مجلة البصرة للعلوم الزراعية، المجلد 28 (1)،50-61،2015

بعض التغيرات الفسيولوجية خلال نمو ثمار السدر *Ziziphus* spp. صنفي التفاحي والبمباوي وتطورهما

عمر عامر إبراهيم و مؤيد فاضل عباس

قسم البستنة وهندسة الحدائق، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق

المستخلص: أجريت هذه التجربة في أحد البساتين الأهلية في منطقة الهارثة، البصرة، خلال موسم النمو 2010-2011، وذلك بهدف معرفة بعض التغيرات في الصفات الفسيولوجية (الوزن الطازج للثمرة ، فعالية أنزيمي الأنفرتيز و السليليز، وكذلك التغيرات في مستويات البروتين الذائب والأحماض الأمينية الحرة) خلال نمو ثمار السدر صنفي البمباوي و التفاحي وتطورهما، وقد أستخدم تصميم القطاعات تامة التعشية، وبثلاث مكررات، وقد حللت النتائج باستخدام تحليل التباين وقورنت الفروق بين المتوسطات حسب اختبار أقل فرق معنوي معدل على مستوى احتمال 5 % وكانت نتائج الدراسة كالآتي: أوضحت الدراسة أن ثمار السدر صنفي بمباوي وتفاحي قد سلكت في نموها وتطورها منحنى النمو الأسي المزدوج، مع اختلاف في طول مرحلة النمو البطيء، حيث بلغت أربعة أسابيع في ثمار صنف التفاحي وستة أسابيع في ثمار صنف البمباوي ، وقد كان وزن الثمار الطازج في صنف التفاحي أعلى منها في ثمار صنف البمباوي. كانت فعالية أنزيم الأنفرتيز متماثلة في ثمار كلا من الصنفين من السدر، حيث كانت منخفضة في المراحل الأولى لنمو الثمار، ثم ازدادت مع تقدم الثمار باتجاه النضج، وبعد ذلك حدث انخفاض في فعالية إنزيم الأنفرتيز مع دخول الثمار في مرحلة تجاوز النضج لكلا من الصنفين. أما نشاط أنزيم السليليز، فقد كان هناك اختلاف في موعد تسجيل فعاليته في ثمار كلا من الصنفين ، حيث كانت فعاليته في ثمار التفاحي عالية بوقت مبكر، مقارنة بثمار صنف البمباوي، إلا أن الفعالية هبطت بشكل كبير مع دخول الثمار في مرحلة تجاوز النضج في ثمار كلا الصنفين. أما مستويات الأحماض الأمينية الحرة ، فقد كانت عالية في المراحل الأولى لنمو كلا الصنفين، وازدادت الى أن وصلت الى أعلى قيمة لها عند الأسبوع العاشر بعد عقد الثمار في ثمار صنف التفاحي، والأسبوع الثاني عشر بعد عقد الثمار في ثمار البمباوي، ثم حدث هبوط في مستوياتها مع دخول الثمار في مرحلة النضج. أما بالنسبة للبروتينات الذائبة، فقد كانت مستوياتها قليلة في المراحل الأولى لنمو الثمار، ثم ازدادت مع تقدم الثمار في النمو، ووصلت الى أعلى قيمة لها عند الأسبوع الثاني عشر والرابع عشر بعد عقد الثمار في صنفي البمباوي والتفاحي على التوالي، بعدها حدث هبوط في مستويات البروتينات الذائبة مع دخول الثمار في مرحلة النضج النهائي.

الكلمات الدالة: البروتين الذائب، الأحماض الأمينية الحرة، إنفرتيز، ثمار السدر، سليليز.

المقدمة

يعود نبات السدر *Ziziphus* sp. الذي يسمى باللغة الانكليزية Jujube or Ber الى العائلة Rhamnaceae والى الجنس *Ziziphus* الذي يحتوي على أكثر من 100 نوعاً من النباتات التي تنمو في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية والمعتدلة من العالم (32). ويعتقد إن الموطن الأصلي لنبات السدر جنوب وجنوب شرق آسيا، خصوصا في المناطق الممتدة من الهند الى ماليزيا (35). ومما لاشك فيه أن لنبات السدر الذي هو احد نباتات الجنة، حيث ورد ذكره في القران الكريم، له أهمية اقتصادية ودوائية ومنافع أخرى عديدة، فثمار السدر تمتاز بأنها ذات قيمة غذائية عالية، نظرا لمحتواها العالي من فيتامين ج (C)، وكذلك الكارتنويدات ، كما تحتوي تراكيز جيدة من السكريات، ولأشجاره استخدامات عديدة (8 ; 44 ; 14).

وفي العراق توجد أربعة أنواع رئيسية من السدر هي *Z. nummularia* L. و *Z. jujube* Lamk إضافة الى النوعين *Z. mauritiana* Lamk و *Z. spina-christi* إلا إن الأنواع الأكثر انتشارا وأهمية من

الناحية الاقتصادية هما النوعين الأخيرين. هناك العديد من الأصناف الزراعية cultivars للسدر التي تنتشر زراعتها في العراق ، وخصوصا المنطقة الجنوبية، أهمها الصنفان الزيتوني والتفاحي العائدان للنوع *Z. mauritiana* Lamk. وكذلك الصنفان الزراعيان الملاسي والبمباوي اللذان يعودان الى النوع *Z. spina–christi* (L.) wild (3 ، 8 ، 4). ولقد زاد الاهتمام بزراعة السدر على نطاق عالمي نظرا لكونه من أشجار الفاكهة غير المستغلة كما هو مثالي للزراعة في المناطق الجافة وشبه الجافة (33). وهناك العديد من الدراسات التي أجريت في العراق على ثمار السدر، وقد شملت هذه الدراسات التطور الفسيولوجي للثمار والقابلية الخزنية لها، إضافة الى دور الهرمونات النباتية في تطور الثمار وكذلك التطور الجنيني للثمار وتركيز بعض العناصر المغذية الكبرى في الأوراق والثمار (3 ، 5 ، 6 ، 9)، كما أجريت دراسة على الإكثار الدقيق للسدر (2) وكذلك تأثير المعاملة بالأوكسين نفثا لين حامض الخليك على الصفات الفيزيائية والكيميائية للثمار (7). ولم يتم العثور عند مراجعة المصادر المتوفرة على أي دراسة على أشجار السدر تتضمن التغيرات في فعالية إنزيمي الأنفرتيز والسليليز خلال نمو وتطور الثمار، إن التغيرات في فعالية إنزيم الأنفيرتيز لها علاقة وثيقة بالتغيرات التي تحدث في السكريات خلال نمو وتطور الثمار وبالتالي التأثير في نوعية الثمار و قوامها ونكهتها، أما إنزيم السليليز فهو يلعب دورا مهما وأساسيا في عملية ليونة الثمار خلال النضج، حيث أنه يقوم بالتحلل المائي للسليلوز، مما يؤثر في صلابة الثمار ونوعيتها، أما الأحماض الأمينية الحرة والبروتين الذائب فهما أيضا تمت دراستها لأول مرة في هذا البحث نظرا لارتباطها المباشر مع نشاط وعمل الأنزيمات وعملية التنفس والعمليات الفسيولوجية الأخرى المرافقة لنمو الثمار ونضجها. وعلى ضوء ما تقدم، فقد أجريت التجربة الحالية على ثمار السدر صنفي البمباوي والتفاحي والتي تضمنت مايلي:

1- التغيرات في فعالية إنزيمي الأنفيرتيز و السليليز خلال نمو الثمار وتطورها.

2- التغيرات في الأحماض الأمينية الحرة والبروتين الذائب أثناء نمو وتطور الثمار.

4- دراسة علاقة التغيرات أعلاه مع التغيرات في بعض النواحي الفسيولوجية خلال نمو الثمار وتطورها.

المواد وطرائق العمل

أجريت هذه التجربة في احد البساتين الأهلية في منطقة الهارثة في محافظة البصرة خلال موسم النمو 2010 / 2011 حيث تم انتخاب ثلاثة أشجار من السدر ولكلا الصنفين (التفاحي والبمباوي) وكانت الأشجار متجانسة من حيث العمر إذ كانت بعمر عشر سنوات تقريبا، والنمو الخضري قدر الإمكان وأجريت لها كافة عمليات الخدمة الزراعية المعتادة. وقد تم تعليم الأشجار بالكتابة عليها، ثم أخذت عينات عشوائية للثمار كل أسبوعين ابتداءً من الأسبوع الثاني بعد اكتمال العقد (1 / 11 / 2010) وحتى النضج التام لتستعمل في القياسات التجريبية اللاحقة.

القياسات التجريبية

1- منحنى نمو الثمار

2- التغيرات في فعالية أنزيمي الأنفرتيز والسليليز

3- التغيرات في الأحماض الأمينية الحرة والبروتين الذائب.

تم حساب وزن الثمرة الطري لكلا الصنفين وذلك بأخذ 10 ثمار عشوائية من كل مكرر باستعمال ميزان حساس ثم حُسب معدل الوزن الطري للثمرة الواحدة بوحدة الغرام وذلك بقسمة المجموع على العدد الكلي للثمار.

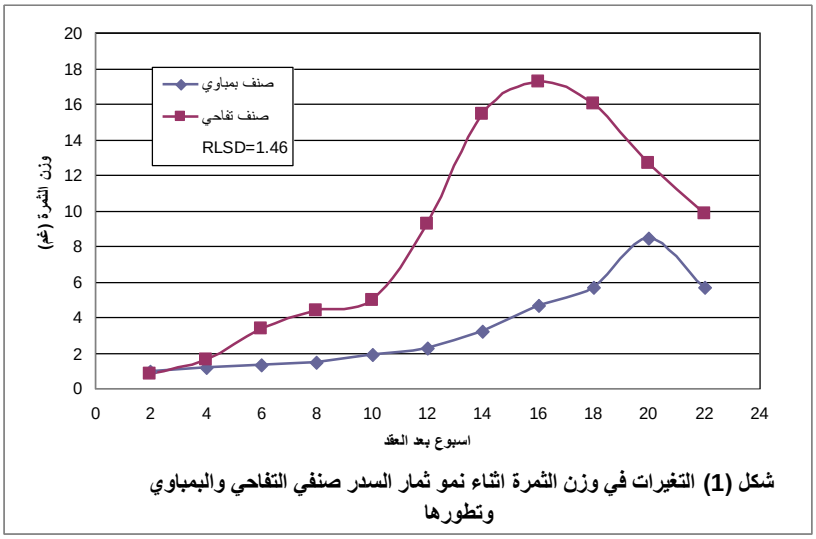
تم اختيار فعالية أنزيم الانفرتيز بأخذ 5 مل من محلول السكروز وهي المادة الخاضعة للأنزيم في أنبوبة الاختبار وحضن لمدة 5 دقائق عند درجة حرارة 35 م. بعد ذلك أضيف لكل أنبوبة 0.5 مل من المحلول الأنزيمي وبعد رج الأنابيب جيداً وضعت في حمام مائي على درجة 35 °م مدة 20 دقيقة .بعدها أضيف لكل أنبوبة 0.5 مل من محلول دنس، بردت الأنابيب

بالماء البارد ثم حسب امتصاص الطيف لكل عينة في جهاز المطياف الضوئي بطول موجي 540 نانوميتر. بالطريقة نفسها تم تحضير المحلول الصفري إذ أضيف 0.5 مل من محلول منظم الفوسفات بدل المحلول الإنزيمي، كما قدرت فعالية إنزيم السليليز باستخدام محلول كاربوكسي مثيل سليلوز كمادة تفاعل بدلا عن السكروز وبنفس الطريقة في الفقرة السابقة. استخدمت طريقة الاستخلاص تبعا لما ورد في Moore and Stein (33) عند تقدير الأحماض الأمينية الحرة، أما البروتين الذائب فقدر حسب الطريقة الموصوفة من قبل Herbert *et al.* (30).

النتائج والمناقشة

1- نمط النمو في ثمار السدر صنفي البمباوي و التفاحي

يوضح الشكل (1) نمط النمو في ثمار السدر صنفي بمباوي وتفاحي معبراً عنه على أساس التغيرات الحاصلة في الوزن الكلي الطازج للثمار، حيث يلاحظ أن نمو الثمار كان سريعا وذلك خلال فترة الستة أسابيع الأولى بعد عقد الثمار، ويطلق على هذه المرحلة من نمو الثمار مرحلة النمو السريع الأولى first period of rapid growth rate، ويعود معظمها الى انقسام خلايا الثمرة واستطالتها (28 ; 22). ولقد أوضحت الدراسات التي أجريت على التغيرات في مستويات الهرمونات النباتية خلال نمو وتطور ثمار السدر صنفي الزيتوني ، أن هذه المرحلة من نمو الثمار يرافقها وجود مستويات عالية من الاوكسينات والجبرلينات والسايتوكانينات (16 ;15) أن طول مرحلة النمو السريع الأولى لثمار السدر صنفي تفاحي و بمباوي هو مماثل لما ذكره الباحثان Bal and Singh (20) على الصنف الزراعي Umran الذي يعود الى النوع *Z. mauritiana* lam ، أضف الى ذلك فأن طول هذه المرحلة أيضا مشابه لما وجده(Abbas *et al.* 12)على صنف الملاسي والبمباوي العائدين للنوع *Z . spina-christi* (L.) Wild. بعد ذلك دخلت ثمار الصنفين في مرحلة النمو البطيء Lag phase of growth ، أربعة أسابيع في ثمار صنف التفاحي ، وستة أسابيع في ثمار الصنف بمباوي ، وقد وصل وزن الثمار في نهاية هذه الفترة الى 97, 4 غم و 28, 2 غم وذلك في ثمار صنفي التفاحي والبمباوي على التوالي أن النمو البطيء الذي يميز هذه المرحلة من نمو الثمار هو في الواقع عبارة عن توقف نمو الجزء اللحمي من الثمرة (mesocarp) ، في حين أن نمو الجنين يكون سريعا ، كما يحدث خلالها تصلب البذرة stone (40 ;22).



شكل (1) التغيرات في وزن الثمرة اثناء نمو ثمار السدر صنفي التفاحي والبمباوي وتطورها

ولا تعرف الأسباب الحقيقية المسؤولة عن توقف نمو لب الثمار الحجرية في هذه المرحلة (28 ; 36) وفي أحد الدراسات عن الهرمونات النباتية (الاوكسينات والجبرلينات والسايتوكانينات) خلال هذه المرحلة من نمو ثمار السدر صنف الزيتوني الذي يعود الى النوع Z. *mauritiana* Lam. أنها كانت في أقل مستوياتها (16 ; 15). أن طول مرحلة النمو البطيء في صنف التفاحي هي أقل من الفترة التي استغرقتها ثمار الصنف الزراعي Umran والتي بلغت ستة أسابيع ، كما أن طول مرحلة النمو البطيء في ثمار الصنف بمباوي هي أقل من تلك التي استغرقتها ثمار نفس الصنف الزراعي والتي بلغت ثمانية أسابيع (12). بعد ذلك دخلت الثمار في مرحلة النمو السريع الثانية Second Period of rapid growth rate وقد بلغ طول هذه المرحلة حوالي ستة أسابيع في الثمار العائدة للصنف الزراعي التفاحي وحوالي ثمانية أسابيع في الثمار العائدة للصنف بمباوي ، أن عملية نمو الثمار في هذه المرحلة تعود بالدرجة الأساسية الى استطالة الخلايا Cell Elongation ، كما يحدث خلالها زيادة في المسافات البينية . ويعتقد أن استطالة الخلايا في هذه المرحلة تعود الى زيادة الضغط الأمتلائي turgor pressure لخلايا الثمار الناجم عن زيادة تدفق الماء نحو خلايا الثمار بسبب تراكم السكريات فيها، أضف الى ذلك ، فقد أوضحت الدراسة التي أجراها Abbas and Fandi (15, 16) على ثمار السدر صنف الزيتوني حدوث زيادة كبيرة في مستويات الجبرلينات خلال هذه المرحلة من نمو الثمرة ، في حين كانت مستويات السايتوكانينات غير متحسسة undetectable، أن وجود تراكيز عالية من الجبرلينات في هذه المرحلة من نمو الثمرة من شأنه زيادة مطاطية الخلايا وبالتالي توسعها (34 ; 28). وفي نهاية مرحلة النمو السريع الثانية دخلت الثمار في مرحلة اكتمال النمو، حيث لم تحدث زيادة ملحوظة في الوزن والتي استغرقت مدة أسبوعين، بعد ذلك أخذ الوزن الطازج للثمار بالانخفاض وذلك مع دخول الثمار في مرحلة النضج النهائي ripening. أن الفترة الزمنية التي استغرقتها ثمار السدر صنف التفاحي هي 18 أسبوعا، من العقد وحتى تمتم النضج ، في حين كان طول هذه الفترة هي 20 أسبوعا في ثمار الصنف بمباوي ، وعلى هذا الأساس فأن ثمار السدر صنف التفاحي هي من الأصناف المبكرة النضج early ripening cultivars، مقارنة بثمار الصنف بمباوي التي تعتبر متأخرة النضج late ripening cultivars. وقد يعود هذا الاختلاف جزئيا الى قصر مرحلة النمو البطيء في صنف التفاحي، أن وجود اختلافات في موعد نضج الثمار ذات النواة الحجرية قد تم إيضاحه في أصناف ثمار الخوخ والتي تعود بالأساس الى الاختلافات في طول مرحلة النمو البطيء (3). ومن خلال الشكل (1) يتضح أن نمط نمو ثمار السدر صنفي التفاحي والبمباوي يطلق عليه اصطلاح double sigmoidal growth curve وهذه النتيجة تؤكد ما توصل إليه عدة باحثين (12). Abbas *et al.* وإبراهيم (1) و العويد (7)، ومن الجدير بالذكر أن نمط النمو وطول فتراته هي صفة وراثية إذ أنها لا تتأثر بالعمليات الزراعية أو الظروف البيئية (40 ; 21). إن الزيادة في الوزن الطازج للثمار بلغت 16 % في الصنف بمباوي و 20 % في صنف التفاحي وذلك خلال الستة أسابيع الأولى من العقد إلا أن الزيادة الكبيرة في الوزن الطازج للثمار قد حدثت خلال العشرة أسابيع الأخيرة في ثمار صنف البمباوي والتي بلغت 84 % وكذلك خلال الستة أسابيع الأخيرة في ثمار صنف التفاحي والتي بلغت 80 % ، وترجع الزيادة الكبيرة في الوزن الطازج للثمار مع تقدمها باتجاه اكتمال النمو والنضج الى الزيادة الكبيرة في حجم الخلايا وكذلك المسافات البينية، الأمر الذي سوف يؤدي بالتالي الى تراكم أكبر كمية من المواد المصنعة في الثمار (36 ;21). ويلاحظ من التحليل الإحصائي لمعدل وزن الثمار الطري في صنفي التفاحي والبمباوي أن هناك اختلافات معنوية في هذه الصفة ، إذ تفوقت الثمار الناتجة من الصنف تفاحي معنويا مقارنة بتلك الناتجة من ثمار الصنف بمباوي، وتعود هذه الاختلافات في وزن الثمرة الطري الى أسباب وراثية، إن

وجود أخلافات في الوزن الطري للثمار بين الأصناف المختلفة لأشجار السدر قد أشار إليه الباحثين Dhingra *et al* . (24) و Teaotia *et al* .(39) و الأزيرجاوي (3) و المياحي (9).

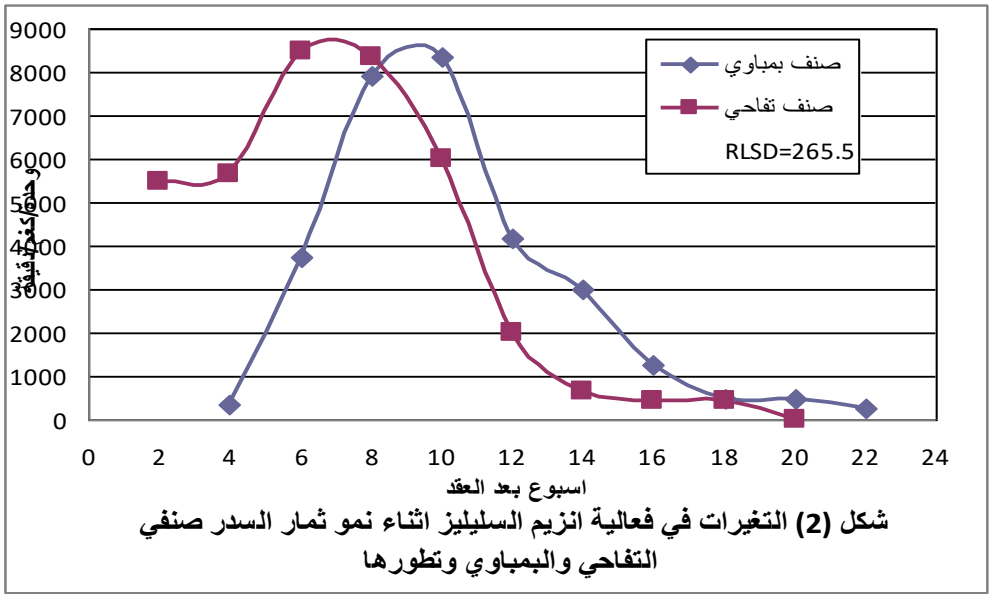
2 – التغيرات في فعالية إنزيم السليليز خلال نمو وتطور الثمار

يوضح الشكل (2) التغيرات في فعالية إنزيم السليليز خلال نمو وتطور ثمار السدر صنفي التفاحي والبمباوي، يلاحظ في ثمار الصنف بمباوي عدم تسجيل أية فعالية لهذا الإنزيم حتى الأسبوع الرابع بعد العقد، إلا أن الفعالية بدأت بالظهور عند الأسبوع السادس حيث بلغت حوالي 3750 وحدة / كغم / دقيقة، ثم استمرت فعالية هذا الإنزيم بالارتفاع مع تقدم الثمار في النمو الى أن وصلت الى أعلى قيمة لها وهي 8333 وحدة م كغم / دقيقة عند الأسبوع العاشر من عقد الثمار، بعد ذلك أخذت فعالية هذا الإنزيم بالانخفاض التدريجي الى أن وصلت الى أقل قيمة لها عند الأسبوع الثاني والعشرون (يعد تجاوز النضج). أما في حالة ثمار صنف التفاحي ، فقد كان نمط التغيرات مختلفا عنه في حالة ثمار صنف البمباوي، إذ كانت فعالية هذا الإنزيم عالية عند الأسبوع الثاني من عقد الثمار حيث بلغت 5500 وحدة/ كغم / دقيقة، ثم ازدادت الفعالية الى أن وصلت الى 8500 وحدة / كغم/ دقيقة عند الأسبوع السادس بعد عقد الثمار ثم حدث هبوط طفيف في فعالية أنزيم السليليز عند الأسبوع الثامن حيث بلغ 8333 وحدة / كغم / دقيقة ، ثم هبطت الفعالية عند الأسبوع العاشر من العقد الى 6000 وحدة / كغم / دقيقة ، ثم استمرت الفعالية بالانخفاض الى أن أصبحت غير متحسسة عند الأسبوع العشرون من عقد الثمار. ولا تعرف الأسباب المسؤولة عن الاختلافات في نمط فعالية إنزيم السليليز بين صنفي التفاحي والبمباوي ، إلا أنها قد تعود الى أسباب وراثية، إن التبكير في نشاط إنزيم السليليز الذي يؤثر في ليونة أنسجة الثمرة، في ثمار صنف التفاحي قد يكون له علاقة بالتبكير في النضج في هذه الثمار مقارنة بثمار صنف البمباوي التي هي متأخرة النضج ، هذا ولم يتم العثور على تقارير علمية عن نمط التغيرات في إنزيم السليليز في ثمار السدر للأصناف المختلفة ، ولكن هناك العديد من الدراسات مع ثمار أخرى ،فقد قام Yamaki and Matsuda (43) بدراسة التغيرات في فعالية إنزيم السليليز خلال نمو وتطور ثمار الكمثرى صنف Culta Rehder ووجدا أن نشاط الأنزيم كان مرتفعا في مرحلة الانقسام الخلوي وكذلك بداية استطالة الخلايا ، ثم ازداد نشاط هذا الأنزيم مع تقدم الثمار باتجاه النضج، وقد أشار كلا من Hasegawa and Smolensky (29) الى أن فعالية هذا الأنزيم لم تظهر خلال مرحلة انقسام الخلايا واستطالتها في ثمار نخيل التمر صنف دقلة نور ، إلا أن فعالية هذا الأنزيم بدأت مع دخول الثمار في مرحلة النضج النهائي (الرطب)، كما وجد عبد الواحد (11) فعالية قليلة لأنزيم السليليز في ثمار نخيل التمر صنف الحلاوي ، خلال المراحل الأولى لنمو الثمرة ، إلا أنها قد ازدادت مع دخول الثمار في مرحلة النضج

3- التغيرات في فعالية إنزيم الأنفرتيز خلال نمو وتطور الثمار

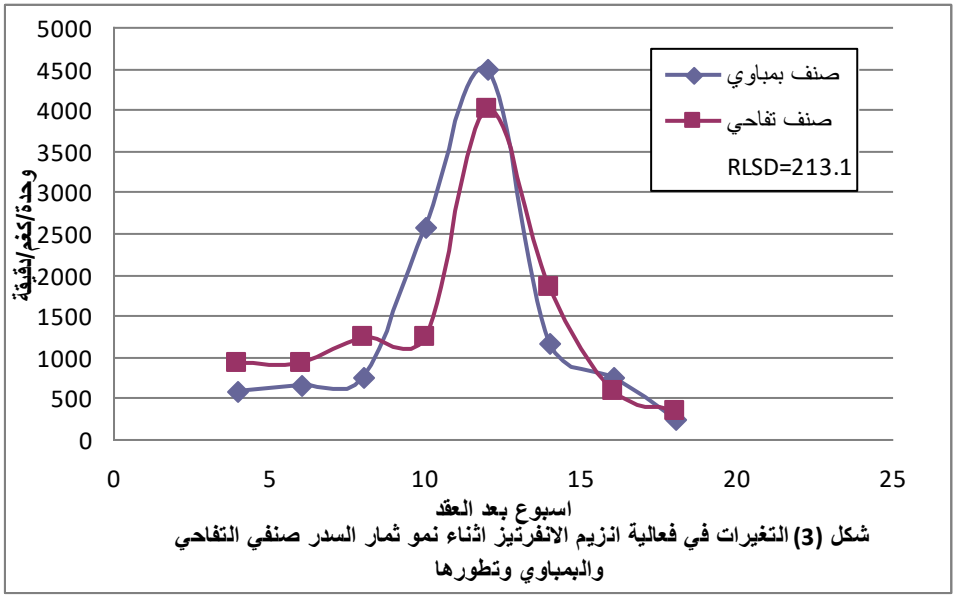
يوضح الشكل (3) التغيرات في فعالية إنزيم الأنفرتيز خلال نمو ثمار السدر صنفي التفاحي والبمباوي وتطورها، معبرا عنه على أساس (وحدة / كغم / دقيقة). يلاحظ عدم تسجيل فعالية لهذا الأنزيم عند الأسبوع الثاني بعد عقد الثمار لكلا من الصنفين، ولكن بدأت لفعالية هذا الأنزيم بالظهور عند الأسبوع الرابع من عقد الثمار، حيث بلغت 917 وحدة / كغم / دقيقة و 583 وحدة / كغم / دقيقة لثمار التفاحي والبمباوي على التوالي، بعد ذلك أخذت فعالية أنزيم الأنفرتيز بالزيادة التدريجية في ثمار كلا من الصنفين وذلك خلال الأسبوعين السابع والثامن من عقد الثمار، إلا أن فعالية إنزيم الأنفرتيز قد ارتفعت بصورة مفاجئة وسريعة عند الأسبوع العاشر من عقد الثمار في صنف البمباوي حيث بلغت حوالي 2583 وحدة / كغم / دقيقة ، في حين كان نشاط الأنزيم في ثمار صنف التفاحي في هذا الموعد هو

1250 وحدة / كغم / دقيقة ، ثم حصل ارتفاع كبير ومفاجئ في نشاط أنزيم الأنفرتيز في ثمار السدر صنف



شكل (2) التغيرات في فعالية انزيم السليليز اثناء نمو ثمار السدر صنفي التفاحي والبمباوي وتطورها

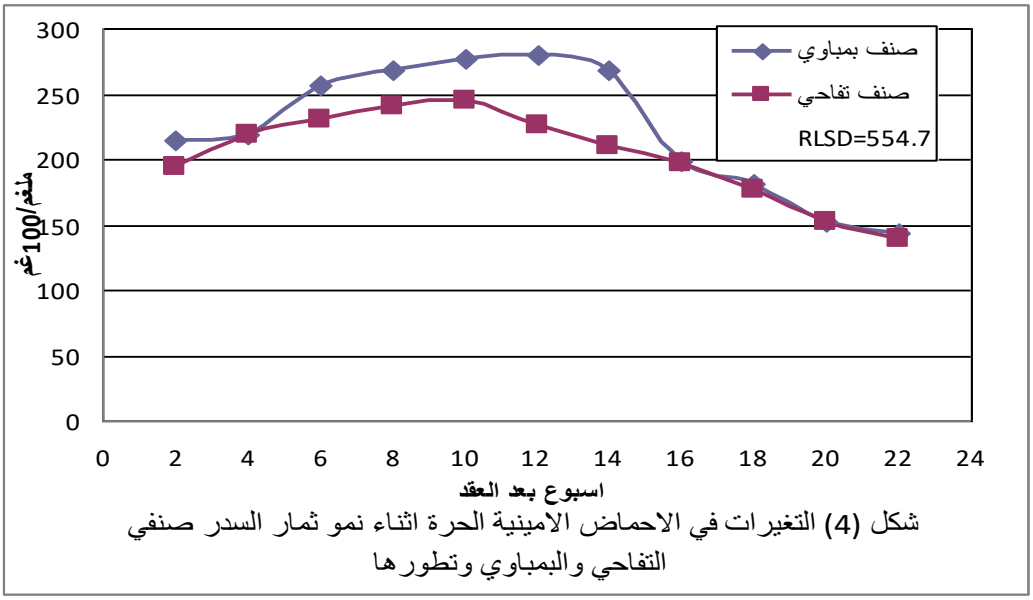
التفاحي حيث بلغت الفعالية 4000 وحدة / كغم/ دقيقة عند الأسبوع الثاني عشر من عقد الثمار، أما في حالة ثمار صنف البمباوي ، فقد كانت فعالية الأنفرتيز في هذا الموعد هي 4500 وحدة / كغم / دقيقة ، بعد ذلك أخذت فعالية أنزيم الأنفرتيز بالانخفاض مع تقدم الثمار في اتجاه النضج ، حيث بلغت عند الأسبوع الثامن عشر 333 وحدة / كغم / دقيقة و 250 وحدة / كغم/ دقيقة في ثمار البمباوي و التفاحي على التوالي ، هذا ولم تسجل أي فعالية تذكر، لأنزيم الأنفرتيز عند الأسبوع العشرون من عقد الثمار لكلا الصنفين، ومن الجدير بالذكر أن الارتفاع في فعالية إنزيم الأنفرتيز الى الذروة في ثمار كلا الصنفين قد تزامنت مع تحول السكروز الى سكريات مختزلة، وكذلك مع وصول النسبة المئوية للبروتين الذائب في الثمار الى أعلى قيمة له (شكل 5). هذا ولا توجد مصادر منشورة عن التغيرات في أنزيم الأنفرتيز خلال نمو وتطور ثمار السدر لمعظم الأنواع ، ولكن هناك العديد من الدراسات مع ثمار أخرى ، ففي ثمار النخيل لعدة أصناف كان نمط التغيرات في أنزيم الأنفرتيز مشابه لما وجد في الدراسة الحالية ، حيث أن الفعالية كانت معدومة في المراحل الأولى لنمو الثمرة ، إلا أن الفعالية قد ازدادت مع تقدم الثمار باتجاه اكتمال النمو الفسيولوجي (19 ; 28 ، 10 ،11).



شكل (3) التغيرات في فعالية انزيم الانفرتيز اثناء نمو ثمار السدر صنفي التفاحي والبمباوي وتطورها

4- التغيرات في الأحماض الأمينية الحرة خلال نمو وتطور الثمار

يوضح الشكل (4) التغيرات في الأحماض الأمينية الحرة خلال نمو ثمار السدر صنفي التفاحي والبمباوي وتطورها ، يلاحظ أن مستويات الأحماض الأمينية الحرة عند المراحل الأولى هي عالية حيث كانت 200 ملغم / 100 غم في ثمار صنفي التفاحي و 215 ملغم / 100 غم في ثمار صنف البمباوي ، بعد ذلك أخذت المستويات بالارتفاع حيث وصلت الى أعلى قيمة لها في ثمار صنف التفاحي وذلك عند الأسبوع العاشر حيث بلغت 250 ملغم / 100 غم، ثم بعد ذلك بدأت مستوياتها بالانخفاض عند الأسبوع الثاني عشر والرابع عشر بعد عقد الثمار 226 ملغم / 100 غم، استمرت مستويات الأحماض الأمينية في ثمار صنف التفاحي بالانخفاض الى أن وصلت الى أقل قيمة لها في الثمار التي تجاوزت مرحلة النضج ، حيث بلغت 142 ملغم / 100 غم ، أما في ثمار السدر صنف البمباوي فقد بلغ تركيز الأحماض الأمينية الحرة عند الأسبوع الثاني عشر حوالي 282 ملغم / 100 غم ، بعد ذلك حدث هبوط تدريجي في محتوى الثمار من الأحماض الأمينية الحرة ، الى أن وصل الى أقل قيمة له في الثمار التي تجاوزت مرحلة النضج وهو 142 ملغم / 100 غم. أن هذا النمط من التغيرات في الأحماض الأمينية الحرة خلال تطور ثمار السدر له علاقة بالتحولات في البروتين الذائب، حيث تستخدم الأحماض الأمينية كوحدات في بناء البروتينات خصوصا الأنزيمات المسؤولة عن التحولات الكيميائية والفيزيائية وكذلك الارتفاع في سرعة التنفس المرافقة لعملية النضج . بالإضافة الى كون الأحماض الأمينية الحرة هي وحدات لبناء البروتينات (الأنزيمات) الضرورية لعملية النضج ، فأن كون الحامض الأميني المثيونين Methionine هو المركب البادئ Precursor لهرمون النضج غاز الاثلين ، أيضا بين الأهمية لأيض الأحماض خلال عملية تطور الثمرة ونضجها (41).



شكل (4) التغيرات في الاحماض الامينية الحرة اثناء نمو ثمار السدر صنفي التفاحي والبمباوي وتطورها

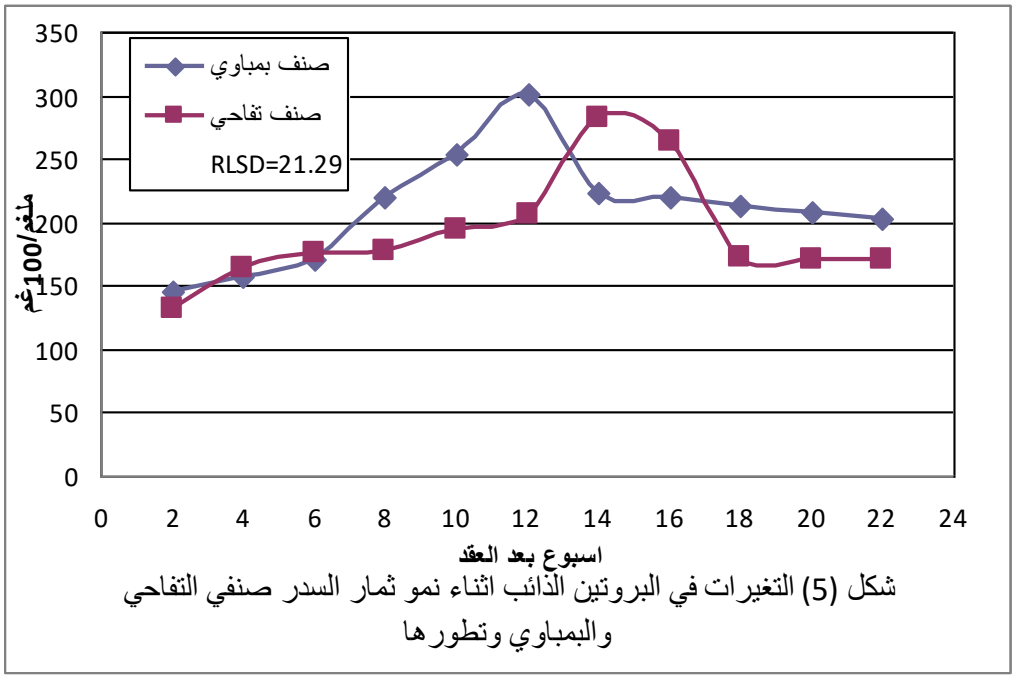
هذا ولا توجد معلومات منشورة عن التغيرات في نمط الأحماض الأمينية الحرة لثمار السدر العائدة لمعظم الأنواع ، إلا أن هناك العديد من الدراسات مع ثمار الفاكهة الأخرى، فقد ذكر Kliewer (31) أن هناك زيادة في مستويات الأحماض الأمينية الحرة مع تقدم ثمار العنب باتجاه النضج ، إلا أنها أخذت بالانخفاض مع دخول الثمار في مرحلة تجاوز النضج. وفي ثمار المشمش والمانجو، ذكر Sharaf *et al.* (37) أن

هناك زيادة في مستويات الأحماض الأمينية الحرة يرافقها هبوط في محتوى الثمار من البروتين الذائب. وفي ثمار الطماطة ، وجد Sorrequiet *et al*. (38) زيادة في مستويات الأحماض الأمينية الحرة مع تقدم الثمار باتجاه النضج ، ثم حدث هبوط في مستوياتها مع زيادة مستويات البروتين الذائب. وفي ثمار الباباظ ذكر Abu-Goukh *et al*. (17) أن هناك ارتباط بين التغيرات في مستويات البروتين الذائب والأحماض الأمينية الحرة ، وأشار الى أهمية الأحماض الأمينية في الفعاليات الأيضية المرافقة لنضج الثمرة.

5- التغيرات في البروتين الذائب خلال نمو الثمار وتطورها -

يوضح الشكل (5) التغيرات في تركيز البروتين الذائب معبرا عنه على أساس ملغم / 100 غم وزن طري في ثمار السدر صنفي البمباوي و التفاحي خلال النمو والتطور ، يلاحظ أن كمية البروتين عند الأسبوع الثاني من عقد الثمار كان 142 ملغم / 100 غم و 147 ملغم / 100 غم في صنفي التفاحي والبمباوي على التوالي ، بعد ذلك ،أخذ تركيز البروتين بالزيادة التدريجية في ثمار كلا الصنفين، الى أن وصل الى أعلى قيمة له وهي 300 ملغم / 100 غم في ثمار الصنف بمباوي عند الأسبوع الثاني عشر من عقد الثمار، بعد ذلك انخفض تركيز البروتين الذائب في ثمار البمباوي الى 205 ملغم / 100 غم عند الأسبوع الرابع عشر بعد عقد الثمار، ثم بعد ذلك حصل له انخفاض طفيف الى أن وصل الى 200 ملغم / 100 غم بعد أن تجاوزت الثمار مرحلة النضج. أما بالنسبة لثمار صنف التفاحي، فقد بلغ تركيز البروتين الذائب أعلى قيمة له عند الأسبوع الرابع عشر بعد العقد وهي 282 ملغم / 100 غم وزن طري، وبعد حوالي أسبوعين (الأسبوع السادس عشر) كان تركيز البروتين الذائب هو 161 ملغم / 100 غم وقد حافظ تركيز البروتين الذائب على هذا المستوى حتى عندما تجاوزت الثمرة مرحلة النضج النهائي . أن هبوط مستويات البروتينات الذائبة مع دخول الثمار مرحلة تجاوز النضج في الدراسة الحالية يعود الى تحطم البروتينات Break down في هذه المرحلة والتي هي بداية لمرحلة شيخوخة الثمار Senescence ، كما أن هذا الهبوط يدعم الفرضية التي تقول أن معظم البروتينات في الثمار الناضجة هي عبارة عن أنزيمات ضرورية لحدوث عملية النضج (26). أن التغيرات في البروتين الذائب في الثمار عادة تعتمد على الأحماض الأمينية الحرة المتوفرة والتي تعتبر الوحدة البنائية للبروتين ، إن الزيادة في مستويات البروتين الذائب في المواعيد التي تمت الإشارة إليها هي بسبب الحاجة الى الأنزيمات المسؤولة عن التحولات الفيزيائية والكيميائية المرافقة لعملية نضج الثمار، وكذلك الأنزيمات المسؤولة عن الارتفاع المفاجئ في التنفس وإنتاج الاثلين (21 ; 41 ; 42). هذا ولا توجد تقارير منشورة عن التغيرات في البروتين الذائب خلال نمو وتطور ثمار السدر لمعظم الأصناف، إلا أن هناك بعض الدراسات عن التغيرات في البروتين النيتروجيني Protein nitrogen (N × 6.25) خلال نمو وتطور بعض أصناف من السدر

فقد قام Abbas and Fandi (13) بدراسة التغيرات في البروتين النيتروجيني خلال نمو وتطور ثمار السدر صنف الزيتوني الذي يعود الى النوع *mauritiana*، حيث وجدا أن هناك زيادة في النسبة المئوية للبروتين الذائب مع تقدم الثمار باتجاه النضج، ثم حدث هبوط في النسبة المئوية للبروتين عند دخول الثمار في مرحلة تجاوز النضج، إن الزيادة في النسبة المئوية للبروتين مع دخول الثمار باتجاه النضج تدعم الفرضية التي تقول بأن عملية الكلايمكتيرك تتضمن زيادة في فعالية الأنزيمات، إن هذه التغيرات في فعالية الأنزيمات تكون مرتبطة مع التغيرات التي تحدث في الخلايا أثناء النضج، بحيث تكون هناك فرصة أكبر للأنزيمات ومواد التفاعل أن تلتقي مع بعضها، الأمر الذي يؤدي الى زيادة سرعة التنفس، وكما هو معروف فأن غاز الاثلين هو هرمون النضج المسؤول عن تنشيط فعالية هذه الأنزيمات (21; 42). كما أن هناك العديد من الدراسات مع ثمار فاكهة أخرى، التي أوضحت



شكل (5) التغيرات في البروتين الذائب اثناء نمو ثمار السدر صنفي التفاحي والبمباوي وتطورها

أهمية التغيرات في البروتين الذائب في نضج الثمار، فقد ذكر Galleschi *et al.* (27) أن البروتين الذائب كان قليلا خلال المراحل الأولى لنمو ثمار الخوخ، إلا أن تركيزه قد ازداد مع تقدم الثمار باتجاه النضج، وأخذت مستوياته بالانخفاض مع تقدم الثمرة باتجاه مرحلة تجاوز النضج. وفي ثمار الزيتون ذكر Ebrahim Zadah *et al.* (25) أن كمية البروتين الذائب زادت مع تقدم الثمار في النمو، ووصلت الى أعلى قيمة لها مع دخول الثمار في مرحلة النضج، كما وجد Abu-Goukh *et al.* (18) في ثمار المانجو أن هناك زيادة في كمية البروتين الذائب وقلة في مستويات الأحماض الأمينية الحرة مع تقدم الثمار باتجاه النضج كما وجد Abu-Goukh *et al.* (17) مع ثمار الباباظ، أن البروتين الذائب كان قليلا خلال المراحل الأولى لنمو الثمرة ، ولكنه ازداد مع تقدم الثمار باتجاه النضج، وخاصة مع دخول الثمار في مرحلة الارتفاع الكلايمكتيرك في التنفس ، ثم بعد حدث هبوط في مستويات البروتين الذائب عندما دخلت الثمار مرحلة تجاوز النضج.

المصادر

1.إبراهيم ، ماجد عبد الحميد (2000). دراسة عن التغيرات الفسيولوجية والكيميائية في ثمار السدر صنف التفاحي خلال نموها وتطورها . مجلة البصرة للعلوم الزراعية، 13 (1): 67- 78.

2.إبراهيم ، ماجد عبد الحميد (2008). الإكثار الدقيق لثلاثة أصناف من السدر (*Ziziphus*). أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق. 106ص.

3.الأزيرجاوي، رزاق عبد المحسن صكر (1988). التطور الفسيولوجي لثمار السدر صنفي البمباوي وملاسي. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق. 108ص.

4.4.الربيعي، إيمان عبد الزهرة (1998). دراسة تصنيفية لجنس السدر *Ziziphus* Mill في العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم. جامعة البصرة. العراق. 173ص.

5.5.الزهيري، بشرى سرحان فندي (1999). بعض التغيرات الفسيولوجية والكيميائية خلال نمو وتطور ثمار السدر صنف الزيتوني (*Ziziphus mauritiana* Lam.). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق. 77ص.

6.السريح، إيمان عبد العالي حنتوش (1989). دراسات على تخزين وإنضاج ثمار السدر. رسالة

ماجستير. كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق.196ص.

7.العويد، عبد الأمير رحيم عبيد (2009). تأثير نفثا لين حامض الخليك في بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية والفسيولوجية لثمار السدر *Ziziphus* spp. صنفي التفاحي والبمباوي. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق. 91ص.

8.المياح، عبد الرضا اكبر علوان والعيداني، طه ياسين (1992). دراسة مظهرية للجنس *Ziziphus* Mill في العراق. مجلة البصرة للعلوم الزراعية، 5 (1): 123-148.

9. المياحي، منال زباري سبتي (2004). دراسة فسيولوجية وتشريحية لنمو ونضج ثمار السدر *Ziziphus* Mill. صنفي الزيتوني والبمباوي. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق. 145ص.

10.عاتي، منتهى عبد الزهرة (2009). دراسة بعض تغيرات نمو وتطور ثمار نخيل التمر *Phoenix dactylifera* L. البذرية والبكرية في صنف الحلاوي. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق. 105ص.

11.عبد الواحد، عقيل هادي (2011). دراسة البصمة الوراثية لصنفين من أفحل نخيل التمر *Phoenix dactylifera* L. وتأثير لقاحهما في الصفات الفيزيائية والكيميائية لثمار صنف الحلاوي. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق. 227ص.

12 -Abbas , M. F .; Al-Niami, J.H and Saggar, R.A.M. (1994). Some aspects of developmental physiology of jujube (*Ziziphus spina christi* L. Wild). Dirasat, 21B(5): 171-181.

13.Abbas, M.F . and Fandi, B .S. (2002). Respiration rate, ethylene production and biochemical development and maturation of Jujube (*Ziziphus mauritiana* Lamk). J. Sci. Food and Agric.82: 1472-1476.

14.Abbas, M . F . (1997). Jujube. Pp: 405-415. In: Mitra, K. S. (Ed.). Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits, CAB International, Oxford, England.

15.Abbas, M.F . and Fandi, B.S. (2001a). Endogenous hormones levels during fruit development in jujube (*Ziziphus mauritiana* Lam.) Basrah J. Agric. Sci., 14: 9-18 .

16.Abbas, M. F. and Fandi, B .S. (2001b). Indole –3–acetic acid concentration during fruit development in jujube (*Ziziphus mauritiana* Lam.) Basrah J. Agric. Sci., 14: 13-19 .

17.Abu-Goukh, A.A.; Shttir, A.E. and Mahdi, E.M. (2010). Physico–chemical changes during growth and development of papaya fruit. Π . chemical changes. Agric. Biol. J. N. Am., 1: 871-877.

18.Abu-Goukh, A.A .; Mohamed, H.E. and Barray , H. E.B. (2005). Physico-chemical changes during growth and development of Mango fruit. Univ. Khartoum J. Agric. Sci., 13: 179-191.

19.Al-Bakir, A. and Whitaker, J.R. (1978). Purification and characterization of invertase from dates (*Phoenix dactylifera* L. , var. Zahdi). J. Food Biochem., 2 : 133-160.

20.Bal, J.S. and Singh, P. (1978). Development Physiology of ber (*Ziziphus mauritiana* Lamk). Var. Umran, Part-1. Physical changes. Indian Food Packer, 32: 59-61.

21.Barry, C.S. and Giovannoni, J.J. (2007). Ethylene and fruit ripening. J. plant Growth Reg., 26: 143-159 .

22.Bollard, E.G. (1970). The physiology and nutrition of developing fruit. Pp: 387-420. In: Hulme, A.C. (Ed.). The biochemistry of fruits and their products Vol. 1, Academic Press , N.Y:,

23.Colowickm, S.P. and Kaplan, N.O. (Eds.). Methods in Enzymology. Vol. 3. Academic Press, New York.

24.Dejong, T.M.; Doyle, J.F. and Day, K..R. (1987). Seasonal patterns of reproductive and vegetative sink

activity in early and late maturing peach (*Prunus persica*) cultivars. Physiol. Plant Arm, 71: 83-88 .

25. Dhingra, R.P.; Singh, J.P. and Chithara, S.D. (1973). Varietal variations in Physico–chemical characters of Ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk.). Haryana, J. Hort. Sci., 2(3-4): 61-65.
26. Ebrahim Zadeh , H.; Motamed, N.; Rostgar, F.; Koushari, S. and Shokraii, E. (2007). Oxidative enzyme activities and soluble protein content in leaves and fruits of Olives during ripening. Journal of Food Biochemistry, 27: 181-196.
27. Frenkel, C.; Klein, I. and Dilley, D. R. (1968). Protein synthesis in relation to fruit ripening of pome fruits. Plant Physiology, 43: 1146-1153.
28. Galleschi, L.; Repiccioli, R. and Schiano, E. (1992). Soluble protein developing peach mesocarp–phyton (Horn Austria) 32(2): 201-207.
29. Gillapsy, G.; Ben-David, H. and Gruissem, W. (1993). Fruits: A developmental perspective. Plant Cell, 5: 1439-1451.
30. Hasegawa, S. and Smolensky, D.C. (1971). Cellulose in dates and its rule on fruit softing . J . Food Sci., 36 : 966-967 .
31. Herbert, D .; Philips, P.J. and Strange, R.E. (1971). Methods in Microbiology. Chapter 3. Morris, J. R. and Robbins, D. W. (Eds.). Academic Press New York.
32. Kliewer, W.M. (1968). Changes in the concentration of free amino acids in grape cultivars during maturation. Am. J. Enol. Vitic., 19: 166-174.
33. Lyrene, P.M. (1979). The Jujube tree (*Ziziphus jujub*e Mill.). Fruit var. J., 33: 4-100.
34. Ozaga, T.A. and Reinecke, D.M. (2003). Hormonal interaction in fruit development. J. Plant Growth Reg., 31: 1-15.
35. Pareek, O.P. (2001). Ber. Internationl Centre for Underutilized Crops. Southampton, UK.
36. Seymour, G.B.; Taylor, J.E. and Tucker, G.A. (1993). Biochemistry of fruit ripening, Chapman and Hall, London.
37. Sharaf, A.; Ahmed, F. A. and El-Saadany, S. S. (1989). Biochemical changes in some fruits at different ripening stages. Food Chemistry, 31: 19-28.
38. Sorrequiet, A.; Ferraro, G.; Bogoiv, S. B. and Valle, E.M. (2010). Free amino acid changes during tomato fruit ripening . Amino Acids, 38: 1523-1532.
39. Teaotia, S.S.; Dube, P. S.; Awasthi, R. K. and Upadhray, N.P.K. (1974). Studies on physic-chemical characteristics of some important ber varieties *(Ziziphus mauritiana* Lamk.) Prog. Hort., 5(4): 81-88.
40. Westwood, M.N. (1989). Temperate zone pomology 2nd ed. W.H. Freeman Co., New York.
41. White, P. J. (2002). Recent advances in fruit development ripening: An overview. J. Exp. Bot., 53: 1995-2000 .
42. Wills, R.H.; Mc Glasson, B.; Graham, D. and Joyce, D. (1998). Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 4th ed. CAB International, Wallingford, Oxford. 262 pp.
43. Yamaki, S. and Mastuda, K. (1977). Changes in the activities of some cell Wall-degrading enzymes during development and ripening of Japanese Pear fruit (*Pyrus serotina* Rehder var. *culta* Rehder). Plant Cell Physiol., 18: 81-93.
44. Yamdagni, R. (1985). Ber. Pp: 520-536. In Bose, T.K. (Ed.) Fruits of India; Tropical and subtropical. First Published: DARBARTI UDJOG, Press service company, NAYAPR OKASHI Calcutta six: India.

Basrah J. Agric. Sci., 28 (1): 50-61, 2015

Certain physiological changes during growth and development of Fruits of Jujube *Ziziphus* spp. cvs. Tufahi and Bambawi

Omar A. Ibrahim * and Muaead F. Abbas
Department of Horticulture and Garden Engeneering, College of Agriculture, University of Basrah, Iraq
*e-mail: omaribrahim571@ymail.com

Abstract: The present study was carried out in a private orchard in Al-Hartha, region, Basrah, during the growing season of 2010 / 2011, to investigate changes in certain physiological (Fresh weight of whole fruit, activity of Invertase and cellulose, as well as changes in soluble proteins and total Free amino acids) during growth and development of fruit of jujube cvs. Bambawi and Tufahi . A completely randomized block design was used with three replicates. The data were subjected to the analysis of variance and revised LSD at 5% was used to compare mean values. The results , may be summarized as follows. The results indicated that jujube fruits of both cultivars displayed a double sigmoidal growth curve , with lag period of fruit growth was shorter (four weeks) for the cv. Tufahi , whereas for fruits of cv. Bambawi, it was six weeks. The results showed that fresh weight for Tufahi fruits were higher than those for the Bambawi fruits . The pattern of Invertase was similar in fruits of both cultivars, as the activity was low during early stages of fruit development , but the activity of Invertase increased as the fruit advanced toward ripening , and then the activity declined as fruits entered an over ripe stage . For cellulase, the activity was high and reached earlier for Tufahi fruits as compared to its activity in Bambawi fruits . However, the activity of cellulase in fruits of both cultivars declined rapidly as the fruits entered an over ripe stage .The level, of total free amino acids was high during early stages of fruits growth of both cultivars , and increased until it reached its highest value during the 10^{th} and 12^{th} week from fruit set in fruits of Tufahi and Bambawi respectively. However, the levels of free amino acids declined rapidly as the fruits advanced toward an over ripe stage. As for soluble proteins, the levels was low during early stage of fruit development, but the levels increased as the fruit advanced in development , reaching its highest levels during the 12^{th} and 14^{th} week from fruit set in Bambawi and Tufahi fruits respectively. Thereafter, the levels of soluble proteins declined as the fruit entered the ripening phase.

Key words : Cellulase, free amino acids, Invertase, jujube fruits, soluble protein.