهيدروكسيد الطرفية أكسدة إلى مجموعات كربوكسيلية ، ولو كان هذا صحيحاً لنتج عن ذلك حموضة مرتفعة نسبياً عن عملية التحول إلى دكسترين . بينما نجد أن للبيرو دكسترين صفة حمضية خفيفة . ولإثبات أن هذه النظرية غير صحيحة أيضاً أمكن تحضير بيرو دكسترين في جو من الأزوت (النتروجين) ونتج عن ذلك أنواع من الدكسترين لها نفس صفات الدكسترين الذي تحضر في جو من الهواء .

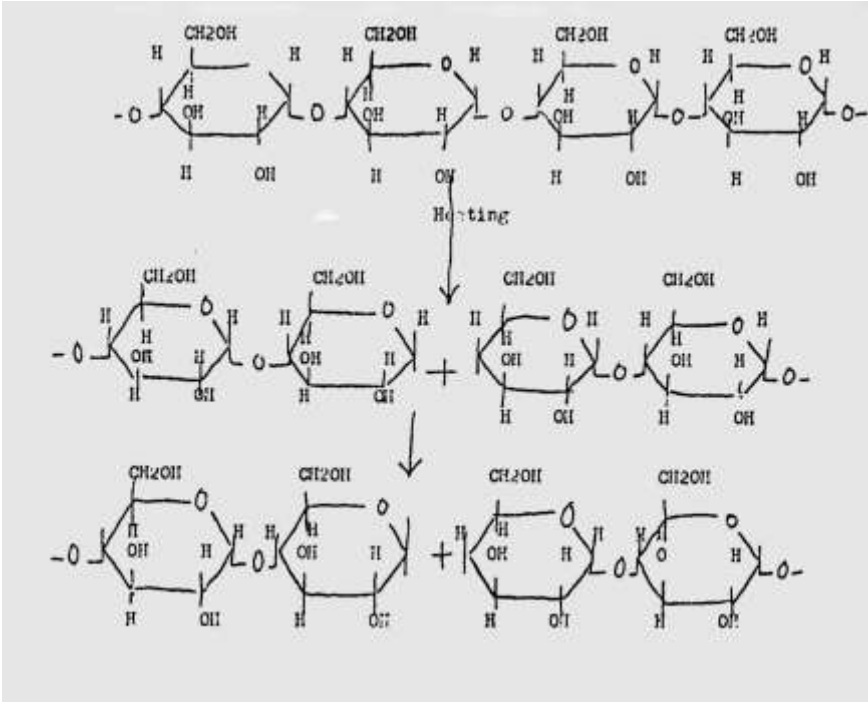
(2) اقترح بعض العلماء أنه أثناء عملية تحول النشاء إلى دكسترين يحصل كسر Splitting out في بعض الروابط الجلوكوزيدية 1-4 وينتج عن ذلك أجزاء من الجزيء Fragments تحتوي على عدد سلاسل أقل ، وطول سلسلة أقصر .

وبالطبع فإن مثل هذا الكسر Rupture سينتج عنه وجود عدد كبير من المجموعات الألهيدية الحرة ، وبالتالي سينتج بعد ذلك ازدياد قدرة الدكستريينات على اختزال محلول فهلنغ أو بمعنى آخر ستزيد قوتها في الاختزال Reducing power بنسبة مرتفعة .

وبالرغم من أن قوة الاختزال للبيرو دكستريينات تكون أعلى من قوة الاختزال للنشاء نفسه إلا أن هذه القوة صغيرة ولا تتناسب مع عدد المجموعات الألهيدية المتوقع وجودها حسب ما جاء في هذه النظرية .

(3) يرى البعض أن النظرية السابقة الذكر صحيحة وأمكنهم تعليل عدم ارتفاع قوة الاختزال ارتفاعاً يتناسب مع المجموعات الألهيدات الحرة المتأونة ، نظراً لاتحاد مجموعة الألهيد الحرة مع مجموعة الكحول الأولية

الموجودة في نفس جزيء بلا ماء الجلوكوز Anhydro glucose مكوناً
جزيء Levo glucosan حسب المعادلات التالية :



وهذه النظرية أيضاً لا تعتبر صحيحة للأسباب التالية :

أ - البيرو دكستريانات عادة لا تتحلل بسهولة بالبيتا أميلاز وتكون نسبة التحول بواسطة هذا الأنزيم عادة أقل بكثير من جزيء النشاء (النصف تقريباً أو أقل) ولو كان التفاعل السابق الذكر صحيحاً لكانت نسبة التحول للبيرو دكسترين قريبة من الذي يحصل في النشاء .

ب - يمكن الحصول على الـ Levo glucosan بمعادلة النشاء في

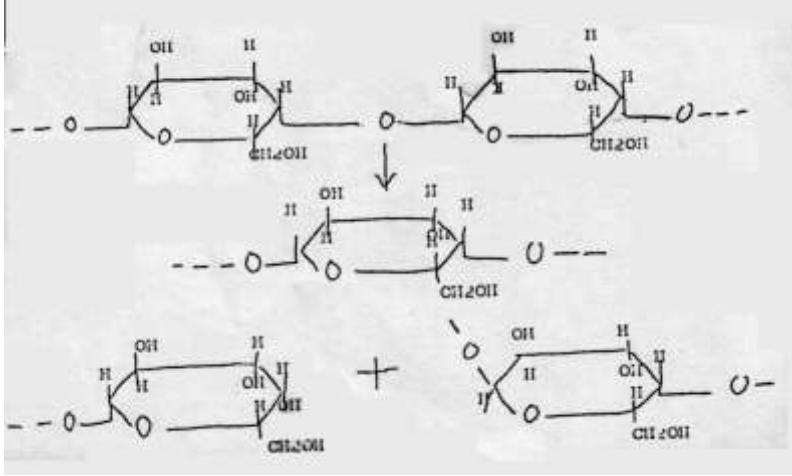
درجات حرارة أعلى بكثير من التي تستعمل في إنتاج الدكستريانات .

ج - قوة الاختزال للبيرو دكسترين عادة أكثر من التي نجدها في النشاء

ولو كان التفاعل السابق صحيحاً لكانت قوة الاختزال متساوية تقريباً مع

جزيء النشاء لاختفاء المجموعات الألهيدية .

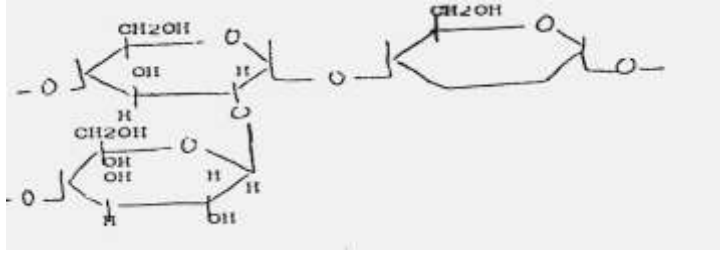
ولذا وضعت نظرية أخرى لتفادي العقبات التي ذكرناها في النظريات السابقة ، وهي مبنية أيضاً على انفصال في السلسلة مكونة أجزاء Fragments من الجزيء المحتوي على مجموعات ألدهيدية حرة وهذه المجموعات الحرة تتحد مع جزيء الكحول الأولي في جزيء آخر مكونة روابط جليكوزيدية 1-6 كما هو مبين في المعادلة التالية :



وأمكن استبعاد فكرة أن الاتحاد للمجموعات الألدهيدية يكون مع مجموعات الكحول في الجزيء (في الموضع 1 والموضع 2) لأن البيرودكستريينات تتفاعل مع حمض البروم وأملاحه بنفس النسبة تقريباً التي يتفاعل بها جزيء النشاء (1 : 1) .

والاعتقاد السائد في الوقت الحاضر أن هذه النظرية هي الأصح وخاصة أنها تتفق مع نظريات التحلل بواسطة الأنزيمات إذ أن نسبة التحول في البيرودكستريينات مع الألفا أميلاز قليلة لوجود روابط جليكوزيدية 1 - 6 كثيرة وكذلك تكون نسبة التحول مع البيتا أميلاز أقل لنفس السبب . وعلى أساس هذه النظرية فإن جزيء البيرو دكسترين يشبه جزيء الأميلوبكتين من حيث أنه جزيء متفرع إلا أن جزيء البيرو دكسترين أكثر تفرعاً وعدد وحدات الجليكوز في السلسلة أقل بكثير إذ تتراوح ما بين (8 - 9 وحدات).

أما جزيء الأميلوبكتين فيحتوي على حوالي 25 وحدة وهذا ما أثبتته الأبحاث الحديثة وخاصة استعمال طرق الأكسدة بحمض فوق اليود ، والمثيلة Methylation والتحليل بواسطة الأنزيمات .
يمكن اعتبار تحويل النشاء إلى دكسترين Dextrination عملية Transglucosidation ، أي تحويل بعض الروابط الجلوكوزيدية 1 - 4 إلى روابط جلوكوزيدية أخرى وخاصة إلى روابط 1 - 6 وهذا لا يمنع حدوث بعض الروابط الأخرى مثل 2 - 4 و 3 - 4 كما هو مبين بالمعادلة:



وكذلك لا يمنع حدوث بعض جزيئات بلا مائية الـ Levo glucoson وعلى هذا تعتبر عملية الـ Dextrinsation عملية انفصال Rupture of fission لروابط السلسلة 1 - 4 ، ثم اتحاد Recombination مكونة روابط جديدة وأقوى stable More وهي 1 - 6 ، لذلك نلاحظ في عملية Dextrinsation ازدياد العدد القلوي في بدء العملية وزيادة قوة الاختزال ، ثم نجد أنها تقل في آخر العملية ، مما يدل على اختفاء المجموعات الألدهيدية الحرة ، كما يلاحظ ازدياد حمض الفورميك الناتج عن أكسدة البيرو دكسترين بحمض فوق اليود في آخر العملية مما يدل على تكوين سلاسل كثيرة تحتوي على مجموعات هيدروكسيلية طرفية غير ألدهيدية . ومن الجدير ذكره أن هذا الانفصال والاتحاد يحدث نتيجة الصدفة أثناء العملية . تتوقف هذه التفاعلات على عدة عوامل كالحرارة ووجود أحماض أو وجود عوامل مؤكسدة . لذلك نجد دائماً اختلافاً كبيراً في التركيب البدائي للجزيء ، وبالتالي نجد اختلاف كبير في الصفات الطبيعية والكيميائية لبيرو دكستريانات.

طرق تصنيع الدكستريانات :

لا يوجد أساس ثابت في صناعة الدكستريانات وتختلف طريقة التصنيع من مصنع لآخر وبالتالي تختلف خواص الدكسترين الناتج ، ولذلك نجد في السوق الآن أنواع من الدكسترين بأسماء تجارية مختلفة وذات صفات طبيعية مختلفة وذلك بالرغم من أن الطريقة الأساسية لصناعة هذه الدكستريانات هي تحويل جزئي النشاء Degradation بالحرارة وبوجود مواد مساعدة أو غير مساعدة أو بواسطة تأثر النشاء بالأنزيمات .

وحيث أن الدكستريانات تستعمل عادة في صناعة النسيج نجد أن مصانع النسيج تكيّف طرق استعمال الدكسترين على نوع معين وهو عادة ما تجده متوفراً في السوق . ويتوقف استعمال الدكسترين حسب الصفات الضرورية من حيث لونه ولزوجته ونسبة ذوبانه في الماء البارد .

ومن المهم جداً عند استعمال الدكستريانات في أغراض صبغ الأقمشة أن لا تحتوي على سكريات مختزلة لكي لا تختزل الألوان التي تكون عادة مركبات نحاس أو حديد ..إلخ .

ويمكن إعداد الدكستريانات من كافة النشويات الطبيعية التجارية ولكن سهولة تحويل الدكستريانات وصفاتها تختلف تبعاً لنوع النشاء الطبيعي .

يتطلب تصنيع الدكسترين الممتاز أن يكون النشاء من أصل ممتاز مع انخفاض نسبة البروتينات والدهون والشوائب الأخرى فيه ، حيث يتحول نشاء البطاطا والتبوكة بسهولة ليعطي الدكستريانات التي تعطي بدورها محاليل ذات نقاء وثبات ولصوقية ممتازة .

وقد تبين أن محاليل دكستريانات الذرة ليست بنقاء دكستريانات البطاطا والتبوكة كما أنها تميل عند تخزينها إلى التثخن بسرعة .

وتنقسم صناعة الدكستريانات إلى طريقتين أساسيتين :

(1) الطريقة الجافة :

وهي تعتمد على تحويل النشاء الجاف بواسطة الحرارة في وجود أو عدم وجود عوامل مساعدة .

(2) الطريقة الرطبة :

وهي تعتمد على تحويل النشاء وهو على صورة معلق (لبن النشاء) بواسطة الأحماض أو بواسطة الأنزيمات .

1- الطريقة الجافة Dry method :

وهذه الطريقة تستعمل في أكثر الأحيان النشاء النقي ، ويمكن استعمال جميع أنواع النشاء في ذلك إلا أنه يفضل نشاء الذرة والبطاطا والتبوكة عن الأنواع الأخرى ، ونشاء الأرز والقمح يعتبران في المرتبة الثانية لصناعة الدكستريانات لأن الأنواع الناتجة منها أقل جودة .

وعموماً فإن أنواع النشاء التي تكون حبيباتها كبيرة في الحجم (نشاء البطاطا) تعتبر أحسن الأنواع لصناعة الدكستريانات لأنها أسهل تحولاً بواسطة الحرارة ، وتعطي دكستريانات هذه الأنواع محاليل راتقة في الماء . وكلما صغر حجم حبيبات النشاء كلما كان تحوله إلى الدكسترين أكثر

صعوبة ، كما أن وجود بعض المواد الغير عضوية مثل حمض الهيدروسيانيك الموجود في نشاء التبوكة يؤخر عملية الـ Dextrinsation كما أن وجود المواد البروتينية أو الدهون تسبب عادة إنتاج دكستريانات غامقة اللون وتعوق العملية .

وتنقسم الطريقة الجافة إلى طريقتين :

1 - الطريقة التي تستعمل فيها درجات حرارة عالية دون إضافة أي عوامل مساعدة .

2- الطريقة التي تضاف فيها بعض العوامل المساعدة سواء كانت حامضية أو قلووية بنسب ضعيفة على النشاء قبل معاملته بالحرارة .

وخطوات الصناعة لكلا الطريقتين واحدة في المراحل الأخيرة وهي التجفيف والتحميص إلخ ، ولذا تضاف في الطريقة الثانية بعض المراحل الأولية فقط . لذلك يمكن استعمال نفس الآلات والتجهيزات في تحضير أي نوع من الدكسترين بالطريقة الجافة .

وخطوات الصناعة يمكن تلخيصها كما يلي :

(1) معاملة النشاء بالعامل المساعد :

يخلط النشاء الجاف (الذي يحتوي على 14 - 20 % رطوبة أو أكثر بقليل) بالعامل المساعد في خزان معدني مغلق ، ويكون الخلط عادة بواسطة رش محلول العامل المساعد على النشاء الجاف أثناء نقله بواسطة خلاط يوجد داخل مفاعل من النحاس أو الصلب الغير قابل للصدأ . ولا يستعمل الحديد إطلاقاً لسهولة تأكسده حيث ينتج عنه شوائب ملونة من أكاسيد الحديد التي تبقى مع الناتج النهائي

والعوامل المساعدة المستعملة عادة هي الأحماض أو القلويات أو الأملاح ويفضل استعمال الأحماض المعدنية خاصة حمض كلور الماء أو النتريك أو الاتنين معاً ويستعمل عادة من 200 - 500 غرام من الحمض لكل 100 كيلو غرام نشاء مخففاً بالماء . وتختلف نسبة الحمض حسب لون الدكسترين المراد إنتاجه وحسب درجة الذوبان المطلوبة ، وذلك بالطبع يتوقف على ماذا سوف يستعمل الدكسترين هل في صناعة تجهيز النسيج أو الطباعة أو كمواد لاصقة ، كما تختلف نسبة الحمض أيضاً على نوع النشاء المستعمل . فمثلاً نشاء البطاطا يحتاج إلى كمية من الحمض أقل من الكمية التي يحتاجها نشاء الذرة ، وهذا يحتاج إلى كمية أقل من الكمية التي يحتاجها نشاء التبيوكة . . إلخ .

وقد تستعمل بعض الأحماض الأخرى ولكنها أقل استعمالاً عن السابقة وهي : حمض الأوكساليك وحمض الكبريت وحمض الفسفور

وحمض الكبريتي . وبعض المصانع تضيف مع الأحماض أو بدونها بعض الأملاح المعدنية مثل الكلوريدات والنترات (كلور النيكل أو كلور المنغنيز أو كلور الألمنيوم أو كلور الكالسيوم أو نترات هذه الأملاح) وهذه الأملاح تسرع عملية تحول النشاء إلى دكستريين وخاصة بوجود حمض كلور الماء أو حمض الآزوت . كما يمكن إضافة بعض القلويات مثل كربونات الصوديوم أو الأمونيوم أو اليوريا أو محاليل منظمة قلوية Alkali Buffer Solution بدلاً من الأحماض ولكن إنتاج مثل هذه الدكستريينات القلوية لا تستعمل إلا في أغراض معينة .

(2) عملية التخزين :

بعد معاملة النشاء بالعامل المساعد يخزن لمدة تتراوح من 16 - 20 ساعة في أواني مغلقة تكون عادة مقسمة من الداخل وكل قسم منها يحتوي على كمية من النشاء Batch المعاملة .

(3) عملية التجفيف :

يجفف النشاء الذي مضى عليه فترة التخزين في أفران تجفيف مثل التي ذكرناها في صناعة النشاء أي تحت تفريغ على درجة حرارة حوالي 60 مئوية وتتم عملية التجفيف حتى رطوبة النشاء المعامل 2 - 3 % .

(4) عملية التحميص :

ينقل النشاء الجاف إلى مفاعل معدني محاط بقميص يمكن تسخينه عن طريق البخار أو الزيت ويوجد داخل الإناء خلاط يقلب النشاء أثناء التحميص على حسب النوع المراد إنتاجه من الدكستريين .

(5) عملية التبريد :

هذه العملية مهمة جداً ويجب أن تجري بسرعة لإيقاف العملية ، ويكون التبريد في أنابيب أسطوانية تبرد بواسطة الماء من الخارج ويراعى أن يبرد الدكستريين إلى درجة 40 م⁰ في خلال بضع دقائق .

(6) عملية رفع نسبة الرطوبة :

تكون نسبة الرطوبة في الدكستريانات بعد تحميصها حوالي 2 % . ولذا يجب رفع نسبة رطوبتها إلى 10 % وذلك لأنها تكون أسهل في الذوبان في الماء فيما بعد عند استعمالها ، بحيث لا تتكون كتل من الدكسترين أثناء إضافة الماء إليها .

وتتم هذه العملية بعد التبريد مباشرة في أواني لها خلطات تقلب الدكسترين جيداً . وفي أثناء ذلك يرش الدكسترين بالماء على شكل رذاذ . وتفضل كثير من المصانع أن تستغرق هذه العملية حوالي 48 ساعة حتى يكون الناتج متجانس وجيد

(7) عملية الغريلة :

يغربل الدكسترين الناتج بواسطة مناخل حريرية ومناخل سلكية رفيعة ثم يعبأ في أكياس . أما الجزء المتبقي فوق المناخل فيطحن بواسطة طاحونة صغيرة إلى النعومة المطلوبة ويضاف إلى مسحوق الدكسترين . وعند عدم استعمال المواد المساعدة يجفف النشاء التجاري إلى 2 - 3 % رطوبة ، ثم يعامل كما سبق على درجة حرارة حوالي 180 م⁰ .

وجرت العادة أن يسمى هذا النوع بالصمغ البريطاني ، وله رائحة مميزة ولون أصفر بني خفيف . ويستعمل علاوة على أغراض صناعة النسيج كمادة لاصقة ، كما يضاف أيضاً لبعض الأغذية .

ومن الجدير بالذكر أن بعض المصانع تفضل عم لية التعادل بعد عملية التحميص مباشرة ، وذلك بتعادل الأحماض بواسطة كربونات الصوديوم أو البوراكس أو كربونات الأمونيوم . وتعادل القلويات إذا استعملت كعامل مساعد بواسطة الأحماض .

2 - الطريقة الرطبة :

وهي تقسم إلى طريقتين :

أ- معاملة معلق النشاء بواسطة الأحماض :

وفيها عادة يخلط النشاء بالماء بنسبة 5 أجزاء من النشاء : 8 أجزاء من الماء ثم يضاف الحمض بنسبة 0.5- 1 % بالنسبة إلى وزن النشاء ، ويقلب جيداً لفترات طويلة حتى يحدث التحول المطلوب ، بعد ذلك يعادل المحلول الناتج بواسطة القلويات ويعبأ في براميل . ويفضل عادة استعمال حمض الكبريت أو حمض الفوسفور كعامل مساعد ثم التعادل بواسطة هيدروكسيد الكالسيوم أو الباريوم وذلك لتكون العجينة الناتجة بيضاء اللون نتيجة تكون سلفات أو فوسفات الكالسيوم أو الباريوم . ويفضل البعض استعمال الحرارة أثناء التقليب بدون ضغط (أو مع الضغط لإسراع العملية) وتوقف العملية عادة عندما يعطي المزيج تفاعل الاختزال مع محلول فهلنغ .
والطريقة الرطبة لإنتاج أنواع الدكستريانات لا تستعمل بكثرة في الوقت الحاضر لزيادة التكاليف الصناعية لها وكذلك لصعوبات التعبئة و النقل .

ب - معاملة معلق النشاء بواسطة الأنزيمات المحللة للنشاء :

في هذه الطريقة تستعمل الأنزيمات المحللة للنشاء (ألفا أميلاز ، بيتا أميلاز ، جلوكوزيداز . . إلخ) وتكون عادة مزيج من هذه الأنزيمات ، وتتفاوت نسب كل أنزيم في الخليط على حسب نوع الدكسترين المراد إنتاجه وتجري عمليات التحويل في درجات حرارة معينة وفي درجة pH معينة كما ذكرنا سابقاً . وعند استعمال أنزيم من نوع معين ، وتحت ظروف معينة من الحرارة والحموضة والتركيز والوقت ، يمكن بذلك التحكم في الحصول على نوع ثابت من الدكسترين ، ولكن هذه الأنواع من الدكستريانات تتطلب تكاليف صناعية أكثر من مثيلاتها .

ب - النشويات المعدلة بالأحماض Acid-modified starches :

كان لننتر الألماني أول من وصف معالجة معلقات النشاء بالحمض عام 1886 . حيث عالج معلقاً نشوياً بمحلول حمض كلور الماء 7.5 % لمدة 7 أيام بدرجة حرارة الغرفة وبعدئذ غسل النشاء لتخليصه من الحمض بالماء ثم جففه ، ويشار إلى هذه المادة من ذلك الحين على أنها **نشاء لنتر** وتستخدم كركيزة في المعايير الأنزيمية وكدليل في قياسات اليود المترية ، ويجري عادة تعديل النشاء بتأثير الأحماض المعدنية على معلق النشاء في الماء في درجة حرارة دون درجة انتفاخ حبيبات النشاء ويختلف تركيز الحمض المستعمل ومدّة تأثيره باختلاف درجة السيولة المراد إعطاؤها للمادة الناتجة . ويكون النشاء التجاري المعدل بالحمض على درجات مختلفة تعبر عن سيولة محاليله مثل 20 - 30 - 60 - 90 وهذا الترتيب تصاعدي بالنسبة للسيولة أو تنازلي بالنسبة للزوجية ، وتتابع دورة التعديل بأخذ عينة من النشاء وغسلها لإزالة آثار الحمض ثم إذابتها وقياس درجة السيولة بواسطة فيسكومتر (جهاز قياس اللزوجية) كجهاز انجلر مثلاً .

أما أهم الأحماض المستعملة في التعديل فهي حمض كلور الماء وحمض الكبريت ، فمثلاً يعالج النشاء في محلول حمض الكبريت تركيز 20 - 30 % في درجة 45 م⁰ لمدة تتراوح بين ساعة إلى خمس ساعات حسب درجة اللزوجية المراد إعطاؤها ، وبعد ذلك يوقف التسخين ويعادل الحمض بمادة قلوية مثل كربونات الصوديوم . كما استعملت طرق أخرى لتعديل النشاء بالأحماض مثل رش وتبويض النشاء بمقدار محدد من الأحماض ثم تجفيفه في درجة حرارة حوالي 45 م⁰ أي دون درجة حرارة الجلتنة ، أو معالجة النشاء المعلق في سائل عضوي بغاز حمض كلور الماء ، أو تسليط غاز حمض كلور الماء على النشاء الجاف لمدة محدودة من الزمن ثم طرد غاز الحمض بواسطة الهواء ومعادلة ما تبقى منه بواسطة غاز النشادر .

خواص النشاء المعدل بالحمض :

يختلف النشاء المعدل بالحمض (طريقة التعليق) عن أمه النشاء الطبيعي في الخواص التالية :

- انخفاض لزوجة العجينة الساخنة بدرجة أكبر .
- يتضمن التحليل الحمضي acid degradation بصورة رئيسية , انشطار الجزيئات النشوية إلى شظايا ذات وزن جزيئي أصغر . فينتج عن ذلك زيادة لزوجة المحلول النشوي المجلتن أثناء التبريد والاستقرار .
- يكون انتفاخ الحبيبات أقل أثناء الجلتن في الماء الحار .

ج - النشاء المؤكسد Oxidized Starch :

تحدث المؤكسدات تأثيراً مماثلاً لتأثير الأحماض في الحصول على النشاء المنخفض اللزوجة . ويفضل استعمال المؤكسدات على الأحماض . وذلك لأنه باستعمال الأحماض يتحول جانب من النشاء إلى مواد ذوابة في الماء مثل السكريات الذوابة و الدكسترين , وهذه المواد تفصل أثناء غسل لنشاء المعدل بالماء , أما المؤكسدات فلا تؤدي إلى تكون مثل هذه المواد الذائبة . هذا بالإضافة إلى أن المواد المؤكسدة تعمل في الوقت نفسه على تبييض النشاء , وفضلاً عن ذلك فإن محاليل النشاء المعدل بواسطة الأوكسدة لا تعطي ظاهرة النكوس مع الوقت بل تبقى راتقة باستمرار .

يمكن أن يؤكسد النشاء بواسطة عدد من العوامل المؤكسدة (المؤكسدات) مثل هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) , هيبوكلوريت الكالسيوم , بيرسلفات الأمونيوم , بيرسلفات البوتاسيوم , الماء الأوكسجينيني , حمض فوق الخل , برمنغنات البوتاسيوم , كلوريت الصوديوم , البيربورات . وطريقة العمل هي أن يعمل معلق للنشاء في الماء , ثم يضاف إليه محلول الهيبوكلوريت من آن إلى آخر . وبعد ذلك يغسل النشاء وتعادل آثار الكلور بواسطة حمض الكبريتي . وأخيراً يغسل النشاء بالماءس ويجفف .

هذا ويفضل أحياناً استخدام الماء الأوكسجيني للأكسدة لأنه لا يترك أي رواسب من الأملاح في النشاء وتختلف نسبة الماء الأوكسجيني حسب نسبة الماء المستعمل في النشاء . فعند استعمال نسبة 8 : 1 ماء : نشاء يلزم حوالي 0,02 % من ماء أوكسجيني قوة 12 حجماً بينما تبلغ النسبة 0,35 % عند استعمال نسبة 3 : 1 ماء : نشاء .

يتم إجراء تفاعل التأكسد في معلق نشوي مائي ، أو في عجينة نشوية مجلّنة . واعتماداً على نمط العامل المؤكسد وشروط التفاعل يتم إدخال مجموعات الكربوكسيل (COOH) والكربونيل (= C=O) ، بينما يحدث في الوقت نفسه نزع البلمرة ، والأكسدة هي المعالجة الوحيدة التي يتثبت فيها عامل تثبيث واحد في إحداث تعديلين كيميائيين مهمين (نزع البلمرة + إدخال مجموعات الكربوكسيل) . وعلى الرغم من أن الأكسدة تؤثر في جزيئات الأميلوز و الأميلوبكتين ، فإن لمجموعات الكربوكسيل والكربونيل المتشكلة على سلاسل الأميلوز تأثيراً رئيسياً على أضعاف الميل إلى التراجع وتحول هذه النواتج إلى جلّ في المحلول .

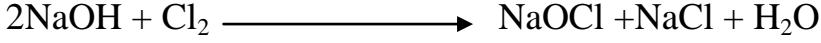
يمكن اعتبار التبييض bleaching كأكسدة خفيفة جداً . وتحتوي النواتج التي يشار إليها كنشويات مؤكسدة ، على أكثر من 0,1 % من مجموعات الكربوكسيل المضافة ، بينما تحوي النشويات المبيضة على 0,1 % أو أقل من هذه المجموعات .

إن الـ D.S في النشويات التجارية المؤكسدة ، هي في المجال 0,01 - 0,04 لمجموعات الكربوكسيل (1 - 4 مجموعة كربوكسيل في كل 100 من وحدات الغلوكوز) ، و 0,005 - 0,01 لمجموعات الكربونيل (0,5 - 1 مجموعة كربونيل في كل 100 من وحدات الغلوكوز) .

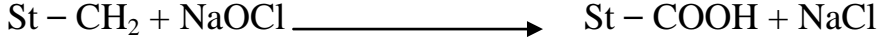
يتضمن الإنتاج التجاري للنشويات المؤكسدة في الصناعة النشوية (مفاعل التعليق) ، معالجة معلق نشوي مائي بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم . يعد

هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) بصورة أساسية , عن طريق نشر

الكلور في محلول بارد لهيدروكسيد الصوديوم . ويسير التفاعل كما يلي :



ويحدث تفاعل هيبوكلوريت الصوديوم مع النشاء حسب المعادلة التالية :



تدعى النشويات المؤكسدة أحياناً بالنشويات المعالجة بالكلور , بسبب

استخدام الكاشف هيبوكلوريت الصوديوم , على الرغم من عدم دخول الكلور

في النشاء . استخدمت بعض الشركات في مانشستر منذ عام 1870 محاليل

الهيبوكلوريت لتببيض نشاء الساغو المستورد الذي كان يستخدم في صناعة

النسيج في لانكشاير وذلك لأغراض التنشية . ومنذ عام 1930 تقريباً , ازداد

بسرعة الإنتاج الصناعي من النشويات المؤكسدة .

واليوم , ربما كان النشاء المؤكسد بالهيبوكلوريت هو المشتق النشوي

الأكثر أهمية (عدا السكريات النشوية) . يتضمن إنتاج النشويات المؤكسدة

في مصنع للنشاء معالجة معلق نشوي مائي (35 - 45 %) بمحلول

هيبوكلوريت الصوديوم (يحتوي على 5 - 10 % من الكلور الفعال) عند

قيمة $\text{PH} = 8 - 10$ وبدرجة حرارة 15 - 38 م⁰ . وعند الوصول إلى

المستوى المطلوب للأكسدة (الانحلال) تتم معادلة مزيج التفاعل إلى قيمة

$\text{PH} = 5 - 6,5$ لإزالة الشوائب والنشاء المنحل والنواتج الثانوية للتفاعل ,

يغسل ناتج التفاعل في مرشحات مستمرة تحت الفراغ ثم يجفف .

يمكن لمن يستخدم النشاء (وخصوصاً في صناعة الورق) أن يحقق

التحويل التأكسدي عن طريق إضافة عامل مؤكسد إلى روبة نشوية وطبخها

بأجهزة مستمرة فيتجلتن النشاء ويتأكسد في الوقت نفسه , إن الماء

الأوكسجينى وبيرسلفات البوتاسيوم أو الأمونيوم هي عوامل الأكسدة

المفضلة في عمليات التحويل الحراري . يتضمن التحويل الكيميائي الحراري

للنشاء التشكيل المتواصل لمحاليل النشوية المطبوخة المؤكسدة ، عن طريق إخضاع المعلق النشوي لدرجات حرارة من 100 - 175 م⁰ ، و ذلك بوجود كاشف مؤكسد لفترة قصيرة من الوقت (0 - 2 دقيقة) . يمكن استخدام آلية الطبخ بالنفث أو جهاز آخر للطبخ المستمر للنشاء تحت الضغط

أما طريقة المعالجة بواسطة الماء الأكسجيني فتجري كالآتي :

يعمل معلق النشاء بالنسبة المطلوبة ويضاف لكل 1000 كغ من المعلق 6 كغ هيدروكسيد الكالسيوم أو 0,45 كغ صود كاوي درجة 36 بوميه ثم يضاف إليه الكمية اللازمة من الماء الأكسجيني وترفع درجة الحرارة إلى 70 - 80 م⁰ وبعد انتهاء التفاعل يضاف إلى المحلول 3,7 % محلول فورمالدهيد ويحصل بهذه المعاملة على مادة لزجة صالحة لأغراض اللصق ويمكن الحصول على نتيجة مماثلة باستعمال بيرسلفات النشادر (0,5 - 1 % نشادر بالنسبة إلى وزن النشاء) .

كما أن حمض فوق اليود وأملاحه يعطي كما ذكرنا سابقاً نشاءً يذوب بسهولة في الماء الساخن ولكن لا يمكن استعمال هذه المواد في الصناعة لارتفاع ثمنها ، وتعمل جهود كبيرة لإيجاد طريقة لاستعمال حمض فوق اليود على نطاق صناعي .

وأمكن في السنوات الأخيرة إيجاد طريقة تستعمل حالياً في نطاق ضيق Pilot plant ، والطريقة مبينة على أساس أكسدة النشاء بواسطة حامض فوق اليود الناتج من أكسدة حمض اليود بواسطة تيار كهربائي وتسمى هذه الطريقة Electro oxidation of starch . وتتخلص في خلط النشاء مع الماء بنسبة 35 % نشاء ، و يوضع المخلوط في إناء خزفي مسامي مجهز بخلاط لتقليب النشاء أثناء العملية وإضافة الكمية المناسبة من حمض اليود إليه . ويوضع هذا الإناء الخزفي المسامي في إناء آخر كبير يحتوي على محلول حمض الكبريت 2 % .

والالكترودين (المصعد و المهبط) عبارة عن قضيبين من الرصاص ، إلا أن الأنود يؤكسد قبل إجراء العملية إلى أوكسيد الرصاص بواسطة التحليل الكهربائي في وجود محلول حمض الكبريت .
يوضع الأنود (المصعد) في الإناء الخزفي الحاوي على معلق النشاء و حمض اليود . و يوضع الكاثود (المهبط) في الإناء الخزفي الآخر الذي يحوي محلول حمض الكبريت ، و يوصل الكاثودين بمصدر للتيار الكهربائي المستمر D.C بكمون بحدود 6 - 8 فولت . فالأكسجين الناتج من التحليل الكهربائي يؤكسد حمض اليود إلى حمض بيرويود الذي بدوره يؤكسد النشاء ويختزل إلى حمض اليود ثنائية . وفي هذه العملية لا تفقد إلا كميات قليلة جداً من حمض اليود ، وبعد عملية الأكسدة يرشح النشاء المؤكسد وجفف . أما المحلول المتبقي وهو يحتوي على كمية من حمض اليود فإنه يستعمل لأكسدة كميات أخرى من النشاء وهكذا .
وسوف تستعمل هذه الطريقة صناعياً في المستقبل القريب وبالتالي يمكن إنتاج نوع من النشاء المؤكسد أو الذائب ذي الفوائد الكبيرة في الصناعة .

خصائص النشويات المؤكسدة :

- تختلف النشويات المؤكسدة عن النشويات الطبيعية في النواحي التالية :
- لزوجة العجينة الساخنة أخف (عدل أدنى للوزن الجزيئي) .
- تراجع المعاجين المطبوخة أدنى سرعة (بسبب مجموعات الكربوكسيل التي تدخل في جزيئات الأميلوز) .
- درجة حرارة التعجين أقل وسرعة التجلتن أعلى ولزوجة قصوى أخف .
- المعاجين و المحاليل و الطبقات الرقيقة أعلى نقاوة .
- مقاومة الشد اقل في الطبقات المجففة .
- الحبيبات أكثر بياضاً ، الطعم محسن ، التعداد الجرثومي أقل .
- ذات صفة أنيونية (مجموعات الكربوكسيل) .

د- النشاء المعدل أنزيمياً Enzymatic modified starch :

في العملية المستمرة للتحويل الأنزيمي ، تتجلتن بشكل فوري روبة النشاء التي تحتوي على ألفا أميلاز المقاوم للحرارة ، وذلك بواسطة الحقن المباشر بالبخار (إناء طبخ بالنفث) ، وتفرغ باستمرار إلى عمود حجز a holding column : حيث يحدث تفاعل الترقيق بالأنزيم . وعندئذ تضخ العجينة المرققة من العمود ، وتعطل الفاعلية الكيميائية للأنزيم بواسطة التسخين (في وعاء طبخ بالنفث) إلى درجة حرارة مرتفعة ، ويمكن مباشرة ضخ العجينة الناتجة إلى مرحلة الاستعمال .

1 - 5 الغراء النباتي Vegetable Glue :

ينتج عن التأثير بالنشاء من مواد شأنها أن تحدث انتفاخاً بحبيباته وتسبب ذوبانه في الماء البارد وتمتاز هذه المشتقات بلزوجة عالية وقوة لصق كبيرة مما يؤهلها للاستعمال بدلاً من الغراء الحيواني . أما أهم أوجه استعمال النشاء الناتج فهي تبويش خيوط النسيج وتشية الأقمشة وفي أغراض اللصق بدلاً من الصمغ العربي والغراء الحيواني . وهناك كثير من المواد مثل القلويات وبعض الأملاح تحدث انتفاخاً في حبيبات النشاء على البارد وتحول النشاء إلى مادة لزجة لها قوة لصق جيدة .

وقد أعطيت هذه المشتقات أسماء كثيرة مثل الغراء النباتي والغراء الجديد والإبرتين و الغراء الياباني . والفرق بين هذه المشتقات وبين المشتقات الناتجة على تأثير الأحماض ومواد الأكسدة كبير ، فهي أولاً تذوب في الماء البارد ، ثم تعطي محاليل أكثر لزوجة وذات قوة لصق عالية . ويمكن تحليل هذه الفروق في الخواص بين هذين النوعين من المشتقات على أساس التركيب الكيماوي للنشاء . ففي حالة النشاء المعدل بتأثير الأحماض أو المؤكسدات ، يحدث بالجزئي النشوي تحطيم كيماوي ينتج عنه تقصير في طول الجزئي ويتبع ذلك الانخفاض المشاهد في لزوجة محاليل هذه المواد .

والتحطيم المذكور لا يحدث بدرجة كافية ليجعل المادة الناتجة تذوب في الماء البارد شأن الكسترين ، وذلك لأن الجزيئات لم تنزل تحافظ على قوة تجمعها .

أما في حالة المشتقات الناتجة عن تأثير القلويات و المواد ذات التشرذ العالي فلا يحدث تأثير تحطيمي في جزيء النشاء . أما ظاهرة الذوبان في الماء البارد فنتج عن أن المواد المستعملة تؤثر على الروابط الثانوية التي تجمع الجزيئات الكبيرة في الجسيمات النشوية و تفصلها عن بعضها عن بعض فيتبع ذلك ظاهرة الذوبان الغروي ولهذا فإن المحاليل الناتجة عن هذه المعالجة تحتفظ بقوة لزوجتها .

وتحضر أنواع الغراء النباتي بطريقتين :

1- باستعمال القلويات :

إن أكثر المواد المستعملة في تحضير الغراء النباتي من النشاء هي القلويات و بالأخص القلويات الكاوية مثل الصود الكاوي والبوتاس الكاوي والنشادر . إذ أن جميع هذه المواد تحدث انتفاخاً في حبيبات النشاء على البارد . وأول ما استعمل من هذه القلويات هو الصود الكاوي و أطلق اسم الأباراتين Apparatine على المادة اللزجة الشفافة الناتجة من معالجة النشاء بالصود الكاوي ، ويستخدم الأباراتين في تنشية القماش .

هذا وكثيراً ما يعمد إلى معالجة النشاء بالأحماض أو المؤكسدات قبل إضافة القلوي وذلك لزيادة سيولة المحلول الناتج ، وتستخدم المشتقات المحضرة بهذه الطريقة في أغراض اللصق .

ويضاف في كثير من الأحيان إلى الغراء النباتي بعض المواد لأغراض شتى مثل : سيليكات الصوديوم لزيادة قوة اللصق ، والبوراكس لزيادة اللزوجة ، واليوريا Urea لمع ظاهرة النكوس النشوي وبقاء محاليل رائقة .

أما إذا أريد الحصول على الغراء النباتي في صورة جافة فتجري المعالجة باستعمال القلوي الجاف في صورة مسحوق يضاف إلى النشاء الجاف ، ثم يعادل القلوي الزائد بإضافة حمض جاف مثل حامض الأوكساليك أو الليمون (الستريك) .

فمثلاً 100 كغ نشاء الذرة يضاف إليها 2 - 3 كغ صود كاوي في صورة مسحوق ، ويعادل الجميع بإضافة 3 - 6 كغ حمض أوكساليك جاف . ويمكن أيضاً تحضير الغراء الجاف بمعالجة النشاء بمحلول الصود الكاوي في درجة حرارة منخفضة لتقليل من درجة انتفاخ الحبيبات . فمثلاً يعالج النشاء الجاف بمثل حجمه من محلول صود كاوي تركيز 36 بومية في درجة الصفر وبعد ذلك يفصل محلول الصود الكاوي عن النشاء بالعصر ، ثم بالغسيل بواسطة الكحول .

وأخيراً يمكن تحضير هذه المشتقات الجافة بإضافة الصود الكاوي إلى النشاء المعلق في سائل عضوي مثل البرافين أو كلور الكربون أو ثالث كلور الإيتيلين أو الأسيتون أو الكحول . مثلاً يضاف 4 - 5 كغ ثالث كلور الإيتيلين إلى 100 كغ نشاء بواسطة الرش ثم يضاف إليها 26,5 كغ صود كاوي كثافة 1,332.

2 - باستعمال الأملاح :

تؤثر محاليل الكثير من الأملاح في النشاء وتحدث فيه ظاهرة الانتفاخ ومعظم الأملاح القلوية مثل البورات و الألومينات و القصديرات تسبب انتفاخ النشاء . وتمتاز هذه الأملاح القلوية على القلويات بأنها لا تؤثر بسرعة في النشاء على البارد ، ولهذا السبب يسهل خلطها بها دون حدوث تكتل للنشاء ، وبعد المزج ترفع درجة الحرارة ببطء حتى يحدث التحور المطلوب . أما الأملاح المتعادلة فأكثرها تأثيراً في النشاء هي الكلوريدات والسلفوسيانات والنترات ، أي الأملاح ذات التأين العالي .

أما السلفات (الكبريتات) فإنها لا تحدث انتفاخاً في حبيبات النشاء بل العكس فإنها تعوق دون حدوث الانتفاخ .

وتمتاز أملاح حمض البور (البوراكس مثلاً) بتأثير خاص إذ أنها تسبب تقلص محاليل النشاء , وكثيراً ما تستعمل لهذا السبب مخلوطة بالنشاء لتنشيط الملابس إذ تعطيتها صقلاً ومرونة كبيرة .

وفيما يلي بعض الأمثلة التالية لتحضير الغراء النباتي باستعمال الأملاح :

1- 100 كغ نشاء + 80 كغ محلول مركز 50 % من سلفوسيانات النشادر في الكحول , وبعد المزج يسخن المخلوط مدة من الزمن حتى يحصل على درجة التحور المطلوبة وبعد ذلك يرشح المحلول و يجفف النشاء .

2 - 100 كغ نشاء + 80 كغ ماء + 11 كغ كلور الكالسيوم . يضاف النشاء إلى الماء ثم يضاف كلور الكالسيوم ببطء مع التقليب المستمر لمدة ساعتين , ثم يضاف مقدار كيلو غرام من البوراكس إذا أريد زيادة لزوجة المحلول . ويستعمل الغراء المذكور على الأخص كمادة مثخنة في لصق أوراق الحائط .

1-6 النشويات المتوابطة تصالبياً = النشويات المتماسكة تصالبياً =
النشويات المثبطة :

Cross linked Starches = Cross Bonded Starches = Inhibited Starches:

واحد من أكثر أنماط التعديل النشوي أهمية ، ينتج عن كواشف ثنائية أو متعددة الوظيفة قادرة على التفاعل مع أكثر من مجموعة من الهيدروكسيل ، فيشكل بالتالي أربطة متصالبة أو جسوراً من جزيء نشوي إلى آخر . وتحقق معالجة الجزئيات النشوية غير المجلنتة بالكواشف المتصالبة الأربطة فائدة قيمة على نحو مميز . ويحدث فيما يبدو ربط متصالب للجزئيات النشوية في حبيبة النشاء، فينتج عن ذلك دبغ أو تصليب لها. ومع ارتفاع درجة الربط المتصالب ، تصبح الحبيبات النشوية الغير مجلنتة مقاومة أكثر فأكثر لعملية الجلنتة . وفي معظم الحالات ، تستخدم درجة منخفضة نسبياً من الربط المتصالب ، مقدارها رباط تصالبي واحد تقريباً لكل 100 - 2000 وحدة جلوكوزية لا مائية . ومع درجة عادية من الربط المتصالب ، مقدارها رباط تصالبي واحد لكل 20 وحدة جلوكوزية ، تتشكل نشويات ذات قدرة محدودة جداً على الانتفاخ عند الطبخ .

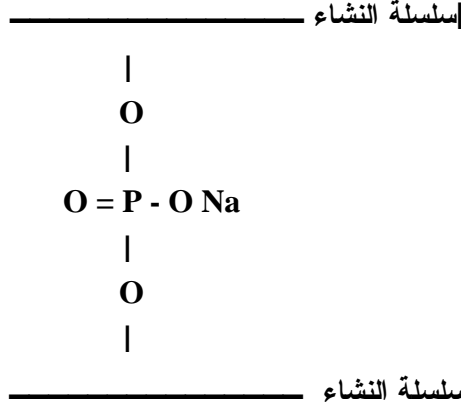
أ- فوسفات النشاء الثنائي Di Starch Phosphate :

في طريقة فيلتون وشوبماير (منذ 1940) ، يضاف ببطء أوكسي كلور فوسفوري 0.15 - 0.25 % (على أساس وزن النشاء إلى روبة النشاء في الماء 40 % ، عند PH = 10 ، وحرارة بدرجة 25 مئوية . وعند اكتمال التفاعل يتم تعديل الـ PH إلى 7 ، ويرشح الناتج النشوي الحبيبي ، ثم يغسل ويجفف . ويحدث التفاعل وفقاً للمعادلة التالية :

نشاء + أوكسي كلور فوسفوري ← فوسفات نشاء ثنائي + ملح

وتبين الصورة التالية تركيب فوسفات النشاء الثنائي، والربط المتصالب

لسلسلتي النشاء بواسطة جسر فوسفاتي :



وصف كبير وكليفلاند ، في عام 1954 ، الربط المتصالب في النشاء غير المجلتن في محلول مائي قلوي مع ثلاثي ميثا فوسفات الصوديوم . تحتاج الأسترة بأملاح ثلاثي ميثا فوسفات شروط أشد صراحة من شروط الأسترة بأوكسي كلور فسفوري- وهكذا يمكن تحضير فوسفات النشاء الثنائي عن طريق تسخين روبة نشوية (معدلة إلى $\text{PH} = 10 - 11$) ، وتحتوي على ثلاثي ميثا فوسفات صوديوم 2% (على أساس وزن النشاء) ، إلى درجة حرارة 50 مئوية ، لمدة ساعة واحدة ثم يتم تعديل الـ PH للتعادل ، وترشح فوسفات النشاء الثنائي الحبيبية وتغسل ثم تجفف . ويحدث التفاعل على النحو التالي :

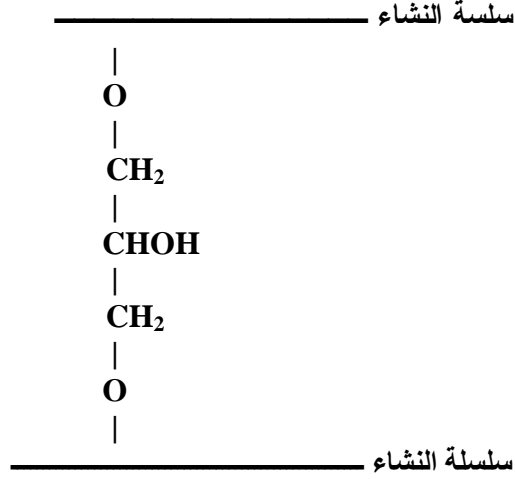
نشاء + ثلاثي ميثا فوسفات الصوديوم ← فوسفات نشاء ثنائي + بيرو فوسفات ثنائي هيدروجين الصوديوم

ب- النشاء المعالج بالـ إيبلي كلورو هيدرين (غليسول نشاء ثنائي) :

Epi Chloro Hydrin- Treated Starch :

اكتشف كونيكسبرغ في عام 1945، أنه يمكن للـ إيبلي كلورو هيدرين أن يتفاعل مع الحبيبات النشوية غير المجلنتة في أجهزة مائية لربط الجزئيات تصاليباً . يحمل النشاء المعدل المتشكل خواصاً مشابهة لخواص النشويات المتشكل مع أوكسي كلور فسفوري . ويحدث تفاعل النشاء مع الـ إيبلي كلورو هيدرين وفقاً للمعادلة التالية :

نشاء + إيبىكلور وهيدرين ← غليسرول نشاء ثنائي + ملح
 $2\text{St-OH} + \text{CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-Cl} + \text{NaOH} \text{-----} \text{St-O-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-O-St} + \text{NaCl}$
 تبين الصورة التالية تركيب غليسرول النشاء الثنائي ، وتظهر الربط
 التصالبي لسلسلتي النشاء بواسطة جسر من الغليسرول .



كواشف أخرى للربط التصالبي :

لقد اكتشف أن بلا ماء حمض الأديبيك ، يعطي مشتقات نشوية مترابطة
 تصالبياً ذات خواص مضاهية للخواص التي وصفناها للنشويات المعالجة
 بالأوكسي لثور الفسفوري والإيبىكلور هيدرين . ربما كان فعل البوركس
 (البورق) في المعاجين النشوية (زيادة اللزوجة والثبات) أيضاً تشكيل
 أربطة متصالبة ضعيفة. والبورق هو المادة الوحيدة الأكثر أهمية في تعديل
 معاجين المنتجات النشوية وتأثيره على المواد اللاصقة النشوية .

خواص النشويات المرتبطة تصالبياً :

تختلف النشويات المرتبطة تصالبياً عن النشويات الطبيعية الأم في

النواحي التالية :

– الحبيبات النشوية أكثر مقاومة للانتفاخ والجلتة .

– تتحقق لزوجة أعلى في النشاء المطبوخ .

– اللزوجة في المعجونة النشوي أكثر مقاومة لتأثير التوقيع الناجم عن التحريك الطويل ، أو التسخين ، أو انخفاض الـ PH .
 – نقص الصفة اللاصقة، المطاطية المرنة للمعاجين النشوية من النشويات كنشويات البطاطا والتبوكية والذرة الشمعية ، لإنتاج معاجين سلسلة قشرية .
1-7 النشويات الثابتة (إستيرات النشاء ، إثيرات النشاء) :

Stabilized Starches : (Starch Esters - Starch Ethers)

تحضر النشويات الثابتة عادة بتفاعل النشاء مع كواشف الأثرجة أو الأسترة بوجود وسيط قلوي . ويشار إلى عدد البدائل المدخلة بعبارة درجة الإبدال . وتعرّف درجة الإبدال هذه بأنها : متوسط عدد البدائل في وحدة الجلوكوز اللامائي (عدد الجزيئات الغرامية البديلة في جزيء غرامي واحد من وحدة الغلوكوز اللامائي) . وبهذا يحتوي مشتق نشوي بدرجة إبدال مقدارها 0.05 ، على 5 بدائل في 100 وحدة جلوكوز لا مائي . وبصورة عامة، تحمل الإستيرات والإثيرات النشوية التجارية درجة إبدال أدنى من 0.2 (أقل من 20 بدلاً في كل 100 وحدة غلوكوز لا مائي) .

تتوزع الزمر البديلة للمشتق النشوي المستبدل جزئياً بين ثلاث من مجموعات الهيدروكسيل (2 - C ، و 3 - C ، و 6 - C) في وحدات الجلوكوز اللامائية للجزيء النشوي . يحدد التوزيع بالنشاط النسبي لمجموعات الهيدروكسيل ، وبطبيعة تفاعل الإبدال . غالباً ما ترتبط البدائل الموجودة في الأسرّيّات النشوية ونشويات ألكيلات الهيدروكسيل ونشويات مثيلات الكربوكسيل إلى 2 - C في وحدات الجلوكوز اللامائي . وتتوضع البدائل المتبقية بشكل رئيسي في الموضع 6 - C ، مع بديل فقط يمكن إهماله في الموضع 3 - C . وعلى عكس ذلك ، يستبدل نشاء سيانو إثيل، وفسفات النشاء الأحادي، بصورة رئيسية على الموضع 6 - C . إن تفاعل النشاء مع كواشف أسترة أو أثرجة أحادية الوظيفة هي طريقة لتعديل السلاسل

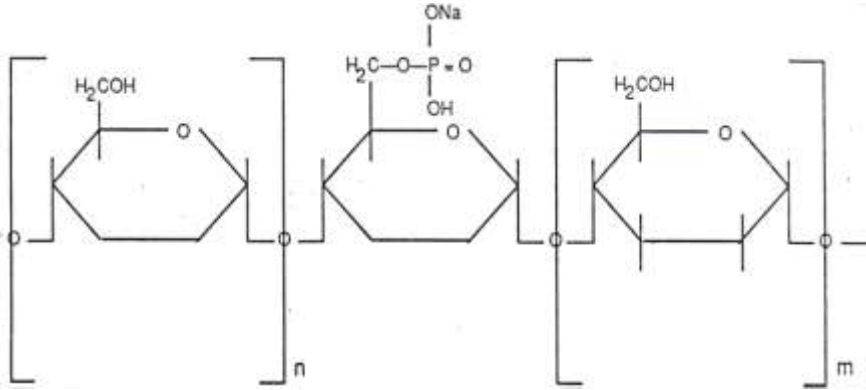
الجانبية ، وبتعبير آخر : هي إضافة جذور إلى السلاسل النشوية . تقوم هذه الجذور بتثبيت تشكل البنى المنظمة فوق السلاسل النشوية (وخصوصاً فوق جزئيات الأميلوز لخطية) في العجينة النشوية ، الأمر الذي يعرقل التراجع (زيادة ثبات اللزوجة) . ولذلك غالباً ما تسمى الأثيرات والأسترات النشوية بالنشويات الثابتة . يخف التراجع عند إدخال بديل إضافي إلى السلاسل النشوية . ويصبح الهدف الرئيسي لنشويات الربط المتصالب ، هو الربط المتصالب لجزئيات الأميلو بكنين لخفض معدل الانتفاخ في الحبيبات النشوية وعلى عكس ذلك يكون الهدف الرئيسي للأسترة أو الأثرجة الأحادية الوظيفة هو إدخال سلاسل جانبية في جزئيات الأميلوز الخطية لخفض معدل التراجع في المحاليل النشوية . يمكن إدخال سلاسل جانبية لا أيونية وأيونية وكاتيونية . وعلى الرغم من تحضير عدد كبير من الإسترات والإثيرات النشوية فإن عدداً قليلاً جداً منها ينتج على نطاق تجاري . وسنعالج منها في هذا الجزء فقط أكثرها أهمية من الناحية التجارية :

أ - الإستيرات النشوية Starch Esters :

- فوسفات النشاء الأحادي

في فوسفات النشاء الأحادي تتأستر واحدة فقط من الوظائف الثلاث الحمضية لحمض الفوسفور مع مجموعة هيدروكسيل نشوية (غالباً مجموعة الهيدروكسيل 6 - C) . كان يشار إلى الإستيرات الأحادية كفسفلات نشاء أحادي أو كإستيرات أحادية لفوسفات النشاء ، لكنها توصف على نحو ملائم أكثر كفسفلات النشاء المركبة من ذرتي هيدروجين (أو ذرتي صوديوم الخ) . تحضر فوسفات النشاء الأحادي بواسطة تفاعلات النشاء نصف الجافة مع حمض الفسفور ، أو مع الأملاح الذوابة لحمض فوق الفسفور ، أو حمض أورثو فوسفور ، أو حمض تري بولي فوسفور . وقد استخدمت هذه الطريقة لأول مرة في عام 1943 . فقد سخن مزيج شبه جاف من النشاء واليوريا

(12 % من النشاء مثلاً) ، وحمض الفسفور (5 % من النشاء مثلاً) ،
على مدى 2 - 3 ساعات وبدرجة حرارة 140 مئوية .



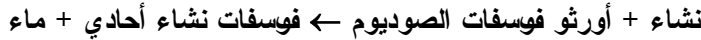
صورة تركيب النشويات الثابتة ذات درجة الإبدال المنخفضة

سلسلة النشاء	سلسلة النشاء
$\begin{array}{c} \\ \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{C} - \text{OH} \quad \text{O} \\ \quad \quad // \\ \text{C} - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{C} - \text{OH} \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} \\ \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} \\ \\ \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{C} - \text{OH} \\ \end{array}$

اصورة تركيب تخطيطي لأسيتات النشاء , ونشاء إيثيل الهيدروكسيل

يبدو أن تفاعل النشاء مع كواشف الفسفطة Phosphating ، تتقدم على نحو أسرع وأسهل بوجود اليوريا . ولذلك يمكن إجراء التفاعل بدرجة حرارة أدنى، و/ أو خلال فترة أقصر، و/ أو بكمية أقل من كواشف الفسفطة . تحمل فوسفات النشاء الأحادي التي نحصل عليها (مع اليوريا) لونا فاتحاً أكثر، وتحتوي على كمية أقل من الفوسفات الطليقة على شكل شوائب .

في طريقة نيوكوم يجري إشباع النشاء بمحلول ملح الفوسفات ، عن طريق تعليقه في المحلول ومن ثم ترشيحه ، أو عن طريق رذ المحلول على النشاء الجاف ، أو بمزج المحلول بواسطة قرص ترشيح مبلل . تتراوح قيم الـ PH في محاليل الفوسفات من 5 إلى 8.5 اعتماداً على خصوصية الفوسفات المستخدمة . يجفف النشاء المشبع بالفوسفات (إلى رطوبة 15%) ثم يسخن (يحمص) بدرجة 120 - 175 مئوية ، لمدة 1 - 15 ساعة . ويحدث التفاعل حسب المعادلة التالية :



يصل تفاعل الفسفطة عادة إلى درجة D.S مقدارها 0.02 - 0.15 . وتحتوي النواتج المتشكلة بين 1 - 5 % من الفسفور . يمكن القيام بإنتاج فسفات النشاء الأحادي على نطاق صناعي في جهاز كالجهاز المستخدم في إنتاج الديكستريجات ، كالأفران الدوارة مثلاً ، أو الأجهزة ذات الأسرة السائلة fluid- bed systems .

خواص فوسفات النشاء الأحادي :

تختلف فوسفات النشاء الأحادي عن النشاء الطبيعي الأم في النواحي التالية :

– تميل فوسفات النشاء الأحادي إلى التثنت في الماء البارد بدرجة D.S أكبر من 0.07 تقريباً . وتكون درجة حرارة التعجين أقل عندما تكون درجة الـ D.S في النواتج 0.01 - 0.07 .

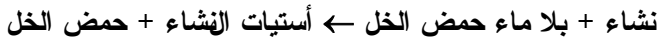
— تشكل فوسفات النشاء الأحادي النقية عند اللزوجة الكبيرة شتاتات أعلى من تلك التي يشكلها النشاء الطبيعي الأم (بسبب الطبيعة الأيونية لمجموعة الفوسفات) . فمثلاً تحمل عجينة فوسفات النشاء الأحادي بتركيز 1.8% تقريباً اللزوجة الساخنة نفسها (عندما تقاس بمعيار سكوت Scott test) كعجينة النشاء الأم بتركيز 4.3% و عندما تحدث للنشاء بعض الحلمات أثناء تفاعل الفسفة (الظروف الحمضية) فستكون اللزوجة في الفوسفات الأحادية النشاء الناتجة أخف بالمقارنة مع لزوجة النشاء الأم .

— فوسفات النشاء الأحادي ، عديدة الكهارل الأيونية ، وتخف لزوجة المحاليل في هذه النشويات بوجود الأملاح .

— يمكن ترسيب فوسفات النشاء الأحادي من المحاليل بمعالجتها بأملاح الألومنيوم الذوابة ، الخ .

— عندما تتجلتن بالطبخ في الماء تشكل فوسفات النشاء الأحادي عجينة لزجة شفافة لا تتحول إلى جلّ تحمل خصائص الطول واللصوقية والانسحاب .
خّلات النشاء (النشاء المؤسّتل) :

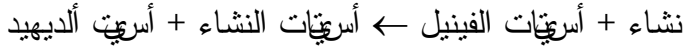
إن رد الفعل العفوي الذي يبديه أوكسي كلور الفوسفور على النشاء الدقيق الحبيبات في المعلّقات المائية (المكتشفة في عام 1940) ، شجع بصورة طبيعية على النظر فقط إلى الكواشف التفاعلية الأخرى المائية . وكان بلا ماء حمض الخل واحداً من أول الكواشف التي جربت . فهو يتفاعل مع النشاء وفقاً للمعادلة التالية :



وفي عام 1945 وصف كولدويل تحضير أسريّات النشاء بشكل حبيبي عن طريق تفاعل النشاء في معلق مائي مع بلا ماء حمض الخل ضمن ظروف قلوية . تعتمد الأستلة الناجحة على الاحتفاظ بظروف تساعد الأستلة على حلمأة بلا ماء حمض الخل ، بدون حلمأة محسوسة لأسريّات النشاء . ينفذ

التفاعل عند قيمة PH تضبط عند 7.5 - 9 بدرجة حرارة الغرفة ، مع إضافة بطيئة من بلا ماء حمض الخل . وتصل فعالية التفاعل إلى 75 % تقريباً . وتسترد المنتجات عن طريق تعديل الوسط إلى $PH = 5$ ثم الترشيح والغسل والتجفيف . يمكن الحصول على أسيتات النشاء اللامجلتنة التي تحتوي على 5 % من مجموعات الاستيل ($D.S = 0.2$ تقريباً) . تبدأ الحبيبات فوق هذا المستوى بالانتفاخ ويصبح الترشيح صعباً .

وفي عام 1957 حصل سميث وتوشهون على براءة بتسجيل كاشف آخر هو أسيتات الفينيل التي تتفاعل مع النشاء وفقاً للمعادلة التالية :



يجري تصنيع أسيتات النشاء بمعالجة المعلقات النشوية المائية بأسيتات الفينيل . ويتواصل التفاعل طوال 60 دقيقة بدرجة حرارة 35 - 40 مئوية تقريباً و $PH = 9 - 10$. وتستخدم كربونات الصوديوم كمادة وسيطة ومنظمة تصل فعالية التفاعل إلى 70 % تقريباً . وتستعاد النواتج بالتعديل ثم الترشيح والغسل والتجفيف .

- خواص أسيتات النشاء الحبيبية :

تختلف أسيتات النشاء عن النشاء الطبيعي الأم في النواحي التالية :

- سرعة التراجع أدنى في المعاجين المطبوخة ويُعاق في درجة الـ D.S المنخفضة نسبياً التوجه المتوازي لجزئيات الأميلوز والفروع الخارجية للأميلوبكتين .

- تتخفض تدريجياً درجة حرارة التعجين عندما ترتفع درجة الـ D.S .
- المعاجين هنا أكثر شفافية ، وذات نسيج أطول ، ولصوقية أكبر .
- تحمل الطبقات الرقيقة (المتشكلة بتجفيف الطبقات الرقيقة للمحاليل الغروانية) نقاء أكبر ، ولمعاناً أكثر ، ومرونة أعلى ، وتطاولاً أكبر قبل القطع ، وميلاً أضعف إلى التصدع ، وذوبانية أسهل .

— تخضع خلات النشاء إلى التشقق بالحلمأة القلوية السريعة نسبياً (تصبن) .
- إستيرات أخرى نشوية :

يمكن الحصول على سكسينات النشاء Starch Succinates الحبيبية عن طريق معالجة الحبيبات النشوية اللامتجلتنة في معلق مائي قلوي مع بلا ماء حمض الخل . تحضر إستيرات الأوكسينيل سكسينات النشوية عن طريق معالجة المعلقات النشوية المائية — أنهيدريد سكسينيك الأوكسينيل . إن إدخال مجموعات لا تُلَف الماء بمستويات منخفضة لدرجة الـ $D . S (0.01 - 0.1)$ يضيفي على النشاء بعضاً من الخواص الغير أليفة للماء دون أن يخرب تشتيته . يضيفي التوازن بين ألفة الماء وعدم ألفته خواصاً مفيدة للاستحلاب ولاستقرار المستحلب .

إذا سخن مزيج متألف من اليوريا والنشاء يحتوي على رطوبة 5 - 10 % بدرجة حرارة 90 - 120 مئوية وبدرجة D.S منخفضة فسوف ينتج مشتق نشوي يحتوي على النتروجين . ويفترض أن يكون الناتج هو كربونات النشاء ($ST- O- CO- NH_2$) ويعزز التفاعل بإضافة أسيتات البوتاسيوم .
ب - الإثيرات النشوية :

تستخدم مختلف تقنيات التفاعل في إنتاج إثيرات النشاء ومن أهمها :
— تفاعل تعليق النشاء في الماء .

— تفاعل عجينة النشاء + التجفيف الأسطواني

— التفاعل النصف الجاف في الخلاطات .

— التفاعل النصف الجاف في أجهزة البثق .

إن معظم الطرق التي طبقت أولاً لتركيبة إثيرات السيلولوز جرى تطبيقها على النشاء ، وبصورة عامة إن عوامل الأترجة أيضاً نسبياً في تفاعلها مع الحبيبات النشوية اللامتجلتنة إذا ما قورنت بعوامل الأسترية . إن الفعالية العالية لتفاعل المعلق القلوي ، يسببه تركيز القلوي على الحبيبات النشوية

(الامتزاز) . إن الإثيرات النشوية ذات درجة D.S المنخفضة هي اليوم من أكثر المشتقات النشوية المستبدلة أهمية .

- طريقة السولفيتوز Slovitose Process

عرفت قبل عام 1940 عدة طرق لإنتاج إثيرات النشاء . لكن أياً من هذه الطرق لم تحقق قبولاً على الصعيد التجاري . وكانت الإثيرات النشوية المتشكلة بطريقة السولفيتوز هي أول الإثيرات النشوية التي بيعت . وتشتمل هذه الطريقة على مرحلتين :

– تفاعل كاشف مؤثرج (أكسيد الإثيلين ، أكسيد بروبلين ، أحادي كلور حمض الخل) في عجينة نشوية مائية قلوية .

– تجفيف مزيج التفاعل بطريقة التجفيف الأسطواني .

ومن أكثر الإثيرات النشوية أهمية : إثيرات نشاء ألكيل هيدروكسيل ، وإثيرات نشاء ميثيل كربوكسيل ، وإثيرات نشاء سيانوا إثيل ، والإثيرات النشوية الكاتيونية . وسنقوم فيما يلي بدراسة هذه الإثيرات ، كل على حدة :

- إثيرات ألكيل هيدروكسيل :

منذ 1945 خطي تحضير إثيرات نشوية حبيبية منقّاة بدرجة D.S منخفضة باهتمام كبير . وتحضر إثيرات نشاء ألكيل هيدروكسيل حبيبية بدرجة D.S منخفضة (0.03 - 0.10) بمعالجة المعلقات النشوية المائية (درجة D.S 40 % تقريباً) مع أكاسيد الألكيلين (أكسيد الإثيلين ، أكسيد بروبلين) بوجود القلويات (هيدروكسيد الصوديوم ، هيدروكسيد الكالسيوم) وبدرجة حرارة تصل حتى 50 مئوية . وتحدث التفاعلات وفقاً للمعادلات التالية :

نشاء + أكسيد الإثيلين ← نشاء إثيل هيدروكسيل

نشاء + أكسيد بروبلين ← نشاء بروبل هيدروكسيل

إن تفاعلاً يجري بدرجة حرارة 25 مئوية ، يحتاج إلى مدة 24 ساعة تقريباً ، لكن يمكن اختصار هذه المدة باستخدام درجات حرارة أعلى . نحتاج في التراكيز العالية إلى كبريتات الصوديوم أو كلور الصوديوم ، وذلك للحيلولة دون انتفاخ النشاء بحيث يبقى النشاء الحبيبي قابلاً للترشيح . تستعاد نشويات ألكيل هيدروكسيل بواسطة الترشيح والغسل والتجفيف . والفاعلية المدهشة للتفاعل يسببها امتزاز المادة القلوية الوسيطة على الحبيبات النشوية . فيعزز هذا على وجه الخصوص أثره النشاء مفضلاً ذلك على تشكيل غليكول الإثيلين، وقد قام كل من كيسلر وجير مشتار بوصف الطريقة الأساسية عام 1946 .

- كربوكسي ميثيل النشاء **carboxymethyl starch** :

يجري تصنيع إثير كربوكسي ميثيل النشاء الذواب بدرجة عالية في الماء (نحصل عليه عادة كملح صوديوم) عن طريقة تفاعل النشاء مع أحادي كلور حمض الخل أو مع أحادي كلور خلات الصوديوم ، بوجود هيدروكسيد الصوديوم . ويجري التفاعل وفقاً للمعادلة التالية :

نشاء + أحادي كلور خلات الصوديوم ← كربوكسيل ميثيل النشاء + كلور الصوديوم
ويمكن استخدام التقنيات التالية للتفاعل :

أ - تفاعل في معلق النشاء في مزيج من الماء والكحول .
ب - تفاعل في حالة نصف جافة ، عن طريق مزج النشاء (برطوبة 10-20 %) مع القلوي وأحادي كلور خلات الصوديوم ، وإجراء التفاعل بدرجة حرارة الغرفة أو أعلى .

ج - تفاعل في عجينة النشاء وتجفيف لاحق drum-drying .

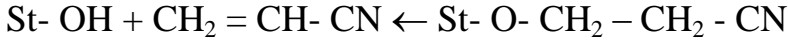
د - تفاعل في معلقات مائية قلوية (منتجات بدرجة D.S منخفضة في درجة D.S تصل حتى 0.1) بوجود كبريتات الصوديوم أو كلور الصوديوم .

هـ - تفاعل نصف جاف في جهاز بثق .

إن كربوكسي ميثيل النشاء التي نحصل عليها بتقنيتي التفاعلين : (أ) و (د) يتم فصلها وتنقيتها بواسطة الترشيح والغسل والتجفيف ، أما التي نحصل عليها بتقنيات التفاعلات : (ب) و (ج) و (د) فإنها تحتوي على كلور الصوديوم وغيره ما لم تجر تنقيتها بخلصة الكحول أو بالدليزة .

- سيانو إيثيل النشاء **Syano Ethyl Starch** :

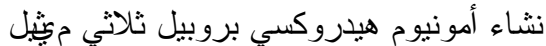
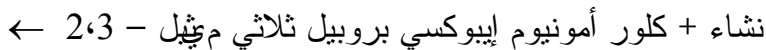
يعود إلى عام 1955 الكشف عن تفاعل النشاء مع الأكريلو نتريل في معلق مائي قلوي . يفصل سيانو إيثيل النشاء المتشكل بدرجة D.S منخفضة بواسطة الترشيح والغسل بالماء والتجفيف (درجة الـ 0.05 D.S مثلاً) ويحدث التفاعل وفقاً للمعادلة التالية :



- إثيرات النشاء الكاتيونية **Cationic Starch Ethers** :

اتجه التركيب الم بكر للسكريات المتعددة الكاتيونية بصورة كلية تقريباً ، إلى تحضير مشتقات السيليلوز الأمينية . ولم تبذل حتى عام 1950 جهود جادة لتركيب المشتقات النشوية الكاتيونية من أجل الاستخدام الصناعي . وقد اكتشف أن كلور ميثيل أمينو إيثيل يتفاعل بسهولة مع النشاء الحبيبي بوجود وسيط قلوي وذلك ضمن ظروف لا يتجلتن النشاء فيها .

تحضر إثيرات ألكيل الأمونيوم الرباعية للنشاء عن طريق تفاعل النشاء ضمن ظروف قلوية مع كلور إيبوكسي بروب ميثيل أمونيوم - 2،3 (أ) أو كلور كلورو بروبييل تري ميثيل أمونيوم (ب) . يتحول الكاشف (ب) إلى مفاعل (أ) (مجموعة إيبوكسي) ضمن ظروف قلوية للتفاعل . ويحدث التفاعل وفقاً للمعادلة التالية :



تحضر مشقوقات الإثيرات الكاتيونية عادة بمعالجة النشاء في معلق مائي قلوي مع الكاشف عند درجة حرارة 20 - 50 مئوية لمدة 8 - 12 ساعة . وعندئذٍ يعدل PH مزيج التفاعل إلى حوالي 3-7 بحمض مخفف ، ويستعاد الناتج بالترشيح والغسل والتجفيف . يمكن تحضير النشويات الكاتيونية بواسطة تفاعلات نصف جافة أيضاً (في خلطات أو أجهزة بثق) . يمكن أيضاً للتفاعل أن يطبق على النشاء المجلتن (متقطعاً أو مستمراً) .

- خواص الإثيرات النشوية بصورة عامة :

(اللا أيونية ، الأيونية ، الكاتيونية) :

تختلف إثيرات النشاء عن النشاء الطبيعي الأم في النواحي التالية :

- نقص التراجع في العجينة المطبوخة وعدم تساوي الفعالية في كل البدائل لإنقاص ظاهرة التراجع . والسلسلة الجانبية الطويلة أكثر فعالية من السلسلة القصيرة . إن السلسلة الجانبية ذات المجموعة الطرفية الأيونية هي أكثر فعالية من السلسلة الجانبية اللا أيونية من الطول نفسه تقريباً .
- درجة حرارة الجلطة أقل ، يبدأ الانتفاخ في الماء البارد لحبيبات نشاء إيثيل هيدروكسيل في درجة إبدال 0.3 تقريباً . وتنتفخ حبيبات إثيرات ألكيل الأمونيوم الرباعية في الماء البارد بدرجة إبدال 0.07 تقريباً .
- نسيج المعاجين أطول ولصوق أكثر .
- تحسن خواص الطبقات النشوية الرقيقة المجففة (زيادة الذوبانية ، زيادة النقاوة ، وأكثر مرونة ولمعاناً واتصالاً) .
- المعاجين المطبوخة ، والطبقات الرقيقة والخارجية ، أكثر مقاومة للتلغف البيولوجي .

- إن مجموعات البدائل في إثيرات النشاء مقاومة للتشقق الذي ينجم عن الأحماض والقلويات ، وعن العوامل المؤكسدة الخفيفة .

الخاصة النوعية لكاربوكسيل ميثيل النشاء :

— إن بدائل مثيل كاربوكسيل الأيونية تحول النشاء إلى عديد الكهرل ، الذي يظهر زيادة في الذوبانية واللزوجة في غياب الكهارل (أملاح : حموض) .
— قد لا ينحل كاربوكسيل ميثيل النشاء بالتفاعل مع الأيونات متعددة التكافؤ (كأيونات الألومنيوم ، الحديد ، النحاس) الأمر الذي يؤدي إلى ترسب النشاء أو تحولها إلى جلّ ، أو إلى عدم انحلال الطبقات الرقيقة .

— الخاصة النوعية لأثيرات النشاء الكاتيونية :

بما أن النشويات الكاتيونية ضخمة الجزئيات الكاتيونية فإنها تتجذب إلى جزئيات أو سطوح متقابلة مشحونة (مواد أنيونية) كالألياف السليلوزية والزجاج وتحتجز من قبلها .

— الخاصة النوعية لإثيرات النشاء اللا أيونية :

إن خلاص النشاء وإثيرات هيدروكسي إيثيل ، وهيدروكسي بروبيل ، وسيانو إيثيل النشوية ، هي غير أنيونية ، ولذلك لا تخضع معاجينها أو محاليلها إلى تأثيرات الذوبانية واللزوجة ، التي تمارسها الكهارل المنحلة وعسرة الماء على البوليمرات المتعددة الكهارل .

1-8 الجمع بين طرق المعالجة :

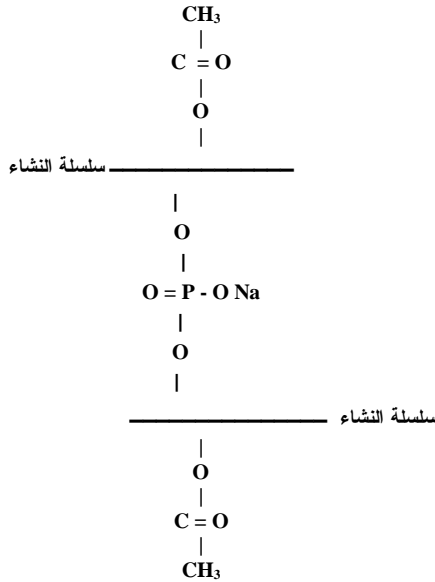
إن نمطاً واحداً من أنماط التعديل النشوي ، غالباً لا يكفي للحصول على الخواص المرغوبة من أجل استخدام معين . وعن طريق الجمع بين طريقتين (معالجة ثنائية) أو أكثر من طرق المعالجة ، يمكن الحصول على الخواص المطلوبة . وفيما يلي المجموعات العادية للتعديل :

- ربط متصالب + تثبيت .
- تثبيت + انحلال موجّه .
- أسترة + أترجة . أو أترجة + أترجة (جميعها أحادية الوظيفة) .
- ربط متصالب + جلنتة مسبقة .

أ- الربط المتصالب + التثبيت :

يمكن استخدام النشاء الحبيبي المرتبط تصاليباً ، بخواص انتفاخه المكبوتة أو "المتبطة" كمادة قاعدية للأسترة أو الأثرجة الأحادية الوظيفة (تثبيت) . ويمكن أيضاً إجراء الربط المتصالب + الأسترة الأحادية الوظيفة ، في وقت واحد في معلق مائي قلوي . تعطي نشويات المعالجة الثنائية معاجين بطيئة التراجع (بسبب مجموعة الإستر والإثير) مع زيادة اللزوجة (بسبب الربط المتصالب) . وتبين الصورة التالية تركيب فوسفات مؤسئلة ثنائية النشاء .

(ربط متصالب + تثبيت) :



ب - تثبيت + انحلال موجّه :

للحصول على إستيرات أو إثيرات نشوية منخفضة اللزوجة يمكن اللجوء إلى أكسدة النشاء الطبيعي أو تعديل حموضته قبل إجراء الأسترة أو الأثرجة ويمكن أيضاً نزع بلمرة الإستيرات أو الإثيرات بالتعديل الحمضي ، أو المعالجة بالديكسترين أو بالتعديل الإنزيمي للحصول على نواتج ذات لزوجة

مرغوبة . تحمل المعاجين النشوية لمشتقات المعالجة الثنائية لزوجة أخف ،
وميلاً أضعف إلى التراجع مقارنة بالنشويات الطبيعية الأم .
ج - الأسترة + الأثرجة . أو الأثرجة + الأثرجة (جميعها أحادية الوظيفة):
يمكن تحضير المشتقات النشوية الكاتيونية - الأنيونية الممتزجة
(النشويات الأمفوتريجي Amphoteric) والتي تحتوي على مجموعات
أنيونية (كربوكسي ميثيل ، كربوكسيل ، فوسفات) وكاتيونية (ألكيل أمينو
رباعي ، أمونيوم رباعي) . يمكن لهذه المنتجات أن تحمل نقطة تعادل
كهربائي وخواصاً شبيهة بالبروتين . وقد ذكر أن النشاء الذي يحتوي على
مجموعات كاتيونية ومجموعات هيدروكسي ألكيل مفيد خصوصاً في تغرية
الورق . تستخدم مشتقات النشاء التي تحمل بدائل أليفة وكارهة للماء كعوامل
إرغاء في الأجهزة المائية .

د - الربط المتصالب + الجلنتة المسبقة :

يمكن القيام مقدماً بجلنتة النشويات المرتبطة تصالبياً ، والنشويات الثابتة
المرتبطة تصالبياً بواسطة التجفيف الداري . وتستخدم هذه النشويات في
الأغذية الجاهزة ومختلف المواد اللاصقة وكمكثفات قوام في طباعة النسيج .

1-9 النشاء المعدل فيزيائياً :

يمكن تحويل النشاء وتحويله إلى نشاء ذي لزوجة منخفضة بدون استعمال
أي مواد كيميائية ، وذلك بتعريضه لتأثير ميكانيكي عنيف مثل الطحن مدة
طويلة أو بالتسخين والتبريد الفجائي .
فمثلاً عند تعريض النشاء لتأثير الطحن بين أسطوانتين تدوران في
اتجاهين مختلفين يمكن الحصول على نشاء ينتفخ في الماء البارد .

ويمكن الحصول على نشاء له نفس الخواص بتسخين النشاء إلى درجة 110°م ثم رشه بالماء وهو في هذه الدرجة إذ بمجرد الابتلال تنتفخ الحبيبات ولكن لا تلبث أن تجف .

كما يمكن تحضير نشاء ذائب بتسخين النشاء في فرن تحت ضغط في درجة 125°م ثم إبطال الضغط دفعة واحدة ، إذ يلاحظ انتفاخ الحبيبات بسبب انطلاق ماء الرطوبة المحبوس فيها دفعة واحدة .

والنشاء الناتج منتفخ ويزوب في الماء البار ويستعمل في تنشية الملابس والتبويض ، كما تحضر بهذه الطريقة بعض النشويات المستعملة في الغذاء والمعروفة تحت اسم Rufed Rice, Corn , etc .

ويمكن أيضاً تحضير نشاء ذائب بواسطة البخ Atomising وذلك بيخ معلق النشاء تحت ضغط في جو من الهواء الساخن والبخار، إذ يهبط النشاء في أرض المكان على صورة بودرة تذوب في الماء .

الفصل الثاني : السكريات النشوية

1-2 شرابات الجلوكوز

أ - مقدمة

ب - ديكستريانات المالتوز

ج - شراب الجلوكوز

أولاً- إنتاج شراب الجلوكوز من معلق النشاء .

1- التحليل المائي لمعلق النشاء

أ - التحلل بالأحماض

1 - الطريقة القديمة المتقطعة .

2 - الطريقة الحديثة المتقطعة .

3 - الطريقة الحديثة المستمرة .

ب - التحلل بالحمض والأنزيمات على مرحلتين .

2 - التعديل

3 - إزالة الشوائب واللون (التنقية) .

إزالة اللون بواسطة الراتنجات .

4 - التركيز .

5 - التبلور .

- ملاحظات هامة يجب أن تراعى في إنتاج شراب الجلوكوز .

- مخطط إنتاج شراب الجلوكوز .

د - شراب المالتوز

هـ - شراب الفركتوز :

- شراب الذرة عالي الفركتوز .

1- إنتاج شراب الفركتوز أنزيمياً .

آ - تحليل النشاء إلى ديكستريانات

- 1 - التحلل بالحمض
- 2 - التحلل بالحمض والأنزيم
- 3 - التحلل بالأنزيم
- ب - تحوي الديكستريانات إلى جلوكوز
- ح - تحويل الجلوكوز إلى فركتوز
- 2 - أنواع شراب الفركتوز .
- 3 - تخزين وتداول شراب الفركتوز .
- جدول بالحلاوة النسبية للسكريات النشوية .
- 2 - 2- أصناف الجلوكوز
- 2 - 3 - حركية التحلل المائي للنشاء في وسط حمضي .
- تأثير العوامل المختلفة على سرعة التحلل .
- 2 - 4- تكنولوجيا إنزيمية في صناعة النشاء .

الفصل الثاني

السكريات النشوية Starch sugars

1-2 شرايات الجلوكوز : Glucose syrups

أ- مقدمة :

من المعروف أنه إذا مضغنا قطعة من الخبز في الفم وبقيت لفترة تحول طعمها إلى طعم سكري وما ذلك إلا لتحول نشاء الخبز إلى جلوكوز بواسطة خمائر اللعاب .

والمواد النشوية جميعها التي نأكلها تتحول بواسطة خمائر اللعاب وخمائر المعدة إلى جلوكوز . وعملية تحضير الجلوكوز في الصناعة ما هي إلا تقليد للعملية التي يتم فيها تحلل النشاء بواسطة خمائر اللعاب والمعدة في جسم الإنسان والحيوان .

وتتم عملية تحضير شراب الجلوكوز صناعياً بتحلل النشاء بواسطة الأحماض المعدنية أو العضوية ، أو بواسطة الأحماض والخمائر معاً . ويمكن إنتاج شراب الجلوكوز من أي نوع من النشاء ، إلا أن نقاوة الناتج النهائي تختلف باختلاف نوع النشاء المستعمل في صناعته ، ويمكن ترتيب أنواع النشاء على حسب درجة نقاوة الناتج النهائي كما يلي :

أ - نشاء البطاطا والتبوكا ويعطي أفضل أنواع الجلوكوز .

ب - ثم يليه نشاء الذرة الشامية (العرنوس) البيضاء أو الصفراء .

ج- ثم نشاء أنواع الذرة البيضاء العريضة والرفيعة (الرزينة) .

د- ثم نشاء الرز .

هـ- ثم نشاء القمح .

و- ثم نشاء الحبوب الأخرى .

ويمكن إنتاج أنواع كثيرة من الجلوكوز التجاري من النشاء ، وذلك يتوقف على درجة التحليل المائي للنشاء ، فإذا أجري تحليل مائي كامل للنشاء ، كان

النتاج النهائي نوع من الجلوكوز يمكن فصله بطرق التبلور على صورة نقية ويحتوي على جزيء واحد من الماء ويستعمل لأغراض تجارية ويطلق عليه اسم سيريلوز Serilose ويحتوي على حوالي 91 - 92 % من السكريات المختزلة وحوالي 0.05-0.1% رماد . وإذا كررت عملية التبلور ثانية يمكن إنتاج الجلوكوز النقي الذي يحتوي 99.5 - 99.9 % جلوكوز ، ويستعمل في الأغراض الطبية .

وإذا أجري التحليل المائي للنشاء بحيث يوقف التفاعل قبل نهاية التحليل الكامل يمكن إنتاج شراب يحتوي على مزيج من السكريات أهمها : الديكستري والمالتوز والجلوكوز ، وتتفاوت نسب هذه السكريات في المحلول حسب درجة إيقاف التفاعل .

وتعتبر صناعة شراب الجلوكوز من الصناعات المهمة في ميدان الصناعة إذ يستعمل في صناعة الأغذية الحلوة ، ويحل محل جزء كبير من السكر المرتفع الثمن في أكثر بلاد العالم . لئما يعتبر الجلوكوز التجاري من المواد الضرورية لصناعة أنواع الكرمات والدربس إذ يعطيها قواماً ويمنعها من التميع . ويرجع السبب في ذلك إلى وجود الديكستري الذي يمتاز بأنه أقل تميماً من الجلوكوز نفسه ، ومن الفرقكتوز (الشديد التميع) الناتجين من تحلل السكر . وعادة تنتج مصانع الجلوكوز الضخمة ثلاثة أنواع من شراب الجلوكوز التجاري وهي :

نوع يستعمل في صناعة الكرمات والدربس ويحتوي على 33 - 38 % سكريات مختزلة .

ونوع يستعمل في صناعة الحلوة الطحينية ويحتوي على 45 - 52 % سكريات مختزلة .

ونوع يستعمل في صناعة البسكويت ويحتوي على 65 - 70 % سكريات مختزلة .

على ذلك تحتوي شرابات الجلوكوز على : جلوكوز، ومالتوز، ومزيج من السكريات العليا .

الجلوكوز والديكستروز اسمان مترادفان بالمعنى الكيميائي ، ولكن في الصناعة جرت العادة أن يستخدم اسم ديكستروز لوصف الناتج البلوري النقي وتستخدم تسمية شراب الجلوكوز لوصف نواتج الحلمأة الناقصة .
تقوم طريقة التعبير عن التركيب النسبي لشرابات الجلوكوز على أساس تقدير مكافئ الديكستروز **DE** . ويحدد مكافئ الديكستروز بوصفه إجمالي السكريات المحولة ، معبراً عنها كديكستروز، ومحسوبة كنسبة مئوية من إجمالي المادة الجافة . وترتبط قيمة مكافئ الديكستروز عكسياً بدرجة البلمرة **DP** . إن مكافئ الديكستروز في النشاء هو صفر عملياً ، في حين يحدد مكافئ الديكستروز في الديكستروز بـ 100 . ونحصل على بيان لدرجة البلمرة في النشويات المتحللة مائياً باستخدام المعادلة :

$$\text{مكافئ الديكستروز} \times \text{درجة البلمرة} = 120$$

يمكن تصنيف السكريات النشوية (النشويات المحلمأة) كما يلي :

- شرابات الجلوكوز والمالتوز ويمكن تصنيفها كما يلي :
- شراب جلوكوز منخفض : مكافئ الديكستروز : 25-37 .
- شراب جلوكوز متوسط : مكافئ الديكستروز : 37-57 .
- شراب جلوكوز عالي : مكافئ الديكستروز : 58 وأكثر .
- شراب المالتوز : محتوى المالتوز على الأقل 40 % (على أساس المادة الجافة) .
- شرابات جلوكوز مجففة : (مكافئ الديكستروز 20 % أو أكثر) .
- جلوكوز مشابه iso glucose : (= شراب جلوكوز - فركتوز) .
- ديكستروز (خال من الماء أو وحيد التميّه) .

يمكن لإنتاج النشويات المحلّمة استخدام الوسائط التالية :

- الأحماض (حمض كلور الماء ، حمض الكبريت ، حمض الأوكساليك) .
 - إلفا أميلاز (من الملت ، أو البكتريا ، أو الفطور) .
 - ميثا أميلاز (من الملت ، أو البكتريا) .
 - جلوكون أميلاز (= غلوكوسيداز glucosidase ، أميلوجلوكوسيداز amyloglucosidase ، أميلاز غاما gamma-amylase من الفطور) .
 - إيزوميراز isomerase (إنزيم isomerizing جلوكوني من البكتريا) .
 - إنزيم نزع التفرع (بولولاناز pullulanase ، إيزوأميلاز isoamylase ، أميلو 1،6- غلوكوسيداز amylo - 1,6- glucosidase من البكتريا)
- بدأت صناعة الجلوكوز الحالية في عام 1811 على يد كيرشهورف ، وهو كيميائي ألماني كان يعمل في مخبر روسي . لقد اكتشف أنه يمكن تحويل النشاء بواسطة التسخين مع أحماض مخففة إلى سكريات حلوة . وكان هذا الاكتشاف عرضياً ، لأن كيرشهورف كان يهدف إلى تحضير بديل للصبغ العربي . وما تزال الأنماط الثلاثة للنواتج الذي حصل عليه كيرشهورف بتسخين نشاء البطاطا مع حمض الكبريت المخفف (شراب ، مادة صلبة متحللة مائياً ، ديكستروز مفصول من الشراب) نواتج تجارية على شكل شراب جلوكون ، وسكر إجمالي ، وديكستروز بلوري . وسرعان ما قام كثير من الكيميائيين بنسخ نتائج كيرشهورف . وفي أقل من سنة بعد الإعلان عن اكتشافه ، أنشئت في ألمانيا الصناعة التجارية لسكريات النشاء . وكان كيرشهورف أيضاً عام 1811 من أعلن عن تحويل النشاء إلى شراب مالتوز ، عن طريق تأثير أميلاز ملت الحبوب على عجينة نشاء البطاطا . ومنذ عام 1815، جرى تحويل 50 % على الأقل من الإنتاج العالمي للنشاء الطبيعي إلى سكريات نشوية (شراب جلوكون ، ديكستروز ، إيزوجلوكوز) .

ب- ديكستريانات المالتوز Maltose dextrins

ديكستريانات المالتوز: هي نشويات محلماًة ، نحصل عليها بمعالجة النشاء بلحمض من الصنف الغذائي و/أو الإنزيمات إلى مكافئ ديكستروز أقل من 20 % . ويمكن إنتاج ديكستريانات المالتوز صناعياً عن طريق جلتنة معلق النشاء التي تحتوي على ألفا أميلاز المقاوم للحرارة ، ثم تفرغ عجينة النشاء إلى عمود استيعاب ، حيث يحدث الترقيق الإنزيمي . يتواصل التفاعل الإنزيمي إلى المدى الذي يحتاجه إنتاج مكافئ الديكستروز المطلوب . وبعدها تعطى الفعالية الكيميائية للإنزيم بالتسخين ، ويرد محلول النشاء المحلماً الناتج لتجفيفه وإنتاج مساحيق بيضاء ناعمة . إن سرعة الحلماًة تضبط مكافئ الديكستروز والتركيب (كمية الجلوكوز : والمالتوز، الأليغوسكريات ، والبولي سكريات) لديكستريانات المالتوز . ترتبط قيمة مكافئ الديكستروز بالخصائص الوظيفية . فعندما ترتفع هذه القيمة ، تزداد الذوبانية والحلاوة وقابلية امتصاص الرطوبة ، ولكن اللزوجة تنقص . تلاقي الديكستريانات المالتوزية استخدامات واسعة في صناعة الأغذية المحفوظة والجاهزة ، وبصورة رئيسية على شكل حشوة / حاملة ، ومخفضة لدرجة الحلاوة . وتؤدي الوظيفة الضرورية لضمان توزيع منتظم ، وقياس أكثر دقة للعناصر الصغيرة . وفي كثير من هذه المنظومات تضيف ديكستريانات المالتوز أيضاً الإحساس الفموي mouth-feel على الناتج النهائي الحاصل .

ج - شراب الجلوكوز Glucose syrup :

الحلماًة الحمضية للنشاء فعل " عشوائي " ، والشراب الناتج هو فقط من عمل درجة التحويل . والحلماًة الإنزيمية للنشاء، هي عمل مكيف ، وتركيب الشراب الناتج ، وهو من عمل درجة الحلماًة ، ونوع الإنزيم المستعمل . والأميلازات الأربعة المألوفة (ألفا أميلاز ، بيتا أميلاز ، غلوكو أميلاز ، ايزو أميلاز) ، تظهر أنماطاً للحلماًة مختلفة على نحو واضح . يمكن

استخدام واحد أو أكثر من هذه الإنزيمات بالاقتران مع الحمض لحلمأة النشاء، لإنتاج شرابات ذات تركيب نوعي جداً ، ومميزات محددة ، فيزيائية وكيميائية . وفي عام 1932 وصف لأول مرة إنتاج شرابات ال جلوكوز المحولة بالإنزيم والحمض . والنماذج الأخرى من شرابات الجلوكوز المحولة بالحمض والإنزيم ، هي شرابات الجلوكوز ذات المحتوى العالي أو ذات المحتوى المنخفض من مكافئ الديكستروز .

أولاً - إنتاج شراب الجلوكوز من معلق النشاء :

والخطوات الأساسية في صناعة الجلوكوز من معلق النشاء هي :

1 - التحليل المائي لمعلق النشاء Hydrolysis :

وفي هذه الخطوة يتم تحويل النشاء إلى درجة التحليل المطلوبة حسب نوع الجلوكوز المراد إنتاجه ، ويستعمل فيها النشاء على صورة معلق كثافته تتراوح عادة ما بين 20 - 22 بومية .

وتستعمل المصانع التي تنتج النشاء والجلوكوز في مصنع النشاء نفسه لبن النشاء بعد تنقيته من الشوائب وقبل تجفيفه لصناعة الجلوكوز .

أما المصانع التي تنتج الجلوكوز فقط فتخلط النشاء الجاف بالماء ليعطي الكثافة المطلوبة وتفضل عادة الكثافة التي تقرب من الـ 22 بومية ، ويجري التحليل المائي حالياً بواسطة الأحماض أو بواسطة الأحماض والخمائر معاً كالاتي :

آ - التحلل المائي بواسطة الأحماض : ويوجد لذلك عدة طرق :

1 - الطريقة القديمة :

وفيها يستعمل حمض الكبريت بنسبة 0.5 - 1 غرام حمض لكل 1000 غ نشاء ، ويجري التحليل المائي في أحواض مفتوحة كبيرة من الخشب تحتوي بداخلها أنابيب بخار ، وتوضع فيها كمية من الماء - (حيث تكون نسبته 2- 2.5 مرة بالنسبة للنشاء الجاف) - ثم الحمض . ويغلي المخلوط بواسطة

البخار، وبعد ذلك يضاف معلق النشاء ببطء ويستمر بالغليان حتى تتم درجة التحليل المطلوبة ، ويمكن إتباع عملية التحليل وإيقافها عند الحد المطلوب بالنسبة للسكريات المختزلة باختبار المحلول المتحلل بواسطة محلول يود مخفف (4 %) ويقارن اللون الناتج بألوان محاليل معروف فيها نسبة السكريات المختزلة ، أو بواسطة إضافة حجم من المحلول إلى حجمين من الكحول وملاحظة الراسب الناتج نتيجة لوجود الدكستريينات ، ويستدل على أن التحليل المائي قد انتهى إذا كان حجم من محلول الجلوكوز الناتج لا يعطي راسب مع حجمين من الكحول .

2- الطريقة الحديثة المتقطعة :

وفيها يستعمل حمض كلور الماء ، أيضاً بنسبة 1 غرام حمض لكل 1000 غرام نشاء ، ولكن تجري عملية التحليل في وعاء مؤصد من النحاس الأحمر أو الستانلس ستيل (ارتفاعه بحدود 3 - 6 متر وقطره 1 - 2 متر) وتتم عملية التحلل في هذا الجهاز على الشكل الآتي :

تمدد كمية الحمض اللازمة للتحلل بعشرة أمثالها من الماء (وعادة تؤخذ كمية الحمض بحيث يكون PH الوسط في النهاية بحدود 2) وتقلل بالتقالة أو بالمضخة إلى جهاز التحويل وتسخن بالبخر لدرجة الغليان ، ثم يبدأ بصب لبن النشاء بكثافة 20-22 بومية تدريجياً فوق محلول الحمض كي لا يتحول النشاء إلى عجينة مع ملاحظة استمرار التسخين ، وتستغرق عملية صب لبن النشاء فوق محلول الحمض عادة حوالي 15 - 20 دقيقة .

وعند إضافة كل كمية لبن النشاء يؤصد الجهاز ويرفع الضغط فيه إلى حوالي 2 - 2.5 كغ / سم² ، وتكون درجة الحرارة في هذه الحالة بحدود 130 - 135 م⁰ ، وعملية التحليل عندئذ لا تستغرق إلا بضع دقائق ، ويمكن تتبع عملية التحليل بواسطة محلول اليود أو الكحول كما ذكر سابقاً ، وهذه الطريقة هي المتبعة في بعض المصانع السورية والمصرية .

3- طريقة التحليل المائي المستمر :

وهي من الطرق الحديثة جداً والتي أدخلت في النصف الثاني للقرن العشرين . وأصبحت تحل محل طريقة التحليل المائي بواسطة الجهاز المؤسد . والطريقة تعتمد على تحليل النشاء بطريقة مستمرة وذلك بمرور لبن النشاء تحت ضغط مرتفع 30 كغ / سم² وعلى درجة 2 = PH ، خلال أنبوبة أسطوانية أفقية مغلقة يحوطها البخار من الداخل والخارج ، ويبلغ طولها بين 120 - 160 م . فبتأثير الضغط والحرارة والحمض يتحلل النشاء متحولاً إلى شراب جلوكوز يخرج من طرف الأنبوبة الآخر .

وهكذا تستمر العملية بصفة مستمرة ، وتسمى هذه الطريقة طريقة Kreyer بالنسبة إلى اسم مخترعها . وتمتاز بأنها مستمرة ، وبأنه يمكن التحكم في نسبة السكريات المختزلة في الجلوكوز الناتج بالتحكم في كمية النشاء والحمض والضغط ، وبأنه أيضاً تتم فيها عملية التحلل بسرعة . وبالإضافة إلى ذلك فإنه من المعروف عادة أثناء التحلل المائي للنشاء يحدث تحلل للمواد البروتينية الموجودة مع النشاء إلى : أحماض أمينية ، وخاصة إذا وجدت مواد بروتينية ذائبة في الماء ، وكذلك ينتج أيضاً تحلل البننوزات (السكريات الخماسية) الموجودة أصلاً في النشاء إلى فورفورال Furfural وتتحد الأحماض الأمينية مع مجموعة الكربونيل الموجود في السكريات أثناء التحليل معطية مواد ذات لون أصفر وخاصة في وجود الفورفورال ويسمى هذا التفاعل بتفاعل ميلارد Maillard ، ويصبح بذلك الجلوكوز ذو لون أصفر غير مرغوب تجارياً .

وعلى هذا الأساس فإن طريقة التحلل المائي المستمر مفضلة عن الطرق السابقة المذكورة لأن التحلل المائي للنشاء يتم بسرعة ولا يعطي الفرصة لتحليل البروتين والبننوزان .

ب - التحلل المائي بواسطة الحمض والخمائر (الأنزيمات) على مرحلتين :

أدخلت هذه الطريقة أيضاً في النصف الثاني للقرن العشرين وخاصة في اليابان وأوروبا . وبالرغم من أن هذه الطريقة معروفة منذ زمن طويل إلا أنه لم يمكن استعمالها وذلك لعدم تمكن إنتاج الخمائر المحللة للنشاء على نطاق صناعي . وفي هذه الطريقة يتم التحليل المائي جزئياً بواسطة الأحماض حتى تتحلل النشاء إلى حوالي 18 - 20 % سكريات مختزلة . وبالطبع تستعمل تركيزات أقل من الأحماض وحرارة أقل . تعدل إلى درجة الـ PH المناسبة (حوالي 4.5 - 5) ثم تضاف الخمائر وتتم هذه العملية في أحواض كبيرة من الخشب أو المعدن الغير قابل للصدأ وتنظم فيها درجات الحرارة بواسطة الترم وستات وتستغرق هذه العملية عدة ساعات (من 6 - 12 ساعة) . وتمتاز بعدم تكوين التفاعلات الثانوية وكذلك إمكان رفع نسبة السكريات المختزلة عن الحد الذي يمكن وصوله بالأحماض .

وينتج الآن في اليابان نوع من الجلوكوز يحتوي على حوالي 90 % سكريات مختزلة وهذا الجلوكوز عديم اللون ورائق ولا يحصل فيه تبلور الجلوكوز لوجود سكريات أخرى وإذا صنع نفس الجلوكوز بواسطة الأحماض فسوف يكون لونه أصفر بني .

ومن الجدير بالذكر أن بعض المصانع تفضل استعمال حمض الفوسفور بدلاً من حمض الكبريت وحمض كلور الماء ، حيث يمتاز هذا الحمض بأن التفاعلات الثانوية تكون أضعف مما هي عليه مع الأحماض الأخرى كما أن أيون الفوسفور يبقى مع شراب الجلوكوز ووجوده يمنع تمييع الكرميلات المصنوعة بشراب الجلوكوز .

كما أدخل أيضاً في السنوات الأخيرة استعمال حمض الأوكساليك (حمض الحمّاض) والذي يمتاز بأنه حمض ضعيف فلا يحلل المواد البروتينية والبننوزان وبالتالي فإن اللون الأصفر للشراب لا يتكون .

ويخرج الشراب بعد عملية التحلل المائي بكثافة 18 بومية و $PH = 2.2$ ويحتوي هذا الشراب على كثير من المواد الغير ذائبة أهمها المواد البروتينية ومشتقاتها التي لا ترسب في تلك الدرجة من الحموضة ، لذلك فإن كثيراً من المصانع تنقل هذا الشراب إلى أحواض خاصة حيث تزال الطبقة العليا التي تطفو على السطح وتحتوي على المواد الغير ذائبة ، وصنعت أخيراً آلات طرد مركزية لفصل هذه المواد شبيهة بالتي ذكرناها في فصل البروتين عن النشاء وتستعمل الآن بنجاح كبير .

2 - التعديل Neutralization

تجري هذه الخطوة لغرضين أساسيين أولهما معادلة الحمض الزائد عن عملية التحلل المائي ، وثانياً لرفع درجة الـ PH إلى الدرجة المناسبة التي ترسب فيها كثير من الشوائب ، وخاصة المواد البروتينية المتحللة والأحماض الأمينية الموجودة في الشراب .

وهذه الخطوة حساسة جداً لأن وجود حموضة زائدة في شراب الجلوكوز تعمل علاوة على تحلل السكرورز إلى الكرميلات فيما بعد على إنتاج لون بني لشراب الجلوكوز أثناء التسخين .

واختيار درجة الـ PH المناسبة يتوقف على نوع النشاء المستعمل والتي تكون بين 4.6 - 5.1 وعلى نوع وكمية الشوائب الموجودة ، بالإضافة إلى التفاعلات الثانوية التي تنتج أثناء التحلل المائي والتي تختلف تبعاً لطريقة التحليل المائي ونوع وتركيز الحمض ودرجة الحرارة ومدة التسخين... الخ . ومن المهم جداً مراعاة عدم زيادة درجة الـ PH عن 5.1 إذ أن الزيادة عن هذه الدرجة تعمل في زيادة اللون الأصفر وخاصة في درجات الحرارة المرتفعة وهذا اللون الأصفر الناتج عن ارتفاع درجة الـ PH لا يمكن التخلص منه حتى ولو انخفضت درجة الـ PH للشراب مرة ثانية .

ويستعمل للتعادل هيدروكسيد الكالسيوم إذ استعمل في التحليل المائي حامض الكبريت أو حمض الفوسفور أو حمض الأوكساليك . ومن عيوب هيدروكسيد الكالسيوم أنه إذا بقي في الشراب يعطي أملاح الكالسيوم الغير ذوابة والتي تبقى بنسبة بسيطة في المنتج النهائي وتسبب عكارة للشراب . ولذلك يجب إزالة أملاح الكالسيوم الناتجة أثناء الصناعة . وبهذه المناسبة يجب مراعاة استعمال مياه خالية من أيونات الكالسيوم والمغنزيوم (مياه يسره) في جميع مراحل صناعة الجلوكوز لنفس السبب . وتستعمل كربونات الصوديوم لمعادلة الشراب الناتج من التحلل المائي بواسطة حمض كلور الماء . وتستعمل كربونات الصوديوم في صورة محلول بتركيز 10-15% فيتكون كلور الصوديوم الذي يبقى في الجلوكوز حتى آخر مرحلة ويعمل على عدم تبلور الجلوكوز .

3 - إزالة الشوائب واللون (التنقية Clarification) :

يزال اللون الأصفر من الشراب الناتج من تحلل النشاء بمعاملته بواسطة الفحم النشط . ويوجد نوعين من هذا الكربون: حيواني ونباتي . والكربون الحيواني قليل الادمصاص للون الشراب إلا أنه يمتاز بوجود أملاح الفوسفات والتي يذوب بعض منها فتترسب أملاح الكالسيوم والمغنزيوم إذا وجدت ، كما أنه يبقى جزء صغيرة من أيون الفوسفات إلى آخر مرحلة وهو مفيد كما ذكرنا سابقاً .

والكربون النباتي يمتاز بارتفاع نشاطه لإزالة اللون الأصفر . ويجب بالطبع مراعاة أن يستعمل الكربون ذو نشاط أعلى للادمصاص في درجات PH التي تعادل شراب الجلوكوز .

وبالإضافة إلى أن الكربون يمتص بعض الألوان فإنه يمتص كذلك بعض المواد البروتينية أو الأحماض الأمينية عن طريق الشحنات الكهربائية السالبة الموجودة على سطحه . وهي عكس الشحنات الموجودة على هذه المواد .

ويضاف الكربون عادة بنسبة 0.3 - 1 % بالنسبة لشراب الجلوكوز (وزن فحم / وزن شراب جلوكوز نهائي) ويقلب جيداً مع الشراب ويترك مدة طويلة على درجة حرارة حوالي 80 م ° . وكلما زادت مدة التقليب كلما كان ذلك أفضل لإزالة اللون ويتم ذلك عادة في أحواض أسطوانية من الستانلس ستيل مزود كل منها بخلاط .

وهناك طريقة حديثة وهي مرور الشراب المتعادل في أسطوانات مغلقة تحتوي على الكربون . وتمتاز هذه الطريقة بأنها مستمرة وفي نفس الوقت يمر الشراب على سطح أكبر من الكربون فيزال منه اللون بصفة مجدية . ويضاف مع الكربون أنواع من التراب كالبنتونيت ، أو ألومينات الصوديوم وغيرها والتي تعمل على تسهيل عملية الترشيح لاتساع سطوحها ومساماتها . كما أنها تحتوي على شحنات كهربائية سالبة تعمل على ادمصاص بعض الشوائب خاصة التي قد ذابت أثناء عملية التعادل . وإذا عومل الشراب بواسطة الكربون في الأحواض يرشح عادة بواسطة المرشحات الضاغطة التي ذكرناها في صناعة النشاء . ويفضل أن يكون الشراب ساخناً حتى تتم عملية الترشيح بسرعة .

وتفضل كثير من المصانع استعمال الكربون الحيواني كمرحلة أولى لإزالة بعض الشوائب وبعض اللون ثم الترشيح ، وبعد ذلك معادلة الشراب مرة ثانية بواسطة الكربون النباتي . ويكون الشراب الناتج بعد عمليات الترشيح عديم اللون ورائق ودرجة كثافته حوالي 18 بومية .

إزالة الأيونات بواسطة الراتنجات :

وهذه الخطوة تستعمل حالياً في أكثر المصانع الحديثة إذ يمرر الشراب المتعادل خلال اسطوانتين عموديتين ، إحداهما تحوي على راتنجات تمتص الشوارد السالبة ، والثانية تحوي على راتنجات تمتص الشوارد الموجبة . وهذه الراتنجات تزيل الأيونات المعدنية التي كانت موجودة أصلاً في جزيء

النشاء ، أو التي وجدت عن طريق المياه المستعملة ، أو من الأحماض ، أو من المعاملة بواسطة الكربون والأترربة . ويوجد أنواع كثيرة من الراتنجات بأسماء تجارية مختلفة مثل : زيوليت ، وولفاتيت ، وبرموتيت . Zoualit, Permutit , Wolfatit .. الخ. وقد وجدت أنواع منها لها قدرة إزالة الألوان علاوة على إزالة الأيونات .

ومن عيوب استعمال الراتنجات في شراب الجلوكوز إزالة جميع الأيونات وخاصة الفوسفات وكلور الصوديوم التي تعمل على عدم تميع الكرم ويلات ويمكن تفادي ذلك بإضافة هذه الأملاح بالنسبة المطلوبة فيما بعد .

4 - التركيز Concentration :

يتم رفع تركيز محلول الشراب المتعادل المزيل منه اللون والشوائب في مركزات (مباخر) وتحت الفراغ وعلى درجة حرارة لا تتعدى 80 م ° . ويستعمل الفراغ ودرجة الحرارة المنخفضة حتى لا يتعرض الشراب إلى الأكسدة بأوكسجين الهواء ويصبح لونه أصفر .

ويتم عادة تركيز الجلوكوز على مرحلتين . ففي المرحلة الأولى يرفع تركيزه إلى حوالي 28-32 بومي ثم يعامل بواسطة الكربون النباتي والتراب النشط ويرشح لإزالة أي لون نتج أثناء التركيز . ثم يرفع تركيزه ثانية إلى 42-45 بوميه . ثم يعبأ شراب الجلوكوز عادة في براميل معدنية مجلفنة . ويفضل أن يتم التركيز على ثلاث مراحل على أن يعامل بالكربون والأترربة النشطة ثم التصفية بعد كل مرة وهذا ما يجري حالياً في أكثر المصانع الحديثة .

5 - التبلور Crystallization :

هذه العملية تتم على شراب الجلوكوز الذي تحول بكامله إلى سكريات مختزلة بعد المعالجة الحمضية والإنزيمية ، حيث ينقل شراب الجلوكوز إلى أحواض معدنية يوجد بها خلاطات تدور بحركة بطيئة ، ويضاف إلى

الشراب بعض بلورات الجلوكوز لتسهيل عملية التبلور، ويفضل أن تحفظ درجة حرارة الشراب على 38 م° أثناء العملية التي تستغرق بضعة أيام (4 - 6 أيام) حيث يتم التبلور ، ثم ينقل المحلول المحتوي على البلورات إلى الفارزات لفصل البلورات وغسيلها . ثم تجفف في أجهزة خاصة تحت الفراغ ويعامل المحلول المتبقي (المحلول الأم Mother Liquor) مرة ثانية بنفس المعاملة لترسيب دفعة ثانية من البلورات ، والمحلول المتبقي يسمى Hydrol وهو يحتوي على نسبة عالية من السكريات ويستعمل في صناعة البنسلين أو الأغذية .

ملاحظات هامة :

- 1 - أن تكون درجة الـ PH لشراب الجلوكوز النهائي بين 5.8 - 6 وذلك لأنه إذا انخفضت عن ذلك فإنها تعمل على تحلل السكروز عند صناعة الدريس والكرميل وبالتالي تكون النتيجة تمييع الكرميلات . وإذا زادت عن ذلك يتحول السكروز إلى لون بني أثناء تصنيع الكرميلات .
- وإذا استعمل شراب الجلوكوز في صناعة المرببات والشرابات فيفضل أن تكون درجة الـ PH بين 4 - 4.5 لأنها تعمل على تحلل السكروز إلى فركتوز فتزيد نسبة الحلاوة ويمنع التبلور .
- 2 - إضافة بيكبريتيت (بيسفيت) الصوديوم أثناء عملية التركيز عندما تصبح كثافة الجلوكوز 40 - 42 بومية ، حيث يتحد ثاني أكسيد الكبريت بالمجموعة الألدهيدية ويعمل كمحلول منظم Buffer ، كما يعمل أيضاً كعامل مضاد لنمو البكتريا والفطريات فيما بعد ، كما يمنع ذلك تلوين شراب الجلوكوز إلى اللون الأصفر أثناء التخزين لمدة طويلة أو إذا عرض إلى الضوء . وتضاف عادة مادة بيكبريتيت الصوديوم بنسبة واحد كيلو غرام لكل طن جلوكوز .

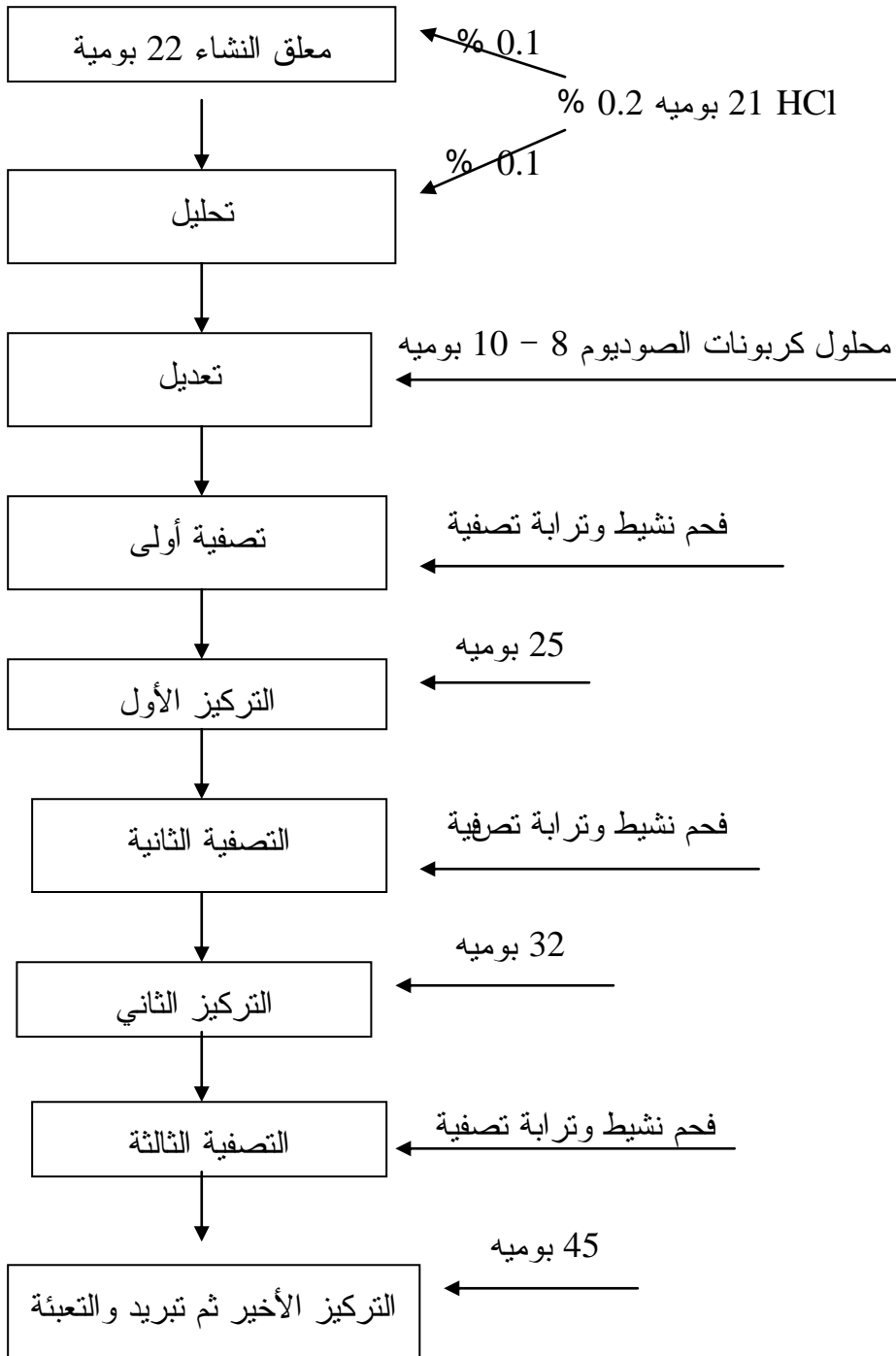
3 – إضافة بعض المواد التي تمنع الرغوة والفوران في المرحلة الأخيرة للتركيز ، لأن شراب الجلوكوز يكون عادة رغوة نتيجة للشوائب الموجودة فيه (وبالأخص المواد البروتينية) وهذه الرغوة تعيق عملية التركيز وتؤخرها ، كما أنها غير مستحبة في صناعة الحلويات والكرميولات والدريس فيما بعد ، إذ تزيد الرغوة والفوران أثناء التسخين مع السكروز . وتوجد مواد كثيرة تستعمل ضد الرغوة والفوران والأكثر استعمالاً هو زيت الخروج ، أو أحادي ستيرات الجليسرين . وتضاف عادة بنسب قليلة لا تتعدى أجزاء في المليون بالنسبة للجلوكوز .

4 – يجب أن لا يقل نسبة السكريات المختزلة عن 30 % في شراب الجلوكوز ، فإذا قلت عن هذا الحد فإنها تعيق عمليات الترشيح وكذلك عمليات التركيز لارتفاع نسبة الديكستريانات فيها.

5 – يجب أن تتم عملية التحليل المائي بحيث يكون قد تحلل كل النشاء لنفس السبب السابق ، وتعتبر القوانين والمواصفات القياسية وجود نشاء في شراب الجلوكوز غشاً كبيراً ويستدل على ذلك باللون الأزرق عند إضافة محلول اليود .

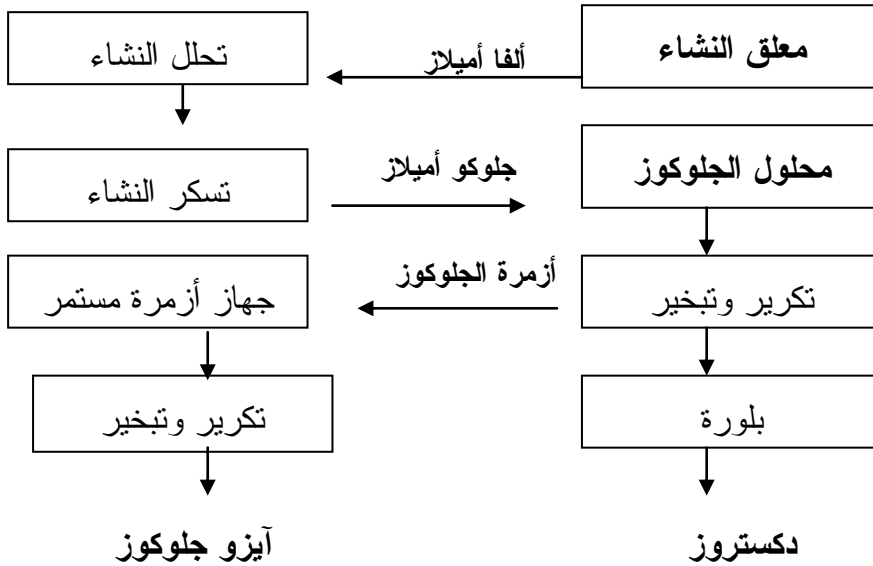
6 – يجب أن لا تقل نسبة الحموضة في شراب الجلوكوز عن نسبة ضئيلة تقدر بحوالي 300 ppm ، وهذه الحموضة الناتجة عادة عن بعض الأحماض العضوية ، وإذا قلت عن ذلك فيتغير لون الجلوكوز إلى اللون الأصفر أثناء التخزين كما يجب ألا تتعدى هذا الحد للسبب الذي ذكرناه قبل ذلك في درجة الـ PH .

7 – يجب أن تكون نسبة المواد البروتينية (أقل من 0.01 %) وكما زادت هذه النسبة كلما انخفضت جودة الشراب لأنه عند تسخينه مع السكروز يتحول لونه إلى اللون البني وتزيد نسبة الرغوة والفوران . والمخطط الآتي يبين مختلف المراحل السابقة لصناعة شراب الجلوكوز



د - شراب المالتوز Maltose Syrup

إن استعمال الملت (أو خلاصة الملت) في تحضير شراب المالتوز ، كان أول تطبيق للإنزيمات في صناعة النشا . ويبدو أن المالتوز والديكستريزات ، هي النواتج الرئيسية للحلماة . يحتوي الملت على أميلاز ألفا ، وأميلاز بيتا . وقد استخدم في مصانع الجعة على مئات السنين . وتظهر في الصورة التالية الطريقة المعممة لإنتاج شرابات ال جلوكوز ، والديكستروز ، والإيزو جلوكوز :



هـ - شراب الفركتوز : Fructose Syrup

يعتبر الفركتوز أحد السكريات الأخرى البديلة التي تستخدم في التحلية لسد الفجوة الكبيرة بين الاستهلاك والإنتاج العالمي من السكر . ويعتبر النشاء أهم المصادر الطبيعية التي لجأت كثير من الدول في السنوات الأخيرة لاستخدامه في إنتاج سكر الجلوكوز الذي ينتج تجارياً على صورة شراب Glucose Syrup حيث يستخدم بكثرة في عمليات التحلية ومعظم ما ينتج من شراب الجلوكوز يستخدم في إنتاج شراب الفركتوز الأكثر حلاوة . ويعتبر النشاء هو المادة الخام في إنتاج شراب الجلوكوز والأشربة السكرية الأخرى المشتقة منه . ويختلف نوع النشاء المستخدم في هذه الصناعة من بلد إلى آخر على حسب المادة الخام المتوفرة ففي حين تستخدم نشاء البطاطا في الكثير من الدول الأوروبية يستخدم نشاء القمح في أستراليا ونشا التابيوكا في جنوب أفريقيا , إلا أن نشاء الذرة يعتبر أهم المصادر الاقتصادية الذي يستخدم في كثير من دول العالم مثل الولايات الأمريكية وجمهورية مصر العربية في إنتاج شراب الذرة Corn Syrup الذي ينتج في صور عديدة تحتوي على تركيزات متباينة من سكريات الجلوكوز والمالتوز والفركتوز .

ولهذه الأشربة السكرية المختلفة خواص طبيعية وكيميائية متباينة تجعلها ذات استخدامات عديدة في مجال الصناعات الغذائية وذات أهمية تكنولوجية في تحضير العديد من المنتجات الغذائية التي يدخل في تكوينها السكر .

شراب الذرة عالي الفركتوز High Fructose Corn Syrup :

شراب الذرة عالي الفركتوز يعتبر أهم الأشربة السكرية التي تنتج من نشاء الذرة فضلاً عن درجة حلاوته العالية له بعض الخواص الطبيعية المميزة التي تؤدي إلى استخدامه بكثرة في تحضير العديد من المشروبات والمنتجات الغذائية المختلفة ويمكن اعتبار شراب الفركتوز بديلاً اقتصادياً

للسكروز حيث تقل تكلفة إنتاجه بالمقارنة بتكلفة استيراد السكر في الدول التي تلجأ إلى الاستيراد لسد الفجوة بين الاستهلاك والإنتاج . وقد بدأت محاولات إنتاج الفركتوز في الماضي على مستوى تجاري بالتحليل المائي للإنزيم Inulin وهو سكر عديد يتكون من وحدات الفركتوز ويوجد في العديد من النباتات خاصة الخرشوف الذي يوجد به بكميات كبيرة - أيضاً استخدم السكر كمصدر لإنتاج الفركتوز بالتحليل المائي بالحمض أو بأنزيم الإنفرتاز كما أجريت محاولات إنتاج الفركتوز من الجلوكوز بالمعاملة بالقلوي إلا أن كل هذه المحاولات لم تحقق نجاحاً على المستوى التجاري ولم تستمر لأسباب عديدة مثل عدم توفر المواد الخام وارتفاع تكلفة الإنتاج وعدم جودة صفات شراب الفركتوز الناتج لاحتوائه على كميات كبيرة من المواد الملونة والمواد الحامضية وغيرها من النواتج الثانوية الغير مرغوبة مما يتطلب عمليات تقنية معقدة ومكلفة للتخلص من هذه المواد الغير مرغوبة . وفي السنوات الأخيرة حققت صناعة شراب الفركتوز تقدماً ونجاحاً كبيراً على المستوى التجاري بعد استخدام إنزيم جلوكوز ايزو ميراز Glucose Iso merase في هذه الصناعة .

ويرجع بداية اكتشاف هذا الأنزيم إلى منتصف الخمسينات من القرن العشرين والاسم الأصلي لهذا الإنزيم Xylose Iso merase حيث أن نشاطه الأساسي تحويل السكر الخماسي زيلوز Xylose إلى مشابهه الكيتوني Xylulose وأجريت أبحاث عديدة في اليابان لاستخدام هذا الإنزيم في تحويل الجلوكوز إلى فركتوز كطريقة لإنتاج الفركتوز تجارياً للتغلب على مشكلة استيراد السكر ومع نهاية عام 1973 بدأت العديد من الدول الأوروبية والولايات المتحدة الأمريكية في إنتاج شراب الفركتوز من نشاء الذرة إنزيميا باستخدام أنزيم الجلوكوز ايزو ميراز . ويصل إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية من شراب الذرة العالي الفركتوز إلى ما يزيد عن 4 بليون

كغ سنوياً . أيضاً تأسس في مصر في مدينة العاشر من رمضان الشركة الوطنية لمنتجات الذرة التي تقوم بإنتاج شراب الذرة العالي الفركتوز لسد جزء من احتياجات البلاد من الفركتوز ، وبطاقة إنتاجية تصل إلى 100 ألف طن / عام فركتوز وهذه الكمية توازي حوالي 74 ألف طن سكر في السنة .

1 - إنتاج شراب الفركتوز إنزيمياً

Enzymatic Production of Fructose

تقوم صناعة شراب الذرة العالي الفركتوز على ثلاث عمليات رئيسية هي :

(1) تحليل النشاء إلى ديكستريانات Dextrinisation .

(2) تحليل الديكستريانات إلى جلوكوز Saccharification .

(3) تحويل الجلوكوز إلى فركتوز Isomerisation .

ويتخلل هذه العمليات الأساسية بعض العمليات الأخرى ذات التأثير المباشر على كفاءة الإنتاج وجودة شراب الفركتوز ونتناول في هذا الجزء خطوات الصناعة بالتفصيل والتي توضح في الشكل في الصفحة التالي :

أ - تحليل النشاء إلى ديكستريانات Dextrinisation :

يوجد النشاء في مصادره الطبيعية native starch على هيئة حبيبات سليمة متماسكة ذات بناء داخلي معقد وغير قابل للذوبان في الماء على درجات الحرارة العالية وبالتالي لا تستطيع الإنزيمات مهاجمة النشاء وتحليله تحت هذه الظروف مما يتطلب إحداث بعض التغيرات في صفاته الطبيعية والكيميائية حتى يمكن تحليله مائياً بفعل الإنزيمات إلى وحدات الجلوكوز ويتم ذلك بتسخين معلق النشاء إلى درجات حرارة أعلى من درجة حرارة الجلنتة فتفتح الحبيبات النشوية وتتمزق مما يؤدي إلى ارتفاع اللزوجة وحدث الجلنتة Gelatinization وبالتالي سهولة تحليل النشاء جزئياً إلى ديكستريانات وتتم عمليتي الجلنتة وتكوين الديكستريانات في عملية واحدة يطلق عليها Liquefaction وتجرى هذه العملية باستخدام حمض معدني أو أنزيم الأميلاز أو الاتنين معاً .

1- التحلل بالحمض Acid liquefaction :

تتم هذه العملية في أوعية تحت ضغط (Converters) حيث يخلط النشاء مع الماء لتحضير معلق يحتوي على 30 - 40 % نشاء (وزن جاف) ثم تضاف الكمية المناسبة من حمض كلور الماء مخفف (تركيزه 12 %) لخفض درجة الـ PH إلى 1.8 - 2.0 ثم يسخن المعلق بالبخار لرفع درجة حرارته إلى 90 °م ويستمر التسخين لمدة 30 دقيقة لاستكمال تحليل النشاء وإنتاج الديكستريانات المناسبة لعمل الأنزيم في المرحلة التالية ، ويعبر عن درجة تحليل النشاء بمكافئ الديكستروز DE حيث يستمر التحليل بالحمض حتى يتم الحصول على ناتج تحليل مكافئ دكستروز مقدار ه (30) فيوقف التسخين وتضاف كربونات صوديوم لرفع درجة الـ PH إلى 4.5 - 5.0 ومنتوقف مدة المعادلة بالحمض على النظام المتبع . ويؤخذ على طريق التحليل الحمضي لإنتاج الديكستريانات بعض العيوب والتي أهمها :

من الصعب إنتاج شراب ديكستريانات له مكافئ دكستروز معتدل بدون حدوث تغيرات غير مرغوبة ، حيث أن الشراب المنخفض في قيمة الـ DE يكون غير ثابتاً ونميل مكوناته من الديكستريانات إلى التجمع والاتحاد معاً وتكوين بوليمرات وهو ما يسمى Retro gradation ويؤدي وجود هذه التجمعات إلى ظهور عتامة وعتارة كثيفة تجعل مظهر الشراب غير مقبولاً وتجعل من الصعب إجراء عمليات التنقية والترشيح التي تجري بعد ذلك ومن ناحية أخرى فإن ارتفاع قيمة الـ DE في الشراب الناتج يؤدي إلى انخفاض نسبة الجلوكوز في الشراب النهائي لعدم كفاءة عمل الأنزيمات في المرحلة القادمة فضلاً عن أن ظروف المعاملة بالحمض تكون شديدة لدرجة تجعل جزيئات الجلوكوز الناتجة يحدث لها إعادة تنظيم وتكوين نواتج ملونة مثل الهيدروكسي ميثيل فورفورال وحمض اللينولينك التي تكسب الشراب لوناً أصفر غير مرغوب فيه .

يعمل الحمض بطريقة عشوائية وبالتالي يحتوي ناتج التحليل المائي للنشاء على نسبة بسيطة من الجلوكوز ومواد أخرى مصاحبة مما يتطلب إجراء عمليات تنقية شديدة لرفع تركيز الجلوكوز.

التحليل المائي بالحمض يتطلب ظروف حامضية شديدة والتسخين لمدة طويلة نسبياً وهذه الظروف تتطلب استخدام أوعية من معدن مقاوم للتآكل لفعل الحموضة الشديدة وهي عادة ما تكون مرتفعة الثمن.

2 – التحلل بالحمض والأنزيم Acid Enzyme Liquefaction

أمكن التغلب على مشاكل استخدام الحمض في التحليل المائي وتحسين صفات شراب الديكستريانات الناتج حيث تتم عملية التحليل على مرحلتين : في المرحلة الأولى يتم معاملة معلق النشاء المحمض بالطريقة السابقة حتى الوصول إلى درجة تحلل بسيطة تعادل 5 - 7 مكافئ دكستروز ثم يجري رفع درجة الـ PH إلى 6 - 6.5 ويضخ الشراب إلى خزان تجري فيه المرحلة الثانية حيث ترتفع درجة الحرارة إلى 85 °م وتضاف الجرعة المناسبة من إنزيم ألفا أميلاز بكتيري (مصدره *B.Subtilis*) ويستمر التحليل لمدة 30 دقيقة حيث يتم الحصول على شراب دكستريانات بمكافئ دكستروز حوالي 12 ويتميز هذا الشراب بصفات ترشيح جيدة .

3 – التحليل بالأنزيم / أنزيم Enzyme / Enzyme Liquefaction :

في هذه الطريقة يجري التحليل المائي للنشاء باستخدام نوعين من الأنزيمات ويتم ذلك على مرحلتين : في المرحلة الأولى يحضر معلق النشاء وتضبط درجة الـ PH عند 6.5 ويسخن المعلق لرفع درجة حرارته إلى 85 °م وتضاف الجرعة المناسبة من إنزيم ألفا أميلاز بكتيري (مقاوم للحرارة) ويستمر التفاعل لمدة 20 دقيقة ثم يجري تسخين المعلق تحت ضغط مرتفع لرفع درجة حرارته إلى 140 °م حيث يستمر التسخين لمدة 5 دقائق ثم تخفض حرارته بعد ذلك وتجرى المرحلة الثانية Dextrinisation

على درجة حرارة 85 °م (ودرجة الـ PH 6.5) حيث يضاف أنزيم ألفا أميلاز فطري ويترك حتى الوصول إلى الـ DE المطلوبة في شراب الدكستريانات . وتعتبر هذه الطريقة ذات أهمية اقتصادية كبيرة في زيادة الإنتاج عندما يكون الغرض الأساسي إنتاج شراب الفركتوز لأن هذه الطريقة تحقق إنتاج أعلى من الجلوكوز بالمقارنة استخدام الحمض . ويوضح ذلك الجدول التالي

نسبة الجلوكوز في شراب الذرة الناتج بالطرق المختلفة

(على أساس الوزن الجاف)

طريقة التحليل المائي	مكافئ الديكستروز في الناتج النهائي	الجلوكوز (%)	المالتوز (%)	سكريات الأوليجو (%)
التحلل بالحمض	95	91	3	6
التحلل بالحمض والأنزيم	97	95	2	3
التحلل بالأنزيم / أنزيم	98	97	1.6	1.3

ومن أهم التطورات التي حدثت في السنوات الأخيرة في هذا المجال عزل أنزيم ألفا أميلاز من بكتريا *B. licheniformis* يتميز بمقاومته الحرارية العالية وقدرته على تحمل درجات الحرارة المرتفعة التي تستخدم مع النشاء في المراحل الأولى ويتم ذلك باستخدام معلق نشاء تركيزه مرتفع يصل إلى 35-40 % مادة صلبة جافة ويضبط الـ PH عند 6.5-7 ثم يدفع إلى مجرى سريان معلق النشاء مباشرة قبل دخوله إلى المحوّل الذي يتم فيه طبخ النشاء Jet cooker حيث يدفع البخار لرفع درجة الحرارة إلى 105 - 100 °م , ويحفظ المعلق على هذه الدرجة لمدة 5-7 دقائق ثم تخفض درجة حرارة المعلق إلى 95 °م ويترك لمدة 60 - 90 دقيقة لزيادة درجة تحلل النشاء وإنتاج الدكستريانات المطلوبة بمكافئ دكستروز يتراوح بين 8 إلى 15

واستخدام هذا الأنزيم يحقق عدة مزايا حيث يؤدي إلى إمكانية البدء بمعلق نشاء مرتفع التركيز (أعلى من 40 %) واستخدام درجات حرارة مرتفعة دون التأثير على كفاءة عمل الأنزيم والتي تؤدي إلى حدوث تغيير في طبيعة النشاء برفع درجة حرارته إلى درجات أعلى من نقطة الجلتنة وبالتالي ارتفاع نشاط الأنزيم يعمل بصورة أفضل مع النشاء المتجلتن كما أن درجات الحرارة المرتفعة تعمل على خفض اللزوجة وتسهيل عملية الترشيح ولقى هذه المزايا تؤدي في النهاية إلى ارتفاع تركيز الجلوكوز في الشراب النهائي .

ب - تحويل الدكستريينات إلى جلوكوز :

Dextrins Conversion to Glucose

ويطلق على هذه العملية Saccharification وفيها يتم تحليل الديكستريينات وسكرات الأوليغو الناتجة من المرحلة السابقة إلى سكر الجلوكوز ويتم ذلك باستخدام أنزيم جلوكو أميلاز Gluco amylase (يسمى أيضاً أميلو جلوكو سيداز Amyloglucosidase) على صورة مستحضر تجاري مستخلص من فطر *Aspergillus Niger* الذي يقوم بتكسير الروابط الجليكوسيدية (ألفا 1 - 4) الطرفية وانفراد وحدات الجلوكوز ويمكنه أيضاً مهاجمة الروابط الجليكوسيدية (ألفا 1 - 6) في أماكن التفرع ولكن بمعدل أبطئ ودرجة الـ PH المثلى لنشاط الأنزيم 4.00 - 4.5 والأنزيم حساس بدرجة الحرارة المرتفعة حيث يحدث له تثبيط بلوتفاع درجة الحرارة أعلى من 60 ° م .

بعد إتمام عملية الـ Liquefaction ينقل شراب الدكستريينات إلى خزان كبير الحجم مزود بمقلب ميكانيكي ويبرد الشراب لخفض درجة حرارته إلى أقل من 60 ° م وتضبط درجة الـ PH عند 4.2 - 4.5 ثم تضاف الجرعة المطلوبة من أنزيم جلوكو أميلاز حيث يستمر التحلل لمدة تتراوح بين 48 - 96 ساعة حيث يتم حدوث أكبر درجة تحليل ممكنة ويتم الحصول على أعلى مستوى من الجلوكوز في الشراب الناتج .

وتوجد بعض الاحتياطات الواجب مراعاتها في هذه المرحلة عند التعامل مع أنزيم الجلوكو أميلاز حيث يفضل أن يكون المستحضر الأنزيمي على درجة مناسبة من النقاوة بما لا يؤثر على اقتصاديات الإنتاج كذلك يجب استخدام الأنزيم بأقل كمية ممكنة لتحقيق أعلى عائد من الجلوكوز ويرجع ذلك إلى أن مستحضرات الجلوكوز أميلاز التجارية الغير نقية تحتوي على بعض الشوائب الأنزيمية الأخرى مثل الأنزيمات المحللة للبروتينات والدهون وبالتالي فإن هذه الأنزيمات الجانبية تعمل على تحليل البروتينات أو الدهون التي قد توجد في شراب الديكستريانات كشوائب من نشاء الذرة وتكوين أحماض أمينية وبيتيدات قصيرة يمكن أن تتفاعل مع الجلوكوز وتنتج معقدات ملونة تكسب الشراب الناتج لونا غير مرغوب ، كما أن أنزيم الجلوكو أميلاز غير متخصص بدرجة عالية ففي وجود تراكيز عالية من المواد الصلبة والأنزيم فإنه يشجع ارتداد جزيئات الجلوكوز للاتحاد معاً (يسمى هذا التفاعل Reversion) وتكوين سكريات ثنائية من المالتوز والإيزومالتوز على حساب الجلوكوز المستهلك في هذه التفاعلات وبالتالي يقلل من إنتاجية الجلوكوز وللتغلب على هذه المشاكل فإنه يضاف مع الجلوكو أميلاز أنزيم آخر وهو بولولاناز Pullulanase وهو إنزيم متخصص في تحليل الروابط الجليكوسيدية ألفا (1 - 6) التي توجد في مناطق التفرع والتالي وجود هذا الأنزيم يعمل على تكسير نقط التفرع في الديكستريانات الناتجة من الأميلوبكتين مما يقلل من استهلاك أنزيم الجلوكو أميلاز في هذا التفاعل الجانبي وبالتالي يمكن التوفير في كمية الجلوكو أميلاز اللازم لإتمام التحليل بتوفير مادة التفاعل المناسبة لنشاط الأنزيم مما يؤدي إلى زيادة معدل نشاطه وخفض المدة اللازمة لإتمام التحليل وتقليل استهلاك الجلوكوز في التفاعلات الجانبية وتؤدي هذه الظروف مجتمعة إلى زيادة مردود إنتاجية سكر الجلوكوز وتحسين اقتصاديات التصنيع .

ج- تحويل الجلوكوز إلى فركتوز

Glucose Conversion to Fructose

ويطلق على هذه العملية Iso merisation ، وفي هذه المرحلة يتم معامل شراب الجلوكوز (يسمى أيضاً شراب الدكستروز) بأنزيم جلوكوز إيزوميراز Glucose Isomerase الذي يقوم بتحويل جزء من الجلوكوز بالشراب إلى فركتوز وإنتاج شراب الذرة العالي الفركتوز ويسمى المنتج المتشكل إيزوجلوكوز الذي يشبه في تركيبه وحلواته السكر المحول . وتعتمد كفاءة التحويل واقتصاديات التصنيع على عدة عوامل أهمها :

(أ) درجة نقاوة شراب الدكستروز ومدى خلوه من المواد التي تؤثر في نشاط الأنزيم .

(ب) مدى توفر الظروف المثلى لنشاط الأنزيم من حيث درجة الـ pH ، ودرجة الحرارة ، ومدة التفاعل بين الإنزيم ومادة التفاعل (الجلوكوز) ، ونشاط الإنزيم ودرجة ثباته ، وتركيز المواد الصلبة وسكر الجلوكوز في الشراب .

(ج) طريقة معاملة الشراب بالإنزيم :

ونتناول في هذا الجزء العمليات التي يتضمنها تحويل الجلوكوز إلى فركتوز بغرض إنتاج شراب الذرة العالي الفركتوز والعوامل التي تؤثر في إنتاجية الشراب واقتصاديات التصنيع :

(1) تنقية شراب الدكستروز (الجلوكوز) : Glucose purification :

يحتوي شراب الجلوكوز الناتج من العمليات السابقة على بعض الشوائب والمواد الذائبة التي تقلل من درجة جودة الشراب بالنسبة لتحويله إلى فركتوز وتعمل على تثبيط الإنزيم المستخدم في التحويل مما يتطلب ضرورة إجراء عمليات التنقية اللازمة للتخلص من هذه المواد الغير مرغوبة وتتضمن الخطوات التالية :

أ – الترشيح : يمرر الشراب خلال مرشحات مناسبة لإزالة الشوائب العالقة ذات الجزيئات الكبيرة الحجم التي تؤدي إلى انسداد أعمدة المفاعل الإنزيمي وخفض كفاءة عملها مما يتطلب وقف عمليات التصنيع وتنظيف مجرى سريان الشراب من الرواسب الموجودة وهي عملية صعبة ومكلفة .

ب – المعالجة بالفحم النشط : يمرر الشراب على أعمدة تحتوي على فحم منشط يقوم بادمصاص المواد الملونة التي قد تتكون بالشراب خلال مراحل التصنيع السابقة بتأثير الحرارة والتفاعلات الإنزيمية المختلفة .

ج – المعالجة بالمبادلات الأيونية : يمرر الشراب على أعمدة تحتوي على راتنجات التبادل الكاتيوني ثم مبادلات التبادل الأنيوني للتخلص من المواد الذائبة مثل البروتينات ونواتج تحللها وأيضاً نزع ما قد يوجد بالشراب من عناصر معدنية يؤدي وجودها إلى تثبيط إنزيم الجلوكوز إيزوميراز .

(2) ضبط الظروف المثلى للتحويل

Adjustment of optimum condition

أ – تركيز الشراب : يمرر شراب الجلوكوز النقي إلى جهاز تبخير من نوع Film Evaporator لخفض محتوى الشراب من الماء ورفع تركيز المواد الصلبة به إلى حوالي 40 - 45 % (نسبة الجلوكوز 93 - 97 %)

ب – ضبط درجة الـ PH : يضاف إلى الشراب كمية مناسبة من هيدروكسيد الصوديوم أو كربونات الصوديوم لرفع درجة الـ PH وضبطها عند 7.5 - 7.8 .

ج – إضافة عوامل منشطة : تضاف أيونات مغنزيوم بنسبة 12 ppm على صورة كبريتات مغنزيوم حيث تعمل هذه الأيونات على تنشيط الأنزيم وتقليل التأثير المثبط لأيونات الكالسيوم إن وجدت وبالتالي زيادة درجة ثبات الإنزيم .

د – ضبط درجة الحرارة : يمرر الشراب إلى مبادل حراري Heat Exchanger لرفع درجة حرارته إلى 55 - 60 °م .

(3) المعاملة بالإنزيم (Iso merisation) Enzyme treatment :

يعامل شراب الدكستروز النقي تحت الظروف المثلى بإنزيم جلوكون إيزوميراز للحصول على شراب متوازن من جلوكون والفركتوز وبعد ذلك يجري خفض درجة الـ pH إلى 4.0 - 5.0 ثم تجري تنقية شراب الفركتوز حيث يعامل أولاً بالفحم المنشط ثم راتنجات التبادل الكاتيوني ثم الأنيوني للتخلص من آثار العناصر المعدنية والمواد الأخرى الذائبة الغير مرغوبة ثم يركز الشراب بالتبخير تحت تفريغ باستخدام أجهزة Film Evaporator لرفع تركيز المواد الصلبة الذائبة إلى حوالي 75 - 7 % حيث يصبح الشراب مناسباً لعمليات التخزين أو الشحن والتداول .

ويوجد طريقتين لمعاملة شراب الدكستروز بالإنزيم :

أ - المعالجة بالإنزيم على وجبات (الطريقة المنقطعة) :

Batch iso merisation

في هذه الطريقة تضاف جرعة مناسبة من إنزيم جلوكون إيزوميراز على صورته الخام الذائبة Soluble Crude enzyme إلى دفعة من شراب الدكستروز النقي حيث يستمر التفاعل تحت الظروف المثلى لنشاط الإنزيم للمدة اللازمة لتحويل جلوكون إلى فركتوز ثم يكرر ذلك مرة أخرى مع كل دفعة جديدة من شراب الدكستروز ويؤخذ على هذه الطريقة استهلاك كمية كبيرة من الإنزيم حيث يصعب استرجاع الإنزيم واستخدامه مرة أخرى ونظراً لارتفاع تكلفة إنتاج المستحضر الإنزيمي فإن استهلاك كميات كبيرة منه تؤدي إلى ارتفاع تكلفة إنتاج شراب الفركتوز بهذه الطريقة فضلاً عن طول المدة اللازمة للمعاملة بالإنزيم .

ب - المعالجة المستمرة بالإنزيم Continuous isomerisation :

لتحسين اقتصاديات صناعة شراب الذرة العالي الفركتوز فقد استبدلت في السنوات الأخيرة الطريقة المنقطعة لمعالجة الشراب ب الإنزيم بالمعالجة المستمرة وذلك بعد التطور الهام الذي حدث في نهاية عام 1974 على

مستحضر إنزيم جلوكوز إيزوميراز بتحويله من الصورة الذائبة التي لا تستخدم إلا على دفعات إلى صورة صلبة تجعل من السهل استرجاع الإنزيم واستخدامه عدة مرات وذلك بتثبيت الإنزيم وتحمله على دعامة مناسبة ويسمى بالإنزيم الثابت أو المحمول Immobilized Enzyme حيث يوضع في عامود يسمى مفاعل الأنزيم Enzyme Reactor ويمرر الشراب بداخله بصورة مستمرة .

ويوجد من المفاعلات الإنزيمية أنواع عديدة وأكثر هذه الأنواع شيوعاً واستخداماً في مصانع الفركتوز عبارة عن عامود أسطواني الشكل ضخم ارتفاعه حوالي 6 متر وقطره 1.5 متر تصل سعته إلى 3.5 طن متري ويعرف بالـ Packed Fixed Bed Reactor .

في هذه الطريقة يتم تغذية المفاعل الإنزيمي بشراب الدكستروز النقي تحت الظروف المثلى للنشاط الإنزيمي حيث ينساب الشراب من أعلى إلى أسفل ماراً بالإنزيم الذي يقوم بتحويل الجلوكوز إلى فركتوز ويخرج من فتحة أسفل العامود شراب متوازن يحتوي على 45 % جلوكوز و 45 % فركتوز وتتراوح مدة بقاء الشراب داخل المفاعل الإنزيمي بين 2-3 ساعة ويتوقف ذلك على معدل انسياب الشراب والذي يعتمد على درجة نشاط الإنزيم والتي ترتبط بعدد مرات استخدامه حيث تنخفض درجة نشاطه بزيادة مرات استخدامه وتعرف الفترة الزمنية لاستخدام الإنزيم بطريقة مستمرة بعمر الإنزيم Life time وتتراوح هذه المدة بين 9 إلى 17 أسبوعياً وعادة ما يعاد استخدام الإنزيم عدة مرات إلى أن تنخفض درجة نشاطه إلى حوالي 25 % من النشاط الأصلي نظراً لأن استمرار استخدامه بعد ذلك يعتبر غير اقتصادياً لانخفاض إنتاجية الفركتوز وتتراوح إنتاجيته بين 2000 إلى 2700 كيلو جرام شراب فركتوز لكل 1 كيلو جرام إنزيم محمول وتأثير إنتاجية الإنزيم من شراب الفركتوز بمدى توفر الظروف المثلى لنشاطه وأيضاً

بوجود أي مواد مثبطة قد تقلل من نشاطه وتعتبر درجة الحرارة ودرجة الـ pH التي يعمل عندها الإنزيم من أهم المعايير التي يجب ضبطها بدقة لتحقيق أعلى إنتاجية ممكنة فقد وجد أن ارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة المثلى للإنزيم بمقدار 2°C فقط أدى إلى خفض فترة عمر الإنزيم بحوالي 50% ويترتب على ذلك انخفاض إنتاجية الفركتوز بحوالي 35% وأيضاً ارتفاع درجة الحرارة بحوالي 5°C أدى إلى حدوث انخفاض حاد في عمر الإنزيم يصل إلى 67% وانخفاض الإنتاجية إلى النصف، وبالمثل فإن حدوث تغيير ولو طفيف في درجة الـ PH وبمقدار ± 0.2 درجة يؤدي إلى خفض درجة ثبات الإنزيم بحوالي 20% .

وتعتبر نقاوة شراب الدكستروز وارتفاع محتواه من الجلوكوز من أهم العوامل المؤثرة في عمل الإنزيم واقتصاديات التصنيع من حيث حجم المفاعل الإنزيمي المناسب وكمية الإنزيم المستهلكة ويرتبط ذلك بنوع شراب الدكستروز وكذلك طريقة التحليل المائي المتبعة في تحضيره .

فعند تغذية المفاعل الإنزيمي بشراب جلوكوز تجاري منخفض الجودة مثل الأشرطة الناتجة بالتحليل المائي بالحمض أو بالحمض والإنزيم فإن ذلك يتطلب ضرورة استخدام مفاعل إنزيمي أكبر حجماً وبالتالي استخدام كمية أكبر من الإنزيم المرتفع الثمن وبالتالي ارتفاع تكلفة الإنتاج بالمقارنة بشراب جلوكوز ناتج من التحليل المائي للنشاء للإنزيم فقط .

كذلك توجد بعض العناصر المعدنية التي تؤدي إلى انخفاض كفاءة عمل إنزيم الجلوكوز إيزوميراز مثل أيونات الكالسيوم التي تضاف في المراحل الأولى للتصنيع بغرض زيادة درجة ثبات إنزيم ألفا أميلاز أثناء المعاملة الحرارية الشديدة التي يعامل بها معلق النشاء . ولذلك يفضل استخدام إنزيم ألفا أميلاز بكتيري (مستخلص من *B.lecheniformis*) لا يعتمد في نشاطه أو ثباته على وجود أيونات الكالسيوم ، أما في حالة وجود آثار من

هذه الأيونات فإنه يجب إزالتها بإمرار الشراب على مبادل أيوني قبل بداية المعاملة بالإنزيم وإضافة كمية بسيطة من أيونات المغنيزيوم لإيقاف التأثير المثبط لأيونات الكالسيوم .

بالإضافة إلى ذلك فإن بعض الكحولات السكرية مثل الزيليتول والسوربيتول تعتبر مثبطات لإنزيم جلوكوز إيزوميراز وبالتالي تقلل من إنتاجيته من شراب الفركتوز وهذه الكحولات تستخدم كمادة مائنة ومثبتة لمستحضر إنزيم الجلوكوز أميلاز الذي يستخدم في إنتاج الجلوكوز من الديكستريانات وبالتالي قد يحتوي شراب الدكستروز الناتج على كمية بسيطة من هذه الكحولات فتؤدي إلى خفض كفاءة تحويل الجلوكوز إلى فركتوز حيث أن وجود الزيليتول بتركيز بسيط لا يتجاوز 1% من شراب الدكستروز أدى إلى انخفاض يصل إلى 12 % في عمر الإنزيم وهذا يوضح مدى أهمية عملية التنقية التي تجري على شراب الدكستروز قبل معاملته بالإنزيم .

2 - أنواع شراب الفركتوز Types of Fructose Syrups :

يقتصر استخدام إنزيم جلوكوز إيزوميراز على إنتاج شراب ذرة نسبة الفركتوز به لا تزيد عن 42 % من المواد الصلبة الكلية ولكن باستخدام الطرق الحديثة للفصل الكروماتوجرافي يمكن رفع تركيز الفركتوز في هذا الشراب إلى أكثر من 90 % وإنتاج أشربة غنية بالفركتوز Ultra High Fructose Glucose Syrups لها استخدامات خاصة إلا أن تكلفة إنتاجها تكون عالية وبصفة عامة يوجد نوعان من أشربة الفركتوز التي تنتج تجارياً شراب الفركتوز 42 وشراب الفركتوز 55 .

3 - تخزين وتداول شراب الفركتوز :

Storage and Handling of Fructose

يعتبر شراب الذرة العالي الفركتوز ثابتاً ميكرو بيولوجياً لارتفاع تركيز المواد الصلبة الذائبة إلى حوالي 71 - 78 % مما يجعل من الصعب مهاجمته بالبكتيريا أو الفطريات ولكن قد يتعرض الشراب لمهاجمة الأحياء

الدقيقة خاصة الخمائر إذا حدث تخفيف بالماء نتيجة لتكثف بعض الأبخرة على السطح مما يؤدي إلى خفض تركيزه وأهم ما يراعى عند نقل وتخزين شراب الفركتوز المحفوظة على درجة حرارته من الانخفاض الذي قد يؤدي إلى تغير في خواصه الطبيعية وعادة ما يتم تخزين الشراب ونقله إلى المصانع التي تستخدمه في صهاريج من الصلب الغير قابل للصدأ والمعزول حرارياً للمحافظة على درجة حرارته عند 32°م للفركتوز 42 و 30°م للفركتوز 55 , ونظراً لارتفاع أسعار الصلب الغير قابل للصدأ فإنه يمكن استخدام صهاريج من الحديد المبطن بمادة الإيبوكسي المطابقة للمواصفات الغذائية والتي تتحمل درجات الحرارة العالية وحرصاً على عدم انخفاض درجة حرارة الشراب أثناء فصل الشتاء فإنه يجب تدفئة مخازن الشراب بوسيلة تدفئة مناسبة للمحافظة على درجة الحرارة من الانخفاض إلى أقل من 30 - 32°م حيث أن انخفاض درجة الحرارة إلى أقل من 32°م يؤدي إلى حدوث بلورة للشراب وظهور بلورات بيضاء اللون , كما أن زيادة الانخفاض في درجة الحرارة إلى أقل من 20°م يؤدي إلى تصلب الشراب ويصبح على هيئة عجينة متماسكة وهذا التغير في الشكل تغير في الخواص الطبيعية ولا يؤثر في جودة الشراب حيث يمكن إعادة الشراب إلى حالته الأصلية بمجرد التسخين الغير مباشر عند درجة حرارة 35°م ولكن بلورة شراب الفركتوز أو تصلبه يعيق استخدامه لعدم صلاحيته للنقل باستخدام المضخات أو الضخ خلال المعدات المختلفة .

الحلاوة النسبية للسكريات النشوية :

يبين الجدول التالي باختصار مختلف السكريات النشوية وحلاوتها النسبية وذلك بمقارنة حلاوة محلول مائي من سكر النشاء 10 % وزناً بحلاوة محلول السكر المائي 10 % (باعتبار حلاوة السكر 100 %)

جدول الحلاوة النسبية للسكريات النشوية :

حلاوة	فركتوز	سكريات عليا	مالتوز	جلوكوز	سكر النشاء
30	-	81	90	10	شراب جلوكوز منخفض , مكافئ الديكستروز (30)
40	-	60	20	20	شراب جلوكوز ، مكافئ ديكستروز (42) تحويل إنزيمي
37	-	66	14	20	شراب جلوكوز ، مكافئ ديكستروز (42) تحويل حمضي
55	-	30	31	39	شراب جلوكوز عالي مكافئ الديكستروز (65)
42	-	39	52	9	شراب مالتوز ، مكافئ ديكستروز (49)
90	55-42	2	4	52-40	إيزو جلوكوز
70	-	-	-	100	ديكستروز
100	50	-	-	50	سكر محلول
100					سكروز
113	100				فركتوز

2 - 2 أصناف الجلوكوز :

للجلوكوز استخدامات متعددة في الصناعة والتغذية مما قاد إلى ابتكار أصناف واسعة من ونذكر منها الأكثر أهمية مع المواصفات الأساسية :

أ - الجلوكوز السائل : Syrup glucose

يتم الحصول على الجلوكوز السائل بالحلمة الحمضية أو الأنزيمية للنشاء والمنتج النهائي له الصفات التالية :

الحالة الفيزيائية : لزج ، غير ملون أو ملون بشكل خفيف بالأصفر .
المحتوى من المواد المراجعة (مكافئ ديكستروز DE) حوالي 40 %
نسبة إلى المادة الجافة . وتتكون المادة الجافة بشكل أساسي من مزيج
الديكستروز والمالتوز والديكستري .

ب - الجلوكوز الصناعي Industrial glucose :

(الجلوكوز الصلب أو سكر البطاطا) : يحصل عليه بتطبيق الحلمة على
النشاء كما في حالة تصنيع الجلوكوز السائل ولكن تختلف فقط من خلال :
درجة متقدمة من الحلمة (الحلمة العميقة) والتي تتميز بنسبة كبيرة
من المواد المرجعة (حوالي 99 % نسبة إلى المواد الجافة) . محتوى
الرطوبة حوالي 20 % .

الحالة الفيزيائية : صلب ناتج بالتصلب بعد 1-2 يوم للشرب المركز
والمسكوب في قوالب خاصة . المدة الزمنية ودرجة التصلب حسب الكثافة ،
والنتقية ، ونوعية مركز البلورات وأيضاً درجة حرارة التبريد .
وعند تركيز الشرب إلى 78 - 77 بوميه ونقاوة 82 - 80 % يتصلب
المنتج جيداً وبسرعة إذا كانت درجة حرارة التبريد 40 °م .

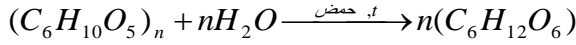
ومن خلال مزج هذا الجلوكوز - في الحالة السائلة- مع مختلف المنكهات
والملونات وبلورته بأشكال ذات أحجام صغيرة مشابهة للشوكولاته يمكن
الحصول على منتج يسمى بالجلوكوز العطري والمميز بالقيمة الغذائية العالية

ج- الديكستروز Dextrose (الجلوكوز المتبلور أحادي الماء) :
يتميز عن الأصناف السابقة بأنه يتمتع بنقاوة عالية والتي تتجاوز 99.5 %
والناتجة عن عملية معقدة تبدأ من معلق نشوي 13-12 بوميه والمعرض
لحملة عميقة ، المرحلة الأكثر أهمية في العملية هي التبلور الذي يتم بشكل
عام على مرحلتين ولمدة 120 - 100 ساعة في المخطط التقليدي من أجل
المرحلة الأولى و 265 - 220 ساعة للمرحلة الثانية .
الأجهزة المستخدمة ذات قمصان مضاعفة من أجل دوران ماء التبريد ،
وعملية التنقية تتم بشكل عام على مراحل متعددة مقارنة بالجلوكوز المألوف
. في بعض المخططات تستخدم تجهيزات مع مبادلات شاردية والتي تزيد
من المردود للمنتج الرئيسي وتقلل زمن التبلور (تقريباً 72 ساعة من أجل
المرحلة الأولى و 170 - 120 ساعة للمرحلة الثانية) .
الديكستروز الناتج يجفف عند درجة حرارة أقل من 60°م وتكون رطوبته
القصوى 9 % . ومن أجل التخفيض الحقيقي لزمن البلورة تستخدم عملية
التمليح المضاعف على أساس صفتين هامتين للجلوكوز هما :
1 - المقدرة على تشكيل معقدات مع مختلف الأملاح وبالأخص مع
NaCl ، الملح المضاعف $(C_6H_{12}O_6)_2 NaCl \cdot H_2O$ يفصل من المحلول
بفوق الإشباع على شكل بلورات كبيرة واضحة ومحددة الشكل ويحتوي
تقريباً على 16 % NaCl من وزن الجلوكوز .
2 - إمكانية استبعاد NaCl من الكتلة المتبلورة (نزع الملح) من خلال
تخريب تركيب المعقد بالمزج مع الماء عند درجة حرارة 28.5°م .
الجلوكوز يفصل على شكل جلوكوز مائي مع كمية قليلة من NaCl بينما
الباقي من NaCl مع نسبة منخفضة من الجلوكوز تمر إلى المحلول ، ومن
مساوى هذه الطريقة بأنه لا يتم نزع الملح في المراحل اللاحقة فالمنتج
النهائي المجفف يحتوي تقريباً على 0.3 % NaCl .

2 - 3 - حركية التحلل المائي للنشاء في وسط حمضي :

يتم إنتاج الجلوكوز صناعياً على أساس تكنولوجيا تحلل الجزئيات الكبيرة للنشاء حتى الوصول إلى الوحدات المؤلفة للسلسلة (ديكستروز و جلوكوز) :

تفاعل التحلل يتم عادة عند درجة حرارة وضغط معينين وبواسطة



أحماض معدنية ونادراتاً ما تستخدم أحماض عضوية كحمض الأوكساليك .

تستخدم للحصول على الجلوكوز بشكل عام معلقات النشاء بعد تركيزها وتعريضها لعمليات الحلمأة والتنقية . ولحدوث التفاعلات الكيميائية يجب أن يكون هناك جزئيات نشيطة تتمتع بطاقة إضافية معينة بالمقارنة مع الطاقة الوسطية لجميع الجزئيات الأخرى . تسمى هذه الطاقة بالتنشيط ويرمز لها بـ E_a ويعبر عنها بالكيلو جول / مول .

إن الجزئيات النشطة في أية لحظة مدروسة تشكل كمية قليلة من الكمية الكلية للجزئيات . وبما أن توزع الطاقة يستغرق زمناً نهائياً فإن تحلل النشاء يتم وفق سرعة يم كن قياسها , وتحدد سرعة القياس من قبل طاقة التنشيط التي يجب أن يزال تأثيرها من قبل المواد المتفاعلة . إحدى الأساليب المتبعة لتنشيط الجزئيات هو رفع درجة الحرارة ولكن وجد أن عملية رفع درجة الحرارة غير فعالة بالنسبة لتحلل النشاء حيث تبين أنه حتى بدرجات حرارة عالية فإن كمية النشاء المتحللة تكون قليلة والقسم الأكبر من الجلوكوز الناتج يتفكك , إن أفضل طريقة لخفض طاقة التنشيط هي باستخدام وسيط حمض - الذي يسرع تفاعل التحلل المائي بشكل كبير . يعتبر تحلل النشاء تفاعل ثنائي الجزئية وبما أنه يحدث عندما يكون هناك كمية فائضة بشكل كبير من الماء (يمكن اعتبار كمية الماء ثابتة) فإن سرعة هذا التفاعل تتناسب مع تركيز النشاء في المحلول فقط (عند تركيز ثابت للحمض ودرجة حرارة ثابتة) وفقاً للمعادلة من المرتبة الأولى التالية :

$$(1) \quad \frac{dx}{dt} = k_1(a-x)$$

حيث : x : القدرة الإرجاعية للسكريات المتحللة معبراً عنها بكمية الجلوكوز المكافئة % أو كمية النشاء المتحللة عند زمن t .
 a : التركيز الابتدائي للنشاء مقدراً بكمية الجلوكوز المكافئة % .
 t : زمن التحلل (ساعة) .

k_1 : ثابت سرعة التحلل المائي .

وبعد إجراء التكامل للعلاقة (1) نحصل على العلاقة التالية :

$$k_1 = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x}$$

ويمكن كتابة العلاقة (2) بالشكل الآسي على الشكل التالي :

$$x = a(1 - e^{-k_1 t})$$

وتقاس k_1 بالوحدات التالية : دقيقة⁻¹ أو ساعة⁻¹ نظراً لأن التفاعل من المرتبة الأولى .

- تأثير العوامل المختلفة على سرعة التحلل :

تتعلق سرعة تحلل النشاء بشكل رئيسي بنوع وتركيز الحمض وكذلك درجة الحرارة :

1 - تأثير نوع وتركيز الحمض:

تؤثر شاردة الهيدروجين الموجود في تركيب الأحماض المختلفة كوسيط مسرع للتفاعل . وتفترض آلية تأثير الوسيط تشكيل معقد فعال نشيط مؤلف من [جزئيات السكريات المتعددة و H^+] . عند ذلك تتضمن شاردة الهيدروجين H^+ إلى الأكسجين الموجود في الرابطة الجلوكوزيدية . يستخدم لتحلل النشاء بشكل واسع حمض كلور الماء وحمض الكبريت ولا يستخدم حمض الآزوت نظراً لتشكيل تفاعلات أكسدة جانبية أما الأحماض الأخرى فلا تستخدم إلا نادراً .

كما هو معروف فإن حمض كلور الماء وحمض الكبريت هما أهم اَض
متشردة بشكل كامل (أحماض قوية) عند أي تركيز ولكن شو ارد
الهيدروجين في هذين الحمضين مختلفة لاختلاف قوى التجاذب بين الشوارد
ويمكن القول أن تأثير الأحماض كوسيط لا يتناسب مع التركيز الكلي لشوارد
الهيدروجين ولكن مع تركيز الجزء الفعال منها .
فإذا اعتبرنا أن نشاط أو فعالية حمض كلور الماء كوسيط مساوياً 100%
فقد وجد أن نشاط أو فعالية حمض الكبريت تتراوح بين 53-50 % .
يعبر عن سرعة تفاعل تحلل النشاء بدرجة حرارة 100 م⁰ بالعلاقة
التجريبية التالية :

$$\lg k_1 = 0.569 - 1.072 pH$$

يتبين من العلاقة السابقة أن ثابت السرعة يتناسب مع تركيز شوارد
الهيدروجين الفعالة وكذلك مع تركيز الحمض في المحلول .

2 - 4 تكنولوجيا أنزيمية في صناعة النشاء :

تتميز تقنية استخدام الأنزيمات في حلمأة النشاء بدرجة عالية من الحلمأة ،
نقاوة عالية (لا توجد مركبات ثانوية) ، تتم البلورة في شروط سهلة ،
استهلاك منخفض من المواد النازعة للملونات ، استهلاك قليل للبخار ، معلق
النشاء المعرض للحلمأة يكون مركزاً أكثر مما هو عليه في الحلمهة الحمضية
والمردود يمكن أن يصل إن 96 % مع نسبة منخفضة من الهيدروكسول .
كما أن العمليات الأنزيمية تبسط عمليات الحصول على الديكستروز لأنها
تحقق اثنتان أو ثلاث مراحل بلورة متعاقبة بدون إعادة الانحلالية .

الفصل الثالث : استعمالات النشاء والدكستريانات :

- 1-3- ملامح عامة .
- 3-2- المواد الغذائية .
- أ - البورينغ , حلوى العقبة ، القستر .
- ب - منتجات المخايز .
- ح - الحلويات .
- د - الحساءات .
- هـ - الصلصات مرق التوابل .
- و - الوجبات الخفيفة
- ز - منتجات اللحم - الأشرية- منتجات اللبن- المربيات - البوظة
- السكريات النشوية .

3 - 3 الورق :

- أ - التخرية الداخلية .
- ب - التخرية السطحية .
- ح - الطلية السطحية .
- د - التحويل الأنزيمي والحراري للنشويات في مصنع الورق .
- 3 - 4 - المواد اللاصقة :
- أ - الورق المصمغ .
- ب - الشريط المصمغ .
- ج - الكرتون المموج .
- د - الغراء النباتي .
- هـ - مواد لصق الأكياس الورقية .
- و - المواد اللاصقة لتغطية الجدران .
- ز - استخدامات أخرى للمواد اللاصقة .

3 - 5 - الأنسجة :

أ - التغيرية السدودية

ب - تهذيب الأقمشة النسيجية المكتملة .

ج - طباعة النسيج .

3 - 6 - استخدامات شتى :

أ - طين الحفر

ب - تطبيقات التذرف

ج - تقنيات متنوعة - مساعد ترشيح - مواد البناء - السباكة -

المنتجات الصيدلانية - الأغذية الحيوانية .

3 - 7 - مساحيق التجميل .

3 - 1 ملامح عامة :

للحصول على نواتج نشوية تلبي احتياجات محددة من أجل استخدام خاص فإننا كثيراً ما نحتاج إلى تعديل الخواص الملازمة للنشويات الطبيعية . وعن طريق اختيار نوع النشاء (بطاطا ، ذرة ، تبيوكة ، قمح ، ذرة شمعية) ، ونمط التعديل (تراجع منظم ، و/ أو ربط متصلب ، و/ أو تثبيت ، و/ أو جلنتة مسبقة) ، يمكننا عادة الحصول على ناتج نشوي مناسب ، كقدرة الجلنتة ، والتثخين ، والتحول إلى جلّ ، وثباتية اللزوجة ، وصفات الربط واللصوقية ، وخواص ثبات المستحلب ، والقدرة على تشكيل الطبقات الرقيقة . هناك فروق هامة في التركيب الكيميائي والخواص الفيزيائية بين النواتج النشوية والطبيعية والمعدلة وفقاً لمنشئها البيولوجي (بطاطا ، ذرة ، تبيوكة ، قمح ، ذرة شمعية) . تتغير إلى حد كبير أنماط الاستهلاك بالنسبة لمختلف أنواع النشاء من صناعة إلى صناعة ، ومن بلد إلى بلد . فالاعتبارات الاقتصادية ، إضافة إلى الخواص الوظيفية ، هي التي تحدد نوع النشاء الذي يتوجب استعماله .

ويبين الجدول التالي المجالات الرئيسية لاستعمال المنتجات النشوية :

الصناعة	استخدامات محددة
المواد الغذائية	بودينغ ، حلوى العقبة ، نواتج المخابز ، حلويات ، حساءات ، صلصات مرق التوابل ، الوجبات الخفيفة ، الأشربة ، منتجات اللحم ، منتجات اللبن ، المرببات والبوظة .
اللصوقات	الورق مصمغ ، الشريط مصمغ ، الكرتون مموج ، الغراء النباتي ، المعاجين المكتبية ، مواد لصق الأكياس الورقية ، المواد اللاصقة لتغطية الجدران .
الورق	تغرية داخلية (الملاحق الطرفية الرطبة) ، التغرية السطحية (طباعة التغرية) والطبقات السطحية .

الأنسجة	تغرية سدى النسيج ، إنهاء الأنسجة وتثخين الطباعة .
استخدامات أخرى	طين الحفر، مساعد ترشيح ، مواد البناء ، السباكة ، المنتجات الصيدلانية ، والأغذية الحيوانية .

الأنظمة الحكومية :

تصدر الحكومات في أكثر البلدان أنظمة ، تحدد بموجبها الكواشف المستخدمة والكمية المثالية منها ، والنواتج الثانوية التي تجري تنقيتها في معالجة النشاء ، من أجل تحضير نشويات معدلة ، ومناسبة لأن تضاف مباشرة للمواد الغذائية ، وهناك أيضاً في كثير من البلدان ، أنظمة تتعلق باستخدام النشويات المعدلة (نوع الكواشف ، وكميتها ونسبها) كمقومات في الورق ، والورق المقوى ، واللصقات المخصصة للتماس مع المواد الغذائية ولكل بلد أنظمتها الخاصة ، وتختلف هذه الأنظمة بشكل واسع . ولا بد من الرجوع إلى هذه الأنظمة قبل استخدام النشاء المعدل في المواد الغذائية أو في مواد تغليفها .

3 - 2 - المواد الغذائية :

إن استخدام المنتجات النشوية كعنصر غذائي ، لا يقوم على أساس قيمتها الغذائية ، بل على أهميتها الوظيفية حيث تضيف النشويات الغذائية على النظام الغذائي بعض الصفات المرغوبة كالتركيب أو " الإحساس الفموي " والتثخين ، والتحول إلى جل ، والربط ، والثباتية . إن اختيار النشاء أو النشاء المعدل من أجل نظام غذائي معين ، تحدده متطلبات المعالجة ، والصفات المطلوب توفرها في الناتج الغذائي النهائي .

فنواتج نشاء البطاطا والتبوكة ، تعطي معاجين نشوية ذات نقاء جيد ، ونكهة لطيفة ، تجعلها مفيدة في كثير من الاستخدامات الغذائية فهي تحتوي على كميات بسيطة فقط من البروتينات والشحوم . وعلى عكس ذلك ،

تحتوي نواتج نشاء الذرة والقمح على كميات بسيطة البروتين والشحوم ،
تضفي على المنتجات الغذائية طعوماً غير مرغوبة .

آ – البودينغ ، وحلوى العقبة ، والكسترد

Puddings, desserts and custards

تحتاج البودينغات المطبوخة منزلياً إلى نوع من النشاء يحمل ، بعد طبخه
من قبل المستهلك ، نسيجاً قصيراً سلساً ، كنشاء الذرة . يصب مزيج البودينغ
المطبوخ في أكواب أو أطباق ثم يترك حتى يبرد ويتحول إلى جلّ .
تستخدم النشويات المجلّنة ، المترابطة تصاليباً في كثير من أنواع المزائج
الجافة ، التي يقوم المستهلك بمزجها بالماء أو الحليب . ويستخدم نشاء
البطاطا والتبوكه المترابط تصاليباً ، والمجلّن مقدماً كمواد أساسية
للبودينغات وحلوى العقبة الجاهزة . وللحصول على البنية المرغوبة للبودينغ
فإن النشاء الطبيعي يجب أن يكون مترابطاً تصاليباً لتفادي حدوث التمزق
الحبيبي الكامل ، عند التجفيف بواسطة أجهزة التجفيف الدائري ، الأمر الذي
يؤدي إلى تماسك ولزوجة نسيج البودينغ والكسترد إن منتجات نشاء البطاطا
والتبوكه ، المجلّنة مقدماً ، هي بصورة أساسية من أرق النشويات طعماً ،
ولا تحمل طعوماً غير مرغوبة كتلك التي تلازم النشويات الحبوبية المجلّنة
مسبقاً .

في هولندا تقوم معامل الألبان ببيع الكسترد في قوارير ، أو في عبوات
ورقية . ويجري إنتاج الكسترد في أجهزة الطبخ المتواصل ، ويكون زمن
الطبخ في هذه الأجهزة قصيراً جداً ، بحيث تحتاج هذه العملية إلى درجة
حرارة مرتفعة (فوق 100 م) . تستخدم النشويات الحبيبية المترابط تصاليباً
كمكثفات قوام . أما النشويات الطبيعية فلا يمكن استخدامها ، لأن حبيباتها
سوف تنقطع ، الأمر الذي يؤدي إلى تشكل بنية غير جذابة في الكسترد .

ب - منتجات المخازير Bakery products

تستخدم النشويات المترابطة تصاليباً (بطاطا ، تبيوكة ، ذرة شمع ية) ، والنشويات الثابتة المترابطة تصاليباً (بما فيها النشويات المعدلة المجلنتة مقدماً) كمكثفات قوام في كسترد المخبز ، وحشوات الفطائر ، والطبقات العلوية من الكريم ، وكريمات المخازير .

يستخدم نشاء القمح في صناعة الخبز لإنقاص محتوى دقيق القمح من محتوى البروتين في المعجنات ، والبسكويت ، وبعض أنواع الكعك (نشاء القمح كمخفف للزوجة غلوتين القمح) . وتستخدم النشويات المجلنتة مسبقاً في مزائج الكعك الجاف ، حيث يقوم المستهلك بمزجها بالماء أو الحليب . وتستخدم مساحيق النشويات الطبيعية كمسحوق تعفير في صناعة المخازير . وللمحافظة على فعالية مسحوق الخبز المحضر أثناء التخزين ، يجب أن يبقى الحمض والبيكربونات في حالة جافة ، وإقائهما متباعدين بقدر الإمكان بتبويشهما بمسحوق نشاء طبيعي جاف والذي يشكل نسبة (15 - 40 % من إجمالي مسحوق الخبز) .

ج - الحلويات confectionery :

إن نشويات البطاطا والتبيوكة والذرة الشمعية ذات اللزوجة المنخفضة ، مناسبة كأربطة في الحلويات من النمط الصمغي (أصماغ عرق السوس ، وأصماغ الفاكهة ، وأصماغ الخمر) .

وتستخدم صناعة الحلوى candy أيضاً كمية كبيرة من النشاء المعدل بالحمض ، في الحلويات المحولة إلى جل ، كالحلوى المغلفة بالسكر ، والحلوة الهلامية ، وشرائح البرتقال . يطبخ النشاء مع السكر والشراب حيث يتحول إلى محلول غرواني سائل ، يصب في قوالب النشاء حيث يحدث التجمد والتجفيف ويسهم النشاء بشكل أساسي في تشكيل جل صلب عند التبريد . وعادة يستخدم النشاء المعدل با لحمض بسبب ميله إلى التراجع ،

وتشكيل الجل ، ولأنه يمكن طبخه بأجسام عالية الصلابة لإعطاء لزوجة قابلة للتشكيل .

ويستخدم مسحوق النشويات الطبيعية في أسرة التشكيل في تصنيع الحلوى الصمغية، وفي حلويات الصب الأخرى ، يعاد تجفيف النشاء عادة إلى رطوبة 5-10 % تقريباً ، وذلك لامتناس بعض الرطوبة من الفطيرة المصبوقة .

د - الحساءات soups (مساحيق الحساء الجافة المعلبة) :

يفضل نشاء البطاطا الطبيعي أو المترابط تصاليباً كمكثف قوام في مساحيق الحساء الجافة ، وهو قابل للتحويل من جديد، في الماء الساخن ، إلى حساء يشبه الكريم . وله أيضاً درجة تعجين منخفضة ، فيعطي للحساء الصفة الكريمة المرغوبة ، في حين لا يضيف على الناتج المتشكل أي طعم غير مرغوب ويفضل استخدام نشاء البطاطا المعاد تجفيفه برطوبة 6-12% فهو لا يعمل فقط كمكثف قوام ، لكنه أيضاً يحمي العناصر الأخرى في مسحوق الحساء الجاف ، لأنه يجتذب الرطوبة بسهولة أكبر . ويستخدم نشاء البطاطا المؤكسد ، والمعاد تجفيفه في مساحيق الحساء الجافة ، من أجل تحضير الحساءات الرقيقة الشفافة (أنماط الحساء المستهلكة) . وتستخدم النشويات المجلنتة مسبقاً كمكثفات قوام في حساءات البيع .

وتفضل نشويات البطاطا والتسيوكة والذرة الشمعية كنشويات أساسية لإعداد نشاء aretort starch الذي يستخدم لإنتاج الحساءات المعلبة . والنواتج الأخرى المعلبة . وفي الحساءات الثخينة ، يفضل النشاء الثابت ، المترابط تصاليباً . والربط التصالبي ضروري للاحتفاظ بلزوجة عالية أثناء التعقيم ، كما يحافظ التثبيت على الخواص الانسيابية للحساء أثناء التخزين . تعطي نشويات aretort starch لزوجة عالية في المراحل الأولى من تصنيع الحساء ، لكنها تفقد لزوجتها في مرحلة التعقيم ، وتعطي حساء رقيقاً شفافاً .

هـ- الصلصات ومرق التوابل sauces and dressings :

يستخدم نشاء البطاطا الطبيعي ، ونشاء البطاطا المترابط تصالبياً كعامل تثخين في المواد الأولية الجافة للصلصات ، وهما قادران على التحول إلى صلصة في الماء الحار .

تعمل المعاجين النشوية كعوامل تثبيت لمستحلبات الزيت في مرق السلطات ولأن قيمة الـ PH تكون منخفضة عادة في هذا المرق . فإن النشاء يجب أن يكون مقاوماً لانخفاض اللزوجة بالطبخ الحمضي (خل) . ويستخدم هنا نشاء القمح ، والنشويات المترابطة تصالبياً . كما تستخدم النشويات المجلنتة مقدماً في مرق اللحم الجاف وفي مكونات الصلصات التي يمزجها المستهلك بالماء الحار .

و- الوجبات الخفيفة Snacks :

يستلزم تصنيع الوجبات الخفيفة المددة ، المشكلة من البطاطا بالبتق ، القيام بخطوات أساسية ، كتشكيل عجينة ذات تركيب مناسب ، وبتقها . ونقطع العجينة المبتوقة إلى قطع صغيرة ، لتشكيل ما يدعى بـ "الناتج النصفي" . يمكن طبخ (قلي) الناتج النصفي هذا لتمديده ، مما يؤدي إلى ناتج ممدد هش لوجبة خفيفة . وتتشكل العجينة عادة عن طريق مزج خليط من ناتج جاف من البطاطا (رقائق ، حبيبات) . ونشاء غير مجلنتن (يفضل نشاء البطاطا) ، ونشاء مجلنتن مقدماً (يفضل نشاء البطاطا المجلنتن مقدماً) وملح مع الماء . وفي تصنيع الوجبات الخفيفة المنتفخة (التي تعتمد على البطاطا) . يفضل أن يكون رباط العجينة من نشاء البطاطا ، أو البيبتوكة ، أو الذرة الشمعية .

ز- منتجات اللحم Meat Product :

تستخدم النشويات كأربطة في اللحوم المستحلبة ، ككفانق بولونيا والسجق، لإبقاء اللحم والدهن والعصارات معاً . ونشاء البطاطا هو أحد أفضل الأربطة

بالنسبة لنقانق بولونيا ونقانق فرنكفورت . فهو يتجلتن بدرجة حرارة منخفضة مما يتيح له امتصاص الماء في المراحل الأولى من عمليتي الطبخ والتدخين في معالجة اللحم .

تحتوي أنماط معينة من اللحم المعلب على إضافات من النشويات والتوابل ويحتاج هذا النمط من الناتج التعقيم . والغرض من إضافة النشاء هو إعطاء الحجم ، والحيلولة دون انكماش محتويات الصفيحة أثناء المعالجة بالتسخين . ويفضل لهذا الغرض غالباً نشاء البطاطا غير المعدل .

ح – السكريات النشوية Starch Sugars :

يستخدم شراب الجلوكوز، و / أو الديكستروز ، و / أو الفركتوز جلوكوز في إنتاج مواد غذائية مختلفة ، كالحلويات ، ونواتج المخازن، والمشروبات ، ومنتجات الألبان ، والنواتج المعلبة ، والمرببات ، والبيرة ، والبوظة . ومن بين أكثر الخصائص أهمية في السكريات النشوية بالنسبة لهذه الاستخدامات

هي : التجسم Bodying ، وتفاعل الاسمرار Browning reaction والاسترطابية ، ومنع تبلور السكر ، والحلاوة ، واللزوجة .

3 - 3 الورق Paper :

صناعة الورق ، هي أكبر مستهلك صناعي غير غذائي للنشويات ، وتستخدم النشويات هنا في ثلاثة مجالات :

آ – التغيرية الداخلية Internal sizing (الإضافة الطرفية الرطبة) :

يتميز المبدأ الذي تقوم عليه صناعة الورق بالبساطة ، ولهذا الغرض ، يصفى معلق مخفف جداً ، مؤلف من عجينة السليلوز في الماء ، من خلال مصفاة سلكية ناعمة ، وذلك لصرف أكبر قسم من الماء الموجود ، فتتخلف حصير ليفية رطبة ، تعصر لإزالة المزيد من الماء ، ثم تجفف . تضاف النشويات إلى العجينة لزيادة مقاومة الورق للجفاف ولزيادة القدرة على احتباس الحشوات والأصبغ . فيشكل النشاء رباطاً بين ألياف العجينة .

يضاف النشاء عادة كشتاتة ناتجة عن طبخ النشاء قبل الاستعمال م مباشرة أو يستخدم النشاء المسبق الجلتنة . يمكن طبخ النشاء في موقع الاستعمال في أنية طبخ متواصل ، تعمل بحقن البخار (أنية طبخ بالنفث) . تستخدم النشويات المجلتنة مقدماً (المجففة دائئياً) في المصانع ، حيث لا تتيسر التسهيلات لطبخ النشاء . يضاف البوركس والمواد الأخرى الإضافية إلى النشاء ، قبل عملية التجفيف الأسطواني . ومع وجود الشب ، فإن الصحيفة الرطبة تحتجز فوسفات النشاء الأحادي بصورة فعالة . وهذه الفوسفات مفيدة لصنع الورق في الأجهزة الحمضية .

ومنذ عام 1960 ازداد استخدام النشويات الكاتيونية في التغيرية الداخلية فهي تحتجز من قبل العجينة بنسبة 100 % عملياً ، بسبب انجذابها إلى ألياف السيليلوز الأنيونية . وتتميز النشويات الكاتيونية بإسهامها الكبير في متانة الورق ، واحتباس نشوي أعلى ، واحتباس أعلى أيضاً للحشوات الأنيونية . يحتوي نشاء البطاطا على مجموعات الفوسفات ، الموجودة بصورة طبيعية . والتي تتيح له أن يظهر تحسناً في الخواص . عند استخدامه كمادة مضافة إلى الورق للتغيرية الداخلية . إن النشويات الكاتيونية في البطاطا أكثر فعالية بكثير من النشويات الكاتيونية في الذرة ، لذلك يجري فيه إنتاجها على نطاق واسع في الولايات المتحدة .

ب - التغيرية السطحية Surface sizing :

في صناعة الورق ، يستخدم معظم النشاء للتغيرية السطحية ، إن تطبيق المعاجين النشوية غير المصبوغة على الصحائف الجافة تقريباً ، يدعى بالتغيرية السطحية حيث تترسب على الصحيفة طبقة رقيقة متواصلة من النشاء المجلتن . وبعدهذا يتم تجفيفها . يستخدم المعجون النشوي لتثبيت الألياف والجزئيات السطحية ، بحيث لا يحدث التغيير dusting والتنسيل

Linting . إن معالجة التغيرية السطحية ، تحسن خواص المتانة والسطح من أجل الطباعة والكتابة . والخواص المرغوبة في السطح هي المظهر المحسن والمتانة ، ومقاومة البلى ، وقابلية الطبع والمحو ، ومقاومة اختراق السوائل والحبر للصحيفة .

يستخدم النشاء على نطاق واسع ، كعامل تغرية سطحية ، والنشويات المستخدمة لهذا الغرض ، هي من الأنماط المنخفضة اللزوجة ، لأن النشويات الطبيعية تحمل لزوجة عالية جداً ، إلى حد يمنعها من تأمين ما يكفي من المواد الصلبة في محلول التغيرية . ويمكن إجراء عملية التحويل هذه إما في المصنع المنتج للنشاء أو في مصنع الورق (في موقع الاستخدام) . يمكن استخدام النواتج النشوية التالية في التغيرية السطحية :

- * - النشويات المؤكسدة .

- * - الإثيرات النشوية المؤكسدة (هيدروكسي إيثيل ، هيدروكسي بروبيل)
- * - النشويات الطبيعية المحولة إنزيمياً في مصنع النشاء (الطريقة المتقطعة أو المتواصلة) ، إستيرات أو أثيرات النشاء (التحويل في مصنع الورق) .
- * - النشويات الطبيعية (تحويل في المصنع) المحولة كيميائياً حراً رياً (تعجين وأكسدة متواصلة) .

ج - الطلية السطحية Surface coating :

في الطلية السطحية ، تطبق طبعة من جزئيات صبغ أبيض (طين، أبيض سائلن، كربونات الكالسيوم، أكسيد التيتانيوم) على سطح الورق والورق المقوى، للحصول على سطح أبيض ناعم . وتستخدم نواتج النشاء كـ باط لربط الجزيئات الصبغية مع بعضها، مع الورق الأساس . ولهذا الغرض، يمكن استخدام النواتج النشوية المنخفضة اللزوجة التالية :

- * - النشويات المؤكسدة .

- * - الإثيرات النشوية المؤكسدة (هيدروكسي إيثيل، هيدروكسي بروبيل) .

- * - فسفات النشاء الأحادي .
- * - نشويات محولة إنزيمياً (تحويل في مصنع الورق).
- * - نشويات محولة كيميائياً حرارياً (تحويل في مصنع الورق) .

التحويل الإنزيمي والتحويل الحراري الكيميائي للنشويات في مصنع الورق:

Enzyme conversion and thermo chemical conversion of starches in the paper mill :

إن التحسينات ، التي أدخلت على تقنيات تحويل النشاء خلال السنوات الماضية، مكنت كثيراً من معامل الورق من تحويل النشويات الحبيبية الطبيعية أو المعدلة ، بواسطة التحويل الإنزيمي أو التحويل الحراري الكيميائي . يمكن استخدام الطريقة المتقطعة أو المستمرة للتحويل الإنزيمي . يوضع النشاء والماء في صهريج التحويل بنسبة معينة ، ويحول إلى درجة بمساعدة محرك عالي السرعة. وعندما تصل الروبة إلى درجة حرارة. وقيمة PH معينتين ، تضاف كمية محددة من الأنزيم (ألفا أميلاز) فيها. ثم تضخ الروبة إلى خلاط ، حيث تمزج بالبخر ، وبعدئذٍ تدور عائدة إلى صهريج التحويل. يمكن أن تكون درجة الحرارة خلال التحويل الإنزيمي حوالي 70° م (بالنسبة لنشاء البطاطا) وحوالي 78° م (بالنسبة لنشاء الذرة) . والميزة الرئيسية لهذا الجهاز، هي أنه يمكن مسبقاً إخماد اللزوجة أيًا كانت حتى عند بلوغها الدرجة القصوى . وعندما يكتمل التحويل ، ويتوقف نشاط الإنزيم ، يضخ المحلول النشوي إلى صهريج تخزين . وفي تطبيق التحويل المستمر الحراري الكيميائي ، تحضر روبة النشاء مع كمية بسيطة من سلفات النحاس ، التي تستخدم كمادة حفازة . وتسحب الروبة إلى شق ضيق في صمام حقن بخاري خاص ، حيث تسخن ببخار زائد . وقبل "صمام المنفث" مباشرة ، تضاف كمية محددة من مادة تأكسد (مثل بيروكسيد الهيدروجين أو سلفات الأمونيوم) يمكن أن تكون درجة

حرارة التحويل الحراري الكيميائي حوالي 120 - 140 °م (بالنسبة لنشاء البطاطا) ، وحوالي 150 - 160 °م (بالنسبة لنشاء الذرة والقمح) . وبعد المنفت ، هناك أنبوب حجز، من أجل فترة إعاقه مدتها 0.5 دقيقة تقريباً . يضاف عند انتهائها قلوي التعادل وماء الطبخ للمحافظة على قيمة الـ PH ، والتركيز ، ودرجة الحرارة عند المستويات المرغوبة .

في التحويل الإنزيمي ، والتحويل الحراري الكيميائي ، يمكن استخدام عدة أنماط نشوية ، كنشاء البطاطا ، ونشاء الذرة ، ونشاء القمح . وتختلف هذه النشويات في استجاباتها لعمليات التحويل . يخضع نشاء البطاطا لتحويل أكثر سهولة (درجات حرارة أخفض ، و / أو كميات أنزيمية أو عوامل مؤكسدة أقل) مما هي عليه الحال مع نشاء الذرة . والذي هو بدوره أسهل تحولاً من نشاء القمح. إن محاليل نشاء البطاطا المحول ، لا تحمل أساساً ميولاً لتشكيل الزبد، والطعوم التفهة ، والكدارة لنشاء الذرة والقمح لاحتوائهما على نسبة من الدهون (0.8 %) والبروتينات (0.3 - 0.5 %) .

3 - 4 المواد اللاصقة adhesives :

المواد اللاصقة، المصنوعة من النشاء ممتازة لتثبيت المواد المسامية الأليفة للماء مع بعضها ، كالورق والكرتون مثلاً . ويمكن استخدامها في كافة المجالات . حيث يكون كلا السطحين من الورق أو الكرتون ، أو يكون أحدهما من الورق، والآخر من المعدن أو الزجاج . وتستخدم نشويات الذرة والبطاطا والبتيوكة والقمح والذرة الشمعية كمواد خام أساسية في تصنيع هذه المواد . يضيفي كل من هذه النشويات صفاته الخاصة على المادة النهائية اللاصقة . ويستخدم البوركس لتعديل بعض الأنماط من المواد اللاصقة المصنوعة من النشاء ، لزيادة اللزوجة ، والثباتية والطبيعية التماسكية في العجينة النشوية .

آ – الورق المصمّغ Gunned paper :

تستخدم مواد الديكسترين اللاصقة في صناعة الورق المصمغ لتشكيل طبقة رقيقة من الصمغ، الذي يعاد ترطيبه ، على الورق المستخدم لتصنيع الطوابع البريدية، والطوابع الأميرية المصمّغة، والبطاقات، والمغلفات. وتقدم ديكسترينات البطاطا والبتيوكة طبقات رقيقة جيدة الذوبانية (قابلية إعادة الترطيب)، عديمة الطعم والرائحة، ولوناً خفيفاً وخصائص لصوقية ممتازة .

ب – الشريط المصمغ Gummed tape :

تستخدم نشويات البطاطا والنتيوكة، والذرة الشمعية بعد المغلي الخفيف كمادة لاصقة، قابلة لإعادة الترطيب بالماء، على الأشرطة المصمّغة. تعدل النشويات الطبيعية لتصبح ذات لزوجة خفيفة (بالتراجع المنظم)، وثنائية لزوجته حوالي 50% بالنسبة للمواد الصلب (بالأسترة والأثرجة). لقد حلت هذه النواتج النشوية محل الغراء الحيواني في كثير من مجالات تصنيع الأشرطة المصمّغة .

ج – الكرتون المموج corrugated paperboard :

تستخدم كميات ضخمة من نشاء الذرة في تصنيع الكرتون المموج . حيث يعلق مزيج مؤلف من النشاء الطبيعي، والبوركس وهيدروكسيد الصوديوم والماء في عجينة من النشاء المطبوخ (حامل) وبعد تطبيق المادة الصلابة على الأطراف المحددة، وتسخينها يتجلتن النشاء الطبيعي في موضعه . فيعمل النشاء المجلتن على تثبيت شريط الورق المموج مع اليافه الناعمة المملسة السطح . ونشاء الذرة هو سائد الاستعمال في هذه العملية لكن يمكن أيضاً استخدام نشويات أخرى (بطاطا ، نتيوكة ، قمح) وذلك وفقاً لما تمليه المصلحة الاقتصادية، وتوفر المادة .

د - الغراء النباتي Vegetable glue :

تنتج الجلتنة القلوية لنشاء البطاطا والتبوكة مواد غروية خيطية، مطاطية، لزجة ويمكن معادلة هذه المواد الغروية، وتجفيفها وتستخدم هذه المواد الغروية الناتجة في :

- * - تحويل الورق إلى كرتون .
- * - رسم القوارير باللصاقات .
- * - تصفيح رقائق الألومنيوم بالورق .
- * - تصنيع الأكياس الورقية .

هـ - مواد لصق الأكياس الورقية :

تستهلك صناعة الأكياس الورقية الجزء الأكبر من المواد النشوية اللاصقة فيستخدم معظم النشاء في تصنيع أكياس البقالة المتعددة وورق الجدران ويستخدم لهذا الغرض عدد كبير من المواد النشوية اللاصقة، والمواد الغروية النباتية، والديكستريانات، والنشويات المعدلة بالحمض، والنشويات الطبيعية المطبوخة، والديكستريانات المشبعة بالبورق، والإثيرات النشوية، والنشويات المؤكسدة .

د - المواد اللاصقة لتغطية الجدران Wall covering adhesives :

تستخدم المواد اللاصقة من قبل المتعهدين وأصحاب البيوت لتطبيق ورق الجدران بأنفسهم ويجب أن يتميز ورق الجدران اللاصق والمعروف باسم "اعمل بنفسك" بثبات ممتاز للذوبانية، وانزلاق جيد وسهولة في التطبيق، ولزوجة حسنة، وتستخدم لهذا الغرض إثيرات نشاء البطاطا المجلتنة مقدماً .

ز - استخدامات أخرى للمواد اللاصقة :other adhesive applications

تنتج الديكستريانات المعالجة بالبوركس لزوجة عالية ذات صفات جيدة مع التعتيق، وخواصاً جيدة في الالتصاق والتشغيل الآلي. وتستخدم في إحكام السد، ومنع التسرب في الكرتون، ولف الأنابيب . والتصفيح وتستخدم الديكستريانات غير المعالجة بالبوركس، والمواد الغروية النباتية في وسم القوارير. ويفضل ديكسترين البطاطا الأبيض في المعاجين المكتبية .

3 - 5 الأَسجة Textiles :

تستخدم النواتج النشوية في الصناعة النسيجية، بصورة رئيسية، للأغراض التالية :

- أ - تغرية خيوط سداة النسيج (التغرية السدوية) .
- ب - تهذيب الأقمشة النسيجية.
- ج - حمل الأصبغة والمواد الكيماوية في معاجين الطبع .

آ - التغرية السدوية :

بعد تحويل مختلف الألياف إلى غزل ذي امتداد متصل، تخضع خيوط السداة إلى عملية تغرية لتأمين طبقة خارجية، تزيد من مقاومة الخيوط للشد، وتحسن مقاومة للحك أثناء النسيج . تشتمل عملية التغرية السدوية على غمس جدائل الخيوط في محلول غروي حار، ثم إزالة فائض الغراء بواسطة اسطوانات عصر وبعدها يتم تجفيف الخيوط المغراة بواسطة اسطوانات مسخنة بالبخار. فيربط الغراء الألياف السائبة بإحكام إلى سطح الخيط، وكما يعزز مقاومة السداة للحك أثناء النسيج. ثم يزال الغراء بعد حياكة النسيج . تحتاج عملية التغرية السدوية إلى بوليمر، يسهل تشتته في الماء، لينتج محاليل غروية لا تتخثر ولا تزيد وترسب على خيوط الغزل طبقات رقيقة

مرنة ، ومتينة وغير لزجة . تستخدم النواتج النشوية، على نطاق واسع ، لتغرية الألياف الطبيعية (القطن مثلاً) ومزائج المواد التركيبية مع الألياف الطبيعية . وبما أن لزوجة النشاء الطبيعي عالية جداً، فإنه يجب تحويلها إلى درجة اللزوجة المناسبة .

وتستخدم في التغرية السدوية النشويات المعدلة بالحمض ، والنشويات المؤكسدة، وإسترات وإثيرات النشاء المؤكسد (خلات، هيدروكسي إثيل ، وهيدروكسي بروبيل ، وسيانوإثيل ، وكربوكسي مثيل) وأثيرات النشاء المجلتن .

إن النشويات الثابتة. هي عادة أسهل تشتتاً، ذات حرارة تعجين أقل ولزوجة ثابتة. وتميل إلى إنتاج طبقات رقيقة بخواص أفضل، وهي عادة أسهل إزالة، عند إجراء عملية نزع النشاء. وتنتج نواتج نشاء البطاطا طبقات رقيقة أكثر متانة ومرونة من الطبقات المماثلة لها، والناجمة من نواتج نشاء الحبوب ، وهى أفضل أيضاً لتغرية خيوط الغزل الرفيعة .

ب - تهذيب الأقمشة النسيجية المكتملة :

تستخدم النواتج النشوية تقليدياً كعوامل تهذيب للأقمشة النسيجية المكتملة، وذلك لإضفاء الثقل، والنعومة، والصلابة، والمتانة على القماش. يشغل الناتج النشوي الفراغات البينية في النسيج، فيحسن ملمس القماش، وقوامه، ومظهره العام. وتتضمن عملية التهذيب النشوية ليست متينة، لأنها لا تقاوم الغسل، ويستخدم التهذيب النشوي للأقمشة غير المكلفة، وملابس العمل، والبضائع البيضاء وأغلفة الكتب وستائر النوافذ، والبطانات الداخلية . تستخدم النشويات الطبيعية، والديكستريانات البيضاء، والنشويات المؤكسدة، والنشويات المعدلة بالحمض في تهذيب الأنسجة .

ج - طباعة النسيج :

تعمل النواتج النشوية في طباعة النسيج على تخخين المحلول الصبغي، وحمل اللون. وتستخدم المثخنات لضمان تشتت جيد للمواد الصبغية الغالية . وللمساعدة في نقل الصباغ إلى القماش بسرعة . وتستخدم لهذا الغرض النشويات المعدلة. مثل الديكسترينات، والإثيرات النشوية المترابطة تصالبياً (وحدها أو بالإشتراك مع مثخنات أخرى) .

3 - 6 استخدامات شتى :**آ - طين الحفر**

عند حفر آبار الزيت يضخ نزولاً طين الحفر والغرض من استخدام الطين هو تزليق لقمة الحفر وتبريدها، ونقل مخلفات الحفر بعيداً باتجاه الأعلى وتشكيل جدار كتيم حول جدار البئر ويجدد دوران الطين عادة بعد إزالة مخلفات الحفر ويتألف الطين من طفل مع مواد مضافة لإضفاء الخواص الغروانية الضرورية. تضاف النشويات المعدلة إلى الطين لإعطاء اللزوجة الصحيحة. زيادة القدرة على احتجاز الماء وبما أن من غير المناسب اقتناء معدات لطبخ النشاء في موضع الحفر . من المعتاد استخدام النشاء الذي يقبل الانتفاخ بالماء البارد (مجفف دارياً أو ميثوقاً) . ويفضل استخدام نشويات البطاطا المجلنتة مقدماً (طبيعية أو مؤثرجة) كمخفضات لخسارة السائل، وكمواد لزوجة في طين الحفر. وهي أفضل من مثيلاتها في نواتج الذرة أو القمح. ويعتمد الخيار بين هذه النواتج على كلفة النشاء وسعة احتجاز الماء .

ب - تطبيقات التندف :

تستخدم عوامل التندف في معالجة مياه المجاريير ، وتنقية المياه ، وكعامل تحكم في الكدارة . وتستهمل النشويات المجلنتة مقدماً كمواد تندف ثانوية في تنقية المياه التي يستهلكها الناس ، وفي معالجة مياه الهدر الصناعية . وفي

معظم الحالات تؤمن عوامل التندف التي يتم الحصول عليها من البطاطا نتائج أفضل من تلك التي يتم الحصول عليه من النشويات الأخرى . إن فعالية التندف في منتجات نشاء البطاطا، ترتبط بمحتواها من مجموعات إستر الفسفات المشحونة سلبياً. وعلى الرغم من أن الشحنة الأيونية ليست كبيرة، من المحتمل جداً أن يساعد تنافر هذه الشحنات، في المحاليل المائية، في تفرعات تندف الجزئيات المعلقة عن طريق آلية الوصل الجسري *bridgin*.

ح - تطبيقات متنوعة :

يجري ترشيح السوائل الغذائية (بيرة ، سيدر ، خمائر الجعة ، السوائل المخمرة) باستخدام نشاء البطاطا ، و/أو نشاء التيبوكة كمساعد ترشيح . ويفضل نشاء البطاطا بسبب ضخامة حجم حبيباته .

ويفيد الجزء الحبيبي الكبير (15 - 40 ميكرو متر) من نشاء البطاطا كمادة واقية للطبقات الخارجية المغلفة ميكروبياً الحساسة للضغط (ورق النسخ عديم الكرتون NCR) .

تستخدم النشويات الطبيعية كأربطة من قرميد السقف ، والألواح الليفية والألواح العازلة ، واللوحات الجدارية. فهي تدمج في تشكيل القرميدة من روبة ليف خشبي ، أو صوف معدني (ألياف السليكات) . فعندما تجفف القرميدة الرطبة المشكلة بواسطة التسخين ، يتجلتن النشاء ، ويربط القرميدة إلى بعضها . إن نشاء البطاطا ونشاء التيبوكة فعالان جداً كرباطين . وذلك بفضل انخفاض درجة حرارة التعجين فيهما ، وسرعة ازدياد لزوجتهما ، عند وصولهما إلى درجة حرارة التعجين .

تستخدم نواتج نشاء القمح المجلنتة كأربطة في قوالب الرمل من المسابك ، كما تستخدم النواتج النشوية كأربطة ، وحشوات ، ومواد لمنع اندماج المضغوطات الصيدلانية وتفيد كثيراً لهذا الغرض إثيرات كر بوكسيل مثل نشاء البطاطا .

الفصل الرابع
شراب الغلوكوز
الميزات والتطبيقات في صناعة الأغذية

مقدمة عامة :

الميزات والخواص :

درجة التسكر D.E

الخواص الفيزيولوجية الغذائية لمكونات شراب الغلوكوز

السلوك الكيميائي الحيوي

التخمر

اللزوجة

الحلاوة

الجدول (1) الحلاوة النسبية لشراب الغلوكوز D.E 42 و D.E 64

الميزات والاستخدامات الوظيفية :

1 – تأثير التطرية وسهولة المضغ

2 – بناء وتركيب بنية معينة

3 – ضبط الشكل البلوري

4 – تشكيل طبقة رقيقة جدا

5 – القوام

الجدول (2) الميزات والاستخدامات لشرابات الغلوكوز حسب قيم D.E

التطبيقات :

- السكاكر القاسية
- حشوات السكاكر القاسية - التوفي
- كتل المضغ التي تتضمن النوكا البيضاء والمحشية والقطع
- الفندان
- الجيلي أو الهلام - العلكة - منتجات مثلجة خفيفة
- الفواكه الملبسة - علكة المضغ
- المرزبان والبيرسيبان
- الجدول (3) تقييم الحلويات
- البوظة (الايس كريم)
- العسل الاصطناعي
- البسكويت ، البسكويت الرقيق الهش ... الخ
- الجعة (البيرة)
- المشروبات الكحولية
- عصير الفواكه
- المشروبات غير الكحولية
- المرببات والهلام والمواد المحفوظة
- الفواكه الملبسة
- الليمون وقشر البرتقال الملبس
- الفواكه والخضراوات المجمدة

- السمك المجمد

- الكاتشاب

- الأرز

- المرغرين

الجدول 4

شراب الجلوكوز - التحليل المتوسط

الجدول 5

الجدول 6

الجدول 7

انحلال السكريات في المادة الجافة لشراب الجلوكوز

الجدول 8

الجدول 9

س

مقدمة عامة

المشروبات الغلوكوزية هي محاليل مائية ذات تركيز عالي مؤلفة من مزيج من السكريات القابلة للهضم بشكل سهل (كربوهيدرات) تنتج من تعرض النشاء للحلمهة الجزئية (التسكر، التحول) . وتتم الحلمهة عادة إما بواسطة الحموض المخففة فقط ، أو بواسطة استخدام الأنزيمات فقط ، أو بواسطة الحموض والأنزيمات معا . وهي حلوة المذاق بشكل طفيف إلى حلوة .

وعندما يجلمأ النشاء تتفصل كيميائياً جزئيات النشاء غير الذوابة في الماء الكبيرة الحجم إلى مزيج من الجزئيات الصغيرة والذوابة في الماء . إن نوعية تحلل النشاء هذه هي نفسها التي تح دث في المعدة والأمعاء وذلك عندما يهضم النشاء .

في الحلمهة الحمضية المباشرة تتم معالجة النشاء الذي يكون على شكل مستعلق مائي بكميات صغيرة من الحمض المخفف المناسب (حمض كلور الماء عادة) عند درجات حرارة مرتفعة قليلاً وعند ضغوط إما في عملية معالجة متقطعة أو م عالجة مستمرة . ثم تعدل السوائل بمحلول الصودا حيث تتشكل كميات صغيرة من كلور الصوديوم ثم تعالج السوائل بالكربون الفعال والمبادلات الأيونية لإبعاد كل الشوائب العضوية والأملاح المعدنية الذوابة ، تركز السوائل النقية والثقيلة الصافية بعدئذ تحت الفراغ إلى حد درجة البوميه المرغوبة (وعادة ما تكون 43 ° بوميه إلى 45 ° بوميه) . تعطي الحلمهة الحمضية المباشرة شرابات بـ D.E (انظر أدناه) لا تتجاوز أكثر من 55 - 60 تقريباً . وإن تمت عملية حلمهة أخرى تزداد نسبة D – غلوكوز إلى الحد الذي يحدث فيه تبلور جزئي غير مرغوب .

ولإنتاج شراب غلوكوز ذو D.E عالي يتطلب الأمر تحول أنزيمي / حمضي مركب .

وفي عملية التحول الأنزيمي / الحمضي فإن محلول النشاء الذي تمت حلمته بشكل طفيف يعامل بالأنزيمات التي تكون فعالة في درجات الحرارة المنخفضة ودرجات pH المرتفعة بشكل طفيف أي بكلمات أخرى ضمن شروط لا تحصل فيها أي تفاعلات جانبية .
إن الحلمة الأنزيمية المباشرة للنشاء قد بدأت تكسب مؤخراً أهمية تقنية .

الميزات والخواص :

بسبب الطريقة التي يحضر فيها شراب الغلوكوز، فإنه لا يعتبر مادة متجانسة كيميائياً كما هو الحال بالنسبة للغلوكوز والسكروز، إلا أنه ع بارة عن محاليل مائية عالية التركيز مؤلفة من مزيج من D – غلوكوز ، ومالتوز ، وأوليغومالتوسكريدات Oligomalto وس كريدات مضاعفة . وتكون النسبة معتمدة على عملية التحول ودرجة التسكر .

درجة التسكر : Degree of Sacharifi (D.E) :

إن درجة التسكر هي مقياس لدرجة الحلمة وبالطالي لتحلل سلسلة الغلوكوز الموجودة في النشاء . وتوصف وتتميز بما يقال مكافئء الدكستروز Dextrose Equivalent (D.E)
يشير D.E إلى نسبة السكريات المختزلة المحسوبة للـ D – غلوكوز الموجودة في المادة الجافة المنتج .

واليوم تعتبر طريقة Lane Eynon هي الأكثر ش يوعاً واستخدماً لتحديد نسبة الـ D.E تصنف المشروبات حسب D.E الخاص بها وهي كالتالي :

38 - 20 D.E	التحول المنخفض
48 - 38 D.E	التحول المنتظم
58 - 48 D.E	التحول المتوسط
68 - 58 D.E	التحول العالي
68 .E وما فوق	التحول العالي جداً

وكلما كان D.E عالياً ، كلما كانت نسبة D- غلوكوز أعلى و / أو المالتوز وكان محتوى منتجات تحول النشاء ذو الجزئيات العالية قليلاً ومنخفضاً والعكس بالعكس ، كلما كان D.E منخفضاً وكلما كان محتوى D - غلوكوز منخفضاً و / أو المالتوز وكانت نسبة الأليغومالتوسكريدات والسكريات المضاعفة أعلى .

وفي المشروبات المتحولة حمضياً فإن القيمة المعطاة لـ D.E كقاعدة عامة تتطابق مع نموذج وعينه سكر محددة ، بينما يكون تركيب الشرابات المتحولة أنزيمياً مثل Mor sweet puritose ، متغيراً بشكل كيميائي مع الثابت المتبقي لـ D.E . وذلك لأن كل أنزيم له خاصية محددة .

ف عند استخدام أميلاز المالت على سبيل المثال نحصل على شراب تحول متوسط أو عالي والذي عند قيمة D.E متساوية يمتلك محتوى مالتوز أعلى ومحتوى D- غلوكوز أدنى بكثير من ناتج الحلمة الذي نحصل عليه بواسطة التحول الحمضي المباشر . وبالتالي باختيار الأنزيمات الملائمة ودرجة التحول يمكن لشرابات الغلوكوز تبنيها وتكييفها في تركيبهم لتطبيقها في أي استخدامات محددة أخرى .

وبعيداً عن محتوى المادة الجافة (درجة البومية) تحدد نماذج السكريات ونسبها الميزات والخواص المطابقة وكذلك استخدامات شراب الغلوكوز .

الخواص الفيزيولوجية – الغذائية لمكونات شراب الغلوكوز :

السلوك الكيميائي الحيوي :

إن شراب الغلوكوز غذاء قيم له نفس الكفاية الفيزيولوجية التي تمتلكها الكربوهيدرات الأخرى الموجودة في الغذاء مثل النشاء ، سكر الحليب (اللاكتوز) ، حيث تبلغ القيمة المغذية لمادته الجافة 4.1 كالوري غ . يعتبر D - غلوكوز واحداً من أهم المكونات في شراب الغلوكوز ، ويقدم أكثر من أي كربوهيدرات آخر ميزة الامتصاص السريع في الجهاز الهضمي للإنسان بدون أنزيمات هاضمة . وهكذا فإن السرعة العالية للامتصاص والتحرر السريع للقدرة تجعل شراب الغلوكوز هاماً جداً . ينفصل المالتو اوليغو السكريات ومنتجات تحلل النشاء ذو الجزئيات العالية بشكل أنزيمي ، وينتج D - غلوكوز آخر وبهذه الطريقة تُمتص من قبل جدران الأمعاء .

ولقد عالج الكثير من المؤلفين تأثير العديد من النماذج من السكريات على إفراغ المعدة وقد وجدوا أن الاختلاف في سرعة إخلاء المعدة يمكن شرحه بشكل واسع بالاختلاف في الضغوط الحلولية (الأزموذية) للمحاليل إن السرعة التي نفوخ فيها المعدة تقلل من تركيز المحاليل ويزداد الضغط الحلولي للمحتوى المعدي . بالإضافة إلى أن سرعة إخلاء المعدة وُجد بأنها تعتمد وإلى حد معين على سرعة الامتصاص للمادة المختبرة .

السكروز (سكر قصب السكر وسكر الشمندر السكري) مثل المالتوز وشراب الغلوكوز ذو المكونات الجزئية العالية يجب فصلها إنزيمياً بواسطة إنزيم الـ Saccharase إلى مكوناته : D- غلوكوز و D- فركتوز في جدران المعدة والأمعاء قبل أن يستفاد منها . وبينما يكون D- غلوكوز متاحاً

مباشرة من أجل تأمين الطاقة فإن D- فركتوز يجب أن يخضع لبعض عمليات التأييض في الكبد قبل أن يتحد بشكل نهائي في أيض كربوهيدرات . وبسبب غياب الهكسوكيناز Hexokinase يصبح الجهاز العضلي عملياً غير قادر على الاستفادة من الفركتوز . وبالتالي من وجهة نظر غذائية فيزيولوجية يعتبر شراب الغلوكوز على الأقل الأكثر قيمة مثل السكروز .

التخمر :

إن قابلية تخمر شراب الغلوكوز تعتمد على كمية D - الغلوكوز والمالتوز الموجودة في الشراب ، يعتبر D - غلوكوز قابلاً للتخمر بشكل مباشر . على عكس المالتوز الذي لا يمكن أن يتخمر إلى بعد فصله إلى جزئين من D - غلوكوز وذلك بلفزيم المثلث الموجود في الخميرة . وبالمثل فإن السكروز يجب فصله إلى سكر محلول قبل التخمر . لا تعتبر نواتج تحلل النشاء ذو الجزئيات العالية قابلة للتخمر ما لم تتوفر إنزيمات مناسبة ، لذا فإن شراب غلوكوز ذو التحول العالي عادة ما يكون قابلاً للتخمر بسهولة أكثر من ناتج حلمة النشاء ذو التحول المنخفض . ولسهولة التخمر ، تكون الشرابات ذات التحول العالي ملائمة لاستخدامها كسكر مخمر (بدلاً من المالت) ولإنتاج منتجات مخبوزة على أساس الخميرة .

اللزوجة :

إن لزوجة الشراب دليل على محتواه الصلب أو المائي ، ودرجة حرارته ودرجة تحوله . يعبر عن مستوى المادة الجافة للشراب بدرجة البوميه التي تشير إلى الوزن النوعي ، لذا فإن محتوى المواد الصلبة وبالتالي

لزوجة الشراب لـ D.E معطى تزداد بارتفاع درجة البوميه . أما نماذج الشراب التجارية فإن لها درجات بوميه 43 و 45 ° .
والعلاقة بين درجة البوميه والوزني النوعي (إن كان $D < 1$) هي
كما مرّ معنا سابقاً :

$$\text{الوزن النوعي} = \frac{145}{\text{في الدرجة } 17.5 \text{ م}^\circ} - 145 \text{ درجة البوميه}$$

تحسب مستويات المادة الجافة المتطابقة مع الأوزان النوعية المختلفة بواسطة الجداول وبعيداً عن هذا فإن أسس ودلالات الإنكسار للمشروبات حسب دراسات J.E.Cicland ، و J.W.Evans ، و E.Fauser . ، و W.R. Fetzer تسمح بحساب دقيق لمحتوى المواد الصلبة . وعملياً فإن المحتويات الصلبة أحياناً يعبر عنه حسب درجات Brix حيث :

إن شراب غلوكوز 43 ° بوميه يتوافق مع حوالي Brix 80

وشراب غلوكوز 45 ° بوميه يتوافق مع حوالي Brix 85

تكون مشروبات الغلوكوز ذات درجة البوميه 43 ° لزجة بشكل عالي في درجة حرارة الغرفة وهي غير ملائمة أو ملائمة بصعوبة للضح . وبينما تزداد درجة الحرارة ، تصبح هذه الشرابات أقل رقة من حيث القوام ويمكن ضخها جيداً حتى في الدرجة 35 - 40 م° . شرابات الغلوكوز ذات درجة البوميه 45 م° تمتلك لزوجة أعلى بكثير من الشرابات ذات درجة البوميه 43 م° ، وتستخدم هذه الشرابات عندما لا يكون هناك حاجة لطبخ المنتج المرغوب .

إن لزوجة الشراب تعتمد ليس فقط على نسبة المادة الجافة بل كذلك على تركيب المادة الجافة الموجودة في الشراب . يُحدد الأخير بواسطة نمط

ودرجة التحول . وحالما ترتفع درجة التحول يتخفص اللزوجة وذلك لأن نسبة المركبات ذات الجزيئات العالية تقل بينما يزداد محتوى نواتج تحلل النشاء ذو الجزيئات المنخفضة مثل D - غلوكوز المنخفض ومحتويات المالتوز إلا أن المستوى العالي للأليغومالتوسكريدات ونواتج تحلل النشاء ذو الجزيئات العالية يكون وبشكل مفرط ذو لزوجة عالية .

يحتوي شراب غلوكوز ذو التحول المنتظم على D - غلوكوز أعلى ونسب مالتوز أكثر من ناتج حلمهة النشاء ذو التحول المنخفض . إلا أن محتوى السكريات ذات الوزن الجزيئي العالي قد انخفض . لذا فإن شرابات الغلوكوز ذات التحول المنتظم لها لزوجة أدنى من الشرابات ذات التحول المنخفض .

وفي عملية التحول الحمضي /الأنزيمي لشراب الغلوكوز D.E العالي (تقريباً 60 D.E) تتقدم عملية التحول بحيث تزداد نسبة D - غلوكوز إلى حوالي 30-36 % ونسبة المالتوز إلى حوالي 40 - 50 % . ينخفض محتوى النواتج ذات الوزن الجزيئي العالي بشكل ملحوظ . ومثل هذا الشراب يتحدد خواصه بشكل أساسي بواسطة المالتوز و/ أو D - غلوكوز . لذا تكون لزوجته أدنى بكثير من لزوجة الشرابات المتحولة حمضياً والمذكورة أعلاه . وكما هو مذكور أعلاه فإن لزوجة الشراب تعتمد ليس فقط على مستوى المادة الجافة (درجة بومييه) ، ونوعية التحول ودرجة التحول (D.E) ، بل كذلك على درجة الحرارة . إلا أن التغير الطفيف في التركيز وبالتالي في درجة البومييه له تأثير على اللزوجة أكبر من التغير في درجة الحرارة وتركيب السكر . ويجب الإشارة إلى أن شرابات الغلوكوز لها لزوجة أعلى من محاليل السكر ذات التركيز المساوي .

الحلاوة :

إن قوة التحلية (الحلاوة) لشراب الجلوكوز ذات أهمية أولية بالنسبة لمصنعي الحلويات . وللحلم على حلاوة الشرابات يجب أن يعتمد المرء على الطعم والمذاق الإيجابي في ما يسمى اختبارات organoleptic . تعتمد قوة الحلاوة بشكل كبير على التركيز . وحالما يزداد التركيز، تصبح المحاليل متساوية أكثر فأكثر وذلك إذا ما أخذنا بعين الاعتبار حلاوتها النسبية

والقيم التالية تشير إلى الحلاوة النسبية لشراب جلوكوز 42 D.E و 64 D.E وهي مأخوذة من جدول قدمه C.Nieman

الجدول (1) الحلاوة النسبية لأنواع من الجلوكوز

تركيز % وزن مواد صلبة	شراب جلوكوز 42 D.E	شراب جلوكوز 64 D.E
0	30.5	42
10	33	49
15	36	56
20	39	36.5
25	41.5	69.5

يعبر عن الحلاوة حسب الحلاوة النسبية أي بالنظر إلى حلاوة السكرز المفترضة بأن تكون 100 . إن لشراب جلوكوز المتحول حمضياً 42 D.E نسبة حوالي 20 % من قوة التحلية الخاصة بالسكرز والمقارنة تمت بمحاليل بنسبة 1 - 2 % .

عند مقارنة محاليل بتركيز 15 % ، وجد بأن شراب جلوكوز 42 D.E له قوة تحلية تبلغ 36 % وذلك بالإشارة إلى حلاوة السكرز .

إن D – غلوكوز الذي يسهم في حلاوة شراب غلوكوز والاختبارات التي قدمها A.Biester وأتباعه التي جرت على تذوق 20 شخصاً أوضحت أن D – غلوكوز يهتلك حوالي 74.3 % من قوة التحلية للسكروز (ما يساوي 100) بينما يمتلك المالتوز حوالي 32.5 % . تعتمد حلاوة شراب الغلوكوز على نمط ودرجة التحول . وتزداد كلما ارتفع D.E . إن شراب غلوكوز المتحول حمضياً 38 D.E الذي يحتوي على حوالي 15 % من D – غلوكوز و 12 % من المالتوز في المادة الجافة ، يكون حلواً نسبياً . حتى الحلاوة الأعظم يمكن إيجادها في التحول المنتظم لشرابات غلوكوز 44 - 42 D.E مثل شراب الغلوكوز 43 التي تحتوي تقريباً على 18 % من D – غلوكوز و 14 % من مالتوز في المادة الجافة .

إن شراب الغلوكوز المتحول أنزيمياً / حمضياً ذو 60 D.E له قوة تحلية عالية نسبياً وذلك لأن نسبته من D – غلوكوز قد ارتفعت إلى حوالي 30-36 % ونسبته من المالتوز تبلغ 40 - 50 % وبسبب النسبة الأعلى من D – غلوكوز و/أو المالتوز الذي تحتويه هذه الشرابات يكون لهذه الشرابات من الغلوكوز المتحولة حمضياً أو أنزيمياً قوة تحلية أعلى من شرابات غلوكوز المتحولة حمضياً مباشرة ذات D.E المتساوي . ومن المهم ملاحظة أن قوة التحلية النسبية لشراب غلوكوز والسكريات الأخرى تزداد عندما تمزج مع السكروز . وبالاعتماد على التركيز الإجمالي وعلى نسبة السكروز وشراب غلوكوز والمادة الجافة ، فشراب غلوكوز 42 D.E على سبيل المثال ، قد يكون له حلاوة نسبية تبلغ 75 – 100 . ويجب الأخذ بعين الاعتبار أن نتائج الاختبارات الخاصة بالمحاليل المائية النقية للسكريات ليست قابلة للإستعمال بالضرورة في مجال الحلويات .

وقد أوضح E.L. wick أن تحديد قوة الحلاوة يعتمد وبشكل كبير على الحالة الفيزيائية لمادة الاختبار وبأن درجة الحلاوة تكون عملياً نفسها في عدد كبير من الحلويات . ففي الفندان Fondants على سبيل المثال ، وجد في استخدام شرابات غلوكوز ذات قيم D.E مختلفة أن الحلاوة هي نفسها للفندان المعياري حلاوة عظمى ، بحيث يعمل التركيز العالي للسكرور كمحلول منظم والذي يحفظ ثابت الحلاوة عندما يضاف الكثير من عوامل التحلية .

إلا أن شراب الغلوكوز بالاتحاد مع السكرور يسمح للحلاوة أن تتخفض كلما كان هناك حاجة لعدم إخفاء النكهة المميزة للمنتج عندما تكون الحلاوة المفرطة ميزة سنوية كما في المرببات والفواكه المعلبة والسوائل (المشروبات الكحولية المقطرة) .

المميزات والاستخدامات الوظيفية

يستخدم شراب غلوكوز في العديد من الأغذية ليس فقط بسبب قوة تحليته وقيمته المغذية (القيمة الكالورية) بل كذلك بسبب بعض الميزات المعينة :

1- تأثير التطرية وسهولة المضغ :

Humectant & Softening Effect :

إن الحصول على بعض الطراوة وسهولة المضغ أمر لا يُستثنى عنه في العديد من الأغذية . وبما أن هذه الصفات تختفي خلال التخزين ، فلاسترداد الطراوة المرغوبة يجب إضافة مواد حافظة للطراوة humectant إلى الأغذية هذه المواد تمنع المنتجات من الجفاف واليباس خلال التخزين بحيث أنها تقلل من ميل واتجاه التبادل المائي عند رطوبة هوائية متغيرة

وعند درجات حرارة متباينة وتحفظ بمحتوى الماء الأولي . إن امتصاص أو تحرر الرطوبة يعتمد على محتوى الرطوبة المتوازن للمنتج (عند حد رطوبة هوائية نسبية معطاة) .

إن للمحاليل المائية والمواد الصلبة الحاملة للماء ضغط بخاري محدد .وإن الحاصل من هذا الضغط الجزئي للبخر في ضغط هوائي معطى ومن ضغط الإشباع على الماء النقي في درجة حرارة متساوية يضاعف بمقدار 100 ويسمى بالرطوبة النسبية . المنتجات ذات الرباط المائي يعرف عنها أنها مأخذ حالة متوازنة عند حد رطوبة هوائية نسبية معطاة . إن المحلول المائي للمنتج عند رطوبة هوائية نسبية معطاة سوف يمتص الماء من الهواء أو يعطي الماء إلى الهواء حتى يتم التوصل إلى محتوى مائي مطابق ومتوافق مع الموازنة عندها يتوقف التبادل المائي . إن موازنة محتوى الرطوبة في درجة حرارة معطاة هي مهمة عدد من الجزيئات المذابة لكل وحدة حجم وبالتالي الضغط التناضحي . وكلما كانت الجزيئات المذابة قليلة وكان الضغط التناضحي منخفضاً ، كلما كانت موازنة محتوى الرطوبة أعلى في مجال الحلويات تتألف الجزيئات المذابة بشكل أساسي من جزيئات ذات كربوهيدرات متنوعة وبالتالي فإن موازنة محتوى الرطوبة تعتمد على نموذج السكريات المذابة (الوزن الجزيئي للسكريات وعلى المحتوى المائي للمنتج) . إن المنتج ذو النسبة العليا من السكريات ذات الوزن الجزيئي المنخفض تحتوي على جزيئات مذابة لكل وحدة حجم وبالتالي يكون لها موازنة منخفضة من المحتوى المائي وتكون أقل من المنتج ذو الجزء العالي من المركبات ذات الوزن الجزيئي العالي أما المنتجات ذات الموازنة المنخفضة للمحتوى المائي فإنها تكون أقل قدرة على تحمل الرطوبة الهوائية

النسبية العالية وبالتالي يكون لها ميزات استرطابية أكبر من المنتجات ذات الموازنة العالية من محتوى الرطوبة ، وبكلمات أخرى تكيف المنتجات ذات التوازن المنخفض من محتوى الرطوبة محتواها الرطب بسرعة مع تغيرات رطوبة الهواء النسبية أكثر من المنتجات ذات التوازن العالي . إن تأثير النظرية والمواد المطرية humectant لشرابات غلوكوز ذات التحول العالي الحاوية على نسب عالية من السكريات الجزيئية المنخفضة ، D - غلوكوز و/ أو المالتوز هذا التأثير يكون مفيداً جداً للعديد من الأغذية (مثل عجينة العسل ، المرزيبان... الخ .

2 – بناء وتركيب بنية معينة Building up a Certain Texture :

إن شراب الغلوكوز، سواء أكان لوحده أم متحداً مع السكروز يكون قادراً على بناء بنية خاصة ومميزة لبعض المواد الغذائية . والشراب ذو اللزوجة العالية وذو التحول المنخفض أو المنتظم سوف يسهم في البنية الطويلة اللزجة للعلكة (18,17) وفي التركيب اللين المقبول للفندان بحيث تذوب بسهولة في الفم

3- ضبط التشكل البلوري Control of Crystal Formation :

من أجل الحصول على حفظ جيد للميزات والخواص ، يجب أن يكون للحلويات محتوى عالي من المواد الصلبة كذلك يجب ألا تشبع بشكل مفرط بالسكروز الذي يميل نحو التبلور خلال التخزين . هذا الاتجاه غير المرغوب نحو التبلور يسمى بالتحبب " التبلر " Graining هذه البلورات تقسد مظهر المنتج وتعطي طعماً غير مقبولاً ورملياً في الفم . ولحدوث عملية التبلور : "بداية يجب توافر نويات التبلور التي تبدأ بعملية التبلور، هذه النويات تتشكل بشكل تلقائي وعفوي حالما تتقدم عملية فرط التشبع بشكل كافي . يجب أن

تلامس جزيئات المادة المتبلورة النويات وتلتصق بها وبسبب الحركة السريعة الثابتة التي يقدمونها في السوائل والمحاليل تصل الجزيئات إلى النويات .

في السائل ذو اللزوجة العالية مثل شراب الغلوكوز لا يسمح للجزيئات أن تتحرك بحرية وبالتالي فإن اللزوجات العالية تمنع التبلور بشكل واسع .

كذلك يحتوي شراب الغلوكوز على سكريات متعددة بالإضافة إلى السكروز . وهكذا عند مزج السكروز مع شراب الغلوكوز نحصل على المحلول الذي يحتوي على نسبة صلبة كافية ولكنه لا يتبلور. إن الاستخدام المتحد لشراب الغلوكوز والسكروز يسمح بضبط التبلور إلى الحد الذي تتشكل فيه بلّورات من حجم مرغوب . يعزو K.Heyns التأثير المانع للتبلور لشراب الغلوكوز في الحلويات إلى الجسر الهيدروجيني الذي يتشكل بين جزيئات م كونات شراب الغلوكوز وبين جزيئات مكونات أخرى للمزيج . يجنب الجسر الهيدروجيني من ميل المادة نحو التبلور وبناء شبكة بلورية. إن ضبط التبلور بواسطة شراب الغلوكوز ذو أهمية خاصة بالنسبة للساكر القاسية والتوفي التي يمتلك محتوى صلب عالي جداً (الساكر القاسية تقريباً 98 % ، التوفي تقريباً 90 - 93 %) وهي في الحقيقة تشبع بشكل مفرط بالسكروز .

سابقاً كانت الوسيلة لمنع التحبب (التبلر) إضافة حمض إلى محلول السكروز بحيث يتشكل شراب ذو سكر متحول عند غليه . إلا أن هذه الطريقة تشتمل على خط تبلور D – غلوكوز. بالإضافة إلى أن الساكر القاسية والتوفي الحاوية على السكر المتحول لها استرطابية عالية والتي تعتبر مادة معدة للمعالجة الصناعية حسب وجهة النظر الخاصة بالرطوبة الهوائية العالية السائدة في أوروبا وفي العديد من أجزاء العالم . وعند استخدام 1.5 جزء من السكروز مع جزء واحد من شراب غلوكوز على سبيل المثال

بدرجة بومييه 43 م ° ، نحصل على سكاكر قاسية يمكن تخزينها لسنوات عدة بدون حدوث تبلر . ويكون هذا ممكناً لأن السكاكر القاسية تكون سوائل ذات لزوجة عالية بشكل مفرط والتي تبرد دون درجة إنصهاره ا بسرعة بحيث تكتسب هذه السكاكر ميزات التماسك الصلب أو الزجاجي بدون تبلور تمنع اللزوجات العالية التبلور (انظر أعلاه) .

4 - تشكيل طبقة رقيقة جداً Film Formation :

يعطي شراب الغلوكوز طبقة رقيقة جداً حافظة حول : السمك ، شرائح السمك ، الطيور الداجنة ، الفواكه والخضار ، وهذه الطبقة تجرّب عند التخزين ما دون درجة الصفر حدوث تغيرات تفسد نوعية المنتجات (التغيرات تكون في اللون ، الرائحة ، الطعم ، وكذلك في البنية والتركيب) . لذا فإن الغذاء المجمد ما دون درجة الصفر يساوي بشكل واسع الغذاء الطازج من حيث القيمة الغذائية . إن مكونات شراب الغلوكوز مثل مركبات بولي هيدروكسيل لها تأثير طبيعي ومضاد للأكسدة وتمنع بشكل واسع تغير لون الغذاء تحت تأثير الأوكسجين في الهواء .

القوام : Bodying

يسهم شراب الغلوكوز بتشكيل القوام للعديد من المنتجات بدون زيادة حلاوتها ، وهذا هو أحد الأسباب الداعية لاستخدام شراب الغلوكوز في البوظة ، والمشروبات ، والمواد الحافظة... الخ .

سلاجداول (2) الميزات والاستخدامات لشربانات الغلوكوز حسب قيم D.E

Property or functional use	low D.E.	high D.E.	الاستخدام الوظيفي أو الميزة
Bodying agent	←		عامل القوام
Browning reaction		→	تفاعل براونج
Cohesiveness	←		التماسك
Color stabilization		→	استقرار اللون
Crystallization control	←	→	ضبط التبلور
Emulsion stabilizer	←		مثبت المستحلب
Fermentability		→	قابلية التخمير
Flavor enhancement		→	معزز النكهة
Flavor transfer medium		→	وسط نقل النكهة
Foam stabilizer	←		مثبت الرغوة
Freezing point depression		→	انخفاض نقطة التجمد
Hygroscopicity		→	الاسترطابية
Increased steam pressure	←		ضغط البخار متزايد
Nutritive value	←	→	القيمة الغذائية
Osmotic pressure		→	الضغط التناضحي
Preservation		→	مادة حافظة
Prevention of coarse ice crystals	←		منع بللورات الثلج الخشنة
Prevention of sucrose crystallization	←		منع تبلور السكروز
Solubilizing effect	←	→	تأثير المذيب
Sweetness		→	الحلاوة
Thickening agent	←		عامل التغليف
Viscosity	←		اللزوجة

التطبيقات

الساكر القاسية : Hard Candies

يعتبر شراب الجلوكوز مادة أساسية لا يستغنى عنها في صناعة الساكر القاسية والتوفي ويتمثل عمله في فرض لزوجة عالية بينما تكون قوة التحلية منخفضة ولمنع السكر من التبلور أو تحبب الساكر القاسية (انظر أعلاه) . وحتى سنوات قليلة كانت الساكر القاسية تصنع من ناتج حلمة النشاء المنخفض الـ D.E والمتحول حمضياً . حيث تبلغ نسبة السكر إلى شراب الجلوكوز من 100 : 60 إلى 100 : 90 .

في هذه الأثناء أنتج العديد من شرابات الجلوكوز المتحولة /حمضياً أنزيمياً هذه الشرابات لها D — جلوكوز منخفض ومحتويات مالتوز ع الية وتحتوي فقط على نسبة منخفضة من السكريات المضاعفة (انظر الجدول) ولهذه المنتجات لزوجة أدنى من شرابات الجلوكوز التقليدية ذات D.E المتساوي ، ولذلك قد تستخدم بكميات أكبر من تلك الشرابات . بحث أن نسبة المزج مع السكر من 100 : 80 إلى 100 : 100 وذلك بالاعتماد على الشروط السائدة . إن الهيزات التي تمتاز بها هذه الشرابات على شرابات جلوكوز التقليدية يمكن تلخيصها من قبل A.M.Maiden حسب التالي :

- 1 - بسبب المحتوى المنخفض لمنتجات تحلل النشاء ذات الوزن الجزيئي العالي ، يصبح المزيج المطبوخ أكثر ليونة وأقل لزوجة من الكتلة عند استخدام الشرابات التقليدية .
- 2 - لنفس السبب تكون الكتلة أكثر ليونة كذلك عند التبريد ويمكن معالجتها بشكل أكثر سهولة وهي أقل عرضة للتقشر السطحي .
- 3 - يكون للساكر شفافية أكبر مع عدم تغير اللون خلال عملية الغليان

4 – بما أن الكتلة تكون أكثر طراوة خلال عملية التشكيل ، يكون للسطح قابلية أكبر للتدفق والجريان و للمنتجات لمعان وبريق ومظهر أكثر اكتمالاً .

حشوات السكاكر القاسية : Hard Candy Fillings

وقد أوضحت التجارب أن شراب الغلوكوز الناتج من عملية التحول الأنزيمي/ الحمضي والذي هو عبارة عن شراب غلوكوز ذو D.E عالي يكون ملائماً للحشوات السائلة في السكاكر القاسية . ويكون لها طعماً حلواً محبباً ولزوجة أقل من الشرابات التي يحدث فيها التحول بشكل أقل ويمكن معالجة هذا النوع من الشراب بمادة منكهة بسهولة ويستخدم مباشرة مع العوامل المنكهة .

التوفي : Toffees

وهنا يكون شراب الغلوكوز ثانية مساعد ضروري للسكروز . وهناك نموذجان من التوفي :

التوفي المحبب , والتوفي القابل للمضغ Tough & Chewable , وهنا يجب أن تكون نسبة شراب الغلوكوز المتحولة /حمضياً أنزيمياً أكبر مما هي عليه في السكاكر القاسية . في التوفي المحبب الذي يشبه الغدج Fudge ، يمكن استخدام شراب الغلوكوز بكميات منخفضة فقط عندما يتوجب أن تشبع الكتلة بإفراط وبشكل كاف بالسكروز. يجب أن تكون نسبة السكروز إلى شراب الغلوكوز تقريباً 100 : 60 . يوصى باستخدام هذا النوع من شراب الغلوكوز في صناعة الحلويات , إن إضافة 70 % م ن المحلول السائل للسوربيتول له تأثير مفضل على تشكل البلورات الرقيقة جداً في الكتلة المطعمة بالفندان الذي يتحبب بسرعة بعد اللف .

كتل المضع التي تتضمن النوكا البيضاء والمحشية والقطع :

Tough Masses Including White Nougat ,Fillings ,bars :

إن عملية إنتاج كتل المضع مثل النوكا البيضاء والمحشية والقطع هي عملية جديدة للعديد من مصنعي الحلويات .

ما لم يستخدم الهلام (الجيلاتين) ، فإن مثل هذه الكتل تحتوي على شراب غلوكوز ذو تحول منخفض . وما لم تتوفر مثل هذه النماذج فإن التماسك المطلوب يستحصل عليه بخفض محتوى الماء (أي زيادة درجة الغليان) ورفع نسبة شراب غلوكوز على حساب السكروز . وعند اختيار شراب غلوكوز مناسب للكتل المتوجب تحبيبها ، يجب الأخذ بعين الاعتبار بالمقارنة مع الشرابات ذات التحول المنخفض ، أن الشرابات ذات التحول المنتظم تسرع عملية الإنتاج . إن سهولة أو صعوبة المضع لهذه الحلويات يعتمد كذلك على عوامل أخرى . فالهلام على سبيل المثال المضاف بكميات متغيرة يغير من عسر المضع بشكل أساسي وجوهري حتى إن بقي المحتوى المائي بدون تغير . وهناك أمر يتطلبه شراب الغلوكوز وهو احتجاز تماسك الحلويات لفترة طويلة .

لذا فإن شراب الغلوكوز ذو التحول العالي يوصى به عندما يُرغب بالحصول على النوكة بأنواعها ، ويستخدم السكر المسحوق بكميات صغيرة فقط إلا أنه بالنسبة للحلويات القاسية يكون شراب الغلوكوز ذو التحول المنخفض أكثر ملائمة .

Fondants : الفندان

إن التأثير الذي تقوم به شرابات الغلوكوز المختلفة على تماسك الفندان يستحق اهتماماً كبيراً . إن ناتج حلمة النشاء ذو D.E المنخفض المتحول

حمضياً ذو اللزوجة العالية يبطئ بشكل واسع تبلور السكرز ويعطي الفندان تماسك صلب وجيد المضغ إلى حد طفيف . وعلى العكس فإن شراب الغلوكوز ذو D.E العالي الذي يمتلك لزوجة عالية يجعل الفندان أكثر طراوة . وعند استخدام شراب غلوكوز ذو لزوجة منخفضة وبقيمة D.E عالية يجب رفع درجة الغليان بقدر 0.5 م° إلى 1 م° بالنسبة للفندان ذو التماسك المساوي .

إن مزيجاً من أجزاء متساوية من شراب الغلوكوز ذو D.E العالي واليوربيتول سوف يحسن وبشكل جوهري من فترة الحشوات الحلوة القابلة للإنسكاب والحلوة بشكل طفيف على أساس الفندان .

الهلام : Jellies

بالنسبة للهلام (البكتين) تكون نسبة السكرز وشراب الغلوكوز تقريباً 40:100 . إن الآجار Agar المستخدمة مع شرابات الغلوكوز ذات التحول العالي (D.E 60) يسمح لنسبة شراب الغلوكوز أن ترتفع . وعندئذ تكون علاقة السكرز وشراب الغلوكوز 100 : 60 . وسواء تم تسخين المزيج تحت الضغط أو في وعاء مفتوح فإنه أمر غير ذي أهمية . وبغض النظر عن نموذج شراب الغلوكوز المستخدم فإن الإجراء التصنيعي المتخذ يكون بإضافة جزء من شراب الغلوكوز بكمية باردة إلى العجنة النهائية وذلك لتسريع تبريد الكتلة من أجل إضافة الحمض .

العلكة : Gums

بما أن اللزوجة الساخنة للعلكة (للصبغ) تكون عالية نسبياً بسبب نسبة الجيلاتين التي تحتويها فإنه يجب اختيار اللزوجة المنخفضة من أجل شراب الغلوكوز . وعادة يستخدم شراب الغلوكوز المحول حمضياً ، ونصبح

نسبة السكر إلى شراب الجلوكوز من 100 : 100 إلى 100 : 120 كما يسمح كذلك باستعمال شراب جلوكوز محول حمضياً / إنزيميا بنسبة أعلى .

منتجات مثلجة خفيفة Light Frabbe Coods :

في المنتجات المثلجة مثل حلوى الخطمي (حلوى تعد من جذور الخطمي أو من سكر وهلام وزلال البيض) تعتمد كمية شراب الجلوكوز على تركيب السكر . فكلما كانت درجة التحول عالية كلما كانت نسبة D - جلوكوز أعلى ، بالمقارنة مع السكريات الأحادية الحلوة ، تكون نسبة شراب الجلوكوز أعلى . يحتوي شراب الجلوكوز (D.E 60) على محتوى من D-جلوكوز يصل إلى 36% ويسمح للمنتجات المثلجة الخاصة أن تصنع حتى بدون السكر .

الفواكه الملبسة Candied Fruite :

نحصل على نتائج جيدة باستخدام شراب متحول حمضياً / أنزيمياً وذو قيمة DE عالية ويمتلك نسبة D-جلوكوز عالية وكبيرة . تكون الفواكه أقل عرضة للتغير من حيث الشكل والطعم وأقل حلاوة من الفواكه المعالجة بالسكر وذلك تكون ذات مظهر فاتح للشهية مع شفافية ولمعان في اللون .

العلكة العسيرة المضغ Chewing Gum :

إن شرابات الجلوكوز ذات القيمة D.E- المنخفضة والمتحولة حمضياً ذات اللزوجة العالية والقادرة على منع تشكل البلورات تصنف الأفضل . وبما أن العلكة عادة تنتج ببساطة بمزج مواد أساسية مسخنة جزئياً غير مطبوخة ، مع شراب جلوكوز ذو محتوى صلب عالي (45 ° بوميه) فإن ما ينصح به هو تجنب الرطوبة المفرطة . إن الكميات التي يستخدم فيها شراب الجلوكوز بشكل واسع تعتمد على العلكة الأساسية .

المرزبان Marzipan (عجينة اللوز Almond Paste) ,
والبيرسيبان Persipan (عجينة المشمش أو الدراق Apricor or
: (Peach Paste

إن المرزبان عبارة عن مزيج من كتلة المرزبان وكمية لا تزيد عن
كمية مساوية وزناً من السكروز .

والبيرسيبان عبارة عن مزيج من كتلة البيرسيبان ومالا يزيد عن 1.5
وزناً من السكروز .

في كل من المرزبان والبيرسيبان قد يستبدل جزء من السكروز بشراب
الغلوكوز و / أو السوربيتول . إن شراب الغلوكوز ذو اللزوجة العالية
والتحول المنخفض وذو الحلاوة المنخفضة يجنب على الأقل وبشكل جزئي
تبلور نسبية السكروز العالية (التي تجعل المنتجات جافة وقاسية) . كذلك
يسمح للحلاوة أن تنخفض وتقل إلى حد ما .

ولتحسين طراوة المرزبان والبيرسيبان ، فإنه يستخدم عادة شراب الغلوكوز
ذو درجة البوميه 45 مع السوربيتول لأنه يجنب الزيادة المفرطة في
المحتويات المائية لهذه الحلويات .

الجدول 3 تقييم الحلويات

	Low D.E.	High D.E.	Acid- Convert- Glucose Syrup D.E.	Ration of Glucose Syrup to 100 Sucrose
Hard Candies	-	-	38	60 – 90
Hard Candies	43	-	-	80 – 100
Hard Candy Fillings	-	60	-	100
Toffees, tough	43	-	43	100 – 200
Toffees, grained, short	43	-	43	60
Fondants	-	-	43	15 – 25
Light frappé goods	-	-	43	30 – 50
Light frappé goods	-	60	-	50 – 100
Heavy frappé goods	-	-	43	30 - 50

Jellies

a) Pectin jellies	-	-	43	40
b) Agar jellies	-	60	43	50 - 60

Gums

a) Gum arabic	-	-	43	35
b) Gelatine	43	-	43	100 – 120
Marzipan masses	-	-	38	3.5
Persipan masses	-	-	38	5.0
Other mixed masses	-	-	43	5 – 15
Candied fruits	49	-	43	40
Chewing gum	-	-	38	20

البوظة Ice Cream (الآيس كريم) :

يعطي شراب الغلوكوز القوام للبوظة ويزيد من لزوجة مستحلب
/المواد الصلبة/ الماء في خليط البوظة ، تمنع اللزوجة العالية تشكل بلورات
مثلجة كبيرة وبلورات ذات تحبب خشن ألفلاكتوز التي تسبب عادة طعماً
رملياً في الفم. وقد أثبت أن شراب الغلوكوز المحول حمضياً / أنزيمياً ذو
محتوى مالتوز عالي هو الأكثر ملاءمة عملياً لإنتاج البوظة . حيث تتحسن
البنية وخاصة ما يتعلق بالطراوة بشكل جوهري وبالأخذ بعين الاعتبار
السلوك الإنصهاري ، لا يكون هناك أي اختلاف بالمقارنة مع البوظة
المصنعة حصرياً من السكروز . كذلك يكون شراب الغلوكوز قادراً على
تعزيز النكهة وبالتالي تنقية وتكرير طعم البوظة عندما يستخدم مع
الدكستروز ، ويكون شراب الغلوكوز الحاوي على نسبة مالتوز عالية ملائماً
كذلك للبوظة المقساءة والمعبأة وخاصة بالنسبة لبوظة الفواكه وعلى الرغم من
أن التركيز يكون نفسه ، فإن عدد الجزئيات المذابة في اتحاد كهذا يكون أكبر
مما هو عليه عندما يستخدم السكروز لوحده فقط . وبالتالي فإن الضغط
التناضحي يُرفع ونقطة التجمد تنخفض وبهذا نحصل على منتج منعش ذو
طعم جيد و بجلاوة خفيفة جداً .

العسل الاصطناعي Artificial Honey :

- في العسل الاصطناعي السائل يستخدم شراب الغلوكوز لمنع
Dالغلوكوز - فركتوز من التبلور .

البسكويت والبسكويت الهش الرقيق ..إلخ :

Biscuits , Crackers , etc :

يُوصى بشراب غلوكوز ذو التحول العالي لصنع كل النماذج من البقسماط ، الوايفر ، الكعك الاسفنجي البسكويت الهش الرقيق ، عجينات العسل ذات النماذج المختلفة و وكذلك الكعك المحلى الاسفنجي ، والكعك المحلى المبرد . يساعد شراب الغلوكوز في تحسين الـ brownig ، ويستتقي العصاراة في عجينة العسل ويجعل الكعك المحلى هشاً وأقل عرضة للتكسر خلال التخزين والنقل ويعطي مساميق جيدة للبقسماط . إن الكمية العظمى من إضافة شراب الغلوكوز تختلف باختلاف نوع المعجنات المحضرة ونوع الطحين وتكون ما بين 5 و 10 .

الجمعة : BEER

بالاعتماد على التجربة والخبرة التي قدمها صانعي الجمعة ، فقد أنتجت أنواع مختلفة من شراب الغلوكوز تختلف في محتوى الدكستروز ومحتوى سكر الشعير (المالتوز) وبالتالي تكون مختلفة في الخلاصة القابلة للتخمر وقوة التحلية.

يعطي شراب الغلوكوز ذو الـ DE العالي الميزات التالية :

- 1 - يسهل في تخمر الجمعة وذلك لاحتوائه على الخلاصة التي تعطي كربوهيدرات على شكل مذاب .
- 2 - يرفع من ناتج تخمر الجمعة بدون الحاجة إلى طاقة زائدة من جريش المالت .
- 3 - يقلل توازن النتروجين وبهذا يحسن من استقرار البروتين في الجمعة .
- 4 - يعزز الاستقرار head .

المشروبات الروحية Liguers :

لا يمكن الاستغناء عن شرابات الغلوكوز ذات التحول المنتظم كمكونات تعطي القوام للمشروبات كذلك تعطي اللزوجة المرغوبة (والبنية الزيتية مع تأثير محلي قليل جداً وعند استخدام الشراب المكرر لا يمكن الحصول على بنية كهذه بدون زيادة تلقائية في حلاوة المشروبات .

عصير الفواكه Fruit juices :

عندما يستخدم شراب الغلوكوز ذو التحول العالي من أجل تحلية العصائر سوف يعطي النكهة الطبيعية للفواكه . وبالتالي فإنه يعزز من طعم عصير الفواكه كذلك يقدم ويعطي ميزة عملية كما يسمح بمعالجة سهلة بمادة منكهة . وعلى العكس من السكريات المتبلورة فإنه يجب ألا يذوّب قبل الاستخدام .

المشروبات غير الكحولية Non – Alcoholic Beverages :

المشروبات على أساس عصير الفواكه التي تحتوي على غلوكوز ذو تحول عالي والسكر بنسب متساوية تمتلك طعماً كاملاً كذلك يساعد شراب الغلوكوز على إبراز طعم الفواكه في هذه المشروبات .

المرببات والهلام والمواد الحافظة Jams , jellies & Preserves :

في عمليات الإنتاج الحديثة يستخدم شراب الغلوكوز في المرببات والهلام والمواد الحافظة بشكل استثنائي لأسباب تتعلق بالتنوع . وباستبدال السكر بكميات مكافئة من شراب الغلوكوز، ينخفض تبلور السكر مع استقرار للمنتجات المحسنة . كذلك يعزز شراب الغلوكوز الطعم وخاصة في المنتجات المحضرة من فواكه طازجة ، وذلك لأنها تمتلك حلاوة قليلة ، وبالتالي تقدم النكهة الطبيعية للفواكه . يجعل شراب الغلوكوز

بنية المرببات والهلام والمواد الحافظة ملساء أكثر وتنتشر بسهولة خاصة مع المنتجات ذات المحتوى العالي نسبياً من المادة الجافة ، عادة يضاف شراب الغلوكوز عند نهاية عملية الطبخ لتحقيق التبريد في نفس الوقت .

الفواكه الملبسة Canned Fruit :

بإستبدال جزء من السكر في محلول السكر بشراب الغلوكوز ذو التحول العالي ، فإن اللون وخاصة طعم الفواكه الملبسة وكذلك البنية سوف تتحسن وقد أثبتت المحاولات أن شراب الغلوكوز ذو التحول العالي يكون ملائماً للاستخدام مع السكر في تلبيس الفريز والإجاص .

الليمون وقشر البرتقال الملبس :

Candied Lemon & Orange Peel :

لتحضير عصير سكر غليظ القوام لمعالجة قشر العديد من نماذج الحمضيات مثل البرتقال المر، فإنه يوصى باستخدام مزيج من شراب السكر وشراب الغلوكوز ذو التحول المنتظم المستحصل عليه بواسطة التحول الحمضي أو الحلمهة الحمضية / الأنزيمية والمحتوى العالي للمالتوز. يمنع شراب الغلوكوز السكر من التبلور ويعطي الطعم العطري المرغوب لقشر الليمون الملبس والطعم المر لقشر البرتقال الملبس .

الفواكه والخضار المجمدة Deep –Frozen Fruit & Vegetables :

أحياناً تلاحظ الحلاوة الزائدة في الفواكه وخاصة الفريز المجمدة في محاليل سكرية مركزة وقد تأكد من خلال التجارب أن النكهة الطبيعية للفاكهة المجمدة تحفظ عندما تجمد الفاكهة الطازجة المغلقة في محاليل محضرة مع شراب الغلوكوز ، وبهذه الطريقة فإن طعم الفاكهة لن يتحول إلى عديم النكهة

بالإضافة إلى ذلك فإن الفاكهة المجمدة في شراب الغلوكوز سوف تظهر سلوكاً ذوبانياً جيداً . ولن يكون هناك خسارة للعصير خلال الذوبان .

السّمك المجمد Deep – Frozen Fish :

لقد ثبت أن شراب الغلوكوز بفضل ميزاته في تشكيل رقائق طبقة رقيقة جداً فإنه الأفضل والأكثر ملاءمة لزيادة فترة حفظ منتجات السمك المحفوظ بدرجة الصفر . وبإضافة شراب الغلوكوز من الممكن إلى حد ما إبعاد الزنخ بواسطة الأكسدة والاحتفاظ بالرائحة الطازجة للسمك المجمد وهناك طريقتان مختلفتان لمعالجة السمك المجمد وهما :

1 - بعد التجميد ، يصقل السمك بـ 2 إلى 3 % من محلول شراب الغلوكوز (بدلاً من الماء) .
2 - توضع شرائح السمك الطازج في 20 إلى 65 % من محلول شراب الغلوكوز (بالنسبة للسلمون يستخدم 30 % من المحلول) وبعدها يجمد .

3 - ويغلف السمك بمزيج من كلور الصوديوم إضافة إلى 20 % شراب غلوكوز) وبالنسبة للكراند Lobster يجب أن يكون المحلول الملحي 14 % كلور صوديوم + 34 % شراب غلوكوز . يمنع شراب الغلوكوز الملح من التغلغل في النسيج ويحمي السمك من الترشح .

الكتشب Ketchup :

يستخدم شراب الغلوكوز المستحصل عليه بواسطة التحول الأنزيمي / الحمضي لهبطي القوام للكتشب ، ويفرض شراب الغلوكوز على المنتجات بنيتها العامة ويعزز نكهتها ويسمح بمعالجة سهلة بمادة منكهة بالإضافة إلى أنه يحسن المنتج عندما تُفتح العلبة .

: الأرز Rice

يعطي شراب الغلوكوز للأرز مظهراً أملساً ويتحقق ذلك بصقل وتلميع الأرز بمزيج شراب الغلوكوز والجليسريدات الفعالة سطحياً و/ أو الفوسفاتيد.

: المرغرين Margarine

- إن شراب الغلوكوز ذو التحول العالي بسبب محتواه العالي من D غلوكوز سوف يحسن ميزات browning المرغرين .
كما أن كمية شراب الغلوكوز المطلوب إضافتها تعتمد على م محتوى الدهن للمرغرين الذي تقدمه قوانين الأغذية العالمية والتي تحدد بشكل غير مباشر إضافة المكونات الأخرى .

الجدول 4 التحليل النسبي لـ 5 نماذج مختلفة من شراب الغليكويز الناتج

بالتحلل الحمضي المباشر

Average Analyses	Glucose syrup 1	Glucose syrup 2	Glucose syrup 3	Glucose syrup 4	Glucose syrup 5
Baumé (15.6° C)	43	45	43	43	45
Refractive index (20° C)	1.4916 – 1.4943	1.5027 – 1.5050	1.4915 – 1.4942	1.4915 – 1.4942	1.5026 – 1.5049
Refractive index (45° C)	1.4865 – 1.4894	1.4977 – 1.5000	1.4865 – 1.4893	1.4865 – 1.4893	1.4976 – 1.4999
Specific gravity (20° C)	1.415 – 1.422	1.442 – 1.448	1.415 – 1.422	1.415 – 1.422	1.442 – 1.448
D.E.	about 38	about 38	about 42	about 42	about 42
Ash (% C.B.)	below 0.30	below 0.30	below 0.30	below 0.30	below 0.30
pH	4.8 – 5.2	4.8 – 5.2	4.8 – 5.2	4.8 – 5.2	4.8 – 5.2

Acid value (ml N NaOH / 100 g)	about 0.30	about 0.30	about 0.30	about 0.30	about 0.30
Taste	sweetish	sweetish	sweet	sweet	sweet
Smell	neutral	neutral	neutral	neutral	neutral
Color	colorless	colorless	colorless	colorless	colorless

Approximate carbohydrate composition in dry substance (%)

D-glucose	about 15	about 15	about 18	about 18	about 18
Disaccharides (maltose)	about 12	about 12	about 14	about 14	about 14
shigh- molecular saccharides	about 73	about 73	about 68	about 68	about 68

الجدول 5 التحليل النسبي لـ 5 نماذج مختلفة من شراب الغليكويز الناتج بالتحلل
الحمضي / الإنزيمي

Average Analyses	1	2	3	4	5
Baumé (15.6° C)	about 43	about 43	about 43	about 43	about 43
Refractive index (20° C)	1.4904 – 1.4927	1.4904 – 1.4926	1.4903 – 1.4929	1.4903 – 1.4929	1.4901 – 1.4923
Refractive index (45° C)	1.4853 – 1.4876	1.4856 – 1.4876	1.4853 – 1.4876	1.4858 – 1.4875	1.4852 – 1.4874
Specific gravity (20° C)	1.412 – 1.418	1.412 – 1.418	1.412 – 1.418	1.412 – 1.418	1.442 – 1.448
D.E.	about 40	about 43	about 50	about 49	about 60

HANSELAND

297

GRONINGEN HOLLAND

Chemistry and Technology of Starch and its Derivative

Ash (% C.B.)	below 0.25	below 0.25	below 0.25	below 0.25	below 0.25
pH	4.8 – 5.2	4.8 – 5.2	4.8 – 5.2	4.8 – 5.2	4.8 – 5.2
Acid value (ml N NaOH / 100 g)	about 0.30	about 0.30	about 0.30	about 0.30	about 0.30
Taste	sweet	sweet	sweet, malty	sweet, malty	sweet
Smell	neutral	neutral	neutral	neutral	neutral
Color	almost colorless	almost colorless	almost colorless	almost colorless	almost colorless

Approximate carbohydrate composition in dry substance (%)

D-glucose	about 46	about 6	about 9	about 13	about 30
Disaccharides (maltose)	about 42	about 50	about 57	about 50	about 40
high-molecular saccharides	about 52	about 44	about 34	about 37	about 30

الباب الرابع

التحليل المخبرية في صناعة النشاء والجلوكوز ومشتقاتهما

الفصل الأول

فحص وتحليل عينات النشاء

إن الغرض من فحص وتحليل النشاء هو :

1 – التعرف على نوعه ، ويقصد بالنوع أصل المادة (النبات) التي استخلص أو استخراج منها النشاء .

2 – التعرف على مدى نقاوة النشاء وذلك بتقدير كمية الشوائب الموجودة فيه ، والشوائب التي تصحب النشاء عادة هي : المواد البروتينية والمواد الدهنية والأملاح المعدنية والألياف والبنترولان والمواد الغريبة .

3 – تحديد صفات النشاء الطبيعية (الفيزيائية) من حيث المظهر واللون والرائحة واللزوجة والسيولة القلوية .

4 – التعرف إذا كان النشاء على حالته الطبيعية أو كان محولاً . ويقصد بالتحويل معاملة النشاء معاملات فيزيائية أو كيميائية أو أنزيمية .

5 – كشف وتقدير الشوائب السامة للإنسان وذلك عند استعمال النشاء في أغراض الغذاء . وهذه الشوائب السامة لا تسمح بها القوانين إلا بنسب ضئيلة لا تتعدى أجزاء في المليون ، مثل : الزرنيخ والرصاص والنحاس وثنائي أكسيد الكبريت . وهذا ما سنبحثه لاحقاً عند التكلم عن مشروع المواصفة القياسية العربية لنشاء الطعام .

6 – تقدير النسبة المئوية للنشاء في العينة .

1 – التعرف على نوع النشاء :**– مقدمة :**

إن التعرف على نوع النشاء ذو أهمية كبرى ، إذ يتوقف استعمال النشاء على نوعه ، وتفضل بعض أنواع النشاء على البعض الآخر في غرض صناعي معين . فمثلاً يفضل نشاء البطاطا في صناعة النسيج وذلك لأن العجائن التي تحضر منه متجانسة وتمتاز بقوة النفاذ خلال ألياف النسيج ، والعجينة Paste هي المحلول الغروي الذي ينتج عنه تسخين كمية من النشاء في حجم معين من الماء ، أو الذي ينتج عند معاملة معلق مائي من النشاء ببعض الكيماويات مثل محلول هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم . ويفضل نشاء الأرز أو القمح في عمل مساحيق التجميل لأن حجم حبيباته صغيرة فيكون طبقة رقيقة ناعمة على الجلد . وتفضل نشاء الذرة في صناعة بعض أنواع الحلوى والفطائر .

وتوجد عدة طرق أساسية للتعرف على نوع النشاء وهي :

1 – طريقة الفحص المجهرى (الميكروسكوبى) :

يظهر النشاء عند فحصه بالميكروسكوب على شكل حبيبات ذات شكل Shape وحجم Size معين . وتختلف أنواع النشاء بعضها عن بعض في شكل وحجم هذه الحبيبات فتكون الحبيبة تبعاً لمصدر النشاء على هيئة دائرة صغيرة أو بيضوية أو متعددة الأضلاع Angular أو مستطيلة . وتختلف أيضاً في الحجم ، ويعبر عادة عن الحجم بطول محور الحبيبة الذي يقدر بالميكرون Micro ويقصد بالمحور أطول خط يوصل جداري حبيبة متقابلين ولقياس طول المحور يؤخذ المتوسط من مجموع محور أصغر حبيبة ومحور أكبر حبيبة . فالنوع الواحد من النشاء لا تكون عادة حبيباته متساوية في الحجم . ويلاحظ في حبيبات النشاء الطازجة الاستخلاص وجود نقطة واحدة

على الأقل لامعة تتحول إلى معتمة عند جفاف النشاء . وتعرف هذه النقطة عادة بالسرة Hilium ، ويمكن بسهولة تمييز هذه السرة في معظم أنواع النشاء ، وعلى الأخص نشاء البطاطا حيث ترى هذه ال سرعة محاطة بدوائر طبقية ، وقد يوجد بحبيبة النشاء أكثر من سرعة . وحينئذ تعرف باسم الحبيبة المركبة .

وتفحص عينات النشاء الم ختلفة بواسطة الميكروسكوب العادي باستعمال عدسة تكبير 200 مرة (X 200) .

وتحضر العينات للفحص بإحدى الطرق الآتية :

1 – توضع كمية قليلة جداً من النشاء على طرف من زجاجة ساعة ويوضع على الطرف الآخر بلورة أو بلورتين صغيرتين من اليود وتغطى زجاجة الساعة بكأس جاف وبما أن من خواص اليود التسامي فأبخرته لذلك تصبغ النشاء باللون الأزرق المعروف . وعند ملاحظة أن لون النشاء أصبح ذا لون أزرق خفيف (بعد حوالي خم س دقائق) ينقل جزء قليل من النشاء على شريحة ميكروسكوبية ويمزج بنقطة من الماء ويغطي بغطاء الشريحة ويفحص تحت الميكروسكوب .

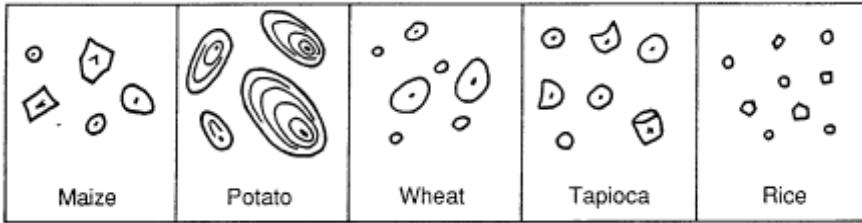
2 – يوضع قليل من النشاء على شريحة زجاجية ويمزج بنقطة واحدة من محلول يود مخفف جداً 1 / 200 عياري ، ويفحص تحت الميكروسكوب ويجب ملاحظة ألا يكون تركيز محلول اليود أعلى من ذلك حتى لا يغمق لون النشاء وبالتالي يتعزز رؤية السرة والحلقات بداخل الحبيبة

3 – يستعمل الجليسرين أو الإيثيلين جليكول Ethylene glycol بدلاً من الماء في الحالتين السابقتي الذكر وخاصة في حالات كون عينات النشاء تذوب في الماء (نشاء محول) .

ويجب أن يتم فحص عينات النشاء بسرعة حتى لا تنتفخ حبيبات النشاء في

وجود الماء ، وأن يكون اللون الأزرق الناتج من تفاعل اليود خفيف جداً ،
وأن لا ييخر الماء من مزيج العينة أثناء الفحص .

وفيما يلي وصف لشكل وحجم حبيبات بعض أنواع النشاء :



1 - نشاء الذرة :

حبيبات نشاء الذرة Corn or maize ذو شكلين مختلفين تبعاً لمنطقة النشاء الموجودة أصلاً في حبة الذرة . ويوجد عادة منطقتين مميزتين في أندوسبروم الذرة إحداهما تكون على جانبي الحبة وأسفل القشرة hull وتسمى بالمنطقة القرنية Homy endosperm وحبيبات هذه المنطقة متعددة الأضلاع ، والمنطقة الأخرى هي التي تحيط بجنين الذرة وتسمى Corn or floury endosperm وشكل الحبيبات تميل إلى الإستدارة وأحجام حبيبات النشاء غير متساوية، فمحور أصغر حبة (5) ميكرون ومحور أكبر حبة (25) ميكرون والمتوسط (15) ميكرون ، والسرة عادة واضحة وعلى شكل 7 صغير والحلقات غير واضحة .

2 - نشاء القمح :

تميل حبيبات نشاء القمح إلى الإستدارة مع الاستطالة البسيطة ويكون جدارها الخارجي رفيع وطول أكبر محور يتراوح ما بين 20-35 ميكرون وطول أصغر محور يتراوح ما بين 2-10 ميكرون .

3 – نشاء البطاطا :

يمتاز هذا النشاء بأن حبيباته كبيرة الحجم ومتوسط حجمها 55 ميكرون، وطول أصغر محور 15 ميكرون وطول أكبر محور 100 ميكرون. وشكل الحبيبات بيضوية الشكل ، والسرة واضحة وتكون عادة جانبية ويوجد حولها حلقات مميزة .

4 – نشاء الأرز :

تمتاز حبيبات هذا النشاء بصغر حجمها ، فطول أكبر محور 8 ميكرون وطول أصغر محور إبعادها 3 ميكرون ، وبشكلها الذي يكون متعدد الأضلاع وأكثر حدة من حبيبات نشاء الذرة ومن صفات الحبيبات في هذا النشاء ظهورها تحت الميكروسكوب على صورة مجموعات، ولا يوجد بداخل الحبيبة سرة أو حلقات .

وأشكال الحبيبات التي ذكرت آنفاً هي لأنواع النشاء عندما تكون على

الحالة الطبيعية ولم يجر عليها أي معاملة فيزيائية أو كيميائية .

أما إذا كان النشاء معاملاً بالحرارة أو الأحماض أو القلويات فإن شكل حبيباته سيكون مختلفاً عن حالتها الطبيعية ، وعادة ما تظهر الحبيبات كأكياس تحتوي على مناطق غير متجانسة نتيجة للانتفاخ ، أو متفككة الجدار أو كأجزاء من الحبيبات الأصلية نتيجة تمزقها بدون انتظام .

فالفحص الميكروسكوبي لا يدل على نوع النشاء فقط ، بل يستعان به أيضاً كطريقة لمعرفة فيما إذا كان على حالته الطبيعية أو معاملاً ، إلا أنه في حالات خاصة يحتفظ النشاء بشكله الطبيعي تحت الميكروسكوب ولو كان معاملاً . كما في حالة أكسدة النشاء برابع خلات الرصاص مثلاً حيث تتغير صفات النشاء ولكن حبيباته تحتفظ بشكلها الأصلي . وكما في حالة أكسدة

النشاء بحامض فوق اليود أو أملاحه فلا يتغير شكل الحبيبة ولا حجمها ، ولكن يلاحظ تغيير طفيف في حجم حبيبة النشاء .

2 – طريقة تقدير درجة الحرارة التي يحصل فيها إنتفاخ الحبيبات :

من صفات النشاء انتفاخ Swelling حبيباته عند تسخينه في وجود الماء وتبدأ ظاهرة الانتفاخ بامتصاص حبيبات النشاء لكمية كبيرة من الماء ويأخذ حجمها في الازدياد إلى أن يصبح الحجم أكبر بكثير من الحجم الأصلي . ونتيجة لهذه العملية يصبح المحلول شبه غروي وترتفع لزوجته ، وتختلف درجة الحرارة التي يبدأ فيها انتفاخ حبيبات النشاء تبعاً لمصدر النشاء كما تختلف أيضاً درجة الحرارة التي يتم فيها انتفاخ جميع الحبيبات .

والجدول الآتي يبين درجات الحرارة التي يبدأ عندها ويتم الانتفاخ ، وذلك لبعض أنواع النشاء :

نوع النشاء	درجة الحرارة التي يبدأ فيها الانتفاخ	درجة الحرارة التي يتم فيها انتفاخ جميع الحبيبات
نشاء الأرز	58.7 م	61.2 م
نشاء البطاطا	53.5 م	62.5 م
نشاء الذرة	5.5 م	62.5 م
نشاء القمح	65 م	67.5 م
نشاء التيبوكه	65 م	67.5 م

وتوجد عدة طرق لقياس درجات الحرارة المسببة لانتفاخ النشاء والطريقة الآتية طريقة Kerr تعتبر من الطرق الأقل تعقيداً والسريعة ونسبة الخطأ فيها بسيط جداً .

وتتلخص الطريقة بأن يحضر معلق من النشاء 10 % (10 غ من النشاء في 100 سم³ ماء في كأس سعته 500 سم³) وتعدل درجة الـ PH بحيث تكون من 5 - 5.5 ويسخن المعلق في حمام مائي درجة حرارته أعلى من درجة انتفاخ عينة النشاء بحوالي 5° م مع ملاحظة التقليب المستمر بواسطة محرك كهربائي Electric Stirrer وتواقب حركة المحرك أثناء ارتفاع درجة المعلق . وفي اللحظة التي تبدأ عندها سرعة دوران المحرك بالانخفاض (أي أصبحت عدد دورات المحرك في الدقيقة أقل من مقدارها في بدأ العملية نتيجة للمقاومة التي يلاقها من ارتفاع اللزوجة) تسجل درجة الحرارة بواسطة ترمومتر مثبت في الكأس، وبسرعة يستبدل المحرك الكهربائي بمحرك عادي ويستمر في التقليب إلى أن يصبح المعلق عجينة متجانسة وفي هذه اللحظة تؤخذ درجة الحرارة مرة ثانية .

فالقراءة الأولى تدل على درجة حرارة بدء الانتفاخ ، ودرجة الحرارة الثانية تدل على انتهاء انتفاخ حبيبات النشاء ويسمى متوسط درجتي الحرارة هاتين بنقطة أو درجة حرارة الجلتنة ، ويلاحظ أن هذه الطريقة لا يمكن الاعتماد عليها كلية لمعرفة نوع النشاء إذ أن درجات حرارة إنتفاخ حبيبات النشاء تتأثر من كمية الشوائب التي تكون موجودة في عينات النشاء .

الفصل الثاني

التعرف على مدى نقاوة النشاء

أولاً- تقدير الرطوبة :

تكون نسبة الرطوبة في النشاء التجاري عادة حوالي 13 - 15 %
 لنشاء الحبوب وحوالي 18 - 20 % لنشاء البطاطا وإذا جفف النشاء
 بحيث قلت رطوبته عن 10 % ثم ترك معرضاً للهواء الجوي اكتسب
 بسرعة رطوبة من الجو وعاد إلى رطوبته الأصلية ، وإذا كانت رطوبة
 النشاء أعلى من 25 % تعرض إلى التلف نتيجة نمو الكائنات الدقيقة .
 وتوجد طرق كثيرة لتقدير الرطوبة منها :

(أ) التجفيف في الفرن :

وذلك بأخذ وزنة معينة من النشاء (حوالي 5 غرام) في جفنة وتجفف
 في الفرن حتى يثبت الوزن . وبما أن النشاء ينتفخ ويتجلتن في وجود
 الماء في درجات الحرارة من 55 - 67 ° م ، لذلك يجب أن يجفف النشاء
 في بادئ الأمر على درجة 40 ° م حتى تتبخر معظم كمية الماء ، ثم ترفع
 درجة حرارة الفرن بعدئذ حتى تصل إلى 120 ° م وتترك العينة على هذه
 الحرارة لمدة 4 - 6 ساعات ، ويمكن تقليل مدة التجفيف إلى حوالي
 النصف بإضافة 5 سم³ من الكحول الإيثيلي المطلق لكل 10 غ من وزن
 النشاء . هذا ويجب العناية بنقل العينة بعد التجفيف من الفرن بسرعة إلى
 مجفف يحتوي على كلور الكالسيوم أو حامض الكبريت المركز ، وكذلك
 سرعة وزن البوتقة لكي لا تمتص العينة رطوبة من الجو ثانية .

(ب) طريقة التجفيف بواسطة الأشعة تحت الحمراء :

إن الأشعة تحت الحمراء التي تظهر كمنطقة سوداء في طيف الضوء لها
 تأثير حراري أكبر من الأشعة الأخرى وتمتاز أيضاً بأنها تخترق السطوح

وتنفذ noitarteneP داخل الأجسام ، لذلك تستعمل في تجفيف كثير من المواد وخاصة في تجفيف الأغذية ، وإذا استعملت كمنبع حراري لتجفيف عينات النشاء فتمتاز بسرعة تبخير الماء ودون أن تؤثر في العينة وتغير من صفاتها . حيث يمكن تقدير رطوبة النشاء في عينات وزنها 10 غرام في مدة حوالي نصف ساعة ، وإذا قورنت هذه الطريقة بالطرق الأخرى وجد أن نسبة الخطأ فيها لا تتجاوز 0.2 % .

ويمكن استعمال مصباح خاص بقدره (250) وات كمصدر للأشعة تحت الحمراء ، وتوزن العينة في جفنة وتوضع هذه الجفنة أسفل المصباح مباشرة على بعد 10 سم من السطح السفلي للمصباح . وإذا زادت المسافة عن ذلك فسوف تستغرق عملية التجفيف وقت أكبر ، ولا يجب تقليل المسافة عن ذلك حتى لا يحترق السطح العلوي للعينة .

وتوجد أجهزة خاصة لتقدير الرطوبة بواسطة الأشعة تحت الحمراء وهي مصممة بطريقة لا يحتاج الأمر لوزن العينة في ميزان خارجي فالجهاز يتركب من ميزان ذات كفة واحدة توضع عليه العينة ويستدل على ضبط الميزان بمؤشر يشير إلى لوحة مدرجة ، والتدريج لا يدل على الوزن وإنما يدل على النسبة المئوية للرطوبة مباشرة .

ثانياً - تقدير الرماد :

يحتوي النشاء على نسبة قليلة من الرماد ، والرماد عبارة عن المواد الغير عضوية الموجودة في النشاء ، وهي تدل على درجة نقاوة النشاء ، فكلما قلت النسبة المئوية من الرماد في النشاء كلما كان نقياً .

والمواصفات القياسية تسمح بنسبة رماد لا تزيد عن 0.5% في أنواع النشاء المختلفة . والمواد الغير عضوية التي تكون مع النشاء عادة هي

التي كانت أصلاً في المادة الخام (النبات) التي استخلص منها النشاء والتي لم يمكن التخلص منها بخطوات الصناعة المختلفة .
وفي حالات خاصة يكون سبب وجودها عيوب صناعية , مثل عدم العناية بالغسيل لإزالة الأملاح الذائبة أو تآكل بعض المعادن مثل الحديد والنحاس بالأحماض أو القلويات أو من وجود أتربة أو رمل .. إلخ .
ولا يوجد نشاء خالي تماماً من المواد الغير عضوية لأنه مهما روعي في تنقية النشاء فإنه سيبقى جزء صغير منها .
ولعل من أهمها أملاح الفسفور لدخوله في تركيب الجزيء نفسه .
ولتقدير نسبة الرماد في النشاء تستعمل الطرق العادية وذلك بحرق وزن معلوم من النشاء 3- 5 غرام على درجة حرارة 600 م في بوتقة من البلاتين ، ثم الوزن بعد التبريد ، وقد وجد أنه من الضروري إضافة نقطتين أو ثلاث نقط من زيت الزيتون أثناء الحرق لمنع الفوران والذي يحصل عادة عند حرق المواد السكرية (حدوث كرملة) كما هو معروف .

ثالثاً - تقدير المواد البروتينية :

توجد المواد البروتينية أصلاً في المادة الخام التي يصنع منها النشاء وتتفاوت نسبة البروتين الموجود في النشاء تبعاً للنسبة التي كانت موجودة في المادة الخام وكذلك تبعاً للطرق الصناعية التي استعملت في استخلاصه .

فكلما ارتفعت نسبة المواد البروتينية في المادة الخام كلما تعقدت الخطوات الصناعية اللازمة للتخلص من هذه المواد البروتينية .
ووجود المواد البروتينية تقلل من القيمة التجارية للنشاء ، كما أنها تقلل من لزوجته وتفقدده صفة اللون الناصع ، هذا علاوة على أنها تقلل من

قيمته وخاصة عند استعماله في إنتاج الجلوكوز التجاري لأن البروتينات تتحلل أيضاً أثناء التحلل المائي للنشاء متحوّلة إلى أحماض أمينية تكون هي السبب الرئيسي في اصفرار لون الجلوكوز التجاري .
ولتقدير المواد البروتينية في النشاء تستعمل طريقة كداهل I hadleyK ، وهي تتلخص في هضم noitsegiD العينة في وجود حامض الكبريت المركز ، مع ملاحظة ضرورة استعمال كمية كبيرة من النشاء للهضم لأن نسبة البروتين قليلة حتى لا تزيد نسبة الخطأ ، والوزن المفضل استعماله هو 10 غرام عادة .

وتجري عملية الهضم في ورق كداهل سعته 800 - 1000 سم³ ، ويتطلب لهضم هذه الكمية من النشاء 80 سم³ من حامض الكبريت المركز . وتستعمل عوامل مساعدة stsyataC لإسراع عملية الهضم وأحسنها خليط من كبريتات الصوديوم (10 غرام) وكبريتات النحاس (1 غ) .
ومن العوامل المساعدة التي تستعمل بنجاح أيضاً حامض السيلينيك dicA cineles أو السيلينيوم muineles وتضاف بنسبة صغيرة (0.1 - 0.5 غرام) .

ويستقبل غاز الأمونيا بعد التقطير في محلول نظامي من حامض الكبريت وللتعادل يستعمل محلول 0.1 نظامي من الصود الكاوي في وجود دليل أحمر الميثيل أو الميثيل البرتقالي . ولحساب نسبة البروتين تحسب النسبة المئوية للنتروجين الموجودة في العينة وتضرب هذه النسبة بالعامل 6.25 . وتوجد طرق أخرى لتقدير المواد البروتينية في النشاء إذا تطلب الأمر الدقة المتناهية أو إذا كانت عينة النشاء قليلة .

رابعاً - تقدير الألياف الخام :

يصحب النشاء عادة نسب ضئيلة من الألياف التي يمكن التخلص منها أثناء عمليات الصناعة، والقانون يحدد نسبة الألياف المسموح وجودها مع النشاء إلى 0.8 كأقصى حد، والطريقة المتبعة هي طريقة الـ A.O.A . وفي هذه الطريقة تهضم وزنة معروفة من النشاء (حوالي 1 غرام) (بعد استخلاص المواد الدهنية منها) في وجود 200 سم³ محلول حامض الكبريت (1.25 % وزن / حجم) لمدة نصف ساعة وذلك بغليان المخلوط في دورق مخروطي 500 سم³ مركب عليه مكثف عاكس ، وبعد ذلك ترشح محتويات الدورق من خلال قمع بخنر renhcuB عليه نوع من القماش لا يتأثر بالقلويات أو الأحماض ، أو باستعمال ورقة ترشيح واتمن repap namtahW 52 ويغسل الراسب جيداً بالماء ، ثم ينقل الراسب في نفس الدورق ويهضم مرة ثانية في وجود 200 سم³ محلول هيدروكسيد الصوديوم (1.25 % وزن / حجم) لمدة نصف ساعة أخرى ثم ترشح محتويات الدورق ، والألياف الناتجة من عمليتي الهضم تغسل جيداً بالماء ثم بالكحول الايثيلي والايثر . ثم تنقل إلى بوتقة وتجفف على درجة 105° لمدة ثلاث ساعات وتوزن البوتقة بمحتوياتها ، وبعد ذلك توضع البوتقة في فرن لحرق المواد العضوية على 600° م وتوزن البوتقة مرة أخرى ، والفرق بين الوزنين يدل على وزن الألياف التي توجد في العينة وتحسب النتيجة إلى 100 غرام من العينة .

وتوجد طريقة أخرى نتفادى بها عملية الترشيح مرة ثانية ، فلا ترشح محتويات الدورق بعد عملية الهضم بواسطة حامض الكبريت بل يضاف محلول هيدروكسيد الصوديوم مباشرة في الدورق ويكون تركيز هذا المحلول في هذه الحالة أعلى مما سبق (3.5 % وزن / حجم) لكي يعادل قسم منه حامض الكبريت والمتبقي يستعمل في الهضم .

وتقدير الألياف الخام في النشاء بهذه الطريقة يتطلب مدة طويلة وعمليات الترشيح صعبة علاوة على أن الطريقة لا تعطي نتائج صحيحة لأن نسبة الألياف في النشاء صغير فأى خطأ أثناء التحليل ينتج عنه خطأ كبير في النتيجة النهائية .

والطريقة الآتية تمتاز بالدقة والسرعة ويمكن تلخيص خطواتها كالتالي :

المحاليل :

أ - يضاف 25 غرام من ثالث كلور حمض الخل في 500 سم³ من حامض الخل 70% (حجم/حجم) ويضاف إليها 6 سم³ من حامض الآزوت المركز ثم يكمل المحلول إلى واحد لتر بواسطة حامض الخل (70 %) .

ب - محلول 0.2 نظامي من بيكرومات البوتاسيوم .

يذاب 2.45 غرام من بيكرومات البوتاسيوم في 160 سم³ ماء ثم

يضاف إليها 120 سم³ من حامض الآزوت المركز .

الطريقة :

1 - توزن عينة من النشاء بحيث تحتوي على حوالي 5 - 25 ملغ من الألياف (3 - 4 غرام) من النشاء وتوضع في دورق أستلة ksalf noitalytecA ويضاف إليها مقدار من المحلول (أ) يعادل ثمانية مرات مقدراً وزنها .

2 - تغلى محتويات الدورق فوراً لمدة نصف ساعة وينظم الغليان بحيث يكون ببطء وتقلب محتويات الدورق من آن إلى آخر .

3 - تبرد محتويات الدورق ويضاف إليها حجم من إثير الإيثيل rehte lyhte يعادل مرة ونصف محلول (أ) الذي أضيف إليها ، وتمزج جيداً ثم ترشح المحتويات في قمع ترشيح زجاجي وتكرر هذه العملية مرتين .

- 4 - يضاف في الدورق 25 سم³ من محلول (أ) ويغسل به الراسب الموجود على القمع ، ثم يغسل الراسب بالماء حتى لا يكون السائل المترشح حامضي لعباد الشمس .
- 5 - يستبعد المترشح من دورق الترشيح ويغسل جيداً ويوضع فيه 25 سم³ من محلول (ب) بواسطة ماصة .
- 6 - يركب القمع المحتوي على الراسب على دورق الترشيح ، ويضاف إليه 5 سم³ من حامض الكبريت المركز ويقلب جيداً مع الراسب ثم يرشح حامض الكبريت والمواد الذائبة فيه وتكرر هذه العملية خمس مرات حتى تزول تماماً المواد العضوية الموجودة على القمع .
- 7 - تسخن محتويات دورق الترشيح في حمام مائي لمدة 10 دقائق ثم تبرد وتنقل إلى دورق نظامي 250 سم³ وتخفف بالماء حتى العلامة .
- 8 - يؤخذ حجم معلوم (50 سم³) بواسطة ماصة وينقل إلى دورق مخروطي سعته 500 سم³ ويضاف إليه 10 سم³ من محلول يود البوتاسيوم .
- 9 - تجرى عملية المعايرة بعد مدة 10 دقائق بواسطة محلول نظامي من ثيوسلفات الصوديوم 0.01 نظامي .
- 10 - تجرى تجربة ببيضاء knalB تحت الظروف السابقة .
ولحساب النسبة المئوية للألياف تستعمل المعادلة الآتية :
- $$\frac{100 \times \text{ح} \times 6.86 \times \text{ن} \times (\text{م} - \text{م}_1)}{\text{النسبة المئوية للألياف} = \text{و} \times \text{ح}}$$
- م₁ = حجم محلول ثيوسلفات الصوديوم المستعمل في المعايرة .
م₂ = حجم محلول ثيوسلفات الصوديوم المستعمل في التجربة البيضاء .

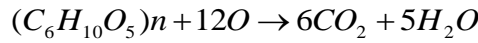
ن = تركيز ثيوسلفات الصوديوم .

ح = حجم محلول العينة بعد تجفيفه في الدورق النظامي .

ح = حجم محلول العينة المستعمل للمعايرة .

و = وزن العينة بالمليغرام .

والطريقة مبنية على أساس ذوبان المواد الكربوهيدراتية (تتحلل مائياً)
والمواد البروتينية (بواسطة ثالث كلور حمض الخل) وذوبان المواد
الدهنية - التي تحولت إلى أحماض دهنية بعد هضمها - بواسطة الأثير .
فيتبقى على القمع الزجاجي الألياف والمواد المعدنية ، حيث تذاب
الألياف بواسطة حامض الكبريت المركز ثم تتأكسد هذه بواسطة بيكرومات
البوتاسيوم إلى ثاني أكسيد الكربون حسب المعادلة الآتية :



أي 162 غرام من السيللوز = 12 ذرة أكسجين

وحيث أن بيكرومات البوتاسيوم مادة مؤكسدة تعطي 3 ذرات أكسجين

ينتج أن :

جزيء من السيللوز = 4 جزيئات بيكرومات بوتاسيوم (1)

وحيث أن الوزن المكافئ لبيكرومات البوتاسيوم = سدس الوزن الجزيئي

، فتقسم المعادلة (1) على 6 أي :

$$\frac{1}{6} \text{ جزيء من السيللوز} = \frac{4}{6} \text{ (جزيء بيكرومات بوتاسيوم) أو}$$

$$\frac{1}{24} \text{ جزيء من السيللوز} = \frac{1}{6} \text{ (جزيء من بيكرومات بوتاسيوم)}$$

$$\frac{162}{24} = 6.5 \text{ غرام من السيللوز} = \text{الوزن المكافئ لبيكرومات}$$

البوتاسيوم

= 1000 سم³ من محلول 1 نظامي من ثيوسلفات الصوديوم .

خامساً - تقدير الشوائب الغريبة :

الشوائب كما ذكرناها سابقاً هي عادة الشوائب التي كانت أصلاً في المادة الخام التي فصل منها النشاء ولم يمكن التخلص منها. ويكون النشاء في بعض الحالات ملوثاً بشوائب أخرى غريبة عنه مثل التراب أو الحصى أو ألياف وخيوط ناتجة عن الأكياس ، والمواصفات القياسية تمنع وجود شوائب غريبة عن النشاء .

ولتقدير هذه الشوائب نتبع إحدى الطريقتين الآتيتين :

(1) تؤخذ وزنة معينة من عينة النشاء عادة (100 غ) وتنخل بواسطة منخل hseM 200 حتى يمر منه النشاء ، ويوزن ما تبقى على المنخل . وتنسب الوزنة إلى النسبة المئوية .

(2) أما الطريقة الثانية فتتم بوضع 500 غرام من عينة النشاء في

كأس

1000 سم³ ويضاف إليها 500 سم³ ماء . مع التقليب المستمر أثناء

إضافة الماء ، ثم ترشيح المعلق خلال منخل حريري hseM 200 ثم

تجفيف الراسب المتبقي ويوزن ، وينسب هذا الوزن إلى النسبة المئوية .

الفصل الثالث

تحديد صفات النشاء الطبيعية (الفيزيائية)

أ - الرائحة :

يكون النشاء عادة عديم الرائحة ، وإذا كانت له رائحة فهي ناتجة من ترنخ الزيت الذي يحتويه بنسبة عالية (وخاصة في نشاء الحبوب) ، أو ناتجة عن تعفن Mauldiness قد حصل أثناء التخزين نتيجة الرطوبة .
ولسهولة تمييز الرائحة توضع كمية من النشاء في دورق ويغلق تماماً .
ثم يسخن الدورق في فرن على درجة حرارة (50 - 55 م°) لمدة 16 ساعة فعند فتح الدورق يمكن ملاحظة الرائحة إذا وجدت .

ب - اللون :

يكون النشاء النقي عادة ذات لون أبيض براق ويرجع اللون الأبيض إلى كبر حبيبات النشاء وانعكاس أشعة الضوء منها ، وفي بعض الحالات يكون لون النشا أزرق باهت جداً أو مائل إلى الاصفرار أو ذات لون أحمر فاتح (وردي خفيف) والسبب في هذه الألوان وجود بعض الصبغات مثل Xanthophyl أو الكاروتين في المادة الخام التي استخلص منه النشاء (وخاصة نلاحظ ذلك في نشاء الذرة إذ توجد بعض أنواع الذرة تحتوي على هذه الصبغات) ويدل ذلك على وجود نسبة مرتفعة من البروتين . كما أن اللون قد يعزى إلى المواد والصبغات الكيميائية المضافة إلى الصناعة أو نتيجة لتجفيفه على درجات حرارة مرتفعة .

والطريقة العملية السريعة لملاحظة اللون هي وضع كمية من النشا على ورقة بيضاء وثنيها على بعضها وضغط النشا بالجزء الثاني من الورقة حتى يصبح سطح النشاء متجانساً ، ويقارن لون النشا بلورن الورقة ، وتوجد طريقة أخرى وهي عمل عجينة من النشا والماء في جفنة بيضاء Paste

اللون (8 غ من النشا في 100 سم³ وتسخين المعلق على حمام مائي مع التقليب المستمر) ويقارن اللون بلون الجفنة .

ويمكن قياس شدة اللون Intensity في حالات معينة كالتالي تذوب فيها الصبغة في الكحول وذلك بتسخين وزن 10 غ من النشاء في 200 سم³ من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم (2 غ هيدروكسيد البوتاسيوم مذاب في 100 سم³ كحول إيثيلي) ويبرد المحلول ثم يرشح بعد مضي نصف ساعة ويقارن لون الراشح في جهاز قياس اللون .

ج - اللزوجة :

تقدير لزوجة عجائن النشاء من أهم التقديرات في عينات النشاء حيث أنه عليها يتوقف استعمال النشاء في الأغراض الصناعية المختلفة ، فاستعمال النشاء لأغراض اللصق مثلاً تتطلب لزوجة مرتفعة .

وإذا استعمل في النسيج تكون درجة لزوجة النشاء متوقفة على نوع العملية التي ستستعمل ، فمثلاً في عملية الـ Sizing وفي عملية غمس الخيوط في محلول نشوي حتى تلتصق ألياف الخيوط ببعضها وتكسبها قوة لا تتمزق أثناء نسجها في النول Donor يجب أن تكون محاليل النشاء ذات لزوجة عالية ومتجانسة في حين تتطلب عملية الصباغة أنواع من النشاء ذات لزوجة منخفضة .

ويجب أن يأخذ في الاعتبار عندما نتكلم عن لزوجة النشاء بأنها لا تعني اللزوجة الحقيقية التي يعبر بها في السوائل ، ولكنها تعبر عن الصفة Property التي يكتسبها المحلول المائي من انتفاخ حبيبات النشاء عند معاملته بالحرارة أو الكيماويات (وخاصة القلويات) . وعلى هذا فإن لزوجة عجينة نشاء معين لا تكون ثابتة إلا إذا استعملت بدقة نفس الظروف التي تحضر بها العجينة . مثلاً درجة توكيز النشاء في المحلول ودرجة

الحرارة ودرجة الـ PH ومدة التسخين.. إلخ فإنها كلها عوامل تؤثر في نتيجة اللزوجة ، لذلك يجب توحيد هذه العوامل عند قياس اللزوجة في عينات النشاء المختلفة ، وتتلخص هذه العوامل فيما يلي :

- 1 - نسبة النشاء إلى حجم الماء المستعمل ، ويجب توحيد هذه النسبة في جميع العينات ، ويستعمل عادة وزن 10 غرام للنشاء الغير معاملة في 280 سم³ ماء ، و 15 غرام للنشاء المعاملة في 280 سم³ ماء أيضاً .
- 2 - توحيد درجة الحرارة للماء المستعمل في عمل معلق النشاء ويفضل أن تكون درجة حرارة الماء 30° م في كل العينات .
- 3 - توحيد معدل ارتفاع درجة حرارة معلق النشاء أثناء التسخين ويجب ثبات الحرارة عند أقصى درجة حرارة يصل إليها المزيج عند التسخين .
- 4 - يجب أن يكون حجم المحرك واحد في جميع العينات وعدد دورات المحرك ثابتة (120 - 150 دورة في الدقيقة) .
- 5 - يجب مراعاة عدم تبخر الماء أثناء التسخين وذلك بتغطية الكأس الذي يحتوي المزيج أثناء التسخين .
- 6 - توحيد درجة الـ PH بحيث أن تكون حوالي 6.5 .
- 7 - توحيد جهاز اللزوجة الذي سيستعمل في التقدير ، ويوجد أنواع مختلفة من الأجهزة منها جهاز Scott وجهاز Hoppler وجهاز Engler والطريقة المثلى لتجهيز العجينة والتي تستعمل في الأجهزة السابقة الذكر

هي كالتالي :

تتقل عينة النشاء (10 غرام أو 15 غرام) إلى كأس 600 سم³ ويضاف إليها 280 سم³ ماء على درجة حرارة 30° م ويحرك النشاء حتى يصبح المعلق متجانساً ، ثم يوضع الكأس في حمام مائي يغلي وي خلط المعلق بواسطة محرك كهربائي لمدة 5 دقائق بالضبط ، ثم يوقف التحريك ويغطى

الكأس بزجاجة ساعة ويترك لمدة 5 دقائق أخرى . ثم يخلط مرة ثانية لمدة 15 ثانية ، ثم يغطى الكأس ويترك بدون تخليط في الحمام المائي لمدة 14 دقيقة و 45 ثانية ثم تقدر اللزوجة في حجم معين من العجينة 200 سم³ وتنبت درجة حرارة جهاز اللزوجة على 95° م .

والجهازان Scott و Engler مبنيان على نظرية مرور المحلول خلال ثقب صغير ، وتقاس مدة الثواني اللازمة لمرور حجم معين (50سم³ أو 100سم³) من المحلول . وتكرر هذه العملية عدة مرات ويؤخذ متوسط الزمن فيعبر عن لزوجة النشاء بعدد الثواني اللازمة لمرور حجم 50 سم³ من الثقب الصغير للجهاز وتسمى باللزوجة النوعية Specific Viscosity أو Scott Seconds .

جهاز Hoppler مبني على مبدأ سقوط كرة معدنية أو زجاجية ذات كثافة معينة ، وقياس الزمن بالثواني اللازمة لسقوط هذه الكرة من ال سطح العلوي للمحلول إلى سطحه السفلي ، ويوجد حمام مائي بالجهاز لتثبيت درجة حرارة المزيج .

ولا يوجد أي تناسب طردي بين درجة تركيز العجينة مع اللزوجة النوعية، فإذا عملنا رسماً بيانياً بين هاتين العلاقتين لم نحصل على خط مستقيم ، إلا أنه إذا عملنا رسماً بيانياً بين لوغاريتم اللزوجة النوعية - (عدد الثوان) - والتركيز وجدنا أن الخط يكون تقريباً مستقيماً ، أي أن توجد علاقة طردية Arithmetic Relation Ship بين لوغاريتم اللزوجة النوعية والنسبة المئوية للتركيز . وتستعمل هذه العلاقة في مقارنة لزوجة نوعين من النشاء . على سبيل المثال نفرض أن لدينا نوعين من النشاء بتوكيز واحد (3.5 % مثلاً) . نرمز للأول (أ) وللثاني (ب) فإذا كانت لزوجة الأول (س₁) ولزوجة الثاني (س₂) .

فيكون التركيز اللازم من عينة (ب) لكي تعطي نفس اللزوجة لعينة (أ) هي:

$$3.5 \times \text{لوس}_1$$

$$\text{—————} = \text{(ك) النسبة المئوية لتركيز عينة (ب)}$$

$$\text{لوس}_2$$

وعلى أساس هذه الطريقة يمكن إيجاد سعر العينة (ب) إذا كان سعر

العينة (أ) معروف ، ولنفرض أنه (ع) :

$$\text{ع} \times \text{س}$$

$$\text{—————} = \text{فيكون سعر العينة (ب)}$$

$$3.5$$

واللزوجة النوعية لعجائن النشاء تتوقف على : نوع النشاء ونسبة الشوائب الموجودة فيه وخاصة الأملاح المعدنية وأهمها أملاح الكالسيوم ، وكذلك على نسبة الأميلوبكتين إلى الأميلوز الموجود في النشاء ، فكلما كانت نسبة الأميلوز أعلى كلما زادت اللزوجة النوعية ، أي بمعنى آخر كلما زادت وحدات الجلوكوز في طول السلسلة كلما زادت اللزوجة .
لذلك فإن النشاء المعامل والذي تكون فيه عدد وحدات الجلوكوز قد نقص عددها في السلسلة فستقل تبعاً لذلك اللزوجة النوعية له .

د - السيولة القلوية Alkali Fluidity :

يستخدم تقدير السيولة القلوية لعجائن النشاء بدلاً من تقدير اللزوجة في الحالات التي لا يتيسر فيها وجود جهاز لقياس اللزوجة ، أو لتتبع التحول Modification عند تجهيز أو تحضير نشاء محول ، إلا أنه يجب ملاحظة أنه إذا كانت درجة السيولة واحدة في عينتين من النشاء فليس معنى ذلك أن درجة اللزوجة النوعية واحدة في العينتين .

وكذلك كثيراً ما تكون درجة السيولة واحدة في عينتين من نوع واحد من النشاء ، ولكنهما مختلفتان في درجة اللزوجة مما يدل على أنهما مختلفتان في طريقة التحضير .

- ولتقدير السيولة يجهز قمع قطره 6 - 7 سم بحيث يكون ثقبه السفلي ضيق ويسمح بمرور 100 سم³ ماء في 70 ثانية ، ثم نتبع الخطوات التالية:
- 1 - يخلط 10 غرام من عينة النشاء في 100 سم³ ماء في كأس 250 سم³.
 - 2 - يضاف إلى المخلوط 90 سم³ من محلول هيدروكسيد الصوديوم 1 % وتخلط محتويات الكأس لمدة ثلاث دقائق بالضبط .
 - 3 - يترك المخلوط لمدة 27 دقيقة .
 - 4 - تنقل محتويات الكأس إلى القمع ذات الثقب الضيق .
 - 5 - يقاس حجم المحلول النشوي الذي مر خلال 70 ثانية .
 - 6 - فالسيولة القلوية هي عدد السنتمترات المكعبة من المحلول النشوي التي مرت خلال هذه الـ 70 ثانية .
 - 7 - يمكن استنتاج اللزوجة من المعادلة الآتية :

2000

$$\frac{\text{اللزوجة}}{\text{السيولة القلوية}} =$$

الفصل الرابع

التعرف على كون النشاء على حالته الطبيعية أو محولاً

يمكن التعرف فيما إذا كان النشاء على حالته الطبيعية أو محولاً بإحدى الطرق التالية :

أ - اختبار لون عينة النشاء مع اليود :

من المعروف أن أنواع النشاء المختلفة تعطي لوناً أزرقاً مع محاليل اليود المخففة ، إلا في بعض الأنواع التي تحتوي على أميلو بكتين فقط فيكون اللون بنفسجي ، أما إذا كان اللون غير اللون الأزرق ، مثل اللون البني القاتم أو البني الفاتح أو اللون المائل إلى الاحمرار أو البنفسجي الأزرق فيدل ذلك على أن النشاء ليس على حالته الطبيعية بل عومل بواسطة الكيماويات أو الحرارة أو الأنزيمات .

ب - الفحص الميكروسكوبي :

إذا ظهرت حبيبات النشاء بأشكال أو أحجام مختلفة عن الوصف الذي ذكرناه سابقاً لكل نوع من النشاء فهذا يدل على أن النشاء معاملاً .

ج - قياس درجة حرارة الجلتنة :

وقد ذكرنا من قبل أن لكل نوع من النشاء درجة حرارة جلتنة Gelatinization معينة ، وهذه الدرجات تكون في مجال معين (بين 58 - 66 م°) فإذا اختلفت هذه الدرجة اختلافاً ملحوظاً دل ذلك على أن النشاء في غير حالته الطبيعية .

د - تقدير اللزوجة النوعية :

إن النشاء العادي الغير محولة له لزوجة نوعية تتراوح ما بين 70 - Scott 120 (أي أن 50 سم³ من محلول عجينة النشاء تمر من ثقب جهاز اللزوجة من 70 - 120 ثانية) .

هـ - تقدير درجة ذوبان النشاء في الماء البارد :

إن درجة ذوبان أنواع النشاء المختلفة في الماء البارد (25 م°) معدوم . أي أنه عند تطبيق طريقة تقدير الذوبان نجد أن النتيجة صفر ، إما إذا أدخل على النشاء بعض المعاملات نجد أن قدرته تزيد في الذوبان في الماء البارد . ويؤخذ في الاعتبار أيضاً أنه توجد أنواع من النشاء المعامل لا تذوب في الماء البارد مثل النشاء الطبيعي .

ولذا فإن ذوبان النشاء جزئياً أو كلياً في الماء البارد فهو دليل قاطع أنه معامل، أو إذا كان عكس ذلك فلا يمكن اعتبار أن النشاء على حالته الطبيعية إلا إذا أجريت فيه الاختبارات الأخرى وسنتكلم عن طريقة تقدير درجة الذوبان بالتفصيل في موضوع تحليل الدكستريينات .

و - تقدير العدد الفريسيانيدى Ferry cyanide number :

من المعروف أن جزيء النشا يتركب من عدد كبير من وحدات الجلوكوز مرتبطة بعضها ببعض بالرابط 4:1 أي من المجموعة الأدهيدية ولذلك فإن مجموعة الأدهيد في وحدات الجلوكوز ليست حرة إلا بالطبع مجموعة واحدة وهي الموجودة على وحدة الجلوكوز الموجودة في طرف السلسلة وبذلك فإن النشا يعتبر من السكريات التي ليس له القدرة على الاختزال .

وبالرغم من ذلك فإن وجود وحدة أدهيدية واحدة في الجزء الكبير الحجم في النشا يكسبه خاصية الاختزال إذا تفاعل مع المحاليل الحساسة فالنشا له

قدرة اختزال طفيفة جداً على المحلول القلوي من فرسيانيد البوتاسيوم ويمكن تقدير درجة الاختزال مع هذا المحلول وهذه الدرجة تسمى بالعدد الفيسيانيدي .

وبعكس ذلك فإن بعض أنواع النشا المعامل التي نقصت فيها طول السلسلة نتيجة المعاملات الطبيعية أو الكيميائية أو الأنزيمية أصبحت أكثر قدرة على الاختزال فيزيد العدد الفيسيانيدي فيها أو تصبح أيضاً قادرة على اختزال محلول فهلنغ أو محلول نترات الفضة . وعلى هذا فإن أنواع النشا التي لها قدرة اختزال محلول فهلنغ فإنها قطعاً معاملة .

وفي بعض الأحيان يكون النشا المعامل له قدرة اختزال محلول فهلنغ علاوة على قصر السلسلة لوجود وحدات جلوكوز أو مالتوز نتيجة لمعاملة النشا وبذلك يزيد قوة اختزاله بكثير .

الفصل الخامس

تقدير نسبة النشاء في العينة

توجد عدة طرق لتقدير النشاء كميًا في مصادر النباتية المختلفة ويتوقف نجاح الطريقة على المواد التي توجد مختلطة أو مرتبطة مع النشاء، وتنقسم الطرق المختلفة إلى قسمين أساسيين :

أولاً - طرق لا يستعمل فيها التحليل المائي للنشاء .

ثانياً - طرق يستعمل فيها التحليل المائي للنشاء .

أولاً - الطرق التي لا يستعمل فيها التحليل المائي :

يعتمد في هذه الطرق على خاصية بعض المواد على إذابة النشاء سواء على البارد أو بالتسخين ، ومن هذه المواد محلول كلور الكالسيوم - حامض HCl - محلول حامض الخل الثلاثي الكلور - محلول كلور المغنيزيوم - محلول هيدروكسيد الصوديوم - حامض فوق الهيدرو كلور .

1 - طريقة راسك لتقدير النشاء :

تعتمد هذه الطريقة على إذابة النشاء ثم ترشيح المحلول الناتج لفصل المواد الغير ذائبة ثم ترسيب النشاء بواسطة كحول الايثيل أو الميثيل ثم تجفيف الراسب ووزنه وتتلخص خطوات العمل فيما يلي :

(1) يوزن حوالي 2 غرام (يحتوي على 0.5-1 نشا) بالضبط من المادة (يتوقف مقدار الوزنة على كمية النشاء في المادة) السابق طحنها طحناً جيداً.

(2) توضع الوزنة في أنبوبة آلة مركزية طاردة وتغسل مرتين أو ثلاثة بالاثير لإزالة الدهون وبعض المواد التي تعيق الترشيح .

(3) يضاف إلى محتويات الأنبوبة حوالي 2-3 سم³ من هيدروكسيد الصوديوم تقريباً ويقلب الخليط بمحرك ثم يضاف بعد 15 دقيقة 5 سم³ من

كحول الميثيل النقي ثم 5 سم³ من نفس الكحول تركيزه 33.3% تقريباً ثم يقلب جيداً ويفصل السائل بالطرد المركزي .

(4) يغسل الراسب بعد ذلك مرتين بحوالي 10 سم³ كحول ميثيل ي ثم بواسطة الماء عدة مرات .

(5) يضاف قليلاً من الماء لعمل عجينة من المادة ثم تنقل إلى دورق معياري 100 سم³ بواسطة قليل من الماء (20 سم³) .

(6) يضاف 20 سم³ من حامض HCl وترج محتويات الدورق جيداً ثم يكمل الدورق للعلامة باستخدام حامض HCl تركيزه 20 - 21 % تقريباً .

(7) بعد رج محتويات الدورق جيداً لإذابة النشاء يرشح المحلول خلال بوتقة جوتش مع وضع طبقة من الرمل أعلى الاسبستس لسهولة الترشيح .

(8) يؤخذ بالماصة 50 سم³ من الراشح وتسكب بالتدرج في كأس به حوالي 100-120 سم³ من كحول الايثيل تركيزه 96 % مع تقليب محتويات الكأس بمحرك أثناء إضافة محلول النشاء .

(9) يفصل الراسب بعد حوالي 5 دقائق بالآلة الطاردة ثم يغسل حوالي عدة مرات بكحول 70% ثم بكحول 96% وذلك لإزالة آثار الحامض .

(10) ينقل الراسب إلى بوتقة جوتش معلومة الوزن بواسطة كحول الايثيل 96 % ويغسل بقليل من الاسيتون والأثير ويجفف في درجة 40°م لمدة عشرين دقيقة ثم يجفف تحت درجة حرارة 120 م حتى الوزن الثابت .

2 - طريقة إذابة النشاء وقياس درجة التحويل الضوئي :

هذه الطريقة مبنية على أساس إذابة النشاء باستعمال حامض HCl أو كلور الكالسيوم وترسيب البروتينات بمرسبات خاصة ثم أخذ درجة التحويل الضوئي ومنها يستنتج نسبة النشاء وتتلخص خطوات العمل فيما يلي :

- (1) تطحن العينة طحناً جيداً ثم تجفف ويوزن منها 2 غ من المادة الجافة وتعلق في حوالي 10 سم³ في الماء المقطر مع التقليب.
- (2) يعمل محلول من كلور الكالسيوم النقي بحيث تكون كثافة المحلول 1.20 في درجة حرارة 20° م ويضاف من هذا المحلول 60 سم³ ثم 2 سم³ تقريباً من حامض خل تركيزه 0.8 % ، مع التحريك المستمر أثناء إضافة الكحول . يمكن تحضير كلور الكالسيوم وضبط PH على 2.5 ولا يضاف حامض الخل ثانية في هذه الحالة .
- (3) تسخن محتويات الكأس للغليان ويستمر في الغليان مع التحريك لمدة 15 دقيقة وإذا حدث فوران يمكن إضافة نضع نقط من الكحول الأوكثيلي ويلاحظ وضع علامة خارج الكأس تدل على مستوى السائل لتعويض الفاقد من الماء أثناء الغليان بالتبخير .
- (4) بعد إتمام الغليان تبرد محتويات الكأس لدرجة حرارة الغرفة ثم يضاف 2.5 - 5 سم³ من محلول كلور القصدير تركيز 4 % وذلك لترسيب البروتينات .
- (5) تنقل محتويات الكأس إلى دورق معياري سعة 100 سم³ ويكمل للعلامة باستعمال محلول كلور الكالسيوم .
- (6) ترشيح محتويات الدورق خلال وقت الترشيح من نوع واتمان رقم 2 ، ويهمل الجزء الأول من الراشح لضمان غسيل القمع
- (7) تملأ أنبوبة بولاريمتر طول 10 سم³ بالراشح ثم تؤخذ درجة التحويل الضوئي وتستننتج نسبة النشاء .

القراءة $\times 10^4$

_____ = نسبة النشاء

2 × 203

ملاحظات :

- 1 - اعتبر في هذه الحالة أن درجة التحويل الضوئي للنشا / + 203 / .
- 2 - يستعمل أيضاً لترسيب البروتينات 10سم³ من محلول 5% خلات اليورانيل ويمكن إجراء عملية إذابة النشاء باستعمال حامض HCl ذو تركيز معين ، ويجب غسل العينة بالماء إذا كان بها سكريات ذائبة.

3 - طريقة إذابة النشاء وقياس كثافة اللون الناتج مع اليود :

- أساس هذه الطريقة مبني على إذابة النشاء في كلور الكالسيوم وإضافة محلول اليود في يود البوتاسيوم بعد تخفيف المحلول ، فيتكون لون أزرق ، ومقدار النشاء يتناسب طردياً مع كثافة اللون الأزرق .

وتتلخص خطوات العمل فيما يلي :

- (1) يوزن 2 غ من العينة بعد طحنها طحناً جيداً .
- (2) يضاف 60 سم³ من محلول كلور الكالسيوم كثافته (1.2) ثم يضاف 2 سم³ من محلول حامض 0.8 % في حالة عدم ضبط درجة الحموضة .
- (3) تسخن محتويات الكأس مع التحريك حتى تغلي لمدة 15 دقيقة مع تعويض الماء الفاقد .
- (4) بعد التبريد يضاف 2.5 - 5 سم³ في محلول كلور القصدير 4% .
- (5) تكمل محتويات الدورق بواسطة كلور الكالسيوم حتى العلامة .
- (6) يرشح المحلول خلال ورقة الترشيح ويهمل الجزء الأول من الراشح.
- (7) يؤخذ 5 سم³ من المترشح ويضاف في دورق معياري سعة لتر يحتوي على 700 سم³ تقريباً ماء .
- (8) يضاف 20 سم³ من محلول يود (0.5 غ يود ، 0.75 غ يود بوتاسيوم في كل 100 سم³ من المحلول) ثم يكمل المحلول بالماء المقطر إلى لتر ويرج الدورق جيداً .

(9) يعمل منحني لتراكيز نشا مختلفة وذلك بإذابة 2 غ نشا جاف معلوم بنفس الطريقة السابقة ثم يؤخذ 5 سم³ منه وتخفف إلى لتر مع إضافة نفس كمية اليود كما سبق ذكره ، ثم يخفف محلول النشاء واليود بالماء ب حيث يتراوح تركيز النشاء ما بين 0.001 - 0.01 غ لكل 100 سم³ وتقاس كثافة اللون باستعمال Colorimeter ويضبط الجهاز على الصفر بأخذ نشاء ذاتي فقط . ويلاحظ في هذه الحالة أنه يجب استعمال نشاء لم يحدث له أي تغيير لأنه إذا حدث له تحليل مائي بسيط أو حدث له بعض الاستبدال أو الإضافة لمجاميع الايدروكسيل الموجودة في النشاء فإن كثافة اللون الأزرق تتغير كثيراً .

ثانياً - طرق يستعمل فيها التحليل المائي :

يعتمد في هذه الطرق على فصل النشاء عن المكونات الأخرى ثم إجراء التحليل المائي له وتقدير الجلوكوز بإحدى الطرق المعروفة باستعمال محلول فهلنج أو خلافه .

طريقة فهلنج :

- 1) تطحن العينة طحناً جيداً أو تمرر من منخل رفيع .
- 2) توزن وزنة من المادة في حدود 2.5 غ ثم توضع في قمع به ورقة ترشيح وتغسل بالاثير .
- 3) تغسل بكميات من الماء المقطر 100 - 150 سم³ لإزالة السكريات القابلة للذوبان في الماء .
- 4) ينقل الراسب إلى كأس نقلاً كميّاً ثم يضاف 2 سم³ حامض كلور الماء أو حمض كبريت 1 سم³ تقريباً ويغلى ببطء تحت مكثف عاكس لمدة 3.5 ساعة .

5) تبرّد محتويات الدورق لدرجة حرارة الغرفة ثم يعادل الحامض باحتراس بمحلول هيدروكسيد صوديوم 2 عياري (2 نظامي) واستعمال برتقالي الميثيل كدليل ثم ينقل إلى دورق معياري سعة 250 سم³ ويكمل للعلامة بالماء المقطر .

6) يرشح المحلول في ورقة ترشيح وقمع جاف ويهمل الجزء الأول من الراشح .

7) يؤخذ 10 سم³ من الراشح ويقدر فيه الجلوكوز الكلي باستعمال طريقة سكورول .

8) تضرب كمية الجلوكوز في المعامل 0.9 فنحصل على النشاء .

ملاحظة :

لا تصلح هذه الطريقة في حالة وجود سكريات عديدة غير قابلة للذوبان حيث تتحلل وتختزل محلول فهلنج عند تقدير الجلوكوز . كما يمكن ترسيب البروتينات قبل التعادل بإضافة 2 سم³ من محلول 2% حامض الفسفوتنجستيك .

ويوجد تحويراً لهذه الطريقة مبني على أساس غسل وزنة من المادة بالأثير والكحول 30% لإزالة الدهون والسكريات الذائبة ثم تجفيف العينة وملاحظة الفاقد نتيجة الغسيل .

تكرر عملية الغسيل على عينة أخرى ذات وزن مماثل ثم تهضم العينة بأنزيم الدياستاز . وترشح خلال بوتقة جوتش معلومة الوزن وملاحظة مقدار الفاقد فتكون كمية النشاء عبارة عن الفاقد في الخطوة الثانية مطروحاً من هـ الفاقد في الخطوة الأولى .

وتوجد أيضاً طرق مبنية على أساس إذابة النشاء ثم ترسيب النشاء الذائب بإضافة كمية زائدة من اليود فيرسب مركب النشاء مع اليود وخاصة بوجود

بعض الأملاح مثل كلور الكالسيوم وكبريتات الصوديوم .. إلخ . يجمع المركب الناتج Starch Iodide Complex ثم ينزع منه اليود بطرق مختلفة كإضافة حامض كبريتي ثم يحلل النشاء تحليلاً مائياً وتقدر فيه كمية الجلوكوز .

ثالثاً - الطريقة القياسية لتقدير النشاء :

تعتمد هذه الطريقة على إذابة النشاء في المادة المراد تحليلها بواسطة محلول مائي لكلور الكالسيوم ثم تقدر كمية النشاء بطريقة تقدير استقطاب الضوء ، ولعدم تعارض الطريقة بالمكونات الأخرى التي قد توجد مصحوبة مع النشاء في المادة المراد تحليلها يجب استبعاد هذه المكونات وخاصة السكريات الأحادية والدهون التي يمكن التخلص منها بعمليات الاستخلاص ، أو المواد البروتينية التي يمكن ترسيبها والتخلص منها .

أ - المحاليل :

(1) محلول كلور الزئبق الإيتيلي :

يذاب 1 غ من ثاني كلور الزئبق في 900 سم³ من الماء ثم يكمل المخروط إلى 1000 سم³ بإضافة كحول الإيثيل 95 % ويرج المحلول جيداً.

(2) محلول كلور الكالسيوم :

يذاب حوالي 550 غرام من كلور الكالسيوم المائي $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ في حوالي 760 سم³ من الماء ثم تعدل كثافة المحلول بحيث أن تكون 1.300 على درجة حرارة 20 °م كما تعدل أيضاً الحموضة بحيث أن تكون درجة الـ $\text{PH} = 2 - + 0.1$

(3) محلول خلات اليورانيوم :

يذاب 10 غرام من خلات اليورانيوم $\text{UO}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ في 80 سم³ ثم يضاف إلى المخروط 20 سم³ من حامض الخل ولا يجب تسخين

المخلوط أكثر من 60 م° لذوبان ملح خلات اليوراننيوم ويخلط هذا المخلوط بـ 100 سم³ من محلول كلور الكالسيوم (المحضر في نمرة 2 /) .
ويمكن استبدال هذا المحلول بتحضير محلول كلور القصدير بإذابة 2.5 غرام من كلور القصدير في 100 سم³ من محلول كلور الكالسيوم (المحضر في نمرة 2) إلا أن هذا المحلول لا يعطي نتيجة مرضية في بعض الحالات .

ب - الأجهزة :

يستعمل البولاريمتر Polarimeter أو السكرامتر Saccharimeter له قدرة قياس الضوء المستقطب بنسبة خطأ ± 0.01 ويؤخذ متوسط لعدة قراءات باستعمال أنبوبة طولها 1 / ديسمتر أو 2 / ديسمتر ويجب استعمال أيضاً الضوء الأصفر الناتج من مصباح صوديوم .

ج - طريقة التحليل :

(1) يطحن حوالي 50 / غرام من العينة بواسطة طاحونة كهربائية حتى تصبح الحبيبات دقيقة ومتجانسة (ويفضل أن تمر من منخل قطر ثقوبه 0.2 ميليمتر) تقدر الرطوبة فإذا كانت أقل من 20 % يجري التحليل في العينة مباشرة وإذا كان أعلى من هذا فيجب تجفيف العينة وذلك بفرش العينة في طبق زجاجي ثم تجفيفها على درجة 105 م لمدة 14 - 24 ساعة .
(2) يوزن حوالي 2 غرام بدقة من العينة وتقل في أنبوبة اختبار ويضاف إليها 10 سم³ من محلول كلور الزئبق الايتيلي وتعلق الأنبوبة وترج جيداً لمدة دقيقتين ثم ترشح محتويات الأنبوبة تحت الفراغ على قمع بخنر صغير عليه ورقة ترشيح (من النوع السميك) ، تغسل محتويات الأنبوبة بواسطة محلول كلور الزئبق الايتيلي وتقل كمية إلى دورق الترشيح عدة مرات ويكون مجموع المحلول المستحصل حوالي 50 سم³ وتترك العينة على ورقة الترشيح تحت الفراغ حتى تجف تماماً .

حيث يعمل الكحول في محلول كلور الزئبق على إذابة السكريات التي تحول الضوء المستقطب في حين أن كلور الزئبق يعمل على توقف نشاط الأنزيمات وبالتالي لا يتحلل النشاء .

(3) ينقل ورق الترشيح ومحتوياته إلى كأس سعته 250 سم³ ويضاف إليها 10 سم³ من الماء المقطر وتخلط العينة جيداً بالماء المقطر بواسطة محرك . ثم يضاف إلى الكأس 60 سم³ من محلول كلور الكالسيوم وتوضع على الكأس علامة تبين ارتفاع المخروط فيها . وبعد ذلك تسخن محتويات الكأس على سخان كهربائي بحيث يبدأ الغليان في خلال مدة حوالي دقيقة ويكمل الغليان لمدة 30 دقيقة أخرى بمراعاة التحريك من حين إلى آخر . وإضافة ماء من وقت إلى آخر حتى يكون مستوى المحلول المائي أثناء التسخين دائماً على مستوى العلامة .

(4) تبرد محتويات الكأس مباشرة وتنقل بعد ذلك إلى دورق معياري 100 سم³ ويضاف إليه 10 سم³ من محلول خلات اليورانيوم وتكمل محتويات الدورق بواسطة محلول كلور الكالسيوم إلى العلامة وترج جيداً .
(5) ترشح محتويات الدورق خلال ورق ترشيح في دورق مخروطي جاف وتستبعد الكميات الأولى المترشحة (حوالي 10 سم³) .

(6) ينقل المترشح إلى أنبوبة طولها 2 / ديس يهتر لجهاز Polarimeter ويقاس التحويل للضوء المستقطب بواسطة الجهاز .

(7) تجرى تجربة بيضاء متبوعاً بجميع الخطوات المذكورة وتقاس القراءة (Zero Point) .

ملاحظات : 1 - إذا كان المترشح غير رائق فستعاد خطوات طريقة التحليل المذكورة سابقاً باستعمال محلول كلور الكالسيوم وضبط درجة الـ PH له إلى 2 بواسطة حامض الخل .

2 - إذا كان من الصعب ضبط درجة الـ PH بواسطة حامض الخل الثلجي في محلول كلور الكالسيوم فيستعمل بدلاً م نه محلول مائي لحامض خل 10 % .

3 - يمكن استعمال بدلاً من محلول خلات اليورانسيوم أو محلول كلور القصدير في ترسيب البروتينات محلول Carrez ويحضر هذا الراسب من محلولين :

محلول (أ) وهو عبارة عن محلول مائي بتركيز 15 % من حديدي فريسيانيد البوتاسيوم .

محلول (ب) وهو عبارة عن محلول مائي بتركيز 30 % لكبريتات الزنك المائية (ZnSO₄. 7H₂O) .

الباب الخامس

- تحاليل الجلوكوز والدكستريين
- المواصفة القياسية العربية للجلوكوز
- المواصفة القياسية العربية لنشاء الطعام

الفصل الأول

تحليل شراب الجلوكوز

التحاليل الواجب إجراؤها أثناء الصناعة هي : قياس درجة الـ PH ,
وقياس درجة الحموضة , واختبار وقياس السكريات المختزلة , ونسبة ثاني
أكسيد الكبريت , في المراحل المختلفة الخاصة .

أما التحاليل التي تجري في الناتج النهائي وهي :

1 - الحموضة .
2 - نسبة ثاني أكسيد الكبريت .

- 3 - درجة الـ PH .
 4 - نسبة السكريات .
 5 - درجة البومييه .
 6 - تقدير المواد الصلبة .
 7 - تقدير الرماد .
 8 - تقدير الزرنيخ والرصاص والنحاس .

طرق التقدير :

- 1 - الحموضة : يوزن 50 غ من شراب الجلوكوز في كأس صغير سعته 100 - 150 سم³ وتنتقل كميّاً إلى دورق مخروطي بواسطة الماء الساخن ثم تقدر الحموضة بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.01 نظامي باستعمال محلول الفينول فتالئين .
- 2 - نسبة ثاني أكسيد الكبريت: يوزن 25 غ من شراب الجلوكوز في كأس صغير 100 سم³ وينقل كميّاً إلى دورق مخروطي بواسطة الماء الساخن وتبرد محتويات الدورق ثم يضاف 10 سم³ من محلول هيدروكسيد الصوديوم 1 نظامي ويحرك جيداً ويترك 10 دقائق لانفراد ثاني أكسيد الكبريت من المجموعة الألدهيدية ثم يضاف 15 سم³ حامض كبريت 1 نظامي ويعاير المزيج مع محلول يود $\frac{1}{50}$ نظامي
- 3 - درجة الـ PH : يعمل محلول 40 % من شراب الجلوكوز بإذابة 20 غرام منه في 50 سم³ ماء مقطر وتقاس درجة الـ PH بواسطة الجهاز الخاص PH . Meter .

- 4 - السكريات المختزلة : يوزن 2 - 2.5 غرام من شراب الجلوكوز ثم يذاب في الماء الساخن وينقل في دورق نظامي 100 سم³ ويؤخذ في 10 - 15 سم³ من الدورق النظامي حسب نسبة السكريات المختزلة في دورق حيث يضاف 10 سم³ من محلول فهلنغ / أ / ومحلول فهلنغ / ب / , وتقدر السكريات حسب طريقة Schoorl وتحسب النسبة المئوية

للسكريات المختزلة بالنسبة إلى شراب الجلوكوز وإذا حسبت السكريات المختزلة بالنسبة للمواد الصلبة الموجودة في شراب الجلوكوز يسمى ذلك Dextrose Equivalent ويعبر عنه بـ D.E وفي كثير من المراجع نجد أن النسبة المئوية للسكريات المختزلة في شراب الجلوكوز معبراً عنها بهذا الاصطلاح .

5 - درجة البومية : تقاس درجة الكثافة أثناء الصناعة بواسطة أجهزة خاصة تسمى موازين الكثافة وهذه الموازين مدرجة بدرجات بومية . ويفضل استعمال درجات البومية في الصناعة بدلاً من درجات الكثافة لأنها تعطي أرقام صحيحة . ولتحويل درجات البومية إلى درجات كثافة تستعمل المعادلة الآتية :

145

الوزن النوعي =

145 - قراءة البومية

والجدول التالي يبين العلاقة بين درجة البوميه , ودرجة البركس (النسبة المئوية لمواد الصلبة الذائبة) , والكثافة النوعية :

البركس	الكثافة	البوميه	البركس	الكثافة	البوميه
0	1.0000	0.00	50	1.23202	27.28
1	1.00390	0.56	51	1.23756	27.81
2	1.00780	1.12	52	1.24313	28.33
3	1.01173	1.68	53	1.24874	28.86
4	1.01569	2.24	54	1.25439	29.38

5	1.01968	2.79		55	1.26007	29.90
6	1.02369	3.35		56	1.26580	30.42
7	1.02773	3.91		57	1.27156	30.94
8	1.03180	4.46		58	1.27736	31.46
9	1.03590	5.02		59	1.28320	31.96
10	1.04003	5.57		60	1.28908	32.49
11	1.04418	6.13		61	1.29498	33.00
12	1.04837	6.68		62	1.30093	33.51
13	1.05259	7.24		63	1.30694	34.02
14	1.05683	7.79		64	1.31297	34.53
15	1.06111	8.34		65	1.31905	35.04
16	1.06542	8.89		66	1.32516	35.55
17	1.06976	9.45		67	1.33129	36.05
18	1.07413	10.00		68	1.33748	36.55
19	1.07854	10.55		69	1.34371	37.06
20	1.08296	11.10		70	1.34997	36.56
21	1.08744	11.65		71	1.35626	38.06
22	1.09194	12.20		72	1.36261	38.55
23	1.09647	12.74		73	1.36900	39.05
24	1.10104	13.29		74	1.37541	39.54
25	1.10564	13.84		75	1.38187	40.03
26	1.11027	14.39		76	1.38835	40.53
27	1.11493	14.93		77	1.39489	41.01
28	1.11963	15.48		78	1.40146	41.50
29	1.12437	16.02		79	1.40806	41.99

30	1.12913	16.57		80	1.41471	42.47
31	1.13394	17.11		81	1.42138	42.95
32	1.13877	17.65		82	1.42810	43.43
33	1.14365	18.19		83	1.43486	43.91
34	1.14855	18.73		84	1.44166	44.38
35	1.15550	19.28		85	1.44849	44.86
36	1.15846	19.81		86	1.45535	45.33
37	1.16349	20.35		87	1.46215	45.80
38	1.16853	20.89		88	1.46919	46.27
39	1.17362	61.43		89	1.47617	46.73
40	1.17874	21.97		90	1.48318	47.20
		22.50		91	1.49022	47.66

الفصل الثاني

طرق تحليل الدكسترين

الطرق المستعملة في تحليل أنواع الدكستريانات مبينة عادة على أساس تحديد صفاتها وتتلخص فيما يلي :

- 1 – الرطوبة : بالطرق التي ذكرت فيما سبق .
- 2 – الرماد : بالطرق التي ذكرت فيما سبق .
- 3 – نسبة الذوبان في الماء البارد .

يوزن 5 غرام من الدكسترين ويخلط بواسطة 100 سم³ من الماء المقطر البارد ويقرب جيداً لمدة ساعة حتى يصبح المخروط متجانساً . ثم يرشح المخروط في ورق جاف وتستبعد الكميات الأولى من المترشح وينقل بواسطة الماصة 5 سم³ من المترشح في جفنة معروفة الوزن وتبخر محتويات الجفنة ثم يجفف الراسب المتبقي في الجفنة في فرن تجفيف على حتى ثبات الوزن ، ويمكن استعمال هذه الطريقة بسرعة أثناء تتابع 105° م الدكسترن في الصناعة بعمل معلق من الدكسترين وتقليبه ثم ترشيحه ونقل 2 سم³ من المترشح في بوتقة معروفة الوزن وتسخن محتويات البوتقة على اللهب الهادئ ثم وزن البوتقة مرة ثانية .

وتحسب النسبة المئوية لذوبان الدكسترين في الماء البارد حسب المعادلة الآتية :

$$م \times 100 \times 100$$

$$نسبة الذوبان \% = \frac{م}{400} = \frac{م}{400} \times 100 \times 100$$

$$100 \times 100 \times م$$

$$\text{نسبة الذوبان } \% = \frac{\text{في الحالة الثانية}}{1000 م} = \frac{2 \times 2}{1000 م}$$

حيث (م) هو وزن الراسب الجاف المتبقي في الجفنة .

Ferri cyanide Number 4 – عدد الفيريسيانيد

والطريقة هي reducing power وهو يدل على قوة اختزال الدكستريين كالاتي :

1 - يخلط 0.2 غرام تقريباً من الدكستريين مع 10 سم³ من الماء في أنبوبة اختبار واسعة (حجمها 100 سم³ تقريباً) .

2 - توضع الأنبوبة في حمام مائي لمدة ساعة أو حتى يتم ذوبان الدكستريين فيها أو يصبح في صورة عجينة متجانسة .

3 - تبرد محتويات الأنبوبة ويضاف إليها 10 سم³ من محلول فيريسيانيد البوتاسيوم (0.1 نظامي) .

4 - تسخن محتويات الأنبوبة في حمام مائي لمدة 15 دقيقة بالضبط .

5 - تبرد محتويات الأنبوبة ويضاف إليها محلول حمض الخل وكبريتات التوتياء 2 سم³ ثم محلول يود البوتاسيوم 20% (10 سم³) .

6 - يعاير اليود المنفرد بواسطة محلول ثيوكبريتات الصوديوم 0.05 نظامي باستعمال النشاء كدليل .

7 - تجرى عملية بيضاء ويحسب العدد الفيريسيانيدي حسب المعادلة الآتية :

$$ع \times (م - 1م)$$

$$\frac{\text{العدد الفيريسيانيدي}}{0.01 \times و} =$$

حيث :

- م¹ = عدد سم³ من ثيو كبريتات الصوديوم المستعملة في العملية البيضاء .
- م = عدد سم³ من ثيو كبريتات الصوديوم المستعملة في حالة الدكسترين .
- ع = عيارية محلول ثيو كبريتات الصوديوم .
- و = وزن الدكسترين .
- والعدد الفيريسيانيدي للنشاء يساوي واحد , ولأنواع الدكستريانات من 5 - 50 . ويمكن استعمال هذه الطريقة لمعرفة السكريات المختزلة معبراً عنها على صورة جلوكوز إذ أن العدد الفيريسيانيدي للجلوكوز هو 310 أو معبرة على صورة مالتوز له العدد 270 .
- 5 - قياس اللزوجة : تقاس اللزوجة بالطرق التي ذكرت سابقاً .

الفصل الثالث

مشروع المواصفة القياسية العربية للجلوكوز التجاري (شراب
الجلوكوز) الصادرة عن المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس
جامعة الدول العربية

Glucose Syrup

تشمل هذه المواصفات القياسية الجلوكوز التجاري المعروف باسم
شراب الجلوكوز وكذلك الطرق القياسية لفحصه واختباره .

التعريف :

الجلوكوز التجاري شراب كثيف غير متبلور حلو المذاق خال من اللون
والرائحة تقريباً وينتج من التحليل المائي للنشا أو المواد النشوية بعد قصر
اللون وتركيزه بالتبخير تحت تفريغ ويحتوي على الدكستروز والمالتوز ونسبة
صغيرة من السكريات محدودة الوحدات وكذلك الدكسترين .

الخواص الفيزيائية والكيميائية :

1 - درجة البومية :

تتراوح درجة البومية بين 41 - 45 عند درجة حرارة 37 م ° .

2 - الرطوبة :

لا تقل نسبة الرطوبة به عن 17.8 % ولا تزيد على 25.5 %
تبعاً لدرجة تركيز المواد الصلبة .

3 - النشا :

يكون خالياً تماماً من النشا .

4 - ثاني أكسيد الكبريت :

يجوز أن يحتوي الجلوكوز التجاري أو شرايه على حمض الكبريتي كمادة حافظة محسوباً كغاز ثاني أكسيد الكبريت على ألا تزيد نسبته على 450 جزء في المليون .

5 - الحموضة :

لا تزيد درجة الحموضة على درجة واحدة .

6 - الرماد :

لا تزيد نسبة الرماد على 5 % .

7 - البروتين :

لا تزيد نسبة البروتين على 1 % .

8 - المعادن السامة :

لا تزيد نسبة كل من الزرنيخ والرصاص على جزء واحد في المليون ولا تزيد نسبة النحاس على 25 جزء في المليون .

السكريات المختزلة :

تكون نسبة السكريات المختزلة في أصناف الجلوكوز التجاري كما يلي :

1 - جلوكوز تجاري لصناعة الحلوى الجافة :

يحتوي على 31 - 40 % سكريات مختزلة مقدره كدكستروز .

2 - جلوكوز تجاري يستخدم في الحلاوة الطحينية والشراب :

يحتوي على 44 - 50 % سكريات مختزلة مقدره كدكست روز

ولكن نسبة ثاني أكسيد الكبريت فيه تكون قليلة .

طرق الفحص والاختبار

طريقة أخذ العينة :

تؤخذ العينة من عدد من العبوات يساوي الجذر التربيعي لمجموعها على الأقل وبحيث تكون ممثلة تماماً للعبوات المأخوذة منها وتخلط جيداً. توزن العينة كلها ويضاف إليها الماء وتسخن إلى أن تذوب تماماً ثم تبرد وتوزن ثانياً وتحسب نتائج التحليل بالنسبة للوزن الأصلي .

أولاً - تقدير ثاني أكسيد الكبريت :

1 - الجهاز المستعمل : جهاز مونيير وولي

2 - الطريقة :

بعد تركيب الجهاز يوضع 300 مل من الماء المقطر + 20 مل من حمض كلور الماء في الدورق ويغلى الجميع لفترة قصيرة في تيار من غاز ثاني أكسيد الكربون الذي سبق إمراره في محلول كربونات الصوديوم في الزجاجاة .

يبرد الدورق ثم تنزع السدادة ويوضع 100 - 250 غ من العينة وتعاد السدادة سريعاً ، يغلى الخليط لمدة ساعة مع استمرار مرور تيار ثاني أكسيد الكربون . وقرب نهاية التقطير يمنع مرور الماء في المكثف حيث أن ذلك يجعل الأخير ساخناً ويساعد في طرد آلة ثاني أكسيد الكبريت المحجوزة به . وعندما تصير أنبوبة التوصيل ساخنة تنزع السدادة التي بأعلى المكثف وتغسل الأنبوبة وأنبوبة بلليجوت بعد إفراغ محتوياتها في الدورق المخروطي . يعاير المحلول المتجمع في الدورق المخروطي على درجة حرارة الغرفة مع محلول 0.1 نظامي من هيدروكسيد الصوديوم باستعمال محلول برومو فينول الأزرق الكاشف .

1 ملتر هيدروكسيد الصوديوم = 3.2 م للمغم ثاني أكسيد الكبريت .

ملاحظات :

- 1 - ينبغي تحضير محلول 3 % بتخفيف المحلول 30 % ثم معادلته بواسطة هيدروكسيد الباريوم واستعمال برومو فينول الأزرق ككاشف ، ثم توشح كبريتات الباريوم التي قد تتكون في المحلول البارد ويقدر عيارية المحلول بواسطة البرمنغات ثم يضبط ليكون 3 % .
- 2 - الكميات الصغيرة من ثاني أكسيد الكبريت التي تحتاج لأقل من 0.5 ملتر هيدروكسيد الصوديوم لمعادلتها لا تعطي نتائج مضبوطة .
- 3 - ينبغي معايرة هيدروكسيد الصوديوم قبل استعمالها في التقدير باستعمال محلول بروموفينول الأزرق ككاشف .
- 4 - بعد المعايرة يمكن إجراء تقدير وزني لثاني أكسيد الكبريت وذلك بترسيب كبريتات البلويوم في المحلول المعايرة بواسطة كلور الباريوم على درجة حرارة الغرفة وتركه ليستقر ثم ترشيحه وغسل الراسب ثلاث مرات بالماء المغلي .
- غرام واحد كبريتات الباريوم = 0.2744 جرام ثاني أكسيد الكبريت .
- 5 - تجرى تقديرات خالية وتصحح النتائج بناء عليها .

ثانياً - تقدير المعادن السامة :

أ - الكشف عن وجود الزرنيخ وتقديره ككاشف لأكسيد الزرنيخ :

الجهاز المستعمل: جهاز جوتزيت لتقدير الزرنيخ .

الكواشف :

- حمض آزوت مركز - حمض كبريت مركز - أوكسالات الأمونيوم
- محلول حمض كلور الماء مركز خال من الزرنيخ - محلول يود

HANSELAND 348 GRONINGEN HOLLAND

Chemistry and Technology of Starch and its Derivative

البوتاسيوم - كلور قصديروز (40 % في حمض كلور الماء) - زنك معدني خالٍ من الزرنيخ .

طريقة العمل :

1 - تجهز العينة للكشف عن وجود الزرنيخ بأخذ 10 غ ووضعها في دورق كداهل ويجرى عليها عملية التعطيم الرطب بواسطة حمضي الكبريت والآزوت المركزين . يستمر في عملية الأكسدة بواسطة حمض الآزوت إلى أن يتم الحصول على محلول عديم اللون تقريباً وتتصاعد أبخرة ثالث أكسيد الكبريت يضاف بعض الماء وأوكسالات النشادر ويسخن لطرده جميع أبخرة النتروجين تماماً .

2 - يبرد المحلول ويخفف إلى حجم معين ، يؤخذ منه مقدار معين (20مل) ويوضع في جهاز جوتزيت ويعادل الحمض الموجود (حمض كبريت) بمحلول هيدروكسيد الصوديوم 25 % والخالٍ من الزرنيخ ثم يضاف بعد ذلك 5 مل من حمض كلور الماء المركز الخالي من الزرنيخ أيضاً ثم 5 مل من محلول يود البوتاسيوم وبضع نقاط من كلور القصديروز ، 5 غ من الزنك المعدني الخالي من الزرنيخ وتغطي زجاجة جوتزيت بغطائها الذي تخترقه أنبوبة زجاجية طويلة تحتوي على ورقة خلات الرصاص لامتصاص غاز كبريتيد الهيدروجين إذا تصاعد وفي طرف الأنبوبة العلوية توجد ورقة كلور أو بروم الزئبق المحصورة بين غطاءين من المطاط ممسوكين بماسك خاص .

3 - يترك الجهاز لمدة نصف ساعة على الأقل ثم تقارن البقعة المتكونة من كميات قياسية معلومة من محلول ثالث أكسيد الزرنيخ وبذا يمكن تقدير كميته .

ب - الكشف عن الرصاص وتقديره :**الكواشف :**

حمض كبريت مركز - حمض أزوت مركز - محلول مركز من
 خلات النشادر والنشادر - محلول سيانيد البوتاسيوم م 10 % - محلول
 كبريت الصوديوم 10 %

طريقة العمل :

- 1 - تجهز العينة للكشف عن وجود الرصاص بتحطيم المادة العضوية
 بطريقة التحطيم الرطب كما في طريقة الكشف عن الزرنيخ تماماً .
- 2 - يستخلص الرماد بمحلول مركز من خلات النشادر ثلاث مرات
 ويرشح في كل مرة في أنبوبة نسلر ثم يضاف إلى المحلول القلوي 1 مل من
 محلول سيانيد البوتاسيوم 10 % لمنع تداخل أملاح المعادن الأخرى مثل
 الحديد والنحاس وغيرها في التفاعل ثم يكمل المحلول إلى 50 % بالماء
 وتضاف نقطتين من محلول كبريت الرصاص 10% ويحرك جيداً بقضيب
 زجاجي .
- 3 - في حالة وجود الرصاص يتكون لون بني فاتح أو غامق حسب
 الكمية الموجودة ويمكن تقدير كمية الرصاص بمقارنة اللون الناتج مع اللون
 الناتج من معاملة أحجام معلومة من محلول الرصاص القياسي بالطريقة
 السابقة .

ج - الكشف عن النحاس وتقديره :

يمكن تقدير كمية النحاس في محلول مخفف من شدة اللون البني المائل
 إلى الاحمرار الذي ينتج من التفاعل مع حديد وسيانور البوتاسيوم وتكون
 الطريقة أكثر حساسية بإضافة نترات النشادر أو كلور النشادر أو نترات

البوتاسيوم للمحلول حيث يمك في وجود هذه الأملاح تقدير النحاس إذا كانت نسبته جزءاً واحداً في مليونين ونصف مليون جزء .

تحضير العينة لتقدير كمية النحاس :

تحرق كمية كافية من العينة حوالي 50 غ لتصير رماداً ثم يذاب في 10 مل من حمض كلور الماء 1 : 1 ثم يجفف المحلول تماماً وتستخلص المادة الجافة المتبقية بواسطة محلول من 1 غ حمض ستريك + 2 غ خلات النشادر في 5 مل ماء .

ثالثاً - تقدير درجة الحموضة :

يوزن 10 غ من العينة ويذاب في 50 مل من الماء وتعاير مع محلول هيدروكسيد الصوديوم عشر نظامي باستخدام دليل الفينول فتالين لكاشف إلى نقطة التعادل .
1 مللتر محلول هيدروكسيد الصوديوم عشر نظامي = 1 درجة حموضة .

رابعاً - الكشف عن النشا :

يوزن 10 غ من العينة وتذاب في 50 مل من الماء وتطرد مركزياً ثم يصفى المحلول الرائق ويضاف إلى الباقي نقط قليلة من محلول اليود ويفحص الناتج بالمجهر للتأكد من وجود حبيبات النشا أو اللون الأزرق أو البنفسجي .

خامساً - تقدير السكريات المختزلة (طريقة أوفنر الحجمية) :

المحاليل المستعملة :

محلول النحاس :

يذاب 5 غ من كبريتات النحاس المائية مع 10 غ من كربونات الصوديوم النقية الجافة مع 300 غ من ملح روشيل المتبلور مع 50 غ من فوسفات ثنائي الصوديوم المائي (أو 19.8 غ من الملح الجاف) في 900 مل من الماء بالتسخين إذا لزم الأمر .

يستمر التسخين بعد تمام الذوبان لمدة ساعتين على حمام مائي . ثم يبرد المحلول ويكمل إلى 1 لتر بالماء ثم يرشح المحلول بعد معاملته بالكربون المنشط ويضبط المحلول ليكون محتوياً على 0.634 من النحاس في كل 50 مل ويحفظ في مكان مظلم .

محلول ثيوكبريتات الصوديوم :

يذاب 4 غ من البلورات في الماء وتخفف إلى 500 مل ، ويضبط المحلول بمعايرته .

محلول اليود :

يذاب 2.05 غ من اليود النقي مع حوالي 10 غ من يود البوتاسيوم الخالي من اليودات في قليل من الماء ويخفف المحلول إلى 500 مل بالماء ويحفظ في مكان مظلم ويراعى أن تكون نظامية المحلول بعد المعايرة 0.02230 عياري .

محلول النشا :

يخلط 2.5 غ من النشا القابل للذوبان و 10 غ من يود الزئبق في قليل من الماء، ويذاب الجميع في حوالي 500 مل من الماء المقطر المغلي .

الطريقة :

يذاب 20 غ من العينة في الماء المقطر ويخفف المحلول إلى 100 مل تماماً ثم ينقل 50 مل من هذا المحلول إلى دورق مخروطي سعته 300 مل ويضاف إليها 50 مل من محلول النحاس وتخلط جيداً مع 50 - 100 مع من الحجر الخفاف أو مسحوق التلك ، ويسخن المحلول على شبكة من الأسبستوس بحيث يبدأ الغليان في خلال 4 - 5 دقائق ويستمر في الغليان لمدة 5 دقائق تماماً . يبرد المحلول بدون رج بغمره في ماء بارد ويضاف 1 مل من حمض الخل ثم حجم معلوم (5 - 30 مل) من محلول اليود طبقاً لكمية النحاس المختزلة ومع التحريك والرج المستمر ، وبحيث يبقى جزء من اليود زائداً في المحلول . يسكب على جدار الدورق 15 مل من محلول كلور الماء النظامي ويغطي الدورق بسدادته ويترك اليود ليتفاعل لمدة دقيقتين تقريباً مع الرج من آن لآخر . يعاير اليود الزائد مع محلول الثيوكبريتات باستعمال محلول النشا الكاشف ، قرب نهاية المعايرة يطرح حجم اليود الزائد من حجم اليود المضاف ويجرى تصحيح حجم محلول اليود الذي تفاعل مع السكريات المختزلة من الجداول الخاصة .

وبعد إجراء التصحيح تقدر نسبة السكريات المختزلة :

$$1 \text{ مل محلول يود} = 1 \text{ مغ سكريات مختزلة}$$

سادساً - تقدير البروتين :

المحاليل والمواد :

- 1 - حمض كبريت 93 - 98 % خالٍ من النتروجين (نقي كيمياوياً)
- 2 - كبريتات نحاس لا مائية نقية .
- 3 - كبريتات بوتاسيوم نقية .

4 - محلول هيدروكسيد صوديوم أو بوتاسيوم خالٍ من النتروجين

تركيز 45 %

5 - أحمر الميثيل (يذاب 1 غ من أحمر الميثيل في 200 مل كحول)

6 - محلول نظامي من حمض كبريت نصف نظامي .

7- هيدروكسيد الصوديوم أو بوتاسيوم عشر نظامي .

8- حجر خفاف .

الطريقة :

يوزن 5 غ من المادة في دورق الهضم (كداهل) .

يضاف 15 غ كبريتات البوتاسيوم أو كبريتات الصوديوم اللا مائية .

يضاف 1 غ كبريتات النحاس .

يضاف 25 مل حمض الكبريت المركز .

يسخن دورق الهضم تدريجياً ويستمر في التسخين إلى أن تهدأ حدة

الفوران ، ترفع درجة الحرارة إلى الدرجة التي يغلي الحمض فيها بشدة

لهضم العينة ويستمر في الهضم حتى يصبح المحلول رائقاً ولحين انتهاء

الأكسدة (ساعتين تقريباً) .

يبرد الدورق ثم يخفف بواسطة 20 مل ماء ويضاف إليه قليل من حجر

الخفاف - تضاف كمية كافية من هيدروكسيد الصوديوم المركز لجعل التفاعل

شديد القلوية وتكون الإضافة بالسكب على جدار الدورق باحتراس حتى تتكون

طبقة أسفل محتويات الدورق ولا تختلط بها سريعاً.

يوصل الدورق بالمكثف ويلاحظ أن يكون طرف المكثف ممتداً تحت

مستوى سطح الحمض في الدورق، وتخلط محتويات ال دورق ثم يسخن

تدريجياً لفصل النشادر ويستقبل النشادر المتصاعد في دورق مخروطي به

حجم معين من الحمض النظامي غالباً ما تتصاعد النشادر كلها في الـ 250

HANSELAND 354 GRONINGEN HOLLAND

Chemistry and Technology of Starch and its Derivative

مل الأولى من المتقطر يعادل المتبقي من الحمض بواسطة هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم النظامي باستعمال أحمر الميثيل الكاشف ثم تحسب عدد غرامات النتروجين في العينة ومنها تحسب نسبة البروتين :
نسبة البروتين = نسبة النتروجين $\times 5.7$

سابعاً - تقدير الرطوبة :

يوضع 10 غ من الرمل المغسول في طبق من الألمنيوم قطره 75 مم وطوله 25 مم مزود بغطاء وقضيب زجاجي طوله 60 مم ويجفف الجميع إلى أن يثبت الوزن .

يوزن 5 غرام من شراب الجلوكوز وتنقل إلى الطبق باستخدام حوالي 5 مل من الماء ويمزج الجميع جيداً بواسطة القضيب ثم يجفف الخليط إلى أن يثبت الوزن داخل فرن مخلخل الهواء على درجة لا تزيد على 100 م .

ثامناً - تقدير الرماد :

يسخن 5 - 10 غ من شراب الجلوكوز موضوعة في طبق من البلاتين سعة 50 - 100 مل على درجة 100 م لطرد الرطوبة . يضاف فقط قليلة من زيت الزيتون النقي ويسخن الطبق بمحتوياته ببطء فوق اللهب حتى يتوقف الانتفاخ - يوضع الطبق داخل فرن الاحتراق على درجة 525 م ويترك إلى أن يصير الرماد أبيض اللون . يبيل الرماد بالماء ويجفف فوق حمام بخار ثم فوق مسطح تسخين . يعاد الحرق داخل فرن الاحتراق على درجة 525 م إلى أن يثبت الوزن .

تاسعاً - تقدير المواد الصلبة الذائبة :

الأجهزة المستخدمة :

أ- حمام مائي معزول مزود بمحرك وجهاز لضبط الحرارة على درجة 60 م°

ب - مخبر زجاجي طوله حوالي 40 سم وقطره حوالي 7 سم .

ج - غطاء محكم للمخبر مكون من سدائتين من المطاط قطرها مناسب

لقطر المخبر مثبتتين على عامود معدني طوله 7.5 سم لمنع التبخر أثناء

التسخين .

د - غاطس بومية مدرج 35 - 45 بومية وكل درجة مقسمة إلى أقسام

ومدرج على درجة 15.56 م° وطوله الكلي حوالي 30 سم وقطر جسمه

حوالي 2 سم وطوله التدريج حوالي 15 سم .

طريقة التقدير :

يملأ المخبر بالشراب إلى مسافة 10 سم من الحافة وبحيث لا تتلوث

الجدران ويوضع الغطاء الخاص بحيث تكون السدادة السفلى على بعد حوالي

1.5 سم من سطح الشراب وبحيث تسد السدادة العليا فتحة المخبر . يغمر

المخبر في الماء داخل الحمام المائي المضبوط على درجة 60 مئوية بحيث

يكون سطح الشراب على عمق حوالي 5 سم تحت سطح الماء- ويغمر

الغطاس في الماء كذلك ، وعندما يصير الشراب في المخبر خالياً من الهواء

وقد اكتسب درجة الحمام (بعد حوالي 90 مئوية) يرفع المخبر بحيث تكون

حافته في مستوى العين ويزال الغطاء ويولج الغاطس الذي سبق تجفيفه من

الماء في المخبر وتؤخذ القراءة بعد حوالي 10 دقائق ويضاف على القراءة

درجة واحدة للحصول على درجة البومية التجاري .

وتحسب نسبة المادة الصلبة الذائبة من الجداول الدولية .

الفصل الرابع

مشروع المواصفة القياسية العربية لنشا الطعام الصادرة عن

المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس

جامعة الدول العربية

نشا الطعام Edible Starch

1- المجال :

تتلخص هذه المواصفات القياسية العربية بمواصفات نشاء الطعام وطرق فحصه واختباره.

2- التعريف :

يُتكون نشاء الطعام من حبيبات كربوهيدراتية نشوية بيضاء تحضر من أجزاء بعض النباتات .

3- أصناف النشاء المعد للطعام :

1-3 نشاء الذرة

2-3 نشاء الأرز

3-3 نشاء القمح

4-3 نشاء البطاطا

4- المواصفات :

يكون النشاء محتفظاً بخواصه الطبيعية خالياً من الزناخة والتعفن والشوائب والمواد الغريبة ولا يحتوي على أملاح للرصاص أو أي من المعادن الضارة بالصحة أو مادة الألترامارين أو أي من المواد التي تقصر

الألوان فيما عدا النسبة المسموح بها من ثاني أكسيد الكبريت (المبينة بالجدول الآتي) :

المكونات	نشاء البطاطا	نشاء القمح	نشاء الأرز	نشاء الذرة
الرطوبة	% 18	% 14	% 14	% 14
البروتين	آثار	% 0.8	% 0.7	% 0.2
الرماد محسوب على الطريقة الجافة	% 0.4	% 0.4	% 0.7	% 0.4
الدهن	% 0.1	% 0.2	% 0.3	% 0.5
الألياف الخام	% 0.3	% 0.3	% 0.3	% 0.3
درجة الحموضة	3 درجات	3 درجات	-	3 درجات
نسبة الحموضة محسوبة كحمض لكتيك	% 0.27	% 0.27	-	% 0.27
القلوية	-	-	1 درجة	-
ثاني أكسيد الكبريت	100 جزء في المليون	100 جزء في المليون	100 جزء في المليون	100 جزء في المليون

كذلك يجب ألا تزيد درجة القلوية ونسبة الرطوبة والبروتين والرماد والسليولوز والحموضة وثاني أكسيد الكبريت في كل صنف من أصناف النشاء عما هو مبين في الجدول السابق .

5- العبوات :

يجب أن تشمل البيانات الموضحة على العبوات ما يلي :

- 5 - 1 كلمة نشا مضافاً إليها بطاطا أو قمح أو أرز أو ذرة حسب كل صنف
- 5 - 2 الوزن الصافي للنشا .
- 5 - 3 اسم المصنع وعنوانه وعلامته التجارية المسجلة أو إحداهما .
- 5 - 4 تكون جميع البيانات مكتوبة باللغة العربية وبخط واضح ثابت.

6 - طرق الفحص والاختبار :**6 - 1 طريقة أخذ العينة :**

تؤخذ العينة بطريقة عشوائية بحيث لا يقل عددها عن الجذر التربيعي لنصف عدد عبوات الرسالة على أن تؤخذ من منتصف العبوة أي بعد تجنب الطبقة السطحية وذلك بواسطة جاروف معدني نظيف.

6 - 2 تجهيز العينة :

تمزج العينات المسحوبة جيداً وتسحب منها عينة لا يقل وزنها عن 500 غرام وتحفظ في برطمان (وعاء زجاجي) بغطاء غير معدني.

6 - 3 الفحص الميكروسكوبي :

تخلط جيداً وتفحص بالميكروسكوب ل تعيين نوع حبيبات النشا وذلك طبقاً للطرق والرسومات النوعية الموضحة بالمراجع العلمية المعتمدة .

6 - 4 اختبار النظافة :

يوزن 225 غرام من النشا في كأس زجاجي سعته 1500 مل يضاف إليها 1200 مل من الماء البارد مع التقليب جيداً . يصب المخلوط على منخل مقاس فتحته 120 ميكرون $\pm 6\%$ وقطر السلك 0.091 مم

(والمقصود بعبارة مفاا الفتحة طول ضلع الفتحة المربعة أو قطر الفتحة المستديرة) يغسل النشا فوق المنخل بالماء الجاري ثم ينقل إلى ورقة ترشيح ويغسل بالماء أولاً ثم باستخدام كحول 60 % تفحص ورقة الترشيح بما بقي عليها بالمجهر للكشف عن المواد الغريبة .

6 - 5 الكشف عن الاترامارين :

يذاب 100 - 200 غرام من النشا في الماء ليعطي محلولاً مركزاً ويترك المحلول قليلاً ثم يضاف حمض كلور الماء . إذا أضيف إلى المحلول حمض الهيبوفوسفوريت المخفف تنتج رائحة كبريتيد الهيدروجين الذي يكشف عنه بورقة ترشيح مبللة بمحلول خلات الرصاص .

6 - 6 الكشف عن الزرنيخ وتقديره : (كالث أكسيد الزرنيخ) :

6 - 6 - 1 الجهاز : جهاز جوتريت لتقدير الزرنيخ :

6 - 6 - 2 الكواشف :

6 - 6 - 2 - 1 حمض كبريت مركز

6 - 6 - 2 - 2 حمض آزوت مركز

6 - 6 - 2 - 3 أكسالات الأمونيا

6 - 6 - 2 - 4 محلول هيدروكسيد الصوديوم 5 %

6 - 6 - 2 - 5 حمض كلور الماء مركز

6 - 6 - 2 - 6 محلول يود البوتاسيوم

6 - 6 - 2 - 7 كلور قصديروز 40 % في حمض كلور الماء

6 - 6 - 2 - 8 زنك معدني

ويجب أن تكون جميع هذه الكواشف خالية من الزرنيخ

6 - 6 - 3 طريقة العمل :

6 - 6 - 3 - 1 :

تجهز العينة للكشف عن وجود الزرنيخ، بأخذ 10 غرام منها ووضعتها في ورق كداهل وتجري عليها عملية التحطيم الرطب بواسطة حمض الكبريت و الآزوت المركزين ويستمر في عملية الأكسدة بواسطة حمض الآزوت إلى أن يتم الحصول على محلول عديم اللون تقريباً وتساعد أبخرة ثالث أكسيد الكبريت . ويضاف بعض الماء وأكسالات الأمونيا ويسخن لطرده جميع أبخرة النتروجين تماماً .

6 - 6 - 3 - 2 :

يبرد المحلول إلى حجم معين ويؤخذ منه مقدار معين (30مل) ويوضع في جهاز جوتزيت ويعادل الحمض الموجود (حمض الكبريت) بمحلول هيدروكسيد الصوديوم 25 % ثم يضاف بعد ذلك 5مل من حمض كلور الماء المركز ثم 5 مل من محلول يود البوتاسيوم ويضع نقط من كلور القصديروز ، 5 غرام من الزنك المعدني وتغطي زجاجة جوتزيت بغطائها الذي تخترقه أنبوبة زجاجية طويلة تحتوي على ورقة خلات رصاص لامتناص غاز كبريتيد الهيدروجين إذا تصاعد ويثبت في طرق الأنبوبة العلوي ورقة كلور أو بروم الزئبق بين غطاءين من المطاط بماسك خاص .

6 - 6 - 3 :

يترك الجهاز لمدة نصف ساعة على الأقل ثم تقارن البقعة المتكونة على ورقة كلور أو بروم الزئبق بالبقع المتكونة من كميات قياسية معلومة من محلول ثالث أكسيد الزرنيخ ، وبذا يمكن تقدير كميته .

6 - 7 الكشف عن الرصاص :**6 - 7 - 1 الكواشف :**

6 - 7 - 1 - 1 حمض كبريت مركز

6 - 7 - 1 - 2 حمض آزوت مركز

6 - 7 - 1 - 3 محلول مركز من خلات الأمونيا

6 - 7 - 1 - 4 محلول سيانيد البوتاسيوم 10 %

6 - 7 - 1 - 5 محلول كبريت الصوديوم 10 %

6-7-2 طريقة العمل:

6 - 7 - 2 - 1 :

تجهز العينة للكشف عن وجود الرصاص بتحطيم المادة العضوية بطريقة التحطيم الرطب كما في طريقة الكشف عن الزرنيخ تما ماً أو بالترמיד مع حمض الكبريت عند درجة حرارة 450 م .

6 - 7 - 2 - 2 :

في حالة الترميد يستخلص الرماد بمحلول مركز ساخن من خلات الأمونيا والأمونيا ثلاث مرات ويرشح في كل مرة في أنبوبة نسلر ثم يضاف إلى المحلول القلوي 1مل من محلول سيانيد البوتاسيوم 10%

لمنع تدخل أملاح المعادن الأخرى مثل الحديد والنحاس وغيرهما في التفاعل ثم يكمل المحلول إلى 50 مل بالماء وتضاف نقطتان من محلول كبريتيد الصوديوم 10 % ويقلب جيداً .
6 - 7 - 2 - 3 :

في حالة وجود الرصاص يتكون لون بني فاتح أو غامق حسب الكمية الموجودة ويمكن تقدير كمية الرصاص بمقارنة هذا اللون مع اللون الناتج من معاملة أحجام معلومة من محلول الرصاص القياسي بالطريقة السابقة .

6 - 8 الكشف عن النحاس وتقديره :

يمكن تقدير كمية النحاس في محلول مخفف من شدة اللون البني المائل إلى الاحمرار الذي ينتج من التفاعل مع حديد وس يانيد البوتاسيوم . وتكون الطريقة أكثر حساسية بإضافة نترات أو كلور الأمونيوم أو نترات أو كلور البوتاسيوم للمحلول حيث يمكن في وجود هذه الأملاح تقدير النحاس إذا كانت كميته جزءاً واحداً في 2.5 مليون جزء .

6 - 8 - 1 طريقة العمل :

6 - 8 - 1 - 1 تجهيز العينة :

تحرق كمية كافية من العينة (حوالي 50 غرام) حتى الترميد ثم يذاب في 10 مل من حمض كلور الماء 1 : 1 ثم يجفف المحلول تماماً وتستخلص المادة الجافة المتبقية بواسطة محلول من 1 غرام حمض ستريك + 2 غرام خلات الأمونيا في 5 مل ماء . يخفف المستخلص إلى 35 مل بالماء ويمرر غاز كبريت الهيدروجين إلى أن يستقر الراسب الناتج . يرشح

المحلول ويغسل الراسب بواسطة محلول 10:1 حمض كلور الماء المشبع بغاز كبريتيد الهيدروجين ويذاب الراسب من على ورقة الترشيح في 2 مل حمض نترريك ساخن .

يخفف المحلول بواسطة 10 مل من الماء ويضاف 1 مل من حمض الكبريتيك 10:1 ويرشح المحلول ويغسل الراسب .
يضاف محلول الأمونيا إلى أن يصبح المحلول متعادلاً أو مائلاً إلى الحموضة ويكمل إلى 50 مل بالماء .

6 - 8 - 1 - 2 تحضير محلول النحاس القياسي :

يذاب 3.928 غرام من كبريتات النحاس النقية المتبلورة (5 جزيئات ماء تبلور) في لتر من الماء (1 مل من المحلول يحتوي على 0.001 غرام نحاس) .

6 - 8 - 1 - 3 التقدير :

تؤخذ مقادير مناسبة من محلول العينة وتكمل إلى 5 مل بالماء في أنابيب نسلر ويضاف إلى كل منها 6 نقط من محلول حديد وسيانيد البوتاسيوم 1 % ويقارن اللون الناتج من اللون الناتج من معاملة تراكيزات مختلفة من محلول النحاس القياسي بنفس الطريقة إلى أن يتم الحصول على لونين متماثلين .

6 - 9 تقدير ثاني أكسيد الكبريت :

6 - 9 - 1 الأجهزة اللازمة :

أ - جهاز : جهاز مونيير وليامز

ب - ورق من الزجاج المقاوم للحرارة سعته 750 مل

- ج - سدادات من الفلين
 د - مكثف مائل ذو نهاية مقطوعها مائل
 هـ - زجاجة بها محلول كربونات الصوديوم
 و - أنبوبة توصيل تصل إلى قاع الدورق المخروطي
 ز - قمع تنقيط
 ط - دورق مخروطي سرعة 200 ملل به محلول 3 % ماء أكسجين متعادل نقى مقداره 15 مل .
 ل - أنبوبة بلليجوت بها 30 % ماء أكسجين متعادل نقى مقداره 5مل .

6 - 9 - 2 الطريقة :

بعد تركيب الجهاز يوضع 300 مل من الماء المقطر و 20 مل من حمض اكلور الماء في الدورق (ب) ويغلي الحمض لفترة قصيرة في تيار من غاز ثاني أكسيد الكربون الذي سبق امراره في محلول كربونات الصوديوم في الزجاجة (أ) .
 يبرد الدورق (ب) ثم تنزع السدادة (ج) ويوضع 100 - 250 غرام من العينة وتعاد السدادة سريعاً . يغلى الخليط لمدة ساعة مع استمرار مرور تيار ثاني أكسيد الكربون .
 وقرب نهاية التقطير يمنع مرور الماء في المكثف حيث أن ذلك يجعل الأخير ساخناً ويساعد على طرد آثار ثاني أكسيد الكبريت المحبوزة به وعندما تصبح أنبوبة التوصيل ساخنة تنزع السدادة التي بأعلى المكثف وتغسل الأنبوبة أو أنبوبة بلليجوت بعد إفراغ محتوياتها في الدورق المخروطي. يعاير المحلول المتجمع في الدورق المخروطي من على درجة

HANSELAND 365 GRONINGEN HOLLAND
 Chemistry and Technology of Starch and its Derivative

حرارة الغرفة بمحلول 0.1 عياري من هيدروكسيد الصوديوم باستعمال دليل محلول بروموفينول الأزرق .

1 مل 0.1 عياري من هيدروكسيد الصوديوم = 3.2 م غ ثاني أكسيد الكبريت .

ملاحظات :

1 - ينبغي تحضير محلول 3 % من فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 بتخفيف المحلول 30 % ثم معادلته بواسطة هيدروكسيد الباريوم واستعمال بروموفينول الأزرق كدليل ثم ترشح كبريتات الباريوم التي قد تتكون في المحلول البارد ، وتقدر قوة محلول H_2O_2 بواسطة البرمنغنات ثم يضبط ليكون 3 % .

2 - الكميات الصغيرة من ثاني أكسيد الكبريت التي تحتاج لأقل من 0.5 مل هيدروكسيد الصوديوم لمعادلتها لا تعطي نتائج مضبوطة .

3 - ينبغي معايرة هيدروكسيد الصوديوم قبل استعمالها في التقدير باستعمال محلول بروموفينول الأزرق كدليل .

4 - بعد المعايرة يم كن إجراء تقدير وزني لثاني أكسيد الكبريت وذلك بترسيب كبريتات الباريوم في المحلول المعايير بواسطة كلور الباريوم على درجة حرارة الغرفة وتركه ليستقر ثم ترشيحه وغسل الراسب ثلاث مرات بالماء المغلي .

1 غرام كبريتات الباريوم = 0.2744 غرام ثاني أكسيد الكبريت .

5 - تجرى اختبارات ضابطة وتصحح النتائج بناءً عليها .

6 - 10 تقدير درجة الحموضة :

يوزن 10 غرام من العينة ويضاف إليها 90 مل من الماء المغلي وترج لمدة ساعة وتعاير مع 0.1 عياري من هيدروكسيد الصوديوم باستخدام محلول الفينول فتالين ككاشف إلى التعادل .

1 مل 0.1 عياري من هيدروكسيد الصوديوم = درجة حموضة واحدة

ويمكن تحويل درجات الحموضة إلى نسبة الحموضة محسوبة كحمض لكتيك علماً بأن كل :

1 مل 0.1 عياري NaOH = 0.09 غرام حمض لكتيك (حمض لبن) .

6 - 11 تقدير درجة القلوية :

يوزن 10 غرام من العينة ويضاف إليها 90 مل من الماء المغلي وترج لمدة ساعة وتعاير مع 0.1 عياري من حمض كلور الماء باستخدام محلول الفينول فتالين كدليل .

1 مل حمض كلور الماء 0.1 عياري = درجة قلوية

6 - 12 تقدير نسبة الرطوبة (التخفيف تحت تفريغ) :

تمزج العينة جيداً على لوح باستخدام ملعقة مخبرية وإن وجدت ك تل غير متجانسة أثناء المزج فيستخدم لتفتيتها قضيب من الحديد أو الزجاج أو بواسطة هاون صيني نظيف ثم يوزن من 2 - 5 غرام من هذه العينة المجهزة في طبق من البلاتين أو النيكل أو الألمنيوم له غطاء محكم . ثم تجفف العينة في فرن تجفيف تحت تفريغ لا يتعدى 50 ملليمتر زئبق وعلى درجة حرارة 70 - ± 1 م° ولمدة ساعتين . يرفع الطبق من الفرن بغطائه

ويبرد في مجفف ويوزن . تعاد عملية التجفيف لمدة ساعة وتكرر العمليات السابقة حتى لا يزيد الفرق بين وزنتين متتاليتين كل مدة ساعة عن 2 ميلغرام .

ملحوظة :

يفضل استخدام فرن تجفيف ومرور تيار من الهواء الجاف أثناء التجفيف للتأكد من عدم وجود بخار ماء .

6 - 13 تقدير نسبة الرماد :

يوزن 3 - 5 غرام من العينة المجهزة للتحليل من طبق مسطح القاع من الصيني أو السيلكا سابق أن حرق ويبرد في مجفف ويوزن على درجة حرارة الغرفة .

يحرق الطبق بمحتوياته داخل فرن احتراق على درجة 550 م لمدة 6 ساعات إلى أن يصبح الرماد أبيضاً أبيضاً أو إلى أن يثبت الوزن ويبرد الطبق في مجفف ويوزن بمجرد وصوله إلى درجة حرارة الغرفة .

6 - 14 تقدير مستخلص الأثير (الدهن) :

يجفف مقدار 10 غرام من العينة في فرن مخلخل الهواء على درجة حرارة 95 - 100 مئوية وتحت ضغط لا يزيد على 100 ميليمتر زئبق لمدة 6 ساعات داخل طبق من الألمنيوم مسطح القاع وله غطاء ثم تستخلص العينة الجافة داخل جهاز استخلاص باستخدام الأثير اللامائي داخل كستبان تسمح مسامه بمرور الأثير بسرعة وسهولة . ويستمر الاستخلاص لمدة 26

ساعة بحيث تكون سرعة الاستخلاص 2 - 3 نقطة في الثانية ، يجفف المستخلص بعد تبخير الأثير على درجة 100 مئوية لمدة 30 دقيقة ثم يبرد ويوزن .

6 - 15 تقدير البروتين :

6 - 15 - 1 الكواشف :

6 - 15 - 1 - 1 حمض كبريت 93 - 98 %

6 - 15 - 1 - 2 كبريتات نحاس لا مائية نقية

6 - 15 - 1 - 3 كبريتات بوتاسيوم نقية

6 - 15 - 1 - 4 محلول هيدروكسيد صوديوم مركز يذاب حوالي 650

غرام في لتر ماء

6 - 15 - 1 - 5 دليل أحمر الميثيل يذاب 1 غرام من أحمر الميثيل في

205 مل كحول

6 - 15 - 1 - 6 محلول عشر عياري من حمض الكبريتيك

6 - 15 - 1 - 7 محلول عشر عياري من هيدروكسيد الصوديوم أو

البوتاسيوم .

6 - 15 - 1 - 8 حجر خفاف

ويجب أن تكون جميع هذه الكواشف خالية من النتروجين .

6 - 15 - 2 طريقة العمل :

يوزن 5 غرام من المادة في ورق الهضم (كداهل) ثم يضاف ما يلي :

10 غرام كبريتات البوتاسيوم أو كبريتات الصوديوم اللامائية .

0.1 غرام كبريتات النحاس

25 مل حمض كبريت المركز

يسخن دورق الهضم تدريجياً ويستمر في التسخين إلى أن تهدأ حدة الفوران . ترفع درجة الحرارة إلى الدرجة التي يغلي الحمض عندها ويستمر في هضم العينة حتى يصبح المحلول رائقاً ذا لون أزرق . ويستمر في عملية الهضم بعد ذلك لمدة نصف ساعة للتأكد من انتهاء عملية الأكسدة .

يبرد الدورق ثم يخفف بواسطة 200 مل ماء مقطر ويضاف إليه قليل من حجر الخفاف . تضاف كمية من محلول هيدروكسيد الصوديوم المركز لجعل التفاعل شديد القلوية وتكون الإضافة بالسكب على جدار الدورق بلحتراس حتى تتكون طبقة أسفل محتويات الدورق ولا تختلط بها سريعاً . يوصل الدورق بالمكثف ويلاحظ أن يكون طرف المكثف ممتداً تحت مستوى سطح الحمض في الدورق . تخلط محتويات الدورق ثم تسخن تدريجياً لفصل الأمونيا ويستقبل الأمونيا المتصاعد في دورق مخروطي به حجم معين من الحمض عشر العياري (غالباً ما تتصاعد الأمونيا كلها في الـ 250 مل الأولى من المقطر) يعادل المتبقي من الحمض بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم عشر العياري باستعمال دليل أحمر الميثيل ثم تحسب نسبة النتروجين في العينة .

نسبة البروتين = نسبة النتروجين $\times 5.2$ (في نشاء القمح)

في باقي أنواع النشا :

نسبة البروتين = نسبة النتروجين $\times 6.25$

يجري اختبار ضابط لهذه التجربة .

6 - 16 تقدير الألياف الخام (السيلوز) :

1-16-6 الكواشف

6 - 16 - 1 - 1 حمض كبريت 1.25 %

6 - 16 - 1 - 2 محلول هيدروكسيد الصوديوم 1.25 %

6 - 16 - 1 - 3 اسبستوس مهضوم : يهضم على حمام مائي لمدة

ساعتين على الأقل بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم 5 % تقريباً ثم

يغسل جيداً بواسطة الماء ويهضم لمدة 8 ساعات بواسطة حمض كلور الماء

(1 : 3) ويغسل جيداً بواسطة الماء ويجفف ويحرق على درجة 500° م .

6 - 16 - 2 الأجهزة :

6 - 16 - 2 - 1 مكثفات

6 - 16 - 2 - 2 دوارق هضم سعتها 700 - 750 مل

6 - 16 - 2 - 3 ورق ترشيح رقم 54 واتمان أو بواتق جوتش

6 - 16 - 2 - 4 أقماع بوخنر

6 - 16 - 2 - 5 مضخة تقريع

6 - 16 - 3 طريقة العمل :

يوزن 2 غرام من العينة ويضاف إليها 0.5 غرام من الاسبستوس

ويوضعان في دورق الهضم ثم يضاف إليها 200 مل من محلول حمض

الكبريتيك ويبدأ في الغليان مع استعمال المكثفات (يجب أن تغلى جميع

محتويات الدورق في مدة لا تزيد على دقيقة واحدة) ويستمر في ذلك في

غليان الدورق لمدة 30 دقيقة وفي أثناء الهضم يرج الدورق بين آن وآخر

لضمان اختلاط جميع العينة بالمحلول مع ملاحظة عدم ترك أجزاء من العينة

على جوانب الدورق بعيداً عن الاتصال بالمحلول (ارتفاع المحلول في الدورق يكون 2.5 - 3.5 سم يبعد الدورق عن اللهب ويرشح سريعاً باستخدام ورق الترشيح رقم 54 في قمع بوخنر باستخدام مضخة التفريغ ويغسل المتبقى فوق ورق الترشيح بماء ساخن للتخلص من آثار الحمض .

تغلى كمية من محلول هيدروكسيد الصوديوم ويستخدم مقدار 200 مل منها في نقل المتبقى على ورق الترشيح إلى دورق الهضم الأصلي ويوصل الدورق بالمكثف ويغلى مع القلوية لمدة 30 دقيقة مع ملاحظة أن يصل المحلول إلى درجة الغليان في مدة أقصاها 3 دقائق. يرشح المحلول خلال بوتقة جوش مثقبة بها طبقة من الصوف فالزجاجي والاسبستوس المهضوم ثم تغسل جيداً بالماء المقطر الساخن لحين تمام خلو الراشح من القلوي . تنقل بوتقة جوش إلى فرن تجفيف على درجة حرارة 110° م لمدة 3 ساعات ثم تبرد وتوزن ولتكن (س) غرام . تنقل البوتقة بما فيها إلى فرن الاحتراق على درجة حرارة 550 م لمدة 30 دقيقة ثم تبرد وتوزن ولتكن (ص) غرام .

مقدار الألياف الخام في العينة ولتكن (و) غرام

$$\text{س - ص} = \frac{\text{و} \times 100}{\text{وزن العينة}}$$

$$\text{و} \times 100$$

$$\text{و} \times 100$$

$$\text{النسبة المئوية للألياف الخام} = \frac{\text{وزن العينة}}{\text{وزن العينة}}$$

وزن العينة

الباب السادس

طرق التحليل الصناعية لبعض المواد الخام
التي تستعمل في
صناعة النشاء والجلوكوز ومشتقاتهما

- 1 - فحص وتحليل المادة التي تستعمل في صناعة النشاء من الواجب فصل وتحليل عينات من المادة الخام التي تستعمل في صناعة النشاء وخاصة الحبوب وذلك :
- 1 - لمعرفة مدى نقاوة المادة الخام ومدى غشها بشوائب أخرى .
 - 2 - لمعرفة إذا كانت من محصول جديد أو محصول قديم .
 - 3 - تحديد نسبة النشا فيها حتى يمكن تقدير المردود الذي يمكن الحصول عليه وعلى هذا الأساس يحدد سعر الشراء .
 - 4 - تقدير المكونات الأخرى وخاصة المواد البروتينية للتمكن من تحديد طرق الصناعة التي ستتبع وخاصة مدة النقع ودرجة حرارة النقع .
 - 5 - لمعرفة إذا كانت الحبوب أو الدرنات قد عوملت بمواد كيميائية مثل المبيدات الحشرية أو الفطرية ومدى نسبة المواد السامة .
- ولذلك يجب أخذ عينة ممثلة لكل الكمية الواردة للمصنع. وعادة تكون الطريقة المتبعة أن يؤخذ عينة لكل سيارة واردة ومن جميع الأكياس التي

تحملها السيارة وتخلط هذه العينات مع بعضها وتؤخذ عينة منها للتحليل والفحص .

ولفحص الحبوب يؤخذ 100 غرام من العينة ويستبعد منها الحصى والشوائب الأخرى كما تستبعد منها الحبوب التالفة ثم تغربل لإزالة التراب منها وتوزن مرة ثانية والفرق في الوزن يعطي النسبة المئوية للشوائب. ويحدد على هذا الأساس سعر المادة الخام .

ولمعرفة نسبة الحبوب التالفة نتيجة لتأثير الحشرات القارضة توضع عينة 100 غرام من الحبوب في مخبر مدرج سعته واحد لتر يحتوي على محلول كلور الصوديوم 10 % فتطفو على سطح المحلول الحبوب التالفة التي تؤخذ وتجفف وتوزن ثم تحسب النسبة المئوية . ومن الطرق المتبعة في حبوب الذرة لمعرفة مدى تلفها هي تقدير الحموضة فيها فكلما كانت الحبوب من محصول قديم كلما زاد نسبة تلفها بواسطة الحشرات والكائنات الحية الدقيقة وكلما زادت حموضة الحبوب، والسبب في ذلك يرجع إلى أنه يبدأ نمو الكائنات الحية الدقيقة على الحبة في منطقة الجنين فينتشر الزيت في الأندوسبروم ويتعرضه للأكسدة يتحول إلى أحماض دهنية حرة .

والطريقة المستعملة في ذلك هي طحن عينة من الذرة ووزن 10 غرام منها وعمل معلق من الماء المقطر 100 سم³ بالتقليب المستمر لمدة نصف ساعة إلى ساعة ثم معادلة الحموضة بواسطة محلول هيدروكسيد بعدد ميليمترات Soundness الصوديوم 0.01 عياري ويعبر مدى التلف هيدروكسيد الصوديوم اللازمة لتعادل 10 غرام من الذرة ويعبر عن درجات التلف بكل 10 سم³ من محلول ايدروكسيد الصوديوم اللازمة للتعادل ويقال Soundness والعشرين سم³ 1 Soundness عن الـ 10 سم³ من الأولى وهكذا .2

المجموع								
المتوسط								

2 - الكبريت :

يستعمل الكبريت الخام على صورة قطع (عمود) أو على صورة مسحوق لتوليد ثاني أكسيد الكبريت بحرقه في أفران خاصة وبتمرير غاز ثاني أكسيد الكبريت في الماء يحضر حامض الكبرتي الذي يستعمل في عمليات النقع . ولتقدير درجة نقاوة الكبريت الخام تقدر نسبة الشوائب باستعمال الطريقة التالية :

1 - توضع ورقة ترشيح على قمع زجاجي وتغسل ثلاث مرات بواسطة

محلول كبريت اللثوبون .

2 - تنقل الورقة في زجاجة وزن وتجفف على 40 - 50 م° لمدة ساعة ثم

يكمل التجفيف إلى أن يثبت وزن الورقة على 100 م° .

3 - توضع الورقة مرة ثانية على القمع وينقل إليها عشر غرامات من

مسحوق عينة الكبريت .

- 4 - تستخلص العينة عدة مرات بواسطة كبريت الكربون عدة مرات حتى يذوب كل الكبريت الموجود على ورقة الترشيح .
- 5 - تجفيف الورقة وما تحتويه من شوائب متبقية كما سبق ثم توزن .
الفرق بين وزنتي ورقة الترشيح $\times 100$
- 6 - النسبة المئوية للشوائب = $\frac{\text{الفرق بين وزنتي ورقة الترشيح} \times 100}{\text{وزن العينة}}$

يجب أن لا تتعدى نسبة الشوائب في الكبريت الخام عن 2 % .

3HCl - حمض كلور الماء التجاري

- 1 - تقدر فيه الكثافة بواسطة الهيدرومتر ويجب أن تكون نسبة الكثافة ما بين 18 - 22 بومية .
- 2 - يقدر عدد غرامات حامض كلور الماء الموجود في كل لتر منه بواسطة معايرته مع محلول معروف العيارية من هيدروكسيد الصوديوم وذلك بإذابة حجم معين منه في 1 لتر من الماء المقطر .

4NaCO₃ - كربونات الصوديوم :

- 1 - تقدر نسبة الرطوبة فيها والتي يجب ألا تزيد عن 10 - 12 % .
- 2 - تقدر نسبة كربونات الصوديوم في الملح التجاري بواسطة المعايرة وذلك بإذابة وزنة منه 1 غرم في 100 سم³ من الماء في دورق معياري ومعايرة حجم معين من المحلول (10 سم³) بواسطة حامض كبريت 0.5 نظامي ، وكل 1000 سم³ من الحامض النظامي = 53 غ من كربونات الصوديوم .

5 Fullers' Earth : – تراب الترشيح

وتجرى فيه الاختبارات الآتية :

1 - الكشف على الكربونات وذلك بإضافة حامض مخفف على العينة وملاحظة إذا وجد فوران ويجب أن يكون التراب خالياً تماماً من الكربونات .

لمحلول 10 % منه وذلك بأن يحضر معلق من 2PH - تقدير درجة الـ 5 غ من التراب في 50سم³ من الماء المقطر الساخن والتقليب الجيد PH meter مباشرة في المعلق بواسطة الـ PH وتقدر درجة الـ عن PH ما بين 3 - 5 ولا يتعدى الـ PH ويجب أن تكون درجة الـ ذلك حتى لا يسبب اصفرار شراب الجلوكوز .

3 - اختبار تأثيره على شراب الجلوكوز وذلك بمعاملة 100سم³ من شراب الجلوكوز تركيز 18 بومية بواسطة 1 غرام من التراب مع مراعاة التقليب والتسخين إلى 80 م° وبعد ترشيح شراب الجلوكوز يقارن اللون الناتج لشراب الجلوكوز في جهاز الألوان مع الشراب قبل معاملته اللون الناتج أقل من شراب Optical density ويجب أن يكون الـ الجلوكوز الأصلي و إلا فلا يعتبر التراب صالحاً .

6 – الفحم النشط (الحيواني أو النباتي) :

تجرى الاختبارات التالية في الفحم النشط :

1 - تقدير درجة الرطوبة ويجب ألا تزيد عن 12 % وكلما زادت الرطوبة كلما قلت درجة نشاطه .

على معلق منه 10 % (كما سبق ذكره في 2PH - تقدير درجة الـ

شراب الترشيح) .

3ethylene blue - تقدير نشاطه وذلك بإجراء تقدير عدد أزرق الميثيلين
number

وتستعمل الطريقة الآتية :

أ - يوزن واحد غرام من الفحم وينقل في كأس 250 سم³ جاف .

ب - ينقط عليه محلول أزرق الميثيلين (1 غرام / 1000 سم³ ماء) بواسطة
السحاحة على عينة الفحم مع التقليب المستمر بواسطة محرك .

ج - يستدل على حجم محلول أزرق الميثيلين المدمص على الفحم بأخذ نقطة من
المحلول بواسطة المحرك ونقلها على ورقة ترشيح وملاحظة اللون وعندما
يكون لون النقطة على ورقة الترشيح زرقاء يوقف التقيط ويحدد عدد الـ
سم³ من محلول أزرق الميثيلين التي ادمصت بواسطة 1 غرام من الفحم
وهذا العدد هو عبارة عن العدد الأزرق الميثيلين ، وكلما زاد هذا العدد كلما
زاد نشاط الفحم ويجب ألا يقل عدد أزرق الميثيلين للفحم النباتي عن 100
وللفحم الحيواني عن 10 .

4 - تقدير الرماد على 950 م³ وذلك لمعرفة إذا كان الفحم نباتي أو حيواني.
فالفحم الحيواني تكون نسبة الرماد فيه منخفضة (أقل من 2 %) ولون
الرماد بني خفيف (أملاح بوتاسيوم و صوديوم) .

5 - اختبار تأثيره على شراب الجلوكوز وتجري نفس المعاملة التي ذكرت في
تراب الترشيح ولكن باستعمال 1 غ من الفحم لكل 100 سم³ من شراب
الجلوكوز .

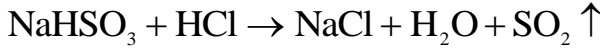
7 – بيسلفيت الصوديوم :

يوجد هذا الملح على صورة لا مائية ويسمى ميتا سلفيت الصوديوم

($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) . أي على صورة بيسلفيت Sodium Meta bisulfits

NaHSO_3 ويتفاعل هذا المحلول بواسطة الأحماض وينتج عنه ثاني أكسيد

الكبريت حسب المعادلة الآتية :



وعلى ذلك يمكن تقدير درجة نقاوة بيسلفيت الصوديوم بواسطة

المعايرة بمحلول اليود وخطوات الطريقة هي كالآتي :

1 - يوزن 1 غ من العينة وتنتقل في دورق معياري 100 سم³ وتذاب بالماء

المقطر حتى العلامة .

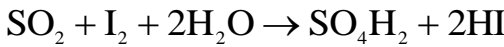
2 - يوضع في دورق مخروطي 25 سم³ من محلول يود 0.1 نظامي

ويضاف إليه 5 سم³ من محلول حامض الكبريت المخفف 1 : 6 .

3 - ينقط محلول اليود بواسطة بيسلفيت الصوديوم باستعمال دليل النشا .

4 - يمكن استنتاج نسبة ثاني أكسيد الكبريت المئوية في العينة من المعادلة

الآتية :



7 - ويجب اختيار وتقدير المواد السامة مثل الزرنيخ والورصاص

والنحاس.. إلخ في جميع المواد الخام المستعملة في الصناعة ، ويجب ألا

تحتوي هذه المواد عن أقل من 10 أجزاء في المليون من الزرنيخ أو النحاس

وتكون خالية تماماً من الرصاص أو من المواد السامة الأخرى .

المحتويات

الصفحة	الموضوع
1	الباب الأول : السكريات أو الكربوهيدرات وموضع النشاء والجلوكوز من تصنيفها :
10 - 3	الفصل الأول : مدخل إلى الكربوهيدرات وتصنيفها :
3	1 1 مقدمة .
4	1 2 أنواع (تقسيم) السكريات والاختبارات الخاصة بها .
5	1 3 السكريات الأحادية :
5	1-3-1 مدخل .
6	1-3-2 التركيب الفراغي للسكريات الأحادية .
8	1-2-3-1 البننوزات
9	1-2-3-2 الهكسوزات
23 - 11	الفصل الثاني : الغلوكوز والهكسوزات :
11	1-2 مقدمة
11	2-2 بنية الغلوكوز
14	2-3 الخواص الفيزيائية للغلوكوز
14	2-4 الخواص الكيميائية للغلوكوز :
14	أ - الأكسدة
15	ب - الاختزال (الإرجاع)
15	ج - تكوين الإستيرات
15	د - تكوين الأملاح
15	هـ - التفاعل مع فينيل هيدرازين

16	و - تحويل الغلوكوز إلى فركتوز
17	ز - التخمر الكحولي للغلوكوز
17	2-5 التركيب الحلقي للهكسوزات
17	آ - مدخل
18	ب - تكوين الغلوكوز
19	ج - تعدل الدوران
21	د - الحجم الحلقي للغلوكوز والشكل البيرانوزي والفورانوزي له
23	هـ - - تحديد كيان ذرة الكربون رقم (1)
24-46	الفصل الثالث : النشاء وتركيبه الكيميائي :
24	3-1 مدخل
27	3-2 مصادر النشاء
29	3-3 صفات النشاء الفيزيائية (الطبيعية)
31	3-4 وجود المواد النشوية
33	3-5 أنواع النشاء :
34	آ- النشويات الدرنية (نشاء البطاطا)
34	ب- النشويات الجذرية (نشاء التبيوكة)
34	ج- نشويات الحبوب العادية :
34	1 - نشاء الذرة
35	2 - نشاء القمح
35	3 - نشاء الأرز
36	د- نشويات الحبوب الشمعية (نشاء الذرة الشمعية)

36	6-3 التركيب الكيميائي لحبيبات النشاء :
36	أ - الرطوبة
38	ب - الليبيدات
38	ج - البروتينات
39	د - الفوسفور
40	هـ - مواد الطعم والرائحة
40	و - الأميلوز والأميلوبكتين :
41	1 - الأميلوز
42	2 - الأميلوبكتين
42	3 - وحدة الجلوكوز
44	7-3 تركيب الحبيبات النشوية وانتظامها
47	الفصل الرابع : دراسة التركيب الكيميائي للنشاء :
47	1-4 مدخل :
47	العمليات التي يجب إجراؤها لدراسة التركيب الكيميائي للنشاء
48	أ - بواسطة المشتق الميثيلي
51	ب - بواسطة إنزيميّ الأميلاز
56	1 - تأثير الألفا أميلاز على النشاء
59	2 - تأثير البيتا أميلاز على النشاء
61	3 - أهمية الأميلاز في الصناعة
61	أهمية الأميلاز في صناعة النسيج
62	أهمية الأميلاز في صناعة الأغذية
63	أهمية الأميلاز في صناعة الكحول والجلوكوز

63	ج- بواسطة الأكسدة :
63	1- الأكسدة بحمض فوق اليود
68	2 - الأكسدة برابع أسيتات الرصاص
68	4 - 2 تفريد (تجزئة) النشاء
75	4 - 3 ملخص التركيب الكيميائي للنشاء
110 - 78	الفصل الخامس : خواص النشاء :
78	5-1 الخواص الفيزيائية :
78	آ - الحالة التبلورية والخواص الضوئية
80	ب - محاليل النشاء (الانتفاخ والجلتنة)
82	لزوجة محاليل النشاء وعلاقتها بالتركيب الكيميائي
83	طريقة تكوي محاليل النشاء
85	جهاز برابندر البياني لقياس لزوجة النشاء
86	القدرة على الانتفاخ والذوبانية
89	الانحلال الجزيئي للنشاء
91	ج - المعاجين النشوية
91	لزوجة العجينة
92	نسيج المعاجين النشوية
93	نقاوة معاجين النشاء
93	مقاومة معاجين النشاء لقوى القص
94	د - التراجع (النكوس أو العشم)
95	دور الجزء الأميلوزي
96	دور الأميلو بكتين

96	دور المواد الدهنية
97	التراجع في مختلف النشويات الطبيعية
99	هـ - طبقات النشاء الرقيقة
101	2-5 الخواص الكيميائية :
101	أ - تأثير الحرارة
101	ب - تأثير القلويات
102	ج - تأثير الأحماض
104	د - تأثير بعض الأملاح
105	هـ - مركبات النشاء الاستبدالية (مشتقات النشاء)
105	1 - الاستيريات
105	أ - النترات . ب - الخلات . ج - زنتات النشاء
106	2 - الإيثيرات
106	و - تفاعل النشاء مع اليود
108	مدى حساسية تفاعل النشاء مع اليود
108	تفسير كيفية حدوث التفاعل بين النشاء واليود
150-111	الباب الثاني : تكنولوجيا استخراج النشاء من مصادرها الطبيعية
113	الفصل الأول : تكنولوجيا استخلاص النشاء من الذرة
113	1 - 1 مقدمة
114	التركيب الكيميائي لحبة الذرة
115	1 - 2 خطوات الصناعة

115	آ - عمليات الغزيلة والغسل والصويل
116	ب - عملية النقع
120	ج - الجرش وفصل الجنين (الرشيم)
122	د - الطحن وفصل القشرة والألياف عن معلق النشاء والبروتين
123	هـ - فصل البروتين عن لبن (معلق) النشاء
123	1 - بواسطة القنوات
124	2- بواسطة الفلوزات
125	جدول يبين العلاقة بين درجة البوميه ونسبة النشاء الموجودة في لبن (معلق) النشاء
126	و - تجفيف النشاء
128	ز - تصنيع المنتجات الثانوية الناتجة عن صناعة النشاء من الذرة
128	1 - مياه النقع
129	2 - الجنين (الرشيم)
131	3 - القشرة (الألياف)
132	4 - بروتين الذرة
134	مخطط يبين مراحل إنتاج النشاء والمنتجات الثانوية من الذرة
139-135	الفصل الثاني : تكنولوجياي استخلاص النشاء من الأرز :
135	1-2 مقدمة
136	2-2 خطوات الاصناعة لاستخلاص النشاء من الأرز
136	آ - النقع

137	ب - الطحن
138	ج - فصل الألياف والبروتين والنشاء
145-140	الفصل الثالث : تكنولوجيا استخلاص النشاء من القمح أو دقيقه
140	1-3 مقدمة
141	2-3 طرق استخراج النشاء من حبوب القمح :
141	أ - طريقة التخمير
141	ب - طريقة التليين دون التخمير
142	ج - طريقة النقع بمحلول غاز الكبريتي
142	3 - 3 استخراج النشاء من دقيق القمح :
142	أ - طريقة مارتين
143	ب - طريقة فسكاس
143	ج - الطريقة القلوية
144	4 - 3 التجفيف الأولي
144	5 - 3 الكحت
145	6 - 3 التجفيف النهائي
150-146	الفصل الرابع: تكنولوجيا استخلاص النشاء من البطاطا
146	1-4 مقدمة
147	2-4 خطوات الصناعة :
147	أ - الاستلام والتخزين
147	ب - الغسل
147	ج - الطحن
148	د - استخراج العصارة

148	هـ - فصل الألياف وتجفيفها
148	و - تنقية النشاء
148	ز - تجفيف النشاء
149	مخطط يبين مراحل استخراج النشاء من البطاطا
299-151	الباب الثالث : تكنولوجيا مشتقات النشاء
153	الفصل الأول : تعديلات النشاء :
153	1 - 1 ملامح عامة
153	1 - 2 طرق التعديل
155	آ - تقنيات التفاعل لتعديل النشاء كيميائياً
155	آ - 1 التفاعلات في المعاجين النشوية المائية المجاتنة
155	آ - 2 التفاعلات مع الحبيبات النشوية الجافة وشبه الجافة
155	- التفاعل في الفرن (المجفف) الدوّار
156	- التفاعل في الخلط
156	- مفاعل السرير الهوائي
156	آ - 3 التفاعلات مع النشاء الحبيبي المعلقة في الماء
158	1 - 3 النشويات المجتنة مسبقاً
158	آ - النشويات المجففة اسطوانياً :
160	الأملح - المواد القلوية - المستحلبات
160	البوليميرات الذوّاية في الماء - السكريات
162	ب - النشويات المشكلة بالبنق
163	1 - 4 النشويات الخفيفة للزوجة
165	آ - الدكستريانات

168	- الصمغ الإنكليزي - الدكستريانات البيضاء - - الدكستريانات الصفراء - الدكستريانات القلوية
173	طرق تصنيع الدكستريانات
174	1 - الطريقة الجافة
177	2 - الطريقة الرطبة
179	ب - النشويات المعدلة بالأحماض
180	ج - النشاء المؤكسد
185	د - النشاء المعدل إنزيمياً
185	1 - 5 الغراء النباتي
189	1 - 6 النشويات المترابطة تصالبياً - النشويات المثبطة
192	1 - 7 النشويات الثابتة (استيرات النشاء , اثيرات النشاء)
193	آ - الإستيرات النشوية
193	- فوسفات النشاء الأحادي
196	- خلاّت النشاء (النشاء المؤسئل)
198	ب - الأثيرات النشوية
199	- إثيرات ألكيل هيدروكسيل
200	- كربوكسي ميتيل النشاء
201	- سيانو إثيل النشاء
201	- إثيرات النشاء الكاتيونية
202	- خواص الإثيرات النشوية : اللا أيونية , الأنيونية , الكاتيونية
203	1 - 8 الجمع بين طرق المعالجة

204	آ - ربط متصلاب + تثبيت
204	ب - تثبيت + انحلال موجه
205	ج - أسترة + أترجه
205	د - ربط متصلاب + جلتنة مسبقة
205	1 - 9 النشاء المعدل فيزيائياً
246-207	الفصل الثاني : السكريات النشوية
209	1-2 شرابات الجلوكوز
209	آ - مقدمة
213	ب - دكستريانات المالتوز
213	ج - شراب الجلوكوز
214	1 - التحليل المائي
214	آ - التحلل المائي بواسطة الأحماض
214	1 - الطريقة القديمة
215	2 - الطريقة الحديثة المتقطعة
216	3 - الطريقة الحديثة المستمرة
217	ب - التحلل المائي بواسطة الحموض والإنزيمات
218	2 - التعديل
218	3 - إزالة اللون والشوائب
220	إزالة الأيونات بواسطة الراتنجات
221	4 - التركيز
221	5 - التبلور
222	- ملاحظات هامة يجب أن تراعى في إنتاج شراب الجلوكوز

224	— مخطط إنتاج شراب الجلوكوز
225	د - شراب المالتوز
226	هـ - شراب الفركتوز
226	- شراب الذرة عالي الفركتوز
228	1 - إنتاج شراب الفركتوز إنزيمياً
228	آ - تحليل النشاء إلى دكستريانات
229	1 - التحلل بالحمض
230	2 - التحلل بالحمض والإنزيم
230	3 - التحلل بالإنزيم / إنزيم
232	ب - تحويل الدكستريانات إلى جلوكوز
234	ج - تحويل الجلوكوز إلى فركتوز
239	2 - أنواع شراب الفركتوز
239	3 - تخزين وتداول الفركتوز
240	جدول بالحلاوة النسبية للسكريات النشوية
242	2 - 2 أصناف الجلوكوز
244	2 - 3 حركية التحلل المائي للنشاء في وسط حمضي
245	— تأثير العوامل المختلفة على سرعة التحلل
246	2 - 4 تكنولوجيا إنزيمية في صناعة النشاء
245-247	الفصل الثالث : استعمال النشاء والدكستريانات :
249	1-3 ملامح عامة
250	2-3 المواد الغذائية
251	آ - البودنغ , حلوى العقبة , الكسترد

252	ب - منتجات المخابز
252	ج - الحلويات
253	د - الحساءات
254	هـ - الصلصات ومرق التوابل
254	و - الوجبات الخفيفة
254	ز - منتجات اللحم
255	ح - السكريات النشوية
255	3 - 3 الورق
260	3 - 4 المواد اللاصقة
262	3 - 5 النسيج
264	3 - 6 استخدامات شتى
298-266	الفصل الرابع : شراب الجلوكوز : الميزات والتطبيقات في صناعات الأغذية
269	مقدمة عامة
270	الميزات والخواص : درجة التسكر
272	الخواص الفيزيولوجية - الغذائية لمكونات شراب الجلوكوز
273	التخمر - اللزوجة
276	الحلاوة
278	المميزات والاستخدامات الوظيفية
278	1 - تأثير التطرية وسهولة المضغ
280	2 - بناء وتركيب بنية معينة
280	3 - ضبط الشكل البلوري

282	4 - تشكيل طبقة رقيقة
282	القوام
283	جدول بالمميزات والاستخدامات لشرابات الجلوكوز حسب D.E
284	التطبيقات :
284	الساكر القاسية
285	حشوات الساكر القاسية - التوفي
286	كتل المضع التي تتضمن النوكا البيضاء والمحشية والقطع
286	الفندان
284	الهلام - العلكة
288	الفواكه الملبسة - العلكة العسيرة المضع
289	المرزبان (عجينة اللوز ، والبيرسبان (عجينة المشمش)
290	جدول بتقييم الحلويات
291	البوظه (الأيس كريم) - العسل الصناعي
292	البسكويت والبسكويت الهش - الجعة
293	المشروبات الروحية - عصير الفواكه - المشروبات غير الروحية - المربيات والهلام والمواد الحافظة
294	الفواكه الملبسة - الليمون وقشر البرتقال الملبس
294	الفواكه والخضار المجمدة
295	السمك المجمد - الكتشب
296	الأرز - المرجرين
296	جدول بالتحليل النسبي لنماذج من شراب الجلوكوز بالتحلل الحمضي

297	جدول بالتحليل النسبي لنماذج من شراب الجلوكوز بالتحلل الحمضي / الإنزيمي
335-299	الباب الرابع : التحاليل المخبرية في صناعة النشاء ومشتقاتها
301	الفصل الأول : فحص وتحليل النشاء :
302	1 - التعرف على نوع النشاء
302	1 - طريقة الفحص الميكروسكوبي
306	2- طريقة تقدير درجة الحرارة التي يحصل فيها انتفاخ الحبيبات
308	الفصل الثاني : التعرف على مدى نقاوة النشاء
308	أولاً - تقدير الرطوبة
309	ثانياً - تقدير الرماد
310	ثالثاً - تقدير المواد البروتينية
311	رابعاً - تقدير الألياف الخام
315	خامساً - تقدير الشوائب الغريبة
317	الفصل الثالث : تحديد الصفات الطبيعية (الفيزيائية) للنشاء
317	أ - الرائحة
317	ب - اللون
318	ج - اللزوجة
321	د - السيولة القلوية
232	الفصل الرابع : التعرف على كون النشاء على حالته الطبيعية أو محولاً
323	أ - اختبار لون عينة النشاء مع اليود

323	ب - الفحص الميكروسكوبي
323	ج - قياس درجة حرارة الجلنتة
324	د - تقدير اللزوجة النوعية
324	هـ - تقدير درجة ذوبان النشاء في الماء البارد
324	و - تقدير العدد الفيريسيانيدي
326	الفصل الخامس : تقدير نسبة النشاء في العينة
326	أولاً : الطرق التي لا يستعمل فيها التحليل المائي
326	1 - طريقة راسك لتقدير النشاء
327	2 - طريقة إذابة النشاء وقياس درجة التحول الضوئي
329	3 - طريقة إذابة النشاء وقياس كثافة اللون مع اليود
330	ثانياً : الطرق التي يستعمل فيها التحليل المائي
330	- طريقة فهلنج
332	ثالثاً : الطريقة القياسية لتقدير النشاء
372-336	الباب الخامس : - تحاليل شراب الجلوكوز والدكسترين - المواصفة القياسية العربية للجلوكوز - المواصفة القياسية العربية لنشاء الطعام
338	الفصل الأول : تحليل شراب الجلوكوز
340	جدول يبين العلاقة بين درجة البوميه , ودرجة البركس (النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة) , والكثافة النوعية للجلوكوز
342	الفصل الثاني : طرق تحليل الدكسترين
345	الفصل الثالث : المواصفة القياسية العربية للجلوكوز التجاري
347	- طرق أخذ العينة

347	أولاً - تقدير ثاني أكسيد الكبريت
348	ثانياً - تقدير المعادن السامة
348	أ - الكشف عن الزرنيخ
350	ب - الكشف عن الرصاص
350	ج - الكشف عن النحاس
351	ثالثاً - تقدير درجة الحموضة
351	رابعاً - الكشف عن النشاء
352	خامساً - تقدير السكريات المختزلة
353	سادساً - تقدير البروتين
355	سابعاً - تقدير الرطوبة
355	ثامناً - تقدير - الرماد
356	تاسعاً - تقدير المواد الصلبة الذائبة
357	الفصل الرابع : المواصفة القياسية العربية للجلوكوز التجاري
357	1 - المجال
357	2 - التعاريف
357	3 - أصناف النشاء المعد للطعام
357	4 - المواصفات
359	5 - العبوات
359	6 - طرق الفحص والاختبار
359	- طريقة أخذ العينة - تجهيز العينة
359	- الفحص الميكروكوبي - اختبار النظافة
360	- الكشف عن الالترامين

360	- الكشف عن الزرنيخ وتقديره
362	- الكشف عن الرصاص
363	- الكشف عن النحاس
364	- تقدير ثاني أكسيد الكبريت
367	- تقدير درجة الحموضة
367	- تقدير نسبة الرطوبة (التجفيف تحت الفراغ)
368	- تقدير نسبة الرماد
368	- تقدير مستخلص الاثير (الدهن)
369	- تقدير البروتين
371	- تقدير الألياف الخام (السيليلوز)
382-373	الباب السادس : طرق التحاليل الصناعية لبعض المواد الخام التي تستعمل في صناعة النشاء والجلوكوز ومشتقاتهما
375	1 - فحص وتحليل المادة الأولية التي يستخرج منها النشاء
378	2 - الكبريت
378	3 - حمض كلور الماء
379	4 - كربونات الصوديوم
379	5 - ترابة الترشيح
380	6 - الفحم النشط (الحيواني أو النباتي)
381	7 - بيسلفيت الصوديوم
383	الفهرس أو المحتويات