J. Food and Dairy Sci., Mansoura Univ., Vol. 2 (1): 13 - 21, 2011

EFFECT OF INHIBITORS AND DEHYDRATION ON THE PECTIN ENZYMES IN TOMATO

El-Sobhy, Fatma M. M.* and Soheir H. Kandil**

*** Nutrition of Food Science Dept., Medical Applied Science Fac., Om El-Qora Univ., The Kingdom of Saudi Arabia**

****Food Technology Research Institute, Agricultural Research Center**

تأثير المثبطات و التجفيف على تثبيط الإنزيمات البكتينية في الطماطم.

فاطمة مساعد محمد الصبحي* و سهير حامد قنديل**

*** قسم التغذية وعلوم الأطعمة-كلية العلوم الطبية التطبيقية-جامعة أم القري- المملكة العربية السعودية**

****معهد بحوث تكنولوجيا الأغذية-مركز البحوث الزراعية-الجيزة**

الملخص

تمت الدراسة باستخدام طماطم من السوق المحلي صنف (*Lycopersicon esculentum*) و معاملتها بحمض الستريك ٢% أو الصوديوم ميتابيسلفايت ٠,٠٥% و تجفيفها في صورة شرائح ولفائف ومسحوق ماعدا المجموعة الكنترول ، وإجراء التحليلات الإنزيمية البكتينية (إنزيم البكتين ميثيل استيريز PME و إنزيم بولي جلاكتورونيزPG) لشرائح الطماطم ولفائف الطماطم و مسحوق الطماطم المخزنة على درجة حرارة الغرفة ٢٥-٣٠ْم في مكان مظلم لمدة أربعة شهور ، وكانت التحليلات شهرياً من بداية التخزين و حتى الشهر الرابع ، عملية التجفيف أدت إلى انخفاض في نشاط إنزيم PME بنسبة تتراوح من ٧٧,٨٣ ٪-٩٣,٤٥ ٪ في منتجات الطماطم المجففة المعاملة بحمض الستريك ٢ ٪ أو بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥% ، مع ملاحظة زيادة في النشاط خلال مدة الحفظ ، كذلك أدى التجفيف إلى انخفاض نشاط إنزيم PG بنسبة تتراوح من ٧٨,٨ ٪– ٨٣,٩٪ في منتجات الطماطم المجففة المعاملة بحمض الستريك ٢٪ أو بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥% مع زيادة النشاط بزيادة مدة الحفظ (أربعة شهور) على درجة حرارة الغرفة (٢٥-٣٠ ºم) . ومعاملة الطماطم بحمض الستريك ٢% أو الصوديوم ميتابيسلفايت ٠,٠٥% قبل التجفيف أدى إلى تثبيط إنزيم البكتين ميثيل استيريزPME و إنزيم بولي جلاكتورونيزPG التي تحت الدراسة .

المقدمة

تعتبر الطماطم من الأغذية ذات الأهمية الخاصة في غذاء الإنسان وينتج منها كميات كبيرة سواء على المستوى المحلي أو العالمي ، حيث تنتشر زراعتها في المواسم الشتوية والصيفية في مناطق عديدة من المملكة العربية السعودية مثل : الرياض ، المنطقة الشرقية ، حائل وتبوك ويبلغ إجمالي أنتاج محصول الطماطم ٢٧٠٣٣٦ طن في المزارع المكشوفة ، ٢٢٥٢٣٦ طن في البيوت المحمية (وزارة الزراعة والمياة ، ٢٠٠٥) . ويستهلك جزء كبير من هذا الإنتاج على صورة طازجة ، كما يتم تصنيع كميات كبيرة منها في صورة منتجات عديدة ، و تشمل الطماطم الكاملة المحفوظة والعصير ، اللب ، الصلصة ، المهروس و المجفف ، وذلك من الطماطم الزائدة عن احتياج السوق المحلي في فترات الذروة و المكتملة النضج والتي لا تتحمل النقل للأسواق ، وهناك منتجات عديدة من الطماطم المجففة منها على هيئة مسحوق أو شرائح أو لفائف أو زبيب وغيرها من المنتجات ، وقد استخدمت أفضل الطرق لتصنيعها بحيث يمكن المحافظة على صفات الجودة والقيمة الغذائية . وقد تحدث تغيرات إنزيمية للطماطم أثناء التجفيف والتخزين ، و يمكن إيقاف هذه التغيرات بكبرتة المنتج لتثبيط نشاط الإنزيمات فقد درس Verlent و آخرون (2004) نشاط إنزيم بكتين ميثيل استريز (Pectin methyl-esterase) في الطماطم المعاملة بالحرارة و الضغط الحراري العالي وعلى رقم pH ٤,٤ أو ٨,٠ ولوحظ أن الحرارة المثلى للإنزيم على رقم pH ٤,٤ كانت ٣٥ْم ، على رقم pH ٨,٠ كانت ٤٥ْم مع ثبات الضغط ، وبزيادة الضغط تحت نفس الظروف وجد تحسن في الصفات الريولوجية لمنتجات الطماطم . وفي دراسة Porretta (1991) لتأثير حمض الجلاكتورونيك ، والاسكوربيك و الماليك على التلون البني غير الانزيمي في الطماطم المجففة ، وجد أن هذه الأحماض تقلل من

حدوث التَلون غير الانزيمي ، مع ملاحظة أن حمض الجلاكتورونيك أقلهم تأثيراً . وفي دراسة Laratta و آخرون (1995) وجد أن إنزيم بكتين ميثايل استيريز PME ثابت على قيم الـ pH العالية وأن المعاملة الحرارية تؤدي سريعاً إلى خفض نشاط إنزيم بكتين ميثايل استيريز PME إلى المستوى المطلوب بمعنى أنه قابل للتأثير الحراري سريعاً وتسمى هذه العملية " الهدم الحراري " ، وهي خطوة مبكرة في تصنيع الطماطم وتؤثر تأثيراً سلبياً على اللون ، النكهة ، الطعم ، القيمة الغذائية . ودرس Verlent و آخرون (2004) تأثير الإتحاد بين الضغط والمعاملة الحرارية على تفاعل إنزيم بكتين استيريز في الطماطم باستخدام ضغط (١, - ٦٠٠ مللي بار وحرارة ٢٠ – ٦٥ْم) وكانت الدراسة على رقم pH ٤, ٤ أو ٨ درجة حرارة مثلى للإنزيم على ظروف الضغط ٣٥ْم ، ٤٥ْم لكل من رقم pH ٤,٤ ، ٨ على التوالي . وقد وجد أن زيادة الضغط على درجة الحرارة المثلى على كلٍ من رقم الـ pH المستخدمة أدت إلى زيادة في نشاط الإنزيم . وكذلك عند استخدام درجة حرارة ٥٧ْم على ضغط ٤٥٠ مللي بار على رقم pH ٤,٤ أو درجة حرارة ٥٥ْم على ضغط ٣٠٠ مللي بار على رقم pH ٨ كان نشاط إنزيم بكتين استيريز على الدرجة المثلى للنشاط نستخلص أن ارتفاع الضغط أثناء التصنيع يحسن من الصفات الربولوجية للطماطم المصنعة . ويعتبر المحافظة على اللزوجة واحدة من أهم مقياس الجودة في منتجات الطماطم المصنعة Gould (1992). ففي دراسة Porreta و آخرون (١٩٩٢) وجد أن منتجات الطماطم تفقد اللزوجة مباشرة بهدم المواد البكتينية بواسطة الأنزيمات البكتينية مثل إنزيم بكتين ميثايل استيريز (PME) ، وإنزيم بولي جلاكتورونيز (PG)، ويعتبر إنزيم بكتين ميثايل استيريز PME عامل مساعد للتحليل شق الميثيل استر على جزئ البكتين ، وينتج ميثانول و بكتين غير مؤستر جزئياً ، هذه العملية لا تؤثر مباشرة على لزوجة الوسط ومع ذلك تنقص درجة الاسترة لجزئ البكتين وتصبح المادة أفضل لعمل إنزيم بولي جلاكتورونيز PG . ويهدم إنزيم بولي جلاكتورونيز PG جزيئات البكتين مسبب فقد في القوام واللزوجة بينما إنزيم بكتين ميثايل استيريز PME يؤدي إلى خفض العكارة في العصائر ، والمعاملة المثلى يجب أن تثبط إنزيم بولي جلاكتورونيز PG كلياً بينما تحافظ على نشاط إنزيم بكتين ميثايل استيريز PME ، ومع ذلك يعتقد أن العمليات الحرارية العشوائية المستخدمة تثبط الأنزيمات البكتينية ، ومن الضروري أن تتبع المعاملة الحرارية إزالة جزئية في العصير من خلال الطرد المركزي ، فهو يساعد على تقليل الهدم الأنزيمي للبكتين في منتجات الطماطم . ووجد Clark و آخرون (١٩٩٦) أن المقاومة الحرارية لأنزيم بكتين ميثايل استيريز PME متغيرة عند ضغط حوالي ٠,١ مللي بار ولكنه عادة يكون ثابتاً تحت الضغط العادي ، بينما المقاومة الحرارية لأنزيم البولي جلاكتورونيز PG تكون عالية على درجات الحرارة المتوسطة وكذلك الضغط. وفي دراسة Lopez و آخرون(1997) عن المقاومة الحرارية لأنزيمي بولي جلاكتيرونيز PG ، بكتين ميثايل استيريز PME على pH الفسيولوجية لاحظ أن إنزيم بكتين ميثايل استيريز PME أكثر ثابتا للحرارة ، أيضا وجد أنه يثبط على ضغط ٨٠٠ مللي بار وحرارة ٣٠ْم وأيضا على درجة البسترة. ودرس Simon و آخرون (2001) لتثبيط الحراري لأنزيمي بولي جلاكتورونيز PG ، بكتين ميثايل استيريز PME . وجد أن منحنى التثبيط يتبع معادلة من الدرجة الأولى حيث يمكن الحصول على معدل ثابت التثبيط من منحنى التثبيط المستقيم (معادلة ارهنيوس) . وفي دراسة Camara و آخرون (٢٠٠٢) لدراسة القوام ومحتوى البكتين وهو يعتبر من أهم ما يؤثر على القوام بسبب مقدرته على تكوين أشكال من الجل ، لوحظ أن البكتين يحدث له عدم بلمرة ، وأن المعاملة الحرارية أثناء التصنيع و غير المرتفعة تؤدي إلى سلامة البكتين وزيادة في صفات القوام الجيد . وفي دراسة Krebbers و آخرون (٢٠٠٣) عن استخدام الضغط العالي في البسترة والتعقيم لمنتجات الطماطم حيث استخدم ضغط ٣٠٠و٥٠٠و٧٠٠ مللي بار ودرجة حرارة ٨٠ْم ، ٩٠ْم بداية قبل التعقيم على ٧٠٠ ملل بار (HPS) أو المعقمة (CS) والمبسترة (CP) ، وجد انخفاض في الإنزيمات البكتينية في الطماطم HPS مع زيادة في اللزوجة.

تهدف الدراسة إلي التعرف على العلاقة بين الإنزيمات البكتينية (إنزيم البكتين ميثيل استيريزPME و إنزيم بولي جلاكتورونيزPG) و جودة منتجات الطماطم المصنعة بالتجفيف (شرائح الطماطم ولفائف الطماطم و مسحوق الطماطم) المخزنة على درجة حرارة الغرفة ٢٥-٣٠ْم في مكان مظلم لمدة أربعة شهور.

الخامات والطرق

١- الخامات :

ثمار طماطم طازجة من السوق المحلي صنف (روما) وأول عملية هي اختيار الطماطم ويعتمد اختيار حوالي ٤٠ ٪ – ٧٠ ٪ من الطماطم على ظروف البيئة أو الظروف الجوية أثناء النمو والحصاد (Aba- Idah and Adelola , 2007)

٢- الطرق

١. معاملات ما قبل التجفيف :

يختار الحجم الذي يكون وزنها حوالي ٩٠ جم ، ثم تغسل الطماطم لإزالة الأتربة ، و تقطع إلى شرائح بواسطة سكاكين من الإستانسلس ستيل ، تم تقسيم الطماطم إلى ثلاثة أجزاء لإجراء المعاملات التالية عينات غير معاملة . و عينات معاملة بمحلول حمض الستريك بتركيز ٢ ٪ طبقاً لطريقة Pizzocaro و آخرون (1993) وعينات معاملة بمحلول صوديوم ميتا بيسلفايت بتركيز ٠,٠٥% طبقاً لطريقة Lourenco و آخرون (1992) وأن مدة الغمر في كل من المحاليل السابقة خمس دقائق على أن تكون المحاليل مبردة .و الغسل بماء بارد مع التجفيف.

٢. التجفيف :

تجفف هذه الشرائح إلى أن تصل نسبة الرطوبة ٤,٢ % Parnell و آخرون (2004) - Andritos و آخرون (2003). وللحصول على مسحوق الطماطم تجفيف شرائح الطماطم في الفرن علي درجة حرارة ٦٠ درجة مئوية لمدة ١٨ ساعة إلى المرحلة التي تكون فيها الطماطم لدنه أو أكثر تكسير وتكسر بالأيدي ، وتطحن بمطحنة خاصة على درجة حرارة ثابتة حوالي من ٥٥ ± ٥ ْم .وللحصول على لفائف تعصر الطماطم في عصارة الطماطم قبل التجفيف ثم يصب العصير في صاجات التجفيف (طبقة سمك ٣ سم) والتجفيف في فرن درجة حرارته ٦٠ ْم / ١٠ ساعات. تعبأ العينات المعاملة وغير المعاملة في أكياس من البولي إثيلين بمعدل (٢٥٠جم/عبوة) ثم تقفل ، وخزنت عينات الطماطم (شرائح ، مسحوق ، لفائف) المعاملة وغير المعاملة على درجة حرارة الغرفة ٢٥-٣٠ْم في مكان مظلم لمدة أربعة شهور .

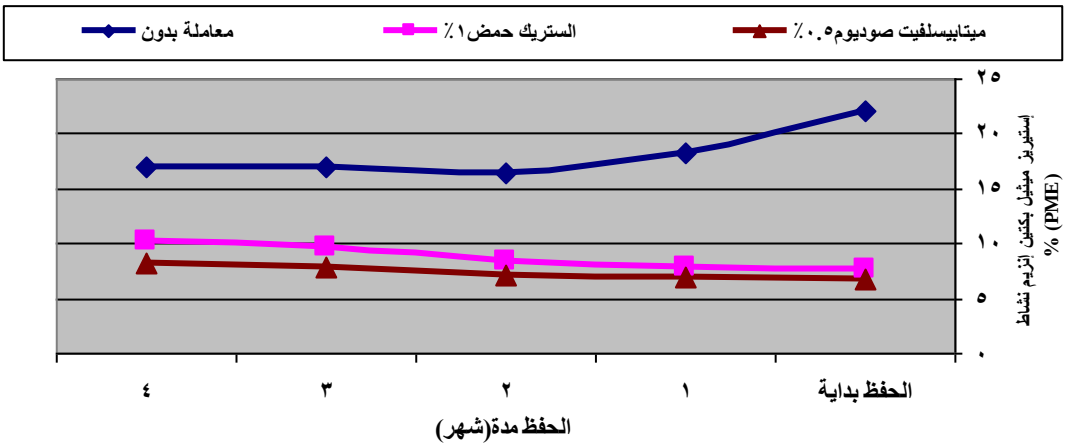
وتم تقدير نشاط إنزيم البكتين ميثيل استيريز وفقاً لطريقة Hagerman و Austin (1986) لشرائح الطماطم ولفائف الطماطم و مسحوق الطماطم المخزنة على درجة حرارة الغرفة ٢٥-٣٠ْم في مكان مظلم لمدة أربعة شهور ، و يتكون مخلوط التفاعل من ٠,٠٥ مل مستخلص أنزيم ويضبط على رقم pH ٧,٥ ، و ٨, ٢مل من (٠,٥ ٪ وزن / حجم بكتين موالح على رقم pH ٧,٥) ، و ٠,٢ مل من (٠,٠١ ٪ وزن / حجم بروموثيمول الأزرق في ٠,٠٠٣ مولر فوسفات بوتاسيوم على رقم pH ٧,٥) ، و يقدر الامتصاص باستخدام اسبكتروفوتوميتر على طول موجة ٦٢٠ نانوميتر. و البلانك جميع المحاليل ماعدا مستخلص الأنزيم يستبدل بالماء المقطر. و يقدر نشاط الأنزيم بواسطة ميل منحنى التفاعل (قراءة الامتصاص على ٦٢٠ نانوميتر مع الوقت). وكذلك تم تقدير نشاط إنزيم بولي جلاكتورونيز وفقاً لطريقة Pressey و آخرون (1971) لشرائح الطماطم ولفائف الطماطم و مسحوق الطماطم المخزنة على درجة حرارة الغرفة ٢٥-٣٠ْم في مكان مظلم لمدة أربعة شهور يتكون مخلوط التفاعل من١,٠ مل من المستخلص الإنزيمي المذابة في حمض السكسنيك على رقم pH ٤,٨ ، و ٠,٦ مل مادة تفاعل والرج المستمر للمخلوط على درجة حرارة الغرفة لمدة ٦٠ دقيقة ويوقف التفاعل باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ عياري وتوضع العينة في حمام ثلجي ،و يكشف على السكر المختزل باستخدام الكاشف ٣-٥ حمض داي نيتروسلسلك، وتؤخذ القراءة على موجة ٥٤٠ نانوميتر ويكافئ القراءة بتركيز حمض الجلاكتورونيك المنحنى القياسي المحضر منه .البلانك جميع المحاليل ماعدا مستخلص الأنزيم يستبدل بالماء المقطر. يحسب نشاط الإنزيم من المنحنى القياسي المحضر من حمض الجلاكتورنيك ، وكانت التحليلات الإنزيمية شهرياً من بداية التخزين وحتى الشهر الرابع من التخزين .

تم عمل تحليل إحصائي بحساب المتوسط و الفروق المعنوية عند مستوي أقل من ٠,٠٥ ببرنامج SPSS

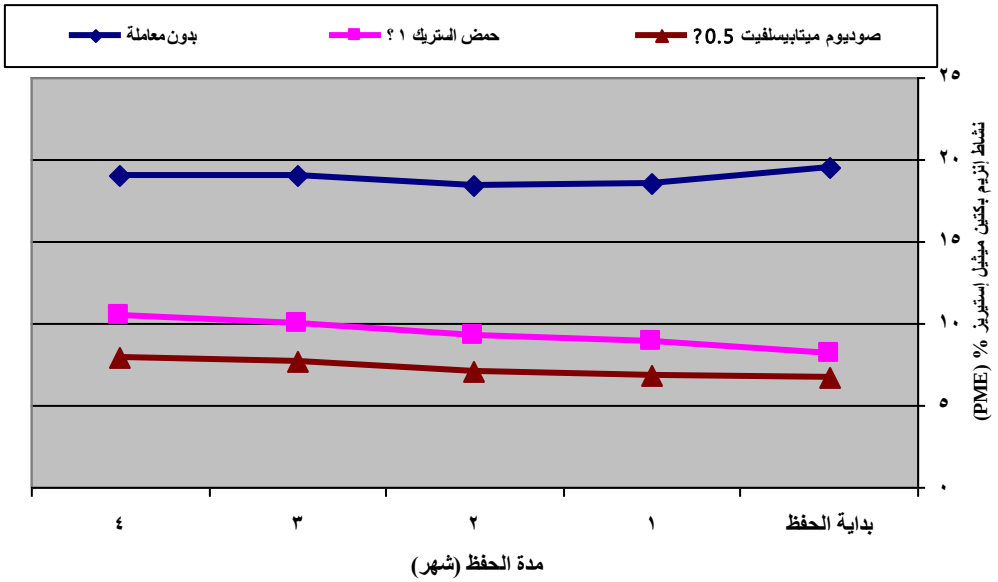
النتائج والمناقشة

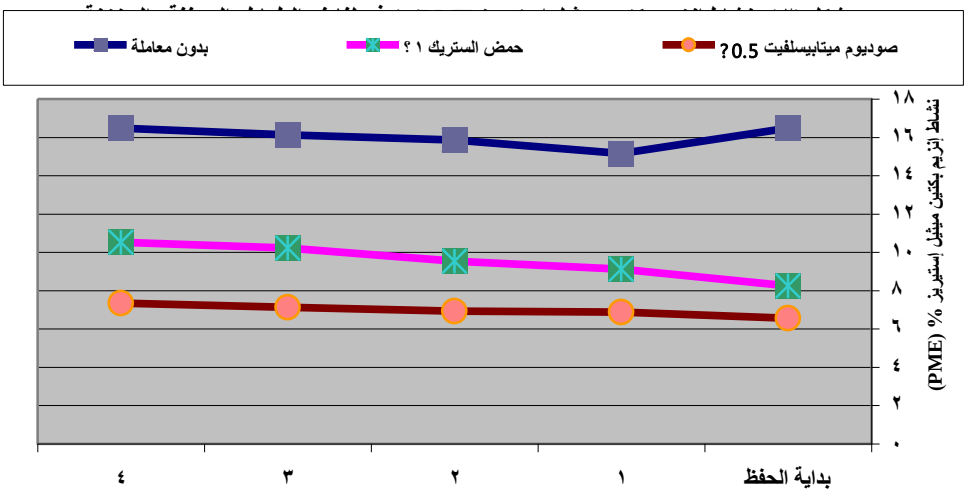
انزيم البكتين ميثيل استيريز :

يلاحظ من الأشكال (١ : ٣) أن عملية التجفيف أدت إلى تثبيط نشاط إنزيم البكتين ميثيل استيريز (PME) في الطماطم المجففة المعاملة وغير المعاملة بنسبة تتراوح من ٧٧,٨٣ – ٩٣,٤٥٪ مقارنة بالطماطم الطازجة و إن نسبة التثبيط الأعلى كانت في منتجات الطماطم المعاملة بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥ ٪، وربما يرجع التثبيط إلى حدوث دنترة للبروتين الإنزيم بارتفاع درجة الحرارة إثناء التجفيف كما ذكر في نتائج Stoforos و آخرون (2002) .



شكل(١): إستيريز ميثيل بكتين إنزيم نشاط(PME) الغرفة حرارة درجة على والمخزنة المجففة الطماطم شرائح فى (٢٥ – ٣٠ °م) أشهر أربعة لمدة



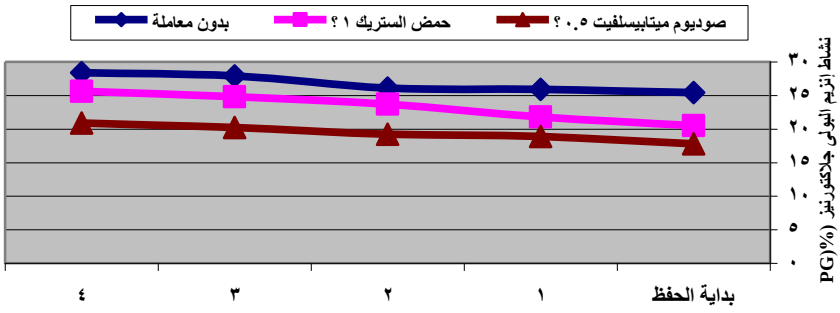


شكل (٣): نشاط إنزيم بكتين ميثيل إستيريز ((PMEفى لفائف الطماطم المجففة والمخزنة على درجة حرارة الغرفة (٢٥ – ٣٠ °م) لمدة أربعة أشهر

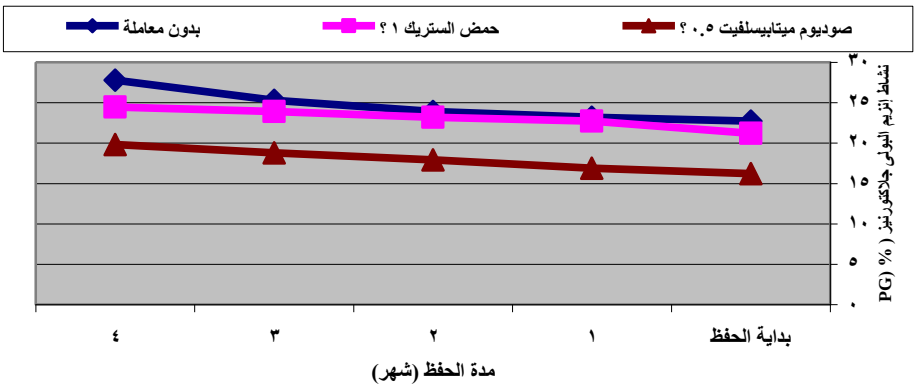
و يلاحظ أيضا من الأشكال السابقة أن شرائح الطماطم المجففة و المعاملة بحمض الستريك ٢ ٪ أو بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥ ٪ حدث زيادة في نشاط إنزيم البكتين ميثيل استيريز (PME) بزيادة مده الحفظ حيث كان النشاط في بداية مدة الحفظ ٧,٦٣ ٪ ، ٦,٦٧ ٪ على التوالي مقارنة بالعينة الطازجة وصل إلى ١٠,٢٢ ٪، ٨,٢٥ ٪ على التوالي بنهاية مدة الحفظ بنسبة زيادة ٣٣,٩٤ ٪ ، ٢٣,٦٨ ٪ منسوبة للعينات في بداية الحفظ بمعنوية ٠,٠١٨ و ٠,٠١٨عند مستوى دلالة اقل من ٠,٠٥ أيضا لوحظ في لفائف الطماطم المعاملة بحمض الستريك ٢ ٪ أو بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥ ٪ زاد النشاط بنسبة ٢٨,٨ ٪ و ١٩,٤٦ ٪ في نهاية مدة الحفظ منسوبة بالعينة في بداية الحفظ بفروق معنوية عند مستوى دلالة اقل من ٠,٠٥ بينما مسحوق الطماطم المعاملة بحمض الستريك ٢ ٪ أو بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥ ٪ كانت الزيادة في النشاط ٢٧,٩٧ ٪ و ١٢,٢١ ٪ في نهاية مدة الحفظ منسوبة للعينات في بداية الحفظ بفروق معنوية عند مستوى دلالة اقل من ٠,٠٥ ، وتوجد فروق معنوية بين شرائح الطماطم و لفائف الطماطم ومسحوق الطماطم ومدة الحفظ من بداية الحفظ والشهر الأول و الثاني و الثالث و الرابع من الحفظ ما عدا شرائح الطماطم و لفائف الطماطم المعاملة بصوديوم ميتا بيسلفايت في بداية الحفظ.

انزيم بولي جلاكتوورنيز:

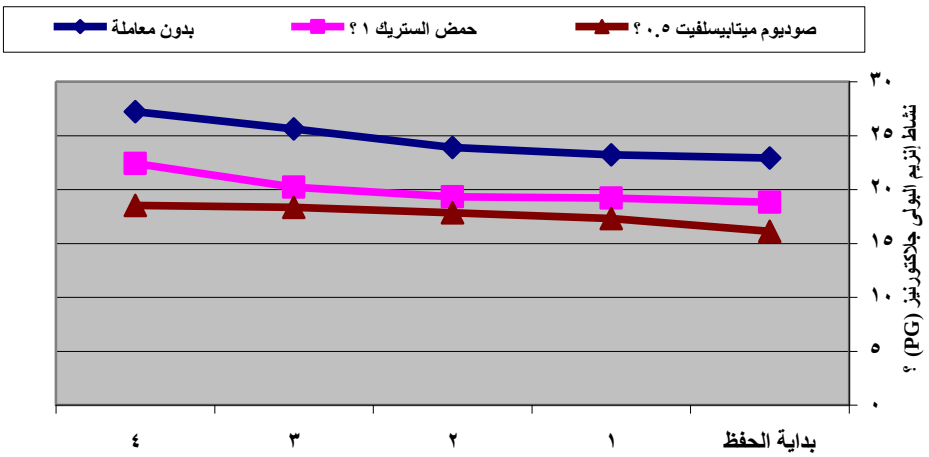
ويلاحظ من الأشكال (٤: ٦) انخفاض في نشاط الإنزيم للطماطم المجففة في صورة شرائح أو لفائف أو مسحوق والمعاملة بحمض الستريك ٢ ٪ لمدة ٥ دقائق أو بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥ ٪ لمدة ٥ دقائق قبل التجفيف ليصل النشاط المتبقي إلى ٢٠,٥٪ و١٧,٨٠ ٪ و ٢١,٢٠ ٪ و ١٦,٢٠ ٪ و١٨,٢٠ ٪ و١٦,١٠ ٪ من النشاط الأصلي منسوبة للطماطم الطازجة ، وكانت نسبة التثبيط تتراوح من ٧٨,٨ ٪ -٨٣,٩ ٪ ولوحظ أن أعلى تثبيط لعينات الطماطم المجففة في صورة مسحوق والمعاملة بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥ ٪ حيث كانت نسبة التثبيط ٨٣,٩ ٪. وعند حفظ منتجات الطماطم (شرائح ، لفائف ، مسحوق)على درجة حرارة الغرفة (٢٥ْم – ٣٠ْم) لوحظ زيادة في نشاط الإنزيم بزيادة مدة الحفظ أربعة أشهر لتصل إلى ٢٥.٦ ٪، ٢٠.٩ ٪ ، ٢٤.٤٥٪ ، ١٩.٨ ٪ ، ٢٢.٤ ٪ ، ١٨.٥٢ ٪ منسوبة لمنتجات الطماطم في بداية مدة الحفظ لكل من شرائح الطماطم ولفائف الطماطم ومسحوق الطماطم المعاملة بحمض الستريك ٢ ٪ أو بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥ ٪ بفروق معنوية عند مستوى دلالة اقل من ٠,٠٥.



شكل (٤): نشاط إنزيم البولى جلاكتورونيز فى شرائح الطماطم المجففة والمخزنة على درجة حرارة الغرفة (٢٥ – ٣٠ ºم) لمدة أربعة أشهر



شكل (٥): نشاط انزيم البولي جلاكتورونيز في لفائم الطماطم المجففة و المخزنة علي درجة حرارة الغرفة (٢٥- ٣٠ درجة مئوية) لمدة ٤ أربعة أشهر



شكل (٦): نشاط إنزيم البولي جلاكتيورونيز في مسحوق الطماطم المجففة و المخزنة علي درجة حرارة الغرفة (٢٥ – ٣٠ °م) لمدة أربعة أشهر

لوحظ أيضا فروق معنوية بين شرائح أو لفائف أو مسحوق بدون معاملة أو المعاملة بحمض الستريك ٢ ٪ أو بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥ ٪ ومدة الحفظ من بداية الحفظ والشهر الأول و الثاني و الثالث و الرابع من الحفظ ما عدا لفائف الطماطم و مسحوق الطماطم المعاملة بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٥ جم /لتر في بداية الحفظ ، وشرائح الطماطم المعاملة بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٥ جم /لتر ومسحوق الطماطم المعامل بحمض الستريك ٢ ٪ في الشهر الثاني من الحفظ ، وشرائح الطماطم المعاملة بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥ ٪ ومسحوق الطماطم المعامل بحمض الستريك ٢ ٪ في الشهر الثالث لا توجد فروق معنوية عند مستوى دلالة اقل من ٠,٠٥.

نستخلص من هذه النتائج أن عملية التجفيف ومعاملات ما قبل التجفيف أدت إلى انخفاض نشاط إنزيم البكتين ميثيل استيريز (PME)، وان هناك زيادة في نشاط إنزيم البكتين ميثيل استيريز (PME) بزيادة مدة الحفظ مع ملاحظة أن الزيادة الأقل كانت في الطماطم المجففة في صورة شرائح الطماطم و لفائف الطماطم المعاملة بصوديوم ميتا بيسلفيت قبل التجفيف . وكذلك أن حرارة التجفيف تؤدي إلى تثبيط نشاط إنزيم

بولي جلاكتورونيز (PG) ، وان المعاملة بحمض الستريك ٢ ٪ لمدة ٥ دقائق أو بصوديوم ميتا بيسلفايت ٠,٠٥ ٪ لمدة ٥ دقائق قبل التجفيف أدت إلى تثبيط نشاط الإنزيم مقارنة بالعينات بدون معاملة ، وحدوث إعادة لنشاط إنزيم PG بنسب متفاوتة سواء في الطماطم المعاملة وغير معاملة خلال فترة الحفظ وربما يرجع ذلك إلى وجود مشابهات لإنزيم بولي جلاكتورونيز (PG) مقاومه للحرارة وتنشط أثناء عملية الحفظ مع ملاحظ أن إنزيم PG مقاوم للحرارة مقارنة بإنزيم PME وهذه النتائج توافق نتائج Simon و آخرون (2001) و Clark وآخرون (1996)

المراجع

وزارة الزراعة والمياه .(٢٠٠٥): الكتاب الإحصائي التاسع عشر . المملكة العربية السعودية.

Aba-Idah, P. and Adelola, B.A (2007). Quality changes in dried Tomatoes stored in Sealed polythene and open storage systems. J. Prac . Tech . Issue (10): 123 – 136 .

Andritos , N; Dalampakis , P . and Kolios , N. (2003). Use of Geothermal energy for tomato Drying. GHC Blulletin .

Camara-Hurtado,M; Greve,L.C. and Labavitch, J. M. (2002). Changes in cell wall pectins accompanying tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) paste manufacture". J. Agric. Food Chem.; 50(2): 273-278.

Clark, D. S; Sun, M. M; Giarto, L; Michels, P. C;Matschnier, A.and Robb, F. T. (1996). Stabilization of thermophilic enzymes by pressure. In: High-Pressure Bioscience and Biotechnology. Hayashi, R., Balny, C., Eds.; Elsevier Sci. B. V.: Amsterdam, pp 195-202.

Gould, W. A. (1992). In Tomato Production, Processing and Technology. CTI: Baltimore, MD, 323-44.

Hagerman, A. E. and Austin, P. J. (1986). Continuous spectrophotometric assay for plant pectin methylesterase. J. Agric. Food Chem., 34, 440-444.

Krebbers, B; Matser, A.M; Hoogerwerf, S.W; Moezelaar, R; Tomassen, M. and Berg, R .(2003). Combined high-pressure and thermal treatments for processing of tomato puree: Evaluation of microbial inactivation and quality parameters. Innovative Food Sci. Emerging Technologies. 4(4): 377-85 .

Laratta, B; Fasanaro, G; De Sio, F; Castaldo, D; Palmieri, A; Giovane, A. and Servillo, L.(1995). Thermal inactivation of pectin methylesterase in tomato puree: implications on cloud stability. Process Biochem., 30 (3),251-9.

Lopez, P; Sanchez, A. C; Vercet, A.and Burgos, J. (1997). Thermal resistance of tomato polygalacturonase and pectinmethylesterase at physiological pH. Z. Lebensm". Unters. 204, 146-50.

Lourenco, E. J; Neves, V.A. and Silva M.A.(1992). Inhibition of heart- of- palm polyphenoloxidase (ppo) by some compounds" .Ciencia, Tecnologia, Alimentos,12(1)83.

Parnell , T.L. ; Suslow , T.V. and Harris , L. J.(2004). Tomatoes : Safe methods to store , preserve, and enjoy . This review process was managed by the ANR associate editor for food and nutrition.

Pizzocaro, F; Torreggiani, D. and Gilardi, G. (1993). Inhibition of apple polyphenoloxidase (ppo) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride" . J. Food, processing and preservation, 17(1):21.

Porreta, S; Carpi, G; Dall'Aglio, G.and Ghizzoni, C. (1992). Use of ultrafiltration for preparing improved tomato pulp".Int. J. Food Sci. Tech. 27, 427-33.

Porretta, S. (1991). Nonenzymatic browning of tomato products". Food Chemi.; 40(3): 323-35.

Pressey, R.; Hinton, D. M.; and Avants, J. K. (1971). Development of polygalacturonase activity and solubilization of pectin in peaches during ripening". J. Food Sci., 36, 1070-73.

Simon,C; Marie,C.R; Johanna, C. and Marcel, A. J.(2001). Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Pectin Methylesterase and Polygalacturonase Behaviours Regarding Heat- and Pressure-Induced Inactivation. J. Agric. Food Chem. 49, 5566-5575.

Stoforos, N.G; Crelier, S; Robert, M.C. and Taoukis, P.S. (2002). Kinetics of tomato pectin methylesterase inactivation by temperature and high pressure. J. Sci. Food; 67(3): 1026-1031 .

Verlent, I; Loey, A; Smout, V.C; Duvetter, T . and Hendrickx, M.E. (2004). Changes in purified tomato pectinmethylesterase activity during thermal and high pressure treatment. J. Sci. Food Agri.; 84(14): 1839-47.

EFFECT OF INHIBITORS AND DEHYDRATION ON THE PECTIN ENZYMES IN TOMATO

El-Sobhy, Fatma M. M.* and Soheir H. Kandil**

*** Nutrition of Food Science Dept., Medical Applied Science Fac., Om El-Qora Univ., The Kingdom of Saudi Arabia**

****Food Technology Research Institute, Agricultural Research Center**

ABSTRACT

The study is carried out by using tomato from local market *(Lycopersicon esculentum)* and treated by 2% citric acid or 0.05% sodium metabisulfite and dried in slides form, rolls and tomato powder except the control group, the pectin enzymes analysis is carried out (pectinase enzyme methyl esterase: PME and polygalactorinase enzyme PG) for the tomato slides, rolls and tomato powder for the stored at room temperature (25-30^{0}C) in a dark place for four months. The analysis were monthly carried out from the beginning of storage period till four months, the drying lead to a decrease in the PME enzyme by a ratio of 77.83 to 93.45% in the dried tomato products that previously treated with 2% citric acid or by 0.05% sodium metabisulfite with a notice in increasing in activity during the preservation period, also the drying leads to the decreasing of PG enzyme activity by the percentage of 78.8 to 38.9% in the dried tomato products that previously treated by 2% citric acid or by 0.05% sodium metabisulfite with increasing in activity during the preservation period (four months) at room temperature (25-30 ^{0}C). The treatment of tomato by 2% citric acid or by 0.05 sodium metabisulfite before drying lead to inhibit the pectin methyl esterase and polygaactorinase enzyme that was under study.

قام بتحكيم البحث

أ.د / محمد طه شلبى — **كلية الزراعة – جامعة المنصورة**

أ.د / فؤاد امين الاشوح — **مركز البحوث الزراعية**