

المجلد الأول

النشأ ومشيقائه

تأليف

دكتور السيد عبد الرحيم مجازي
بكالوريوس علوم (درجة شرف) جامعة فؤاد الأول
دكتور في العلوم جامعة السربون باريس

حقوق الطبع محفوظة

الطبعة الأولى ١٩٤٥

المطبعة
مكتبة الأنجلو المصرية
٢٢ شارع قصر النيل بالقاهرة ١٠٠٢٢٧

تقديم

من مضرة صائب العزة الدكتور أحمد زكي بك

مدير عام مصلحة الكيما

قرأت هذا الكتاب مطبوعاً . وخرجت منه شديد الغبطة
بالذي قرأت فيه .

ومن أسباب هذه الغبطة أن الكتب العلمية في اللغة العربية
نادرة . وهي أندر إذا ما مس العلم الصناعة . فلو أننا عددنا الكتب
الحديثة المؤلفة في هذا الباب لم تزد مع السخاء في العدد عن أصابع
اليدين وذلك في عصر تحقق الناس فيه أن الصناعة ، على الديموقراطية ،
ومع إطلاق النسل ، هي السبيل الوحيد إلى الرزق المحتمل اذا
ما ضاقت الأرض عما يحتاجه سكانها من أرزاق وجب أن تكون
فوق أرزاق البهائم . وتحققوا فيه أن الصناعة وسيلة المدنية الحاضرة
إلى الرقي بيدى الانسان مبنى وجسماً ، لترقى بهم من بعد ذلك معنى
وروحاً . وأن الصناعة في المعترك الدولى الحاضر ، مع اختلاف
الاهواء وتضارب الأطماع ، وعلى الانانية السائدة ، هي طريق الناس
إلى الكرامة - إلى درء الذل الفردى ودفع الهوان القومى .

ومن أسباب غبطتى بقراءة هذا الكتاب أن مؤلفه خريج هذا المعهد المصري الجديد فى تاريخ مصر ، الذى كنت به فى عهد مضى أستاذاً ، أعنى كلية العلوم ، ومن غرور الأساتذة دائماً أنهم يغتبطون بنجاح مؤسسة يخالون أن كان لهم أصبع ، أو حتى أنملة ، فى بناء صرحها . وما نجاح المعهد إلا بنجاح خريجيه . وما نجاح خريجيه إلا بمقدار ما يسدون الى العلم ، بحثاً وإحاطة ، وكذلك نشرأ وإذاعة ، من خدمات .

وعدا الغبطة المستمدة مما حاط بالكتاب ، وحاط بمؤلفه ، غبطة كانت لى من قراءة ما بالكتاب نفسه . فقد استوعبت منه مادة أمتعنى استيعابها ، لم تكن بالشىء الكثير المفصل الغزير التى يقتل الشهية ، ولم تكن من القلة بحيث تقوم عن مائدتها ولا يزال بك حس من جوع . والمؤلف من بعد ذلك قد رد انقارىء المستزيد الى مراجع أخرى شتى .

وقد كان على المؤلف أن يختار من طبقات القراء طبقة يكتب لها . ولا بد أنه قد سأل نفسه منذ البدء . أ يكتب لطالب العلم ، أم لطالب ثقافة عامة . أم يكتب للصانع الذى يريد أن يزيد فهمها للبضاعة التى يصنع . ويخيل إلى أنه اعترم عند البدء أن يجرى بين

هؤلاء مجرى وسطا ، فيه لكل ضرب من ضروب القراء غاية . وقد بلغ مما اعتزمه المراد .

واللغة توخاها سهلة بعيدة عن التعقيد . وعقبة المصطلحات باللغة العربية تخطاها الى حد بعيد .

وكتاب ليس بالقصير كهذا ، وفي موضوع جديد كهذا ، لا يعدم هنة هنا وهنة هناك . ولكن في الطبعة الثانية التي لا أحسبها ستكون بعيدة التاريخ ، ستتاح الفرصة للمؤلف أن يزيد كتابه حظا من صفة الكمال التي هي من صفة الله .

فلمؤلف تهنئتي ، وللقارئ الهناءة ان شاء الله

أحمد زكي

كلمة الناشر

درجنا في السنين الأخيرة على سنة ضربها الفاروق العظيم
نصير النهضة المصرية الحديثة فقمنا بنشر مؤلفات علمية في
فروع الزراعة المختلفة وما يتصل بها فكان لها ما كنا نرجوه
من انتشار وإقبال مما شجعنا على البدء في نشر سلسلة الصناعات
الكيميائية التي تفتقر لها البلاد وشقيقاتها العربية في تدعيم
نهضتها واستكمال دعائمها الاقتصادية فبدأنا بنشر الجزء الأول من
هذه السلسلة في موضوع « صناعة النشا » أخرجته الدكتور
السيد عبد الرحيم بك حجازي وهو خير من يكتب في هذا
الموضوع وسنوالى بعون الله لنا وتشجيع قرائنا الأعزاء على
إخراج باقى هذه السلسلة في فترات متقاربة . ومما يزيدنا فخراً
أنه نستشرف على إخراج هذه السلسلة هيئة فنية على رأسها
الدكتور أحمد بك زكى مدير مصلحة الكيمياء . وقد أطلقنا

— ح —

عليها اسم « سلسلة الصناعة في عهد الفاروق » تيمناً باسم جلالة
الفاروق واستبشاراً بشخصه المحبوب والله نسأل أن يوفقنا في
أداء هذا الواجب وأن يسدد خطانا حتى نصل إلى غايتنا
المرجوة وآمالنا المنشودة

محى مبرس
صاحب مكتبة الانجلو المصرية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مقدمة الكتاب

والصلاة والسلام على أنبيائه المرسلين - وبعد فإن ظروف الحرب الحاضرة والحاجة الملحة الى وجود بعض المنتجات الصناعية التي كانت ترد إلى مصر أيام السلم أدت إلى قيام كثير من الصناعات التي تتوافر موادها الخام بالبلاد .

وصناعة النشا تعتبر من أهم الصناعات التي قامت أثر هذه الظروف فقد أنشئت كثير من المصانع التي تنتج هذه المادة وخاصة في الثلاث السنوات المنصرمة وأصبح انتاجها يكفي الاستهلاك المحلي إلا أن معظم هذه المصانع ليست معدة الاعداد الكافي بسبب صعوبة استيراد الأجهزة والأدوات اللازمة لها ، هذا إلى قلة خبرة أصحاب هذه المصانع بهذه الصناعة - ولهذا فإنا نجد أن معظم ما تنتجه هذه المصانع ليس على درجة كافية من الجودة ولعل أيضا من أسباب عدم جودة هذه الأصناف هو ما تلاقيه من سوق رائجة لعدم وجود أى منافس لها ورغبة الصانع في الحصول على أكبر ربح في أقصر وقت والعناية بمقدار الانتاج دون النوع .

على أن هذه الحالة لا يمكن أن تستمر على هذا المنوال بعد أن

تضع الحرب أوزارها وتغمر السوق بالأصناف الأجنبية من أنواع النشا ومشتقاته مما يجود نوعه ويقل ثمنه ونحن نخص بالذكر منتجات الأذرة الأمريكية التي لا شك أنها ستغمر الأسواق عقب الحرب مباشرة وتحل محل نشا البطاطس الذي كان يرد من الأسواق الأوروبية .

إزاء الظروف التي أتينا على ذكرها يجب أن تتغير السياسة التي تقوم عليها صناعة النشا في الوقت الحاضر ولا يكون ذلك إلا عن طريق تحسين الصنف وتخفيض تكاليف الإنتاج ثم التفنن في تحضير مشتقات النشا المختلفة المستعملة في التغذية وفي الأغراض الصناعية على حد سواء .

هذا إلى أن الحكومة يجب أن تمدد المعونة لهذه الصناعة الناشئة وتحميها من المزاومة الأجنبية بفرض ضريبة جمركية مرتفعة على النشا ومشتقاته .

وأنه لمن الخطأ أن يظن أن هذه الصناعة قد قامت بسبب الحرب وسيقضى عليها بانتهائها كما حدث لبعض الصناعات وضمناها صناعة النشا في الحرب الماضية — أما الأسباب التي تدعونا إلى هذا الاعتقاد فأهما اثنان هما :

(١) توافر المادة الخام .

(٢) اتساع نطاق الاستهلاك المحلي للنشا ومشتقاته .

أما من حيث المادة الخام فليس من شك في أن محاصيل الحبوب التي يمكن أن يستخلص منها النشا صناعيا مثل القمح والأذرة والأرز

في زيادة مستمرة . وإن كانت هذه الزيادة هي الآن وليدة ظروف الحرب إلا أنها في اعتقادنا ستصبح سياسة زراعية ثابتة في المستقبل وذلك لأن القطن الذي كان قبل هذه الحرب محصولاً رئيسياً للبلاد سيفقد بلا شك جانباً كبيراً من أهميته بعدها أولاً لبدء انتشار زراعة الأقطان ذات التيلة الطويلة في كثير من الممالك الأخرى وثانياً أن التقدم الذي سيطرأ على صناعة الرايون والألياف الصناعية الأخرى سيجعل من هذه الألياف مزاحماً قوياً للقطن ولهذا الاعتبار فإنه لا شك في أن محاصيل الحبوب ستحتل منزلة أخرى بعد هذه الحرب .

أما من حيث محاصيل الجذور الدرنية فانتنا نعتقد أن البطاطة هي أوفق هذه الجذور بالنسبة لهذه الصناعة بمصر وذلك لأنها من المحاصيل التي تجود بالتربة المصرية الرملية ونصف الرملية وهي دائماً أرخص سعراً من البطاطس .

أما بخصوص الاستهلاك المحلي فليس من شك في أنه سيعظم شأننا لأن الحاجة إلى النشا ومشتقاته ستزيد بانتشار الصناعات التي تستخدم فيها هذه المواد ونخص بالذكر صناعات المنسوجات والورق اللتين تقومان بدورهما على محاصيل موفورة بالبلاد . هذا إلى احتمال زيادة المستهلك من النشا ومشتقاته في الغذاء وفي صناعات الأغذية المسكرة المحفوظة مثل المرببات والشربات التي يستخدم فيها الجلوكوز إحدى مشتقات النشا .

فصناعة النشا ستصبح بعد الحرب ضرورة تملأها الظروف التي أتينا

على ذكرها ولهذا يجب أن تنال ما تستحق من عناية وتدعيم .
وقد دفعنا هذا الحافز القومى إلى اخراج هذا الكتيب فى صناعة
النشا ومشتقاته راجين أن يسد بعض الفراغ لقراء العربية فى
هذا الموضوع .

وقد قسمنا هذا الكتاب إلى ثلاث أقسام .

الأول يعالج التركيب الكيماوى وخواص النشا .
والثانى يشمل صناعة النشا ومشتقاته .

والثالث أجمعنا فيه الاستعمالات المختلفة للنشا وبعض الاختبارات
والاحصائيات .

وإننا لندعو الله أن يحقق ما نرجو من فائدة فى اخراج هذا المؤلف
فى ظل صاحب العرش المفدى فاروق الأول أطال الله بقاءه وأعز
سلطانه .

المؤلف

القسم الاول

خواص النشا وتركيبه الكيماوى

الفصل الأول

تكون النشا والنباتات الغنية به

مقدمة :

يتكون النشا فى كل النباتات العليا وقليل من النباتات الدنيا أما فى الحيوان فيوجد النشا فى صورة مختلفة بعض الشيء عنها فى النبات ويعرف باسم الجليكوجين .

ويعتبر النشا أكثر هيدرات الكربون الاحتياطية انتشارا فى المملكة النباتية وهو يلعب دورا أوليا فى فلسفة النبات واقتصاده إذ أنه يمثل أحد عناصر التغذية الأساسية بالخلية النباتية فهو يكون الغذاء الاحتياطى الذى يستخدمه النبات أثناء فترات الخمول الخضرى .

ولا يتكون النشا فى المبدأ إلا بالخلايا التى تحتوى على المادة الخضرية (الكلوروفيل) مثل أوراق النبات ويلزم لتكوينه أيضا وجود الضوء وهو لهذا لا يتكون أثناء الليل بل بالعكس فان النشا الذى

يتكون بأوراق النبات أثناء النهار يختفي أثناء الليل وذلك بتحويله إلى مواد أخرى ذائبة . ويلزم لتكون النشا غير ذلك درجة حرارة مناسبة . وقد قدر أن مساحة متر مربع من الأوراق الخضراء يمكن أن تكون في يوم صحو حوالى ٢٥ جراما من النشا .

ولا يبقى النشا بالأعضاء التى بها يتكون مدة طويلة بل أنه يتحول إلى مواد تذوب فى العصارة النباتية . وهذه المواد هى التى تتوزع على الأعضاء الأخرى من النبات وتمدها بالغذاء اللازم للنمو المباشر . على أن النبات لا يستهلك فى الأحوال العادية للنمو ما يعادل كل كمية النشا المتكونة ولهذا فإن الزائد من المواد المذكورة يترسب مرة أخرى فى صورة نشا فى أعضاء خاصة . ويبقى إلى أن يحتاجه النبات فى أثناء تعطيل عملية التمثيل الخضرى ولهذا يصادف النشا فى فصل الخريف والشتاء بقنوات الأشعة اللبنة حيث يمد البراعم الجديدة التكوين بالغذاء اللازم للنمو إلى أن تتكون بها الأوراق . ويخزن النشا أيضا وبنسبة كبيرة ببعض أجزاء النبات الأخرى مثل الحبوب والجذور وذلك لتغذية الجنين أثناء نموه .

وعلى الأساس السابق يمكننا تقسيم النشا إلى نوعين :

(١) نشا متحرك ويتكون بالأوراق وهو لا يبقى مدة طويلة على حاله بل يتحول إلى مواد ذائبة بمجرد تكوينه .

(٢) نشا احتياطى وهو الذى يتكون تكويننا ثانويا ببعض الأعضاء الخاصة فى النبات ليغذى النبات فى أوقات الخمول الخضرى

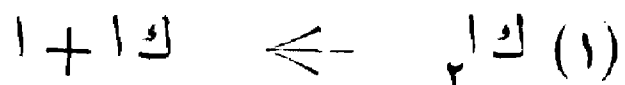
الطويلة وأكثر ما يتكون هذا النشا في الحبوب والجذور ومن هذه المصادر يستخلص النشا صناعيا .

طريقة تكون النشا بالنبات :

اختلفت الآراء في تفسير طريقة تكون النشا في النبات إلا أن أحدث النظريات^(١) تقول بأن ذلك يحدث على الأساس الآتى :

أن المادتين الأساسيتين اللازمتين لتكوين النشا هما الماء وثانى أكسيد الكربون أما الماء فيمتصه النبات بواسطة جذوره التى منها يصعد إلى الساق والفروع ثم الأوراق بتأثير الضغط الجذيزى . أما ثانى أكسيد الكربون فيدخل النبات عن طريق مسام النتح بالأوراق ويزدوب بالماء .

فعند ما تسطع أشعة الشمس على المادة الخضرية المحاطة بحامض الكربونيك تستمد منها الطاقة اللازمة وبفضل هذه الطاقة وبالتأثير المساعد لهذه المادة يتحول ثانى أكسيد الكربون إلى أول أكسيد الكربون وأوكسيجين وهذا الأخير يغادر النبات من المسام التى دخل منها ثانى أكسيد الكربون (المعادلة ١) .



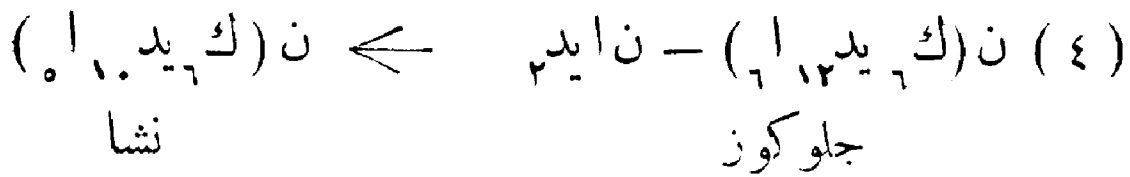
وأما أول أكسيد الكربون فيبقى لاتحاده بمادة الكلوروفيل . ومن ثم يتحول أول أكسيد الكربون باختزال آخر إلى فرمالدهيد (المعادلة ٢) .



وبمجرد تكون الفرمالدهيد يتحول بواسطة عملية التجمع (Polymerisation) إلى سكر الجلوكوز .



الذى يتحول بدوره بواسطة التكاثف (Condensation) مع فقد عنصر الماء إلى نشا .



هذا وقد أبدى (Hoppe - Seyler) ^(٢) رأياً آخر فذكر أن ثانى أكسيد الكربون نفسه يتحد أولاً مع الكلوروفيل مكوناً مركباً مخلخلاً يتحلل إلى فرمالدهيد وأوكسجين وكلوروفيل .

هذا وقد أمكن تحضير الفرمالدهيد عملياً بتأثير موجات طولها ٢٠٠ ملليمكرون من الأشعة فوق البنفسجية على محلول ثانى أكسيد الكربون فى الماء وقد وجد أن الفرمالدهيد نفسه يتحول إلى سكر بتأثير أشعة طولها ٢٩٠ ملليمكرون .

على أن روين وهاسيد وكامن ^(٣) وغيرهم ^(٤) يعتبرون أن حامض الكربونيك الذى يمتصه النبات فى عملية التمثيل الخضرى لا يتحد

بالخضور (الكوروفيل) ولكن بمركبات كربونية أخرى موجودة أصلاً في الخلية فيحولها إلى مركبات كربوكسيلية ويتبع هذا الاتحاد اختزال مجموعة الكربوكسيل وتكون مركبات هيدروكسيلية (هيدرات كربون) . ومن مميزات هذه النظرية أنها تتحاشى ضرورة تكون الفرمالدهيد في الخلية — وقد قامت أبحاث العلماء المذكورين على تتبع التفاعلات المذكورة في الخلية النباتية باستعمال غاز كربونيك محتو على ذرة كربون ذات نشاط إشعاعي (Radio active carbon C¹⁴) هذا ويعلق بعض العلماء^(٥) أهمية كبرى على تأثير حامض الفسفوريك في عملية تكون هيدرات الكربون بالخلية وتحول السكر إلى نشا مما لا يتسع المقام هنا إلى شرحه .

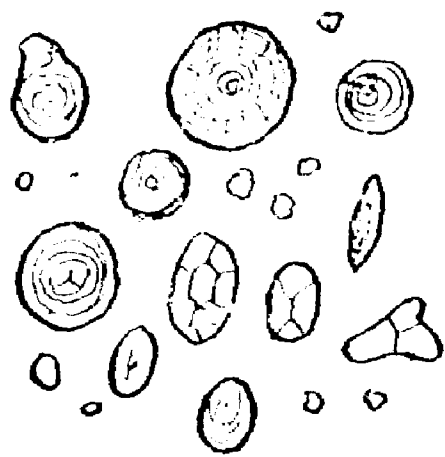
النشوة الطبيعية لحبيبات النشا :

يتكون النشا في الخلايا النباتية على صورة حبيبات بيضاء لا يسهل تمييزها بالعين المجردة ولكنها ترى واضحة تحت المجهر ويختلف شكل هذه الحبيبات اختلافاً بيناً باختلاف نوع النشا وبفضل هذا الاختلاف يمكن التفريق بسهولة بين أنواع النشا المختلفة ويظهر لنا ذلك واضحاً في الشكلين (٢٦١) .

ويغلب في شكل حبيبات النشا بوجه عام الاستطالة وعدم الانتظام وهى بيضية الشكل فى حالة نشا الحنطة والبطاطس ومتعددة الأضلاع



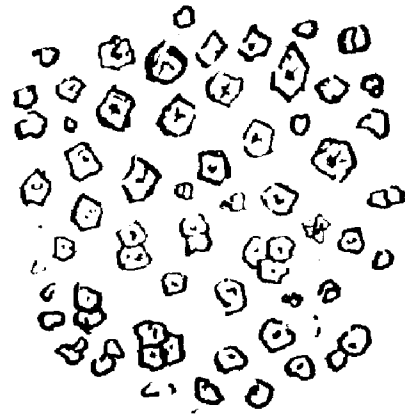
٦ - نشأ اذرة



٥ - نشأ قمح



٨ - نشأ شعير



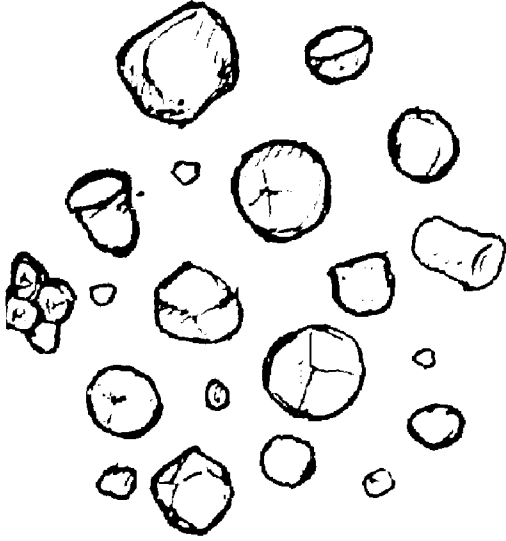
٧ - نشأ أرز

(شكل ١) شكل حبيبات بعض أنواع الحبوب

في حالة نشأ الأرز وتقريباً مستديرة في نشأ الشعير .

ويلاحظ في حبيبات النشأ الطازجة الاستخلاص وجود نقطة واحدة على الأقل لامعة تتحول إلى أخرى معتمة عند جفاف النشأ وتعرف هذه النقطة عادة بالبؤرة ويمكن بسهولة تمييز هذه البؤرة في معظم أنواع النشأ وعلى الأخص نشأ البطاطس حيث ترى هذه البؤرة محاطة بدوائر طبقية .

وقد يوجد بحبيبة النشا أكثر من بؤرة وحينئذ تعرف باسم الحبيبة المركبة ويحيط في هذه الحالة بكل بؤرة الدوائر التي وصفناها أعلاه .



٢ - نشا بطاطه



١ - نشا بطاؤسى



٤ - نشا ساجو



٣ - نشا اساروط

(شكل ٢) وبين شكل حبيبات نشا الجذور والسيقان

ويتكون نشا القمح عادة من حبيبات بسيطة عكس نشا الأرز والشوفان والأذرة التي يسود بها الحبيبات المركبة . أما نشا البطاطس فلا يوجد بها إلا قليلا من الحبيبات المركبة .

وإذا نظرنا إلى حبيبات النشا تحت المجهر في الضوء المقطب (Polarised Light) لاحظنا بها وجود صليب قائم وهذا يميز النشا عن معظم هيدرات الكربون الاحتياطية الأخرى وتعزى هذه الخاصية إلى حالة خاصة في تركيب الحبيبات ويستدل منها على تبلُّر مادة النشا تبلُّراً دقيقاً .

ويختلف حجم حبيبات النشا باختلاف عمرها إلا أن متوسط قطر الحبيبات يختلف حسب نوع النشا كما يوضح لنا ذلك الجدول التالي .

جدول يوضح متوسط حجم حبيبات أصناف النشا المختلفة

متوسط قطر الحبيبات	٠,١٠٠	مليمتر
الحبيبات الكبيرة	٠,١٤٠	نشا البطاطس
أقصى قطر الحبيبات	٠,١٨٥	
المتوسط	٠,٠٣٥	نشا قمح
النهاية القصوى	٠,٠٤٠	
المتوسط	٠,٠٢٠	نشا أذرة
النهاية القصوى	٠,٠٣٠	
	٠,٠٠٦	نشا الأرز
	٠,٠٣٩	الجودار
	٠,٠٢٥	الشعير

نشا الشوفان	٠,٠٣١ ملليمتر
• الجاورس الذرة البيضاء	• ٠,٠٠٩
• السرازين	• ٠,٠٠٩
• العدس	• ٠,٠٣٣
• الفاصوليا	• ٠,٠٣٩
• الفول	• ٠,٠٧٥
• البزيلا	• ٠,٠٥٧
• الساجو	• ٠,٠٦٦
• القفاف (اراووط البرازيل)	• ٠,٠٢٢
• المارناتا (الهند الغربية)	• ٠,٠٦٠
• التيوقا	• ٠,٠٢٨
• البطالة	• ٠,٠٣٥

وقد اختلفت الآراء في تفسير طريقة تكوين الحبيبات ونموها فالبعض مثل باين (Payen) يعتبر أن حبيبات النشا تنمو بالزيادة من الداخل إلى الخارج وذلك بامتصاص المادة المكونة للنشا من ثقوب توجد بغشاء الحبة الأولى ثم ترسبها داخل هذا الغشاء على صورة طبقة داخلية يتلوها طبقات أخرى . وتستمر هذه العملية بتكون طبقات جديدة ونمو الحبيبات إلى أن تعوق مرونة الطبقة الخارجية في الحبيبات دون زيادة في الحجم وعند ذلك يقف نمو الحبيبات على أن هذه النظرية قد تغيرت الآن وحلت محلها نظرية أخرى تعتبر أن النمو يحدث من الخارج وذلك بترسيب النشا على صورة طبقات يتلو بعضها البعض من الخارج على نحو ما تفعل البلورات في نموها . وتعزى هذه

النظرية وجود الحبيبات المركبة التي يتعذر تفسير تكونها على حسب النظرية الأولى .

أنواع النشا والنباتات الغنية بها :

ان أهم مصادر النشا سواء في التغذية أو في الصناعة هي كما قدمنا الجذور والحبوب فمن هذه المصادر يستخلص النشا صناعياً إلا أنه لأسباب اقتصادية لا تستخدم كل أنواع الحبوب أو الجذور ، وأهم الجذور المستخدمة في صناعة النشا هي البطاطس والبطاطة والاراروط والساجو أما الحبوب فأهمها الحنطة والأذرة والأرز. ويميز نشا الجذور في الصناعة عن نشا الحبوب فيطلق على الأول بالفرنسية اسم (Fecule) والانجليزية اسم (Farina) أما نشا الحبوب فيطلق عليه بالفرنسية اسم (Amidon) والانجليزية اسم (Starch) وليس هناك اختلاف كبير في خواص هذه الأنواع كما قدمنا الا من حيث مصادرها وطرق استخلاصها. وسنتحدث في التالي في كثير من الايجاز عن أهم أنواع النشا الصناعية.

(١) نشا البطاطس: يوجد نشا البطاطس بالجذور الدرنية (tumers) لنبات البطاطس وهذه الجذور تتكون من تجمع غير منتظم لخلايا البارنشيم ويخترق الجذور قنوات عديدة تبدأ من الوسط وتتجه الى الخارج حيث تنتهى بالبزوز التي بواسطتها يكاثر النبات ويحيط بخلايا البارنشيم غشاء رقيق يحتوى على العصارة الخلوية وفي هذه الخلايا يتكون النشا الذي يكون حوالى من ٢٠٪ من وزن الجذور أما باقى الوزن فيشمل الماء الذى تصل نسبته الى ٧٥٪ ثم الالياف والمواد الزلائية والمعدنية وفي التالي ندرج التكوين الكيميائى للبطاطس كما حصل عليه بعض البحاثة .

عن ولف	عن لتر	عن كونج	
% ٧٥,٠	% ٧٦,٠	% ٧٥,٨٤	ماء
• ٢,١	• ٢,١	• ١,٩٥	مواد أزوئية
• ٠,٢	• ٠,٢	• ٠,١٥	مواد دهنية
• ٢٠,٧	• ١٨,٦	• ٢٠,٦٩	نشأ
	• ١,٠		هيدرات كربون
• ١,١	• ٠,٨	• ٠,٧٥	الياف خام
• ٠,٩	• ١,٢	• ٠,٩٨	رماد

ونسبة النشا المذكورة تعتبر قليلة جداً اذا قيست بنسبة النشا في الحبوب كما يتضح لنا في الجدول التالي :

ماء	سليولوز	رماد	مواد دهنية	مواد زلالية	النشا	
١٤,٥	٤,٢	١,٧	١,٩	٤,٤	٦٣,٣	الحنطة
١٣,٧	٣,٤	٠,٣	٠,٢	٧,٨	٧٥,٥	الأرز
١٥,٢	٨,٨	٢,٦	٢,٤	١٠,٧	٦٠,٣	الشعير
١٤,٢	٣,٥	٣,١	٦,١	١١,٢	٦٣,٩	الشوفان (خرطال)
١٥,٥	٦,٤	١,٨	٢,٠	٨,٨	٦٥,٥	الجاودار
١٣,٥	٤,١	١,٤	٦,٧	٩,٩	٦٤,٥	الاذرة
					٢٨-١٠	البطاطس

الا أن انخفاض هذه النسبة يقابلها في الوقت نفسه ارتفاع المحصول فنفس المساحة من الأرض تنتج من البطاطس حوالى ثمانى أضعاف ما تنتجه من الحبوب فى الوزن فيصبح على هذا القياس ما يمكن أن ينتجه الفدان الواحد من النشا اذا غرس بطاطساً أعلى مما تنتجه نباتات البذور المذكورة .

يتكون نشا البطاطس من حبيبات كثرية الشكل أو مختنقة أو مفرطحة أو حذاء تصل فى الطول الى حوالى ٠,١١٥ ملميمترا ويوجد بكل حبيبة بؤرة تحوطها طبقات دائرية ويغلب فى نشا البطاطس الحبيبات الأحادية .

ويميز نشا البطاطس عن الأنواع الأخرى بمظهره اللؤلؤى وبأزيره الذى يسمع عندنا ما يضغط بين الأصابع .

(٢) نشا البطاطة : استعملت البطاطة فى السنوات الأخيرة بامريكا واليابان لتحضير النشا والبطاطة (*Ipomea batata*) من المحاصيل التى تجود بالأراضى المصرية وسعرها أقل من البطاطس ولهذا يرجى أن يكون هذا المحصول من الموارد المهمة لصناعة النشا بمصر وتحتوى البطاطة من ٢٠ الى ٢٦ ٪ نشا ويختلف نشا البطاطة باختلاف المصدر من حيث النوع واللون وطريقة الاستخلاص وتبلغ متوسط قصر حبيبات هذا النشا ٠,٣٥ . وهو يمكن أن يحل محل نشا البطاطس فى كثير من الاستعمالات التى يستخدم فيها الأخير .

(٣) نشا الأراروط : يستخرج هذا النشا من جذور عدد من النباتات تتبع فصيلة Marantaceae وعلى الأخص النوعين *M. indica* و *Maranta arundinacea* وهي تنمو عادة ببلاد الهند الشرقية والغربية وجزيرة برتلاند وتاهيتي .

ونشا الأراروط ناصع البياض ولامع ويتكون من حبات منسجمة عادة بيضية الشكل من ٠,٠٢٢ - ٠,٠٦٠ ملميمترا ويوجد بها قرب القاعدة ونادرا بالوسط بؤرة مستديرة أو على صورة شق عرضي ويظهر بها التشقق الطبقى بوضوح .

(٤) نشا الأذرة : يعتبر الأذرة (*Zea maïs*) من أهم المحاصيل النشوية وذلك لرخص ثمنه ثم لا يمكن الحصول منه على مواد أخرى عديدة ذات قيمة مادية مثل الجلوتين والزيت ،

ويوجد النشا في حبة الأذرة بنسبة حوالى ٦٠ ٪ ويوجد الجانب الأكبر منه في جسم الحبة (*Endosperm*) حيث تصل نسبته إلى ٨٠ ٪ أما الجنين أو الزريعة فتحتوى على نسبة مرتفعة من الزيت تبلغ حوالى ٣٠ ٪ والجدول التالى يوضح التركيب الكيماوى للأذرة عن كونج .

النهاية الصغرى	النهاية العظمى	المتوسط	
٤,٦٨	٢١,٢	١٣,٣٢	ماء
٥,٥٧	١٤,٣٨	٩,٥٨	مواد زلالية
١,٦٦	١٢,٠١	٥,٠٩	مواد دهنية
٥٢,٠٠	٧٣,٧٨	٦٧,٨٩	هيدرات كربون ومواد غير أزوتية
٠,٩٩	٧,٥٩	٢,٦٥	ألياف
٠,٥١	٣,٩٢	١,٤٧	رماد

وحبيبات نشاء الأذرة متعددة الاضلاع يتوسطها بؤرة نجمية الشكل ويتراوح قطرها بين ٠,٠١٣٢ ، ٠,٠١٢٢ ملليمتر وطولها بين ٠,٠٠٥ ، ٠,٠٣٠ وتوجد الحبيبات في الغالب أحادية إلا أنه يوجد قليلا من الحبيبات المركبة التي تحتوى من ٢ إلى ١١ حبيبة .

(٥) نشا القمح : يوجد النشا بالحنطة (Triticum vulgare)

بنسب تتراوح بين ٥٨ - ٦٣ ٪. ويبلغ متوسط تركيب حبة القمح كالآتى

النهاية الصغرى	النهاية القصوى	المتوسط	
٥,٣٣	١٩, ١	١٣,٥٦	ماء
٨,١٩	٢٤,١٦	١٢,٤٢	مواد زلالية
١,٠٠	٢,٦٥	١, ٧	مواد دهنية
٦١,٢٨	٧٧,٣٢	٦٧,٨٩	نشا ومواد غير أزوتية
٢,٢٣	٦,٤٢	٢,٦٦	الياف
٠,٩٥	٢,٥٩	١,٧٩	رماد

وتتكون حبيبات القمح على ثلاث أشكال فتوجد حبيبات كبيرة عدسية الشكل ثم حبيبات صغيرة كرية أو مضلعة الشكل وأخرى حبيبات مركبة متكونة من ٢ إلى ٢٥ حبيبة على أن هذه الحبيبات الأخيرة قلما توجد في نشا التجارة إذ أنها تتفكك أثناء الصناعة .

(٦) نشا الأرز : الأرز (*Oriza sativa*) من أغنى الحبوب بالنشا ويكون مادة أولية مهمة لصناعة النشا . ويتكون الأرز المقشور كما هو مدرج في الجدول التالي .

بوسينولات	بيان	
		نشا
٧٦,٠٠	{ ٨٩,٥١	دكسترين
	{ ١,٠٠	مواد أزوتية
٧,٨٠	٧,٠٥	مواد دهنية
٠,٥٠	٠,٨٠	سليولوز
٠,٩٠	١,١٠	مواد معدنية
٠,٥٠	٠,٩٠	ماء
١٤,٠٠		

ويستخدم في صناعة النشا على الأخص كسر الأرز الناتج عن عملية التزريب .

ويتكون نشا الأرز على صورة مسحوق لا يمكن أن تميز به الحبيبات بالعين المجردة أما تحت الميكروسكوب فتظهر الحبيبات في صورة بيضية وتتكون من واحد إلى مائة حبيبة ويتراوح قطرها بين ٠,١٨ , ٠,٣٦٩٠ , ٠,٣٦٩٠ ملليمتر

مراجع

1. A Von Bayer, Ber. 1870, 368.
2. F. Hopper-Seyler, Physiologische chemie Berlin 1881 p. 139.
3. S. RUBEN, W.Z. HASSID & M.D. KAMEN, Jour. Amer. Soc. 1939, 61, 661.
4. D.C. De VAULT, Science, 1939, 90, 305.
5. C.S. HANES, Proc. Roy. Soc. London, 1940, B. 128, 421
Nature, 1940, 145, 348.

الفصل الثاني

التركيب الكيماوى للنشا

علاقة النشا بهيدرات الكربوه :

النشا كما ذكرنا أهم هيدرات الكربون الاحتياطية وهيدرات الكربون اسم لفصيلة كيميائية تحتوى على الكربون والاكسجين والهيدروجين رمزها العام $C_n H_{2n} O_n$ ، م وعنصرى الاوكسجين والهيدروجين يوجدان فى هذه الفصيلة بنسبة ذرة من الاوكسجين الى ذرتين من الهيدروجين أعنى بنفس النسبة التى يوجد عليها هذان العنصران فى الماء ولهذا السبب سميت هذه المركبات بهيدرات الكربون « هيدرو = ماء » .

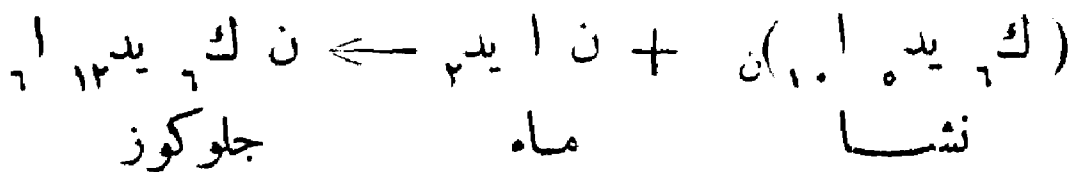
وفصيلة هيدرات الكربون تحتوى غير النشا على جميع أنواع السكر والجليكوجين « النشا الحيوانى » ، والانيولين (Inuline) والبيكتين والسيلوز والهيميسيلوز الخ وتظهر العلاقة التركيبية للنشا بهذه الفصيلة من رمزه الكيماوى الذى يدل عليه تحليل نسبة العناصر وهو $(C_n H_{2n} O_n)$. أما علاقته الكيميائية بهيدرات الكربون الأخرى البسيطة فلا أدل

عليها من تحول النشا بتأثير الأحماض المخففة الى جلوكوز وبتأثير الخمائر الى مالتوز كما سنراه فيما بعد .

تحول النشا الى مالتوز ومالتوز :

ان تحول النشا الى سكر الجلوكوز معروف من عهد بعيد وأول من فصل هذا السكر من النشا ودرس خواصه هو كيرشهوف^(١) في سنة ١٨١١ وقد كانت هذه هي بداية دراسة النشا دراسة جدية من الوجهة الكيميائية .

ويحدث التفاعل المذكور بتأثير الأحماض المعدنية المخففة ببطيء في درجة الحرارة العادية وتزيد سرعة التفاعل بارتفاع درجة الحرارة وتتوقف هذه السرعة أيضاً على درجة تأين الحامض المستعمل أو بعبارة أخرى على درجة تركيز الأيون الهيدروجيني وحرى بنا أن نذكر هنا أن الحامض لا يدخل في هذا التفاعل الا كعامل مساعد وانما التأثير المباشر هو اضافة الماء الى مادة النشا أو ما يعبر عنه كيميائياً بلفظ التميؤ (Hydrolysis) ويمكن تمثيل هذا التفاعل بالمعادلة الثانية .



ونستنتج من ذلك أن للنشا علاقة متينة بسكر الجلوكوز وأن هذا الأخير لا بد أن يدخل بطريقة ما في تركيب هذه المادة .

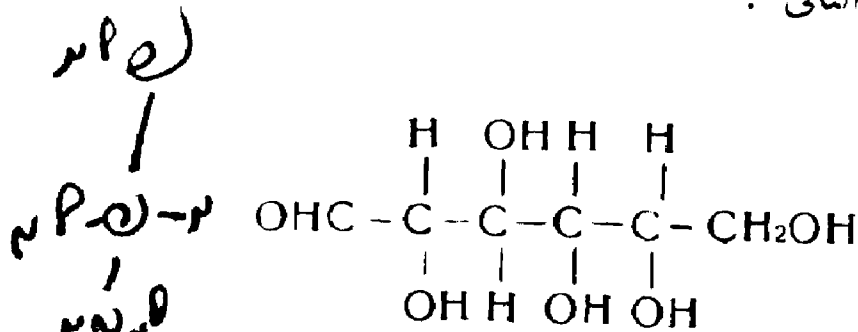
وقبل أن نشرح طريقة دخول الجلوكوز في تركيب النشا يتعين علينا أن نتحدث عن التركيب الكيماوى للجلوكوز نفسه .

تركيب الجلوكوز :

الجلوكوز اسم يطلق على نوع من السكر السداسى المختزل وهو من أكثر أنواع السكر انتشارا في المملكة النباتية ويطلق عليه أحيانا اسم سكر العنب .

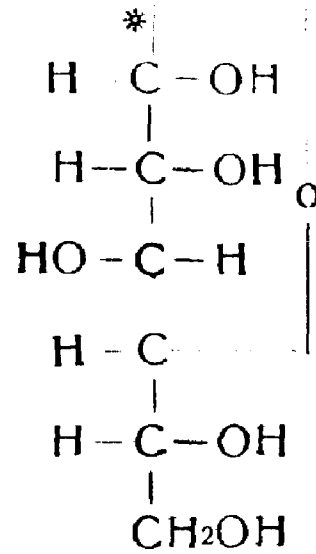
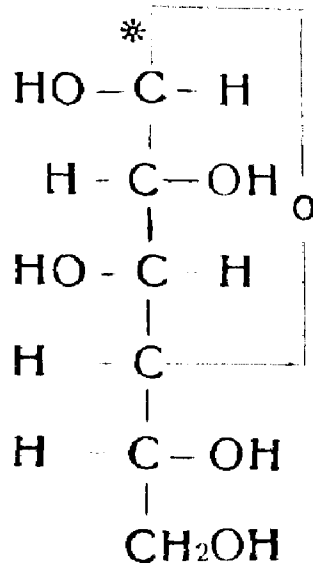
والرمز الكيماوى للجلوكوز هو $C_6H_{12}O_6$. وتدل الابحاث الكيماوية على أن الجلوكوز يحتوى على خمسة مجموعات هيدروكسيل (ايد) (OH) ومجموعة الدهيد وهذه الأخيرة تعطى له خواص الاختزال فمعلوم أن الجلوكوز يختزل محلول فهلنج وهذه هى إحدى الطرق المستعملة للكشف عن هذا السكر بالبول .

وقد حفزت الخواص الكيماوية المختلفة للجلوكوز ^(٢) إلى إعطائه الرمز الكيماوى التالى :



د — جلوكوز (d. glucose) عن كلبانى

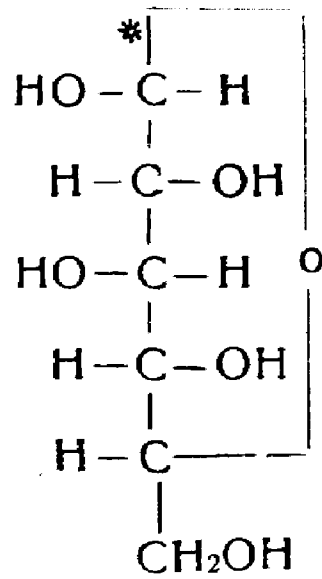
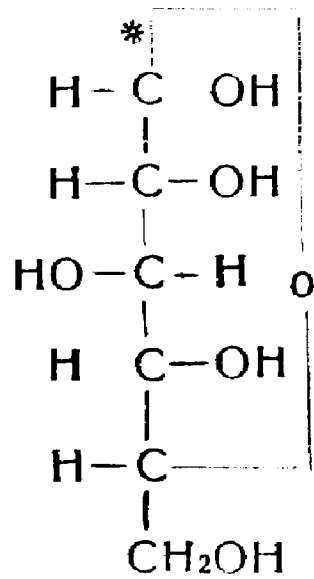
إلا أن هذا الرمز لم يفسر وجود مظهرين من الجلو كوز يختلفان من حيث خواصهما الضوئية والمتغلب على هذه الصعوبة أعطى تولن^(٣) وفيشر الرمزين التاليين للمظهرين المذكورين :



الفاجلوكوز (α - d - glucose 1 : 4) بيتاجلو كوز (β - d - glucose 1:4)

وذلك بافتراض تكون حلقة باتصال ذرتي الكربون ١ و٤ بواسطة أوكسيجين مجموعة هيدروكيل ذرة الكربون ٤ مع هجرة هيدروجين هذه المجموعة إلى ذرة بمجموعه الالدهيد إذ أن وجود مثل هذا الاتصال يجعل ذرة الكربون نمرة ١ (C*) في حالة عدم تماثل (Asymetry) لاتصالها بأربعة مجموعات ذرية مختلفة مما يجعل الجزيئي الذي يحتويها نشطا ضوئيا (Optically active) :

وقد عدل هاورث^(٤) هذا التركيب للمظهرين الضوئيين فيما بعد لأسباب كيميائية لا يسمح المقام بشرحها هنا كالآتي :



(β -d-glucose 1:5) بيتاجلوكوز (α-d-glucose 1:5) ألفاجلوكوز

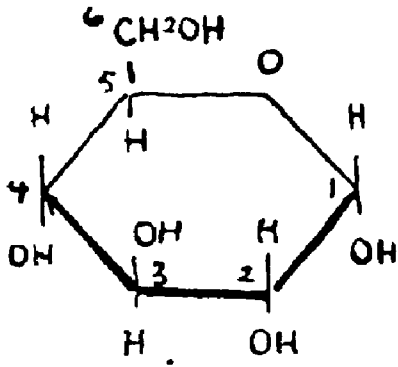
وذلك بتعديل الرباط الأوكسجيني المذكور وجعله بين ذرتي الكربون ١ و ٥ بدلا من ١ و ٤ هذا وقد وضع هاورث الرمز السابق في صورة فراغية على صورة مسدس حسب ما تقتضيه زوايا توزيع الذرية كما يظهر لنا من شكل ٣ .

على أن هاورث قد تمكن في الوقت نفسه من الحصول على نوع مقلقل من الجلوكوز . أعطى له الرمز المدرج أيضا بالشكل . وهذا التركيب يقابل التركيب الذي اقترحه سابقا فيشروتولنز .

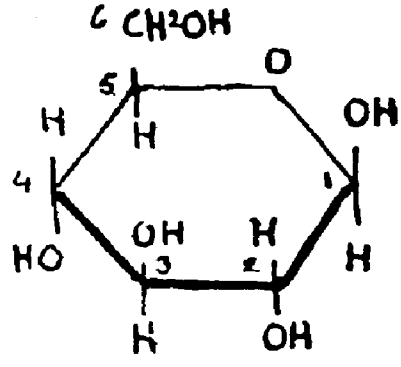
هذا بخصوص تركيب الجلوكوز أما كيف تتجمع جزيئات الجلوكوز لتكون النشا فهذا ما سنشرحه فيما يلي :

تركيب النشا

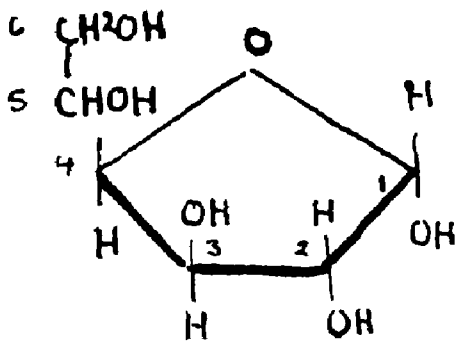
لما كان الرمز الكيماوي للنشا لا يختلف عن رمز الجلوكوز إلا بنقص



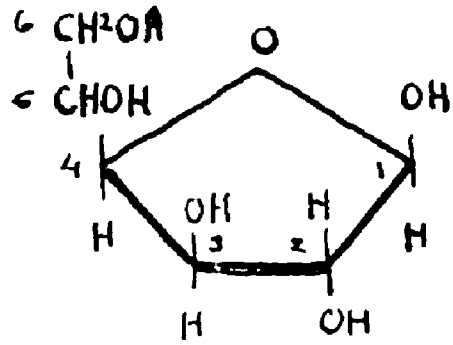
٢. ألفا جلوكوبيرانوز (٥:١)



بيتا جلوكوبيرانوز (٥:١)



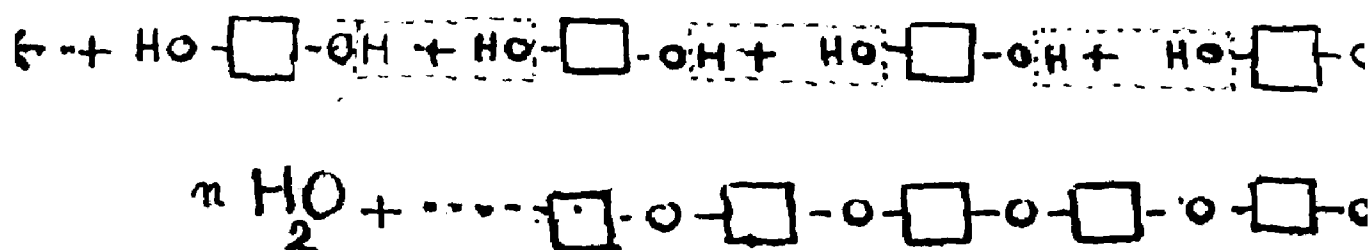
١. ألفا جلوكوفورانوز (٤:١)



بيتا جلوكوفورانوز (٤:١)

شكل (٣)

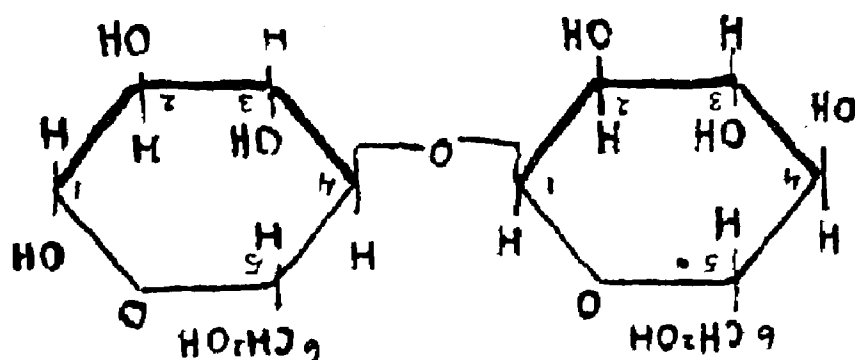
جزئى من الماء فان النشا لا بد أن يتكون من جزيئات جلوكوز فقد كل منها جزيء ماء ويمكن أن يحدث ذلك باحدى طريقتين (١) أما أن يفقد كل جزيء جلوكوز على حدة جزيء من الماء وينتج عن ذلك تكون انهيدريد الجلوكوز (الجلوكوزان) ثم أن عدداً من جزيئات هذا الانهيدريد يتجمع بعضه الى البعض لا بالذرية الأساسية بل بالذرية الإضافية (Partial valency) (٢) واما أن يحدث ذلك بفقد جزيئات الماء من جزيئات مختلفة من الجلوكوز وذلك بأن يفقد جزيء من الجلوكوز مجموعة ايد والجزء الآخر ذرة هيدروجين كما يوضح لنا ذلك (شكل ٤) .



شکل (۴)

حيث يمثل المستطيل بقية جزيء الجلو كوز .
بهذه الطريقة تتصل وحدات الجلو كوز بعضها ببعض اتصالاً
أساسياً يعبر عنه بالاتصال الأكسيدى والآن لنسأل أى هاتين
النظريتين أجدد بالاعتبار .

تدل الأبحاث العديدة على خواص النشا الفيزيائية مثل لزوجة المحاليل^(٥) والانكسار الضوئي على أن هذا المركب لا يمكن أن يكون مركباً تجميعياً (Association Product) بل يجب أن يتكون من جزيئات كبيرة .



شکل (۰)

يتحول النشا بتأثير الخمائر إلى مالتوز وهو سكر زوجي يحتوى على جزيئى جلو كوز متصلين اتصالاً مباشراً بالذرية الأساسية (شكل ٥)

فهذا التحول ينفي نظرية تكون النشا من وحدات جلو كوز متجمعة اللهم إلا إذا كان للخمائر تأثير تكويني ينشأ عنه تحول الجلو كوز المتكون أولاً إلى مالتوز . على أن التجربة أظهرت أن هذه الانزيمات ليس لها تأثير كالمذكور على الجلو كوز .

واضافة إلى ذلك فانه أمكن أيضاً تحويل النشا إلى مالتوز بتأثير التحلل الاستيلي (acetolysis) بواسطة مواد كيميائية ليس لها أى تأثير تكويني كالمذكور .

على أنه وجد أن بتأثير انزيم خميرة الجعة وحده لا يتحول النشا كله إلى مالتوز بل أن جانباً منه يبلغ ٢٠ إلى ٢٥ ٪ يتبقى على صورة تختلف في خواصها عن المالتوز ولا تذوب في الماء أطلق عليها ما كن اسم (α - β - hexa-amylose) . أما إذا قرن تأثير انزيم خميرة الشعير بتأثير انزيمات أخرى فان كل كمية النشا تتحول إلى مالتوز .

تركيب هيبينات النشا :

لوحظ من زمن بعيد أن حبيبات النشا لا تتركب من مادة واحدة في جميع أجزائها بل أن الطبقة الخارجية منها تتكون من مادة مختلفة في الخواص عن المادة المكونة لداخل الحبة وأول من أبدى ملاحظة من هذا القبيل هو فون ناغلي (Von Naegli) (٦) ١٨٥٨ فأطلق على الطبقة

الخارجية من حبيبة النشا اسم سيلوز النشا أو (الاميلوسيلوز) (Amylo Cellulose) وهي لا تذوب في الماء وتتلون بلون أصفر أو أحمر بمحلول اليود . وأطلق على الطبقة الداخلية اسم جرانيلوز (Granulosé) أو المادة الحبيبية وهي مادة تذوب في الماء وتتلون بلون أزرق بتأثير محلول اليود .

وقد حورت هذه التسمية بناء على مشاهدة موهل بلم بأن ما سماه فون ناجلي باسم الأميلوسيلوز لا يمت إلا مادة السيلوز بصلة وبعد أبحاث مستفيضة أدلى العالم ارتور ماير^(٧) ١٨٩٥ بنظرية أخرى عن تركيب حبيبات النشا فأعطى المادتين المكونتين اسمي الاميلوز والاميلودكسترين فالأولى لا تذوب في الماء وتتلون بلون أزرق بواسطة اليود وهذه المادة هي التي تكون الجانب الأكبر من حبيبات النشا العادية التكوين . أما المادة الثانية فتكون الحبيبات الشاذة التكوين وهي تذوب في الماء وتتلون بلون أحمر بواسطة اليود . وقد ذكر ماير أن الاميلودكسترين يتكون دائماً في بدء تحلل النشا وهو يتبلور بسهولة على صورة بلورات ، كرية ويمكن الحصول عليه في صورة نقية .

وقد ذكر ماير أيضاً أن الأميلوز نفسه يوجد بالحبيبات على صورتين الألفا اميلوز (α - amylose) والبيتا اميلوز (β - amylose) فالأخير يتميع بالماء في درجة ١٠٠° بينما أن الأول لا يحدث به هذا التأثير قبل درجة ١٣٨°م واستخلص ماير من ذلك أن الألفا اميلوز هو الانهيدريد والبيتا اميلوز هو الهيدرات وتسود مادة البيتا اميلوز

في حبيبات النشا العادية أما الألفا اميلوز فيوجد بنسبة بسيطة (على الأكثر ٠,٦ ٪ لنشا البطاطس ، ٠,٩ ٪ لنشا الأرز ، ١ ٪ لنشا ١,٥ ٪ لنشا القمح ، ٢,٥ ٪ لنشا الأرابوط) ويعزو ما يتركب من مطبوخ النشا (العصيدة) إلى مادة البكتا اميلوز .

وفي سنة ١٩٠٦ أصدر ماكين ورو (٨) نظرية أخرى قالا فيها أن الجزى الداخلى من حبيبات النشا يتكون من مادة سميها الأميلوسليلوز أو الأميلوز تقابل المادة التى أطلق عليها ناجلى اسم الجرانولوز وهذه المادة تكون حوالى ٨٠ ٪ من وزن النشا وهى تتحول كلية بتأثير خميرة الدياستاز إلى سكر المالتوز أما الجزء الباقي أو الخارجى للحبيبات فيتكون من مادة أطلقا عليها اسم الأميلوبكتين (Amylo Pectin) وهى التى تعطى محلولاً سميكاً عند تسخين النشا مع الماء . نذكر أيضاً لينج ونانجى (٩) تمكنا من فصل مادة ثالثة أطلقا عليها اسم (Amylo hemi cellulose) ويعتقد أنها توجد بالنشا على صورة ملح كلسيوم - مغنسيوم لإستير فسفورى لمادة الألفا هكسا اميلوز (α -hexa-amylase)

تأثير البكتريا :

لعل من أهم الخطوات حتى أدت إلى الكشف عن حقيقة مكوّن النشا هو تحليل النشا بتأثير نوع من البكتريا يسمى (Bacillus macerans) وأول من كشف عن هذا التأثير هو شاردينجر (١٠) وقد بحثه بعد ذلك باستفاضة برنجهسهايم (١١) . والطريقة أن يعالج محلول نشا ٥ ٪ بهذه البكتريا في درجة ٤٥° م عدة أيام .

ينتج عن هذا التحلل تكون ثلاث مواد كالاتى :

(١) مادة حبيبية لامعة صعبة الترشيح وهى تتكون بنسبة بسيطة .

(٢) مادة صعبة الذوبان فى الماء تتكون بنسبة أكبر وهذه أطلق

عليها شاردنجر اسم بيتا دكسترين (β -dextrine) .

(٣) مادة سهلة الذوبان فى الماء وتكون الجانب الأكبر من مواد

التحلل أطلق عليها اسم الفا دكسترين (α -dextrine) .

وقد دلت نتيجة البحث على أن المادة الحبيبية والالفادكسرين

يعطيان بالتحلل نفس المواد بينما يعطى البتادكسترين نوع آخر من

مواد التحلل .

ويدل قياس الوزن الحزبى للالفادكسترين على أنه يتكون كما بالرمز

(ك_٦ يد_{١١} ا_٤) والمادة الناجمة عن تحلله (ك_٦ يد_{١١} ا_٢) .

أما المادة الحبيبية فقد وجد انها تمثل فى الرمز (ك_٦ يد_{١١} ا_٦)

وقد أعطى لهذه المواد على هذا الأساس الأسماء ثانى اميلوز

(di-amylose) ورابع اميلوز (tetra-amylose) وسادس اميلوز

(hexa-amylose) .

أما البتادكسترين فقد وجد أنه يكون ستة وحدات جملوكوز أيضا

(ك_٦ يد_{١١} ا_٦) وأن المادة الناجمة عن تحلله تحتوى على ثلاث

وحدات كالاتى (ك_٦ يد_{١١} ا_٣) .

وقد استنتج من السابق ذكره أن النشا يتكون من مادتين أساسهما

التركيبى مختلف أحدهما يتكون من وحدات زوجية التركيب (تحتوى على وحدتى جلو كوز) ويعرف بالالفاميلوز والآخر يتكون من وحدات ثلاثية التركيب (تحتوى على ثلاث وحدات جلو كوز) وتعرف باسم البتاميلوز .

فالمجموعات الأولى (الالف) هى المكونة لمادة الاميلوز والثانية (البتا) هى المكونة لمادة الاميلوبكتين . وقد وجد أن نسبة الاميلوز إلى الاميلوبكتين هى ٢ : ٣ .

ويبلغ الدوران الضوئى للنوعى للمجموعة الالفية $132^{\circ} - 138^{\circ}$ وللثانية البائية $151^{\circ} - 158^{\circ}$.

نظرية حامض الاربيلوفسفوريك :

بحث ما كس ساميك^(١٢) علاقة لزوجة محاليل النشا بمقدار ما يحتويه من حامض الفسفوريك . ويعزو هذا البحاثه لزوجته المحاليل المذكورة إلى حامض الفسفوريك الذى يزعم أنه يوجد متحدا بالنشا على هيئة استير بدليل أنه بازالة هذا الحامض من النشا تزول خاصية اللزوجة من محاليله . كما أنه يمكن إعادة هذه الخاصية ثانية بادخال الأساس الحامضى المذكور بواسطة معالجة النشا الفاقد لخاصية اللزوجة بواسطة اوكسى كلوريد الفسفور . وقد وجد ما كس ساميك أن نسبة خامس أكسيد الفسفور فى الاميلوبكتين مرتفعة جدا عنها فى الاميلوز . ففى الاميلوبكتين يوجد حوالى ١٨٥,٠ ./. خامس أكسيد فسفور بينما هى

لا تزداد عن ٠.٠٠٠.٠٧ في الاميلوز

ويعزى انخفاض لزوجة المحاليل النشوية بتأثير التسخين الطويل إلى تحلل الاستير الفسفورى .

هذا وقد قام برنجهسهايم باسترة المواد الاميلوزية العالية (Poly amyloses) التى حضرها بتأثير البكتريا على النشا فحصل على استير فسفورى ذى لزوجة مرتفعة .

ويعتبر أن فى حامض الاميلوفسفوريك يتحد النشا باحدى ذريات حامض الفسفوريك بينما تبقى الذريتين الأخرين حرتان وقد تمكن من إثبات ذلك بقياس درجة تركيزايون الهيدروجين للمحاليل النشوية .

ولوجود الدالتين الحامضيتين بالاستير المذكور فانه يمكن أن يتحد بكميات مختلفة من القلويات وقد وجد أن كمية ونوع القلوى لها تأثير على خواص لزوجة المحاليل

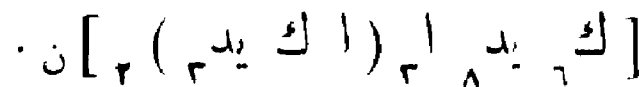
مبدأ النشا واستنباط تركيبه الكيمائى :

تتفاعل المجموعات الهيدروكسيلية بوجه عام مع سلفات أو كلوريد المثيل وينشأ عن هذا التفاعل (Methylation) تكون الاستير المثيلى وقد لاقت هذه العملية استعمالا كثيرا ونجاحا مضطردا لاستنباط تركيب المواد المحتوية على مجموعات الهيدروكسيل بنوع عام وهيدرات الكربون بنوع خاص وذلك لأن معظم هذه الاستيرات المثيلية مواد ثابتة ومتبلورة ثم أنه بأسترة مجموعات الهيدروكسيل يمكن أن تصان ضد تأثير المواد المؤكسدة التى تعمل على تحلل بقية الجزيء ومن ذلك

يمكن معرفة مواضع هذه المجموعات بالجزء .

وكان لتطبيق هذه العملية في حالة السليلوز والنشا وغيرهما من هيدرات الكربون العليا الفصل الأول في معرفة طريقة اتصال الوحدات الأساسية (الجلو كوز في حالة النشا والسيلوز) بعضها ببعض في جزيئات هذه المواد .

وأول من أجرى مثيلة النشا هو جيمس أرفين (١٢) فوجد أن المثلية تحدث بسهولة في بادئ الأمر إلى أن يحتوى النشا على ٣٢,٥ ٪ ميتوكسيل وهذه النسبة تدل على تكون ثاني مثيل النشا



على أن تكرار عملية المثلية يؤدي إلى تكون مركب يحتوى على ٣٧ ٪ ميتوكسيل وعند ذلك يلاحظ أن المثلية تكاد تتوقف . ولكن بتغيير طريقة المثلية تمكن أخيرا الوصول إلى ثالث مثيل النشا ويظن أرفين أن كل مادة من المواد المذكورة تكون مركب قائم بذاته تختلف فيه نسبة مجموعات الهيدروكسيل الممثلة كالاتي :

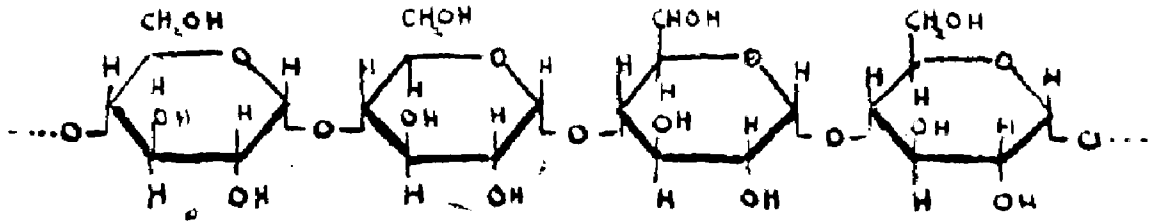
درجة الدوران الضوئي في الكلوروفورم	نسبة المتوكسيل إلى الهيدروكسيل	نسبة المتوكسيل ٪	
١٣٥,٥ + °	٩ : ٦	٣٢,٧	١ — ثاني مثيل النشا
١٦٩,٥ + °	٩ : ٧	٣٦,٣	٢ — النشا الممثيل
٢١٦,٥ + °	٩ : ٩	٤٣,٧	٣ — ثالث مثيل النشا

وقد استنتج أرفين من ذلك أن النشا يحتوى على ثلاث مجموعات
١ يد (OH) حرة لكل مجموعة هكسوزان واحدة من هذه المجموعات
الثلاث لا بد أن توجد في وضع مخالف يجعلها صعبة المثلية .

تحلل ثالث مثيل النشا : أما موضع هذه المجموعات بالنسبة
الى بقية مجموعة الهكسوز فقد أمكن استنباطه من تحليل المثلث نشا
بواسطة الأحماض فقد وجد أن التحلل المذكور يؤدي في كل الحالات
فقط الى ٢ ، ٣ ، ٦ ثالث مثيل جلو كوز ولا يكون أى سكر آخر وهذا
يدل أولاً أن الاتصال بين وحدات جلو كوز في النشا لا بد أن يحدث
عن طريق مجموعتي الهيدروكسيل ١ — ٤ أو ١ — ٥ وقد اختار أرفين
الوضع الأخير لأن تركيب جلو كوز كان يعتبر الى هذا الوقت تركيباً
فورانياً أعنى أن الاتصال الأكسجيني يحدث بواسطة ذرتى الكربون ١ و ٤
على أن الأبحاث التى ذكرناها أعلاه عن تركيب جلو كوز قد أدت الى
الآخذ بالتركيب البيراني ١ : ٥ وعليه فيجب أن يكون الاتصال بين
وحدات جلو كوز في النشا عن طريق ذرتى الكربون ١ و ٤ .

ويمكن أن يحدث ذلك اما باتصال وحدات جلو كوز عن طريق
ذرات الكربون ١ : ١ ثم ٤ : ٤ أو عن طريق ذرات الكربون ١ : ٤ .
على أن النظرية الأولى لا يمكن أن يؤخذ بها لأن تحليل النشا بواسطة
الخنائر يؤدي فقط الى المالتوز الذى لا يحتوى الا على اتصال من
النوع ١ : ٤ .

وعليه فلا يمكن أن يكون الاتصال المذكور أعلاه هو الموجود بالنشا ولا يبقى إلا اعتبار هذا الاتصال من النوع ١ : ٤ كما هو مدون أسفله .



(الشكل ٦)

(ثانياً) إذا كان هذا الاتصال واحداً في جميع أجزاء جزيء النشا فانه يتحتم منطقاً أن يكون تركيب النشا حلقياً بمعنى أن السلاسل التي وصفناها أعلاه لا بد أن تكون حلقة لأنها اذا كانت سلاسل مفتوحة ووجب أن تنتهي في أحد طرفيها بوحدة جلو كوز تختلف عن الوحدات الباقية باحتوائها على أربع مجموعات هيدروكسيل حرة بدلا من ثلاث ووجب عند تحليل المثيل جلو كوز الحصول على جانب من رابع مثيل جلو كوز وهذا ما لم يتمكن ارفين من اثباته ولهذا السبب اعتبر أن النشا يتكون من وحدات جلو كوزية متصلة بعضها ببعض في سلسلة مغلقة .

غير الأبحاث المستفيضة التي أجراها هاورث (١٤) ومدرسته بعد ذلك أثبتت عدم صحة هذه النظرية إذ تمكن هاورث بتحليل المثيل سيلوز من الحصول بجانب ثالث مثيل جلو كوز على قليل من رابع مثيل جلو كوز ودلت جميع التحاليل على ثبات نسبة رابع مثيل جو كوز

الى ثالث مثل جلو كوز فى جميع أنواع النشا المختبرة .
وقد وجد هاورث بقياس المجموعة النهائية أن طول سلسلة النشا
يجب أن تتراوح بين ٢٤ - ٣٠ وحدة جلو كوزية .
ولما كانت الجهة الأخرى من السلسلة (اذا كانت هذه السلسلة
مفرودة وغير متشعبة) يجب أن تحتوى على وحدة جلو كوز محتوية
على مجموعة الذهبيد مخزلة ووجب أن يعطى النشا تفاعلا اختزاليا بالنسبة
المذكورة أعلاه (٢٤ - ٣٠) . غير أن جميع الأبحاث التى أجريت
دلت على انعدام أو ضئالة خاصية الاختزال .

وللأسباب المتقدمة ولسبب آخر وهو ارتفاع لزوجة محاليل النشا
نبذ هاورث نظرية تكون جزيء النشا من هذا العدد البسيط من
الوحدات الجلو كوزية .

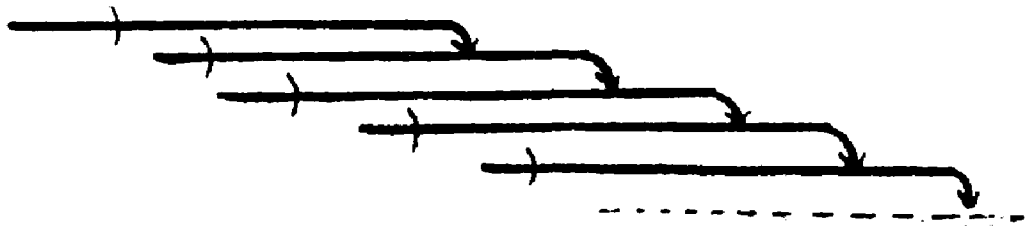
وتفسيرا لوجود المجموعات النهائية المحتوية على مجموعات
الهيدروكسيل الأربعة وانعدام القوة الاختزالية للنشا افترض هاورث
أن السلاسل المذكورة لا بد أن توجد متصلة ببعضها عن طريق
مجموعات الالدهيد أما افتراض حدوث تحلل أثناء عملية المشيلة فقد
دحض بالدليل التجريبي .

وعليه يعتبر هاورث أن جزيء النشا يتكون من تكرار عدد كبير
من الوحدات الجلو كوزية ودلت الأبحاث التى أجريت حديثاً لمعرفة
الوزن الجزيئى للنشا بواسطة الضغط الازموزى (osmotic pressure)
والدفع المركزى الزائد (ultra centrifuge) الخ وأن هذا الأخير يتراوح

بين ١٠٠,٠٠٠ — ٢٠٠,٠٠٠ وهذا الأخير يمثل حوالى ٢٥ — ٥٠ سلسلة من السلاسل الموصوفة أعلاه متصلة بعضها ببعض عن طريقة مجموعة الالدهيد .

ومما يعزز هذه النظرية أن هرست ويونج تمكننا من تحضير مواد من النشا قليلة اللزوجة دل قياس وزنها الجزيئى أنها تتركب من اتصال نحو ثلاث سلاسل أو ما يقابل ٨٠ الى ٩٠ وحدة جلو كوزية . وتعطى هذه المواد تفاعلا للمجموعة النهائية لا يختلف مطلقاً عن تفاعل المحضرات النشوية ذات اللزوجة العالية وإنما تنخفض فيها نسبة ثانى مثيل جلو كوز (الذى يتكون من مثيلة مجموعة الجلو كوز التى يحدث عندها الاتصال بين السلاسل المختلفة) .

ولتوضيح طريقة اتصال السلاسل ببعضها أعطى هاورث الرسم التخطيطى التالى (١٤) .



(شكل ٧)

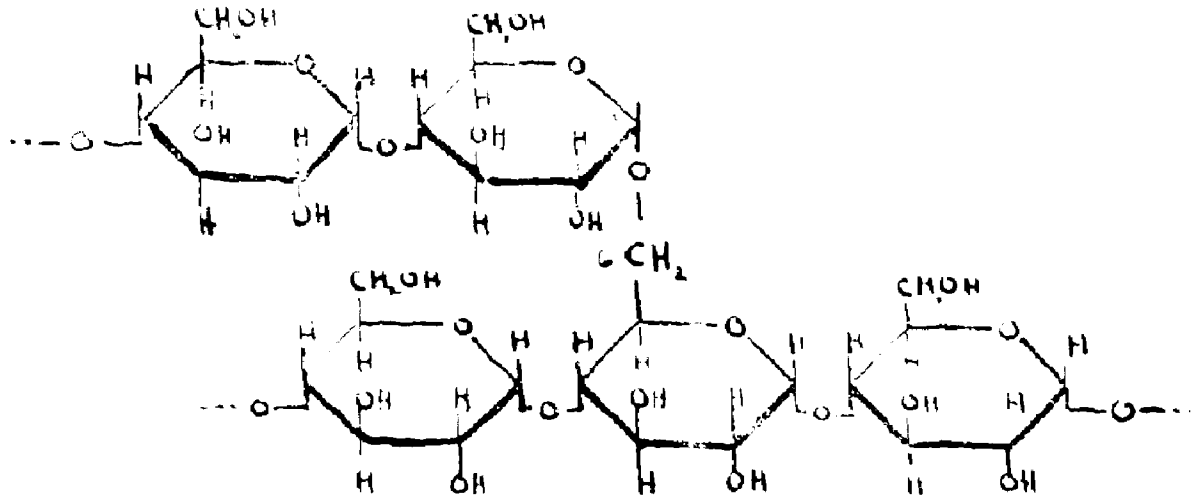
حيث يمثل كل خط سلسلة تحتوى على ٢٤ — ٣٠ وحدة جلو كوز . أما الأسهم فتمثل مواضع الاتصال بين السلاسل وأما الأقواس فتمثل الطريقة التى يتحلل بها النشا بتأثير الأحماض والخائز اذ يحدث هذا التحلل بانتقاص طول السلاسل من الطرف الخالص بدون تولد أى

مجموعة مختزلة . وهذا يفسر السرفى عدم وجود هذه المجموعة فى أنواع النشا ومواد التحلل الناجمة عنها .

هذا وقد افترض هاورث للجلىكوجين تركيباً مماثلاً لتركيب النشا حيث يتركب من اتصال عدد كبير من سلاسل الجلوكوز بالطريقة المذكورة إلا أن كل سلسلة لا تحتوى إلا على ١٢ الى ١٨ وحدة جلوكوزية . وقد دلت الأبحاث على أن الوزن الجزيئى للجلىكوجين يتراوح بين ١,٠٠٠,٠٠٠ الى ٢,٠٠٠,٠٠٠ وهذا الوزن الجزيئى العالى لا يفسر انخفاض لزوجة محاليل الجلىكوجين اذا قيست بمحاليل النشا الذى هو أقل منه وزناً جزيئياً . على أن هاورث فسر ذلك الشذوذ بأن الجزئيات فى حالة الجلىكوجين توجد فى المحاليل على صورة كرية وهى لهذا لا تعطى لزوجة عالية على عكس النشا الذى توجد جزئياته على صورة خيطية .

أما بخصوص الاتصال الموجود بين مجموعات السلاسل المختلفة المكونة لجزء النشا فقد ثبت أنه اتصال متين من النوع العادى (covalent) فى المركبات الكربونية وذلك فى عينات النشا الذى لا يزيد فيها الوزن الجزيئى على ٢٠٠,٠٠٠ أما فوق هذه الدرجة فيظهر إن الاتحاد يحدث بين الجزئيات الكبيرة عن طريق الذرية الاضافية (Partial Valency) الناتجة عن نشاط المجموعات الكحولية الحرة فى النشا .

هذا وقد ثبت أن الاتصال المذكور فى السلاسل هو من النوع الجلوكوزيدى ١ : ٦ على نحو ما هو موجود فى الجنتوبايوز (gentio-biose) كما فى الشكل .



(شكل ٨)

أما عن موضع هذا الاتصال في السلسلة ، فلم يمكن تحديده بعد
ومن رأى المؤلف انه يختلف في أنواع النشا المختلفة وأن هذا
الاختلاف هو المسؤول عن الاختلاف في أشكال حبيبات النشا في
أنواعه المختلفة وذلك لأن اختلاف مواضع الاتصال بين السلاسل
يسبب اختلافاً في طريقه تشعب الجرىء والتوائه مما يؤثر في طريقه
نمو الحبيبات نفسها .

مراجع الفصل الثاني

1. G.S.C. Kirchhoff—Jour chem. u. Phys. 1815 Bd. 14. p. 389—398.
2. Kiliani, Ber., 1885 t 13 p. 3066 ; 1886, t 19 p. 221, 767, 1128.
3. B. Tollens, Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate part I 1888 Part II 1895.

4. W.N.Haworth & Hirst J. chem. Soc. London 1921 t 119 p. 193.
W.N. Haworth, & Long & Plant J. Chem. Soc. London 1927 t. 129 o. 2809.
W.N. Haworth, The Constitution of Sugers, E. Arnold 1929.
5. Staudinger. Comp. rend Trav. Lab. Carlsberg 1938,22,497.
„ Naturwiss 1937 42, 673.
„ Nature 1937,140,1071.
„ Ber. 1937, 70 B, 1451.
„ & Husseman annalen 1938, 71B 1057.
6. C.W. Von Naegeli Die Starkekörner, Zurich, 1858.
7. A.Meyer Bot. Zeit., 1881, 39, 841, 857.
8. L. Maquenne & E. Roux., Ann de chim et de Phys. t. 9 1906, p. 179.
9. A.R. Ling and D.R. Narni. j. Chem. Sc. 1923, 123, 2666.
10. Schärddinger, Wien Klin Woch., 1904.No 8 Zentr. Bakt Parasitenk. 1908, 11, 22, 98, 1911, 11, 29, 188.
11. H. Pringsheim et al. Ber. 1922, 55, 1428, 1433 1923, 56, 1520; 1926, 59, 2058.
H. Pringsheim— The Chemistry of Polysaccharides.
12. M. Samec,, Kolloidchem. Beih., 1914, 6, 49 — 1934, 40, 449.
13. J.C. Irvine. Nature, t. 129, 1932, p 470.
14. W.N. Haworth Loc. Cit.
15. W. N. Haworth. J. Soc. chem. Ind., 1939, 917.
16. K. Freudenberg and H. Boppel, Naturwiss., 1940, 28, 264.
17. C.E.H, Bawn, E.L. Hirst and G.T. Young. Trans. Faraday Soc. 1940, 36, 880.
Barker., E.L. Hirst & G. T. Young Nature, 1940, 147, 296.

الفصل الثالث

خواص النشا

١ - الخواص الطبيعية

الحالة التبلرية والخواص الضوئية

رأينا في الفصل السابق أن النشا من المواد ذات الوزن الجزيئى الكبير وأنه يقع فى حيز المواد ذات الصفة الغروية . فهو لا يبدى أى مظهر تبلرى خارجى وإن كانت حبيباته توجد دائماً فى أشكال معينة تختلف باختلاف نوع النشا كما رأينا أعلاه ، إلا أن ذلك ليس بالدليل على التبلر . وذلك لعدم انقسام حبيبات النشا فى سطوح وزوايا منتظمة شأن البلورات . هذا إلى أن النشا إذا عولج بالماء الساخن انتفخ وزاد فى الحجم زيادة كبيرة وكوّن أخيراً محلولاً غليظ القوام يعرف بمطبوخ النشا . وهذه الظاهرة تميز المواد الغروية التركيب عن المواد المتبلرة التى تذوب بدون أن تنتفخ .

على أن انعدام المظهر التبلرى الخارجى للنشا لا يدل على الحالة الدقيقة لهذه المادة تلك الحالة التى لم يكشف عن كنهها إلا من عهد قريب .

وأول ما استرعى الانظار بخصوص تركيب حبيبات النشا من هذه الوجهة هو الشكل الخاص الذى تظهر به هذه الحبيبات فى الضوء المقطب اذ تظهر الحبيبات وبها خطوط سوداء متعامدة وقد نسبت هذه الخاصية الى اختلاف فى معامل انكسار الأشعة الضوئية فى الاتجاهات المختلفة للحبيبة (Anisotropy) وهذه الخاصية هى من خواص البلورات وذلك لأن ذراتها توجد فى مواضع مرتبة وسطوح محدودة ومن هذه السطوح يحدث انكسار الضوء وينتج الاختلاف فى معامل الانكسار فى هذه الحالة باختلاف اتجاه الضوء المقطب من اختلاف أبعاد السطوح ومجموعات الذرات فى الاتجاهات المختلفة للبلورة وهذا على عكس المواد الغير متبلرة التى لا توجد بها الذرات فى أوضاع منسقة ولهذا فتأثيرها على الضوء واحد من كل الجهات (١) .

وقد أدت المشاهدات السابقة فون ناجلى (١٨٥٠) إلى افتراض تبلر مادة النشا تبلرا غير ظاهرى وقد أدلى بنظرية جديدة فى هذا الصدد فذكر أن النشا والسليولوز والمواد المماثلة لا تتكون مباشرة من جزيئات هذه المواد بل من مجموعات من هذه الجزيئات موجودة فى أوضاع هندسية وقد أطلقنا على هذه المجموعات لفظ « الجسيمات » تعريياً للاصطلاح الذى استعمله العالم المذكور وهو « Micelle »

على أنه رغاء عن وجود النظرية المذكورة فقد ظل الاعتقاد

بإعدام التركيب البلورى للنشا الى عهد قريب وذلك الى أن أثبتت الاختبارات الحديثة بواسطة الأشعة السينية (٣٠٢) تبلر مادة النشا بصفة قاطعة .

واختبار الأشعة السينية المذكور يقوم على أساس أن البلورات تحرف الأشعة السينية على نحو ما تفعل ذلك مخططة الانحراف (Diffraction Grating) مع الضوء العادى . فعند ارسال شعاع سينى احادى الموجة على بللورة لا يخترق الشعاع المذكور كله البلورة فى خط مستقيم بل أن جانبا منه ينحرف فى صورة مخروط . وإذا استقبل هذا الشعاع على ورق فوتوغرافى حساس أحدث به بقعا سوداء على أبعاد مختلفة وفى صورة منتظمة من البؤرة الوسطى التى تمثل الشعاع الساقط الغير منحرف وبقياس أبعاد هذه البقع ومعرفة زوايا ميل الأشعة وبعدها عن المصدر يمكن بطريقة حسابية بسيطة معرفة ابعاد مجموعات الذرات فى المادة المختبرة .

وقد لاقى تطبيق هذه الدراسة على السليلوز نجاحا عظيما وأمكن منها معرفة أطوال وحدات التكرار الجزيئى فوجدت مطابقة للفروض الكيميائية أما فى حالة النشا فلو أن هذا التطبيق أثبت تبلر مادة النشا الا أنه لم يأت بنتيجة محققة وذلك لعدم وضوح البقع بالصور الرونتجينية ولا شك أن ذلك ناجم عن أن تبلر النشا ليس بالتبلر الكامل بل انه يغلب عليه الحالة غير المتبلرة .

وأول من أعطى أرقاما عن طول البلورة الأولية للنشا هما

هرتسوج وهانكي^(١) فاستنتجوا أن النشا يتبع في تبلره التماثل الروبيكي (Rhombic System) وأن نسبة أبعاد البلورة هي ٠,٧٢٥٢ : ١ : ٠,٥٥٠٩ . على أنه لم يمكن التثبت من صحة هذه الأرقام .
وقام بعد ذلك سبنسلر بقياس الأبعاد المذكورة فاستنتج أن الخلية الأولى تتكون من مكعب طول ضلعيه ٥,٩٧ أنجستروم وطول الضلع الثالث ٥,٠٥ أنجستروم وحجم البلورة ١٧٨ أنجستروم مكعب ومن ذلك استدل على أن الوحدة الأولية في النشا تشغل بوحدة جلوكونز واحدة إلا أنه كما سبق ذكره لا يمكن اعتبار الأرقام المذكور نهائية

محاليل النشا

لا يذوب النشا وهو على صورته الطبيعية في الماء البارد بل يكون معه عند رجه به معلقا لبنى القوام غير ثابت لا يلبث أن يترسب منه النشا ويبقى الماء فوقه رائقاً . وتنتفخ الحبيبات قليلا ويزداد حجمها في الماء ولكنها تنكمش وتعود إلى حجمها الأصلي بالجفاف .
أما إذا سخنا معلق النشا في الماء فانه يلاحظ عليه تغير جوهري ويتحول عند درجة مخصوصة من الحرارة إلى محلول سميك القوام يعرف « بمطبوخ النشا » لا يترسب منه النشا ثانية ويصبح لونه لؤلؤيا أقرب إلى الشفافة بعد أن كان معتما وأظن أن قليلا منا من لا يعرف شكل هذا المحلول الذي نصادفه في الحياة اليومية فهذا المحلول هو الذي يتكون عند عمل « العصيدة » و « المحلبية » والمنتجات النشوية المختلفة .

وإذا تتبعنا تكون مطبوخ النشا تحت الميكروسكوب وجدنا أن أول ظاهرة تحدث على حبيبات النشا هي انتفاخها شيئاً فشيئاً حتى تنفجر وتخرج محتوياتها وتمتزج بالماء مكونة هذا المحلول اللزج الذى عرفناه عالياً بالمحلول الغروى وتختلف درجة الحرارة التى يحدث عندها هذه التغيرات باختلاف نوع النشا ويظهر أن لذلك علاقة مباشرة بحجم حبيبات النشا وفى الجدول التالى عن ليمان ادرجت درجات الحرارة التى يحدث عندها انتفاخ حبيبات انواع النشا المختلفة وتكون المطبوخ المذكور

نوع النشا	انتفاخ الحبيبات	تكون مطبوخ النشا	انتهاء تكون مطبوخ النشا
نشا الشوفان	٤٥ م	٥٠ م	٥٥ م
• الأذرة	٥٠	٥٥	٦٢,٥
• أبو فرة	٥٢,٥	٥٦,٣٥	٥٨,٧٥
• الشعير	٣٧,٥	٥٧,٥	٦٢,٥
• البطاطس	٤٦,٢٥	٥٨,٧٥	٦٢,٥
• الأرز	٥٣,٧٥	٥٨,٧٥	٦١,٢٥
• الأراوط	٥٠,٠	٥٨,٧٥	٦٢,٥٠
• الطايوكا		٦٢,٥	٦٨,٧٥
• القمح	٥٠,٠	٦٥,٠	٦٧,٠٠
• الساجو		٦٦,٥٠	٧٠,٠٠
• السرازين	٥٥,٠٠	٦٨,٧٥	٧١,٢٠
• البلوط	٥٧,٥	٧٧,٥٠	٨٧,٥٥

هذا وبغزى الاختلاف فى درجة لزوجة مطبوخ النشا المحضر من أنواع مختلفة إلى الاختلاف فى نسبة مكونى النشا الأساسيين وهما الأميلوز والأميلوبكتين

وعند ما يحف مطبوخ النشا لا يعود ثانية إلى النشا الطبيعى بل يتحول إلى مادة قرنية لامعة شديدة الصلابة كثيرة المتانة. وهذه الخاصية أهمية كبرى فى الصناعة إذ يعتمد عليها فى إجراء عملية البوش فى النسيج لزيادة متانة خيوط السداء لى تتحمل الشد الواقع عليها أثناء النسيج كما يستفاد منها فى تنشية الأقمشة لإعطائها سطحا لامعاً براقاً كما أنه يستفاد من خواص لزوجة محاليل النشا فى إعطاء القوام السميك للالوان المستخدمة فى طباعة الأقمشة وسنأتى على شرح واف لهذه التطبيقات المختلفة فيما بعد .

وتبلغ أقصى لزوجة محاليل النشا بعد الدقائق الأولى لتحضيرها وتهبط لزوجة مطبوخ النشا ببطء باطالة مدة التسخين وينتج عن ذلك تحول النشا إلى نشا ذائب .

ويمكن ترسيب النشا من محاليله بإضافة الكحول أو حامض التانيك .

لزوجة محاليل النشا وممتزجها بالتركيب الكيمائى
سبق أن ذكرنا أن اللزوجة العالية التى تمتاز بها محاليل النشا فى الماء ناتجة عن التركيب الجزيئى العالى لمادة النشا وليس الوزن الجزيئى الكبير وحده بكاف لإعطاء هذه اللزوجة العالية فقد وجد أن الجزيئات

نفسها يجب أن تكون طويلة خيطية الشكل أما الجزيئات الكبيرة الكرية فلا تسبب لزوجة عالية وقد رأينا أن الجليكو جين الذى يفوق وزنه الجزيئى الوزن الجزيئى للنشا لا يعطى محاليل عالية اللزوجة وما ذلك إلا لأن جزيئاته كرية وغير خيطية .

وقد استنتج شتاودنجر من دراسة اللزوجة أن النشا يقع من حيث شكل جزيئاته بين السليلوز والجليكو جين — وشتاودنجر « هو أول من درس العلاقة بين اللزوجة والوزن الجزيئى للجزيئات الخيطية الكبيرة فوجد أنها تخضع للمعادلة التالية .

$$L - 1 = K \times D \times W$$

حيث L هي لزوجة المحلول بالنسبة إلى لزوجة السائل المذيب (محلول النشا إلى الماء) ، K عدد ثابت يعتمد على السائل المذيب ، D درجة تركيز المحلول ، و W الوزن الجزيئى (فى حالة الجزيئات الخيطية فقط) وقد طبقت هذه المعادلة أيضاً على محاليل استيريات النشا فى السوائل العضوية فأعطت نتائج مماثلة كالتى حصل عليها شتاودنجر بدراسة المحاليل المائية .

ويعزى الانخفاض فى لزوجة محاليل النشا المحور بتأثير الأحماض أو الخائثر إلى تقصير طول الجزيئات بانفصال جانب من المجموعات الجلو كوزية بعضها عن البعض عن طريق فصم الاتصالات الموجودة بين هذه المجموعات (الاتصالات الجلو كوزيدية ١ : ٦) ولما كان التحلل المذكور يودى فى الوقت نفسه إلى زيادة نسبة المجموعات

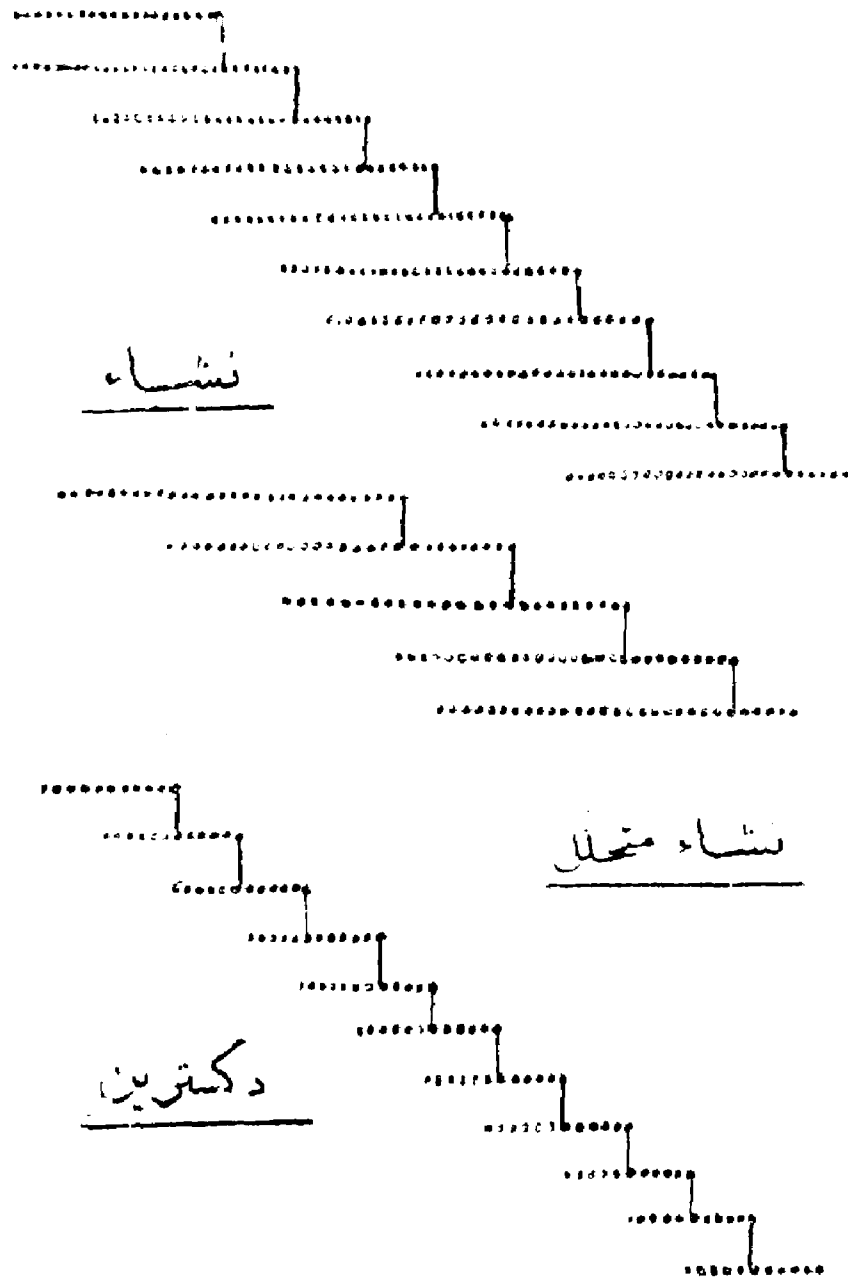
الالدهيدية فى الجزىء أو بعبارة أخرى زيادة القوة الاختزالية فاننا نجد أن هذه الخاصية الأخيرة تتناسب تناسباً عكسياً مع اللزوجة إلى درجة معينة .

أما إذا حدث تحول النشا عن طريق تقصير طول المجموعات المكونة للجزىء بدون فصل هذه المجموعات بعضها عن البعض كما هو الحال فى الدكسترين العالى فان المحاليل تحتفظ بلزوجتها .

ولهذه الملاحظات أهمية كبرى فى الصناعة فى تحضير أنواع الدكسترين والصمغ البريطانى فالدكسترين الذى يحضر بتأثير الأحماض أو الخناثر فى درجة حرارة منخفضة نوعاً يعطى محاليل قليلة اللزوجة عكس الصمغ البريطانى الذى يحضر بتحميض النشا فى درجة حرارة مرتفعة بدون استعمال أحماض . فى الحالة الأولى يحدث معظم التحلل عن طريق تقصير السلسلة الأساسية بينما فى الحالة الثانية يغلب تحلل الجزىء عن طريق تقصير المجموعات الثانوية المكونة لهذه السلسلة ويوضح لنا الشكل (٩) العلاقات المذكورة .

طريقة تكون محاليل النشا

أما السبب فى أن النشا لا يذوب فى الماء البارد بينما ينتفخ ويكون محاليل غروية فى الماء الساخن فيفسر على أساس التركيب التبرى لهذه المادة فأحدث النظريات عن تركيب حبيبات النشا تقول أن بلورات هذه المادة تكون طبقات مستديرة حول البؤرة — وبالرغم



(شكل ٩)

من أن هذه الطبقات منفصلة بعضها عن البعض إلا أنها لا تسمح للماء بالتخلل بينها بسبب وجود قناطر (اتصالات) أوكسيجينية بين البلورات المتوازية وهذه القناطر من القوة بحيث لا يقوى الماء البارد على كسرها على أن رفع درجة الحرارة يسبب تفكك بعض

هذه الرباطات فتبدأ الحبيبات في الانتفاخ ويتبع ذلك تفكك رباطات أخرى إلى أن ينتهى الأمر بانفجار الحبيبات وتكون المحلول النشوى المعروف .

ومعلوم أنه يمكن اجراء انتفاخ النشا وجلنته (Gelatinisation) على البارد باضافة بعض المواد الكيماوية القوية القطبية مثل القلويات والأحماض وبعض الأملاح المعدنية والمركبات العضوية وتأثير هذه المواد ناتج عن ارتفاع درجة قطبيتها واتحادها بالماء فيفضل هذه القطبية تتخلل جزيئات هذه المركبات بين البلورات بفعل الجاذبية بينها وبين الجاذبية الفائضة عن الوحدات الجلو كوزية في حذى النشا ولما لهذه المواد فى الوقت نفسه من قوة على اجتذاب جزيئات الماء فان وجودها يسبب دفع بلورات النشا بعضها عن البعض بسبب ما تحمله معها من جزيئات الماء وينشأ عن هذا كله انتفاخ ثم ذوبان.

هذا وقد فسرج سيزار^(٥) حديثا انتفاخ النشا وتكون محاليله اللزجة بتطبيق نظرية الرباط الهيدروجينى (Hydrogen Bond) الذى مثله بولنج بالرمز (— H...) وتقول هذه النظرية أن هذا الرباط هو المسئول عن تجمع المركبات الهيدروكسيلية بفضل الذرية الاضافية للهيدروجين . فالماء مثلا يكون مركبات تجمعية على البارد لوجود هذا الرباط ولكن هذه المركبات تتحلل على الساخن .

ويغرى سيزار عدم انتفاخ النشا فى الماء على البارد إلى تكون

هذه المركبات التجمعية بين جزيئات الماء . إذ أن حجم هذه المركبات يعوق دون تحليلها بين جزيئات النشا وبتسخين الماء تتحلل هذه المركبات إلى جزيئات مفردة فتتحلل جزيئات النشا بسهولة وتسبب انفصالها أو بعبارة أخرى ذوبان النشا . وبما يعزز هذه النظرية أن المركبات التي تسبب إضافتها إلى الماء انتفاخ النشا على البارد تؤثر أيضاً على مركبات الماء التجمعية وتحللها .

وتفسر هذه النظرية غير ذلك زيادة لزوجة محاليل النشا على البارد وانخفاضها بالتسخين إذ أن في درجات الحرارة العادية تتكون رباطات هيدروجينية بين جزيئات النشا وتزيد من حجمها ويتبع ذلك زيادة في اللزوجة وبارتفاع درجة الحرارة تتفكك هذه الرباطات وتفصل الجزيئات بعضها عن البعض ويتبع ذلك انخفاض في اللزوجة .

وتفسر هذه النظرية أيضاً ظاهرة أخرى لم يمكن تفسيرها بطريق آخر وهي زيادة لزوجة محاليل النشا بالاستقرار مدة طويلة وانخفاض لزوجتها بالتجريك ^(٦) إذ في حالة الاستقرار تتجمع جزيئات النشا بفضل هذا الرباط شيئاً فشيئاً حتى لتكاد تكون شبكة متصلة في كل المحلول ولهذا تبدو هذه المحاليل المستقرة ذات لزوجة مرتفعة في صورة جيلاينية حتى إذا حركت تحريكاً شديداً تفككت هذه الرباطات وانخفضت اللزوجة .

نكوصه النشا من محاليله

النكوص (تعريباً للفظ الأفرنجمي Retrogradation) اصطلاح أطلق على الحالات التي يتحول فيها النشا إلى صورة أقل ذوباناً ويشمل ذلك ترسيب النشا من محاليله بواسطة الكحول أو بإضافة مواد من شأنها إزالة تأثير المادة المبتزة (Pepitsing) أو المذيبة للنشا أو بتبريد محاليله تبريداً شديداً أو بترك هذه المحاليل مدة من الزمن .

لاحظ ما كين أن محاليل النشا المنسجمة إذا تركت مدة وشأنها فإنها ترسب مادة بيضاء صلبة لا تتلون باليود ولا تتحلل بسهولة بتأثير خلاصة الخميرة كما أنها لا تتحلل الا ببطء بتأثير الأحماض المعدنية وبما يساعد على تكون هذه المادة انخفاض درجة الحرارة ووجود الأحماض المعدنية بنسبة ضئيلة كما تعتمد سرعة تكونها على درجة تركيز المحلول .

ومن أهم خواص المادة الجديدة المتكونة عدم ذوبانها في الماء البارد وصعوبة ذوبانها في الماء الساخن وتختلف قابلية الذوبان على الساخن باختلاف نوع النشا — ففي حالة نشا الجذور مثل نشا البطاطس يستلزم ذوبان النشا الناعم التسخين تحت ضغط إذ تبدأ المادة في الذوبان جزئياً في درجة ١٢٠° ولا يتم ذوبانها الا في درجة ١٥٠ — ١٥٥° م أما في حالة بتا أميلوز نشا الأذرة فيذوب النشا الناعم بسهولة في الماء الساخن وكذلك شأن نشا القمح الناعم

لا يذوب في الماء في درجة ١٥

وبإذابة النشا الناكص تعطى محاليله التفاعلات العادية للنشا الطبيعي فهو يتلون باليود ويتحلل بسهولة بتأثير الخمائر والأحماض . وليست ظاهرة النكوص بقاصرة على النشا وحده بل أنها تتناول أيضاً النشا الذائب والدكسترين إذ أن محاليلها إذا تركت مدة رسبت مواد قليلة الذوبان تختلف في خواصها الجوهرية عن المواد الأصلية .

هذا وقد وجد (٨) أن نوعاً من الأنزيمات المستخرجة من الحبوب يساعد على سرعة نكوص النشا وقد سمي هذا الأنزيم « amylocoagulase » ويزيد من تأثير هذا الأنزيم وجود القلوى .

أما سبب نكوص النشا فقد علل بطرق متباينة فما كين (٩ و ١٠) ورو يفسران هذه الظاهرة بأنها نتيجة تكاثف يحدث بين جزيئات أحد مكوني النشا وهما الاميلوسليلوز والاميلوزينما يعتقد فوارد (١١) أنها تنتج من اتحاد حامض الفوسفوريك بالنشا أما بركسلر (١٢) فيعتبرها ناتجة عن تجمع جسيمات الاميلوز شأن أي مادة غروية أخرى . أما تأثير الاميلاز في زيادة سرعة ترسيب النشا الناكص فنأخذ حسب النظرية الأخيرة عن تخفيض لزوجة المحلول بإذابة الاميلو — بكتين وما ينتج عن ذلك من سهولة حركة الجسيمات الغروية وتجمعها بعضها إلى البعض ثم ترسيبها ويفسر تأثير الأحماض على أساس مماثل .

ولظاهرة النكوص النشوى أهمية صناعية فكثير من مركبات النشا الصناعية مثل النشا الذائب يجب أن يعطى محلولاً رائقاً لا ترسب فيه النشا مع الوقت ولهذا فانه يضاف إلى هذه المركبات بعض المواد التى من شأنها منع نكوص النشا .

وتفسر هذه الظاهرة عَشَمَ الخبز بمرور الوقت إذ ظهر أنه يحدث تغيير أساسى فى تركيبه فبعد أن يكون طازجاً طرياً يصبح جافاً يابساً ولا تعزى هذه الظاهرة فقط إلى جفاف الخبز لأن التسخين وحده كفيل بأن يعيده إلى حالته الأولى .

ويلاحظ أن نكوص النشا يحدث بطريقة أظهر فى الماء المحايد منه فى محلول قلوئى أو حمضى مخفف جداً — أما اذا زادت نسبة القلوئى أو الحامض عن حد معين فان نكوص النشا يقل شيئاً فشيئاً بزيادة هذه المواد إلى أن يمتنع كلية وتفضل الاملاح الحمضية والقلوية فعل الاحماض والقلويات كما أن جميع المواد التى من شأنها المساعدة على ببتزة النشا (peptisation) واذابته مثل (البولينى والاسيتاميد وسلفوسيانور وكلوريد النشادر والفوسفات والجلوكوز والجليسرين والبوراكس والفينول) تؤخر أو تمنع حدوث النكوص بعكس المواد التى تعمل على تقليص النشا مثل الكحول والأثير والتى تساعد على زيادة سرعة نكوص النشا .

وقد درس كاتس^(١٣) ظاهرة عَشَمَ الخبز واقترح حلولاً عديدة

منها ترك الخبز في درجة حرارة ٦٠° أو تبريده إلى درجة — ٢٠ أو إضافة بعض المواد المؤخرة للنكوص مثل الكيتون . وقد وجد كاتس أن إضافة الاسيتالدهيد تجعل الخبز يبقى طازجا عدة أيام .

هذا ويعتقد ويمبر^(١١) أن الجلوتين يلعب دوراً مهماً في ظاهرة قدم الخبز كما وجد أن إضافة جلوتين كامل الهدرتة (fully hydrated) يساعد على بقاء الخبز طازجا مدة طويلة .

٢ - الخواص الكيميائية

التكوين الكيميائي

النشا كما يستخلص صناعياً لا يتكون فقط من هيدرات الكربون المعروفة بهذا الاسم (والتي تتكون أساسياً من مادتي الأميلوز والاميلوبكتين) بل أنه يحتوي على عدة مواد أخرى بعضها عضوي والبعض الآخر معدني ويحتوي النشا عدا ذلك في الأحوال العادية على جانب كبير من ماء الرطوبة .

أما المواد العضوية التي تخالط النشا فتوجد على هيئة هيدرات كربون مثل السكر والسكريات والسكريات والسليولوز وعلى هيئة زلاليات أو مواد أزوئية .

أما المواد المعدنية فأهمها النترات والفسفات ويعبر عن كمية الاملاح المعدنية بمقدار الرماد الذى ينتج عن الاحتراق وتتراوح كمية هذا الرماد فى الانواع التجارية للنشا بين ٠.٢ - ٠.٤ ٪ وقد تصل أحيانا إلى ١ ٪

ونورد فى الجدول التالى التكوين الكيميائى لبعض أنواع النشا المجفف .

نوع النشا	نشا تى	زلايات	ألياف مواد دهنية الخ	رماد
نشا بطاطس	عن موركر	٩٨,٩٨	٠,٢٨	١,٣٤
	عن توت	٩٧,٤٠	١,٨٢	٠,٦٥
	عن نيدرشتات	٩٩,٠٥	١,٥٥	٠,٢٥
	النهاية القصوى	٩٦,٠٠	٠,١٨	٠,٠٦
	الصفري	٩٨,١٤	٠,٨٥	٠,١٠
نشا القمح	عن موركر	٩٧,٦٥	٠,٣٨	١,٦٩
	عن دين	٩٨,١٤	١,٢٦	—
	عن توت	٩٩,١١	٠,١٨	٠,٢٩
نشا أرز	عن توت	٩٧,٣٠	١,٥٨	٠,٥٠
نشا الأذرة	عن كونج	٩٨,٢٣	١,٢٠	٠,٢٠

ماء الرطوبة

يحتوى النشا فى الحالات الطبيعية للرطوبة الجوية على قسط كبير من ماء الرطوبة وتختلف نسبة هذا الماء باختلاف الرطوبة الجوية ويفقد

النشا معظم هذا الماء بالتسخين إلى درجة ١١٠ — ١٢٠ ويصبح مادة شديدة القابلية للماء . وتتراوح نسبة الماء بالنشا بين ١٠ و ١٢ ٪ وتصل إلى ١٨ أو ٢٠ ٪ بدون أن يبدو ممتلا .

وقد عرّض نوسيان أنواعا مختلفة من النشا في درجة ٢٠ مئوية لهواء في درجة ٧٣ و ١٠٠ رطوبة نسبية فحصل على النتائج الموضحة بالجدول التالي .

درجة الرطوبة النسبية		نوع النشا
١٠٠ ٪	٧٣ ٪	
١٨,٩٢	٦,٩٤	نشا قمح
١٩,٣٦	١٠,٠١	• جنداور
٢٠,٩٢	١٠,٣٣	• بطاطس
١٩,٥٥	١٠,٥٣	• أذرة
٢٠,٠٢	١٠,٨٥	• سرازين
١٩,٨٤	١٠,٧٩	• أرز
٢٢,٩٨	١١,٩٦	• ثمر البلوط

وتنتج خاصية مصاصية النشا عن وجود المجموعات الهيدروكسيلية التي ذكرناها في حديثنا عن التركيب الكيماوى للنشا وقد ظهر أن ذلك يحدث بواسطة تجاذب قطبي (Polar attraction) يعمل على الجمع بين وحدات الهيدروكسيل الغير مشبعة اقنطايا وجزيئات الماء .

ويشاطر النشا في هذه الخاصية كل هيدرات الكربون لاحتوائها على هذه المجموعات على أن نسبة الماء الممتص يختلف باختلاف نوع الهيدرات وما يسترعى النظر في هذا الشأن أن السليلوز الذى يقرب من النشا في تركيبه الكيميائى يمتص مقداراً أقل من النشا من ماء الرطوبة في الأحوال المتماثلة (الحالة العادية للرطوبة الجوية) ولا شك أن ذلك ناجم عن أن التركيب الدقيق للسليلوز العادى (هـ) يوجد في حالة أكثر تبلراً مما يجعل جانب أكبر من مجموعات الهيدروكسيل أقل نشاطاً لمشاطرتها في تماسك الوحدة التبلرية الدقيقة وتشبع ذريتها الاضافية .

تأثير الحرارة^(هـ)

تؤثر الحرارة في النشا تأثيراً واضحاً وأول ما يلاحظ هو تصاعد ماء الرطوبة في النشا وبعد ذلك يأخذ النشا في التحلل التدريجى ماراً بمراحل عديدة تختلف في خواصها عن النشا الأصيل إلى أن يتم التحلل . ويبدأ تحلل النشا ملحوظاً في درجة ١٦٠ إذ يتحول أولاً إلى « نشا ذائب » ثم إلى دكسترين . ويتغير في الوقت نفسه لونه ويضرب الى السمرة وعند ارتفاع درجة الحرارة يتحلل النشا شأن هيدرات الكربون الأخرى إلى ماء وثانى اكسيد كربون وحامض نمليك وخليك وبيروكشمين وغيرها .

وبتقطير النشا في جو مخلخل يعطى مادة تعرف باسم الليفوجلوكوزان

وهذه المادة بعينها تنتج أيضا عن تسخين الجلو كوز ويمكننا أن نستنتج من ذلك أن الحرارة تعمل على تفكك وحدات الجلو كوز في النشا وتقصير السلاسل الجلو كوزية شيئا فشيئا إلى أن تصل بها إلى الجلو كوزان وهي كما قدمنا المادة التي تمثل الجلو كوز الذي فقد جزئ من الماء .

تأثير القلويات

للقلويات مثل الصودا والبوتاسا الكاوية تأثير خاص في النشا فإذا أضيفت مخففة إليه على البارد فإنها تسبب انتفاخ حبيباته انتفاخا شديدا يؤدي بها إلى الاذابة .

وتمتاز محاليل النشا المحضرة بطبخ النشا مع قليل من الصودا عن المحاليل المحضرة بانطبخ بدون صودا بارتفاع لزوجتها وقوة التصاقها وتزداد قوة الالتصاق بازدياد القلوى إلى درجة معينة وفضلا عن ذلك فإن وجود القلويات يمنع تحلل عجينة النشا ولعل ذلك يكون ناجما عن معادلة الأحماض التي قد تتكون بتأثير الأحياء الصغيرة التي يعرض اليها المعجون .

وتستعمل الصودا الكاوية لتحضير ما يعرف بالغراء النشوى وهذه المادة تستعمل في صناعة الورق لأغراض اللصق وتعرف تحت أسماء عديدة مثل الكلودين والجروسولين والابراتين الخ . وسنعود إلى الحديث عن هذه المواد فيما بعد .

تأثير الأحماض

تؤثر الأحماض تأثيراً تحليلياً على النشا وتختلف درجة هذا التأثير باختلاف قوة الحامض ودرجة تأينه ودرجة الحرارة التي يؤثر فيها .

ويبدأ التأثير بتحول النشا إلى نشا ذائب ثم إلى دكسترين وأخيراً إلى جلو كوز .

ولتأثير الأحماض على النشا أهمية صناعية سنعود إلى الحديث عنها فيما بعد ويزيد تأثير الأحماض في النشا عندما يغلى معها تحت ضغط (حرارة مرتفعة) فمثلاً إذا عاملنا النشا بحامض كبريتيك مخفف في درجة ١٠٠ فإنه يتحول ببطء إلى نشا ذائب ثم إلى دكسترين وأخيراً إلى جلو كوز ولا يحدث التحول المذكور إلا بعد غلية طويلة أما إذا أجريت الغلية تحت ضغط في درجة حرارة ١١٥ فإن هذا التحول يحدث بسرعة .
وتمتاز الأحماض المركزة بتأثيرات خاصة على النشا فحامض الكبريتيك المركز يسبب تفحيم النشا بينما يحول حامض النتريك المركز النشا إلى حامض اكسليك .

أما حامض الكلوريدريك المركز فيسبب انتفاخ النشا وعمل المطبوخ النشوى على نحو ما تفعل ذلك القلويات ويسبب حامض الكبريتيك حدوث نفس الظاهرة إذا أجرى التفاعل على البارد .
ويؤثر حامض العفصيك في النشا تأثيراً مخالفاً فهو يتحد به ويرسبه

من محاليله وإذا وضع منه بنسبة كبيرة على النشا فإنه يعوق دون تحوله بتأثير الخمائر إلى دكسترين ومالتوز .

وقد درس فارجير وروبرت تأثير الأحماض المخففة على النشا في درجات حرارة تتراوح بين ١٠٠ و ٤٠ . وقد قيست درجة تحلل النشا بواسطة مقدار الاختزال الذي يسببه النشا في محلول فehling « عدد النحاس » فمعروف أنه بتحلل النشا تتكون به مجموعات الدهيد مختزلة تحول سلفات النحاس من وسط قلوى إلى أكسيد نحاسوز ويعبر في هذه الحالة عن كمية النحاس المتحولة من حالة النحاسيك إلى النحاسوز باستعمال ١٠٠ جرام نشا باسم العدد النحاسى . وقد استنتج من ذلك ما يأتى :

(١) 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 ثابتا وقد عزي هذا الشذوذ في التحلل إلى تحول النشا إلى « نشا ذائب » ويعتمد معامل التفاعل في هذه الحالة على درجة الحرارة ودرجة تركيز الحامض . ويمكن تحديد سرعة التفاعل في درجة خاصة من الحرارة والتركيز بالمعادلة التالية :

$$غ = ك \times (و - و)$$

حيث غ تمثل العدد النحاسى ، ك معامل سرعة التفاعل و = وقت التفاعل و = الوقت اللازم لتحول النشا إلى نشا ذائب .

(٢) تأثير درجة تركيز الحامض : تتناسب درجة تحلل النشا مع درجة تركيز الحامض في المحاليل المحتوية على نفس الأوزان الجزيئية

لكل من حامض الكبريتيك والكلوريديك وتسبب نفس التأثير .
(٣) تأثير درجة الحرارة : تزداد درجة تحلل النشا إلى نحو أربعة أمثالها بزيادة درجة الحرارة مقدار عشر درجات .

(٤) اختلاف سرعة تأثير النشا باختلاف أنواعه : وجد أن الأنواع المختلفة للنشا تتأثر بدرجات مختلفة إذا أجرى عليها نفس التأثير وذلك عندما يجرى التحلل في درجات الحرارة العادية فأسرعها تأثراً هو نشا البطاطس ويليه نشا الأذرة والقمح والأرز 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 والهيميسليلوز .

تأثير بعض الأملاح

بعض الأملاح مثل يودور البوتاسيوم تؤثر على النشا على البارد وتسبب انتفاخه على نحو ما تفعل ذلك القلويات . ويتحد كلوريد الكالسيوم مع النشا مكوناً مادة غير ذائبة بيضاء . ولا يعطى النشا في هذا المركب التفاعل اللوني مع اليود . وإذا أضيف حامض إلى هذا المركب فإنه يتحلل ويعطى النشا التفاعل المذكور . ومن الغريب أنه إذا غلى النشا مدة مع كلوريد الكالسيوم فإنه يتحول إلى مادة ذائبة إلا أنه بالتبريد يتحول إلى مادة صمغية ومطاطة القوام .

ويؤثر كلوريد الزنك والمغنسيوم تأثيراً مشابهاً لتأثير كلوريد

الكالسيوم وينتج عن غلية النشا مع هذه المواد الحصول على معاجين ذات قدرة كبيرة على اللصق وقد استفيد من ذلك صناعياً .

ويؤثر البورا كس على النشا تأثيراً خاصاً فاذا سخن النشا في الماء مع قليل من هذه المادة فانه يكون مادة لزجة غير أنه باطالة مدة التسخين تفقد هذه المادة لزوجتها وتتماسك بعضها وتتقلص وتصبح في شكل الجلاتين

ومن خواص النشا انه يمتص الكتيونات ويستبدلها بغيرها شأن مادة البرميوتيت (Permutite) التي تستعمل في ازالة عسر الماء.

تفاعل البور

يلون اليود النشا بلون أزرق ويعزى هذا اللون الى مادة الأميلوز وهذا التفاعل على درجة كبيرة من الحساسية ويستخدم للكشف عن النشا وتبلغ من حساسية هذا التفاعل أن محلول اليود المحتوى على جزء في ٣٣٠,٠٠٠ يلون النشا في درجة الصفر اذا أضيف اليه قليل من حامض الكبريتيك المحتوى على قليل من حامض الأزوتيك وبارتفاع درجة الحرارة تقل حساسية التفاعل إلى أن ينعدم كلية في درجة الحرارة العالية الا أن اللون يعود في هذه الحالة ثانية عند التبريد على شرط ألا تطول مدة التسخين حتى يتطاير كل اليود من المحلول .

ولا يتلون النشا التام الجفاف بمحلول اليود في الكحول الجاف . ولكن اذا أضيف قليل من الماء ظهر اللون والكحول الجاف يستخلص

النشا المعامل باليود (يودور النشا كما يطلق عليه أحيانا) ويتحلل اللون أيضا عند معاملة يودور النشا بالبوتاسا الكاوية وكبريتور الهيدروجين وحامض الكبريتوز والكلور وحامض الأزوتيك وتمنع المواد المختزلة تكون اللون ولهذا فإنه عند ما يحتوى النشا على جلو كوز كما هو الحال فى بعض صناعات التخمر يتلون النشا باليود بلون أزرق ولكن هذا اللون لا يلبث أن يختفى بسبب اختزال اليود بواسطة الجلو كوز وتحوله الى حامض يود هيدريك . ويؤثر ضوء الشمس على اللون المذكور بطريقة مماثلة . وبعض الأملاح التى لا تؤثر فى اليود نفسه تسبب التقليل فى حدة التفاعل المونى المذكور مثل ذلك يودور البوتاسيوم وسلفات البوتاسيوم والنشادر والمنجنيز ويودور الهيدروجين .

ويتلون النشا بواسطة البروم بلون أصفر غامق .

هذا وقد اختفت العلماء فى نوع المركب الحادث بين اليود والنشا فيعتبره البعض مركبا كيميائيا (١٩،١٧) بينما يميل البعض الآخر الى اعتباره (٢١،٢٠) مركبا ادمصاصيا (Adsorption Compound) ويعتبر « برجمان ولودفيج »، (٢٢) أن ذرات الأوكسجين المكونة للحلقات الجلو كوبرانوزية هى مراكز الادمصاص فى جزئ النشا .

تأثير المؤكسدات

تؤثر المؤكسدات فى النشا بطريقتين فهى تحلله على نحو ما تفعل ذلك الأحماض ثم هى تؤكسد المجموعات الكحولية إلى مجموعات الدهيد

ومجموعات كربوكسيل . وينشأ عن التحلل الأول تحول النشا إلى مواد تذوب بسهولة في الماء وقد أستفيد من هذه الخاصية في تحويل النشا إلى نشا ذائب أو نشا ذى محاليل قليلة اللزوجة . وقد استعمل في هذا الغرض عدد كبير من المواد المؤكسدة مثل الهيبو كلوريت والفوق أكسيد الكلورين والبرمنجنات وقد استعمل أيضا لهذا الغرض الأكتيفين (Sod-p-toluenesulpho chloroamide, Activine)

هذا وقد درس (جامبوسروالا كانيكتكار (٢٣)) تأثير هيبوكلوريت الصوديوم في النشا في ظروف متباينة وقاسا مقدار التأثير بطرق متنوعة مثل قياس درجة اختزال محلول فهلنج وقياس مقدار الحموضة الناجمة عن مجموعات الكربوكسيل وقياس درجة اللزوجة وقد وجد أن الأنواع المختلفة من النشا تتأثر بدرجات متفاوتة إذا عرضت لنفس التأثير فنشا البطاطس هو أسرع الأنواع تأثراً ثم يليه نشا الساجو وبعد ذلك نشا القمح .

تأثير البكتريا :

إذا ترك مطبوخ النشا بعض الوقت في الهواء فانه يلاحظ عليه التحلل والتخمر ويفقد لزوجته ويعزى ذلك الى تأثير البكتريا المنتشرة في الهواء والتي تتكاثر بسرعة في مطبوخ النشا . وتتأثر بعض أنواع النشا بأسرع مما تتأثر الأصناف الأخرى فنشا الجذور مثل نشا البطاطس والتايوكا يتأثرا بأسرع من الأصناف الأخرى وقد عزيت هذه الخاصية الى مصدر هذه الأصناف وهى الجذور لوجودها بالتربة المحملة بأنواع البكتريا

المختلفة غير أن هذا الرأي لا يمكن أن يعتد به لأنه لاشك أن جميع أنواع البكتريا التي تحملها الجذور معها عند خروجها من التربة لابد أن تهلك في أثناء عمليات استخلاص النشا وتجفيفه هذا إضافة إلى أن الأنواع المذكورة من النشا تظهر أيضا قابلية أعظم للتحلل بتأثير الأحماض والمؤكسدات والخمائر من أنواع النشا الأخرى كما سبق لنا ذكره وهذا مما لا يمكن تفسيره على الأساس السابق .

أما مواد التحلل التي تنتج عن تأثير البكتريا فأهمها الدكسترين والجلوكوز وثاني أكسيد الكربون والكحول الأثيل والأميل وحمض الخليك والبيوتيريك وقد وجد أن بعض زراعات البكتريا النقية يمكن أن تحول النشا إلى دكسترين في ظرف أربع وعشرين ساعة .

تأثير الخمائر

يعتبر تأثير الخمائر من أهم التأثيرات التي تجرى صناعيا على النشا إذ يعتمد عليه في صناعات التخمير مثل صناعة الجعة والكحول .

وأشهر الخمائر التي درس تأثيرها على النشا هي خميرة الدياستاز التي توجد بالشعير الممتت وهذه الخميرة تحول النشا إلى مواد دون هذه المادة في الوزن الجزيئي وعند استمرار التحلل يتحول النشا كلية إلى سكر مالتوز .

ويستفاد من هذا التحول أيضا في إزالة البوش الموجود بالاقمشة قبل تبييضها وذلك بأن يغمر القماش بمحلول خلاصة الدياستاز

(Diastafor) ثم يعصر ويترك لمدة ١٢ ساعة يتحول في أثناءها النشا الى دكسترين وسكر تزال بالغسيل بواسطة الماء . ويستدل على ازالة جميع النشا الموجود بعدم اعطاء تفاعل أزرق مع محلول اليود .

مركبات النشا الاستبدالية

يعطى النشا شأن جميع المواد الهيدروكسيلية بمجموعتين من المواد الاستبدالية (Substitution products) هما الاستيرات والأثيرات . (١) أما الاستيرات (Esters) فتتكون بتأثير الأحماض أو الانهيدريدات الحمضية أو كلوريد الأحماض على النشا في ظروف متفاوت باختلاف الحامض وأهم هذه الاستيرات هي الكبريات والنترات والخلات الكزنات ولم تلق معظم هذه المركبات استعمالا صناعيا ذابال ولا يمكن أن تقارن في أهميتها بالاستيرات السليلوزية .

النترات — يعرف الاستيرالنترىكى للنشا باسم الزيلاويدين Xyloidine وأول من حصره هو برا كونوت وقد استعمل هذا المركب فيما بعد كمادة مفرقة ويمكن بنترته النشا باستعمال مواد مساعدة الحصول على نترونشا يحتوى من ١٤ الى ١٨ ٪ أزوت وهذه المادة تذوب في كثير من المذيبات العضوبة مثل الكحول الاثيل وخلات الاثيل وهى مادة ثابتة الى درجة ٥٠° ولكنها تنفجر بعنف في درجة ١٠٤°

الخلات — حضرها شوتزنبرجر وتختلف خواص الخلات باختلاف نسبة حامض الخليك المتحد ويشبه المركب الفقير بحامض

الخليك الجيلاتين في خواصه الطبيعية وقد حضر صناعياً تحت اسم (Feculose) وهو يكون غشائاً مرناً شفافاً ويستعمل بدلاً من الجيلاتين زينات النشا - هو استير حامض ثاني كبريتو كربونيك وهو يحضر بطريقة مخالفة للمذكورة أعلاه وذلك بتأثير الصودا الكاوية وثاني كبريتور الكربون على النشا ويستعمل هذا المركب كمادة لصق (غراء) . ونذكر أن مركب السليلوز المقابل هو من أكثر المواد العضوية الصناعية أهمية إذ تقوم عليه أكبر صناعة سليلوزية كيميائية وهي صناعة الرايون (الحرير الصناعي)

(٢) وأما الأثيرات (Ethers) فتحضر بتأثير كلوريد أو سلفات الالكيل أو الاريل على النشا وقد لاقت هذه المركبات استعمالاً محدوداً كمواد لصق وتلميع وكذلك في تنشية المنسوجات

مراجع الفصل الثالث

- 1) C. W. Nägeli ,Die Stärke korner 1858.
- 2) O. L. Sponsler ,Science (N.S.), 1925, 62, 547.
- 3) J. Katz in Waltons' "Comprehensive Survey of Starch chemistry New York 1928.
- 4) H. O. Herzog & W. Jancke. Ber. 1920, 53, 2162-2164.
- 5) G. V. Caesar, in Starch & its Derivalives. by J. A. Radley chapter 8 (2ed Edition).
- 6) G. V. Cæsar & Moore, Ind-Eng. Chem., 1935, 27, 1447.
- 7) L. Maquenne, compt rend., 1903, 137, 88.

- 8) J. Wolf. & A Fernbach, Ibid., 1903, 137, 718, 1904, 138
819, 1904, 139, 1217.
- 9) E. Roux Ibid 1906, 142, 95.
- 10) L. Maquenne Ibid 1905, 140, 1303, Bull. Soc. Chim.
1905, 33, 723.
- 11) E. Fouard Ibid., 1907, 144, 501.
- 12) L. Berczeller, Biochem. Zeit., 1917, 84, 37.
- 13) J. R. Katz, Zeit. f. physiol. Chem. 1915, 95, 104, 137, 147.
- 14) R. Whymper-Third Report comm. Coll. Chem., Brit Ass.
Advanc. Sci 1920 p. 60.
- 15) Pictet. & Sarasin, Comp. Rend. 1918, 166 p. 38-39.
. Helv. Chem. Act. 1918 v. 1 p. 87-96.
Pictet in Walton 9-5.
- 16) Fargher and Probert J. Text. Inst. 1927, 1 T 559.
- 17) C. F. Schoenbein J. Prakt Chem. 1851, 84, 402.
- 18) G. Rouvier. Comp rend 1892, 114, 1128, 749, 1366, 1893,
118, 281, 461 ; 1894, 118, 743 ; 1895, 120, 1179, 1897, 124, 565.
- 19) L. W. Andrews & H. N. Goettsch. J. Chem Amer. Soc.
1902, 24, 862.
- 20) Dhar J. Phys. Chem. Ithaca 1924, 28, 125.
- 21) A. Lottermoser. Zeit angen. Chem., 1921, 34, 427.
- 22) M. Bergman & S. Ludwig, Ber 1924, 57, 753.
- 23) G. B. Jambusernala & K. R. Kanitkar, J. Text. Inst 1939, 30,
85 T, Ibid, 1940, 31, 1 T.

القسم الثاني . صناعة النشا ومشتقاته

الفصل الرابع

أسس صناعة النشا والاجهزة والآلات المستخدمة فيها

مقدمة عامة

علمنا من الفصل الأول أن النشا يتكون على هيئة حبيبات داخل الخلية النباتية محاطاً بجدران هذه الخلية التي تتكون من السليولوز وماشابهه من هيدرات الكربون غير الذائبة تلك المواد التي تكون الهيكل الصلب للنبات . فلاستخلاص النشا يجب كخطوة أولى ، تحطيم جدران هذه الخلايا ثم فصل المواد الناتجة عن هذا التحطيم عن النشا .

وتحطيم جدران الخلية النباتية يمكن أن يجرى كيميائياً أو ميكانيكياً أما من حيث التحطيم الكيميائى فقد وجد أن معظم المواد الكيميائية التي تؤثر على جدران الخلايا أو بعبارة أخرى على مادة السليولوز تؤثر أيضاً وبدرجة أعلى على مادة النشا هذا فضلاً عن أن استعمال المواد الكيميائية التي تسمح بهذا التحطيم يكلف كثيراً .

وعليه فيمكن القول بأن الطريقة الميكانيكية هي الوحيدة المستعملة لاستخلاص النشا . أما هذه الطريقة فمبنية على تحطيم جدران الخلايا

المحتوية على النشا بتعريض الأعضاء النباتية المحتوية عليه سواء كانت بذوراً أو جذوراً لعملية طحن تختلف في الشدة باختلاف نوع هذه الأعضاء .

أما تخليص النشا من بقايا الخلايا المتحطمة فيجرى بواسطة النخل وذلك لأن حجم حبيبات النشا أقل بكثير من حجم فتات هذه الخلايا .

على أن تخليص النشا من هذه البقايا لا يعنى نقاءه تماماً إذ أن النشا لا يتكون وحده بالخلية بل يلزمه مواد عديدة أهمها المواد الزلالية المكونة للعصارة الخلوية والسكر والأملاح . أما المواد الأخيرة وكذلك السكر فإن فصلها أمر سهل لذوبانها في الماء عكس النشا وكذلك شأن بعض الزلاليات التي تذوب في الماء أما الجانب الأكبر من الزلاليات فلا يذوب في الماء ويلزم النشا ولا يمكن فصله عنه بمجرد الغسيل العادى ويطلق على الزلال الموجود بالقمح اسم الجلوتين وقد أطلق هذا الاسم اجمالاً على الزلاليات التي تلازم الأنواع الأخرى من النشا وإن كانت تختلف في التركيب والخواص عن جلوتين القمح .

أما الجلوتين فتقوم طريقة فصله عن النشا على أساس الاختلاف في الثقل النوعى بين المادتين إذ أنه أخف من النشا فيمكن بذلك فصله في عمليات الترسيب إذ يرسب النشا في الأول ثم يليه الجلوتين كما يمكن أيضاً إجراء هذا الفصل بسرعة أكبر تحت تأثير القوة المركزية الطاردة باستعمال الممخضات الدائرية (Centrifugeal Machine) غير أنه كثيراً ما يصعب فصل الجلوتين عن النشا باستعمال الطرق المذكورة فقط كما هو الحال في نشا الأرز حيث يستلزم الأمر إضافة بعض المواد

الكماوية لتسهيل عملية الفصل المذكورة . هذا كما يمكن التخلص من الجلوتين بكتريولوجيا وذلك بعملية التخثير التي تسبب تحلل الجلوتين على أن هذه الطريقة غير صحيحة كما أنها لا تعطي نشا على درجة كافية من النقاء ولهذا فلم تعد تستعمل في الوقت الحاضر بعد تخلص النشا من الجلوتين لا يبقى إلا إزالة الماء منه وتجفيفه وتجهيزه للتصدير .

ويمكن مما سبق تلخيص الصناعات الأساسية التي تشتمل عليها صناعة النشا بوجه عام في التالي :

- ١ — التنظيف الأولي
- ٢ — النقع في حالة استعمال الحبوب .
- ٣ — الطحن .
- ٤ — النخل والتصفية .
- ٥ — الغسيل .
- ٦ — الترسيب .
- ٧ — العصر .
- ٨ — التجفيف .
- ٩ — التجهيز والعبوة .

الآلات والأجهزة المستعملة في صناعة النشا

صناعة النشا من الصناعات التي لا تحتاج في الغالب إلى مكن وأجهزة معقدة وهي لهذه صناعة يسهل على الأفراد القيام بها وقد كانت في وقت من الأوقات من الصناعات المنزلية التي يمارسها النساء في البيوت إلا أنه بتقدم صناعات النسيج والورق وماشا كل ذلك من الصناعات التي يحتاج فيها إلى النشا بدأت تنشأ صناعات النشا وتقوم على أسس كبيرة كما كما تطورت طرق الصناعة وأدخلت عليها الطرق الميكانيكية .

الطواحين والمقارم

الطواحين هي في الواقع الركن الأساسي في مصنع النشا إذ على دقة عملها يعتمد انتاج المصنع ونوع النشا الناتج والطواحين المستعملة في صناعة النشا هي من النوع المعد للطحن الرطب . إذ أن معظم أنواع نشا الحبوب تحضر ابتداء من الحب ويجرى الطحن على الحب بعد نقعه حتى يلين .

والطواحين المستعملة في صناعات النشا هي في الغالب من النوع ذى الأقراص وهي إما أفقية أو رأسية أما النوع الاسطوانى والمخروطى فلا يستعملان إلا نادراً .

(١) النوع الأفقى : يتكون عادة من قرصين (حجرين) يدوران في اتجاهين مختلفين ويتراوح قطر كل قرص بين ١٢٠٠ الى ١٤٠٠ ملمتراً وفي السمك بين ٣٠٠ ، ٤٠٠ ملمتراً وتتراوح السرعة بين ٣٠٠ ، ٤٠٠ لفة في الدقيقة .

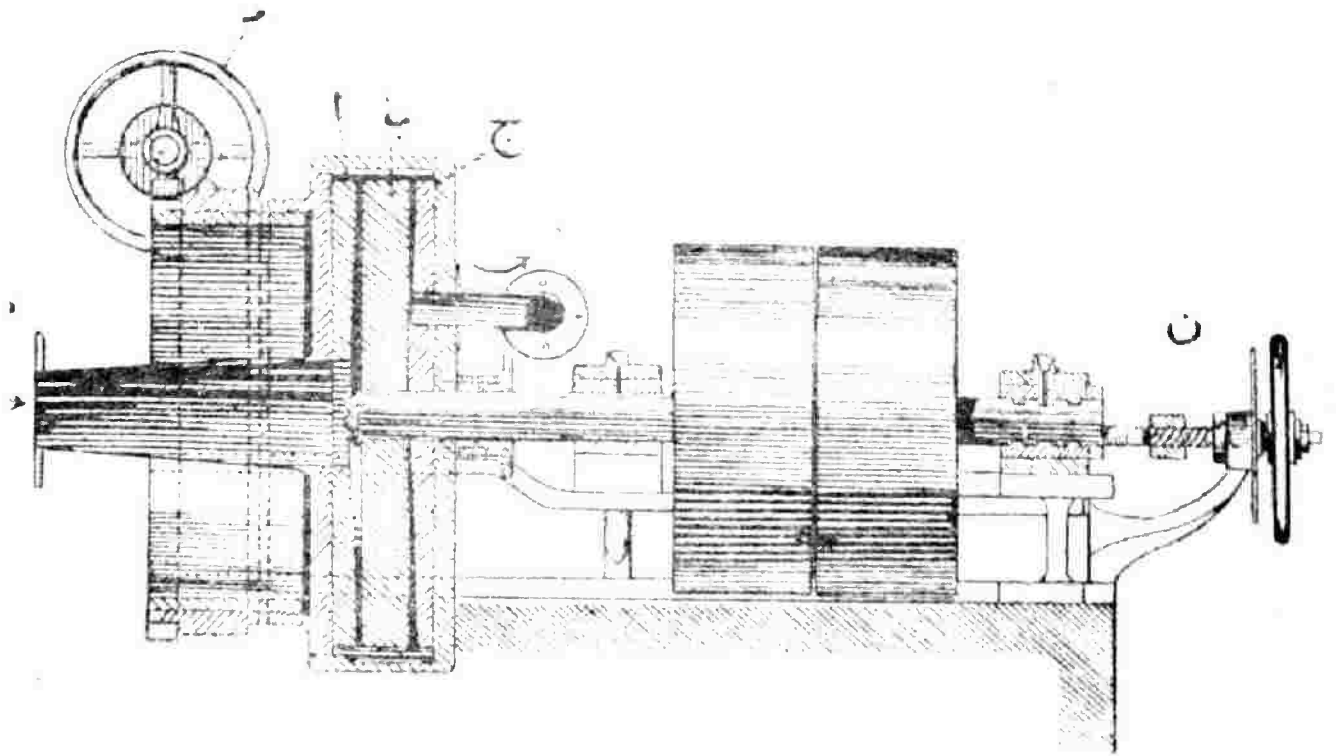
وتعد الطاحون بفتحة من أعلى لدخول الحب الذى يمر بين الحجرين من الوسط إلى الخارج حيث يستقبل في صندوق يحوط الحجرين ومنه يمر إلى الخارج .

(٢) النوع الرأسى : يتكون من ثلاث أحجار من الحديد مركب بها أسنان من الصلب ويدور الحجر الأوسط بينما يبقى الحجران الخارجيان ثابتين .

وفي التالى وصف لأحد أنواع هذه الطواحين :

(١) يتركب الطاحون كما يشاهد فى شكل ١٠ من حجر أوسط متحرك
(ب) من الزهر سمك ٨٠ مليمترا مركب على عامود الادارة .
(ج) وحجرين ثابتين (ا و ج) ويوجد الحجر (ج) مثبتاً فى جسم الصندوق
الذى يحيط الأحجار أما الحجر (ا) المثبت بالجهة الأخرى فيمكن تحريكه
حركة طولية بواسطة طارة (د) وبذلك يمكن تقريبه أو إبعاده من
(ب) فتقل المسافة بين الحجرين أو تكبر حسب درجة الطحن المطلوبة —
ويحمل الحجر المتحرك (ب) من جهه (ا) ٥٠٠ سلاحا من الصلب وكذلك
وجه الحجر (ا) المقابل . أما الوجه الآخر وكذلك وجه الحجر (ج)
فيحملان ٣٠٠ سلاحا لكل منهما وتندق هذه الأسلحة من المحور إلى
المحيط فى الجهة (ا) بينما تزيد دقة من المحيط إلى المحور فى الجانب الآخر .
يدخل الحب المنقوع من الفتحة (هـ) ثم يمر بين الحجر (ا و ب) وتقل
المسافة بين الحجرين كلما اتجه الحب إلى الخارج وبذلك تزيد درجة الطحن
حتى يمر الحب المطحون بين الحجر الأوسط والصندوق ثم بين الحجر
ب و ج ويتجه ثانية نحو المركز بينهما تقل المسافة بين هذين الحجرين
وتزداد درجة الطحن باقتراب الطحين من المركز ثم تنفذ المادة المطحونة
نهائياً من فتحة فى الجانب (ج) .

وتعدل درجة النعومة المطلوبة فى الطحن بواسطة تعديل المسافة أولاً
بين الحجرين (ج و ب) بواسطة طارة (ن) مركبة على عامود الادارة ثم بين
(ب و ا) بواسطة الطارة (د) .



(الشكل ١٠ طاحون رأسي)

وإذا علمنا أن الحجر الأوسط يدور بسرعة ٤٠٠ لفة في الدقيقة مع وجود العدد الكبير المذكور من الأسلحة أمكننا أن ندرك مقدار درجة الطحن التي يمكن الوصول إليها باستعمال مثل هذا الطاحون .

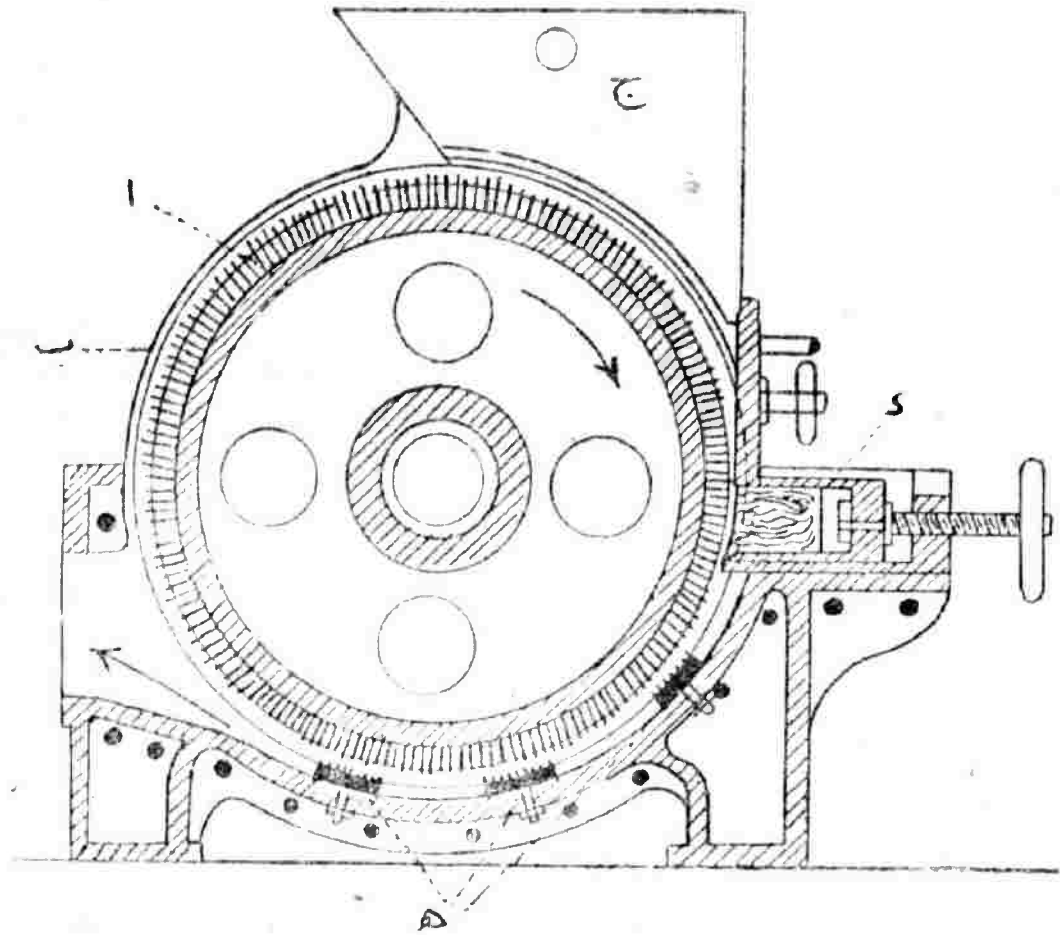
مكن فرم البطاطس

يختلف المكن المستعمل في فرم جذور البطاطس أساسياً عن الطواحين المستعملة في طحن الحب وذلك لأن البطاطس أقل صلابة من الحب كما أنه يحتوى على نسبة مرتفعة من الماء ومنخفضة من المواد الصلبة والألياف .

ولا يقتصر في الغالب في صناعة الفشا على نوع واحد من المفارم بل تبدأ عملية الفرم بواسطة مفرمة تفرم البطاطس فرماً خفيفاً يعقبها

تصفية تفصل الأجزاء الصلبة مثل بقايا القشرة والألياف . ثم يفرم الناتج عن هذه التصفية بمفرمة أشد تأثيراً فتحوّله إلى عجينة ناعمة وقد تعاد العملية مرة ثالثة للتأكد من أن جدران جميع الخلايا قد تحطمت وخرج منها النشا .

وسنقتصر في التالى على وصف نوعين من الممكن المستعمل فى فرم البطاطس .

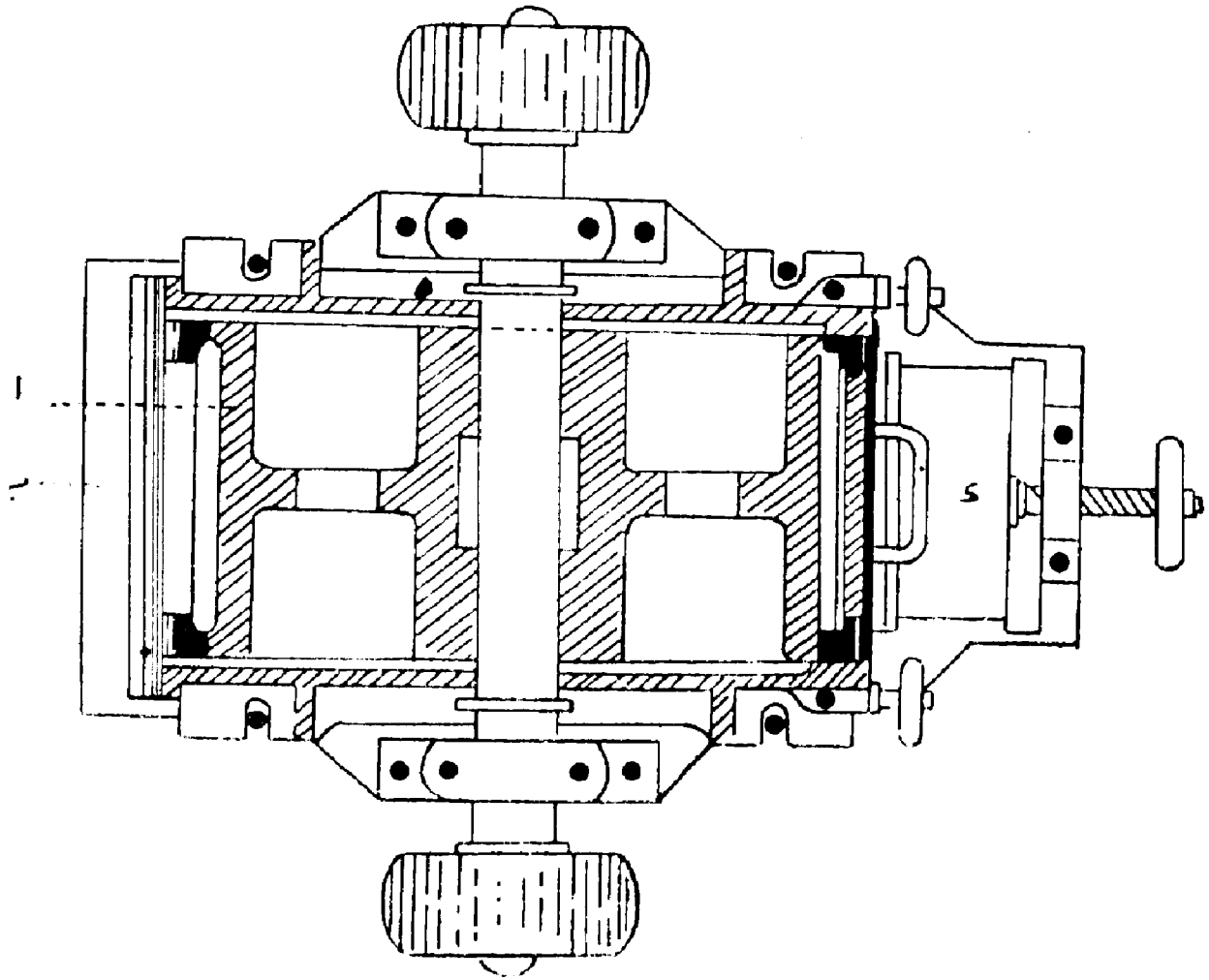


(الشكل ١١١ مفرمة للبطاطس)

النوع الأول :

تتكون المفرمة أساسياً من طنبور قطره حوالى ٦٠٠ إلى ٨٠٠ ملليمترا

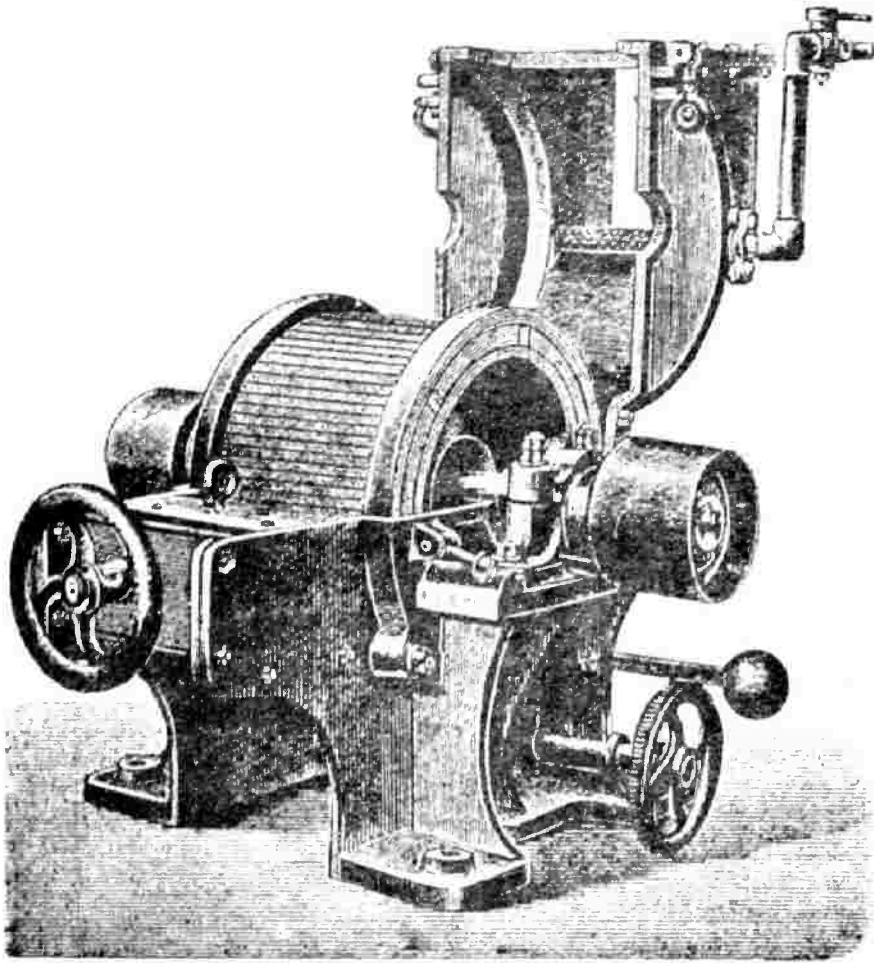
وعرضه حوالى ٣٠٠ مركب على سطحه أسلحة كاسنان المذشار مصنوعة من صفائح صلب يمكن تغييرها عند اللزوم ويوجد بالاستى حوالى ٨ أسنان وترتفع هذه الأسنان بمقدار من سطح الاسطوانة ويحيط بالاسطوانة التى عليها الأسنان أسطوانة أخرى .



(الشكل ١١ ب مفرمة بطاطس)

يدخل البطاطس من فتحة بأعلى المفرمة (ج) ويهبط بثقله إلى الداخل ويمكن تغيير كمية البطاطس بواسطة جهاز (د) ينزلق على قضبان من الصلب يمكن تقريبه أو إبعاده عن الطارة وبذلك تقل الفتحة التى يمر منها البطاطس او تزيد -- وعند دخول البطاطس يتعرض لتأثير

الأسلحة فتتفرم ويزيد في تأثير هذه العملية وجود وسادات مركبة في أسفل الأسطوانة الخارجية تحمل أسلحة أيضاً تقابل أسلحة الطنبور الأوسط وهذه الوسادات يمكن تقريبها أو إبعادها بواسطة قلاووظ ويدور الطنبور بسرعة ١٠٠٠ إلى ١٢٠٠ لفة في الدقيقة

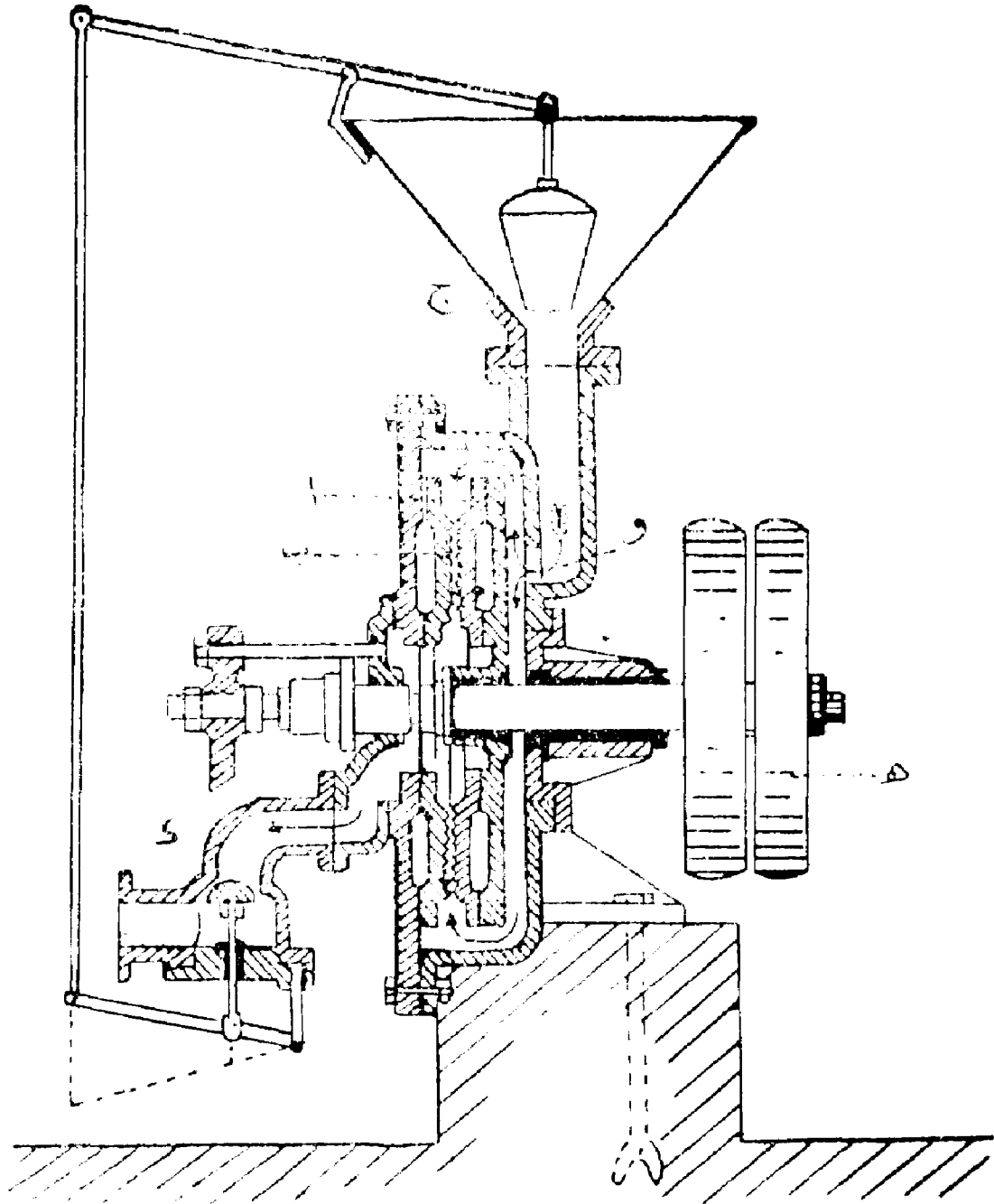


(شكل ١١ ج مفرمة بطاطس صنع هارتمان)

النوع الثاني

هذا النوع هو كثير الشبه بالطاحون وتتكون المفرمة أساسياً من علبتها قرص من الصلب (أ) متحرك مركب على سطحه أسنان في

أوضاع خاصة ويقابل السطح الذي عليه الأسنان قرص آخر ثابت (ب) به أسنان أيضاً في وضع عكسي بحيث يعمل مع القرص الأول شبه عاشق ومعشوق مع انفراج بسيط بينهما.
يمر لب البطاطس السابق فرمه وتصعبته من فتحة (و) قرب المركز وبتأثير القوة المركزية الطاردة الناتجة عن دوران القرص يتجه اللب إلى



(شكل ١٢ طاحون بطاطس «قطاع رأسي»)

الخارج ويمر بين الفراغ الموجود بين القرص والصندوق ومنه يمر بين صفين من الأسنان ثم يخرج من فتحة قرب المركز .

المناخل

يستعمل في صناعة النشا عدد كبير من المناخل تختلف في الشكل والحجم حسب حاجة المصنع والغرض من هذه المناخل هو فصل النشا عن الأجزاء الصلبة التي تنتج عن الطحن مثل الألياف والردة والسن أما الأنسجة المستعملة في المناخل فهي الحرير والسلك وتختلف النمر المستعملة باختلاف نوع النشا ويستعمل عادة في المبدأ مناخل واسعة لفصل الأجسام الخشنة مثل الردة الخشنة ثم مناخل أضيق لفصل الردة الناعمة والسن وتختلف النمر التي تعطى للنسيج المصافي باختلاف الخامات وفي التالي النمر التي تعطى للمناخل المعدنية وما يقابلها من نمر المناخل الحريرية

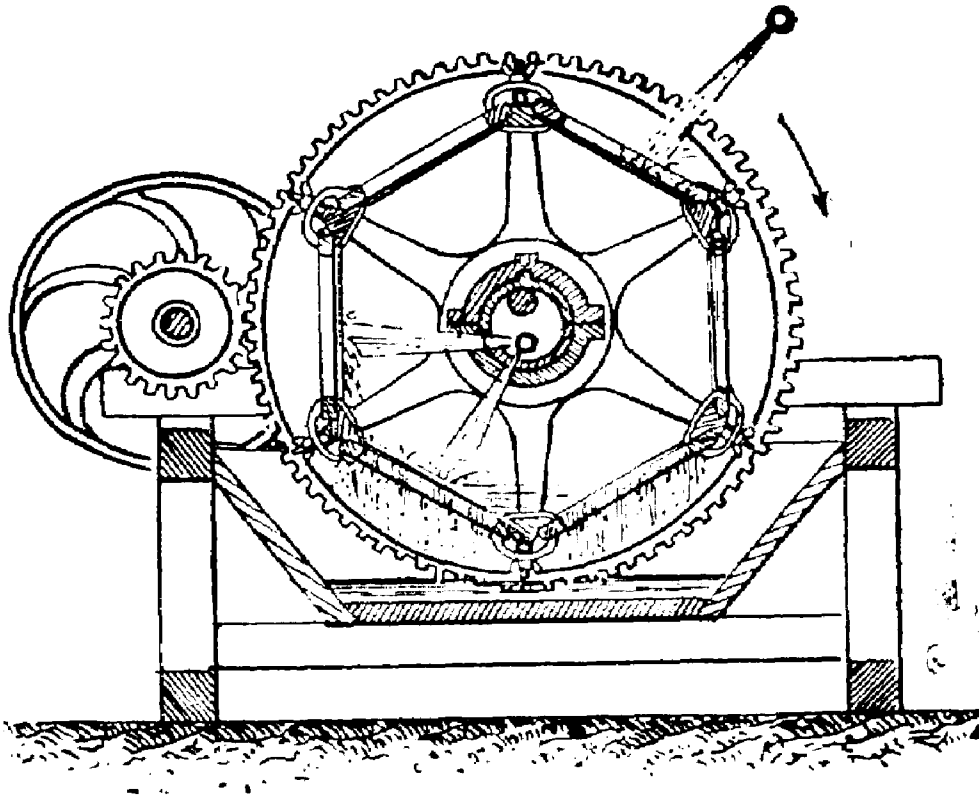
المناخل السلك	المناخل الحرير	المناخل السلك	المناخل الحرير
نمرة ١٨	نمرة ٠,٠٠٠	نمرة ٦٤	نمرة ٦
٢٠	٠٠٠	٧٠	٧
٢٦	٠٠	٨٠	٨
٣٢	٠	١٠٠	٩
٤٠	١	١١٠	١٠
٤٥	٢	١٢٠	١١
٥٠	٣	١٢٥	١٢
٥٥	٤	١٣٠	١٣
٦٠	٥	١٥٠	١٤

أما أهم المناخل المستعملة فهي التالية (١) المناخل السداسية المتحركة
(٢) المناخل ذات الفرش (٣) المناخل الرجاجة وذات الشلالات .

المناخل السداسية

هذه المناخل كثيرة الاستعمال بفرنسا وهولندا في صناعة نشا البطاطس وهي أسهل أنواع المناخل تركيباً وصيانة . ويتكون المنخل من جسم مستطيل سداسي الأركان يركب على أوجهه الستة أطارات مشدود عليها القماش أو السلك بواسطة مشابك بحيث يمكن تركيبها ونزعها عند اللزوم .

ويركب المنخل على حوض من الخشب أو الأسمنت مملوء بالماء بحيث ينغمر الجزء الأسفل منها بالماء ويدار المنخل بواسطة طارتين بالجانبين



(شكل ١٣ منخل سداسي)

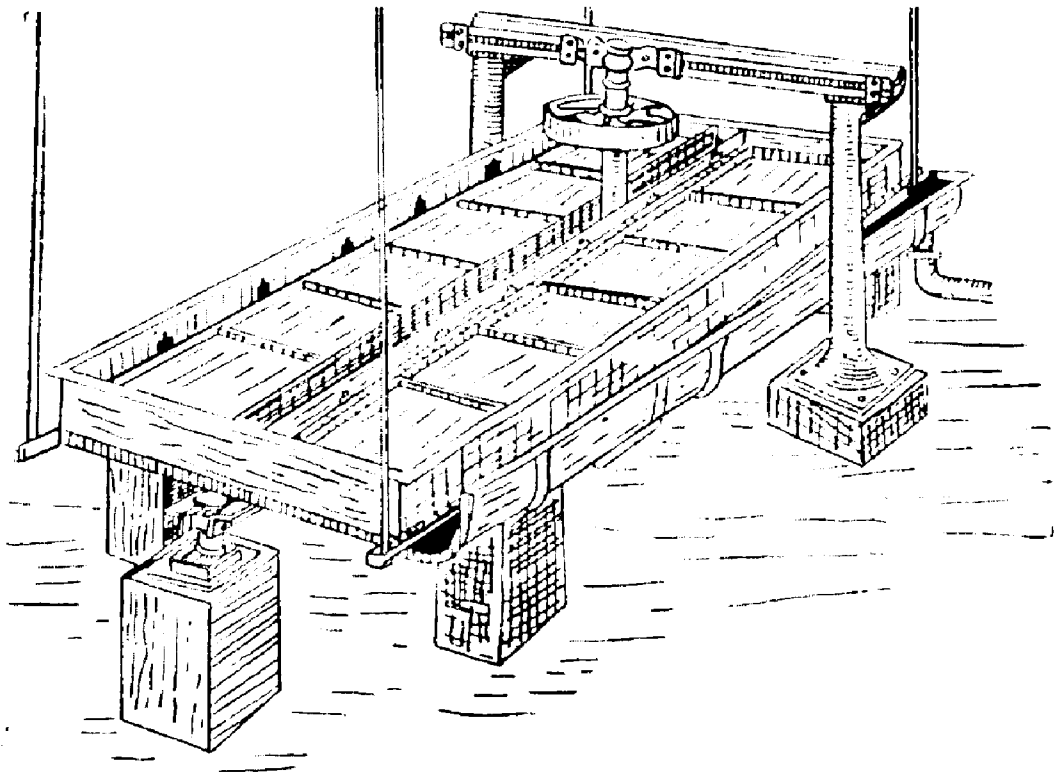
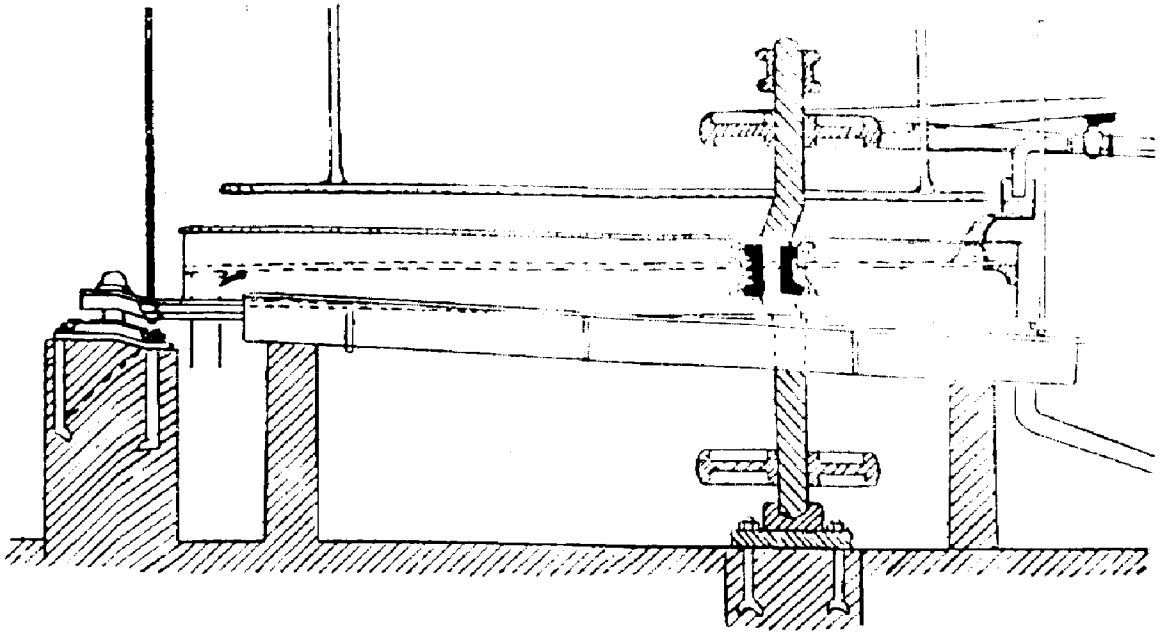
ويصل المعلق الذئوى المراد تصفيته بواسطة ماسورة من فتحه فى وسط أحد الجانبين فيسقط فى الماء ويتفكك وبدوران المنخل ترتفع الأجسام الصلبة الى أعلى ثم تسقط ثانية فى الماء وينفصل النشا ويمر من نسيج المصافى إلى الحوض الأسفل ويوجد بطول المنخل وقرب الوسط ماسورة مثقبة ينبثق منها الماء على هيئة (دش) فيساعد فى الوقت نفسه على انفصال النشا . وكذلك توجد ماسورة أخرى كالأولى أعلى المنخل ينبثق منها الماء ويعمل على تنظيف النسيج من الأجسام الصلبة التى تعلق به وبدوران المنخل تتقدم المواد الصلبة من الألياف وغيرها إلى الجهة الأخرى من المنخل وأخيراً تخرج من فتحه بالجانب الآخر .

أما النشا الذى حمله الماء إل الحوض الأسفل فيحسب منه بواسطة مضخة إلى العملية التالية .

وتمتاز المناخل السداسية على المناخل الأخرى بعدم استهلاك المصافى فيها بسرعة إذ أنها تدوم نحو ضعف الوقت الذى تدوم فيه المناخل الأخرى

المناخل الهزازة أو ذات الشلالات

تشبه هذه المناخل مناخل الرمل وهى تتكون من إطار من الخشب مستطيل مركب عليه عدة مناخل يفصلها عوارض من الخشب ويوضع المنخل فى وضع مائل ويوجد تحته حوض لاستقبال النشا ويمر فوق المنخل ماسورة بالطول يتفرع منها ماسورة مثقبة فوق كل منخل ينبثق منها الماء . (شكل ١٤ و ١٥)



(شكل ١٤)

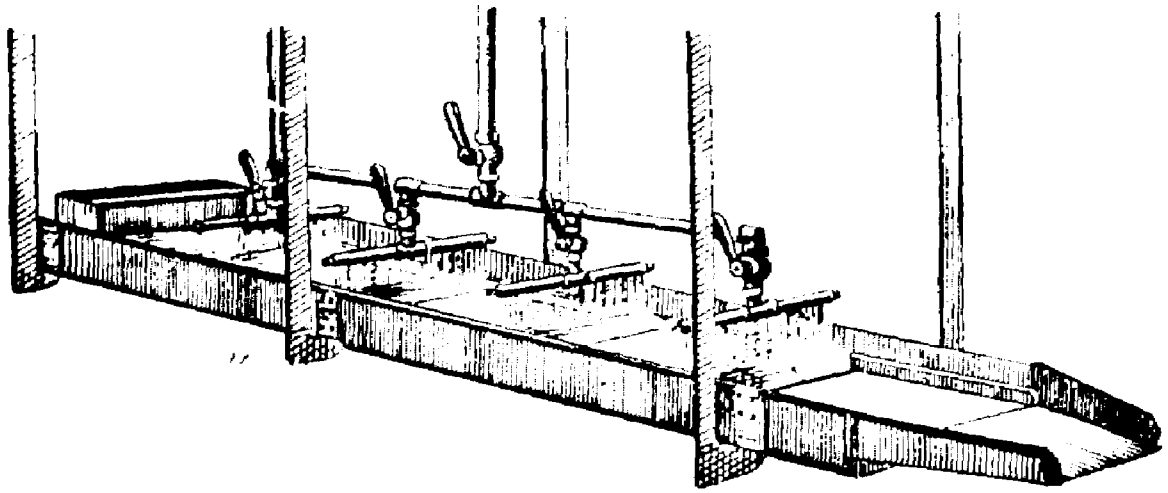
منخل هزاز — قطاع ومظور

ويعلق كل الجهاز على حوامل عرضية ويحرك حركة هز مستمرة بواسطة كامرة .

ويصل الطحين إلى المنخل من الجهة الاكثر ارتفاعاً فيقابل الماء المنشق

عن المواسير فيتفكك وينفصل عنه النشا جزئيا ويمر من المنخل إلى الحوض الأسفل وتتقدم الأجسام الصلبة التي لم تزل متحملة بجانب من النشا إلى المنخل التالى حيث تلقى نفس المعاملة وكذلك حتى تصل إلى آخر المنخل حيث تكون قد تركت الجانب الأكبر من النشا . ويمكن استخلاص النشا المتبقى باعادة العملية .

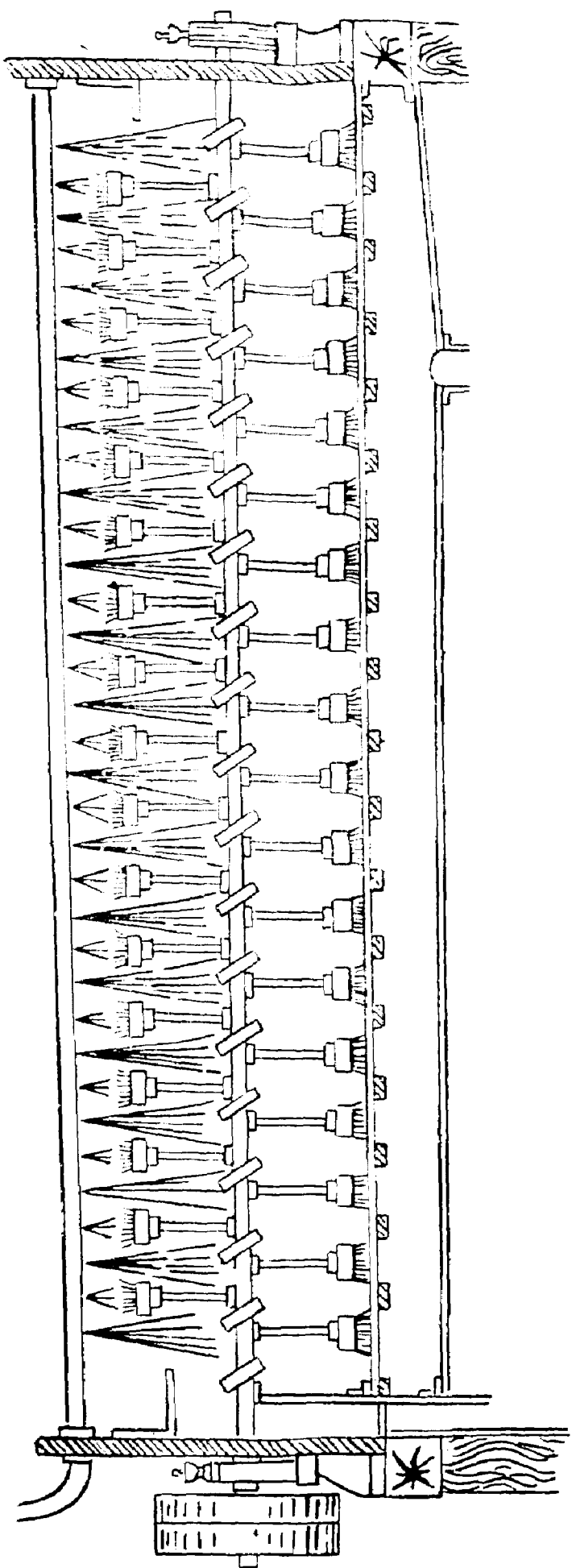
وهذا المنخل كثير الاستعمال بألمانيا وخاصة بالمصانع الصغيرة ومن مساوئه الحاجة إلى مقدار كبير من الماء للاستخلاص وصعوبة تنظيفه



(شكل ١٠) منخل شلالى

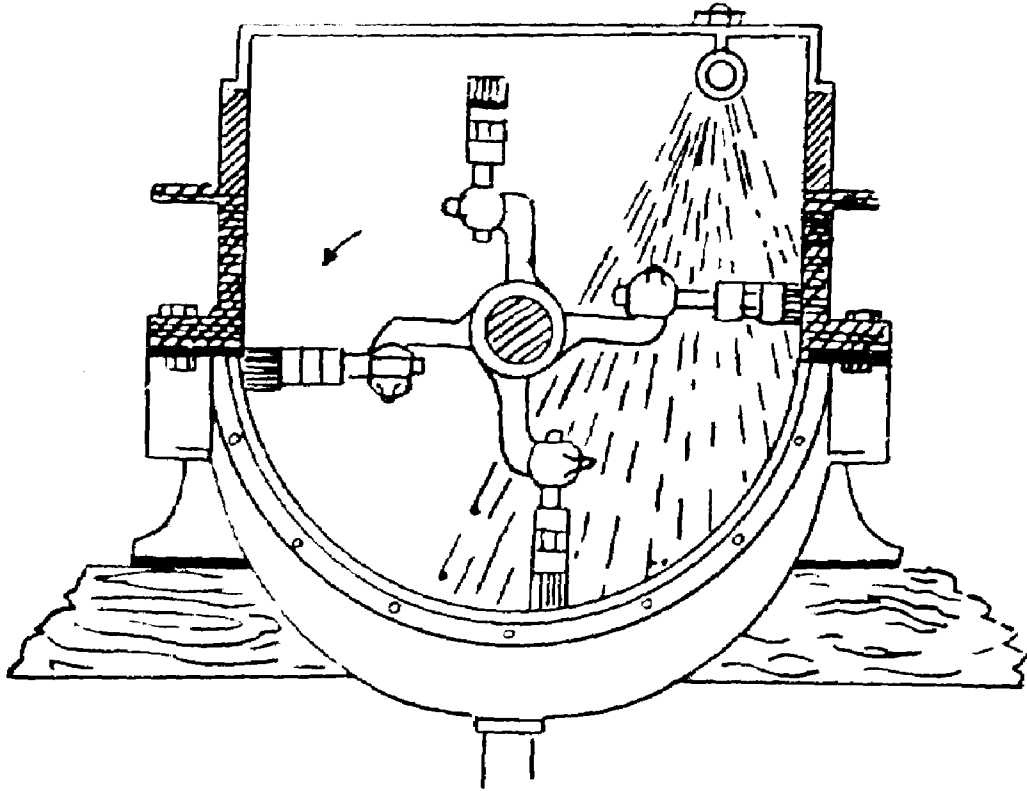
المناخل ذات الفرش

تتكون من صندوق من الحديد على شكل أسطوانى يركب على الجزء الأسفل منه منخل نصف أسطوانى يوجد بأسفله حوض مملوء بالماء . يمر بمحور المنخل عامود من الحديد يحمل عددا من الفرش يمكن تركيبها ورفعها — وتركب هذه الفرش بحيث يلمس طرفها سلك المصفاة بدون احداث ضغط كبير .



(شکل ۱۱۹) — میل دو طرفه قیاس طاق

ويوجد فوق الأسطوانة ماسورة مثقبة يندفع منها الماء على الجهاز
ويصل الطحين من أحد الطرفين وبواسطة الفرش الموضوعة وضعا
حلزونيا يتحرك إلى الجهة الأخرى بينما يعرض في الوقت نفسه للغسيل
بالماء فينفصل عنه النشا ويمر من المصافي إلى الخوض الأسفل حتى إذا
وصل إلى الطرف الآخر يكون قد فصل عنه معظم النشا ثم يخرج من
الجهة الأخرى .

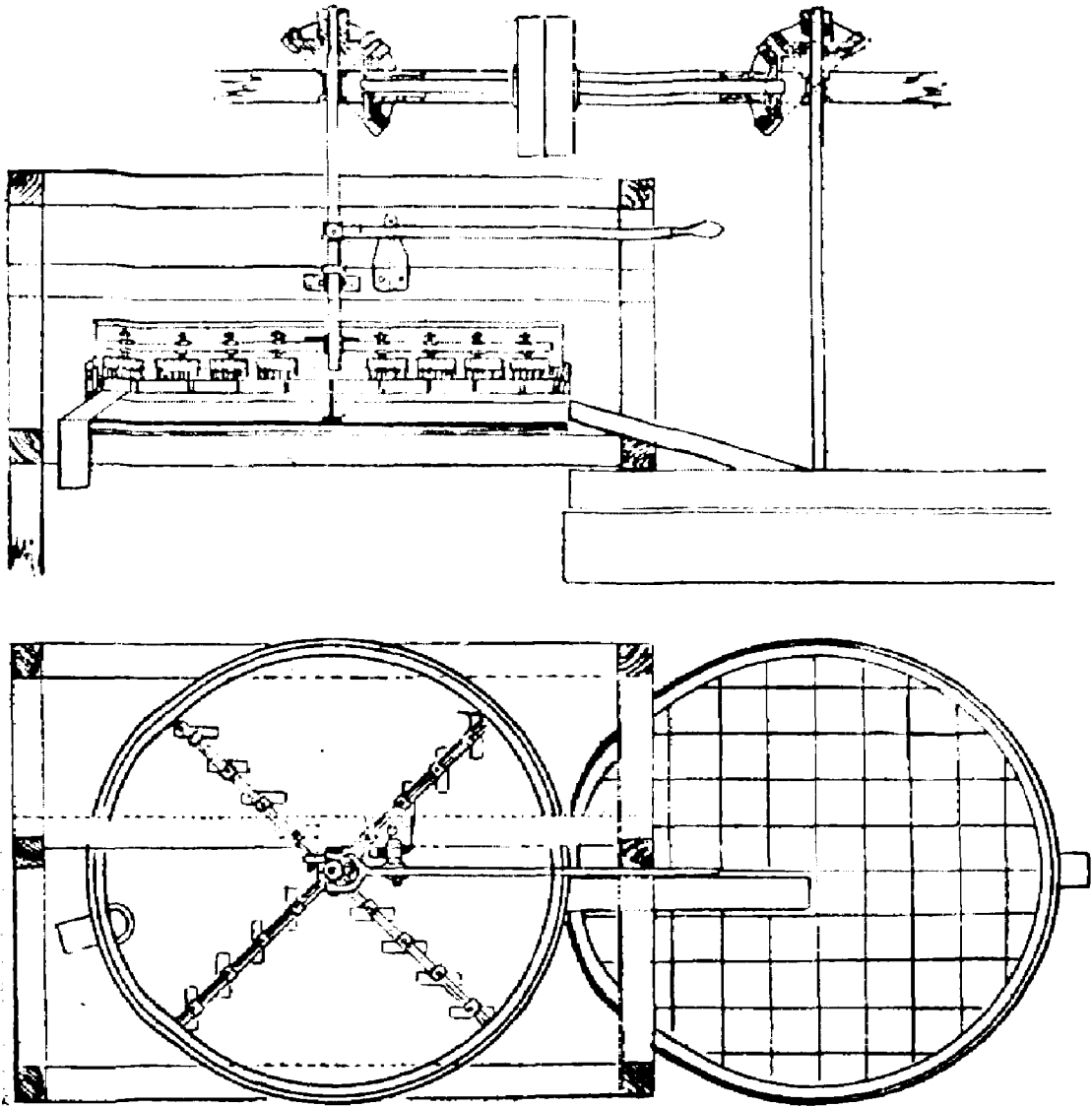


(شكل ١٦ ب) منخل ذو فرش — قطاع عرضي

وتأثير الفرش هو إضافة إلى تحريك النشا غسيل المصافي باستمرار
والمناخل ذات الفرش من أكثر المناخل صعوبة من حيث الصيانة
والتشغيل وذلك لأن الفرش يجب أن تكون دائماً على بعد مناسب
بحيث تلامس المصفاة بدون أن تضغط عليها لأن الضغط الزائد يسبب
مرور القشور والمواد الصلبة من المصفاة مع النشا . هذا إلى صعوبة شد

لمصفاة على جسم الجهاز بحيث تكون نصف دائرة مضبوطة إذا كانت من السلك وسهولة استهلاكها من تأثير احتكاك الفرش إذا كانت من الحرير .

ويتراوح طول المنخل بين ٣ و ٦ متر حسب المصنع .
هذا ويستعمل بألمانيا أيضا نوع من المناخل ذات الفرش مستديرة .



(شكل ١٧) منخل مستدير ذو فرش — قطاع رأسي و مسقط

ومسطحة القاع كما هو واضح بالشكل ١٧ وتركب الفرش على عارضتين متعامدتين متصلتين عند مركز تقاطعهما بعامود الإدارة ويصل الطحين إلى وسط المصفاه وبدوران الفرش يمر النشا من المصافي بينما تتحرك بقية المواد الصلبة إلى الخارج حيث تمر من فتحة بالجانب ولما كان الاستخلاص لا يتم من مرة واحدة فانه يستعمل في الغالب جهازان فتمر النخالة الناتجة عن الاول إلى الثانى حيث يتم استخلاص النشا منها.

أجهزة التنقية والترسيب

بعد فصل النشا عن الاجسام الصلبة الاخرى بواسطة النخل يبقى متمزجا بجانب من الجلوتين الذى يمر من المصافي وهذا الجلوتين كما قد منا أخف من النشا نفسه وعليه فيمكن فصله عنه بفضل الفرق في الكثافة بين المادتين ويجرى ذلك في عملية الترسيب الطبيعى إذ أن النشا بسبب ثقله يرسب قبل الجلوتين.

ويجرى الترسيب بطريقتين (١) الترسيب في الماء الساكن (٢) الترسيب في الماء المتحرك .

الترسيب في الماء الساكن (أو بالاحواض)

يستخدم في هذه الطريقة التي تعتبر أقدم طرق الترسيب أحواض من الخشب أو الاسمنت سعتها حوالى متر إلى متر ونصف مكعب معدة بفتحات على ارتفاعات مختلفة تقفل بواسطة خوابير من الخشب .

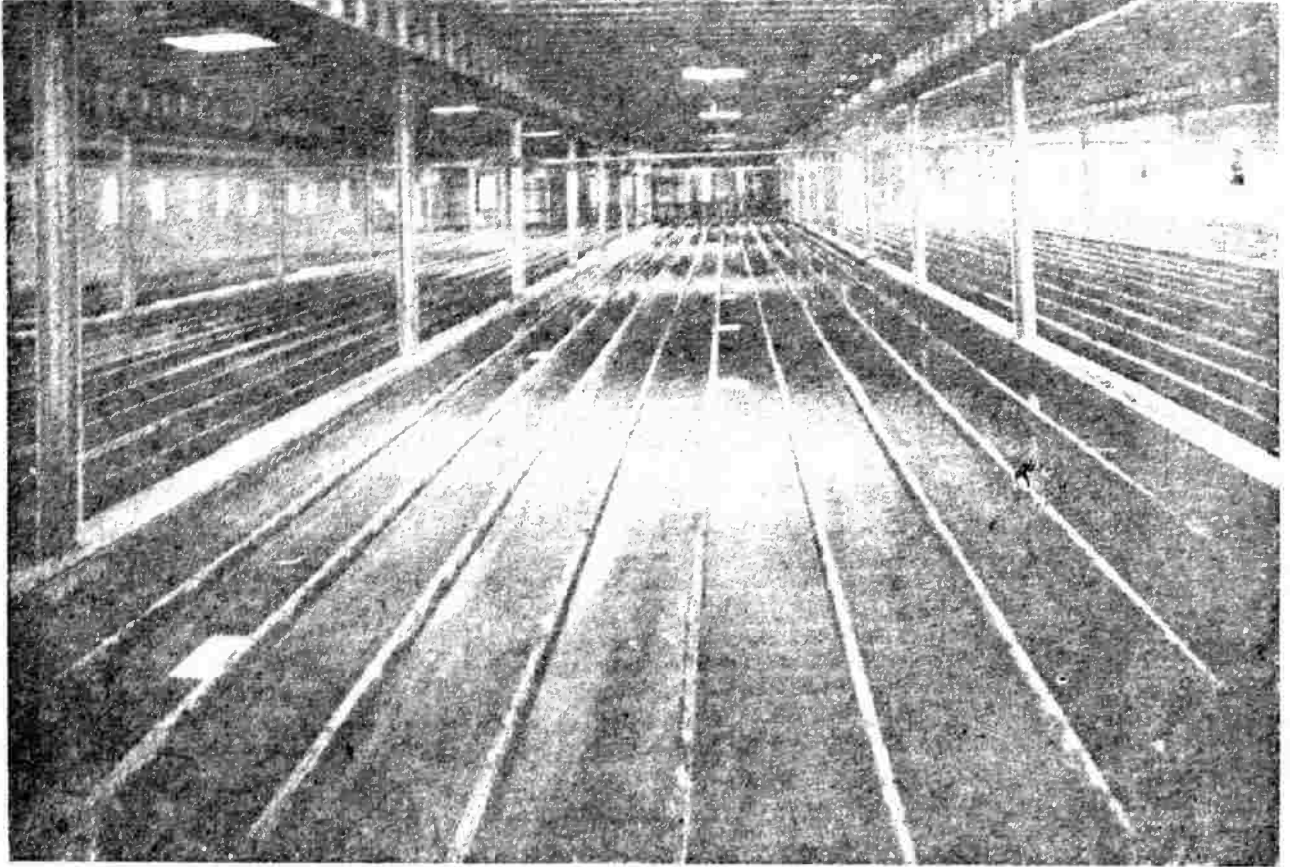
وطريقة العمل هي أن يمزج النشا الموجود المراد تنقيته بالماء حتى تصل كثافته ٦ إلى ٧ بوميه ويقلب جيدا ثم يترك لمدة ١٠ إلى ١٢ ساعة فيترسب النشا أولا ثم يترسب فوقه الجلوئين فتفتح الفتحات بالتالى لسحب الماء ثم الجلوئين ثم النشا . وبطبيعة الحال لا يتكون الجلوئين على هيئة طبقة منفصلة بل يكون مخلوطا بجانب من النشا وكذلك شأن النشا الذى يحتوى على مقدار أقل من الجلوئين ولهذا يجب إعادة العملية ثانية على طبقة الجلوئين لفصل النشا عنها وكذلك على النشا لفصل ما تبقى من الجلوئين به .

هذا وقد استبدلت الفتحات العادية الموجودة مباشرة فى جسم الحوض بلوح به ثقوب فى وضع متعرج بحيث يسمح بدرجة أعلى من الدقة فى سحب الماء والجلوتين والنشا . كما استعملت أيضا طريقة السيفون لفصل الماء ويتكون السيفون عادة من المعدن وينتهى من طرفه الذى بالحوض بعلبة لمنع النشا من الصعود مع الماء ويستعمل للغرض نفسه عوامة لسحب الماء وسنشرح ذلك بالتفصيل فى مكان آخر .

الترسيب فى الماء المتحرك أو بواسطة قنوات الترسيب

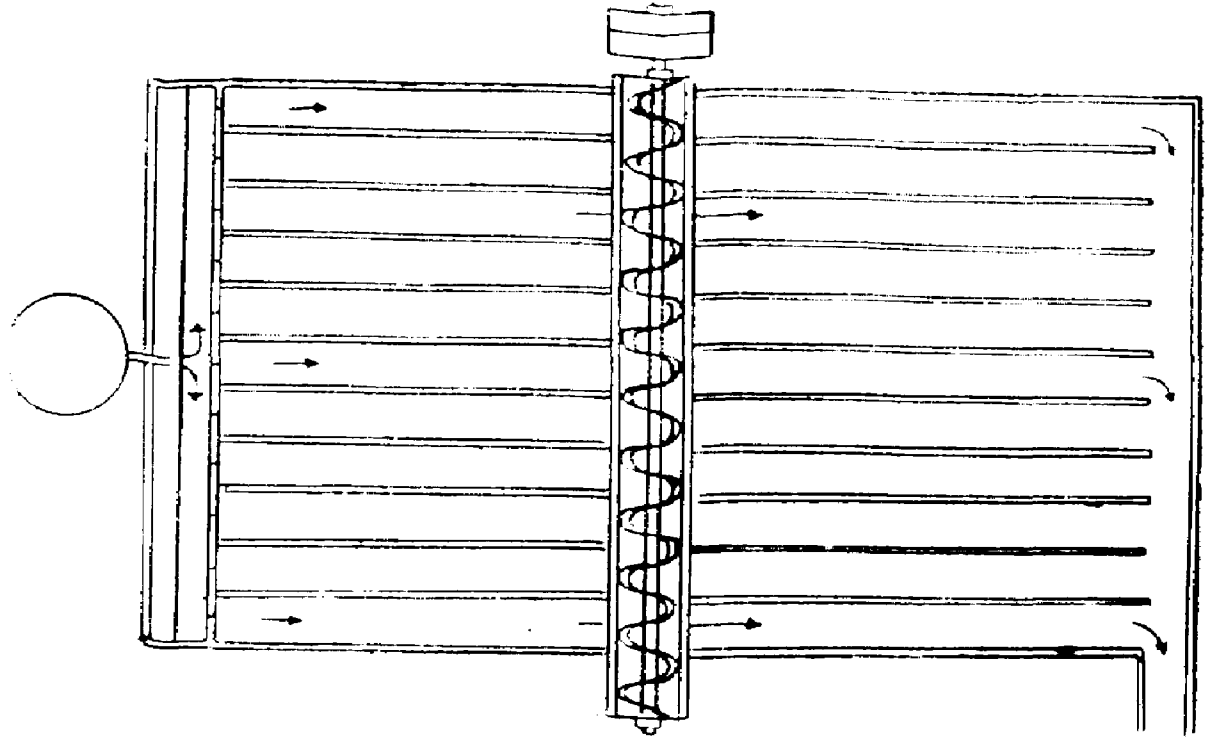
بدلا من استعمال الأحواض للترسيب تستخدم طريقة أخرى هي الأكثر انتشارا بالمصانع فى الوقت الحاضر وتتخلص هذه الطريقة فى صب النشا بقنوات تسمى بالمتضدات (Tables) قليلة الميل والغور . وتبلغ هذه القنوات حوالى ٣٠ مترا فى الطول ٦٠ سم فى العمق

أما العرض فيتراوح بين متر وربع ومتر ونصف وهي تتكون أما من



(شكل ١١٨) قنوات ترسيب وتنقية النشا باحدى المصانع الكبرى
الحشب أو الأسمنت (شكل ١٨) وتميل هذه القنوات ميلا قليلا جدا
لا يتجاوز ١٠ سم في كل الطول .
وإذا لم يتسع المكان للطول المذكور تعمل المنضدات على أجزاء
(اثنين أو ثلاثة) تركيب بعضها فوق البعض بحيث تصب القناة العليا
في الثانية والثانية في الثالثة كما يوضح الشكل ١٩ ، ١٩ ب .
ويختلف عدد القنوات اللازمة باختلاف إنتاج المصنع ويمكن
للقناة الواحدة أن ترسب النشا الناتج عن حوالى ١٠٠٠ كجم من الحب

أو ٣٠٠٠ كجم من البطاطس في ظرف أربع ساعات .



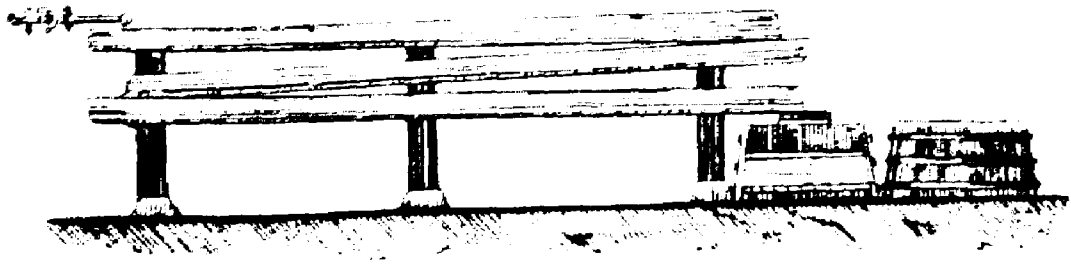
(شكل ١٨ ب) قنوات الترسيب

وتترتب القنوات موازية بعضها للبعض ويصلها من الجزء الأعلى قناة رئيسية لتوزيع معلق النشا (شكل ١٨ ب) .

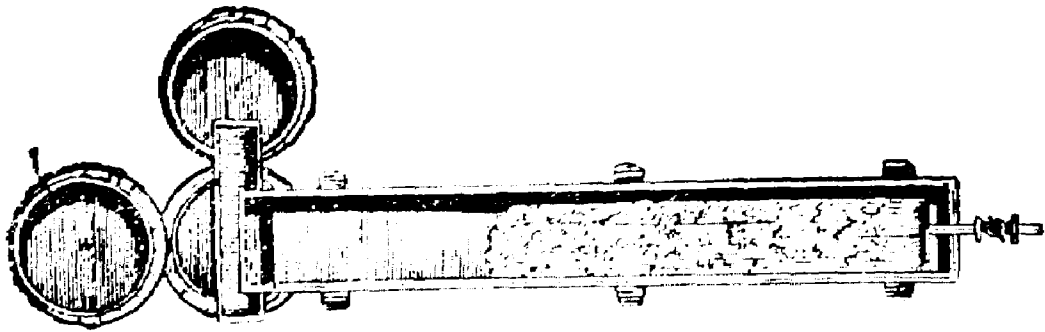
يحضر محلول النشا في كثافة ٣ إلى ٧ يومية ثم يصب في القنوات ببطء (حوالى ٦ لتر في الدقيقة من ٣ محلول يومية لكل ٢٢ متر مسطح من سطح القنوات أو بسرعة ١٠ إلى ٢٠ سم للدقيقة) .

وعند صنع القنوات من الخشب يجب أن يكون الخشب من نوع لا يلتوى بالبلل كما يجب أن يكون قليل البروز وأحسن أنواع الخشب لهذا الغرض هو خشب الصنوبر والشربين .

يصب معلق النشا حتى تتكون طبقة حوالى ٢٠ سم في أول القناة



(شكل ١١٩) قنوات ترسيب مركبة



(شكل ١٩ ب) مسقط للشكل السابق

وعند ذلك يقفل الصنبور ويترك النشا حتى يترسب كله فيلاحظ أن النشا النقي يترسب في أول القناة ثم يليه جزء مختلط بالجلوتين وفي آخر القناة يترسب الجلوتين . كما يترسب أيضا على هيئة طبقة خفيفة على طبقة النشا ولفصل هذه الطبقة يمر بلوح من الخشب بعرض القناة على سطح النشا وتقشط الطبقة الجلوتينية .

طريقة أو هالاند

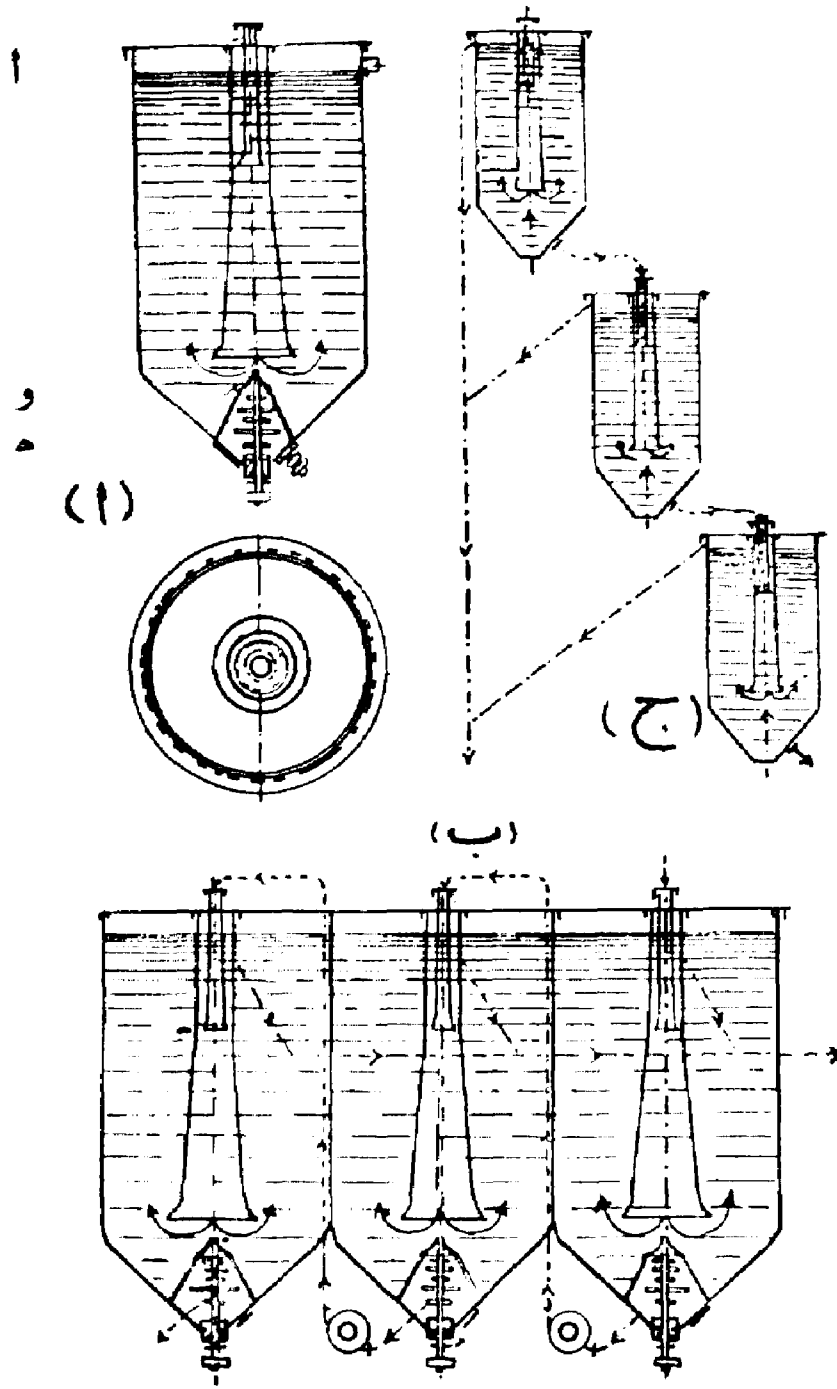
هذه الطريقة تختلف أساسيا عن طرق استخلاص النشا الأخرى بأنها طريقة مستمرة وسريعة ولا يمكن فيها النشا بالماء مدة طويلة كما أنها لا تحتاج إلى أيدي عاملة كثيرة .

وأساس هذه الطريقة هو ترسيب النشا في جهاز اسطوانى كالمبين بالشكل ٢٠ وسحبه من فتحة من أسفل الجهاز بينما يغادر الماء الجهاز من فتحة أخرى في أعلى الجهاز .

والفكرة الأساسية في هذا الجهاز هي تخفيض سرعة الماء المحمل بالنشا تدريجيا حتى تكاد تنعدم فيترسب النشا بينما تبقى الأجسام الأخرى منه معلقة بالماء فيحملها إلى خارج الجهاز .

يتكون الجهاز من حوض (ا) مخروطى الشكل من أسفله ويصل الماء النشوى إلى الجهاز بواسطة ماسورة (ب) تزداد في القطر شيئا فشيئا وتصب داخل ماسورة أخرى أوسع منها تزداد أيضا في القطر فبسبب الازدياد المستمر في قطر الماسورتين تقل سرعة المعلق النشوى حتى تصل أقلها عند نهاية الماسورة الثانية وتقل هذه السرعة مرة أخرى عندما يبدأ الماء في السير في الاتجاه العكسى بالحوض خارج الماسورة وفي هذه الأثناء يترسب معظم النشا بقاع الجهاز المخروطى حيث يسحب من فتحة (هـ) بقرب أسفله . ولما كان رسوب النشا في قاع الجهاز على الصورة السابقة يسبب تماسكه ببعضه مما يؤدي إلى صعوبة نزوله من الفتحة المذكورة فقد أعد أسفل الجهاز بقلاب صغير حلزوني الشكل (و) يدور بحركة بطيئة فيفكك النشا ويمنعه من التماسك وبذلك ينساب بسهولة من الفتحة هـ .

أما الماء المحمل بالجلوتين والمواد الأخرى القليلة الكثافة فانه يغادر الجهاز من فتحة في أعلاه (ز) .



(شكل ١٢٠)

وللحصول على نشا على درجة كبيرة من النقاء يجب أن يمر النشا
المذكور مرة أخرى أو مرتين بالجهاز بعد تخفيفه بالماء . والمتبع استعمال
ثلاث أجهزة متصلة بعضها على التوالى كما يوضحه الرسم (شكل ٢٠ ب) .

ويصلح الجهاز المذكور لتنقية نشا البطاطس والأذرة وكذلك نشا الأرز إلا أن في الحالة الأخيرة يشغل الجهاز بطريقة عكسية وذلك لأن جلوتين الأرز يرسب أسرع من النشا فيرسب أسفل الجهاز بينما يمر النشا مع الماء إلى الخارج ويجب في هذه الحالة تعديل السرعة حتى لا يرسب النشا وعند تشغيل عدد من الأجهزة يجب أيضا تغيير طريقة الاتصال كما هو مبين بالرسم (شكل ٢٠ ح) .

طريقة الممخضة (السنترفيوج)

يستعان في هذه الطريقة بالقوة المركزية الطاردة (Centrifugal Force) على فصل النشا عن الجلوتين لاختلاف وزنيهما النوعيين .

ويستعمل لهذا الغرض الممخضة المحورية (عصاراة سنترفيوج) وهي تتكون من وعاء أسطوانى مركب من وسطه على عامود إدارة متصل مباشرة بالمحرك أو يدار بسير من عامود الإدارة .

ويحيط هذا الوعاء غلاف واقى من الحديد الزهر عادة . أما جسم العصاراة أو القفص كما يسمى أحيانا فكان يصنع فى الأول من النحاس إلا أنه كثر فى السنوات الأخيرة استعمال الصلب الغير قابل للاكسدة أو سبائك النيكل .

ويستعمل فى صناعة نشا البطاطس قفص ذو جدار مثقب يثبت عليه نسيج رفيع . وبعد ملئ العصاراة تدور بسرعة حوالى ١٥٠٠ لفة فى الدقيقة فيمر الماء من مسام النسيج بينما تترسب الأجسام الصلبة حسب كثافتها على جدار العصاراة فتترسب حبيبات النشا الكبيرة ثم

الصغيرة وأخيرا الجلوتين وبعد دوران العصاراة المدة اللازمة توقف ثم تفصل طبقة الجلوتين من النشا . وتعاد عملية الاستخلاص مرة أخرى .

ولا تستعمل في استخلاص نشا الارز عصاراة ذات جدار مثقب ويتروح قطر قفص العصاراة بين ٨٠ و ٩٠ سم وارتفاعها بين ٣٤ و ٤٠ وطريقة العمل هي أن يملأ الطنبور الداخلى للعصاراة بالمعلق النشوى وتدار العصاراة لمدة ١ ساعة فيترسب النشا وعند ذلك تفتح فتحة بقاع العصاراة لينساب منها الماء .

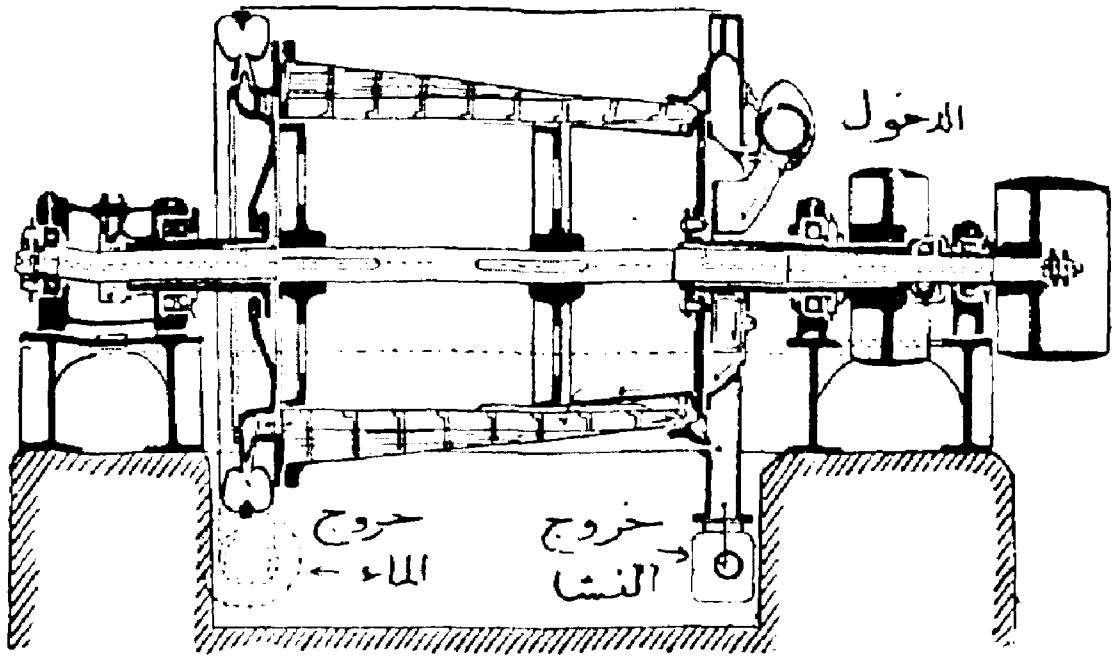
ولسهولة رفع النشا من العصاراة توضع بها على أبعاد متساوية صفائح من المعدن فعند ترسيب النشا يتكون على هيئة كتل يمكن رفعها بسهولة .

وتتماز طريقة العصاراة على طرق التنقية الأخرى بأن فيها يزال الجانب الأكبر من الماء في الوقت نفسه .

الطريقة المستمرة لفصل النشا

تستعمل هذه الطريقة في بعض المصانع بألمانيا ويتكون جهاز الفصل كما في الشكل (٢٢) من قاعة مخروطية الشكل في وضع أفقى داخلها حازون يدور بسرعة تختلف قليلا عن سرعة القاعة نفسها ويدخل النشا من الطرف الضيق فيترسب بتأثير القوة الطاردة على سطح القاعة الداخلية وبدوران الحزون المذكور يتحرك النشا ببطء إلى الطرف الضيق ويخرج من فتحة في أسفل الجهاز بينما يخرج الماء من الطرف الواسع

ويحتوى النشا عند خروجه من هذا الجهاز على حوالى ٥٥ ٪ ماء .



(شكل ٢٢)

أجهزة العصير والتجفيف

يحتوى النشا بعد ترسيبه وفصل الجلوتين عنه باستعمال احدى الطرق لموصوفة أعلاه على مقدار كبير من الماء يتراوح بين ٥٠ و ٥٥ ٪ يسمى حينئذ بالنشا الأخضر . والنشا على هذه الحالة لا يمكن حفظه مدة طويلة إلا فى درجة حرارة منخفضة إذ أنه يحمض ويتعفن بسرعة لهذا يجب لجعله مادة صالحة للحفظ أن يزال منه ما زاد عن ماء الرطوبة طبيعى الذى يتراوح بين ١٠ و ١٥ ٪ حسب درجة الرطوبة والحرارة الجوية .

وإزالة كمية الماء المذكورة من النشا يمكن أن تجرى بواسطة التجفيف تأثير الحرارة والتهوية إلا أن كبر هذه الكمية يستدعى فى هذه الحالة

استخدام كمية كبيرة من الحرارة كما أن النشا يكون معرضا للتخول إلى مطبوخ هذا إضافة إلى إطالة الوقت اللازم للتجفيف مما يعرض النشا للتخمر والتعفن ولهذا السبب فإن جانباً لا بأس به من الماء الذى يحتويه النشا الأخضر يستحسن أن يزال بالطرق الميكانيكية التى تكون ما نسميه هنا بالعصير .

عصير النشا أو فصل الماء

يستعمل فى فصل الماء عن النشا طرق عديدة أهمها (ا) طريقة الممخضة المحورية (ب) طريقة القوالب (ج) طريقة كبس الهواء .

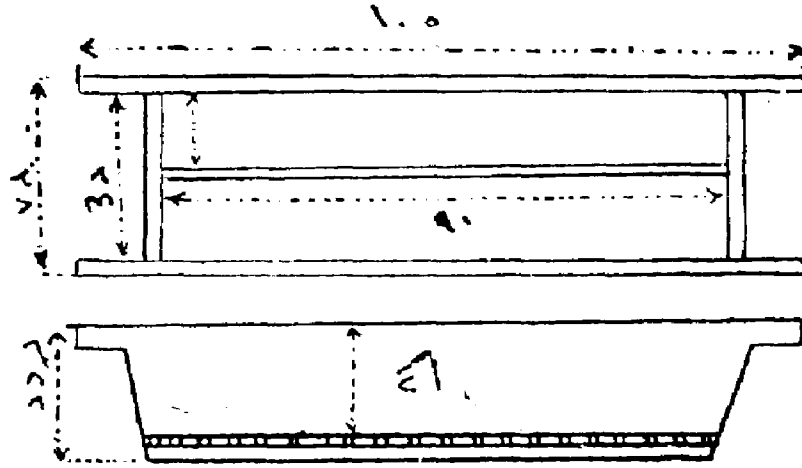
(ا) الممخضة : (Centrifuge) أهم الأجهزة المستعملة فى إزالة ماء النشا وقد أتينا أعلاه على وصف هذا الجهاز وبعد خروج النشا من الممخضة يحتوى على ما يقرب من ٤٠ - ٣٥ ٪ ماء . ويعتمد انتاج الممخضة على قطرها وسرعتها على أنه باستعمال الممخضة لا يمكن الحصول على النشا المعروف بالنشا البلورى .

(ب) طريقة القوالب : هذه الطريقة هى الأكثر استعمالاً فى المصانع وأكثر ما تستعمل فى حالة نشا الأذرة والأرز .

وتتلخص طريقة التجفيف المذكورة فى صب النشا الناتج من أجهزة الترسيب فى قوالب مصنوعة من الخشب ذات قاع مثقب بعد تغطية جوانبها الداخلية بقماش رفيع .

ويبلغ طول القالب حوالى متر ونصف أما العرض فيعطى حسب عرض قطع النشا المراد الحصول عليها للتجفيف . ويوضع على القالب

أثناء صب النشا فيه اطار بارتفاع حوالى ٦٠ سم لمنع النشا من أن يطف من القالب .



(شكل ٢٣) قالب لفصل الماء عن النشا

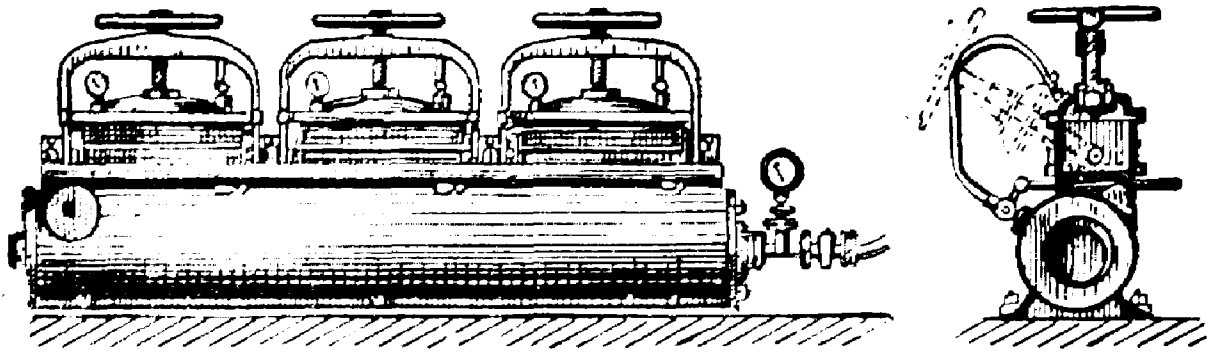
بمجرد صب النشا بالقالب ينفصل عنه جانب من الماء وبعد صب النشا يعطى القالب هزة برفعه قليلا وتركه يرتطم بالمنضدة التى يوضع عليها ويكرر ذلك خمسة إلى ستة مرات على ثلاث دفعات يفصلها بعض الوقت وبعد مدة ٢٤ ساعة يكون النشا قد فقد جانبا كبيرا من الماء الذى به إلا أنه لم يزل يحتوى على ٤٢ إلى ٤٤ ٪ من هذا الماء .

وطريقة القوالب طريقة طويلة ومتعبة وتحتاج إلى أيدي عاملة كثيرة كما تحتاج إلى مكان كبير ولهذا السبب تفضل طريقة إزالة الماء بواسطة الهواء المضغوط أو بواسطة الممخضة .

(ج) فصل الماء بواسطة الهواء المضغوط

يصب النشا فى قوالب وتركب هذه القوالب على جهاز (شكل ٢٤) وتغطى بغطيان محكمة يتسلط عليها حلزون يتحرك بواسطة طارة ويتصل كل

قالب بالجهاز بواسطة قاعه المثقب المغطى بطبقة من القماش . وبواسطة مضخة هوائية يدفع الهواء داخل القوالب فيطرد الماء منها عن طريق القاع المثقب إلى الخزان الموجود تحته ويستعمل في ذلك ضغط قدره ٥ - ٦ جوا . ويتطلب التجفيف ٥ إلى ١٠ دقائق .



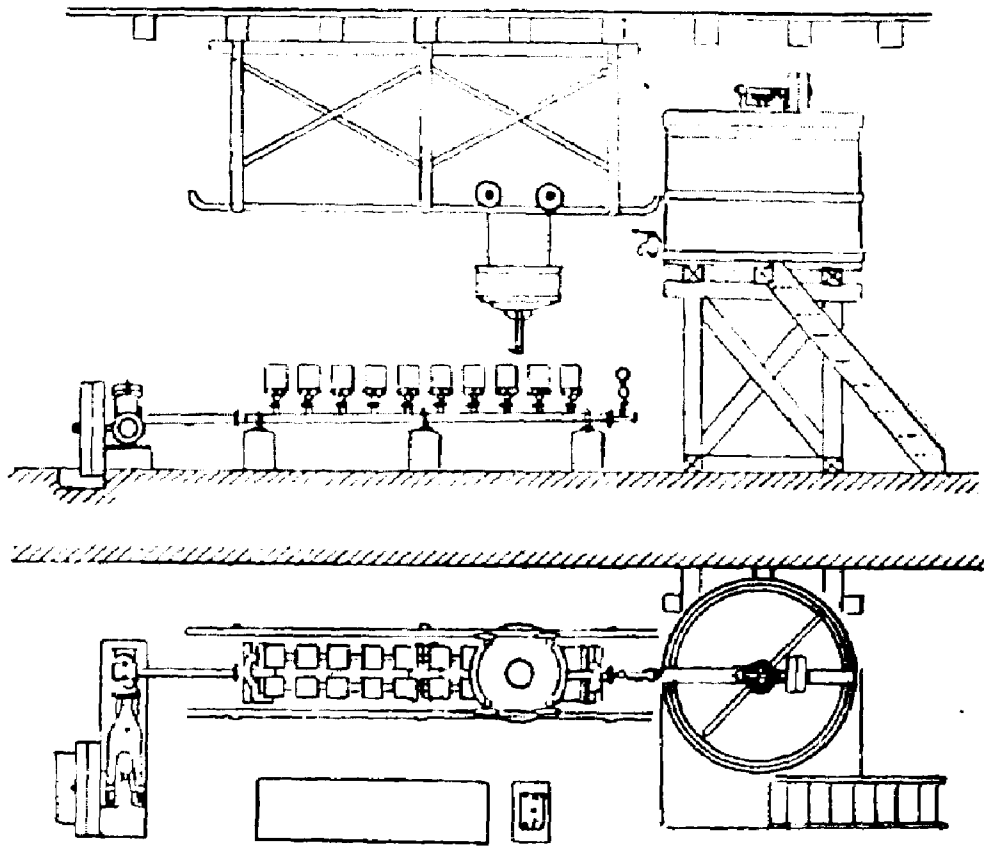
(شكل ٢٤) فصل الماء عن النشا بواسطة الهواء المضغوط

هذا ويستخدم أيضا تفريغ الهواء لنفس الغرض إلا أن العملية تحتاج إلى وقت أطول (حوالى ٨٠ دقيقة) وذلك لأن التفريغ الذى يحصل عليه لا يتجاوز $\frac{2}{3}$ جو . (شكل ٢٥)

تجفيف النشا والأفران

بعد إزالة جانب من الماء من النشا بالطرق الميكانيكية التى فصلناها أعلاه يتبقى به ما يتراوح بين ٣٥ - ٤٢ ٪ من الماء . وللوصول إلى الكمية الطبيعية للماء بالنشا وهى ١٥ ٪ تقريبا يجب أن يعتمد إلى تجفيفه بتأثير الحرارة .

وتجفيف النشا ليس من العمليات البسيطة كما يتبادر إلى الذهن لأول وهلة وذلك لأن استعمال درجة حرارة مرتفعة فى التجفيف



(شكل ٢٥) طريقة فصل الماء بتفريغ الهواء

يسبب طبخ النشا أو تحوله جزئيا إلى دكسترين ولهذا يجب أن تبقى درجة حرارة التجفيف دائما دون الدرجة التي يتجلتن فيها النشا أو يتحول إلى المطبوخ . من جهة أخرى فإن التجفيف في درجة حرارة منخفضة يستدعى وقتا أطول مما يساعد على تخمر النشا بنمو البكتريا والطفيليات عليه ومن هذا نرى أن تجفيف النشا يجب أن يجرى باحتراس وبطريقة تكفل التجفيف بسرعة بدون أن يعتمد إلى درجة حرارة مرتفعة وللوصول إلى النتيجة الأخيرة يجب أن تزداد كمية الهواء اللازم للتجفيف كما سنوضحه في التالى .

نعلم من القوانين الطبيعية أن درجة تشبع أى غاز (الهواء فى هذه

الحالة) ببخار سائل مثل الماء متصل به بسطح ما يعتمد على درجة الضغط أو التوتر البخارى لهذا السائل أو بعبارة أخرى أن هناك توازن بين الضغط ودرجة التشبع وهذه الدرجة تعتمد على ضغط البخار نفسه وعلى درجة الحرارة فكلما ازدادت درجة الحرارة كلما ارتفع هذا الضغط كما نرى من الجدول التالى الذى يمثل ضغط بخار الماء فى درجات الحرارة المختلفة .

درجة الحرارة	ضغط بخار الماء	درجة الحرارة	ضغط بخار الماء
صفر	٠٠,٤٦	٦٠	١٤,٨٨
١٠	٠٠,٩٢	٧٠	٢٣,٣١
٢٠	١,٧٤	٨٠	٣٥,٤٦
٣٠	٣,١٦	٩٠	٥٢,٥٤
٤٠	٥,٤٩	١٠٠	٧٦,٠٠
٥٠	٩,٢٠	١٠٥	٩٠,٦٤

وعلى ذلك فإن درجة تشبع الغاز (أو الهواء فى الحالة التى نحن بصددنا) تعتمد على درجة الحرارة فكلما ازدادت درجة الحرارة ارتفعت درجة التشبع أو بعبارة أخرى كلما أصبح الهواء قابلا لامتصاص مقدار أكبر من الماء إلى أن يصل إلى درجة التشبع وهى الدرجة التى يصبح فيها الهواء فى حالة ضباب أعنى فى الحالة التى يبدأ فيها الماء الموجود فى الهواء فى التكاثف . ويبين لنا الجدول التالى ما يحتويه مقدار

متر مكعب من الهواء من الماء عند درجة تشبعه في درجات الحرارة المختلفة .

درجة حرارة الهواء — ١٠ — ٥ صفر ٥ ١٠ ١٥ ٢٠
٣٠ ٤٠ ٥٠

مقدار الماء بالجرام ٢,٣ ٣,٢ ٤,٩ ٦,٨ ٩,٤ ١٢,٨ ١٧,٢
٨٢,٧ ٥٠,٩ ٣٠,٢

ويطلق اسم الرطوبة النسبية للهواء على النسبة بين كمية الماء الموجودة في الهواء في درجة من الحرارة وكمية الماء في درجة التشبع في نفس درجة الحرارة .

الرطوبة النسبية = $\frac{\text{وزن البخار الموجود في الهواء}}{\text{وزن الماء في درجة التشبع}}$
وبد هي أنه كلما ازدادت الرطوبة النسبية للهواء كلما قلت قدرته على امتصاص الماء أو بعبارة أخرى تضعف قوته على التجفيف على أنه إذا رفعنا درجة الحرارة فإن قوة امتصاص الهواء للماء تزداد وبذلك تزداد قدرته على التجفيف .

وإذا طبقنا المبدأ السابق على تجفيف النشا أمكننا أن نستنتج أن سرعة التجفيف تعتمد على عوامل ثلاثة .

- (١) درجة تشبع الهواء عند دخوله إلى جهاز التجفيف .
- (٢) الفرق بين درجة حرارة الهواء عند دخوله إلى الجهاز وخروجه منه .
- (٣) كمية الهواء التي تمر بجهاز التجفيف .

أما بخصوص العامل الأول فلا يمكن التحكم فيه في الظروف العملية وأما من حيث العامل الثانى فبدهى أنه كلما زادت درجة حرارة التجفيف وزاد الفرق بين الحرارة خارج الجهاز وداخله كلما زادت قدرة الهواء على التجفيف على أنه من الوجهة العملية لا يمكن تعدى درجة حرارة مخصوصة فى تجفيف النشا لأن ارتفاع درجة الحرارة عن هذه الدرجة يؤدى إلى طبخ النشا والدرجة القصوى المستعملة فى التجفيف هى ٦٠ - ٦٥ فى حالة نشا الأذرة والقمح ويجب أن يبدأ التجفيف فى درجه حرارة أقل وترفع درجة الحرارة كلما ازداد النشا جفافا كما سنراه فيما بعد .

وأما العامل الثالث وهو كمية الهواء التى تمر بفرن التجفيف فأثره كبير جدا لأنه بزيادة كمية الهواء يزيد ما يحمله من الماء وبذلك تزيد سرعة التجفيف — وجميع الأفران الحديثة تقوم على استعمال التهوية الشديدة أثناء التجفيف إذ بذلك يمكن إجراء التجفيف فى درجة حرارة أقل ووقت أقصر .

ويختلف الوقت اللازم للتجفيف اختلافا كبيرا حسب نوع النشا المراد الحصول عليه فكلما قات درجة الحرارة وطالت مدة التجفيف كان النشا الناتج أجود فى الصنف إلا أنه لا يجب أن تطول مدة التجفيف عن حد معين وإلا حدث تخمر وتعفن فى النشا . والتجفيف السريع يعطى نشا فى صورة إبر دقيقة وقصيرة بعكس التجفيف البطيء الذى يعطى إبرا طويلة وجميلة ويعرف النشا عندئذ بالنشا البلورى

طرق تجفيف النشا:

يمكن تجفيف النشا بثلاث طرق مختلفة هي : —

١ — التجفيف المباشر — أو بعبارة أخرى تبخير الماء الموجود بالنشا بواسطة التسخين مع تفريغ الهواء المحمل بالماء بواسطة مدخنة أو مروحة .

٢ — التجفيف بواسطة التهوية — وذلك بتعرض النشا إلى تيار من الهواء المسخن إلى درجة مناسبة بمروره على سربنتين مسخنة بالبخار .

٣ — التجفيف بواسطة خلخلة الهواء — وذلك بإجراء التجفيف في جهاز مغلق يفرغ منه الهواء وبهذه الطريقة يمكن إجراء التجفيف في درجة حرارة منخفضة وفي وقت قصير .

الطريقة الأولى — التجفيف بالتسخين المباشر

يتبع هذا النوع من التجفيف الأفران الثابتة والتجفيف بالأفران ذات الحصائر .

الأفران الثابتة :

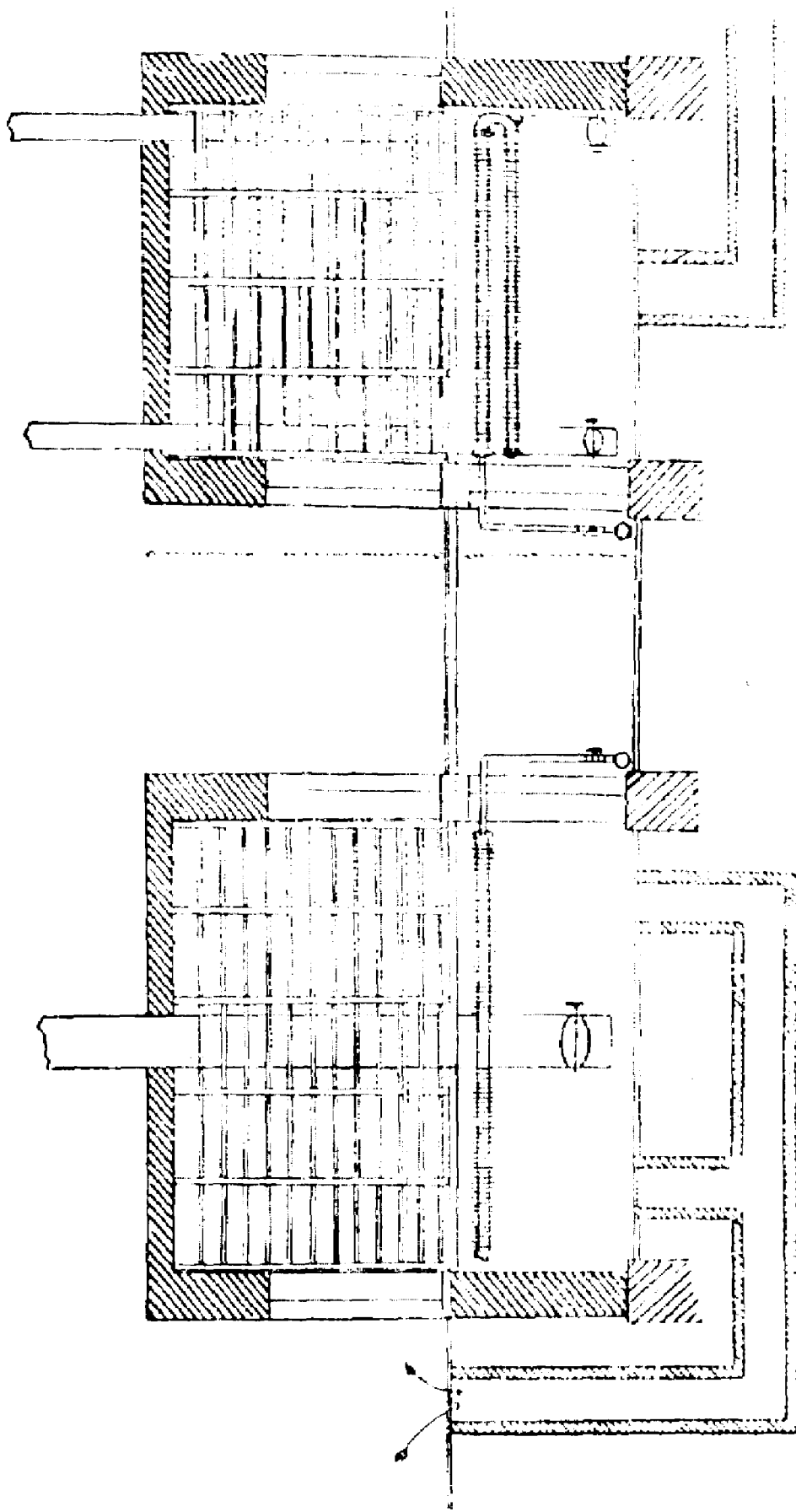
هذه الأفران هي أقدم الأفران المستعملة في تجفيف النشا وهي لم تزل منتشرة وعلى الأخص بالمصانع الصغيرة — ويوجد أنواع عديدة من هذه الأفران أبسطها وأقدمها ما تستعمل فيه حرارة الشمس للتجفيف ويوضع النشا في هذه الحالة على أدراج أو صواني ترص فوق

حالات خاصة وبدهى أنه أمام تقدم طرق التجفيف اندثرت هذه الطريقة الا في بعض المصانع الصغيرة على أننا نعتقد أنه ببعض تحويل يمكن الاستفادة من هذه الطريقة لدينا بمصر حيث حرارة الشمس شديدة .

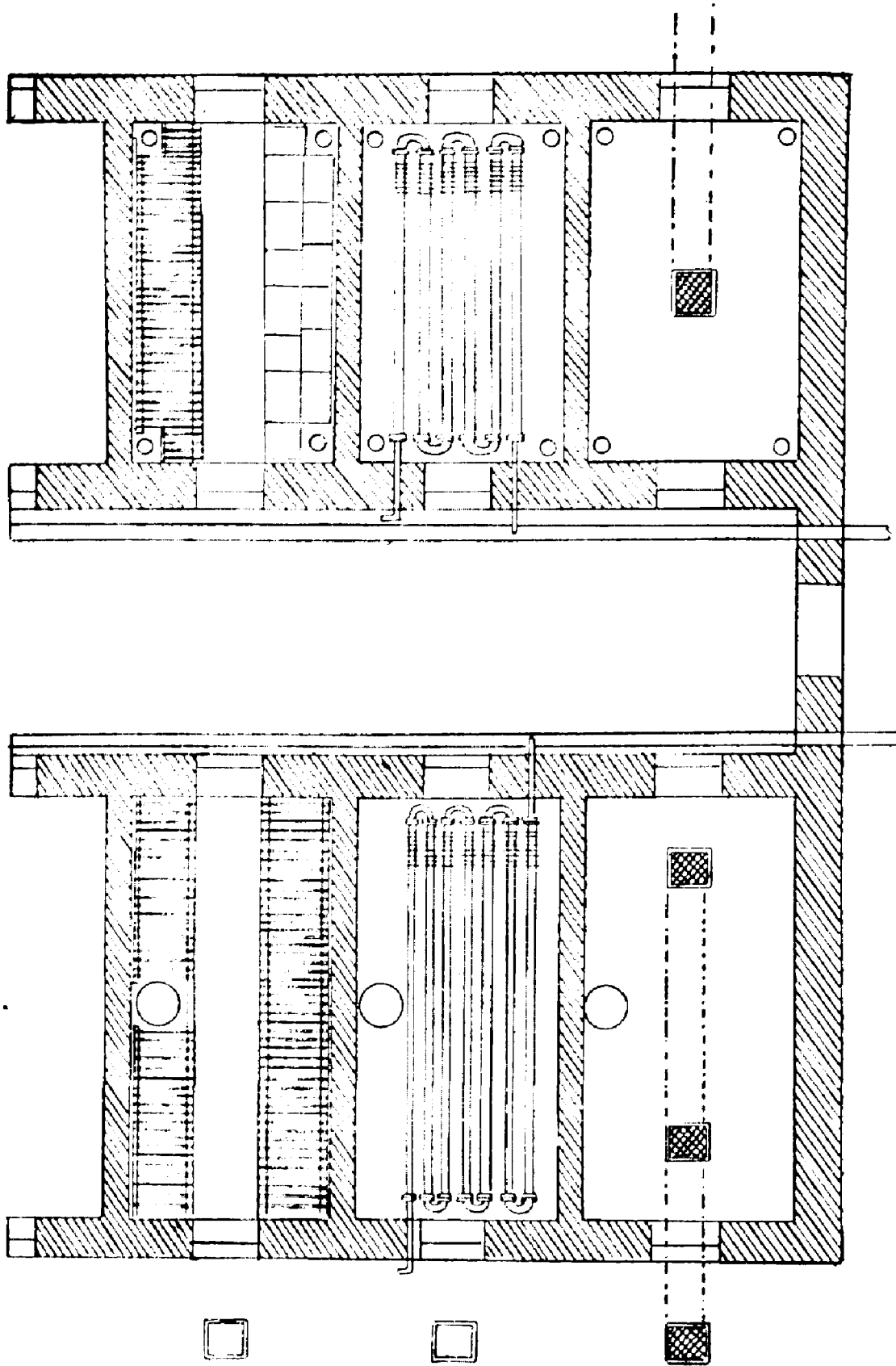
ومن هذه الأفران ما يسخن مباشرة بوضع مدفأة داخل الفرن وهذه الطريقة أقبح الطرق وذلك لأن النشا يمتص الدخان والغازات المتصاعدة من المدفأة ويتلوث بها هذا الى احتمال نشوب الحريق .

أما أحسن الأفران التي من هذا النوع فهي التي تسخن بواسطة البخار أو بعبارة أصح بواسطة السربنتين المسخنة بالبخار ونعطي في التالى وصف أحد هذه الأفران والمعروف باسم فرن شيفر (Schaeffer) يتكون الفرن من غرفة مبنية بالطوب أو الأسمنت والأفضل أن تبطن بطبقة من مادة عازلة مثل الخشب ويبنى الفرن عادة بحيث يكون جزؤه الأعلى عالياً عن مستوى الأرض بالدور الأرضى بينما يوجد الجزء الأسفل الخاص بالتسخين بالبدروم كما يتضح ذلك من (الشكل ٢٦) المرفق ويعد الفرن ببابين أحدهما للماء والآخر للتفريغ وذلك لتسهيل العمل ويدخل الهواء من أسفل الفرن فيمر على السخانات ثم على النشا فيتحمل ببخار الماء ويخرج من فتحة أعلا الفرن .

ويوضع النشا على صوانى من الخشب أو من الفخار على رفوف الفرن الموجودة بالجزء العلوى وأكثر ما يستعمل هذا الفرن فى تجفيف نشا الحبوب للحصول على ما يعرف بالنشا البلورى كما سنراه فيما بعد .

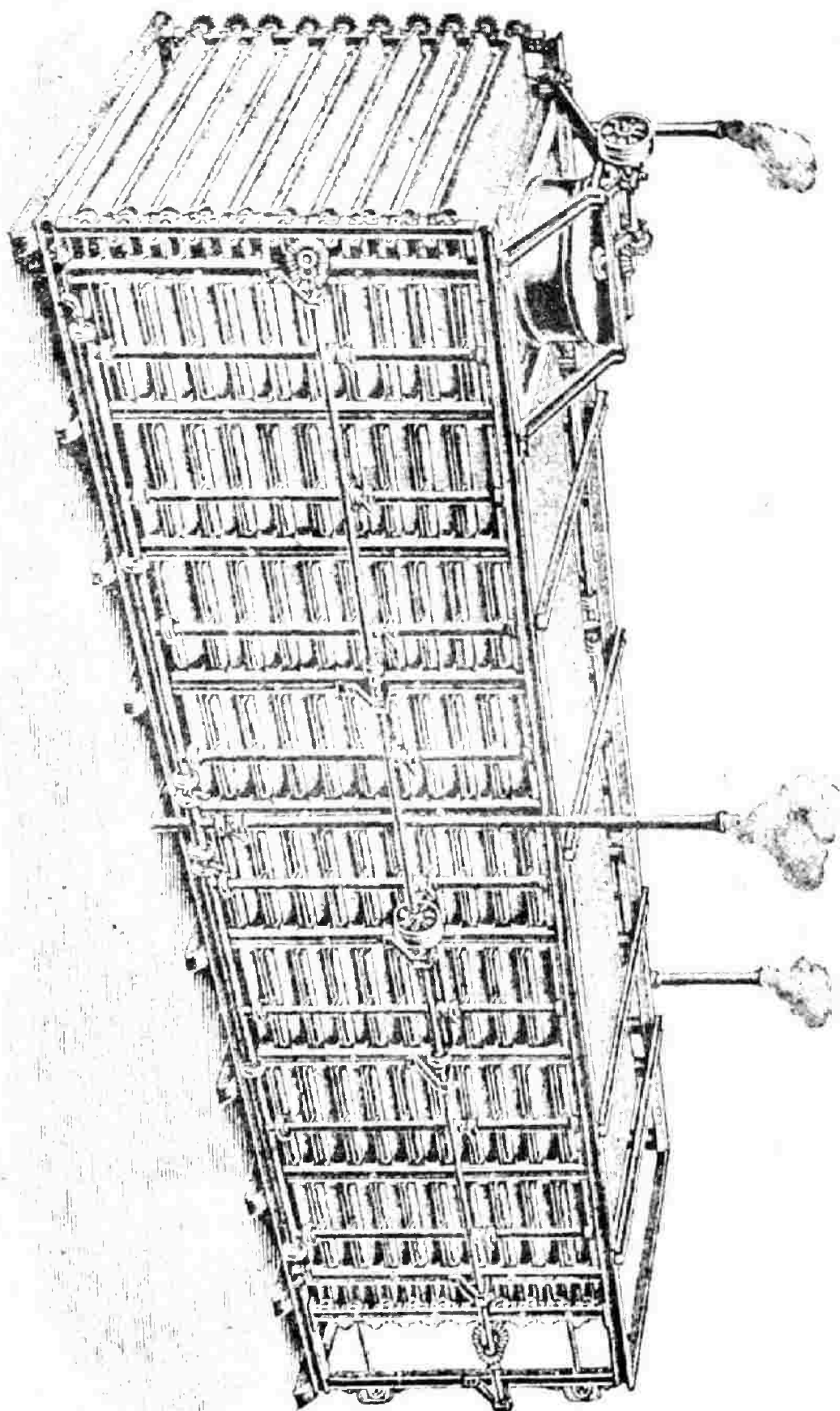


(شکل ۱۲۶) فون شیفر قطاع رأسی



(شکل ۲۶ ب) فرن شیفر — مسقط

(شکل ۲۷) فرن تجفیف بواسطه احتیاط



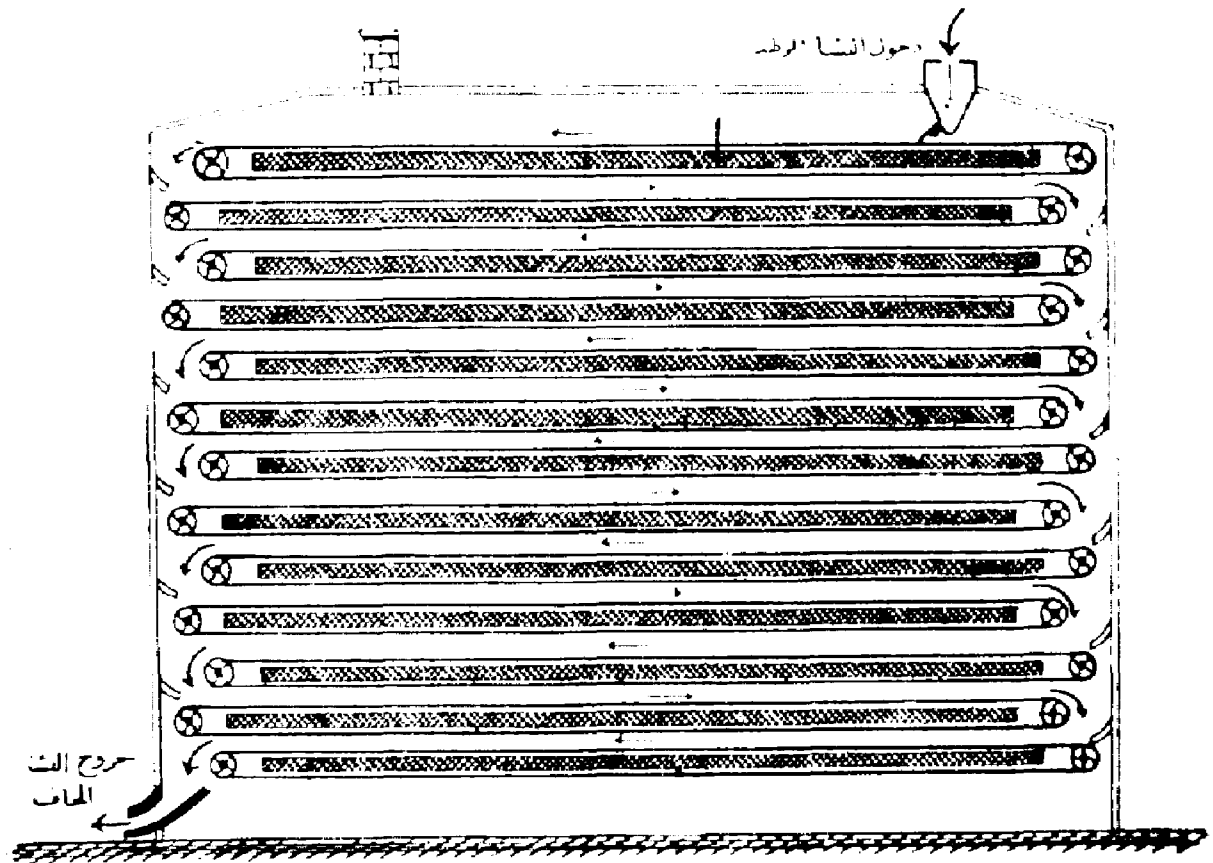
الأفران الميكانيكية أو ذات الحصائر :

هذا النوع من الأفران هو الأكثر شيوعا بالمصانع الكبرى في هذا الوقت وعلى الأخص في صناعة نشا البطاطس — وهو أسرع الأفران وأكبرها إنتاجا الا أنه كما سنراه فيما بعد لا يمكن باستعماله الحصول على النشا الابرى أو البلورى كما أن النشا الناتج منها أقل جودة لتحول جزء منه الى دكسترين .

يتكون الفرن من غرفة بها عدد كبير من الحصائر التى يتكون كل منها من شريط لا نهائى من القماش مشدود بين اسطوانتين ويبلغ طول الحصيرة من ٧ الى ١٠ أمتار وعرضها من متر الى متر ونصف وتلف الحصائر بواسطة حركة الاسطوانات التى تشد عليها وتدور كل حصيرة فى اتجاه مضاد لسابقتها ويبرز طرف كل حصيرة من ناحية الاستقبال عن سابقتها بحيث عندما يترك النشا الحصيرة الاولى يسقط على الثانية التى تحمله الى الجهة المقابلة الى أن تفرغه بدورها على الحصيرة الثالثة وهلم جرا . أما تسخين الفرن فيجرى بواسطة ألواح مفرغة من الصاج (علب) تركيب بين الحصائر ويمر فيها البخار .

ويختلف عدد الحصائر المستعملة فى الفرن من ١٢ إلى ٣٠ حسب كبر الفرن وإنتاجه ويرجع فوق أول حصيرة جهاز وظيفته توزيع النشا بانتظام على سطح الحصيرة فى طبقة ذات سمك مناسب (٢ — ٣ سنتيمتر) .

وللوصول إلى تجفيف تام يجب ألا تقل المسافة التى يتحركها النشا داخل الفرن عن ٦٥ مترا كما يجب أن يكون السطح المسخن ١٠٠ متر



(شكل ٢٧ ب)
قطاع في الشكل السابق

على الأقل وألا تزيد مدة التجفيف عن نصف ساعة .
ولما كان البخار المتصاعد من النشا أثناء التجفيف ليس له طريق
للخروج إلا بالتسرب من جوانب الحصائر فإن درجة الحرارة بين الحصائر
ترتفع بدرجة كبيرة بدون أن يقابل هذا الارتفاع ما يناسبه من
درجة التجفيف ولعلاج ذلك جهزت الأفران الحديثة بمواسير لسحب
الهواء المشبع بالرطوبة كما غلفت كل حصيرة بغلاف (برقع) لمنع
تسرب البخار إلى الأخرى وبهذه الطريقة أمكن تخفيض درجة
الحرارة المستعملة في التجفيف من ٥ إلى ١٠ درجات لكل حصيرة كما
يتبين من الجدول .

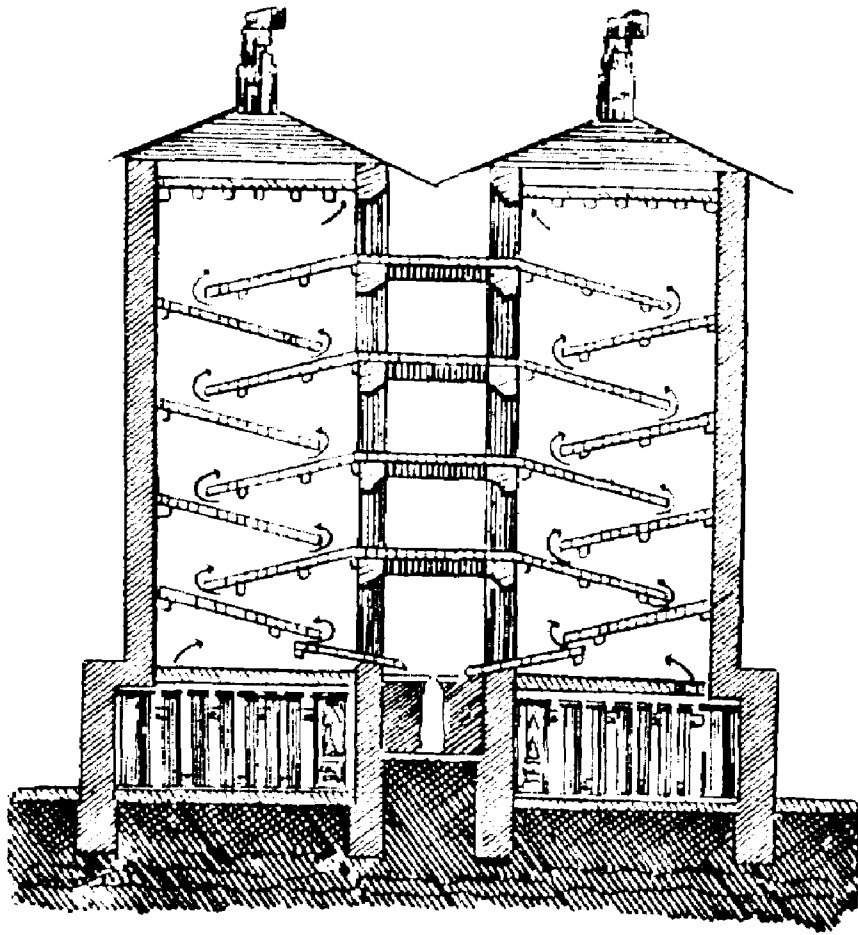
ببرقع	بدون برقع	الحصيرة الأولى
°٢٣,٧٥	°٣٠	» الثانية
٢٧,٥٠	٤٠	» الثالثة
٣٢,٥٠	٣٨,٧٥	» الرابعة
٤١,٢٥	٤٥	» الخامسة
٤٥	٤٦,٢٠	» السادسة
٤٧,٥٠	٤٨,٧٠	» السابعة
٤٧,٥٠	٥١,٤٥	» الثامنة
٥٠	٥١,٢٥	النهاية القصوى
٥٢,٥٠	٥٦,٢٥	

فرن لا كامبر وبرساك

هذا الفرن يقوم على مبدأ مماثل للسابق ولكن تحرك النشا لا يحدث بواسطة حصائر بل بالهبوط من سطح مائل الى الذى يليه بقوة الجاذبية فقط ويسخن الفرن بواسطة محماة فى أسفلها فيصعد الهواء الساخن من أسفل الفرن الى أعلاه مارا بين الألواح المائلة التى يهبط عليها النشا .

الطريقة الثانية — الأفران النفقية

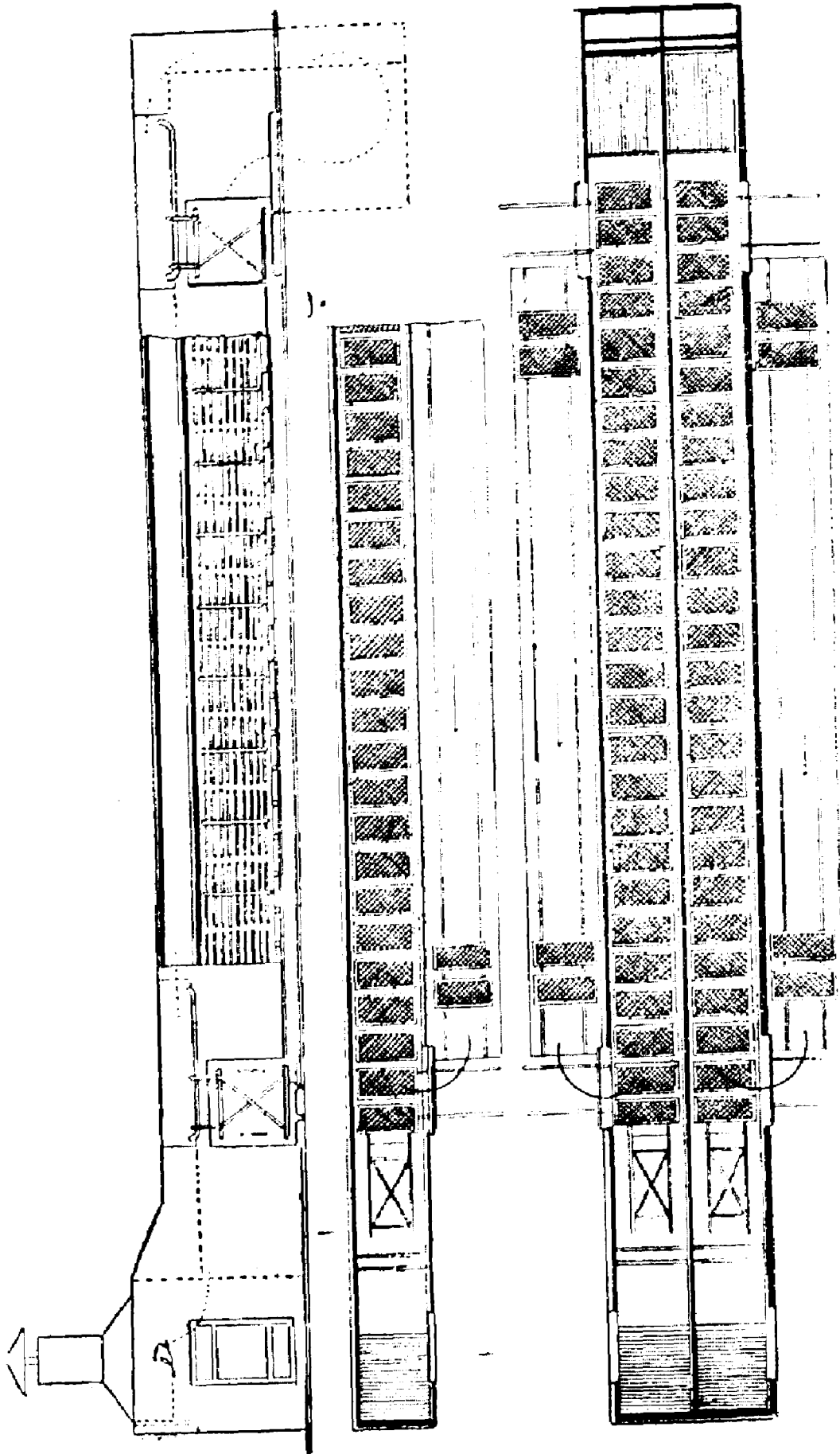
هذه الأفران هى فى الواقع أهم الأفران المستعملة حاليا فى تجفيف النشا وهى تمتاز عن الفرن ذى الحصائر باعطائها نشا أجود خلوه من الدكسترين وذلك لتدرج ارتفاع درجة الحرارة والتهوية القوية التى تساعد على التجفيف فى درجة حرارة أكثر انخفاضا .



(شكل ٢٨) فرن لاكامبر وبرساك

ويتكون الفرن من حجرة مبنية بالطوب الأحمر أو من الخشب يتراوح طولها من ٣٠ الى ٣٥ متر وعرضها حوالى متر واحد . أما التسخين فيجرى بمرور الهواء على سخانات موجودة بأعلى النفق (شكل ٢٩) . ويدخل الهواء من الفتحة (هـ) ويمر على المسخن كما يوضح ذلك السهم المنقط حتى يصل الى آخر النفق الى غرفة سفلية ومنها الى النفق فيمر به فى الاتجاه ب ١ .

أما النشا فانه يوضع على صوانى تحمل على عربات تدخل النفق واحدة تلو الأخرى فى الاتجاه ا ب أعنى فى عكس اتجاه الهواء الساخن وبذلك يقابل النشا الرطب الهواء الأكثر تشبعا بالرطوبة وكلما تحركت



فرن نفق لتجفيف النشا
(شكل ٢٩)

العربات بالنفق قل الماء الموجود بها بالتبخير حتى اذا وصلت الى آخر النفق الذى يستقبل الهواء الاكثر جفافا يكون النشا قد جف وكلما خرجت عربة من النفق من الطرف ب دخلت أخرى محملة بالنشا الرطب من الجهة الأخرى .

ويكفى الفرن الموصوف أعلاه لتجفيف ١٠٠٠ كيلو نشا فى الساعة ولا يحتاج الا الى عاملين للتشغيل والمراقبة .

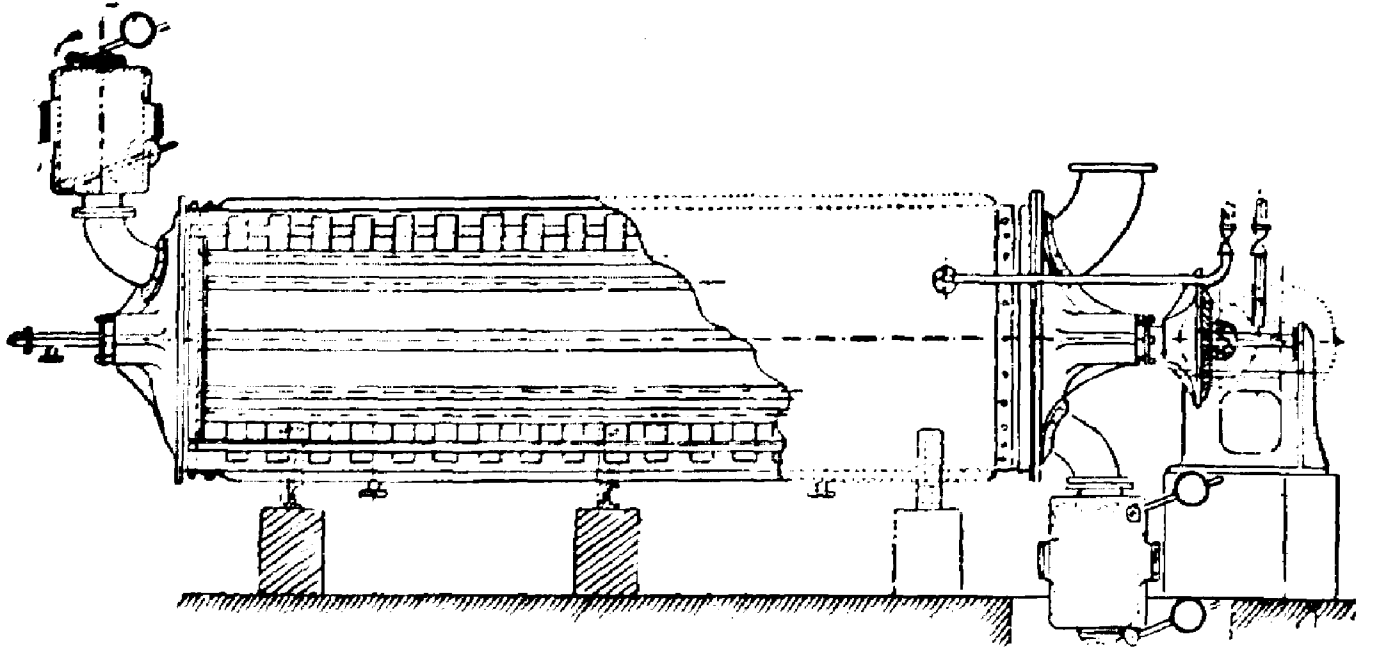
الطريقة الثالثة — التجفيف بخلخة أو تفريغ الهواء :

لعل هذه الطريقة هى الطريقة المثلى لتجفيف النشا لأن تقليل ضغط البخار أثناء التجفيف يجعل الماء يتبخر فى درجة حرارة أقل بكثير من الدرجة التى يحدث عندها التجفيف فى الضغط الجوى وبذلك يمكن تلافى طبخ النشا أو تحويله جزئيا الى دكسترين هذا الى أن التجفيف يحدث فى وقت أقصر مما يساعد على عدم تخمر النشا بتأثير البكتيريا .

على أنه للأسف أن هذه الطريقة معقدة بعض الشيء كما أنها أكثر تكاليفا وهذا هو السبب فى أنها لم تلق ما تستحقه من الانتشار والتعميم وإن كانت قد طبقت فى بعض المصانع بألمانيا وفرنسا .

ويعتبر مصنع (Passburg) فى طليعة المصانع التى تصنع أجهزة التجفيف بخلخلة الهواء واليك وصف أحد هذه الأجهزة .

يتكون الجهاز من أسطوانة محاطة بمجموعة من المواسير للتسخين بالبخار تدور حولها ويحوط الجهاز اسطوانة ذات غلافين يمر فيها البخار للتسخين (الشكل ٣٠) وتتصل هذه الأسطوانة من أحد طرفيها



(شكل ٣٠) مجفف للنشا بواسطة تفريغ الهواء

بجهاز تفريغ الهواء ومن الجهة الأخرى اللبء كما يوجد بها أيضا فتحة للتفريغ .

يشحن الجهاز بالنشا المعصور ثم تغلق فتحة الماء ويفرغ من الهواء ويوصل بالبخر ثم يشغل لمدة ساعتين بعدها يفرغ النشا ويعاد ملئ الجهاز وتتطلب عملية الماء والتفريغ نحو ربع ساعة .

ولا تزيد درجة التجفيف في هذا الجهاز عن ٤٠ م .

الفصل الخامس

صناعة نشا الحبوب

١ - نشا الأذرة

يستخلص نشا الأذرة صناعياً باستعمال الحب مباشرة بدلاً من الدقيق ويمكن التمييز بين طريقتين لاستخلاص نشا الأذرة — الطريقة الأولى تجري بدون فصل الجنين عن جسم الحبة — والطريقة الثانية ويعتمد فيها الى فصل الجنين بقصد استخلاص الزيت الموجود به .
والطريقتان لا تختلفان الا في مراحل الاستخلاص الاولى — والطريقة الاولى أرخص من حيث تكاليف الانشاء الأولية الا أن الطريقة الثانية أربح لأن استخلاص الزيت من الجنين يعوض هذه المصاريف ويخفض تكاليف الانتاج . وقد جرت مصانع أمريكا الآن على استعمال الطريقة الثانية .

١ - طريقة الاستخلاص بدون فصل الجنين

تشمل هذه الطريقة الخطوات الأساسية التالية : —

- (١) تنظيف الحب ونقعه . (٢) الطحن الرطب . (٣) النخل الرطب . (٤) الترسيب والعصير . (٥) التجفيف .

تنظيف الحب ونقعه :

التنظيف : — يجب قبل استعمال الحب أن ينظف جيداً فتفصل عنه القطع العالقة به من الكوالة والأتربة والقطع المعدنية التي قد تتطرا إليه من ما كينات الفرط (تكثر هذه القطع المعدنية بالأذرة الأمريكية) فيمر الحب لهذا الغرض في ما كينة معدة بمراوح فتفصل عنه الأتربة والقطع النباتية وفي نفس الماكينة يمر الحب على مغناطيس كهربائي يجذب إليه القطع المعدنية وعند خروج الحب من مكنة التنظيف يوجه الى قاع جهاز الرفع وهو جهاز يتكون من سير لانهاى يلف حول اسطوانتين مشدود عليهما ويحمل قواديس تملأ بالحب عند مرورها بالقاع وتفرغه عند وصولها الى القمة حيث يصب داخل مذود من الخشب به حلزون ارشيدس . وبواسطة هذا الحلزون يوزع الحب على براميل النقع بواسطة جهاز خاص .

النقع : — يستعمل في نقع الحب براميل من الخشب ويجب تجنب استعمال البراميل الحديد لأنها تصدأ وتسبب تلون النشا واذا اضطر الأمر لاستعمال براميل من الحديد وجب طلاؤها من الداخل بالجير كل مرة قبل الاستعمال . وشكل البراميل فى العادة شبه مخروطى وتراوح سعتها بين ٥ ، ١٠ متر مكعب ويستحسن استعمال خشب البتشيان أو الزان ويجب تحزيم البراميل بأطواق من الحديد يوضع فى كل برميل من سعة ١٠ متر مكعب حوالى ٤٥٠٠ كيلوجرام من الأذرة (حوالى

٣. أردب) ثم يكمل الى آخره بالماء ويقلب الحب جيدا لغسيله وازالة الأتربة وبعد ذلك يصفى الماء ويستبدل بماء آخر محتو على حامض كبريتوز بنسبة ٠,٢٥ الى ٠,٣٥ ٪ أو بيسلفيت الكليسيوم ويجب أن يغطى بالماء تماما . وتستلزم عملية النقع مدة ٥٠ الى ٦٠ ساعة في درجة ٥٠ - ٦٠ م° . ويحصل على هذه الدرجة بتسخين الماء في نفس أحواض النقع بواسطة مواشير بخار غير مباشر (سربنتينة) تمر تحت قاع كاذب مثقب .

ولإضافة حامض الكبريتوز غرضان الأول قتل الجنين ومنعه من التثبيت وإفراز خمائر تسبب تحلل النشا والثاني أنه يساعد على انتفاخ الحب وانسلاخ القشرة عن جسم الحبة . وهو في الوقت نفسه يبيض المادة الصفراء الموجودة بالقشرة .

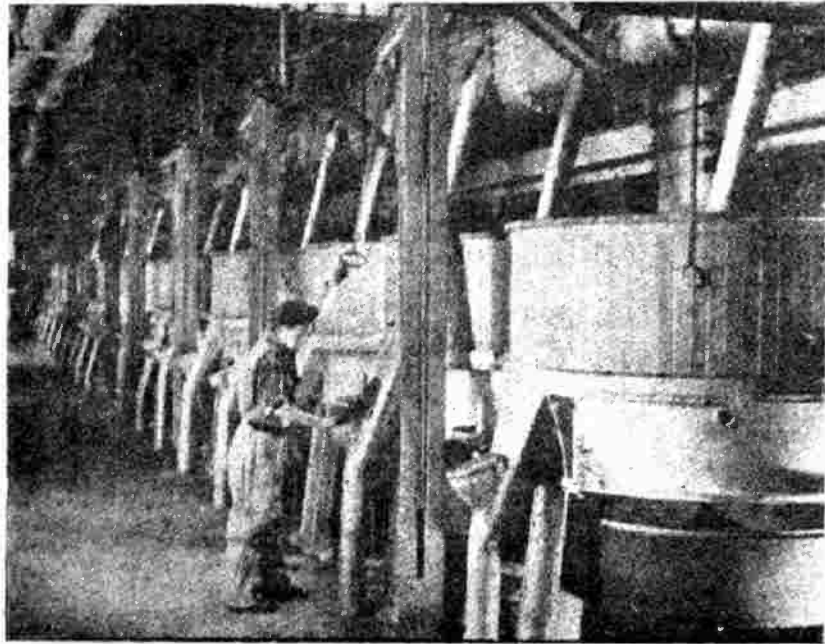
ويسبب حامض الكبريتوز غير ذلك تقلص الجنين وسهولة انفصاله عن الحبة — وبعد انتهاء عملية التفع يجب أن يحتوى الماء على حوالى ٠,١ - ٠,١٥ ثانى أكسيد الكبريت . ويسحب ماء النقع بعد تمام العملية ويرسل الى أجهزة التركيز .

وبعد ذلك يغسل الحب جيدا بالماء النقي في نفس الأحواض ثم يسكب من بالوعة في أسفل البرميل الى مجارى أفقية متصلة بالبراميل الأخرى ومن هذه يغسل بواسطة ساقية أرشيدس الى مذود ومنه بواسطة سلسلة من القواديس الى الحوض الذى يغذى الطواحين .

الطحن :

تتكون الطاحون من اسطوانات أو أحجار قرصية والأخيرة هي

الاكثر شيوعاً وتعرف عادة باسم (Pulpe - Engine) وقد أتينا على وصف هذا الطاحون في الفصل السابق (انظر أيضاً شكل ٣١) . هذا وتستعمل في أمريكا لفصل الحنين عن الحبة اسطوانات ذات سطح أملس أو مسننة تعرف باسم (Fuss Mill) والغرض من هذا الطحن الأولى تكسير الحب تكسيرا بسيطا (دشه) تمهيدا لفصل الحنين (شكل ٢٢) . ويبلغ قطر الاسطوانة من متر الى متر ونصف وتلف بسرعة ١٧٥ — ٢١٠ لفة في الدقيقة وبعد فصل الحنين على نحو ما سترام فيما بعد تعاد عملية الطحن بواسطة الطاحون ذى الأحجار القرصية .



(شكل ٣١) طاحون أدقى

النخل :

عند خروج الحب المطحون يرسل بواسطة مضخات أو حصائر

متحركة الى المصافي أو المناخل فيمر أولا على مناخل من السلك نمرة ٨٠ فتتفصل عنه الرده الحشنة ثم يعاد طحنه طحنا شديدا ثم يرسل الى مناخل من الحرير نمرة ١٨٠ فتتفصل عنه الردة الناعمة أما الردة فتكبس وتصنع منها قوالب كسب لغذاء الدواب والماشية .

ويجرى نخل الطحين مع رشه بالماء بحيث تكون كثافة السائل النشوى من ٣ الى ٤ درجة بوميه .

بعد خروج المعلق النشوى من المناخل يرسل الى حوض ومنه يرفع بواسطة مضخة الى حوض أو برميل معد بقلابة ميكانيكية وأنايب للتصفية .

الفصل :

وفي هذا الحوض يحرك المحلول لمدة ساعتين ثم يترك ليرسب النشا ويساعد عملية الترسب اضافة قليل من حامض الكبريتيك . وعندما يرسب النشا يسحب الماء الذى يعلوه ثم يضاف ماء آخر حتى تصل درجته الى ٨ بوميه على الأكثر ويقلب ثم ينخل مرة أخرى بمنخل نمرة ١٨٠ أو ٢٠٠ .

هذا وكثير ما يعالج النشا أثناء الغسيل بالصودا الكاوية بنسبة ١ ٪ بالنسبة لوزن النشا المعلق اذ ان هذه المعالجة تسبب انتفاخ الجلوتين وفي نفس الوقت تزيل المواد الدهنية .

فصل النشا وترسيبه :

توجد طريقتان لفصل النشا عن الجلوتين وعن الماء : الأولى بواسطة

الممخضة المحورية والثانية بطريقة الترسيب بالمجراه .

ويقوم أساس طريقة الفصل على الاختلاف فى كثافة النشا عن كثافة الدهن (الجلوتين) .

أما الفصل بطريقة الممخضة ففيه يستعمل مستحلب نشا فى درجة ١٨ بوميه ويمر بالعصارة فبواسطة هذا العصير الأولى يمكن التخلص من الجانب الأكبر من الدهن وبعد ذلك يعاد العصير مرة أخرى بعد اضافة الماء الى أن تصل الكثافة الى ١٨ بوميه وأخيرا يجرى عصير آخر فى درجة ٢٣ بوميه يزيل البقايا الأخيرة من الدهن .

أما طريقة المجراة فتتخصص فى صب النشا فى قناة أو مجراة من الخشب أو الأسمنت قليلة الميل تبلغ حوالى ٣٠ مترا فى الطول و ٣٠ سم فى العمل و ٦٠ سم فى العرض ويجب أن يكون الميل قليلا والمتبع أن يكون حوالى ٤ - ٨ سم فى الثلاثين متر .

وعند عدم امكان عمل قنوات بهذا الطول بسبب عدم وجود الحيز الكافى يعتمد الى عمل عدة قنوات فوق بعضها تصب العليا فى التى تليها وهذه فى التى تحتها وهلم جرا على نحو ما هو مشروح فى الفصل السابق .

ويمكن باستعمال قناة كالموصوفة أعلاه صب مقدار من المحلول الذى يحصل عليه باستعمال ١٠٠٠ كيلو جرام من الأذرة فى ظرف أربع ساعات .

ولما كان النشا أكثر كثافة من الجلوتين فانه يرسب أولا أما الجلوتين

فانه يحمل مذاباً أو معلقاً في الجزء الأخير من القناة حيث يترسب الجانب الأكبر منه مختلطاً بقليل من النشا . كما أن جانباً يسيراً منه يترسب أيضاً على سطح النشا ويتخلص منه في هذه الحالة بقشطه بواسطة لوح من الخشب بعرض المجراة يمر على السطح . وبالرغم من ذلك فإن جانباً بسيطاً من الجلوتين يبقى في أول ترسيب مختلطاً بالنشا ولهذا السبب يجب جمع النشا وخلطه بالماء (الى أن يصل الى ٦ — ٧ بوميه) ثم يرسب مرة أخرى وبهذه الطريقة يمكن الحصول على نشا على درجة كبيرة من النقاء .

أما الجلوتين المختلط بالنشا فانه يجمع أيضاً ثم تجرى عليه عملية الترسيب مرة أخرى لاستخلاص ما يمكن استخلاصه من النشا . ثم يرسب الجلوتين في مكان خاص بالفضلات حيث يحول الى كسب وخلافه كما سنراه فيما بعد .

تجفيف النشا

ازالة الماء : — يحتوى النشا عند جمعه في العملية السابقة على نسبة كبيرة من الماء ولهذا فان تجفيفه مباشرة يتطلب كمية كبيرة من الحرارة لذلك يحسن ازالة ما يمكن أن يزال منه من الماء قبل وضعه في الأفران . ويوجد طرق مختلفة تستعمل للوصول الى هذه النتيجة مثل العصير بواسطة الممخضة أو بواسطة القوالب أو الهواء المضغوط أو بواسطة تفريغ الهواء وقد أتينا على شرح واف لهذه الطرق بالفصل الرابع .

التجفيف

يشترط في تجفيف النشا عدم استعمال حرارة مرتفعة لأن الحرارة تؤثر على النشا وهو رطب كما سبق لنا شرحه وتحوله الى مطبوخ والدرجة القصوى للحرارة المستعملة في التجفيف هي ٦٠ - ٦٥ في حالة نشا الأذرة والقمح .

ويستعمل في التجفيف أفران مختلفة الأشكال والتركيب وتسخن الأفران بواسطة الهواء الساخن الذي يحصل عليه بمرور الهواء الجوى على شبكة من المواسير المسخنة بالبخار .

ويستلزم التجفيف بهذه الأفران ما لا يزيد على ١٨ ساعة وتوضع قوالب النشا عادة على عربات محتوية على عدد من الأرفف تجرى على قضبان مؤدية إلى الأفران . وتدخل كل عربة في فرن ويغلق عليها الباب ثم تترك مدة في درجة ٥٠ وفي أثناء ذلك يكون قد تحمض سطح القوالب (تحول الى دكسترين أصفر) فتخرج وتزال طبقة الدكسترين المتكونة وتلف القوالب بورق أصفر أو أزرق . وتعاد الى الأفران مرة أخرى حتى يتم جفافها .

وتعتمد خواص النشا ومظهره النهائي كما قدمنا على درجة الحرارة المستعملة في تجفيفه ومدة هذا التجفيف فكلما كان التجفيف في درجة حرارة منخفضة وطالت مدته كان النشا الناتج أجود صنفاً كما أعطى بلورات كبيرة ويعرف النشا الناتج عن التجفيف البطيء بالنشا البلورى (Cristal Starch) ويجرى التجفيف في هذه الحالة في درجة ٣٠ - ٤٠

ويستمر نحو عشر الى خمسة عشرة يوما . ويستحسن قبل التجفيف ترك النشا (القوالب) بضعة أيام في درجة الحرارة العادية ، ثم رفع درجة الحرارة الى ٣٥ في بحر أسبوعين الى ثلاث أسابيع . أما النشا اللؤلؤى (Pearl Starch) وهو الذى يتكون من بلورات ابرية صغيرة فيحصل عليه بالتجفيف في درجة ٧٠ — ٨٠ لمدة ١٨ — ٢٠ ساعة .

ويخرج النشا من الأفران بعد جفافه وهو يحتوى عادة عندخروجه على نحو ١٠ ٪ ماء وهذه النسبة هي دون النسبة التى توجد طبيعيا في النشا ولهذا فانه اذا ترك في الهواء امتص منه الرطوبة الى أن تصل نسبتها به الى حوالى ١٥ ٪ .

الأفران : أما أهم الأفران المستعملة في تجفيف نشا الأذرة فهي الأفران النفقية والأفران الثابتة من نوع فرن شيفر والتجفيف بهذه الأفران يمكن من الحصول على النشا اللؤلؤى أما الأفران ذات الحصائر فلو إنها أسرع في التجفيف وأكثر في الانتاج الا أنها لا تعطى صنفا جيدا من النشا .

مجهز النشا

يقع تحت هذا القسم جميع العمليات التى تجرى على النشا بقصد اعطائه الصورة النهائية التى يباع عليها مثل الطحن والتزهير والنخل والتعبئة .

بعد جفاف النشا يطحن بطاحون عادى ثم ينخل لفصل القطع

الصلبة المتكونة من الديكسترين (السمول) والمناخل المستعملة هي في العادة سداسية القطاع منصوب عليها قماش من الحرير وهي لا تختلف كثيراً عن المناخل المستعملة في نخل الدقيق بالمطاحن .

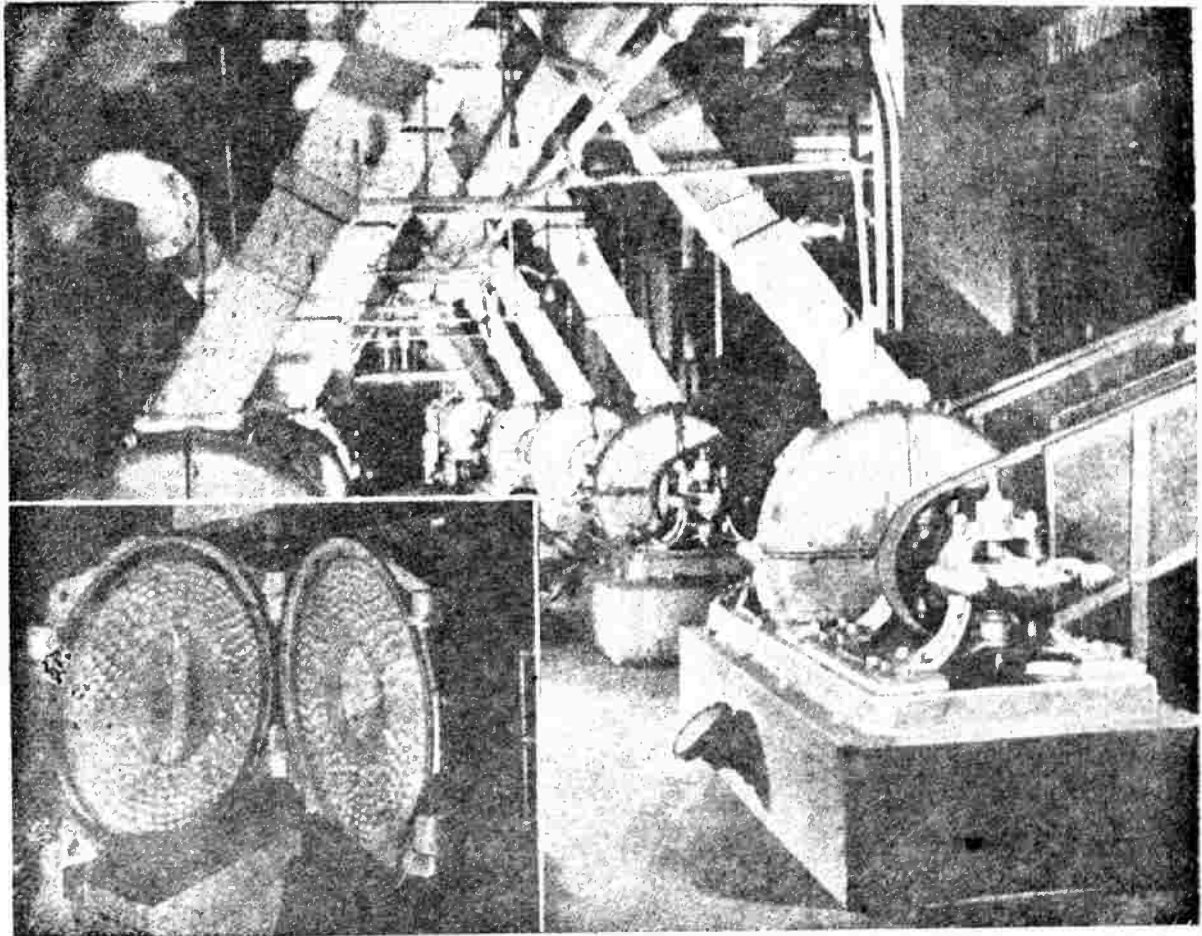
ولا يجب أن تتعدى نسبة الديكلاكيك ، عن ١٪ أو ٢٪ وزيادة هذه النسبة ينتج في العادة من سوء طريقة التجفيف وهذه الفضلات كثيراً ما يعاد طحنها ونخلها أما المتبقى بعد ذلك فيستخدم في صناعة الديكسترين أو الجلو كوز أو في صناعة الخبز .

وتجرى عبوة النشا في العادة في زكائب سعة ١٠٠ كيلو جرام وعند استعمال الزكائب أول مرة تدهن من الداخل بواسطة محلول نشا مطبوخ يحصر بطبخ قليل من مخلفات النشا وتخفيفه بالماء ولا داعي لإجراء هذه العملية على الزكائب المستعملة التي سبق أن عوملت ولا يجب أن يكون النشا على درجة كبيرة من الجفاف عند تعبئته لأنه كثيراً ما ينشأ عن ذلك أن النشا بعد تركه مدة يمتص الرطوبة الجوية ويزداد في الحجم فتفجر الزكائب ويجب حفظ النشا في أمكنة سهلة التهوية .

٢ — طريقة استخلاص نشا الأذرة مع فصل الجنين

انتشرت هذه الطريقة كما قدمنا بالولايات المتحدة في السنوات الأخيرة (١) و (٢) وتمتاز هذه الطريقة عن السابقة أولاً بإمكان استخلاص الزيت من الجنين بعد فصله وثانياً بالاقتصاد في استعمال المواد الكيماوية لأن بقاء الجنين أثناء عمليات استخلاص النشا يسبب فرز خمائر تكون أحماضاً من شأنها أن تؤثر في النشا وتسبب تخمره

ولهذا السبب وجب في هذه الحالة استعمال المواد الكيماوية المعقمة بنسبة مرتفعة أثناء مراحل التشغيل المختلفة .
ولا تختلف هذه الطريقة عن الطريقة السابقة الا في المراحل الأولى للصناعة فينقع الحب في ماء درجة ٦٥° محتوى على المادة المعقمة مثل حامض الكبريتوز ٣٪ (كثافة ماء الغمر ١ بوميه ٣ ٪) لمدة ١٢ ساعة وبعد ذلك يفرغ الماء ويكون في أثناءها قد لان الحب وسهل فصل الجنين عنه . وبعد ذلك يرسل الحب الى طاحون (Fuss Mill) لدشه دشا خفيفا لا يطحنه ويسبب هذا « الدش » فصل الجنين عن الحب (شكل ٣٢) .



(شكل ٣٢) طاحون أولى لفصل الجنين (Fuss Mill)

وفصل الجنين عن الحب يجرى بفضل الاختلاف بينهما في الكثافة
اذ أن الجنين أخف من بقية الحب لاحتوائه على الزيت ويجرى فصل
الجنين في أجهزة خاصة على شكل براميل مخروطية — وتغذى هذه
الأجهزة بواسطة موزع ويوجد بالجزء الأسفل من الحوض محرك
حلزوني وظيفته رفع الحب من أسفل الى أعلى وتحريكه ويفرغ الحب
المدشوش على أسلحة المحرك مباشرة فتفصل الأجنة عن الحب ويجب
أثناء هذه العملية أن تصل كثافة السائل ١٢ بوميه ويمكن الوصول
جزئياً الى هذه الدرجة بإضافة كلوريد الكالسيوم . ويفصل الحب المنزوع
الجنين بواسطة طلمبة أسفل الجهاز بينما يطفو الجنين على سطح الماء
حيث يقشط بواسطة قطعة خشبية مثبتة على سلسلة متحركة تلثم سطح
الماء ومنها يرسل الجنين الى عسارة لفصل الماء عنه وبعد ذلك يحفف
الجنين ثم يعصر بالمعاصر الخاصة بالزيت (معاصر متشيل) .

أما الدشيش المفصول عن الجنين فيرسل الى الطاحون (شكل ٢١)
حيث يطحن جيداً وتجرى عليه العمليات التي شرحناها في الطريقة السابقة .
ويحتوى نشا الأذرة بعد عمليات التنقية والترسيب حوالى ٠,٥ ٪
جلوتين ويمكن تخفيض هذه النسبة الى ٠,٣ ٪ بالمعالجة بالصودا .

فضلات صناعة نشا الأذرة

تعتبر الفضلات الناتجة عن صناعة نشا الأذرة أهم فضلات صناعة
النشا عموماً اذ أنها تكون ٢٥ — ٣٠ من وزن الحب المستعمل كما

أنها غنية جدا بالمواد البروتينية فهي اذن ذات قيمة غذائية عظيمة
ويستعمل هذا الكسب لإطعام الماشية والدواب .

وتحتوى هذه الفضلات بوجه عام على ١٠ ٪ مواد بروتينية (زلالية)
٦,٥ ٪ مواد دهنية ، ١٥ ٪ هيدرات كربون (مواد نشوية) .

ولا تستعمل هذه الفضلات مباشرة لإطعام الماشية بل تخلط بالبن
أو الدريس بنسب مختلفة .

ولادراك أهمية هذه الفضلات نذكر أن ما ينتج منها يوميا بمصنع
يستعمل ٢ طن حب يكفى لإطعام ١٦٠ عجلا .

وتنتج فضلات صناعة نشا الأذرة عن العمليات التالية (١) النقع
(٢) النخل (٣) الترسيب — أما ماء النقع فانه يحتوى على كثير من
المواد المفيدة التى تذوب فى الماء واليك تحليل عينة من الراسب الناتج عن
تجفيف ماء النقع .

مواد زلالية خام ٣٨ — ٤٣ ٪

سكر (دكستروز) ٢٥ — ٣٠ ٪

حامض فوسفوريك (خامس أكسيد) ٦ — ٨ .

بوتاس ٥ — ٦ .

ماغنيزيا ٢ — ٣ .

ويستفاد من هذا الماء بتركيزه الى أن يصبح فى قوام سميك ثم
اضافته الى الفضلات الأخرى على أننا نعتقد أن عملية التركيز كثيرة

التكاليف ومن الأصوب استعماله في صناعة السماد الطبيعي برشه على التربة
ناتج النخل : — أما الفضلات الناتجة عن النخل فتحتوى على الردة
الخشنة والناعمة وهى تعرف باسم « سن الأذرة » وتصل الى السوق بعد
تجفيفها فى أجهزة خاصة وتركيبها الكيماوى فى المتوسط كالآتى : —

ماء	٨,٩٢
بروتين*	١٠,٥٠
مواد دهنية	٢,٧٥
مواد نشوية	٦٥,٠٤
الياف	١٢,٣٠
رماد	٠,٤٨

فضلات أحواض الترسيب : — تفصل هذه الفضلات مباشرة
فى أحواض الترسيب إذا كان فصل النشا بالطريقة الحمضية — أما اذا
استعملت الطريقة القلوية فإنه يتعين ترسيب الجلوتين بإضافة حامض .
وتعرف هذه الفضلات فى التجارة تحت اسم دقيق الجلوتين .
وهى تتركب كالآتى :

ماء	٩,٧٤ %
بروتين	٣١,٢٠
مواد دهنية	٢,٣٥
مواد نشوية	٥٤,٧٦

* تتكون من بروتين ذائب ومن جلوبيولين واليومين .

الياف	١,٤٤ %
رماد	٠,٦٠

وهى على ذلك غنية جدا بالمواد الزلالية .

وكثيراً ما يخلط دقيق الجلوتين بسن الأذرة ويباع باسم « العلف الجلوتينى » ومدرج أسفله تحليل عينة من هذا العلف .

ماء	٥,٥٨ %
بروتين	٣١,٨٠
مواد دهنية	١,٩٩
مواد نشوية	٦٢,١٠
الياف	٦,٦٨
رماد	٠,٦٥

هذا ويحصل فى حالة فصل الجنين واستخلاص الزيت منه على نوع من الكسب غنى بكل من المواد الزلالية والدهنية وتركيبه كالآتى : —

ماء	٩,٥٠ %
بروتين	٢١,٣٠
مواد دهنية	١٣,٢٩
مواد نشوية	٤٥,٦٤
الياف	٨,٢٧
رماد	٢,٠٠

٢ - نشا الأرز

يعتبر الأرز أغنى الحبوب بمادة النشا فهو على ذلك مادة أولية في المقام الأول لصناعة النشا وخاصة بالبلاد التي يزرع بها هذا المحصول . ويحتوى الأرز المقشور ما بين ٧٢ و ٨٠ ٪ من النشا كما يحتوى على نحو ٧ ٪ مواد زلالية (جلوتين) وما يقرب من ١٥ ٪ ماء و ١ ٪ ألياف و ١ ٪ رماد .

ويستخدم فى صناعة النشا الأرز الكسر أو ، الدشيش ، بالنسبة الى رخصه نسبيا فى الثمن وهذا الدشيش ينتج عن عملية تضريب الأرز بنسبة ٢٥ ٪ تقريبا (تعطى عملية تضريب الأرز النسب التالية على أساس مائة جزء من الأرز الشعير ٢٠ - ٣٥ ٪ قشر ٢٥ ٪ دشيش ٥٠ - ٦٠ ٪ أرز صحيح) .

نتيجة تحليل بعض أصناف الأرز

أرز الهند الشرقية						
روسی	مصری	ایرانی				
١٢,٧	١١,٨٤	١٠,٨٠	١٣,٢٣	١٣,٢	١٢,١٠	ماء
٧٥,٨١	٧٨,٣٠	٧٣,٢٠	٧٧,٤٤	٧٣,٩٠	٧٦,٢٥	نشا
٧,٩٤	٦,٧٠	١١,٢١	٦,٨٧	٨,٧٩	٨,٩٥	زلال (جلوتين)
٠,٤٠	—	٠,٧٥	٠,٣٥	٨,٧١	٠,٤٢	مواد دهنية
١,٢١	—	١,٤٥	٠,٩٥	١,٢٠	٠,٨٦	سكرو دكسترين
٠,٤٤	—	٠,٨١	٠,٣٦	٠,٤٠	٠,٣٢	ألياف
١,٤٥	١,١٦	١,٧٨	٠,٨٥	١,٨٠	١,١٠	رماد

والأرز المصرى غنى بنوع خاص بمادة النشا فلا شك اذاً أنه من أفضل المحاصيل المصرية لاستخلاص النشا وخاصة أن زراعة هذا المحصول آخذة في الانتشار .

واستخلاص النشا من الأرز ليس بالسهولة التى تتبادر الى الذهن من ارتفاع نسبة هذه المادة به وذلك لأن المواد الزلالية الموجودة مع النشا (الجلوتين) عسيرة الانفصال عنه وهى توجد موزعة توزيعاً منسجماً بين جزئيات النشا ومدمصة إليها مما يجعل فصلها فصلاً ميكانيكياً بحثاً (كما هو ممكن مثلاً فى حالة القمح) أمراً مفروغاً منه .

وكما ارتفعت نسبة المادة الزلالية فى الأرز ازدادت صعوبة استخلاص النشا وفصله عنها ولهذا فإن نسبة النشا وحدها بالأرز ليست العامل الأول لتحديد درجة جودته وصلاحيته فى الصناعة ويحب قبل شراء أى كمية من الأرز اختبار نسبة الجلوتين به وذلك بقياس مقدار الأزوت الموجود وضرب العدد الناتج فى ٦,٢٥ . إضافة الى ذلك فإنه يحب معرفة درجة ذوبان هذه المادة الزلالية فى الصودا الكاوية المخففة لأن جلوتين النشا لا يذوب كله فى هذه الصودا بل أن جزء منه لا يذوب وتختلف نسبة الجزء الغير ذائب باختلاف نوع الأرز . ويمكن معرفة مقدار الجزء الذائب من الجلوتين بأن يعالج وزن معين من الأرز فى محلول صودا كاوية قوة ١ درجة بومييه ثم يرسب الجلوتين بمعادلة محلول الصودا بالحامض ثم يحفف ويجرى تحليل لمعرفة نسبة الأزوت وضرب هذه النسبة فى ٦,٢٥ كما تقدم .

نقع الأرض

رأينا مما تقدم أن الطرق المستعملة لفصل النشا من الحبوب الأخرى لا يمكن تطبيقها في حالة نشا الأرض لاختلاف كنه المادة الزلالية الموجودة بها عنها في الحبوب الأخرى ولا نسجام توزيعها بين حبيبات النشا بطريقة التخمير لا يمكن لهذا السبب أن تفصل الجلوتين عن النشا بدون أن تحدث تلفا ملحوظا في الأخير وكذلك لم تجد طريقة المعالجة الحمضية (حامض الكبريتوز) نفعا .

أما الطريقة المستعملة الآن فهي طريقة أورلاند جونز (Orland Jones) التي ترجع الى سنة ١٨٤٠ والتي تستخدم فيها الصودا الكاوية لفصل الجلوتين أما تأثير الصودا الكاوية فهو أولا تليين حبات الأرض ثم اذابة جانب لا بأس به من الجلوتين وينتج عن هذا التأثير سهولة تفكك جزيئات الحبة لإذابة جانب من المواد التي تضمها بعضها الى البعض وانفصال حبيبات النشا عن باقى الجلوتين مما يجعل فصل هذا الجزء المتبقى ممكناً بالطرق الميكانيكية بسبب الفرق في الثقل النوعى بين النشا والجلوتين . ويستعمل فى نقع الأرض أحواض من الخشب أو الاسمنت مختلفة السعة ولكنها فى الغالب من أربعة الى خمسة أمتار مكعبة (٤ — ٥ أمتار فى الطول ومتر فى العرض ومتر فى الارتفاع) ويوجد بأسفل الحوض قاع كاذب مثقب .

أما محلول الصودا الكاوية المستخدم فى النقع فيحتوى من ٠,٣ الى ٥,٥ صودا كاوية جافة (هيدرات صوديوم) .

يفرغ الحب بالحوض الى أن يكوّن طبقة سمكها ٤٠ سم (هذه الطبقة تزداد بانتفاخ الحب الى ٦٠ سم) ثم يفرغ عليه محلول الصودا الكاوية الى أن يغطيه تماما ويستمر النقع مدة ١٨ ساعة تقريبا يقلب الأرض في أثنائها عدة مرات عادة بواسطة تيار من الهواء وبعد ذلك يفرغ المحلول ويستبدل بمحلول صودا جديد ينقع به الأرض مدة ١٢ ساعة أخرى .

ويستدل على انتهاء عملية النقع بليونة الحب وسهولة طحنه بين الأصابع .

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

١ — عدم تحريك الصودا الكاوية والأرض تحريكاً كافياً فلا يعرضه كما يجب لتأثير الصودا الكاوية وعليه لا يذيب الا جانباً من الجلوتين القابل للذوبان .

٢ — تعرض محلول الصودا الكاوية للجو يجعله يفقد كثيراً من قلويته لامتنصاضه غاز الكربونيك وتحول الصودا الكاوية الى كربونات صودا وفقدتها القدرة على اذابة الجلوتين .

٣ — سهولة تخمر النشا في الظروف التي أتينا على وصفنا وخاصة في الصيف حيث يساعد ارتفاع درجة الحرارة على نمو البكتريا . وينتج عن هذا التخمر أولاً — تكون أحماض عضوية مثل حامض اللبنيك تعادل جانباً من الصودا ثم تكون غازات تسبب تكون ريم يعوق عملية فصل النشا عن الجلوتين كما تسبب عملية التخمر تكون

مواد لزجة (غروية) تساعد على تعلق حبيبات النشا بالمحلول وصعوبة ترسيبها اذا استخدمت في الغرض قنوات الترسيب .

ولتذليل الصعوبات المذكورة أعلاه اقترحت التعديلات التالية على الطريقة السابقة .

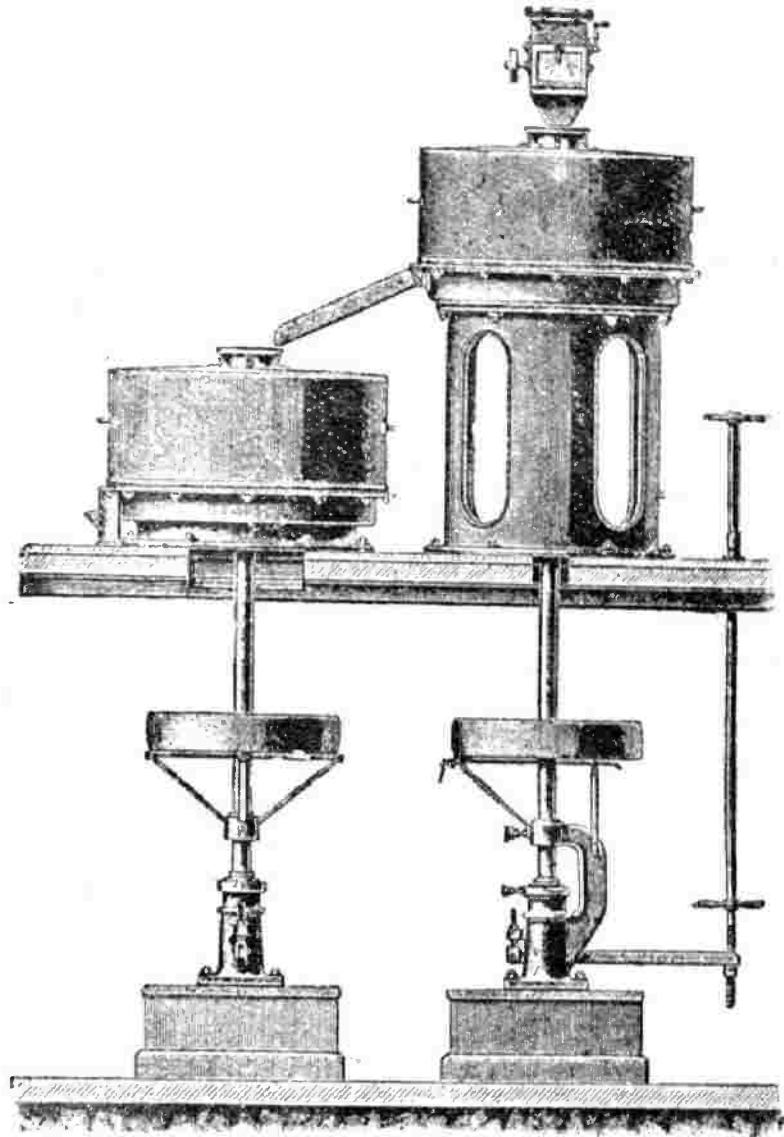
أولاً — اجراء نقع الأرز في الصودا بطريقة مستمرة بحيث يصادف محلول الصودا الأكثر تشبعا بالمواد المستخلصة الأرز الطازج بينما يصادف المحلول الجديد الأرز الأكثر استخلاصا . هذا وقد سبق لنا ان شرحنا أحد الأجهزة المستعملة لهذا الغرض في الفصل السابق .

ثانياً — لمنع امتصاص غاز الكربونيك واطعاف قوة محلول الصودا تستعمل أحواض مغلقة وقد اقترح لهذا الغرض استعمال أجهزة مفرغة من الهواء .

الطحين

الطواحين المستعملة في هذا الغرض هي عادة الطواحين ذات الاحجار المستديرة ويبلغ قطر الطاحون في الغالب من ١٢٠٠ الى ١٤٠٠ ملليمتر وفي السمك من ٣٠٠ الى ٤٠٠ وتدور الطاحون بسرعة ١٢٠ الى ١٤٠ لفة في الدقيقة .

وللحصول على طحين تام يمر الأرز عادة مرتين على الطاحون حتى يطحن جيداً ويخلو من القطع والفتات الكبيرة الحجم التي تنفصل في عملية النخل وتسبب فقد جانب من النشا والمتبع ان يمر الأرز في طاحونين أحدهما يعلو الآخر كما هو واضح في الشكل ٣٣ .



(الشكل ٣٣) طاحون زوجي

فيدخل الأرز أولاً الطاحون العلوى ثم يخرج منه ويهبط الى الطاحون السفلى ولا تستعمل الطواحين ذات الاسطوانات الا نادرا وهى لا تعطى نتيجة مرضية .

وقد صنعت محلات أوهلاند طاحونا مخروطياً وهذا الطاحون مصمم بحيث يمكن التحكم فى درجة الطحن بابعاد وتقريب غلاف الطاحون (الأم) من القلب المثبت فى طارة لادارة

هذا ويجرى طحن الحب بإضافة محلول صودا في نفس قوة المحلول المستعمل في النقع (٣ - ٥ جرام صودا كاوية جافة في المتر) ويستخدم لكل ١٠٠ كيلو جرام من الأرز حوالى ١٢٠٠ لتر من محلول الصودا وتحتوى العجينة الخارجة من الطاحون على ٢٠ - ٢٨ ٪ مواد صلبة وتذيب الصودا الكاوية أثناء عملية الطحن جانبا من الجلوتين ويمكن باستعمال طاحون مزدوج طحن ٢٠ طن أرز في ٢٤ ساعة .
وعند خروج العجينة من الطاحون ترفع بواسطة طلمبة الى أحواض تتوزع منها على المصافي ثم على العصارات

النصفية أو المنخل

ان وظيفة المناخل أو المصافي هى فصل القطع الكبيرة التى لم يتناولها الطحن والأثقال المختلفة والألياف عن النشا والغالب هنا استعمال المناخل السداسية أو المستديرة ويبلغ طول المنخل حوالى ٤ الى ٥ أمتار وهو يعد بقماش من حرير أو سلك يوضع المنخل فى وضع يكاد يكون فقيأ (بميل قدره ١٥ سم فى الطول كله) ويدخل معلق النشا من الجهة المرتفعة وينتقل بواسطة حركة المنخل من طرف الى آخر وفى هذه الأثناء يغسل بالماء وتمر حبيبات النشا من قماش المنخل الى الحوض الأسفل المركب عليه المنخل بينما تتقدم الاجزاء الخشنة الى الجانب الآخر من المنخل وتنفذ من هذا الجانب الى الخارج حيث تجمع وتعصر وتجفف للاستعمال ككسب لاطعام الماشية .

فصل النشا

يحتوى النشا بعد العمليات السابقة على ٢ - ٣ ٪ جلوتين وهذه الكمية هي التي لم تذهبها الصودا الكاوية . والتي يمكن فصلها عن النشا ميكانيكيا بفضل الاختلاف في الثقل النوعي بين النشا والجلوتين .

وأهم الطرق المستعملة للغرض المذكور هي طريقة الممخضة (العصارة) وطريقة الترسيب في القنوات ويفضل في البلاد الحارة مثل مصر استخدام العصارة لهذا الغرض لأن الترسيب بالقناة يستلزم وقتا أطول مما يساعد على تخمر النشا وصعوبة فصله لنفس السبب .

والعصارة المستعملة تتكون عادة من اناء أسطوانى مركب على عامود الإدارة وبأسفله طبة (صنبور) يمكن فتحها وغلقها ويبلغ قطر العصارة في الغالب من ٨٠٠ الى ٩٠٠ ملليمتر وارتفاعها حوالى ٤٠٠ وتبلغ سرعتها ١٤٠٠ لفة في الدقيقة .

وليس جدار العصارة مثقب كما هي العادة في العصارات المستعملة في صناعة السكر أو النسيج وكان جدار العصارة يصنع في الأول من النحاس أما الآن فتصنع معظم العصارات المستعملة في هذا الغرض من الصلب .

بعد ملء العصارة بمعلق النشا تدار لمدة ربع ساعة تقريبا ثم توقف ويفتح الصنبور الموجود بأسفل السلة لسحب الماء - أما فصل النشا فيحدث بأثير القوة المركزية الطاردة الناتجة عن الدوران - فالأجسام الأكثر كثافة والأكبر وزنا تنحرف بسرعة أعلى فتلتصق

بجدران العصاراة ويلبها الأجسام الأخف فالنشا الذى يفوق الجلوتين فى ثقله النوعى يلتصق بجدار العصاراة ويلى بعده طبقة متكونة من النشا والجلوتين وأخيرا تأتى طبقة الجلوتين . فبعد ايقاف العصاراة وتصفية الماء تسكت الطبقة المحتوية على الجلوتين ثم يفرغ النشا . على أن النشا الخارج من أول عصير لم يزل يحتوى على جانب من الجلوتين ولهذا فيخلط بالماء ثم يعصر ثانية . وتجرى عليه نفس العملية السابقة . وكذلك شأن الجلوتين المفصول من أول عصير فانه يحتوى على جانب لا بأس به من النشا ولفصله عنه يخلط ايضا بالماء ويعصر ثانية .

ويوضع عادة داخل العصاراة ٦ الى ٨ قطع من الصفائح فائدتها تسهيل تفريغ النشا .

أما فصل النشا بواسطة أحواض أو قنوات الترسيب فيجرى كما وصفناه فيما سبق . فبعد صب معلق النشا بالقنوات يترسب أولا النشا لأنه أثقل من الجلوتين ثم يترسب الجلوتين فى الآخر فينفصل عن النشا وتكرر العملية مرة أو مرتين الى أن يحصل على درجة النقاء اللازمة . ويستعمل فى فصل النشا أيضا مكابس التصفية « Filtre Presse » ، على أن هذا الجهاز لا يفصل النشا الا عن المواد الذائبة وهذه الأجهزة أسرع فى عملها من أحواض الترسيب ويتكون المكبس من عدد من الايطارات التى يشد بينها قماش رفيع ويضغط بعضها الى بعض ويتحرك السائل داخل الايطارات بواسطة مضخة كابسة ويمر فى المصافي فيترسب

ما به من النشا بين الايطارات بينما يخرج السائل من الجانب الآخر رائقاً وتستمر العملية الى أن يقل خروج السائل الرائق أو يكاد ينعدم وعند ذلك توقف المضخة ويفتح المكبس ويفرغ ما به من النشا المرسب .

تبييض النشا

قلنا أن يعتمد الى تبيض النشا اذ أنه بعد العمليات السابقة يكون في العادة على درجة كافية من البياض لاستعماله في معظم الأغراض الصناعية وكثيرا ما يعتمد الى معادلة لونه الأصفر البسيط باضافة قليل من الزهرة .

أما اذا أريد الحصول على بياض ناصع فلا بد من تبيض النشا كيميائيا وقد وجد أن أحسن مادة للقيام بهذا الغرض هي حامض الكبريتوز — أما الكمية المستعملة فتعتمد على درجة اصفرار النشا ودرجة البياض المطلوب . على أنه يتعين بعد المعالجة بهذا الحامض معادلة المتبقى باضافة الصودا الكاوية والا أدى وجود هذا الحامض أثناء تجفيف النشا الى احداث بعض التحلل به مما يجعله يعطى عصيدا قليل اللزوجة .

فصل الماء والتجفيف

لما كان نشا الارز يحضر عادة في صورة ابرية أو على هيئة قطع مستطيلة غير منتظمة الشكل فانه يتبع في تجفيفه طرق خاصة سنأتى على وصفها في التالى .

فصل الماء :

يجرى فصل الماء عن النشا في أكثر المصانع بطريقة القوالب التي وصفناها في الفصل السابق . فبعد خروج النشا من العصاراة يمزج بقليل من الماء ثم يصب في القوالب ويترك بها لمدة ١٢ ساعة يصل فيها مقدار الماء الموجود بالنشا الى حوالى ٤٢ — ٤٤ ٪

ولما كانت طريقة القوالب طريقة بطيئة وتستدعى مكانا كبيرا وعددا عظيما من هذه القوالب فانها قد استبدلت في كثير من المصانع الحديثة بطريقة التجفيف بواسطة تفريغ الهواء . أو طريقة ضغط الهواء والطريقة الثانية هي الأصلح لأنه في حالة التفريغ لا يمكن زيادة الضغط المؤثر عن $\frac{2}{3}$ ضغط جوى . بينما في حالة التجفيف بالضغط يمكن استعمال ضغط عالى يبلغ عدة أجواء وبذلك يقل الوقت اللازم من ٨٠ دقيقة الى ٣٠ أو ٤٠ دقيقة .

التجفيف الاولى

بعد ازالة جانب من الماء الموجود بالنشا على الوجه السابق ترفع القوالب ثم توضع في أفران خاصة في درجة حرارة ٥٠ — ٦٠° الى أن يصبح مقدار ما بها من الماء ٢٥ — ٢٨ ٪ ويستلزم ذلك من ٢٤ — ٣٦ ساعة ويساعد في زيادة سرعة التجفيف وضع قطع النشا على صوانى من الجص أو الصلصال .

الكحت

بعد مكث قوالب النشا المدة المذكورة يتكون على سطوح القوالب طبقة جافة مصفرة يمكن ازالتها من القالب بواسطة سكين أما اصفرار هذه الطبقة فناجم عن أن الماء الموجود داخل القالب يتجه الى الخارج أثناء التجفيف ويحمل معه المواد الذائبة الموجودة بالنشا مثل آثار الجلوتين والتي تتكون به من أثر التسخين مثل الدكسترين والسكر وهذه المواد تتجمع على سطح القوالب ويمكن ازالتها بعملية الكحت المذكورة. ويبلغ سمك الطبقة المزالة حوالى ١٠ ملليمترًا ونسبة العادم ٢٠ ٪ على أن هذه الكمية لا تعتبر عادما بل انها تطحن وتمزج بالماء ويفصل عنها النشا وتجفف ثانية .

وبعد اجراء عملية الكحت يجب ألا يحتوى النشا على أكثر من ٢٨ — ٣٠ ٪ ماء .

التجفيف النهائى

بعد اتمام عملية الكحت تاف قطع النشا بورق ثم تعاد الى الفرن وتترك لمدة ٢ — ٣ أيام بدون تسخين ثم ترفع الحرارة أولا ببطء الى ٢٥ ثم الى ٢٨ وذلك فى ثالث يوم ثم الى ٣٢ — ٣٥ الى أن يجف النشا .

بعد جفاف النشا تتشقق القطع شقوقا عديدة وبذلك تتكسر الى قطع صغيرة كما سبق ذكره ويعتمد حجم هذه القطع ودرجة لمعان النشا

وبياضه على طريقة التجفيف فكلما كان التجفيف بطيئاً ودرجة حرارته منخفضة حصل على نشا أجمل مظهراً .

ولما كان النشا يخرج عادة رغم الاحتراس في تنقيته ذا لون أصفر خفيف فيضاف إليه لمعادلة هذا اللون قليل من الزهرة .

٣ — نشا القمح

يعتبر القمح من أهم الحبوب المستعملة في صناعة النشا وذلك لسهولة استخلاص هذه المادة منه . ويمتاز القمح عن بقية الحبوب بنوع مادة الجلوتين التي به إذ أن جلوتين القمح شديد اللزوجة تتجمع جزيئاته بسهولة بعضها الى البعض مما يسهل فصله عن النشا .

ويحتوى القمح على ٦٠ — ٧٠ ٪ نشا ومن ١٢ — ٢٠ ٪ مواد أزوئية وحوالى ١ ٪ زيت .

الاستخلاص :

يوجد طريقتان لاستخلاص النشا : الطريقة الأولى يستعمل فيها التخمير لتحليل مادة الجلوتين والثانية تجرى بدون تخمير ويكون الفصل فيها بالطرق الميكانيكية .

وقد كانت الطريقة الأولى أكثر انتشاراً في الماضى ولكنها قد أهملت الآن ولا تزال إلا نادراً . إذ فضلاً عن أنه يضحى فيها بمادة الجلوتين الثينة فانها تستلزم وقتاً طويلاً يبلغ ٤ — ٧ أمثال الوقت اللازم في الطريقة الثانية وكذلك مكاناً أفسح . وأخيراً فإن المياه الناتجة عن هذه

الصناعة تعطى رائحة كريهة وتصبح مضرّة بالصحة ولهذا سنصف الطريقة باختصار .

طريقة التخمير :

تشمل هذه الطريقة الخطوات التالية .

١ — النقع — بعد تنظيف الحب وغربلته وغسيله يتقع حتى يلين ويسهل عصره بين السبابة والابهام وتستلزم هذه العملية نحو أربعة أيام .

٢ — الطحن — بعد ذلك يطحن الحب وذلك لفصل القشر عن جسم الحبة . وتتكون الطاحون من ثلاث أسطوانات تتحرك فوق صندوق ويمكن تقريب هذه الأسطوانات بعضها من البعض أو إبعادها ويجب أن يجرى الطحن بحيث يدش الحب فقط ولا يطحنه .

٣ — التخمير — بعد ذلك يوضع الحب في أحواض ويضاف إليه الماء ويقلب حتى يكون عجينة سميكة ثم يترك ليتخمر وتتم هذه العملية في بحر ١٠ أو ١٥ يوما . وتعرف نهاية التخمير بافتتاح لون المحلول الأصفر ووقوف تصاعد حامض الكربونيك . ويجب إيقاف عملية التخمير في الوقت المناسب وإلا أدت إلى صعوبة فصل النشا وتحلله جزئيا .

٤ — استخلاص النشا — بعد انتهاء عملية التخمير يصفى الماء ثم يصفى النشا بالمصافي لفصل الردة ويغسل ويرسب بأحواض الترسيب .

٥ — تنقية النشا — بعد خروج سائل النشا من المناخل يحتوى

هذا السائل خلافا للنشا على بعض جلوتين في حالة رقيقة وقليل من السن الناعم . يرسل هذا السائل في أحواض الترسيب حيث يحرك ثم يترك ليرسب فيبعد أربعة أيام يتم رسوب الأجسام الصلبة وتتكون ثلاث طبقات الطبقة العليا تحتوى أساسيا على الجلوتين والثانية على جلوتين مخلوط بالنشا والطبقة الثالثة أو السفلى على النشا .

يسحب الماء الرائق من أعلى ثم تفصل الطبقة الأولى والثانية باحتراس وبعد ذلك يخلط بالماء مرة ثانية ويرسب النشا فيها في قنوات الترسيب . أما النشا الموجود بالطبقة السفلى فيخفف بماء ويقلب ثم يترك ليرسب ويفصل منه مابقى من الجلوتين بعد أن يترسب على السطح . هذا وتستخدم الآن الممخضات في فصل النشا بدلا من أحواض الترسيب حيث أنها أسرع وأسهل في العمل .

طريقة الصناعة بدون تخمر :

هذه كما قدمنا تكاد تكون الطريقة الوحيدة المستعملة الآن في صناعة النشا ومن مميزات هذه الطريقة امكان استعمال الدقيق بدلا من الحب إذ أن ذلك يسهل العمل ويقلل من عدد الآلات والأجهزة اللازمة في عمليات التنظيف والقنع والطحن وفصل الردة والسن وتتلخص الطريقة في الخطوات التالية : —

١ — نقع الدقيق

٢ — استخلاص النشا من العجينة .

٣ — تشغيل السائل المشوي .

٤ — تشغيل الجلوتين :

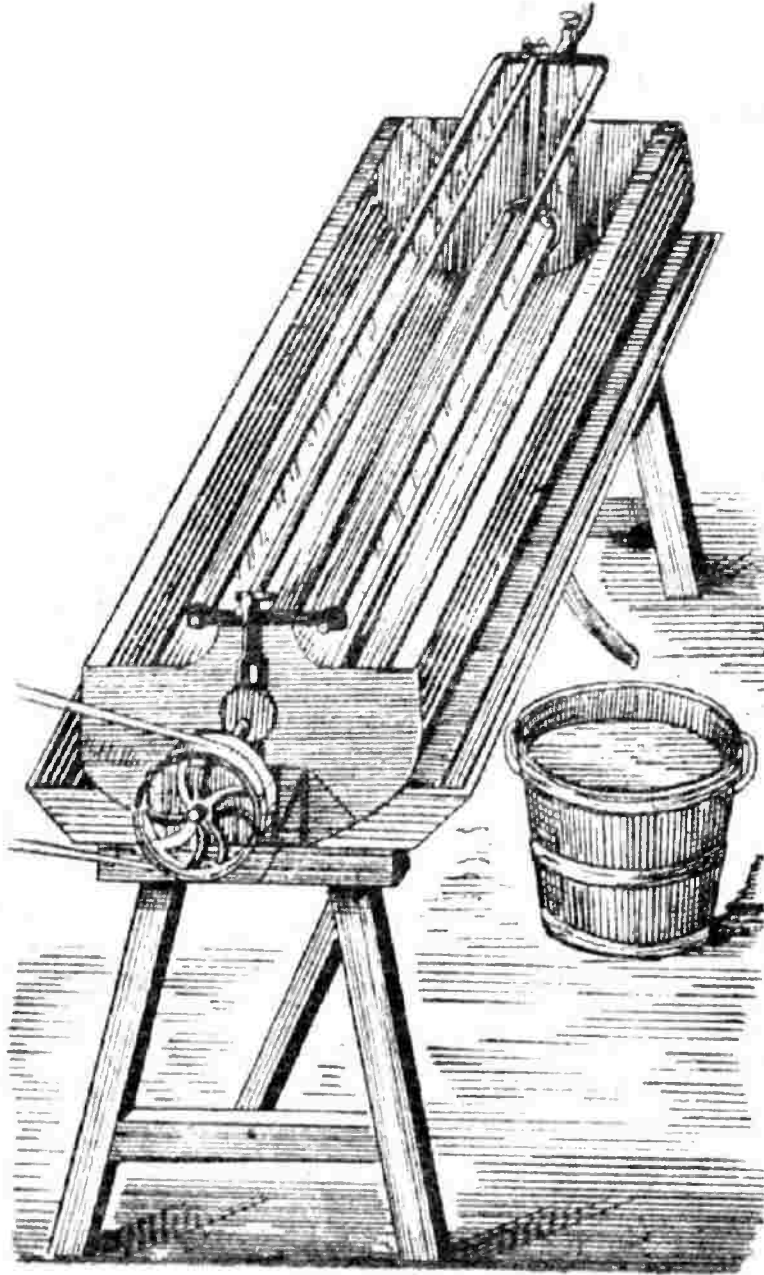
وعند استعمال الدقيق يجب أن يراعى أن يكون من نوع جيد بين الأبيض والأبسمر وألا يمضى عليه أكثر من شهر بعد الطحن . ويجب قبل شراء أى كمية من الدقيق تحليلها لمعرفة نسبة النشا والجلوتين ودرجة حموضته إذ أن هذه الدرجة تدل على مقدار ما به من الجلوتين كما أنها تزداد بقدوم الدقيق وهذه الزيادة تكون كبيرة فى أشهر الصيف وتبلغ درجة حموضة الدقيق وهو جديد 0.13% وزيادة حموضته عن درجة مخصوصة يسبب صعوبة استخلاص النشا .

وأحسن طريقة لاختبار الدقيق هى تقدير كمية الجلوتين الموجود به ولاجراة ذلك يوزن ١٠٠ جرام من الدقيق ويعمل منها عجينة ثم توضع فوق منخل وترش بالماء وفى الوقت نفسه تترك بالأصابع ويضغط باليد على المنخل وبذلك يحمل الماء النشا معه ويبقى الجلوتين ككتلة صمغية فى المنخل فتأخذ هذه القطعة وتوزن بعد تجفيفها بمنشفة ويؤخذ 30% من الوزن فيحصل على وزن الجلوتين بالتقريب ومن ثم يحفف فى فرن مدة فى درجة ١٠٥ حتى لا يتغير الوزن وهذا الوزن الأخير هو الوزن الحقيقى للجلوتين .

الاستخلاص :

يضاف مقدار ٥٠ جزء من الماء إلى ١٠٠ من النشا وتعمل عجينا بواسطة التقليب اليدوى أو الميكانيكى ثم يترك لمدة ساعة فى الشتاء و ٢٥ دقيقة فى الصيف وذلك لكي يمتص الدقيق الماء ويتهدرت .

بعد ذلك تغسل هذه العجينة في جهاز استخلاص خاص يتكون من مصفاة نصف دائرية طولها ٣ متر وعرضها ١,٢٥ يحيط بها حوض يستقبل السائل المتحمل بالنشا وبهذا الحوض فتحة يمر منها النشا ويوجد بداخل المصفاة أسطوانة مسننة تتحرك بموازاة سلك المصفاة لتشغيل



(شكل ٣٤) جهاز لاستخلاص نشا القمح

العجينة وغسلها وضغطها بالمصفاة كما أنه يوجد ما سوره مثقبة بأعلا الحوض
ينبتق منها الماء لغسيل العجينة فينفصل منها النشا ويحمله الماء مخترقا المصفاة
الى الحوض الأول بينما تتجمع جزيئات الجلوتين الى بعضها بفضل
ضغط الأسطوانة مكونة كتلة لزجة الملمس .

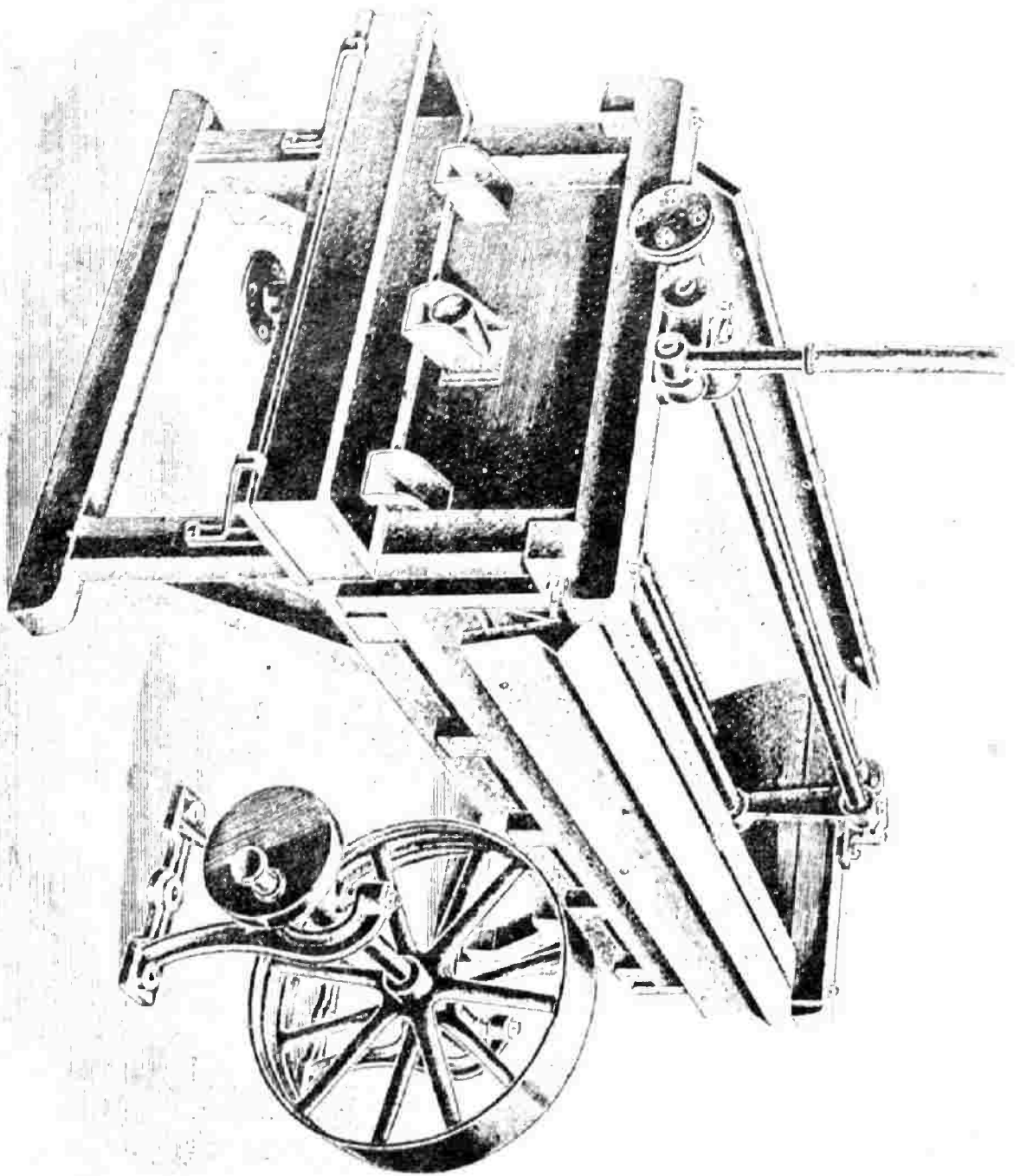
وبعد خروج النشا من الجهاز المذكور يوجه إلى حوض التجميع
ومنه يمر بعمليات التنقية والترسيب والتجفيف على نحو ما وصفناه في
حالة نشا الأذرة .

وبواسطة جهاز في حجم الموصوف أعلاه يمكن استخلاص ١٠٠
كيلو من الدقيق في مدة ساعة أما مقدار الماء المستعمل في الغسيل فيبلغ
خمسة أمثال وزن الدقيق .

تنقية ونبيذ النشا :

عند خروج المعلق النشوي من المصافي يكون لا يزال محملا بجانب
لا بأس به من الجلوتين الذي يجب فصله عنه قبل الترسيب والتجفيف
إذا أريد الحصول على نشا نقي وأبيض .

وهناك طرق عديدة يعتمد عليها لهذا الغرض وأهم هذه الطرق هي
معالجة النشا بالقلويات وعلى الأخص النشادر الذي وجد أن له قدرة
عظيمة على إذابة الجلوتين بينما هو في الوقت نفسه لا يؤثر على حبيبات
النشا تأثير الصودا أو البوتاسا الكاوية ويستعمل النشادر أما على هيئة
محلول أو غاز ويستعمل المحلول في كثافة ٩٤ . — وبعد المعالجة بهذا



(شكل ٣٥) جهاز لاستخلاص نفا القمح صنع اولاد

المحلول يغسل النشا بالماء أما المحلول الناتج عن المعالجة المذكورة فيمكن أن يستخلص منه النشادر بواسطة التقطير وأما الجلوتين فإنه يترسب بمجرد تطاير النشادر وزيادة التركيز .

أما الصودا الكاوية فتستعمل قوة ٢ — ٣ بوميه ويعالج النشا بهذا المحلول لمدة ساعتين وبعدها يخفف المحلول بإضافة مقدار كبير من الماء ثم يمر المعلق بمصفاة نمرة ٢٠٠ حيث يفصل الجلوتين المنتفخ ويتبقى فوق المصفاة ومن ثم يرسب النشا بالطرق العادية .

هذا ويمكن تبييض النشا وإزالة لونه الأصفر باستعمال كلوريد الكالسيوم : تعمل عجينة بإضافة الماء الى النشا حتى يصبح في قوام القشدة ويضاف الى هذه العجينة بنسبة ٩ لتر محلول كلوريد الكالسيوم قوة ١,٥٪ لكل كيلو جرام نشا ثم يضاف ٢٠ لتر ماء ويحرك جيداً ثم يترك لترسب الأجزاء الغير ذائبة ثم يضاف حامض كبريتيك بنسبة ١٣٣ جرام لكل كيلو جرام نشا و ٢٠ لتر ماء ويقلب المحلول ثم يترك مدة من الزمن حتى يترسب النشا ثم يغسل النشا بالماء عدة مرات .

ويبيض النشا كذلك باستعمال سلفات الصودا (ملح جلوفر) بإضافة ٦ كيلو جرام من هذا الملح و ٢٤ كيلو جرام حامض كبريتيك لكل ١٠٠٠ كيلو جرام نشا .

طريقة فسطا :

يستعمل فى هذه الطريقة أيضا الدقيق ولكن فصل النشا عن الجلوتين
يجرى بواسطة العصاره ذات السله غير المثقبه . يعمل معلق من الدقيق
فى الماء ثم يوضع بالعصاره وتدار فتلصق طبقه النشا بجدار العصاره بينما
تتكون طبقه الجلوتين فى الداخل وقد اقترح كاوربفر^(٤) بعض تعديلات
لهذه الطريقه منها استعمال محلول بيكربونات الصودا قوه ١ ٪ أو محلول
ملح طعام فى عمل معلق الدقيق إذ أن اضافه هذه المواد يساعد على
فصل الجلوتين من النشا ويدهى أن النشا الناتج من العصاره ليس نقيا
ويجب أن تجرى عليه عمليات التنقيه والترييب التى شرحناها أعلاه .

فضلات صناعة نشا القمح

إن أهم الفضلات الناتجه عن صناعة نشا القمح هى (١) السن
(٢) الجلوتين (٣) النشا الجلوتينى . وتختلف نسب هذه المواد تبعا
لطريقه الصناعه إذا كانت بالتخمير أو بدون تخمير من الحب أو
من الدقيق .

أما السن والنشا الجلوتينى فأكثر ما يستعمل ككسب لاطعام
الماشية وأما الجلوتين فيستعمل فى صناعة المكاونه أو فى صناعة
الغراء .

وفي الجدول التالي ندرج نسبة النشا والفضلات كما تنتج باستعمال الطرق المختلفة باستعمال ١٠٠ كيلو جرام من الحب أو الدقيق .

طريقة تخمير الحب . من الحب بدون تخمير . من الدقيق بدون تخمير

٤٤,٧٢٠	٥١,٩٣٩	٥٨,٩٦٨	نشا درجة أولى
١٣,٣٨٣	—	—	جلوتين
٢٢,٥١٧	٣٤,٤٢٠	٥,٥٧٨	نشا جالوتينى
		١١,٤٦٧	سن
١٩,٤٨٠	١٣,٦٤١	٢٣,٩٨٧	مواد ذائبة بماء
١٠٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	١٠٠,٠٠٠	الصناعة

ويعطى الجدول التالي تركيب الفضلات الناتجة عن كل من الطرق السالفة الذكر .

طريقة التخمير		من الحب بدون تخمير	من الدقيق بدون تخمير		
نشا جلوتين	سن		جلوتين	نشا جلوتين	
٨,٧٢٠	١١,٧٠٠	٩,٠٤٠	٧,٩٥	٩,٧٤	ماء
٢٦,١٨٨	١٠,١٥٦	٢٧,٧٨١	٩١,٦٩	٤,٥٧	زلال
٠,٣٧٦	٠,٣٠١	٠,٤٩٠	—	—	جير ومغسبا
٠,٨٧١	٠,٣٩٣	٠,٧٤٦	—	—	حامض
		٣,٦٣٠	—	٨٥,٦٥	فوسفوريك
					مواد دهنية
٦٣,٤٥٠	٧٧,٤٥٠	٤٩,٦٢٥			فضلات الفسيل
		٨,٦٨٧	١٠,٣٦		نشا وخلافه

الجلوتين

الجلوتين^(٥) هو في الواقع أهم فضلات صناعة نشا القمح وذلك لأنه مادة زلا لية عظيمة القيمة الغذائية وهو في ذلك يشبه اللحوم والبيض . على أن الجلوتين لا يصلح في الظروف المستعملة حاليا لاستخلاصه كمادة غذائية للإنسان إلا إذا استعمل وهو طازج ولم يمس عليه أكثر من يوم وهو يستعمل للغرض المذكور في صناعة المكارونة والشعرية وفي عمل الخبز الأسمر الخاص بالمصابين بمرض السكر .

غراء الجلوتين :

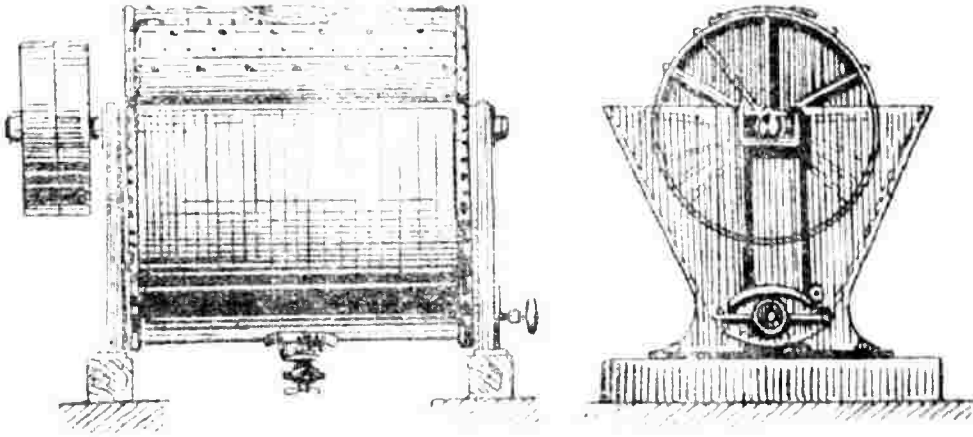
أما حاليا فيستعمل معظم الجلوتين الناتج عن صناعة نشا القمح في عمل نوع من الصمغ أو الغراء يعرف باسم الغراء النباتي أو غراء فينا ، colle de Vienne ، وهو يستعمل بكثرة في صناعة الأحذية .

ويحضّر هذا الغراء بترك الجلوتين يتخمر قليلا ليفقد بعض صلابته ويصبح في قوام سميك نوعا ومن ثم يصب في علب معدنية على صورة طبقة سمكها ٢ — ٣ سم ثم يجفف ولمنع الجلوتين من الالتصاق بالصفائح يدهن الأخير بقليل من الزيت أو الشحم .

دقيق الجلوتين :

بالنسبة إلى عظم القيمة الغذائية للجلوتين كما قدمنا ذكره فقد بذلت مجهودات للاستفادة من هذه المادة في غذاء الإنسان .

الكن الجلوتين كما قدمنا مادة سريعة العطب إذا حفظت وهي رطبة
لسرعة تحللها وتخمرها ولهذا يجب لحفظها تخفيفها واستعمالها وهي جافة



(شكل ٢٦)
جهاز لقياس الجلوتين

على أنه إذا جففت هذه المادة وحدها اتخذت قواما شديدا الصلابة
يصعب تشغيله . وللتغلب على هذه الصعوبة يخلط الجلوتين بقليل من
نشأ البطاطس أو نشأ القمح نفسه . وخليط النشا بالجلوتين تستخدم
أجهزة ميكانيكية خاصة (كاندرات) متكونة من عدد من الاسطوانات
المعدنية فيمر مخلوط الجلوتين والنشا بين أسطوانتين بينهما انفراج
بسيط فيخرج منها المخلوط على هيئة رقعة سميكة تتناولها اسطوانتين
أشد تقاربا من الأولتين ثم أخريات إلى أن تخرج العجينة المتكونة في
سمك الورق ومن ثم يطبق الشريط الناتج على بعضه عدة مرات ثم يمر
ثانية بين الاسطوانات وبهذه الطريقة يمتزج النشا والجلوتين مزجا تاما
ويضاف إليه أثناء هذه العملية قليل من ملح الطعام وفوسفات الصودا
لتعويض ما فقده الجلوتين من هذه العناصر المفيدة أثناء غسيله .

وبعد ذلك تضغط العجينة داخل مكبس وتخرج من ثقب على صورة شريط رفيع وتلف على براوير خاصة ثم تجفف في أفران فتتحول إلى مادة هاشة يسهل تكسيدها وطحنها وتحويلها إلى دقيق بواسطة طاحون .

وهذا الدقيق ذو قيمة غذائية كبيرة ويضاف إلى أنواع الدقيق الفقيرة بالبروتين لزيادة قيمتها الغذائية على أنه لا يمكن استعماله كغذاء للصبايين بالسكر لاحتوائه على النشا .

الجلوتين النقي :

توصل م . ا . موريل حديثا إلى طريقة لتحضير الجلوتين في صورة نقية وبدون خلطه بالنشا وذلك بتبريده تبريدا شديدا إذ أنه في هذه الحالة يفقد صلابته ويصبح سهل الطحن . أما الماء الموجود بالجلوتين فإنه يفصل عنه بواسطة عملية تفريغ الهواء وبذلك يحف بدون أن يحدث به أى تحلل أو أكسدة هذا وقد استخدم موريل أيضا مكابس لكبس الجلوتين وإزالة الماء منه أثناء التبريد .

أما ونجهوفر فقد استعمل طريقة مبانة للمذكورة في تحضير دقيق الجلوتين النقي وذلك بتسخينه داخل غلاية (Autoclave) على صوانى مثقبة يوضع عليها الجلوتين في طبقة سمكها ٥ — ١٠ سم لمدة ساعة تحت ضغط قدره ١ كيلوجرام لمدة ساعة بعدها يفتح البخار — فبهبوط الضغط يصبح الجلوتين في صورة هاشة ومنشفة على شكل الاسفنجة وبعد ذلك يغسل الجلوتين عدة مرات بالماء لإزالة آثار النشا الموجودة

ثم يجفف لمدة ١٢ — ٢٤ ساعة في درجة ٣٠ — ٤٠ ثم يطحن .

وندرج أسفله تركيب الجلوتين الطازج والمجفف .

مادة جافة	طازج	مجفف
٣٠,٠	٩٢,٣	
٤,٦	١٦,٩	
٠,٥	١,٥	
٢٤,٤	٢١,٩	
٠,١	٠,٤	
١,٤	١,٧	

مراجع الفصل الخامس

- 1) L. von Wagner. E. P. 4.758, 1886. J. Soc. Chem. Ind. 1886, 5, 330.
- 2) W. P. Kaufmann. J. Soc. Chem Ind, 1910. 527
- 3) O. Jones, E. P. 8.488. 1840
- 5) D. B. Jones Cereal, Chem. 14. 771 1937
- 4) Klopfer G. P. 102, 465. 201969 E. P. 11. 159 (1907)
E. P. 19. 726 (1908)

الفصل السادس

صناعة نشا الجذور الدرنية

إن أهم الجذور الدرنية المستعملة في صناعة النشا هي البطاطس ثم البطاطس الحلو (البطاطة) والاروروط . وسنكتفي هنا بشرح طريقة استخلاص نشا البطاطس باستفاضة ونحن لا نعتقد أن الجذور الدرنية ستصبح يوما ما ذات شأن بمصر لارتفاع تكاليف انتاج البطاطس بمصر بالنسبة إليها بالبلاد الأوروبية . اللهم إذا استثنينا البطاطة التي قد تصبح مادة أولية مهمة لهذه الصناعة . ونحن نذكر أن نشا البطاطة لم يكن معروفا في السوق قبل الحرب العالمية العظمى -- ولم يظهر إلا ليحل محل نشا البطاطس الذي انقطع وارده أثناء الحرب إذ أن المسيطر على هذه الصناعة هم الألمان والفرنسيون وقد صنع نشا البطاطة بأمريكا في فترة الحرب الماضية ولكنه اختفى ثانية بعدها وقد عاد إلى الظهور ثانية بالبلاد المذكورة في هذه الحرب .

١ - نشا البطاطس

يختلف البطاطس عن الحبوب بانخفاض نسبة النشا وارتفاع نسبة الماء كما يتضح لنا من الجدول التالي عن لينتنز .

تركيب جذور البطاطس

ماء	٧٦,٠ %
مواد زلالية	٢,١ »
دهن	٠,٢ »
نشا	١٨,٧ »
سكر وهيدرات كربون غير النشا	١,٠ »
ألياف	٠,٨ »
رماد	١,٢ »

على أن انخفاض نسبة النشا بالبطاطس يعوضها انخفاض السعر (في البلاد المنتجة) بالنسبة الى كبر غلة هذا المحصول كما سبق لنا ذكره في الفصل- الأول ولهذا فنشا البطاطس يقوم على قدم المساواة والمنافسة بين الأنواع الأخرى من النشا . فضلا عن بعض ما يمتاز به من خواص على هذه الأنواع .

ولما كانت نسبة الماء الموجودة بالبطاطس مرتفعة جدا وأن هذا الماء يحتفظ به البطاطس بطريقة غير ثابتة كما هو الحال في الحبوب حيث يوجد الماء على صورة هدرته أو تميع فان نسبة هذا الماء معرضة للتغير ويتبع هذا أيضا نسبة النشا الموجودة ولهذا السبب فان فحص البطاطس قبل شرائه أمر عظيم الأهمية وتوجد عدة طرق لمعرفة نسبة النشا الموجودة بالبطاطس أسهلها وأكثرها انتشارا تقوم على إيجاد الثقل النوعي للبطاطس

ومنه بواسطة جداول خاصة يمكن معرفة نسبة النشا .

وتوجد موازين خاصة لهذا الغرض يمكن بواسطتها معرفة الثقل النوعي بسهولة وذلك بواسطة الازاحة في الماء وقد أوردنا بالجدول التالي مقارنة على سبيل المثال بين كثافة البطاطس ونسبة النشا كما حصل عليه بالتجربة .

الثقل النوعي	نسبة المواد الصلبة %	نسبة النشا %
١,٠٦١٦	١٥,٧٤٨	٩,٩٩٦
١,٠٧١٨	١٧,٩٣١	١٢,١٧٩
١,٠٨٣٤	٢٠,٤١٤	١٤,٦٦٢
١,٠٩٥٣	٢٢,٩٦٠	١٧,٢٠٨
١,١٠٧٤	٢٥,٥٤٩	١٩,٧٩٧
١,١١٩٨	٢٨,٢٠٣	٢٢,٤٥١
١,١٣٢٥	٣٠,٩٢١	٢٥,١٢٩
١,١٤٥٥	٣٣,٧٠٣	٢٧,٩٥١
١,١٥٨٧	٣٦,٥٢٨	٣٠,٧٧٦

وتشمل صناعة نشا البطاطس العمليات الآتية : —

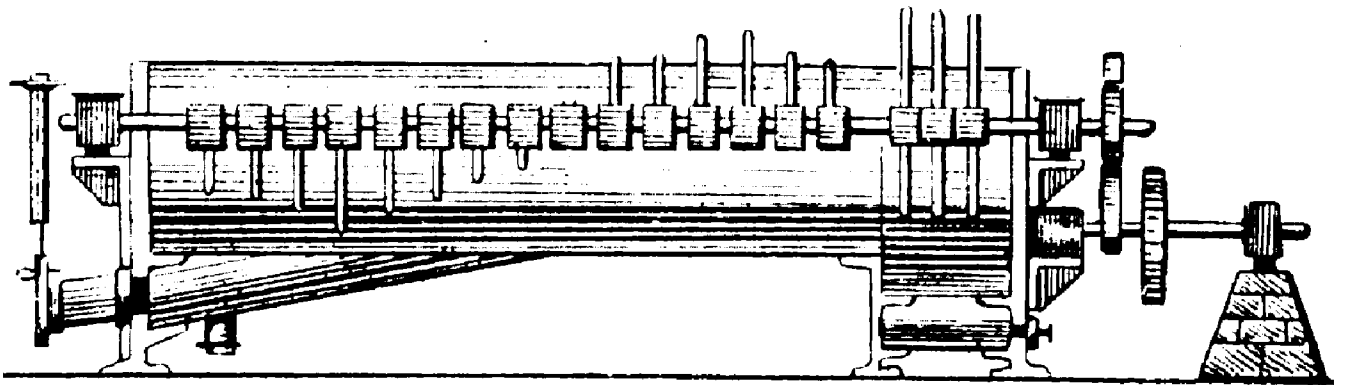
١ — غسيل البطاطس .

٢ — فرم البطاطس .

- ٣ — التصفية الأولية .
- ٤ — الفرغ الثاني والثالث .
- ٥ — التصفية النهائية .
- ٦ — فصل النشا وتنقيته .
- ٧ — التجفيف والتجفيف .
- ٨ — تشغيل الفضلات .

الغسيل :

الغسل من الغسيل هو إزالة جميع الاتربة والقذورات العالقة سطحيا بالبطاطس — وغسيل البطاطس من أهم العمليات وأعقدها ويعتمد على نجاحها درجة نظافة النشا .
يجرى غسيل البطاطس في مكان خاص مثل الموضح في الشكل ٣٧



(شكل ٣٧) ماكينة لغسيل البطاطس

ويركب المكن في العادة على سطح الأرض حتى يسهل تغذيته وتتكون مكنة الغسيل من أسطوانة نصف دائرية نصفها الأول أصم والنصف الثاني مثقب مكونا بذلك قاعا كاذبا داخل حوض الغسيل الذي أسفله

وهذا الأخير يوجد فى وضع مائل للتسهيل تفريغ الطين المتكون ويوجد فى الجزء الأسفل من الأسطوانة فتحة يسدها صمام يفتح ويغلق بمقدار بواسطة كامرة متصلة بذراع يتحرك بحركة الجهاز وبهذه الطريقة يتجدد الماء الموجود بالمأكنة بطريقة آلية مستمرة .

ويدخل البطاطس من الجهة الأخرى من الجهاز فيسقط على القلابة وتنفصل عنه الأحجار والأجسام الصلبة الكبيرة التى تسقط فى مكان بالقاع أما البطاطس فانه يتحرك الى الأمام فى الاسطوانة بواسطة القلابة الى الجانب الآخر ويقرب فى الوقت نفسه فيحتك بعضه ببعض وتتساقط عنه الأتربة ويفسل الطين ويمر من الثقوب الموجودة فى قاع الجزء الثانى من الجهاز فيحملها الماء وعند خروج البطاطس من هذه المكنة يحمله رافع حلزوني (ساقية أرشميدس) وفى نفس الوقت يغسل مرة ثانية أثناء صعوده بالماء الذى يصل الرافع من الأعلى .

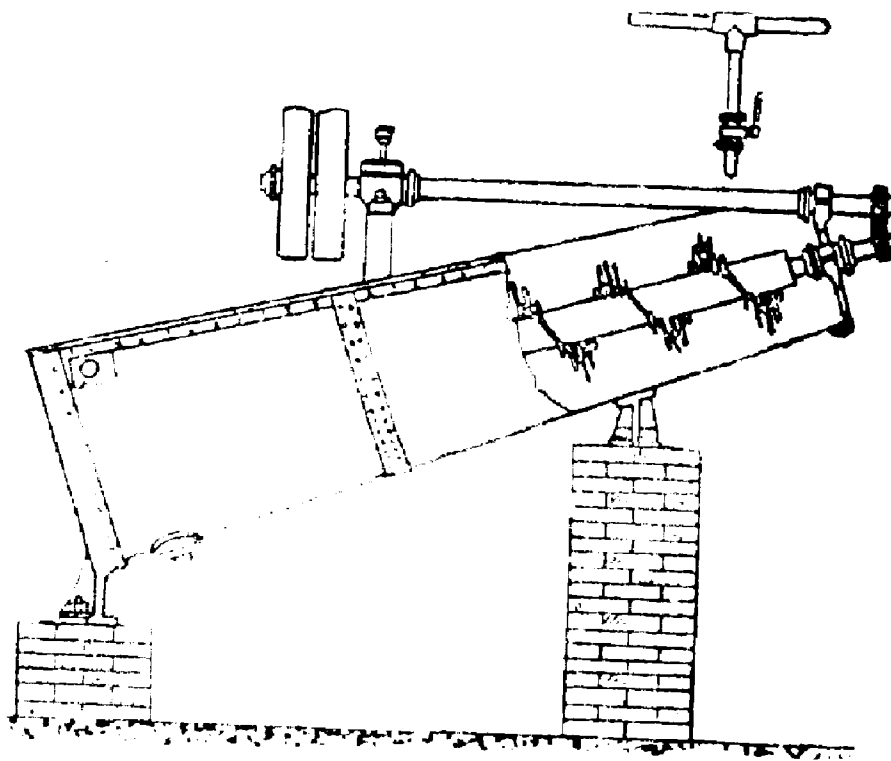
الفرم الابتدائي :

الغرض من الفرم هو كما قدمنا تمزيق الخلايا النباتية التى يوجد بها النشا فهو إذن عملية على جانب عظيم من الأهمية وعليها يعتمد إنتاج المصنع ويجب أن يكون الفرم بدرجة تؤدى الى تمزيق عميق بالخلايا بدون أن تؤثر على حيويات النشا فيها ويصعب تحديد درجة الفرم المطلوبة الا بعد التجربة ومعرفة مقدار الانتاج النسبي .

والفرم هنا يختلف كثيرا عن الطحن الرطب الذى يجرى على الحب

وذلك لأن في هذه الحالة يتعرض البطاطس الى تأثير أسلحة على شكل
مشار فتأشروه وتحوله الى لب بدون أن تطحنه طحنا دقيقا .

وتعتمد دقة الفرز على دقة المشار فكلما صغرت أسنان المشار
كلما كان الفرز أقرب الى الدقة على أن هناك حدا أدنى لدقة الأسنان



(شكل ٣٨) رافع حثرونى

بعدها يصبح استهلاك المشار سريعا نظرا الى السرعة الكبيرة التى تدور
بها المفرمة . وقد دلت التجربة على أن بعد مليمتر واحد بين كل
سنة كاف على شرط أن يكون المشار من الصلب .

ويعتمد إنتاج المفرمة على قطر الأسطوانة التى يركب عليها الأسلحة
وعلى سرعتها ويجب أن تكون الأسطوانة دائرية المحيط تماما وشديدة

الاتزان ويعتمد إنتاج المفرمة أيضا على اتساع الفتحة التي يصل منها البطاطس الى الاسطوانة .

وقد أتينا على شرح عام لهذه المفرمة في الفصل الرابع .

ويستعمل في عملية الفرم الأولى مفارم ذات طمبور قطره من ٥٠٠ الى ٧٠٠ ملليمترا ويصنع الطنبور من الصلب المصبوب ويلف بسرعة ١٠٠٠ الى ١٢٠٠ لفة في الدقيقة .

ويغطي سطح الاسطوانة عدد كبير من الأسلحة التي على صورة منشار ويدخل البطاطس من فوهة أعلى المفرمة ويجب أن تكون الزاوية المكونة من حلق المفرمة والاسطوانة حادة على قدر ما يمكن .

وعند دخول البطاطس يضغط باستمرار على الطنبور الحامل للأسلحة بواسطة ضاغط ميكانيكي يحرك حركة اكستريكية .

ويخرج البطاطس من المفرمة على صورة لب متكون من النشا وبقايا الخلايا الممزقة والماء والمواد المختلفة الأخرى التي تتكون في الخلية .

التخل أو النصفية :

يجرى التخل على اللب الناتج لفصل الألياف وفتات الخلايا النباتية وكل الأجسام الصلبة الأخرى عن النشا . إذ أن حبيبات النشا تمر من المنخل بينما تبقى هذه الألياف أعلاه هذا وقد أتينا على وصف المناخل

المختلفة المستعملة في صناعة النشا في الفصل الرابع وأكثر هذه المناخل استعمالا في صناعة نشا البطاطس هي المناخل الهزازة (المترددة) والمناخل السداسية أو الاسطوانية ويستعمل في النخل الأول مناخل معدنية من نمرة ٣٥ — ٤٠ .

الفرم الثاني :

يجرى هذا الفرم للتأكد من تحطيم جميع الخلايا النباتية وإطلاق حبيبات النشا منها ويستعمل في الغالب لهذا الغرض مفرمة سنتريفوج وفيها يحذف اللب بشدة بفعل القوة المركزية الطاردة على سطح ذي أسلحة منشارية ثابتة تحوط الحادف وهو الجسم الدائر من الجهاز فباندفاع اللب بسرعة على هذه الأسلحة يفرم فرما جيدا ومن ثم يمر بفتحات خارج السطح الاسطوانى الحامل الى العلبة التى تحوط الجهاز ومنها الى الخارج من فتحة اسفله .

التصفية النهائية :

بعد ذلك يمر اللب بمصافي نحاس نمرة ٧٥ أو حرير نمرة ٥ فتفصل عنه جميع بقايا الألياف .

فصل وتنقية النشا :

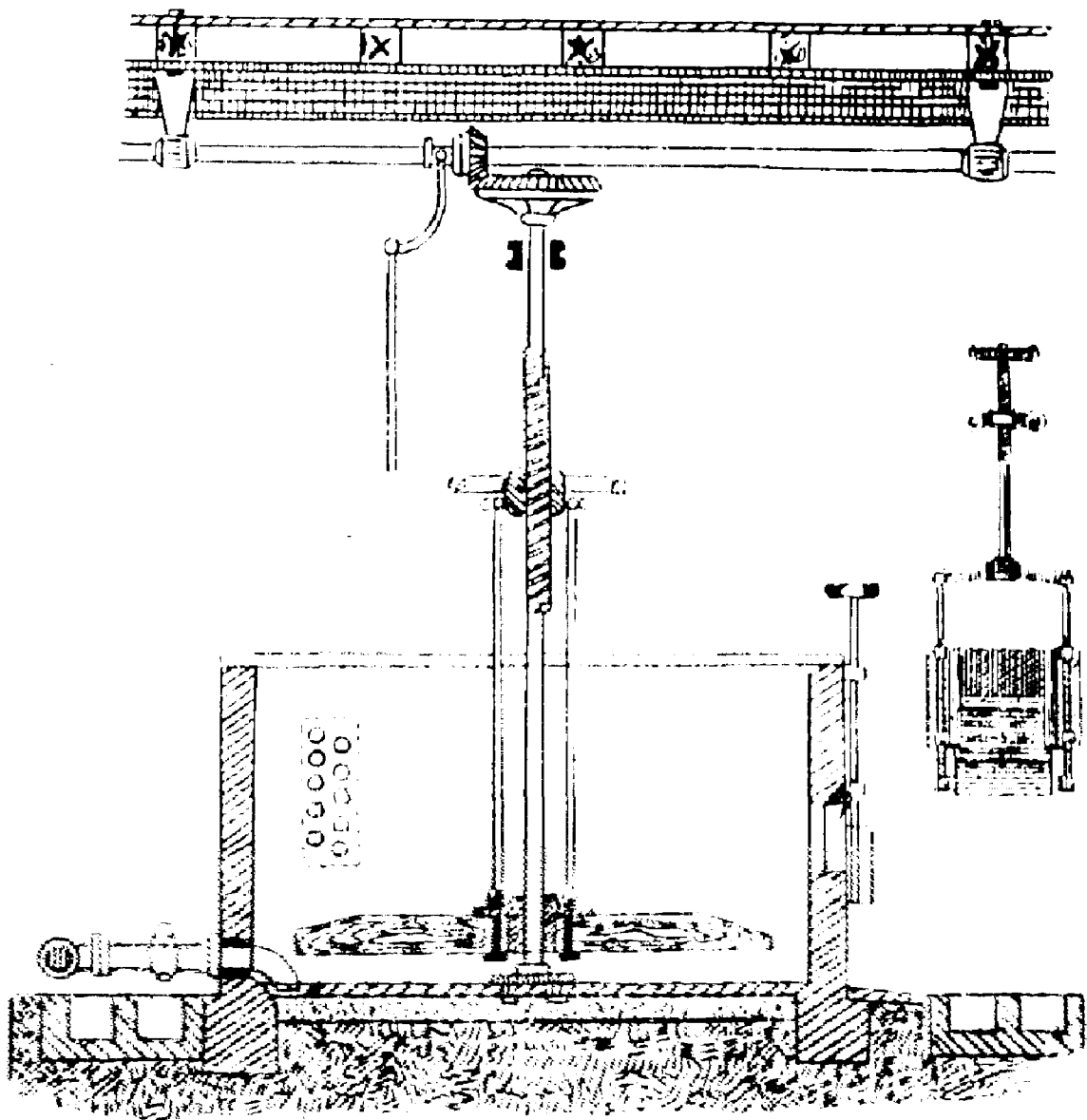
يتكون اللبن النشوى عند خروجه من المصافى من النشا وكميات بسيطة من الألياف والمواد الزلالية وقليل من الأملاح ثم الماء الذى يوجد بأ كبر نسبة .

لاستخلاص النشا من هذا المخلوط يجب أولا أن يفصل عنه الجانب الأ كبر من الماء وقد أتينا فيما سبق على شرح الطرق المختلفة المستعملة لهذا الغرض ولهذا لا داعى الى تكرارها هنا . ولكننا نذكر هنا أن طريقة ترسيب النشا فى الماء السا كن شائعة جدا فى صناعة نشا البطاطس كما تستعمل أيضا طريقة قنوات الترسيب فى المصانع الكبيرة أما طريقة العصارات فان كانت تستخدم أيضا الا أنها قل أن تستخدم وحدها وإنما مع الطرق الأخرى .

وعملية الترسيب المذكورة تؤدى الى نشا مخلوط بقليل من الألياف والمواد الزلالية ولتنقيته يجب إعادة إذابة النشا فى الماء وترسيبه أو فصله مرة أخرى والشكل المرفق يبين رسم أحد الأجهزة المستعملة فى غسيل وتنقية النشا (الشكل ٣٩) وهو عبارة عن حوض مستدير مبنى عادة من الأسمنت ومعد بقلابة يمكن رفعها وخفضها وكذلك فتحات على ارتفاعات مختلفة لتصفية الماء وباب لإزالة الطبقة العليا من النشا المختلطة بالمواد الغريبة .

يملا الحوض بلبن النشا ويحرك ويضاف اليه الماء حتى تصل

كثافته ٨ يوميه وبعد ذلك ترفع القلابة ويترك النشا مدة للترسيب ويمكن زيادة سرعة ترسيب النشا بإضافة بعض المواد الكيميائية (أنظر أسفله) مثل حامض الكبريتوز الذي من شأنه أيضا تبيض النشا وبعد ترسيب النشا يسحب الماء من الفتحات الجانبية ثم تقشط الطبقة السطحية التي تعلو طبقة النشا بواسطة لوح من الخشب وتخرج من الفتحة .



(الشكل ٢٩)

جهاز ترسيب وفصل النشا

تبييض نشا البطاطس واستعمال المواد الكيماوية :

نما سبق شرحه نرى أنه لا يشتمل استعمال مواد كيماوية في صناعة نشا البطاطس وذلك لأن المواد الزلالية المرافقة للنشا سهلة الفصل عنه ميكانيكيا على أنه كثيرا ما يضطر الى الركون الى استعمال مواد كيماوية في هذه الصناعة لأسباب عدة منها عدم جودة المادة الأولية نفسها كما هو الحال في البطاطس الذي تأثر بالصقيع أو البطاطس المصاب بأمراض أو الذي لم يتم نضجه حيث أنه في هذه الحالة يصعب ترسيب النشا من اللبن بسبب غروية المحلول وتكون رغوة كثيرة تحول دون الترسيب في هذه الحالات يؤدي استعمال المواد الكيماوية الى التغلب على هذه الصعوبات كما يؤدي الى ارتفاع الانتاج وجودة الصنف الناتج .

وقد جرب استعمال عدد كبير من المواد الكيماوية مثل حامض الكبريتيك والكلور الا أنه وجد أن هذه المواد تؤثر على النشا نفسه كما أنها صعبة الازالة منه حتى بعد تجفيفه — ولهذا ما فيه من خطر عند استعمال النشا في صناعة النسيج اذ تؤثر هذه المواد على الخامات المستعملة أما المادة التي وجد أنها تعطي أحسن نتيجة من حيث بياض النشا بدون أن تؤثر على جودته فهو حامض الكبريتوز أو أملاحه (بيسلفيت الصودا أو الكلسيوم) .

ويضاف حامض الكبريتوز الى النشا عادة الى ماء أول غسيل للنشا الخام . أما من حيث الكمية المضافة فلا يمكن تحديدها بصفة عامة لأنها تختلف باختلاف حالة النشا ودرجه نقائه وجودته اذ أن الكمية المذكورة

تتراوح فى الصناعة بين ٨ و ٢٤ جرام غاز ثانى أكسيد الكبريت لكل ١٠٠ كجم من النشا الجاف .

على أنه قد لا يؤدى فى بعض الأحيان استعمال حامض الكبريتوز الى النتيجة المنشودة وهى الترسيب وذلك عندما يكون البطاطس المستعمل شديد الإصابة أو غير كامل النضج وقد وجد فى هذه الحالة أن الصودا الكاوية أصلح لهذا الغرض ويجب اضافة الصودا الكاوية ببطء بعد تخفيفها بالماء الى لبن النشا وهو فى حوض الغسيل ومن ثم يحرك المخلوط جيدا وأخيرا يخفف بالماء وقد وجد أن إضافة ٤٠٠ الى ٥٠٠ جرام صودا كاوية جافة لكل ١٠٠٠ لتر ماء غسيل تكفى للغرض المذكور

الدهن والنشا الدهنى

يحمل ماء الغسيل الذى ينتج عن النشا الدرجة الأولى « Prima » جانب من حبيبات النشا المختلطة بالزلال والمواد العضوية الأخرى المذابة أو المعلقة فى ماء الغسيل ويمكن التفرقة بين نوعين من الفضلات المذكورة النشا الدهنى والدهن (Gras) .

أما النشا الدهنى فعباره عن حبيبات من النشا مختلطة بجانب من المواد الزلالية وأما الدهن فيطلق على المادة الزلالية نفسها وهو يوجد مختلطا بدوره بقليل من حبيبات النشا .

والسبب فى عدم انفصال حبيبات النشا الموجودة فى هذه الفضلات ناتج عن صغر حجمها بالنسبة الى حجم حبيبات النشا العادية مما يجعل

ترسيبها وفصلها عسيرا وهي لهذا تختلط وتمتزج بالدهن وترسب معه على صورة طبقة رخوة لزجة الملمس .

وفصل النشا عن الزلال في هذه الحالة عسير جدا بدون الاستعانة بالمواد الكيماوية وذلك لأن الزلال كما قدمنا يلتصق بالحبيبات ويلصقها بعضها ببعض . أما الطريقة المستعملة لفصل المادتين فهي المعالجة بواسطة القلويات (الصودا الكاوية) التي من شأنها أن تذيب الدهن فيصبح ترسيب النشا سهلا ويجرى على نحو ما شاهدناه في ترسيب النشا الدرجة الأولى . أما الدهن فيمكن ترسيبه بعد ذلك بإضافة حامض ما .

وتتلخص العمليات التي تجرى على النشا الدهني لفصل النشا في (١) تصفيته بمصافي من نمر عالية (١٥٠ — ١٦٥ °) وتجري هذه التصفية عادة باستعمال المناخل الهزازة (٢) الترسيب في القنوات يجب في هذه الحالة أن يكون المحلول مخففا على قدر الامكان (٣ — ٤ بوميه) وأن تكون سرعة صب المحلول صغيرة من ٨ الى ١٣ سم في الثانية — وتختلف سعة القنوات المستعملة وهي في العادة ٣٠ سم في العرض ٣٠ الى ٣٥ سم في العمق ٤ و ١٠ الى ٣٠ مترا في الطول .

بعد ترسيب النشا يجمع ويخلط بالنشا الناتج عن أول غسيل حيث يجرى عليه العمليات الأخرى التي أتينا على وصفها أعلاه .

أما الدهن فانه يصفى أيضا كما في الحالة السابقة ثم يعالج بالصودا لاذابته وفصل النشا عنه وترسيبه ثم معالجته بحامض لترسيبه بدوره ويحتاج ترسيب ١٠٠ كيلو من الدهن الحاف إضافة ١ لتر من حامض

الكبريتيك درجة ٦٦ بوميه أو لتر من حامض الكلور يدريك على أنه
الدرجة تركيز الدهن في الماء تأثير كبير في سرعة ترسيبه فكلما قلت
درجة التركيز سهل الترسيب .

فضلات صناعة نشا البطاطس

تتكون فضلات نشا البطاطس من اللب الناعم والألياف وماء
الغسيل .

اللب — هو ناتج التصفية الأولى في صناعة نشا البطاطس ويتكون
من القشور وبعض الألياف ويحتوى اللب عند خروجه من المصفاه
على ٧٠ — ٧٥ ٪ ماء ، ١٥ الى ١٧ ٪ مواد صلبة .

بعد فصل اللب عن النشا يرسل الى الخارج بواسطة مضخة ويصب
في أحواض أو حفر تختلف سعتها باختلاف عظم المصنع ويجب أن
يكون هناك على الأقل ثلاث حفر الأولى لاستقبال اللب والثانية لفصل
الماء والثالثة للتفريغ ويعمل قاع الحفر مائلا حتى يتسرب منه الماء
ويمكث اللب في الحفر مدة شهر تقريبا فتتخفض نسبة الماء به إلى
٦٥ — ٧٠ ٪ .

وبعد هذه المدة يخلط اللب بمواد أخرى من العلف مثل الدريس
والتبن وكسب البذرة الخ . . . ويستعمل كطعام للماشية .

وتستخدم أحيانا عصارات مستمرة لعصر اللب وفصل جانب
كبير من الماء عنه .

وعندما لا يمكن استهلاك اللب محليا يجب تجفيفه ويجرى ذلك في أفران خاصة .

هذا ويستخدم اللب أيضا لصناعة الجلو كوز والكحول إذ أن كل ١٠٠ جزء من اللب الجاف تعطى من الكحول ما يعطيه ٣٥٠ الى ٤٠٠ جزء من البطاطس .

كما أنه أمكن أن يصنع من اللب بالضغط في درجة عالية من الحرارة أدوات وأشياء مختلفة مثل الزرائر والصحاف وأدوات الزينة الخ . . . وجرب استعمال اللب في صناعة ورق الكرتون كما استعمل قوالب للحريق بعد تجفيفه وضغطه .

وندرج في التالي تحليل ثلاث عينات من اللب بعد تجفيفه .

(١)	(٢)	(٣)
٧,١	١٤,٦٠	١٣,٠٥
٣,٨	٤,٣٨	٤,٤٥
٠,٢	٠,٢	٠,٥٥
٦٩,٨	٦٩,٥٧	٥٩,٣١
١٢,٢	٨,٠٠	١٤,٨٤
٧,١	٣,٢٥	٧,٨

ماء العادم

يحتوى الماء الناتج عن صناعة النشا على نسبة كبيرة من المواد العضوية والأملاح إذ أن أربعة أخماس هذه المواد بالبطاطس يذهب

مع ماء الغسيل وبتبخير ١٠٠٠ كيلو من هذا الماء يمكن الحصول على ١٠٠ كيلو جرام مكونة كالآتي .

مواد عضوية مختلفة	٧٦٪
أملاح	٢٤٪

وتحتوى المادة الجافة على ٧٪ أزوت ، ٢,٤٪ حامض فوسفوريك ١٣٪ بوتاس ومن هذه النسب يتضح لنا قيمة هذه المواد من الوجهة الزراعية وهى لهذا تعتبر من الأسمدة القوية .

٢ - نشا البطاطة

البطاطة من الجذور الدرنية المنتشرة الزراعة بمصر فى الأراضى الرملية ونصف الرملية ويوجد منها نوعان الأبيض والأصفر وكلا النوعين يتبعان نفس الصنف (Ipomea batata) ويحتمل أن تصبح البطاطة مصدرا مهما لصناعة النشا بمصر لرخص ثمنها بالنسبة إلى البطاطس

وقد بذلت فى السنوات الأخيرة بأمريكا محاولات لتحضير نشا الجذور من البطاطة كللت بالنجاح وأما باليابان فقد بدأت هذه الصناعة من سنوات عديدة وأصبح الآن حوالى ثلث إنتاج النشا بهذه البلاد يصنع من جذور هذا النبات .

ويتراوح مقدار ما تحويه البطاطة من النشا بين ٢٦,٤ ، ٢١,٧ بمتوسط قدره ٢٣,٨ وهذه النسبة ملائمة جدا لصناعة النشا .

هذا وقد بدأت الأبحاث على صناعة البطاطة بأمر يكافى سنة ١٨٩٥
واليك نتيجة ما وصلت اليه هذه الأبحاث .

الصناعة .

تغسل البطاطة على نحو ما شاهدناه في صناعة نشا البطاطس ثم تفرم
يمكن خاص يعرف باسم (hummer mill) بدلا من المفارم ذات
الأسلحة التي وصفناها أعلاه .

بعد ذلك يعالج اللب بمحلول مشبع ورائق لهيدروكسيد الكالسيوم
(الجير) ثم يمر على مناخل لفصل النشا . وما تبقى فوق المناخل يطحن
ثانية ويعالج بالمحلول السابق ويصفي مرة أخرى ويترك فترة يترسب في
أثناءها معظم المواد المخالطة للنشا بتأثير الجير ومن ثم يصفى مرة ثانية
حيث تنفصل عنه الأجسام الصلبة .

بعد ذلك يصب النشا في قنوات الترسيب وهو في درجة ٥ بوميه
والقنوات تصنع من الأسمنت وتبلغ في الطول ١١٠ أقدام وفي العرض
١٩ بوصة بميل قدره $\frac{1}{4}$ من البوصة في القدم الواحد .

بعد عملية الترسيب يجمع النشا ويغسل بالماء ويرسب مرة أخرى
في درجة ١٠ - ١٥ بوميه ثم يصفى مرة ثانية .

ويمكن الحصول على نشا على درجة كبيرة من البياض بتبيض النشا
الناجم من عملية الترسيب الثانية بمحلول هيدروكلوريك الصوديوم في درجة
تركيز هيدروجيني أعلى بقليل من ٨,٣ ومن ثم يزال أثر الكلور المتبقى

بمعالجته بحامض الكبريتوز — بعد ذلك يعصر النشا بصارة سنتريفوج سرعتها ١٢٠٠ لفة في الدقيقة حيث يخرج منها محتويا على ٣٥٪ ماء ومن ثم يخفف النشا باحدى الطرق المشروحة في الفصل الرابع أما الماء الناتج من العصير والمحمل بقليل من النشا فيجمع ويرسب بمرسبات مخروطية ثم يخفف الى درجة ٤,٥ بومييه ثم تعدل درجة تركيزه الهيدروجينية الى ٩,٢ باضافة محلول جير مركز ثم يرسل المحلول الى مناخذ الترسيب الأولى حيث تجرى عليه العمليات السابقة .

ونشا البطاطة يصلح للاستعمال فى البوش وفى تنشية الأقمشة القطنية إذ يعطى ملمسا سخيا . كما يصلح للاستعمال فى صناعة الورق وكذلك فى تحضير مواد اللصق والداكسترين بدلا من نشا الكاسافا

الفصل السابع

مشتقات النشا الصناعية

الدكسترين والصمغ البري طمانى والنشا المحور

مقدمة :

علمنا من الفصل الثانى أن النشا يتكون من جزيئات جلوكوز متصل بعضها ببعض فى صورة سلاسل طويلة كما علمنا أن النشا يمكن تحويله بتأثير الأحماض أو الخمائر إلى سكر الجلوكوز وذكرنا أن هذا التحول لا يحدث مباشرة أعنى أن جزيء النشا لا يتحطم دفعة واحدة متحولاً إلى الجلوكوز بعد إضافة جزيء ماء لكل جزيء نشا بل إن هذا التحول يحدث فى درجات وقد أمكن فصل عدد من المواد التى يقع وزنها الجزيئى بين النشا والجلوكوز وهذه المواد تقرب فى خواصها من الجلوكوز وتبتعد عن النشا كلما كان التأثير أشد .

وأهم الخواص التى تهتمنا فى هذا الجزء والتى تلعب دوراً كبيراً من الوجهة الصناعية هى خاصة الذوبان وخاصة اللزوجة .

فنحن نعلم أن النشا لا يذوب فى الماء البارد بينما يكون بالتسخين

محاليل عالية اللزوجة تعرف ، بمطبوخ النشا . أما الجلوكوز فيذوب في الماء البارد ويختلط به بأى نسبة وهو يكون محاليل قليلة اللزوجة . والمواد التى تنتج عن النشا إما بتأثير المواد الكيماوية أو بالتسخين في ظروف معينة تختلف في درجة ذوبانها واللزوجة التى تعطيها تبعاً لمقدار تحور النشا ودرجة تحطيم جزيئاته . ويستفاد من الخواص الجديدة التى تمتاز بها هذه المواد على النشا في كثير من التطبيقات الصناعية التى سنأتى على ذكرها في حينه وأهم المواد التى تنتج عن تحلل وتحور النشا هى النشا المحور والصمغ البريطانى والدكسترين والجلوكوز — وبدهى أنه فيما عدا مادة الجلوكوز فإن جميع هذه المواد ليست ذات تركيب ثابت محدود بل إن كل منها عبارة عن مجموعة من مواد تحورت عن النشا بنسب مختلفة .

ويجرى تحور النشا صناعياً بطريقتين :

- ١ — تأثير بعض المواد الكيماوية أو الحماض في وسط مائى .
- ٢ — تأثير الحرارة وحدها أو بمساعدة مادة كيماوية في وسط جاف

١ — الدكسترين

يعتبر الدكسترين من أهم مشتقات النشا وهو يمتاز عنه بذوبانه في الماء البارد ومحلولة في الماء أقل لزوجة بكثير من محلول النشا في الماء عند أخذ نفس درجة التركيز فبينما نجد أن محلول النشا قوة ١٠ ٪ ذو لزوجة عالية نجد أن محلول الدكسترين المحتوى ٥٠ ٪ قليل اللزوجة . ويختلف

لون الدكسترين حسب طريقة التحضير بين الأبيض الناصع والأصفر. وكما قدمنا لا يمثل الدكسترين مادة قائمة بذاتها ولهذا فإنه لا يمكن تحديد هذه المادة بتعريف عام وفي الواقع أن لفظ الدكسترين يطلق في التجارة على عدد من المواد المشتقة من النشا والتي تختلف عن بعضها في بعض الخواص مثل اللون ودرجة اللزوجة التي تعطيها. وقد حاولت بعض الهيئات وضع مواصفات للدكسترين الـ "Standard"، أدلى بها في التالي :

يجب أن يكون الدكسترين في صورته بدرجة خالية من الرمل والذرات والأجسام الغريبة الأخرى وعند إذابة هذه المادة في الماء ودهن الورق بمحلول هذه المادة ثم تجفيفها يجب أن تعطي غشاء شفافاً فاتح اللون ومرن وذو قوة لصق كبيرة كما يجب أن يكون محايداً أو ذا حموضة بسيطة وإليك نتيجة تحليل عينة من الدكسترين الستندارد :

٨٨,٨٩	دكسترين
٣,٦٢	مواد مخترلة مثل الدكستروز
٢,٩٥	الرطوبة
٠,١٢	الرماد
٠,٢٦	مواد لا تذوب في الماء البارد
٩٦,٤٠	درجة التقطيب بمقياس (Ventzke)
	لمحلول ١٠٪

اللزوجة مباشرة بعد الذوبان في الماء الساخن والتبريد إلى

اللزوجة بعد ٢٤ ساعة في الماء الساخن والتبريد إلى درجة
٢٠° لمحلل ٥٠٪ ٤٠٨

اللزوجة بعد ٤٨ ساعة في الماء الساخن والتبريد إلى درجة
٢٠° لمحلل ٥٠٪ ٤١٢

وينبغي أنه عند إذابة جزء من الدكسترين في جزء من الماء أن يحصل
على محلول رائق منخفض اللزوجة وذو درجة لصق عالية — كما يجب
أن يحتفظ المحلول بقوامه وصفاته وهو بارد أما اللزوجة فيجب
ألا تزداد إلا بنسبة ضعيفة بمرور الوقت .

أما عند احتواء الدكسترين على جانب من النشا السليم أو القليل
التحور فإن محلول الماء الساخن يكون غير رائق كما أن هذا المحلول يزيد
ثخنا بالتبريد . ويعطى أفلاما أقل لمعانا ومرونة وهذه الصفات غير
مرغوب فيها في حالة الدكسترين المستعمل في أغراض اللصق .

المادة الأولية :

تصلح جميع أنواع النشا لتحضير الدكسترين وإنما يختار منها
الأرخص ثمنا وأكثر أنواع النشا المستعملة في صناعة الدكسترين هي
نشا البطاطس والطيبوكا والساجو والأذرة — ويعتبر نشا البطاطس
أسهل أنواع النشا تحويلا إلى الدكسترين كما أنه يعطى أحسن أنواعه
إلا أن هناك عيب في الدكسترين المحضر من هذا النشا وهو أن طعمه
ورائحته غير مرغوبين وخاصة عند استعماله في أغراض اللصق . أما

نشا الطيوكا فيعطى دكسترينا خاليا من هذا العيب كما أنه لا يقل عن دكسترين نشا البطاطس من حيث قوة اللصق .

أما الدكسترين المحضر من نشا الأذرة ولو أنه أقل جودة من دكسترين نشا البطاطس إلا أنه أقل تكاليف لخص المادة الأولية إضافة إلى أنه يعطى قوة لصق عالية ولهذا السبب فإن نشا الأذرة يعتبر في الوقت الحاضر أكثر أنواع النشا استخداما في تحضير الدكسترين .

الصناعة :

يمكن كما ذكرنا أعلاه تحضير الدكسترين بالطريقة الرطبة أو بالطريقة الجافة — أما الطريقة الأولى فلا تكاد تستعمل لأنها أكثر تكاليف لما يتطلبه الدكسترين من نفقات في التجفيف والاستخلاص بعكس الطريقة الجافة التي لا يحتاج فيها إلى هذا التجفيف . على أنه كثيرا ما يحضر الدكسترين بالطريقة الرطبة لاستعماله مباشرة في حالة محلول كما هو الحال في كثير من مصانع البوش والتنشئة والغالب في هذه الحالة استعمال خميرة الدياستاز لتحويل النشا إلى دكسترين ويجرى ذلك بإضافة الخميرة مع محلول النشا والتسخين إلى درجة ٦٠° إلى أن يتحول كل النشا إلى دكسترين (يختبر ذلك بواسطة اليود) وبعد ذلك ترفع درجة الحرارة إلى الغليان لإتلاف الخميرة حتى لا يتحول الدكسترين بدوره إلى سكر — هذا وسنعود إلى الحديث عن موضوع تحليل النشا صناعيا بواسطة الخناثر في مكان آخر من هذا الكتاب .

المواد المساعدة :

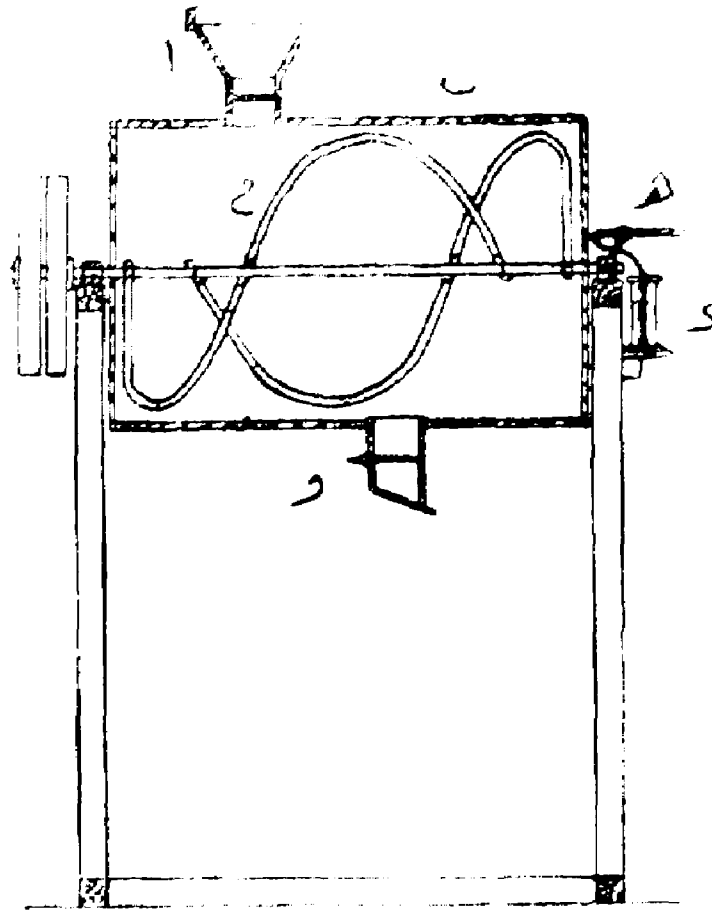
يمكن بتأثير الحرارة فقط تحويل النشا إلى دكسترين إلا أنه في هذه الحالة يحتاج الأمر إلى استعمال درجة حرارة مرتفعة (٢٠٠ إلى ٢٧٥ °C) مما يؤدي في الوقت نفسه إلى تكون مواد تحلل أخرى سمراء أو بنية اللون بينما أن جانباً من النشا يبقى بدون تحول أو يحدث به تحول بسيط وسبب ذلك هو أن الحرارة تؤثر أولاً ما تؤثر على الطبقة الخارجية لحبيبات النشا فتحوّلها إلى دكسترين بينما لا تتأثر الطبقات الداخلية وبزيادة مدة التسخين تزيد الطبقة المحمصة سمكاً بينما تتكامل الطبقة الخارجية وتأخذ لوناً أسمر .

وللتغلب على الصعوبات المذكورة ولضمان انسجام تحول النشا إلى دكسترين في درجة حرارة أكثر انخفاضاً يعتمد إلى إضافة بعض المواد المساعدة التي من شأنها أن تحلل النشا بسرعة وأهم المواد المستعملة في هذا الغرض هي الأحماض والأملاح الحمضية .

أما الأحماض المستعملة فيستحسن أن تكون من الأحماض الطيارة وأهم هذه الأحماض وأكثرها استعمالاً حامض الكلوريدريك والأزوتيك أو مخلوط هذين الحامضين والغرض من استعمال هذه الأحماض الطيارة هو سهولة تحللها وانسجام توزيعها بالنشا عند تحويلها إلى غاز بتأثير التسخين. أما الأحماض الغير طيارة مثل حامض الكبريتيك فلا تستخدم إلا في أغراض خاصة كما هو الحال في تحويل النشا إلى

النشا الذائب والنشا ذو اللزوجة المنخفضة في درجات الغليان كما سنراه فيما بعد .

أما الأملاح الحمضية فيستخدم منها ما يتحلل بسهولة في درجة حرارة عالية إلى حمض وقاعدة ضعيفة - وأهم هذه الأملاح كلوريد



(شكل ١٠) جهاز لخلط الحامض بالنشا

١ - قم - ب - اسطوانة - ج - محرك - د - وعاء يحتوى على الحامض
هـ - مبسم لدفع الحامض و - فتحة للتفريغ

المغنسيوم وكلوريد الألومنيوم . على أن استخدام هذه الأملاح يتطلب عادة درجة حرارة عالية ولا يظهر تأثيرها في درجة أقل

من ٢٢٠ .

هذا وأول ما يجب ملاحظته في اختبار المادة المساعدة هو تأثيرها في تكوين سكر الدكستروز حيث أن تكون هذا السكر يقلل من قيمة الدكسترين لأنه شديد التميع وامتصاص الرطوبة فيسبب وجوده في الدكسترين بنسبة كبيرة تميع هذه المادة ويعتمد تكون الدكستروز في هذه الأحوال إذا استثنينا نوع المادة المساعدة على كمية هذه المادة ودرجة الحرارة ومدة التسخين .

أما نسبة المادة المساعدة فتختلف بتأثير عوامل عديدة أهمها نوع المادة ثم نوع النشا نفسه والنسبة المستعملة في الغالب من حامض الكاوريديريك هي كيلو جرام واحد لكل ٢٠٠ كيلو نشا ومن حامض النتريك كيلو لكل ٤٠٠ كيلو نشا .

التسخين ودرجة حرارة التخمير :

تختلف درجة الحرارة التي يتطلبها تحويل النشا إلى دكسترين باختلاف نوع وكمية المادة المساعدة ويعتمد الوقت اللازم لهذا التحويل على درجة الحرارة ولا يمكن اعطاء حدود ثابتة لدرجة الحرارة أو لمدة التسخين لأن ذلك يعتمد على عوامل كثيرة أخرى مثل نوع النشا المستخدم وخواص الدكسترين المطلوب وجودها في المادة النهائية ولكن يمكن أن يقال بوجه عام أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة كان التحول أسرع وكلما قلت في الوقت نفسه نسبة السكر المتكون — وكلما كانت درجة الحرارة منخفضة تطلب تحويل النشا وقتاً أطول

وارتفعت نسبة السكر المتكون كما أن الدكسترين الناتج يعطى محاليل أقل لزوجة ولهذا السبب فانه لا يحسن الهبوط بدرجة الحرارة عن حد معين ويمكن أن يقال بوجه عام أن هذه الدرجة تتراوح عادة بين ١٧٠ — ٢٠٠° على أنه إذا أريد الحصول على دكسترين فاتح اللون فانه يهبط بدرجة الحرارة إلى ١٠٠ — ١٢٠°.

وأول تأثير لتسخين النشا هو إزالة ماء الرطوبة الموجود به والذي يبلغ في المتوسط ١٠ — ١٢ ٪ وفي كثير من المصانع يجرى تجفيف النشا قبل تحميصه في أفران منفصلة ويقال أن الدكسترين الناتج من النشا الجاف أجود صنفا من المحضر مباشرة من الدكسترين المحمص بدون تجفيف وقد يكون مرجع ذلك إلى أن الماء الموجود يساعد على سهولة تكوين السكر .

أجهزة التحميص :

كان تحميص النشا يجرى فيما سبق بوضعه على شكل قوالب أو بوردرة على صواني وتوضع هذه الصواني في حجرة تسخن إلى الدرجة اللازمة للتحميص مدة بضع ساعات حتى يتم التحميص وبدهى أنه كان في استعمال هذه الطريقة ضياع للوقت وزيادة في الأيدي العاملة ولهذا فقد هجرت واستعوضت بطرق حديثة تستخدم فيها أجهزة خاصة للتحميص .

والمهم في أجهزة تحميص النشا ليس شكل الجهاز بل انتظام تسخين النشا وتحريكه أثناء التحميص .

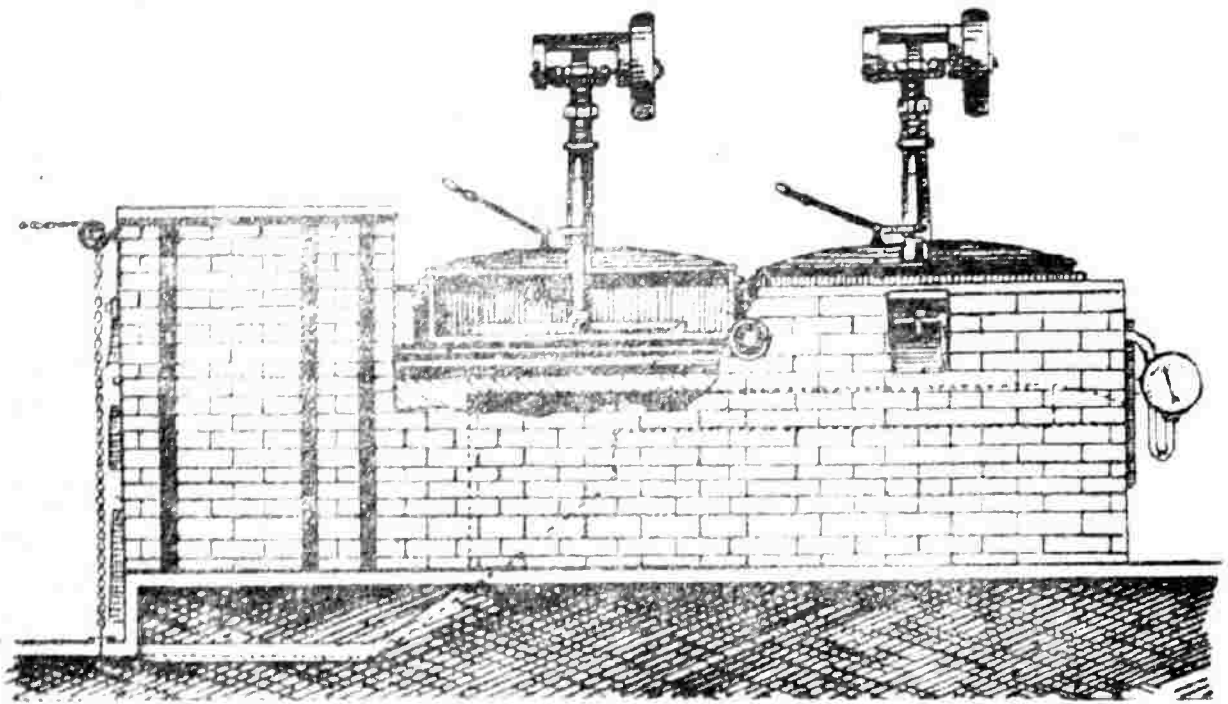
ويوجد طرق عديدة لضمان انتظام تسخين النشا منها استعمال البخار تحت ضغط عال والماء الساخن في ضغط مرتفع أو بواسطة استعمال حمام الزيت المسخن إلى الدرجة المطلوبة ثم التسخين بواسطة الكهرباء على أن معظم هذه الطرق محدود الاستعمال وأكثر الطرق انتشاراً في الوقت الحاضر هي طريقة التسخين بواسطة الغاز الساخن الناتج عن الاحتراق مع تكيف درجة الحرارة اللازمة بواسطة الهواء البارد .

أما شكل الجهاز فيمكن أن يكون في صورة اسطوانة من الحديد أو النحاس في وضع أفقي وبها فتحة في أعلاها لخروج الماء الناتج عن التحميص والغازات الأخرى ويجرى التسخين في هذه الحالة بالطريقة المباشرة ويوجد بداخل الاسطوانة قلابة لتحريك النشا أثناء التحميص .

أما الغالب في شكل جهاز التحميص فيظهر واضحاً في الشكلين ٤١ ، ٤٢ ويتكون الجهاز أساساً من إناء اسطوانى في وضع رأسى منخفض الارتفاع وبه قلابة رأسية الوضع لتحريك النشا ويركب المحمص على فرن مبنى بالطوب . ويوجد بأعلا الجهاز فتحة متصلة بمدخنة لتصرف الماء والغازات كما يوجد أيضاً فتحة أخرى بباب لأخذ عينات أثناء التحميص . هذا وترفع القلابة بواسطة جهاز خاص ويمكن بسهولة تفريغ المحمص بسرعة .

تبريد الدكستريج بهيد النخبيص

عند وصول الدكستريج إلى الدرجة المرادة من التخميص يجب أن

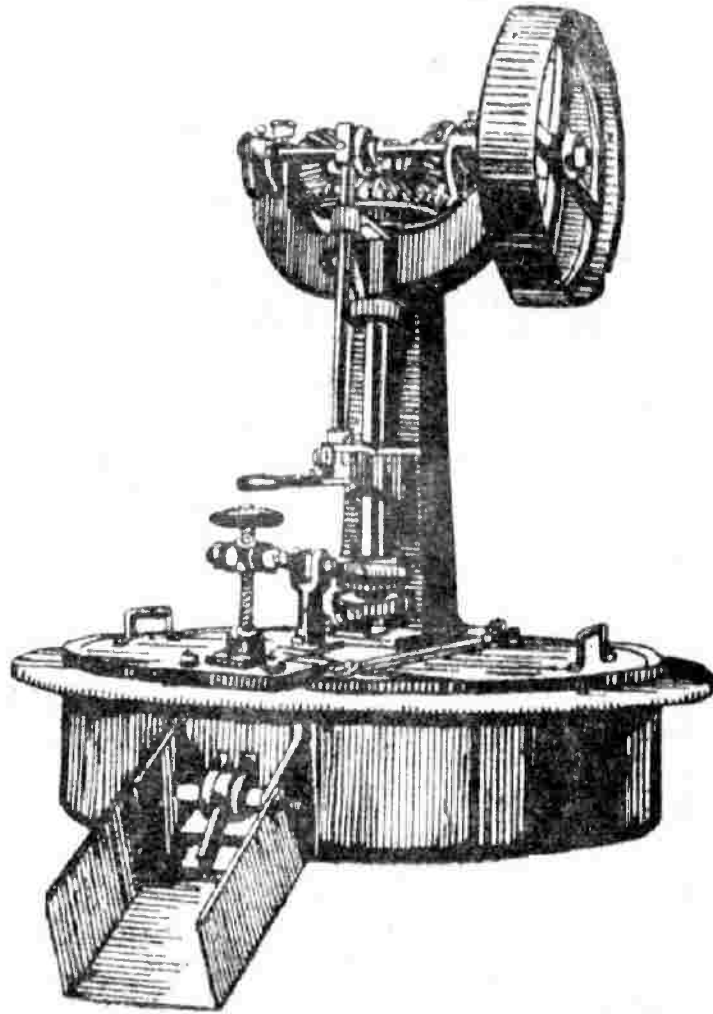


(شكل ١٨) جهاز التخميص النشا

يفرغ بسرعة من المحماص ويرد وذلك لأنه إذا لم يبرد بسرعة كافية استمر التأثير والتحلل فينتج دكستريج مخالف للخواص المطلوبة ويصبح أقل بياضاً كما أنه يعطى محاليل أكثر سيولة من المراد .

وأسهل الطرق لتبريد الدكستريج تجري بسطه على صورة طبقة قليلة السمك في غرفة فسيحة وتركه إلى أن يبرد — غير أن هذه الطريقة وإن

كانت تصلح فى المصانع الصغيرة إلا أنها غير منتجة إذا كان الإنتاج كبيراً
اذ أنه يحتاج فى هذه الحالة إلى سطح كبير وإلى أيدي عاملة كثيرة . ولهذا



(شكل ٤٢) جهاز لتحميم الشا

السبب فان تبريد الدكسين يجرى فى هذه المصانع بواسطة أجهزة خاصة
يمر بها. الذكستين ويمجرى التبريد إما بتعريض الذكستين لتيار من

الهواء البارد أو بواسطة الماء البارد الذي يمر حول الأسطوانة التي بها الدكسترين .

وبعد تبريد الدكسترين يحتوى على ٣ ٪ ماء ولا يمكن يصل إلى درجة الرطوبة التجارية (١٠ — ١٢ ٪) يعرض بسرعة إلى جو ساخن مشبع ببخار الماء .

٢ — الصمغ البريطاني

يطلق هذا الاسم على النشا المحمص في درجة حرارة عالية وبدون استعمال مواد مساعدة أو باستعمال كميات قليلة جدا من هذه المواد والصمغ البريطاني يختلف عن الدكسترين في أنه أكثر قسوة في اللون كما أنه يعطى محاليل أكثر لزوجة .

والصمغ البريطاني يختلف في نوعه باختلاف المادة الأولية المستعملة واختلاف درجة الحرارة ومدة التسخين .

وعند استعمال مادة مساعدة في تحضير الصمغ البريطاني يمكن استعمال أى مادة من المستخدمة في تحضير الدكسترين لكن بنسبة أقل بكثير — والأجهزة المستعملة في التحميص لا تختلف مطلقا عن المستعملة في صناعة الدكسترين — أما درجة حرارة التحميص فتتراوح بين ٢٠٠ — ٢٧٥ .

وأكثر المواد الأولية المستخدمة في تحضير الصمغ البريطاني هي نشا البطاطس ونشا الأذرة والصمغ البريطاني الموجود بالسوق هو في

الغالب ما يطرأ من أنواع مختلفة من النشا المحمص ويراعى في هذا الخليط الجمع بين الخواص المختلفة التي لا تتوافر في نوع واحد مثل الذوبان وارتفاع درجة لزوجة المحاليل وقوة اللصق الخ... ومرج هذه الأنواع إما أن يجرى على المادة الأولية وهي النشا أو على النشا المحمص .

وأهم أوجه استعمال الصمغ البريطني هي تحضير مشخات ألوان الطباعة وخاصة ما كانت قلوية منها وذلك لعدم تقلص محاليله بتأثير القلويات السكاوية شأن محاليل النشا .

٣ - النشا المحور

نحمل تحت هذا العنوان بعض مشتقات النشا الناتجة عن تحور بسيط في هذه المادة يغير من خواصها الطبيعية ولكن لا يصل بها إلى درجة الدكسترين .

أما أهم الخواص الطبيعية التي تتأثر بهذا التحور فهي درجة الذوبان واللزوجة وتبعاً لنوع المعالجة التي تجرى على النشا يمكن الحصول على نوعين من المركبات يختلفان من حيث الذوبان واللزوجة .

١ - النشا ذو اللزوجة المنخفضة على الغليان : ويتبع عن تأثير محدود للأحماض أو المؤكسيدات على النشا في درجة حرارة دون درجة جلتنه النشا ويعرف هذا النوع خطأ باسم « النشا الذائب » ، رغم أنه لا يذوب في الماء البارد ويحتاج إلى التسخين لإذابة شأن النشا العادي .

٢ — الغراء النباتية : وينتج عن التأثير في النشا بمواد من شأنها أن تحدث انتفاخا بحبيباته وتسبب ذوبانه في الماء البارد وتتماز هذه المشتقات بلزوجة عالية وقوة لصق كبيرة مما يؤهلها للاستعمال بدلا من الغراء الحيواني .

أما أهم أوجه استعمال النشا المحور فهي تبویش خيوط النسيج وتنشئة الأقمشة وفي أغراض اللصق بدلا من الصمغ العربي والغراء .

١ — النشا ذو اللزوجة المنخفضة على الغليان

(Thin Boiling Starch)

سميت هذه المشتقات بهذا الاسم لأن لزوجة محاليلها تنخفض بارتفاع درجة الحرارة بينما تزداد بانخفاضها وهذه المواد تختلف عن الدكسترين بأنها تحتفظ بالتركيب الحبيبي للنشا ثم أنها تعطي التفاعل الأزرق مع اليود شأن النشا العادي وهي إلى ذلك لا تذوب في الماء البارد بل يستدعى ذوبانها تسخينها إلى درجة حرارة عالية هذا إلى أن محاليلها عند الجفاف تعطي مادة قرنية شديدة الصلابة عكس الدكسترين الذي تعطي محاليله في هذه الحالة مادة هشة سهلة الطحن .

أما اختلاف هذه المشتقات عن النشا فينتج بلا شك عن تحطيم جزوى في جزيئات النشا على نمط ما يحدث في حالة الدكسترين وإن كان أقل منه شأنًا .

ويمكن تحضير النشا المحور بتأثير إما الأحماض أو المؤكسدات

ولا شك في أن نوع التأثير في جزيء النشا يختلف في الحالتين وإن كانت خواص المادة الناتجة لا تختلف كثيرا .
أما أهم أنواع النشا المستخدمة في هذا الغرض فهو نشا الطايوكا .

التحضير بتأثير الأحماض

يجرى تحور النشا في هذه الحالة بتأثير الأحماض المعدنية على معلق النشا في الماء في درجة حرارة دون درجة انتفاخ حبيبات النشا .
وتختلف قوة الحامض المستعمل ومدة تأثيره باختلاف درجة السيولة المراد إعطاؤها للمادة الناتجة .

ويعطى النشا المحور في التجارة درجات مختلفة تعبر عن سيولة محاليله مثل ٢٠ ٣٠ ٦٠ ٩٠ وهذا الترتيب تصاعدي بالنسبة للسيولة أو تنازلي بالنسبة للزوجة .

وتتابع درجة التجور بأخذ عينة من النشا وفصل الحامض وغسلها ومعادلة الحامض ثم اذابتها وقياس درجة السيولة بواسطة فيسكومتر (جهاز قياس اللزوجة) مثل جهاز انجلر .

وعند الوصول الى الدرجة اللازمة يوقف التسخين ويعادل الحامض بإضافة أى مادة قلوية ويغسل النشا ثم يرسب ويجفف .

أما أهم الأحماض المستعملة في التحوير فهي حامض الكلوريدريك وحامض الكبريتيك . مثلاً يعالج النشا في محلول حامض كبريتيك قوة ١ - ٢ ٪ في درجة ٤٥° لمدة ساعة الى أربع ساعات ونصف حسب

درجة اللزوجة المراد إعطاؤها وبعد ذلك يوقف التسخين ويعادل الحامض .

هذا وقد استعملت طرق أخرى لتحويل النشا بالأحماض مثل رش النشا بمقدار محدد من الحامض ثم تجفيفه في درجة حرارة دون درجة الجليئة (٤٥°) أو معالجة النشا المعلق في سائل عضوي بغاز حامض الكلوريدريك . أو تسليط غاز حامض الكلوريدريك على النشا الجاف لمدة محدودة من الزمن ثم طرد الحامض بواسطة الهواء ومعادلة ما بقي منه بواسطة غاز النشادر

استعمال المؤكسدات

تحدث المؤكسدات تأثيراً مماثلاً لتأثير الأحماض في الحصول على النشا المنخفض اللزوجة ويفضل استعمال المؤكسدات على الأحماض وذلك لأنه باستعمال الأحماض يتحول جانب من النشا الى مواد تذوب في الماء مثل السكر والديكسترين وهذه المواد تفصل أثناء غسيل النشا المتحول بالماء أما المؤكسدات فلا تؤدي الى تكون هذه المواد الذائبة — هذا الى أن المواد المؤكسدة تعمل في الوقت نفسه على تبيض النشا . فضلاً عن ذلك فإن محاليل النشا المحور بواسطة الأكسدة لا تعطى ظاهرة النكوص (أنظر الفصل الثالث) مع الوقت بل تبقى رائقة باستمرار

أما المؤكسدات التي استعملت في تحويل النشا فعدة نذكر منها

فوق الأكسيدات والبرمنجنات والبيكرومات والهاثوجينات الأوزون والهيوكلوريت والاكثيفين (Activin).

على أنه يمكن أن يقال أن الهيبوكلوريت هو أهم ما يستعمل من هذه المؤكسدات في تحضير النشا المحور . وتختلف نسبة المؤكسد الى النشا باختلاف درجة السيولة المراد الحصول عليها لمحاليل النشا .

وطريقة العمل هي أن يعمل معلق نشا في الماء ثم يضاف اليه محلول الهيبوكلوريت من آن الى آخر وتؤخذ عينة وتختبر للسيولة الى أن يحصل على الدرجة المطلوبة وبعد ذلك يرسب النشا ويغسل وتعادل آثار الكلور المتخلف بواسطة حامض الكبريتور . وأخيرا يغسل النشا ويجفف .

هذا ويفضل أحيانا استخدام الماء الأوكسجيني للأكسدة لأنه لا يترك أى رواسب من الاملاح بالنشا وتختلف نسبة الماء الاكسجيني حسب نسبة الماء المستعملة الى النشا فعند استعمال ٨ : ١ يلزم حوالى ٠,٢ ٪ من ماء أوكسجيني قوة ١٢ حجما بينما تبلغ هذه النسبة ٠,٣٥ عند استعمال ٣ : ١ ماء نشا .

أما طريقة المعالجة بواسطة الماء الاوكسجيني فتجرى كالآتي :
يعمل معلق النشا بالنسبة المطلوبة ويضاف لكل ١٠٠٠ كجم من المعلق ٦ كيلو جير (هيدروكسيد الكلسيوم) أو ٤,٥ . كجم صودا كاوية درجة ٣٦ بوميته ثم يضاف اليها الكمية اللازمة من الماء الأوكسجيني وترفع درجة الحرارة إلى ٧٠ - ٨٥ وبعد انتهاء التفاعل يضاف إلى

المحلول ٣,٧ ٪ محلول فرمالدهيد ويحصل بهذه المعالجة على مادة لزجة صالحة لأغراض اللصق .

ويمكن الحصول على نتيجة مماثلة باستعمال فوق سلفات النشادر (٠,٥ - ٢,٠ ٪ فوق سلفات) ٪ نشادر بالنسبة الى وزن النشا)

ب - الغراء النباتي

كثير من المواد ذات الهدرقة العالية مثل القلوويات وبعض الأملاح تحدث انتفاخا في حبيبات النشا على البارد . ونحول النشا إلى مادة لزجة لها قوة لصق كبيرة وقد استفيد من هذه الخاصية في تحضير مواد تحل محل الغراء الحيواني وقد أعطيت هذه المشتقات أسماء كثيرة مثل الغراء النباتي والغراء الجديد والابراتين والغراء الياباني . . الخ واليك بعض الاسماء الافرنجية التي أطلقت على هذه المركبات

Colle noiuvelle, collodine grosokol, Apparatine.

Colle universelle, arabil, colle du Japon, etc.

والفرق بين هذه المشتقات والمشتقات الناتجة على تأثير الاحماض ومواد الاكسدة كبير فهي أولا تذوب في الماء البارد ثم هي تعطي محاليل أكثر لزوجة ذات قوة لصق عالية .

ويمكن تعليل هذه الفروق في الخواص بين هذين النوعين من المشتقات على اساس التركيب الكيماوى للنشا الذى بسطناه في الفصل الثالث . ففي حالة النشا المحور بتأثير الاحماض أو المؤكسدات يحدث بالجزء النشوى تحطيم كيماوى ينتج عنه تقصير في طول الجزيء ويتبع

ذلك الإنخفاض المشاهد في لزوجة محاليل هذه المواد . على أن التحطيم المذكور لا يحدث بدرجة كافية لجعل المادة الناتجة تذوب في الماء البارد شأن الدكسترين وذلك لأن الجزيئات لم تزال تحتفظ بقوة تجمعها أما في حالة المشتقات الناتجة عن تأثير القلويات والمواد ذات الأيونات العالية الهدرته فلا يحدث تأثير تحطيم في جزي النشا .

أما ظاهرة الذوبان على البارد فتنتج عن أن المواد المستعملة تؤثر على الرباطات الثانوية التي تجمع الجزيئات الكبيرة في الجسيمات النشوية وتفصلها بعضها عن البعض فيتبع ذلك ظاهرة الذوبان الغروي ولهذا فإن المحاليل الناتجة عن هذه المعالجة تحتفظ بقوة لزوجتها .

استعمال القلويات :

إن أكثر المواد المستعملة في تحضير الغراء النشائي من النشا هي القلويات وبالأخص القلويات الكاوية مثل الصودا الكاوية والهوتاسا الكاوية والنشادر إذ أن جميع هذه المواد تحدث انتفاخا في حبيبات النشا على البارد وأول ما يستعمل من هذه القلويات هو الصودا الكاوية وأطلق اسم الإبراتين (Apparatine) على المادة اللزجة الشفافة الناتجة من معالجة النشا بالصود الكاوية .

تحضير الإبراتين : يمزج معا في اناء مناسب ١٠٠ رطل من نشا الأذرة و ٤ جالون من الماء ثم يضاف إليها مع التقليب المستمر ١٠ بينت صودا كاوية قوة ٦٠ توادل و ٣٤ بينت ماء وبعد الإضافة يترك

المخلوط لمدة ساعتين ثم يضاف اليه ٢٦ بنت حامض كبريتيك قوة ٢٠ توادل وبعد فترة يختبر المزيج بواسطة صبغة عباد الشمس . ويجب أن يكون المزيج محايداً وألا تكون به آثار حامض كبريتيك زائد بل يحسن أن يكون مائلاً الى القلوية وكثيراً ما يعادل الزائد من القلوى بإضافة حامض الخليك .
ويستخدم الابراتين في تنشية الاقمشة .

هذا وكثيراً ما يعتمد الى معالجة النشا قبل إضافة القلوى بواسطة الاحماض أو المؤكسدات وذلك لزيادة سيولة المحلول الناتج وتستخدم المشتقات المحضرة بهذه الطريقة في أغراض اللصق .

ويضاف في كثير من الاحيان الى الغراء النباتى بعض المواد لأغراض شتى مثل سليكات الصودا لزيادة قوة اللصق والبورا كس لزيادة اللزوجة واليوريا (Urea) لمنع ظاهره النكوص النشوى وبقاء المحاليل رائقة .

أما اذا أريد الحصول على الغراء النباتى في صورة جافة فتجرى المعالجة باستعمال القلوى الجاف في صورة مسحوق يضاف الى النشا الجاف ثم يحايد القلوى الزائد بإضافة حامض جاف مثل حامض الاكساليك أو الليمونيك: مثلاً ٢٠٠ كجم نشا أذره يضاف اليها ٥ - ٦ كجم صودا كاوية في صورة مسحوق . ويعادل الجميع بإضافة ٦ - ١١ كجم حامض أكساليك جاف

ويمكن أيضا تحضير الغراء الجاف بمعالجة النشا بمحلول الصودا الكاوية في درجة حرارة منخفضة للتقليل من درجة انتفاخ الحبيبات .
فمثلا يعالج النشا الجاف بمثل حجمه من محلول صودا كاوية قوة ٣٦°
بوميه في درجة الصفر وبعد ذلك تفصل الصودا الكاوية عن النشا
بالعصير ثم بالغسيل بواسطة الكحول .

وأخيرا يمكن تحضير هذه المشتقات الجافة بإضافة الصودا الكاوية
الى النشا المعلق في سائل عضوى مثل البرافين وكلوريد الكربون وثالث
كلوريد الاثيلين والاسيتون والكحول . مثلا يضاف ٤ — ٥ كجم
ثالث كلوريد الاثيلين الى ١٠٠ كجم نشا بواسطة الرش ثم يضاف
اليها ٢٦,٥ كجم صودا كاوية كثافة ١,٣٣٢

استعمال الاملاح :

تؤثر محاليل كثير من الاملاح في النشا وتحدث به ظاهرة الانتفاخ
ومعظم الاملاح القلوية مثل البورات والالومينات والقصديرات تسبب
انتفاخ النشا وتمتاز هذه الاملاح القلوية على القلويات بأنها لا تؤثر
بسرعة في النشا على البارد ولهذا يسهل خلطها به بدون حدوث (كلا كيع)
بالنشا وبعد المزج ترفع درجة الحرارة ببطء حتى يحدث التحور المطلوب .
أما الاملاح المتعادلة فأكثرها تأثيرا في النشا هي الكلوريد
والسلفوسيانات والنترات أعنى الاملاح ذات التأين العالى . أما السلفات
فإنها لا تحدث انتفاخا في حبيبات النشا بل بالعكس فإنها تعوق دون

حدوث الانتفاخ وتمتاز أملاح حامض البوريك (البورا كس مثلا)
بتأثير خاص إذ أنها تسبب تقلص محاليل النشا وكثيرا ما تستعمل لهذا
السبب مخلوطة بالنشا لتنشية الملابس إذ تعطى صقلا ومرونة كبيرة .
ونعطي في التالى بعض الامثلة لتحضير الغراء النباتى باستعمال الاملاح

(١) ١٠٠ كجم نشا .

٨٠ . محلول مركز (٥٠ ٪) سلفوسيانات النشادر

في السكحول .

بعد المزج يسخن المخلوط مدة من الزمن حتى يحصل على درجة
التحور المطلوبة وبعد ذلك يرشح المحلول ويجفف النشا .

(٢) ١٠٠ كجم نشا بطاطس

{ بعد الاذابة فى قليل من الماء	٣	•	نترات الكلسيوم
	١٢	•	كلوريد الصوديوم
	١٢	•	سلفات المغنسيوم

(٣) ١٠٠ كجم نشا .

١٨٠ . ماء .

١١٥ . كلوريد كلسيوم .

يضاف النشا إلى الماء ثم يضاف كلوريد الكلسيوم ببطء مع التقليب
المستمر لمدة ساعتين . ثم يضاف مقدار كيلو جرام من البورا كس إذا
أريد زيادة لزوجة المحلول .

ويستعمل الغراء المذكور على الأخص كمادة مثخنة فى طماعة
أوراق الحائط .

ج - النشا المحور فيزيائيا

يمكن تحويل النشا وتحويله إلى نشا ذى لزوجة منخفضة بدون استعمال أى مواد كيميائية وذلك بتعريضه لتأثير ميكانيكى عنيف مثل الطحن مدة طويلة أو بالتسخين والتبريد المفجائى .

فمثلا عند تعريض النشا لتأثير الطحن بين اسطوانتين تدوران فى اتجاهين مختلفين يمكن الحصول على نشا ينتفخ فى الماء البارد .

ويمكن الحصول على نشا له نفس الخواص بتسخين النشا إلى درجة ١١٠° ثم رشه بالماء وهو فى هذه الدرجة إذ بمجرد الابتلال تنتفخ الحبيبات ولكن لا تليث أن تجف .

وقد حضر اندرسون نشا ذائب بتسخين النشا فى فرن تحت ضغط فى درجة ١٢٥ - ٣٠٠ ثم إبطال الضغط دفعة واحدة إذ يلاحظ انتفاخ الحبيبات بسبب انطلاق ماء الرطوبة المحبوس فيها دفعة واحدة والنشا الناتج ينتفخ ويذوب فى الماء البارد ويستعمل فى تنشية الملابس والبوش . كما يحضر بهذه الطريقة بعض النشويات المستعملة فى الغذاء والمعروفة تحت اسم (Puffed Rice, corn, etc)

ويمكن أيضاً تحضير نشا ذائب بواسطة البخ (atomising) وذلك ببخ معلق النشا تحت ضغط ٢ رطل فى جو من الهواء الساخن والبخار إذ يهبط النشا فى أرض المكان على صورة بودرة تذوب فى الماء .

الفصل الثامن

صناعة الجلو كوز

نعلم من القسم الأول أن الجلو كوز هو المكون الاساسى للنشا وإنه هو آخر مراحل تحلل النشا بتأثير الأحماض وأول من كشف عن تأثير الأحماض في النشا هو كيرشهوف في سنة ١٨١١ وكان سوسور (١٨١٤) أول من حدد نوع السكر الناتج عن تحلل النشا واعتبره مطابقاً لسكر العنب خلافاً لما كان معتقداً من أنه سكروز (سكر القصب) ومن هذا الوقت وقد استغل هذا التفاعل لتحضير سكر الجلو كوز صناعياً حتى أصبح الجلو كوز اليوم لا يكاد يحضر في الصناعة إلا بهذه الطريقة .

ويحضر الجلو كوز صناعياً في ثلاث صور مختلفة كالآتي :

(١) سائل سميك في قوام العسل النحل يعرف باسم شراب الجلو كوز أو شراب النشا (glucose syrup) وهو يحتوى على حوالى ١٢ - ٢٠ ٪ ماء بجانب قليل من الدكسترين الذى يعمل على عدم تبلر الجلو كوز .

(٢) جلو كوز جاف في صورة صلبة فاتح أو صارب إلى البنى ويوجد على صورة قطع دقيقة التبلر

(٣) دكستروز تجارى وهو فى صورة بودرة متبلرة تحتوى من ٧٠ إلى ٩٩,٥ ٪ سكر وذلك حسب ظروف التبلر . هذا ويوجد نوع نقى يسمى سليروز (celerose) يحتوى على جزئ ماء تبلر واحد وتصل نسبة السكر الجاف فيه ٩١,٤ ٪ ونسبة الرماد ٠,٥ ٪ .

المواد الأولية :

تصلح جميع أنواع النشا لصناعة الجلو كوز إلا أن نشا الأذرة هو أكثر أنواع النشا استعمالاً فى هذه الصناعة . ويستعمل فى ذلك عادة النشا الأخضر ، أو الذى لم يمر بعد فى عمليات التجفيف وذلك استبعاداً لتكاليف التجفيف ولهذا فإن هذه الصناعة تكاد تكون دائماً ملحقة بصناعة النشا .

هذا ويمكن أيضاً استعمال الحبوب نفسها فى صناعة الجلو كوز إلا أن الجلو كوز الناتج لا يكون على درجة نقاوة كافية .

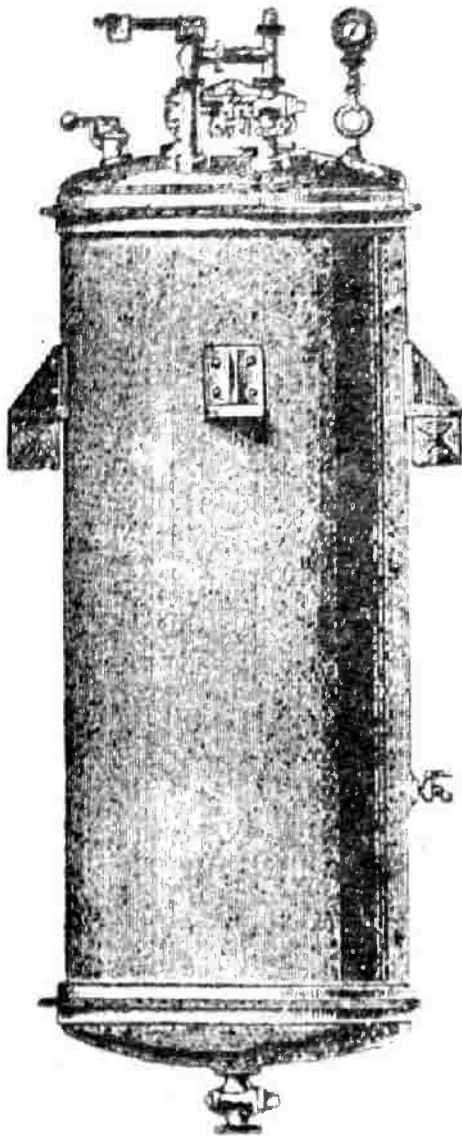
الحماض المستعملة :

أهم الأحماض المستعملة فى تحويل النشا إلى سكر هى حامض الكبريتيك وحامض الكلوريدريك وقد اقترح من وقت إلى آخر استعمال أحماض أخرى مثل حامض النتريك والفسفوريك دون أى ميزة محسوسة سوى رفع التكاليف . وبناء على الاختلاف فى استعمال الحامض تختلف طريقة الصناعة ويستخدم فى أوروبا حامض الكبريتيك

بينما يستخدم حامض الكلور يدريك في أمريكا وتعرف الطريقة الأولى
بالطريقة القديمة والثانية بالطريقة الحديثة .

الطريقة القديمة :

تتميز هذه الطريقة باستعمال حامض الكبريتيك في تحويل النشا
إلى جلوكوز وفي الوقت نفسه باستخدام أجهزة تحويل مفتوحة .
أما نسبة الحامض المستخدمة فتقع بين ١,٢٥,٠٠,٠٥ ٪ بالنسبة
إلى وزن النشا الجاف



التحويل : ويستخدم في عملية

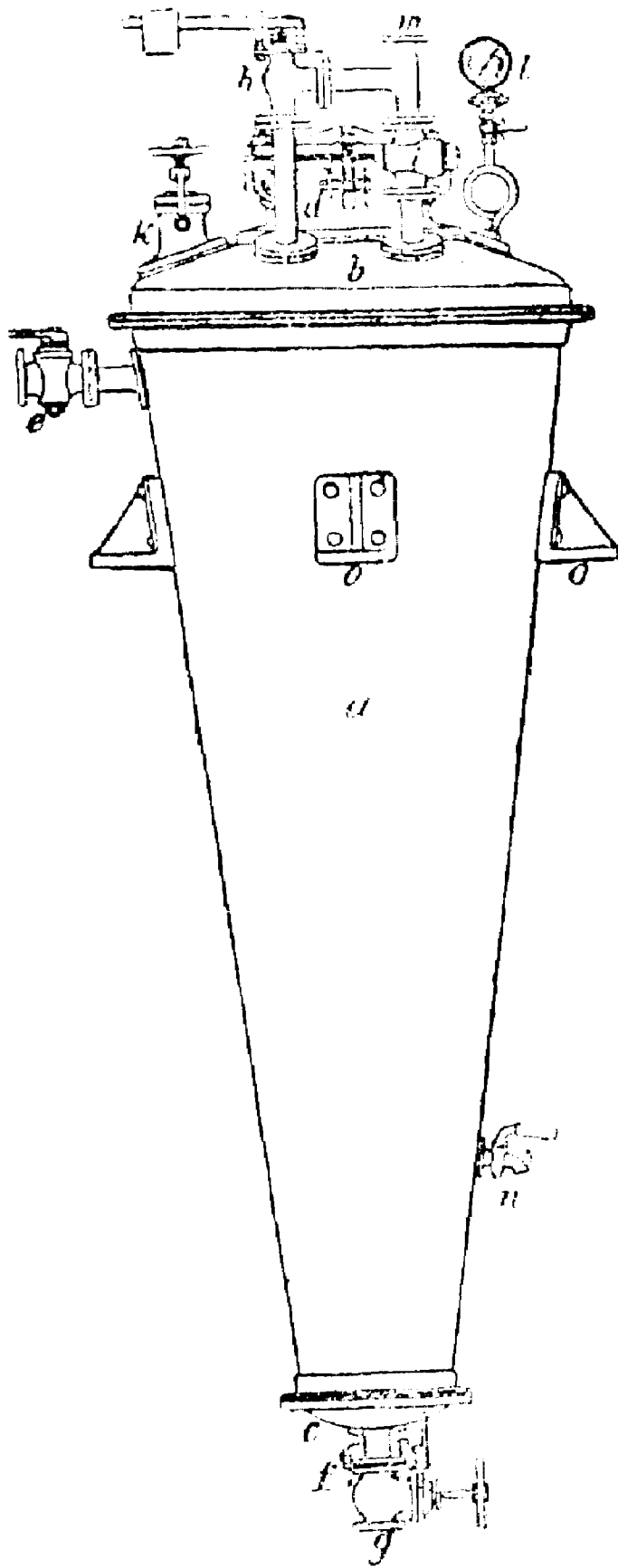
التحويل براميل من الخشب مفتوحة
من أعلى قطرها حوالى خمسة أقدام
وتسعة بوصات وارتفاعها ثمانية أقدام
وتسعة بوصات محزومة بأطواق من الحديد
ومبطنة من الداخل بطبقة من النحاس
ويوجد بالقاع ملتوى ثعباني من النحاس
للتسخين كما يعد كل حوض بقلابة من
النحاس أيضاً .

يخلط النشا بمقدار ٢ — ٢ ١/٢ وزنه

من الماء ويقلب جيداً ثم يضاف شيئاً
فشيئاً مع التقليب إلى الحوض المحتوى

على الماء والحامض بعد رفع درجة الماء إلى الغليان وبعد إضافة كل كمية

(شكل ١٣)



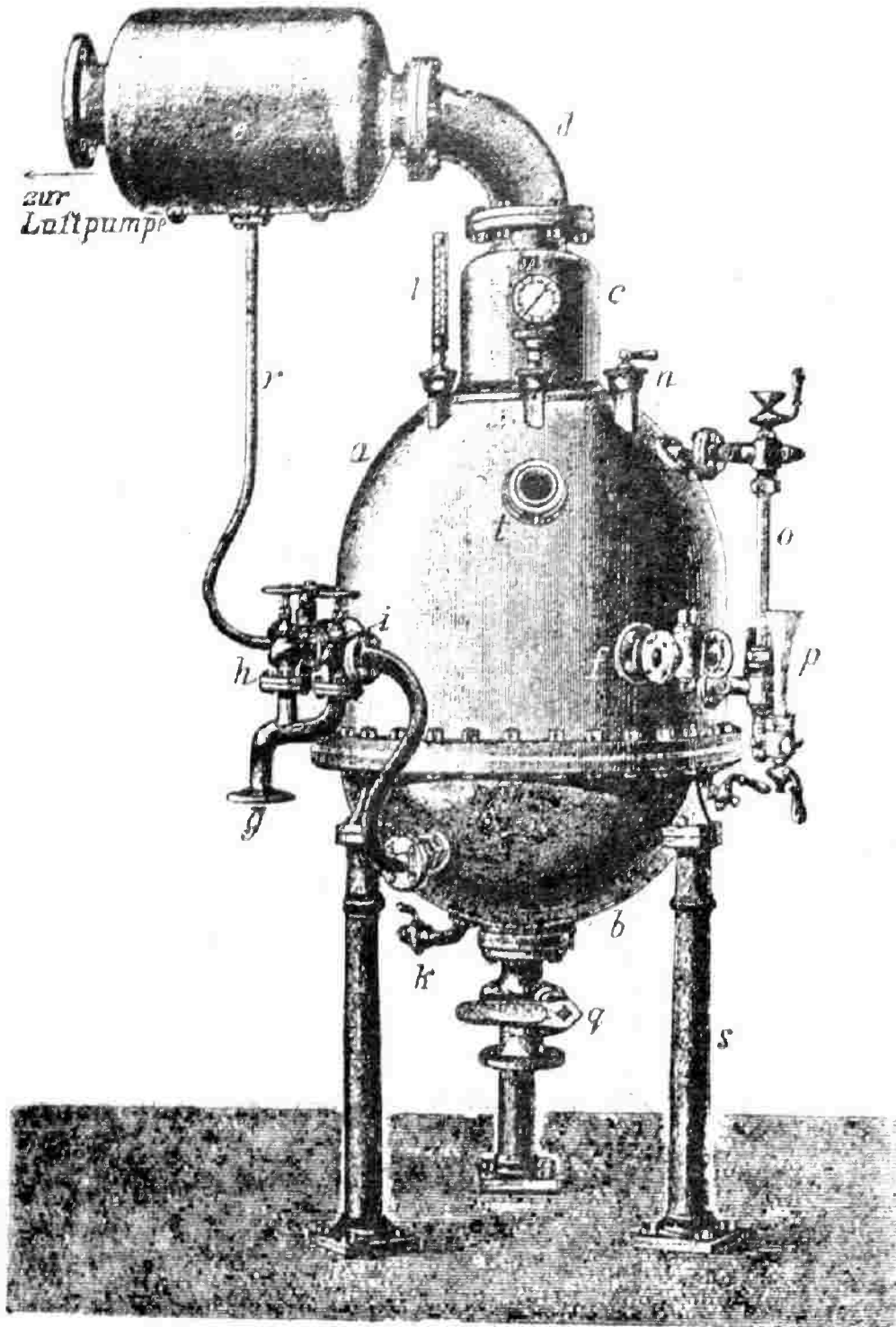
(شكل ١١)

النشا يترك للتفاعل مدة إلى أن يتم تحول النشا إلى جلوكوز فقط إذا أريد الحصول في النهاية على جلوكوز متبلر أو إلى جلوكوز وجانب من الدكسترين إذا كان المراد الحصول على جلوكوز على صورة سائل سميك شراب الجلوكوز.

ويمكن تتبع التحول أولاً بواسطة تفاعل اليود (أزرق . بنفسجي أحمر . أصفر) ثم بواسطة أخذ عينة وإضافة ضعف حجمها كحولا إذ يترسب الدكسترين في هذا المحلول

المحايدة : وعندما يتم التفاعل على النحو المراد

يحايد الحامض الموجود أولا باضافة الطباشير (كربونات الجير) حتى



(شكل ٤٥) جهاز تركيز مع تفريغ الهواء

يقرب من نقطة التعادل ثم يعلى مدة أخرى لطرد حامض الكربونيك وبعد ذلك يحاد ما تبقى من الحامض بإضافة الطباشير .

الفصل والترشيح : بعد ذلك يترك المحلول حتى تترسب سلفات الكالسيوم ويسحب المحلول الراثق أو يرشح بواسطة مرشحات الضغط ثم يركز جزئياً حتى يترسب ما تبقى ذائباً من السلفات ويعاد ترشيحه ثم تجرى عليه عمليات التنقية والتبييض والتركيز والتبلر التي سنشرحها فيما بعد .

الطريقة الهريئة :

تختلف عن الطريقة السابقة في استعمال حامض الكلوريدريك بدلاً من حامض الكبريتيك وبإجراء عملية التحويل في قِزانات مغلقة تحت ضغط .

التحويل : يتكون القيزان من إسطوانة من النحاس قطرها ٥ - ٦ قدم وارتفاعها ١٢ - ٢٠ قدماً وسمك الجدران الجانبية $\frac{2}{8}$ بوصة والجوانب $\frac{1}{4}$ بوصة وبعد القيزان بفتحات للبلية والتفريغ وماتومتر وصمام أمن وملتوى ثعباني للتسخين بواسطة البخار الغير مباشر (انظر شكل ٤٣ ، ٤٤) .

يوضع أولاً الماء والحامض (بنسبة ١٢,٠٪ - ٠,٢ من وزن النشا) في القيزان ويسخن القيزان إلى درجة ١٣٢° - ١٣٧° ويحافظ على هذه الدرجة أثناء كل عملية التحويل . يدخل معلق النشا إلى القيزان بواسطة مضخة كاسية ويستغرق وقت دخول النشا من ١٥ - ٢٠ دقيقة وبعد بضع دقائق من دخول كل كمية النشا يتم التحويل ويمكن الاستدلال

على ذلك من الاختبارات الموصوفة أعلاه وعند ذلك يبطل التسحيح ويطلق البخار من القيزان .

المحايدة : بعد ذلك يحايد الحامض الموجود في المحلول بواسطة كربونات الصودا وتفصل الرواسب المتكونة بواسطة الترشيح ثم يركز المحلول إلى أن يصل إلى درجة ٣٠ بوميه .

التنقية والتبييض :

يكون السائل الجلو كوزى بعد خروجه من العمليات السابقة ذالون أسمر وللحصول على جلو كوز رائق أبيض يتحتم تنقيته وتبييضه قبل إجراء التركيز النهائى والتبلر .

وأهم المواد المستخدمة فى تبييضه هو الفحم الحيوانى الذى من أهم خواصه امتصاص الغازات والمواد الملونة بالنسبة إلى نشاطه والطريقة هو أن يمر محلول الجلو كوز داخل مكابس ضغط مملوءة بالفحم .

ويصنع المرشح من الزهر ويبلغ فى القطر ٤ أقدام والطول ١٨ قدماً ويعد بمواسير لدخول المحلول والماء للغسيل والبخار وللتفريغ ويحتوى المرشح على قاع كاذب مغطى بمصفاة من المعدن .

وبعد استعمال الفحم مدة من الزمن يبدأ يفقد قوته على التبييض ولهذا يجب أن يحمص حتى يستعيد هذه القوة . ويجرى ذلك فى أفران خاصة .

هذا وقد وجد أن إضافة بعض المواد القابضة إلى محلول الجلو كوز

قبل مروره على الفحم يساعد في عملية التبييض ويقلل من وقت استهلاك الفحم وأهم المواد التي استخدمت في هذا الغرض هي حاض التانيك وسليكات الألومنيوم والألودينات والبننتونيت (Bentonite) وتأثير إضافة هذه المواد هو ترسيب المواد العضوية الغروية الموجودة في المحلول .

التركيز والتبلر :

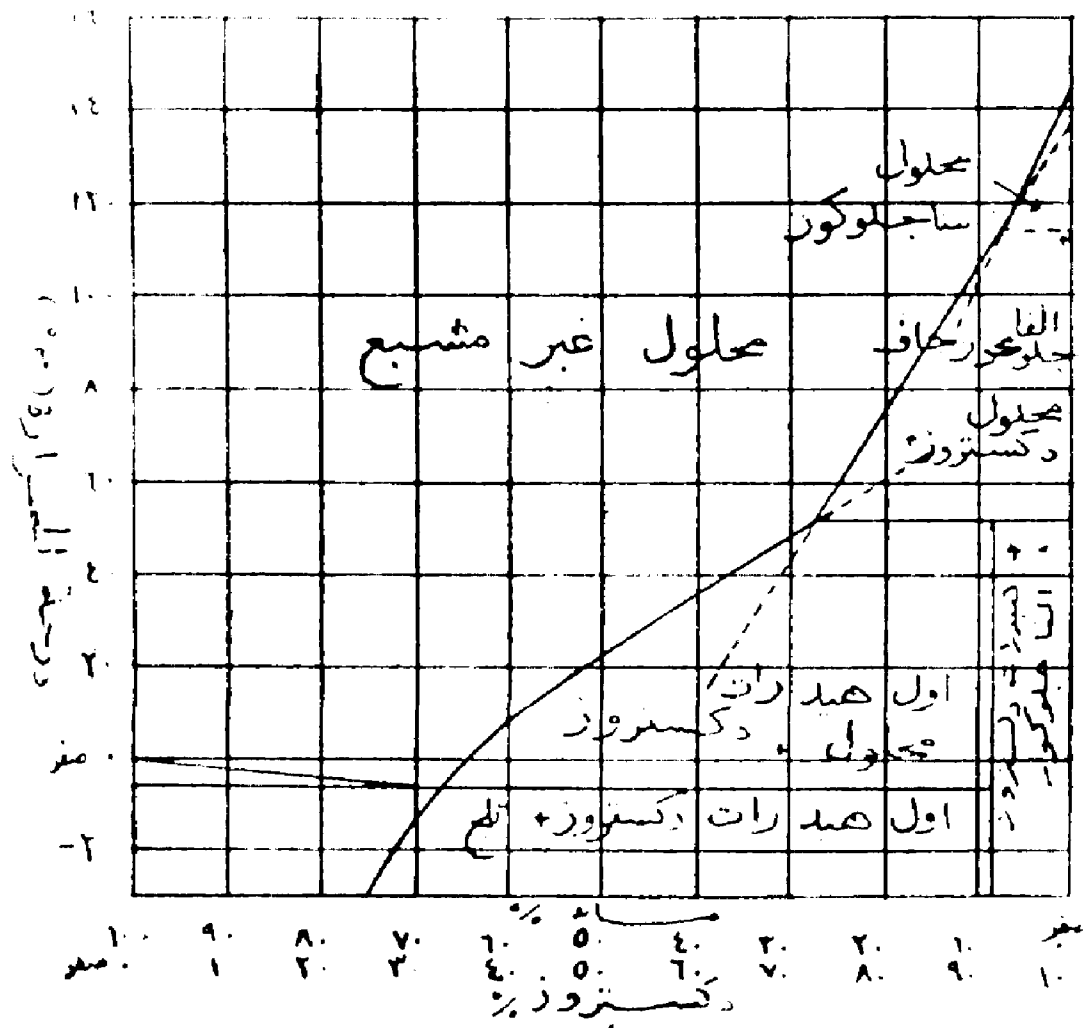
يجرى تركيز محلول الجلوكوز في أجهزة خاصة بواسطة التسخين مع تفريغ الهواء شكل (٤٥) والمتبع استعمال طريقة التأثير المركب (Multiple effect) وذلك باستعمال عدد من الأجهزة -- عادة ثلاثة يسخن الأول فيها بالبخار ويسخن الثاني بواسطة البخار المتصاعد من الجهاز الأول كما يسخن الثالث بواسطة البخار المتصاعد من الجهاز الثاني وهلم جرا .

يركز محلول الجلوكوز في هذه الأجهزة إلى أن تصل كثافته ٤٢ - ٤٥ ° بوميه . وبعد ذلك إما أن يبقى على هذه الصورة وفي هذه الحالة يجب من الأصل ترك جانب من الدكسترين به وإما أن يتبلر منه الجلوكوز إذا كان خالياً من الدكسترين فاذا أريد الحصول على جلوكوز جاف (Anhydrous dextrose) أجرى التبلر في درجة حرارة مرتفعة وذلك يندر المحلول ببلورات جلوكوز جاف . ويترك المحلول حتى يتبلر

منه الجلو كوز وتفصل البلورات عن المحلول بواسطة العصاره (السنتروفوج) .

أما إذا أريد الحصول على جلو كوز به جزئ ماء فيجرى التبلر على البارد مع بذر المحلول ببلورات من نفس النوع .

والشكل البياني التالى يوضح لنا خواص التبلر لمحلول الجلو كوز فى درجات التركيز والحرارة المختلفة .



(شكل ٤٦) بين حالات تبلر الدكتروز

القسم الثالث

الاستعمالات الصناعية للنشا

ومشتقاته

الفصل التاسع

إستخدام النشا فى صناعة المنسوجات

مقدمة :

تعتبر صناعة المنسوجات من أولى الصناعات استخداما للنشا ومشتقاته هذا فضلا عن تنوع المحاصيل والمشتقات النشوية المستعملة فى هذه الصناعة . ويعتبر النشا أكثر المواد المساعدة استعمالا فى الصناعة المذكورة ولهذا السبب رأينا أن نفيض بعض الشيء فى الحديث عن استخدام النشا فى صناعة المنسوجات .

ويعزى استخدام النشا فى صناعة المنسوجات الى الخواص المهمة التالية : إرتفاع لزوجة محاليله . متانة ومرونة ولا معية الأفلام الناتجة عن جفاف هذه المحاليل . قوة اللصق العالية الناتجة عن استعمال محاليل النشا ومشتقاته .

أما العمليات التى يستخدم فيها النشا ومشتقاته فى صناعة المنسوجات فهى .

(١) البوش

(٢) تنشية وصقل المنسوجات

(٣) تحضير مشخات ألوان طباعة الأقمشة

١ - البوش

أغراض البوش :

البوش أو التبويش عملية تجرى على الخيوط (فى الغالب خيوط السداء) الغرض الأساسى منها زيادة متانة الخيوط ومرونتها ولصق الشعرات العائمة التى تعلو سطح الخيط وذلك لاعطاء هذه الخيوط القوة اللازمة لتحمل التأثيرات الميكانيكية المختلفة التى تتعرض لها الخيوط أثناء النسيج من شد واحتكاك وخلافه وقد يتعدى استعمال البوش هذا الغرض الأساسى فيستخدم أيضاً للتشكيل أو زيادة وزن الخامة حتى تبدو أكثر إمتلاء وتعطى ملمساً خاصاً . ولا يجرى البوش للغرض الأخير إلا فى حالة الأقمشة المعدة للبيع وهى خام .

أما الأقمشة المعدة للتبييض أو الصباغة بعد النسيج فلا يخدم فيها البوش غير الغرض الأول إذ يتحتم قبل إجراء هذه العمليات عليها إزالة البوش إزالة تامة حتى يتسنى تبييضها أو صباغتها على الوجه الأكمل ويجب فى هذه الحالة أن يراعى عند عمل خلطة البوش استبعاد المواد الصعبة الإزالة والتى ينشأ عن وجودها التقليل من قوة مصاصية الخامة مثل الشمع والزيوت المعدنية وصابونات المعادن الثقيلة . . . الخ .

ويقسم البوش الى ثلاث درجات حسب نسبة المادة الجافة التي تحملها الخيوط بعد عملية البوش كالآتي .

بوش خفيف	إلى ٢٠ ٪
بوش متوسط	من ٢٠ — ٨٠ ٪
بوش ثقيل	فوق ٨٠ ٪

مواد البوش :

ويمكن تقسيم المواد المستعملة في تحضير خلطة البوش الى الأقسام الرئيسية التالية : مواد لاصقة ، مواد مشحمة ومطرية ، مواد مرطبة ، مواد معقمة ، مواد مثقلة .

(١) المواد اللاصقة :

يقع تحت هذا العنوان مواد الأساس في تكوين خلطة البوش ووظيفة هذه المواد لصق شعرات الخامة بعضها الى بعض كالملاط يجمع بين أحجار البناء وتكوين غشاء مرن ومتين على سطح الخيط وينشأ عن وجود هذه الصفات في الخيط زيادة في المتانة وقوة التحمل . إضافة الى ذلك فان هذه المواد تعمل على حمل مواد الثقيل والتصاقها بالخامة أما أهم مواد اللصق فهي : النشا ومشتقاته . الغراء والجيلاتين . خلاصة بعض الأعشاب البحرية مثل عشب إيرلاندا (IRISH MOSS) الصموغ . دقيق بذرة الخروب .

الدقيق : المستعمل من أنواع الدقيق في أغراض البوش هو دقيق

القمح وذلك لاحتوائه إضافة الى النشا على مادة الجلوتين التي تمتاز بقوة لصق عالية — على أن استعمال الدقيق بالطريقة العادية بدون نقع أو تخمر لا يعطى نتيجة جيدة لأن الخيوط المبوشة به تصبح خشنة ويابسة كما أن البوش الناتج يتساقط من الخيوط بتأثير الاحتكاك والسبب في ذلك أن مادة الجلوتين توجد في العجينة الغير منقوعة مدة كافية على هيئة ذرات غير ذائبة تمتاز بالصلابة الشديدة عند الجفاف .

ولهذا السبب فإن الطريقة العالمية المتبعة في حالة استعمال الدقيق هي نقعة قبل الاستعمال مدة كافية يتحول في أثناءها الجلوتين الى صورة ذائبة وتمتاز العجينة الناتجة عن هذه المعالجة بأنها تعطى بوشا طرى الملمس ناعما ذا مرونة عالية .

ومن أهم مميزات الدقيق المخمر أن له قدرة كبيرة على حمل مواد الثقيل مثل الطفل حتى أنه يمكن باستعماله الحصول على زيادة في وزن الخيوط تصل من ١٠٠ الى ١٥٠ ٪ .

وتجرى معالجة الدقيق بطريقة النقع بدون تخمر أو بطريقة التخمر والفرق الوحيد في المعالجة هو إضافة بعض المواد المعقمة في الحالة الأولى لمنع حدوث التخمر .

ويجرى تخمير الدقيق كالآتي : يخلط الدقيق بمقدار كاف من الماء لتكوين عجينة سائلة بعض الشيء (تقريبا بنسبة ١٠ ماء : ٩ دقيق) ويجب قلب العجينة مدة حتى تكون مزيجا منسجما ومن ثم يبدأ التخمر وفي أثناء الأيام الأولى تتكون رغوة على السطح لا تلبث أن تقل وتستمر

عملية التخمير مدة أسابيع الى أشهر إذ كلما زادت مدة التخمير حصل على نتيجة أحسن وإزداد البوش نعومة وليونة وفي أثناء التخمير يجب تقليب العجينة كل يوم وذلك لمنع رسوب النشا في القاع على أنه يجب ألا يكون التقليب عنيفا .

ويجرى التخمير عادة في براميل من الخشب وتقلب العجينة في الغالب يدويا وإن كان يستعمل التقليب الآلى في بعض المصانع .

وكثيرا ما يلاحظ أثناء التخمير ابتداء ظاهرة تحلل في العجينة وهذه الظاهرة ناجمة عن نمو بعض الطفيليات ولهذا يجب في الحال إضافة بعض المواد المعقمة مثل حامض الفنيك أو كلوريد الزنك (٢,٥ ٪ من وزن الدقيق) .

أما تأثير عملية التخمير فهو تحويل الجلوتين الى صورة ذائبة على أن التخمير يحلل في الوقت نفسه السكر وجانب من النشا وينشأ عن ذلك تكون بعض الأحماض العضوية مثل حامض الخليك واللبنيك والزبديك والكحول والديكسترين .

وقد قام ستوكس^(١) (Stocks) ببعض التجارب على الدقيق المخمر ندرجها في الجدول التالي : —

نوع النشا	الزيادة في وزن الحام ٪	زيادة المئات .	إنخفاض قوة الاستطالة ٪
دقيق عادى	١٤,٩	١٨,٧	٢٦,٣
دقيق عادى مخمر لمدة ٨ أسابيع	١٥,٤	٢٦,٠	٢٤,٩
» » » ١٢ أسبوع	١٦,٢	٢٠,٢	٧,٥
» » ١٠ ٪ طفل	٢٢,٢	٢٣,٦	٢٠,٢
دقيق عادى مخمر لمدة ٨ أسابيع - ١٠ ٪ طفل	٢٧,٢	٣٠,٣	٣,٥
» » ١٢ أسبوع - ١٠ ٪ طفل	٣٧,٤	٣٧,٨	٤,٢

وطريقه البوش بالدقيق المخمر منتشرة بانجلترا .

هذا ويقال أن معالجة الدقيق بقليل من الصودا الكاوية أو بعض الأحماض العضوية يعطى نفس التأثير الحسن الذى تسببه عملية التخمر

النشا : يعتبر النشا أهم مواد اللصق المستعملة فى البوش ولعل أكبر كمية من النشا فى الصناعة تستهلك فى هذه العملية .

ويعتبر نشا البطاطس أكثر أنواع النشا استعمالا فى هذا الغرض ويمتاز نشا البطاطس على الأنواع الأخرى من النشا باعطائه محاليل أعلى لزوجة من محاليل الأصناف الأخرى عند استعمال نفس النسبة ولهذا فيمكن باستعماله الحصول على نسبة أعلى من البوش مما يحصل عليه باستعمال أنواع النشا الأخرى ولنشا البطاطس خلافا لذلك قدرة

كبيرة على حمل مواد الثقيل مثل الطفل . وهو يعطى بوشا ناعما وضرير
وتتأثر لزوجته محاليل نشا البطاطس بمدة الطبخ وقد يسبب ذلك
بعض متاعب لعدم تناسب نسبة البوش التي يحصل عليها باستعمال طبخات
مختلفة ولهذا السبب يجب أن تجرى هذه العملية في ظروف مماثلة على
قدر الامكان مع قياس اللزوجة في كل مرة .

ويستخدم نشا الأذرة بكثرة في أمريكا للحصول على بوش خفيف
أو متوسط ويحتاج نشا الأذرة الى وقت طويل لطبخه (٢ — ٣ ساعات)
لأن حبيبات هذا النشا لا تنفجر الا بصعوبة ولهذا السبب فان عجينة
هذا النشا ما لم تطبخ مدة كافية تعطى بوشا ينسلخ من سطح الشعيرات
بالاحتكاك ويتطاير على هيئة غبار أثناء النسيج .

ويمكن استعمال نشا الأذرة مضافا إلى دقيق القمح المخمر وهو يعطى
في هذه الحالة بوشا طريا ومعالجة نشا الأذرة بقليل من الصودا الكاوية
(نصف رطل من الصودا الجافة لكل مائة رطل نشا أذرة) تزيد في
قوة اللصق وتعطى ملمسا أنعم للخامة المبوشة .

أما نشا الأرز فيمتاز بسهولة تغلغله للخامة وإعطائها غشاء لامعا
وشفافا كما أن الغشاء الناتج عن جفاف محاليله لا يتعجن بتأثير الرطوبة
شأن الأصناف الأخرى وهو لهذا السبب يستعمل في تنشية الملابس .
أما استعماله في البوش فمحدود وذلك لأن دقيق الأرز يمكن أن يحل
مكانه مع الفارق الكبير في الثمن بين الاثنين .

ومن أنواع النشا الصالحة للبوش نذكر نشا الساجو فهو يعطى

الخيوط قوة أكبر مما يعطيه نشا البطاطس إلا أن نشا الساجو يحتاج في طبخ مدة طويلة (حوالى ١٠ ساعات) ومعالجة نشا الساجو بالصودا الكاوية يزيد من قوة لصقه ولزوجته .

النشا المحور والدكسترين : يمتاز النشا المحور باللزوجة المنخفضة على الغليان ولهذا السبب يمكن عمل محاليل محتوية على نسبة كبيرة من هذه المركبات بدون أن تعوق لزوجة هذه المحاليل دون تشغيلها على الممكن . هذا فضلا عن سهولة تخلل هذه المحاليل للخامة . ويمكن باستعمال محاليل هذه المركبات الحصول على نسبة مرتفعة جدا من البوش الجاف على أن هذه المركبات قلما تستعمل وحدها لأنها تعطى بوشا يابسًا وخشناً ولهذا فهي تستخدم مع النشا والدقيق لزيادة قوة اللصق والحمل .

دقيق بذرة الخروب : يوجد في التجارة تحت أسماء عديدة أهمها تراجازول Tragasol وتراجون Tragon الأول على صورة محلول لزج والثاني في صورة بودرة ويتكون الدقيق من مواد كربوهيدراتية تختلف عن النشا أهمها الجالاكتان والمانان .

جالاكتان	٢٤,٨٤
مانان	٦٤,٣٩
بنتوزان	٤,٠٧
مواد زلالية	٢,٢٠
ألياف	١,٤٦
مواد معدنية	٢,٨١

ويمتاز التراجون باعطائه محاليل مرتفعة اللزوجة جدا وله قوة لصق عالية ويستخدم في أغراض البوش مضافا الى النشا أو الدقيق لزيادة قوة اللصق واحتمل .

والبوش المصنوع من هذا الدقيق يمكن أن يبقى مدة طويلة بعد الجفاف بدون أن يتغير .

الجيلاتين والغراء : هذه المواد ذات قوة لصق عالية إلا أنها تعطي خشونة للبوش وتستعمل أحيانا لزيادة قوة لصق الخلطة وقوة حملها لمواد الثقيل . وهي كثيرة الاستعمال في صقل الأقمشة المثقلة .

(٢) المواد المطرية والمزيتة .

أن وظيفة هذه المواد هي إعطاء بعض الميوونة للبوش حتى لا يتفتت ويتساقط من الخيوط كما أن وجودها يساعد في الوقت نفسه على سهولة إنزلاق الخيوط وعدم تشابكها . على أن المبالغة في استعمال هذه المواد يؤدي إلى التقليل من قوة الخيط فقد وجد أن إضافة هذه المواد بنسب أعلى من $\frac{3}{4}$ من وزن النشا يسبب إنخفاض في القوة (الجدول ص ٢٢١) وأهم المواد المستخدمة للتطرية هي الشحم والصابون والشمع والزيوت المكبرته (مثل زيت المونوبول والزيت التركي) والجليسرين .

هذا ويمنع وجود الصابون التصاق الخيوط بأسطوانات التجفيف في مكنة البوش .

جدول يبين خواص الأفلام الناتجة عن تجفيف بعض
معاجين البوش (٢)

نوع النشا	المادة المطرية	قوة التحمل كجم/سم ^٢	الاستطالة % عند القطع	معامل يونج	الخواص
نشا بطاطس	—	٤١٤	٤,٢	٣,٢٥	مرن
» أذرة	—	٤٦٨	٤,٠	٣,٨	وشفاف
» ساجو	—	٤٠٠	٢,٦	٣,١	
» بطاطس	٥ % شحم	٢٠٠	١,١	٢,٢	متفكك
» »	١٠ %	٢١٢	١,٢	٢,١	ومعتم
» »	٠,٤ % زيت خروع	٣٦٥	٣,٤	٢,٥	طرى
» »	٥ % جليسرين	٣١٩	٢,٣	٢,٣	»

(٣) المواد المرطبة

هذه هي مواد لها قابلية لامتصاص ماء الرطوبة من الجو وهي تستعمل لهذا السبب لجعل البوش أو النشا يحتفظ بعد الجفاف بنسبة من الماء فلا يصبح صلبا سهل القصف وأكثر ما تستعمل هذه المواد في حالة البوش الثقيل .

وأهم مواد الترطيب المستعملة في البوش هي كلوريد المغنسيوم وكلوريد الكالسيوم وكلوريد الزنك والجليسرين وأهم هذه المواد هو كلوريد المغنسيوم . على أن يجب الاحتراس في استعمال هذه الكلوريدات

لأنها تتحلل بسهولة بتأثير الحرارة معطية حامض الكلوريدريك الذي يسبب تكونه أضعاف الخامة بتحويل السيلوز (المادة الأساسية المكونة للألياف النباتية) إلى هيدروسيلوز ولهذا السبب فإنه يتحاشى استعمالها عندما يراد إمرار الخامة على مكينة حريق الوبرة أو على اسطوانات ساخنة أثناء عمليات التجهيز .

(٤) المواد المثقلة .

تضاف هذه المواد كما قدمنا لزيادة وزن الخامة وامتلائها وأهم هذه المواد هي الطفل الصيني (China clay) وسلفات المغنسيوم والطباشير .

(٥) المواد المعقمة .

الغرض من إضافة هذه المواد منع تخمر وتحلل الذشا بتأثير البكتريا والأحياء الصغيرة وأكثر ما تضاف هذه المواد عند استعمال الدقيق لأن وجود الجلوتين يساعد على نمو هذه الطفيليات واليك أهم المواد المعقمة المستعملة والنسبة التي تكفل حصانة البوش ضد التحلل والتخمر وذلك لكل مائة كيلو جرام دقيق (٣) .

كلوريد الزنك ٨ — ١٠ سلفات نحاس ٠,٥

سليكو فلوريد الصوديوم ٣ حامض سليسيلك ٠,٥

حامض بوريك ٣ فينول (حامض فنيك) ٠,٥

وقد حضر معهد شيرلى مادة معقمة تعرف باسم (Shirilan) . وهي تعطى درجة تعقيم أعلى من حامض السليسيلك نفسه .

ويستخدم زيت التربنتين بأمريكا (١,٥ ٪ من وزن النشا) كمادة معقمة لبعض أنواع البوش .

طرق البوش :

يجرى البوش على الخيوط وهى أما على صورة شلل أو مطاوى سداء والطريقة الأخيرة هى المستعملة بالمصانع الكبيرة .

تبويش الشلل .

يجرى تبويش الخيوط وهى على صورة شلل بمصانع النسيج الصغيرة التى لا يتحمل استهلاكها إنتاج مكن بوش السداء ويجرى البوش كذلك على الشلل حتى بالمصانع الكبرى على الخيوط المصبوغة صباغة غير ثابتة حيث يخشى تشغيلها على مكن بوش السداء مع الخيوط الغير مصبوغة خوفا من نضح الصبغة عليها .

ويجرى تبويش الشلل عادة باليد بتشغيلها بعض الوقت فى إناء يوجد به البوش ثم عصرها بين عصاريتين لإزالة الزائد من البوش وتجفيفها وتوجد آلات لتبويش الشلل بسيطة التركيب مثل آلة تبويش الشلل لمصانع مونفورت وآلة البوش الدائرية .

والصعوبة فى تبويش الشلل تنحصر فى الواقع فى التجفيف بسبب تشابك الخيوط والتصاقها بعضها ببعض . على أنه قد أمكن التغلب على هذه الصعوبة بصناعة أفران خاصة للتجفيف تضرب وتنفض فيها

الخيوط أثناء التجفيف وبذلك تنفصل بعضها عن البعض عند خروجها وهي جافة (فرن موفورت لتجفيف الشلال) .

تجفيف السداء

يوجد نوعان من آلات بوش السداء : النوع الأول تغمر فيه خيوط السداء بين درفيلين يغمر جانب من الدرفيل الأسفل فيهما بالبوش وبهذه الطريقة تأخذ الخيوط طبقة سطحية من البوش وتعرف هذه الآلة بالفرنسية باسم (Pareuse) .

أما النوع الثاني وهو الأكثر إنتشارا الآن ففيه تمر الخيوط داخل صندوق البوش ثم تعصر جيدا بين درفيلين فوق الصندوق لإزالة الزائد منه ثم لزيادة تغلغل البوش إلى داخل الخيط (Encolleuse) .

وتتكون آلة البوش بوجه عام من أربع أجزاء (أ) حامل المطاوى (ب) صندوق البوش (ج) جهاز التجفيف (د) جهاز اللف . ولا يتسع المقام هنا لشرح هذه الآلات ونكتفي بأن نقول أن الاختلاف الأساسي في أنواع آلات البوش ينحصر في طريقة تجفيف الخيوط بعد خروجها من صندوق البوش .

يجرى تجفيف خيوط السداء أما على أسطوانات نحاسية مسخنة بالبخار (هذه الأسطوانات قد تكون ذات قطر واحد أو أقطار مختلفة) أو بواسطة الهواء الساخن بمرور الخيوط داخل غرفة يمر بها هواء ساخن بمروره على سربنتينات مسخنة بالبخار .

ولكل طريقة من هاتين الطريقتين محاسنها وعيوبها فمن عيوب التجفيف بواسطة الأسطوانات إستهلاك كمية أكبر من البخار . خطر انفجار الأسطوانات . سهولة تكاثف الماء بها . شد الخيوط . مما يسبب إرتخائها وفقدانها للمرونة وسهولة قطعها أثناء النسيج . هذا الى أنه كثيرا ما تنقطع الخيوط . بعد مرورها على الأسطوانات لتعرضها إلى حرارة عالية أثناء التجفيف ثم برودها دفعة واحدة مما يسبب إنكماش سريع قد يؤدي إلى قطع الخيط . هذا والتجفيف السريع لا يجعل البوش يتخلل الخامة كما في حالة التجفيف البطيء بواسطة الهواء الساخن . ويسبب التجفيف على الأسطوانات غير ذلك تفرطح الخيوط وخاصة عند استعمال بوش ثقيل وتكون حروف مدببة تسبب سرعة استهلاك الأمشاط .

أما عيوب التجفيف بواسطة الهواء الساخن فتتجلى في صعوبة مراقبة الخيوط داخل غرفة التجفيف إذ كثيرا ما تنقطع الخيوط وتلف حول الدرافيل الداخلية ولا يمكن معرفة ذلك إلا بعد خروج الخيوط من الحجرة وفوات الوقت لإصلاح العطب

طريقة عمل البوش .

يطبخ البوش بإضافة النشا أو الدقيق الى الكمية اللازمة من البارد وتقليبه حتى يكون معلقا منسجما خال من الكلاكيك وبعد ذلك ترفع درجة الحرارة الى الغليان ويستمر الطبخ الى الحصول على الدرجة المطلوبة حسب نوع النشا .

ويجربى طبخ النشا عادة في أحواض معدة بقلابات وتسخن بواسطة البخار الغير مباشر .

تأثير العوامل المختلفة في نسبة البوشة وفوائدها .

تعتمد نسبة البوش المعطاه للخيط على عوامل مختلفة بعضها يرجع الى نوع البوش وظروف العملية والبعض الآخر يرجع الى خواص الخيط المبوشة .

تأثير تكوين البوش ودرجه لزوجه .

أن أول عامل مؤثر في كمية البوش المعطاه للخيط هو بلا شك نسبة المواد المكونة للبوش أو بعبارة أخرى درجة تركيز هذه المواد إذ كلما زادت درجة تركيز مركبات البوش كلما كانت الزيادة في وزن الخيط أكبر .

ويعزى التأثير الأول في زيادة كمية البوش (الرطب) التي تحملها الخيوط الى زيادة لزوجة المحلول لأن البوش الأكثر لزوجة يعطى كمية أكبر الى السطح المتصل به بسبب قوة تماسكه على أن زيادة اللزوجة عن حد معين يتبعه إنخفاض في نسبة البوش الممتص .

والجدول التالى عن فارو وجونز^(٤) يوضح لنا العلاقة المذكورة (الخيوط المستعملة هى من نمرة ٣٦ قطن مصرى) .

نوع النشا	درجة تركيز البوش ./.	وزن البوش على الخيوط المجهزة ./.	وزن البوش الرطب ./.	الزوجة
نشا أذرة	٢,٨	٢,٣	٨١	٠,٠٤
»	٥,٢	٥,٧	١١١	٠,٢٩
»	٧,١	٨,٩	١٢٥	١,٤٩
نشا بطاطس	٥,٨	١٠,٠	١٧٢	١,١
»	٨,١	١١,٢	١٣٨	١,٨٤

وبين الجدول أيضا أن المعاجين المحضرة من نشا البطاطس تمتص بسهولة وبنسبة أكبر من المعاجين المحضرة من نشا الأذرة وذلك راجع إلى أن نشا البطاطس يعطى معاجين ذات لزوجة أعلا من التي يعطيها نشا الأذرة باستعمال نفس الوزن .

تأثير ضغط درافيل العصير وكونها :

عند غمر الخيوط في عجينة البوش تغطي بطبقة سميكة من البوش على أن هذه الطبقة سطحية ولا تنفذ إلى داخل الخيط . فإذا جفت الخيوط بدون عصر فإن الطبقة التي عليها تصبح قليلة التماسك وتتساقط بسهولة . أما إذا مرت الخيوط بين درافيل العصير فإن الجانب الأكبر من البوش يعصر ويعود إلى صندوق البوش بينما أن جانبا آخر يتغلغل إلى داخل الخيط بنسب متفاوتة عكسيًا مع لزوجة العجينة ودرجة اندماج

الخيوط (مقدار البرم) — واضطرابا مع درجة ضغط الدرافيل .
ويؤثر نوع كسوة الدرافيل على مقدار البوش فكلما كان قماش هذه
الكسوة أخشن زادت نسبة البوش .

هذا وتتأثر نسبة البوش أيضا بسرعة الماكينة فكلما زادت السرعة
إرتفعت نسبة البوش على الخيوط وذلك لقصر المدة التي تتعرض فيها
الخيوط للضغط على أنه كثيرا ما يحدث أثناء السرعة العالية بعض
الانزلاق بين درافيل العصير مما يسبب إنخفاض نسبة البوش عنها في
السرعة المتوسطة .

والتجربة المدرجة في الجدول التالي توضح لنا العلاقات المذكورة
(أجريت هذه التجربة باستعمال بوش محتوى على ٦,٢ ٪ نشا أذرة) .

نسبة البوش الرطب		كسوة الدرافيل	درجة الضغط على الدرافيل
بطن مصري نمرة ٣٦	بطن أمريكي نمرة ٢٠		
بطيء متوسط سريع	بطيء متوسط سريع		
١٤٨ ١٥٥ ١٤٥	١٨٣ ٢٠١ ٢٠٨	فلانلا خشنة	١
١٢٢ ١٢٣ ١٤٧	١٤٣ ١٤٠	كأءلاه مغطى بقماش بطن	
١١٣ ١٠٥ ٩٠	١٣٥ ١٥٥ ١٤٨	فلانلا خشنة	٢
٩١ ٨٩ ٨١	١١٠ ١١٨ ١١٧	كأءلاه مغطى بقماش بطن	

تأثير نمره الخيط :

تدل التجربة على أن نسبة البوش الذى تحمله الخيوط ترتفع بارتفاع النمرة (إنخفاض القطر) فى النمر الواطئة (٨ - ٣٦) ويستمر الارتفاع على هذه الصورة الى حوالى نمره ٨٠ على شرط أن تكون الخيوط من خلطة واحدة غير أن الواقع أن النمر الرفيعة تصنع من أقطان أعلا من التى تصنع منها النمر الغليظة وهذه الأقطان تمتص البوش بدرجة أقل وبذلك يمحى التأثيران (النمره ونوع القطن) بعضهما البعض ولهذا لا يلاحظ اختلاف محسوس فى نسبة البوش باختلاف النمره . أما سبب زيادة البوش بزيادة النمره فراجع الى زيادة سطح الخيط بالنسبة الى حجمه .

النمره	٨,٢٨	١١,٤٨	١٨,٤	٢٣,٦	٢٨,٢	٣٧,٠
نسبة البوش الرطب	١٣٤	١٢٤	١٥٠	١٦٠	١٧٥	١٧٨

تأثير البرم :

كلما زاد برم الخيط أصبح أكثر إندماجا وزادت كثافته وتنج عن ذلك أن الخيوط الكثيرة البرم تمتص البوش بنسبة أقل من الخيوط القليلة البرم كما يتضح لنا من الجدول التالى .

عدد البرمات بالبوصه	١٣,٤	١٤,٣	١٥,٢	١٦,١	١٧,٠	١٧,٩
نسبة البوش الرطب %	١٠٥	١٠٤	١٠٣	١٠٠	٩٧	٩٤

تأثير نوع القطن :

تتأثر نسبة البوش أيضاً باختلاف شعرات القطن نفسها فكما كانت الشعرات أدق أعطت خيوطاً أكثر إندماجاً وإنسجاماً ولهذا فالخيوط المصنوعة من أقطان رفيعة تمتص كمية أقل من البوش من الخيوط المصنوعة من أقطان سميكة من نفس النمرة ودرجة البرم . فقد وجد مثلاً أن القطن السكلاريدي يمتص فقط ٧٠ ٪ من كمية البوش التي يمتصها القطن الأمريكي لنفس النمرة ودرجة البرم ويلاحظ أن الزيادة في نسبة البوش تتمشى مع وزن الشعرات (وزن السنتيمتر الواحد) .

(٢) التنشية والصقل

يقصد بالتنشية والصقل بمجموع العمليات التي تجرى على الخامات وعلى الأخص الأقمشة لإعطائها الصورة النهائية التي تباع عليها .

والغرض من التنشية والصقل هو إعطاء الخامات مظهراً وملبساً جذاباً لتسهيل بيعها ورواجها . تختلف الأقمشة في حاجتها إلى الصقل ونوعه إختلافاً كبيراً باختلاف نوع الخامات وباختلاف تركيبها النسجي وباختلاف العمليات التي تتناولها من تبييض وصباغة وطباعة .

فالأقمشة المصنوعة من القطن هي أحوج من غيرها إلى التنشية والصقل لإعطائها مظهراً مقبولاً وجذاباً لأن القطن في حد ذاته ليس له من بهاء المظهر ولطف الملمس ما للحرير أو الصوف والحاجة إلى

الصفل أكبر في حالة الأقمشة السادة منها في حالة الأقمشة المنقوشة حيث يخفى جمال التركيب النسجى إنحطاط نوع الخامة . والمقارنة قائمة أيضا بين الأقمشة البيضاء والمصبوغة والمطبوغة في الحالتين الأولى والثانية تحتاج الأقمشة إلى قسط أوفر من العناية بالصفل من الحالة الأخيرة لأن زخرفة الأقمشة بواسطة الطبع حيث يجتمع بها اللون وجمال الشكل من عوامل تحسين المظهر واحتذاب المستهلك .

طرق الصفل والتنشئة :

وصقل الأقمشة يجرى بطرق عدة منها ما هو بمعالجة الأقمشة بمحاليل بعض المواد وتجهيفها ومنها ما هو بتأثير ميكانيكى بحت مثل السكى والتلميع والكبس والتطرية والكسترة الخ . . . ولا يتسع بنا المقام هنا لشرح هذه العمليات المختلفة وعلى القارىء الرجوع الى المؤلفات الخاصة فى هذه الفروع .

وتجرى تنشئة الأقمشة بطريقتين (١) طريقة الغمر أو التبطين (Padding) (٢) طريقة التنشئة على ظهر القماش (Back Filling) . فالطريقة الأولى تستعمل فى معظم أحوال التنشئة وعند استعمال محاليل خفيفة وفى هذه الطريقة يمر القماش داخل حوض يحتوى على خلطة النشا ثم يمر بين درفيلين لعصير الزائد من المحلول .

أما فى الطريقة الثانية فيمر القماش حول درفيل كبير موجود داخل صندوق النشا وبعد مرور القماش بالحوض يقابل سكيناً فيزيل الزائد من النشا من على ظهر القماش وتستخدم هذه الطريقة باستعمال محاليل

تخينة جدا لإعطاء نسبة مرتفعه من النشا للقماش ولعدم نفاذ النشا الى وجه القماش كما هو الحال في تنشية بعض أنواع الدبلان وأقمشة البطانة . ويجرى تخفيف الأقمشة المنشأة أما على أسطوانات نحاسية (التسخين المباشر) أو بواسطة الهواء الساخن يمكن فرد خاص . وبعد جفاف القماش يمر بعمليات الكي والمنجلة والتليع والتطرية حسب التأثير المراد الحصول عليه .

مواد التنشئة :

يستخدم في تنشية الأقمشة عدد كبير من المواد لإضافة كل منها غرض خاص ويمكن تقسيم هذه المواد الى المجموعات التالية :

النشويات وما يتبعها (مواد لاصقة) — مواد ثقيل — مواد ترطيب — مواد تطرية — مواد تعقيم — مواد ذات تأثير خاص مثل ممانعة البلل (Water Proof) أو الحريق (Fire Proof) أو زيادة اللمعة الخ وسنقتصر هنا على الحديث عن المجموعة الأولى .

نشا البطاطس : هو أكثر أنواع النشا إستخداما في أغراض التنشئة ويمتاز نشا البطاطس باعطائه محاليل أعلا لزوجة من المحاليل المحضرة من أنواع النشا الأخرى الا نشا الأذرة — على أن لزوجة محاليل نشا البطاطس كما قدمنا تنخفض بالتسخين الطويل وهذا مما يسبب بعض الصعوبات عند استعماله لأن أى اختلاف في اللزوجة يسبب اختلافا في نسبة التنشئة يتبعة تغيير في الملمس ولهذا يجب كما هو الحال

في تحضير البوش مراعاة الدقة في تحضير طبخة النشا مع عدم إطالة وقت التسخين . هذا وقد وجد أن إضافة قليل من الصودا الكاوية الى مطبوخ نشا البطاطس يقلل من خاصية إنخفاض اللزوجة بالتسخين فالطويل على أن وجود الصودا يعترض عليه في كثير من الحالات فالأقمشة البيضاء تتعرض للاصفرار كما أن كثيرا من الصبغات تتأثر بوجود الصودا . ويعطى نشا البطاطس تجهيزا مليئا طريا يزداد طراوة بمرور الوقت والتجهيز الناتج معتم غير شفاف . وليس لنشا البطاطس قدرة كبيرة على حمل مواد الثقيل مثل نشا القمح على أنه يمكن أن يحمل حوالى حرة ونصف مثل وزنه من الطفل الصيني بدون أن يحصل تترب للقماش بالاستعمال وكثيرا ما يستخدم نشا البطاطس مضافا الى نشا الأذرة بدلا من نشا القمح لإعطاء تأثير مشابه .

هذا ويمكن زيادة اللامعية الناتجة عن منجلة القماش المنشى بنشا البطاطس بإضافة قليل من البورا كس الى طبخة النشا .

نشاء القمح : يعطى نشا القمح ملبسا ناعما ومثلثا للأقمشة كما أنه يعطى لمعانا عظيما بعد منجلة أو تليع القماش بالطرق الميكانيكية . ويمتاز نشا القمح بقدرته الكبيرة على حمل مواد الثقيل مثل الطفل الصيني والبريت وسلفات الكالسيوم وغيرها إذ يمكن أن يحمل ضعف وزنه من هذه المواد بدون حصول تعفير في الأقمشة بالاستعمال . ونشا القمح قدرة كبيرة على تحلل الخامة هذا ولا يتأثر التجهيز الناتج عن استعمال نشا القمح بمرور الوقت .

نشا الأذرة : يشبه نشا القمح الا أن التنشئة الناتجة عن استعماله أقل نعومة وأشد يبوسة وهو لا يتغير بمرور الوقت ولمحاليل نشا الأذرة قوة لصق عالية وله قدرة كبيرة على حمل مواد الثقيل وكثيرا ما يستعاض عن نشا القمح المرتفع الثمن بمزيج من نشا الأذرة والبطاطس إذ أن هذا المزيج يجمع بين خواص النعومة واللينة التي يمتاز بها نشا البطاطس وقوة اللصق العالية التي لنشا الأذرة .

نشا الأرز : يعطى نشا الأرز ملابساً مليئة متينة وخشناً وشفافاً وهو يمتاز بدرجة تخلل كبيرة ونشا الأرز هو أكثر الأنواع استعمالاً في تنشئة الملابس لاحتفاظه بخواصه وعدم تأثره بالرطوبة وهو يستعمل أيضاً بكثرة في تنشئة الأقمشة المصبوغة بأزرق النيل .

نشا الساجو : يعطى للأقمشة ملابساً خفيفاً (غير ممتلئة) ويابساً غير أن من أكبر عيوبه أن النشا الناتج باستعماله يتشقق على سطح القماش لقلة مرونة الفلم المتكون ويمكن التغلب على هذا العيب جزئياً بطبخ هذا النشا مدة طويلة .

أما نشا التايوكا فلا يستعمل الا قليلاً في أغراض التنشئة حيث أنه يعطى تنشئة غير مليئة وطرية .

الدكسترين الأبيض والنشا الذائب : تعتبر هذه المشتقات من أهم المواد المستخدمة الآن في التنشئة إذ أنها تعطي تأثيرات كثيرة متباينة عما تعطيه أى مادة أخرى . وتمتاز هذه المواد بذوبانها في الماء وإعطائها محاليل قليلة اللزوجة سهلة التخلل داخل الحامة لهذا فهي تعطى طبقة

خفيفة على سطح الخامة .

ومن خواص الدكسترين والنشا الذائب أن إضافتهما الى النشائقلل من لزوجة محاليله على الغليان ويستفاد من ذلك فى إعطاء نسبة عالية من النشا للأقمشة الرخيصة غير المندمجة لتبدو أكثر إمتلاء وذلك عندما لا يستحسن إضافة مواد تثقيل مثل الطفيل كما هو الحال فى الأقمشة المصبوغة والمطبوغة التى يتأثر صفاء ألوانها بإضافة هذه المواد .

ولا يصلح الدكسترين أو مخلوط الدكسترين والنشا للاستعمال مع مواد الحمل إذا أضيفت بنسبة كبيرة لضعف قوة اللصق إذ أن مواد التثقل تتطاير فى هذه الحالة بسهولة من القماش بالاستعمال .

الدكسترين الأصفر والصمغ البريطانى : هذه المواد كثيرة الاستعمال فى تنشية الأقمشة المصبوغة وخاصة فى حالة الصباغات الغامقة مثل الأزرق والكحلى والأسود .

(٣) طباعة المنسوجات

الطباعة هى صبغ موضعى للخامة وتجرى بنقل الرسم المراد إظهاره على النسيج بطرق عدة بعضها يدوى والبعض آلى وكانت الفكرة الأساسية فى طباعة الأقمشة محاكاة التأثيرات اللونية التى تحدث بواسطة النسيج (الچكار) وذلك كسبا للوقت واقتصادا فى تكاليف الانتاج وقد تطور

فن طباعة المنسوجات تطورا عظيما في القرن التاسع عشر وأصبح الآن صناعة عظيمة تكون ركنا كبيرا من أركان صناعات الغزل والنسيج كما أمكن بواسطتها إدخال تأثيرات لونية لا يمكن محاكاتها بأى طريقة أخرى ولما كانت الرسومات المراد طبعتها يجب أن تأخذ أوضاعا محددة بالخامة وجب أن يكون هنا وسيط مناسب لنقل اللون إليها حتى يبقى اللون محصورا في هذه المواضع ولا يتعداها الى غيرها لأن الماء المستخدم كوسط للصبغة لا يمكن أن يقوم بهذا الغرض لقلة لزوجه إذ أنه أولا لا يعلق بالسطح الناقل للون ثم إنه إذا إنتقل إلى النسيج لا يبقى في المساحات المحددة بسطح الحفر بل يمتد بقوة الشعرية إلى ما جاورها . فالوسط المستخدم في طباعة المنسوجات يجب إذن أن يتوافر له خواص مميزة لكي تؤهله لنقل اللون إلى النسيج وأهم هذه الخواص هي درجة مناسبة من اللزوجة . ثم قوة تماسك (عرق) كما يجب أيضا ألا تتأثر خواصه بدرجة محسوسة بوجود مواد الصبغة أو المثبتات أو المواد المساعدة على الاذابة والتثبيت . الخ .

ويطلق على المواد المستخدمة في تحضير وسط الطباعة إسم المثخنات (Épaississants (Fr.) Thickeners (Eng.)) وتنقسم المثخنات المستخدمة في طباعة الأقمشة إلى قسمين كالآتي :

(١) مثخنات تزول بالغسيل بعد الطبع : وهى تشمل الجانب الأكبر من المثخنات ويتبع هذا القسم النشا ومشتقاته والصمغ الطبيعية

مثل الصمغ العربى والسنگالى وصمغ الكثیراء (tragacanth) ودقيق
بذر الخروب (tragon, tragasol) . الخ .

(٢) مشخّنات تبقى بعد الغسيل : مثل الألبومين . والكازين وبعض
مركبات السليلوز مثل الخلات وإستعمال هذه المشخّنات محدود فى أنواع
خاصة من طباعة الأصباغ المعدنية (Pigments) ومساحيق المعادن
(مثل البرنز والالومنيوم) ولا يقتصر تأثير المشخّن فى هذه الحالة على
إنجاد الوسط اللزج المناسب بل أنه يعمل أيضا كمثبت للون إذ أن معالجة
هذه المواد بالحرارة أو ببعض المواد الكيماوية مثل الفرمالدهيد تسبب
نقص المشخّن وعدم ذوبانه وبذلك يثبت اللون على الخامّة .
هذا وسنقصر الحديث هنا على إستعمال النشا ومشتقاته كمثخّنات
لألوان الطباعة .

النشا :

لا يكاد يستعمل من أنواع النشا فى طباعة المنسوجات غير نشا
القمح والأذرة أما الأنواع الأخرى فلا تصلح لهذا الاستعمال
لا اعتبارات عديدة أهمها سرعة تحللها وفقدانها للزوجة مع الوقت وتأثير
المواد الكيماوية المضافة إلى ألوان الطباعة .

نشا القمح : هو أكثر أنواع النشا المستخدمة فى تحضير مشخّنات
الطباعة وذلك لأنه يعطى معاجين ناعمة سهلة التشغيل تحتفظ بقوتها مدة
طويلة ولا تتأثر بإضافة مواد التثبيت والمواد المساعدة .

وتمتاز معاجين نشا القمح بسهولة تخلطها للخامة وإعطائها في الطباعة ألوانا أقوى وأكثر تغطية للسطح مما هو الحال عند استعمال المشخنات الأخرى فيما عدا صمغ الكثيراء .

ومعاجين نشا القمح المحضرة بالطبخ مع الماء وحده ذات قوة التصاق عالية ويسبب ذلك صعوبة تشغيلها على مكن الطبع بالنسبة إلى التصاقها بسطح أسطوانات الطبع ومرورها بين السكين وسطح الأسطوانة مما يستلزم وضع ثقل كبير على السكين وهذا مما يسبب سهولة إستهلاك الحفر والسكين معا هذا إلى أن هذه المعاجين تتجمد بالبرودة ويتحتم تسخينها قليلا قبل الاستعمال وللتغلب على هذه العيوب تحضر معاجين هذا النشا بطبخها مع قليل من زيت نباتي (١٥ — ٢٥ ٪ من وزن النشا) مثل زيت الزيتون أو زيت بذرة القطن

بهذه الطريقة يمكن تشغيل معاجين ثخينة جدا بدون صعوبة . ولتحضير مطبوخ النشا يحرك مع الماء البارد ثم يضاف إليه الزيت ثم يغلى المخلوط مع التقليب المستمر حتى تبدأ لزوجته في الانخفاض ثم يبرد مع التحريك أيضا .

وتحضر معاجين النشا عادة بنسبة ١٢ إلى ١٥ ٪ وكثيرا ما تحضر معاجين النشا مع محلول صمغ الكثيراء وخاصة عند استعمال ألوان تستدعى إضافة حامض عضوي مثل حامض الخليك . ويستخدم مطبوخ النشا والكثيراء المحايد كمخزن لألوان التبخير والأكسدة والانديجو صول

وصبغات الأحواض والرايدوجين والنافتول (في الحالتين الأخيرتين يجب عدم إضافة الزيت) أما المطبوخ الحمضي فيستخدم في تحضير الألوان القاعدية وبعض الألوان المثبتة .

نشا الأذرة : إستعماله محدود في تحضير المثخنات وذلك لأن مطبوخة سريع العطب إذ يخره يسرد ، المحلول ويكون كتلا وينفصل عنه الماء ويمكن تحسين خواص هذا النشا بإضافة حوالى ربع وزنه نشا طايوكا .

على أن نشا الأذرة يمتاز على نشا القمح بمقاومته لتأثير القلويات ولهذا فيمكن إستعماله في حالة الألوان التي تتطلب وجود قلوى مثل صبغات الأحواض والصبغات الكبريتية والطريقة هي أن يمزج النشا بالماء ثم يضاف إليه نسبة بسيطة من القلوى (٢٥ ٪ من وزنه صودا كاوية قوة ٣٨ ٪ بوميه) ثم يطبخ وبعد ذلك يضاف باقى القلوى .
ويستعمل مطبوخ نشا الأذرة أيضا في تحضير المعاجين المحتوية على المثبتات المعدنية القلوية مثل الومينات الصودا .

دقيق القمح : يمتاز دقيق القمح باعطائه معاجين ذات لزوجة عالية وعرق كبير وذلك لوجود مادة الجلوتين به إضافة إلى النشا وهو كثير الاستعمال في تحضير مثخنات الألوان ذات المثبتات المعدنية كما أنه يعطى أحسن نتيجة عند إستعماله كمثخن لمحاليل الديازو (Diazo) إذ أنه يعطى ألوانا أكثر عمقا وتشبعا مما يحصل عليه باستعمال المثخنات

الأخرى هذا إلى أن مركبات الديازو المثخنة به تمتاز بدرجة ثبات أعلا وكثيرا ما يحضر مطبوع الدقيق مخلوطا بالنشا وصمغ الكثيراء .

الصمغ البريطاني : يعتبر النشا المحمص من أهم المثخنات المستخدمة الآن في تحضير ألوان الطباعة وذلك لامتيازها على النشا بمقاومته لتأثير القلويات الكاوية حتى إذا أضيفت اليه بنسب عالية ولهذا فهو أحسن المثخنات إستعمالا في حالة صبغات الأحواض .

ويمتاز الصمغ البريطاني باعطائه طباعة منسجمة وبسهولة الإزالة من الحامة بعد الطبع بالغسيل عكس النشا الذي لا يمكن إزالته تماما إلا بواسطة عملية إزالة النشا بتأثير التخمر وإستعمال خلاصة الخميرة . وتختلف خواص الصمغ البريطاني باختلاف درجة تحميصه وتحوره فكلما زادت درجة التحميص حصل على صمغ ذي محاليل أقل لزوجة وأكثر مقاومة لتأثير القلويات .

ويحضر مطبوع الصمغ البريطاني بإضافته إلى مثل أو ضعف وزنه من الماء حسب درجة التحور ثم طبخه مدة قصيرة . ويمتاز مطبوع الصمغ البريطاني بثباته وعدم تحلله مع الوقت .

مراجع الفصل التاسع

1. Stocks-J. Soc. Dyers & Cols. 1912, 28, 148
2. Walton-A Comprehensive Survy of Starch Chemistry
p 219
3. Smith-Textile Manufacturer 1920, 46, 278
4. Farrow and Jones-Shirly Inst. Mem. V 1926, 290

الفصل العاشر

في صناعة الورق

يوجد تشابه كبير بين إستعمال النشا في صناعة الورق وإستعماله في صناعة المنسوجات . ويستعمل النشا في صناعة الورق لأغراض كثيرة أهمها : —

(١) لصق الألياف (٢) زيادة المتانة والمرونة (٣) إزالة خاصية التشرب (٤) سد مسام الورق (٥) صقل السطح .

الصناعة .

والكى يمكن فهم كيفية استعمال النشا في صناعة الورق يجدر بنا إعطاء فكرة عابرة عن الخطوات المختلفة التى يمر بها الورق فى هذه الصناعة تشتمل صناعة الورق على العمليات التالية : —

١ — تحضير عجينة الورق :

المادة الأولية فى صناعة الورق هى ألياف الخشب وعوادم القطن والكتان والجوت وغيرها من الألياف النباتية . ثم الخرق وفضلات صناعة المنسوجات .

والمادة الأساسية المكونة لهذه المصادر هى السليلوز وهى تحتاج

فى استخلاصها من هذه المصادر معالجة طويلة بالمواد الكيماوية مثل
الاغلاء مع الصودا الكاوية أو سلفات أو بيديلفيت الصودا ثم التبييض
بواسطة ثانى أكسيد الكبريت أو مركبات الكلور الأوكسجينية
وتأثير هذه المعالجة هو إزالة المواد المخالطة للسليولوز فى الطبيعة
مثل اللجنين والبكتين والشمع والصمغ والراتنج . . . الخ . والمواد
التي أدخلت عليه فى الصناعة (صناعة المنسوجات) مثل مواد التنشئة
والبوش والصقل والصباغة .

وأفضل أنواع الورق وأقواها ما صنع من ألياف القطن والكتان
والراى (الألياف المتكونة من السليولوز غير المتحد (*))

٢ — الضرب أو الطحن

تتكون العجينة السليولوزية الناتجة من المعالجة السابقة من ألياف
النباتات التي استعملت فى تحضير العجينة وهذه الألياف تتكون عادة
من تجمع عدد كبير من الخلايا النباتية كما أنها توجد على درجة كبيرة
من الطول ولهذا فإن العجينة المكونة منها ليس لها أى خواص غروية
وتعلقة وترسب منها الألياف بسهولة ولهذا فلا يمكن سكبها وتكوين
شريط الورق منها لأنها تعطى طبقة غير منسجمة يتخللها مسام كبيرة
ولهذا السبب يجب أن تعالج هذه العجينة معالجة ميكانيكية طويلة
مع الماء فى مكن خاص يعرف بمكن الضرب (Beating Machine)

(*) انظر الجزء الاول من كتاب السليولوز المؤلف صفحة (٥٤٢)

أو الهولندر (Hollander) وفي هذا المكن تقطع الألياف إلى أطوال قصيرة نوعاً كما أن معالجتها بالماء مع هذا التأثير الميكانيكي (الهرس) يجعلها تنهدر أو تمتص الماء فتعطى عجينة منسجمة يسهل تعليقها في الماء .

وفي أثناء هذه العملية أو بعد انتهائها يضاف إلى العجينة المواد اللازمة للصق ألياف الورق وإزالة خاصية التشرب منها وكذلك مواد الثقيل

نكوبين شريط الورق :

وبعد ذلك تسكب العجينة من فتحة مستطيلة على حصيرة متحركة متكونة من شبكة من السلك الرفيع على هيئة شريط لا نهائي وفي أثناء تقدم الحصيرة يغسل الشريط المتكون بالماء ثم يفصل الماء عنه بواسطة الشفط .

التجفيف :

وعند خروج شريط الورق من الآلة السابقة يكون هذا الشريط ضعيفاً غير متماسك فيلتقاه شريط من اللباد ويمر به على جهاز التجفيف الذي يتكون من عدد من الأسطوانات النحاسية المسخنة بالبخار .

الصقل والتجهيز :

وبعد خروج الورق جافاً من آلة التجفيف يمر على كلندر كماستخدم في صقل المنسوجات لإعطائه الصقل المراد . هذا وقد يمر الورق قبل هذه العملية في بعض مواد الصقل ثم يحفف ويمر أخيراً بالكلندر .
بما سبق لنا شرحه يتضح لنا أن مواد الصقل والتجهيز تضاف إلى الورق في إحدى مرحلتين أو في كليهما (١) مرحلة ضرب العجينة (٢) مرحلة التجهيز والصقل .

مواد الصقل والصقل :

إذا سكبت عجينة الورق على مكينة الورق بدون أن يضاف إليها شيئاً فإنه ينتج عنها ورق غير مصقوق شديد المصاصة وهذا الورق هو المعروف بورق النشاف وبطبيعة الحال لا يصلح الورق وهو في هذه الحالة للكتابة أو الطباعة لأنه يتشرب المداد و«تفرش» عليه الكتابة ولا تظهر واضحة محددة وسطح الورق في هذه الحالة ليس له من الملاسة والنعومة بما يسمح باستعماله كورق للطباعة لأن الصور والحروف المطبوعة عليه يعوزها الوضوح والتحديد . فضلاً عن ذلك فإن هذا الورق تعوزه القوة والقوام الصاب .

والأسباب المتقدمة يجب أن تعالج عجينة الورق قبل تكوين طبقة الورق نفسها ببعض المواد التي من شأنها إزالة خاصية التشرب أو التقليل من حدتها وفي الوقت نفسه تعمل على لصق الألياف بعضها إلى البعض

كما تعمل على التصاق مواد الشحن والتشغيل بها .
وأهم المواد المستعملة للغرض المذكور هي الراتنج (القلافونية)
وطريقة استعمال الراتنج هو أن يغلى أولاً مع جانب من مادة قلووية
مثل كربونات الصودا أو الصودا الكاوية ويجب أن يكون مقدار
القلوى المضاف أقل من الكمية اللازمة لمحايدة الراتنج بحيث يتبقى
جانب منه غير متحد والغرض من ذلك هو إذابة جانب من الراتنج
بتكوين الملح القلوى ثم استحلاب الجزء الباقي في محلول صابون القلافونية
المتكون . وبعد ذلك يعمل من هذا المركب محلولاً محتوياً على ٣٪ راتنج
بإضافته الماء .

وتختلف نسبة الراتنج المضاف إلى الورق من ٠,٥ إلى ٥٪ بالنسبة
إلى وزن اللب وذلك حسب نوع الورق المراد الحصول عليه . وبعد
أن يتشرب اللب محلول الراتنج جيداً يضاف إليه جانب معلوم من
الشبب أما في صورة بودرة أو على هيئة محلول .

وبالنسبة إلى ارتفاع سعر الراتنج فقد اتجهت الأبحاث حديثاً إلى
استبداله جزئياً أو كلية بمواد أرخص ثمناً تعطى نفس التأثير ومن بين
المواد التي استعملت للغرض المذكور سليكات الصودا (مع الشبب)
ثم النشا ومشتقاته التي هي موضوع حديثنا في هذا الفصل .

استعمال النشا :

يستخدم النشا في صناعة الورق أما مضافاً إلى عجينة الورق فيمكنه
الضرب (الهولندر) أو كمادة تنشئية بعد تجفيف الورق في الحالة الأولى

يتخلل النشا بين ألياف الورق فيعمل على لصقها بعضها ببعض ويمكننا تشبيه هذا التأثير بالتأثير الناتج عن تبویش الخيوط في صناعة النسيج . أما في الحالة الثانية فلا يعطى النشا غير طبقة صقل على سطح الورق وهذه العملية تشبه عملية تنشية الأقمشة .

إضافة النشا الى عجينة الورق :

يضاف النشا إلى اللب اما على حالته الطبيعية (الحالة الصلبة) أو بعد طبخه في الحالة الأولى لا تنتفخ حبيبات النشا إلا عند مرور الورق على مكن التجفيف إذ تصل درجة الحرارة إلى درجة انتفاخ الحبيبات وانفجارها على أن جانبا من الحبيبات لا يتأثر ويبقى بدون انتفاخ وبذلك لا يشاطر في عملية لصق الألياف . هذا ويفقد من النشا إلى حوالى ٣٠ ٪ من الوزن أثناء التشغيل إذ يحمله الماء معه وقد تزداد هذه النسبة إلى ٥٠ ٪ عند إضافة الطفل إلى اللب وتعتمد نسبة ما يفقد من النشا أثناء التشغيل في حالة استعمال النشا الجاف على حجم الحبيبات فكلما صغر حجمها زادت نسبة المفقود من النشا .

أما إذا استعمل النشا على هيئة محلول (مطبوخ) فإن ما يفقد منه أثناء التشغيل أعلى من النسبة المذكورة إذ تزيد هذه النسبة عن ٥٠ ٪ على أن الورق الناتج يزيد في القوة على الورق المحضر بإضافة النشا بدون طبخ . وقد لوحظ في الوقت نفسه أن إضافة النشا وحده يقلل من قدرة العجينة على تكوين طبقة الورق .

ولزيادة نسبة النشا الذى يمتصه الورق يضاف إلى النشا مقدار من

سليكات الصودا التي تعمل أولاً على انتفاح الحبيبات وثانية على التصاقها بألياف الورق . وبذلك تنخفض نسبة الحبيبات التي يحملها الماء أثناء التشغيل وأكثر ما تستخدم هذه الطريقة في عمل ورق الطباعة وفي هذه الحالة تضاف السليكات بنسبة ٢٥ ٪ من وزن النشا المستعمل ويضاف النشا بمقدار ٣,٥ - ٥ ٪ من وزن اللب .

وقد بحث وريدى (Wredé)^(١) خواص أصناف النشا فوجد أن نشا القمح يدمص إلى الألياف بنسبة أعلا من الأصناف الأخرى إلا أن نشا الأذرة يفوقه من حيث الاستعمال لارتفاع قوة جلتته ورخص ثمنه ويفوق النشا الذائب وذو الزوجة المنخفضة على الغليان النشا العادى بسبب انتفاخه وجلته كلية عند مرور الورق على اسطوانات التجفيف وهو يتخلل بسهولة بين بين الألياف كما أنه يعطى سطحاً ناعماً جميلاً للورق .

ومن بين أغراض إضافة النشا إلى عجينة الورق كما قدمنا لصق مواد الثقيل مثل الطفل وتضاف هذه المواد للورق لزيادة درجة البياض ونعومة السطح وأكثر ما يعتمد إلى ذلك في حالة ورق طباعة الكتب والمجلات لزيادة وضوح الصور والرسوم المطبوعة . وتجرى إضافة النشا في هذه الحالة على دفعتين فيوضع نصف النشا مع الطفل ويسخن معه حتى يتجلتن ويجب في هذه الحالة عدم الوصول إلى درجة الغليان وإلا انخفضت اللزوجة أما الجانب الآخر من النشا فيضاف بعد إذابته إلى عجينة الورق وبعد ذلك يخلط الجميع والغرض من الركون إلى هذه

الطريقة هو تكوين غشاء من النشا المجاتن حول ذرات الطفل لتسهيل لصقها بالألياف .

هذا ويفوق النشا المتحور النشا العادى فى زيادة قوة حمل المواد المثقلة ويفضل فى هذه الحالة استعمال النشا المحور بتأثير الخناثر على النشا المحور بتأثير الأحماض واستعمال النشا المحور يعوق دون حدوث بعض العيوب التى تحدث عادة فى صناعة الورق بسبب تجمع موضعى لحيبيات النشا ينتج عنه حدوث نقط ترى شفاقة إذا نظر الورق أمام الضوء . ومن وظائف النشا فى صناعة الورق أنه يعمل كحامى غروى (Colloidal Protective) لمادة الراتنج إذ يساعد على انسجام انتشارها وتوزيعها بين الألياف . وفى هذه الحالة أيضاً يفوق النشا المحور النشا العادى .

وأخيراً يحسن النشا ملمس الورق ويساعد على إعطائه صفلاً جيداً .

تنشئة الورق :

تجرى تنشئة الورق كما فى حالة تنشئة الأقمشة (أنظر الفصل السابق) بمرور شريط الورق فى حوض محتو على محلول النشا مضافاً إليه بعض المواد الأخرى مثل الطفل واللون ثم يجفف الورق كالعادة ولا تستخدم هذه الطريقة إلا فى حالة الأصناف الممتازة من ورق الكتابة وتعطى مشتقات النشا المحورة فى هذه الحالة نتيجة أحسن من الناتجة عن استعمال محاليل النشا العادى ويستعمل من مواد الثقيل والصقل

الطفل (إنجلترا) والطباشير (أمريكا) وتعتمد درجة تشرب الورق بمحلول النشا في هذه الحالة على درجة لزوجة المحلول فهي تناسب عكسياً مع الجزر التريبيعى للزوجة .

الدهان السطحي :

تجرى هذه الطريقة بدهان سطح الورق بعجينة النشا المحتوية على مواد الصقل الأخرى مثل الطفل والليتوبون وأكسيد الزنك والطباشير وذلك بمرور الورق على فرجون (فرشاة) أسطوانى منغمر جزؤه الأسفل فى المخلوط المذكور ويمكن تشبيه هذه الطريقة بطريقة التذئبة على الظهر فى حالة المنسوجات .

والجانب الأكبر من النشا المستخدم فى صناعة الورق يستهلك فى هذه العملية والنشا المحور بتأثير الأحماض هو الأكثر استعمالاً فى هذه الطريقة .

وبعد دهان سطح الورق يحفف ثم يمر على الكلندر . ويستعمل الورق المحضر بهذه الطريقة فى طباعة الصور بطريقة الحفر الفوتوغرافى وكذلك فى الأغراض الزخرفية والفنية .

صناعة الورق الكرتونى :

يستخدم النشا أيضاً فى لصق طبقات الورق بعضها ببعض لعمل الورق المقوى (الكرتون) وورق البريستول المستعمل فى عمل بطاقات الزيارة ويجب فى هذه الحالة استعمال مشتقات نشا ذات قوة

لصق عالية مثل النشا المعالج بالقلويات كما يجب أن تكون الطبقة المستخدمة من مادة اللصق أقل ما يمكن سمكا كما يجب أيضاً أن تبقى درجة اللزوجة ثابتة وإلا حصل تقوس وانبعاج في الورق عند الجفاف. هذا ويستخدم النشا فيما عدا ما ذكر لإعطاء تأثيرات خاصة مثل تأثير ورق الرق (Parchment) والتأثير المنقط الشفاف . . . الخ .

نوع النشا :

استخدمت جميع أنواع النشا في صناعة الورق ففي أوروبا أكثر أنواع النشا استعمالاً في هذه الصناعة هو نشا البطاطس ويستخدم نشا الأذرة بـانجلترا بالنسبة إلى انخفاض سعره ويستخدم في أمريكا أيضاً نشا الأذرة وكذلك نشا التايوكا ويستعمل نشا الأرز في صناعة أنواع الورق الممتازة .

مراجع الفصل العاشر

1. H. Wredé Wochbl. Pap. 1913, 44, 825 Papier-Fab., 1922 20.1429.
2. Th. E. Blasweiler — Use of Sodium Silicate for Sizing papers — Constable co., London 1926

الفصل الحادى عشر

صناعات التخمر

يستعمل فى صناعات التخمر التى تشمل صناعة الجعة (البيرة) والمشروبات الروحية والكحول مقدار كبير من النشا والمحاصيل النشوية وتقوم هذه الصناعات على تحويل النشا إلى سكر (مالتوز وجلوكوز) ودكسترين ثم تحويل السكر المتكون إلى كحول . ويجرى الشطر الأول من عملية التحويل إما بتأثير الخمائر أو بتأثير الأحماض أما الشطر الثانى فلا يجرى إلا بتأثير الخمائر .

تحويل النشا إلى سكر ودكسترين بتأثير الخمائر

يطلق على الانزيمات التى لها القدرة على تحويل النشا إلى مواد أقل منه تعقيدا مثل الدكسترين والسكر اسم الاميلاز (Amylases) وهذه الانزيمات توجد منتشرة فى كل من مملكة كى الحيوان والنبات . فهى توجد بالخميرة وفى الأمعاء الدقيقة والكبد والبنكرياس فى جسم الإنسان والحيوان وفى كثير من الحبوب والجذور الدرنية وأوراق النباتات وبعض أنواع الفطريات . . . الخ

وفى جميع هذه الأعضاء تعمل هذه الإنزيمات على تحويل النشا إلى سكر وخلافه وذلك لتغذية الكائن الحى ومده بالطاقة اللازمة فى وظائف الحياة المختلفة .

وقد أستفيد من تأثير الأنزيمات صناعيا في تحويل النشا إلى سكر ثم إلى كحول ومشروبات روحية مختلفة .

أما بخصوص الأنزيم نفسه فلم يتوصل بعد إلى معرفة كنهه الكيميائي حتى ولم يمكن تحضيره في صورة نقية تماما إلا أنه قد وجد أن الأنزيم يتكون من شقين يمكن فصلهما عن بعضهما بواسطة الترشيح خلال الجيلاتين وأطلق على الجانب الذى يمر بالترشيح اسم (Co-enzyme) والجانب الذى لا يمر بالترشيح اسم (Apo-enzyme) وليس لأى من هاتين المادتين وحدها تأثير تحليلي على النشا ويظهر تأثيرهما بمجرد جمعهما ببعضهما .

ويدل تحليل المادة الأولى (Co-ymase) على احتوائها على حامض الأدينيليك (Adenylic acid) (الذى يتكون من اتحاد مادة الأدينين بالريبوز (Ribose) (سكر خماسى) وحامض الفوسفوريك) ثم أميد حامض النيكوتينيك (Nicotinic acid) المعروف بشفائه لمرض البلاجرا .

هذا وقد وجد أن لمادة الكوزيماز أهمية عظيمة فى نشاط الخلية الحية وظاهرة التنفس .

ولا يتحول كل النشا بتأثير الخمائر المذكورة إلى سكر مالتوز بل أن جانبا منه يتحول إلى دكسترين يقاوم تأثير الأنزيم . بينما يتحول السكر باستمرار عملية التخمير إلى كحول .

صناعة الجعة

يستعمل فى صناعة الجعة كمادة نشوية الشعير وحده أو مضافا إليه بعض الحبوب الأخرى مثل الأذرة والأرز وقد يضاف أيضاً نشا البطاطس والأراروط والسكر .

والشعير هو مصدر الأنزيم المحول للنشا والمعروف عادة باسم الدياستاز (Diastase) ولا يتكون هذا الأنزيم فى الشعير إلا أثناء تنبئته وابتداء نمو الجنين إذ يفرز الجنين هذه المادة التى تعمل على تحليل النشا الموجود بالحبة وتحوله إلى مواد تصلح لتغذية الجنين أثناء نموه .

وتحضر خميرة الشعير بإضافة الماء إلى الشعير بمقدار نصف وزنه وتركه ينبت ويسبق تكون أنزيم الدياستاز تكون أنزيم آخر أطلق عليه اسم (Cytase) وهذا الأنزيم يساعد على تحليل الأغشية المكونة لجدران الخلايا المحيطة بالنشا وبذلك تتعرض لتأثير الدياستاز .

وفى أثناء التنبئ يحدث تحول فى جسم الحبة الداخلى (Endosperm) فيتحول من حالة صلبة متماسكة إلى حالة مفككة تبدأ من ناحية الجنين وتمتد إلى الجانب الآخر من الحبة ويتبع هذا التحور إفراز الدياستاز الذى يؤثر على النشا نفسه وهو الذى يلعب الدور الأساسى فى عملية التخمر .

ويجب إيقاف عملية التنبئ فى الوقت المناسب بحيث يحصل على أكبر كمية من الدياستاز مع فقد أقل كمية من النشا بسبب نمو الجنين .

ويوقف التثبيت بتجفيف الشعير المنبت وتعريضه لدرجة حرارة مرتفعة تختلف باختلاف نوع الجعة المراد تحضيرها .

في أثناء عملية التثبيت يتكون كما قدمنا أنزيم الدياستاز ويحدث في الوقت نفسه تحول في النشا يعده للتحول بتأثير هذا الأنزيم وقد وجد أن خلاصة الشعير الغير منبت ليس لها قدرة على تحليل النشا إلى سكر ودكسترين على أنه إذا أضيف إلى هذه الخلاصة بعض الأنزيمات التي ليس لها قدرة في حد ذاتها على تحويل النشا مثل الأنزيم المعروف باسم (Papayoten) فإن هذه الخلاصة تكتسب خاصية تخمير النشا ويعمل الأنزيم الجديد في هذه الحالة كمساعد (Co-xymase) لمادة موجودة أصلاً في الشعير . ويستدل من ذلك على أنه في أثناء تثبيت الشعير يتكون الشق المساعد للأنزيم الموجود أصلاً في الشعير .

أما الخطوة الثانية في صناعة الجعة فتتلخص في إضافة الشعير المعالج كما سبق مع المقدار اللازم من الماء والمواد الأخرى مثل حشيشة الدينار . . الخ وفي أثناء هذه العملية يتحول النشا إلى سكر ودكسترين ويتحلل السكر إلى كحول وتعتمد نسبة هذه المواد على ظروف التخمير كما سنراه فيما بعد .

سبق أن ذكرنا أن كثيراً ما يعتمد في صناعة الجعة إلى إضافة مواد نشوية أخرى ونلاحظ هنا أن خميرة الدياستاز ليس لها القدرة على تحليل النشا وهو في حالته الطبيعية وقد عرفنا أن النشا في الشعير يتحول بتأثير أنزيم آخر أثناء التثبيت إلى نشا قابل للتسكر ولهذا فيلزم قبل إضافة

النشا تحويله إلى نشا قابل للتسكر ويجرى ذلك بطبخه اذ أن جلتنه النشا تعمل على تحويله الى مركب سهل التحلل بتأثير الأنزيم .

ويجرى طبخ المواد النشوية التي تضاف بعد طحنها في قيزانات تسخن عادة بالبخار المباشر وقد تجرى جلتنه النشا أيضاً في قيزانات مقفولة تحت ضغط .

تأثير نوع الماء ودرجة تركيز الأيون الهيدروجيني :

يتأثر نشاط الأنزيم وسرعة تحلل النشا ونسبة المالتوز المتكون الى الدكسترين على عوامل عدة أهمها درجة تركيز الأيون الهيدروجيني أو بعبارة أبسط بنوع الوسط بين حمضي وقلوي .

ولما كانت المياه المستعملة في صناعة الجعة تختلف من منطقة إلى أخرى بما تحويه من أملاح الأراضى القلوية مثل كربونات وفوسفات الجير والمغنسيوم فان أنواع الجعة تختلف في خواصها تبعاً لكمية الأملاح القلوية الموجودة .

فكلما زادت قلوية الماء قلت سرعة تحول النشا . وتعزى القلوية الموجودة أثناء التخمير إلى الفوسفات الثنائية ($K_2 HPO_3$) وتزداد سرعة تحول النشا وتصل أقصاها عندما يصبح الوسط محايداً بالنسبة إلى برتقالي المثل أي في درجة ٤,٤ — ٤,٥ من تركيز الأيون الهيدروجيني وقد درس كواباخ وهاس^(٥) أعلى درجة لنشاط الأميلاز بالنسبة إلى درجة الحرارة ودرجة تركيز أيون الهيدروجين فوجداها في حالة تحول النشا إلى نشا ذائب كالآتي :

درجة تركيز الأيون الهيدروجيني	درجة الحرارة
٤,٢	٥٠ — ٤٥
٤,٥	٥٥ — ٥٠
٥,١	٦٠ — ٥٥
٦,٠	٦٥ — ٦٠
٦,٦	٧٠ — ٦٥

أما بالنسبة إلى تحول النشا إلى سكر فقد حصل على النتائج التالية

درجة تركيز الأيون الهيدروجيني	درجة الحرارة
٤ — ٤,٥	٢٠ — ٤٠
٤,٥ — ٥,٠	٥٠
٥,٧ — ٦,٢	٦٠ — ٧٠

ووجد لوك وبالو (٦) أن أقصى نشاط للتاكادياستاز

(Taka-diastrase) يحدث عند $\text{PH } ٥,١$ في درجة ٣٠°

أما من حيث نسبة التحلل التي تقاس بمقدار المتكون من المالتوز بالنسبة إلى وزن النشا الأصلي فقد وجد أنها تتراوح في أقصى الحالات بين ٦٠ و ٧٠ ٪ باستعمال البيتا أميلاز (β -Amylase) أما ما يتبقى من هذا التحلل فهو مادة الأميلودكسترين (Amylo-dextrine) وقد وجد أن هذه المادة تقاوم تأثير الأنزيم المذكور بدرجة كبيرة ولكنها تتحلل بتأثير الألفا أميلاز (α -Amylase)

ويمتاز الأميلودكسترين بانعدام القوة الاختزالية وهذا مما يدل

على أن التحلل يحدث في هذه الحالة بانفصال وحدات المالتوز من السلاسل الجانبية المكونة للسلسلة الرئيسية لجزء النشا كما سبق لنا شرحه في الحديث عن التركيب الكيماوى للنشا .

وقد فسر وقوف تحلل النشا بتأثير الأميلاز عند الدرجة المذكورة أعلاه بنظريات عديدة فميرييك^(٧) (K.Myrbäck) يعتقد أن سببه هو أن حامض الفوسفوريك والأحماض الدهنية المتكونة تسبب تعطيل تأثير الأنزيم على أن مارتن ونايلور وهيكسون^(٨) أثبتوا أن ليس لحامض الفوسفوريك أو الأحماض الدهنية تأثير من هذا القبيل . أما ماير وبرنفيلد وبريس^(٩) فيظنون أن تأثير الأميلاز يقف عندما تصل درجة التحلل إلى الأماكن التي يحدث عندها اتصال السلاسل الثانوية بالسلسلة الرئيسية .

على أن المؤلف يعتقد أن التحلل لا يصل إلى نقط الاتصال الأساسية للسلاسل الجانبية بدليل أنه لا يوجد نسبة ثابتة لا تتغير لهذا التحلل بتغير ظروف التحلل وهو يعتبر أن التحلل يقف قبل الوصول إلى نقطة الاتصال المذكورة بوضع وحدات جلو كوزية وهو يعتقد أن السلاسل الجانبية لجزء النشا لا توجد في وضع مواز بعضها بالنسبة الى البعض بل أنها تنفرج عن بعضها كلها بعدت عن نقط الاتصال الأساسية ويوجد جانب من هذه السلاسل (وهو الجانب المجاور لنقط الإلتصال الأساسية) متصل ببعضه اتصالاً ثانوياً كالموجود بين السلاسل جلو كوبرانوزية في جزء السليلوز وينتج عن هذا الاتصال ثبات

التركيب النشوي وصعوبة تأثيره بفعل الأنزيم أما بسبب الاتصال الجانبي بين وحدات الجلوكوز أو بسبب الممانعة الفراغية وعدم إمكان تخلل الأنزيم بين هذه الوحدات .

واننا نلاحظ هنا أن عدم تأثير الأنزيم على النشا الطبيعي (الغير مجلتن) قد يكون ناجما عن نفس السبب اذ يحتمل أن السلاسل الجانبية في النشا الطبيعي توجد متصلة بعضها ببعض بواسطة الذرات الاضافية لذرات الأكسجين ولا يقتصر هذا الاتصال على السلاسل التي في نفس الجزئ بل يحدث أيضا بين السلاسل في الجزئيات المختلفة وعند جلتنه النشا بتأثير الماء الساخن تتحطم هذه الاتصالات بين السلاسل المختلفة فيما عدا ما كان قريبا منها الى الاتصال الأساسي بالسلسلة الرئيسية فيصبح جانب كبير من كل سلسلة حرا سهل التأثير بفعل الأنزيم

تحول السكر الى كحول :

الخطوة التالية في التخمر هي تحول المالتوز الى كحول وقد دلت الأبحاث على أن هذا التحور الذي يطلق عليه التحلل الجلوكوزي (Glycolysis) يحدث في خطوات عديدة بتأثير أنزيمات مختلفة يشاطر كل منها في احدى خطوات هذا التحلل .

(١) تكون فسفات الجلوكوز : يعتبر باستير أول من كشف

عن ضرورة وجود أملاح حامض الفسفوريك لتحلل الجلوكوز بتأثير الخميرة كما وجد أن هذا التحلل لا بد له أيضا من وجود أملاح المغنسيوم

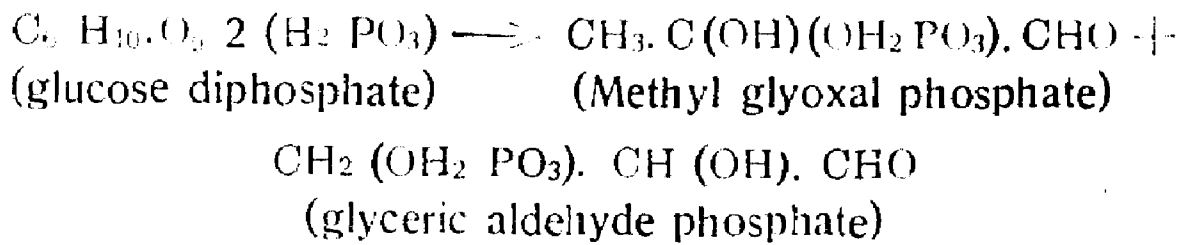
وقد دلت الأبحاث التي أجريت بعد ذلك على أن السكر لا يتحلل الا وهو في صورة استير فوسفورى أحادى أو ثنائى الدالة للدكستروز أو الليفيولوز فتكون هذا الاستير يعتبر أول خطوة في عملية التخمر أما بخصوص المغنسيوم فقد وجد أنه يجب أن يكون على صورة أيونية لحدوث التخمر .

هذا وقد وجد أيضاً أن تحلل الجلوكوز في جسم الحيوان يحدث على أساس مماثل .

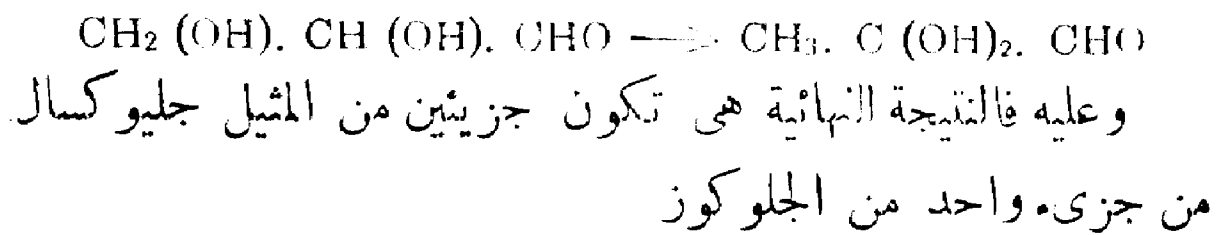
ولما كان حامض الفوسفوريك ثلاثى الذرية فانه يتحد باحدى ذرياته بالسكر بينما تبقى الدالتان الأخرتان حرتين لهما قوة الاتحاد بالمواد القاعدية المختلفة .

أما اتحاد حامض الفسفوريك بالجلوكوز فقد وجد ^(١٠) أنه يحدث بتأثير أنزيمات خاصة تعرف باسم Phosphateses أو Phospho-esterases وقد وجد أن الاستير الفسفورى للدكستروز يلعب دوراً أولياً في فسلفة الخلية الحية فقد يساهم في تكون حامض النواة (Nucleic acid) الذى يكون جانبا من السكوماتين في الخلية ، أو أنه يخزن إلى أن يحتاج اليه على صورة نشا (في النبات) أو جليكوجين (في الحيوان) أو يتحول إلى جلوكوزيد أو أنزيم أو يتحول إلى مواد تركيب مثل السليلوز أو الشيتين أو أنه يتحلل بسرعة بالتخمر معطيا القوة الحرارية الكامنة أو أنه يتحول إلى ستيرول وأحماض دهنية الخ

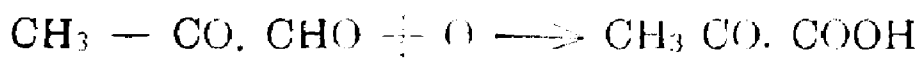
(٢) تحلل فسفات الجلو كوز. ان أول مرحلة من مراحل تحلل الجلو كوز هو انقسام الجزيء إلى قسمين يحتوى كل منهما على ثلاث درات كربون وينشأ عن ذلك تكون مادتين أحدهما تعرف باسم مثيل جليوكسال (Methyl-glyoxal) والآخرى الجاليسيروز أو بالأصح الأستير الفسفورى لهيدرات هاتين المادتين ويمكن تمثيل هذا التحلل بالمعادلة الرمزية التالية .



ويحدث هذا التحلل بتأثير أنزيم يعرف باسم جليوكسالاز (glyoxalase) أما الجاليسيروز فيتحول بواسطة الاختزال والأكسدة الذاتية إلى مثيل جليوكسال (المعادلة)



(٣) تحول المثيل جليوكسال إلى حامض بيروفيك (Pyruvic acid)
بواسطة أكسدة المثيل جليوكسال يتحول إلى حامض بيروفيك كالآتي :



ولما كان التخمر عملية تحدث بدون وجود الأكسجين فإن الأكسجين اللازم للأكسدة المذكورة لابد أن يأتي عن طريق آخر

ويمكن أن نلاحظ أن التحول المذكور يحدث بتأثير ثلاث تفاعلات هي الأكسدة والاختزال وإزالة حامض الكربونيك والأكسدة تحدث بعون مادة الجلوتاثيون التي تعمل كوسيط لنقل الأوكسجين والهيدروجين بين مواد التحلل بدون الحاجة إلى مصدر آخر وإذا خلاصة هذا التفاعل هو إزالة حامض الكربونيك الذي يتصاعد على صورة ثاني أكسيد كربون وتكون الكحول .

صناعة الكحول

رأينا مما سبق أن جانبا لا بأس به من النشا (حوالي ٣٠ — ٤٤٪) لا يتحول بتأثير أنزيمات التخمر إلى سكر قابل للتخمر بل يبقى على صورة دكسترين يقاوم تأثير الأنزيم وتعتمد نسبة الدكسترين المتكون على ظروف مختلفة من درجة الحرارة ودرجة تركيز الهيدروجين ونوع الماء المستعمل في التخمر وعلى أساس اختلاف هذه الظروف يختلف نوع الجعة من مقاطعة إلى أخرى . وتمتاز جعة بفاريا الشهيرة بارتفاع نسبة الدكسترين بها وسبب ذلك هو ارتفاع قلوية مياه هذه البلاد لاحتوائها على نسبة مرتفعة من كربونات الكالسيوم والمغنسيوم .

هذا بخصوص صناعة الجعة أما إذا أريد تحضير الكحول النقي من النشا فإنه من المفضل لزيادة نسبة الكحول المتكون إجراء الشرط الأول من التفاعل وهو تحول النشا إلى سكر بواسطة تأثير الأحماض كما سبق لنا مشاهدته في الحديث عن صناعة الجلوكوز ثم إجراء الشرط الثاني

من التحول بواسطة التخمر على أنه لم تزل تستعمل طرق التخمر العادية في المرحلتين .

والطريقة العادية : لصناعة الكحول تلخص في التالى :

يعمل معلق من النشا أو الحب مع الماء بنسبة ٣٠ ٪ ثم يبخر تحت ضغط قدره ٣٠ — ٦٠ رطلا على البوصة المربعة وذلك لجلتنة النشا وبعد ذلك يبرد المطبوخ إلى درجة ٥٠ — ٥٥ ويضاف اليه حوالى ٤ ٪ خميرة بيرة . وبعد حوالى ثلاث ساعات يكون قد حصل التحول اللازم ومن ثم ترفع درجة الحرارة إلى ٨٠ م والغرض من ذلك هو إتلاف الأحياء الصغيرة التى تسبب حدوث تفاعلات ثانوية تقلل من نسبة الكحول المتكون . على أن من مساوىء هذه الطريقة أن الجانب الأكبر من أنزيم التخمر يتحلل ويتحتم استبداله بجانب آخر .

ولتلافى هذا العيب وإتلاف الأحياء الصغيرة بدون الضرر بالدياستاز يستبدل التسخين بإضافة بعض مواد معقمة خاصة مثل حامض الهيدروفلوريك أو ثانى فلوريد النشادر .

وبعد ذلك يفصل المحلول السائل عن الأجسام الصلبة ثم يضاف اليه كمية أخرى من الخميرة (٤ — ٥ رطل لكل مائة جالون من السائل) فى درجة ١٧ — ٢٠ وترفع درجة الحرارة ببطء إلى أن تصل إلى ٣٠ . ويتم التخمر فى بحر يومين إلى ثلاثة بعدها يفصل الكحول بواسطة عمليات التقطير .

أما إذا أجرى تحويل النشا إلى سكر بواسطة الأحماض فيجب قبل

إجراء التخمير محايدة الحامض وتعديل درجة تركيز الأيون الهيدروجيني إلى الدرجة اللازمة للتخمير (٤,٤ — ٤,٥)

الطريقة الأميلوية : (Amylo-Process) تعتبر أهم طريقة لصناعة

الكحول الآن وهي منتشرة بجميع البلدان ماعدا بريطانيا العظمى وتتلخص في إجراء التخمير في ظروف معقمة باستعمال أنزيم يحضر من بعض أنواع الفطريات مثل (*Mucor β*, *Mucor γ*, *Rhizopus Delmar*, *Amylomyces*) وتجرى الطريقة كالاتي :

يضاف لكل طن من طحين الأذرة ١٧,٥ رطلا من حامض الكلوريدريك المركز (لجعل درجة تركيز الأيون الهيدروجيني ٤,٤ — ٤,٥) ثم تسخن تحت ضغط قدره ٣٠ — ٦٠ رطلا ثم يضاف اليه أنزيم أحد الفطريات المذكورة أعلاه وبعد ٢٤ ساعة تضاف خميرة بيرة ويجرى التخمير بنفس الطريقة الأولى . ويستعمل في هذه الطريقة كميات بسيطة جداً من الفطري والخميره (١ — ٢ جزء إلى كل ١٠٠,٠٠٠ جزء من طريحة التخمير) وبعد نهاية التخمير يقطر السائل الرائق كما سبق .
وتمتاز الطريقة الأميلوية على الطريقة العادية بأن معظم النشا يتحول إلى كحول .

مراجع الفصل الحادى عشر

1. *Harden & Young*, Proc. Physiol Soc. 32 (1904).
2. *V. Euler & Schlenk*, Zeit Physiol. chemie 246,81 (1937);
3. *O. Sullivan*, J. Chem. Soc. 25, 579 (1872); 35, 770 (1879)
4. *J.S.Ford & J.M.Guthrie*, J. Inst. Brewing, 14,61 (1908)
5. *P. Kolback & C. W. Heller*, Wochshr. Brau., 58, 105-113, 124, 134, 140 (1939);
6. *G.A. Bailou & J.M. Luck*, J Biol. Chem. 135,111 (1940)
7. *K. Myrbäck*, Current Sci 6, 47, 1937
8. *V. D. Martin*, N. M. Ny lör & R. M. Hixon, Cereal Chem. 16, 565, 1939
9. *K. H. Meyer*, P. Bernfeld and J. Press. Helv. Chem. Acta 23, 1465 (1940)
10. *V. Euler & Adler*, Zeit Physiol Chemie 246, 83, (1937)

الفصل الثاني عشر

القيمة الفسلجية والغذائية للنشا

وهيدرات الكربون الأخرى

١ - في النبات

مقدمة

علينا من الفصل الأول كيف أن النبات يمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو ويحوّله بفضل الطاقة التي يستمدّها من ضوء الشمس وبالتأثير المساعد لمادة الخيضور إلى جلوكوز ومن الجلوكوز تتكون الأنواع الأخرى من السكر وهيدرات الكربون الاحتياطية أو المخزنة مثل النشا والجليكوجين والأنيولين بينما يتحول جانب آخر منه إلى مواد بناء مثل السليلوز والشيتين التي تكون الهيكل الصلب للنبات . ولا تقف وظيفة الجلوكوز على تكون هيدرات الكربون المختلفة بل أنه يساهم في تكون مختلف المركبات العضوية التي تتكون في الخلية الحية فهو يُعد هذه المركبات بالهيكل الكربوني اللازم لبناء هذه المركبات فمن الجلوكوز وغيره من هيدرات الكربون يتكون الجليسرين

والأحماض الدهنية وباجتماعهما تتكون الزيوت والدهون التي تعتبر أهم الأغذية الاحتياطية في معظم البذور .

وبادخال عناصر الأزوت (وبعض الأحيان الكبريت والمنجانيز والحديد) على السلسلة الكربونية تتكون المواد الزلالية التي تكون البروتوبلازم والنواه منشأ الظواهر الحيوية المختلفة في الخلية هذا إلى تكون الأنزيمات والفيتامينات المتنوعة التي بفضل تأثيرها المساعد تحدث ظواهر الحياة المتنوعة من هدم وبناء .

ويتحد الجلو كوز خلافا لما تقدم بعدد كبير من المركبات العضوية مكوناً ما يعرف بالجلو كوزيدات (Glucosides) التي تكون جانبا من العقاقير الطبية المهمة — ويشاطر الجلو كوز كذلك في تكوين حامض النواه الذي يكون الجانب الأكبر من الكروماتين

ويتضح لنا مما تقدم أن الجلو كوز هو مادة الأساس في بناء جميع المركبات العضوية المهمة التي تتألف منها الخلية الحية

ويحتاج تكون هذه المركبات — كما يحتاج بناء الجدار إلى قوة محركة وأيدى عاملة — إلى جانب من الطاقة تختلف باختلاف نوع المركب المتكون وتستمد هذه الطاقة على صورة جهد حرارى ينتج عن تحلل واحتراق الجلو كوز وغيره من المركبات التي تتحول من حالة معقدة إلى حالة بسيطة إذ أن كل تحول من هذا القبيل يصحبه إطلاق جانب من الطاقة .

على أن الجانب الأكبر من هذه الطاقة ينتج من احتراق الجلو كوز في عملية التنفس (الأ كسدة) ولا تستخدم كل الطاقة الناتجة عن احتراق الجلو كوز في النبات في أغراض البناء والتركيب المذكورة بل أن جانباً منها يستهلك في الوظائف المختلفة مثل انقسام الخلايا وحركة العصارة الخلوية ومقاومة التأثيرات الخارجية وبعض الحركات المحدودة التي تؤديها بعض أعضاء النبات مثل فتح وغلق مسام الندح . . الخ

الطاقة الناتجة عن عملية التمثيل الخضرى

يتضح لنا مما سبق أن عملية التمثيل الخضرى هي الواسطة في تحويل الطاقة الضوئية للشمس إلى طاقة مفيدة يمكن أن يستغلها النبات في عمليات الهدم والتكوين التي تؤلف مجموع الظواهر الحيوية .

ولا يَخزن النبات إلا جانباً يسيراً من كمية الطاقة الضوئية التي تسقط عليه أما معظم هذه الطاقة فيتحول إلى حرارة تعمل على تبخر الماء من سطح الأوراق أو تشع في الهواء المجاور ويعطى الجدول التالى بياناً مقرباً لتوزيع الطاقة الضوئية الساقطة على سطح أوراق الأشجار

الطاقة الساقطة (ضوء) ١٠٠

الطاقة المثبتة بواسطة التمثيل الخضرى ١

الحرارة الممتصة في عملية الندح ٤٩

الحرارة المشعة في الجو ٢٠

ضوء منعكس أو مار بالأوراق ٣٠

وهذه النسب تتفاوت في حدود واسعة حسب الظروف وشكل الأوراق ونوع النبات ويقابل تكون كل جرام من الجلوكوز تولد ٣,٥٠٠ سُعر Calorie من الطاقة المحبوسة . على أنه وجد أن الزيادة في كمية الطاقة التي تنشأ عن زيادة مقدار جرام في الوزن أكبر من هذه الكمية إذ تصل إلى ٤,٥٠٠ سعر ولهذا لا يمكن تحليلها كلها على أساس تكون الجلوكوز فقط وتعزى هذه الزيادة إلى تكون مركبات أخرى غير هيدرات الكربون ذات قيمة سعرية أعلا وبما أن الزيوت لا توجد بنسبة محسوسة في الأوراق الكاملة النمو لا بد أن تكون هذه الزيادة ناجمة عن تكون الزلاليات .

القيمة السعرية لبعض المواد

جلوكوز	٣,٧٦٠	سعر لكل جرام
سكروز	٣,٩٩٠	" " "
نشأ	٤,١٠٠	" " "
سليولوز	٤,٢٠٠	" " "
زلال — لويسين	٦,٥٠٠	" " "
دهن — زيت زيتون	٩,٥١٠	" " "

التعامل السكر بوهيدراتي

عند ما يتكون الجلوكوز في الخلية بتأثير عملية التمثيل الخضيرى لا يبقى على حالته مدة طويلة بل يتحول جانب منه إلى نشا وجانب آخر إلى سكر الفركتوز وباتحاد سكر الجلوكوز بالآخر يتكون السكروز (سكر القصب) وهذا الأخير يوجد عادة في الأوراق بنسبة أعلى من التى يوجد عليها الجلوكوز وقد حملت هذه الظاهرة البعض على الاعتقاد بأن السكروز هو أول ما يتكون بالخلية المحتوية على الخيضور على أن هذه النظرية قد ثبت أن ليس لها أساس من الصحة هذا وقد وجد أنه يوجد توازن مستمر من أنواع السكر المذكورة والنشا يختلف باختلاف حاجة النبات نفسه .

هذا ويجرى تحول سكر إلى آخر بتأثير بعض الانزيمات أما تحول الجلوكوز الى النشا فقد وضح أنه يحدث أولا بتحول الجلوكوز الى الاستير الفسفورى بتأثير الانزيم الفسفورى Phosphorylase

ومن المركبات التى يتحول اليها الجلوكوز الجلوكوزيدات وهى تنتج عن اتحاد الجلوكوز ببعض مركبات عضوية فى صورة تأثيرية وهذه المركبات توجد أيضا فى حالة توازن بينها وبين الجلوكوز والأنواع الأخرى من السكر .

أما تحول الجلوكوز الى سليلوز فيعتبر تفاعل غير عكسى وقد مثل N. O. James التحولات المذكورة فى الشكل التالى .

ولا يتكون النشا بالخلية إلا في حدود معينة من درجة تركيز السكر بها وتختلف هذه الحدود اختلافاً بينا باختلاف الخلية وموقعها من النبات فمثلاً يصل الحد الأدنى لدرجة تركيز السكر اللازمة لتكون النشا في أوراق النباتات ذات الفلقتين إلى ٠,٢ ٪ - ٠,٥ ٪ بينما هو مادون ذلك في حالة جذور البطاطس .

أما الحد الأعلى فقد يصل إلى ٣٠ ٪ وتصل هذه النسبة في بعض الخلايا الخاصة مثل الخلايا الحارسة حيث يتحول كل النشا إلى سكر لزيادة الضغط الجذري في الخلية وقفل مسام الندح (Stomata)

تكوين الدهن والزيوت

الزيوت والدهون هي عبارة عن مواد ناتجة عن اتحاد الأحماض الدهنية بالجليسرين أو الستيرول فهي إذا استيرات عضوية . والزيوت تعتبر ضمن مواد الغذاء الاحتياطية أو المخزنة وهي تفوق هيدرات الكربون في قيمتها الغذائية (السُّعْرية) (أنظر الجدول السابق) ولهذا السبب فهي توجد منتشرة بحبوب النبات (فيما عدا الأسرتين البقلية والعشبية Graminae, Leguminosae حيث يحل محلها النشا) حيث تعمل على تغذية الجنين أثناء نموه .

وقد دلت الأبحاث على أن الجليسرين والأحماض الدهنية المكونة للزيوت تنشأ في الخلية عن طريق تحليل الجلوكوز وتحور المركبات الناتجة عن هذا التحلل .

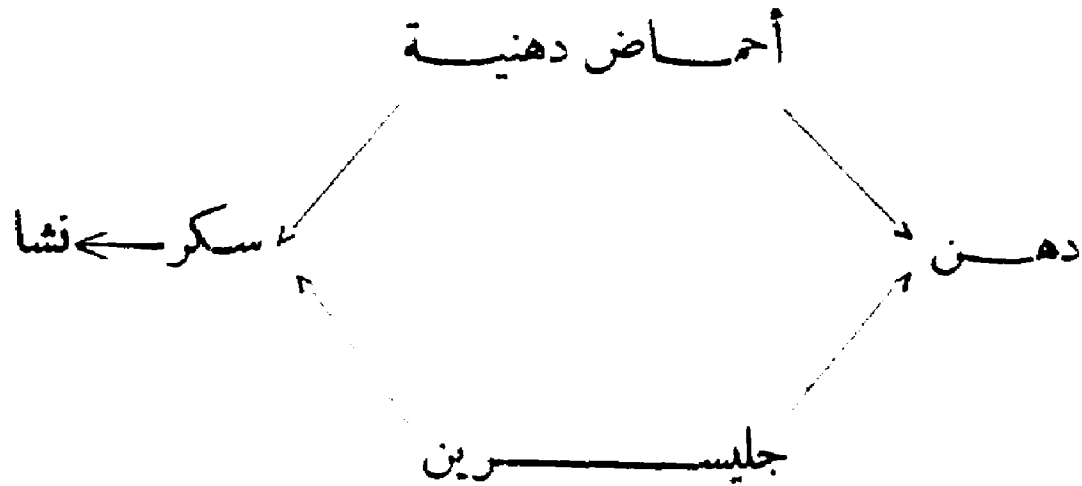
تكون الجليسرين : يحدث ذلك عن طريق انقسام جزىء الجلو كوز
أو بالأحرى الاستير الفسفورى للجلو كوز على نحو ما شاهدناه فى
تحلل الجلو كوز بتأثير الحماض فى الفصل السابق إذ ينشأ عن هذا الانقسام
تكون جزىء من الميثيل جليوكسال وآخر من الجليسيروز وباختزال
الآخر يتحول إلى جليسرين

تكون الاحماض الدهنية : أما تكون الاحماض الدهنية فعملية
أكثر تعقيداً ويظهر أن أولى خطوات تكون هذه الاحماض هى تكاثف
جزيئات الاسيتالدهيد (الناتج عن تحلل الميثيل جليوكسال) (أنظر
الفصل السابق) وتكون المركبات الالدولية (Aldol Condensation)
ويتبع ذلك إزالة الماء وتكون مركبات غير مشبعة ثم تشبع هذه
المركبات باضافة الهيدروجين بدرجات متفاوتة وأخيراً أكسدة مجموعة
الالدهيد إلى مجموعة كربوكسيل .

وتكون الدهون والزيوت من السكر يحتاج إلى جانب كبير من
الطاقة لأن القيمة الحرارية للدهن كما رأينا أعلاه أكبر من القيمة
الحرارية لهيدرات الكربون وتستمد هذه الطاقة من الطاقة الناتجة عن
عماية التنفس واحتراق جانب آخر من هيدرات الكربون . ولهذا فإن
تكون الدهن لا يزيد فى المجموع القيمة السعيرية فى النبات .

هذا بخصوص طريقة تكون الزيوت والدهن أما بخصوص طريقة
هضمها أو استعمال الجنين لها فى التغذية فيحدث ذلك بتحويلها ثانية الى

سكر وقد يحدث ذلك في البذور النباتية بدرجة من السرعة يتحول معها جانب من السكر المتكون إلى نشا



التنفس والأكسدة العضوية :

التنفس ظاهرة مشتركة بين جميع الكائنات الحية وهي ضرورية لاستمرار الحياة إذ بفضلها يستمد الكائن الحي النشاط اللازم لمواصلة الظواهر الحيوية المختلفة من بناء وانقسام وتكاثر وحركة واعطاء الخلية الحية الدرجة المناسبة من الحرارة لحدوث التفاعلات المتباينة التي تصاحب أو تسبب هذه الظواهر.

ويصعب إعطاء تعريف محدد لظاهرة التنفس ولكننا إذا طبقناها بمعناها الشامل فهي تعني جميع الظواهر الهدمية التي تتناول المركبات العضوية في الخلية الحية والتي ينتج عنها إطلاق الطاقة المحتبسة في هذه المركبات .

وبالرغم من تعدد وتباين المركبات العضوية الموجوده بالخلية الحية فإن أهم المواد التي يتناولها هذا الهدم في الأحوال العادية هي هيدرات الكربون (على صورة سكر) أما المواد الدهنية والزيلايات

فلا تآنى فى هذه العملية الا كموا د ثانوية وفى حالات خاصة كعندما يحدث عوز فى هيدرات الكربون .

ويحدث التحلل أو الهدم المذكور أما بواسطة الأ كسدة والاستعانة بالأ كسجين الجوى (أو المذاب فى الماء) ويسمى التنفس فى هذه الحالة بالتنفس الهوائى (Aerobic Respiration) أو بواسطة التحلل الذاتى بدون الحاجة الى الأ كسجين ويسمى بالتنفس اللاهوائى (Anaerobic Respiration) .

والتنفس الهوائى هو الأعم فى معظم الكائنات الحية أما التنفس اللاهوائى البحت فلا يحدث الا فى حالة الخميرة وبعض أنواع البكتريا على أن كثيرا من الخلايا والأنسجة فى النبات والحيوان يمكنها أن تنفس تنفسا غير هوائى مدة من الزمن إذا ما حرمت من الأ كسجين أو قل مورده اليها وتختلف فى هذه الحالة قدرة الخلية على تحمل نقص الأ كسجين لا باختلاف الكائن الحى فحسب بل وبدرجة أعظم باختلاف نوع الأنسجة فى نفس الكائن .

ويحدث التنفس الهوائى فى الأحوال العادية بأخذ حجم من الأ كسجين واعطاء حجم مماثل من ثانى أكسيد الكربون الا أنه باختلاف ظروف التنفس يختلف هذا التوازن ويطلق على النسبة بين مقدار ثانى أكسيد الكربون المتكون والأوكسجين الممتص «معامل التنفس» (Respiration cotient) وزيادة هذا المعامل عن ١ يدل على أن جانبا من ظاهرة التنفس يحدث بالطريقة اللاهوائية أما إذا انخفض فدليل على احتراق مواد أخرى

غير هيدرات الكربون مثل الزيوت (يبلغ هذا المعامل ٠,٦٦ — ٠,٧٥ .
في حالة نمو بعض الفطريات على محضر زيت بذر الكتان) .

التنفس الهوائي :

يحدث هذا التنفس بتحلل الجلوكوز على نحو ما شاهدناه في ظاهرة
التخمير في الفصل السابق وينتهي هذا التحلل في هذه الحالة بتكون ثاني
أكسيد الكربون والكحول الأيثلي .

ويبلغ مقدار الطاقة الناتجة عن هذا التحلل في مجموعه حوالى عشر
الطاقة الناتجة عن احتراق الجلوكوز بواسطة الأوكسجين كما يتبين لنا
من المعادلتين .

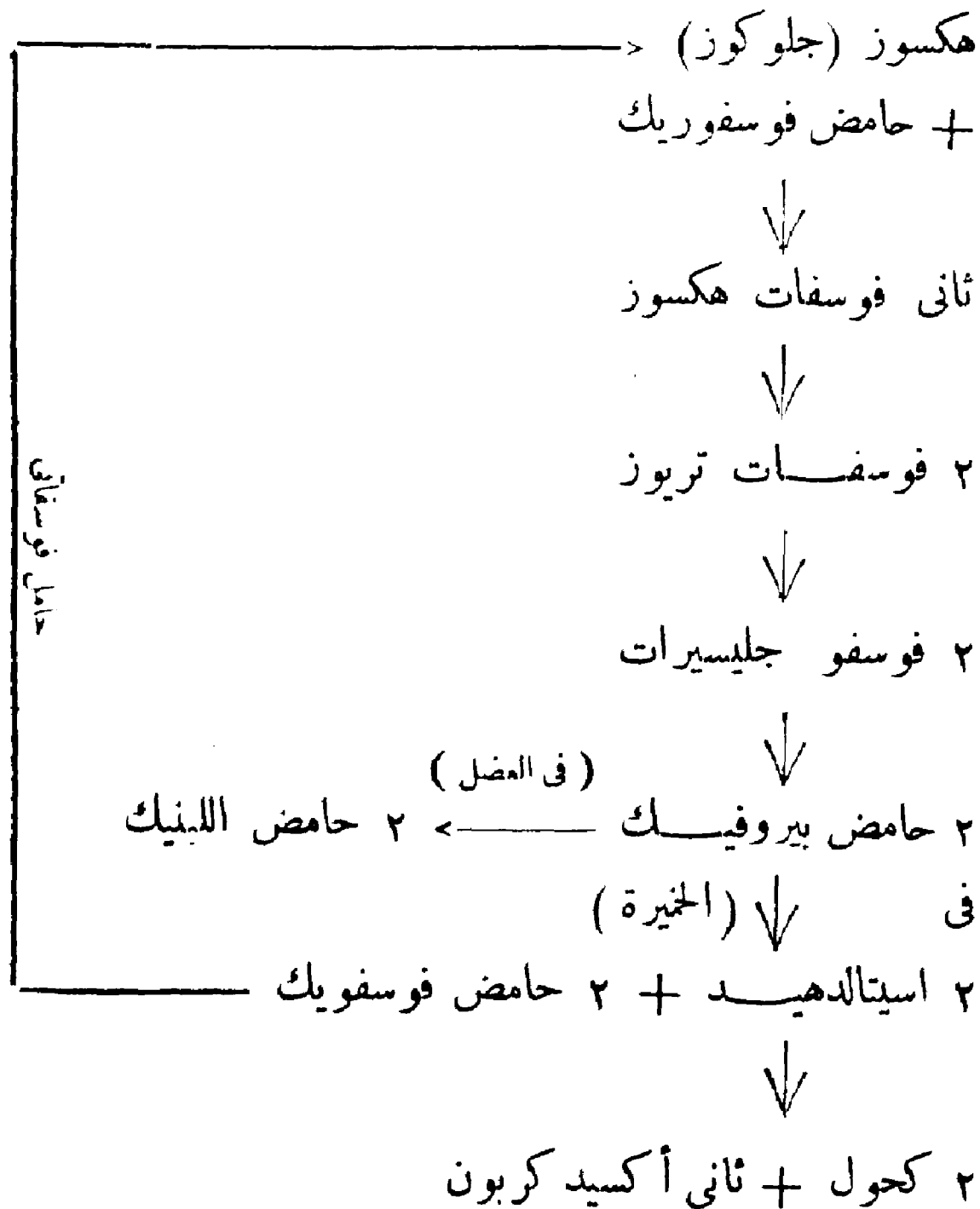
(١) $\text{ك}_6\text{يد}_{12} + ٢ \text{ك}_2\text{يد}_٥ + ٢ \text{ك}_١ + ٧٢ \text{ سعر}$
جلوكوز كحول ثانى أكسيد كربون طاقة

(٢) $\text{ك}_6\text{يد}_{12} + ١٦ + ١٦ \text{يد}_٥ + ٦ \text{ك}_١ + ٧١٠ \text{ سعر}$
جلوكوز أوكسجين ماء ثانى أكسيد كربون طاقة

على أن التحلل الجلوكوزى لا يحدث دائماً على المنوال السابق ففي
أنسجة النباتات العليا يتكون بجانب الكحول جانب من حامض اللبنيك
أما في حالة تحلل الجلوكوز في عملية انقباض العضلات فيتحول معظم
الجلوكوز الى حامض لبنيك .

ويلزم لحدوث التحلل الجلوكوزى وجود أملاح حامض الفسفويك
إذ لا يتحلل الجلوكوز على الصورة السابقة إلا إذا تحول أولاً الى أستير

فوسفوريكي ويلزم في هذه الحالة وجود أنزيم يعرف باسم (Phosphorylase) كما أن كل خطوة من خطوات هذا التحلل يلزمها أنزيم خاص كما سبق لنا شرحه عند حديثنا عن ظاهرة التخمر ويمكننا تمثيل ظاهرة التنفس اللاهوائي فيما يلي .

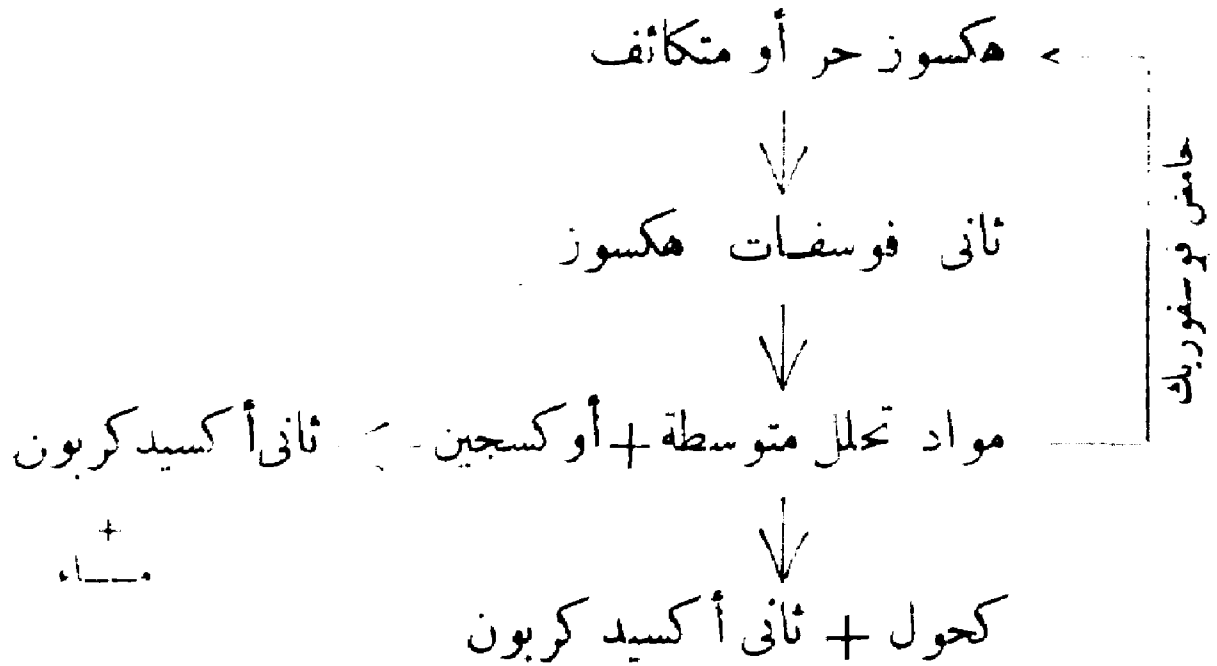


التنفس الهوائى :

تعتبر ظاهرة التنفس الهوائى الظاهرة الطبيعية للتنفس فى معظم الكائنات الحية . فمعظم هذه الأحياء لا يقاوم نقص الأوكسجين مدة طويلة وذلك لأن استهلاك السكر يحدث فى التنفس اللاهوائى بسرعة عظيمة لى يوفر الطاقة اللازمة لاستمرار حياة الخلية إذ أن هذا التنفس الأخير لا يعطى كما سبق غير نحو عشر الطاقة الناتجة من التنفس الهوائى . هذا الى أن زيادة نسبة مواد التحلل الناتجة مثل الكحول تؤدى فى النهاية الى تسمم الخلية . على أن بعض الأحياء مثل البكتيريا اللاهوائية (*Bacterium mycoides*) التى تسبب التحلل فى التربة تقاوم عدم وجود الأوكسجين مدد طويلة كما أن بعضها لا يتحمل وجود الأوكسجين قط ويموت توا ومثلها باشيلوس التيتانوس (*Obligate anaerobes*) هذا ولم يمكن للان تحديد كنه المواد التى يحصل لها الأكسدة — ولا يحتمل أن يتأ كسد السكر مباشرة الى ثانى أكسيد الكربون وماء بل يغلب أن تحدث الأكسدة على درجات كما أنه لابد لحدوث هذه الأكسدة من وجود مواد مساعدة لأن هذه المواد لا تتأكسد من نفسها إذا عرضت لتأثير الأوكسجين الجوى .

وعليه فيحتمل أن يبدأ التحلل على نحو ما يحدث فى حالة التنفس اللاهوائى الى أن يصل الى مواد تحلل متوسطة يتناولها الأوكسجين

بالأكسدة ويحولها إلى ثاني أكسيد كربون وماء ويمكننا إذا تمثيل العلاقة بين التنفس اللاهوائي والهوائي في الشكل التالي .



٢ - في الحيوان

بينما أن للنبات القدرة على تكوين المواد العضوية الأساسية في الخلية من مواد معدنية بسيطة مثل ثاني أكسيد الكربون والماء والنترات والفوسفات وبعض الأملاح الأخرى فإن القدرة التركيبية للحيوان محدودة ولهذا فهو يعتمد في غذائه على ما يصنعه النبات له من عناصر التغذية المختلفة التي أهمها هيدرات الكربون والمواد الزلالية (البروتين) والمواد الدهنية (ثم المواد المساعدة التي تعرف بالفيتامينات) على أن الحيوان لا يستخدم هذه المواد مباشرة في تكوين الخلايا والأنسجة والأعضاء المختلفة به بل لابد لهذه المواد من أن تتحطم أو

تتحلل تحللاً جزئياً إلى وحدات أبسط تعقيداً يسهل تحويلها وانتقالها — عادة عن طريق الدم — إلى أجزاء الجسم المختلفة حيث إما أن يعاد تركيبها في صورة أخرى مختلفة أو أن تتحلل تحللاً نهائياً إلى مواد بسيطة معطية ما تحمله من الطاقة المحتبسة واللازمة لمواصلة الظواهر الحيوية ويطلق على مجموعة التحورات التي تتناول المواد الغذائية بالجسم من هدم وبناء ، الدثور والتجدد ، تعريباً للفظ اللاتيني (Metabolism) هذا وسنقتصر في حديثنا هنا على دثور وتجدد هيدرات الكربون في الحيوان وبالأخص عند الإنسان .

هيدرات الكربون كمصدر أساسي في غذاء الإنسان

تعتبر هيدرات الكربون أهم المواد المولدة للطاقة فهي تعطى معظم كمية الحرارة اللازمة للجسم وهي تفضل في ذلك المواد الدهنية والزلالية أولاً لأنها أسهل هضماً وأسرع امتصاصاً وثانياً لأنها أرخص نسبياً وهي لهذا تكون الجانب الأكبر من غذاء الإنسان وتعطى هيدرات الكربون حوالى ثلثي الطاقة الحرارية اللازمة .

وإضافة للغرض المذكور تساهم هيدرات الكربون كما هو الحال في النبات في تكوين أجزاء بعض أنسجة الجسم مثل أحماض النواة وبعض المواد المكونة للخلايا النخاعية (Cerebrocides)

وندرج في التالى بياناً عن مقدار ما يحتاجه شخص بالغ من مواد الغذاء في الأحوال العادية

المقدار بالجرام كمية الحرارة % كمية الحرارة بالسعر

٤١٠	•	١٢	١٠٠	زلال
٩٣٠	•	٢٧	١٠٠	مواد دهنية
٢٠٥٠	•	٦١	٥٠٠	هيدرات كربون
٣,٣٩٠	•	١٠٠	٧٠٠	المجموع

وتشمل هيدرات الكربون التي يمكن أن تفيد في غذاء الانسان النشا والسكر بأنواعه أما السليلوز الذي يكون جانبا كبيرا من غذاء الحيوانات آكلة الحشائش فلا يستفيد منه الانسان لعدم قدرته على هضمه وتحليله .

ومهما يكن نوع هيدرات الكربون التي تستخدم في الغذاء فان الجسم لا يمتصها إلا على صورة سكر أحادي (Monosaccharide) كالدكستروز والليفولوز .

هضم أو تحليل هيدرات الكربون :

القصد من عملية الهضم هو تحليل المركبات المعقدة إلى مركبات بسيطة يمتصها الجسم ويستخدمها في الحصول على الطاقة وفي بناء الانسجة المختلفة فعملية الهضم تحول المواد الزلالية إلى أحماض أمينية بسيطة والمواد الدهنية إلى جليسرين وأحماض دهنية والنشويات إلى سكر ويحدث كل نوع من هذا التحول بتأثير أنزيم أو أنزيمات خاصة تفرزها الغدد المختلفة المتصلة بالقناة الهضمية .

والمواد النشوية أول مواد الغذاء التي يتناولها الهضم إذ يبدأ هضمها بالفم عند المضغ فتتحول جزئياً إلى دكسترين ومالتوز ويعزى هذا التحول إلى تأثير أنزيم البتيالين (ptyalin)، الذي يوجد باللعاب وهو نوع من الأميلاز ويحدث هذا التحلل في وسط مائل للحموضة (pH ٦,٥ - ٦).

أما في المعدة فلا يحدث لهيدرات الكربون تحول محسوس وذلك لأن درجة حموضة المعدة تسبب وقف نشاط الأنزيم المذكور على أن العصير المعدى يسبب تحول سكر القصب إلى جلو كوز وفر كتوز وقد يحدث أيضاً تحلل بسيط في الدكسترين والمالتوز.

ويتم هضم هيدرات الكربون في الأمعاء إذ تتعرض لتأثير أنزيم يعرف باسم الأميلوبسين (amylase) ويحدث التحلل في وسط أكثر حموضة (٤,٨) ويساعد في سرعة حدوث هذا التحلل وجود العصير الأمعاني وافراز المرارة ويتحول النشا في هذه الحالة أولاً إلى دكسترين ثم إلى مالتوز.

ويختلف الأميلوبسين عن البتيالين في تأثيره على النشا فالأول يسبب تحلل النشا بسرعة إلى دكسترين بينما يتكون السكر ببطء عكس الثاني الذي يحدث فيه تحول النشا إلى سكر بسرعة أعظم ويعزى هذا الاختلاف في خواص الأنزيمين إلى اختلاف نسبة الألفا والبيتا أميلاز بهما.

وتأثير الأميلاز في إذابة النشا كبير جداً إذ يكفي جزء منه لتحويل

٢٠,٠٠٠ جزء من الذشا في درجة ٤٠ في مدة نصف ساعة و ٨٠٠,٠٠٠ جزء في مدة ٣٠ ساعة . ولا يؤثر الانزيم إلا مع وجود ملح متاين . هذا ويظهر أن البتيالين الذي فقد نشاطه بمروره في المعدة يستعيد بعض نشاطه في الامعاء بتأثير الاميلوبسين .

أما تحول المالتوز إلى جلو كوز فيحدث في الامعاء بتأثير أنزيم آخر يعرف باسم الانفرتين (Invertin) وهكذا أن اللكتوز وسكر القصب اللذين يتحولان أيضا إلى سكر أحادى .

الامتصاص

لا تمتص هيدرات الكربون كما قدمنا إلا على صورة سكر أحادى إلا إذا أخذت بنسب كبيرة . ويحدث امتصاص السكر في كل أجزاء القناة الهضمية إلا أن الجانب الأكبر منه يمتص في الامعاء الدقيقة بواسطة الاوعية الدموية الموجودة بجدرانها . وفي الغالب يتم امتصاص كل كمية هيدرات الكربون عند وصول الاكل إلى نهاية القناة الهضمية . وتختلف أنواع السكر في سرعة امتصاصها فمثلا الليفيولوز يمتص بنصف السرعة التي يمتص بها جلو كوز وقد وجد بالتجربة العملية على سرعة امتصاص السكر أن جلو كوز هو أسرع أنواع السكر امتصاصا ثم يليه سكر القصب وأخيرا اللكتوز (سكر اللبن) . هذا ويمتص السكر السداسى بأسرع من السكر الخماسى مثل العريينوز والزيلوز وقد وجد لورى أن سرعة امتصاص أنواع السكر المختلفة على أساس ١٠٠ للجلو كوز هي كالآتى

جالا كتوز ١١٩ فرا كتوز ٦٠ عرينوز وزيلوز ٢٠ وقد لوحظ أن وجود الفوسفات يساعد على سرعة امتصاص الجلوكوز ولكن لا يؤثر في سرعة امتصاص أنواع السكر الأخرى. وتختلف سرعة امتصاص الجلوكوز باختلاف درجة تركيزه في الأمعاء وتصل هذه السرعة أقصاها عندما تصل نسبته ١٣,٥ ٪.

تجدد ودور هيدرات الكربوه في الجسم

بعد امتصاص السكر يحمله الدم إلى جميع أنحاء الجسم حيث تتناوله التحولات المختلفة التي سنشرحها فيما بعد ولا يوجد السكر في الدم بأى نسبة بل أن هناك حدود لا تتعداها في الأحوال العادية وتختلف نسبة السكر في الدم باختلاف الحيوان. وهى توجد في دم الإنسان بنسبة ٠,٠٨ — ٠,١٥ ٪ بالنسبة إلى وزن الدم كله. ويوجد السكر في البلازم لا في الكرات على هيئة حرة غير متحد بأى مادة غروية.

ولما كان الجسم يمتص يوميا حوالى ٥٠٠ جراما من السكر وإن هذا الامتصاص يحدث في فترات محدودة فإن هذا المقدار يزيد كثيرا عما يحمله الدم ولهذا فإن الزائد منه لا بد أن يخزن إلى أن يحتاجه الجسم على نحو ما يحدث في النبات من تحول السكر إلى نشا وفي الواقع هذا ما يحدث بالجسم أيضا إلا أنه في هذه الحالة لا يتحول السكر إلى نشا بل إلى جليكوجين وهو نوع من هيدرات الكربون المتكاثفة قريب في تركيبه الكيمائى من النشا وإن اختلف عنه في الخواص الطبيعية.

والجليكوجين يتحول أيضا بسهولة بتأثير الدياستاز الى سكر المالتوز كما يتحول بتأثير الأحماض الى جلو كوز وهو يقاوم تأثير القلويات وهو يذوب في الماء مكونا محلولاً غير شفاف .

ويوجد الجليكوجين تقريبا في جميع أنسجة الجسم وعلى الأخص بالكبد والعضل على أن مقدار الجليكوجين الموجود بالجسم لا يكاد يتعدى ٥٠٠ جرام وهو في الواقع ليس بمادة اختزان بمعنى الكلمة بل هو مرحلة من مراحل تحور السكر حكمة وجودها المحافظة على درجة تركيز ثابتة للسكر بالدم فاذا زادت نسبة السكر في الدم ابتداء في التحول (في الكبد أو العضل) الى جليكوجين أما إذا انخفضت هذه النسبة ابتداء الجليكوجين في التحول الى سكر .

أما إذا زادت هيدرات الكربون الممتصة عما يحتاجه الجسم فانها تبدأ في التحول الى دهن .

تكوين الجليكوجين ووظيفة الكبد :

بعد امتصاص السكر يحمله الدم ويمر به في الكبد وفي هذا العضو يتحول جانب منه الى جليكوجين ويخزن فيه (قد تصل نسبة الجليكوجين في الكبد الى ١٥ ٪ بعد غذاء غني بهيدرات الكربون) وأما الباقي فانه يمر ويتوزع على أعضاء الجسم لتغذيتها وكلما انخفضت كمية السكر في الدم ابتداء جانب من الجليكوجين في التحول الى جلو كوز .

هذا وقد وجد أن الجليكوجين لا يتكون فقط من هيدرات الكربون بل أيضا من الزلاقيات وكذلك من عدد كبير جدا من المواد العضوية البسيطة مثل حامض اللبنيك والبيروفيك والجليسرين والألدهيد والمثيل جليوكسال والأحماض الأمينية أما تحول الدهن الى جليكوجين فقد ثبت أنه لا يحدث الا بصعوبة ونسب ضئيلة ويستدل من ذلك على أن الدهن لا يتحول في الجسم الى هيدرات كربون الا بصعوبة على عكس تحول هيدرات الكربون التي تتحول بسهولة الى دهن

ويستلزم تحول الجلوكوز الى جليكوجين والعكس وجود عوامل خاصة فاذا زادت نسبة الجلوكوز في الدم عن ٠,١ ٪ وكان الكبد مغذى بالافرازات اللازمة والأوكسجين فان تحول الجلوكوز الى جليكوجين يعادل تحول الجليكوجين الى جلوكوز أما إذا انخفضت نسبة الجلوكوز في الدم أو قل وارد الأوكسجين أو زادت نسبة الأدرينالين في الدم (كنتيجة تهيج الغدد فوق الكلوية) أو قل مقدار الأنسولين أو وجد في الدم بعض المواد المزالة للأوكسجين مثل الكلورفورم واليوريثان فان الجليكوجين يتحول الى جلوكوز حتى ولو زادت نسبته في الدم عن الحد الأقصى (٠,٢ — ٠,٣ ٪) .

ويتضح مما سبق أن الكبد فضلا عن كونه عضو تخزين فانه يعتبر كمصنع كيماء للجسم .

احتراق الجلوكوز في الجسم وعملية التنفس :

يعتبر الجلوكوز السكر الوحيد الذي يمكن أن يحرقه الجسم للاستفادة من الطاقة الحرارية المحتبسة في تركيبه وينشأ عن هذا الاحتراق تكون ثاني أكسيد الكربون والماء كما سبق لنا شرحه في صدر هذا الفصل .

ولا بد لاحتراق الجلوكوز في الجسم من وجود هرمون خاص يعرف بالأنسولين (Insulin) ووجود هذا الهرمون لازم للجسم لزوم الأوكسجين . إذ بدونه تتوقف عملية التنفس . والتركيب الكيماوى لهذا الهرمون لم يزل مجهولا ولم يمكن تحضيره كيماويا وإن كان يحضر بيولوجيا وهو زلالى الخواص ولهذا فهو يتحلل بتأثير أنزيمات هضم الزلال مثل الببسين والتريبسين .

ويتكون معظم الأنسولين بالغدد المحيطة بالبنكرياس (الحلويات) ومنه يصل الى الكبد الذى يوزعه بالنسب اللازمة لاحتراق الجلوكوز ويقاس مقدار الأنسولين بالوحدة العالمية وهى عبارة عن $\frac{1}{100}$ ملليجرام من المادة الفعالة . والوحدة الواحدة تمكن الجسم من حرق حوالى ١ — ٤ جرام من الجلوكوز .

وينتج مرض السكر من نقص كمية الأنسولين المتكوّنة بالجسم ولا يعرف بالضبط منشأ هذا المرض ويحدث أحيانا من كثرة استعمال النشويات فى الغذاء ويحتاج المصاب بهذا المرض لإصابة بالغة تناول ١٠٠ الى ٢٠٠ وحدة فى اليوم تعطى على دفعات كل منها ٣٠ — ٤٠ وحدة عادة بعد الأكل .

ولما كان الأنسولين يتحلل بتأثير أنزيمات الهضم كما ذكرنا فإنه لم يمكن تعاطيه عن طريق الفم ولا يوجد طريق آخر إلى الآن لتناوله غير الحقن — هذا ويتكون الأنسولين أيضاً في بعض النباتات مثل الكلاء والبرسيم والقرطم وعروق البصل ويعرف في هذه الحالة باسم (glucokinin) وليس للأنسولين أى تأثير على الجلوكوز خارج الخلية الحية . ويضاد تأثير الأنسولين بواسطة الادرينالين الذى يزيد كمية السكر فى الدم لتأثيره على الجليكوجين .

تحويل الجلوكوز فى العضل :

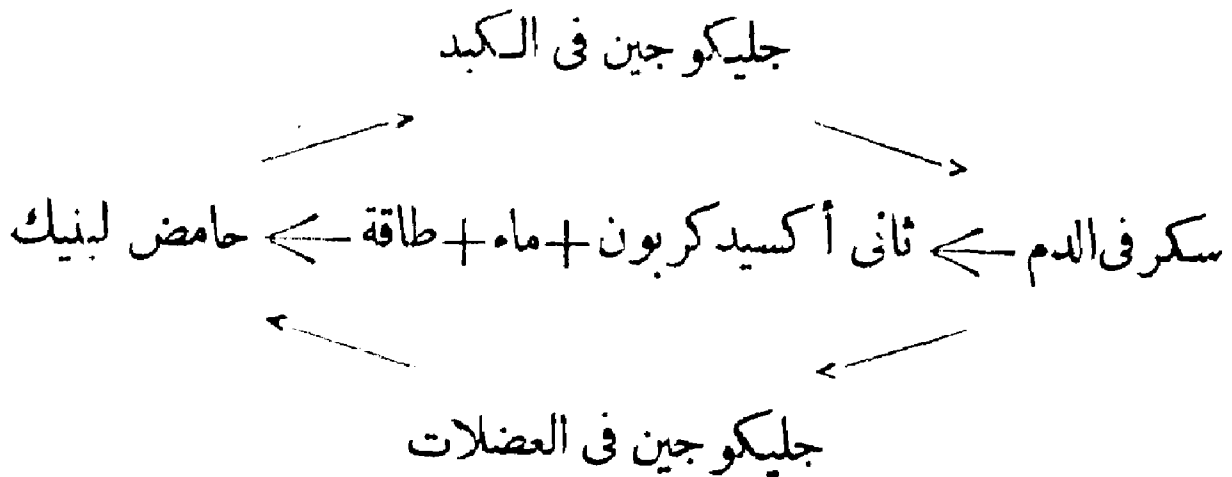
إن عملية الاحتراق التى ينتج عنها تحول الجلوكوز إلى ثانى أكسيد الكربون والماء لا تتناول غير جانب من الجلوكوز أما الجانب الأكبر فإنه يتحول بواسطة عملية التنفس اللاهوائى إلى حامض اللبنيك الذى يحمله الدم مرة أخرى إلى الكبد حيث يتحول فيه ثانية إلى جليكوجين . وتدل الأبحاث على أن انقباض العضلات وحركتها تقوم على عمليتى التنفس الهوائى واللاهوائى وبما أن العمل العضلى لا يزيد فى الناتج الأزوتى للجسم بل فى الناتج الفسفورى فإن الزلاليات لا يمكن أن تساهم فى إعطاء الطاقة اللازمة فى هذا العمل ولهذا فتعزى هذه الطاقة إلى تحلل هيدرات الكربون والدليل على ذلك نقص مقدار الجليكوجين بالعضل على أثر العمل العضلى .

ويحتوى العضل على نسبة كبيرة من الجليكوجين تختلف باختلاف

الحيوان فهي تصل أعلاها في لحم الخيل (١ - ٢ ٪) وتبلغ حوالى ٠.٣ - ٠.٥ ٪ في لحم العجل ويحتاج تحول الجليكوجين إلى جلوكوز لوجود أنزيم يعرف باسم الجليكوجيناز (glycogenase) وهو يوجد بكل الأنسجة .

على أنه لا يمكن أن تعزى كل الطاقة الحرارية بالجسم إلى احتراق الجليكوجين لأن ما يوجد منه بالشخص العادى يبلغ حوالى ٩٠ إلى ١٠٠ جرام لا تعطى إلا ٤٠٠ سعرا بينما أن ما يستهلكه شخص نشط من هذه الطاقة يبلغ ٢٥٠٠ - ٦٠٠٠ سعرا فى اليوم وعليه فيجب أن يتكون يوميا بالجسم حوالى خمسة إلى ستة أمثال ما هو موجود به ولما كان تكون الدهن من الجليكوجين يحدث بأسهل من تحول الدهن إلى جليكوجين يحتمل أن يكون الدهن هو فى الحقيقة مصدر معظم الطاقة الحرارية بالجسم .

ويمكننا تمثيل دورة تجديد ودثور هيدرات الكربون فى الجسم فى الشكل التالى .



ويستدعى تحول حامض اللبنيك إلى جليكوجين امتصاص جانب من الطاقة وهذه الطاقة يحصل عليها من عملية احتراق الجلو كوز (التنفس الهوائى).

الأغذية النشوية

يطلق اسم النشويات فى الغذاء على جميع مواد الطعام التى تحتوى على نسبة مرتفعة من النشا وهيدرات الكربون الأخرى مثل الخبز والبطاطس والبطاطة والمحضرات النشوية المختلفة وبعض أنواع البقول والفاكهة .
الخبز : الخبز بلا شك أهم الأغذية النشوية وهو فى الواقع الغذاء النشوى العالمى .

ويعتبر خبز القمح أحسن أنواع الخبز وأفضل الأغذية من الوجهة الاقتصادية فهو فضلا عن أنه غنى بهيدرات الكربون فإنه يحتوى على نسبة عالية من البروتين (الجلوتين) . هذا إلى سهولة حفظه ونقله .

وتعزى سهولة تحويل دقيق القمح إلى خبز إلى مادة الجلوتين التى تمتاز باللزوجة و (العرق) وهى تسبب تماسك العجينة واحتفاظها بفقايع الهواء أثناء الخبز وبذلك يمكن الحصول على الخبز فى صورة اسفنجية ممتعة فى الأكل وسهلة فى الهضم .

وتعتبر الأذرة من أهم الأغذية فى أمريكا وأفريقيا وجزء من آسيا وجنوب أوروبا والأذرة لا تحتوى على الزلال إلا أن بها نسبة مرتفعة من الزيت وليس لعجينة الأذرة عرق لعدم وجود الجلوتين ولهذا

يخلط دقيق الأذرة في مصر بقليل من دقيق الحلبة حتى يمكن أن تماسك العجينة وتصنع منها الأرغفة إلا أنه لا يمكن أن تعطى التركيب الاسفنجي الذي تعطيه عجينة القمح .

وبالنسبة إلى نقص الحمض الأميني المعروف بالتريوفان (Typtophane) من دقيق الأذرة فإن الشعوب التي يقوم غذاؤها أساسياً على الأذرة ترتفع فيها نسبة المصابين بمرض البلاجرا (الجفار) .

ويستعمل الشعير لصناعة الخبز وعلى الأخص ببلاد العرب والبلاد الفقيرة بمحصول القمح وهو أيضاً لا يحتوي على الجلوتين وهو ملين . ويستعمل الجريدان في كثير من الممالك الأوروبية وهو يشبه الشعير كما يستخدم الشوفان في عمل نوع من العصيدة وهو أيضاً فقير بالزلال وقد يسبب مرض لين العظام لدى الأطفال بسبب ارتفاع نسبة الفسفور إلى الكالسيوم ولكن يمكن معالجة ذلك بتعاطي اللبن .

الأرز : هو أغنى المواد الغذائية بالنشا وهو الغذاء الأساسي لكثير من البلاد الشرقية مثل الصين واليابان كما أنه يكون صنف الغذاء الأول لحوالى نصف سكان المعمورة .

والأرز لا يحفظ بقشره (شعيرا) شأن الحبوب الأخرى وذلك لأن الزيت الموجود بالجنين يعطن بسرعة هذا إلى أن الحشرات تغزو الأرز الشعير ولا تقرب الأرز المقشور .

ونزع القشرة من الأرز (التضريب) يزيل منه المواد الزلالية

والمعدنية والفيتامين ولهذا السبب فان الشعوب التى تعيش على الارز كغذاء أساسى يتفشى فيها مرض البرى برى .

البطاطس : ويكون البطاطس غذاء أساسيا بالممالك الأوروبية وهو يحتوى على ما يقرب من ٢٠٪ نشا كما أن به قليل من الزلال وهو فقير بالأملاح المعدنية ولكنه يحتوى على كمية لا بأس بها من الفيتامينات التى تذوب فى الماء فيما عدا فيتامين ب ولكنه لا يحتوى على الفيتامينات الذائبة فى الزيت (١٦٥) .

ومن مساوىء البطاطس أنه يعطب بالحفظ مدة طويلة ويتحول جانب من النشا به إلى سكر ويساعد على حفظ البطاطس انخفاض درجة الحرارة .

هذا ويستخدم دقيق البطاطس بكثرة فى البلاد الأوروبية فى صناعة الخبز والفطائر ويحضر دقيق البطاطس بأن يغسل البطاطس جيداً ثم تفرم وتعرض للبخار تحت ضغط قدره جوان ويسلط على البطاطس فى ابتداء التسخين تيار من الهواء لإزالة المواد الطيارة وذلك لتحسين الطعم والرائحة وفى نفس الوقت للتخلص من المواد التى تسبب تحلل النشا وتحوله إلى جلو كوز . وبعد نصف ساعة تفرغ العجينة فى إناء به ماء فتهدأ القشرة والقاذورات إلى قاع الإناء . أما المحلول أو المعلق النشوى فيجفف فى أجهزة التجفيف العادية أو بواسطة الرش (Spray dryres) ودقيق البطاطس يمكن أن يحفظ مدة طويلة وهو يحتوى على

٨ - ٩ ٪ بروتين ٢,٥ ٪ - ٥,٥ ٪ دهن ٦ ٨٠ - ٨٢ ٪ هيدرات
كربون ٦ ٢,٥ - ٢,٥ ٪ رماد وحوالي ١٥ ٪ ماء.

هذا ويستعمل دقيق البطاطس خلطاً مع الأنواع الأخرى من
الدقيق مثل دقيق القمح والأذرة والكسافة لصناعية المحضرات النشوية
مثل (custard, blanc menage, pie filler)

النشا : يستخدم النشا نفسه في تحضير كثير من الأغذية النشوية
فيدخل في صناعة الحلوى والفطائر وبعض المساحيق مثل المذكورة
أعلاه وكذلك في عمل مساحيق الخبز (baking powders) كمادة أساس.
ويستخدم النشا في تحضير بعض المركبات الدكسترينية مثل المعروف
بالراديو مالت وهو عبارة عن نشا تحول بتأثير الخميرة إلى دكسترين
وكثيراً ما يضاف إلى هذه المركبات بعض المركبات المقوية مثل زيت
كبد الحوت والحديد والكيما.

المواد السكرية : تمتاز المواد السكرية بأنها تكون غذاء مغذياً في
صورة مركزة يمتصها الجسم ويستخدمها بسرعة وسهولة . والمواد
السكرية ذات قوة اشباع عالية ولكن من مساوئها سهولة تعاطيها بكميات
وافرة تؤدي إلى البدانة كما أنها قد تسبب تهيج الغشاء المعوي .

وأكثر أنواع السكر استهلاكاً في الأكل هو سكر القصب وهو
سهل التحول إلى سكر جالوكوز وفراكتوز أثناء الهضم وكذلك في
بعض عمليات الطبخ ويوجد الجلوكوز في الفاكهة وكذلك بعسل النحل

(مع النمرأكتوز) ويقل الجلو كوز عن سكر القصب في الحلاوة .
والجلو كوز كما قدمنا هو النوع الوحيد من السكر الذى يتحول اليه جميع
الأنواع الأخرى قبل أن يستهلكها الجسم ولهذا فإنه يمكن أن يعطى
مباشرة حقنا بالشریان فى حالات الضعف الشديدة .

ويستخدم الجلو كوز مع أو بدلا من سكر القصب فى عمل الحلوى
وفى المحفوظات المسكرة والمرببات الخ . ويستخدم الجلو كوز كذلك فى
تحضير جلو كونات الكالسيوم (Calcium gluconate) ويحضر حامض
الجلو كونيک فى الصناعة بتخمير الجلو كوز بواسطة زراعة الفطرى

(*Penicillium leteum purpurogenium*)

التريب السيامى والفائدة الحراريه لبعض الاعديه النشويه

المادة	ب	١٠٠ ×	م	كبريت ١٠٠	رماد	الحماض بالمر القائمة
دقيق الأذرة	١٢,٦	٧,١	١,٣	٧٨,٤	٠,٩	١٦٤٥
د القمح	١١,٤	١٣,٨	١,٩	٧١,٩	١,٠	١٦٧٥
د الشوفان	٧,٣	١٦,١	٧,٢	٦٧,٥	١,٩	١٨٦٠
الآرز	١٢,٣	٨,٠	٠,٣	٧٩,٠	٠,٤	١٦٣٠
دقيق البطاطس	١٠,٩	١١,٠	١,٤	٧٦,٣	٠,٤	١٦٨٥
مكرونة جافة	١٠,٣	١٣,٤	٠,٩	٧٤,١	١,٣	١٦٦٥
د مطبوخة	٧٨,٤	٣,٠	١,٥	١٥,٨	١,٣	٤١٥
خبز قمح	٣٥,٠	٩,١	١,٦	٥٣,٣	١,٠	١٢٢٥
العسل	١٨,٢	٠,٤	—	٨١,٢	٠,٢	١٥٢٠
اللوبياء الخضراء	٥٨,٩	٩,٤	٠,٤	٢٦,١	٢,٠	٧٤٠
العدس	٨,٤	٢٥,٧	١,٠	٥٩,٢	٥,٧	١٦٢٠
البازيلا (جافة)	٩,٥	٢٤,٦	١,٠	٦٢,٠	٢,٩	١٦٥٥
البطاطس (مسلوق)	٧٥,٥	٢,٥	٠,١	٢٠,٩	١,١	٤٤٥
البطاطا	٦٩,٠	١,٨	٠,٧	٢٧,٤	١,١	٥٠٥
الأذرة (أخضر)	٧٥,٤	٣,١	١,١	١٩,٧	٠,٧	٤٧٠
الجزر	٣,٥	٧,٧	٣,٦	٨٠,٣	٤,٩	١٧٩٠
البنجر (مطبوخ)	٨٨,٦	٢,٣	٠,١	٧,٤	١,٦	١٨٥
الطماطم	٩٤,٣	٠,٩	٠,٤	٣,٩	٠,٥	١٠٥
الفلاح	٨٤,٦	٠,٦	٠,٥	١٤,٢	٠,٣	٢٩٠
الموز	٧٥,٣	١,٣	٠,٦	٢٢,٥	٠,٨	٤٦٠
البرتقال	٨٦,٩	٠,٨	٠,٢	١١,٦	٠,٥	٢٤٠
الكُمثرى	٨٤,٤	٠,٦	٠,٥	١٤,١	٠,٤	٢٩٥
اللوز	٤,٨	٢١,٠	٥٤,٩	١٧,٣	٢,٠	٣٠٣٠
الفول السوداني	٩,٢	٢٥,٨	٣٨,٦	٢٤,٤	٢,٠	٢٥٦٠

الفصل الثالث عشر

اختبارات وتحاليل مختلفة

مقدمة :

أجملنا في هذا الفصل بعض التحاليل التي يحمل أن يلم بها كل مشغل بصناعة النشا وكل مستهلك للنشا ومشتقاته المختلفة .

التفريق بين أنواع النشا المختلفة :

من أهم ما يجب أن يتوافر لمستهلك النشا معرفته بإمكان التفريق بين أنواع النشا المختلفة ، ومعرفة ما إذا كان الصنف المقدم له يكون نوعا واحدا من النشا أو هو خليط من أنواع متعددة .

الفحص الميكروسكوبي : لا شك أن أهم طريقة للتفريق بين أنواع النشا هو فحصها بواسطة المجهر ، وذلك لأن حبيبات كل نوع من النشا تختلف شكلا وحجما عن الأنواع الأخرى كما سبق لنا بيانه بالفصل الأول . ويمكن فحص عينة النشا بإذابة مقدار بسيط منه في قليل من الماء البارد ثم وضع نقطة من المعلق المتكون على زجاجة الفحص وفحصها بقوة تكبير متوسطة ($\times 300$) ويمكن بمراجعة أشكال حبيبات النشا الاستدلال على نوع النشا المختبر . هذا وقد أدرج رادلي في كتابه عددا

كثيرا من اللوحات الميكروسكوبية تمثل نحو خمسة وعشرين صنفا من أصناف النشا المختلفة .

على أنه عندما يكون النشا مخلوطا أو متكونا من صنفين أو أكثر فإنه كثيرا ما يستعان بطريقة الصباغة أو طريقة الانتفاخ للتفريق بين هذه الأصناف وخاصة عند تقارب حبيباتها في الشكل .

وطريقة الصباغة تتلخص في استعمال بعض أنواع الصبغات التي من شأنها أن تلون أنواع النشا بألوان مختلفة مثلا :

أحمر متا كروم ج (Agfa) يلون نشا البطاطس بلون ذهبي زاهي ، ولا يلون نشا الحبوب^(١) ، ويجب عند إجراء التجربة أن يكون النشا محايدا بالنسبة إلى صبغة عباد الشمس .

وباستعمال خليط من الثلاث صبغات^(٢) (Soluble Blue, Orcein, Eosin) يمكن التفريق بين نشا القمح (لون وردي) والبطاطس (لون أحمر غامق) والجودار (أصفر إلى بني) ، ويعطى الجاوتين مع هذا المزيج لونا أزرق ، ويصبغ أزرق التيونين^(٣) نشا البطاطس بلون بنفسجي ، ولا يلون نشا القمح والجودار ، ويمكن استعمال هذا التفاعل اللوني في الاستدلال على وجود نشا البطاطس في الحيز .

أما طريقة الانتفاخ فتقوم على الاختلاف في سرعة انتفاخ حبيبات أنواع النشا المختلفة باستعمال القلويات ، وتجري الطريقة بإضافة ١ ر . جرام من النشا إلى ١ سم^٣ من محلول صودا كاوية في درجة تركيز معينة وملاحظة درجة التركيز التي يحدث عندها انتفاخ الحبيبات فنشا البطاطس

ينتفخ عند وصول درجة تركيز الصودا إلى ٠,٧٪ والجودار ٠,٨٪
والقمح والساحو ٠,٩٪ والأذرة والأرز والكسافا ٢,٠٪

تركيب النشا التجارى :

لا يوجد النشا فى التجارة فى صورة نقية كيميائيا ، فهو أولا بفضل
مصاصيته الشديدة يحتوى على مقدار كبير من ماء الرطوبة يتراوح بين
١٥ - ٢٠٪ ، ويحتوى النشا فضلا عن ذلك على جانب من المواد
الزلاية التى لم يمكن إزالتها منه إزالة تامة فى عمليات الاستخلاص ، كما
أنه يحتوى على جانب بسيط من الألياف والمواد الدهنية والأملاح . الخ
ويحتوى نشا القمح المحضر بطريقة التخمير على جانب من حامض
اللبنيك . وقد يحتوى النشا على قليل من السكر والدكسترين الذى يتكون
أثناء التجفيف .

ويوجد النشا التجارى فى صور عديدة وعلى درجات متفاوتة من
من النقاء ، وأحسن أنواعه ما كان فى صورة قطع أبرية كبيرة ذات
بياض ناصع ولامع ، وهى كأنها البلورات فى مظهرها الخارجى ، وتبلغ
طول القطع من ٢,٥ - ٥ سم وقطرها ٢ - ٣ مليمتر ، وكلما قل حجم
(البلورات) وقل لمعان النشا انخفضت رتبته . أما النشا المطحون فهو
فى الغالب من صنف قليل الجودة ويحسن مظهره بإضافة قليل من
الزهرة وهو عرضة للغش .

والمرغوب فى النشا التجارى بوجه عام أن يكون غير حامضى وأقرب

إلى التعادل بالنسبة لصبغة عباد الشمس كما يجب أن يكون خالياً من البكتريا وعلى الأخص عندما يكون الغرض استعماله في صناعة الجعة ولاختبار النشا من الوجهة الأخيرة يمزج قليل منه في ماء معقم ثم يترك في درجة ٢٥° في فرن التخمر لمدة ٤٨ ساعة ، فإذا لم يظهر عليه تحلل بعد هذه المدة دل ذلك على صلاحيته لهذه الصناعة ، ويعرف التحلل بتصاعد حامض الكربونيك ورائحة حامض الزبديك .

قياس مقدار الماء في النشا

(١) طريقة التسخين^(٥) : يوزن ٥ - ١٠ جرام من النشا في زجاجة ساعة ، وتعرض لمدة ساعة لدرجة ٥٠ في فرن ثم ترفع درجة الحرارة في بحر نصف ساعة إلى ١٢٠ . ثم تترك في هذه الدرجة لمدة أربع ساعات ، وبعد ذلك توضع داخل مجفف محتو على حامض كبريتيك حتى تبرد ، ثم توزن بسرعة وفرق الوزن يدل على مقدار الماء الموجود بالنشا .

(٢) طريقة شيلر : أساس هذه الطريقة يقوم على أن في مزيج متكون من جزء من النشا محتو على ١١,٤ ٪ ماء ، وجزئين من الكحول كثافة ٠,٨٣٣٩ . لا يتأثر أحدهما بالآخر إذ يحتفظ كل من النشا والكحول بمقدار ما يحتويه من ماء ، وعلى ذلك لا يحدث أى تغير في كثافة الكحول . أما إذا زادت نسبة الماء في النشا فانه يعطى جانباً من هذا الماء للكحول وأما إذا كان أكثر جفافاً فانه يمتص جانباً من الماء الموجود بالكحول .

لإجراء الاختبار يوزن مقدار ٤١,٧ جرام من النشا ، ويوضع في زجاجة يمكن إحكام غلقها ثم يضاف إليه ٨٣,٣٩ جرام كحول نقي وجاف وترج الزجاجة جيدا ثم تترك لمدة ساعة ثم ترج ثانية عدة مرات ثم يرشح المحلول باستعمال ورق ترشيح جاف . وبعد ذلك تقدر كمية الماء الموجودة في الكحول بواسطة ميزان الكثافة . ومن هذه الكمية يمكن معرفة نسبة الرطوبة بالنشا .

ويمكن استخدام الجدول التالي في هذا الغرض :

نسبة الماء في النشا	كثافة الكحول	نسبة الماء في النشا	كثافة الكحول
١١	٠,٨٣٣٥	٢١	٠,٨٤٤٦
١٢	٠,٨٣٤٦	٢٢	٠,٨٤٥٥
١٣	٠,٨٣٥٨	٢٣	٠,٨٤٦٥
١٤	٠,٨٣٧٠	٢٤	٠,٨٤٧٤
١٥	٠,٨٣٨٢	٢٥	٠,٨٤٨٤
١٦	٠,٨٣٩٤	٢٦	٠,٨٤٩٣
١٧	٠,٨٤٠٥	٢٧	٠,٨٥٠٢
١٨	٠,٨٤١٦	٢٨	٠,٨٥١١
١٩	٠,٨٤٢٦	٢٩	٠,٨٥٢٠
٢٠	٠,٨٤٣٦	٣٠	٠,٨٥٢٩

(٣) طريقة سار^(٦) : تعتمد هذه الطريقة على الاختلاف في

الكثافة بين الماء والنشا (١,٦٥) وتجرى كالآتي :

يوزن مقدار ١٠٠ جرام من النشا ، ويمزج في جانب من الماء المقطر في درجة ١٥ لتكوين معلقاً نشوياً . ثم تصب في زجاجة سعة ٢٥٠ سم^٣ معلوم وزنها ، ثم تكمل بالماء المقطر في درجة ١٥ أيضاً ويوزن الجميع وي طرح وزن الزجاجة الفارغة فيمكن معرفة وزن الماء . فإذا كان س وزن النشا زائد وزن الماء فإن نسبة الماء الموجودة في النشا يمكن أن تستنتج من المعادلة الآتية .

$$\frac{٢٨٩,٤ - \text{س}}{٠,٣٩٤} = \text{نسبة الماء } \%$$

وتعطي هذه الطريقة نتائج قريبة إلى ٠,٥ ٪ .

(٤) طريقة فيربرودر وور^(٧) : هذه الطريقة تقوم على تقطير الماء الموجود في النشا باستعمال سائل عضوي لا يذوب في الماء مثل رابع كلوريد الإيثان أو رابع كلوريد الكربون ، ويمكن بهذه الطريقة الحصول على نتائج مضبوطة إلى $\pm ٠,٥$ في ظرف عشرين دقيقة .

قياس الحموضة :

تنتج حموضة النشا إما عن وجود آثار من الأحماض المستعملة في التنقية والتبييض مثل حامض الكبريتيك والكبريتوز أو عن تحلل في النشا نفسه بتأثير البكتريا ، وتكون بعض الأحماض العضوية مثل حامض الخليك والزبدليك والبريونيك ، وتعرف الحموضة في الحالة الأولى بالحموضة المعدنية وفي الحالة الثانية بالحموضة العضوية . كما أن جانباً مهماً

من الحموضة ينتج عن وجود حامض الأميلوفوسفوريك الموجود أصلاً في النشا .

وتقدر حموضة النشا بمقدار ما يحتاجه ١٠٠ جرام نشا من السنتيمترات المكعبة من محلول الصودا الكاوية العشر عيارية ($\frac{N}{10}$) للمحايدة ، ويعتبر النشا ضعيف الحمضية إذا لم تزد حموضته عن ٥ ومتوسط إذا تراوحت بين ٥ - ٨ وشديد الحموضة إذا زادت عن ذلك وهو في الحالة الأخيرة غير مرغوب فيه في الصناعة .

ويمكن قياس حموضة النشا بالطريقة التالية : يؤخذ ٢٥ جم من النشا ، وتمزج بمقدار ٢٥ - ٣٠ سم^٣ ماء مقطراً لعمل عجينة ثم تعار بمحلول صودا كاوية $\frac{N}{10}$ مع تحريك المحلول أثناء المعايرة ، وتستخدم صبغة عباد الشمس كدليل ، ولمعرفة نقطة التعادل يحضر مدق نشوى في نفس القوام باستعمال نشا متعادل ، وتوضع من كل من المحلولين على حدة نقطة على ورقة ترشيح مطوية عدة مرات لامتصاص الماء وبواسطة محرك زجاجي توضع نقطة من محلول عباد الشمس على راسب النشا المتكون ، ويحصل على نقطة التعادل عندما تعطى العينتان نفس اللون .

قياس كمية الأملاح المعدنية :

يعبر عن كمية المواد المعدنية الموجودة في النشا بمقدار وزن الرماد الناتج عن احتراق مائة جرام من النشا ، وتجري الطريقة بحرق ٥ - ١٠ جرامات في بودقة تسخن إلى الاحمرار حتى يصبح لون الرماد أبيض

أو رماديا فاتحا وبعد ذلك تبرد البودقة في مجفف وتوزن وفرق الوزن يدل على مقدار الرماد .

ويتراوح مقدار الرماد في النشا بين ٠,٢ ، ٠,٥ ٪ وقلة نسبة الرماد يدل في الغالب على جودة الصنف .

قياس الزرول :

يقدر الزلال عادة بقياس مقدار الأزوت وضرب الناتج $\times 6,25$ وأهم الطرق المستعملة في قياس الأزوت هي طريقة كيلدال (Kjeldal) التي تتلخص في تحليل المواد العضوية بتأثير حامض الكبريتيك المركز الذي يحول الأزوت إلى سلفات نشادر ثم قياس النشادر بإضافة الصودا الكاوية وتقطير المحلول واستقبال غاز النشادر المتصاعد في كمية معينة من حامض كبريتيك عشر عيارى ثم قياس الكمية المتبقية من الحامض بالمعايرة ولزيادة الإيضاح يرجع إلى مؤلفات التحاليل العضوية مثل

(Thorpe & Whitely-Organic Chemical Analysis)

تقدير كمية السكر :

الجلوكوز : يمكن تقدير كمية السكر المختزل الموجودة بالمركبات الفشوية بواسطة محلول فهلنج^(٧) باستعمال أزرق الميثيلين كدليل تفاعلى .
تحضير محلول فهلنج : (١) يذاب ٣٤,٦٤ جرام سلفات نحاس نقيه متبلرة في ٥٠٠ سم^٣ ماء مقطر .

(ب) يذاب ٧٠ جرام صودا كاوية نقية وجافة ، ١٧٥ جرام ملح
مركب ترتزات الصوديوم والبوتاسيوم المتبلرة (ملح روشل) في
٥٠٠ سم^٣ من الماء المقطر .

يحضر محلول فهلنج بإضافة حجم من المحلول (١) إلى حجم مماثل
المحلول (ب) وتجري المعايرة كالآتي : يوضع مقدار ١٠ - ٢٥ سم^٣ من
محلول فهلنج في دورق سعة ١٥٠ سم^٣ . ثم يضاف إليها مقدار من محلول
السكر يكفي تقريباً لاختزال كل كمية محلول فهلنج ، وترفع درجة المحلول
إلى الغليان لمدة نحو دقيقتين ثم يضاف إليه بضع نقط من محلول أزرق
المثيلين . ثم يضاف محلول السكر من سحاحة نقطة نقطة إلى أن
يتحول لون المحلول إلى أخضر ثم بسرعة إلى برتقالي .

هذا ويمكن استعمال حديدوز سيانور البوتاسيوم كدليل تعادل
خارجي ، وذلك بدلا من أزرق المثيلين إذ يحصل على نهاية التفاعل
بانعدام تكون اللون الأحمر (حديدوز سيانور النحاس) .

ويمادل كل ١ سم^٣ من محلول فهلنج ٠,٠٠٥ جرام جلو كوز .
السكروز : أما عندما يراد قياس كمية سكر القصب الموجودة في
المركبات الشوية (مثلا في البطاطس والبطاطة) فيجب قبل إجراء
القياس تحليل هذا السكر بالخاص . فيحضر محلول يقابل حوال ١ ٪
من السكر المتحول ، ويضاف إليها ١٠ سم^٣ حامض كلوريدريك نصف
عيارى ثم يسخن لمدة ٢٠ دقيقة في درجة ٧٠° وبعد ذلك يبرد المحلول
ويحايد بإضافة مقدار ١٠ سم^٣ في محلول صودا كاوية نصف عيارية ثم

يبرد المحلول ويكمل إلى ٢٥٠ سم^٣ بالماء المقطر ، وبعد ذلك يعاير المحلول على نحو ما شاهدناه في حالة جلو كوز .

١ سم^٣ من محلول فهلنج يقابل ٠,٠٠٤٧٥ جرام سكر قصب بعد التحويل

١ ٠,٠٠٦٧٨ لكتوز

١ ٠,٠٠٨٠٧ مالتوز

طريقة أخرى :

يمكن تقدير كمية السكر بإيجاد وزن أكسيد النحاسوز المتكون باختزال محلول فهلنج بإغلاء محلول السكر مع كمية من محلول فهلنج أزيد قليلا من اللازمة ثم يرشح المحلول الناتج في بودقة جوتش ويغسل المراسب الناتج من أكسيد النحاسوز بالماء المغلي (الخالى من الأوكسجين) . وبعد ذلك يذاب المراسب في قليل من محلول شب الحديد (Iron Alum) وتقدر سلفات الحديدوز المتكونة بالمعايرة بمحلول برمنجانات البوتاس ^١ ومنه يمكن معرفة كمية أكسيد النحاسوز .

١ جم أكسيد نحاسوز يعادل ٠,٤٥٣٥ جرام جلو كوز أو ليفيولوز ،
٠,٤٣٠٨ سكروز .

قياس كمية الكسرين مع وجود النشا^(٩)

يعجن مقدار جرام من المادة في ٥ سم^٣ ماء مقطر بارد ثم يضاف إليها ١٠٠ سم^٣ ماء ساخن ثم يغلى المحلول ويوضع في قنينة قياس سعة ١٠٠ سم^٣ ويضاف إليها ٢ سم^٣ من محلول يود عشر عيارى وتكمل

القنينة باضافة محلول كحول . خلاات (٤٠ سم^٣ من محلول ١٠ ٪ خلاات البوتاسيوم و ١٠٠ سم^٣ كحول ٥٠ ٪) وبعد رج القنينة وتركها لمدة خمس دقائق يرشح المحلول ثم يؤخذ ٥٠ سم^٣ من الراشح ويركز إلى أن يصل حجمها إلى ٣ - ٤ سم^٣ وتبرد ثم يرسب الدكسترين باضافة ١٠٠ سم كحول ٩٥ ٪ وبعد ١٢ ساعة يرشح الراسب في بودقة جوتش ويغسل بكحول ٩٥ ٪ ويجفف ثم يوزن .

قياس كمية النشا في الدكسترين

يحتوى الدكسترين عادة على جانب من النشا غير المتحور ولتقدير كمية هذا النشا أهمية فى بعض الصناعات ، وأدق الطرق لتقدير كمية النشا فى الدكسترين هى التالية :

يوزن جرام من المادة ويحلتن باضافة قليل من محلول البوتاسا الكاوية قوة ٠,٧ , ويبرد المحلول ويخفف إلى ٢٠٠ سم باضافة حامض الخليك مع استعمال الفتالين الفينولى كدليل محايدة ثم يضاف ١ سم^٣ من محلول يود ٤ و ٤٠ سم^٣ من محلول الخلات والكحول المذكور فى الفقرة السابقة ، وبعد عشر دقائق يفصل الراسب بالترشيح عدة مرات ويغسل بمحلول كحول ٥٠ ٪ ومرتين بكحول ٩٥ ٪ وأخيراً يجفف ويوزن .

يضرب الوزن الأخير $\times ٠,٨٨٦٥$ فيكون الناتج هو وزن النشا .

طرق غش النشا

يغش النشا باضافة كثير من المركبات المعدنية مثل الطباشير أو كربونات الجير والجبس والطفل ، ولمعرفة ما إذا كان النشا مغشوشاً يؤخذ ٢٥ جرام وتطبخ على حمام مائى فى درجة ٧٥° ويضاف إليها محلول دياستاز (خلاصة الخميرة) فإذا تحولت إلى محلول رائق غير محتو على رواسب ، دل ذلك على عدم وجود مواد غش من المذكورة أما إذا بقيت رواسب فتفصل بالترشيح وتغسل وتجفف وتوزن ، وبذلك تعرف نسبة مواد الغش المذكورة فى النشا .

ولمعرفة نوع مواد الغش تعالج أولاً بحامض كلوريدريك مخفف ، فإذا لوحظ حدوث فوران وتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون ، فإنها تحتوى على الطباشير (كربونات الجير) وللتأكد من وجود الجير بها يبخر المحلول الحمضى إلى الجفاف ثم يضاف إليه ماء ساخن ويخفف ثانية وتكرر هذه العملية عدة مرات وبعد ذلك يذاب الراسب فى الماء ويضاف إليه الكسلات النشادر فيتكون فى حالة وجود أملاح الجير راسب أبيض من اكسالات الجير .

وللكشف عن سلفات الكالسيوم يحرق مقدار من النشا فى بودقة وتسخن إلى درجة الاحمرار ثم تبرد ويضاف إلى الرماد الناتج قليل من حامض الكلوريدريك فإذا لوحظ تصاعد غاز كهريتور الهيدروجين (رائحة البيض الفاسد) كان النشا محتويًا على سلفات الكالسيوم .

هذا ويمكن معرفة ما إذا كان النشا مغشوشا بواسطة الفحص الميكروسكوبى وإضافة إلى ما تقدم فانه يمكن الاستدلال على غش النشا بالاختلاف بينه وبين مواد الغش فى الكشفة ، ولإجراء هذا الاختبار تملأ علبة صفيح من نشا نقى وتوزن ويؤخذ الوزن ثم تفرغ وتتملأ من النشا المراد اختباره فاذا زاد الوزن كان دليلا على احتواء النشا على مواد غش .

غشم أنواع النشا بعضها باليد

أكثر ما يجرى غش النشا بخلط الأنواع الغالية بالأنواع الرخيصة فزشا القمح يغش بنشا الأذرة والأرز . ونشا البطاطس بنشا الأراوط والطيبوكا .

وأحسن الطرق لمعرفة ما إذا كان النشا مخلوطا على الوجه السابق هو الفحص الميكروسكوبى كما سبق لنا ذكره أما إذا لم يتوافر وجود الميكروسكوب فيعمد إلى الطريقة التالية عن (M. Mayel) .

يطبخ مقدار ٥ جرام من النشا فى ٥٠ ماء على الغليان فاذا كان النشا نشا قمح فانه يكون مطبوخا أبيض معتما (غير شفاف) يتجمد (يشخن) بسرعة بمجرد التبريد . أما إذا كان أرزا فانه يشخن ببطء وكذلك شأن نشا الأذرة وإن كان أسرع قليلا فى التجمد من نشا الأرز . أما نشا البطاطس فانه يعطى مطبوخا ثخينا شفافا حتى وهو ساخن ولكنه يتجمد ويثرد بسرعة .

يضاف إلى حوالى ٥٠ سنتيجرام لكل من هذه الأنواع ١٥ نقطة من محلول مكون من ٥ نقط صبغة يود و ٥٠ سم^٣ ماء ويلاحظ اللون .
فنشا القمح يعطى بسرعة عظيمة لون وردى جميل يستمر مدة أما
نشا الأذرة فيتلون بلون نبيذى ونشا الأرز يعطى لونا وردى ضعيف
ولكنه يزول بسرعة وأما نشا البطاطس فيعطى لونا أزرق يتحول
بسرعة إلى بنفسجى قائم .

تقدير كمية النشا فى المواد النشوية

يحتاج الأمر فى أحوال كثيرة تقدير كمية النشا الموجودة فى بعض
المواد والمحاصيل النشوية مثل الحبوب والجذور وبعض المحضرات
النشوية الخاصة بالغذاء وفى هذه الأحوال تقدر كمية النشا مباشرة .
وتنقسم الطرق المستعملة فى هذا التقدير إلى ثلاث (١) إذابة النشا
وترسيبه بدون أن يحدث به تحليل محسوس (٢) إذابة النشا ثم ترسيبه
على صورة مركب اليود (٣) تحويل النشا إلى سكر بواسطة الأحماض
أو الأنزيمات وقياس كمية السكر الناتجة .

الطريقة الأولى : إذابة النشا وترسيبه

يذاب النشا فى أحد المركبات أو المحاليل التى تذيبه بدون أن تحدث
به تحليل ملموس مثل حامض الكلوريدريك وثالث كلورخليك وكلوريد
الكالسيوم وسلفوسيانات البوتاسيوم وكلوريد الزنك والمغنسيوم .
(١) بواسطة الأحماض : طريقة هيرد وجونس (١٠) : يخلط جرام

من المادة المراد تقدير كمية النشا بها (بعد طحنها) مع جرام من الرمل المغسول بحامض الكلوريدريك ثم يغسل المخلوط مرتين بالآثير وبعد ذلك يضاف اليه ٢,٥ سم^٣ من الماء المقطر و ٠,٢٥ صودا كاوية عيارية (ع) ويحرك جيداً وبعد ذلك يضاف اليها ٥ سم^٣ من الكحول المثلئ ثم ٥ سم^٣ كحول مثلي مخفف بالماء (٥ سم^٣ كحول إلى ٢,٥ سم^٣ ماء) وبعد المزج والتقليب تفصل طبقة الكحول ثم يغسل المخلوط مرتين بالكحول المخفف وثلاث مرات بالماء .

بعد ذلك يصب المخلوط في قنينة قياس سعة ١٠٠ سم باستعمال ٢٠ سم^٣ من الماء المقطر في نقل الكمية من الإناء الأول إلى القنينة ثم يضاف اليها ٣٠ سم^٣ حامض كلوريدريك نقي مركز ويكمل الحجم إلى ١٠٠ سم^٣ بإضافة الماء المقطر . وترج القنينة جيداً ثم يرشح المحلول داخل بودقة جوتش بقاعها طبقة من الاسبستوس فوقها طبقة من الرمل المغسول . يؤخذ ٥٠ سم^٣ من الراشح ويضاف اليها ١١٠ — ١١٥ سم^٣ من الكحول ٩٦ ٪ ويرج المحلول جيداً فيكون راسب هش يفصل بواسطة العصاراة ويغسل أولاً بكحول ٧٥ ٪ ثم مرتين بكحول ٩٦ ٪ حتى تزول جميع آثار الحامض وبعد ذلك يحفف الراسب في درجة ١٣٠° إلى ان يحصل على وزن ثابت ثم يوزن فيكون الوزن الناتج هو مقدار النشا الموجود في جرام واحد من المادة .

هذا ويجب ألا يزيد الوقت الذي يمر بين إضافة الحامض وترسيب النشا بواسطة الكحول عن ٣٥ دقيقة .

(ب) بواسطة القلوى : تعالج المادة بالبوتاسا الكاوية الكحولية لإذابة الدهن والألبومين ثم يعالج المتبقى بمحلول البوتاسا الكاوية المائى وبعد الاذابة يعادل القلوى باضافة الحامض ثم يرسب النشا بإضافة الكحول ويرشح ثم يجفف .

طريقة أخرى : يذاب النشا فى الصودا الكاوية ثم يرسب بالكحول يذاب الراسب فى حامض الكلوريدريك ثم يرسب ثانية بالكحول ويغسل بالكحول ويجفف ويوزن ثم يحرق ويوزن فالفرق بين الوزن بعد التجفيف والحرق يعطى وزن النشا .

الطريقة الثانية تتكونه مركب مع اليود (١١ و ١٢)

يذاب النشا فى محلول كلوريد الكالسيوم ثم يرسب باضافة محلول اليود وبعد ذلك يضاف الكحول لتحليل المركب المتكون بين اليود والنشا وفصل النشا ثم يغسل عدة مرات بالكحول ويجفف ويوزن . هذا ويمكن معرفة وزن النشا بمعايرة اليود المتحد بالنشا والمقارنة مع عينة من النشا النقى كما يمكن تقدير ^(١٣) للنشا بالمقارنة اللونية لمركب النشا واليود باستعمال الضوء الأحمر حيث أن هذا الضوء يمتص فقط فى المركب ولا يمتصه محلول اليود .

ويمكن أيضاً ^(١٤) اجراء التحليل بترسيب النشا باليود ثم تحليل النشا بالتاكادياسناز وقياس كمية السكر فيها يمكن معرفة مقدار النشا (انظر أدناه) .

الطريقة الثالثة: تحليل النشا إلى سكر

هذه الطريقة من أدق الطرق وأكثرها استعمالاً إلا أنه لا يمكن تطبيقها مع المركبات النشوية المحتوية على هيدرات الكربون الغير ذائبة التي تتحول بتأثير التحلل إلى جلو كوز مثل السليلوز .

(١) التحلل بواسطة الاحماض

يحلل النشا بواسطة حامض معدني ^(١٥) مثل حامض الكلوريدريك أو الكبريتيك إلى سكر جلو كوز ويقاس السكر المتكون إما بواسطة محلول فهلنج أو المقطب (polarimeter) ويضرب العدد الناتج $\times ٠,٩٣$. فيحصل على مقدار النشا وتصلح هذه الطريقة مع المركبات الغير محتوية على السليلوز: يوزن ٢٠ جرام من المادة وتعالج لمدة عدة ساعات على حمام مائي بواسطة ٥٠ سم^٣ من محلول ٨ ٪ بوتاسا كحولية وذلك لاذابة الدهن والألبيومين وبعد الترشيح تغسل العينة بالكحول النقي ثم يضاف اليها من الماء إلى أن تصل إلى ٢٥ جرام ثم تعالج بمحلول نصف عياري $\left(\frac{٦}{١٠} \right)$ حامض الكلوريدريك حتى تصبح العينة محايدة التفاعل وبعد ذلك تسخن مع ٢٥ سم^٣ حامض كلوريدريك مخفف (٨٠ سم حامض قوة ٢٥ في لتر ماء) في درجة ١٠٠ لمدة ١٥ دقيقة . وبعد التبريد يضاف اليها ٦ سم^٣ من محلول ٤ ٪ حامض فوسفوتنجستيك ويخفف الجميع إلى ١٠٠ سم^٣ ثم يروق المحلول بإضافة بودرة حجر الخفاف ثم يقاس

مقدار السكر الموجود بواسطة المقطب ويضرب العدد الناتج من القراءة لمقياس السكر على المقطب $\times 0,475$ فيحصل على وزن النشا .

(ب) التحلل بواسطة الانزيمات

تستعمل هذه الطريقة بنجاح (١٧،١٦) في حالة ما إذا كانت العينة تحتوي على مواد تتحلل الى سكر بتأثير الأحماض ويستعمل لهذا الغرض دياستاز المالت و التاكا دياستاز ففي الحالة الأولى يعالج النشا بخلاصة الدياستاز في درجة ٥٧ لمدة ساعة بعدها يغلى المحلول ويبرد ويرشح ثم يقدر سكر المالتوز المتكون فإذا كان خلاصة الدياستاز المستعملة قوية (لا أقل من ٨٠ وحدة لنتر Linter) فإن ٨٤,٤ جزء من المالتوز ينتج عن ١٠٠ جزء من النشا وعلى كل حال يجب عمل مقارنة بين العينة المختبرة ونشا نقي من النوع الذي تحتويه العينة .

أما طريقة التاكا دياستاز (١٨) فيتحول فيها النشا إلى جلو كوز بدلا من المالتوز وقد استعملت هذه الطريقة في أكثر المصانع ويجب أن تستعمل خلاصة مركزة من هذا الأنزيم وفي هذه الحالة يتحول كل النشا تقريبا إلى جلو كوز وبضرب العدد الناتج $\times 0,93$ يحصل على نسبة النشا .

مراجع الفصل الثالث عشر

- 1) G. Blunck, Zeit. Nahr. Genussm., 1915, 29, 246
- 2) E. Unna, ibid, 1918, 36, 49.
- 3) G. Schulz & L. Wein, Chem. Zeit, 1915, 39, 143.
- 4) W. H. Symons, Pharm. J., 1882, 13, 237.
- 5) Sprockhoff, Zeit. Spiritusind., 1929, 52, 27.
- 6) O. Saare. ibid., 1884, 7, 550.
- 7) H. Fairbrother and J. Wood, Ind. Chem. 1930, 6, 442.
- 8) J. H. Lane and L. Eynon, J. Soc. Chem. Ind, 1923, 42, 32 T, 143 T, 463 T ; 1925, 44, 150 T ; 1931, 50, 85 T
- 9) J. J. Chinoy, F. W. Edwards, and H.R. Nanji Analyst, 1934, 50, 673.
- 10) C. W. Herd and D. W. Kent-Jones, J. Soc. Chem. Ind. 1931, 50, 15 T.
- 11) A. Kaiser, Chem. Ztg, 1902, 26, 180.
- 12) Th. von Fellenberg, Mitt. Lebensm. Hyg., 1916 7, 369; 1917, 8, 55 ; 1928, 19, 51.
- 13) Tian, Bull. Soc. Chim. France 1923, 33, 898.
- 14) W. A. Davis and A. J. Daish. J. Agrie. Sci , 1914, 6, 152
- 15) V. Jahn, Zeit Unter. Lebensm., 1927, 53, 262.
- 16) H. T. Brown, Trans. Guiss Res. Labs., 1903, 1, 601.
- 17) H. T. Brown and Heron, Chem. Soc. Trans., 1879, 35, 601
- 18) Vide Ref. 14.

ملحق

كشف بيان المساحة المزروعة ومتوسط محصول الفدان والمحصول
للمملكة المصرية خلال السنوات ١٩٣٤ — ١٩٤٤
القمح

السنوات	المساحة المزروعة	المحصول	متوسط محصول افدان
فدان	اردب	اردب	
١٩٣٤	١٣٨٨٦٧٣	٦٧٦٣٤٠٨	٤,٨٧
١٩٣٥	١٤٠٩٨١٥	٧٨٤٢٢٣٤	٥,٥٦
١٩٣٦	١٤٠٩٨٧٧	٨٢٩١٧٠٤	٥,٨٨
١٩٣٧	١٣٦٨٩٠٠	٨٢٣٣١١٠	٦,٠١
١٩٣٨	١٤١٦٣٠٦	٨٢٣٤٤٢١	٥,٨٨
١٩٣٩	١٤٤٦٣٥٥	٨٨٩٢٢٦٧	٦,١٥
١٩٤٠	١٥٠٥٥٦٠	٩٠٧٠٧٨٦	٦,٠٢
١٩٤١	١٥٠٢٣٨٢	٧٤٩١٩٧٨	٤,٩٩
١٩٤٢	١٥٧٦٤٣٠	٨٤١١٠٦٧	٥,٣٤
١٩٤٣	١٩١٧٤٢٣	٨٦١١١٩٦	٤,٤٩
١٩٤٤	١٦٥٠٩٦٥	٦٣٠٧٠٠٠	٣,٨٢

الأذرة الشامي

١٩٣٤	١٥٧٢١٦٨	١١٢٢٧٣١٤	٧,٦١
١٩٣٥	١٥٧٤٦١٠	١٢٠٦٤٣٥١	٧,٩٤
١٩٣٦	١٥٢٠٤٠٨	١١٣٩٥٢٩٢	٧,٤٩
١٩٣٧	١٥٥٩٤٧٦	١١٧٩٤٠٣٥	٧,٥٦

الأذرة الشامية

متوسط محصول القدان	المحصول	المساحة المرووعة	السنوات
اردب	اردب	فدان	
٧,٤٩	١١٢١٨٩٦٩	١٤٩٧٠٨٦	١٩٣٨
٧,٠٤	١٠٨٨٨٢٧٧	١٥٤٧٥٤٩	١٩٣٩
٧,٠٩	١٠٩٢٦٧٧١	١٥٤٠٠٠٢	١٩٤٠
٦,٠٠	٩١٥٧٦٧٧	١٥٢٧٤٨١	١٩٤١
٥,٢٣	١٠٣٦٨٨٣٥	١٩٨٣٠٧٧	١٩٤٢
٥,٠٤	٩٨٣٥٨٥٦	١٩٥٠٥٩٧	١٩٤٣
٥,٨٣	١١٠٢٩٠٠٠	١٨٩٠٣٤٢	١٩٤٤

الأذرة العويجة

٩,٢١	٢٧١٨٢٠٧	٢٩٥٠٥٥	١٩٣٤
٩,٨٧	٢٣٠٨٠٧٢	٢٣٥١٥١	١٩٣٥
٨,٧٥	٢٩١٠٧٩٩	٢٢٢٨٣٢	١٩٣٦
٩,٠٨	٢٩٠٣٢٤٥	٢١٩٨٠٩	١٩٣٧
٨,٦٢	٢٣٥٧٨٧٦	٢٨٩٥٧٩	١٩٣٨
٩,٢٦	٢٨١٨٥١٤	٤١٢٢٤٨	١٩٣٩
٨,٦٧	٣٢٤١١٤٤	٢٧٣٦٢٠	١٩٤٠
٧,٨١	٢٣٥٢١٨٠	٤٢٩٢٣٢	١٩٤١
٨,٣٦	٦٨٨٥٦٨٥	٨٢٣٦٨٤	١٩٤٢
٧,٥٨	٥٥٢٤٠٣٠	٧٢٩١٠٦	١٩٤٣
٧,٤٩	٥٤٥٢٠٠٠	٧٢٨١٧٨	١٩٤٤

الفلول

السنوات	المساحة المزروعة	المحصول	متوسط محصول الفدان
	فدان	اردب	اردب
١٩٤٠	٣٩٣٨٢٦	٢٠٠٥٠٣٩	٥,٠٩
١٩٤١	٣٦٨٨٧٠	١٨٣٥٩٤٧	٤,٩٨
١٩٤٢	٣٥٩٣٣٢	١٧٨٨٩٨٩	٤,٩٨
١٩٤٣	٣٨١٠١٠	١٨٣٢١٠٠	٤,٨١
١٩٤٤	٤٢٤٧٥٥	٢٠٨٠٠٠٠	٤,٩٥

العـدس

١٩٣٤	٨٧٦٣٦	٣٠٥٥٦١	٣,٤٩
١٩٣٥	٨١٠٢٤	٣٣٣٩٧٩	٤,١٢
١٩٣٦	٧٧٦٦٢	٣٢٦٦٢٤	٤,٢١
١٩٣٧	٧٦٤٩٧	٣٤٣٣٣٠	٤,٤٩
١٩٣٨	٧٩٤٦٣	٣٢١٣٦٠	٤,٠٤
١٩٣٩	٨٠٩٥٩	٣٩١٩١٥	٤,٨٤
١٩٤٠	٨٢١٠٦	٣٩٤٤٩٠	٤,٨٠
١٩٤١	٨٢٤٧١	٣٨٩٥٥٢	٤,٧٢
١٩٤٢	٧٦٣٣٣	٣٥٠٨٢٨	٤,٦٠
١٩٤٣	٥٧١٦٦	٢٦٧٧١٧	٤,٦٨
١٩٤٤	٨١٣٥٥	٣٣٣٠٠٠	٣,٩٧

الأرز

السنوات	المساحة المزروعة	المحصول	متوسط محصول الفدان
	فدان	ضريبية	ضريبية
١٩٣٤	٣٩١٦٩٣	٥٤٨٦٧٧	١,٤٠١
١٩٣٥	٤٧٠٥٦٩	٧٥٥٨٩٠	١,٦٠٣
١٩٣٦	٤٧٠٩٧٩	٧٤١٤٠٤	١,٥٧٤
١٩٣٧	٢٦٣٣٠٧	٣٩٨٣٥٥	١,٥١٣
١٩٣٨	٤٧٦٤٥٥	٧٧٦٠٢٢	١,٦٢٩
١٩٣٩	٥٤٦٨٧٠	٩٥٠٢٨٩	١,٧٣٨
١٩٤٠	٥٠٨٩٨٣	٧٠٥٨٤٠	١,٣٧٨
١٩٤١	٤٤٨٠٦١	٦٠٥٠٠٠	١,٣٥
١٩٤٢	٦٧٢٨٩٤	٩٩٨٠٠٠	١,٤٨
١٩٤٣	٦٤٢١٢١	٧٢٥٠٠٠	١,١٣
١٩٤٤	٦١٩٧٧٠	٨٥٨٠٠٠	١,٣٩

البطاطس

السنوات	المساحة المزروعة	المحصول	قنطار
		قنطار	قنطار
١٩٤٠	٧٢٩٢	٨٠٣٠٠٠	١١٠
١٩٤١	٨٧٩١	٧٩٦٠٠٠	٩١
١٩٤٢	١٨٠٥٠	١٤٧٣٠٠٠	٨٢
١٩٤٣	٣٠٦٣٧	١٩٩٧٠٠٠	٦٥
١٩٤٤	—	—	—

فهرست الكتاب

صفحة

مقدمة الكتاب	٣
القسم الأول : خواص النشا وتركيبه الكيماوى	
الفصل الأول : تكون النشا والنباتات الغنية به	٧
مقدمة ٧ . طريقة تكون النشا بالنباتات ٩ .	
التكون الطبيعى لحبيبات النشا ١١ . أنواع النشا	
والنباتات الغنية بها ١٦ . مراجع ٢٢ .	
الفصل الثانى : التركيب الكيماوى للنشا	٢٣
علاقة النشا بهيدرات الكربون ٢٣ . تحول النشا	
إلى جلوكوز ومالتوز ٢٤ . تركيب الجلوكوز ٢٥ .	
تركيب النشا ٢٧ . تركيب حبيبات النشا ٣٠ . تأثير	
البكتريا ٣٢ . مثيلة النشا لاستنباط تركيبه	
الكيماوى ٣٥ . مراجع ٤٢ .	
الفصل الثالث : خواص النشا	٤٤
الخواص الطبيعية : الحالة التبلرية والخواص الضوئية	
٤٤ . محاليل النشا ٤٧ . طريقة تكون محاليل النشا	
٥١ . نكوص محاليل النشا ٥٥ .	
الخواص الكيماوية : التكوين الكيماوى ٥٨ . ماء	

صفحة

- الرطوبة ٥٩ . تأثير الحرارة ٦١ . تأثير القلويات
٦٢ . تأثير الأحماض ٦٣ . تأثير بعض الأملاح
٦٥ . تأثير المؤكسدات ٦٧ . تأثير البيكتريا ٦٨ .
تأثير الخمار ٦٩ . مركبات النشا الاستبدالية ٧٠ .
مراجع ٧١ .

القسم الثاني : صناعة النشا ومشتقاته

- الفصل الرابع : أسس صناعة النشا والأجهزة والآلات المستخدمة فيها . ٧٣
مقدمة عامة ٧٣ . الآلات والأجهزة ٧٥ . الطواحين
والمقارم ٧٦ . المناخل ٨٣ . أجهزة التنقية والترسيب
٩١ . العصور وفصل الماء ١٠١ . تجفيف النشا
والأفران ١٠٣ .

- الفصل الخامس : صناعة نشا الحبوب ١٢٠
نشا الأذرة : طريقة الاستخلاص بدون فصل
الجنين ١٢٠ . تنظيف الحب ونقعه ١٢١ . الطحن
١٢٢ . النخل ١٢٣ . الغسيل ١٢٤ . فصل النشا
وترسيبه ١٢٤ . تجفيف النشا ١٢٦ . تجهيز النشا
١٢٨ . طريقة استخلاص نشا الأذرة مع فصل
الجنين ١٢٩ . فضلات صناعة نشا الأذرة ١٣١ .
نشا الأرز ١٣٥ : نقع الأرز ١٣٧ . الطحن ١٣٩ .
التصفية والنخل ١٤١ . فصل النشا ١٤٢ . تبييض
النشا ١٤٤ . فصل الماء والتجفيف ١٤٤ .

صفحة

- نشا القمح : الاستخلاص ١٤٧ . طريقة التخمير ١٤٨ .
- الاستخلاص ١٥٠ . تنقية وتبييض النشا ١٥٢ .
- طريقة فسكا ١٥٥ . فضلات صناعة نشا القمح ١٥٥ .
- الجلوتين ١٥٧ . مراجع ١٦٠ .

الفصل السادس : صناعة نشا الجذور الدرنية ١٦١

- ١ — نشا البطاطس ١٦١ . الغسيل ١٦٤ . الفرغ
- الابتدائي ١٦٥ النخل والتصفية ١٦٧ . الفرغ الثاني
- ١٦٨ . فصل وتصفية النشا ١٦٩ . تبييض نشا
- البطاطس ١٧١ . الدهن والنشا الدهني ١٧٢ .
- فضلات صناعة نشا البطاطس ١٧٤ .
- ٢ — نشا البطاطة ١٧٦ . الصناعة ١٧٧ .

الفصل السابع : مشتقات النشا الصناعية ١٨٠

- ١ — الديكسترين ١٨٠ . المادة الأولية ١٨٢ .
- الصناعة ١٨٣ . المواد المساعدة ١٨٤ . التسخين
- ودرجة حرارة التحميص ١٨٦ . أجهزة التحميص
- ١٨٧ . تبريد الديكسترين بعد التحميص ١٨٩ .
- ٢ — الصمغ البريطاني ١٩١ .
- ٣ — النشا المحور (ا) النشا ذو اللزوجة المنخفضة
- على الغليان ١٩٣ . التحضير بتأثير الأحماض ١٩٤
- استعمال المؤكسدات ١٩٤ .
- (ب) الغراء النباتي ١٩٧ . استعمال القلوبات ١٩٨

صفحة

استعمال الأملاح ٢٠٠ (ج) النشا المحور فيزيائياً ٢٠٢ .	
٢٠٣	الفصل الثامن : صناعة الجلو كوز .
٢٠٤ .	المادة الأولية ٢٠٤ . الأحماض المستعملة ٢٠٤ .
٢٠٦ .	الطريقة القديمة ٢٠٥ . التحويل ٢٠٥ . المحايدة ٢٠٦ .
٢٠٨ .	الفصل والترشيح ٢٠٨ . الطريقة الحديثة ٢٠٨ .
٢٠٨ .	التحويل ٢٠٨ . التنقية والتبييض ٢٠٩ . التركيز .
٢١٠ .	والتبلر .

القسم الثالث : الاستعمالات الصناعية

للنشا ومشتقاته

٢١١	الفصل التاسع : استخدام النشا في صناعة المنسوجات .
٢١٣ .	١ — البوش ٢١٣ . أغراض البوش ٢١٣ . مواد البوش ٢١٤ . تبويش الشال ٢٢٣ . تبويش السداء ٢٢٥ . طريقة عمل البوش ٢٢٥ . تأثير العوامل المختلفة في نسبة البوش وخواصه ٢٢٦ .
٢٣٠ .	٢ — التنشية والصقل ٢٣٠ . طرق الصقل والتنشية ٢٣١ . مواد التنشية ٢٣٢ .
٢٣٧ .	٣ — طباعة المنسوجات ٢٣٥ . نشا القمح ٢٣٧ . نشا الأذرة ٢٣٩ . دقيق القمح ٢٣٩ . الصمغ البريطاني ٢٤٠ . مراجع ٢٤٠ .
٢٤١	الفصل العاشر : في صناعة الورق .
٢٤١ .	الصناعة ٢٤١ . تحضير عجينة الورق ٢٤١ . الضرب

صفحة

أو الطحن ٢٤٢ . تكوين شريط الورق ٢٤٣ .
التجفيف ٢٤٣ . الصقل والتجهيز ٢٤٤ . مواد
الصقل ٢٤٤ استعمال النشا ٢٤٥ . إضافة النشا
إلى عجينة الورق ٢٤٦ . تنشية الورق ١٤٨ . الدهان
السطحي ٢٤٩ . صناعة ورق الكرتون ٢٤٩ .
مراجع ٢٥٠ .

الفصل الحادى عشر : صناعات التخمر ٢٥١

تحول النشا إلى مكر ودكسترين ٢٥١ . صناعة
الجنة ٢٥٣ تأثير نوع الماء ٢٥٥ . تحول السكر إلى
كحول ٢٥٨ . صناعة الكحول ٢٦٢ . الطريقة
العادية ٢٦٣ . الطريقة الاميلوية ٢٦٤ .
مراجع ٢٦٥ .

الفصل الثانى عشر : القيمة الفسلجية والغذائية للنشا ٢٦٧

١ — فى النبات ٢٦٧ : الطاقة الناتجة عن عملية التمثيل
الخضيرى ٢٦٨ . التعادل الكربوهيدراتى ٢٧٠ .
تكون الدهن والزيوت ٢٧٢ . التنفس والاكسدة
العضوية ٢٧٤ . التنفس اللاهوائى ٢٧٦ . التنفس
الهوائى ٢٧٨ .

٢ — فى الحيوان ٢٧٩ . هيدرات الكربون كعنصر
أساسى فى غذاء الانسان ٢٨٠ . هضم أو تحلل
هيدرات الكربون ٢٨١ . الامتصاص ٢٨٣ .

صفحة

تجدد ودثور هيدرات الكربون في الجسم ٢٨٤ .
تكون الجليسكريجين ووظيفة الكبد ٢٨٥ . احتراق
الجلوكوز في الجسم وعملية التنفس ٢٨٧ . تحليل
الجلوكوز في العضل ٢٨٨ . الأغذية النشوية ٢٩٠ .
التركيب الكيماوى والفائدة الحرارية لبعض الأغذية
النشوية ٢٩٥ .

٢٩٦ . الفصل الثالث عشر : اختبارات وتحاليل مختلفة

التفريق بين أنواع النشا المختلفة ٢٩٦ . تركيب
النشا التجارى ٢٩٨ . قياس مقدار الماء في النشا
٢٩٩ . قياس الحموضة ٣٠١ . قياس كمية الأملاح
المعدنية ٣٠٢ . قياس الزلال ٣٠٣ . تقدير كمية السكر
٣٠٣ . قياس كمية الدكسترين مع وجود النشا ٣٠٥ .
قياس كمية النشا في الدكسترين ٣٠٦ . طرق غش
النشا ٣٠٧ . غش أنواع النشا بعضها ببعض ٣٠٨ .
تقدير كمية النشا في المواد النشوية ٣٠٩ .
مراجع ٢١٤ .

ملحق : بيان المساحة ومحصول الفدان لبعض المحاصيل

النشوية بمصر ٣١٥ — ٣١٩ .

تم بحمد الله وتوفيقه ،

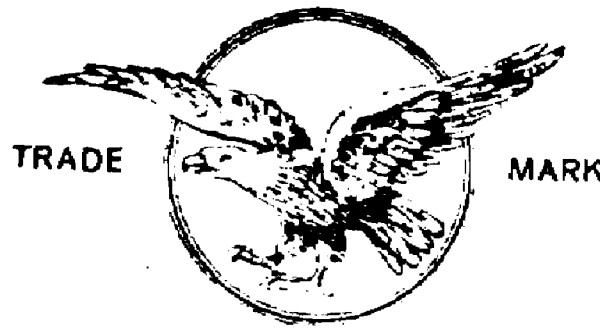


شركة النيشا الأهلية

تنتج أجهزة أصناف النشا

٢٣٩٢٨	} نفيسون	شارع فؤاد الأول	٥
٢١٨٦٦			
٢٧٠٥١			
		بالأسكندرية	

أَطْلُبُوا دَائِمًا مَارَكَةَ النِّسْرِ



A. S. SARPAKIS
FACTORIES

مَصْنَعِ اسْكندر سَارْبَاكِيْسْ

بمِسْطَرْد

نِشَاوَالْأَزْدَة

دَكْسْتَرِيْن

جَلُو كُوْر

غِذَائِي وَصْنَاعِي

الْمَارِعِ الْمَلَكَةِ فَرِيْدَةِ تَلِيْفُون ٤٣٦٥٨



الصناعات

الكيمائية الإمبراطورية

(مصر) شركة مساهمة



لاتضارع في توريد جميع الكيماويات اللازمة لصناعة النسيج

مجموعة وافية من الصبغات لكافة أنواع المنسوجات

مواد مساعدة حديثة

كيماويات مضمونة بالتجربة

المركز الرئيسي : القاهرة شارع شريف باشا رقم ٢٦

تليفون : ٥٩٢٢٢ ٥٩٢٢٣ ٥٩٢٢٠ ٦

سجل تجارى ١٣١

جورج يوسف زيدان

مهندس كيمائى - خريج جامعات لندن وفينا

يورد المواد الكيمائية اللازمة لمختلف الصناعات

لدينـا فنيون اختصاصيون

على أتم استعداد لخدمة زبائننا

فى تطبيق موادنا الكيمائية

حسب رغبتهم

مواد كيمائية :

لتبويض المنسوجات وإبتالها وتجهيزها وصباغتها وطباعتها
لدبغ الجلود وتزويلها وتشحيمها وتلوينها وتجهيزها
لصناعة الورق والزجاج والورنيش وغيرها .

مصلحة عملائنا هى مصلحتنا

الاسكندرية	—	القاهرة
١٤ شارع السلطان حسين	—	٥ شارع قنطرة الدكة

شركة الصناعات الكيماوية بال (سويسرا)

“ C I B A ”

تضع تحت تصرفك :

للقطن والرايون السليلوزي

صبغات مباشرة وذات تأزيت ، مع ألوان خاصة لحرير الفسكوز
صبغات كلورانتين ضوء ل ل ، ذات ثبات عظيم على ضوء
صبغات كوبرانتين الجديدة ، ممتازة الثبات على الضوء
صبغات سيديا وسيديانون ، مجموعة كاملة من صبغات الاحواض
ستبنافتول والقواعد والأملاح الثابتة ، مجموعة جديدة من الصبغات الآزوية
صبغات النيوكتون (Neocoton) . نوع جديد من صبغات الآزو سهل الاستعمال

للصوف

صبغات حمضية ثابتة على التلييد . تقوم بكل طلب
صبغات كروم ثابتة ، ذات ثبات عظيم على الضوء
صبغات نيولان ، استعمال سهل ودجات ثبات جديدة

لرايون الخللات

صبغات السيباست ، بما في ذلك لون أزرق سيباست ٣ ج السهل القرض

وأخيراً مجموعة مهمة

من المواد المساعدة لتجهيز المنسوجات ، مثل الباتاكس . انفادين ليوفيكس
ميجازول سابامين سيلفاتول الترافون . الخ