

## دراسة فعالية إنزيم الانفرتيز ومحتوى السكريات في ثمار نخيل التمر *Phoenix dactylifera L.*

صنف الخصاب

خير الله موسى عواد الجابري

مركز أبحاث النخيل

جامعة البصرة

البصرة-العراق

### الخلاصة

أجريت الدراسة في مركز أبحاث النخيل والتمور /جامعة البصرة خلال موسم ٢٠٠٤ لتحديد فعالية إنزيم الانفرتيز والسكريات الأحادية والسكروروز خلال مراحل نمو ونضج ثمار النخيل صنف الخصاب (الجمري والخلال والرطب). بينت الدراسة إن أعلى فعالية إنزيمية لإنزيم الانفرتيز ظهرت في مرحلة الخلال وبلغت (٤٤٤,٣٦ وحدة/كغم ثمار) إما اقل فعالية إنزيمية سجلت في مرحلة الجمري وبلغت (٢٠٤,٥٧ وحدة/كغم ثمار). بينما سجلت أعلى نسبة من السكريات الأحادية (كلوكوز وفركتوز) في مرحلة الرطب وبلغت (٤٩,٢٤) وأدناها في مرحلة الجمري وبلغت (١٣,٨٧). وسجلت أعلى نسبة للسكريات الثنائية (السكروروز) في مرحلة الخلال إذ بلغت (٤٨,٣٨) بينما لم تختلف مرحلة الجمري معنويا عن مرحلة الرطب.

### المقدمة

تعد نخلة التمر *Phoenix dactylifera L.* من أشجار الفاكهة المهمة كونها مصدرا مهما في التجارة والصادرات الزراعية فضلا عن القيمة الغذائية العالية لثمارها (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ١٩٩٥) ويوجد ما يقارب الـ ٦٠٠ صنفاً من أصناف نخيل التمر ومن هذه الأصناف صنف الخصاب الذي يعد من الأصناف النادرة (مطر، ١٩٩١). وهذا الصنف من الأصناف متأخرة النضج (البكر، ١٩٧٢). وتحتوي ثمرة النخيل على العديد من المركبات الكيميائية ومن أهمها السكريات التي تشكل نسبة كبيرة قد تصل الى ٤٥% كما في ثمار الزهدي (البكر،

(١٩٧٢) وتوجد السكريات بنوعين هما السكريات الثنائية (السكروز) والذي يمثل المادة الخاضعة التي يعمل عليها إنزيم الانفرتيز ويحولها إلى النوع الثاني وهي السكريات الأحادية (الكلوكوز والفركتوز) (Hasegawa & Smolensky; ١٩٧٠) وان التسمية النظامية لهذا الأنزيم EC ٣,٢,١,٢٦ والذي يوجد بشكل واسع في الكائنات الحية الراقية (حيوانات ونباتات) ويحفز تحلل السكروز مائياً إلى كلوكوز وفركتوز (Al-Bakir & Whitaker; ١٩٧٨) ويعد هذا الإنزيم من إنزيمات النضج أي إن نشاطه يؤثر كثيراً في سرعة نضج الثمار (الباقر وجماعته، ١٩٨٨) وتوجد عدة أنواع من إنزيم الانفرتيز منها الحرة (التي تكون قابلة للاستخلاص بالمحاليل المنظمة) وأخرى مرتبطة أو ملتصقة (غير قابلة للاستخلاص بمحاليل المنظمة) (Sakri *etal*; ١٩٧٥) ونظراً لتأخر موعد نضج ثمار صنف الخصاب ولما لإنزيم الانفرتيز وفعاليتها أهمية في سرعة نضج الثمار فقد أجريت هذه الدراسة بهدف تتبع فعالية هذا الإنزيم خلال ثلاث مراحل من مراحل نمو ونضج ثمار صنف الخصاب هي الجمري والخلال والرطب وتقدير محتوى الثمار من السكريات.

### مواد وطرائق العمل

أجريت الدراسة في مركز أبحاث النخيل والتمور /جامعة البصرة خلال الموسم ٢٠٠٤، تم جمع عينات ثمار من أربعة أشجار من صنف الخصاب من إحدى بساتين محافظة البصرة قضاء أبو الخصيب /محولة الزهير وذلك خلال ثلاث مراحل هي الجمري وذلك في شهر تموز والخلال في شهر آب والرطب وذلك في شهر أيلول. تم تجميد الثمار لحين إجراء الاختبارات عليها.

#### ١- استخلاص إنزيم الانفرتيز

##### أ- المحاليل:

\*محلول رقم (١) محلول ٠,٠٦ مولر ملح حامض الاسكوريك pH=٧,٥.

\*محلول رقم (٢): محلول ٠,٢٥ مولر فوسفات الصوديوم الثلاثية  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  - ٠,٠٦ مولر

ملح حامض الاسكوريك PH=٧,٥ .

##### ب- طريقة الاستخلاص:

سحقت الثمار المجمدة المنزوعة النوى مع محلول رقم (١) بنسبة ١:٥ باستخدام خلاط كهربائي (Blender) لغاية التجانس ورشحت خلال ورق ترشيح نوع Whatman No.١ تحت التفريغ وغسل الراسب المتبقي بواسطة (١٠٠) مل من محلول رقم (١) ومزج الراسب المغسول مع محلول رقم (٢) بنسبة الاستخلاص ذاتها كما سبق وصفه واستخدم الراشح في تقدير الفعالية الإنزيمية.

## ٢-تقدير الفعالية الإنزيمية

### أ-تحضير المحاليل

\*محلول رقم (١) ويحضر بإذابة (١١,٦٦) غم من فوسفات البوتاسيوم الثنائية ( $KH_2PO_4$ ) مع (٢,٥٨) غم من فوسفات الصوديوم الأحادية ( $NaHPO_4$ ) ويذاب الخليط في لتر من الماء المقطر.

\*محلول رقم (٢): ويحضر بإذابة (٦٨,٤٨) غم من السكروز ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) في محلول رقم (١) وسخن المزيج عند درجة ( $60^\circ$ ) لمدة خمسة دقائق ثم يحفظ المحلول في قنينة معتمدة.  
\*محلول رقم (٣) يذاب (٣٦٣,٤٢) غم من Tris hydroxy methyl aminomethan في الماء المقطر وبعد تعديل الـ pH إلى ٧,٥ أكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر.

### ب-طريقة الاختبار

١- يأخذ (٥) مل من محلول رقم (٢) وحضن في حمام مائي على درجة حرارة ( $40^\circ$ ) لمدة (٢٠) دقيقة.

٢- يضاف إلى كل أنبوبة (٥) مل من المستخلص الإنزيمي وترج جيدا ويحضن في حمام مائي على درجة حرارة ( $40^\circ$ ) لمدة (٢٠) دقيقة. وهذا يمثل بداية التفاعل.

٣- يضاف إلى كل أنبوبة (٠,٥) مل من محلول رقم (٣) مع المزج الجيد.

٤- قراءة الامتصاص الضوئي على طول موجي قدرة ٥٢٠ نانوميتر باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer.

تم تحضير المحلول الصفري (Blank) بنفس الطريقة ما عدا إضافة (٥) مل من محلول رقم (١) بدلا من المستخلص الإنزيمي (الخطوة ٢).

ومن القراءات الناتجة يمكن تطبيق المعادلة التالية

$$\text{Invertase Activity (u/kg date)} = E 520 \times 10^4 \times 6 \times 0.05 \times 0.4925$$

الطريقة أعلاه معتمدة من Siegnthalter (١٩٧٧) مع بعض التحوير المعتمد من إبراهيم والجابري (٢٠٠٢).

قدرت السكريات الكلية والمختزلة اعتمادا على Lane & Eynon (١٩٧٥) A.O.A.C. استخدم التصميم العشوائي الكامل C.R.D. وكررت الوحدات التجريبية أربعة مرات واختبرت معنوية الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار اقل فرق معنوي L.S.D. تحت مستوى احتمال (٠,٠١) (الراوي وخلف الله، ١٩٨٠).

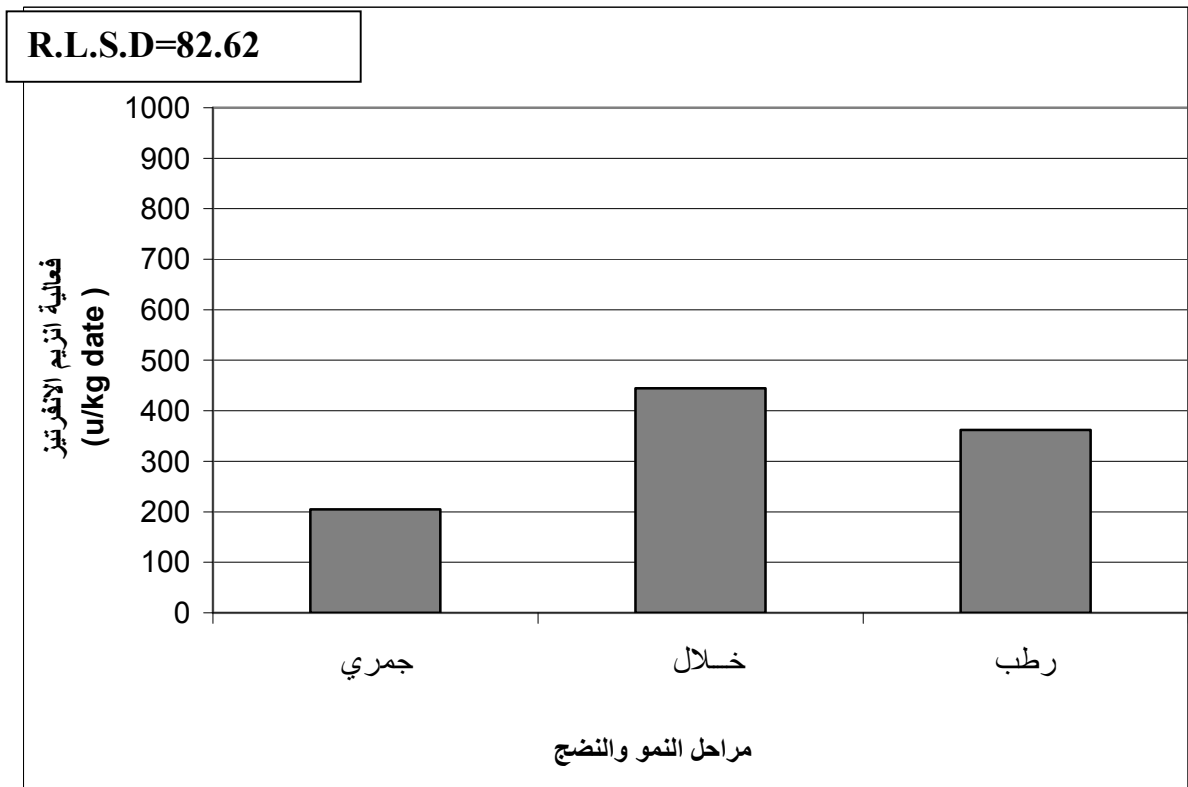
### النتائج والمناقشة

يبين الشكل (١) فعالية إنزيم الانفرتيز خلال ثلاث مراحل من نمو ونضج ثمار النخيل صنف الخصاب إذ يلاحظ إن أعلى فعالية إنزيمية ظهرت في مرحلة الخلال بواقع (٤٤٤,٣٦ وحدة/كغم ثمار) والتي تفوقت معنويا على مرحلتي الرطب والجمري اللتان سجلتا ما نسبته (٣٦٢,٢ و ٢٠٤,٥٧ وحدة/كغم ثمار) على التوالي.

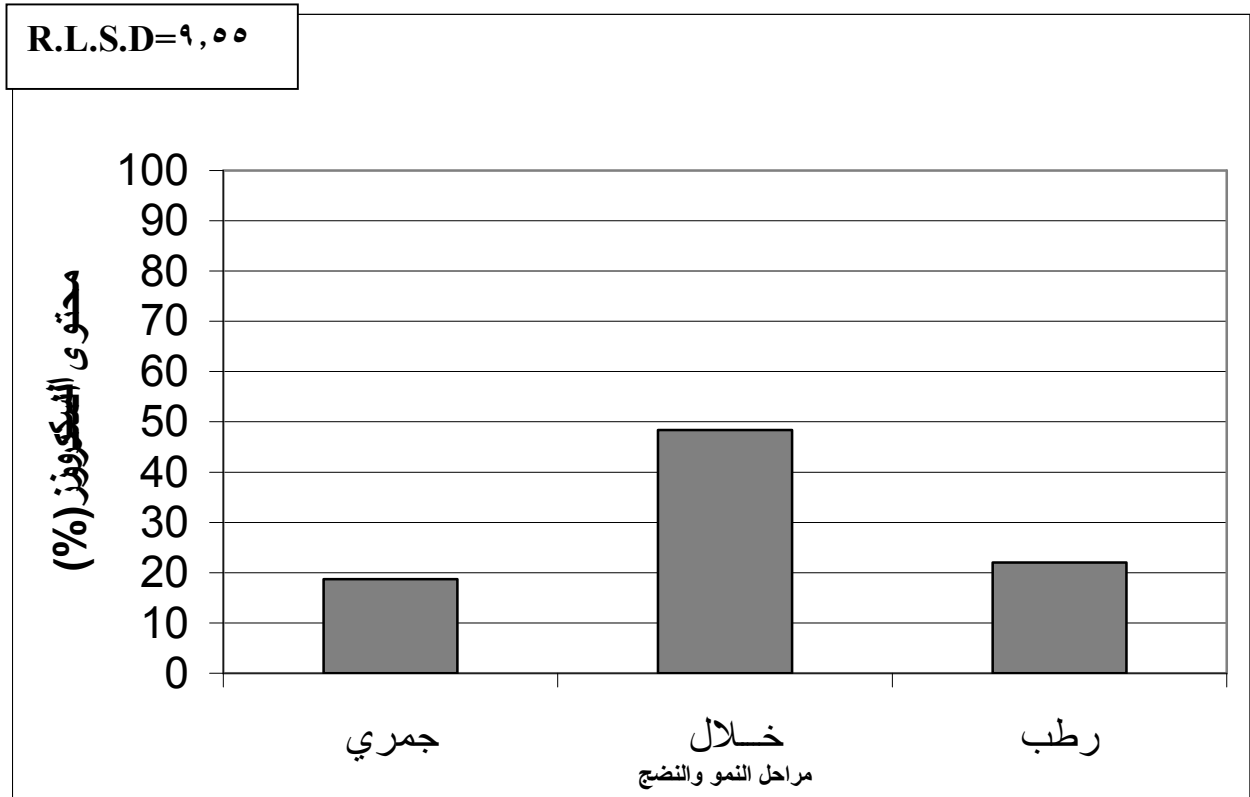
إن نشاط إنزيم الانفرتيز يبدأ مع بداية مرحلة الخلال ويصل ذروته في نهايتها حث يبدأ تحول الثمار إلى مرحلة الرطب (Al-Bakir & Whitakre; ١٩٧٨)، وان من أهم أسباب زيادة نشاط هذا الإنزيم هو ارتفاع تركيز السكروز الذي يعد المادة الخاضعة التي يعمل عليها إنزيم الانفرتيز ومن المعروف إن زيادة تركيز المادة الخاضعة يؤدي إلى زيادة فعالية ونشاط الإنزيم (ال فليح، ١٩٨٨). ويلاحظ ارتفاع تركيز السكروز في مرحلة الخلال في ثمار صنف الخصاب من خلال شكل (٢) حيث نلاحظ ارتفاع تركيز السكروز في مرحلة الخلال وبشكل معنوي عن مرحلتي الرطب والجمري حيث سجل في مرحلة الخلال (٤٨,٣٨) بينما لم تختلف مرحلة الرطب معنويا عن مرحلة الجمري. وقد يكون سبب ارتفاع فعالية الإنزيم في مرحلة الخلال هو تحول الصورة غير ذائبة أو المرتبطة (التي تكون ملتصقة بجدران الخلايا ولا يمكن استخلاصها بالمحاليل المنظمة) منه إلى الصورة الذائبة أو الحرة (التي يمكن استخلاصها بالمحاليل المنظمة) (Sakri et al; ١٩٧٨). وأكد (Hasegawa and Smolensky; ١٩٧٠) إن

الثمار الناضجة تحتوي على الانفرتيز الذائب وغير الذائب بينما تحتوي الثمار غير الناضجة على الانفرتيز غير الذائب. ويبين الشكل (٣) إن نسبة السكريات الأحادية (المختزلة) سجلت أعلى نسبة في مرحلة الرطب وبفارق معنوي عن مرحلتي الجمري والخلال إذ بلغت نسبة السكريات الأحادية في مرحلة الرطب ٤٩,٢٤% بينما سجلت نسبتها في مرحلة الخلال ٢٢,٢٣% وفي مرحلة الجمري ١٣,٨٧%.

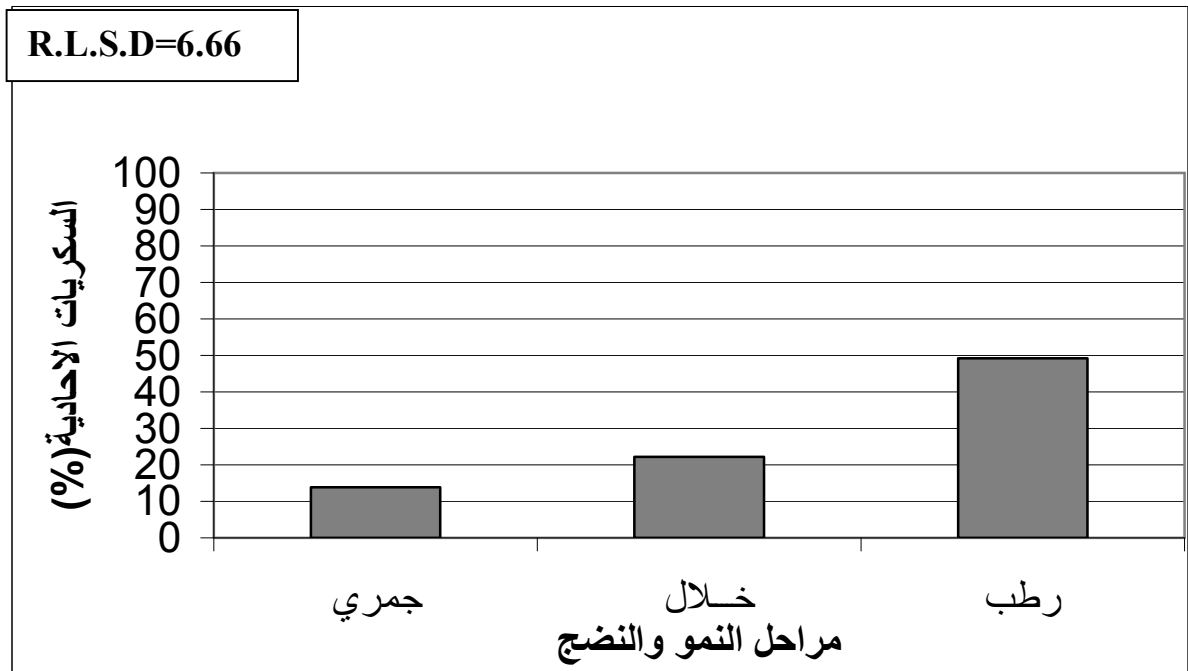
بشكل عام نلاحظ إن فعالية إنزيم الانفرتيز تكون أقل من فعاليته في بقية الأصناف وهذا يفسر إلى حد ما تأخر نضج ثمار صنف الخصاب حيث يعد إنزيم الانفرتيز من إنزيمات النضج المهمة (Hasegawa & Smolensky; ١٩٧٠) مع البولي جاكثويورنيز (Hasegawa *et al*; ١٩٦٩) والسيلوليز (Hasegawa & Smolensky ; ١٩٧١).



شكل (١) فعالية إنزيم الانفرتيز (u/kg date) في ثمار النخيل صنف الخصاب خلال مراحل نمو مختلفة



شكل (٢) محتوى ثمار النخيل صنف الخصاب من السكروز (%) خلال مراحل نمو مختلفة



شكل (٣) محتوى ثمار النخيل صنف الخصاب من السكريات الأحادية (%) خلال مراحل نمو مختلفة

### المصادر

- \* إبراهيم، عبد الباسط عودة والجابري، خير الله موسى عواد (٢٠٠٢) تأثير عملية التكييس في فعالية إنزيم الانفرتيز في ثمار أربعة أصناف من نخيل التمر *Phoenix dactylifera L.*، مجلة البصرة لأبحاث نخلة التمر المجلد (٢) العدد (١) ص: ٢١-٢٩.
- \* الباقر، علاء يحيى وإبراهيم، ثريا خليل وعبد علي، مثال احمد (١٩٨٨)، تأثير تكييس تمور الزهدي على فعالية إنزيمات الانفرتيز والبولي جالاكتويورنيز والسيلوليز. مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية، المجلد (٧) العدد (١) ص: ٢٠١-٢١٦.
- \* البكر، عبد الجبار (١٩٧٢)، نخلة التمر ماضيها وحاضرها والجديد في زراعتها وصناعتها وتجاريتها، مطبعة العاني-بغداد، ١٠٨٥ صفحة.
- \* ال فليح، خولة محمود احمد (١٩٨٨) الكيمياء الحياتية، جامعة الموصل، ٤٢٦ صفحة.
- \* الراوي، محمود خاشع وخلف الله، عبد العزيز محمد (١٩٨٠) تصميم وتحليل التجارب الزراعية، مطبعة جامعة الموصل. ٤٥٨. صفحة.
- \* مطر، عبد الأمير (١٩٩١) زراعة النخيل وإنتاجها، مطبعة جامعة البصرة، ٤٢٠ صفحة.
- \* المنظمة العربية للتنمية الزراعية (١٩٩٥) وثيقة المشروع القومي لتطوير زراعة الأشجار المثمرة ووقايتها في الوطن العربي، الخرطوم-جامعة الدول العربية.
- Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. (1975) edt.12 .
  - Al-Bakir,A.Y. and J.R. Whitaker(1978)purification and characterization of invertase from dates (*Phoenix dactylifera L.*)var.Zahdi, J.Food Biochem.2,pp:133-160.
  - Hasegawa,S. V.P.Maier; H.P. Kaszyeki and J.K. Crawford(1969).polygalacturanse content of date and it is relation to maturity and softness, J.Food Sci.:34pp:527-529.
  - Hasegawa,S., and D.S.Smolensky(1970).Date invertase properties and activity associated with maturation and quality, J.Agric food.chem.18(15)pp:902-904.

- Hasegawa,S. and D.C.Smolensky(1971).Cellulase in dates and its role in fruit softness,J.Food sci.36pp:966-967.
- Sakri,F.A.,N.D.Benjamin and N.J.Enwia(1975).Relationship to invertase activity sucrose content in date fruit during different stage.Tich-Bull.No.2/75.palm and Date Res.Cent.Baghdad-Iraq.
- Siegnthalter,D.L.(1977).Eine eiache rashe method zur bestimmung der -Glucosidase (sacchrase)in hony.Mitt. Gebiet lebensum.Hug. 68:251-258.



**STUDY OF INVERTASE ENZYMATIC ACTIVITY AND SUGARS CONTENT IN DATE PALM *Phoenix dactylifera* L. KHESAB variety**

**KHEARALLAH MOUSSA AWAD AL-JABARY  
DATE & PALM RESEARCH CENTER  
BASRAH UNIVERSITY  
BASRAH-IRAQ.**

**Summary**

This study was carried out in Date Palm Research Center /Basrah University During cultivation season 2004, to evaluate invertase enzyme activity and sugars content during the growth and maturation stages in date palm fruits Cvs. Khasab (Chemri, Khalal and Rutab).

The result showed that the high enzymatic activity was found in khalal stage was (444.36) (u/kg date) , while the lower enzyme activity was found in chemri stage which was (204.54)(u/kg date).The fruit in Rutab stage contained a high percentage of reducing sugar where was (49.24)and a lowest contained of reducing sugar recorded in Chemri stage was (13.87). Khalal stage contained a high percentage of sucrose (48.38) while the Rutab and Chemri stages had no significant difference than in sucrose content.