دراسات تكنولوجية على نشا بعض المحاصيل المصرية

الدكتور محمود فهمى حسين ● والدكتور أحمد جمال الدين الوراقى ● والدكتور أحمد حامد سعيد
والدكتور يحيى محمد حسن ● والمهندس الزراعى رمسيس برسوم توما

مقدمة

يعتبر النشا المخزون الرئيسى لمادة الكربوهيدرات فى المملكة النباتية ، فهو يوجد على نطاق واسع فى الحبوب والبذور والفواكه والدرنات والسوق والأوراق، ولو أنه فى الأوراق يوجد على حالة مؤقتة .

وقد تقدمت صناعة النشا فى الجمهورية العربية المتحدة فى السنوات الأخيرة ، وأصبحت على نطاق كبير ، فبلغ الإنتاج فى عام ١٩٥٨/٥٧ مقدار ٢٧,٩٢٠ طن، منها ٢٧٣ طن صدرت إلى الخارج ، بينما وصل الإنتاج فى عام ٦٣ / ١٩٦٤ إلى ٤٣٥٦٤ طن ، صدر منها ٢٣٠ طنا ، وطبقا لبيانات وزارة الصناعة فقد أدرج فى الخطة الخمسية الثانية أن الإنتاج المتوقع خلال عام ١٩٧٠ هو ٨٠ ألف طن يحقق فائضا للتصدير قيمته ١٠ آلاف طن .

ويدخل النشا فى صناعات جديدة لا حصر لها ، نذكر منها صناعة الأغذية بشكل عام، كالحساء والشوربة والبسكويت ومسحوق الخبيز والآيس كريم و Ham و Bacon والسجق والبودنج وتحضير الخل من النشا وتحويل النشا إلى جلوكوز الذى يدخل فى صناعة الحلويات وغيرها. كذلك يدخل النشا كمادة مالئة فى صناعة الأدوية ومستحضرات التجميل وفى صناعة المواد غير الغذائية ، كالمواد اللاصقة لطوابع البريد والإعلانات ومادة لاصقة فى المطابع ومادة مالئة فى الورنيش والمتفجرات، والتقوية فى عمليات صناعة النسيج ، هذا فضلا عن عديد من الاستخدامات التى لا مجال لذكرها هنا.

● الدكتور محمود فهمى حسين : أستاذ مساعد بقسم الصناعات الغذائية ، بكلية الزراعة ، جامعة عين شمس .
● الدكتور أحمد جمال الدين الوراقى : أستاذ مساعد بقسم الصناعات الغذائية ، بكلية الزراعة ، جامعة عين شمس .
● الدكتور أحمد حامد سعيد : مدرس بقسم الكيمياء الحيوية ، بكلية الزراعة ، جامعة عين شمس .
● الدكتور يحيى محمد حسن : مدرس بقسم الصناعات الغذائية بكلية الزراعة ، جامعة عين شمس .
● المهندس الزراعى رمسيس برسوم توما : وكيل ادارة الخضر والفاكهة ، بوزارة التموين .
● ملخص رسالة الماجستير التى قدمها المهندس الزراعى رمسيس برسوم توما الى جامعة عين شمس لنيل درجة الماجستير فى الصناعات الغذائية .

لذلك كانت أهمية دراسة الخواص الكيميائية والطبيعية لنشا بعض المحاصيل المصرية لها المكانة الأولى فى البحوث العلمية .

أولا — الخواص الطبيعية والكيماوية للنشا

تختلف درجة جودة النشا فى النوع الواحد باختلاف خواصها الطبيعية والكيماوية طبقا لاختلاف الصنف ومكان الزراعة والعوامل الجوية وعمليات الاستخلاص والطرق المختلفة المستخدمة فى إنتاج النشا. ويختلف متوسط كمية النشا الموجودة فى المصادر المختلفة (على أساس الوزن الجاف) ، فهى فى القمح ٧٦٫٤ — ٨٦٫٣ ٪ ، وفى الذرة ٧٤٫٢ — ٩٦٫١ ٪ ، وفى الأرز ٧٥ — ٩٠٫٩ ٪ ، وفى البطاطس ٦٩٫٧ — ٨٨٫٨ ٪ ، وفى البطاطة ٨٤٫٧ ٪ ، وفى التابيوكا ٩١٫٧ ٪ .

وظهر من التحليل الكيماوى للذرة (صنف بلدى) فى الجمهورية العربية المتحدة من واقع بيانات وزارة الزراعة أنها تحتوى على رطوبة ٨٫٩٥ ٪ ، وبروتين ٩٫٧٢ ٪ ، ودهن ٤٫٥ ٪ ، ونشا ٧٣٫١٣ ٪ ، ورماد ١٫٤٣ ٪ .

ولقد أجرى فى هذا البحث عدة تحليلات لنشا الذرة والأرز والبطاطس ، وفيما يلى ملخص هذه التحليلات (جداول ١ ، ٢ ، ٣) :

جدول (١) : تحليل نشا الذرة (على أساس الوزن الجاف)

رقم العينة *	الرطوبة ٪	الرماد ٪	الدهن ٪	البروتين ٪	الألياف ٪
١	١٣٫٥٣	٠٫٣٠٦	٠٫١١	١٫٦٥	—
٢	١٣٫٢٤	٠٫١٧٩	٠٫١٨	٢٫٧٤	—
٣	١١٫٢٧	٠٫٣٢٥	٠٫١٢	١٫٩٣	—
٤	٩٫٨٦	٠٫١٦٦	٠٫١٢	٢٫٣٦	—
٥	٩٫٧٥	٠٫٢١١	٠٫٠٢	٢٫١٢٦	٠٫٣٧٧
٦	١١٫٧٨	٠٫١٩٢	٠٫١٦	١٫٧٠	٠٫٣٠٦
٧	١٣٫٣٠	٠٫٤١٥	٠٫٢٣	١٫٠٩٦	—
المتوسط	١١٫٨١	٠٫٢٥٦	٠٫١٣	٢٫٠٠٨	٠٫٣٤١

* بعض هذه العينات أخذ من شركة النشا والجلوكوز بمسطرد وبعضها من السوق .

جدول (٢) : تحليل نشا الأرز (على أساس الوزن الجاف)

رقم العينة*	الرطوبة ٪	الرماد ٪	الدهن ٪	البروتين ٪	الألياف ٪
١	١٣٫٨٨	٠٫٣٥٤	٠٫٢٤	٢٫٢٨	—
٢	١٣٫٣٤	٠٫٣٦٩	٠٫٠١	٣٫٥٣	٠٫٣٦٢
٣	٨٫٥١	٠٫٢٨٦	٠٫١٦	٢٫٦٨	—
٤	٩٫٦٣	٠٫٣٤٧	٠٫١٣	١٫٣٥	—
٥	٩٫١٠	٠٫٣٥٨	٠٫٣٦	١٫٧٧	٠٫٢٤٥
٦	٧٫٩٣	٠٫٤٩٣	٠٫٣٢	١٫٤٩	—
المتوسط	١٠٫٣٩	٠٫٣٦٨	٠٫٢٠	٢٫١٨	٠٫٣٠٣

* معظم هذه العينات أمكن الحصول عليها من شركة النشا والخميرة بالاسكندرية والباقى من السوق على فترات مختلفة وفى مواسم مختلفة.

جدول (٣) : تحليل نشا البطاطس (على أساس الوزن الجاف)

رقم العينة*	الرطوبة ٪	الرماد ٪	الدهن ٪	البروتين ٪	الألياف ٪
١	١٤٫٠٨	٠٫١٧٧	—	٢٫٠٦	—
٢	١٦٫٦٣	٠٫١٨٧	—	١٫١٧	٠٫٠٢٨
المتوسط	١٥٫٣٥	٠٫١٨٢	—	١٫٦١	٠٫٠٢٨

* هذه العينات أمكن تحضيرها معمليا لعدم وجودها بالسوق ولا يوجد بهذه العينات أى كمية من الدهون ، نظرا لاستخدام الكحول ٩٥ ٪ فى عمليات التجفيف أثناء تحضير النشا من البطاطس فى المعمل .

ويتبين من الجداول السابقة أن نسبة الرطوبة فى عينات النشا تتراوح من ٩,٧٥٪ إلى ١٣,٥٣٪ فى نشا الذرة ، بمتوسط قدره ١١,٨١٪ ، وتقل عنها نسبة الرطوبة فى نشا الأرز ومتوسطها ١٠,٣٩٪ ، بينما فى نشا البطاطس ترتفع عن ذلك بحيث تصل فى المتوسط إلى ١٥,٣٥٪ .

ومن الجداول السابقة يظهر اختلاف واضح فى النسب الأخرى للمكونات المصاحبة للنشا باختلاف النوع فى الصنف الواحد واختلاف الأصناف مع بعضها ، وعموما فإن نشا البطاطس يظهر فيه ارتفاع فى نسبة الرطوبة عن نشا الأرز والذرة ، وانخفاض ملحوظ فى نسبة الرماد والدهن والبروتين والألياف . أما نشا الأرز فقد أظهر ارتفاعا فى نسبة الرماد والدهن والبروتين عنه فى نشا الذرة .

(١) تحليل نسبة الأميلوز والأميلوبكتين فى أصناف النشا : يبين جدول (٤) نتيجة هذا التحليل .

جدول (٤)

النـــوع	نسبة الأميلوز ٪	نسبة الأميلوبكتين ٪
نشا الأرز	٢٣	٧٧
نشا البطاطس	٣٨	٦٢
نشا الذرة الأمريكى	٣٤	٦٦
نشا الذرة الشامى	٣٢,٥	٦٧,٥

ويتضح من الجدول السابق ارتفاع نسبة الأميلوبكتين فى الأرز عنه فى الأصناف الأخرى ، يليها نشا الذرة الشامى ثم الأمريكى ، بينما تزيد نسبة الأميلوز فى نشا البطاطس عنها فى باقى الأنواع الأخرى ، وأجريت هذه التجربة بالمعمل بعد عمل Standared Curve لعينة من الأميلوز النقى ١٠٠٪ والأميلوبكتين النقى ١٠٠٪ ومقابلة كل من الأصناف السابقة بهما

(٢) نسبة تركيز أيون الأيدروجين pH ورقم الحموضة لعينات النشا Acid Number : كما هو مبين بالجدول الآتى :

جدول (٥)

رقم العينة	تركيز أيون الأيدروجين	رقم الحموضة لكل ١٠٠ جم من العينة
(١) نشا الذرة :		
١	٦,٣٥	١٨,١٩
٢	٤,٩٠	٣٤,١٠
٣	٦,٧٠	١٣,٨٧
٤	٥,٩٠	٢٠,٤٠
٥	٦,٦٠	١٥,٤٤
٦	٦,٤٥	١٧,٠٥
٧	٤,٧٠	٢٠,٣٥
المتوسط	٥,٩٤	١٩,٩١
(٢) نشا الأرز :		
١	٦,٦٠	١٢,٢٢
٢	٨,١٥	٢,٣٣
٣	٤,٦٠	٣٢,٢١
٤	٥,٩٠	١٩,٤٦
٥	٦,٣٠	١٦,٠٠
٦	٦,٧٠	٢٢,٩٠
المتوسط	٦,٣٦	١٧,٥٢
(٣) نشا البطاطس :		
١	٤,١٠	٢٤,٥٧
٢	٦,٣٠	٩,٣٢
المتوسط	٥,٢٠	١٦,٩٤

ويلاحظ اختلاف تركيز أيون الأيدروجين pH فى العينات باختلاف عمليات النقع من حيث كمية السائل ومدة النقع ودرجة الحرارة ونوع المادة المضافة وتركيزها. ومن الجدول السابق يتضح أن العينات التى لها رقم حموضة عالية تكون منخفضة فى رقم تركيز أيون الأيدروجين لها . ويلاحظ أن أعلى رقم حموضة فى نشا الذرة وأقلها فى نشا البطاطس . أما تركيز أيون الأيدروجين فإن أعلى حموضة فى البطاطس وأقلها فى نشا الأرز .

(٣) الكثافة Density لعينات النشا : قدرت الكثافة لعينات النشا بواسطة السحاحة وبواسطة الدورق المعيارى على درجة حرارة الغرفة (٢٢°م) وفيما يلى نتيجة هذا التقدير (جدول ٦).

(جدول ٦)

النوع	الكثافة مقدرة بواسطة السحاحة مم سم٣	متوسط	الكثافة مقدرة بواسطة الدورق المعيارى (١٠٠سم) مم /سم٣	متوسط
نشا الذرة	أقل ١٫٥٣٨٤ أعلى ١٫٥٥٠٤	١٫٥٤٤٤	أقل ١٫٤٤٥٠ أعلى ١٫٤٥٤٠	١٫٤٤٩٥
نشا أرز	أقل ١٫٤٧١٠ أعلى ١٫٤٧٢٢	١٫٤٧١٦	أقل ١٫٤١٣٥ أعلى ١٫٤٦٦٢	١٫٤٣٩٨
نشا بطاطس	أقل ١٫٥١٥٦ أعلى ١٫٥١٥٩	١٫٥١٥٧	أقل ١٫٤٠٦٠ أعلى ١٫٤٣٥٠	١٫٤٢٠٠

(٤) أبعاد أطول وأقصر ضلع axis لحبيبات النشا المختلفة : (٥ حقل ميكروسكوبى × ٢٠ قراءة) موضحة بالجدول الآتى :

جدول (٧)

النوع	أطول ضلع (ميكرون)	أقصر ضلع (ميكرون)	متوسط (ميكرون)
نشا ذرة	٣٠	٥٫٦٢٥	١٥٫٦٢
نشا أرز	٩٫٣٧٥	٣٫٧٥٠	٦٫٧٥
نشا بطاطس	١٠٥	١٥	٤٥٫٤٨

(٥) تأثير المعاملات المختلفة على تخزين عينة النشا : أجريت هذه التجربة على نشا الأرز والذرة فقط باستخدام عينة مقابلة Control وذلك باستخدام اختبار الرائحة الحسية ورقم الحموضة ومدى التزنخ (اختبار كرايس للدهون) بعد نزع الدهن منها، وبعد نزع الدهن والرطوبة معا ، وبعد نزع الرطوبة فقط، مع إجراء هذه الاختبارات كل ١٥ يوما لمدة ثلاثة أشهر على التوالى لمعرفة مدى قدرة النشا فى تحمل التخزين على درجة حرارة الغرفة .

وقد اتضح أنه بإزالة الرطوبة باستخدام الحرارة تكون السبب الرئيسى فى سرعة فساد وتزنخ عينة النشا عنها فى المنزوعة الدهن أو المنزوعة الدهن والرطوبة معا ، كما أن سرعة الفساد تظهر أسرع فى نشا الأرز عنها فى نشا الذرة .

ثانيا — لزوجة عجائن النشا

يقصد بلزوجة عجائن النشا قياس مدى تماسك أو انسياب العجينة المصنوعة من النشا، سواء على الحالة السائلة أو الحالة الغروية. وقد تم قياس درجة اللزوجة بواسطة جهاز Hoppler Viscosimeter (وحدة القياس هى Centipoise). وقد أجريت هذه التجارب على نشا الذرة بتركيزات ١ ، ٢ ، ٣ ٪ وكل من هذه التركيزات عومل بدرجات حرارة مختلفة هى ٦٠°م ، ٧٠°م ، ٨٠°م ، ٩٨°م . وقد تم قياس هذه العينات على فترات مختلفة بعد عملية التحضير هى ٣ ، ٦ ، ٩ ، ١٢ ، ٢٤ ، ٤٨ ساعة لمعرفة مدى ارتفاع أو انخفاض اللزوجة فى هذه العينات خلال الفترات المختلفة . كما أجريت نفس التجارب السابقة على نشا الأرز ونشا البطاطس بنفس الظروف والتركيزات ودرجات الحرارة السابقة . كما أجرى تصوير لحالة حبيبة النشا على درجات الحرارة المختلفة لمعرفة مدى التغير فى شكلها وانفجارها وضياع النواة Hilum والتشقق Birefrengence . وتم تصوير هذه المراحل على درجات الحرارة المختلفة فى كل من نشا البطاطس والأرز والذرة ، ويتضح أنه كلما زادت درجة الحرارة زادت اللزوجة تحت نفس الظروف ، وكذلك الحال بالنسبة لتركيز النشا فى المحلول ، كذلك كلما زادت مدة التعتيق زادت اللزوجة إلى حد معين يختلف حسب نوع النشا والعوامل الثابتة الأخرى ، وتعتبر الدرجة التى يحدث عندها انفجار معظم حبيبات النشا هى العلامة المميزة لمعرفة نوع النشا .

كما تم أيضا دراسة تأثير بعض الكيماويات على التركيزات المختلفة لعجينة نشا الذرة بنفس الظروف السابقة مع قياس اللزوجة بعد عملية التحضير بـ ٣ ساعات و ٦ ساعات فقط ، وذلك لمعرفة استخدام النشا المعامل بالمواد الكيماوية كمادة لاصقة فى الصناعات غير الغذائية .

وقد أضيفت المواد الآتية بالتركيزات المدونة أمامها وذلك لكل ١٠٠ جرام عجينة (نشا بتركيز ٥ ٪ على درجة حرارة ٨٥°م لمدة دقيقة) : كبريتات الماغنيسيوم بتركيز ١ ، ٠,٥ ، ٠,٣ ، ٠,١٥ ، ٠,٧ جم ، وكبريتات الزنك بتركيز ١,٠ ، ٠,٧ جم ، وكلوريد الباريوم بتركيز ١,٠ ، ٠,٣ ، ٠,٧ جم ، وحمض الاستياريك بتركيز ١,٠ ، ٠,٣ ، ٠,٥ ، ٠,٧ جم ، والبوركس بتركيز ٠,٣ ، ٠,٠٥ ، ٠,٠٧ جم ، وفورمالدهيد (٣٥ — ٤٠ ٪) بتركيز ٠,٥ ، ١ سم ، و ص ا ند على درجات pH ٩ ، ١٠ ، ١١ .

وقد اتضح أن الفورمالدهيد يزيد من اللزوجة إذا ما قوبلت بالعينة المقابلة Control وأن إضافة ص ا ند على درجات pH مختلفة زادت من معدل اللزوجة بدرجة كبيرة بعد ٦ ساعات ، وكانت أحسن مادة كيماوية تساعد على زيادة اللزوجة هى حمض الاستياريك بتركيز ٠,٧ جم لكل ١٠٠ جم عجينة سائلة (مصنوعة من نشا بتركيز ٥ ٪ على درجة حرارة ٨٥°م لمدة دقيقة) ووصلت أقصى نسبة لارتفاع اللزوجة فى عجينة نشا بها كلوريد باريوم بتركيز ٠,٧ جم هى ٤٤٩٩,٤ Centipoises بعد ٣ ساعات ، وتنخفض انخفاضا سريعا بعد مرور ٦ ساعات من التحضير .

ثالثا — ظاهرة الرسوب والسيولة لعجائن النشا

أجريت هذه التجارب على كل من عجائن نشا الذره والأرز والدكسترين والصمغ الانجليزى لمعرفة مدى تأثير كل من حمض السالسليك والفورمالدهيد ومخاليط منهما بنسب مختلفة ، وكذلك تأثير حمض البوريك على هذه الظاهرة . وقد أوضحت النتائج أن مخاليط حمض السالسليك بتركيزات مختلفة والفورمالدهيد كانت فعالة فى منع هذه الظاهرة بالنسبة لعجائن نشا الذرة والأرز والدكسترين عنها فى حالة الصمغ الانجليزى ، وعلى العكس فقد كان حمض البوريك يكاد يكون عديم

الفاعلية فى منع هذه الظاهرة ، بينما كان حمض السالسليك فعالا فى حالة عجائن نشا الذرة والأرز ، أما الفورمالدهيد فقد ظهرت فاعليته بدرجة كبيرة عند استخدامه بتركيزات عالية .

والغرض من إجراء هذه الدراسة هو معرفة المادة الكيماوية المناسبة لمنع ظاهرة الرسوب فى عجائن النشا Set-Back of starch pastes والدكسترين والصمغ الانجليزى عند تحضيرها كمواد لاصقة منعا لرسوبها فى أوانى الصناعة بالمصانع واتخاذ العجينة اشكل الإناء مما يصعب معه إجراء عمليات التعبئة ، ولاستخدامها مستقبلا فى عمليات اللصق .

رابعا — صناعة الصمغ الانجليزى

هو عبارة عن نشا الذرة المعامل على درجات حرارة عاليه (٢٣٠°م) داخل أوان مزدوجة الجدران لمدة ٢ — ٣ ساعات، بعدها يتم تكسير سلسلة جزىء النشا إلى سلاسل صغيرة من الوحدات الأقل فى الوزن الجزيئى ، ويتغير اللون من الأبيض إلى البنى الفاتح ويسهل ذوبانه فى الماء مع وجود ظاهرة الصمغية فيه ، ويستخدم كمادة لاصقة ويعرف باسم الصمغ الانجليزى ، وقد تم الحصول على هذه العينات من شركة النشا والجلكوز بمسطرد ، وأجرى لحبيبات النشا تصوير تحت الميكروسكوب (قوة تكبير ١٢٠٠ مرة) لمراحل تحول النشا إلى صمغ إنجليزى على درجة حرارة ٢٣٠°م وذلك بعد ١ و ٢ و ٣ ساعات حيث ظهر بوضوح تغير شكل حبيبة النشا عن حالتها الطبيعية ، كما أن درجة الذوبان تزيد فى حالة الصمغ الانجليزى عنها فى النشا فهى تتراوح بين ١٦٪ وأكثر من ٥٣٪ ، وهذا المدى الكبير فى درجة الذوبان يرجع إلى عدم تماثل الناتج النهائى فى الصناعة كنتيجة لعدم ضبط خطوات الصناعة واعتمادها على المهارة الشخصية للصناع . كما أجرى للعينات المستخدمة فى البحث اختبار الحديدى سيانور Ferricyanide Number وكان يتراوح بين الرقم ٣,٨٦٠ إلى ١٢,٠٣٠ ، وهو يدل دلالة واضحة على اختلاف مدى الذوبان لعينات الصمغ الانجليزى فى الماء .

خامساً — استخدام نشا الذرة كمادة مالئة فى صناعة مسحوق الخبيز

يتركب مسحوق الخبيز من شقين حامضى وقاعدى ، والأول هو حمض الطرطريك والآخر هو بيكربونات الصديوم بنسبة ١ : ١ ، مع استخدام نشا الذرة كمادة مالئة ولمنع الرطوبة ، فضلا عن تخلله وفصله بين الحمض والقلوى لمنع التفاعل وخروج غاز ثانى أوكسيد الكربون . وقد أضيف النشا فى هذه التجربة بنسب مختلفة هى ١٠ و ١٥ و ٢٠ و ٢٥٪ وعينة مقابلة . وأجرى اختبار لمعرفة كمية ثانى أوكسيد الكربون الكلى والمتحصل عليه باستخدام جهاز Warburg . وقد تم تحضير هذه العينات فى المعمل مع إجراء هذه الاختبارات على عدة عينات من السوق لمعرفة مدى كفاءتها ونسبة الغش بها فى المواد المضافة إليها .

وبالتحليل اتضح انخفاض نسبة ثانى أكسيد الكربون المتحصل عليها فى عينات السوق عنها فى العينات بالمعمل ، كما لوحظ ارتفاع نسبة الرطوبة والرماد فى هذه العينات .

كما لوحظ أنه كلما زادت نسبة النشا زادت نسبة ثانى أكسيد الكربون المتبقى بعد عملية التخزين ، وأحسن نسبة لإضافة نشا الذرة إلى مسحوق الخبيز هى ٢٠٪ .

وأجرى التحليل الوصفى لعينات مسحوق الخبيز المأخوذ من السوق ، وقد ثبت منها وجود الفوسفات والطرطرات ونشا الذرة (كمادة مالئة) وذلك فى جميع العينات المأخوذة من السوق ، بينما وجد بالإضافة إلى ما سبق شق البيروفوسفات فى حوالى ٦٦٪ من العينات المختبرة .

* * *