

الفصل الثامن عشر

الأنزيمات وهضم المواد المختزنة

ان المواد المختزنة فى البزور والدرنات والجذور وغيرها من أعضاء النباتات هى فى الغالب مواد جامدة غير قابلة للذوبان وتلك مثل النشا والحبوب الألوورونية التى لا يمكن ازلتها من الخلايا المقفلة التى تحتوىها أو مركبات مثل الزيوت والدهون التى لا توافق الانتشار السريع بواسطة الانتشار الغشائى وان كانت سائلة .

ولا بد قبل امكان نقل هذه المواد المختزنة من الأنسجة ، التى هى مودعة فيها ، الى مراكز النمو التى يحتاج اليها فيها ، من هضمها أو تغيير صورتها الى مادة قابلة للذوبان سهلة التوزيع تستطيع التنقل فى المجارى العادية المهيأة لنقل الأغذية . ويظهر فى بعض الأحيان أن التغيير اللازم فى صورة المادة ناشئ من تأثير البروتوبلازم الحى تأثيرا مباشرا ؛ ولكن يحدث هذا التغيير فى كثير من الأحوال بواسطة الفاعلية (Activity) الكيماوية لمواد تسمى "انزيمات" (Enzymes) أو نحائرفرزها السيتوبلازم .

ويعرف من هذه الأنزيمات عدد عظيم ويستطيع مقدار قليل جدا من كل منها أن يغير صورة مقدار غير محدود من المادة التى تؤثره فيها دون أن يصيبها التغير أو النقص أثناء العملية . والأنزيمات لا تستطيع العمل على درجة من الحرارة منخفضة ويهلك أغلبها اذا سخنت محاليلها الى حوالى درجة ٧٠°

مئينية . فأما الدرجة التي تناسبها للقيام بعملها مناسبة تامة فهي بين ٣٠° و ٥٠° مئينية وأكثر ما تكون فاعليتها الكيماوية في الظلام . فأما تعريضها لنور وضاح فإنه يوقفها ويتلفها على التدريج .

٢ — واليك أهم الأثريمات الحادثة في النباتات :

(١) الأثريمات التي تغير الكربوهيدرات المختلفة غير القابلة للذوبان الى أنواع السكر .

(أ) ينتسب الدياستاز الى هذا الفريق وهو يؤثر في النشا ويحوّله في النهاية الى مالتوز (Maltose) والى جزء صغير من مادة صمغية الشكل تسمى "دكستين" (Dextrin) وذلك بعملية تحليل تدريجية مستمرة وتحدث صور أخرى من الدكستين في غضون العملية ولكن سرعان ما تنقسم الى مالتوز : وبعضها يعطى لونا أسمر ضاربا الى الحمرة اذا عومل باليود .

ويرى في النباتات نوعان من الدياستاز مختلفان اختلافا قليلا جدا . فالنوع الذي يعرف "بدياستاز الأفرز" (Diastase of Secretion) مهمته تحليل النشا في البزور النابتة وأخص ما يكون في البزور النابتة من الشعير والغلغل والنجيليات . وهذا النوع من الدياستاز الذي هو الانزيم الخاص الذي يوجد في المولت يأكل ما يكون في مادة حبوب النشا من الانخفاضات الشبيهة بالنقر قبل أن يذيبها .

ويفرز هذا الأثريم في بزور الفصيلة النجيلية (Graminæ) بواسطة الخلايا الأسطوانية المستطيلة المكونة للطبقة السطحية أى بشرة ذلك الجانب من قصعة الجنين التي تتصل بالاندوسبرم . ثم ينتشر الدياستاز بعد تكوّنه

بواسطة البشرة فى الاندوسبرم ويغير النشا الى مالتوز وهذا تمتصه القصعة وينقل الى النقط النامية من الجنين المتكشف .

وتسمى الأنواع الأخرى من الدياستاز "دياستاز الانتقال" (Diastase of Translocation) وهى أشيع انتشارا من دياستاز الافراز اذ توجد فى الأوراق والفراخ وغيرها من الأجزاء الخضرية من النبات وبواسطته يتغير النشا المتكوّن فى كلوروبلاستات الأوراق الخضراء أثناء النهار الى سكر بالليل .

ويوجد هذا النوع من الدياستاز فى كل أجزاء درنات البطاطس النابتة وهو يحوّل نشا الدرنة الى سكر ثم ينقل هذا المركب الى الفراخ التالية وتفرز أيضا مقادير قليلة من هذا الدياستاز بواسطة الطبقة الأورونية (Aleuron-layer) فى اندوسبرم حبوب الغلال عند الانبات . والدياستاز الثقلي يؤثر على درجة حرارة منخفضة أكثر من تأثير دياستاز الافراز ويذيب حبوب النشا دون سبق أكلها .

(ب) أثناء انبات حبوب الغلال يرى أن الجدر الخلوية من النسيج الأندوسبرمى ، الواقعة بالقرب من الجنين وبالقرب من الطبقة الأورونية ، مفككة ومدقوبة بواسطة فاعلية أنزيم يتبدى عمله قبل أن يتبدى الأنزيم الدياستازى فى اذابة النشا الموجود فى الحبة .

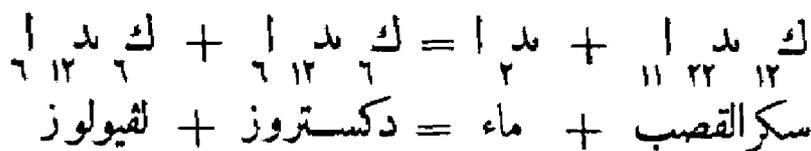
ويفرز بعض هذا الأنزيم المسمى "سايتاز" (Cytase) بواسطة بشرة القصعة ولكن أخص ما يفرز منه يكون بواسطة خلايا الطبقة الأورونية ويوجد أيضا فى فلقات البازلاء النابتة وفى اندوسبرم نوع من أنواع العائلة الراوندية (Polygonium) . ويظهر أن وظيفته فى هذه الأحوال التخلص من الجدر الخلوية حتى يسمح بجعل الانتشار أسهل فيكون تأثير الدياستاز أسرع فى مختزن النشا .

ويوجد الساييتاز أيضا في بزور البلح ويوجد غالبا في البزور النابتة من كل تلك النباتات التي يشتمل مخزن غذاء جنينها على جدر خلوية متخنة مركبة من الهميسلولوز (Hemicellulose) .

(٢) ويتغير الأنولين من المواد المخترنة الموجودة في درنات الطرطوفة الى لفيولوز عند الانبات بواسطة تأثير أنزيم يسمى "أنولاز" (Inulase) وقد سبق ذكر وجود هذا الأنزيم في بصلات بعض النباتات الزنبقية التي تشتمل على أنولين (Inulin) .

٣ — ومن المواد المخترنة الشائعة جدّ الشيوخ في عالم النبات مادة سكر القصب . وتشير التجارب الى أن هذه المادة لا تفيد وهي على هذه الصورة في تغذية البروتوبلازم تغذية مباشرة إلا قليلا وقد لا تفيد مطلقا على أنها تتغير بواسطة الأنزيم أثيرتاز أي الأثيرتين الى مخلوط من الدكستروز والفيولوز اللذين لهما قيمة غذائية مباشرة .

وفي النباتات الجذرية مثل بنجر السكر والجزر يرسل مقدار عظيم من المادة العضوية التي تصنع في الأوراق أثناء السنة الأولى من النمو الى الجذر ويخزن على صورة سكر القصب وهذه المادة المدخرة ينتفع بها أثناء السنة التالية لتوليد سوق جديدة وأزهار وبزور ولكن قبل انتقالها من الجذور الى مراكز النمو المتجدد يحلل الأنزيم أثيرتاز سكر القصب الى دكستروز ولفيولوز تبعا للعادلة الآتية :



هذه الصورة من التحلل فى مركب تحللا يشمل تثبيت عناصر الماء يسمى
 "اكتساب الماء" (Hydrolysis) أو "تحللا مكسبا للماء" (Hydrolic) .
 وهو من خواص فعل الأنزيمات كلها .

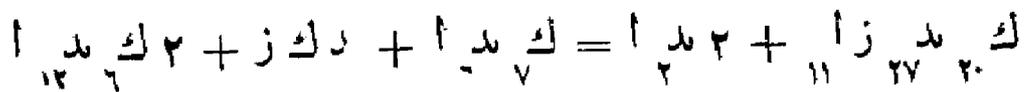
وقد وجد الأثر تاز فى أوراق النباتات الصغيرة وفى جذورها وفى حبوب
 اللقاح النابتة وفى غيرها من أجزاء النباتات حيث يوجد سكر القصب .

٤ - بعض المواد التى تعرف بالجلوكوسيدات تحدث عادة فى الأنسجة
 النباتية ولكن لا تزال حقيقة وظيفتها وقيمتها الغذائية للنبات غير مدركة تمام
 الإدراك على أنها تكتسب ماءً بتأثير الحوامض وبعض الأنزيمات فتصبح أنواعا
 نافعة من السكر وغيره من الأجسام ، تكون فى الغالب الدهيدات أو فينولات .

فأما السكر الذى ينتج فالغالب أن يكون دكستروز (جلوكوز) ومن هنا
 أطلق لفظ "جلوكوسيدات" (Glucosides) على مثل هذه المركبات .

وأحسن أمثلة هذه المركبات الأميجدالين (Amygdalin) الموجود فى كثير
 من النباتات الوردية والسنديجرين (Sinigrin) الذى فى الخردل وغيره من
 النباتات الصليبية والسالسين (Salicin) فى الصفصاف . وبعض المركبات
 القابضة الذائعة الانتشار فى كل أجزاء النباتات وتعرف "بالدباغ" أو "التنين"
 (Tannin) هى من الجلوكوسيدات أيضا .

ويتم تحلل الأميجدالين بواسطة الأنزيم أمولسين (Emulsin) ويحدث
 الدهيد بنزىنى وحمض البروسيك وجلوكوز تبعا للعادلة الآتية :



أميجدالين + ماء = الدهيد البنزين + حامض بروسيك + جلوكوز
ويتحلل الجلوكوسين سنجرين بواسطة الأنزيم ميروسين (Myrosin) .

٥ - ويوجد مقدار عظيم من المواد المختزنة في بزور الكتان والسلمج والخروع وغيرها من النباتات على صورة زيت أو دهن وأثناء انبات مثل هذه البزور يحدث تآدرت في الزيوت بواسطة قاعلية أنزيم يسمى "ليباز" (Lipase) ويظهر أن نتائج التحلل في هذه الأحوال بعد درسها درسا دقيقا هي حوامض دهنية سائبة وجليسرين ولا يدري الى أى حال ينتهى أمر هذه الحوامض . أما الجليسرين فيحتمل أنه يتغير الى أى شكل ما من أشكال السكر التي تنتقل في أنسجة الجنين وهو ينمو حيث ينقلب بعضه حبوبا نشوية تدخر مدة قليلة .

٦ - ويوجد في النباتات فريق آخر من الأنزيمات به يتآدرت مختلف أنواع البروتيدات غير القابلة للذوبان أو للانتشار الى بروتيدات أبسط منها تركيبا قابلة للانتشار تسمى "پبتونات" (Peptones) ويصحب هذه البروتيدات البسيطة مقدار ما من الأميدات (Amides) .

وليست التغيرات الكيماوية التي تحدث للبروتيدات في انتقالها من مكان الى مكان في باطن أنسجة النباتات واحدة في كل الأحوال بل انما البروتيدات المختزنة تصير في كثير من البزور قابلة لانتفاع الجنين بها بواسطة فعل نحائر تراپتيكية (Tryp) فاذا ابتداء الانبات تحللت البروتيدات (غير القابلة للذوبان البطيئة الانتشار) في الفلقات وفي الأندوسبرم الى پبتونات قابلة للذوبان والى واحد أو أكثر من الأميدات كالأسباراجين والليوسين أو التايروسين وهي التي تنتقل بسهولة الى مختلف أجزاء الجنين النامى الذى يحتاج الى غذاء

تروجينى . وترى الأنزيمات أيضا فى الأوراق والسوق والأثمار المتكشفة
فى كثير من النباتات حيث تسهل سرعة انتقال البروتينات فى هذه الأعضاء .

وتتوقف القوة التى للنباتات الطفيلية والسبروفيتية ، لامتصاص النشا
والبروتينات ومواد عضوية أخرى من نباتات غيرها واستخدام ذلك كغذاء
لها ، على قدرتها على افراز أنزيمات دياستازية وغير دياستازية .

ومن أنواع الفطر الطفيلي ما يخرق أنسجة النباتات التى يغشاها بافراز أنزيم
قادر على اذابة الجدر الخلوية الحائلة دونه .

والظاهر أن انتاج الكؤولات من السكر بواسطة خميرة أليسته (Yeast)
يحدث بواسطة أنزيم يسمى "زايماز" (Zymase) موجود فى خلايا نبات
أليسته . وبعض التغيرات الكيماوية التى تحدثها البكتيريات هى نتائج فعل
الأنزيمات التى تفرزها هذه الكائنات العضوية .

تحج ١٢٧ : استنبت بعض بزور من الشعير على ورقة نشاف رطبة فاذا بدرت الريشة فذق
طعم الأندوسبرم وقارن حالوته بحلاوة برة منقوعة غير مستنبتة .
وقارن طعم المولت بطعم حبوب الشعير العادى .

تحج ١٢٨ : هيء عجينة رقيقة القوام من النشا ومحلول من دياستاز مولتى كما هو مبين (فى تحج ٨٠) .
املا أنبوتين من عجينة النشا المذكورة وصب فى احدهما مقدارا من محلول الدياستاز
وفى الثانية بعضا من المحلول بذاته بعد غايه ثلاث دقائق وتبريده واجمى باليود عن وجود النشا
فى كلتا الأنبوتين كل خمس دقائق كما نص فى (تحج ٨٠) .

كيف كان تأثير غل محلول الدياستاز ؟