الفصل الرابع عشر

معاملة الفواكه والخضراوات الطازجة بأقل درجة من التصنيع

Minimal Processing of Fresh Fruits and Vegetables

إي. لاوريلا وآر. أهفينايين، في تي تي للتقنية الحيوية

E. Laurila and R. Ahvenainen, VTT Biotechnology

(١٤,١) مقدمة

Introduction

لتصنيع الفواكه والخضراوات الخام بأقل درجة من التصنيع، هدفان (Huxsoll and Bolin, 1989):

- المحافظة على المنتج طازجاً، دون فقدان لقيمته التغذوية.
- ضمان فترة صلاحية كافية لتوزيع ذي جدوى اقتصادية داخل منطقة الاستهلاك.

يجب أن تكون فترة الصلاحية الميكربيولوجية والحسية والتغذوية للخضراوات والفواكه المصنعة بأقل درجة من التصنيع، على الأقل ٤-٧ أيام، ويفضل أن تصل إلى ٢١ يوماً اعتماداً على السوق (Ahvenainen, 2000; Wiley, 1994; Ahvenainen and Hurme, 1994).

يلخص الجدول رقم (١٤,١) المتطلبات التجارية لتصنيع الخضراوات والفواكه الجاهزة للاستخدام مسبقة التقشير(prepeeled) المقطعة شرائح (sliced) أو المبشورة (grated) أو المقطعة قطعاً صغيرة (shredded).

إن هدف هذا الفصل هو:

- تقييم جوانب جودة ومأمونية الفواكه والخضراوات المصنعة أقل درجة من التصنيع.
- وصف الخطوات المفتاحية في سلسلة الغذاء، مع البدء بالمواد الخام والتصنيع والانتهاء بالتغليف الذي يؤثر على الجودة وفترة صلاحية الخضراوات والفواكه المصنعة أقل درجة من التصنيع.

الجدول رقم (١٤,١). متطلبات التصنيع التجاري للفواكه والخضراوات الجاهزة للاستخدام (الاستهلاك) مسبقة التقشير و/ أو المبشورة أو المقطعة قطعاً صغيرة.

أساس أو مبدأ العمل	متطلبات التصنيع	الزبائن	فترة الصلاحية (أيام على ٥°م)	أمثلة للفواكه والخضراوات المناسبة
الإعداد اليوم الاستهلاك غداً	• الشئون الصحية ونظافة المطبخ وأدواته القياسية standard kitchen hygiene and tolls. • لا حاجة لغسيل مكثف للمنتجات المقشرة والمقطعة، مع استثناء البطاطس. • يمكن أن تكون الأغلفة أوعية قابلة للاستخدام مرة أخرى (packages can be returnable containers)	صناعة الخدمات الغذائية (catering industry)، المطاعم، المدارس، الصناعة	١- ٢	معظم الفواكه والخضراوات

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (١٤,١).

أساس أو مبدأ العمل	متطلبات التصنيع	الزبائن	فترة الصلاحية (أيام على ٥°م)	أمثلة للفواكه والخضراوات المناسبة
الإعداد اليوم، يستخدم الزبون المنتج خلال ٣- ٤ أيام	• تطهير (disinfection) • غسيل (washing) المنتجات المقشرة والمقطعة على الأقل بالماء • الأغلفة المنفذة؛ مع استثناء البطاطس	صناعة الخدمات الغذائية، المطاعم، المدارس، الصناعة،	٣- ٥	جزر، ملفوف، الخس المدور، البطاطس، شمندر أحمر (بنجر)، الحمضيات، العناب
المنتجات للبيع بالتجزئة، أيضاً intended for retailing	• تطهير جيد • غسيل بالكلور أو الحامض للمنتجات المقشرة والمقطعة • الأغلفة المنفذة، مع استثناء البطاطس • مضافات	إضافة للزبائن المذكورين أعلاه يمكن أن يكون تاجر البيع بالتجزئة من الزبائن، أيضاً	٥- ٧❖	الجزر، الملفوف الصيني، الملفوف الأحمر، البطاطس، شمندر أحمدر (بنجر)، الحمضيات، العناب

❖إذا كانت هناك حاجة لفترة صلاحية أطول تصل إلى ١٤ يوماً فلابد أن تكون درجة حرارة الحفظ ١-٢°م.

(١٤,٢) تغيرات الجودة في الفواكه والخضراوات المصنَّعة بأقل درجة من التصنيع

Quality Changes in Minimally Processed Vruit and Vegetables

نتيجة للتقشير والبشر والتقطيع لقطع صغيرة، تتغير المنتجات من كونها سلعاً ثابتة نسبياً ذات فترة صلاحية قد تمتد لعدة أسابيع أو شهور إلى سلع قابلة للفساد

(سريعة الفساد، perishable) ذات فترة صلاحية قصيرة جداً قد تصل إلى ١-٣ أيام على درجات حرارة تبريد (chilled temperatures).

أثناء عمليات التقشير والبشر، تتحلل كثير من الخلايا وتفرز نواتج داخل الخلايا(intracellular product)، مثل إنزيمات الأكسدة (oxidizing enzymes).

تتدهور المنتجات المصنعة أقل درجة من التصنيع نتيجة للشيخوخة الفسيولوجية(physiological ageing) والتغيرات الكيموحيوية والفساد الميكروبي، والتي قد تؤدي إلى تدهور (تحلل) اللون والقوام والنكهة (Varoquaux and Wiley, 1994; Kabir, 1994).

(١٤,٢,١) التغيرات الفسيولوجية والكيموحيوية

Physiological and Biochemical Changes

أهم إنزيم في الفواكه والخضراوات المصنعة أقل درجة من التصنيع، هو البولي فينول أُكسيديز(polyphenol oxidase) والذي يسبب الاسمرار (browning) (Laurila *et al.*, 1998b; Varoquaux and Wiley, 1994; Wiley, 1994). إنزيم آخر مهم هو الليبوأُكسيديز (lipooxidase) والذي يحفز فوق الأكسدة مسبباً تكُّون الديهايدات وكيتونات كثيرة سيئة الرائحة (bad-smelling aldehydes and ketones). أيضاً، قد يرتفع إنتاج الإثايلين ولأنه يساهم في التصنيع الجديد/المُحدث (neosynthesis) للإنزيمات المتضمنة/ العاملة في نضج الفواكه، فقد يلعب دوراً في الاعتلالات الفسيولوجية للفواكه المقطعة شرائح، مثل إحداث التليين (softening) (Varoquaux and Wiley, 1994).

مع التصنيع، يزيد النشاط التنفسي للمنتجات بما يتراوح بين ٢٠٪ إلى ما يصل إلى ٧٠٠٪ أو أكثر اعتماداً على المنتج ودرجة القطع (cutting grade) ودرجة الحرارة (Varoquaux and Wiley, 1994; Mattila *et al.*,1995a). إذا كانت ظروف التغليف لا

هوائيـة ، سـيقود ذلـك إلى التـنفس اللاهـوائي مسـبباً تكـون الإيثـانول والكيتونـات والألديهايدات (Powrie and Skura, 1991).

(١٤,٢,٢) التغيرات الميكربيولوجية Microbiological Changes

أثناء التقشير والتقطيع والتقطيع لقطع ، يتعرض سطح المنتج للهواء والتلوث بالبكتريا والخمائر(yeasts) والأعفان(moulds). وفي الخضراوات المصنعة أقل درجة من التصنيع ، والتي يقع معظمها في المجموعة منخفضة الحموضة(pH 5.8-6.0) ، فإن الرطوبة العالية والعدد الكبير من السطوح المجرحة(cut surfaces) قد توفر ظروفاً مثالية مؤاتية لنمو الأحياء الدقيقة (Willocx *et al.*, 1994).

إن أعداد البكتيريا (population of bacteria) الموجودة على الفواكه والخضراوات تختلف اختلافاً كبيراً واسعاً. والأحياء الدقيقة السائدة في الخضراوات الورقية الطازجة (fresh leafy vegetables) هي أنواع بكتيريا *السودومونس*(*pseudomonas*) *والإيروينيا* *(Erwinia)* ، مع عد أولي(initial count) يصل إلى حوالي ١٠ ° وحدة مكونة للمستعمرات/ جرام (10^5 cfu g^{-1}) ، بالرغم من وجود أعداد منخفضة من الأعفان/ الفطريات والخمائر. أيضاً ، أثناء التخزين المبرد (cold storage) للخضراوات الورقية المصنعة أقل درجة من التصنيع السلالات المحللة للبكتين pectinolytic strains من السودومونس هي المسئولة عن العفن ، التعفن (Varoquaux and Whiley, 1994; Willocx et al., 1994). سيحول ارتفاع درجة حرارة التخزين مع ارتفاع تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الأغلفة ، المحتوى البكتيري أو مخزون الأحياء الدقيقة(micro flora) نحو بكتريا حمض اللاكتيك (lactic acid bacteria) Garg *et al.*, 1990; Marchetti *et al.*, 1992; Markholm, 1992; Brackett, 1994; Hurme *et al.*, 1994; Ahvenainen et al., 1994; Manzano *et al.*, 1995).

يُصْعِب الحِمل الأساسي العالي للميكروبات تأسيس الحد الأعلى لعدد الخلايا(cell number threshold) الذي بعده يعتبر المنتج فاسداً. أوضحت كثير من الدراسات وجود ارتباط ولو كان بسيطاً (simple correlation) بين العلامات/المؤشرات الكيميائية للفساد (spoilage chemical markers) مثل الـ pH وحمض اللاكتيك وحمض الخليك (acetic acid) وثاني أكسيد الكربون والخواص الحسية والحمل الميكروبي (حمل الخلايا الميكروبية microbial cell load) (Marchetti *et al.*, 1992; Hurme *et al.*, 1994; Ahvenainen *et al.*, 1994; Manzano et al., 1995). في الحقيقة، يبدو أن للفواكه والخضراوات المصنعة بأقل درجة من التصنيع أنماط فساد مختلفة (different spoilage patterns) فيما يتعلق بخواص المواد الخام (Huxsoll and Bolin, 1989; Marchetti *et al.*, 1992).

ولأن الفواكه والخضراوات المصنعة بأقل درجة من التصنيع لا تعامل حرارياً بصرف النظر عن المضافات والتغليف، فلابد من تداولها وتخزينها على درجات حرارة تبريد(refrigerated temperatures) تبلغ ٥ °م أو أقل لتحقيق فترة صلاحية كافية وسلامة (مأمونية) ميكروبيولوجية(microbiological safety). وقد تبقى(survive) بعض الممرضات مثل *الليستريا مونوسايتوجينس* (*Listeria monocytogenes*) *واليرسينيا إنيتروكوليتيكا* وأنواع *السالمونيلا* (*Salmonella* spp.) *والأيروموناس هايدروفيليا* (*Aeromonas hydrophillia*) حية، بل حتى تتكاثر(profilerate) على درجات حرارة منخفضة (Brackett, 1994; Riquelme *et al.*, 1994). في المقابل، فإن الفواكه المصنعة أقل درجة من التصنيع مأمونة نسبياً عندما تقارن مع أغذية أخرى، إذ إنها بصفة عامة حامضية بدرجة كافية لمنع نمو الممرضات. الأحياء الدقيقة العادية المفسدة للمنتجات المبردة، عادة محبة للبرودة (psychrotrophic) وعليه، تتميز تنافسيا (competitive advantage) على معظم الممرضات.

(١٤,٢,٣) التغيرات التغذوية Nutritional Changes

هناك القليل من المعرفة للقيمة التغذوية (nutritive value)، أي محتوى المنتجات المصنعة أقل درجة من التصنيع من الفيتامينات والسكر والأحماض الأمينية والدهون والأليـاف. لا يقلـل الغسـيل مـن محتـوى الجـزر المبشـور والملفـوف الصـيني المقطـع أو البطـاطس المقشـورة مـن الفيتامينـات (فيتـامين سـي والكاروتينـات) بدرجـة ملحوظـة (كبيرة)(Hagg *et al.*, 1996).

(١٤,٣) تحسين الجودة
Improving Quality

إذا أريد إعداد منتجات اليوم لتستهلك غداً، يمكن استخدام طرق تصنيع بسيطة جداً وغير مكلفة. ومعظم الفواكه والخضراوات مناسبة لهـذا النـوع مـن الإعـداد. ومثـل هذه المنتجـات مناسـبة للخدمـة الغذائيـة (suitable for catering)، حيـث تجـرى بهـا/ لهـا مزيدٌ من العمليات التصـنيعية. وإذا كانـت هنـاك حاجـة لفـترة صـلاحية طويلـة لمنتجـات ما، عدة أيام أو لأسبوع وأكثر، كما هو الحال مع منتجات البيع بـالمفرق، فلابـد مـن طرق تصنيع ومعاملات أكثر تقدماً باستخدام مفهوم المقاومـة(hurdle concept) (Wiley, 1994; Ahvenainen and Hurme, 1994; Leistner and Gorris, 1995). ويلخـص الجـدول رقم (١٤,٢)الخطوات الأساسية. يعتمد الحفـظ أو الوقايـة علـى التـداؤب والتنـاغم بـين هذه الخطوات الفردية. ويجب أن تكون (تتخذ وتجرى) هـذه الخطـوات في بيئـة تصـنيعية آمنـة (safe processing environment). التصـنيع النظيـف(hygienic processing) في إطـار ممارسـة تصـنيعية جيـدة ((good manufacturing practices (GMP)) وإدارة هاسـب فعالـة (effective HACCP management) مـن الأمـور بالغـة الأهميـة فيمـا يتعلـق بالوقايـة مـن وضـع المخـاطر الميكربيولوجيـة وغيرهـا (Huxsoll and Bolin, 1989; Wiley, 1994;

Avenainen and Hurme, 1994; Avenainen *et al.*, 1994; Zomorodi, 1990). يلخص الجدول رقم (١٤,٣) بعض المخاطر الأساسية وطريقة السيطرة عليها داخل إطار تحليل المخاطر بنقاط التحكم الحرجة [hazard analysis critical control point (HACCP)].

الجدول رقم (١٤,٢). المتطلبات الأساسية في التصنيع الأقل للفواكه والخضراوات.

Key requirements in minimal processing of fruits and vegetables

- ❖ مواد خام عالية الجودة (جيدة) (صنف ونوع وزراعة وظروف حصاد وتخزين سليمة).
- ❖ شئون صحية ونظافة صارمة وممارسة تصنيعية جيدة.
- ❖ انخفاض درجة الحرارة أثناء العمل.
- ❖ تنظيف بحذر و/ أو غسيل قبل وبعد التقشير.
- ❖ مياه جيدة النوع (خواص حسية، ميكربيولوجية و pH).
- ❖ مضافات بسيطة في الغسيل للتعقيم أو منع الاسمرار.
- ❖ تجفيف تدويري(spin drying) برفق بعد الغسيل.
- ❖ تقشير برفق.
- ❖ تقطيع شرائح (cutting/ slicing/ shredding).
- ❖ مواد تنظيف سليمة وطرق تغليف سليمة كذلك.
- ❖ درجة حرارة ورطوبة سليمة مضبوطة أثناء التوزيع والبيع بالتجزئة.

الجدول رقم (١٤,٣). المخاطر، نقاط التحكم الحرجة، إجراءات الوقاية والضبط في تصنيع وتغليف الفواكه والخضراوات الجاهزة للاستخدام.

الخطوة التشغيلية الحرجة Critical operational step	المخاطر Hazards	نقطة التحكم الحرجة C.C.P Critical control points	إجراءات الوقاية والضبط preventive and control measures
النمو growing	التلوث بالممرضات البرازية faecal pathogen الغزو الحشري والفطري insects & fungal invasions	تقنيات الزراعة cultivations techniques	- استخدام أسمدة اصطناعية - فحص مصادر مياه الري irrigation water - استخدام مبيدات الآفات

تابع الجدول رقم (١٤,٣).

الخطوة التشغيلية الحرجة Critical operational step	المخاطر Hazards	نقطة التحكم الحرجة C.C.P Critical control points	إجراءات الوقاية والضبط preventive and control measures
الحصاد	الفساد الميكروبي وغزو الحشرات التلوث العرضي	تقييم نضج المنتج ممارسات التداول ضبط درجة الحرارة النظافة والشئون الصحية	- الحصاد قبل قمة النضج - تقليل الأذى الميكانيكي - الحصاد بالنهار وبالليل توظيف عمال الجمع، picker مدربين في الشئون الصحية الأولية (الأساسية)
النقل	النمو الميكروبي	الوقت/ درجة الحرارة	*- حافظ على درجات حرارة منخفضة - تفادى النقل لمسافات بعيدة - حافظ على تبريد منتظم في أوعية نقل - تفادى التحطيم والإتلاف لا تفرط في تحميل الأوعية ova load (بالمنتج)
	التلوث الخلطي	ممارسات التحميل المنتج الأوعية	- أفصل المنتج السليم من المنتج المجروح في الحقل - استخدم أوعية معدنية أو بلاستيكية جيدة الغسيل/ التعقيم
الغسيل	التلوث من الماء	الماء ممارسات الغسيل إزالة الماء de watering	- استخدام ماء الصنوبر، اختبار الماء بشكل روتيني (دوري) بكتريا الكولاي - اضبط التلوث الميكروبي باستخدام الكلورة والتغطيس في مادة مضادة للبكتريا antimicrobial dipping

تابع الجدول رقم (١٤,٣).

الخطوة التشغيلية الحرجة Critical operational step	المخاطر Hazards	نقطة التحكم الحرجة C.C.P Critical control points	إجراءات الوقاية والضبط preventive and control measures
الفرز	التلوث العرضي	الفراز الإضاءة السير الناقل conveyer	- تعيين فرازين ذوي خبرة في فحص المنتج - وفر إضاءة كافية - اغسل السير الناقل وطهره بشكل دوري
التغليف	النمو الميكروبي	مادة التغليف الرطوبة النسبية وضبط درجة الحرارة	- قم باختيار نفاذية الفيلم المضبوطة - حلل محتوى الغاز بشكل دوري باستخدام تقنيات بسيطة - استخدم فيلم مشرب بمضاد فطريات (fungicide impregnated film) - أبعاد الماء من المنتج المنقوع بحذر وعناية Dewater the drenched produce - استخدم أفلام لها خاصية مضادة للضباب (antifogging properties) - اختبر /قس درجة حرارة المنتج/ المخزن على فترات منتظمة

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (١٤,٣).

الخطوة التشغيلية الحرجة Critical operational step	المخاطر Hazards	نقطة التحكم الحرجة C.C.P Critical control points	إجراءات الوقاية والضبط preventive and control measures
التخزين/ التوزيع	نمو وانتشار الأحياء الدقيقة	ضبط درجة الحرارة الضوء ممارسات المستهلك	- حافظ على درجة حرارة تبريد المنتج في مدى صفر- ٥°م - امنع تكثف الرطوبة بضبط درجات الحرارة **- ضع اعتباراً لتأثير الضوء وفر بطاقة على المنتج فيها توجيهات حول شروط التخزين

* للمنتج المزروع قريب للأرض ويستهلك طازجاً.

** ربما يؤثر الضوء على التركيب الغازي في العبوات وذلك بإحداث عملية التمثيل الضوئي في الخضراوات الخضراء.

(١٤,٤) المواد الخام

Raw Materials

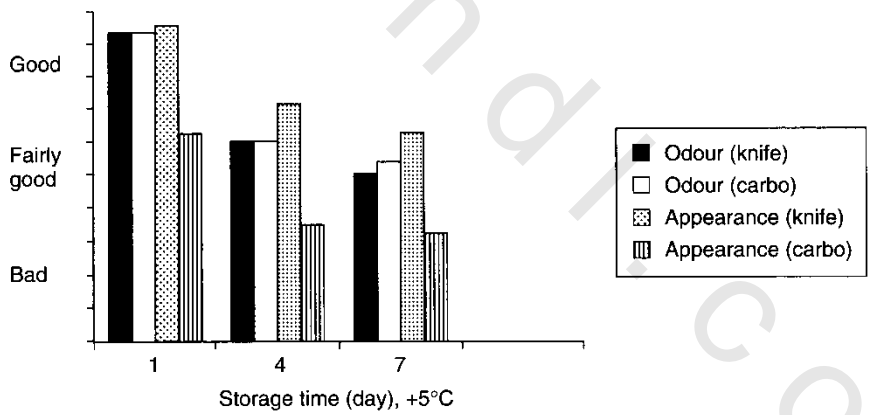
من الواضح البين بذاته (البديهي self-evident) أن الخضراوات والفواكه المعدة للتقشير المسبق والتقطيع يجب أن تكون قابلة للغسيل بسهولة (easily washable) قابلة للتقشير كما يجب أن تكون جودتها من الدرجة الأولى (first class quality). التخزين السليم والمضبوط للخضراوات والتقليم بحذر/بعناية (careful trimming) قبل التصنيع من الإجراءات الحيوية لإنتاج الخضراوات المجهزة الجيدة (Wiley, 1994; Ahvenainen and Hurme, 1994; Kabir, 1994). إن دراسة مختلف الأصناف لثمان من الخضراوات قد

أوضحت بعدم إمكانية استخدام كل أنواع الخضراوات المحددة لتصنيع الخضراوات المجهزة. إن الاختيار السليم للصنف أمر مهم جداً، وبصفة خاصة للجزر والبطاطس والملفوف اللفتي (swede) والبصل. وعلى سبيل المثال، مع الجزر والملفوف اللفتي، فإن الصنف الذي أعطى منتجاً مبشوراً أكثر عصيرية لا يمكن استخدامه في إنتاج المنتجات المبشورة التي يجب أن تكون فترة صلاحيتها عدة أيام (Ahvenainen et al., 1994). مثال آخر هو البطاطس، حيث إن اللون والنكهة الضعيفين يصبحان مشكلتين إذا تم اختيار الصنف بطريقة خاطئة (Laurila *et al.*, 1998a; Mattila *et al.*, 1995b). زيادة على ذلك، أوضحت النتائج أن الظروف المناخية (climatic conditions) وأحوال التربة (soil conditions) والممارسات الزراعية، على سبيل المثال، ظروف التسميد والحصاد، قد تؤثر تأثيراً بالغاً على سلوك الخضراوات، خاصة سلوك البطاطس في التصنيع الأقل درجة(Ahvenainen *et al.*, 1998).

(١٤,٥) التقشير، التقطيع والتقطيع لشرائح
Peeling, Cutting and Shredding

تتطلب بعض الخضراوات والفواكه مثل البطاطس والجزر أو التفاح تقشيراً. وهناك عدة طرق تقشير، ولكن على أساس وحجم صناعي(industrial scale)، فإن التقشير عادة، يتم آلياً (mechanical peeling) ببراميل الكاربوروندوم الدوارة (rotating carborundum drums) وكيميائياً أو في قشارات بخار عالية الضغط (high-pressure steam peelers) (Wiley, 1994). وعلى أي حال، فقد كشفت النتائج وجوب أن يكون التقشير أهدأ ما يكون قدر المستطاع. والطريقة المثلى هي التقشير اليدوي (hand peeling) بالسكين الحاد(sharp knife). ويوضح الشكل رقم (١٤,١) التأثيرات النسبية للتقشير بالكاربورفندوم، والسكين. يجب معاملة البطاطس المقشرة بالكاربوروندوم

(carborundum-peeled potatoes) بمثبط اسمرار(browning inhibitor)، حيث يكون الغسيل المائي (water washing) كافياً للبطاطس المقشرة يدوياً (hand-peeled potatoes). إذا استخدم التقشير الآلي، يجب أن يشابه أو يماثل التقشير بالسكين. يسبب التقشير بالكاربورونـدوم والتقشير البخاري أو بالحوامض الحارقة(caustic acids) اضطراب جدران خلايا الخضراوات مما يحفز حدوث النمو الميكروبي والتغيرات الإنزيمية. يمكن الجمع بين التقشير بالكاربورونـدوم والتقشير بالسكين في المرحلة الأولى من التقشير الخشن(first stage of rough peeling)، ومن ثم تتم المرحلة الثانية من التقشير الناعم بالسكين(finer knife peeling). قد يكون التقشير الإنزيمي ناجحاً، على سبيل المثال، في حالة البرتقال (Pretel *et al.*, 1998).



الشكل رقم (١٤,١). تأثير طريقة التقشير ووقت (طول فترة) التخزين على رائحة ومظهر البطاطس المغلف في خليط غازات ٢٠٪ ثاني أكسيد كربون و٨٠٪ نيتروجين ومخزن على ٥°م.

أشارت كثير من الدراسات إلى وجوب إتمام التقطيع (cutting) والتقطيع لشرائح (shredding) بالسكين أو الشفرات(blades) الحادة قدر الإمكان والمصنوعة من الحديد

غير القابل للصدأ (stainless steal). الجزر المقطع بالشفرات الحادة (razer blade) أكثر قبولاً من الناحية الميكربيولوجية والحسية مقارنة بقبول الجزر المقطع بآلات التقطيع في شكل شرائح، التجارية (commercial slicing machines). ومن الواضح أن التقطيع إلى شرائح بسكاكين غير حادة (blunt) يسبب تدهور الجودة نتيجة لمزيد من تحلل الخلايا وخروج السوائل النسيجية. يجب أن تركب/تنصب آلات/ ماكينات التقطيع إلى شرائح ثابتة (istalled solidly) لأن المعدات المهتزة (vibrating equipment) قد تؤثر على جودة السطوح المقطوعة. يجب تطهير السطوح الخشنة المبرغلة(mats) والشفرات(blades) المستخدمة في التقطيع والتشريح، على سبيل المثال، بمحلول هايبوكلورايت ١٪ (1% hypochlorite).

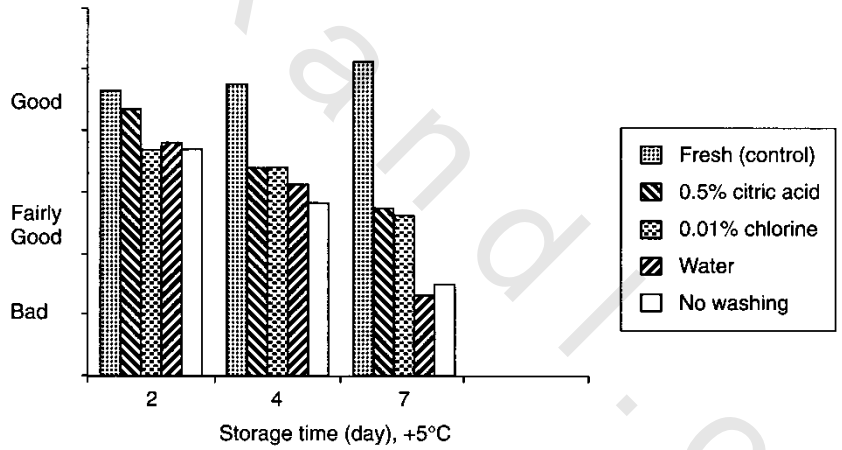
(١٤,٦) التنظيف، الغسيل والتجفيف
Cleaning, Washing and Drying

يجب غسل الوارد من الخضراوات أو الفواكه المغطاة بالتربة والطين والرمل (soil, mud and sand) بعناية قبل التصنيع. ويجب إعادة الغسيل مرة ثانية بعد التقشير و/ أو بعد التقطيع (Whiley, 1994; Ahvenainen and Hurme, 1994). على سبيل المثال، يجب غسل شرائح الملفوف الصيني والملفوف الأبيض بعد تجهيزها، بينما يجب غسل الجزر قبل البشر (Hurme *et al.*, 1994; Ahvenainen *et al.*, 1994). يزيل الغسيل بعد التقشير والتقطيع، الميكروبات وسوائل الأنسجة، وبذلك يخفض النمو الميكروبي والأكسدة الإنزيمية أثناء التخزين. ويفضل الغسيل في الماء المنسكب أو الماء الفقاعي بالهواء (flowing or air-bubbling water) على التغطيس/ الغمر في الماء الساكن (still water) (Ohta and Sugawara, 1997). يجب أن تكون الجودة الميكروبية لماء الغسيل عالية وأن تكون درجة حرارته منخفضة ويفضل أن تكون أقل من ٥ °م. وتبلغ الكمية

الموصى باستخدامها من الماء ٥-١٠ لتر/ كيلو منتج قبل التقشير/ التقطيع (Huxosoll and Bolin, 1989) و٣ لتر/ للكيلو بعد التقشير/ التقطيع (Hurme *et al.*, 1994; Ahvenainen *et al.*, 1994).

يمكن استخدام مواد حفظ(preservatives) في ماء الغسيل لخفض الأعداد الميكروبية وإبطاء النشاط الإنزيمي، وبذلك يتم تحسين (إطالة) فترة الصلاحية. تكفي١٠٠-٢٠٠ ملجرام كلور أو حمض ستريك/ لتر في ماء الغسيل قبل أو بعد التقشير و/ أو بعد التقطيع لإطالة فترة الصلاحية بفعالية (Wiley, 1994; Kabir, 1994; Hurme *et al.*, 1994; Ahvenainen *et al.*, 1994; O'Beirne, 1995). ويوضح الشكل رقم (١٤,٢) التأثيرات النسبية لمحاليل الغسيل المختلفة. وعلى أي حال، عند استخدام الكلور، يجب شطف منتجات الخضراوات . يخفض الشطف تركيز الكلور إلى المستوى الذي يوجد به في مياه الشرب ويعني هذا أن الجودة الحسية لا يتم تجاهلها (Hurme *et al.*, 1999). ويمكن تحفيز كفاءة الكلور باستخدام الجمع بين pH منخفضة ودرجة حرارة عالية وماء نقي ووقت تلامس مضبوط سليم (Wiley, 1994; Kabir, 1994). ويبدو أن مركبات الكلور تقلل عدد الميكروبات الهوائية (aerobic microbes)، على الأقل في بعض الخضراوات الليفية مثل الخس (Wiley, 1994; Garg *et al.*, 1990)، ولكن ليس من الضروري في الخضراوات الجزرية أو الملفوف (Garg *et al.*, 1990; Ahvenainen *et al.*, 1994). ومركبات الكلور محدودة الفعالية في تثبيط نمو *الليستريا مونوسايتوجينيس* في الخس والملفوف (Skytta *et al.*, 1996; Francis and O'Beirne, 1997). إضافة لذلك، ليس بالضرورة السماح باستخدام بعض المواد الحافظة (مثل مركبات الكلور) في كل الأقطار. تشمل بدائل الكلور ثنائي أكسيد الكلور(chlorine dioxide) وأوزون حمض البيراستيك(peracetic acid ozone) والفوسفات ثلاثية الصوديوم (trisodium phosphate)

بيروأكسيد الهيدروجين(hydrogen peroxide) (Sapers and Simmons, 1998). وعلى سبيل المثال، يبدو أن معالجة أبخرة بيروأكسيد الهيدروجين (hydrogen peroxide vapour treatment) يقلل العد الميكروبي (microbial count) في الخيار المقطوع طازجاً والفلفل الحلو(bell pepper) والكوسة (zucchini)، وبذلك يطيل فترة الصلاحية دون ترك بقايا كثيرة أو التضحية بجودة المنتجات. وعلى أي حال، هناك حاجة لمزيد من الأبحاث لتقييم وتقويم هذه المعالجات.



الشكل رقم (١٤,٢). تأثير محلول الغسيل ووقت (طول فترة) التخزين على رائحة الجزر المبشور المغلف في الهواء ومخزن على ٥°م.

يجب إزالة ماء الغسيل من المنتج برفق (Wiley, 1994). ويبدو أن أفضل طريقة لذلك، هي طريقة الطرد المركزي. ويجب اختيار معدل ووقت (فترة تشغيل) الطرد المركزي بعناية وحذر (Zomorodi, 1990; Bolin and Huxsoll, 1991) لتزيل العملية الماء الحر دون أن تحطم/تتلف خلايا الخضراوات .

(١٤,٧) تثبيط الاسمرار
Browning Inhibition

إحدى مشاكل جودة الفواكه والخضراوات مثل التفاح والطماطم المقشرة والمقطعة شرائح، الأساسية هي الاسمرار الإنزيمي (enzymatic browning). لا يكفي الغسيل بالماء في منع التلون ولا فعالية له. (Wiley, 1994; Mattile *et al.*, 1995b). تقليدياً يستخدم السلفايت (الكبريتيت sulphites) لمنع الاسمرار، وعلى أي حال، لاستخدام السلفايت عيوب، وبالتحديد الآثار الجانبية الخطيرة لمرضى الأزمة (asthmatic). ولهذا السبب، فقد منعت إدارة الغذاء والدواء (Food & Drug Admistration (FDA)) في الولايات المتحدة، استخدام السلفايت، جزئياً (Anon, 1991). في نفس الوقت، فقد يتزايد الاهتمام ببدائل السلفايت. يتطلب الاسمرار الإنزيمي أربعة مكونات: أُكسجين وإنزيم ونحاس ومادة تفاعل. ومن أجل منع الاسمرار، يجب على الأقل إزالة أحد المكونات من النظام. نظرياً(in theory)، يمكن منع اسمرار الخضراوات والفواكه المحفز بالـ ٢، ٥- دايفينايل أوكسازول بولي فينول- أُكسيديز (2,5-diphenyloxazole polyphenol oxidase (PPO)) باستخدام مثل هذه العوامل(Whitaker and lee, 1995) التالية:

- التثبيط الحراري أو التثبيط الأنزيمي (heat or reaction inactivation of the enzyme).
- إبعاد إحدى أو كلتا مادتي التفاعل (الأُكسجين والفينولات).
- خفض الـ pH بمقدار وحدتين أو أكثر، أقل من/أسفل الحد الأمثل.
- إضافة المركبات التي تثبط الـ PPO أو التي تمنع تكون الميلانين (melanin formation).

تعرف كثير من مثبطات الـ PPO، ولكن اعتبر قليلٌ منها بدائل فعالة للسلفايت(Vamos-Vigyazo, 1981). والوسيلة الأكثر جاذبية لتثبيط الاسمرار هي استخدام الطرق "الطبيعية"، مثل الجمع بين مكونات سلطة معينة (certain salad ingredients) مع بعضها البعض. ويبدو أن عصير الأناناس بديل فعال وواعد للسلفايت كمانع لاسمرار حلقات التفاح(apple rings) (Lozano-de-Gonzalez *et al.*, 1993; Meza et al., 1995). لقد عرفت فعالية الغسيل في/ بمحلول جلايسين بيتاين (glycine betaine solution) في المحافظة على الخواص الحسية، خاصة للخس المقطع على هيئة شرائح ومغلف (Hurme *et al.*, 1999).

وربما أن بديل السلفايت الذي نال أكثر فرصة في الدراسة في معظم الأحيان، هو حمض الأسكوربيك. وهذا المركب مثبط فعال للاسمرار الإنزيمي، وأساساً بسبب مقدرته على اختزال الكوينون (quinines) إلى مركبات فينولية قبل أن تبدأ ويزداد تفاعلها لتكوين أصباغ. وعلى أي حال، في نهاية الأمر، تتم أكسدة حمض الأسكوربيك إلى حمض الديهايدرو أسكوربيك ((dehydro ascorbic acid (DHAA)، مما يسمح للكوينونان بالتجمع والتلون باللون الأسمر، والأفضل استخدام حمض الأسكوربيك مع مواد أخرى مثل حمض الستريك. يؤدي التغطيس/الغمر في محاليل حمض أسكوربيك/ حمض ستريك ساخنة إلى تحسين(إطالة) فترة صلاحية البطاطس المقشرة مسبقاً إلى حوالي أسبوعين. وعلى أي حال، فقد أنتجت تركيزات حمض الأسكوربيك العالية (٠,٧٥٪) مذاقاً غير مرغوب (غير مستساغ، unpleasant taste) في الفواكه (Luo and Barbosa-Canovas, 1995). استخدمت مشتقات حمض الأسكوربيك كمثبطات للاسمرار بمفردها أو مع مثبطات أخرى في البطاطس والتفاح (Sapers *et al.*, 1989; Sapers and Miller, 1992, 1993; Monsalve-Ganzalez *et al.*, 1993). تم استخدم

حمض الإيريثوربيك(erythrbic acid) وهو نظير لحمض الأسكوربيك isomer of (ascorbic acid ، مجموعا مع حمض الأسكوربيك أو حمض الستريك لتثبيط الاسمرار الإنزيمي لشرائح البطاطس(Dennis, 1993) ولاسمرار البطاطس المقشرة بالكشط(abrasion-peeled potatoes) (Santerre *et al.*, 1991).

يعمل حمض الستريك كعامل خلب (chelating agent) وعامل تحميض (acidulant) ، وكلتاهما خاصتان مميزتان مثبطتان للـ PPO. وقد تم الحصول على نتائج واعدة(promising results) باستخدام حمض الستريك ومجموع حمض الستريك–الأسكوربيك وحمض النيتريك–السوربيك (benzoic-sorbic acid) كمعالجات تغطيس للبطاطس المصنعة بأقل درجة من التصنيع (Mattile et al., 1995b). الـ ٤–هيكسيلريسورسينول (4- Hexylresorcinol) مثبط اسمرار إنزيمي في التفاح والبطاطس والخس ، جيد (Monsalve-Gonzalez *et al.*, 1993; Whitaker and Lee, 1995; Luo amd Barbosa-Canovas, 1995; Canstaner *et al.*, 1996). ويتفاعل هذا المثبط مع الـ PPO ويجعله غير قابل لتحفيز التفاعل الإنزيمي. لاستخدام الـ ٤– هيكسيلريسور سينول عدة مميزات يتفوق بها على استخدام السلفايت في الأغذية ، وتشمل هذه (McEvily *et al.*, 1992):

- أسلوبه التخصصي في الفعل التثبيطي (specific mode of inhibitory action).
- المستويات المنخفضة المطلوبة لتحقيق الفعالية في الأداء.
- عدم قدرته على قصر (إزالة) الأصباغ المتكونة مسبقاً (inability to bleach preformed pigments).
- الثباتية الكيماوية (chemical stability).

قد استخدم، الإثايلين داي أمين تيترا استيك أسيد (ethylenediamine tetraacetic (EDTA))، وهو عامل تعقيد (complexing agent) مع البطاطس (Cherry and Singh, 1990; Dennis, 1993) والخس المدور (Castaner *et al.*, 1996) واستخدم جمعاً مع مثبطات اسمرار أخرى. وجد أن الإسبوريكس تي إم (Sporix™) وهو عامل خلب وصف من قبل مورده بأنه عديد فوسفات حامضي(acidic polyphosphate)، وبأنه مثبط اسمرار فعال في كثير من الفواكه والخضراوات (Gardner *et al.*, 1991; Sapers *et al.*, 1989). تمنع الأحماض الأمينية المحتوية على سلفاهايدريل (sulphhydryl- containing amino acids) مثل السيستيين، من تكون الصبغة البنية (السمراء) وذلك بالتفاعل مع وسط الكوينون(quinone intermediates) لتكوين مركبات ثابتة عديمة اللون (Dudley & Hotchkiss, 1989). استخدم السيستيين كمثبط للاسمرار في البطاطس والتفاح والخس المدور(Molnar-Perl and Friedman, 1990; Castaner *et al.*, 1996) وقد استخدم كمكون من مكونات مثبط اسمرار تجاري، أيضاً (Cherry and Singh, 1990).

وجد أن البروتييزات مثبطات اسمرار فعالة، للتفاح والبطاطس (Taoukis *et al.*, 1989; Labuza *et al.*, 1992; Luo, 1992). ويعتقد أن البروتييز فعال ويعمل على التحلل(hydrolyse) وبذلك يثبط الإنزيم أو الإنزيمات المسئولة عن الاسمرار الإنزيمي. ومن الإنزيمات المحللة للبروتين المختبرة حتى الآن، ثلاث بروتييزات نباتية (plant proteases) (الفايسين(ficin) من التين(figs) والبابين(papin) من فاكهة الباباي(papaya) والبروملاين(bromelain) من الأناناس)، وبصفة خاصة تم إثبات فعاليتها وكل الثلاث بروتييزات إنزيمات سلفاهيدريل ذات تخصصية واسعة (broad specificity). ووفقاً لتاوويكيس وآخرين (١٩٨٩) (Taoukis *et al.* 1989)، الفايسين فعال بدرجة فعالية السلفايت في البطاطس على ٤°م ولكنه أقل فعالية من السلفايت وبدرجة بسيطة على ٢٤°م. البابين فعال بدرجة ما للبطاطس على ٤°م. يمكن لمعالجة البابين أن تمنع

الاسمرار الإنزيمي للتفاح بنفس درجة منع السلفايت عند كل من درجتي الحرارة (٤°م و٢٤°م).

ولعدم وجود بديل وحيد للسلفايت فيما يتعلق بمنع الاسمرار، فالبدائل عادة، تكون تركيبات معتمدة على حمض الأسكوربيك(ascorbic acid-based combination). وقد تشمل المجموعة النموذجية:

- مختزل كيميائي((chemical relcutant، مثل حمض الأسكوربيك).
- محمض (acidulant) مثل حمض الستريك).
- وعامل خلب مثل الإدتا (EDTA).

وباستخدام مثل هذه التراكيب (صيغ الجمع) أو تطوير أخرى جديدة، من المهم اتخاذ معالجة تكاملية باختيار المواد الخام وطرق التقشير والتصنيع والتغليف، المضبوطة (Laurila *et al.*, 1998b).

(١٤,٨) عوامل السيطرة الحيوية
Biocontrol Agents

- وبمثل أن الاسمرار الإنزيمي من الموضوعات الأساسية المرتبطة بالأغذية المصنعة أقل درجة من التصنيع، فالسلامة (المأمونية) الميكربيولوجية (microbiological safety) موضوع أساسي، أيضاً. ومن التقنيات حديثة الظهور المستخدمة للسيطرة على نمو الممرضات، تقنية السيطرة الحيوية، مثل استخدام بكتيريا حمض اللاكتيك (lactic acid bacteria (LAB)) التي تتنافس مع نمو الممرضات وبالتالي تثبطها (Breidt and Fleming, 1997). تستطيع بكتيريا حمض اللاكتيك إنتاج كل من نواتج الأيض مثل حمض اللاكتيك وحمض الخليك (الإسيتيك) والتي تخفض الـ pH أو قاتلات البكتيريا؛ البكتيريوسينات (bacteriocins). وبالرغم من عدم كفاية عزلها (sufficient in isolation)، يمكن للبكتيريوسينات مثل النيسين(nisin) أن تساهم في التعامل مع

متحملات برودة معينة (certain cold-tolerant) من البكتيريا الموجبة لصبغة غرام-(Gram positive bacteria) (Bennik, 1997; Torriani *et al.*, 1997). وقد اقترحت دراسات استخدام بكتيريا حمض اللاكتيك استخدامها جمعاً مع تقنيات حفظ أخرى (Breidt and Fleming, 1997) مثل :

- خفض الميكروفلورا (أعداد البكتيريا) الكلية في المنتج بطرق مثل الغسيل باستخدام المطهرات(sanitizers) والمعاملة الحرارية أو التشعيع.
- إضافة مزرعة سيطرة حيوية منتجة للبكتيريوسينات (bacteriocin-producing biocontrol culture) لتحقيق عد بكتريا أساسي مستهدف target initial bacterial count (cfu ml^{-1})، وحدة مكونة للمستعمرات).
- تخزين المنتج تحت ظروف تبريد(refrigerated conditions).

من ثم، يتم تقدير فترة صلاحية المنتج بنمو مزارع السيطرة الحيوية. إذا عانى أو تعرض المنتج لسوء استخدام الحرارة(temperature abuse) أثناء التخزين أو التوزيع، على سبيل المثال، قد تنمو مزرعة السيطرة الحيوية بسرعة أكبر، وبذلك تمنع نمو الممرضات. مثل هذه المزارع مصادر مفيدة لمزيد من الأبحاث.

(١٤,٩) التغليف

Packaging

إحدى العمليات التشغيلية الأساسية في إنتاج الفواكه والخضراوات المصنعة أقل درجة من التصنيع، هي التغليف. وطريقة تغليف الفواكه والخضراوات الخام المحضرة التي نالت أكبر حظ من البحث والدراسة هي التغليف في جو معدل(MAP). والقاعدة الأساسية للـ MAP هي إمكانية خلق الجو المعدل سلبياً (created passively) باستخدام مواد تغليف مناسبة منفذة، أو خلقه بشكل نشط باستخدام خليط غازات محدد ومعه مواد تغليف منفذة (للغازات). والهدف من كليهما هو خلق توازن غاز مثالي

(optimal gas balance) داخل الغلاف، بحيث يكون النشاط التنفسي للمنتج منخفضاً بقدر الإمكان مع ضمان أن تركيز الأُكسجين ومستويات ثاني أكسيد الكربون غير مسببة لتدهور المنتج. بصيغة عامة، الهدف هو الحصول على محتوى غازات مكون من ٢-٥٪ ثاني أكسيد كربون، ٢-٥٪ أكسجين والبقية نيتروجين (Kader *et al.*, 1989; Day, 1994).

وجد أن المعالجة بالتغليف معدل الجو عالي الأُكسجين (high oxygen MAP treatment) فعالة بصفة خاصة في تثبيط الاسمرار الإنزيمي ومنع تفاعلات التخمر اللاهوائي وتثبيط النمو الميكروبي الهوائي واللاهوائي(Day, 1997). قد تسبب مستويات الأُكسجين العالية تثبيط مادة تفاعل الـPPO، أو تسبب مستويات عالية من الكوينونات عديمة اللون المنتجة من بعد، إنتاج الـPPO بتفاعلات رجعية. وقد وجد أن أول أكسيد الكربون يثبط PPO المشروم (mushroom PPO) بشكل عكسي. وعلى أي حال، يتطلب استخدام هذا المركب في نظام تغليف معدل الجو (MAP)، إجراءات لضمان سلامة العاملين في معمل التغليف(safety of packaging plant workers).

تحقيق خليط غازات سليم مضبوط أحد أصعب المهمات فيما يتعلق بتصنيع منتجات الفواكه والخضراوات الخام الجاهزة للاستخدام أو الجاهزة للأكل. وقد كانت المشكلة الرئيسة أو الأساسية هي عدم وجود مواد تغليف منفذة بدرجة كافية (Day, 1994). لا تحقق معظم مواد التغليف جو أُكسجين وثاني أكسيد كربون مثاليًّا، خاصة عندما يكون تنفس المنتج عالياً. وعلى أي حال، فمن الحلول عمل فتحات/ دقيقة/صغيرة(micro holes) ذات أحجام محددة وكمية محددة في المادة، وذلك من أجل تفادي نمو اللاهوائية(anaerobiosis) (Exama *et al.*, 1993). تحسن هذه الطريقة/الإجراء، على سبيل المثال، من فترة صلاحية الجزر المبشور (Ahvenainen *et al.*, 1994). ومن الحلول الأخرى، الجمع بين الإثايلين فينايل اسيتيت مع البولي

بروبـايلين المكيف/المعـدل(oriented polypropylene) أو البـولي إثـايلين مـنخفض الكثافة(low density polyethylene)، أو الجمع بين مواد السيراميك (ceramic material) مع البولي إثايلين. ولكل من تركيب المواد المذكورة أعلاه نفاذية للغازعالية، بل أعلى من نفاذية البولي إثايلين أو البولي بروبلين المكيف كل بمفرده، والمستخدمين بكثرة في تغليف السلطات، بالرغم من وجوب ارتفاع النفاذية للغاز، نموذجياً. ولهذه المواد خاصية لحام بالحرارة جيدة(good heat sealing properties) كما أنها متوافرة تجارياً(Ahvenainen and Hurme, 1994). فترة صلاحية الملفوف/ الكرنب المقطع والجزر المبشور المغلفة في هذه المواد ٧-٨ أيام على ٥°م وبذلك فهي أطول بـ ٢-٣ أيام، من صلاحيتها في أغلفة البولي بروبايلين المكيف المعتادة والمستخدمة بصفة عامة في تغليف صناعة الخضراوات (Hurme *et al.*, 1994; Ahvenainen *et al.*, 1994). وقد سجلت براءة اختراع فيلم جديد قابل للتنفس من خلاله (breathable film)، ولهذا الفيلم تركيب من ثلاث طبقات(three-layer structure) مكونة من مبثوق منتفخ ثنائي الطبقة two-ply (blown coextrusion) ذي سمك يبلغ حوالي ٢٥ ميكروميتر(25 µm thick) مع طبقة خارجية مكونة من راتنج-كي كي آر ١٠(K- Resin KR 10) وطبقة داخلية للبولي إثايلين المعدني(metallocene polyethylene). وهناك ادعاء، أن هذا الفيلم يعطي/ يحقق فترة صلاحية للسلطات الطازجة المغسولة بمحلول كلور تبلغ ١٦ يوماً على ١-٢°م(Anon., 1996). ويوضح الجدول رقم ٤-١٤ أمثلة للمواد المناسبة لتغليف الخضراوات (Ahvenainen *et al.*, 1994).

وفي التعامل مع المنتجات الطازجة المتنفسة، من المفيد أن تكون هناك نفاذية متغيرة للأفلام حتى تتوافق مع معدل تنفس المنتجات (المختلفة) لتفادي الأحوال اللاهوائية التي تحفز نمو بعض الممرضات. عمليا، يمكن تحقيق هذا بربط النفاذية بتغيرات درجات الحرارة. وبينما تتأثر معدلات النفاذ(permeation rate) لمعظم مواد

التغليف، فقط بدرجة متوسطة بالتغيرات في درجة الحرارة، إلا أن مواد تغليف جديدة قد تم تطويرها/ إنتاجها ذات نقطة تحويل عند درجات الحرارة (temperature switch point) والتي عندها تتغير نفاذية الفيلم بسرعة (مع تغير درجات الحرارة). وتستخدم هذه التقنية سلاسل بوليميرية (نظائرية) طويلة السلسلة الدهنية معتمدة على الكحول (Long-chain fatty alcohol-based polymeric chain).

عند درجة حرارة معينة تبقى هذه السلاسل في حالة متبلورة (crystalline state). بمجرد ارتفاع الحرارة (أو تعديلها للأعلى)، تذوب السلاسل الفرعية/ الجانبية(side chains) إلى حالة غاز غير متبلمر منفذ للغاز (gas permeable amorphous state) (Anon., 1992; Anon., 1996). والتقنية البديلة، هي استخدام فيلم ذي طبقتين مختلفتين أو ذي طبقتين متساويتين بسمك مختلف، وكلاهما بقطوعات صغيرة (minute cuts). مع زيادة درجة الحرارة، تتمدد الطبقات مع درجات الحرارة المختلفة مسببة زيادة حجم الفتحات وبالتالي زيادة نفاذية مادة التغليف (Anon., 1994). أيضاً، تم اقتراح أنظمة صمامات(valve systems) لمنع المزيد من استنزاف الأُكسجين وتجمع ثاني أكسيد الكربون عندما تحدث زيادة مؤقتة في درجات الحرارة (temporary temperature increase) (Exama *et al.*, 1993).

إحدى طرق التغليف في جو معدل والمثيرة للاهتمام، هي التغليف بالتفريغ المعتدل (moderate vacuum packaging (MVP)) (Gorris *et al.*, 1994). في هذا النظام، يغلف المنتج المتنفس في أوعية صلبة محكمة الغلق(rigid airtight containers) تحت ٤٠ كيلوباسكال ضغط جوي (40 k pa of atmospheric pressure) ومخزنة على درجات تبريد (٤-٧°م). محتوى التركيب الأساسي للغازات هو نفس الذي للهواء الطبيعي (٢١٪ أكسجين و٠,٤٪ ثاني أكسيد كربون و٧٨٪ نيتروجين)، يثبط المحتوى المنخفض من الأُكسجين جودة المنتج بإبطاء أيضه (تمثيله الغذائي) وإبطاء نمو أحيائه الدقيقة المفسدة. قارن جوريس وآخرون (Gorris *et al.*, 1994) تخزين عدة فواكه وخضروات كاملة أو

مصنعة تصنيعاً خفيفاً تحت ظروف الجو العادي مع التغليف بالتفريغ المعتدل، وقد وجدوا أن التغليف بالتفريغ المعتدل، قد يحسن الجودة الميكروبية للفلفل الأحمر الحلو والهندباء البرية(chicory endive) والتفاح المقطع شرائح والطماطم المقطعة شرائح، كما حسن الخصائص الحسية للخوخ والخيار وأيضاً، حسن الخواص الميكروبية والحسية لبراعم بقول المونج(mung bean sprouts) وخليط من الخضراوات المقطعة. أيضاً، أجرى جوريس وآخرون ١٩٩٤ اختبارات تحديد للممرضات(pathogen challenge tests) مع *الليستريا مونوسايتوجينس والليستريا إنتيروكوليتيكا والسالمونيلا تايفونوريوم والباسيلس سيريوس* على براعم بقول المونج على ٧°م. لوحظ أن كل هذه الممرضات فقدت حيويتها وحركتها(viability) بسرعة أثناء فترة التخزين.

ومن أكبر التحديات تصميم التغليف معدل الجو(MAP) للمنتجات الجاهزة للأكل مثل السلطات المعدة والمخلوطة، حيث إن معدل تنفس كل مكون يختلف من معدل تنفس المكونات الأخرى. لقد أجريت تجارب على تراكيب مثل الجزر والخيار والثوم والفلفل الأخضر باستخدام عبوة في شكل كيس(pouch form package) مصنوع من مادة بولي إثايلين منخفض الكثافة، وقد أظهر هذا التغليف بعض التحسين في جودة المنتجات مقارنة بأنواع أخرى للتغليف المعدل الجو(MAP) (Lee *et al.*, 1996).

(١٤,١٠) الأغلفة الصالحة للأكل
Edible Coatings

إحدى طرق التغليف الممكنة لإطالة فترة تخزين ما بعد الحصاد للفواكه والخضراوات المصنعة بأقل درجة من التصنيع هي استخدام الأغلفة الصالحة للأكل. وهذه طبقات رقيقة/رهيفة (thin layers) لمواد يمكن للمستهلك أن يأكلها كجزء من منتج الغذاء الكامل. لهذه الأغطية القدرة على خفض فاقد الرطوبة ومنع دخول الأكسجين ومنع التنفس وتثبيط وإبطاء إنتاج الإثايلين وقفل (عدم السماح بخروجها وفقدها) المواد

الطيارة المنكهة (seal in flavour volatiles) وحمل المضافات (مثل مضافات الأكسدة) والتي تعوق التلون (discoloration) والنمو الميكروبي (Baldwin *et al.*, 1995).

(١٤,١١) أحوال/ ظروف التخزين
Storage Conditions

التبريد عامل حفظ معوق (معوق لعوامل الفساد preservative hurdle) مهم، مثله مثل السيطرة على/ضبط الرطوبة (control of humidity). التخزين على ١٠°م فما فوق يمكن/ يسمح للممرضات البكتيرية بالنمو بسرعة على الخضراوات المقطعة طازجة. درجة حرارة التخزين مهمة أيضاً، عند استخدام التغليف في جو معدل أو استخدام التغليف المفرغ(VP). قد تنتج *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم* سمها، كما قد تنمو ممرضات أخرى مثل *الليستيريا مونوسايتوجينس* على درجات حرارة أعلى من ٣°م، ذلك بسبب زيادة استهلاك الأكسجين في الغلاف(Francis and O'Beirne, 1997). يجب أن تكون عمليات التصنيع والنقل والعرض والتخزين الوسطي للمنتج غير القابل لإضرار التبريد not vulnerable to chilling injury)، كلها، على نفس درجة الحرارة المنخفضة (يفضل ٢-٤°م). يجب تفادي تغيرات/ تقلبات درجة الحرارة. تسرع درجات الحرارة العالية بالفساد وتساعد على نمو الممرضات. وتسبب تقلبات درجات الحرارة (fluctuating temperature) تكثيف داخل العبوة(in pack-consension) والذي بدوره يسرع بالفساد.

سوء استخدام الحرارة مشكلة شائعة واسعة الانتشار في سلسلة التوزيع، سواء كان ذلك في التخزين أو النقل أو عرض البيع بالتجزئة أو تداول المستهلك. حيث تكون هذه المشكلة بالغة ومعنوية، فقد يكون من الضروري حد فترة الصلاحية على سبيل المثال ٥-٧ أيام على ٥-٧°م ، عندها لا يكون الوقت كافياً لتكاثر الممرضات

المحبة للبرودة وانتاج سمومها (Psychrotrophic pathogens) إذا كانت فترة صلاحية المنتجات المغلفة بالتعبئة في جو معدل أو المغلفة في فراغ أكثر من ١٠ أيام وكانت هناك خطورة ارتفاع درجة حرارة التخزين فوق ٣°م، فلابد من واحد أو أكثر من عوامل السيطرة التالية:

- أدنى معاملة حرارية مثل ٩٠ °م لمدة ١٠ دقائق.
- أس هيدروجيني يبلغ ٥ أو أقل في كل الغذاء.
- مستوى ملح يبلغ ٣,٥٪ (محلول ملحي مائي) في كل الغذاء.
- قيمة نشاط مائي (a_w) تبلغ ٠,٩٧ أو أقل في كل الغذاء.
- أي معاملة تجمع الحرارة وعوامل الحفظ والتي ثبت أنها تمنع نمو الكلوستريديوم بوشيلنيوم المنتجة للسم كما تمنع إنتاجها للسم.

عملياً، إذا أريد حفظ المنتجات المصنعة أقل درجة من التصنيع في حالة أقرب أو شبيهة بالطازجة فإن العوامل المذكورة أخيراً وبصفة أساسية عوامل الحفظ المختلفة هي وحدها التي يمكن أن تطيل فترة الصلاحية وتضمن المأمونية الميكربيولوجية للمنتجات المغلفة في جو معدل أو بالتفريع (Fair, 1999).

(١٤,١٢) إرشادات التصنيع لمنتجات محددة

Processing Guidelines for Particular Vegetables

تم إعطاء إرشادات التصنيع والتغليف للبطاطس المسبق التقشير والمقطع الجدول رقم (١٤,٥) والجزر المسبق التقشير المقطع والمبشور (الجدولان رقما ١٤,٦ ، ١٤,٧) والملفوف الصيني والأبيض المقطع الجدول رقم (١٤,٨) والبصل المقطع الجدول رقم (١٤,٩) والكراث الجدول رقم (١٤,١٠).

الجدول رقم (١٤,٤). مواد تغليف الخضراوات (Ahvenainen et al., 1994) .

الخضراوات	مواد التغليف والسمك Thickness
بطاطس مقشرة، كاملة وشرائح	PE-LD, 50µm (also PA/PE, 70-100µm or comparable)
جزر مبشور Grated carrots	PP-O, 40µm, microholed PP-O, PE/EVA/PP-O, 30-40µm
الرتباج مقطع شرائح sliced swede	PE-LD, 50µm
الرتباج مبشور Grated swede	PE/EVA/PP-O, 40µm
بنجر مقطع شرائح Sliced beetroot	PE-LD, 50µm (also PA/PE, 70-100µm or comparable)
بنجر مبشور Grated beetroot	PP-O, 40µm, microholed PP-O, PE/EVA/PP-O, 30-40µm
ملفوف صيني مقطع Shredded	PP-O, 40µm, PE/EVA/PP- O, 30- 40µm
ملفوف أبيض مقطع Shredded	PP-O, 40µm, PE/EVA/PP-O, 30-40µm
بصل مقطع Shredded	PP-O, 40µm (also PA/PE, 70- 100 µm or comparable)
كراث مقطع Shredded	PE-LD, 50µm, PP-O (also PA/PE, 70-100µm or comparable)

الجدول رقم (١٤,٥). إرشادات تصنيع البطاطس مسبقة التقشير والمقطعة (Ahvenainen et al., 1994).

درجة حرارة التصنيع	٤-٥ ْم
المادة الخام	نوع/صنف مناسب، أو يجب اختيار/انتقاء المادة الخام بكمية باستخدام اختبار تخزين سريع على منتج محضرعلى درجة حرارة الغرفة. يجب تركيز الاهتمام على قابلية البطاطس للاسمرار.
المعاملة المسبقة	يجب غسل البطاطس بعناية بماء عالي الجودة قبل التقشير. يجب إبعاد/إزالة الأجزاء المحطمة/التالفة والملوثة وبالمثل إزالة البطاطس الفاسدة.
التقشير	١) التقشير في مرحلة/خطوة واحدة: ماكينة بسكين (Knife machine). ٢) التقشير في مرحلتين/خطوتين: بالكاربوروندوم بدرجة بسيطة أولا، ومن بعد التقشير بالسكين.
الغسيل	الغسيل فورا بعد التقشير. يجب أن تكون درجة الحرارة وكمية الماء ٤-٥ ْم و٣ لتر/كيلوجرام بطاطس. وقت الغسيل دقيقة واحدة. يجب أن تكون الجودة الميكروبيولوجية لماء الغسيل ممتازة. بصفة خاصة، لشرائح البطاطس يفضل إضافة حمضي الستريك والأسكوربيك لماء الغسيل (أقصى تركيز لهما ٠,٥ ٪). ومن الممكن جمعهما مع كلوريد الكالسيوم وبتروات الصوديوم أو ٤-هكسايل ريسورسينول لمنع الاسمرار.
التقطيع لشرائح	يجب أن يتم التقطيع لشرائح بسكاكين حادة فورا بعد الغسيل.

Oferkanat.com

تابع الجدول رقم (١٤,٥).

التصفية	يجب تصفية الماء غير المرتبط (loose water) في مصفاة (colander).
التغليف/التعبئة	التغليف فورا، مباشرة بعد الغسيل في فراغ أو في وسط خليط غازي مكون من ٢٠٪ ثاني أكسيد كربون + ٨٠٪ نيتروجين. حجم الفراغ القمي للعبوة ٢ لتر للكيلوجرام من البطاطس. نفاذية مادة العبوة للأكسجين المناسبة هي ٧٠سم^3 م^2/٢٤ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ ْم، صفر٪ رطوبة نسبية(٨٠ ميكروميتر نيلون-بولي إثايلين).
التخزين	٤-٥ ْم، يفضل في الظلام.
ملاحظات أخرى	يجب اتباع ممارسات التصنيع الجيدة (شئون/ممارسات صحية/نظافة، درجات حرارة منخفضة وتطهير/تعقيم).
فترة الصلاحية	فترة صلاحية البطاطس الكاملة مسبقة التقشير ٧-٨ أيام على ٥ ْم. وبسبب الاسمرار، فلشرائح البطاطس ثباتية ضعيفة جدا، وفترة صلاحيتها ٣-٤ أيام فقط، على ٥ ْم.

الجدول رقم (١٤,٦). إرشادات تصنيع الجزر مسبق التقشير والمقطع.

درجة حرارة التصنيع	٤-٥ ْم
المادة الخام	نوع/صنف مناسب، أو يجب اختيار/انتقاء المادة الخام بكمية باستخدام اختبار تخزين سريع على منتج محضر على درجة حرارة الغرفة. يجب تركيز الاهتمام على النشاط التنفسي وابيضاض السطوح (whitening of surfaces)
المعاملة المسبقة	يجب غسل شرائح الجزر بعناية بماء عالي الجودة قبل التقشير. يجب إبعاد/إزالة الأجزاء المحطمة/التالفة والملوثة وبالمثل إزالة الجزر الفاسد.
التقشير والتقطيع	١) التقشير في مرحلة/خطوة واحدة: ماكينة بسكين (Knife machine).
شرائح	٢) التقشير في مرحلتين/خطوتين: بالكاربوروندوم بدرجة بسيطة أولا، ومن بعد التقشير بالسكين. يجب أن يتم التقطيع بسكاكين حادة فورا بعد الغسيل. الحجم المثالي للشرائح ٥ملم.
الغسيل	الغسيل فورا بعد التقطيع. يجب أن تكون درجة الحرارة وكمية الماء صفر-٥ ْم و٣لتر/كيلوجرام جزر. وقت الغسيل دقيقة واحدة. يجب أن تكون الجودة الميكروبيولوجية للماء ممتازة. لا حاجة لمضافات في ماء الغسيل.
التصفية	يجب تصفية الماء غير المرتبط في مصفاة (colander).

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (١٤,٦).

التغليف/التعبئة	التغليف فورا، مباشرة بعد الغسيل في الهواء. نفاذية مادة العبوة للأكسجين المناسبة هي ٢٩٠٠سم^3 م^2/٢٤ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ ْم، صفر٪ رطوبة نسبية (٥٠ ميكروميتر دي (LD) بوليإثايلين أو أي مادة مماثلة) ولكن أيضا مواد ذات نفاذية تبلغ حوالي ٧٠سم^3 م^2/٢٤ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ ْم، صفر٪ رطوبة نسبية (مثلا ٨٠ ميكروميتر نايلون- بوليإثايلين).
التخزين	٤-٥ ْم، يفضل في الظلام.
ملاحظات أخرى	يجب اتباع ممارسات التصنيع الجيدة (شئون/ممارسات صحية/نظافة، درجات حرارة منخفضة وتطهير/تعقيم).
فترة الصلاحية	شرائح الجزر قابلة للحفظ بدرجة كبيرة(quite preservable). فترة صلاحيتها حوالي ٧-٨ أيام على ٥ ْم.

الجدول رقم (١٤,٧). إرشادات تصنيع الجزر المبشور(Ahvenainen et al., 1994).

درجة حرارة التصنيع	صفر-٥ ْم
المادة الخام	نوع/صنف مناسب، أو يجب اختيار/انتقاء المادة الخام بكمية باستخدام اختبار تخزين سريع على منتج محضر على درجة حرارة الغرفة.
المعاملة المسبقة	يجب غسل الجزر بعناية بماء عالي الجودة قبل التقشير. يجب إبعاد/إزالة الجذوع والأجزاء المحطمة/التالفة والملوثة وبالمثل إزالة الجزر الفاسد.
التقشير	التقشير بالسكين أو ماكينة الكاربوروندوم.
الغسيل	الغسيل فورا بعد التقشير. يجب أن تكون درجة الحرارة وكمية الماء صفر-٥ ْم و٣ لتر/كيلوجرام جزر، على التوالي. وقت الغسيل دقيقة واحدة. يجب أن تكون الجودة الميكروبيولوجية لماء الغسيل ممتازة. يفضل استخدام كلوريد نشط ٠,٠١٪ أو حمض سيتريك ٠,٥٪ في ماء الغسيل.
البشر	تقصر فترة صلاحية الجزر المبشور كلما كانت درجة نعومة التقطيع أكبر. درجة البشر المثلى ٣-٥ ملم.

obeikandi.com

تابع الجدول رقم (١٤,٧).

الطرد المركزي	يجب أن يتم الطرد المركزي فورا بعد البشر. قد يتم رش الجزر المبشور رشا خفيفا بالماء قبل الطرد. يجب انتقاء معدل/سرعة ووقت الطرد بحيث يزيل الطرد الماء غير المرتبط ولا يؤثر على/يكسر الخلايا.
التغليف/التعبئة	التغليف فورا، مباشرة بعد الطرد. غاز التغليف المضبوط هو الهواء الطبيعي، الفراغ القمي للعبوة ٢ لتر/ للكيلوجرام جزر مبشور. يجب أن تكون نفاذية مادة العبوة للأكسجين مناسبة بين ١٢٠٠ (مثلا، بوليبروبايلين معدل) و٥٨٠٠، يفضل ٥٢٠٠-٥٨٠٠ (مثلا، بولييثايلين–إيثايلين فينايل اسيتات – بوليبروبايلين معدل) سم^{٣} م^{٢}/٢٤ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ م$^{\circ}$، صفر٪ رطوبة نسبية. الفتحات (فتحة دقيقة واحدة/١٥٠سم^{٣}) في مادة التغليف مفيدة. قطر الفتحة الدقيقة ٠,٤ ملم.
التخزين	صفر-٥ م$^{\circ}$، يفضل في الظلام.
ملاحظات أخرى	يجب اتباع ممارسات التصنيع الجيدة (شئون/ممارسات صحية/نظافة، درجات حرارة منخفضة وتطهير/تعقيم)
فترة الصلاحية	فترة صلاحية الجزر المبشور ٧-٨ أيام على ٥ م$^{\circ}$.

الجدول رقم (١٤,٨). إرشادات تصنيع الملفوف الصيني والملفوف الأبيض المقطعين.

درجة حرارة التصنيع	صفر-٥ م$^{\circ}$
المادة الخام	نوع/صنف مناسب، أو يجب اختيار/انتقاء المادة الخام بكمية باستخدام اختبار تخزين سريع على منتج محضر على درجة حرارة الغرفة.
المعاملة المسبقة	يجب إبعاد/إزالة الأوراق الخارجية الملوثة والأجزاء المحطمة/التالفة وبالمثل إزالة الجذوع والملفوف الفاسد.
التقطيع (قطع طويلة)	تقصر فترة صلاحية الملفوف المقطع كلما كانت درجة نعومة التقطيع أكبر. درجة التقطيع المثلى ٥ ملم.
الغسيل	يتم فورا بعد التقطيع. يجب أن تكون درجة الحرارة وكمية الماء صفر-٥ م$^{\circ}$ و٣ لتر/كيلوجرام ملفوف. الوقت دقيقة واحدة. يجب أن تكون الجودة الميكروبيولوجية للماء ممتازة. يجب أن يتم الغسيل في مرحلتين: ١) الغسيل بماء يحتوي على كلور نشط فعال ٠,٠١٪ أو ٠,٥٪ حمض ستريك. ٢) الغسيل بماء عادي صاف (شطف).

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (١٤,٨).

الطرد المركزي	يجب أن يتم الطرد المركزي فورا بعد الغسيل. يجب انتقاء معدل/سرعة ووقت الطرد بحيث يزيل الطرد الماء غير المرتبط فقط، ولا يؤثر على/يكسر الخلايا.
التغليف/التعبئة	يجب أن يتم التغليف فورا بعد الطرد. غاز التغليف المضبوط هو الهواء الطبيعي، الفراغ القمي للعبوة ٢ لتر/ للكيلوجرام ملفوف.
	نفاذية مادة العبوة للأكسجين، المناسبة هي بين ١٢٠٠ (مثلا، بوليبروبايلين معدل) و٥٨٠٠، يفضل ٥٢٠٠-٥٨٠٠ (مثلا، بوليإيثايلين–إيثايلين فينايل اسيتات – بوليبروبايلين معدل) سم^{٣} م^{٢}/٢٤ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ ْم، صفر٪ رطوبة نسبية.
	للملفوف الأبيض، يمكن استخدام فتحات (فتحة دقيقة واحدة/١٥٠سم^{٣}). قطر الفتحة الدقيقة ٠,٤ ملم.
التخزين	صفر–٥ ْم، يفضل في الظلام.
ملاحظات أخرى	يجب اتباع ممارسات التصنيع الجيدة (شئون/ممارسات صحية/نظافة، درجات حرارة منخفضة وتطهير/تعقيم)
فترة الصلاحية	فترة صلاحية الملفوف الصيني ٧–٨ أيام على ٥ ْم، وفترة صلاحية الملفوف الأبيض ٣–٤ أيام على ٥ ْم.

الجدول رقم (١٤,٩). إرشادات تصنيع البصل المقطع .

درجة حرارة التصنيع	صفر–٥ ْم
المادة الخام	نوع/صنف مناسب، أو يجب اختيار/انتقاء المادة الخام بكمية باستخدام اختبار تخزين سريع على منتج محضر على درجة حرارة الغرفة.
المعاملة المسبقة	يجب إبعاد/إزالة الجذوع والأجزاء المحطمة/التالفة والملوثة وبالمثل إزالة البصل الفاسد.
التقشير	التقشير بالسكين أو بالهواء المضغوط (pressurized air) (للبصل الجاف).
الغسيل	غسيل متوسط فورا بعد التقشير. يجب أن تكون درجة الحرارة صفر–٥ ْم. يجب أن تكون الجودة الميكروبيولوجية للماء ممتازة.
	يفضل استخدام كلور نشط فعال؛ ٠,٠١٪ في ماء الغسيل.
التقطيع	يجب أن يتم التقطيع بسكين حادة فورا بعد الغسيل.
	تقصر فترة صلاحية البصل المقطع كلما صغرت القطع.
الغسيل والطرد المركزي	لا غسيل ولا طرد مركزي للبصل المقطع.

openkandil.com

تابع الجدول رقم (١٤,٩).

التغليف/التعبئة	يجب أن يتم التغليف فورا بعد التقطيع. غاز التغليف المضبوط هو الهواء الطبيعي، أو خليط غازات مكون من ٥٪ أكسجين+ ٥-٢٠ % ثاني أكسيد كربون+ ٧٥-٩٠% نيتروجين والفراغ القمي للعبوة ٢ لتر/ للكيلوجرام بصل. نفاذية مادة العبوة للأكسجين المناسبة هي بين ١٢٠٠ (مثلا، بوليبروبايلين معدل) و٢٩٠٠ (٥٠ ميكروميترإل دي (LD) بوليإثايلين) سم^3 م^2/٢٤ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ ْم، صفر ٪ رطوبة نسبية. إذا كانت درجة القطع منخفضة(مثلا قطع كبيرة)، يمكن استخدام مواد غير نافذة، بدرجة كبيرة، مثلا ٨٠ ميكروميتر نايلون- بولي إيثلين، والذي تبلغ نفاذيته ٧٠ سم^3 م^2/٢٤ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ ْم، صفر ٪ رطوبة سبية.
التخزين	صفر-٥ ْم، يفضل في الظلام.
ملاحظات أخرى	يجب اتباع ممارسات التصنيع الجيدة (شئون/ممارسات صحية/نظافة، درجات حرارة منخفضة وتطهير/تعقيم)
فترة الصلاحية	للبصل المقطع ثباتية ضعيفة، فترة صلاحيته ٣ أيام فقط، على ٥ ْم.

الجدول رقم (١٤,١٠). إرشادات تصنيع الكراث المقطع.

درجة حرارة التصنيع	صفر-٥ ْم
المادة الخام	نوع/صنف مناسب، أو يجب اختيار/انتقاء المادة الخام بكمية باستخدام اختبار تخزين سريع على منتج محضر على درجة حرارة الغرفة.
المعاملة المسبقة	يجب إبعاد/إزالة الجذوع والأجزاء المحطمة/التالفة والملوثة وبالمثل إزالة الكراث الفاسد. الغسيل بعناية بالماء.
التقطيع	يجب أن يتم التقطيع بسكين حادة فورا بعد الغسيل. تقصر فترة صلاحية الكراث المقطع كلما صغرت القطع.
الغسيل	الغسيل بعناية فورا بعد التقطيع. يجب أن تكون درجة حرارة ماء الغسيل صفر-٥ ْم. وقت الغسيل دقيقة واحدة. يجب أن تكون الجودة الميكروبيولوجية لماء الغسيل ممتازة. يفضل استخدام كلور نشط فعال بنسبة ٠,٠١٪ في ماء الغسيل.
الطرد المركزي	الطرد المركزي بعناية ورفق بعد الغسيل، إجراء مطلوب.

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (١٤,١٠).

التغليف/التعبئة	التغليف فورا، مباشرة بعد الطرد المركزي. غاز التغليف المناسب هو الهواء الطبيعي. الفراغ القمي للعبوة ٢ لتر للكيلوجرام من الكراث. نفاذية مادة العبوة للأكسجين المناسبة هي بين ١٢٠٠ (مثلا، بوليبروبايلين معدل) و٢٩٠٠ (٥٠ ميكروميترإل دي (LD) بوليإثايلين) سم^3 م^2/٢٤ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ ْم، صفر٪ رطوبة نسبية. إذا كانت درجة القطع منخفضة(مثلا قطع كبيرة)، يمكن استخدام مواد غير نافذة، بدرجة كبيرة، مثلا ٨٠ ميكروميتر نايلون بوليإيثايلين، والذي تبلغ نفاذيته ٧٠ سم^3 م^2/٢٤ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ ْم، صفر ٪ رطوبة نسبية. إذا كانت مادة التغليف منفذة بدرجة كبيرة، فقد تهاجر رائحة الكراث من العبوة إلى المنتجات الأخرى.
التخزين	صفر-٥ ْم، يفضل في الظلام.
ملاحظات أخرى	يجب اتباع ممارسات التصنيع الجيدة (شئون/ممارسات صحية/نظافة، درجات حرارة منخفضة وتطهير/تعقيم)
فترة الصلاحية	للكراث المقطع ثباتية ضعيفة، فترة صلاحيته ٣-٤ أيام فقط، على ٥ ْم.

(١٤,١٣) الاتجاهات المستقبلية

Future Trends

يتطلب الأمر مزيداً من البحث لكي نطور منتجات بأقل درجة تصنيع من الخضراوات والفواكه بخصائص جودة حسية جيدة وآمنة ميكروبيولوجياً ولها قيمة غذائية عالية. من الممكن أن نصل إلى ٧-٨ أيام كفترة صلاحية على درجة حرارة الثلاجة ٥°م ولكن لبعض المنتجات قد يكون من الضروري أن تصبح فترة الصلاحية ٢-٣ أسابيع. نحتاج إلى معلومات أكثر حول نمو البكتيريا المرضية والتغيرات التغذوية في هذه المنتجات خلال فترة الصلاحية الطويلة.

نحتاج إلى طريقة مميزة للتصنيع بأقل درجة ممكنة وكمشروع متكامل يتم فيه إدارة مناسبة للمواد الخام والتداول والتصنيع والتعبئة والتوزيع حتى تكون إطالة

الصلاحية أمراً ممكناً. التقنية المتعاقبة (Hurdle technology) باستخدام المواد الحافظة الطبيعية، على سبيل المثال المثبطات باستخدام بكتيريا حمض اللاكتيك والمقابلة الصحيحة (الدقيقة) لطرق التصنيع والمكونات بعضها مع بعض تحتاج إلى تطوير أكثر في التصنيع الأقل حدة للمنتاج الطازجة. من الممكن في المستقبل أن تتم زراعة الفواكه والخضراوات المعدة للتصنيع بأقل درجة تحت ظروف متحكم فيها ومحددة وكذلك بأن تهندس النباتات لهذا الغرض وأن تبتكر أصناف أو يحدث تهجين للوصول لمتطلبات محددة وتكون مناسبة في التصنيع الأقل حدة (Varquaux and Wiley, 1994, Martinez and Whitaker, 1995) . تحتاج العمليات التصنيعية مثل التقشير والتقطيع إلى تطوير إضافي لجعلها أكثر نعومة. وليس من المنطقي أن نشوه الجودة للمنتجات النباتية الطازجة باستخدام معاملات قوية أو خشنة في التصنيع ثم أن نحد من هذا الفساد أو التحطيم باستخدام مضافات في خطوات لاحقة. أنظمة التعبئة النشطة ومواد التغطية بالإضافة إلى المواد البلاستيكية المنفذة والتي تقابل أفضل ما يمكن لتنفس الخضراوات والفواكه، كل ذلك سيكون مثار دراسات نشطة للتطوير.

(١٤,١٤) المراجـــــع

References

AHVENAINEN R (2000) 'Ready-to-use fruit and vegetables', *Flair-Flow Europe Technical Manual*, F-FE *376NOO*, Teagasc (The National Food Centre), Dublin, Ireland.

AHVENAINEN R and HURME E (1994) 'Minimal processing of vegetables', in *Minimal Processing of Foods*, eds Ahvenainen R, Mattila-Sandholm T and Ohlsson T, VTT Symposium 142, VTT, Espoo, Finland, 17-35.

AHVENAINEN R, HURME E, KINNUNEN A, LUOMA T and SKYTTA E (1994) 'Factors affecting the quality retention of minimally processed carrot', in *Proceedings of the Sixth International Symposium of the European Concerted Action Program COST* 94 *'Post-harvest treatment of fruit and vegetables'. Current Status and Future Prospects*, Oosterbeek, 19-22 October 1994, Commission of the European Communities, Brussels, Belgium.

AHVENAINEN R, HURME E, HAGG M and SKYTTA E (1998) 'Shelf-life of pre-peeled potato cultivated, stored and processed by various methods', *J Food Prot,* **61** 591-600.

ANON (1991) 'Sulphites banned', *Food Ingredients Process,* **1111.**

ANON (1992) 'Temperature compensating films for produce', *Prepared Foods,* **161** 95. ANON (1994) 'Permeable plastics film for respiring food produce', *Food, Cosmetics Drug Pack,* **177.**

ANON (1996) 'Bags extend salad shelf time', *Packaging Digest,* January 66-70.

ANON (1998) '"Membrane" controls veggie tray's MAP permeation', *Packaging Digest,* October 3.

BALDWIN E A, NISPEROS-CARRIEDO M O and BAKER R A (1995) 'Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products', *Crit Rev Food Sci Nutr,* **35** 509-24.

BENNIK M H J (1997) *Biopreservation in Modified Atmosphere Packaged Vegetables,* PhD Thesis, Wageningen, The Netherlands: Agricultural University, 96.

BOLIN H R and HUXSOLL C C (1991) 'Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce', *J Food Sci,* **56** 60-7.

BRACKETT R E (1994) 'Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables', in *Minimally Processed Refrigerated Fruits & Vegetables,* ed Wiley R C, New York, Chapman & Hall, 269-312.

BREIDT F and FLEMING H P (1997) 'Using lactic acid bacteria to improve the safety of minimally processed fruit and vegetables', *Food Technol,* **51** 44-51.

CASTANER M, GIL M I, ARTES F and TOMAS-BARBERAN FA (1996) 'Inhibition of browning of harvested head lettuce', *J Food Sci,* **61** 314-16..

CHERRY J H and SINGH S S (1990) 'Discoloration preventing food preservative and method', Patent Number: 4,937,085 USA.

DAY B P F (1994) 'Modified atmosphere packaging and active packaging of fruits and vegetables', in *Minimal Processing of Foods,* eds Ahvenainen, R, Mattila-Sandholm, T and Ohlsson, T, VTT Symposium 142, VTT, Espoo, Finland, 173-207.

DAY B P F (1997) 'High oxygen modified atmosphere packaging: A novel approach for fresh prepared produce packaging', in *Packaging Yearbook* 1996, ed Blakiston B, NFPA National Food Processors Association, 55-65.

DENNIS JAB (1993)' *The Effects of Selected Antibrowning Agents, Selected Packaging Methods, and Storage Times on Some Characteristics of Sliced Raw Potatoes,* PhD Dissertation, Oklahoma State University, Stillwater.

DUDLEY E D and HOTCHKISS J H (1989) 'Cysteine as an inhibitor of polyphenol oxidase', *J Food Biochem,* 13 65.

EXAMA A, ARUL J, LENCKI R W, LEE L Z and TOUPIN C (1993) 'Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables', *J Food Sci,* 58 1365-70.

FAIR CONCERTED ACTION FAIR CT96-1O20. Harmonisation of Safety Criteria for Mini mally Processed Foods. Rational and Harmonisation Report. Nov 1999.

FRANCIS G A and O'BEIRNE D (1997) 'Effects of gas atmosphere, antimicrobial dip and temperature on the fate of *Listeria innocua* and *Listeria monocytogenes* on minimally processed lettuce', *Int J Food Sci Technol,* 32 141-51.

GARDNER J, MANOHAR S and BORISENOK W S (1991) 'Sulfite-free preservative for fresh peeled fruits and vegetables', Patent Number: 4,988,523 USA.

GARG N, CHUREY J J and SPLITTSTOESSER D F (1990) 'Effect of processing conditions on the microflora of fresh-cut vegetables', *J Food Protect,* 53 701-3.

GORRIS L (1996) Safety and quality of ready-to-use fruit and vegetables (AIR I-CT92-0125). EU Research Results Ready for Application (RETUER), 21 May 1996, Dublin, Ireland.

GORRIS L G M, DE WITTE Y and BENNIK M J H (1994) 'Refrigerated storage under moderate vacuum', *ZFL Focus Int,* 45 63-6.

HAGG M, HAKKINEN U, KUMPULAINEN J, HURME E and AHVENAINEN R (1996) Effects of preparation procedures and packaging on nutrient retention in shredded Chinese cabbage. in *Agri-Food Quality. An Interdisciplinary Approach,* eds Fenwick, G R, Richards, R Land Khokhar S, Cambridge, The Royal Society of Chemistry, 1996,3325.

HURME E, AHVENAINEN R, KINNUNEN A and SKYTTA E (1994) Factors affecting the quality retention of minimally processed Chinese cabbage', in *Proceedings of the Sixth International Symposium of the European Concerted Action Program COST94 'Post-harvest treatment of fruit and vegetables', Current Status and Future Prospects,* Oosterbeek, 19-22 October, 1994, Commission of the European Communities, Brussels, Belgium.

HURME E, KINNUNEN A, HEINIO R L, AHVENAINEN R and JOKINEN K (1999) 'The storage life of packed shredded iceberg lettuce dipped in glycerine betaine solutions', *J Food Prot,* 62 363-7.

HUXSOLL C C and BOLIN H R (1989) 'Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables', *Food Technol,* 43 124-8.

KABIR H (1994) 'Fresh-cut vegetables', in *Modified Atmosphere Food Packaging,* eds Brods A L and Herndon, V A, Institute of Packaging Professionals, 155-60.

KADER A A, ZAGORY D and KERBEL E L (1989) 'Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables', *Crit Rev Food Sci Nutr,* 28 (1) 1-30.

LABUZA T P, LILLEMO J H and TAOUKIS P S (1992) 'Inhibition of polyphenol oxidase by proteolytic enzymes', *Fruit Process,* 29-13.

LAURILA E, HURME E and AHVENAINEN R (1998a) 'Shelf-life of sliced raw potatoes of various cultivar varieties - substitution of bisulphites', *J Food Prot,* 61 1363-71.

LAURILA E, KERVIN EN R and AHVENAINEN R (1998b) 'The inhibition of enzymatic browning in minimally processed vegetables and fruits', *Postharvest News Information,* 4 53-66.

LEE K S, PARK I S and LEE D S (1996) 'Modified atmosphere packaging of a mixed prepared vegetable salad dish', *Int J Food Sci Technol,* **31** 7-13.

LEISTNER L and GORRIS L G M (1995) 'Food preservation by hurdle technology', *Trends Food Sci Technol,* 641-6.

LOZANO-DE-GONZALEZ P G, BARRETT D M, WROLSTAD R E and DURST R W (1993) 'Enzymatic browning inhibited in fresh and dried apple rings by pineapple juice', *J Food Sci,* **58** 399-404.

LUO Y (1992) *Enhanced Control of Enzymatic Browning of Apple Slices by Papain,* PhD Dissertation, Washington State University, Pullman.

LUO Y and BARBOSA-CANOVAS G v (1995) 'Inhibition of apple-slice browning by 4-hexylresorcinol', in *Enzymatic Browning and Its Prevention,* eds Lee C Y and Whitaker J R, Washington, DC, American Chemical Society, 240-50.

MANZANO M, CITTERIO B, MAIFRENI M, PAGANESSI M and COMI G (1995) 'Microbial and sensory quality of vegetables for soup packaged in different atmospheres', *J Sci Food Agric,* **67** 521-9.

MARCHETTI R, CASADEI M A and GUERZONI M E (1992) 'Microbial population dynamics in ready-to-use vegetable salads', *Ital J Food Sci,* 2 97-108.

MARKHOLM V (1992) 'Intact carrots and minimally processed carrots - micro flora and shelf life. *Reretning* fir. S 2190, Landbrugsministeriet Statens (Denmark) Planteavlsforsog, 24 pp.

MARTINEZ M V and WHITAKER J R (1995) 'The biochemistry and control of enzymatic browning', *Trends Food Sci Technol,* 6 195-200.

MATTILA M, AHVENAINEN R, HURME E and HYVONEN L (1995a) 'Respiration rates of some minimally processed vegetables', in *Proceedings of Workshop on Systems and Operations for Post-harvest Quality, COST* 94 *'Post-harvest treatment of fruit and vegetables',* eds De Baerdemaeker **J,** McKenna B, Janssens M, Thompson A, Artes Calero F, Hahn E and Somogyi Z, Commission of the European Communities, Brussels, Belgium, 135-45.

MATTILA M, AHVENAINEN R and HURME E (1995b) 'Prevention of browning of pre-peeled potato', in *Proceedings of Workshop on Systems and Operations for Post-Harvest Quality, COST* 94 *'Post-harvest treatment of fruit and vegetables',* eds De Baerdemaeker **J,** McKenna B, Janssens M, Thompson A, Artes Calero F, Hahn E and Somogyi Z, Commission of the European Communities, Brussels, Belgium, 225-34.

MCEVILY A J, IYENGAR R and OTWELL W s (1992) 'Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages', *Crit Rev Food Sci Nutr,* **32** 253-73.

MEZA J, LOZANO-DE-GONZALEZ P, ANZALDUA-MORALES A, TORRES J V and JIMENES J (1995) 'Addition of pineapple juice for the prevention of discoloration and textural changes of apple slices', *Institute of Food Technologists Annual Meeting* 1995, Book of Abstracts, 68.

MOLNAR-PERL I and FRIEDMAN M (1990) 'Inhibition of browning by sulfur amino acids. Part 3. Apples and potatoes', *J Agric Food Chem,* **38** 1652-6.

MONSALVE-GONZALEZ A, BARBOSA-CANOVAS G V, CAVALIERI R P, MCEVILY A J and IYENGAR R (1993) 'Control of browning during storage of apple slices preserved by combined methods. 4-Hexylresorcinol as anti-browning agent', *J Food Sci,* **58797-800,** 826.

MONSALVE-GONZALEZ A, BARBOSA-CANOVAS G V, MCEVILY A J and IYENGAR R (1995) 'Inhibition of enzymatic browning in apple products by 4-hexylresorcinol', *Food Technol,* **49** 110-18.

O'BEIRNE D (1995) 'Influence of raw material and processing on quality of minimally processed vegetables', *Progress Highlight* C/95 of EU Contract AIRI-CT92-0125. Improvement of the safety and quality of refrigerated ready-to-eat foods using novel mild preservation techniques, Commission of the European Communities, Brussels, Belgium.

OHTA H and SUGAWARA W (1987) 'Influence of processing and storage conditions on quality stability of shredded lettuce', *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi,* **34** 432-8.

POWRIE W D and SKURA B J (1991) 'Modified atmosphere packaging of fruits and vegetab1es', in *Modified Atmosphere Packaging of Food,* eds Ooraikul B and Stiles M E, Chichester, England, Ellis Horwood, 169-245.

PRETEL M, FERNANDEZ P, ROMOJARO F and MARTINEZ A (1998) 'The effect of modified atmosphere packaging on 'ready-to-eat' oranges', *Lebensm- Wiss u- Technol,* **31** 322-8.

RIQUELME F, PRETEL M T, MARTINEZ G, SERRANO M, AMOROS A and ROMOJARO F (1994) 'Packaging of fruits and vegetables: recent results', in *Food Packaging and Preservation,* ed Mathlouthi M, Glasgow UK, Blackie Academic & Professional, 141-58.

SANTERRE C R, LEACH T F and CASH J N (1991) 'Bisulfite alternatives in processing abrasion-peeled Russet Burbank potatoes', *J Food Sci*, **56** 257-9.

SAPERS G M, and MILLER R L (1992) 'Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphates', *J Food Sci*, **57** 1132-5.

SAPERS G M and MILLER R L (1993) 'Control of enzymatic browning in pre-peeled potatoes by surface digestion', *J Food Sci*, **58** 1076-8.

SAPERS G M and SIMMONS G F (1998) 'Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruit and vegetables', *Food Technol*, **52** (2) 48-52.

SAPERS G M, HICKS K B, PHILLIPS J G, GARZARELLA L, PONDISH D L, MATULAITIS R M, MCCORMACK T J, SONDEY S M, SEIB P A and EL-ATAWY Y S (1989) 'Control of enzymatic browning in apples with ascorbic acid derivatives, polyphenol oxidase inhibitors, and complexing agents', *J Food Sci*, **54** 997-1002,1012.

SKYTTA E, KOSKENKORVA A, AHVENAINEN R, HEINIO R L, HURME E and MATTILASANDHOLM T (1996) 'Growth risk of *Listeria monocytogenes* in minimally processed vegetables', *Proceedings of Food 2000 Conference on Integrating Processing, Packaging and Consumer Research*, Natick, MA, 19-21 October 1993, Hampton, VA, Science and Technology Corporation, vol **II,** 785-90.

TAOUKIS P S, LABUZA T P, LIN S W and LILLEMO J H (1989) 'Inhibition of enzymic browning', Patent WO 89/11227.

TORRIANI S, ORSI C and VESCOVO M (1997) 'Potential of *Lactobacillus casei*, culture permeate, and lactic acid to control microorganisms in ready-to-use vegetables', *J Food Prot*, **60** 1564-7.

VAMOS-VIGYAZO L (1981) 'Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables', *Crit Rev Food Sci Nutr*, **1549-127.**

VAROQUAUX P and WILEY R (1994) 'Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables', in *Minimally Processed Refrigerated Fruits* & *Vegetables*, ed Wiley R C, New York, USA, Chapman & Hall, 226-68.

WHITAKER J R and LEE C Y (1995) 'Recent advances in chemistry of enzymatic browning', in *Enzymatic Browning and its Prevention*, eds Lee C Y and Whitaker J **R,** Washington, DC, ACS Symposium Series 600, 2-7.

WILEY R C (1994) *Minimally Processed Refrigerated Fruits* & *Vegetables*, New York, Chapman & Hall.

WILLOCX F, HENDRICKX M and TOBBACK P (1994) 'The influence of temperature and gas composition on the evolution of microbial and visual quality of minimally processed endive', in *Minimal Processing of Foods and Process Optimization: An Interface*, eds Singh R P and Oliveira **FAR,** Boca Raton, USA, CRC Press, 475-92.

ZOMORODI B (1990) 'The technology of processed/prepacked produce preparing the product for modified atmosphere packaging (MAP)', *Proceedings of the 5th International Conference on Controlled/Modified Atmosphere/Vacuum Packaging, CAP' 90*, San Jose, California, 17-19 January 1990, Schotland Business Research, Princeton, USA, 301-30.