الفصل الخامس عشر

تقنيات التعبئة الحديثة تحت الجو المعدل للفواكه والخضراوات المجهزة الطازجة

New Modified Atmosphere Packaging (MAP) Techniques for Fresh Prepared Fruit and Vegetables

ب. دي، عنوان الأغذية بأستراليا

B. P. E Day, Food Science Australia

(١٥,١) المقدمـــة

Introduction

في السنوات الأخيرة، نما سوق منتجات الفواكه والخضراوات الطازجة والمجهزة (مثلاً الطازجة produce) نموا كبيرا. القوة الدافعة الرئيسة لنمو هذا السوق هي تزايد وعي المستهلك وطلبه لمنتجات غذائية طازجة جاهزة وصحية وسهلة و خالِية من المضافات. وعلى أية حال، فالأغذية الطازجة المجهزة هي أغذية سريعة الفساد (highly perishable) وقابلة/عرضة للفساد بميكانيكيات (بآليات) رئيسة هي: التغير الإنزيمي في اللون (enzymatic discoloration) وفقد الرطوبة (moisture loss) والنمو الميكروبي (microbial growth).

ممارسات التصنيع والتداول الجيدة جنباً إلى جنب مع الاستخدام المناسب للتعبئة في جو معدل(MAP) معالجتان فعالتان نسبيا ، في تثبيط آليات الفساد المذكورة أعلاه ، وبالتالي تعملان على إطالة فترة الصلاحية. وأيضاً ، يؤدي تمديد فترة الصلاحية إلى فوائد تجارية متمثلة في فواقد تصنيعية أقل وفي فواقد أقل أثناء عرض البيع بالمفرق (less wastage in manufacturing and retail display) ، كما يمكّن من قنوات توزيع طويلة ويعمل على تحسين صورة المنتج لدي المستهلك ويحقق القدرة على تسويق منتجات طازجة محضرة سهلة ذات قيمة مضافة مع فترة تخزين مبرد متبقية معقولة.

استخدام تقنية التغليف في جو معدل عالي الأكسجين الجديدة(novel MAP) high oxygen (O_2) هذه ، معالجة حديثة لتسويق المنتجات الطازجة المجهزة ، بالمفرق ، كما أنها تمكّن من التغلب على العيوب الكثيرة الموروثة أو المتضمنة في طرق التغليف الهوائي الصناعي القياسي الحالية(current industry-standard air packaging) أو التغليف في جو معدل منخفض الأكسجين (low O_2 MAP). أوضحت نتائج مشروع موسع لهيئة أوربية ممول من الصناعة (extensive European Commission and industry funded project) ، بأن الأكسجين العالي في التعبئة معدلة الجو يكون فعالاً وبصفة خاصة ، في تثبيط التغير الإنزيمي في اللون وفي منع كل من تفاعلات التخمر اللاهوائي (anaerobic fermentation) وفقد الرطوبة وتثبيط النمو الميكروبي الهوائي واللاهوائي.

يسلط هذا الفصل الضوء على كيفية إطالة فترة الصلاحية باستخدام تقنية التعبئة في جو معدل عالي الأكسجين وستتم الأشارة للإرشادات العملية المتعلقة بموضوعات مثل المأمونية وخليط الأكسجين العالي الأمثل(optimal high O_2 mixtures) ونسبة حجم المنتج/حجم الغاز ومواد التغليف/التعبئة ودرجة حرارة التخزين المبرد ، وذلك لتسهيل الاستغلال التجاري(commercial exploitation) لهذه التقنية الحديثة. تمت

إشارة مختصرة تتعلق بالتقنية الحديثة للتعبئة في جو معدَّل باستخدام ال أرجون وأكسيد النيتروز(N_2O) (novel argon (Ar) and nitrous oxide)، ولكن على ضوء النتائج المختلفة المتحصلة من معالجات التقنية الحديثة هذه، فإن معظم المتن قد ركز على استخدامات تقنية التعبئة في جو معدل عالي الأكسجين الحديثة مترافقة مع استخدام معاملات الغمر في محاليل غير محتوية على السلفايت(الكبريت)(non-sulphite dipping treatments).

(١٥,٢) تأسيس جو معدل متوازن (EMA)

Establishing an Equilibrium Modifiel Atmosphere (EMA)

تختلف المنتجات الطازجة(fresh produce) عن الأغذية المعبأة تحت جو معدل ومبردة والقابلة للفساد، في أنها تستمر في التنفس بعد الحصاد، وعليه، يجب أن يؤخذ النشاط التنفسي في الاعتبار عند أي تعبئة لاحقة. استنزاف الأكسجين وزيادة ثاني أكسيد الكربون هي نتائج طبيعية لاستمرار تنفس المنتجات النباتية إذا خزنت في عبوات محكمة الغلق(hermetically sealed packs). يؤدي مثل هذا التعديل للجو إلى انخفاض معدل التنفس، وبالتالي يؤدي إلى إطالة فترة الصلاحية (Kader *et al.*, (1989). قد يتكون الجو المعدل MAs سلبيا (passively evolve) داخل العبوات محكمة الغلق بالهواء (hermetically air-sealed packs) نتيجة لتنفس المنتجات. إذا تمت مطابقة الخصائص التنفسية للمنتج (respiratory characteristics) مع قيم نفاذية الفيلم بشكل مضبوط وسليم، فمن الممكن تحقيق جو معدل متوازن مفيد (أي تأسيس جو معدل متوازن(**EMA**)، سلبيا. وعلى أية حال، للتغليف معدل الجو قدرة محدودة في تنظيم الجو المعدل المؤسس سلبيا داخل العبوات محكمة الغلق. وهناك حالات كثيرة يكون مرغوبا فيها أن يتم تأسيس الجو داخل العبوات وذلك باستبدال جو العبوة بخليط مرغوب من الأكسجين (O_2) وثاني أكسيد الكربون(CO_2) والنيتروجين(N_2)، حيث يتم

تأسيس جو معدل متوازن مفيد بسرعة أكبر من السرعة التي يتم بها التوليد السلبي للجو المعدل. على سبيل المثال، فإن استخدام ضخ العبوات(flushing of packs) بالنيتروجين أو خليط غازات مكون من ٥-١٠٪ أكسسجين و٥-١٠٪ ثاني أكسيد كربون و٨٠-٩٠٪نيتروجين، يعتبر من الممارسات التجارية التي تهدف إلى تثبيط الاسمرار والتلون باللون الوردي غير المرغوبين لخضراوات السلطة الورقية، المحضرة (prepared leafy green salad vegetables) (Day, 1998).

إن أساس نجاح البيع بالمفرق للمنتجات الطازجة المحضرة المغلفة في جو معدل متوازن عند كتابة هذا الكتاب، هو استخدام مواد تغليف ذات نفاذية مضبوطة والتي تُمكِّن من تأسيس جو معدل متوازن مثالي والذي نموذجيا، يتكّون من ٣-١٠٪ أكسجين و٣-١٠٪ ثاني أكسيد كربون. تتأثر أجواء الجو المعدل المتوازن التي تحقق بمعدل تنفس المنتج (والذي بدوره يتأثر بدرجة الحرارة ونوع المنتج والصنف والحجم والنضج ودرجة حدة التجهيز)؛ ونفاذية مادة البلاستيك المستخدم في التعبئة وحجم العبوة ومساحة السطح، ووزن (العبوة) ممتلئة ودرجة الإضاءة. وبالتالي، فإن تأسيس جو معدل مثالي لمنتج نباتي بمفرده يعتبر أمراً في غاية التعقيد. وزيادة على ذلك، في حالات تجارية متعددة، فإنه يتم تغليف المنتج وغلقه في مادة تغليف ذات نفاذية غير كافية، مما يؤدي إلى تطور ظروف لاهوائية غير مرغوبة(على سبيل المثال، نسبة أكسجين أقل من ٢٪ ونسبة ثاني أكسيد كربون أعلى من ٢٠٪). تم إنتاج وتطوير أفلام مثقبة ثقوبا دقيقة(صغيرة microperforated films) لها معدلات نقل غازعالية وتستخدم الآن تجارياً للمحافظة على الجو المعدل المتوازن الهوائي(aerobic EMAs) (على سبيل المثال ٥-١٥٪ أكسجين و٥-١٥٪ ثاني أكسيد كربون للأغذية النباتية المجهزة والتي لها تنفس عالٍ مثل البروكولي والقرنبيط والجزر والفاصوليا والمشروم والسبانخ. وعلى أية

حال، فإن الأفلام المثقوبة ثقوبا دقيقة غالية نسبياً، وتسمح بفقد الرطوبة والرائحة وربما تسمح بدخول الأحياء الدقيقة في العبوات المغلقة أثناء حالات التداول الرطب (دي، ١٩٩٨ (Day, 1998).

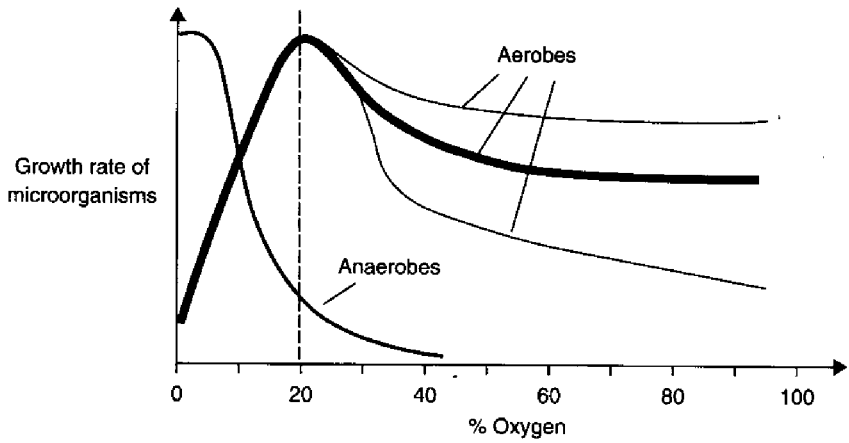
(١٥,٣) استخدام التعبئة/التغليف معدل الجو عالي الأكسجين

Use of high O_2 MAP

توضح المعلومات التي جمعها المؤلف خلال الفترة ١٩٩٣-١٩٩٤م، أن شركات منتجات جاهزة، قليلة استخدمت **التغليف معدل الجو عالي الأكسجين** (مثلاً ٧٠-١٠٠٪ أكسجين) وحصلت على بعض النتائج المذهلة. وذلك أن تقنية التعبئة معدلة الجو عالي الأكسجين في المنتجات النباتية لم تستخدم تجارياً خلال هذه الفترة، وربما يعود ذلك لعدم ثبات النتائج المتحصل عليها(Inconsistent results)، ونقص الفهم للآليات الحيوية الأساسية المتضمنة فيها، وكذلك بسبب الاهتمام بأمور المأمونية المتعلقة بإدخال مفهوم تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين . قامت جمعية كامبدين وشورليوود لأبحاث الأغذية (Campden and Chorleywood Research Association (CCFRA))، بتجارب محدودة في الخس المدور المجهز(iceberg lettuce) والفواكه الاستوائية في بدايات عام ١٩٩٥م. وتؤكد نتائج هذه التجارب أن تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين ربما تتغلب على الكثير من عيوب وإخفاقات تقنية الجو المعدل منخفض الأكسجين . وجد أن تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين فعالة وبشكل خاص في تثبيط التغير الإنزيمي في اللون ومنع تفاعلات التخمر اللاهوائي وتثبيط النمو الميكروبي. وبالإضافة إلى ذلك، فقد وجد أن تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين للمنتجات المجهزة المغلفة في مواد بلاستيكية محكمة الغلق غير مكلفة (رخيصة) وفعالة

جداً في منع فواقد الرطوبة والرائحة غير المرغوبة وكذلك منع دخول الأحياء الدقيقة في العبوات المغلقة في ظروف التداول الرطب(Day, 1998).

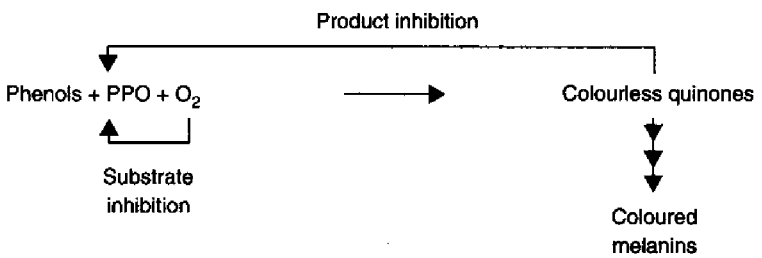
أفادت نتائج التجارب بأن تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين قادرة على تثبيط النمو الميكروبي الهوائي واللاهوائي وأمكن تفسير ذلك بمستوى أو مدى نمو (growth profiles) الميكروبات الهوائية وغير الهوائية (الشكل رقم ١٥,١).



الشكل رقم (١٥,١). التثبيط المفترض للنمو الميكروبي بالتعبئة في جو معدل عالي الأكسجين MAP.

وتم الافتراض نظريا، بأن أنواع جذور الأكسجين الفعالة تدمر الجزيئات الخلوية الكبرى الحيوية (vital cellular macromolecules) وبذلك تثبط النمو الميكروبي عندما تتفوق الضغوط التأكسدية (oxidative stresses) على أنظمة الحماية الخلوية(cellular protection systems)(Ganzalez Roncero and Day, 1998, Amanatidou, 2001). وكذلك، وبدهياً، فإن تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين تثبط تفاعلات التخمر اللاهوائي غير المرغوبة.

إنزيم البولي فينول أوكسيديز(polyphenol oxidase(PPO)) هو الإنزيم المسئول وبشكل أساسي عن بدء التغيرات اللونية غير المرغوبة في سطوح المنتجات المقطعة. يحفز هذا الإنزيم أكسدة المواد الفينولية الطبيعية إلى كوينينات عديمة اللون (colorless quinines) والتي لاحقاً تتبلمر إلى مركبات لونية نوع- ميلانين (colored melanin-type compounds). وقد افترض نظريا، أن المستويات العالية من الأكسجين (و/أو ال أرجون العالي) ربما تسبب تثبيط مادة تفاعل (substrate inhibition) إنزيم البولي فينول أوكسيديز، أو بديلاً لذلك، فقد تسبب المستويات العالية من الكوينينات عديمة اللون المتكونة لاحقاً (الشكل رقم ١٥,٢) في تثبيط البولي فينول أوكسيديز المنتج رجعي التفاعل(feedback product inhibition of PPO).



الشكل رقم (١٥,٢). التثبيط المفترض للتغير الإنزيمي للون بالتغليف معدل الجو عالي الأكسجين .

(١٥,٤) التغليف معدل الجو بالأرجون وأكسيد النيتروز
Argon and Nitrous Oxide MAP

يصنف ال أرجون (Argon (Ar)) وأكسيد النيتروز (nitrous oxide (N_2O) بأنهما من المواد المضافة الأخرى المتنوعة (miscellaneous additives) وهي غازات مصرح باستخدامها في الأغذية في دول الاتحاد الأوربي (European Union (EU). حركت، أو أثارت شركة إيرليكويدي أس أ (Air Liquide SA) (باريس فرنسا) الاهتمام التجاري

بالاستخدام المحتمل لل أرجون وبدرجة أقل بأكسيد النيتروز. وتدعي(تروج) الاختراعات واسعة المدى لشركة إيرليكويد أس أ (Air Liquide SA) بأنه مقارنةً بالنيتروجين، فإن ال أرجون قد يثبط النشاطات الإنزيمية والنمو الميكروبي والتفاعلات الكيميائية الهدمية في أغذية قابلة للفساد مختارة، بدرجة كفاءة أكبر (Brody and Thaler, 1996; Spencer, 1999). وبصورة أكثر تحديداً، يدعي براءة اختراع للاستخدامات في الأغذية الطازجة، بأن ال أرجون وأكسيد النيتروز قادران على إطالة فترة الصلاحية بتثبيط النمو الفطري وتقليل انبعاث الإيثايلين وإبطاء تدهور الخواص الحسية (Fath and Soudain, 1992). وقد يكون الأكثر علاقة وتناسبا هنا، الادعاء بأمكانية خفض ال أرجون لمعدلات تنفس المنتجات الطازجة وبذلك فإن له أثراً مباشراً على إطالة فترة الصلاحية (Spenser, 1999).

وبالرغم من أن ال أرجون غاز خامل كيميائياً، إلا أن أبحاث شركة إيرليكويدي توضح إمكانية أن يكون له آثار كيموحيوية (biochemical effects)، وربما يعزى هذا، إلى أن له نفس ما للأكسجين من حجم ذري كما له ذوبانية أعلى في الماء وكثافة أكبر إذا ما قورن بالنيتروجين والأكسجين. وعليه، ربما يكون لل أرجون فعالية أكثر عند استبداله للأكسجين في المواقع الخلوية ومستقبلات الأكسجين الإنزيمية (enzymic O_2 receptors) مع تبعات احتمال تثبيط تفاعلات التدهور التأكسدي(oxidative deterioration reactions). وبالإضافة إلى ذلك، يعتقد بأن ال أرجون وأكسيد البيتروز يستحثان (استجابة) الأحياء الدقيقة لمضادات الميكروبات. لا يمكن فهم هذا الاستحثاث المحتمل فهما جيداً، ولكنه قد يتضمن تغيير سيولة الغشاء(membrane fluidity) الخلوي لجدران الخلايا الميكروبية وبالتالي يؤثر على وظيفة الخلية وأدائها(Thom and Marquis, 1984). وبوضوح، فهناك حاجة لمزيد من البحوث

المستقلة لفهم التأثيرات المفيدة المحتملة لل أرجون وأكسيد النيتروز، بشكل أفضل(Day,1998).

(١٥,٥) الغمر في (محاليل) لا تحتوي سلفايت(كبريت)

Non-Sulphite Dipping

التغيرات الإنزيمية للون المنتجات الجاهزة من أهم أسباب تدهور الجودة والفساد أثناء تداول ما بعد الحصاد والتصنيع والتخزين(Sapers, 1993; Laurila *et al.*, 1998). إنزيم البولي فينول أكسيديز ((PPO (ECI. 103. 1 هو المسئول الأساسي(السبب الأساسي) للتغيرات اللونية للمنتجات الجاهزة مثل البطاطس والتفاح والجزر واللفت السويدي (الأوروبي) والجزر الأبيض والكمثرى والمشروم والموز والخوخ والعنب والخس، وغالباً ما يحدد هذا التغير اللوني كخاصية للجودة، فترة صلاحية هذه المنتجات(Duncan, 1999). ويسبب إنزيم الـPPO تغيرات محددة في قوام ونكهة المنتجات المجهزة كما يسبب فقداً في الخواص التغذوية، أيضاً (Whitaker, 1996).

وبمعرفة الآثار الضارة لنشاط إنزيم الـPPO على الجودة التغذوية والحسية للمنتجات النباتية المجهزة، فمن غير المستغرب إجراء الكم الهائل من الأبحاث التي تعنى بتثبيط نشاط هذا الإنزيم (Duncan, 1999). تم استخدام السلفايت (الكبريت) منذ وقت بعيد، كمضاف غذائي لتثبيط التغيرات اللونية الإنزيمية أو غير الإنزيمية، وللسيطرة على نمو الأحياء الدقيقة، وللعمل كمادة قصر (إزالة لون وتبييض (bleaching agents)) وكمضاد للأكسدة (Sapers, 1993; Laurila et al.,1998). والمركب الكبريتي الأكثر استخداماً هو باي سلفايت وميتاباي سلفايت الصوديوم والبوتاسيوم (sodium and potassium bisulphites and meta- bisulphites). تعمل مركبات السلفايت كمثبط لإنزيم الـ PPO وكمادة مضادة للميكروبات وهي أكثر فعالية في الظروف أو

الأوساط الحامضية (مثلا أس هيدروجيني(pH) من ٣-٥). في الأوساط منخفضة الحموضة (مثلاً pH ٥-٨)، يكون للسلفايت الميل أو القدرة على تسريع التعفن البكتيري(bacterial decay) في منتجات طازجة مجهزة مثل المشروم والموز والبطاطس والخس، ذلك بتأثيرها السيىء على جدران الخلايا أو تأثيرها على تماسك أي تمامية الأغشية الخلوية والذي (التأثير) ربما يحفز نمو بكتيريا فساد معينة(Duncan, 1999). وأيضاً، توجد خواص أو صفات سلبية مرتبطة باستخدام السلفايت والتي أدت إلى ضعف قبول المستهلك (للمنتجات المعالجة بالسلفايت). وبصفة خاصة، يذكر هنا أن السلفايت قد تسبب حساسية شديدة بل حتى قد تحدث صدمة حساسية (يصاحبها انخفاض حاد في ضغط الدم وطفح جلدي... (anaphylactic shock)) لدي مجموعة من الناس؛ الذين يعانون من الأزمة (asthmatic population) (Sapers,1993). وبالتالي، فإن الآثار الصحية السلبية لاستهلاك السلفايت قد قادت إلى قيود نظامية تشريعية صارمة (regulatory restrictions) ومتطلبات بطاقات توجيه وتوعية للمستهلك (consumer labelling requirements) (على عبوات وأغلفة الأغذية) (Anon, 1991).

وقد استدعت القيود التشريعية المتزايدة لاستخدام السلفايت، الحاجة الملحة لإيجاد بدائل مأمونة وعملية ووظيفية وتكون اقتصادية (Ahvenainen, 1996). تتوافر المركبات الكيميائية المسجلة (المسموح بتصنيعها وتسويقها) والتي لا تحتوي على السلفايت (تحتوي على سبيل المثال، على م خالٍط من حمض الأسكوربيك أو حمض إيريثوربيك (erythorbic acid) أو أملاحهما من الصوديوم ومعها حمض السيتريك (citric acid) وحمض الماليك (malic acid) وحمض التارتاريك (tartaric acid) وحمض السكسينيك (succinic acid) وكلوريد الكالسيوم (calcium chloride) و٤-هكسايل ريسورسينول (4- hexylresorcinol) وبيرو فوسفات الصوديوم الحامضية (sodium acid pyrophosphate) و/أو هيدرو كلوريد السيستيين (cysteine hydrochloride)

تجارياً، ولكن هناك حاجة لمزيد من الأبحاث لتوضيع التركيبات المناسبة (جعلها أقرب ما تكون إلى الفعالية (optimize appropriate formulations)) وكذلك توضيع بروتوكول غمر(dipping protocol) المنتجات الطازجة المجهزة. تتواجد فرص جديدة لاستخدام الأغطية المعتمدة على النشا والبكتين والصالحة للأكل والمسموح باستخدامها (approved starch and pectin-based edible coatings) والعوامل الحيوية المأمونة مثل الإنزيمات ومثبطات الـPPO التي تنتجها بكتيريا حمض اللاكتيك (Sapers, 1993; Laurila et al.,1998).

ويجب إدراك أن مختلف أصناف المنتجات تختلف اختلافاً واسعاً في ميلها للتلون (التغير في اللون) بعد حدوث جروح في النسيج النباتي عند الإعداد. ويمكن استغلال هذه الاختلافات باختيار المادة الخام من الأصناف التي يقل ميلها للتغير في اللون بعد الإعداد حتى يتم تقليل معالجات تثبيط التغير اللوني(Sapers, 1993). وبالإضافة إلى ذلك، فقد أثبتت البحوث أن الجمع بين معاملة الغمر غير المحتوية على السلفايت مع تقنية التعبئة في الجو المعدل المثلى والتي تؤدي إلى إطالة فترة الصلاحية والجودة بدرجة أكبر مما يتحقق باستخدام واحدة من الطريقتين السابقتين (الغمر أو التعبئة معدلة الجو بمفردها) (دانكان، ١٩٩٩). وربما ستكون مثل معالجات الجمع هذه ستكون محل تركيز البحوث المستقبلية والتي تهدف إلى تقليل التغير الإنزيمي في اللون وتعظيم جودة المنتجات المجهزة الطازجة والمحافظة عليها.

(١٥,٦) اختبار فعالية تقنيات التغليف معدل الجو الجديدة (الحديثة)
Testing the Effectiveness of Novel MAP Techniques

تم تكوين مجموعتين بحثيتين ممولتين من الشركات الصناعة في جمعية كامبدين وشورليوود لأبحاث الأغذية (CCFRA) واضطلعتا ببحث التفاصيل والآثار المرغوبة

لتقنية الجو المعدل الجديدة على المنتجات المجهزة الطازجة. بدأت المجموعة الأولى والتي درست استخدام تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين (High O_2 MAP) من إبريل ١٩٩٥م إلى سبتمبر ١٩٩٧م، وكمتابعة (follow-up) للبحث، بدأت المجموعة الثانية والتي اختصت بتقنية الجو المعدل الغازية الجديدة (Novel Gases MAP Club)، في/ومن يناير ١٩٩٨م إلى ديسمبر ١٩٩٩م. دعمت أعمال المجموعتين البحثيتين تسع شركات موردة للمنتجات الجاهزة (nine prepared produce suppliers) وخمس شركات غازات (five gas companies) وأربع شركات موردة لمواد التغليف (four packaging film suppliers) وثلاث محلات للبيع بالتجزئة (three retailers)وشركتان موردتان لمواد الغمر غير المحتوية على السلفايت (two suppliers of non-sulhite dips) وشركتان لتصنيع آلات الـ MAP (two manufacturersof MAP machinery)وشركتان لأدوات ومعدات الغاز (two gad instruments companies).

وبالإضافة إلى ذلك، تم إجراء مزيد من الأبحاث والاستقصاء خلال ثلاث سنوات في مشروع مدعوم للاتحاد الأوربي (EU FAIR funded project)، والذي بدأ في سبتمبر م١٩٩٦م. وكان الهدف العام من هذا المشروع هو تطوير استخدامات تجارية مأمونة لتقنية الـ MAP الجديدة لإطالة فترة صلاحية مدى واسع من المنتجات الطازجة المجهزة. وتشمل الأهداف الأخرى بحث آثار تقنية الجو المعدل الجديدة على المنتجات الطازجة المجهزة المغمورة في محاليل لا تحتوي على السلفايت، كما تشمل دراسة المكونات التغذوية القابلة للتغيرات (كيميائية أو فيزيائية إلخ) ودراسة آليات الفساد الميكروبي والكيموحيوي. وقد ركز هذا البحث على استخدام تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين أولا ثم الاهتمام بتقنية الجو المعدل بال أرجون (Ar MAP) وأخيراً الاهتمام وبدرجة أقل بتقنية الجو المعدل بأكسيد النيتروز (N_2O MAP).

وكخلاصة، فإن النتائج والإنجازات الرئيسة التالية قد تحققت أثناء مسار أبحاث مجموعتي جمعية كامبدين وشورليوود لأبحاث الأغذية (CCFRA Club) وأبحاث تقنية الجو المعدل الجديدة المدعومة من الاتحاد الأوربي:

- تم استخدام آلات تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين المتناغمة (High O_2 compatible MAP machines) بسلامة/ مأمونية ونجاح خلال مسار تجارب هذا المشروع. تم نشر وثيقة لإرشادات غير سرية (non-confidential guidelines document) حول مأمونية استخدام تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين (BCGA, 1998).
- تم تجميع براهين كثيرة لإثبات إمكانية استبدال محاليل السلفايت غير المرغوبة (للغمر) بعدة بدائل لا تحتوي على سلفايت وفعالة في تثبيط التلون الإنزيمي لمنتجات البطاطس والتفاح والموز المحضرة. وقد تم تفعيل بدائل كثيرة لا تحتوي على السلفايت (مثلاً، تراكيب وتركيزات (محاليل)غمر (dip formulations and concentrations)، درجات حرارة غمر وأوقات، فترات غمر (dip temperatures and dip times)، وكما تمت التوصية باتباع بروتوكولات غمر مناسبة.
- بصفة عامة، تم تثبيط التغيرات الإنزيمية في لون البطاطس والتفاح المغمورة في محاليل غير محتوية على السلفايت بجمع تقنية الجو المعدل اللاهوائية (anaerobic) (أقل من ٢٪ أكسجين) مع النيتروجين وال أرجون وثاني أكسيد الكربون، وتم ذلك بفاعلية أكبر مقارنة بما تم من تثبيط بتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين بمفردها. وعلى أية حال، فقد وجد أن للأكسجين العالي في تقنية الجو المعدل تحسينات معينة لرائحة وقوام منتجات البطاطس والتفاح المحضرة. وأيضاً، وجد أن لمنتجات البطاطس والتفاح المغلفة بتقنية الجو المعدل عالي

الأكسجين والمغمورة في محاليل غير محتوية على السلفايت، فترة صلاحية أطول مقارنة بما للعينات المرجعية المكافئة المغلفة بتقنية الجو المعدل منخفض الأكسجين (٨٪).

- وجد أنه لمعظم المنتجات المجهزة، وتحت ظروف تخزين وتعبئة محددة، فإن لتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين آثاراً إيجابية محسنة لخواص الجودة الحسية مقارنة بالتعبئة الهوائية الصناعية القياسية والتغليف بتقنية الجو المعدل منخفض الأكسجين. كما وجد أن الأكسجين العالي في تقنية الجو المعدل كان أكثر فعالية في إطالة فترة صلاحية منتجات الخس المدور(iceberg lettuce) والمشروم المقطع (slices mushrooms) وأزهار البروكولي(broccoli florets) وخس الكوس (cos lettuce) والسبانخ صغيرالأوراق(baby-leaf spinach) وخس الراديشيو (radichio lettuce) وخس اللولو روسو (lollo rossa lettuce) والبقدونس مسطح الأوراق(flat leaf parsley) والكرنب اللفتي المكعب(cubed Swede) والكزبرة(coriander) وتوت العليق(raspberries) والفراولة(strawberries) والعنب(grapes) والبرتقال(oranges) (الجدول رقم ١٥,١) والجدول رقم ١٥,٢).

الجدول رقم (١٥,١). فترة الصلاحية الكلية المتحصل عليها في تجارب الخس المدور المجهز الطازج.

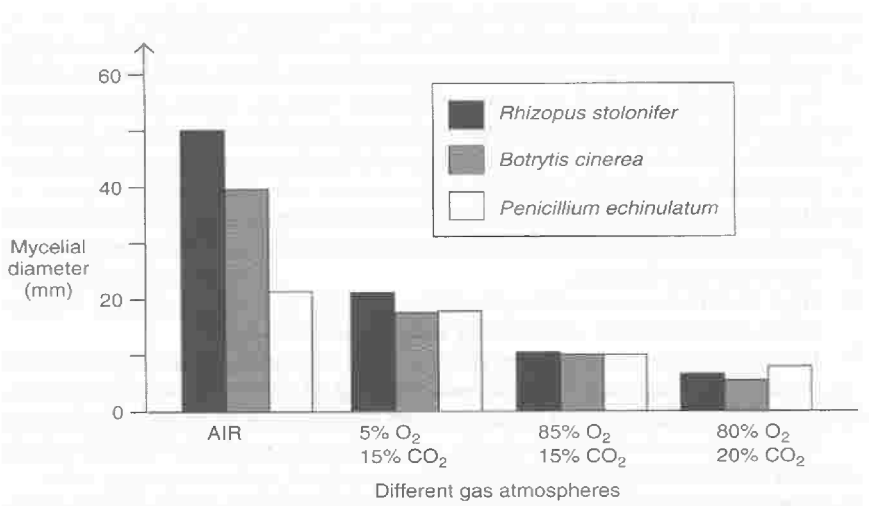
معاملات MAP	أيام التخزين على ٨°م للانخفاض إلى درجة جودة C			خاصية الجودة المحددة لفترة الصلاحية	فترة الصلاحية الكلية المنجزة
	المظهر	الرائحة	القوام		
٥٪ O_2 / ٩٠٪ N_2	٤	٧	٤	المظهر/ القوام	٤ أيام
٥٪ O_2 / ١٠٪ CO_2 / ٨٥٪ N_2	٧	٧	٨	المظهر/الرائحة	٧ أيام
٨٠٪ O_2 / ٢٠٪ N_2	١١	١١	١١	المظهر/الرائحة/ القوام	١١ يوم

الجدول رقم (١٥,٢). فترة الصلاحية الكلية المتحصل عليها من تجارب منتجات نباتية مجهزة طازجة.

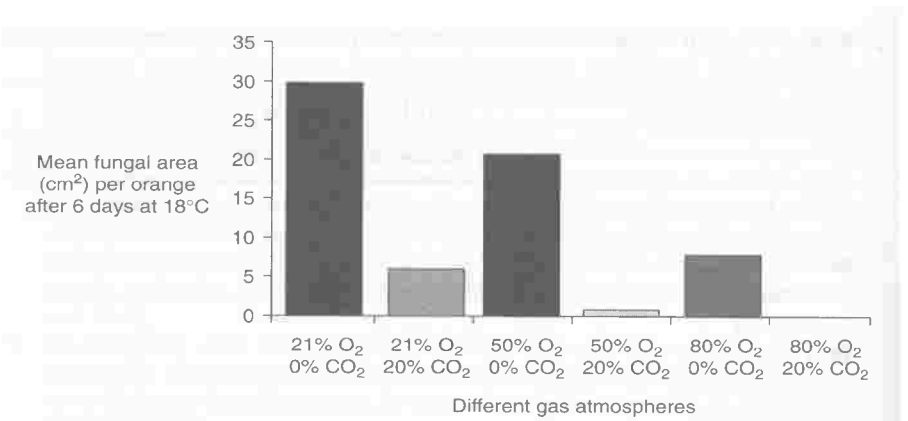
المنتج النباتي المجهز	فترة الصلاحية المنتجة الكلية (أيام) على ٨°م	
	الهواء القياسي الصناعي/ MAP منخفضة في الأوكسجين	MAP عالية في الأوكسجين
الخس المدور	٢-٤	٤-١١
قطع الموز المغمورة	٢	٤
أزهار البروكلي	٢	٩
خس الكوس	٣	٧
الفراولة	١-٢	٤
أوراق السبانخ الصغيرة	٧	٩
خس الروسا لولو	٤	٧
خس الرادبشيو	٣	٤
أوراق البقدونس	٤	٩
الكزبرة	٤	٧
الكبد سويدي	٣	١٠
توت العليق	٥-٧	٩
خس (قلب الخس)	٤-٨	٦-٨
البطاطس المغمورة	٢-٣	٣-٦
جزر الباتون	٣-٤	٤
المشروم المقطع	٢	٦

- وجد أن لمعاملات الجو المعدل المحتوي على أرجون وأكسيد نيتروز آثاراً محدودة (negligible) على خواص الجودة الحسية لمنتجات محضرةعديدة مقارنة بما لمعاملات الجو المعدل المكافئة المحتوية على نيتروجين (N_2-containing MAP treatments).

- وجد أن لمعاملات الجو المعدل عالي الأكسجين تثبط نمو عدة مجموعات عامة من البكتريا والخمائر والأعفان، وبالمثل تثبط مدى من الأحياء الدقيقة الممرضة غذائيا والمفسدة المحددة، وأكثر تحديداً مثل الإيروموناس هيدروفيلا (*Aeromonas hydrophila*) والسالمونيلا إنتيريتيديس (*salmonella enteritidis*) والسيدوموناس بوتيدا (*pseudomonas putida*) والرايزوبس إستولونيفر (*Rhizopus stolonifer*) والبيتريتيس سينيريا (*Botrytis cinerea*) والبينسيليوم روكوفورتي (*Penicillium roqueforti*) والبينسيليوم ديجيتاتوم (*Penicillium digitatum*) والأسبيرجيليس نيجر (*Aspergillis niger*). ووجد أن معاملات الجو المعدل عالي الأكسجين بمفردها لا تثبط أو تحفز نمو السودوموناس فراجاي (*Pseudomonas fragi*) والباسيلس سيريوس (*Bacillus cereus*) واللاكتوباسيلس ساكي (*lactobacillus sake*) اليرسينيا إنتريروكوليتيكا (*Yesinia enterocolitica*) والليستريا مونوسايتوجينس (*listeria monocytogenes*)، ولكن بإضافة ١٠-٣٠٪ ثاني أكسيد كربون فقد تم تثبيط نمو كل أنواع البكتيريا المذكورة أعلاه (مثلاً الشكلان رقما١٥,٣ و١٥,٤).
- وجد أن لمعالجات الجو المعدل المحتوي على أكسيد النيتروز وال أرجون آثاراً مضادة للميكروبات لا تذكر على مدى من الأحياء الدقيقة، مقارنة مع ما لمعالجات الجو المعدل المحتوي على نيتروجين المكافئة.
- وجد أن معدلات التنفس لمنتجات نباتية مجهزة مختارة لا تتأثر بمعالجات التعبئة في جو معدل يحتوي على أكسجين عالٍ أو أرجون عال، ولكن قلت معدلات التنفس هذه بإضافة ثاني أكسيد الكربون بنسبة ١٠٪.



الشكل رقم (١٥,٣). تثبيط النمو الفطري باستخدام ظروف تعبئة تحت جو معدل مختلفة.



الشكل رقم (١٥,٤). تثبيط النمو الفطري للبنسيليوم ديجيتاتوم (*Penicillium digitatum*) التي تصيب البرتقال تحت ظروف تعبئة في جو معدل مختلفة.

• لم تمنع معاملات الجو المعدل المحتوية على أكسجين عالٍ أو أرجون عالي الاسمرار الإنزيمي لشرائح التفاح المغمور في محاليل لا تحتوي على سلفايت، ولكن لم يحدث اسمرار إضافي بعد فتح العبوة.

- وجد أن معاملات الجو المعدل المحتوي على أرجون تثبط نشاط الـPPO في المشروم عند مقارنتها بمعاملات الجو المعدل المحتوي على نيتروجين المكافئة. وفي المقابل، لم يتم أي تثبيط لنشاط PPO في المشروم عند التعبئة بـ ٨٠٪أكسجين و٢٠٪نيتروجين عند مقارنتها بـ ٢٠٪ أكسجين و٨٠٪ نيتروجين. وعلى أي حال، إدخال ٢٠٪ من ثاني أكسيد الكربون في معالجة الجو المعدل عالي الأكسجين ربما يؤدي إلى تثبيط إنزيم الـ PPO في المشروم وكذلك نشاط هذا الإنزيم في المنتجات المحضرة الأخرى(Sapers, 1993).
- أدت تعبئة الجو المعدل عالي الأكسجين إلى زيادة تحطيم الأغشية في شرائح التفاح، بينما قللت تعبئة الجو المعدل عالي ال أرجون من هذا التحطيم. وعلى أية حال، عانت شرائح التفاح المخزنة تحت جو معدل خالٍ من الأكسجين من تحطم شديد للأغشية والذي أثر على تماسك أي كمال وتمامية النسيج، وأثر على تسرب الخلية(cell leakage) والقوام. وبالمقارنة، لم تؤثر كل من تعبئة الجو المعدل عالي الأكسجين والعالي ال أرجون على نفاذية الخلية أو نضح النسيج (cell exudate) أو pH الجزر المحضر، تأثيراً سيئاً.
- وجد أن لتعبئة الجو المعدل عالي الأكسجين وعالي الأرجون آثاراً مفيدة فيما يتعلق بالاحتفاظ بفيتامين سي (ج، C) ومؤشرات أكسدة الدهون وتثبيط الاسمرار الإنزيمي في الخس المجهز.
- وجد أن تعبئة الجو المعدل عالي الأكسجين رفعت نشاط إنزيم البيروكسديز البوتريتيس سينيريا (*Botrytis cinerea*)، ولكن خفضت إضافة ١٠٪ ثاني أكسيد كربون هذا النشاط بدرجة كبيرة.

- وبالمقارنة بين تعبئة الجو المعدل بالهواء والأكسجين المنخفض مع تعبئة الجو المعدل والأكسجين العالي، وجد أن الأخير لا يقلل مستويات مضادات الأكسدة لوحدها (حمض أسكوربيك وبيتا كاروتين وليوتين) بشكل واضح في الخس المجهز، ولكنه أحدث فقداً في مركبات فينولية محددة بالرغم من أن السعة المضادة للأكسدة الكلية((total antioxidant capacity (TRAP بعد التخزين المبرد قد زادت.
- لا تأثيرات سمية لخلايا (cytotoxic effects)، قولون الإنسان، لمستخلصات البصل والخس المحضرة المغلفة في جو معدل عالي الأكسجين .
- أدى تناول خس طازج إلى زيادة قيم TRAP بلازما الإنسان من خلال امتصاص المركبات الفينولية وجزيئات مضادات الأكسدة الفردية. كانت هذه الزيادة في قيم TRAP بلازما الإنسان أكثر وبدرجة معنوية من الزيادة التي تحدث أو حدثت عند تناول الخس المبرد(على ٥ °م) سابقا ومخزن لثلاثة أيام.
- نتج عن تناول الخس المبرد المخزن والمعبأ تحت الهواء وتعبئة الجو المعدل عالي الأكسجين زيادة قابلة للقياس في قيم TRAP بلازما الإنسان، بينما عملياً، لم يتم قياس أي زيادات في قيم الـTRAP بعد تناول خس معبأ تحت جو معدل منخفض الأكسجين، مكافيء.
- تم تجميع أو وضع وثيقة إرشادات والتي تصف ممارسات التصنيع والتداول الجيدة للمنتجات الطازجة المجهزة باستخدام تعبئة الجو المعدل عالي الأكسجين ومعاملات الغمر في المحاليل التي لا تحتوي على سلفايت(Day, 2001a).

(١٥,٧) إرشادات لاستخدام تقنية الـجو المعدل عالي الأكسجين

Guidelines for the Use of High O_2 MAP

يجب علينا أن ندرك أن الاستخدامات المحتملة لتقنية الـMAP عالية الأكسجين هي استخدامات جديدة حديثة وأن معارف جديدة ستظهر في المستقبل. وعليه، فإن الإرشادات التالية المقدمة هي فقط، تعكس الحالة الحالية للمعرفة والخبرة المتوافرة والمتاحة لتقنية الـجو المعدل عالي الأكسجين للمنتجات الطازجة المحضرة. الاستخدامات المحتملة لهذه التقنية في الأغذية المجمعة المبردة (chilled combination food items) (مثل الوجبات الجاهزة الباردة (chilled ready meals) والبيتزا pizzas والكباب(kebab)، إلخ) كانت موضوعات للبحوث الحديثة (Day, 2001b) ولكنها خارج نطاق هذا الفصل.

(١٥,٧,١) المأمونية Safety

تم نشر وثيقة إرشادات معينة وهي متاحة بشكل عام (للجميع publicly available) (BCGA, 1998). تحتوي هذه الوثيقة على نصائح واضحة ومختصرة وتوصيات في كيفية التحكم أو السيطرة على استخدام خليط الغازات الغني بالأكسجين (O_2-rich gas mixtures) والمستخدم في تقنية الجو المعدل لتعبئة الأغذية.

تم تشجيع الشركات الغذائية والصناعات المرتبطة بها (مثل شركات الغاز وشركات مصنعي ماكينات التغليف معدل الجو) تشجيعا كبيرا للحصول على وثيقة إرشادات المأمونية كما شجع اتباع النصائح والتوصيات المقدمة بجدية قبل مباشرة أي محاولات أو تجارب مسبقة لاستخدام تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين . ويمكن طلب المزيد من النصائح والمساعدة فيما يتعلق بجوانب مأمونية تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين من مهندسي مأمونية الغازات المؤهلين الأكفاء (qualified gas safety engineers) ومن الـ BCGA.

(١٥,٧,٢) مستويات الغاز المثالية Optimam Gas Levels

اعتماداً على التجارب المعملية لمشروع جمعية كامبدين وشورليوود لأبحاث الأغذية الـ CCFEA's المشار إليه سابقاً، فإن مستويات غاز الفراغ القمي الأمثل الموصى بها (head-space) فورا بعد غلق/لحام عبوة المنتج الطازج المجهز هي: ٨٠-٩٥٪ أكسجين / و٥-٢٠٪ نيتروجين.

بعد لحام العبوة، فإن مستويات الأكسجين في الفراغ القمي ستقل بينما ستزداد مستويات ثاني أكسيد الكربون أثناء التخزين المبرد، و يرجع ذلك لطبيعة التنفس الداخلي للمنتج المجهز. ووفقاً للتوضيح والتفسير الذي تم سابقاً، فإن مستويات الأكسجين وثاني أكسيد الكربون التي تحققت في عبوات منتجات محكمة الغلق أثناء التخزين المبرد قد تأثرت بعدة عوامل: معدلات التنفس الداخلي للمنتج (والتي بدورها تتأثر بدرجة الحرارة، وتركيبة الجو المحيط، ونوع المنتج(produce type)، والنوع (variety) والصنف (cultivar)، ودرجة النضج (maturity)، ودرجة الشدة أو الحدة في الإعداد(severity of preparation)، نفاذية مادة التغليف، وحجم العبوة، ومساحة السطح ووزن العبوة مملوءة (surface area and fill weight)، ونسبة حجم المنتج/ حجم الغاز، ودرجة الإضاءة (degree of illumination) (Kader et al., 1989, Day, 1994, O'Beirne, 1999).

وللاستغلال الأقصى لفوائد تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين ، فمن المرغوب المحافظة على فراغ قمي يحتوي على أكثر من ٤٠٪ أكسجين ومدى ١٠-٢٥٪ ثاني أكسيد كربون أثناء فترة صلاحية المنتج وهو مبرد. ويمكن تحقيق هذا بتخفيض درجة حرارة التخزين، وباختيار منتج ذي معدل تنفس داخلي منخفض، وبتقليل تحطيم نسيج سطح القطع، وبتقليل نسبة حجم المنتج النباتي/حجم الغاز إما بتقليل

وزن العبوة مملوءة وإما بزيادة حجم الفراغ القمي للعبوة، وباستخدام فيلم تغليف يمكنه أن يحافظ على مستويات عالية من الأكسجين بينما يسمح انتقائيا بخروج ثاني أكسيد الكربون الزائد، أو بإدخال أو دمج مظروف أو كيس مادة مبتكرة (ذكية) نشطة في العبوة والتي تستطيع ادمصاص(adsorb) ثاني أكسيد الكربون الزائد وتبعث(emits) حجما مساوياً من الأكسجين (Mc Grath, 2000).

وأيضاً، لكي نحافظ على مستويات أكسجين أكثر من ٤٠٪ ومدى١٠- ٢٥٪ ثاني أكسيد كربون أثناء فترة صلاحية المنتج وهو مبرد، فمن المرغوب أن نعمل على إدخال أعلى مستوى ممكن من الأكسجين (بالتوازن مع النيتروجين) مباشرة قبل غلق عبوة المنتج الطازج المجهز. وبصورة عامة، فمن غير الضروري إدخال أي ثاني أكسيد كربون في خليط الغاز الابتدائي الأصلي، إذ إن مستويات ثاني أكسيد الكربون ستتكون بسرعة داخل العبوات المغلقة أثناء التخزين المبرد. وعلى أية حال، للمنتجات الطازجة المجهزة التي لها معدلات تنفس داخلية منخفضة والتي تعبأ في عبوات لها نسبة حجم منتج/لحجم غاز منخفضة والتي تخزن على درجات حرارة تبريد أو التي بداخل عبوتها المغلقة كيس باعث للأكسجين مدمص لثاني أكسيد الكربون، فإدخال ٥-١٠٪ ثاني أكسيد كربون في خليط الغاز الابتدائي أمر مرغوب. واعتماداً على نتائج تجارب التخزين في جو متحكم فيه(controlled atmosphere storage)، فإن أكثر خليط غازات فعال من الأكسجين العالي هو ٨٠-٨٥٪ أكسجين / ١٥-٢٠٪ ثاني أكسيد كربون، والذي كان له أفضل الآثار المحسنة لجودة الخواص الحسية وأفضل الفوائد كمضاد للميكروبات، لمدى من المنتجات الطازجة المجهزة(Day, 2001a).

تحدد نوع الماكينات، (الآلات) المستخدمة في تقنية الجو المعدل وبدرجة كبيرة أقصى مستوى للأكسجين يمكن أن يتحقق والذي يتم إدخاله مباشرة قبل غلق عبوات

المنتجات الطازجة. تعبأ معظم منتجات السلطة الخفيفة المجهزة، تجارياً، في عبوات جو غازاتها معدلة، وبآلات تعبئة ملء وغلق بشكل عمودي (vertical form-fill-seal (VFFS))، وبآلات تعبئة ملء وغلق بشكل أفقي (horizontal-form-fill-seal (HFFS)) (Hartley, 2000). تستخدم هذه الآلات تقنية دفق، أو ضخ الغاز (gas flushing) أو تقنية تخفيف الهواء (air dilution) لإدخال الغاز في عبوات وسادية للجو المعدل (MA pillow packs) مباشرة قبل الغلق. ولأن هذه الآلات لا تستخدم خطوة تفريغ، فإن أعلى مستوى يمكن تحقيقه من الأكسجين داخل عبوات المنتجات الطازجة المجهزة هو ٨٠٪ ويتم ذلك بإدخال غاز ابتدائي ١٠٠٪ أكسجين. ربما يتم تحقيق مستويات أعلى من الأكسجين في العبوة بإحداث زيادة كبيرة في معدل تدفق الأكسجين خلال صمام دفع الغاز(gas flashing lance) في هذه الآلات، ولكن لا يوصى بهذا لأسباب اقتصادية وكذلك فيما يتعلق بالمأمونية (BCGA, 1998).

وفي مقابل ماكينات، آلات الـVFFS والـHFFS، تستخدم الآلات الثيرموفورم-فل-سيل (الملء واللحام الشكل الحراري(thermoform-fill-seal (TFFS)) والبريفورم تري والليدنج فيلم (الصحون مسبقة التشكيل وأفلام التغطية (performed tray and lidding film (PTLF)) والفاكيوم تشامبر (الحجيرات، الغرف المفرغة vacuum chamber (VC)) والاسنوركيل تايب (نوع السنوركل، أي أنبوب إدخال الهواء (snorkel type (ST))، تقنية تفريغ تعويضية (compensated vacuum technique) لتفريغ أو التخلص منه الهواء ومن ثم إدخال الغاز في صينية (tray) وفلم تغطية(lidding film) و/أو عبوات مرنة معدلة الجو (flexible MA Packs) (BCGA, 1998). وبما أن هذه الآلات تستخدم خطوة تفريغ قبل إدخال الغاز (أي ١٠٠٪ أكسجين)، فمن الممكن الحصول على مستويات عالية من الأكسجين (٨٥-٩٥٪) في الفراغ القمي لعبوات المنتجات الطازجة

المجهزة. وأيضاً، فإن كل آلات التفريغ التعويضية (ما عدا آلات الـVC) تعتبر آمنة لاستخدامات الـMAP عالية الأكسجين ، مقارنة بآلات دفع الغاز الـHFFS والـVFFS، إذ يتم إدخال الأكسجين مباشرة في العبوات معدلة الجو بعد التخلص من الهواء وقبل الغلق وبالتالي فلن تكون مستويات الأكسجين في الهواء المحيط بهذه الآلات (عالية) (BCGA, 1998).

(١٥,٧,٣) معدل حجم المنتج/حجم الغاز Produce Volume/ Gas Volume Ratio

للمحافظة على فراغ قمي بمستويات أكسجين بأكثر من ٤٠٪ وثاني أكسيد كربون في مدى ١٠-٢٥٪ خلال فترة صلاحية منتج مبرد، فمن المرغوب خفض نسبة حجم المنتج/لحجم الغاز في المنتجات الطازجة المجهزة المعبأة في جو معدل. ويمكن تحقيق ذلك إما بتقليل وزن العبوة مملوءة(pack fill weight) أو بزيادة حجم الفراغ القمي. سيكون لتقليل وزن العبوة مملوءة بالمنتج الطازج المجهز المبرد أثر على الحمل التنفسي الإجمالي(overall respiratory load) أو أثر على النشاط داخل العبوات، وبالتالي سيقل معدل استنزاف الأكسجين . سيكون لزيادة حجم الفراغ القمي في العبوة أثر متمثل في زيادة مخزون، احتياطي الأكسجين (reservoir of O_2) لأغراض التنفس، وبالتالي سيقل معدل استنزاف الأكسجين ، أيضاً. وبالتالي ونتيجة لذلك، فإن نسبة حجم المنتج/ حجم الغاز المنخفضة، مساعدة في المحافظة على مستويات أكسجين فراغ قمي تفوق الـ٤٠٪ ومستويات ثاني أكسيد كربون في مدى ١٠-٢٥٪.

تم توضيح الأثر الهام لنسبة حجم المنتج/لحجم الغاز بالإضافة إلى معدل التنفس الداخلي للمنتج الجاهز ونفاذية مادة التغليف، بجلاء تام، من خلال نتائج المشروع الأوربي في تجربة الـCCFR'S للخس المدور الكتلي (bulk iceberg lettuce) (Day, 2001a).

وجد أن مستويات استنزاف الأكسجين وارتفاع ثاني أكسيد الكربون داخل العبوات معدلة الجو عالي الأكسجين في هذه التجارب كان سريعاً جداً، وذلك لاحتواء العبوات على ٢ كيلوجرام من الخس الطازج المجهز، في مقابل ٢٠٠ جرام فقط في العبوات معدلة الجو للبيع بالمفرق (retail MA packs). ونتيجة لذلك، فإن نسبة حجم المنتج/حجم الغاز والحمل التنفسي الإجمالي كان أكثر بكثير في هذه العبوات الكتلية معدلة الجو MA bulk packs مقارنة بما تم في العبوات معدلة الجو للبيع بالمفرق. أيضاً تم تقطيع الخس المدور (قطع ١٠ ملم 10mm cut) المستخدم في تجربة العبوات الكتلية معدلة الجو، ولذلك فقد كان له معدل تنفس داخلي أعلى بكثير، مقارنة بما لسلطة الخس المدور المقطع(قطع ٤٠-٧٠ ملم) المعد للبيع بالمفرق. وبالإضافة إلى ذلك، فقد فاقمت أكياس البولي بروبلين المصممة للتعبئة الكتلية/والبولي إيثايلين منخفض الكثافة (bulk oriented polypropylene (OPP)/low density polyethylene (LDPE) bags) والأسمك (سمك ٦٠ ميكرومتر مقارنة مع ٣٠ ميكرومتر لعبوات البيع بالمفرق) والأقل نفاذية، فاقمت من استنزاف الأكسجين وارتفاع ثاني أكسيد الكربون. وعليه، فمن غير المستغرب أن تكون فترة الصلاحية المتحققة للخس المدور المقطع الطازج المعبأ في عبوات معدلة الجو عالي الأكسجين على ٨°م، فقط يومين، وبالرغم من أن فترة الصلاحية المكافئة باستخدام عبوات بها أكسجين منخفض كانت أقل من ذلك (Day, 2001a).

يجب إدراك أن هناك حدودا عملية وتجارية لنسبة خفض نسبة حجم المنتج/لحجم الغاز للمنتجات الطازجة المجهزة المعبأة في جو معدل. ومن الواضح، أن المستهلكين لن يتقبلوا المنتجات الطازجة المجهزة المعبأة في جو معدل، بسهولة، ذلك لأنها تبدو وكأنها غير مكتملة التعبئة (غير مملوءة underfilled) مع مستويات فراغ قمي

عالية. وعليه، يوصى بأن يقوم المستخدمون المحتملون لتقنية الـMAP عالية الأكسجين بتجارب ما قبل المستوى التجاري (precommercial trials) على عبوات منتجات طازجة مجهزة لها نسب حجم منتج/ لحجم غاز مختلفة ولكنها عملية.

(١٥,٧,٤) مواد التعبئة Packaging Materials

اعتماداً على نتائج التجارب المعملية للمشروع الأوربي CCFRA's، فإن مادة التعبئة الموصى باستخدامها في تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين للمنتجات الطازجة المجهزة هي: مادة البولي بروبلين المعدلة((30µm oriented polypropylene(OPP) سمك ٣٠ ميكرومتر مع التغطية بمادة ضد التكثيف أي ضد الضباب(antimist).

ويجب ذكر أن المحاولات التجريبية الابتدائية لجمعية كامبدين وشورليوود لأبحاث الأغذية (CCFRA) على تقنية الـMAP عالي الأكسجين في تعبئة المنتجات الطازجة المجهزة، قد استخدمت فيلماً أو غشاءً حاجزا للأكسجين ، أي فيلم OPP مغطى بفيلم كلوريد بولي فينايليدين((polyvinylidene chloride (PVDC)) ومغطى بغطاء ضد الضباب، ذلك، وقتها كان من المهم إعطاء اعتبار لأهمية المحافظة على مستويات عالية من الأكسجين داخل العبوات معدلة الجو عالي الأكسجين . وعلى أية حال، فقد أثبتت التجارب المكثفة على تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين المستخدمة لتغليف الخس الطازج المجهز والمغلف بفيلم OPP سمك ٣٠ ميكرومتر مغطى بـPVDC، وبجلاء أن مستويات زائدة من ثاني أكسيد الكربون (٣٠-٤٠٪) قد تتولد مسببة تحطيماً محتملاً داخل مثل هذه العبوات ذات الأفلام الحاجزة، وخاصة على درجات حرارة تخزين مبرد عالية (أي ٦-٨°م). ونتيجة لذلك، فقد تم استخدام أفلام الـOPP سمك ٣٠ ميكرومتر للتجارب اللاحقة على تقنية الجو المعدل عالٍ الأكسجين بدلاً من أفلام الـOPP سمك ٣٠ ميكرومتر المغطاة بالـPVDC، ولمعظم المنتجات الطازجة المجهزة فقد

وجد أن لها خصائص حجز للأكسجين كافية تمكّن من المحافظة على مستويات أكسجين عالية داخل العبوات (تفوق الـ٤٠٪) ولكن أيضاً أن تكون لها نفاذية كافية لضمان عدم ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون لما يفوق ٢٥٪ بعد ٧-١٠ أيام من التخزين على ٥-٨°م(Day, 2001a).

ويجب أن نشير هنا إلى أن مواد التغليف الأخرى خلاف الـOPP سمك ٣٠ ميكرومتر ، قد تكون مناسبة لتعبئة الجو المعدل عالي الأكسجين المستخدمة في تعبئة المنتجات الطازجة المجهزة (Air Products, 1995; Day and Wiktorowicz, 1999). وعلى سبيل المثال ، فترقيق أو بثق (Laminations or extrusions) الـOPP بالبولي إيثايلين منخفض الكثافة ((low density polyethylene (LDPE) وأسيتات فينايل الإيثايلين أو خلات فينايل الإيثايلين (ethylene vinyl acetate EVA) أو كلوريد بولي فينايل (polyvinyl chloride PVC) أو أي وسط للأفلام المنفذة للأكسجين بدرجة عالية ، ربما يكون مناسبا لتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين للمنتجات الطازجة المجهزة والتي لها معدل تنفس أعلى مما للخس المدور. أيضاً ، تؤثر نسبة حجم المنتج/لحجم الغاز لأشكال العبوات معدلة الجو المختلفة للبيع بالمفرق(مثل : نظام عبوات الوسادة (pillow packs) أو نظم الصينية وفيلم التغطية (tray and (lidding film systems) ومعدل التنفس الداخلي للمنتج الطازج المجهز ودرجة حرارة التخزين المبرد ، تؤثر كل هذه على اختيار مادة التعبئة الأكثر ملائمة لاستخدامات تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين (Day, 2001a).

وإنه لمن الموصى به أن يقوم المستهلكون المحتملون لتعبئة المنتجات النباتية الطازجة المجهزة بتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين وفي البداية ، بتجارب فترة صلاحية – ما قبل المستوى التجاري(precommercial shelf life trials) وباستخدام OPP سمك

٣٠ ميكرمتر مغطى بمادة ضد الضباب، كفيلم تغليف/تعبئة لعبوات الوسادة المرنة(flexible pillow packs) أو للصواني المغطاة بأفلام تغطية. ستوضح التحاليل الروتينية الغازية(regular gas analyses) لجو العبوة الداخلي أثناء التخزين المبرد، عدم كفاية نفاذية فيلم التغليف/التعبئة (مما يسبب تراكم مستويات ثاني أكسيد الكربون إلى ما يفوق ٢٥٪)، أو نفاذيته بدرجة كبيرة (يسبب ذلك استنزاف الأكسجين إلى أقل من ٤٠٪ وتراكم ثاني أكسيد الكربون ببطء إلى أقل من ١٠٪). إذا انخفضت نسبة الأكسجين داخل العبوات لأقل من ٤٠٪ وكانت مستويات ثاني أكسيد الكربون خارج مدى ١٠- ٢٥٪ في نهاية فترة صلاحية المنتج، فلابد من تعديل وضبط نسبة حجم المنتج/لحجم الغاز ودرجة حرارة التخزين المبرد وشكل العبوة و/أو نفاذية فيلم التغليف/التعبئة، كما يجب إجراء مزيد من تجارب، بحوث فترة الصلاحية.

كذلك، تجدر الإشارة إلى احتمال استخدام أفلام حجز الأكسجين oxygen (barrier films) في تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين (أو المنخفض الأكسجين) للمنتجات الطازجة المجهزة، إذا ما تم إدخال أو دمج أكياس باعثة، مكونة للأكسجين أو مدمصة لثاني أكسيد الكربون (O_2 emitter/CO_2 adsorber) في العبوات المغلقة. تشتمل حواجز الأكسجين الشفافة المناسبة (مع غطاء ضد الضباب) على الـOPP المغطى بكلوريد البوليفينايليدين (PVDC) والصفائح المرققة أو المدعمة المبثوقة (coextrusions or laminations)المحتوية على أسيتات، خلات فينايل الايثايلين(EVOH) والبولي إسيتر (polyester (PET)) والبولي أميد (النايلون(nylon) (polyamide)) و/أو كلوريد البوليفينايليدين(PVDC) (Air Producs, 1995; Day and Wiktorowicz, 1999).

يجب أن تفي مادة التعبئة المستخدمة في تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين –أياً كانت–، بالمتطلبات التشريعية القانونية (statutory legal requirements). في المملكة المتحدة، تشمل هذه المتطلبات النظم التشريعية للمواد والأصناف الملامسة للأغذية

(the Materials and Articles in Contact with Food Requlations 1987) (١٩٨٧) والنظم التشريعية للمواد البلاستيكية والأصناف الملامسة للأغذية (١٩٩٨) (Plastic Materials and Articles in Contact with Food regulations, 1998) والتنظيم التشريعية لالتزامات المنتج فيما يتعلق بمسئولياته (عن/فيما يتعلق بـ مخلفات مواد التعبئة) (١٩٩٧)، (Producer Responsibility Obligations (Packaging Waste), Regulations, 1997) والنظم التشريعية(المتطلبات الأساسية، الضرورية) للتغليف/التعبئة (١٩٩٨) (Packaging (Essential Requirements) Regulations, 1998).

يجب أن يتم شراء كل مواد التعبئة بمواصفات متفق عليها والتي تحتوي على تفاصيل للخواص التقنية والأداء. ويجب أن يخضع ضمان جودة كل مواد التعبئة الواردة لاتفاق بين موردي مواد التغليف/التعبئة ومستخدميها. يجب إعطاء رمز مرجعي لكل دفعة أو مدخل(delivery or batch) لتعريفها/معرفتها في التخزين والاستخدام، ويجب أن يسمح نظام التوثيق(documentation) بربط/مقارنة أي دفعة من المنتجات المعبأة بواردات مواد التعبئة المتناسبة معها. ويجب أن تخزن كل مواد التعبئة دون ملامسة الأرض في مناطق/أماكن جافة ومفصولة/معزولة عن المصنع كما يجب أن تفحص على فترات منتظمة للتأكد وضمان بقائها في حالة مقبولة. يجب أن تؤسس إجراءات مصرح بها وموثقة ويجب متابعتها فيما يخص موضوع مواد التعبئة من المخزن (Day, 1992). ويجب أن تؤخذ مزيد من النصائح حول المتطلبات التقنية، وخواص وأداء وتداول مواد التعبئة، من الموردين الموثوق بهم.

(١٥,٧,٥) التحكم بدرجة الحرارة Temperature Control

لا يمكن الاستهانة في توكيد أهمية السيطرة على درجة الحرارة المناسبة لإيقاف تدهور الجودة وضمان المأمونية الميكروبية للمنتجات الطازجة المجهزة. عند تعبئة المنتجات الطازجة المجهزة بتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين، يوصى بالمحافظة على

درجة الحرارة عند أقل من ٨°م، ومثالياً تكون في مدى صفر-٣°م أثناء سلسلة التبريد الكاملة.

ويمكن إثبات التأثيرات الهامة لدرجة حرارة التخزين ونفاذية مادة التعبئة على جودة عبوات المنتجات الطازجة المجهزة المعبأة في جو معدل عالي الأكسجين بنتائج مشروع جمعية كامبدين وشوليوود لأبحاث الأغذية، الـCCFRA's لتجارب الخس المدور الطازج المجهز (دي، a٢٠٠١). توضح نتائج هذه التجارب وبجلاء أن درجة الحرارة ونفاذية فيلم التغليف هما العاملان الحساسان أو الفارقان في تطور أي زيادة لمستويات الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في العبوات معدلة الجو عالي الأكسجين أثناء التخزين المبرد. ترتبط درجات حرارة التخزين العالية بمعدلات التنفس العالية وبالتالي ترتبط بمستويات استنزاف الأكسجين وارتفاع ثاني أكسيد الكربون داخل عبوات الوسادة المغلقة معدلة الجو عالي الأكسجين والمزودة بحاجز (أي OPP سمك ٣٠ ميكرومتر مغطى بـPVCD) والمستعملة لتعبئة الخس المدور الطازج المجهز. تم الحصول على أفضل آثار مفيدة لتقنية التغليف/التعبئة معدلة الجو عالي الأكسجين فيما يتعلق بتحسين الخواص الحسية عندما كانت درجة حرارة التخزين في مدى ٣-٥°م، وإذ انخفضت مستويات الأكسجين من ٧٠ إلى ٥٥٪ وبلغت مستويات ثاني أكسيد الكربون ١٥٪ فقط، بعد تخزين استمر عشرة أيام. وعلى النقيض، تم الحصول على نتائج سلبية فيما يتعلق بالخواص الحسية عند استخدام درجة حرارة تخزين مبرد مرتفعة (٨°م). وعلى درجة حرارة التخزين المبرد المرتفعة هذه، انخفضت مستويات الأكسجين من ٨٠٪ إلى ٣٠-٤٠٪، بينما وصلت مستويات ثاني أكسيد الكربون إلى٣٥-٤٠٪ بعد تخزين استمر عشرة أيام. هذه المستويات العالية من ثاني أكسيد الكربون المتولدة في عبوات الوسادة ذات الحاجز معدلة الجو عالي الأكسجين (high O_2

(MA barrier pillow packs للخس المجهز الطازج هي المسئولة عن التحطيم الناشيء من ثاني أكسيد الكربون(CO_2 damage) أي تغير اللون غير المرغوب الملاحظ. ولاحقاً استخدمت تجارب تقنية التعبئة معدلة الجو عالي الأكسجين أفلام OPP أكثر نفاذية تمكن بصفة عامة من المحافظة على مستويات عالية من الأكسجين (أكثر من ٤٠٪) كما تمكن من عدم ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون لما يفوق ٢٥٪ بعد ٧-١٠ أيام من التخزين على ٥°م و٨°م. في ظروف التعبئة معدلة الجو عالي الأكسجين هذه، وجد تحسن في الخواص الحسية لمعظم المنتجات الطازجة المجهزة التي تمت دراستها، مقارنة مع حالة الخواص الحسية للمنتجات المعبأة بطريقة التعبئة الهوائية القياسية الصناعية(industry-standard air) و/ أو تقنية التعبئة معدلة الجو منخفض الأكسجين (Day, 2000a).

(١٥,٧,٦) تطبيقات المنتجات النباتية المجهزة الطازجة

Fresh Prepared Produce Applications

وجد أن لتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين آثاراً مفيدة وإيجابية على الجودة الحسية لمعظم المنتجات الطازجة المجهزة التي تم دراستها. وتحت الظروف المحددة من التخزين والتعبئة وبالمقارنة بطريقة التعبئة الهوائية الصناعية القياسية و/أو الجو المعدل منخفض الأكسجين ، فإن الجو المعدل عالي الأكسجين يعتبر أكثر فعالية في إطالة فترة صلاحية عبوات الخس المدور الطازج المجهز والمشروم المقطع والبطاطس والموز المقطع وقلب الخس الصغير وخس الكوس والسبانخ صغير الأوراق وخس الراديشيو وخس اللولو روسو والبقدونس مسطح الأوراق والكرنب اللفتي المكعب والكزبرة وتوت العليق والفراولة. وبالإضافة إلى ذلك، ومن نتائج التجارب التي تم إجراؤها قبل سبتمبر ١٩٩٧ والتي أظهرت تحسن الخواص الحسية لشرائح الطماطم المجهزة الطازجة وجزر الباتون ومكعبات الأناناس وأزهار البروكلي ومكعبات الشمام وشرائح الفلفل

المختلطة وشرائح الكراث باستخدام تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين فيها. أيضاً، فقد وجد أن الأكسجين العالي في تقنية الجو المتحكم به (high O_2 controlled atmosphere) يطيل فترة صلاحية عنب المائدة والبرتقال (Day, 2001a).

ويجب ذكر/ملاحظة أنه بالمقارنة مع الطريقة الهوائية القياسية الصناعية و/ أو تقنية الجو المعدل منخفض الأكسجين ، فإن تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين لم يكن لها آثارٌ إيجابية على الجودة الحسية في عبوات قطع التفاح الطازجة المجهزة أو البقدونس الملفوف (curly parsley) ، والخس ذي الأوراق الحمراء(red oak leaf lettuce) ومكعبات شمام جاليا(galia melon cubes) والعبوات الكتلية (الكبيرة) للخس المدور المقطع. وعلى أية حال ، فمن المحتمل تحقيق آثار إيجابية لتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين (تحسين خواص المنتجات الطازجة المجهزة المذكورة أعلاه) إذا تم إيجاد الدرجات المثلى (تفعيل) درجة حرارة التخزين المبرد والمستوى العالي من الأكسجين ونفاذية فيلم التغليف ونسبة حجم المنتج/لحجم الغاز و/ أو إجراءات الإعداد والتجهيز ، بدرجة كافية.

وبالتالي ، يوصى المستخدمون المحتملون لتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين لتعبئة منتجات طازجة مجهزة محددة أو منتجات مركبة ، بإجراء تجارب تقدير الظروف المثلى (للعوامل المذكورة أعلاه) قبل الاستخدام التجاري ، وذلك باتباع النصائح المقدمة سابقاً.

(١٥,٨) إرشادات حول الغمر في محاليل لا تحتوي السلفايت

Guidelines for Non-Sulphite Dipping

وفقاً لما تم من توضيح وتفسير في القسم ٥-١٥ ، فقد خلقت/استدعت القيود التشريعية النظامية المتزايدة على استخدام السلفايت (الكبريتيت) حاجة ماسة/عاجلة لبدائل مأمونة وعملية ووظيفية (فاعلة) لتثبيط التغير الإنزيمي للون في المنتجات

الطازجة المجهزة (Anon., 1991, Ahvenainen, 1996, Laurila et al, 1998, Duncan, 1999). تتواجد تجاريا، عدة تركيبات كيميائية لا تحتوي سلفايت (نموذجيا، تحتوي على خليط من حمض الأسكوربيك وحمض السيتريك وحمض الماليك و/ أو كلوريد الصوديوم) كما يمكن إعدادها منزلياً. وأياً كانت التركيبة الكيميائية غير المحتوية على السلفايت المستخدمة، فإن الاستخدام الناجح يعتمد على عدة عوامل هامة يتطلب الوضع أن تفعل، كما سيتم وصفه وتوضيحه في بقية هذا القسم.

(١٥,٨,١) المواد الخام للمنتجات Produce Raw Materials

يجب أن يتأكد مصنعو المنتجات الطازجة المجهزة أن موادهم الخام الداخلة في ساحة منطقة المصنع مأمونة وبالجودة المرغوبة وأن يتم تخزينها وتداولها بالصورة السليمة المناسبة لتفادي أي إتلاف وتلوث. وتحديداً، فيما يتعلق بالمواد الخام للمنتجات والتي تعد وتغمر في محاليل غير محتوية على سلفايت من بعد، فمن غير الواقعي افتراض توقع تغلب محاليل الغمر الكيميائية غير المحتوية على سلفايت على مشاكل الجودة التي تسببها المواد الخام دون القياسية(substandard raw materials) يسبب للجروح والتشوهات (الخدوش) العميقة والكثيرة. ونتيجة لذلك، يوصى باستخدام مواد خام تفي (conform) بالأهداف والمواصفات المتفق عليها وأن تخزن ويتم تداولها برفق بقدر الإمكان، ذلك من أجل تقليل الخدوش. وأيضاً يوصى بأن يتم اختيار المواد الخام من الأصناف المناسبة التي تقل قابليتها للتلون بعد الإعداد/التحضير اللاحق، ومن أجل تقليل معالجات الغمر في محاليل غير محتوية على كبريت (Sapers, 1993). وبالإضافة إلى ذلك، فالنصيحة أن يكون للمواد الخام المختارة نضج وصلابة مناسبتين حتى تتحمل إجراءات التحضير اللاحقة القاسية بينما تكون ناضجة بدرجة كافية لتكون ذات جودة استهلاك (أكل) عالية.

(١٥,٨,٢) المعاملات التجهيزية لما قبل الغمـــر

Predipping Preparation Treatments

لا تختلف معاملات التجهيز ما قبل الغمر مثل التقليم trimmingوالتقشير والتقطيع والغسيل وإزالة الملوثات عن تلك المستخدمة للمنتجات الطازجة التي لا يتم غمرها لاحقاً في محاليل كبريتية (Day, 2001a).

إذا تم استخدام الكلور أو أي مركبات مؤكسدة مبعدة للتلوث أخرى، فيوصى بشطف المنتجات الطازجة شطفا نهائيا بماء الصنبور ماء الشرب(potable water) قبل غمرها في محاليل غير محتوية على سلفايت (غير كبريتية). ستساعد عملية الشطف الأخيرة هذه على تقليل مستويات متبقيات المركبات المؤكسدة والتي إذا كانت عالية، فستقاوم الفعل المضاد للأكسدة لمكونات محاليل الغمر غير المحتوية على سلفايت. وكتوجيه، يلزم استخدام ٠,٥١ لتر ماء للشطف (أو الغسيل) لكل كيلوجرام من المنتج الطازج المجهز.

(١٥,٨,٣) إجراءات الغمر Dipping Procedures

يوصى بضرورة استخدام إجراءات الغمر في محاليل غير محتوية على سلفايت (غير كبريتية) بأسرع ما يمكن بعد تجهيز المنتج الطازج. عادة، تتقدم/تتطور التغيرات الإنزيمية اللونية بسرعة بعد التقشير والتقطيع و/ أو التقطيع في شكل شرائح، وفي حالة أصناف بطاطس وتفاح معينة، تكون التغيرات اللونية مرئية خلال دقائق من الإعداد. وعليه، عندما يكون الغمر الفوري في محاليل غير محتوية على سلفايت غير ممكن، يلزم غمر المنتجات الطازجة المجهزة مؤقتا في ماء الشرب البارد لتثبيط التغير الإنزيمي اللوني. وعيب الغمر في ماء الشرب البارد لأكثر من دقائق معدودة، هو امكانية امتصاص هذه المنتجات لكميات كبيرة من الماء والتي تؤدي ليونة وقواماً مائيًّا (waterlogged textures)، ومظهراً شفافاً (translucent appearance) ومعدلات تدهور سريعة.

ويجب إدراك أن العوامل المتغيرة مثل تركيز محلول الغمر (dip concentration)، وقت الغمر (الذي تستغرقه عملية الغمر (dipping time) ودرجة الحرارة كلها تحتاج لمواءمة لكل استخدام في المنتجات الطازجة المجهزة) عند استخدام تراكيب كيميائية لمحاليل الغمر غير محتوية على سلفايت واستخدام بروتوكلات غمر.

ومع ذلك، يجب الالتزام بالتوجيهات العامة التالية:

- يجب أن تكون المركبات المستعملة في تركيبة الغمر غير المحتوية على سلفايت مأمونة ومسموح/مصرح باستخدامها في الغذاء. في المملكة المتحدة، يجب أن يخضع أو يتفق استخدام هذه المركبات لـ/مع تشريع: المضافات المتنوعة في النظم التشريعية للغذاء، ١٩٩٥ (Miscellaneous Additives in Food Regulations, 1995).
- يجب أن لا يسبب الغمر في محلول لا يحتوي على سلفايت أي آثار مفسدة (detrimental effects) للنكهة والرائحة والقوام والجودة التغذوية للمنتجات الطازجة المجهزة.
- يجب أن تكون درجة حرارة محاليل الغمر غير المحتوية على سلفايت من صفر-٥°م، لأن مكونات هذه المحاليل تمتص إلى داخل أنسجة النبات بمعدلات أسرع عندما تكون درجات حرارة محلول الغمر أبرد من درجات حرارة المنتجات الطازجة المبردة، قبل الغمر.
- عادة ونموذجياً، يكون تركيز محلول الغمر غير المحتوي على سلفايت في المدى من ١- ٣٪ وزن/ لحجم. وعلى سبيل المثال، يتم تخفيف التركيب الشائع لمحلول الغمر غير المحتوي على سلفايت بماء الشرب البارد للحصول على تركيز

نهائي ٢٪ وزن/ لحجم حمض أسكوربيك، ١٪ وزن/ لحجم حمض ستيريك و١٪ وزن/ حجم كلوريد صوديوم.

- عادة، يكون وقت الغمر (الذي يستغرقه المنتج مغمورا) في مدى ٢- ٥ دقائق. بصفة عامة، لا تمكن أوقات الغمر القصيرة (أقل من دقيقة واحدة) من ادمصاص المكونات غير الكبريتية إلى داخل نسيج النبات المقطوع. وفي المقابل أو عكس ذلك، عادة لا حاجة لأوقات غمر طويلة (أطول من ٥ دقائق)، وقد تؤدي إلى امتصاص زائد للماء.
- يجب تحضير محلول الغمر غير الكبريتي طازجا وأن يغير في فترات مناسبة اعتماداً على كمية المنتجات الطازجة المجهزة التي تتطلب غمرا.
- عادة، تكون كمية محلول الغمر غير الكبريتي المطلوبة في مدى ١ لتر لكل ١٠- ١٥كيلوجرام من المنتجات الطازجة المجهزة المراد غمرها.

(١٥,٨,٤) معاملات ما بعد الغمر Post-dipping Treatments

- بعد معاملة المنتجات الطازجة المجهزة بالغمر في محاليل كيميائية وغير كبريتية يتطلب الأمر عمليا، إجراء خطوة أخرى وهي الشطف النهائي بماء الشرب. يمنع هذا الشطف النهائي بقاء أي نكهة حمضية(acidic flavor taints) سببها الأحماض العضوية المستخدمة في كل تركيبات الغمر غير الكبريتية. عمليا ونموذجيا، يتم استخدام ٢٥٠ - ٥٠٠ مل من ماء الشرب البارد لكل كيلوجرام من المنتج الطازج المجهز اعتماداً على عدة متغيرات مثل تركيز محلول الغمر ووقت الغمر والمنتج المحدد المُعَامل. وسبب آخر هام للشطف النهائي هو أن المعاملة السابقة بمحلول غير كبريتي يمكن تصنيفها على أنها

مساعدة تصنيعية (processing aid)، وعليه لا حاجة لبطاقة تعريف (على العبوة) على أنها مضافات.

- لا تختلف المعاملات مثل إزالة الماء الزائد (dewatering) والتغليف والسيطرة على درجة الحرارة والتي تتبع الغمر في محلول غير كبريتي والشطف، عن المعاملات المستخدمة في المنتجات الطازجة المجهزة والتي لم يتم غمرها في محلول غير كبريتي (Day, 2000a).

(١٥,٩) اتجاهات مستقبلية
Future trends

لتقنية التغليف معدل الجو الجديدة (وخاصة عالي المحتوى من الأكسجين) أهمية كبيرة في المحافظة على الجودة وضمان المأمونية الميكروبية للمنتجات الطازجة المجهزة. ربما تشجع الاستخدامات التجارية ونجاح هذه التقنية، استهلاك أكبر للمنتجات الطازجة المجهزة سهلة الاستخدام، و يساعد هذا الاستهلاك الزائد في تحسين صحة المستهلكين ورفاهيتهم. ساهم نشر الإرشادات العملية لتقنية التغليف معدل الجو عالي الأكسجين، والغمر في محاليل لا تحتوي سلفايت في الاستغلال التجاري لهذه التقنية الجديدة (Day, 2001a).

والتالي مقترحات للاتجاهات المستقبلية للبحوث وبصفة محددة فيما يتعلق بتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين :

- مزيد من البحث في الاستخدامات المحتملة لمادة التغليف ذات نشاط مبتكر حديث ثنائي الفعل باعث/منتج للأكسجين /كاسح لثاني أكسيد الكربون (innovative dual-action scavenger active packaging sachet) وتم تطوير هذا المنتج بواسطة شركة (Standa Industrie) الفرنسية (Caen France) وتم تسويقه بواسطة EMCO لأنظمة التغليف (EMCO Packaging Systems) ورث،

كنت المملكة المتحدة (Worth, Kent, UK). أثبتت التجارب الأولية التي أجرتها جمعية كامبدين وشورليوود لأبحاث الأغذية و LinPack Plastics Limited(Pontefract, Yorkshire, UK) مع عدد من موردي مشروبات فواكه خفيفة(several soft fruit suppliers) ، وبوضوح قدرة أداة التغليف النشطة هذه على إطالة فترة الصلاحية(MacGrath, 2000). يُمكّن هذا الكيس الصغير المحتوي على مواد منتجة للأكسجين وكاسحة لثاني أكسيد الكربون من المحافظة على مستويات عالية من الأكسجين في العبوات معدلة الجو عالي الأكسجين للمنتجات الطازجة المجهزة المتنفسة وفي نفس الوقت إبقاء ثاني أكسيد الكربون في المستويات المنخفضة التي لا تمكّن من تسبيب تحطيم فسيولوجي للمنتج. إدخال هذه العبوات الصغيرة في عبوات الجو المعدل عالي الأكسجين للمنتجات الطازجة المجهزة والتي لها معدل تنفس عالٍ و/أو نسبة حجم منتج/ لحجم غاز عالٍ ، ستعمل على منع الاستنزاف الزائد للأكسجين داخل العبوة ، وكما تمنع تراكم ثاني أكسيد الكربون داخل العبوة. بالإضافة إلى ذلك ، فبالإمكان استخدام هذه العبوات الصغيرة في عبوات الجو المعدل منخفض الأكسجين للمنتجات الطازجة المجهزة لمنع تطور الظروف اللاهوائية غير المرغوبة أثناء التخزين المبرد.

- بحوث إضافية في التأثير المعزز المحتمل بين تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين وتجهيزات التعبئة النشطة الأخرى ، على سبيل المثال ماصات الرطوبة (moisture absorbers) وكاسحات الإيثايلين(ethylene scavengers) والأفلام المضادة للميكروبات(antimicrobial films) والأغطية القابلة للأكل المناسبة (Day, 1994, Balwin et al., 1995, Nussinovitch and Lurie, 1995, Roony, 1999). يجب أن

تكون معايير اختيار تجهيزات التعبئة النشطة الواعدة والأغطية القابلة للأكل والأغشية معتمدة على فعاليتها أو كفاءتها التقنية والتكلفة والحالة التشريعية وقابلية المستهلك(Day, 2000).

- إجراء بحوث إضافية تستخدم كأساس لتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين لمختلف الميكروبات المفسدة أو الممرضة والتي لها علاقة بالمنتجات الطازجة المجهزة. أيضاً، إجراء بحوث أخرى على آثار تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين على المكونات الغذائية المفيدة الموجودة في المنتجات الطازجة وعلى التفاعلات الكيموحيوية المعقدة والعمليات الفسيولوجية التي تحدث أثناء التخزين المبرد.
- تأسيس استخدامات الجو المعدل عالي الأكسجين المثلى لإطالة فترة صلاحية بالجودة المطلوبة وضمان السلامة الميكروبية للمنتجات الطازجة المجهزة ومنتجات الأغذية الأخرى الداخلة فيها والتي تحتوي منتجاً يتنفس وآخر لا يتنفس (على سبيل المثال: الوجبات الجاهزة(ready meals)، والبيتزا(pizza)، أو الكباب (kebabs) وإلخ). أوضحت التجارب الابتدائية لمشروع جمعية كامبدين وشورليوود لأبحاث الأغذية الـCCFRA أن تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين قادرة على إطالة فترة الصلاحية للكثير من الوجبات الجاهزة بالمقارنة مع تقنية الجو المعدل باستخدام النيتروجين/ ثاني أكسيد الكربون وبالتعبئة الهوائية القياسية الصناعية(Day, 2001b).
- وفيما يتعلق بالجوانب العامة للمنتجات الطازجة المجهزة، يركز المؤلف الضوء وينبه إلى الثغرات في المعرفة والتوجيهات والاتجاهات البحثية، وذلك لمساعدة الباحثين في المستقبل.

- وفر معلومات عن نفاذية مواد التغليف متعددة الطبقات والمبثوقة التجارية (commercial laminations coextrusions) على درجات تبريد واقعية (صفر-١٠°م) وعلى رطوبة نسبية (٨٥-٩٥٪). وللحظة كتابة هذا الكتاب وبصورة واقعية كل المعلومات المتعلقة بالنفاذية قد تم إيرادها حول مواد فردية (single films) على درجات حرارة ورطوبة تخزين غير واقعية (مثل ٢٣°م وصفر رطوبة نسبية).
- وفر معلومات واسعة عن معدل تنفس مختلف المنتجات الطازجة المجهزة على درجات تبريد وظروف تخزين غازية مختلفة. ولحظة كتابة هذا الكتاب، معظم معلومات معدلات التنفس المتوافرة هي للمنتج الكامل المخزن في الهواء.
- وفر معلومات حول التحمل الفسيولوجي للمنتجات الطازجة المجهزة لمستويات الأكسجين المنخفضة (وربما العالية) ومستويات ثاني أكسيد الكربون العالية. وحالياً تتوافر معلومات كثيرة عن تحمل المنتجات الكاملة للأكسجين المنخفض وثاني أكسيد الكربون العالي(Kader et al., 1989)، ولكن هناك ندرة في المعلومات حول تحمل المنتجات الطازجة المجهزة للمستويات الغازية المختلفة.
- وفر معلومات حول الآثار المتبقية لتقنية الجو المعدل على المنتجات الطازجة المجهزة مفردة بعد الفتح اللاحق للعلبة والتخزين في الهواء.
- ابحث وبشكل شامل عن معالجة متكاملة لتقنيات أقل درجة من التصنيع والتي تغطي كامل السلسلة من "المزرعة إلى الشوكة" "farm to fork"، وذلك للمحافظة على الجودة وضمان المأمونية الميكروبية للمنتجات الطازجة المجهزة (Ahvenainen, 1996).

- إجراء بحوث إضافية لمواد حفظ طبيعية مبتكرة أو جديدة مثل تلك المنتجة من بكتيريا حمض اللاكتيك وتلك المشتقة من الأعشاب والبهارات(Kets, 1999).
- صمم، قم بإعداد طرق محسنة لغسيل وإزالة ملوثات المنتجات الطازجة المجهزة، والمعتمدة على بدائل مأمونة غير محتوية على الكلور.
- طور آلات تقشير وتقطيع يمكن أن تساهم في التصنيع غير الشديد (غير الحاد) وبالتالي إطالة فترة صلاحية المنتجات الطازجة المجهزة بدرجة أفضل.
- خصص مزيداً من الموارد لمعدات وأجهزة التبريد والتصميم والدعم اللوجستي حتى تتم المحافظة على درجات حرارة مثلى لتخزين المنتجات الطازجة المجهزة، خلال كل سلسلة التبريد.

(١٥,١٠) المراجـــع

References

AHVENAINEN R (1996) 'New approaches in improving the shelf-life of minimally processed fruit and vegetables', *Trends Food Sci Technol,* 7 (6) 179-87.

AIR PRODUCTS (1995) *The Freshline Guide to Modified Atmosphere Packaging (MAP),* Basingstoke, UK, Air Products Plc, 1-66.

AMANATIDOU A (2001) *High Oxygen as an Additional Factor in Food Preservation,* PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands.

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

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.

BCGA (1998) *The Safe Application of Oxygen Enriched Atmospheres when Packaging Food,* British Compressed Gases Association Guidance Note GD5, BCGA, Eastleigh, Hampshire, UK.

BRODY A L and THALER M C (1996) 'Argon and other noble gases to enhance modified atmosphere food processing and packaging', *Proceedings of IoPP Conference on Advanced Technology of Packaging',* Chicago, Illinois, USA, 17 November.

DAY B P F (1992) *Guidelines for the Good Manufacturing and Handling of Modified Atmosphere Packed Food Products,* Technical Manual No. 34, CCFRA, Chipping Campden, UK. DAY B P F (1994) 'Modified atmosphere packaging and active packaging of fruits and vegetables', in *Minimal Processing of Foods,* VTT Symposium Series 142, VTT, Espoo, Finland, 173-207.

DAY B P F (1998) 'Novel MAP - a brand new approach', *Food Manufacture,* 73 (11) 22-4. DAY B P F (2000) 'Consumer acceptability of active and intelligent packaging', *Proceedings of the Conference on Active and Intelligent Packaging: ideas for tomorrow or solutions for today',* TNO Nutrition and Food Research, Zeist, The Netherlands.

DAY B P F (2001a) *Fresh Prepared Produce: GMP for High Oxygen MAP and Non-sul phite Dipping,* Guideline No. 31, CCFRA, Chipping Campden, UK.

DAY B P F (2001 b) *Novel High Oxygen MAP for Chilled Combination Food Products,* R&D Report No. 125, CCFRA, Chipping Campden, UK.

DAY B P F and WIKTOROWICZ R (1999) 'MAP goes on-line', *Food Manufacture,* **74** (6) 40-1.

DUNCAN E (1999) 'Non-sulphite dips for fresh prepared produce', in *Proceedings of the International Conference on 'Fresh-cut Produce',* Campden and Chorleywood Food Research Association, Chipping Campden, UK.

FA TH D and SOUDAIN P (1992) 'Method for the preservation of fresh vegetables', US Patent no. 5128160.

GONZALEZ RONCERO M I and DAY B P F (1998) 'The effects of novel MAP on fresh prepared produce microbial growth', *Proceedings of the Cost* 915 *Conference,* Ciudad Universitaria, Madrid, Spain, 15-16 October.

HARTLEY D R (2000) 'The product design perspective on fresh produce packaging', *Postharvest News and Information,* 11 (3) 35N-38N.

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.

KETS E P W (1999) 'Applications of natural anti-microbial compounds', in *Proceedings of the International Conference on 'Fresh-cut produce',* Campden and Chorleywood Food Research Association, Chipping Campden, UK.

LAURILA E, KERVINEN R and AHVENAINEN R (1998) 'The inhibition of enzymatic browning in minimally processed vegetables and fruits', *Postharvest News and Information,* 9 (4) 53-66.

MCGRATH P (2000) 'Smart fruit packaging', *Grower,* **133** (22) 15-16.

NUSSINOVITCH A and LURIE S (1995) 'Edible coatings for fruits and vegetables', *Postharvest News and Information,* 6 (4) 53N-57N.

O'BEIRNE D (1999) 'Modified atmosphere packed vegetables and fruit - an overview', in *Proceedings of the International Conference on 'Fresh-cut produce',* Campden and Chorleywood Food Research Association, Chipping Campden, UK.

ROONEY M (1999) 'Active and intelligent packaging of fruit and vegetables', in *Proceedings of the International Conference on 'Fresh-cut produce',* Campden and Chorley wood Food Research Association, Chipping Campden, UK.

SAPERS G M (1993) 'Browning of foods: control by sulfites, oxidants and other means', *Food Technol,* **47** (10) 75-84.

SPENCER K (1999) 'Fresh-cut produce - applications of noble gases', in *Proceedings of the International Conference on 'Fresh-cut produce',* Campden and Chorleywood Food Research Association, Chipping Campden, UK.

THOM S R and MARQUIS R E (1984) 'Microbial growth modification by compressed gases and hydrostatic pressure', *Appl Environ Microbiol,* **47** (4) 780.

WHITAKER J R (1996) 'Enzymes', in *Food Chemistry,* 3rd edition, ed Fennema 0 **R,** New York, Marcel Dekker, 493-6.

Acknowledgements

CCFRA gratefully acknowledges the financial support of the EU FAIR Programme and Industrial Club Members for the work described in this chapter. The research contributions of CCFRA's EU FAIR partners (ATO-DLO, The Netherlands; SIK, Sweden; VTT, Finland; University of Limerick, Ireland; and INN, Italy) are also gratefully acknowledged.