



obeikandi.com

تصنيع الفواكه والخضراوات

تحسين الجودة

الجزء الثاني

تأليف

ويم جونجن

ترجمة

د. إسماعيل بن عيسى الشايب

قسم علوم الأغذية - كلية علوم الأغذية والزراعة

جامعة الملك سعود ، الرياض (سابقاً)

د. فهد بن يحيى الجهيمي

أستاذ التصنيع الغذائي المشارك

قسم علوم الأغذية - كلية علوم الأغذية والزراعة

جامعة الملك سعود ، الرياض

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية



ح) جامعة الملك سعود، ١٤٣٥هـ - (٢٠١٤م)

هذه ترجمة عربيّة مصرح بها من مركز الترجمة بالجامعة لكتاب:

Fruit and Vegetable Processing Improving Quality

By: Wim Jongen

© Wood head Publishing Limited, 2002.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنيّة أثناء النشر

جونجن، ويم

تصنيع الفواكه والخضراوات: تحسين الجودة. /ويم جونجن؛ فهد بن يحيى الجهيمي، إسماعيل عيسى الشايب. - الرياض، ١٤٣٤هـ -
٣٩٢ص، ١٧ × ٢٤سم.

٢ مج.

ردمك : ٩ - ٢٠٦ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨ (مجموعة)

٣ - ٢٠٨ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨ (ج ٢)

١- الفواكه ٢- الخضراوات أ. الجهيمي، فهد بن يحيى (مترجم)

ب- الشايب، إسماعيل عيسى (مترجم) ج. العنوان

١٤٣٤/١٠٦٧٩

٦٣٤ ديوي

رقم الإيداع: ١٤٣٤/١٠٦٧٩

ردمك : ٩ - ٢٠٦ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨ (مجموعة)

٣ - ٢٠٨ - ٥٠٧ - ٦٠٣ - ٩٧٨ (ج ٢)

حكّمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره في اجتماعه

العشرين للعام الدّرّاسي ١٤٣٣/١٤٣٤هـ المعقود بتاريخ ١٦/٧/١٤٣٤هـ

الموافق ٢٦/٥/٢٠١٣م

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٥هـ



مقدّمة المترجمين

الحمد لله على نعمائه والشكر له على توفيقه وامتنانه ، والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وأصحابه ، وبعد ، نحمد الله ونثني عليه أن وفقنا لإنجاز ترجمة كتاب "تصنيع الفواكه والخضراوات ، تحسين الجودة ، Fruit and Vegetable Processing, Improving Quality" من تحرير ويم جونجن "Wim Jongen" والذي صدر عن دار النشر Woodhead publishing Limited, Abington Hall, Abington Cambridge CBI 6AH, England الطبعة الأولى في عام ٢٠٠٢م ، والذي يعتبر كتاباً مميّزاً يستشرف مستقبل تصنيع الفواكه والخضراوات من الجوانب المهنية والتطبيقية. ويمكن القول إن المكتبة العربية لا يزال ينقصها الكثير من العناوين التي تتناول موضوعات تصنيع الأغذية بشكل عام. وبالرغم من أن هذا الكتاب يقتصر تركيزه بشكل كبير على تصنيع الفواكه والخضراوات ، إلا أنه يقدم تجربة شيقة يمكن الاستفادة منها في مجالات تصنيع الأغذية الأخرى.

يهتم الكتاب بالتقنيات المبتكرة الجديدة المستخدمة في التصنيع والتحليل والكشف عن المركبات الحيوية الموجودة في الخضراوات والفواكه ؛ ذلك أن تطبيق هذه التقنيات في تزايد من أجل تحسين الخواص الحسية والتغذوية (للفواكه والخضراوات). ويناقش الكتاب كمّاً هائلاً من المعلومات الحديثة المهمة التي تتناول المركبات الحيوية ومضادات الأكسدة التي تحتويها الخضراوات والفواكه ، ويستعرض دورها في الوقاية من

عدد كبير من الأمراض والسرطانات بالتفصيل ، كما يناقش المفاهيم الجديدة المرتبطة بإمكانية تحسين استفادة المستهلك منها ، ومن ذلك مفهوم الحصول الحيوي والتوافر الحيوي للمواد النشطة حيويًا داخل الجسم.

تمثل مشكلة عدم توفر معانٍ مباشرة لبعض المصطلحات في قواميس اللغة إحدى أبرز الصعوبات في سبيل ترجمة هذا الكتاب ، مما استوجب اجتهاداً وبحثاً مطولاً عن أنسب المعاني والتعبير عنها بأنسب الكلمات والعبارات التي تتوافق مع سياق النقاش بما لا يخل بالمعاني المقصودة. ومع إدراكنا أننا بذلنا أقصى ما نستطيع من جهد إلا أننا لا نستغني عن تصحيحات وتصويبات وتوجيهات المحكمين وكل من يأنس في نفسه القدرة على نقد هذا العمل نقداً بناءً مكماً لكل نقص ، والكمال لله سبحانه وتعالى.

وختاماً ، نود أن نسجل شكرنا وتقديرنا لمركز الترجمة بجامعة الملك سعود على الدعم المعنوي المبذول حتى تمت هذه الترجمة. كما نخص بالشكر والعرفان كل من ساعد في مراجعة وتحكيم وإخراج هذا الكتاب ؛ خاصة أخانا المهندس عبدالباقي موسى الترابي. كما لا يفوتنا أن نتقدم بالشكر والعرفان إلى عمادة البحث العلمي وإلى إدارة النشر العلمي والمطابع بجامعة الملك سعود على الجهود المضاعفة التي يبذلونها في سبيل إخراج الكتب العلمية المتخصصة لمواكبة الخطة الإستراتيجية التي رسمتها الجامعة والتي مكنتها من السير بخطى ثابتة ومتسارعة نحو العالمية.

سائلين الله ، عز وجل ، أن ينفع به ، والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل.

المترجمان

المساهمون

Contributors

(* Indicates the main contact)

Chapter 3

Professor I. M. Heinonen*
Department of Applied Chemistry and
Microbiology
PO Box 27
University of Helsinki
00014
Finland

Tel: +358 9 191 58224
Fax: +358 9 191 58475
E-mail: marina.heinonen@helsinki.fi

Dr A. S. Meyer
Technical University of Denmark
BioCentrum DTU
Food Biotechnology and
Engineering Group
Building 221 DTU
DK-2800
Lyngby
Denmark
Tel: +45 45 252598
Fax: +45 45 884922
E mail:
anne.meyer@biocentrum.dtu.dk

Chapter 1

Professor W. Jongen
ATO-DLO
PO Box 17
6700 AA
Wageningen
E-mail: wim.jongen@iftldsci.wau.nl

Chapter 2

Professor S. Southon* and
Dr R. Faulks
Institute of Food Research
Norwich Research Park
Colney
Norwich
NR4 7UA
UK

Tel: +44 (0) 1603 255176
Fax: +44 (0) 1603 255237

Email: richard.faulks@bbsrc.ac.uk
Email: sue.southon@bbsrc.ac.uk

Chapter 7

Dr J. Aked
7 Whinnetts Way
Pulloxhill
Bedford
MK45 SEX
UK

Tel: +44 (0) 1525 718118
Fax: +44 (0) 1525 718402
E-mail: julia aked@hotmail.com

Chapter 8

Professor R. Cubeddu,* Dr A. Pifferi,
Dr P. Taroni and Dr A. Torricelli
INFN-Dipartimento di Fisica &
IFN-CNR
Pohtecnico di Milano
Piazza Leonardo da Vinci 32
1-20133
Milan
Italy

Tel: +39 02 2399 6110
Fax: +39 02 2399 6126
rinaldo.cubeddu@fisi.polimi.it

Chapter 9

Dr J. Lammertyn,* Dr B. E.
Verlinden and Professor B. Nicolg
Laboratory/Flanders Centre of
Postharvest Technology
Department of Agro-Engineering and
Economics
Katholieke Universiteit Leuven
Willem de Croylaan 42
B-3001 Leuven

Chapter 4

Dr C. Leoni
Stazione Sperimentale per l'Industria
delle Conserve Alimentari
PO Box 286
Viale Tanara 31/A
43100 Parma
Italy

Fax: +39 0521 771829
E-mail: carloleo@katamail.com

Chapter 5

Dr C. Gary and Dr M. Tchamitchian*
Unite Plantes et Systemes de Culture
Horticoles
INRA
Domaine Saint-Paul, Site Agroparc
F-84914 Avignon Cedex 9
France

Tel: +33 (0) 4 32 722346
Fax: +33 (0) 4 32 722282
E-mail: arm@avignon.inra.fr

Chapter 6

R. Early
Harper Adams University College
Newport
Shropshire
TF10 8NB
UK
Tel: +44 (0) 1952 815365
Fax: +44 (0) 1952 814783
E-mail: rearly@harper-adams.ac.uk

ط

المساهمون

Instituto Pluridisciplinar
Universidad Complutense de
Madrid
Juan XXIII 1.
28040 Madrid
Spain

Tel: +34 1 394 3260
Fax: +34 1 394 3265
E-mail: laseres@pluri.ucm.es

Chapter 13

Dr L. C. Garratt, Dr J. B. Power and
Dr M. R. Davey*
Plant Science Division
School of Biosciences
University of Nottingham
Sutton Bonington Campus
Loughborough
Leicestershire
LE12 5RD
UK

Tel: +44 (0) 115 9513057
Fax: 4-44 (0) 115 9516334
E-mail:
mike.davey@nottingham.ac.uk

Chapter 14

Dr E. Laurila and Dr R. Ahvenhnen*
VTT Biotechnology
Tietotie 2
PO Box 1500
02044 VTT
Finland

Tel: +358 9 456 5201
Fax: +358 9 455 2103
E-mail: Raija.Ahvenainen@vtt.fi

Belgium

Tel: +32 16 322376
Fax: +32 16 322955
E-mail:
jeroen.lammertyn@agr.kuleuven.ac.be

Chapter 10

Dr H. S. Ramaswamy* and
Dr C. R. Chen
Department of Food Science
McGill University
MacDonald Campus
2111 Lakeshore Road
Ste Anne de Bellevue PQ
H9X 3V9
Canada

E-mail:
ramaswamy@macdonald.mcgill.ca

Chapter 11

Dr F. Carlin
UMR Securite et Qualite des Produits
d'Origine Vegetale
INRA
Domaine Saint-Paul Site Agroparc
F-84914 Avignon Cedex 9
France

Tel: +33 (0) 4 32 722519
Fax: +33 (0) 4 32 722492
E-mail: carlin@avignon.inrafr

Chapter 12

Dr J. M. Orea and Professor
A. Gonzalez Urelia*
Unidad de Laseres y
Haces Moleculares

Faculty of Agricultural and
Applied Biological Sciences
Katholieke Universiteit Leuven
Kasteelpark Arenberg 22
B-3001 Leuven
Belgium

Tel: +32 16 321585
Fax: +32 16 321960
E-mail: indrawati@agr.kuleuven.ac.be
E-mail: marc.hendrickx@agr.
kuleuven.ac.be

Chapter 18

Dr R. Saurel
Research Laboratory in Food
Engineering
IUTA
Universite de Lyon 1
Rue Henri de Boissieu
01060
Bourg-En-Bresse
Cedex 09
France

Tel: +33 (0) 4 74 455252
Fax: +33 (0) 4 74 455253
E-mail:
saurel iutbourg.univ-lyon1.fr

Chapter 15

Dr B. P. F. Day
Research Section Leader — Food
Packaging and Coatings
Food Science Australia
671 Sneydes Road (private Bag 16)
Werribee
Victoria 3030
Australia

Tel: +61 (0) 3 9731 3346
Fax: +61 (0) 3 9731 3250
E-mail:
brian . day @ foodscience .afi sc
.csiro.au

Chapter 16

Dr H. J. Park
Graduate School of Biotechnology
Korea University.
5-Ka
Anam-Dong
Sungbuk-Ku
Seoul 136-701
Korea

Tel: 82 2 3290 3450
Fax: 82 2 927 9028
E-mail: hjpark@korea.ac.kr
E-mail: hipark@clemsomedu

Chapter 17

Dr Indrawati,* Dr L. Ludikhuyze,
Dr A. Van Loey and Professor
M. Hendrickx
Department of Food and
Microbial Technology, Laboratory
of Food Technology

المحتويات

Contents

هـ.....	مقدمة المترجمين
ز.....	المساهمون
١	الفصل الأول : مقدّمة
الباب الأول : الفواكه والخضراوات والصحة	
٧	الفصل الثاني : الفوائد الصحية لزيادة استهلاك الفواكه والخضراوات
٧	(٢,١) مقدمة
٨.....	(٢,٢) البرهان على الفائدة
١٤.....	(٢,٣) الفواكه والخضراوات : مكوناتها وطرق عملها
٢٢.....	(٢,٤) الفوائد الصحية للأغذية الكاملة مقابل المكونات المعزولة
٢٦	(٢,٥) تأثير تركيب الخلية على نقل واستلام العنصر الغذائي
٣٢.....	(٢,٦) الامتصاص والأبيض واستهداف الأنسجة
٣٤.....	(٢,٧) زيادة الاستهلاك: ما الذي يمكن عمله؟
٣٧.....	(٢,٨) الاتجاهات المستقبلية
٣٩.....	(٢,٩) مصادر لمزيد من المعلومات والنصائح

٤٠	المراجع (٢, ١٠)
٤٣	الفصل الثالث: مضادات الأكسدة في الفواكه والعناب والخضراوات
٤٣	مقدمة (٣, ١)
٤٥	مضادات الأكسدة من الفواكه والعناب: نظرة شاملة (٣, ٢)
٥٤	الفواكه الحجرية (ذات النواة الحجرية) (٣, ٣)
٦٠	المواخ (الحمضيات) (٣, ٤)
٦٢	العنب (٣, ٥)
٦٧	التفاح (٣, ٦)
٦٩	العناب (٣, ٧)
٧٣	مضادات الأكسدة من الخضراوات: نظرة شاملة (٣, ٨)
٧٧	الخضراوات الجذرية والدرنية (٣, ٩)
٨٢	الخضراوات الصليبية (٣, ١٠)
٨٣	الخضراوات الأخرى (٣, ١١)
٨٧	تأثير مختلف تقنيات التصنيع على النشاط المضاد للأكسدة (٣, ١٢)
٨٨	الاتجاهات المستقبلية (٣, ١٣)
٨٩	مصادر المعلومات المستقبلية والنصائح (٣, ١٤)
٩١	اختصارات (٣, ١٥)
٩١	المراجع (٣, ١٦)
	الفصل الرابع: تحسين الجودة التغذوية للفواكه والخضراوات المصنعة:
٩٩	الطماطم كحالة أو نموذج

- (٤,١) مقدمة: دور الفواكه والخضراوات المصنّعة في الغذاء العصري ٩٩
- (٤,٢) منتجات الطماطم المصنّعة ١٠١
- (٤,٣) الجودة التغذوية للطماطم المصنّعة ١٠٤
- (٤,٤) المكونات الكبرى ١٠٤
- (٤,٥) المكونات الدقيقة ذات الأهمية التغذوية: المعادن ١٠٧
- (٤,٦) المكونات الدقيقة: مضادات الأكسدة والفيتامينات ١٠٧
- (٤,٧) المكونات الدقيقة: اللايكوبين والكاروتينات الأخرى ١٠٩
- (٤,٨) سلوك العناصر التغذوية أثناء التصنيع: الفيتامينات ١١٣
- (٤,٩) سلوك العناصر الغذائية أثناء التصنيع: الليكوبين ١١٤
- (٤,١٠) التوافر الحيوي لللايكوبين ١٢٢
- (٤,١١) المراجع ١٢٤

الباب الثاني : إدارة السلامة والجودة في سلسلة الإمداد

- الفصل الخامس : نمذجة إنتاج الفواكه والخضراوات : الطماطم كمثال ١٢٩
- (٥,١) مقدمة : أهمية النمذجة من أجل الجودة ١٢٩
- (٥,٢) أنواع إنتاج الطماطم ١٣٠
- (٥,٣) أنواع النمذجة ١٣٤
- (٥,٤) توازنات الكتلة والطاقة لمحاصيل الطماطم ١٣٥
- (٥,٤,١) الكربون ١٣٥
- (٥,٤,٢) الماء ١٣٨
- (٥,٤,٣) الطاقة ١٤٠

- ١٤٢ العناصر المعدنية..... (٥,٤,٤)
- ١٤٣ تكون الناتج..... (٥,٥)
- ١٤٤ إنتاج الكتلة الحيوية..... (٥,٥,١)
- ١٤٤ توقيت التطوير..... (٥,٥,٢)
- ١٤٥ توزع المادة الحفافة..... (٥,٥,٣)
- ١٤٦ محتوى الثمرة من المادة الحفافة..... (٥,٥,٤)
- ١٤٧ تكون جودة المنتجات..... (٥,٦)
- ١٥١ التفاعلات مع الآفات والأمراض..... (٥,٧)
- ١٥٤ حقول التطبيق: توقعات الناتج وإدارة المحصول..... (٥,٨)
- ١٥٧ حقول التطبيق : السيطرة على المناخ..... (٥,٩)
- ١٥٩ حقول التطبيق : الري والتسميد..... (٥,١٠)
- ١٦١ حقول التطبيق : وقاية النبات..... (٥,١١)
- ١٦٢ التطورات الحالية والمستقبلية في النمذجة..... (٥,١٢)
- ١٦٥ مصادر مزيد من المعلومات والنصائح..... (٥,١٣)
- ١٦٦ المراجع..... (٥,١٤)

الفصل السادس: استخدام الهاسب في إنتاج الفواكه والخضراوات

- ١٧٣ والمعاملات (المعالجات) المسبقة لما بعد الحصاد..... (٦,١)
- ١٧٣ مقدمة: سلامة (مأمونية) الأغذية والجودة:..... (٦,٢)
- ١٨٠ مأمونية الغذاء والمزارع (المنتج)..... (٦,٣)
- ١٨٢ نظام تحليل المخاطر بنقاط التحكم الحرجة (هاسب)..... (٦,٤)
- ١٨٤ الممارسة الزراعية الجيدة..... (٦,٥)
- ١٨٧ تطبيق مفهوم الهاسب..... (٦,٥)

- ١٩٣ (٦, ٦) دراسة الهاسب
- (٦, ٦, ١) المرحلة الأولى : تكوين فريق الهاسب (وتحديد المدى
والمصطلحات المرجعية للدراسة) ١٩٤
- (٦, ٦, ٢) المرحلة الثانية: وصف المنتج ١٩٦
- (٦, ٦, ٣) المرحلة الثالثة: حدد الغرض من استخدام المنتج ١٩٧
- (٦, ٦, ٤) المرحلة الرابعة: ارسم رسماً تخطيطياً (مسارياً) ٢٠٠
- (٦, ٦, ٥) المرحلة الخامسة : تأكيد الرسم التخطيطي ٢٠٢
- (٦, ٦, ٦) المرحلة السادسة: حدد وحلل كل المخاطر المحتملة، قيّم المخاطر
وحدّد الإجراءات الوقائية (أساس الهاسب الأول) ٢٠٣
- (٦, ٦, ٧) المرحلة السابعة: حدد نقاط التحكم الحرجة
(الأساس الثاني للهاسب) ٢٠٤
- (٦, ٦, ٨) المرحلة الثامنة: أسس حدود حرجة لكل نقطة تحكم حرجة
(الأساس الثالث للهاسب) ٢٠٨
- (٦, ٦, ٩) المرحلة التاسعة: أسس نظام مراقبة لكل نقطة تحكم حرجة
(الأساس الرابع للهاسب) ٢٠٩
- (٦, ٦, ١٠) المرحلة العاشرة : أسس إجراءات تصحيحية
(الأساس الخامس للهاسب) ٢١٠
- (٦, ٦, ١١) المرحلة الحادية عشرة : أسس إجراءات تحقق
(الأساس السادس للهاسب) ٢١٠
- (٦, ٦, ١٢) المرحلة الثانية عشرة : أسس توثيق ومتطلبات حفظ
السجلات (الأساس السابع للهاسب) ٢١٤
- (٦, ٧) التنفيذ والمحافظة على أنظمة الهاسب ٢١٦
- (٦, ٨) الاتجاهات المستقبلية ٢١٩

٢٢٦	..... (٦, ٩) مصادر مزيد من المعلومات والنصائح
٢٢٦	..... (٦, ٩, ١) منظمات
٢٢٦	..... (٦, ٩, ٢) كتب
٢٢٧	..... (٦, ١٠) المراجع
الفصل السابع: المحافظة على جودة الفواكه والخضراوات	
٢٢٩	..... ما بعد الحصاد
٢٢٩	..... (٧, ١) مقدمة
٢٣١	..... (٧, ٢) معايير الجودة للمنتجات الطازجة: المظهر والقوام والنكهة والرائحة
٢٣١	..... (٧, ٢, ١) مقدمة
٢٣٣	..... (٧, ٢, ٢) المظهر
٢٣٥	..... (٧, ٢, ٣) القوام
٢٣٦	..... (٧, ٢, ٤) النكهة والرائحة
(٧, ٣) تدهور جودة المنتجات الطازجة: التنفس والإيثيلين والشيخوخة	
٢٣٧	..... وانحلال أو كسر فترة السكون
٢٣٧	..... (٧, ٣, ١) مقدمة
٢٣٨	..... (٧, ٣, ٢) التنفس
٢٤٠	..... (٧, ٣, ٣) الإيثيلين
٢٤٠	..... (٧, ٣, ٤) الشيخوخة
٢٤١	..... (٧, ٣, ٥) كسر السكون
٢٤٢	..... (٧, ٤) تدهور جودة المنتج الطازج: فقدان الماء
٢٤٤	..... (٧, ٥) تدهور المنتجات الطازجة: الممرضات الفطرية والبكتيرية
(٧, ٦) تدهور جودة المنتجات الطازجة: الاعتلالات الفسيولوجية	
٢٤٧	..... والأضرار الفيزيائية

المحتويات

ف

- ٢٤٧ الاعتلالات الفسيولوجية (٧,٦,١)
- ٢٥١ الجروح الفيزيائية (٧,٦,٢)
- ٢٥٢ كيف تقاس جودة الفواكه والخضراوات : المظهر والقوام والنكهة (٧,٧)
- ٢٥٢ مقدمة (٧,٧,١)
- ٢٥٤ المظهر (٧,٧,٢)
- ٢٥٤ اللون
- ٢٥٥ العيوب الخارجية والداخلية
- ٢٥٦ القوام (٧,٧,٣)
- ٢٥٦ الصلابة
- ٢٥٨ عوامل قوام أخرى
- ٢٥٨ النكهة (٧,٧,٤)
- ٢٥٨ مكونات المذاق
- ٢٥٩ مكونات الرائحة
- ٢٦٠ التقييم الحسي
- ٢٦١ المحافظة على جودة المحاصيل الطازجة: التبريد المسبق (٧,٨)
- ٢٦١ مقدمة (٧,٨,١)
- ٢٦٢ التبريد المسبق (٧,٨,٢)
- ٢٦٢ التبريد الغريفي والتبريد بالهواء المدفوع
- ٢٦٣ التبريد المائي
- ٢٦٣ التثليج
- ٢٦٥ التبريد بالتفريغ
- ٢٦٦ المحافظة على جودة المحصول الطازج: معاملة ما قبل التخزين (٧,٩)
- ٢٦٦ التغطية السطحية واللفائف (٧,٩,١)

- ٢٦٧ معالجة الجذور والدرنات (٧,٩,٢)
- ٢٦٨ تخفيف (معالجة) المحاصيل اللبية (٧,٩,٣)
- ٢٦٨ السيطرة الكيميائية على الأمراض الفطرية والبكتيرية (٧,٩,٤)
- ٢٧٠ مثبطات التبرعم للمحصولات الجذرية والدرنية واللبية (٧,٩,٥)
- ٢٧١ المعاملات الكيميائية بعد الحصاد لخفض الاعتلالات (٧,٩,٦)
- ٢٧٢ التشعيع (٧,٩,٧)
- ٢٧٢ المحافظة على جودة المحصول الطازج: التخزين المبرد (٧,١٠)
- ٢٧٢ مقدمة (٧,١٠,١)
- ٢٧٣ السيطرة على (ضبط) الرطوبة (٧,١٠,٢)
- ٢٧٤ السيطرة على الإثيلين (٧,١٠,٣)
- ٢٧٤ ضبط أضرار (اعتلالات) التبريد وتعرق درجة الحرارة المنخفضة (٧,١٠,٤)
- ٢٧٥ الحرارة المنخفضة
- ٢٧٥ المحافظة على جودة المنتجات الطازجة: التخزين في جو متحكّم فيه
- ٢٧٧ المحافظة على جودة المحاصيل الطازجة: التغليف (٧,١٢)
- ٢٧٧ العبوات التقليدية (٧,١٢,١)
- ٢٧٧ التعبئة تحت الجو المعدل (٧,١٢,٢)
- ٢٧٩ الاتجاهات المستقبلية (٧,١٣)
- ٢٧٩ المنتجات المحدودة التصنيع والتعبئة في الجو المعدل (٧,١٣,١)
- ٢٧٩ تقنيات على خط الإنتاج للتدرج غير المتلف (٧,١٣,٢)
- ٢٨٠ وتقييم فترة الصلاحية
- ٢٨١ استبدال المواد الكيميائية ما بعد الحصاد (٧,١٣,٣)

(٧, ١٣, ٤) زيادة التركيز (الاهتمام) بالجوانب الصحية لاستهلاك

- ٢٨٣ المحاصيل الطازجة.....
- ٢٨٤ (٧, ١٣, ٥) الفواكه والخضراوات المحورة وراثياً.....
- ٢٨٥ (٧, ١٤) الاستنتاجات.....
- ٢٨٦ (٧, ١٥) مصادر المعلومات المستقبلية والنصح.....
- ٢٨٦ (٧, ١٥, ١) المنظمات (المؤسسات) البحثية.....
- ٢٨٨ (٧, ١٥, ٢) مصادر مكتوبة وإلكترونية.....
- ٢٨٩ (٧, ١٥) المراجع.....

الفصل الثامن: قياس جودة الفواكه والخضراوات الطازجة:

- ٢٩٥ الطرق البصرية المتقدمة.....
- ٢٩٥ (٨, ١) مقدمة.....
- ٢٩٧ (٨, ٢) مميزات الطرق البصرية عبر الوقت.....
- ٣٠٠ (٨, ٣) أساس طريقة الانعكاس الإبصاري عبر الوقت.....
- ٣٠٤ (٨, ٤) الأجهزة واستخداماتها.....
- ٣٠٤ (٨, ٤, ١) هجرة الفوتونات.....
- (٨, ٤, ٢) جهاز المطياف للإبصار الوقي للمطيافية الامتصاصية
- ٣٠٦ والتشتت في الوسط الانتشاري.....
- (٨, ٤, ٣) النموذج الأصلي المدمج المحكم، الطراز البدئي
- ٣٠٨ لقياسات الانعكاس البصري المتبين عبر الوقت.....
- ٣١٠ (٨, ٥) تحليل البيانات.....
- ٣١١ (٨, ٦) تأثير الجلد (القشرة) وعمق الاختراق.....
- ٣١١ (٨, ٦, ١) القشرة.....
- ٣١٣ (٨, ٦, ٢) مسافة عمق الاختراق.....

- ٣١٥ الخواص البصرية للفواكه والخضراوات (٨,٧)
- ٣١٥ الامتصاص ومكونات النسيج (٨,٧,١)
- ٣١٨ التشتت وتركيب النسيج (٨,٧,٢)
- ٣٢١ التطبيقات : تحليل نضج الفاكهة وعيوب الجودة (٨,٨)
- ٣٢١ تجربة موعد القطف (٨,٨,١)
- ٣٢٢ اكتشاف العيوب (٨,٨,٢)
- ٣٢٤ الاتجاهات المستقبلية (٨,٩)
- ٣٢٧ مصادر معلومات إضافية ونصائح (٨,١٠)
- ٣٢٧ قائمة الكتب (٨,١٠,١)
- ٣٢٨ المراجع (٨,١١)
- الفصل التاسع : استخدام الأجهزة المتقدمة: النشوية (تدهور قوام الفواكه، القوام الطباشيري الخشن سهل التفتت).**
- ٣٣١ مقدمة: تعريف التدهور في قوام الفاكهة (٩,١)
- ٣٣٢ التقييم الحسي وتوقعات المستهلك (٩,٢)
- ٣٣٤ هيئة/ مجموعة التحليل (التحكيم) الحسي (٩,٢,١)
- ٣٣٦ أنماط تفضيلات المستهلك (٩,٢,٢)
- ٣٣٩ الطريقة الشبكية المجموعية (٩,٢,٣)
- ٣٤٢ توقعات وقبول المستهلكين (٩,٢,٤)
- ٣٤٣ الطرق الجهازية (٩,٣)
- ٣٤٥ التصوير المجهرى (٩,٤)
- ٣٤٧ اختبار الضغط الحصري (٩,٥)
- ٣٤٨ انتشار الموجات فوق الصوتية (٩,٦)

- ٣٤٩ (٩,٧) التصوير وقياس الاسترخاء بالرنين المغنطيسي النووي
- ٣٥٠ (٩,٨) مطيافية انعكاس (الأشعة) تحت الحمراء القريبة
- ٣٥١ (٩,٩) تحليل الرائحة والسكر والحموضة
- ٣٥٢ (٩,١٠) تقنية استجابة النبضات الصوتية
- ٣٥٣ (٩,١١) المعاوقة (المقاومة) الكهربائية
- ٣٥٤ (٩,١٢) نمذجة تدهور القوام
- ٣٥٨ (٩,١٣) الاتجاهات المستقبلية
- ٣٥٩ (٩,١٤) مصادر لمزيد من المعلومات والنصائح
- ٣٦٠ (٩,١٥) المراجع

الفصل العاشر : رفع جودة الفواكه والخضراوات المصنعة

- ٣٦٥ حرارياً لأعلى حد
- ٣٦٥ (١٠,١) مقدمة: تطور التصنيع/الحراري
- ٣٦٧ (١٠,٢) أنواع العمليات الحرارية
- ٣٦٧ (١٠,٢,١) الطهي
- ٣٦٨ (١٠,٢,٢) السلق
- ٣٧٠ (١٠,٢,٣) البسترة
- ٣٧١ (١٠,٢,٤) التعقيم
- ٣٧١ (١٠,٣) أسس التصنيع الحراري
- ٣٧٢ (١٠,٣,١) المقاومة الحرارية للكائنات الدقيقة
- ٣٧٨ (١٠,٣,٢) مسافة منحنيات تغلغل الحرارة
- ٣٨١ (١٠,٤) حسابات التصنيع الحراري
- ٣٨٢ (١٠,٤,١) الطريقة العامة

- ٣٨٣ بعض طرق المعادلات (١٠,٤,٢)
- ٣٨٥ التصنيع الحراري والجودة. (١٠,٥)
- ٣٨٥ خواص جودة الأغذية (١٠,٥,١)
- ٣٨٥ النشاط الميكروبيولوجي
- ٣٨٦ النشاط الإنزيمي
- ٣٨٧ الجودة التغذوية
- ٣٨٧ الخواص الحسية
- ٣٨٨ تأثير المعاملات الحرارية على جودة الغذاء (١٠,٥,٢)
- ٣٨٩ تأثير السلق
- ٣٩٠ تأثيرات البسترة
- ٣٩٠ تأثيرات التعقيم
- ٣٩٢ حركيات تحطيم الجودة (١٠,٥,٣)
- ٣٩٥ أسس الوضع الأمثل للعمليات الحرارية (جعلها في أكمل وجه) (١٠,٦)
- ٣٩٥ أسس الوضع الأمثل للعمليات الحرارية الغذائية (١٠,٦,١)
- ٣٩٧ نماذج الوضع الأمثل (التعديل) (١٠,٦,٢)
- ٤٠٠ تقنيات البحث (١٠,٦,٣)
- ٤٠٠ طريقة الرسم البياني
- ٤٠١ التقنيات الرياضية
- ٤٠٣ التقنيات الصناعية الذكية للنمذجة والاستمثال
- ٤٠٥ الاتجاهات المستقبلية (١٠,٧)
- ٤٠٦ تقنيات التصنيع الحراري الجديدة (١٠,٧,١)
- ٤٠٦ التسخين الأومي (بالمقاومة الحرارية)
- ٤٠٧ التسخين بالتردد العالي

المحتويات

ث

- التسخين بالميكروويف ٤٠٨
- (١٠,٧,٢) تقنيات التصنيع غير الحراري ٤١١
- (١٠,٨) المراجع ٤١٣
- الفصل الحادي عشر : سلامة (مأمونية) الأغذية المبردة**
- المطبوخة المحتوية على خضراوات ٤١٧
- (١١,١) مقدمة ٤١٧
- (١١,٢) العمليات التصنيعية: الخواص الفيزيائية والكيميائية ٤١٩
- (١١,٣) الكائنات الدقيقة للأغذية المطبوخة المبردة المحتوية على خضراوات ٤٢١
- (١١,٤) المخاطر الميكروبية ٤٢٥
- (١١,٥) ضبط المخاطر الميكروبية: المعاملة الحرارية ٤٢٩
- (١١,٦) ضبط المخاطر الميكروبية: درجة حرارة التخزين ٤٣٠
- (١١,٧) ضبط المخاطر الميكروبية: المعاملة الحرارية مع التبريد ٤٣٢
- (١١,٨) ضبط المخاطر الميكروبية: تقنيات أخرى ٤٣٣
- (١١,٩) الإرشادات والنظم الحالية ٤٣٥
- (١١,١٠) استخدام تقييم المخاطر الميكروبية ٤٣٨
- (١١,١١) الاستنتاج ٤٤١
- (١١,١٢) المراجع ٤٤٣

الباب الثالث : تقنيات جديدة لرفع الجودة لأقصى حد

- الفصل الثاني عشر : قياس وتحسين المقاومة الطبيعية للفواكه ٤٤٩
- (١٢,١) مقدمة: آليات الدفاع النباتي وجودة ما بعد الحصاد ٤٤٩
- (١٢,٢) آليات الدفاع النباتية: الإيثيلين، الفاييتواليكسينات ومركبات أخرى ٤٥٠
- (١٢,٣) الاكتشاف الإليكتروني لإجهاد النبات: المركبات الطيارة ٤٥٤

- (١٢,٤) كشف إجهاد/ضغط النبات على خط الإنتاج: المركبات غير الطيارة ٤٦٦
- (١٢,٥) طرق تحسين المقاومة الطبيعية للفواكه ٤٧٨
- (١٢,٦) معالجات إنقاص الأكسجين وغيرها ٤٨٠
- (١٢,٧) استخدام الفاييتوكسينات النباتية ٤٨٥
- (١٢,٨) المعاملة (المعالجة) الحرارية قبل التخزين ٤٨٨
- (١٢,٩) النباتات المحورة وراثياً المقاومة للأمراض ٤٩٣
- (١٢,١٠) الاستنتاجات والاتجاهات المستقبلية ٤٩٤
- (١٢,١١) المراجع ٤٩٦
- الفصل الثالث عشر: تحسين فترة صلاحية الخضراوات بالتحوير الوراثي** ٥٠٩
- (١٣,١) مقدمة ٥٠٩
- (١٣,٢) شيخوخة أعضاء النبات ٥١٠
- (١٣,٣) السيطرة الجينية على شيخوخة الأوراق ونضج الفواكه ٥١٢
- (١٣,٤) تنظيم شيخوخة الأوراق ٥١٩
- (١٣,٥) الساييتوكينينات والشيخوخة ٥٢٠
- (١٣,٦) الإثيلين والشيخوخة ٥٢٢
- (١٣,٧) أنواع الأكسجين المتفاعلة/التفاعلية والشيخوخة ٥٢٣
- (١٣,٨) نكهة وفترة صلاحية الخضراوات ٥٢٦
- (١٣,٩) التحوير النباتي ٥٢٧
- (١٣,١٠) التحوير الجيني (الوراثي) للنباتات لتحسين فترة الصلاحية (إطالتها) ٥٢٧
- (١٣,١١) تقييم جودة النبات ٥٣٦
- (١٣,١٢) الاتجاهات المستقبلية ٥٣٧
- (١٣,١٣) مصادر لمزيد من المعلومات والنصائح ٥٣٩

٥٤٠	المراجع (١٣,١٤)
٥٤٩	الفصل الرابع عشر: معاملة الفواكه والخضراوات الطازجة بأقل درجة من التصنيع ..
٥٤٩	مقدمة (١٤,١)
٥٥١	تغيرات الجودة في الفواكه والخضراوات المصنَّعة بأقل درجة من التصنيع
٥٥٢	(١٤,٢,١) التغيرات الفسيولوجية والكيموحيوية
٥٥٣	(١٤,٢,٢) التغيرات الميكروبيولوجية
٥٥٥	(١٤,٢,٣) التغيرات التغذوية
٥٥٥	(١٤,٣) تحسين الجودة
٥٥٩	(١٤,٤) المواد الخام
٥٦٠	(١٤,٥) التقشير، التقطيع والتقطيع لشرائح
٥٦٢	(١٤,٦) التنظيف، الغسيل والتجفيف
٥٦٥	(١٤,٧) تثبيط الاسمرار
٥٦٩	(١٤,٨) عوامل السيطرة الحيوية
٥٧٠	(١٤,٩) التغليف
٥٧٤	(١٤,١٠) الأغلفة الصالحة للأكل
٥٧٥	(١٤,١١) أحوال/ ظروف التخزين
٥٧٦	(١٤,١٢) إرشادات التصنيع لمنتجات محددة
٥٨٣	(١٤,١٣) الاتجاهات المستقبلية
٥٨٤	(١٤,١٤) المراجع
الفصل الخامس عشر : تقنيات التعبئة الحديثة تحت الجو المعدل	
٥٨٩	للفواكه والخضراوات المجهزة الطازجة
٥٨٩	المقدمة (١٥,١)
٥٩١	(١٥,٢) تأسيس جو معدل متوازن (EMA)

- ٥٩٣ (١٥,٣) استخدام التعبئة/التغليف معدل الجو عالي الأوكسجين
- ٥٩٥ (١٥,٤) التغليف معدل الجو بالأرجون وأكسيد النيتروز
- ٥٩٧ (١٥,٥) الغمر في (محاليل) لا تحتوي سلفايت (كبريت)
- ٥٩٩ (١٥,٦) اختبار فعالية تقنيات التغليف معدل الجو الجديدة (الحديثة)
- ٦٠٨ (١٥,٧) إرشادات لاستخدام تقنية الجو المعدل عالي الأوكسجين
- ٦٠٨ (١٥,٧,١) المأمونية
- ٦٠٩ (١٥,٧,٢) مستويات الغاز المثالية
- ٦١٢ (١٥,٧,٣) معدل حجم المنتج/حجم الغاز
- ٦١٤ (١٥,٧,٤) مواد التعبئة
- ٦١٧ (١٥,٧,٥) التحكم بدرجة الحرارة
- ٦١٩ (١٥,٧,٦) تطبيقات المنتجات النباتية المجهزة الطازجة
- ٦٢٠ (١٥,٨) إرشادات حول الغمر في محاليل لا تحتوي السلفايت
- ٦٢١ (١٥,٨,١) المواد الخام للمنتجات
- ٦٢٢ (١٥,٨,٢) المعاملات التجهيزية لما قبل الغمر
- ٦٢٢ (١٥,٨,٣) إجراءات الغمر
- ٦٢٤ (١٥,٨,٤) معاملات ما بعد الغمر
- ٦٢٥ (١٥,٩) اتجاهات مستقبلية
- ٦٢٩ (١٥,١٠) المراجع
- ٦٣١ الفصل السادس عشر : أغطية الفواكه الصالحة للأكل
- ٦٣١ (١٦,١) مقدمة: تطور الأغطية الصالحة للأكل
- ٦٣٢ (١٦,١,١) نظرة تاريخية للأغطية الصالحة للأكل
- ٦٣٣ (١٦,١,٢) المشاكل المرتبطة بالأغطية الصالحة للأكل

- (١٦,٢) كيف تعمل الأغذية الصالحة للأكل: ضبط المحتوى الداخلي للغاز ٦٣٥
- (١٦,٣) اختيار/ انتقاء الأغذية الصالحة للأكل ٦٣٥
- (١٦,٤) خواص نفاذية الغازات للأغذية الصالحة للأكل ٦٣٥
- (١٦,٥) القابلية للبلل وفعالية الأغذية/ التغطية ٦٤٠
- (١٦,٦) تقدير انتشارية الفواكه ٦٤٤
- (١٦,٧) قياس المحتوى الداخلي للغاز في الفواكه ٦٥٠
- (١٦,٨) الاتجاهات المستقبلية ٦٥٠
- (١٦,٨,١) التنبؤ بالمحتوى (توقع المحتوى) الداخلي للغازات ٦٥١
- (١٦,٨,٢) قياس الجودة وتغيرات فترة الصلاحية ٦٥٣
- (١٦,٩) المراجع ٦٥٤
- الفصل السابع عشر: تصنيع الفواكه والخضراوات بالضغط العالي** ٦٥٧
- (١٧,١) مقدمة ٦٥٧
- (١٧,٢) تقنية الضغط العالي ٦٦٠
- (١٧,٣) أثر الضغط العالي على البكتريا المكونة للجراثيم ٦٦٥
- (١٧,٤) أثر الضغط العالي على الخلايا الخضرية للبكتريا ٦٦٧
- (١٧,٥) أثر الضغط العالي على النشاط الإنزيمي ٦٦٨
- (١٧,٦) التصنيع بالضغط العالي، جودة الفواكه والخضراوات ٦٧٢
- (١٧,٦,١) القوام ٦٧٢
- (١٧,٦,٢) اللون ٦٧٣
- (١٧,٦,٣) النكهة ٦٧٤
- (١٧,٦,٤) المحتوى الفيتاميني ٦٧٥
- (١٧,٧) الجمع بين التصنيع بالضغط العالي وتقنيات الحفظ الأخرى: حالة الفاكهة ٦٧٥
- (١٧,٨) الاتجاهات المستقبلية ٦٧٩

٦٨١	..... المراجع (١٧,٩)
الفصل الثامن عشر: استخدام تقنية التفريغ لتحسين	
٦٨٧	..... الخضراوات والفواكه المصنّعة
٦٨٧	..... المقدمة: دور تقنية التفريغ (١٨,١)
٦٨٩	..... الأسس: نقل/انتقال الكتلة وسلوك المنتج (١٨,٢)
٦٨٩	..... انتقال الكتلة (١٨,٢,١)
٦٩٦	..... تعديلات للخصائص التركيبية والفيزيائية (١٨,٢,٢)
٧٠٠	..... التطبيقات/الاستخدامات (١٨,٣)
٧٠٣	..... تخزين ما بعد الحصاد (١٨,٤)
٧٠٦	..... المعاملة الحرارية: السلق والتعليب (١٨,٥)
٧٠٨	..... التجميد (١٨,٦)
٧١١	..... التحفيف الأسموزي والتطبيقات الأخرى (١٨,٧)
٧١٣	..... الاتجاهات المستقبلية (١٨,٨)
٧١٦	..... مصادر إضافية للمعلومات والنصائح/ الإرشاد (١٨,٩)
٧١٧	..... المراجع (١٨,١٠)
٧٢١	..... ثبت المصطلحات
٧٢١	..... أولاً: عربي - إنجليزي
٧٧٤	..... ثانياً: إنجليزي - عربي
٨٢٥	..... كشاف الموضوعات

الباب الثالث

تقنيات جديدة لرفع الجودة لأقصى حد
New Technologies to Maimimize Quality

obeikandi.com

قياس وتحسين المقاومة الطبيعية للفواكه Measuring and Improving the natural resistance of fruit

جي. ام، أوريا و أ. جوانزاليز يورينا، معهد بليوريديسسيد - ليناو، الجامعة الكاملة بمدريد
J. M. Orea and A. Gonzalez Urenam Instituto Pluridis ciplinar, Driversidad
Complutenese de Madrid

(١٢,١) مقدمة: آليات الدفاع النباتي وجودة ما بعد الحصاد

Introduction: Plant defence mechanisms and post-harvest quality

يعتبر علم النبات وخصوصاً الدفاع النباتي، (plant defence) أحد أكثر حقول العلوم الحيوية الحديثة تطوراً وتقدماً. وحالياً، تعتمد دراسة آليات الدفاع النباتي على مدخلين جيدي التأسيس والارتباط، وبالتحديد هما وجه/جانب الوراثة (genetic view) والوجه الفيزيوكيميائي (physiochemical view). يقوم الجانب الوراثي على التطورات في حقل البيولوجيا، وهو علم الأحياء الجزيئية للنبات (plant molecular biology)، ومن خلال العمل في إنجاز تسلسل تتابع جينوم النبات لتحديد الجينات المعنية بمقاومة النباتات للأمراض. إن المعرفة والعلم بفسولوجيا آليات الدفاع (physidogy of defence mechanisms) أمر مهم لتطوير طرق جديدة ليست فقط لتحسين مراقبة ومتابعة الحالة الصحية للفواكه بعد الحصاد، ولكن لإيجاد وسائل جديدة لتحسين فترة الصلاحية

أيضاً. وتعتبر الأهداف الأخيرة أساسية للمعالجة الفيزيوكيميائية التي نوقشت في هذا الفصل.

استخدمت المنتجات الطبيعية للأبيض الثانوي للنبات (plant's secondary metabolism) في الطب الطبيعي (natural medicine) منذ العصور القديمة والأوقات المبكرة للتاريخ البشري (early times of human history). ولأن الوظائف الأساسية لهذه الكيمياء هي حماية ووقاية النبات من الهجوم، فإن الإستراتيجية الجيدة تتطلب بالضرورة تحديد مكونات استجابة الدفاع الطبيعية الموجودة في النبات. ولذا، فإن التقنيات الفيزيوكيميائية الحديثة، التي تمت الإشارة إليها في هذا الفصل والتي تعتمد بشكل خاص على الليزر (laser-based technologies) ومن النوع الموصوف في هذا الفصل، قد تكون مفيدة جداً. ليس فقط كمؤشرات مبكرة وحساسة للفساد (Sensitive indicators for spoilage)، ولكن لتحفيز المقاومة الطبيعية للمحاصيل أيضاً.

(١٢، ٢) آليات الدفاع النباتية: الإيثيلين، الفايثواليكسينات ومركبات أخرى

Plant Defence Mechanisms: Ethlene, Phytoalexins and Other Compounds

وحتى لحظة تأليف هذا الكتاب فإن الإيثيلين وهو من جزيئات الدفاع النباتية، قد نال فرصة أكبر للدراسة، الإيثيلين هو هرمون نباتي يلعب دوراً مهماً في تنظيم الكثير من العمليات المتولدة بيئياً وتطورياً، مثل استجابات الممرضات المعدية (pathogen infection responses) ومقاومة الإجهاد (stress resistance) وإنبات البذور (seed germination) وتلقيح/تأبير وذبول الزهور (pollination and wilting of flowers) ونضج ثمار الفواكه وذهاب الاخضرار (fruit ripening and degreening) والشيوخوخة (senescence) وانفصال الأوراق والثمار (leaf and fruits abscission) وما إلى ذلك.^(٦١) بالرغم من أن ابتعاث الإيثيلين مختلف من عضو إلى عضو آخر، ومن نوع إلى آخر، اختلافاً كبيراً، إلا أنه قد

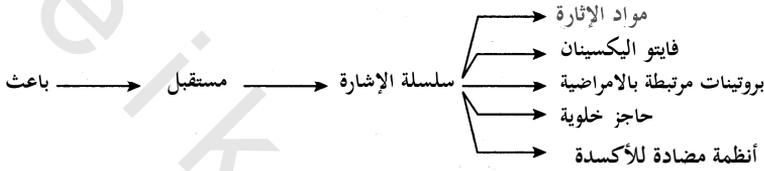
أثبت وبشكل واسع، أن فرص بقاء النباتات المجهدة، تعتمد بشكل كبير على مقدرتها على خلق استجابات مرتبطة بالإيثيلين (ethylene related responses).^(٧،٨) تعرف المجموعة الثانية من نواتج الأيض الثانوية المهمة بالفيتواليكسينات (phytoalexins)، أي المركبات المضادة للممرضات (antipathogenic compounds) التي تنتجها النباتات بعد الإصابة بالعدوى أو يتم ابتعاثها بواسطة العوامل غير البيولوجية (abiotic agents).^٩ وقد درست الفيتواليكسينات دراسة واسعة أثناء النصف الثاني من القرن العشرين، وقد تضمنت الدراسات كثيرا من حقول علوم النبات، والتي شملت التصنيع الحيوي (biosynthesis) والجهازية الكيميائية (chemosystematics) وكيمياء المنتجات الطبيعية (natural products chemistry) وعلم الأحياء الجزيئية (molecular biology) وعلم الأدوية (pharmacology) أو الجينات الفطرية (fungal genetics).^{١٠-١٣} وبصفة عامة فإن الفيتواليكسينات هي مركبات غير طيارة (non-volatile compounds) ذات أوزان جزيئية منخفضة (أقل من ١٠٠٠ أم يو (below 1000 amu)، أي، أن الببتيدات والبروتينات ذات العلاقة بتسبب المرض (pathogenesis related peptides and proteins) التي تنتجها نباتات غير مضمنة في هذه المجموعة. وتُظهر الفيتواليكسينات تنوعاً كيميائياً كبيراً، وبينما تنتج كثير من عائلات النبات (plant families) فيتواليكسينات ذات تراكيب كيميائية متشابهة، إلا أن نباتاً ما، قد ينتج فيتواليكسين غير مرتبط أو مشابه تماماً، لفيتواليكسينات أخرى منتجة من نبات آخر من العائلة نفسها. ومن أمثلة المركبات المختارة، والتي أثبتت خصائصها الفيتواليكسينية (phytoalexinic character) : مشتقات الفلافونويدات والايسوفلافونويدات (flavonoid and isoflavonoid derivatives) والاسيتيلينات (stilbenes) والسيسكويترينينات (sesquiterpenes) ومشتقات الفيناييل بروبانويد (phenylpropanoid dervatives) والبوليكيتيدات (polyketides).

إضافة لهذا الاختلاف (التنوع) الكيميائي، هناك كثير من الصعوبات الأخرى في تحديد ما كان مركب ما فايثواليكسين أم لا. وبالرغم من أن إنتاج الفايثواليكسينات بعد العدوى يفيد بأن مركب ممرض أو بعض المنتجات التي تنشأ من تفاعل المضيف - الممرض (host-pathogen interaction) (ما تعرف بالباعثات elicitors) هي التي تحفز التصنيع الحيوي للفايثواليكسين، إلا أن مسار التصنيع الحيوي ليس دائماً سهل التفسير (elucidate). عليه، فإن بعض المركبات التكوينية (constitutive compounds)، قد تعمل كمضادات فطرية سابقة التكوين (preformed antifungal) في عائلة، وتعمل كفايثواليكسين في عائلة أخرى، وأكثر من ذلك حتى في حالة الأرز، فقد تم توضيح أن مركب الموميلاكسون أ (momilactone A) هو مركب تكويني في قشر الثمر (husks) والجذوع (stems)، ولكنه فايثواليكسين في الأوراق.

ولذلك فبالرغم من صعوبة تحديد الفايثواليكسينات من خلال تراكيبها الكيميائية أو من خلال مساراتها التصنيعية، إلا أنها محددة تحديداً جيداً بديناميكيات تصنيعها الحيوي ووظائفها داخل النبات. ومن الواضح مسبقاً أن توليد الفايثواليكسينات ليس فقط استجابة للعدوى، بل إنها واحدة من الإستراتيجيات الأساسية للآلية الدفاعية للنباتات ضد ممرضاتها.^(١٤)

بجانب الفايثواليكسينات والمواد التأشيرية (signalling substances) مثل الإيثلين، تصنف الجزئيات الدفاعية الأخرى التي تتكون/تتولد في النباتات بالبواغث/المستهضات الحيوية وغير الحيوية كبروتينات مرتبطة بالإمراضية وحواجز خلوية (cellular barriers) اللجينية/خشبية والاكستينسينات/ممديدات وكالوز/الحاء (lignins, extensins and callose) وأنظمة مضادة للأكسدة (antioxidative systems). من الضروري في كل الحالات أن تتواجد في النبات بعض المستقبلات لهذه

البواعث، وهي المستولة عن الإشارة الأولية (Initial signal) وفي كثير من الأحوال أنواع أكسجين منشطة (activated oxygen species) والتي تحت إنتاج جزيئات دفاعية معينة.^(١٥-١٧) ويلخص الشكل رقم (١، ١٢) المخطط العام (general scheme) لعمل مثل هذه البواعث.^(١٨)



الشكل رقم (١، ١٢). آليات الدفاع النباتية الأساسية المتولدة بالبواعث الحيوية و/أو غير الحيوية. (adapted from Sandermann *et al.*⁽¹⁸⁾)

إن الهدف الأساسي لهذا الفصل هو الإجابة على السؤال الرئيس وهو: كيف يمكن استخدام المعرفة المتوافرة حالياً حول آليات النبات الدفاعية والتي تشمل أنواعاً كثيرة ومتنوعة من المقاومة الكيميائية (chemical warfare) ضد الممرضات؟، وذلك لزيادة مقاومة الفواكه (للأمراض)، وتوجد أسئلة أخرى كثيرة وثيقة الصلة بهذا السؤال الرئيس ومنها ما هو مستوى الحل ومستوى الحساسية اللذين يمكن تحقيقهما من خلال التقنية الحديثة لمراقبة وتتبع الحالة الصحية للفواكه؟ هل يمكن زيادة التركيز الداخلي لمبيدات الآفات الطبيعية (natural pesticides) هذه، في الفواكه، من أجل تحسين مقاومتها للفساد؟ وهل يمكن استخدام مبيدات الآفات الطبيعية هذه خارجياً لتحسين (تمديد) فترة صلاحية الفواكه والخضراوات؟ وإذا كان ذلك ممكناً، هل يمكن تقبلها بيولوجياً (حيوياً) وبيئياً (ecologically) وتجارياً؟ ما الذي يمكن تعلمه من فسيولوجيا النبات الدفاعية (plant defence physiology)؟، التي قد تستخدم تجارب في نهاية الأمر للمحافظة على جودة الفواكه بعد الحصاد.

إن التقدم الذي تم في الإجابة على هذه الأسئلة، مع مناقشة الطرق الجديدة التي تم تطويرها في هذا الحقل الهام المشوق، هو موضوع هذا الفصل. إلى هذا المدى، تهتم أو تعنى الأقسام ٣-١٢ و ٤-١٢ بتطبيق / استخدام طرق التحليل شديدة الحساسية (highly sensitive analytical methods) للكشف عن المركبات الطبيعية الدفاعية الموجودة في النباتات وتتبعها، وبصفة خاصة الإثايلين والفايتواليكسين ريسفيراترول (phytoalexin resveratrol) وتعرض الأقسام ٥-١٢ إلى ٩-١٢ أمثلة مختارة لمختلف المعالجات أو التدخلات لتحسين المقاومة الطبيعية للنباتات باستخدام جزيئات النبات الدفاعية الخاصة به؛ لذا، يتم استعراض حقول البحث الرئيسة المستقبلية المحتملة المخصصة لتحسين المقاومة الطبيعية في الفواكه. وأخيراً، تستعرض قائمة المصادر الرئيسة مزيداً من المعلومات والنصائح.

(١٢،٣) الاكتشاف الإليكتروني لإجهاد النبات: المركبات الطيارة

On-Line Detection of Plant Stress: Volatile Compounds

يعتمد تحديد الاستجابة الدفاعية الطبيعية للنباتات أو التعرف عليها على استخدام الطرق التحليلية شديدة الحساسية. ويستعرض هذا القسم تطور طرق واستخدام التقنيات الجديدة المعتمدة على الليزر التي تمكن من كشف الجزيئات الدفاعية الطبيعية (الطيارة) ذات الحساسية غير المسبوقة (unprecedented sensitivity) ومتعددة الاستعمالات والبراعات (versatility) التي يعول عليها (يعتمد عليها) (reliability).

معظم مكونات الاستجابة المناعية الطبيعية للنبات، هي مركبات عضوية طيارة (volatile organic compounds) يتم ابتعاثها كاستجابة لهجمة الممرضات. إن كشف هذه المركبات يخلق مشاكل كثيرة متعددة، وذلك بسبب اختلافاتها الواسعة، وانخفاض التركيز (عادة ما يكون جزء في البليون 10^{-9} (ppb = 10^{-9})، أو جزء في التريليون 10^{-12}

(ppt10⁻¹²) وسرعة العمليات المتضمنة والتي قد تحدث خلال دقائق قليلة، كما تم توضيحه مسبقاً في حالة استجابة النبات للإجهاد والضغط^(١٩).

يجب أن تلبي التقنيات التي تم تطويرها لاكتشاف المركبات الطيارة على خط الإنتاج (on-line detection of volatile compounds) في الحقول الأخرى، عدة متطلبات محددة ليتم استخدامها في أبحاث فسيولوجيا النباتات أو أمراضها وهي:

- الحساسية الشديدة لاكتشاف تركيزات بمستوى جزء في الترليون.
- انتقائية عالية تميز بوضوح بين الكثير من المركبات وبين القدرة على تحليل مختلف الغازات في نفس الوقت باستخدام معدة/جهاز وحيد.
- وقت انحلال ممتاز (excellent time resolution) لقياسات الوقت الحقيقي.
- تشغيل آلي (automatic operation) يُمكن من التحليل في النهار والليل (day and night analysis).

عادةً، يمكن فصل الطرق المستخدمة للتحليل الدقيق (trace analysis) للمركبات الطيارة إلى تقنيات اسبيكتروسكوبية (مطيافية)، (spectroscopic) وغير مطيافية (non-spectroscopic). وفي التقنيات غير المطيافية، فإن الأكثر شيوعاً في الاستخدام هو التآلق (الإشراقية) الكيميائي (chemilminiscence) والمطيافية الكتلية (mass spectrometry (MS) و كروماتوغرافيا الغاز (gas chromatography (GC)، وبينما تم استخدام التقنيتين الأوليين وأساساً، كوسائل مختبرية (laboratory tools)، فقد حققت تقنية كروماتوغرافيا الغاز مظاهر بارزة لعدة غازات فيما يتعلق بحدود الكشف بمستوى جزء من الترليون (part per trillion pptv) وبدرجة عالية الموثوقية خاصة عند استخدام الأجهزة التجارية لكروماتوغرافيا الغاز المطيافية الكتلية (GC-MS instrumentation). في علم النبات، وعلى سبيل المثال، فقد استخدمت تقنية الـ GC-MS لكشف ابتعاث الإيثايلين ethylene

(emission) كاستجابة ضغط (stress response) في نباتات أكثر تعقيداً (more complex plants)^(٢٠،٤) إن العيب الوحيد لتقنية كروموتوغرافيا الغاز، هو الحاجة الدائمة للتجهيز المسبق للعينة أو التركيز المسبق لها (sample preparation or preconcentration). ومع بطء وقت الاستجابة (slow time response) للتقنية فإنهما يحدان من الإجراء المؤقت للتحليل (temporal resolution of the analysis). إضافة إلى ذلك، فإن النظام بصفة عامة، ليس أتوماتيكياً (غير آلي) (not automatic).

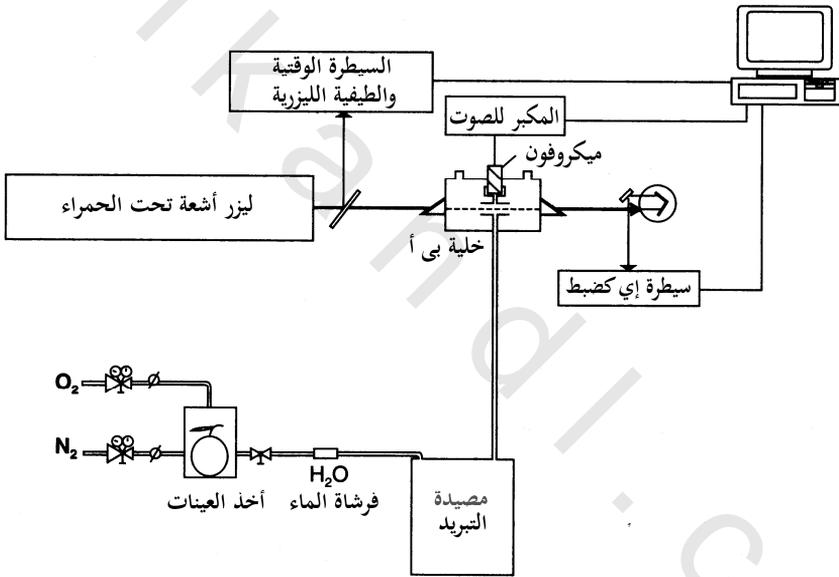
تعتمد تقنية المطيافية بصفة عامة، (التحليل الطيفي باستخدام المطياف الضوئي) على قياسات الامتصاص (absorption measurements) خاصة في حقل الطول الموجي للأشعة تحت الحمراء. استخدمت أجهزة الأشعة تحت الحمراء لتحليل الغازات (IR gas analysers) ذات المصادر الحرارية عريضة أشرطة الإشعاع (broad band thermal sources of radiation) في بحوث جزيئات النباتات الدفاعية، ولكن بصفة عامة هذه أجهزة تحليل صناعية وقد تم تصميمها لكشف غاز محدد (معين) وحيد (single particular gas). وبناء على ذلك، لا يمكن إجراء قياسات متزامنة لغازات مختلفة، وهذا أمر مهم في دراسة كثير من العمليات النباتية. إن توافر مصادر ضوئية ليزيرية قابلة للمؤالفة (tunable laser light sources) ساعد على تطور الكثير من التقنيات المطيافية، ومن بينها مطيافية الامتصاص البصري التفرقي (differential optical absorption spectroscopy) (DOAS)^(٢٣-٢١) والكشف الضوئي وأحكام المدى (Light detection and ranging) (LIDAR)^(٢٦-٢٣) ومطيافية الأشعة تحت الحمراء التحويلية لفوريير (Fourier transform IR spectroscopy)^(٢٩-٢٧) ومطيافية امتصاص ليزر الصمام الثنائي القابل للمؤالفة (tunable diode laser absorption spectroscopy (TDLAS))^(٣٠،٣١) وقد استخدمت هذه التقنيات في الكشف عن المركبات العضوية الطيارة وتحليلها، خاصة في التطبيقات

والاستخدامات البيئية (enviromental applications) ولكن لكل منها عيوب فيما يتعلق بالكشف عن الجزيئات الدفاعية الطبيعية في النباتات، وخاصة لافتقارها للحساسية و/أو الانتقائية (selectivity).

وأكثر التطورات إثارة للاهتمام فيما يتعلق باكتشاف المركبات الطيارة التي تفرزها النباتات والتي حدثت أثناء السنوات القليلة الماضية، ما عرف بالمطيافية الضوئية الصوتية / السماعية الليزرية (LPAS laser photoacoustic spectroscopy) والتي مكنت من تحديد كثير من الجزيئات المفتاحية (الأساسية) وأزالت الإرباك والتشويش الموجود حول إشارات الآليات الدفاعية للنبات (unravelling of signalling plant defence mechamims). تعتمد هذه التقنية (وكما هو موصوف أدناه) على الأثر الضوئي الصوتي (photoacoustic effect) أي، توليد موجات صوتية كتبعة أو نتيجة لامتصاص الضوء كما أفاد أ. جراهام بيل (A. Graham Bell) مبكراً في عام ١٨٨٠م.^(٣٢) الوصف الشامل للأسس الفيزيائية التي تعتمد عليها تقنية المطيافية الضوئية الصوتية الليزرية (LPAS)، خارج نطاق هذا الفصل، وقد يوجد هذا الوصف في مكان ما آخر^(٣٣-٣٥)، وعليه هنا، نستعرض فقط تفسيراً أو شرحاً أساسياً (basic explanation).

إن الأثر يتولد بامتصاص فوتونات (photons) لها أطوال موجات مناسبة وامتصاص جزيئات الغاز للطاقة، والتي من ثم تصبح مستثارة (excited) إلى حالة تجوال (rovibrational state). ويتم تجاهل التضائل الإشعاعي التلقائي (spontaneous radiative decay)، تحويل الطاقة الممتصة عن طريق التصادم الداخلي للجزيئات فيما بينها (Inter molecular collisions) إلى طاقة مترجمة (translational energy)، ومنها إلى حرارة. وعند جمع عينة غاز في خلية مغلقة (closed cell)، فسيُنتج تسخين جزيئات (ذرات) الغاز زيادة في ضغط الخلية (cell pressure). وبتعديل كثافة الضوء (modulating

(light intensity) (بتشغيل مصدر الضوء وقفله) تحدث فروقات في الضغط والتي تخلق موجات صوتية قابلة للاكتشاف بواسطة ميكرفون حساس (sensitive microphone). يوضح الشكل رقم (١٢.٢) رسماً أو شكلاً تخطيطياً (schematic view) لنظام المطيافية الضوئية الصوتية الليزرية التجريبية (LPAS experimental system).



الشكل رقم (١٢.٢). رسم تخطيطي لماكينة/جهاز المطيافية الضوئية السمعية الليزرية (LPAS) لكشف الابعاثات النباتية الطيارة.

تعتمد إشارة الميكرفون على ما يلي: ١- عدد الذرات الامتصاصية (absorbing molecules) الموجودة في الغاز. ٢- قوة امتصاص الجزيئات (الذرات) عند تردد ضوئي محدد (specific light frequency) و ٣- كثافة الضوء. عليه، للكشف عن آثار الغاز عملياً (practical trace gas detection)، يجب أن يستوفي مصدر الضوء

شروطين أساسيين هما: أن يكون شريطه ضيقاً (نحيفاً، narrow-banded) وأن يكون قابلاً للمؤالفة (tunable)، وذلك، من أجل الوصول إلى الطول الموجي المحدد للجزء وكما يجب أن يكون ذا كثافة عالية لأن إشارة الامتصاص تتناسب معه (proportional to it).

وإذ إن عمليات الامتصاص المهمة ترتبط بالتجوال التحويلي (rovibrational transitions) فمن الضروري العمل في منطقة الأشعة تحت الحمراء، حيث يكون لكل غاز جزئي (molecular gas) طيف امتصاص ذو بصمة (fingerprint absorption spectrum) خاصة به، والذي قد تختلف قوته بدرجة كبيرة عبر فترات فاصلة لأطوال موجية (wave length intervals)، وبالتحديد يتراوح المدى المفضل لاستخدامات المطيافية بين ٣ و ٢٠ ميكرومتر (μm). وبالرغم من استخدام لمبة مستمرة عالية الكثافة كمصدر للأشعة تحت الحمراء، (high intensity continous lamp) ^(٣٧، ٣٦) في بعض الحالات، إلا أن ليزر الأشعة تحت الحمراء يوفر كلا من الكثافة العالية والضوء القابل للمؤالفة ذا الشريط الضيق، ولذا يكون مثالياً لتقنية الكشف الضوئي الصوتي (PA detection techniques). يُستخدم ليزر ثاني أكسيد الكربون وليزر أول أكسيد الكربون (Co_2 & Co laser) بشكل شائع، كمصدرين للضوء في الكشف الضوئي الصوتي للغازات، ^(٣٩، ٣٨) ذلك لأنهما يوفران قوى موجات عالية مستمرة (continous wave CW)، نموذجياً ١٠٠ واط (100w) و ٢٠ واط، على التوالي، عبر منطقة الطول الموجي هذه. أيضاً، استخدمت مصادر الليزر النبضي (pulsed laser sources) لأبحاث LPAS ولكن تقل الأعمال المنشورة عن المطيافية الضوئية الصوتية النبضية، كثيراً. ^(٤٠)

إن العيب الأساسي لمصادر الـ CO_2 والـ CO لليزر هو أن قابليتها للمؤالفة متوسطة. وهي فقط قابلة للمؤالفة خطياً (Line tunable) ولذلك فقد تسبب مشاكل تداخل (interference problems) مع تباعد كبير بين خطوط الليزر والغطاء والمدى القصير نسبياً للأطوال الموجية. وقد اقترحت عدة بدائل للتغلب على هذه المعوقات: استخدام النظائر المشعة لثاني أكسيد الكربون (CO_2 isotopes) أو ليزر ثاني أكسيد الكربون عالي الضغط (high pressure CO_2 laser) للمطيافية الضوئية الصوتية الليزرية لثاني أكسيد الكربون (CO_2 - LPAS) وليزر النبضة التوافقية لأحادي أكسيد الكربون (CO overtone laser) للمطيافية الضوئية الصوتية الليزرية لأول أكسيد الكربون (CO -LPAS) هي المقترحات المناسبة بدرجة كبيرة والأكثر تناسباً. زيادة على ذلك، فقد استخدمت مصادر ليزر أخرى من أجل استخدام مصدر واسع/كبير القابلية للمؤالفة ذي شريط ضيق في الأنظمة الضوئية الصوتية (PA systems)، وخاصة مع التقدم السريع لليزر الحالة الصلبة (solid state lasers) ومن بينها ليزرات الصمام الثنائي القابل للمؤالفة -^{١١} (tunable 111-V diode lasers) وليزرات الصمام الثنائي مع الحالة الصلبة (diode pumped solid state lasers)، وقد مكنت ليزرات الصمام الثنائي مع الحالة الصلبة أو ليزرات الصمام الثنائي رجعية التغذية الموزعة (distributed feedback diode lasers) من تطور ليزر الأشعة تحت الحمراء القابلة للمؤالفة المدمج (compact tunable laser radiations) مع استخدامات مختلفة في المطيافية الضوئية الصوتية الليزرية.^(٤١، ٤٢) أخيراً، ذكرت عدة مجموعات^(٤٣-٤٥) عدة استخدامات للمطيافية الضوئية الصوتية الليزرية باستخدام نظام تقييسي ضوئي متذبذب (optical parametric oscillator system)، وبالتأكيد فإن هذه التقنيات واعدة بل الأكثر وعداً بتحسين القدرة على المؤالفة للأنظمة الضوئية الصوتية والقابلية لها.

وبالرغم من العيب المذكور، لا تزال ليزرات ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون هي الأكثر شيوعاً واستخداماً كمصادر ضوئية للأشعة تحت الحمراء في المطيافات الضوئية الصوتية. ومن أجل إظهار براعات هذا الجهاز وظواهره الرئيسية، يوضح الجدول رقم (١٢,١) حدود الكشف (limits of detection (LoD) لكثير من المركبات التي تحققها تقنية المطيافية الضوئية الصوتية الليزرية (LPASTECH) في قسم فيزياء الليزر والفيزياء الجزيئية (department of molecular & laser physics) بجامعة نيجمياجين (University of Nijmegen).^(٤٦)

يعطي الجدول رقم (١٢,١) فكرة واضحة للاستخدامات المتعددة للـ LPAS فيما يتعلق بالكشف والتحليل المعول عليه (الموثوق) للمركبات العضوية الطائرة في حقول كثيرة، مثل الكيمياء البيئية (environmental chemistry).^(٤٧ - ٥١) وبالرغم من أن الاستخدامات الرئيسية للـ LPAS تبقى في حقل علوم النبات^(٥٢ - ٥٥)، وذلك نتيجة للمتطلبات المحددة التي ذكرت أعلاه. وبالتحديد، استخدمت تقنية الـ LPAS بصورة واسعة في مراقبة وتتبع المركبات الدفاعية الطائرة التي تفرزها النباتات.^(٥٦ - ٦٣)

الجدول رقم (١٢,١). حدود كشف المطيافية الضوئية الصوتية الليزرية.

حدود الكشف، LoD (جزء من البليون)	المركب
٠,٠١	أول أكسيد الكربون CO
٠,١	دايسلفايد الكربون (carbon disulphide CS ₂)
٠,١	الاسيتالدهيد (A cetaldehyde CH ₃ CHO)
٠,١	ماء (بخار) (Water (Vapour) H ₂ O)
٠,١	داياكسيد النيتروجين (Nitrogen dioxide NO ₂)

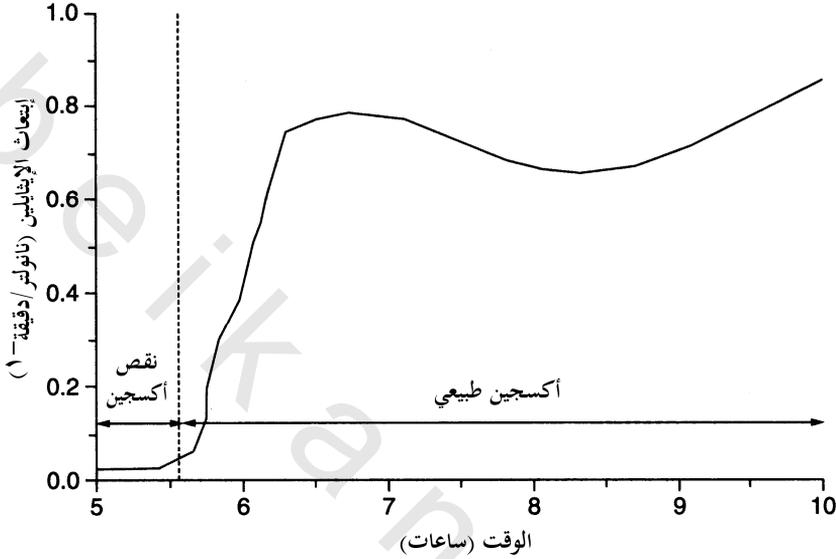
تابع الجدول رقم (١٢,١).

حدود الكشف، LoD (جزء من البليون)	المركب
١	دايأوكسيد الكبريت (sulpher dioxide NO2)
١	نيتروس أكسايد (Nitrous oxide N ₂ O)
١	أستيلايلين (Acetylene C ₂ H ₂)
١	نايتريك أكسايد (Nitric oxide NO)
١	اسيتايلين (Acetylene C ₂ H ₂)
١	إيثان (Ethane C ₂ H ₆)
١	إيثايلين (Ethylene C ₂ H ₄)
١	ميثين (Methone C H ₄)
١	دايميثايل سلفايد (Dimethylsulfide S (CH ₃) ₂)
١	أمونيا (نشادر) (Amonia NH ₃)
١	تراميثايل أمين (Trimethylamine (CH ₃) ₃)
٣	إثانول (Ethanol CH ₃ CH ₂ OH)
٣	بينتين (Pentane CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃)
١٠	ميثين ثايول (Methane thiol CH ₃ SH)
١٠٠٠	هايدروجين سلفايد (Hydrogen sulphide H ₂ S)
١٠٠٠	ثاني أكسيد الكربون (Carbon dioxide CO ₂)
٠,٠٠٥	أمونيا (نشادر) (Amonia NH ₃)
٠,٠٢	أوزون (Ozone O ₃)

تابع الجدول رقم (١٢,١).

حدود الكشف، LoD (جزء من البليون)	المركب
٠,٠١	إيثايلين (Ethylene C ₂ H ₄)
٠,٠٤	هايدروجين سلفايد (Hydrogen sulphide)

وكما جاء في مقدمة هذا الفصل ، يلعب الإيثايلين دوراً مهماً في عدد من عمليات النبات الفسيولوجية. وثبت أن تقنية الـLPAS توفر طريقة يعول عليها في الكشف عن هذا الهرمون النباتي بمستويات جزء في التريليون^(٦٤, ٣٥) بنمط فوري ومستمر؛ وكنتيجة، هناك كثير من بحوث الـLPAS المتعلقة بابتعاث الإيثايلين من الفواكه والنباتات تحت ظروف بيئية مختلفة^(٦١, ٦٥ - ٧٠) يوضح الشكل رقم (١٢,٣) تطور ابتعاث الإيثايلين من ثمرة طماطم تحت ظروف مختلفة^(٦٨). تبدأ التجربة تحت ظروف لاهوائية وعند وقت (ت، t) = ٥,٦ ساعة وتحفظ أحوال أكسجين طبيعية (normoxic conditions)، والتي تنتج زيادة مفاجئة وكبيرة في ابتعاث الإيثايلين خلال فترة ٤٥ دقيقة، تقريباً. مقدرة هذه التقنية على تتبع العملية في الوقت الحقيقي (يتم تسجيل البيانات كل دقيقتين) مع درجة حساسيتها العالية (يمكن اكتشاف أو كشف الفروقات بمستوى قليل من البيكوليترات (picolitres) في الدقيقة) من الخصائص الملحوظة (لهذه التقنية).

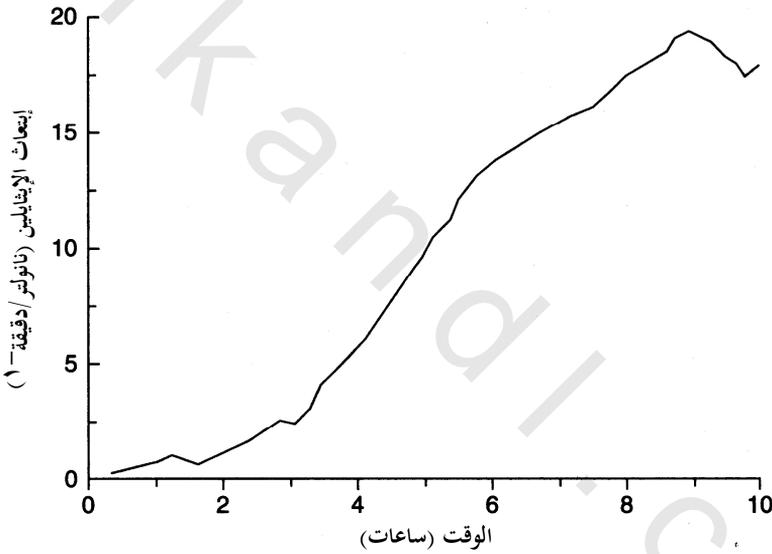


الشكل رقم (١٢,٣). ابتعاث الإيثيلين من ثمرة الطماطم تحت ظروف لاهوائية مختلفة كما قيس بتقنية المطيافية الضوئية الصوتية الليزرية. سرعة استجابة النبات ومقدرة التقنية في تتبعها جديرة بالملاحظة (الشكل مأخوذ من Vries et al^(٦٨)).

استخدمت تقنية الـ LPAS استخداماً واسعاً مكثفاً في كشف الإيثانول والاسيتيلدهايد لدراسة معدل التخمر الكحولي (alcoholic fermentation) في أنسجة النبات أثناء معالجات الأنوكسيا/نقص الأكسجين (anoxic treatment) في كثير من الفواكه المحصودة.^(٦٩، ٧١ - ٧٣)

توفر مراقبة آثار الغازات (trace gases) التي تفرزها الفواكه والخضراوات المخزنة معلومات عن العمليات الأيضية التي تحدث في المحاصيل (سرعة/معدل التخمر، مرحلة النضج... إلخ) وهذه المراقبة مهمة لتعديل أحوال وظروف التخزين ووضعها في

أمثل حال. وعلى سبيل المثال، يوضح الشكل رقم (١٢,٤) معدل إنتاج الإيثانول من الكمشري المخزنة مقاسة بتقنية الـ LPAS^(٧٤). فتحت هذه الدراسات طرقاً جديدة لفهم وتحسين الآليات الدفاعية الطبيعية للفواكه المخزنة كما سيرى بتفصيل أكثر في القسم (١٢,٦).



الشكل رقم (١٢,٤). معدلات إنتاج الإيثانول والاسيتالديهايد من الكمشري المخزنة، مقاسة بتقنية الـ LPAS (مأخوذ من المرجع ٧٤).

(١٢،٤) كشف إجهاد/ضغوط النبات على خط الإنتاج: المركبات غير الطيارة

On-line Detection of Plant Stress: Non-Volatile Compounds

إحدى المشاكل العصبية في هذا الحقل، وخاصة في حالة عينات الفواكه والخضراوات هي مشكلة كشف وتحديد المركبات العضوية غير الطيارة الموجودة بتركيزات منخفضة، كما هي حالة معظم الفايتواليكسينات التي تنتجها النباتات.

إن تطوير طرق التحليل الجديدة المعتمدة على كل من المطيافية الكتلية والمطيافية الليزرية أمر بالغ الأهمية والتشويق^(٧٥-٧٨) في هذا الحقل لحظة تأليف هذا الكتاب. وبالرغم من استخدام المطيافية الكتلية بشكل واسع في تحليل هذه المركبات مع توفير تحديد فعلي للكتلة إلا أن هناك صعوبة في جعل العينة متطايرة (volatisation of the sample) في المرحلة الغازية (gas phase) قبل الحقن في جهاز التحليل. يمثل هذا المتطلب الأولى (متطلب الخطوة الأولى)، مشكلة محددة وبصفة خاصة للعينات غير المتحملة للحرارة (thermally labile) التي سرعان ما تتحلل (decompose) عند التسخين.

لمعالجة هذه المشكلة أو احتوائها، تم تطوير مدى واسع من التقنيات لتحليل المركبات غير الطيارة، ونوجه القارئ إلى استعراض^(٧٩) المزيد من تفاصيل ونقاش هذه التقنيات الجديدة. تشمل التقنيات التي استخدمت التفجير السريع للذرة (fast atom bombardment (FAB)^(٨٠-٨٢) والادمصاص الحقلية (field desorption (FD) وادمصاص الليزر (Laser desorption (LD)^(٨٤، ٨٥) وقياس المطيافية الكتلية بادمصاص البلازما (plasma desorption mass spectrometry (PDMS)^(٨٦، ٨٧) والمطيافية الكتلية الأيونية الثانوية (secondary ion mass spectrometry (SIMS)^(٨٨، ٨٩). وبالرغم من أن هذه الطرق تحقق تحسناً ملحوظاً واستخداماً موسعاً ممتداً، إلا أنها كلها تعاني من نفس المعوق وهو أن كلا من الادمصاص والتأين لا يمكن جعلهما في الوضع الأمثل بشكل منفصل، الأمر الذي يشكل صعوبة في كثير من الاستخدامات والتطبيقات الحقيقية.

وقد تم تطوير طرق ادمصاص الليزر والتي يتم فيها الفصل بين جعل العينة متطايرة والتأين ، وبذلك يتم تحقيق حساسية عالية للعينات. وبينما تشترك كل الطرق في خطوة ادمصاص الليزر، إلا أنها تختلف في طريقة التأين ومن الأمثلة القليلة: (أ) ادمصاص الليزر زائداً تأين شعاع الإليكترون (electron beam ioniation) (ب) التأين الكيميائي تحت ظروف تفريغ (chemical ionisation under vacuum conditions) (ج) التأين الكيميائي تحت ظروف الجو العادي (الغلاف الجوي) (under atmospheric condition) (د) تأين الفوتونات المتعددة الليزري (laser multiphoton ionisation) مع المطيافية الكتلية السريعة (TOFMS) (time-of-flight mass spectroscopy) وبصفة خاصة تأين الفوتونات المتعددة المحفز بالرنين - المطيافية الكتلية السريعة (resonance enhanced multiphoton ionisation) (REMPI- time-of-flight mass spectroscopy) (TOFMS) والتي تعتبر واحدة من أقوى الطرق لتحليل المكونات الدقيقة (trace components) في نسيج معقد (complex matrix).

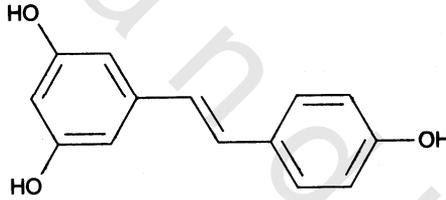
إن الانتقائية العالية للـ REMPI - TOFMS تتحقق بالجمع بين الكشف الانتقائي الكتلي (mass selective detection) مع عملية التأين الرنينية (resonant ionisation process) ، وينتج التأين بالامتصاص المتتالي (successive absorption) لاثنين أو أكثر من فوتونات الليزر. عليه ، من أجل التأين الفعال. يجب أن تكون طاقة الفوتون الأول رنينية مع إحدى الحالات الإليكترونية الحقيقية (one of real electronic states) في الذرة (الجزئية) (التحفيز الرنيني (resonance enhancement)). تعطي هذه الحالة انتقائية ثانية للتقنية: تأين انتقائي بالطول الموجي الليزري (Laser wavelength selective ionisation). زيادة على ذلك ، من المميزات الواضحة الأخرى للـ REMPI-TOFMS ، الحساسية الممتازة والانحلال (resolution) وكفاءة التأين الرئيس (major ionisation efficiency)

وسهولة ضبط السيطرة على التشظي الجزيئي (molecular fragmentation) وكثافة الليزر (laser intensity) وإمكانية التحليل المتزامن للمكونات المختلفة الموجودة في النسيج. وكنتيجة، أصبحت هذه التقنية جيدة التأسيس والثبات للتحليل الطيفي (spectroscopic analysis) إما للأبحاث الأولية الأساسية (fundamental research) (٩٤-٩٠) أو للاستخدام عندما تكون هناك حاجة للتحليل الحساس للمكونات الدقيقة في النسيج المعقد أو حاجة لتحليل متزامن لعدد كبير من المكونات عبر مدى واسع من التركيزات. (٩٥-١٠٠)

وكمثال، فإن تطور استخدام تقنية الليزر التي صممت خصيصاً لإجراء تحاليل مباشرة وسريعة للمركبات غير الطيارة في الفواكه والخضراوات، خاصة الترانس ريسفيراترول في العنب وأوراقه (vine leaves)، قد تم استعراضها هنا. اعتمدت الطريقة على الجمع بين ادمصاص الليزر (LD) ويتبعها الكشف بتأين الفوتونات المتعددة المحفز بالرنين والمطيافية الكتلية السريعة (REMPI-TOFMS). يمكن تصنيف الطريقة التحليلية هذه من بين المجموعة دي (d) المذكورة أعلاه ولكنها لا تستخدم شعاعاً عالي التردد فوق الصوتي (supersonic beam). وقد أعدت واعتبرت للانحلال الكتلي الواسطي (Intermediate mass resolution) (حوالي آر ١٠^٣ around R 10³) بمستوى متوسط من البساطة التقنية (technical simplicity).

ال ٣، ٥، ٤ ترايهاييدروكسي استلين 3, 5, 4 Trihydroxystilbene (الترانس- ريسفيراترول) مركب مضاد للأكسدة ينتج طبيعياً في عدد كبير من النباتات بما فيها العنب، وينتج كفايتواليكسين، ويوضح الشكل رقم (١٢.٥) الصيغة البنائية لهذا المركب. في أنواع الفيتيس Vitis spp يتجمع الترانس- ريسفيراترول في أوراق الكرمة وقشرة العنب استجابة لكائنات فطرية (fungal organisms) مختلفة، واستجابة للأشعة

فوق البنفسجية (UV radiation) أو للكيميائيات^(١٠١، ١٠٢) وقد وجد في النبيذ بتركيزات تعتمد على ممارسات زراعة الكروم وصناعة الخمر (viticulatural and enological practices).^(١٠٣، ١٠٤) السبب الأول للاهتمام بتحليل الترانس-ريسفيراترول هو خصائصه الطبيعية المضادة للآفات (natural pesticide properties). كميّاً، المكون الرئيس في استجابة فايتواليكسين الكرمة (grapevine phytoalexin response) هو الترانس-ريسفيراترول، والذي عرف أو تم توضيح أنه بتركيزات فسيولوجية مسمم للفطر (fungitoxic) ضد البوتريتيس سينيريا (*B. cinerea*)،^(١٠٥) الفطر المسبب للعفن الرمادي (grey mould) أحد الممرضات الرئيسة للعنب.



الشكل رقم (٥، ١٢). الصيغة البنائية للريسفيراترول.

بصفة عامة، يتم إجراء تحليل الترانس-ريسفيراترول بالطرق الكروماتوغرافية، طرق الفصل الكهربائي (Chromatographic methods) كروماتوغرافيا الغاز (GC)^(١٠٦، ١٠٧) وكروماتوغرافيا السائل عالية الأداء (high performance liquid chromatography) (HPLC)^(١٠٨ - ١١١) أو الفصل بالتفريد الكهربائي الشعيري (capillary electrophoresis) (CE)^(١١٢، ١١٣). بصرف النظر عن تقنية الفصل (separation technique)، فإن تحليل الريسفيراترول في العنب والخمر يتطلب استخدام التركيز المسبق (previous concentration) و/أو الاستخلاص بمذيبات متعددة (multisolvent extraction)، ذلك بسبب تعقيدات الأنسجة وانخفاض تركيز المادة المحللة (analyte). والتقنيات المستخدمة

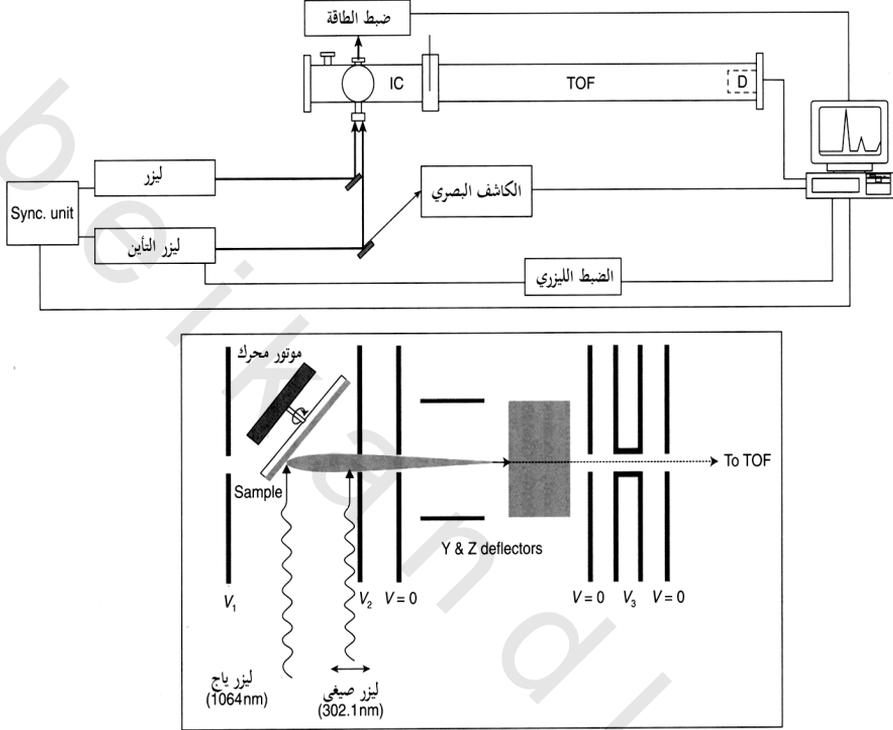
بصفة عامة، هي الاستخلاص بالسوائل (liquid extraction) باستخدام المذيبات العضوية أو الاستخلاص بالوجه (الطور) الصلب (solid phase extraction). من المقبول بصفة عامة، أن تحضير العينة هو الخطوة الأساسية (المحددة للنجاح) في تحليل الريسفيراترول، ليس فقط بسبب الحاجة لعمليات تشغيل مكلفة ومحتاجة لوقت طويل، ولكن بسبب مصادر الخطأ التي تتولد أثناء هذه العمليات. وقد خلق هذا الوضع بعض الجدل والمناظرات بين مختلف المختبرات حول تقنيات تحضير العينات لدى كل منها.^(١١٣-١١٥) وقد أظهرت مراجعات متعددة لبعض طرق تحليل الترانس-ريسفيراترول^(١١٦-١١٨) اختلافات/فروقات كبيرة في القيم المنشورة وقد أرجع الاختلاف إلى إمكانية حدوث تناظر (isomerisation) أثناء عملية الاشتقاق (derivatisation) والفواقد المهمة التي تسببها الأكسدة والتناظر أو التحلل بالماء (hydrolysis) أثناء عمليات الاستخلاص والفصل، ووجود بعض مشتقات الريسفيراترول التي قد تتداخل مع النتائج المتحصل عليها. تمت مراجعة عدة طرق تحضير عينات استخدمت في تقدير الترانس-ريسفيراترول بكميات عالية في السائل عالية الأداء^(١١٩) (HPLC)، وقد شملت المراجعة مقارنة السمات أو الظواهر الأساسية لهذه الطرق.

في حالة عينات النبيذ (wine) وعصير العنب، تم تطوير عدة طرق^(١٢٠، ١١٥-١٢٢) لتحليل الترانس-ريسفيراترول بالحقن المباشر في نظام الـHPLC، ولكن في معظم الحالات يؤدي ذلك إلى الحصول على كروماتوغرامات (رسوم بيانية كروماتوغرافية) تظهر فيها قمم تمثل قمم وصول المواد المفصولة في عمود الكروماتوغرافيا (chromatograms) وتكون معقدة جداً، والتي لا تُمكن أحياناً، من التحديد و/أو التقدير الكمي للقمم، بصورة يُعَوَّل عليها (موثوقة).^(١١٩) لقد تم إجراء التحليل المباشر لـترانس-ريسفيراترول في النبيذ بواسطة الفصل الكهربائي الشعيري الحركي/الكهربائي الميسيلي (الاستحلابي) (micellar electrokinetic capillary

(electrophoresis) مع عدم وجود حساسية وبشكل واضح والذي يعزى وفقاً للكاتب إلى الحاجة إلى تقنيات التركيز المسبق.^(١٢٣)

إن الجمع بين ادمصاص الليزر (LD) المتبوع بكشف تأين الفوتونات المتعددة المحفز بالرنين REMPI والمطيافية الكتلية السريعة TOFMS قد يتغلب على مصادر الخطأ هذه كما أشير لذلك أدناه. لقد تم وصف التصميم التجريبي الموضح تخطيطياً في الشكل رقم (١٢,٦) مسبقاً في مكان ما،^(١٢٤) وعليه يقدم فقط، تقريراً مختصراً هنا.

بالضرورة، يتكون (تصميم التجربة الموضح في الشكل رقم ١٢,٦) من غرفتين مستقلتين/منفصلتين مفرغتين تفرغاً عالياً. تستخدم الغرفة الأولى لكل من ادمصاص الليزر والتأين المسبق الليزري للعينة، يتبع ذلك تسريع الأيونات (ion acceleration) نحو الغرفة الثانية، بصفة أساسية وحدة تسريع الوقت (time-of flight) مع كاشف لويحي ذي قناتين دقيقتين (two-microchannel plate detector). تستخدم قليل من النبضات الليزرية النانوثانية (nano second laser pulses) من الابتعاث الأولي لليزر الـ ND:YAG لادمصاص العينة. ومن ثم، يستخدم ليزر التردد مزدوج الصبغة (frequency doubled dye laser) انتقائياً، لتأين المتعادل المدمص (desorbed neutral) بتأين الفوتونات المتعددة المحفز بالرنين (REMPI). إلى هذا الحد، يتم المسح الطولي الموجي الليزري النشط بدرجة مؤالفة (tunability) تتراوح من ٢٣٠ نانومتر إلى ٣٦٥ نانومتر. وبالإضافة إلى التأين الانتقائي بسبب الـ REMPI، يتم توفير انتقائية إضافية باستخدام المطياف الكتلي، أي، توفير تعرف/تحديد كتلي (mass identification) وذلك، لجعل التقنية أكثر حساسية وشمولاً (more sensitive and universal).



الشكل رقم (٦، ١٢). منظر/شكل تخطيطي للنظام التجريبي لتقنية إدمصاص الليزر.

إن الفصل بين كل من عمليتي الإدمصاص والتأين ميزة مهمة في هذا التنظيم، لأن ذلك يُمكنُ من دراسة الوضع الأمثل (Optimisation) لكل من العمليتين بشكل مستقل لكل منهما. وبالتالي، يتم تفادي بعض المعوقات، على سبيل المثال، تفادي الانحلال القمي للكتلة المنخفضة (low mass peak resolution) للإدمصاص التأيني الليزري التقليدي المحفز بالنسيج conventional matrix assisted laser desorption/ionisation (MALDI) ^(٥٤) في الحالة المحددة؛ أي تحليل الترانس-

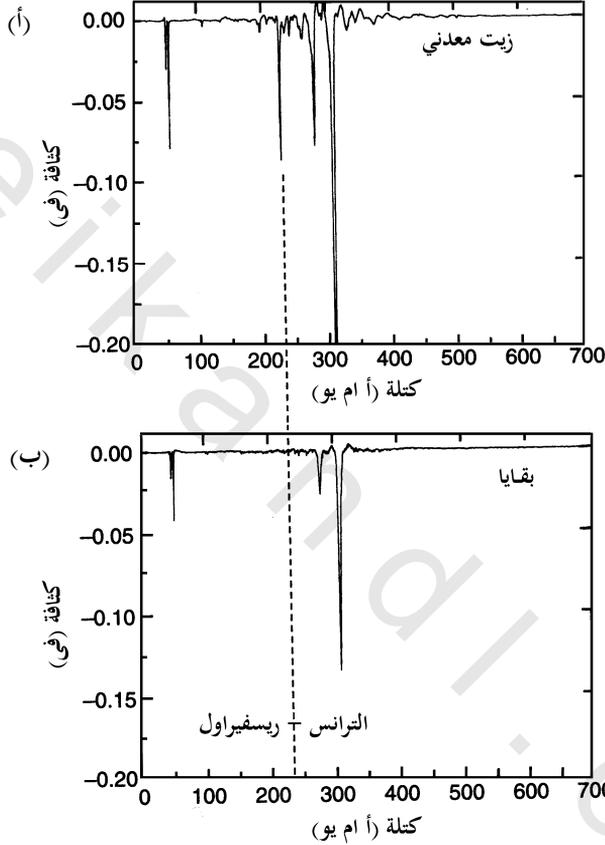
ريسفيراترول تضمن هذا التوضيح^(١٢٥): (١) تحفيز (تحسين) بمقدار ٢٠ ضعف (-20) fold enhancement في ناتج الادمصاص بخلط (المادة) المحللة analyte ببودرة الزنك (Zn powder) (الادمصاص المحفز ببودرة إم إي تال Metal powder Enhanced desorption)، (٢) تقدير/تحديد أن الترانس-ريسفيراترول قد تم تأينه من خلال عملية لون-واحد وفوتنين (one-color-two-photons process)، (٣) منطقة تأين رنين (resonance ionisation region) بين ٣٠٧,٥ - ٣٠٢,٥ نانوميتر مع حد أقصى ١ عند ٣٠٢,١ نانوميتر، وهذا هو الطول الموجي الأمثل لتحليل الترانس-ريسفيراترول في العينات المعقدة.

المظاهر/الخواص الأساسية لهذه التقنية هي (١) عدم وجود لأي طريقة فصل لتحضير العينة، يستخلص الترانس-ريسفيراترول من العينة كليا (قشر العنب أو أوراق الكرمة) فقط بالضغط على البارد (cold-pressing) باستخدام ضاغط هايدروليكي (hydraulic press). (٢) يتم ناتج الادمصاص المحفز بخلط المادة المحللة مع بودرة معدن و(٣) المحلل عالٍ وحساسية عالية وحد كشف منخفض (low detection limit) يسببها كشف تأين الرنين الليزري وكشف المطياف الكتلي. عليه، فإن الجمع بين ادمصاص الليزر يتبعه كشف ال-REMPI-TOFM يتغلب على مصادر الخطأ الرئيسة الموجودة في طريقة الكروماتوغرافيا المستخدمة بصفة شائعة لتحليل الريسفيراترول.

أثبتت الطريقة الحالية قدرتها على التحليل السريع الصحيح والمعول عليها للترانس-ريسفيراترول في العينات الزراعية (agricultural sample)، وبصفة محددة العنب وأوراقه، وكما أثبتت حدود كشف تصل إلى جزء في البليون.^(١٢٦) و ذكر سابقاً أعلاه، بأنه أساساً، يتجمع الترانس-ريسفيراترول في قشرة العنب، ويُسهّل هذا

التجمع الانتقائي (selective accumulation) التحليل ؛ إذ إنه يعمل كطريقة طبيعية للتركيز المسبق للترانس-ريسفيراترول. تحضر عينات العنب بتقشير الجلد (القشرة) والضغط على البارد بواسطة ضاغط هايدروليكي. سابقاً، اثبت بأن الترانس-ريسفيراترول يستخلص كلياً وبالتمام بهذه الطريقة السهلة.

يتم تقشير دفعة من عشرة حبات عنب ويضغط للحصول على ٠,٥ مل من الزيت الأساسي (essential oil) و ٥٨٠ ملجرام من بقايا الجلد (القشرة). ويوضح الشكل رقم (١٢,٧) الطيف المتحصل عليه تحت نفس ظروف التجربة في الحالتين. وبينما يوضح الشكل رقم (١٢,٧) المتحصل عليه من الزيت الأساسي لقشر العنب، إشارة مهمة للترانس-ريسفيراترول، لا تظهر إشارة مهمة معنوية في الطيف الموضح في الشكل رقم (١٢,٧) ب، أي المقابل لبقايا القشر. كل من الطيفين ذوي خلفية أعلى (noisier) من المعتاد نتيجة لحقيقة أن ظروف التجربة قد فرضت (ما يصل إلى ٥٥ مليجول نبضة لطاقة الادمصاص) من أجل التأكد من أن الترانس-ريسفيراترول قد بقي في البقايا. تؤكد هذه النتيجة موثوقية طريقة تحضير العينة لتحليل الترانس-ريسفيراترول بالادمصاص الليزري - تأين الفوتونات المتعددة المحفز بالرنين (REMPI)-TOFMS في العنب.



الشكل رقم (١٢,٧٢) (أ). طيف تسريع الوقت (time of flight spectrum) لعينة زيت أساسي تم الحصول عليها بالضغط على البارد على جلد (قشر) ١٠ حبات عنب (٠,٥ مل).
 (ب) طيف تسريع الوقت تحت نفس الظروف التجريبية للبقايا التي تم الحصول عليها من هذه العينة بعد الضغط (٥٨٠ ملجرام)

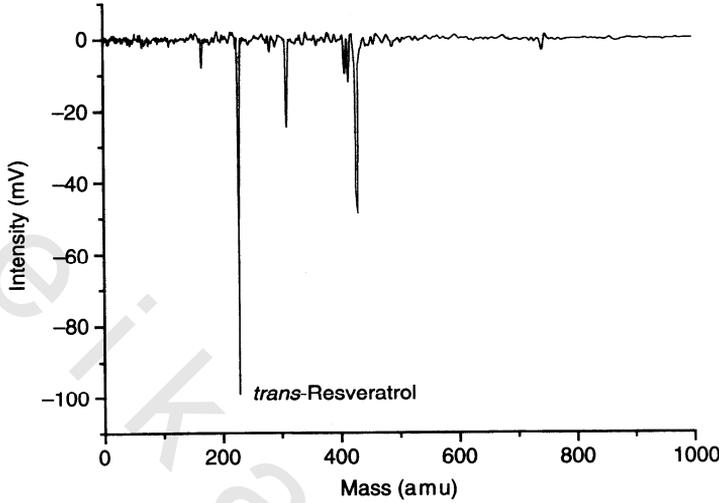
يعرض الشكل رقم (١٢،٨) طيف تسريع الوقت (time of flight spectrum) المتحصل عليه من عينة أوراق كرمة باستخدام نفس طريقة تحضير العينة. وتحت ظروف التجربة المعتادة، وكالسابق، فقد تأكد بأنه لم يتبقى أي ترانس-ريسفيراترول في بقايا الأوراق بعد الضغط على البارود. كانت قمة الريسفيراترول واضحة وملاحظة بوضوح مما يظهر كيف يُمكن/ويُسَهَّل الجمع بين التأين الانتقائي زائداً براعة مطيافية تسريع الوقت TOFMS من التحديد الواضح والتحليل لمكون واحد بدون تداخل مع بقية مكونات العينة، وهذا بالطبع، واحد من المميزات الرئيسة لهذه التقنية الموجودة حالياً.

لهذه العينة (عينة أوراق الكرمة)، فقد قدر محتواها من الترانس-ريسفيراترول باستخدام طريقة الإضافات القياسية (standard additions method) أي، إضافة كميات معلومة من الترانس-ريسفيراترول لعدة عينات متماثلة متطابقة من زيت أساسي من الأوراق؛ القيمة المتحصل عليها للانترسبت (الجزء المحصور الواقع بين خطين في رسم بياني) مع المحور إكس (X axis) يعطيان كمية المادة المحللة في العينة الصفرية (blank). يتم الحصول على ٩ ميكروجرام (µg) ترانس-ريسفيراترول في كل جرام من الأوراق، أي ٩ جزء في البليون ترانس-ريسفيراترول، وبالرغم من أن هذه القيمة تبدو منخفضة عند مقارنتها مع قيم أخرى منشورة، إلا أنها ليست كذلك إذا وضع اعتباراً للتطور الطبيعي (natural evolution) لمحتوى نبات الكرمة من الترانس-ريسفيراترول. ينتج الترانس-ريسفيراترول في بداية فصل الربيع (spring) لحماية النبات ضد العدوى وينخفض المحتوى مع التطور الموسمي للنبات (seasonal evolution)؛ عليه، فإن إنتاجه مثالي (optimum) في الأوراق الصغيرة (عمرًا) أثناء شهر يونيو ويوليو.^(١٢٧) في العنب ينخفض الترانس-ريسفيراترول مع النضج ويكون محتوى الثمار الناضجة منه

صفراً.^(١٢٨) في هذه الحالة، فإن التجارب تجرى في شهر ديسمبر بعد حصاد العنب، وعليه، فليس بمستغرب أن نجد تركيزاً منخفضاً للترانس- ريسفيراترول في أوراق الكرمة.

لقد تم حساب حد الكشف لتحليل الترانس-ريسفيراترول في أوراق الكرمة من هذا الطيف. حدود الكشف لطريقة ما، هي أقل تركيز للمادة/للمواد المحللة والذي ينتج استجابة قابلة للكشف فوق مستوى الضوضاء/الضجيج للنظام؛ وبصفة عامة أو عادة، يفترض أن يكون هذا ثلاثة أضعاف مستوى ضوضاء (النظام). ومن هنا فإن حدود الكشف الأفضل عن ٠,٠٠٢ جزء من المليون أي ما يساوي ٢ جزء من البليون للترانس-ريسفيراترول في أوراق الكرمة، قد تم حسابه، والذي يساوي أو يعتبر ثابتاً متماشياً ومتوافقاً مع الحد الذي وجد سابقاً لقشر العنب. هذه القيمة متوافقة مع قيم الأعمال السابقة، أيضاً مع مجموعة المؤلف، والتي ذكرت حدود اكتشاف بمقدار ٥ جزء في البليون ترانس-ريسفيراترول في قشر العنب،^(١٢٥) ويبدو أنه متوافق مع آخر تقنيات (مهارات) التحليل الكيميائي، للمركبات غير الطيارة غير المتحملة للحرارة (thermally labile).

استخدمت هذه التقنية لدراسة إثارة، استخراج الريسفيراترول في العنب بعد الحصاد (post-harvest elicitation) بعوامل/وسائل خارجية عديدة. وبالتالي، فقط أجريت عدة تجارب تم فيها الاستخدام الخارجي للريسفيراترول في كثير من الفواكه للمحافظة على جودتها بعد الحصاد، وكما سيوضح في القسم رقم ١٢,٧.



الشكل رقم (١٢,٨). طيف تسريع الوقت (time of flight spectrum) من عينة أوراق عنب تم الحصول عليها تحت الظروف التجريبية العادية $E_d = 40$ مليجول/نبضة على 1064 نانوميتر؛ $E_i = 800$ ميكروجول/نبضة على $302,1$ نانوميتر.

$$E_d = 40 \text{ mJ pulse / at } 1064 \text{ nm;} \\ E_i = 40 \text{ } \mu\text{J / pulse at } 302,1 \text{ nm}$$

(١٢,٥) طرق تحسين المقاومة الطبيعية للفواكه

Method for Improving Natural Resistance in Fruit

سيتم استعراض دور علم أمراض النبات (plant pathology) فيما يعرف بالإدارة المتكاملة للآفات (Integrated pest management (IPM))، في هذا الجزء.

هناك حاجة لتخزين كميات كبيرة من الفواكه لفترة قد توصف بأنها طويلة قبل أن تسوق للمستهلكين، مما يسبب فوآقد كبيرة بسبب هجوم الممرضات والشيخوخة الطبيعية. لا تخلو الحلول المؤسسة جيداً لتحسين هذا الوضع والمعتمدة على استخدام مبيدات الآفات الاصطناعية (synthetic pesticides) من المشاكل، ذلك فيما يتعلق بالمخاطر المحيطة بصحة البشر والتأثيرات البيئية التي تسببها مبيدات الآفات الكيميائية (chemical pesticides).

تعتمد الإستراتيجيات الجديدة المتخذة لحل هذه المشاكل على تطوير طرق لتحسين المقاومة الطبيعية للنباتات باستخدام عملياتها الطبيعية الذاتية المثبطة للأفات من أجل السيطرة على الفساد.

لقد أجريت أبحاث كثيرة لتحديد نواتج أيض النباتات الثانوية تلك وللتعرف عليها، ولفهم التفاعلات المتداخلة بين المضيف-الطفيل (host-parasite interaction). (١٢٩-١٣١) على سبيل المثال، منذ ١٩٩٠ نشرت كثير من الدراسات والتي تناولت تطور النباتات المعدلة/المحورة وراثياً المقاومة للمرض (disease-resistant transgenic plants).

وعلى أي حال، ما زال التحليل الوراثي الشامل للتفاعلات المتداخلة للعائل-الطفيل غير عملي (impractical)، بحيث ما زال استخدام المعالجة النباتية المرضية التقليدية (classical phytopathologic approach) لتنشيط استجابات النبات الدفاعية، مستمراً. (١٣٩، ١٤٠)

فيما سيأتي، يتم عرض أمثلة لآخر ما تم التوصل إليه (state-of-the-art) في الدراسات العلمية بعد الحصاد باستخدام معالجات مختلفة لتحسين المقاومة الطبيعية في الفواكه. وسيتم تغطية الموضوعات التالية:

١- الطرق المتولدة بالضغط (stress-induced methods): طرق معالجات إنقاص الأكسجين في الأنسجة وطرق أخرى (anoxic & other treatments).

٢- الاستخدامات المباشرة الخارجية للفايتواليكسينات النباتية كمبيدات آفات طبيعية.

٣- تثبيط تحلل الفواكه (fruit decay inhibition).

٤- النباتات المحورة وراثياً المقاومة للمرض.

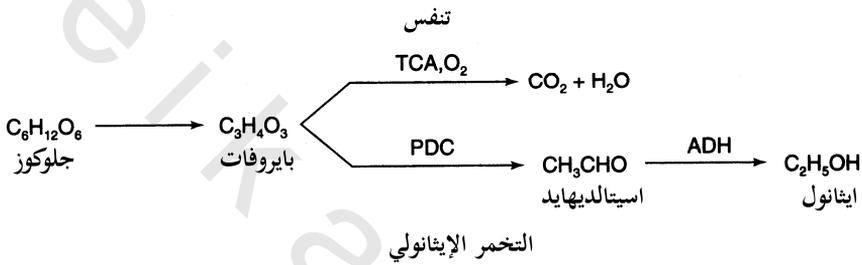
(١٢,٦) معالجات إنقاص الأكسجين وغيرها

Anoxic and Other Treatments

أحد الحلول المستخدمة لتقليل فواقد ما بعد الحصاد، التخزين في جو متحكم فيه (controlled atmosphere storage)؛ تخزين محاصيل معينة تحت ظروف مختلفة (تركيزات أكسجين منخفضة، درجة حرارة منخفضة، تركيزات ثاني أكسيد كربون عالية... إلخ) لإبطاء العمليات الأيضية مثل الإنضاج. مع هذا المشهد، من المهم مراقبة الاستجابات الأيضية للمحاصيل المحصودة تحت هذه الظروف من أجل تطوير أنظمة تخزين جيدة.

إحدى العمليات تحت الدراسة هي الموازنة بين التنفس والتخمير الكحولي، الذي يعتمد على أحوال تركيزات الأكسجين.^(٧١، ١٤١، ١٤٢) في الظروف الهوائية الطبيعية (٢١٪ أكسجين) تنتج النباتات الطاقة من خلال التنفس بأكسدة البايروفات (oxidation of pyruvate)، من خلال دورة كريس (tricarboxylic acid cycle) (TCA) والفسفرة التأكسدية (oxidative phosphorylation) في وجود أكسجين الجو (atmospheric O₂)، إلى ثاني أكسيد كربون وماء. تحت ظروف عوز (عدم وجود/نقص) الأكسجين (anoxic conditions)، على النبات أن ينتج الـ ATP (الأدينوزين ترايفوسفات) (Adenosine triphosphate) بدون استهلاك أكسجين بعمليات تخمر مختلفة؛ هذه الظاهرة شائعة في الطبيعة (common in nature)، على سبيل المثال، تحت ظروف الفيضانات (flooding) والثلوج (ice-encasement) فقد طورت النباتات مسارات تخمر (fermentation pathways) مختلفة والتي تلعب دوراً مهماً في البقاء أثناء الأوقات الطويلة لعوز الأكسجين. وأحد مسارات التخمر الأكثر شيوعاً هو التخمر الإثانولي (الكحولي) (ethanolic fermentation) والذي فيه تتم إزالة مجموعة الكاربوكسيل (de carboxylated) من البيروفات وتحويله إلى أسيتالديهيد بواسطة

أنزيم البيروفات ديكاربوكسيليز (pyruvate decarboxylase(PDC))، والذي من ثم يتم اختزاله إلى إيثانول بفعل إنزيم الكحول الديهايدروجينيز (alcohol dehydrogenase (ADH)). ويوضح الشكل رقم (١٢،٩) كلا من العمليتين تخطيطاً.



الشكل رقم (١٢،٩). عمليات التنفس والتخمير الإيثانولي (الكحولي).

وإذ إن التوازن بين العمليتين يعتمد على تركيز الأوكسجين، فإن دراسة المقاييس التي تقدر التنفس للتخمير أمر مهم جداً من أجل توضيح تخزين المحصول عند تركيز أوكسجين منخفض. لهذا السبب، فإن الابتعاث وتأثيرات الإيثانول والاسيتالديهيد تحت ظروف نقص الأوكسجين (anoxic conditions) أمر بالغ الأهمية والتشويق. (١٤٣-١٤٥)

بصفة عامة، الأسيتالديهيد سام (مسمم) لخلايا النباتات، ذلك بسبب شدة تفاعله (high reactivity). وقد أجريت عدة بحوث حول تأثيراته في عمليات النضج بالاستخدام الخارجي المباشر له و/ أو استخدام الإيثانول. (١٤٦) في الطماطم، تم توضيح أن التركيز المنخفض للأسيتالديهيد يشبط النضج، ولكن تعتمد النتائج على النضج الأولي للثمرة (initial fruit ripening) وعلى التركيز المستخدم وعلى فترة التعرض؛ في المقابل يُسرّع الأسيتالديهيد شيخوخة الكمثرى والأويسة (عنب الدب).

عامل مهم يجب أن نتذكره عند تخزين المحاصيل في جو منخفض الأوكسجين متحكم فيه ؛ هو معدل استعادة الظروف اللاهوائية. وبعد فترة استنزاف الأوكسجين (oxygen deprivation)، قد تسبب إعادة التعرض (re-exposure) للهواء تحطيم (إتلاف) أنسجة النبات ، وفي بعض الأحوال يكون ذلك أكثر ضرراً من عدم توفر الأوكسجين نفسه.^(١٤٧)

إن العامل المسبب للخطر الحادث في أنسجة النبات ما بعد عوز الأوكسجين (post-anoxic)، هو الأستيتالديهايد. أثناء عوز الأوكسجين ، يحصل النبات على طاقة من خلال التخمر الكحولي وبالتالي يتجمع الإثانول في الأنسجة. وعندما يعاد تعرضه للأوكسجين ، يتأكسد الإثانول إلى الأستيتالديهايد ، والذي يعتقد بأنه مسئول عن أذى ما بعد عوز الأوكسجين. يحدث ابتعاث الأستيتالديهايد بعد دقائق قليلة من استعادة (recuperation) الحالة الطبيعية للأوكسجين (normoxic condition) كما تم توضيحه ، أن إثباته في الفلفل الأحمر (red peppers)،^(١٩) وهذه إشارة واضحة إلى أن أكسدة الإثانول سببها التكون السريع لأنواع الأوكسجين النشطة (active oxygen species (AOS)) مثل فوق أكسيد الهيدروجين (الهيدروجين بيروكسايد hydrogen peroxide).^(١٤٨، ١٤٩)

وقد تم توضيح أن الاستعادة المتدرجة لأحوال الأوكسجين الطبيعي قد تقلل الآثار الضارة لاستعادة التهوية (reaeration). وقد أثبت هذا الأمر ، وعلى سبيل المثال ، في فلفل الريد بيل (الشطة صنف الريد بيل red bell pepper) بقياس ابتعاث الأستيتالديهايد ما بعد عوز الأوكسجين كدالة لمعدل / سرعة استعادة تركيز الأوكسجين (function of the restoration rate of the O₂ concentration)،^(٦٠) وكما يرى في الشكل

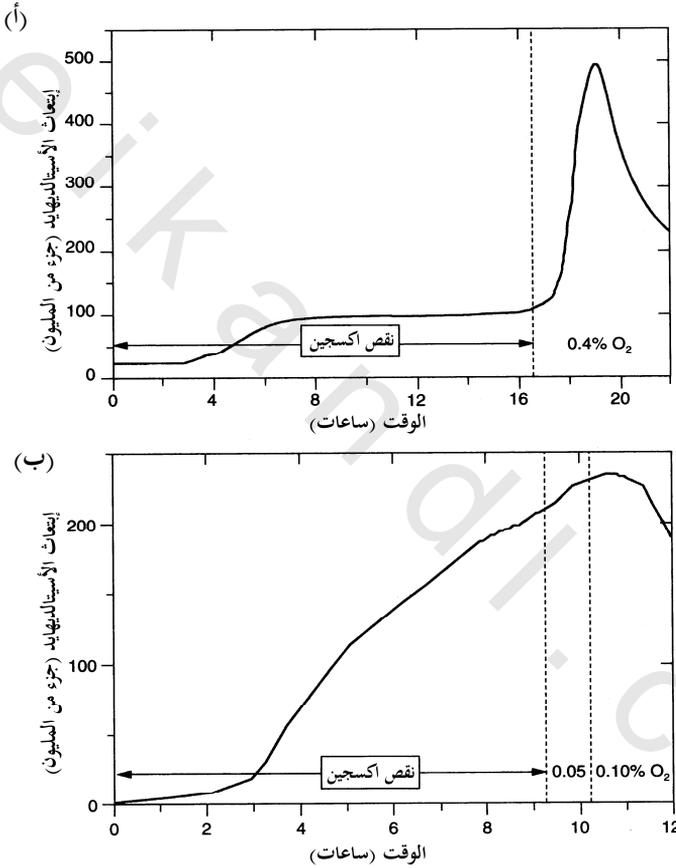
رقم (١٠، ١٢).

يوضح الشكل رقم (١٠, ١٢ أ) ابتعاث الأستيلديهايد في الفلفل (صنف الريد بيل) تحت ظروف عوز الأوكسجين، تتم ملاحظة بدء التخمر بوضوح بالقمة البالغة حوالي ٣,٥ ساعة بعد إدخال الثمار في بيئة عوز الأوكسجين (anoxic environment). وكما تمت الإشارة إليه أعلاه، فإن التحول المباشر إلى جو طبيعي الأوكسجين (normoxic atmosphere) يؤدي إلى ارتفاع مفاجئ في تركيز الأستيلديهايد؛ وفي هذا المثال، تمت محاولة تثبيط الأستيلديهايد بإضافة ٠,٤٪ أوكسجين ما بعد عوز الأوكسجين (post-anoxic addition)، ولكن حتى هذا التركيز البسيط للأوكسجين أنتج إفرازاً عالياً للأستيلديهايد واستمر إفرازه لمدة حوالي ٢٠ دقيقة، كما هو موضح بجلاء في الشكل رقم (١٠, ١٢ أ). وفي تجارب تالية (الشكل رقم ١٠, ١٢ ب)، استخدمت تركيزات أوكسجين منخفضة في تهوية عينة فلفل الريد بيل. وبعد حوالي ٩ ساعات تحت ظروف عوز الأوكسجين تم إدخال ٠,٥٪ أوكسجين في الكيوفيت (cuvete)، مما أدى إلى زيادة بنسبة ٢٠٪ في ابتعاث الأستيلديهايد في مدة ساعة؛ من هذه النقطة، أدت زيادة محتوى الأوكسجين تدريجياً، إلى انخفاض (بطيء) في إنتاج الأستيلديهايد.

فتح هذا الاكتشاف الطريق للأبحاث متتالية في موضوع توضيح/تهية الأحوال/الظروف التي فيها يستعاد الجو الطبيعي للأوكسجين في مخازن جوها، جو أوكسجين منخفض متحكم فيه (low oxygen CA storage facilities)، بهدف تثبيط الأستيلديهايد، وبالتالي، تثبيط ضرر (إتلاف) الفواكه والخضراوات ما بعد عوز الأوكسجين. وفي دراسات لاحقة لنفس المجموعة، لم يستطع الباحثون منع الارتفاع المفاجيء للأستيلديهايد في فاكهة الأفوكادو بالاستعادة البطيئة للوضع الطبيعي للأوكسجين بعد عوزه.^(١٥٠) ومن الواضح، هناك حاجة لمزيد من الأبحاث لتصميم طرق عامة لتثبيط أذى (إتلاف) ما بعد عوز الأوكسجين للنباتات.

لقد درست معالجات عوز الأوكسجين في مختبر المؤلف بهدف استخراج الترانس - ريسفيراترول فايثواكسين في العنب بعد الحصاد. أوضحت النتائج المتحصل عليها أن هناك زيادة في محتوى الريسفيراترول مع المعالجات التي تصل إلى ٢٤ ساعة،

ولكن أوضح مسار (طول) وقت التطور بأن المحافظة على المحتوى العالي للريسفيراترول تتحقق بشكل أفضل مع معالجات نقص الأكسجين القصيرة (التي تستغرق وقتاً قصيراً حوالى ٦ ساعات).



الشكل رقم (١٠، ١٢). (أ). إفراز الأستالديهايد في الفلفل الأحمر صنف الريد بيل تحت أحوال أكسجين مختلفة. سبب الارتفاع المفاجيء للأستالديهايد بعد عوز الأكسجين إدخال فقط، ٤، ٠ أكسجين والملاحظ بشكل واضح. (ب) تثبيط الارتفاع المفاجيء للأستالديهايد بعد عوز الأكسجين في الفلفل الأحمر صنف الريد بيل بالاستعادة التدريجية لتركيز الأكسجين، مأخوذ من المرجع رقم (٦٠، Oomens et al.).

أخيراً، يستخدم التطور الذي حدث في آثار إحداه إجهاد في الفواكه (بالتحديد العنب) الأشعة فوق البنفسجية (UV) على الفواكه. (١٥١-١٥٥) والمثال الجيد لهذه الطريقة هو الطريقة التي طورها كانتوس وآخرون، (١٥٦) والتي فيها تحققت زيادة في محتوى الريسفيراترول بمقدار ١١ ضعف تشيع العنب لوقت قصير جداً (٣٠ ثانية) عند طول موجة ٥٣٤ نانوميتر ($\lambda = 534\text{nm}$)، مع بقاء الخواص الحسية للفاكهة بدون تغيير. في الجانب الآخر، تم توضيح أن الأشعة فوق البنفسجية قد تقلل عفن عنب الطاولة (table-grapes) بعد الحصاد. (١٥٧)، (١٥٨) وقد بحثت الدراسات اللاحقة فقط، وقت تطور العنب المتلف ولم يتم إجراء أي تحليل كيميائي. وعلى أي حال، فقد تم إثبات الارتباط بين تحسين المقاومة الطبيعية للملاحظة للعنب، وانتزاع محتوى الريسفيراترول بجلاء، في المراجع ١٥١-١٥٦. وكما تم توضيح المثال على هذا الارتباط، في القسم التالي.

(١٢،٧) استخدام الفايثوالكسينات النباتية

Application of Plant Phytoalexins

كما أشير مبكراً، وللحظة كتابة هذا الكتاب تم التعرف على عشرات الآلاف من نواتج أيض النبات الثانوية وهناك براهين تشير إلى أن معظم هذه المركبات تشترك في الآليات الدفاعية للنباتات، وبذلك تمثل مخزوناً كبيراً لمبيدات الآفات الطبيعية التي تستخدم لمكافحةها. (١٥٩) في الحالة المحددة لنبات الكروم، أحد أهم آليات مقاومتها للأمراض الفطرية تتضمن تصنيع الترانس-ريسفيراترول كاستجابة للعدوى. (١٦٠-١٦٢)

أجريت معظم الأبحاث في خاصية السمية الفطرية (fungi toxic character) للريسفيراترول حول دوره ضد البوترياتيس سينيريبي (*Botrytis cinerea*)، ولكن قد تم توضيح أن الريسفيراترول يحسن مقاومة نبات الكروم لأنواع أخرى مثل الرايزوبس

استونيفر (*Rhizopus stonifer*).^(١٥٥) والبلازموبارا فيتيكولا (*plasmopara viticola*)^(١٦٣) والفوموبسيس فيتيكولا (*phomopsis viticola*)^(١٦٤). تجعل الخاصية المضادة للفطر غير المحددة نوعاً ما والتجمع الانتقائي للترانس-ريسفيراترول في قشر العنب تجعل من الترانس-ريسفيراترول مبيد آفات طبيعياً جيداً ضد هجمات الممرضات، وكذلك لتحسين مقاومة العنب الطبيعية للعدوى الفطرية.

من أجل إثبات هذه الإمكانية، تم غمر عدة عناقيد عنب في محلول مائي للريسفيراترول (١٠ × ١٠^{-٤} م، 1.6 × 10⁻⁴ م). وتم غمر عدد مماثل من العناقيد في ماء مقطر تقطيراً ثنائياً (مرتين، bidistilled water) لنفس الوقت. بعد هذه المعاملة قصيرة الوقت، حفظت الثمار في الهواء الطلق (open air) على درجة حرارة الغرفة. يوضح الشكل رقم (١٢، ١١) النتائج المتحصل عليها للعنب الأبيض صنف الأليدو (Aledo variety).^(١٦٥، ١٦٦) ثم الحصول على الصورة بعد عشرة أيام من المعاملة وقد تمت ملاحظة وجود فروقات معنوية في مجموعتي العناقيد؛ فبينما حفظت العناقيد المعاملة بالريسفيراترول شكلها الفيزيائي (الطبيعي) بدون علامات فواقد أو تدهور، جفت العناقيد التي لم تعالج أو تعامل وليس ذلك فقط، بل أصيبت بالعدوى بشكل واضح وتدهورت مع تطور موضعي للفطريات.

فتحت هذه النتيجة الطريق لبحوث متتالية لفواكه أخرى. وفي الحقيقة، فإن الفطر النباتي الممرض (phyto pathogenic) الـ *B. cinerea* قد يعدى مدى واسعاً من النباتات العائلة بدون تخصص واضح (apparent specialization) [ثمار العناب (berry fruits) وخضراوات بستانية (horticultural vegetables) ونباتات أحادية الفلقة (monocotyledons) والخضراوات البصلية (bulbs) ونباتات الزينة (ornamentals).... إلخ] وأنه قادر على عدوى أكثر من ٢٣٥ من أنواع نباتات محددة.^{١٦٧} بالإضافة لذلك، قد

نقلت جينات عنب الكرملة (نبات معترش من الفصيلة الكرمية ثماره حلوة معروفة) التي ترمز (encoding) للريسفيراترول سينثيز (resveratrol synthase)، إلى النباتات التي عادة، لا تنتج هذا المركب مثل التبغ (tobacco)، (١٣٥، ١٣٦) والأرز (١٣٧) والطماطم (١٣٨) مع نتائج مرضية، وقد نقلت النشاط المضاد للفطريات للترانس-ريسفيراترول إلى الأنسال الجينية (الوراثية) المحورة (transgenic line)، والحصول على مزيد من النباتات المقاومة.

ومن أجل إثبات قدرات الريسفيراترول كمبيد آفات طبيعي، أجريت بحوث متتالية في استخداماته في فواكه أخرى غير العنب، وقد حصلت على نتائج مشابهة، باستثناء وقت التعفن. وقد تم الحصول على نتائج رئيسة للتفاح والطماطم والأفوكادو والفلفل. ويفتح هذا الكشف الجدير بالاهتمام، الطريق نحو المحافظة على جودة الفواكه بعد الحصاد بالاستخدام الخارجي للريسفيراترول (exogenous application of resveratrol).

ومن المثير للاهتمام والمشوق أن نذكر أنه بالرغم من ادعاء بعض الكتاب/ المؤلفين بأن المخاطر الصحية للإنسان والمرتبطة باستهلاك الكيمياءات الطبيعية الموجودة في الأغذية، قد تكون حتى أكبر من مخاطر بقايا مبيدات الآفات، (١٦٨، ١٦٩) فقد أثبتت عدم سمية الريسفيراترول، مسبقاً. ومن الفعالية، أن أحد المراحل الرئيسية لتطور مبيدات الآفات الطبيعية الجديدة هي مرحلة دراسة الخواص السمية والبيئية (toxicological and environmental properties) للمركب المراد استخدامه. (١٥٩)

عوامل السيطرة البيولوجية (الحيوية) هي بعض البدائل المثيرة للاهتمام، فيما يتعلق باستخدام مبيدات الآفات الكيميائية الضارة، ولكن لا بد من إثبات مأمونيتها فيما يتعلق باستهلاك الإنسان. في حالة الريسفيراترول ركزت أعداد كبيرة من البحوث في الوقت الحالي، على الفوائد الصحية لاستهلاك الريسفيراترول (انظر المراجع

١٧٠-١٧٣ للاستعراضات التي تناولت هذا الموضوع)، وكما أعطت استهلاك الريسيفراترول قيمة مضافة كمبيد آفات طبيعي.

(١٢،٨) المعاملة (المعالجة) الحرارية قبل التخزين

Prestorage Heat Treatment

استخدمت المعاملة الحرارية، منذ سنوات عديدة، للسيطرة على أمراض المنتجات المحصودة ولمقاومة عدوى الحشرات (insect disinfection) في الخضراوات والفواكه. وبالرغم من أن المعاملة الحرارية شائعة بالحجم التجاري منذ بدايات القرن العشرين، إلا أن هذا الاستخدام قد ترك مع تطور مبيدات الآفات الاصطناعية والكيميائية. في الوقت الحاضر، ومع تزايد وعي المستهلك حول مخاطر استخدام الكيماويات الزراعية (agrochemicals)، وكما أشير إليه مسبقاً، فقد كان هناك اهتمام متولد ومنبعث، بالمعاملة الحرارية بعد الحصاد (post-harvest heat treatment)، وهي إحدى المعالجات غير الكيميائية الأكثر وعداً فيما يتعلق بالحفظ و/أو المحافظة على جودة المنتجات البستانية.^(١٧٤)

بصفة عامة، يمكن تقسيم المعاملة الحرارية التقليدية إلى معاملة لوقت قصير (لمدة ٦٠ دقيقة في الماء على ٤٥ - ٦٠ م°) أو معاملة لوقت طويل، وما يعرف بمعاملة التقديد (curing treatment) (لمدة ١٢ ساعة إلى ٤ أيام في بخار أو هواء جاف على ٣٨ - ٤٦ م°).^(١٧٥) وبالرغم من أن معاملات التقديد هي الأولى (السابقة) استخداماً وآثارها المفيدة فيما يتعلق بخفض تعفن المحاصيل وتحسين (تمديد) فترة الصلاحية قد أثبتت بدرجة كبيرة، إلا أن هذه التقنية صعبة التنفيذ على المستوى التجاري، وذلك نتيجة لتكاليف تسخين أحجام كبيرة من الفواكه لفترات طويلة. ولقد أثبتت الآثار المفيدة لغمر كثير من الفواكه والخضراوات قبل التخزين (prestorage hot water dipping).^(١٧٦)

التقنية المنفذة/المستخدمة في هذا الحقل طريقة للغسيل والتعقيم المتزامنين، للمنتجات الطازجة المحصودة، وهي معاملة الشطف بالماء الساخن والفرش لوقت قصير ((short hot water rinse and brushes treatment (HWRB)).^(١٧٧) تشمل المعاملة المصممة لتكون جزءاً من خط الفرز الذي يستخدمه المنتج (product sorting line)، على وضع المحاصيل على فرش مدورة (rotating brushes) وشطفها بالماء الساخن (عند درجات حرارة متغيرة اعتماداً على نوع الفاكهة) لوقت قصير جداً (نموذجياً ١٠-٣٠ ثانية).^(١٧٤)

أحد الآثار الرئيسة للمعاملة الحرارية بما في ذلك الشطف بالماء الساخن والفرش لوقت قصير (HWRB)، التعقيم. يتم تثبيط عفن المحصول بالفعل المباشر للغسيل بالماء (direct cleaning action) زائداً الفعل القاتل للحرارة على الممرضات على سطوح الفواكه؛ ويمكن تحفيز الفعل الأخير هذا، بإضافة مبيدات الفطريات في الماء المستخدم في المعاملة، وبذلك تحسين أداء المركب الكيميائي الزراعي، وبالتالي تقليل الجرعات المطلوب استخدامها.^(١٧٨-١٧٩) وعلى أي حال، لا يفسر التعقيم بذاته تثبيط العفن الملاحظ، إذ إنه غير كاف لمنع المزيد من العدوى أثناء التخزين، وقد وجد أنه قد يكون للمعاملة الحرارية أثر غير مباشر من خلال توليد استجابات دفاعية من الفواكه المعاملة.^(١٨٠-١٨٢)

جزء مهم من المقاومة المحفزة هذه، هو تحسن في التئام/ براء الجراح (wound healing). تُذيب الحرارة شموع القشرة الخارجية (epitcular waxes) وتملأ شقوق الطبقة الشمعية (cracks in the cuticle) لتفادي استخدامها كمواقع اختراق من قبل الممرضات. زد على ذلك، يتم تغليف الجراثيم النابتة في هذه الجروح الصغيرة الدقيقة وتثبيطها بفعل الشمع المذاب (molten wax).^(١٧٧، ١٨٣) وفضلاً عن هذا الأثر الفيزيائي، فقد وصفت بعض الاستجابات الفسيولوجية في الفواكه بعد المعاملة الحرارية؛ ومنها توليد بروتينات ذات علاقة بالممرضات (PR) مثل الشيتينيز (chitinase) أو بيتا - ١، ٣- جلوكانيز (B-1. 3- glucanase) وتثبيت الأغشية الخلوية (stabilisation of cell

(membranes)؛ بعث/استخراج المركبات المضادة للفطريات؛ وتثبيط تصنيع الإنزيمات المحللة للجدران (wall hydrolytic enzymes) (البوليغلاكتيوروبورونيزات، polygalacturonases)؛ و/أو تأخير معدل هدم المركبات المضادة للفطريات سابقة التكوين الموجودة في الفاكهة غير الناضجة. (١٧٤، ١٨٤)

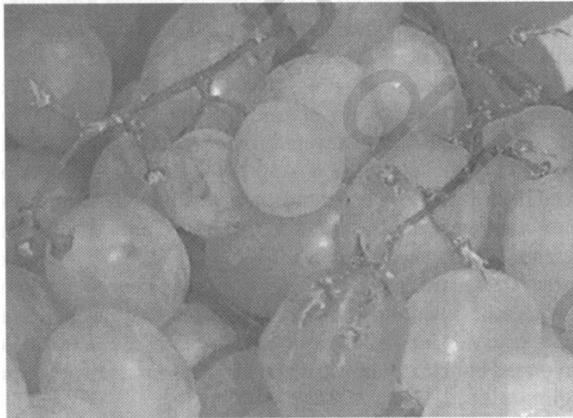
يجب ضبط الظروف المثلى لمعاملة الشفط بالماء الساخن والفرش (HWRB) لتناسب كل محصول على حدة، لأن القياسات المستخدمة (بالتحديد الوقت ودرجة الحرارة) تعتمد على نوع الفاكهة أو الخضراوات المعالجة. ويوضح الشكل رقم (١٢، ١٢) مثالين.

يوضح الشكل رقم (١٢، ١٢) أ) تأثيرات (المقاسة بنسبة حدوث العفن) معاملة الشفط بالماء الساخن والفرش لمدة ١٥ ثانية وعلى خمس درجات حرارة مختلفة، على ثمار التفاح (التفاح الذهبي اللذيذ Golden delicious) ^{١٨٥}؛ تجرى المعاملات فوراً بعد الحصاد ويقاس العفن بعد ٤ أشهر من التخزين على ١° م زائداً ١٠ أيام على ٢٠° م. يزيد تثبيط العفن مع ارتفاع درجة الحرارة حتى ٥٥° م، حيث تم حفظ الفاكهة بنسبة ٧٠٪ زيادة عن ما تحقق من حفظ للمجموعة المرجعية (غير المعاملة). على درجات حرارة أعلى، أدت المعاملة لتعطيم/إتلاف حراري (heat damage) للفاكهة وكان العفن حتى، بدرجة أكبر مما في المجموعة المرجعية. يوضح الشكل رقم (١٢، ١٢) ب) تأثيرات كل من درجة الحرارة والوقت بإثبات حدوث التعفن في الفلفل الحلو بعد معاملة الشفط بالماء الساخن والفرش HWRB على ثلاث درجات حرارة مختلفة ٥٠ و ٥٥ و ٦٠° م) ومرتين عند كل درجة حرارة (عند الثانية ١٢ والثانية ٢٨). (١٧٧) أعطت معاملات الـ ١٢ ثانية نتائج مشابهة للنتائج المتحصل عليها من التفاح؛ وجد أن درجة الحرارة المثلى هي ٥٥° م مما يَكُن من حفظ الفاكهة بزيادة تصل إلى ٧٣٪ أكثر مما تحقق من حفظ للعينات المرجعية (التي غسلت بفرش جافة، فقط). في المقابل أعطت عينات الـ ٢٨ ثانية نتائج سالبة في كل الحالات والتي سببها الأساسي (النتائج السالبة) هو الإتلاف الحراري للفاكهة والنتائج من طول فترة

المعاملة. وهذا هو الحال تحديداً، للعينات المعاملة بـ ٥٥ و ٦٠ م، والتي يبلغ الإتلاف فيها نسبة ٥٪ و ٤٠٪، على التوالي.



(أ)

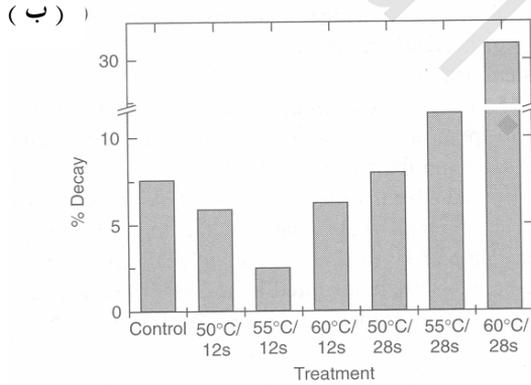
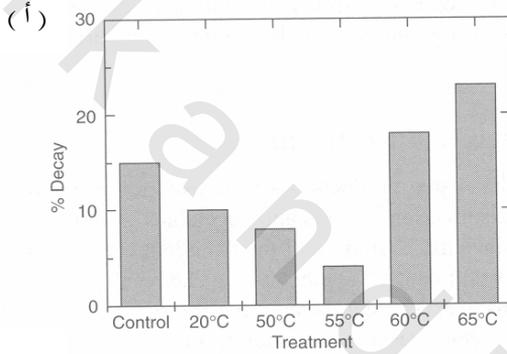


(ب)

الشكل رقم (١١، ١٢) (أ). عنقود عنب صنف الأليدو (Aledo) مغمور لمدة ٥ ثوانٍ في ماء مقطر ثنائي التقطير بعد ١٠ أيام من التخزين على درجة حرارة الغرفة. (ب) عنقود عنب من صنف الأليدو (Aledo) مغمور لمدة ٥ ثوانٍ في ١٠ x ١,٦ م^{-٤} مولر (M) ريسفيراترول ومخزن تحت نفس الظروف. حالتهم الصحية المختلفة واضحة.

نسبة التعفن ليست هي القياس الوحيد الذي يجب إعطاؤه اعتباراً عند تقييم فعالية معاملة الشطف بالماء الساخن والفرش لوقت قصير لمحصول معين؛ وقد درست

قياسات أخرى مثل قياسات جودة الفواكه (الصلابة واللون والإشراق (اللمعان) والجوامد الذائبة الكلية والحموضة المعايرة (titrable acid) والإتلاف الحراري، ... الخ) والتنفس (إنتاج ثاني أكسيد الكربون) وابتعاث الإثيلين وتأثير معاملة الفواكه بعد تلقيحها (inoculation) بالأمراض الأكثر شيوعاً وهكذا. في الوقت الحالي استخدمت التقنية في الفلفل^(١٧٧) والبطيخ^(١٨٦) والمانجو^(١٨٧) وثمره الليشي^(١٧٨) والقريب فروت المنمي/المنتج عضوياً (organically grown grape fruit)^(١٨٣) والتفاح^(١٨٥).



الشكل رقم (١٢، ١٣) (أ) تأثير معاملات الشطف بالماء الساخن والفرش لمدة قصيرة (HWRB) على درجات حرارة مختلفة على حوادث تعفن ثمار تفاح القولدن دليشصي، الذهبي اللذيذ، بعد ٤ شهور من التخزين على ١ م، و-١٠ أيام على ٢٠ م (مأخوذ من Fallik et al.,¹⁸⁵). (ب) تأثير معاملة الشطف بالماء الساخن والفرش بمختلف درجات الحرارة والوقت على حدوث التعفن في الفلفل الحلو، بعد ١٤ يوماً من التخزين على ٧ م و ٣ أيام على ٢٠ م (مأخوذ من Fallik et al.,¹⁷⁷).

(٩، ١٢) النباتات المحورة وراثياً المقاومة للأمراض

Disease-Resistant Transgenic Plants

تتمثل مزيد من المعالجة لخفض فواقد ما بعد الحصاد على المستوى العالمي (global post-harvest losses) التي تسببها الممرضات، في إدخال الجينات المقاومة للأمراض في الزراعة. بالتحديد، الجينات النباتية المقاومة (plant resistant genes) (التي يرمز لها عادة -بالجينات- آر R-genes) هي التي استخدمت استخداماً مكثفاً لتطوير النباتات المحورة وراثياً المقاومة للأمراض.^(١٨٩) ومنذ إثبات مقاومة الأمراض المحفزة للنباتات المحورة وراثياً في بدايات التسعينيات (early, 1990s)، أجريت كثير من الدراسات في تصنيع مئات الجينات-آر (الجينات النباتية المقاومة) بهدف إيجاد الظروف المثلى للمقاومة التي أحدثتها الجينات-آر (R-gene) بواسطة التحوير الهندسي الوراثي (genetic engineering)،^(١٣١-١٣٨، ١٩٠، ١٩١) وأنه خارج نطاق هذا الفصل التعامل مع أو مخاطبة المعالجة الجينية (الوراثية) أو معالجة تطور النباتات المحورة جينياً (وراثياً) (genetically modified plants) المحفزة المقاومة للتعفن (القرء المهتمون يمكنهم الرجوع إلى الاستعراضات في هذا الموضوع).^(١٩٢-١٩٤) ومع ذلك، لا بأس من تعليقات قليلة والتي بالضرورة ترتبط بإنتاج النباتات المحورة وراثياً التي قد تساعد في تطوير طرق فيزيائية، خاصة طرق الكشف المعتمدة على الليزر، وبالتالي قد تساهم في البروتوكولات الجديدة لتحسين مقاومة المحاصيل بعد الحصاد.

مثال جيد لهذه الإستراتيجية نجده في تطور النباتات المحورة وراثياً والتي غيرت خواص الابتعاث المتطايرة (volatile emission). وفي اتجاه خط البحوث هذا، طورت مجموعة الكوهليمير (kuhlemeier group) في بيرن (Berne) نباتات طماطم محورة وراثياً والتي أظهرت إنتاجاً محسناً للمركب الطيار؛ الاستيتالديهيد. أشار التحليل المقارن لمثل هذا الابتعاث الطيار من الطماطم المحورة وراثياً ومصابة بالعدوى، والطماطم البرية (wild tomatoes)، والتي أجريت بطريقة المطيافية الضوئية السمعية الليزرية (LPAS)، وبجلاء فإن ابتعاث الأستيتالديهيد في الثمرة المحورة وراثياً أخذ وقتاً أقل مقارنة

بالابتعاد من الطماطم البرية. يمكن فهم هذا الانخفاض في الوقت ، باعتبار إمكانية أن الثمار المحورة وراثياً تستخدم هذا المكون فوراً وبدرجة أكبر وبكفاءة أكثر بعمليات أخرى أثناء التفاعل مع المرض / الممرض ، وبمعنى آخر ، تتحكم تفاعلات أخرى في آليات الدفاع ضد الممرضات. ولذلك ، فهذا بيان جيد للتفاعل (interplay) بين المعالجات الجينية والفيزيائية المساهمة في التحديد الواضح للأسيتالديهايد كمضاد حيوي واعد لتحسين المقاومة النباتية للإمراضية/ المرض (pathogenesis).

(١٠, ١٢) الاستنتاجات والاتجاهات المستقبلية

Conclusions and Future Trends

إن هدف هذا الفصل هو إعطاء فكرة عامة للمفاهيم الحالية لآليات الدفاع الموجودة في النباتات واستخدام هذه المعرفة لتحسين المقاومة الطبيعية في الفواكه. تعتمد دراسة آليات الدفاع النباتية على مدخلين ، معالجتين مؤسستين جيداً ومتداخلتين : المعالجة الفيزيوكيميائية الكلاسيكية (التقليدية (classical)) والجينية (الوراثية). بدأ القرن العشرين باكتشاف أن النباتات قادرة على إنتاج مواد محددة مضادة للفطريات كاستجابة لهجوم الفطريات ، وانتهى بتطور النباتات المحورة وراثياً المقاومة للأمراض. وقد أجريت أعداد كبيرة من الأبحاث حول طبيعة تفاعلات العائل-المضيف ، وتحديد/ معرفة نواتج أيض النبات الثانوية وخواصها المحددة فيما يتعلق ويتربط بصحة النبات ، وفي تطور النباتات المحورة وراثياً المقاومة للمرض كما جاء في المراجعة والاستعراض هنا.

وعلى أي حال ، في وقت كتابة هذا الكتاب ، ما زالت فواقد المحاصيل مستمرة في تسبب انخفاض في المحاصيل الأساسية على نطاق العالم ، بنسبة ٢٠٪. إن متطلبات الزراعة الحديثة أكثر تقييداً (more restrictive) مما كانت عليه في الماضي ، بالتحديد ، الضغوط الديموغرافية التي لا تلتين (inexorable demographic pressure) والحاجة لمبيدات آفات أكثر مأمونية بيئياً ومن ناحية السمية (environmentally and toxicologically safe pesticides). وبالرغم من أن التقنية الزراعية (agrotechnology) الجديدة المعتمدة على

الهندسة الوراثية (genetic engineering) واحدة من أكثر الفروع ديناميكية للتكنولوجيا الحيوية (biotechnology) الحديثة، إلا أن التداخلات والتفاعلات بين النباتات والمرضات معقدة جداً، وفي كثير من الأحيان، محددة أو تخص جمعاً معين بين النبات - الممرض. عليه، فإن التحليل الجيني (الوراثي) الشامل لتداخلات العائل - الممرض يكون في كثير من الحالات غير عملي، بحيث سيستمر استخدام معالجة نباتية مرضية (phytopathologic) تقليدية بدرجة أكبر، من أجل تنشيط استجابات النبات الدفاعية.

كان لتطور التقنيات الجديدة المعتمدة على الليزر آثار بالغة وكبيرة على علوم الدفاع النباتي (plant defense science) وبالتالي على تحسين المقاومة الطبيعية في الفواكه. وحقاً، إن الحلول الكبيرة لهذه التقنيات مع قدرتها على العمل على خط الإنتاج، قد مكنت من دراسة النباتات لمعرفة نواتج الأيض الثانوية، بحساسية غير مسبوقة. وهذا، بدوره، قد مكن ليس فقط من تصنيف أو تمييز النباتات المحورة وراثياً ذات المقاومة المحسنة للتغفن، ولكن أيضاً، مكن من الدراسة وفي الوقت الحقيقي للفسولوجيا والديناميكيات وراء تفاعلات النبات - الممرض. لقد عرضت أمثلة جيدة لنوعي الاستخدام هنا، وبالتحديد الطماطم المحورة وراثياً التي تظهر ابتعاثات مضادة حيوية للأسييتالديهايد، وفي المقابل، مراقبة الريسيفراترول في العنب المصاب بعدوى البوترياتيس (*Botrytis*).

ومن الواضح، أن مثل هذا الحجم من المعرفة قد تطور طبيعياً إلى معالجات وبروتوكولات جديدة والتي قد تستخدم تجارياً حتى، ذلك من أجل تحسين الحالة الصحية للفواكه بعد الحصاد. الاستخدام الخارجي للترانس- ريسيفراترول في العنب والشطف بالماء الساخن والفرش لمدة قصيرة (HWRB) لمختلف المحاصيل أمثلة ممتازة لهذه المعرفة (know-how) في المعالجة ما بعد الحصاد.

وبوضوح، فإن التفاعل بين ما يعرف بالمعالجة الوراثية والمعالجات الفيزيوكيميائية سيقود إلى تطورات نشطة قوية في البيولوجيا (الحيوية) الحديثة، وأكثر تحديداً في علوم ما بعد الحصاد (post-harvest science) في المستقبل القريب.

(١٢، ١١) المراجع

References

- (1) ABELES F B, MORGAN P W and SALTVEIT JR M E, *Ethylene in Plant Biology*, London, Academic Press, 1992.
- (2) YANG S F and HOFFMAN N E, 'Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants', *Annu Rev Plant Physiol*, 1984:35 155-89.
- (3) DE VRIES H S M, WASONO M A J, HARREN F J M, WOLTERING E J, VAN DER VALK H C P M and REUSS J, 'Ethylene and CO₂ emission rates and pathways in harvested fruits investigated, in situ, by laser photothermal deflection and photoacoustic techniques', *Postharvest Bioi Technol*, 1996 8 1-10.
- (4) LUND S T, STALL R E and KLEE H J, 'Ethylene regulates the susceptible response to pathogen infection in tomato', *Plant Cell*, 1998 10:371-82.
- (5) GRICHKO V P and GLICK B P, 'Ethylene and flooding stress in plants', *Plant Physiol Biochem*, 200 1 39 1-9.
- (6) DEIKMAN J, 'Molecular mechanisms of ethylene regulation of gene transcription', *Physiol Plant*, 1997 100 561-6.
- (7) O'DONELL P J, CALVERT C, ATZORN R, WASTERNAK C, LEYSER HMO and BOWLES D J, 'Ethylene as a signal mediating the wound response in tomato plants', *Science*, 1996:274 1914-17.
- (8) MORGAN P W and DREW M C, 'Ethylene and plant responses to stress', *Physiol Plant*, 1997 100 620-30.
- (9) PAXTON J D, 'Phytoalexins - a working redefinition', *Phytopathology*, 1981 101 106-209.
- (10) GRAYER R J and KOKUBUN T, 'Plant fungal interaction: the search for phytoalexins and other antifungal compounds from higher plants', *Phytochemistry*, 2001 56 253-63.
- (11) HAMMERSCHMIDT R, 'Phytoalexins: what have we learned after 69 years?', *Annu Rev Phytopathol*, 1999 37 285-306.
- (12) KUK J, 'Phytoalexins, stress metabolism, and disease resistance in plants', *Annu Rev Phytopathol*, 1995:33 275-97.
- (13) PURKAYASTHA R P, 'Progress in phytoalexin research during the past 50 years', in *Handbook of Phytoalexin Metabolism and Action*, eds Daniel M and Purkayastha R P, New York, Dekker, 1995 1-39.
- (14) HEEN N T, 'Evaluation of the role of phytoalexins', in *Plant Disease Control*, eds Staples R C and Toenniessen G H, New York, Wiley, 1981, 155-77.
- (15) HAHN M G, 'Elicitors and their receptors in plants', *Annu Rev Phytopathol*, 1996:34 387-412.
- (16) EBEL J and COSIO E G, 'Elicitors of plant defence molecules', *Int Rev Citol*, 1994:148 1-36.

- (17) BENHAMOU N, 'Elicitor-induced plant defence pathways', *Trends Plant Sci*, 19962 233-40.
- (18) SANDERMANN JR H, ERNST D, HELLER W and LANGE BARTELS C, 'Ozone: an abiotic elicitor of plant defence reactions', *Trends Plant Sci*, 1998347-50.
- (19) ZUCKERMANN H, HARREN F J M, REUSS J and PARKER D H, 'Dynamics of acetaldehyde production during anoxia and post -anoxia in red bell peppers studied by photoacoustic techniques', *Plant Physiol*, 1997 113 925-32.
- (20) PHAM-TUAM H, VERCAMMEN J, DEVOS C and SANDRA P, 'Automated capillary gas chromatographic system to monitor ethylene emitted from biological materials', *J Chromatogr A*, 2000868249-59.
- (21) GASMI T, ZEAITER H, ROPERO G and GONZALEZ URENA A, 'Excess traffic effects on Madrid urban atmospheric pollution: featuring ozone dynamics by infrared DIAL technique in DOAS mode of operation', *J Optics A*, 2000 2 565-8.
- (22) PLATT U, 'Modern methods of the measurement of atmospheric trace gases', *Phys Chern-Chern Phys*, 1999 1 5409-15.
- (23) MENARD T, NOMINE M, TATRY V and GODET Y, 'Technical evaluation of optical remote detection instruments: DOAS and LIDAR', *Analisis*, 199826 M55-M59.
- (24) CEROVIC Z G, SAMSON G, MORALES F, TREMBLAY N and MOYA I, 'Ultraviolet-induced fluorescence for plant monitoring: present state and prospects', *Agronomie*, 1999 19 543-78.
- (25) SAITO Y, SAITO R, NOMURA E, KAWAHARA T D, NOMURA A, TAKARAGAKI S, IDA K and TAKEDA S, 'Performance check of vegetation fluorescence imaging lidar through in vivo and remote estimation of chlorophyll concentration inside plant leaves', *Optical Rev*, 19996 155-9.
- (26) SNOOK R, 'Laser techniques for chemical analysis', *Chem Soc Rev*, 199726319-26.
- (27) WORKMAN J J, 'Review of process and non-invasive near-infrared and infrared spectroscopy, 1993-1999', *App Spect Rev*, 199934 1-89.
- (28) SASAKI T A and WILKINS C L, 'Gas chromatography with Fourier transform infrared and mass spectral detection', *J Chromatogr A*, 1999842341-9.
- (29) GRONAUER A, DEPTA G, STEGBAUER B, NESER S, BECHER S C, STANZEL H and SCHON H, 'Emission rate analysis of agricultural sources with Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy', *Agrobiol Res*, 199851 13-25.
- (30) CARDENAS L M, BRASSINGTON D J, ALLAN B J, COB H, ALICKE B, PLATT U, WILSON K M, PLANE J M C and PENKET S A, 'Intercomparison of formaldehyde measurements in clean and polluted atmospheres', *J Atm Chern*, 200037 53-80.
- (31) ZAATAR Y, BECHARA J, KHOURY A, ZAOUK D and CHARLES J P, 'Diode laser sensor for process control. and environmental monitoring', *Appl Energy*, 2000 65 107-13.
- (32) BELL A G, 'Upon the production of sound by radiant energy', *Phil Mag J Sci*, 1880 510-28.
- (33) THONY A and SIGRIST M W, 'New developments in CO₂-laser photoacoustic monitoring of trace gases', *Infrared Phys Technol*, 1995 36585-615.
- (34) HARREN F and REUSS J, 'Photoacoustic spectroscopy', in *Encyclopedia of Applied Physics*, ed Trigg G L, Weinheim VCH, 1997 volume 19,413-35.
- (35) HEKKERT S T, STAAL M J, NABBEN R H M, ZUCKERMANN H, PERSIJN S, STAL L J, VOESENEK LAC J, HARREN F J M, REUSS J and PARKER D H, 'Laser photoacoustic trace gas detection, an extremely sensitive technique applied in biological research', *Instrum Sci Technol*, 199826 157-75.

- (36) NEBIKER P W and PLEISCH R E, 'Photoacoustic gas detection for fire warning', *Fire Safety J*, 2001 36 173-80.
- (37) MCQUEEN D H, WILSON R and KINNUNEN A, 'Near and mid-infrared photoacoustic analysis of principal components of foodstuffs', *Trends Anal Chem*, 1995 14482-92.
- (38) HARREN F J M and REUSS J, 'Applications in plant physiology, entomology and microbiology; gas exchange measurements based upon spectral selectivity', in *Progress in Photothermal and Photoacoustic Science and Technology*, eds Mandelis A and Hess P, volume 3 in the series 'Life and Earth Science', Bellingham, SPIE, 1997 83-127.
- (39) SIGRIST M W, *Air Monitoring by Spectroscopic Techniques*, New York, John Wiley & Sons, 1994.
- (40) SCHAFER S, MIKLOS A, PUSEL A and HESS P, 'Absolute measurement of gas concentrations and saturation behavior in pulsed photoacoustic', *Chem Phys Lett*, 1998285 235-9.
- (41) WOLFF M and HARDE H, 'Photoacoustic spectrometer based on a DFB-diode laser', *Infrared Phys Technol*, 2000 41 283-6.
- (42) ARNOTT W P, MOOSMULLER H, ROGERS C F, JIN T and BRUCH R, 'Photoacoustic spectrometer for measuring light absorption by aerosol: instrument description', *Atmos Environ*, 1999 33 2845-52.
- (43) KUHNEMANN F, SCHNEIDER K, HECKER A, MARTIS A A E, URBAN W, SCHILLER S and MLYNEK J, 'Photoacoustic trace-gas detection using a cw single-frequency parametric oscillator', *Appl Phys B*, 199866741-5.
- (44) KINARD W F, HUNTER D B and CLARK S B, 'Applications of laser photo acoustic spectroscopy using an optical parametric oscillator to the study of complexation equilibria in dilute aqueous solutions', *J Radioanalyt Nuclear Chem*, 1998 235 1116.
- (45) BOHREN A and SIGRIST M W, 'Optical parametric oscillator based difference frequency laser source for photoacoustic trace gas spectroscopy in the 3/Jm mid- IR range', *Infrared Phy Technol*, 1997 38423-35.
- (46) <http://www.sci.kun.nl/tracegasfac/>
- (47) SIGRIST M W, BOHREN A, VON-LERBER T, NAGEL M and ROMANN A, 'Environmental applications of laser based photoacoustic spectroscopy', *Anal Sci*, 2001 17 S511S514.
- (48) ZELINGER Z, STRIZfK M, KUBAT P and CIVIS S, 'Quantitative analysis of trace mixtures of toluene and xylenes by CO2 laser photoacoustic spectrometry', *Ann Chim Acta*, 2000 422 179-85.
- (49) CHOPPIN GR and WONG P J, 'The chemistry of actinide behavior in marine systems', *Aquatic Geochem*, 1998477-101.
- (50) AGEE V B G, KATAEV M YU and SAPOZHNIKOVA V A, 'Photoacoustic detection of xylenes', *Atmos Oceanic Optics*, 19969 (3) 195-8.
- (51) GONDAL M A, 'Laser photoacoustic spectrometer for remote monitoring of atmospheric pollutants', *Appl Optics*, 1997203195-201.
- (52) YAHYAOUI W, HARNOIS J and CARPENTIER R, 'Demonstration of thermal dissipation of absorbed quanta during energy-dependent quenching of chlorophyll fluorescence in photosynthetic membranes', *FEBS Lett*, 27 November 1998440 (1) 59-63(5).

- (53) ACOSTA-AVALOS D, ALVARADO-GIL J J, VARGAS H, FRIAS-HERNANDEZ J, OLALDEPORTUGAL V and MIRANDA L C M, 'Photoacoustic monitoring of the influence of arbuscular mycorrhizal infection on the photosynthesis of com (*Zea mays* L)', *Plant Sci*, 1996 119 183-90.
- (54) DA SILVA W J, PRIOLI L M, MAGALHAES A C N, PEREIRA A C, VARGAS H, MANSANARES A M, CELLA N, MIRANDA L C M and ALVARADO-GIL J, 'Photosynthetic O₂ evolution in maize inbreds and their hybrids can be differentiated by open photoacoustic cell technique', *PlantSci*, 1995104177-81.
- (55) NAGELE M and SIGRIST M W, 'Mobile laser spectrometer with novel resonant multipass photoacoustic cell for trace gas sensing', *Appl Phys B*, 200070895-901.
- (56) MARTIS A A E, BUSCHER S, KUHNEMANN F and URBAN W, 'Simultaneous ethane and ethylene detection using a co-overtone laser photoacoustic spectrometer: a new tool for stress/damage studies in plant physiology', *Instrum Sci Technol*, 1998 26 177-87.
- (57) <http://www.ucm.es/info/ffresca/index.html>
- (58) LEPRINCE O, HARREN F J M, BUITINK J, ALBERDA M and HOEKSTRA F A, 'Metabolic dysfunction and unabated respiration precede the loss of membrane integrity during dehydration of germinating radicles', *Plant Physiol*, 2000 122597-608.
- (59) AGEEV B G, PONOMAREV Y N and SAPOZHNIKOVA V A, 'Laser photoacoustic spectroscopy of biosystem gas exchange with the atmosphere', *Appl Phys B*, 1998 67 467-73.
- (60) OOMENS J, ZUCKERMANN H, PERSIJS S, PARKER D H and HARREN F J M, 'CO-laserbased photoacoustic trace-gas detection: applications in post-harvest physiology', *Appl Phys B*, 199867459-66.
- (61) VOESENEK LAC J, BANGA M, RIJNDERS J H G M, VISSER E J W, HARREN F J M, BRAILFORD R W, JACKSON M B and BLOM C WPM, 'Laser-driven photoacoustic spectroscopy: what we can do with it in flooding research', *Ann Bot*, 19977957-65.
- (62) AGEEV B G, ASTAFUROVA T P, PONOMAREV Y N, SAPOZHNIKOVA V A, ZAITSEVA T A and ZOTIKOVA A P, 'Dark respiration under low pressure and increased ethylene', *J Plant Physiol*, 1996 148237-42.
- (63) AGEEV B G, ASTAFUROVA T P and SAPOZHNIKOVA V A, 'The photoacoustic method in measuring CO₂ evolution by leaves and needles of woody plants under hypobaria', *Atmos Oceanic Optics*, 1997 1022-4.
- (64) HARREN F J M, REUSS J, WOLTERING E J and BICANIC D D, 'Photoacoustic measurements of agriculturally interesting gases and detection of ethylene below the ppb level', *Appl Spectrosc*, 1990 44 1360-8.
- (65) DA SILVA M G, LIMA J A P, STHEL M S, MARIN E, GATTS C E N, CARDOSO S L, CAMPOSTRINI E, PEREIRA M G, CAMPOS A C, MASSUNAGA M S O and VARGAS H, 'Ethylene and CO₂ emission rates in tropical fruits investigated by infrared absorption techniques', *Anal Sci*, 2001 17 S534-S537.
- (66) VOESENEK LAC J, HARREN F J M, DE VRIES H S M, SIKKENS C A, HEKKERT S T L and BLOM C WPM, 'Photoacoustic and photothermal detection of the plant hormone ethylene', *Plant Hormone Protocols*, 2000 141 67-91.
- (67) LESHEM Y Y and PINCHASOV Y, 'Plants and the environment Non-invasive photoacoustic spectroscopic determination of relative endogenous nitric oxide and ethylene content stoichiometry during the ripening of strawberries *Fragaria ananassa* (Duch.) and avocados *Persea americana* (Mill.)', *J Exp Bot*, 200052 1471-3.

- (68) DE VRIES H S M, HARREN F J M and REUSS J, 'In situ, real-time monitoring of wound-induced ethylene in cherry tomatoes by two infrared laser-drive systems', *Post-Harvest Biol Technol*, 1995 6 275-85.
- (69) BESSLER B, SCHMITGEN S, KUHNEMANN F, GABLER R and URBAN W, 'Light-dependent production of ethylene in *Tillandsia usneoides* L.', *Planta*, 1998205 140-4.
- (70) DE VRIES H S M, MARTIS A A E, REUSS J, PARKER D H, PETRUZZELLI L and HARREN F J M, 'Ethylene evolution of germinating peas exposed to ozone', *Progress in Natural Sci*, 19966 S550-S553.
- (71) OOMENS J, PERSIJN S T, PARKER D H and HARREN F J M, 'The onset of fermentation: real time measurements and model calculation of ethanol and acetaldehyde emission', *Acta Horticulturae*, 2001 553505-6.
- (72) TOMAS S A and HARREN F J M, 'Kinetics of ethanol and acetaldehyde production in fermenting wheat dough by laser-based trace gas detection', *Food Sci Technol Int*, 2001 7 307-16.
- (73) BIJNEN F G C, ZUCKERMANN H, HARREN F J M and REUSS J, 'Multicomponent trace gas analysis by three photoacoustic cells intracavity in a CO-laser; observation of anaerobic and post-anaerobic emission of acetaldehyde and ethanol in cherry tomatoes', *Appl Optics*, 1998373345-53.
- (74) <http://www.sci.kun.nl/tracegasfac/fruithtm>
- (75) BOESL U, 'Laser mass spectrometry for environmental and industrial chemical trace analysis', *J Mass Spectrom*, 2000 35 289-304.
- (76) ZIMMERMANN R, BOESL U, HEGERM H J, ROHWER E R, ORTNER E K, SCHLAG E W and KETTRUP A, 'Hyphenation of gas chromatography and resonance-enhanced laser mass spectrometry (REMPI-TOFMS): A multidimensional analytical technique', *J High Res Chromatogr*, 199720461-70.
- (77) GOOIJER C and MANK A J G, 'Laser spectroscopy in analytical chemistry: light on the next millennium', *Anal Chim Acta*, 1999400281-95.
- (78) LEDINGHAM K W D and SINGHAL R P, 'High intensity laser mass spectrometry - A review', *Int J Mass Spectrom Ion Proc*, 1997 163 149-68.
- (79) MONTERO C, BESCOS B, OREA J M and GONZALEZ URENA A, 'Food chemical analysis by laser desorption and resonant ionization mass spectrometry', *Rev Anal Chem*, 2000 19 1-29.
- (80) BARBER M, BORDOLL R S and SEDGWICK R D, 'Fast atom bombardment mass spectrometry', in *Soft Ionization Biological Mass Spectrometry*, ed Morris H R, Heyden Press, Philadelphia, FA, 1980.
- (81) MA Y L, CUYCKENS F, VAN-DEN-HEUVEL H and CLAEYS M, 'Mass spectrometric methods for the characterisation and differentiation of isomeric O-diglycosyl flavonoids', *Phytochem Anal*, 2001 12 159-65.
- (82) STOBIECKI M, 'Application of mass spectrometry for identification and structural studies of flavonoid glycosides', *Phytochem*, 200054237-56.
- (83) GROSS J H, VEKEY K and DALLOS A, 'Field desorption mass spectrometry of large multiply branched saturated hydrocarbons', *J Mass Spectr*, 2001 36 522-8.
- (84) ALOMIRAH H F, ALLI I and KONISHI Y, 'Applications of mass spectrometry to food proteins and peptides', *J Chromatogr A*, 2000893 1-21.
- (85) HARVEY D J, 'Matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry of carbohydrates', *Mass Speer Rev*, 1999 18349-450.

- (86) PILIPENKO V V, SUKHODUB L F, AKSYONOV S A, KALINKEVICH A N and KINTIA P K, 'Plasma desorption mass spectrometric study of interactions of steroid glycosides with amino acids', *Rapid Comm Mass Spectr*, 2000 14 819-23.
- (87) DA-CUNHA K D, PEREIRA JAM and LEITE C V B, 'FIXE and PDMS methods applied to aerosols analysis', *Aerosol Sci Technol*, 200032453-64.
- (88) PLASMAN V, PLEHIERS M, BRAEKMAN J C, DALOZE D, DE-BISEAU J C and PASTEELS J M, 'Chemical defense in *Platyphora kollari* Baly and *Leptinotarsa behrensi* Harold (Coleoptera: Chrysomelidae). Hypotheses on the origin and evolution of leaf beetles toxins', *Chemoecology*, 2001 11 107-12.
- (89) BUGAY D E, 'Characterization of the solid-state: spectroscopic techniques', *Adv Drug De'iv Rev*, 2001 48 43-65.
- (90) MAO D M, HU X K, SHI Y J and LIPSON R H, 'Evidence of orbital mixing for KrXe and ArXe excited states in the vacuum ultraviolet', *Phys Chern-Chern Phys*, 2001 3 4258-61.
- (91) ZHAO W, KIM C, WHITE J M and KIM S K, 'Photodissociation dynamics of tefl-butyl nitrite on Ag(111): Characterization of translationally and internally excited NO fragments', *J Phys Chem A*, 20011105 2234-9.
- (92) BESCOS B, OREA J M, MONTERO C, GONZALEZ URENA A, WEICKHARDT C, BOELS U and SCHLAG E W, 'REMPI spectroscopy of carbendazim in UV region', *Chern Phys Lett*, 1998287371-8.
- (93) PHILIS J G and KOSMIDIS C, '(3sf-n) REMPI of jet-cooled acetaldehyde using two laser beams', *J Mol Struct*, 2001 56399-103.
- (94) BESCOS B, OREA J M and GONZALEZ URENA A, 'Laser desorption dynamics of carbendazim on a glass surface', *Laser Chern*, 2000 18219-37.
- (95) HEGER H J, ZIMMERMANN R, DORFNER R, BECKMANN M, GRIEBEL H, KETTRUP A and BOESL U, 'On-line emission analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons down to pptv concentration levels in the flue gas of an incineration pilot plant with a mobile resonance-enhanced multiphoton ionization time-of-flight mass spectrometer', *Anal Chern*, 19997146-57.
- (96) GARNICA R M, APPEL M F, EAGAN L, MCKEACHIE J R and BENTER T, 'AREMPI method for the ultrasensitive detection of NO and NO₂ using atmospheric pressure laser ionization mass spectrometry', *Anal Chern*, 200072 5639-46.
- (97) OSER H, COGGIOLA M J, FARIS G W, YOUNG S E, VOLQUARSEN B and CROSLLEY DR, 'Development of a jet-REMPI (resonantly enhanced multiphoton ionization) continuous monitor for environmental applications', *App Optics*, 2001 40 859-65.
- (98) COLLUM B M, SHEALY S K and ANGEL S M, 'Fibre-optic resonance-enhanced multiphoton ionization probe for in situ detection of aromatic contamination', *Appl Spectrosc*, 199953 1646-50.
- (99) BUCHELLI T D, HAEFLIGER O P, DIETIKER R and ZEN OBI R, 'Analysis of water contaminants and natural water samples using two-step laser mass spectrometry', *Anal Chern*, 200072 3671-7.
- (100) BESCOS B, OREA J M, MONTERO C, URENA A, VALVERDE A and AGUILERA A, 'Study of agricultural samples by laser desorption coupled with resonance-enhanced multiphoton ionization and time-of-flight mass spectrometry: Application to carbendazim analysis in pepper', *Laser Chern*, 1998 1835-49.
- (101) JEANDET P, BESSIS R, SBAGHI M and MEUNIER P, 'Production of the phytoalexin resveratrol by grapes as a response to *Botrytis* attack under natural conditions', *J Phytopathol*, 1995 143 135-9.

- (102) LANGCAKE P and PRYCE R J, 'The production of resveratrol by *Vitis vinifera* and other members of the Vitaceae as a response to infection or injury', *Physiol Plant Pathol*, 1976 977-86.
- (103) JEANDET P, BESSIS R, MAUME B F, MEUNIER P, PEYRON D and TROLLAR P, *J Agric Food Chem*, 1995 43 316-19.
- (104) SOLEAS G J, DAM J, CAREY M and GOLDBERG D M, 'Toward the fingerprinting of wines: cultivar-related patterns of polyphenolic constituents in Ontario wines', *J Agric Food Chem*, 1997 45 3871-80.
- (105) ADRIAN M, RAJAEI H, JEANDET P, VENEAU J, BESSIS R, 'Resveratrol oxidation in *Botrytis cinerea* Conidia', *Phytopathol*, 1998 88 472-6.
- (106) SOLEAS G J, DIAMANDIS E P and KARUMANCHIRI A, 'A multiresidue derivatization gas-chromatographic assay for fifteen phenolic constituents with mass selective detection', *Anal Chem*, 1997 69 4405-9.
- (107) JEANDET P, BESSIS R, MAUME B F, MEUNIER P, PEYRON D and TROLLAR P, 'Effect of enological practices on the resveratrol isomer content of wine', *J Agric Food Chem*, 1995 43 316-19.
- (108) JUAN M E, LAMUELA-RAVENTOS R M, DE LA TORRE BORONAT M C and PLANAS J M, 'Determination of trans-resveratrol in plasma by HPLC', *Anal Chem*, 1999 71 747-50.
- (109) SOBOLEV V S and COLE R J, 'trans-Resveratrol content in commercial peanuts and peanut products', *J Agric Food Chem*, 1999 47 1435-9.
- (110) JEANDET P, BREUIL A C, ADRIAN M, WESTON L A, DEBORD S, MEUNIER P, MAUME G and BESSIS R, 'HPLC analysis of grapevine phytoalexins coupling photodiode-array detection and fluorimetry', *Anal Chem*, 1997 69 5172-7.
- (111) BERZAS NEVADO J J, CONTENTO SALCEDO A M and CASTANEDA PENALVO G, 'Simultaneous determination of *cis*- and *trans*-resveratrol in wines by capillary zone electrophoresis', *Analyst*, 1999 124 61-6.
- (112) ARCE L, TENA M T, RIOS A and VALCARCEL M, 'Determination of trans-resveratrol and other polyphenols in wines by a continuous flow sample clean-up system followed by capillary electrophoresis separation', *Anal Chim Acta*, 1998 359 27-38.
- (113) PAZOUREK J, GONZALEZ G, REVILLA A L and HAVEL J, 'Separation of polyphenols in Canary Islands wine by capillary zone electrophoresis without preconcentration', *J Chromatogr A*, 2000 874 111-19.
- (114) GOLDBERG D M, NG E, KARUMANCHIRI A, YAN J, DIAMANDIS E P and SOLEAS G J, 'Assay of resveratrol glucosides and isomers in wine by direct-injection high-performance liquid chromatography', *J Chromatogr A*, 1995 70 889-98.
- (115) PEZET R, PONT V and CUENAT P, 'Method to determine resveratrol and pterostilbene in grape berries and wines using high-performance liquid chromatography and highly sensitive fluorimetric detection', *J Chromatogr A*, 1994 663 191-7.
- (116) GOLDBERG D M, TSANG E, LEVESQUE M and SOLEAS G J, 'Method-dependent bias in the quantitation of *cis*- and *trans*-resveratrol glucosides by high-performance liquid chromatography', *J Liquid Chromatogr Related Technol*, 1999 22 1843-55.
- (117) SOLEAS G J, GOLDBERG D M, NG E, KARUMANCHIRI A, TSANG E and DIAMANDIS E P, 'Comparative evaluation of four methods for assay of *cis*- and *trans*-resveratrol', *Am J Enol Vitic*, 1997 48 169-76.

- (118) ROGGERO J P, ARCHIER P and COEN S, in *Wine, Nutritional and Therapeutic Benefits*, ed Watkins T R, ACS Symposium Series, No. 661, American Chemical Society, Washington DC, 1997 6-11.
- (119) MALOVANA S, GARCIA MONTELONGO F J, PEREZ J P and RODRIGUEZ DELGADO M A, 'Optimisation of sample preparation for the determination of trans-resveratrol and other polyphenolic compounds in wines by high-performance liquid chromatography', *Anal Chim Acta*, 2001 428245-53.
- (120) ROMERO PEREZ A I, IBERN-GOMEZ M, LAMUELA-RAVENTOS R M and DE LA TORREBORONAT M C, 'Piceid, the major resveratrol derivative in grape juices', *J Agric Food Chem*, 199947 1533-6.
- (121) GOLDBERG D M, TSANG E, KARUMANCHIRI A, DIAMANDIS E P, SOLEAS G J and NG E, 'Method to assay the concentrations of phenolic constituents of biological interests in wine', *Anal Chem*, 199668 1688-94.
- (122) MCMURTREY K D, MINN J, POBANZ K and SCHULTS T P, 'Analysis of wines for resveratrol using direct injection high-pressure liquid chromatography with electrochemical detection', *J Agric Food Chem*, 1994422077-80.
- (123) CHU Q, O'DWYER M and ZEECE M G, 'Direct analysis of resveratrol in wine by micellar electrokinetic capillary electrophoresis', *J Agric Food Chem*, 1998 46 509-13.
- (124) OREA ROCHA J M, BESCOS B, MONTERO C and GONZALEZ URENA A, 'Analysis of carbendazim in agricultural samples by laser desorption and REMPI-time of flight-mass spectrometry', *Anal Chem*, 199870491-7.
- (125) MONTERO C, OREA J M, MUNOZ M S, LOBO R F and GONZALEZ URENA A, 'Non-volatile analysis in fruits by laser resonant ionization spectrometry: application to resveratrol in grapes', *App Phys B*, 200071601-5.
- (126) OREA J M, MONTERO C, JIMENEZ J B and GONZALEZ URENA A, 'Analysis of transresveratrol by laser desorption coupled with resonant ionisation spectrometry. Application to trans-resveratrol content in vine leaves and grape skin', *Anal Chem*, 2001 735921-9.
- (127) STEIN U and BLAICH R, 'Investigations on the production of stilbenes and susceptibility to *Botrytis* of *Vitis* spp', *Vitis*, 1985 2475-87.
- (128) JEANDET P, BESSIS R and GANTHERON B, 'The production of resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilbene) by grape berries in different developmental stages', *Ann J Enol Vitic*, 1991 4241-6.
- (129) KUTCHAN T M, 'Ecological arsenal and developmental dispatcher. The paradigm of secondary metabolism', *Plant Physiol*, 2001 125 58-60.
- (130) KEEN N T, 'A century of plant pathology: A retrospective view on understanding host-parasite interactions', *Annu Rev Phytopathol*, 2000 38 31-48.
- (131) BAKER B, ZAMBRYSKI P, STASKAWICZ B and DINESH-KUMAR S P, 'Signaling in plant-microbe interactions', *Science*, 1997 276 726-33.
- (132) TADEGE M, BUCHER M, STAHLI W, SUTER M, DUPUIS I and KUHLEMEIER C, 'Activation of plant defense responses and sugar efflux by expression of pyruvate decarboxylase in potato leaves', *Plant J*, 1998 16661-71.
- (133) MARTIN G B, BROMMONSCHENKEL S H, CHUNWONGSE J A, FRARY A, GANAL M W, SPIVEY R, TIYUN W, EARLE E D and TANKSLEY S D, 'Map-based cloning of a protein kinase gene conferring disease resistance in tomato', *Science*, 1993 262 1432-6.

- (134) BROGLIE K, CHET I, HOLLIDAY M, CRESSMAN R, BRIDDLE P, KNOWLTON S, MAUVAIS C J and BROGLIE R, 'Transgenic plants with enhanced resistance to the fungal pathogen *Rhizoctonia solani*', *Science*, 1991 254 1194-7.
- (135) HAIN R, BIESELER B, KINDL H, SCHRODER G and STOCKER R, 'Expresion of a stilbene synthase gene in *Nicotiana tabacurn* results in synthesis of the phytoalexin resveratrol', *Plant Mol Biol*, 1990 15 325-35.
- (136) HAIN R, REIF H J, KRAUSE E, LANGE BARTELS R, KINDL H, VORNAM B, WIESE W, SCHMELZER E, SCHREIER P H, STOCKER R H and STENZEL K, 'Disease resistance results from foreign phytoalexin expression in a novel plant', *Nature*, 1993 361 153-6.
- (137) STARK-LORENZEN P, NELKE B, HANSSLER G, MUHLBACH and THOMZIK J E, 'Transfer of a grapevine stilbene synthase gene to rice (*Oryzae sativa* L)', *Plant Cell Rep*, 1997 16668-73.
- (138) THOMZIK J E, STENZEL K, STOCKER R, SCHREIER P H, HAIN R and STAHL D J, 'Synthesis of a grapevine phytoalexin in transgenic tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) conditions resistance against *Phytophthora infestans*', *Physiol Molec Plant Pathol*, 1997 51 265-78.
- (139) HUTCHESON S W, 'Current concepts of active defence in plants', *Annu Rev Phytopathol*, 1998 36 59-90.
- (140) COOK R J, 'Advances in plant health management in the twentieth century', *Annu Rev Phytopathol*, 20003895-116.
- (141) SALISBURY F B and ROSS C w, *Plant Physiology*, 4th edition, Wadsworth, Belmont, CA, 1992.
- (142) TADEGE M, DUPUIS I and KUHKEMEIER C, 'Ethanolic fermentation: new functions for an old pathway', *Trends Plant Sci*, 19984320-5.
- (143) PERATA P and ALPI A, 'Ethanol induced injuries to carrot cells', *Plant Physiol*, 1991 95 748-52.
- (144) TADEGE M, BRANDLE R and KUHLEMEIER c, 'Aerobic fermentation during tobacco pollen development', *Plant Molec Biol*, 1997 35 343-54.
- (145) KNEE M, 'Fruit metabolism and practical problems of fruit storage under hypoxia and anoxia', in *Plant Life under Oxygen Deprivation; Ecology, Physiology and Biochemistry*, eds Jackson M B, Davis D D and Lambers H, The Hague, SPB Academic, 1990229-43.
- (146) BEAULIEU J C, PEISER G and SALTVEIT M E, 'Acetaldehyde is a causal agent responsible for ethanol-induced ripening inhibition in tomato fruit', *plant Physiol*, 1997 113 431-9.
- (147) CRAWFORD R M N, 'Oxygen availability as an ecological limit to plant distribution', *Adv Ecol Res*, 19922393-185.
- (148) BARTOSZ G, 'Oxidative stress in plants', *Acta Physiol Plant*, 1997 1947-64.
- (149) BIEMELT S, KEETMAN U and ALBRECHT G, 'Re-aeration following hypoxia or anoxia leads to activation of the antioxidative defense system in roots of wheat seedlings', *Plant Physiol*, 1998 116651-8.
- (150) PERSIJN S T, PARKER D H, HARREN F J M and VELTMAN R H, 'On-line laser-based detection of trace gas emission by avocado under changing atmospheric conditions', *Acta Horticulturae*, 2001 553505-6.
- (151) ADRIAN M, JEANDET P, DOUILLET-BREUIL A C, TESS ON L and BESSIS R, 'Stilbene content of mature *Vilis vinifera* berries in response to UV-C elicitation', *J Agric Food Chem*, 2000486103-5.

- (152) CANTOS E, GARCIA-VIGUERA C, DE-PASCUAL-TERESA S and TOMAS-BERBERAN F A, 'Effect of postharvest ultraviolet irradiation on resveratrol and other phenolics of cv. Napoleon table grapes', *J Agric Food Chem*, 2000484606-12.
- (153) BAIS A J, MURPHY P J and DRY I B, 'The molecular regulation of stilbene phytoalexin biosynthesis in *Vitis vinifera* during grape berry development', *Aust J Plant Physiol*, 2000 27 425-33.
- (154) DOUILLET-BREUIL A C, JEANDET P, ADRIAN M and BESSIS N, 'Changes in the phytoalexin content of various *Vitis* spp. in response to ultraviolet C elicitation', *J Agric Food Chem*, 1999474456-61.
- (155) SARIG P, ZUTKHI Y, MONJAUZE A, LISKER N and BENARIE R, 'Phytoalexin elicitation in grape berries and their susceptibility to *Rhizopus stolonifer*', *Physiol Mol Plant Pathol*, 1997 50337-47.
- (156) CANTOS E, ESPIN J C and TOMAS-BARBERAN F A, 'Postharvest induction modeling method using UV irradiation pulses for obtaining resveratrol-enriched table grapes: A new "functional" fruit?', *J Agric Food Chem*, 2001 49 5052-8.
- (157) NIGRO F, IPPOLITO A and LIMA G, 'Use of UV-C light to reduce *Botrytis* storage rot of table grapes', *Postharvest Biol Technol*, 1998 13 171-81.
- (158) D'HALLEWIN G, SCHIRRA M, PALA M and BEN-YEHOSHUA S, 'Ultraviolet C irradiation at 0.5 kJ.m² reduces decay without causing damage or affecting post-harvest quality of star ruby grapefruit', *J Agric Food Chem*, 2000484571-5.
- (159) DUKE S O, 'Natural pesticides from plants', in *Advances in New Crops*, eds Janick J and Simon J E, Timber Press, Portland, 1990 511-17.
- (160) SOLEAS G J, DIAMANDIS E P and GOLDBERG D M, 'Resveratrol: a molecule whose time has come? and gone?', *Clin Biochem*, 1997 30 91-113.
- (161) ADRIAN M, JEANDET P, VENEAU J, WESTON L A and BESSIS R, 'Biological activity of resveratrol, a stilbenic compound from grapevines, against *Botrytis cinerea*, the causal agent for gray mold', *J Chern Ecol*, 1997 23 1689-702.
- (162) LANGCAKE P, 'Disease resistance of *Vitis* spp. and the production of the stress metabolites resveratrol, epsilon-viniferin, alpha-viniferin and pterostilbene', *Physiol Plant Pathol*, 1981 18213-26.
- (163) DAI G H, ANDARY C, MONDOLOT-COSSON L and BOUBALS D, 'Histochemical studies on the interaction between three species of grapevine, *Vitis vinifera*, *V. rupestris* and *V. rotundifolia* and the downy mildew fungus, *Plasmopara viticola*', *Phys Mol Plant Pathol*, 1995 46 177-88.
- (164) HOOS G and BLAICH R J, 'Influence of resveratrol on germination of conidia and mycelial growth of *Botrytis cinerea* and *Phomopsis viticola*', *J Phytopathol*, 1990 129 102-110.
- (165) GONZALEZ URENA A, OREA J M, MONTERO C and JIMENEZ J B, 'Improving post harvest resistance in fruits: application to grapes', Submitted for publication.
- (166) MONTERO c, *Desarrollo de Tecnicas de espectroscopia Laser y su Aplicación al Analisis Quimico de Alimentos*, Doctoral Thesis, Universidad Complutense de Madrid, 2002.
- (167) ALEU J and GONZALEZ COLLADO I, 'Biotransformation by *Botrytis* species', *J Mol Cat B*, 2001 13 77-93.

- (168) PIMENTEL D, CULLINEY T W and BASHORE T, 'Public health risks associated with pesticides and natural toxins in foods', in *The Radcliffes's IPM World Textbook*, eds Radcliffe E B and Hutchison W D, University of Minnesota, St. Paul, MN 1996.
- (169) SWIRSKY GOLD L, SLONE T H and AMES B N, 'Prioritization of possible carcinogenic hazards in food', in *Food Chemical Risk Analysis*, ed Tennant D R, New York, Chapman and Hall, 1997 267-95.
- (170) CASSIDY A, HANLEY B and LAMUELA-RAVENTOS R M, 'Isoflavones, lignans and stibene - origins, metabolism and potential importance to human health', *J Sci Food Agric*, 2000 80 1044-62.
- (171) GERMAN J B and WALZEM R L, 'The health benefits of wine', *Annu Rev Nutr*, 2000 20561-93.
- (172) PARR A J and BOLWELL G P, 'Phenols in the plant and in the man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile', *J Sci Food Agric*, 200080985-1012.
- (173) SOLEAS G J, DIAMANDIS E P and GOLDBERG D M, 'Resveratrol: A molecule whose time has come? and gone?', *Clin Biochem*, 1997 30 91-113.
- (174) SCHIRRA M, D'HALLEWIN G, BEN-YEHOSHUA S and FALLIK E, 'Host-pathogen interactions modulated by heat treatment', *Postharvest Biol Technol*, 2000 21 71-85.
- (175) LURIE S, 'Post-harvest heat treatments of horticultural crops', *Hortic Rev*, 1998 22 91-121.
- (176) FALLIK E, GRINGBERG S, ALKALAI S and LURIE S, 'The effectiveness of post-harvest hot water dips on the control of gray and black moulds in sweet red pepper (*Capsicum annum*)', *Plant Pathol*, 199945644-9.
- (177) FALLIK E, GRINGBERG S, ALKALAI S, YEKUTIELI O, WISEBLUM A, REGEV R, BERES H and BAR-LEV E, 'A unique rapid hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper', *Postharvest Biol Technol*, 1999 1525-32.
- (178) SMILANICK J L, MARGO SAN D A and JENSON D J, 'Evaluation of heated solutions of sulfur dioxide, ethanol and hydrogen peroxide to control postharvest green mold of lemons', *Plant Disease*, 199579742-7.
- (179) CABRAS P, SCHIRRA M, PIRISI F M, GARAU V L and ANGIIONI A, 'Factors affecting imazail and thiabendazole uptake and persistence in citrus fruits following dip treatments', *J Agric Food Chem*, 1999473352-4.
- (180) 180 PORAT R, PAVONCELLO D, PERETZ J, WEISS B, DAUS A, COHEN L, BEN-YEHOSHUA S, FALLIK E, DROBY S and LURIE S, 'Induction of resistance to *Penicillium digitatum* and chilling injury in 'star ruby' grapefruit by a short hot water rinse and brushing treatment', *J Hortic Sci Biotechnol*, 2000 75 428-32.
- (181) LURIE S, FALLIK E, HANDROS A and SAPHIRA R, 'The involvement of peroxidase in resistance to *Botrytis cinerea* in heat treated fruit', *Physiol Mol Plant Pathol*, 1997 50 141-9.
- (182) BEN-YEHOSHUA S, RODOV V, FANG D Q and KIM J J, 'Preformed antifungal compounds of citrus fruit: Effects of postharvest treatments with heat and grown regulators', *J Agric Food Chem*, 199543 1062-6.
- (183) PORAT R, DAUS A, WEISS B, COHEN L, FALLIK E and DROBY S, 'Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short hot water brushing treatment', *Postharvest Biol Technol*, 2000 18 151-7.

- (184) BEN-YEHOSHUA S, PERETZ J, RODOV V, NAFUSSI B, YEKUTIELI O, WISEBLUM A and REGEV R, 'Postharvest application of hot water treatment in citrus fruits: the road from the laboratory to the packing-house', *Acta Horticulturae*, 2000 518 19-28.
- (185) FALLIK E, TUVIA-ALKALAI S, FENG X and LURIE S, 'Ripening characterization and decay development of stored apples after a short pre-storage hot water rinsing and brushing', *Innov Food Sci Emerging Technol*, 2001 2 127-32.
- (186) WISEBLUM A, REGEV R, FALLIK E, AHARONI Y, CaPEL A, RODOV V, TUVIA-ALKALAI S, HOREV B and YEKUTIELI O, 'Reduction of postharvest losses of Galia melon by a short hot-water rinse', *Plant Pathol*, 2000 49 333-8.
- (187) PRUSKY D, FUCHS Y, KOBILER I, ROTH I, WEKSLER A, SHALOM Y, FALLIK E, ZAUBERMAN G, PESIS E, AKERMAN M, YKUTIELY O, WEISBLUM A, REGEV R and ARTES L, 'Effect of hot water brushing, prochloraz treatment and waxing on the incidence of black spot decay caused by *Alternaria alternata* in mango fruits', *Postharvest Biol Technol*, 1999 15 165-74.
- (188) LICHTER A, DVIR O, ROT I, AKERMAN M, REGEV R, WIESBLUM A, FALLIK E, ZAUBERMAN G and FUCHS Y, 'Hot water brushing: an alternative method to SO₂ fumigation for color retention of litchi fruits', *Postharvest Biol Technol*, 2000 18 235-44.
- (189) ROMMENS C M and KISHORE G M, 'Exploiting the full potential of disease-resistance genes for agricultural use', *Curr Opinion Plant Biol*, 2000 11 120-5.
- (190) FEYS B J and PARKER J E, 'Interplay of signaling pathways in plant disease resistance', *TIG*, 2000 16 449-55.
- (191) HAMMOND-KOSACK K E and JONES J D G, 'Plant disease resistance genes', *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 1997 48 575-7.
- (192) UZOGARA S G, 'The impact of genetic modification of human foods in the 21st century: a review', *Biotech Adv*, 2000 18 179-206.
- (193) MARTIN G B, 'Functional analysis of plant disease resistance genes and their downstream effectors', *Curr Opinion Plant Biol*, 1999 2 273-9.
- (194) TENDERDY R P and SZAKACS G, 'Perspectives in agrobiotechnology', *J Biotechnol*, 1998 66 91-9.

obeikandi.com

تحسين فترة صلاحية الخضراوات

بالتحوير الوراثي

Improving the Shelf-Life of Vegetables by Genetic Modification

إل. سي. جارات، جي. بي. بور و إم. آر دافي، جامعة نوتينجهام

L. C. Garratt, J. B. Power and M. R. Davey, university of Nottingham

(١٣، ١) مقدمة

Introduction

فترة صلاحية غذاء طازج (خام raw) أو مصنع، مقياس للوقت الذي تحتفظ فيه هذه المنتجات بجودتها المثلى (الطبيعية) (optimum quality)، أثناء النقل والتخزين والعرض عند درجات حرارة منخفضة أو درجة حرارة الجو (ambient temperatures). التدهور السريع للفواكه والخضراوات أثناء هذه الأوقات مشكلة مستمرة ملازمة (on-going problem) للمنتجين وموزعي المنتجات الغذائية بالتجزئة، وبصفة خاصة المنتجات الطازجة، إذا إنها تؤدي إلى خسائر (wastages) لأن المنتجات تصبح غير صالحة للتسويق (unsaleable) بسرعة. وبالتالي، فإن أي تمديد لفترة الصلاحية وتحسين في جودة الخضراوات المحصودة طازجة، وبقائها (durability)، يكون ذلك أمراً ذا فائدة بالغة لكل من المنتج والمستهلك. ويمكن استغلال تقنيات المعالجات

الوراثية (genetic manipulation technologies) لفهم ، وفي النهاية ، معالجة كل من نضج الفواكه والخضراوات قبل الحصاد وبعده وشيخوختها.

(١٣، ٢) شيخوخة أعضاء النبات

Senescence of Plant Organ

الشيخوخة هي المرحلة النهائية في تطور العضو ، وتتضمن سلسلة من التغيرات الفسيولوجية والكيموحيوية. وبصفة عامة ، تعتبر الشيخوخة شكلاً من أشكال موت الخلية (form of cell death) ، الذي يتميز بفقدان الصبغات والدهون والبروتين الكلي والحمض النووي (أر إن أ RNA) (Smart, 1999). تستخدم الشيخوخة المبرمجة (programmed senescence) بالإضافة إلى انفصال (abscission) الأعضاء الموجودة ، لمقاومة التوليد (التكوين) المستمر (continuous generation) للأعضاء بالمرستيم النباتية (plant meristems) (Bleecker and Patterson, 1999). وهذه عملية جيدة التنظيم والتي يتم فيها تحريك الكربون والنيتروجين والعناصر الغذائية الأخرى ونقلها إلى أجزاء نبات معينة محددة ، مثل البذور (seeds) ، والثمار ، والجذور والأوراق الصغيرة (Weaver et al., 1997). تمكّن هذه الاستعادة للحركة (remobilization) من تدوير العناصر الغذائية لاستيعاب النمو وفي النهاية ، إنتاج البذور. وبالتالي ، فإن الجهاز الوعائي (vascular system) الذي من خلاله يتم نقل العناصر الغذائية هو آخر عضو يشيخ (Buchanan-Wollaston, 1997). تخضع شيخوخة الأوراق لسيطرة نووية صارمة (strict nuclear control) وتتبع نمواً واضحاً متميزاً ، فيه فقد مطرد لتكوين الحجيرات الخلوية (cellular compartmentalisation).

يتضمن حدث مبكر في شيخوخة الخلايا تكسير (تحلل) خلايا الكلوروبلاست التي تحتوي على ٥٠٪ من البروتين و ٧٠٪ من الدهون الموجودة في الأوراق. أيضاً ،

هناك هدم للصبغات ، وخاصة في الكلوروفيل ، مما يؤدي إلى اصفرار الأنسجة الشائخة (senescing tissues) ، مع فقد مطرد لبروتينات أخرى مرتبطة الكلوروبلاستات (Bleater and Paterson, 1997). تصل مثل هذه الأحداث أو تنتهي بانخفاض وتوقف حتمي (eventual cessation) للتمثيل الغذائي الضوئي ، photosynthesis. ويعزى اصفرار الأوراق خلال الشيخوخة المبكرة لفقد غير متكافئ للكلوروفيل مقارنة بفقد الكاروتينويدات (Biswal, 1995). ينخفض حجم الساييتوبلازم (cytoplasmic volume) كما ينخفض عدد الريبوسومات الساييتوبلازمية (cytoplasmic ribosomes) ، وفي النهاية يؤدي ذلك إلى انخفاض في الحمض النووي ؛ الآر إن أ الرايبوسومي (ribosomal RNA) وفي تصنيع البروتين وذلك إثر تفكك ، تحلل الشبكة الهيولية الداخلية (endoplasmic reticulum) والبوليسومات (عديد الرايبوسومات ، polysomes). تبقى بعض العضيات (organelles) مثل الماييتوكوندريا (mitochondria) والأنوية (nuclei) على حالها حتى أواخر الشيخوخة (Hooden and Guamet, 1996).

ولأن الشيخوخة تتطلب طاقة (Buchanan- Wollaston, 1997) ، فلا بد أن يكون للخلايا آليات وقائية للمحافظة على آليتها التنفسية والاستنساخية (الاستنساخية) (respiratory and transcriptional machinery) أثناء هذه العملية. عليه ، فإن المحافظة على الماييتوكوندريا تمكن من استمرار التنفس لتوفير الطاقة (Smart, 1994) ، بينما تبقى الأنوية بتماميتها من أجل تسهيل التعبير الجيني (الوراثي) (transcription of genes) المضمن في المسارات الهدمية التحليلية (degradative pathways). يؤدي مثل هذا التعبير الوراثي إلى استعادة (الحفاظ على recovery) المكونات الخلوية. وفي نهاية الأمر ، تنكس (تتحلل) الأغشية الحويصلية (vacuolar membranes degenerate) وتحرر (تفرز release) الإنزيمات المحللة للبروتينات (proteolytic enzymes) في الساييتوسول (مادة الخلية cytosol). ويمثل

هذا أحد المراحل النهائية للعملية الهدمية التحليلية (degradative processes) المرتبطة بالشيخوخة.

(١٣,٣) السيطرة الجينية على شيخوخة الأوراق ونضج الفواكه

Genetic Control of Leaf Senescence and Fruit Ripening

تتضمن شيخوخة الأوراق تغيرات بالغة في التعبير الجيني الوراثي (gene expression) وبينما يتعطل (down-regulated) التنظيم، التعبير الوراثي لمعظم الجينات أثناء الشيخوخة، إلا أنه، أي التعبير، يرتفع في حالة الجينات المرتبطة بالسيطرة على هذه العملية (الشيخوخة) (Nam, 1997). لقد تم تحديد (التعرف على) عدد كبير من مثل هذه الجينات المرتبطة بالشيخوخة ((SAGs) senescence-associated genes) (Gan & Amasino, 1997) باستخدام المسح التفريقي (differential screening) وتقنيات التهجين الجنسية (subtractive hybridization techniques) والأكثر حداثة، استخدام خطوط حبس محفزة (enhancer trap lines) للارابيدوسيسس ثاليانا (*Arabidopsis thaliana*) (He et al., 2000).

تشابه بعض الجينات المرتبطة بالشيخوخة (SAGs) في التسلسل (sequence similarity)، مع الجينات المتوقع أن تكون متضمنة في تحلل وتحريك العناصر التغذوية، مثل البروتيازات (proteases)، الآر إن أيزات (RNases) والجلوتامين سينسيتيزات (glutamine synthetases)، بينما ما زالت وظائف أخرى في انتظار التحديد (Ori et al., 1999). في بذور اللفت وهي من البذور الزيتية (oilseed rape) (البراسسيكانابوس (*Brassic napus*) على سبيل المثال، تشمل الجينات المرتبطة بالشيخوخة زوج السيستين بروتينيز (cysteine proteases) (ال-LSC7) و(LSC 790)، والجلوتامين سينسيتيز (ال-LSC 460)، والأت بي ب سلفايوريليز (ATP sulphurylase) (ال-LSC 680)، والكاتيلز (catalase)

(ال LSC 650) ، والميتالوثايونين (metallothionein) (ال LSC 210) ، والفيريتين (ferritin) (ال LCS 30) ، وبروتين مضاد للفطريات (ال LSC 212) (Buchanan-Wollaston and Ainsworth, 1997).

يحول الجلوتامين سينسيتيز الأمونيا (النشادر) إلى جلوتامين ، وتشتق الأمونيا من إزالة أمينات (deamination) من الأحماض الأمينية ومن هدم (catabolism) أحماض النيوكليك (nucleic acids) أثناء الشيخوخة. الجلوتامين والأسباراجين (asparagines) هما الحمضان الأمينان السائدان في الفالويم (phloem) أثناء الشيخوخة ويعتبران الحمضين القابلين للنقل (transportable) الرئيسين (Buchanan-Wollaston and Ainsworth, 1997). ال أ تي بي سلفايوريليز (ATP sulphurylase) متضمن في التصنيع الحيوي (biosynthesis) للسيستين والمثيونين. وقد تم افتراض ، أنه أثناء الشيخوخة يؤدي التنظيم الدقيق (ATP sulphurylase (up-regulation) إلى زيادة تالية/لاحقة في مخزون السيستين (cysteine pool). السيستين هو طليع (precursor) للتصنيع الحيوي للجلوتاثيون (glutathione biosynthesis) ، والجلوتاثيون مضاد أكسدة رئيس ، والذي بالإضافة إلى دوره في استعادة الأسكوربات وكسح أنواع الأكسجين المتفاعلة (ROS) ، فإنه يعمل في نقل وتخزين الكبريت (Rennenberg, 1982) وكما يعمل في تنظيم انقسام الخلايا وتطورها (Earnshaw and Johnson, 1985) ويعمل في تنظيم التعبير والتأشير الجيني (الوراثي) (Wingate *et al.*, 1989; Herouart *et al.*, 1993; Moran gene expression and signalling *et al.*, 2001) ويعمل في إزالة سمية المواد الغريبة عن الجسم (xenobiotics) والمعادن الثقيلة (heavy metals) (Delhaize *et al.*, 1989; Halliwell and Gutteridge, 1986; Timmerman, 1989).

لقد تم وصف عدة أشكال متناظرة (isoforms) للكاتاليز ، منظمة تنظيمياً تمييزياً ، والتي يُظهر كثيرٌ منها تعبيراً متزايداً أثناء الشيخوخة (Buchanan-Wollaston and

(Ainsworth, 1997). بالإضافة إلى دوره كمضاد أكسدة، أثبت أن الكاتاليز يستحث (ينشط) النشاط التنفسي، مؤدياً إلى زيادة صافية في إنتاج الـ ATP (Rodriguez et al., 2000). مثل الكاتاليز، قد يكون للميتالوثايونين (metallothionein) دور مضاد للأكسدة يقي به الـ DNA في أنواع الأكسجين التفاعلية (الـ ROS)، وأن هذه الأخيرة تتولد نتيجة للعمليات التحليلية التي تحدث أثناء الشيخوخة. وأيضاً، للفيريتين دور مفترض كمضاد أكسدة أثناء الشيخوخة.

وقد تم توضيح أن إنتاج جذور (شقوق) الهيدروكسيل (hydroxyl radicals (OH)) يعتمد على وجود حديد حر داخل الخلايا (Hailwell and Gutteridge, 1986, 1999) وأن مثل هذه الجذور الهيدروكسيلية قد تسبب تحطيم وإتلاف كل مجموعات الجزيئات الكبيرة المهمة حيوياً (biologically important macromolecules)، خاصة أحماض النيوكليلك (الأحماض النووية) (Deak et al., 1999). عليه فإن السيطرة على تركيزات الحديد الحر داخل الخلايا من خلال تضمينه في الفيريتين أمر ذو أهمية بالغة إذا أريد أن تبتقى أنواع الأكسجين التفاعلية في تركيزات أدنى من مستوى التركيزات المميتة (lethal concentrations). يتم حجز معظم الحديد غير القابل للأبيض (non-metabolisable) داخل خلايا النبات في الفيريتين.

تشمل الجينات المرتبطة بالشيخوخة (SAGs) الموجودة في الـ *B. napus* تلك التي للميتالوثايونين (الـ LCC 54) (Bochanan- Wollaston, 1994) والشيتينيز (Chitinase) (الـ LSC 222) (Buchanan- Wollaston and Ainsworth, 1997). لقد تم توضيح أن ثلاث جينات مرتبطة بالشيخوخة، وبالتحديد الـ SENU1 والـ SENU4 والـ SENU5 منظمة تنظيمياً دقيقاً أثناء شيخوخة الأوراق (foliar senescence) (Joun et al.,

(1997). بينما ما زالت وظائف الـ SENU1 والـ SENU5 لم تتحدد بعد، فإن الـ SENU4 يرمز للبروتين المرتبط بالإمراضية، الـ بي ٦ (P6).

لقد تم تحديد سبعة جينات مرتبطة بالشيخوخة (SAGs)، بالتحديد الـ pTOMs ١٣ و ٣١ و ٣٦ و ٦٦ و ٧٥ و ١٢٩ و ١٣٧، والتي بالإضافة إلى تنظيمها الدقيق في أوراق الطماطم أثناء الشيخوخة، قد وجدت منظمة تنظيمياً دقيقاً في ثمار الطماطم أثناء النضج، أيضاً (Davies and Grierson, 1989). بالتالي، لقد تم افتراض أن الشيخوخة والنضج قد يتشاركان في تعبير جينات شائعة مشتركة (بينهما) (common genes).

لقد ربطت وظيفة الـ pTOM13 بتصنيع الإثيلين، ولكن لم يتم تحديد وظائف تقييم الـ pTOMs الأخرى بعد. وعلى أي حال، لقد تم اقتراح أن تعبير الـ pTOMs ٣١ و ٣٦ و ٦٦ و ١٢٩ قد يكون مرتبطاً بالإجهاد (Davies and Grierson, 1989). لقد أثبت إنتاج الـ RNA المراسل (messenger RNA) بواسطة العينات المرتبطة بالشيخوخة الـ pTOMs ٣١ و ٣٦ و ١٣٧ و ١٣ و ٦٦ و ٧٥ يعتمد على الإثيلين.

لقد تم تحديد جين مرتبط بالشيخوخة يُرمز للشكل الساييتوبلازمي للجلوتامين سينسيتيز في الفجل (radish) (Kawakami and Watanabe, 1988) ويتبعه جين مرتبط بالشيخوخة يستحث الظلام تكوينه (dark- inducible SAG) أي الـ *dinl* والذي وصفت وظيفته مبدئياً بأنها مرتبطة بالإمراضية (Azumi and Watanabe, 1991). إضافة لذلك، فقد ذكر جين مرتبط بالشيخوخة آخر يرمز لشكل آخر من الجلوتامين سينسيتيز في الأرز (الأوريزا ساتيفا) (*Oryza sativa*) (Kamachi et al., 1992). وقد تم توضيح أن جينين مرتبطين بالشيخوخة يرمزان لجلوتامين سينسيتيز العصارة الخلوية (cystosolic glutamine synthetase) (الـ GS1) و لجلوتامين سينسيتيز الجبلي اليخضوري (chloroplastic glutamine synthetase) (الـ GS2) منظمين تنظيمياً دقيقاً في الأرز بالرغم

من كثرة (وفرة) البيبتيدات العديدة المتناظرة (abundance of the corresponding polypeptides) لا ترتبط مع كثرة الـ mRNA في أوراق الأرز (Kamachi et al., 1992). يوجد جين مرتبط بالشيخوخة يرمز لإنزيم الجلايواكسيسومال (glyoxysomal enzyme) أي المالات سينسيتيز [Imalate synthetase (MS)] في الخيار (*cucumis sativas*) (Graham et al., 1992)، بينما وصف جين مرتبط بالشيخوخة شبيه مستقبل كينيز مرتبط بالشيخوخة (SAG) (associated senescence- receptor- like kinase (SARK)) في الفاصوليا (*bean, phaseolus vulgaris*) (Hajouj and Gepstein, 2000). يتولد التعبير الوراثي للـ SARK بواسطة الإثايلين، ولكن تؤخره السيتوكينينات. زيادة على ذلك، إذ أن البيبتيد العديد للـ SARK يشبه مستقبلات كينيز أخرى مرتبطة بمسارات تحول الطاقة التأشيرية (signal transduction pathways)، فقد تم افتراض أن تعبير الـ SARK قد ينظم بعض مسارات عملية الشيخوخة (Hajouj and Gapstein, 2000).

في الـ *Arabidopsis*، ومن بين الجينات المرتبطة بالشيخوخة الكثيرة، تذكر التي تُرمز لشكل جبيلي (plastidial form) للجلوتامين سينسيتيز (الـ Atgsr 2) (Bernhard and Matile, 1994) والذي يرمز للـ ANase (الـ RNS2) (Tayler et al., 1993) وبوليويكويتين (polyubiquitin)، الـ PSEN3 وبيبتيد مرتبط بالإنيدوكسي لوجلوكان ترانسفيريز (endoxyloglucan transferase) الـ PSEN4 (Park et al., 1998). وباستخدام معالجة حجر تحفيزي تم تحديد ١٢٥ جيناً من الجينات المرتبطة بالشيخوخة المحتملة في الـ *Arabidopsis* (He et al., 2001)؛ منها ثلاثة الـ Sel25 (SAG 103) و sel139 (SAG 101) و sel142 (SAG 102) قد تم استئصالها. وجد أن الـ SAG 101 تُرمز أكاييل هايدروليز (acyl hydrolase)؛ ولم تحدد وظائف الـ SAGs 102 و 103. إن مستويات الـ mRNA لكل من الألفا في بي إي (alpha VPE) والجاما في بي إي (gamma VPE) التي تُرمز للإنزيمات

التصنيعية الحويصلية (vacuolar processing enzymes) التخصصية للأعضاء النباتية منظمة تنظيمياً دقيقاً في الأوراق الأولية لكـ *Arabidopsis thaliana* أثناء الشيخوخة ، بالتوازن مع الزيادات في مستويات الـ mRNA لكـ SAG2 (Kinoshita *et al.*, 1999). في التبغ ، تظهر النباتات المحورة بجين الـ *ipt* المرمز للتصنيع الحيوي للسايتوكينين من الـ T-DNA لبلازميد Ti للبكتيريا السالبة لصبغة جرام الـ *Agrobacterium tumefaciens* ، شيخوخة متأخرة عندما تم ربط الجين بمحفز صدمة حرارية (heat-shock promoter). لقد استخدمت مثل هذه النباتات المحورة وراثياً لعزل أنسال cDNA خاصة بالشيخوخة (senescence-specific cDNA) وتم التعبير عنها في مراحل محددة للشيخوخة (Cooper *et al.*, 1996). مستوى التعبير الوراثي للشيخوخة المتولدة اصطناعياً في الأوراق المفصولة ، مشابه جداً للشيخوخة الطبيعية للأوراق السليمة ، مع إظهار معظم الجينات المرتبطة بالشيخوخة لنفس نمط التعبير (Hajouj and Gepstein, 2000). هذه ملاحظة مهمة ، مع معرفة أن معظم الأبحاث التي أجريت حتى التاريخ الحالي ، على النباتات المحولة وراثياً لتسجيل الأحداث التي تحدث عند تأخر الشيخوخة ، قد أجريت بتحليل تتضمن أوراقاً مفصولة ، وفي بعض الأحيان تحت ظروف عوز النيتروجين (nitrogen starvation).

في الفواكه ، أثبت أن التغيرات التي تحدث أثناء التصنيع تكون ناتجة أساساً بسبب التغيرات في الاستنساخ الوراثي. تم تحديد كثير من الـ cDNAs المرتبطة بالنضج المحفز بالإيثيلين (ethylene driven ripening) في الطماطم (Gray *et al.*, 1992) ، بينما تم في الموز (*musa acuminata*) إثبات ١١ مجموعة لكـ mRNAs والتي تم التعبير عنها تفريقياً/تمييزياً أثناء نضج الثمار (Clendennen and May, 1997). اثنان من الـ mRNAs

هذه، يرمزان بروتينات متضمنة في أيض الكربوهيدرات، بينما ترمز أخرى بروتينات مرتبطة بالمرضية والشيخوخة أو الاستجابات للإجهاد.

تزيد النسخ التي ترمز الإندوشيتينيز (endochitinase)، وبيتا - ١، ٣-جلوكانيز (B- 1,3- glucanase) والبروتين المشابه - للثاوماتين (thaumatin- like protein) والأسكوربات بيرأكسيديز (ascorbate peroxidase)، ذلك أثناء نضج ثمار الموز بينما تقل النسخ التي تُرمز الاستارش سينسيتيز (starch synthase) والاستارش سينسيتيز المربوط بالحبيبة (granule-bound starch synthetase) والشيتينيز (chitinase) والليكتين (lectin) والميتالوثاينونين ١١ في وفرتها (Clendennen and May, 1997). تم عزل cDNAs مرتبطة بالنضج (ripening associated cDNAs) من عنب شيراز (shiraz grape)/الفيتس فينيفرا (*vitis vinifera*) (Davis and Robinson, 2000). لقد تم توضيح أن بعض هذه الـ cDNAs ترمز للبيبتيدات العديدة المتضمنة في تركيب جدران الخلايا مثل البروتينات الغنية بالبرولين (proline-rich proteins) والبكتين ميثايل استيريز (pectin methyl esterases) والبروتينات الغنية بالجلوتامات (glutamate-rich preteins). وقد ذكرت cDNAs أخرى أنها بروتينات مرتبطة بالنضج أو الإجهاد مثل البروتين المشابه للثاوماتين والميتالوثاينونينات وعوامل النسخ (transcription factors) وإنزيم السايتركروم ب ٤٥ والبروتينات المتولدة بالماء (proteins induced by water) والسكر والإجهاد بسبب البرد (cold stress) في أنواع أخرى (Davies and Robinson, 2000). في البطيخ (melon, *Cucumis melo*)، درس تعبير مختلف الـ cDNAs المرتبطة بالنضج في سبعة أصناف والتي أظهرت اختلافات / فروقات في سلوكها النضجي (Aggelis et al., 1997). يوضح هذا البحث أن الأصناف ذات التعبير المتأخر للـ ١-أمينوسايكلو بروين-١-كاربوكسيلك أسيد أكسيديز إم آر إن [1- amino cyclopropane-1- carbpxylic acid oxidase (ACO)]

ImRNAs أظهرت لنا (طراوة)(softening) متأخراً أثناء النضج ، وبذلك تطيل فترة صلاحية الثمار المحصودة.

(١٣, ٤) تنظيم شيخوخة الأوراق

Regulation of Leaf Senescence

يُنظم بدء شيخوخة الأوراق بعوامل داخلية وبيئية مختلفة. وتشمل هذه المؤثرات البيئية ، طول اليوم (day length) ودرجات الحرارة القصوى (extremes of temperature) والجفاف (drought) وحجز الماء (water logging) ونقص العناصر الغذائية (nutrient deficiency) وعدوى الممرضات (Smart, 1994). تمكن شيخوخة الأوراق من استعادة تخصيص الموارد (reallocation of resources) للأعضاء التناسلية (reproductive organs) لضمان إكمال النباتات لدورات حياتها، حتى تحت ظروف الإجهاد. وقد تسبب العوامل الداخلية الشيخوخة، وتشمل هذه العوامل عمر الأوراق وتطور التكاثر (reproductive development) وتركيزات الهرمونات النباتية (phytohormones). بالتالي، تحدث الشيخوخة حتى في عدم وجود الإجهاد البيئي (Gan and Amasino, 1997). لقد تم افتراض أن المدى من الهرمونات النباتية أدواراً محتملة ممكنة في بدء (بعث، نشوء) شيخوخة الأوراق وتشمل هذه الأوكسينات (auxins) والجيبيريلينات (gibberellins) والإيثيلين وحمض الأبسيسيك (abscisic acid) والسايوكينينات (Smart, 1994). وحقاً، قد اتهمت السايوكينينات لبعض الوقت، بأنها المسببة لشيخوخة الأوراق في كثير من الأنواع (Nooden and Leopold, 1978; Nooden, 1980). مع الاعتقاد بأن استنزاف السايوكينينات في هذه الأعضاء، يقدح (يستحث) تسلسل الأحداث (trigger the cascade of events) التي تشكل هذه العملية.

(١٣,٥) السايٲوكينينات والشيخوخة

Cytokinins and Senescence

يعتقد بأن السايٲوكينينات تؤخر الشيخوخة بالمحافظة على السلامة والتمامية الخلية (التماسك الخلوٲي (cellular integrity))، خاصة المحافظة على غشاء التونوبلاست (الخلية الإيقاعية) (tonoplast membrane). يمنع هذا تسرب البروتينات من الخويصلة إلى داخل السايٲوبلازم ويمنعها من تحلل كل من البروتينات الذائبة (soluble proteins) والكلوروبلاست، جيلة أو حبيبة اليخضور وأغشية المايٲوكونديريا. وقد تعمل السايٲوكينينات بتثبيٲ أكسدة دهون الأغشية، المفعلة بالجذور الحرة (free radical-mediated oxidation) (Lesham, 1992). استخدمت ثلاث معالجات لدراسة آثار السايٲوكينينات في شيخوخة النبات، والتي تتضمن الاستخدام الخارجي لمحاليل السايٲوكينينات وقياس السايٲوكينينات الداخلية أثناء الشيخوخة والتصنيع الحيوي المرمز بالجينات المحورة، للسايٲوكاينين (trans gene-encoded cytokinin biosynthesis). وتوضح التحاليل أن تركيز السايٲوكينينات الداخلية في أنسجة النبات تنخفض مع اضطراب الشيخوخة (Van Staden and Joughin, 1988). ينخفض محتوى نُسغ (لين) الزيلم (لين نسيج الخشب) (xylem sap) من السايٲوكينين في النباتات مثل زهرة الشمس (sunflower) وفول الصويا، بسرعة، مع بدء الشيخوخة، ويفيد هذا بأن الانخفاض في نقل السايٲوكينين من الجذور إلى البراعم والفروع (shoots) يمكّن الشيخوخة من التقدم والاضطراب (Nooden *et al.*, 1990).

إن الاستخدام الخارجي للسايٲوكينينات قد يؤخر شيخوخة الأوراق المفصولة (من النبات)، بالرغم من أن منظمات النمو هذه تكون أحياناً أقل كفاءة في الأعضاء المرتبطة بالنبات الأصل (Gan and Amasino, 1996). وفي هذا السياق، فإن الاستخدام الخارجي للسايٲوكينينات، مثل الدايبايدروزياتين (dihydrozeatin) والبنزايلادينين

(benzyladenine)، قد استغل/استخدم تجارياً لإطالة فترة صلاحية الفواكه والخضراوات والزهور المقطوعة المحصودة طازجة (Ludford, 1987; Salisbury and Ross, 1992).

لقد كانت هناك معالجة لتأخير الشيخوخة من خلال استخدام التصنيع الحيوي للسايتوكينين المرمز بالجينات المحورة. في البداية، درس هذا في التبغ باستخدام التعبير الفائق التكويني أو القابل للاستحثاث (constitutive or inducible over expression) لجين الـ *ipt* الذي يرمز الأيسوبنتينيل فوسفوترانسفيريز (isopentenyl phosphotransferase). يحفز هذا الإنزيم المعدل الذي يحدد خطوة التصنيع الحيوي للسايتوكينين دي نوفو بايروفوسفات (de novo cytokinin pyrophosphate) (McGaw and Burch, 1995)، بمعنى آخر إضافة Δ^2 -أيسوبنتينيل بايروفوسفات (Δ^2 isopentenyl pyrophosphate) إلى الـ $5'$ -أدينوسين مونوفوسفات (of $5'$ -adenosine monophosphate) لتكوين أيسوبنتينيل أدينوسين $5'$ -مونوفوسفات (isopentenyl adenosine $5'$ - monophosphate). (Chen, 1997). الأيسوبنتينيل فوسفوترانسفيريز متغير بدرجة بالغة، وحتى الوقت الحاضر لم تتم تنقيته (purified) من النباتات.

الإيسوبنتينيل أدينوسين $5'$ - مونوفوسفات هو طليع كل السايتوكينينات الأخرى، والتي منها ثلاثة هي التي كشفت والأكثر كشافاً وبصورة شائعة كما أنها الأكثر نشاطاً فسيولوجياً؛ وهي الإيسوبنتينيل أدينين (isopentenyladenine) والزياتين (zeatin) والدايهيدروزياتين (dihydrozeatin) (Salisbury and Ross, 1992; Mok and Mok, 1994). وعلى أي حال، بينما أدى التعبير الفائق لجين الـ *ipt* في النباتات المحورة وراثياً إلى ارتفاع تركيزات سايتوكينينات الأوراق كما أدى إلى تأخير شيخوخة الأوراق، وارتفاع تركيزات السايتوكينين، فإن تركيزات السايتوكينينات العالية ضارة

جداً بالنمو والخصوبة (Medford *et al.*, 1989; Yusibov *et al.*, 1989; Smart *et al.*, 1991; Li *et al.*, 1992; Hewelt *et al.*, 1994; Machakova *et al.*, 1997; Wang *et al.*, 1997 a, b).

(١٣، ٦) الإيثيلين والشيخوخة

Ethylene and Senescence

يتحكم هرمون النباتات، الإيثيلين، في عدة عمليات تطويرية (developmental processes)، تشمل نمو البذور (seedling growth) وشكلها، ونضج الفواكه وانفصال الأعضاء (abscission) والشيخوخة (Hackett *et al.*, 2000). يُصنع الإيثيلين من إس-أدينوسايل-إل-ميثيونين (S-adenosyl-L-methionine) من خلال نشاط إنزيمات حمض ١-أمينوسايكلوبروبين-١-كاربوكسيليك سينسيز (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase والـ ACC أوكسيداز (ACC oxidase). يحول الـ ACC الـ ACS synthase إلى إس-أدينوسايل-إل-ميثيونين إلى ACC، والذي من ثم يهدم إلى الإيثيلين بواسطة الـ ACC oxidase (ACO). تؤخر مثبطات التصنيع الحيوي للإيثيلين، مثل حمض الأمينو-أوكسياسيتيك وثيوسلفات الفضة (silver thiosulphate) الشيخوخة أو تمنعها (Savin *et al.*, 1994). لقد ثبت أن الإيثيلين يحث تعبير الجينات المرتبطة بالشيخوخة (SAGs) (Davies and Grierson, 1989; Park *et al.*, 1998; Weaver *et al.*, 1998; Kinoshita *et al.*, 1999; Hajouj and Gapstein, 2000). لقد تم تحديد بيروكسيداز (peroxidase) منظم تنظيمياً دقيقاً أثناء الشيخوخة المستحثة بالإيثيلين (Abeles *et al.*, 1988; Morgens *et al.*, 1990) في خيار مستنسخ (cloned cucumber). لقد تم توضيح أن الطفرة غير الحساسة للإيثيلين (ethylene-insensitive mutant)، أو الـ *etr1* للـ *A. thaliana*، تظهر زيادة بنسبة ٣٠٪ في التعمير (العيش طويلاً، longevity) قبل أن تشيخ مقارنة بالنباتات البرية (wild-type plants). يتوافق هذا التأخير في بدء الشيخوخة مع الحث المتأخر

للجينات المرتبطة بالشيخوخة والمستويات العالية لتعبير الجينات المرتبطة بالتمثيل الضوئي (photosynthesis-associated genes) (Grbic and Bleecker 1995).

(١٣,٧) أنواع الأوكسجين المتفاعلة/التفاعلية والشيخوخة

Reactive Oxygen Species and Senescence (ROS)

يوجد برهان بأن نشاط البيروكسيدز وتركيزات أنواع الأوكسجين المتفاعلة/التفاعلية الـ ROS مثل الهيدروجين بيروكسايد (H_2O_2)، يرتفعان أثناء الشيخوخة ونضج الفواكه (Hung and Kao, 1998; Lacan and Baccou, 1998; Lin and Kao, 1998; Yamane *et al.*, 1999; Lester, 2000; Eskin and Robinson, 2001). في الخلايا التنفسية (respiring cells) قد يختزل ما يصل إلى ٥٪ من الأوكسجين الكلي ليكون أنواع الأوكسجين المتفاعلة (Eskin and Robinson, 2001). أثناء تخزين ما بعد الحصاد، خاصة للمواد المصنعة، ترتفع نسبة الأوكسجين، المختزل ليكون الأنواع المتفاعلة.

قد تقود الفواقد المستحثة بالشيخوخة (senescence-induced loss) في المحتوى الكيميائي لثايلاكويدات الكلوروبلاست (chloroplast thylakoids) مع التدهور في لصف (استشعاع) الكلوروفيل - أ (chlorophyll-a fluorescence) إلى التحميل المفرط الكمي (quanta overloading) لصبغات الكلوروبلاست (Biswal, 1995)، مؤدياً إلى التثبيط الضوئي وتحويل كثير من الإليكترونات إلى تكوين الـ ROS، مثل الأوكسجين المفرد (singlet oxygen (O_2)). وإذ إن ثاني أكسيد الكربون هو خزان الإليكترونات المتولدة في التفاعلات الخفيفة في الكلوروبلاست، فإن تكوين الـ ROS يرتفع بفقد في كفاءة دورة كالفين (Calvin cycle efficiency) وهدم الروبيسكو (Rubisco) أثناء الشيخوخة. إن التبدل أو التغيير في تركيب الثايلاكويد أثناء الشيخوخة يؤدي إلى فرز كلوروفيل حر (free chlorophyll) وإنتاج كلوروفيل ثلاثي ذرة الكربون [3CHI] (triplet chlorophyll)،

والذي، بدوره، ينتج الـ O_2^{\cdot} . معروف أن الأوكسجين المفرد وإما أن يؤكسد الكاروتينويدات مباشرة، أو أنه يساهم في هدمها بشكل غير مباشر (Biswal, 1995). في النباتات، يثبط الهيدروجين بيرأوكسايد (فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2)) التمثيل الغذائي لثاني أكسيد الكربون عند تركيزات منخفضة (Halliwell and Gutteridge, 1999) كما أنه نشط مع الأوكسيدات ذات الوظائف المختلفة (mixed functions oxidases) في إلام (marking) عدة إنزيمات للهدم التحليلي البروتيني (proteolytic degradation). قد تثبط أنواع أوكسجين متفاعلة أخرى، مثل السوبرأوكسايد ($O_2^{\cdot-}$ superoxide) بعض الإنزيمات المحتوية على معادن (metal-containing enzymes)، خاصة التي تحتوي على مجموعات الهيدروجين سلفايد سهلة المنال (accessible-SH groups)، مسببة تحطيم الأحماض الأمينية كما تسبب فقد وظائف البروتين (Davies, 1995). زيادة على ذلك، يتفاعل الهيدروجين بيرأوكسايد (H_2O_2) والسوبرأوكسايد ($O_2^{\cdot-}$) بتفاعل هايبير-وايس (Haber-Weiss reaction) لإنتاج جذور (شقوق) الهيدروكسيل (OH^{\cdot}) وهي من أنواع الأوكسجين المتفاعلة شديدة التفاعل. قد تحفز جذور الهيدروكسيل تفاعلات ذاتية - الانتشار (self-propagating reactions) مؤدية إلى تحطيم خلوي (cellular damage)، وبصفة خاصة، فوق أكسدة دهون الأغشية. عرفت العملية الأخيرة (فوق أكسدة دهون الأغشية) بأنها عامل أساسي في فقد نفاذية الأغشية الانتقائية (membrane selective permeability) والسيولة (fluidity) أثناء الشيخوخة، مما يؤدي في النهائية إلى فقد التمامية والسلامة الخلوية (Hong et al., 2000).

لقد تم توضيح أن المحافظة على سلامة، تمامية الأغشية الخلوية داخل أنسجة الميزوكارب (لب الثمرة mesocarp) لكل من ثمرات ندى العسل (honey dew fruit) أو

مشبك (netted) القاوون ، الشمام (*muskmelon, Cucumis melo*) ، أمراً حرجاً ومهماً ، لتنظيم شيخوخة ما بعد الحصاد (Lester and Grusak, 1999; Lester, 2000). بمقارنة صنفى الشمام ؛ الكلير (Clipper) والجيراك (Jerac) ، فقد اختلفا في فترة صلاحيتهما ؛ مما يشير إلى أن زيادة النشاط المضاد للأكسدة ترتبط بالمحافظة على النفاذية الانتقائية (selective permeability) وتمامية الدهون الغشائية (*integrity of membrane lipids*) والشيخوخة المتأخرة وزيادة فترة الصلاحية (Lacan and Baccou, 1998). أدى الاستخدام الخارجي لكاسحات الجذور الحرة ، بنزوات الصوديوم (*sodium benzoate*) والبروباييل جالات (*propyl gallate*) والـ ٣ ، ٤ ، ٥-ترايكلوروفينول (*3, 4, 5 trichlorophenol*) على / في الكارنيشن (القرنفل *carnation, Dianthus caryophyllus*) ، إلى تأخير تصنيع وتركيز الإيثلين (Paulin et al., 1986). وقد ارتبط هذا أو تمت مقارنته بالتأخير في إنتاج البروكسيدات وتحلل دهون الأغشية ، وينتج عن ذلك في نهاية الأمر تأخير للشيخوخة وإطالة فترة الصلاحية. وبالمثل ، فقد أحر الاستخدام الخارجي لمضاد الأكسدة الـ إل-سيسستين (*antioxidants L-cysteine*) وحمض الأسكوربيك والجلوتاثيون المختزل والميركابثوايثانول (*mercaptaethanol*) بتركيزات 10^{-1} - 10^{-3} م^٥ (M) ، على السبانخ (*Spinacia, oleracea*) وعلى النباتات الثلاثة البحرية (*three aquatic plants*) ؛ البوتاموجيتون بوكيتنيتس (*Potamogeton pectinatus*) والفايسنيريا اسبيراليس (*Vallisneria spiralis*) والهايدريلا فيرتيسيللاتا (*Hydrilla verticillata*) ، الشيخوخة كما تمت متابعة وملاحظة هذا الأمر من خلال الاحتفاظ بالكلوروفيل والبروتين (Jana and Choudhuri, 1987).

تم تقييم نشاط عدد من الإنزيمات المضادات للأكسدة الموجودة في السبانخ تحت ظروف إحداث شيخوخة (معالجة بالإيثلين) أو منع الشيخوخة [١٠٪ (جم / جم) ثاني

أُكسيد الكربون، ٨٪ (جم / جم) أُكسجين و ٢٨٩٪ (جم / جم) نيتروجين (Hodges and Forney, 1999). ومن أجل بحث الدور الذي تلعبه مضادات الأوكسدة في تنظيم أو تعديل ديناميكيات الشيخوخة في أنسجة النبات، فقد تم اقتراح أن الانخفاض في نشاط الأوكسوربات والأوكسوربات بيروكسيديز (ascorbate peroxidase) والكاتليز خلال ٣٥ يوماً من التخزين، بصرف النظر عن محتوى مناخ التخزين، استجابة للتنظيم بواسطة الهيدروجين بيروكساييد. وكنتيجة، فقد تم افتراض أن تركيزات الهيدروجين بيروكساييد تلعب دوراً مهماً في ديناميكيات وحدة شيخوخة ما بعد الحصاد، وبالتالي، تلعب دوراً في فترة صلاحية السبانخ (Hodges and Forney, 1999).

(١٣,٨) نكهة وفترة صلاحية الخضراوات

Flavor and Shelf-Life of Vegetables

تنتج المشتقات العضوية المقابلة لأنواع الأوكسجين المتفاعلة، في الخلايا، وبصفة أساسية، في شكل أحماض دهنية مؤكسدة غير مشبعة، أثناء فوق أكسدة الدهون. وتشمل هذه دهون البيروكاسيل (LOO^*) peroxyl radicals وهيدروبيروكساييدات (LOOHs) hydroperoxides وألكوكاسيل (alkoxyl radicals) (LO^*). تتحلل الهيدروبيروكساييدات (decompose) إلى مدى واسع من المنتجات الطيارة وغير الطيارة، والتي نفسها، قد تشهد مزيداً من الأوكسدة و/ أو التحلل (decomposition)، وينتج عن ذلك روائح غير طيبة غير مرغوبة (off-flavor) ترتبط بالمنتجات المتزنخة (rancid products) (Eskin and Robinson, 2001). تولد أنزيمات الليوكسيجينيزات (lipoxygenases) مركبات روائح ونكهات، ولكن لها القدرة على تكوين أنواع الأوكسجين المتفاعلة. وبالتالي، فقد اتهمت بتكوين الروائح غير المرغوبة أثناء تخزين الأغذية، أيضاً.

(١٣،٩) التحوير النباتي

Plant Transformation

نُشرت كثير من البروتوكولات حول التحوير الفعال لمدى واسع من أنواع المحاصيل، مع استغلال معظم الطرق لاستخدام البيولستيكتات (التحولات الحيوية، biolistics) أو آليات التحوير الجيني الطبيعية (natural gene transfer mechanism) لـ *A. tumefaciens* لتفعيل نقل الجينات المحورة للنباتات المستهدفة. تم نقاش الأساس الجزيئي للتحوير النباتي (molecular basis) في استعراضات مرجعية متميزة كثيرة (Pawlowski and Somers, 1991; Christou, 1995; Jaehne *et al.*, 1995; Puddephat *et al.*, 1996; Tinland, 1996; Wysokinska and Chimel, 1997; Ignacimuthu *et al.*, 2000; Newell, 2000)، ذلك مع بروتوكولات تحوير محاصيل محددة (Gartland and Davey, 1995; Davey *et al.*, 2001, 2002).

(١٣،١٠) التحوير الجيني (الوراثي) للنباتات لتحسين فترة الصلاحية (إطالتها)

Genetic Modification of Plants to Improve Shelf-life

من أجل الإحاطة بالآثار الضارة للتعبير المفرط للسايتوكينين التكويني (constitutive cytokinin over expression)، فقد صمم جان وأماسينو (Gan 1995) and Amasino, 1995) إستراتيجية اعتمدت على إنتاج سايتوكينين منظم أوتوماتيكياً، والذي أخرج شيخوخة الأوراق في التبغ المحور وراثياً دون تغيير الشكل الخارجي للنبات (plant phenotype). استخدمت هذه الإستراتيجية محفز الشيخوخة عالي التخصصية (highly senescence-specific promoter) أي (SAG12)، الجين المرتبط بالشيخوخة (١٢) من جين يرمز للسيستين بروتينيز لـ *A. thaliana* (Lohman *et al.*, 1994) الملتصقة بجين الـ *ipt* المرادف لجين التي إم آر (synonym *tmr* gene) من الـ *A. tumefaciens* (Hidekamp *et al.*, 1983). لقد تم تنشيط جين الكامبيريك بي إس أجي^{١٢} - آي بي تي

(chimaeric $P_{SAG12-IPT}$)، فقط، عند بدء الشيخوخة في أوراق التبغ السفلي الناضجة (lower mature leaves of tobacco). وقد نتج عن هذا تصنيع حيوي للسايتوكينين في الأوراق، والذي أدى إلى تثبيط شيخوختها وبالتالي، أضعف هذا التصنيع الحيوي للسايتوكينين نشاط جين الـ $P_{SAG12-IPT}$ ، ومنع الإنتاج المفرط/ الزائد للسايتوكينين. وبينما، نظرياً، يجب أن ينظم نظام التغذية الرجعية (feedback system) تنظيمًا صارماً، فهناك تقارير تفيد بأن إستراتيجية جين الـ $P_{SAG12-IPT}$ قد لا تكون مُنظمة أو توماتيكياً تنظيمياً صارماً كما تم توقعه في التبغ (*Nicotiana alata*) أولاً (Schroeder and Stimart, 1998) وفي الخس (*lactuca sativa*, lettuce) (McCabe et al., 2001).

وحتى الآن، فإن أكثر الدراسات تفصيلاً لتأثيرات تعبير الـ *ipt* في النباتات المحورة وراثياً في الـ $P_{SAG12-IPT}$ كانت بعدد محدود في أعضاء في السولانيسي (Solanaceae)، مثل التبغ (*N. tabacum*) (Gan and Amasino, 1996; Schroeder and Stimart, 1998; Jordi et al., 2000) وبالرغم من وجود تقارير تفيد بإدخال جين الـ $P_{SAG12-IPT}$ في الأرز (*Oryza sativa*) (Fu et al., 1998). وفي الزهرة (*Brassica oleracea*) cauliflower (Nguyen et al., 1998) وفي الـ *A. thaliana* (Zhang et al., 2000) وفي الخس (Garratt et al., 2000, 2001 a; McCabe et al., 2001). وبالتحديد، كانت هذه الإستراتيجية ناجحة في الخس النوع إفولا (cv, Evola)، فقد أُخرت فيه الشيخوخة أثناء تطور النبات وبعد حصاد الرؤوس الناضجة (mature heads). عليه، ففي أربعة خطوط/ انسال محورة وراثياً متجانسة الأمشاج (homozygous transgenic lines) تم تقييمها، لم توجد أوراق شائخة (senescent leaves) في أي من النباتات في مرحلة البذور (seedling stage) أو أثناء التطور المتأخر (later development). هذه الخاصية

مورثة بشكل ثابت (stability inherited) عبر أجيال البذور المتتالية الثلاث التي تم تقييمها. عكس ذلك أو في المقابل، أظهرت كل النباتات المقابلة متغايرة الأمشاج (azygous plants) وغير المحورة المتولدة المتجددة المزروعة (منقول نسيجها الحي لغير بيئته لغرض علمي بحثي) (leaf explants) أوراقاً قاعدية شائخة (senescent basal leaves). إضافة لذلك، فضلاً عن إبطاء شيخوخة الألياف، كانت النباتات الناضجة عمر ٦٠ يوماً (وهذا هو العمر المقابل والذي فيه عادة، تحصد الرؤوس تجارياً)، طبيعية الشكل (morphologically normal) وبدون فروقات معنوية في قطر الرأس (head diameter) أو فروقات في الوزن الطازج لأوراقها وجذورها. بعد حصاد الرؤوس بعد ستين يوماً من نثر البذور، وتخزينها لمدة سبعة أيام، احتفظت الأوراق الخارجية لرؤوس النباتات الأربعة المحورة متجانسة الـ $P_{SAG12-IPT}$ ، احتفظت بالكلوروفيل. عكس ذلك، كانت الأوراق الخارجية لرؤوس النباتات الأربع متغايرة الخطوط، صفراء ونخرية (necrotic) بعد فترة التخزين هذه.

هناك عدة استخدامات محتملة للشيخوخة المتأخرة في الخس المعدل بالـ $P_{SAG12-IPT}$ وبما أن الأوراق تحتفظ بالكلوروفيل لمدة أطول بعد الحصاد، فإن الاستخدام الأكثر وضوحاً هو تحسن وإطالة فترة ما بعد الحصاد. ومما يثير الدهشة والاهتمام، أظهرت النباتات متجانسة الأمشاج انخفاضاً معنوياً (ملحوظاً) في قابليتها لعدوى الـ *Botrytis cinerea* (W.J.R.M. Jordi, unpublished) إذ إن هذا المرض عادة، يستهدف الأنسجة الشائخة. إضافة لذلك، بقيت نباتات الخس المحورة بالـ $P_{SAG12-IPT}$ خضراء حتى بعد استنزاف النترات في الكومبوست (سماد الروث، compost). بهذا البرهان، فقد جاز اقتراح أن تعبير هذا الجين قد يوفر إستراتيجية لحفض محتوى الخس المزروع (cultivated lettuce) من النترات، أيضاً. وفي هذا المنحى، فقد تؤدي إزالة النيتروجين

من بيئة النمو خلال ٥-١٠ أيام قبل حصاد نباتات الخس المحورة بال *PSAG12-IPT*، إلى انخفاض في محتوى الخس من النترات بنسبة ٧٠٪ مع انخفاض بسيط في النمو ولا يوجد فقد في الصبغة وعليه كذلك، لا يحدث تدهور في الجودة البصرية (visual quality). حد محتوى الخس من النترات، خاصة في أوروبا الشمالية، يعني بأن انخفاض محتوى النترات (في النباتات والمزروعات) هدف تهجين مهم (important breeding objective) لهذا المحصول (Gunes *et al.* 1994).

بالإضافة إلى استخدام محفز الـ *SAG12*، فقد استخدمت محفزات شيخوخة تخصصية، أخرى، مثل الـ *SAG529* و *SAG766A*، في تركيبات جينات الكايمائريك (chimaeric genes) كجزء من إستراتيجية إحداث شيخوخة متأخرة لإطالة فترة الصلاحية. وقد استخدمت مثل جينات الكايمائريك هذه، لتحويل البروكلي [الملفوف، (*broccoli*, *B. oleracea*)، مؤدية إلى إبطاء الشيخوخة، والمقاس (الإبطاء) باحتفاظ الملفوف بالكلوروفيل، بعد أربعة أيام من تخزين ما بعد الحصاد (Chen *et al.*, 2001). أيضاً، استخدمت جينات الـ *ipt* كايمائريك المركبة باستخدام محفزات الصدمة الحرارية (heat-shock promoters)، في تأخير الشيخوخة في محاولة لإطالة فترة الصلاحية (Medford *et al.*, 1989; Smart *et al.*, 1991; Smigocki *et al.*, 1991; Ainley *et al.*, 1993; Van loven *et al.*, 1993; Harding and Smigocki, 1994; Veselov *et al.*, 1995; Cooper *et al.*, 1995, 1996; Kudoyarova *et al.*, 1999). وعلى أي حال، فقد تؤثر عملية الصدمة الحرارية نفسها في النمو وتركيزات السايوتوكينين الداخلية (Van Loven *et al.*, 1993; Wang *et al.*, 1997 a, b).

في دراسات أو أبحاث أخرى، استخدم محفز ٣٥ إس (*35 S promoter*) من فيروس، موازيك القرنبيط (cauliflower mosaic (CaMV)) للسيطرة على جين الـ *ipt* في التبغ والخيار وراثياً (Smigocki and Owens, 1988; Makarova *et al.*, 1997 a, b). وعلى

أي حال ، في هذه الحالات ، أدى التعبير التكويني لجين الـ *ipt* إلى ظواهر تطورية غير طبيعية ، تشمل النمو المتقزم (stunted growth) والعقم (sterility).

أيضاً ، تمت ملاحظة ظواهر غير طبيعية في النباتات المحورة بجين الـ *ipt* بمحفزات تكوينية أخرى. على سبيل المثال ، عند استخدام محفز الكالكون سينثيز (chalcone synthase promoter (P_{CHS}) من الـ *Antirrhinum majus* لدفع جين الـ *ipt* داخل التبغ المحور وراثياً (Wang *et al.*, 1997a, b) ، فقد سبب التعبير الوراثي المحور تثبيط الجذور وإبطاء شيخوخة الأوراق ورفع مستويات الكلوروفيل وتأخير تطور الأزهار وكتبعة أو نتيجة ، تأخير في نشوء (بدء) الأزهار. أيضاً ، أدى تعبير جين الـ *P_{SAG12}-IPT* ، إلى جذوع أغلظ (thicker stems) ناتجة عن تحفيز متزامن لكل من انقسام الخلايا (cell division) وتمددتها (cell expansion). وفي هذا المنحى أو السياق ، فإن مثل هذه الظواهر الشكلية غير الطبيعية (phenotypic abnormalities) مشابهة لتلك التي تظهر أثناء المراحل المتأخرة لتطور التبغ والخس المحورين بجين الـ *P_{SAG12}-IPT* (Gan and Amasino, 1996; Jordi *et al.*, 2000; Garratt *et al.*, 2000, 2001a; McCabe *et al.*, 2001) ، كما أنها متوافقة مع فرط إنتاج السايكوكينينات الداخلية. قد يكون تضخم الخلايا الملاحظ في النباتات المحورة بجين الـ *P_{SAG12}-IPT* وجين الـ *P_{CHN}-IPT* ، بسبب زيادة أخذ الماء الناتجة من الضغط الأسموزي الزائد (increased osmotic pressure). وقد تكون مثل هذه الزيادة في الضغط الأسموزي متوافقة مع تجمع سكر الهيكسوس (السكر السداسي hexose) ، وهذا التجمع مميز لنباتات الـ *P_{SAG12}-IPT* (Garratt *et al.*, 2000, 2001a; McCabe *et al.*, 2001). أظهر التبغ المحور بجين الـ *ipt* المتولد/المستحث بالنحاس (Cu-copper-inducible *ipt* gene) (*Mckenzie et al.*, 1998) *IPT* شيخوخة متأخرة عندما يعالج بتركيزات فسيولوجية للنحاس (Cu^{2+}).

لقد تم إحداث شيخوخة أوراق، متأخرة، في التبغ المحور وراثياً باستخدام جين الهوميوبوكس (homeobox gene, *knotted1* (*kn1*)) المعزول من الـ *A thaliana* الملتصق بمحفز الشيخوخة التخصصي الـ pSAG12 (Ori et al., 1999). عادة، يتم تعبير جين الـ *kn1* وشبيهاته في ميرستيم (بارضة) الجذور (shoot meristems). ومما يثير الاهتمام أن النباتات المحورة بالـ *pSAG12-kn1* أظهرت شيخوخة متأخرة بدون ظواهر تطورية غير طبيعية. وبالإضافة إلى الشكل الخارجي للشيخوخة المتأخرة، هناك عدد من الخواص الأخرى لهذه النباتات، والتي تمت ملاحظتها في نباتات التبغ المحورة بالـ *pSAG12-IPT*، والأكثر إثارة من هذه الخواص هذه الزيادة المعنوية (الكبيرة) في تركيزات السايوتوكينات في الأوراق. وقد تم افتراض أن الـ *kn1* قد يعمل كعامل نسخ، ويُفَعِّل تجمع السايوتوكينين (Ori et al., 1999). وبالمثل في الخس صنف الليوكسور (cv. luxor)، أدى تعبير الـ *PetE-KNAT1* شبيه للـ *kn1* من الـ *Arabidopsis*، وتحت سيطرة محفز بلاستوسيانين البازلاء (pea plastocyanin promoter *PetE*) إلى تأخير شيخوخة الأوراق (Frugis et al., 2001).

أثناء نشوء، بدء شيخوخة الأوراق ونضج الثمار يتم فقد أغشية البلازما، وبالمثل تفقد أغشية الطبقة البلازمية الداخلية الظهارية نفاذيتها الانتقائية وسيولتها (Hong et al., 2000)، ومعروف أن هذه التغيرات تستحث موت الخلايا المبرمج (بإذن الله) (programmed cell death) (Thompson et al., 2000). وقد عُزى أو أرجع فقد النفاذية الانتقائية هذا، إلى الاضطرابات الجزيئية (molecular perturbations) في الطبقات الشائبة المزدوجة للدهون (lipid bilayers)، والناجمة من الزيادة في نسبة الأحماض الدهنية غير المؤسترة إلى المؤسترة (non-esterified to esterified fatty acids ratio) في الأغشية. إزالة أسترته *deestification* هذه الأحماض الدهنية، يسببها الليبيز

المولد بالشيخوخة (senescence induced lipase) المسمى الليبوليتيك أكاييل هايدروليز (lipolytic acyl hydrolase) (Thompson et al., 2000). زيادة على ذلك تعمل إزالة أسترة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع كمادة تفاعل لعمل إنزيم الليبوكسيجينز والذي يسبب فوق أكسدة الدهون، وبالتالي يسبب صلابة مطردة في الأغشية (progressive membrane rigidity) ويسبب فقد التمامية الوظيفية (functional integrity) (Asada and Takaha Shi, 1987).

ولدت النباتات المحورة وراثياً للـ *A. thaliana* والتي فيها لم يتم تنظيم تعبير الليبيز المستحث بالشيخوخة تعبيراً منظماً من خلال التعبير التكويني للجين كامل الطول (full length gene) في تكييفه في حالة تجعله غير حساس (antisense orientation)، تحت نظام محفز ٣٥ إس (35S promoter) (Thompson et al., 2000). أظهرت النباتات الناتجة شيخوخة أوراق متأخرة، وبذلك أثبتت أن معالجة تعبير الليبيز قد تكون إستراتيجية فعالة لإطالة فترة الصلاحية.

في الزهور، أخر التثبيط غير المحسوس (antisense inhibition) لجين الـ ١ - أمينو سايكلوبروبين أو أكسيديز في القرنفل صنفى الـ cvs Red Sim والـ White Sim، شيخوخة البتلات (petal senescence) في النباتات المحورة وراثياً (Savin et al., 1994)، وكما مكن من إطالة عمر الزهور في الزهريّة (vase-life). يقابل هذا التثبيط للشيخوخة، خفض ملحوظ معنوي في الـ ١-أمينوسايكلوبروبين أو أكسيديز والـ أ سي سي سينثيز إم آر إن أ (ACC synthase mRNAs). وبالمثل، فقد أثبت أن التثبيط غير المحسوس لجين الـ ١-أمينوسايكلوبروبين أو أكسيديز في الطماطم يؤخر بدء ومعدل نضج الفواكه (John et al., 1995; Bolitho et al., 1997). وحديثاً، أعتقد بأن الراب ١١ / واي بي تي ٣ (rab 11/ YPT3) وهو شبيه من الطماطم، والذي يرمز الجواناسين

ترايفوسفات (GTPase) (guanine tryphosphate)، والذي يعتقد بأن له دوراً في السيطرة على نقل البروتين داخل الخلايا (protein trafficking with in cells) قد قوض تنظيمه (down regulated) في الطماطم المحورة وراثياً، باستخدام التثبيط غير المحسوس (Lu et al., 2001). للثمار من نباتات تعبر الجين غير المحسوس، صبغة (لون) طبيعية، ولكنها فشلت في أن يكون لها تطوير قوام لين طري (soft texture).

لقد تمت معالجة تصنيع حيوي لمضاد أكسدة في الخس باستخدام تركيب يتكون من جينات الكايميريك التي ترمز عناصر مسار الأسكوربات-الجلوتاثيون (ascorbate-glutathione pathway) (Garratt et al., 2001b). حفز وحسن هذا التعبير الفائق للجينات المحورة القدرة على كسح الأوكسي راديكال (الجذور الأوكسيجينية، المؤكسدة) (oxy radical scavenging potential) كما حسن محتوى هذه النباتات المحورة من مضادات الأكسدة. تظهر النباتات متماثلة الأمشاج زيادة بمقدار ٦ أضعاف في الجلوتاثيون المختزل الورقي مقارنة بالنباتات المرجعية متغايرة الأمشاج. يقل مستوى هايدروجين بيروكساييد الأوراق بمقدار ثلاثة أضعاف في الأوراق العليا وبمقدار ضعفين في الأوراق الوسطى والسفلى للنباتات متجانسة الأمشاج مقارنة بالنباتات المرجعية. انخفضت فوق أكسدة الدهون بدرجة كبيرة، مما يشير إلى أن تمامية الأغشية قد حفظت. زيادة على ذلك، فإن أقراص أسطوانات الأوراق المقصوفة من النباتات المحورة وراثياً والمعمومة في الماء لمدة ٧ أيام لإحداث شيخوخة، قد أظهرت انخفاضاً في هايدروجين بيروكساييد الأوراق الذي قل بنسبة ٤٠٪ عن هايدروجين بيروكساييد أقراص الأوراق المقصوفة من نباتات متغايرة الأمشاج (مرجعية). كان محتوى النباتات المحورة وراثياً عمر ٦٠ يوماً (60-day-old transgenic plants) أعلى بدرجة معنوية ($P < 0.05$) في الأوراق العليا والسفلى $< 40\%$ و 20% ، على التوالي. وبمثل تحسين أداء المحصول أثناء

النمو، فإن استحثاث القدرة المضادة للأكسدة والتي أخرت فوق الأكسدة، قد حسنت أداء محاصيل الخس المحورة وراثياً بعد حصادها، وأطالت فترة صلاحيتها، ذلك مع تحسين مظهرها ومحتواها التغذوي.

وبالإضافة إلى تأخير العلامات المرئية (visible sings) للشيخوخة، فقد جرت محاولات لخفض أو تأخير تكون/ تولد الروائح غير المرغوبة المرتبطة بتخزين المنتجات الغذائية. وقد تحقق هذا بتثبيط نشاط الإنزيمات المسؤولة عن إنتاج مثل هذه المنتجات غير المرغوبة، أو بتطوير النباتات المحورة وراثياً المفتقرة إلى الإنزيمات غير المرغوبة. على سبيل المثال، تحسن النكهة والثباتية (stability) وبالتالي فترة الصلاحية لتحضيرات فول الصويا [preparation of soybean (*Glycine max*)]، وبصفة خاصة، فقد تحققت هذه التحسينات في دقيق الصويا (soy flour) وحليب الصويا (soy milk) بإزالة إنزيم الليوكسيجيناز - ٢ (LOX-2) (Davies et al., 1987).

في حالة الطماطم (*Lycopersicon esculentum*) والتبغ (tobacco)، رفع تعبير الجين التحويري الـ $\Delta - 9$ ديساتيوريز الخميرة (expression of the yeast $\Delta - 9$ desturase transgene) تركيزات معظم الأحماض الدهنية أحادية عدم التشبع في كل من هذه النباتات. بالإضافة لذلك، خفض هذا التعبير تركيزات الأحماض الدهنية المشبعة في الطماطم (Polashock et al., 1992; Wang et al., 1996)، مؤدياً إلى تغيرات في مستوى نكهة ثمار النباتات المحورة وراثياً. وعلى أي حال، بينما يوضح ويثبت هذا، القدرة على تغيير مستويات النكهة بالمعالجة الجينية/ الوراثة للأحماض الدهنية، إلا أن هذه المعالجة وحتى الآن، لم تستخدم مباشرة في إطالة فترة الصلاحية. في المقابل، تمت ملاحظة زيادة كبيرة ملحوظة في فترة صلاحية ثمار نباتات الطماطم المحورة وراثياً، مع التثبيط غير المحسوس لنشاط البولي جالاكتيوريناز (antisense suppressed

(Sozzi- Quiroga and Fraschina, 1997) polygalacturonase activity). وبمثل قلة القابلية للتحتيم والعدوى، أظهرت ثمار الطماطم المحورة وراثياً تأخراً في النضج الزائد (retarded over- ripening)، ولكنها حافظت على التطور الطبيعي في فترة ما قبل الشيخوخة (pre- senescence).

أشار التتبع/ التحليل الحسي والفيزيوكيميائي والكيموحيوي إلى أن تدريجات التفضيل القياسية (standard preference ratings)، والمستخدم من قبل منافذ البيع بالمفرق (retail outlets) لهذه الثمار المحورة وراثياً، كانت أعلى بدرجة كبيرة من تلك التي للنباتات غير المحورة، وبالتحديد فيما يتعلق بلون الثمار ونكهتها (Sozzi- Quiroga and Fraschina, 1997).

(١١, ١٣) تقييم جودة النبات

Assessment of Plant Quality

عادة، قد تضمن تقييم جودة فترة صلاحية الخضراوات الورقية المحورة وراثياً مثل الخس، التجريب (experimentation) بقص أقراص الأوراق تحت ظروف مختبرية متحكم فيها (Wingler et al., 1998; Garratt et al., 2006; McCabe et al., 2001)، وذلك لمتابعة/ ومراقبة الاحتفاظ بالكلوروفيل والبروتين، بينما عادة، توفر هذه المعالجة إشارة ممتازة للشيخوخة المتأخرة في أي مادة معينة، فمن المهم إدراك أن أي فروقات دراماتيكية في المحافظة على الكلوروفيل والبروتين ملاحظة بين أقراص أوراق النباتات المحورة وراثياً والنباتات المرجعية، قد لا تدرك دائماً، بسهولة في هذا النظام كما يتم إدراكها في مستوى النبات بكامله. عليه، من المهم إجراء دراسات مقارنة (comparative studies) باستخدام مواد معالجة ومعروضة ومخزنة تحت ظروف قريبة قدر الإمكان من الظروف الطبيعية للنقل التجاري وممارسات تخزين المنتجات الطازجة في المحلات الكبيرة.

بالإضافة إلى قياس الاحتفاظ بالكلوروفيل والبروتين، يجب تقييم القياسات الأخرى، مثل ابتعاث الهيدروجين بيروكساييد ومعدل فوق أكسدة الدهون والنشاط المضاد للأكسدة (Garratt *et al.*, 2001 b, c) ومعدل النضج (Wang *et al.*, 1997 a, b) وإنتاج الكتلة الحيوية (الوزن الطازج)، وأن يترافق هذا التقييم مع تقييم محتويات المنتجات الطيارة وغير الطيارة أثناء التخزين. عادة، يجري تقييم التذوق على مواد تجرى عليها تقييمات فترة الصلاحية. وعلى أي حال، وبصفة عامة، مثل هذه المحاولات ليست ذات جدوى حالياً، عند التعامل مع المواد المحورة وراثياً. وبالتالي، فإن تقييم المكونات الطيارة للفراغ القمي (volatile constituents of the headspace) فوق المواد المحورة وراثياً، يستخدم عادة كمؤشر لأي تغيرات في مستوى النكهة (Roberts and Taylor, 2001).

(١٢، ١٣) الاتجاهات المستقبلية

Future Trends

ركزت معالجات تحقيق فترة صلاحية ممتدة على تناول وتداول المسارات التنظيمية الأساسية القليلة، مثل التصنيع الحيوي للسايتوكينين، وعلى أي حال، من الواضح أنه إذا أريد تحقيق ضبط صارم للشيخوخة بدون تأثيرات ضارة مرافقة، على النمو والخصوبة، فإن تناول عناصر تسلسل التصنيع الحيوي للسايتوكينين وعوامل الضبط الأخرى له، يتطلب اهتماماً كبيراً (McCabe *et al.*, 2001). وحقاً، من أجل إنتاج أوراق تبقى خضراء وظيفية (functional stay-green leaves)، فلا بد من تعديل / تحويل عدة مسارات تنظيمية (Wingler *et al.*, 1998). وبالمثل، فقد اقترح بأن دراسات الفروقات في تعبير الجينات القابلة للترشيح (possible candidate genes) في نباتات الخس المحورة بال-*P_{SAG12}-IPT* وغير المحورة، أو حقاً، في أنواع أخرى، قد توضح مسارات

بديلة للمعالجات الجينية/ الوراثة من أجل تحقيق إستراتيجيات فعالة في تأخير الشيخوخة (McCabe *et al.*, 2001). وحتى الآن، توجد براهين قليلة حول المحاولات المستخدمة في تأخير شيخوخة محاصيل الجذور، مع استثناء توليد البطاطس المحور بجين الـ *ipt1* (Mach'a-Kov'a *et al.*, 1997). وبالتأكيد، قد تكون تأثيرات تجزئة الكربوهيدرات المحورة (altered carbohydrate partitioning) في محاصيل الخضراوات مثل البطاطس والجذور، مثيرة للاهتمام. يجب أن يسهل التقدم السريع في الجينوميكس (علم الجينومات/ الجينات التي تورث genomics) مع استخدام تقنيات التحليل الدقيقة (application of microarray)، تطور وتنقيح المعالجات الجديدة لتحسين وإطالة فترة الصلاحية. عليه، بمراقبة التعبير الوراثي التفرقي التمييزي (differential gene expression) أثناء الشيخوخة أو نضج الفواكه، قد يتم تحديد أهداف للمعالجات الجينية في سياق تمديد فترة الصلاحية. في الـ *A. thaliana*، درست الحالة المستقرة لمستويات الـ mRNA لأكثر من ٨٠٠ جين متزامناً مع استخدام تحاليل عالية الكثافة (high-density arrays) (Desprez *et al.*, 1998). زاد عدد الجينات التي يمكن تقييمها باستخدام هذه التقنية، بدرجة كبيرة، مع تحاليل تحتوي ٧٠٠٠-١٠٠٠٠ عروة متسلسلة معبرة غير مطولة (ESTs) (non-redundant expressed sequence tags) تمثل حوالي ٧٥٠٠ جين، يتم توفيرها من جمعية/ اتحاد جينومات الأرابيدوبسيس الوظيفية (Arabidopsis Functional Genomics Consortium) المتضمن جامعة ولاية ميشيجان (Michigan State University) وجامعة ويسكونسين (the University of Wisconsin) وجامعة يال (Yale University) ومعهد كارنيجي لواشنطن في جامعة استانفورد (Carnegie Institute of Washington at Stanford University) ، ويتوقع أن يكبر هذا الرقم نحو تحقيق هدف بلوغ ٢٠٠٠٠ جين في المستقبل القريب. وبدون شك، ستثبت الجدوى والفائدة القصوى لمثل هذه المعالجة

في توجيهه تكنولوجيا الجينات العكسية (reverse-genetics tech.) لتحديد الجينات المفتاحية (الأساسية) ذات العلاقة بإطالة فترة الصلاحية لمدى من أنواع محاصيل الخضراوات .

(١٣, ١٣) مصادر لمزيد من المعلومات والنصائح

Sources of Further Information and Advice

توفر المراجع المرتبطة بهذا الفصل مصدراً رائعاً للمعلومات ، إذ إنها توجه القارئ للمنشورات التي تحتوي بيانات تجريبية أصلية (original experimental data). بالإضافة لذلك ، فإن الأوراق/الاستعراضات الأدبية المذكورة (cited review papers) توفر معلومات خلفية/مرجعية (background information) وتعطى صورة شاملة لهذا الموضوع سريع التمديد. يمكن الحصول على نصائح إضافية ترتبط بالطرق التجريبية بالاتصال على المؤلفين للمنشورات ؛ معاهدهم وعناوينهم الإلكترونيات (e- mail addresses) وعادة توجد أرقام الفاكسات والتلفونات في الأوراق المنشورة وتشمل مواقع الإنترنت التي تستحق الزيارة والتصفح ، والمدرجة في القائمة التالية :

Center for Plant Environmental Stress Physiology, Purdue University, USA

<http://newcrop.hort.purdue.edu/cfpep/cf00002.html>

Edinburgh Data and Information Access

<http://dina.ed.ac.uk/index.shtml>

Federation of European Societies of Plant Physiology <http://www.fespp.org> .

GARNET, the Genomic *Arabidopsis* Resource Network; a platform for *Arabidopsis* international research and for research on other plant species.

www.york.ac.uk/res/garnet/gamet.htm

Plant Stress Resource Page

<http://www.plantstress.com!>

المراجع (١٣، ١٤)

Refereces

- ABELES F B, DUNN L J, MORGENS P, CALLAHAN A, DINT ERMAN R E and SCHMIDT J (1988) 'Induction of 33-kD and 60-kD peroxidases during ethylene-induced senescence of cucumber cotyledons', *Plant Physiol*, 87609-15.
- AGGELIS A, JOHN I and GRIERSON D (1997) 'Analysis of physiological and molecular changes in melon (*Cucumis melo* L.) varieties with different rates of ripening', *J Exp Bot*, 308 769-78.
- AINLEY W M, MCNEIL K J, HILL J W, LINGLE W L, SIMPSON R B, BRENNER M L, NAGAO R T and KEY J L (1993) 'Regulatable endogenous production of cytokinins up to "toxic" levels in transgenic plants and plant tissues', *Plant Mol Biol*, 22 13-23.
- ASADA K and TAKAHASHI M (1987) 'Production and scavenging of active oxygen in photosynthesis', in *Photoinhibition*, eds Kyle D J, Osmond B and Arntzen C A, Amsterdam, Elsevier, 227-88.
- AZUMI Y and WATANABE A (1991) 'Evidence for a senescence-associated gene induced by darkness', *Plant Physiol*, 95 577-83.
- BERNHARD W R and MATILE P (1994) 'Differential expression of glutamine synthetase genes during the senescence of *Arabidopsis thaliana* rosette leaves', *Plant Sci*, 987-14.
- BISWAL B (1995) 'Carotenoid catabolism during leaf senescence and its control by light', *J Photochem Photobiol, B Biol*, 30 3-13.
- BLEECKER A B and PATTERSON S E (1997) 'Last exit: senescence, abscission, and meristem arrest in *Arabidopsis*', *Plant Cell*, 9 1169-79.
- BOLITHO K M, LAY-YEE M, KNIGHTON M L and ROSS G S (1997) 'Antisense apple ACC oxidase RNA reduces ethylene production in transgenic tomato fruit', *Plant Sci*, 122 91-9.
- BUCHANAN-WOLLASTON V (1994) 'Isolation of cDNA clones for genes that are expressed during leaf senescence in *Brassica napus*: identification of a gene encoding a senescence-specific metallothionein-like protein', *Plant Physiol*, 105 839-46.
- BUCHANAN-WOLLASTON V (1997) 'The molecular biology of leaf senescence', *J Exp Bot*, 48 181-99.
- BUCHANAN-WOLLASTON V and AINSWORTH C (1997) 'Leaf senescence in *Brassica napus*: cloning of senescence related genes by subtractive hybridisation', *Plant Mol Biol*, 33 821-34.
- CHEN C, (1997) 'Cytokinin biosynthesis and interconversion', *Plant Physiol*, 101 665-73.
- CHEN C, JIN G, ANDERSON BR and ERTL J R (1993) 'Modulation of plant gene expression by cytokinins', *Austral J Plant Physiol*, 20 609-19.
- CHEN L, HWANG J, CHARNG Y, SUN C and YANG S (2001) 'Transformation of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) with isopentenyltransferase gene via *Agrobacterium tumefaciens* for post-harvest yellowing retardation', *Mol Breed*, 7 243-57.
- CHRISTOU P (1995) 'Strategies for variety-independent genetic transformation of important cereals, legumes and woody species utilizing particle bombardment', *Euphytica*, 85 13-27.
- CLENDENNEN S K and MAY G D (1997) 'Differential gene expression in ripening banana fruit', *Plant Physiol*, 115 463-9.

- COOPER J M, ROGERS L J, SCOTT I M, SMART C M and THOMAS H (1995) 'Characterisation of natural leaf senescence in wild type and transgenic tobacco plants', *J Exp Bot*, 46 (suppl) 28.
- COOPER J M, ROGERS L J, SMART C M and THOMAS H (1996) 'Isolation of senescence enhanced cDNAs from wildtype and transgenic tobacco plants using differential display PCR', *J Exp Bot*, 47 (suppl) 28.
- DAVEY M R, MCCABE M S, MOHAPATRA U and POWER J B (2001) 'Genetic manipulation of lettuce', in *Transgenic Plants*, eds Hui Y H, Khachatourians G, Lydiate D, McHughen A, Nip W K and Scorza R, New York, Marcel Dekker (in press).
- DAVEY M R, GARRATT L C, WILLIAMS F K and POWER J B (2002) 'In vitro regeneration and transformation of the leafy vegetables lettuce, chicory and spinach', in *Plant Genetic Engineering: Improvement of Vegetables and Fruits*, eds Jaiwal P K and Singh R P, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, Vol 4 (in press).
- DAVIES C and ROBINSON S P (2000) 'Differential screening indicates a dramatic change in mRNA profiles during grape berry ripening. Cloning and characterization of cDNAs encoding putative cell wall and stress response proteins', *Plant Physiol*, **122** 803-12.
- DAVIES C S, NIELSEN S S and NIELSEN N C (1987) 'Flavor improvement of soybean preparations by genetic removal of lipoxygenase 2', *J Am Oil Chem Soc*, **64** 1428-33.
- DAVIES K J A (1995) 'Oxidative stress: the paradox of aerobic life', in *Biochemical Society Symposia; Free Radicals and Oxidative stress: Environment, Drugs and Food Additives*, eds Rice-Evans C, Halliwell Band Lunt G G, Biochemical Society Symposia, Volume 61, London, Portland Press, 1-31.
- DAVIES K M and GRIERSON D (1989) 'Identification of complementary DNA clones for tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. Messenger RNA that accumulates during fruit ripening and leaf senescence in response to ethylene', *Planta*, **17973-80**.
- DEAK M, HORVATH G V, DAVLETOVA S, TOROK K, SASS L, VAS I, BARNA B, KIRALY Z and DUDITS D (1999) 'Plants ectopically expressing the iron-binding protein, ferritin, are tolerant to oxidative damage and pathogens', *Nature Biotechnol*, **17** 192-6.
- DELHAIZE E, JACKSON P J, LUJAN L D and ROBINSON N J (1989) 'Polygamma-glutamylcysteinylglycine synthesis in *Datura innoxia* and binding with cadmium', *Plant Physiol*, **89** 700-6.
- DESPREZ T, AMSELEM J, CABOCHE M and HOFTE H (1998) 'Differential gene expression in *Arabidopsis* monitored using cDNA arrays', *Plant J*, **14643-52**.
- EARNSHAW B A and JOHNSON M A (1985) 'The effect of glutathione on development in wild carrot suspension cultures', *Biochem Biophys Res Commun*, **133988-93**.
- ESKIN N A M and ROBINSON D S (2001) *Food Shelf Life Stability: Chemical, Biochemical, and Microbiological Changes*, Boca Raton, CRC Press.
- FRUGIS G, GIANNINO D, MELE G, NICOLODI C, CHIAPPETTA A, BITONTI M B, INNOCENTI A M, DEWITTE W, VAN ONCKELEN H and MARIOTTI D (2001) 'Overexpression of KNAT1 in lettuce shifts leaf determinate growth to a shoot-like indeterminate growth associated with an accumulation of isopentenyl-type cytokinins', *Plant Physiol*, **126** 1370-80.
- FU Y, DING Y, LIU X, SUN C, CAO S, WANG D, HE S, WANG X, LI L and TIAN W (1998) 'Rice transformation with a senescence-inhibition chimeric gene', *Chin Sci Bull*, **431810-15**.
- GAN S and AMASINO R M (1995) 'Inhibition of leaf senescence by autoregulated production of cytokinin', *Science*, **270** 1986-8.

- GAN S and AMASINO R M (1996) 'Cytokinins in plant senescence: from spray to pray to clone and play', *Bioassays*, **18** 557-65.
- GAN S and AMASINO R M (1997) 'Making sense of senescence: molecular genetic regulation and manipulation of leaf senescence', *Plant Physiol*, **113** 313-19.
- GARRATT L C, MCCABE M S, POWER J B, LOWE K C and DAVEY M R (2000) 'Effect of autoregulated *ipt* expression on carbohydrate partitioning in transgenic lettuce (*Lactuca sativa* L)', *J Exp Bot*, **51** (suppl) 56.
- GARRATT L C, DAVEY M R, MCCABE M S and POWER J B (2001a) 'Enhancement of crop performance and quality in lettuce', *Buletinul USAMV-CN*, 55/2001, in press.
- GARRATT L C, CREISSEN G, MCCABE M S, MULLINEAUX P, JIMENEZ A, KULAR B, POWER J B and DAVEY M R (2001b) 'Effects of altered glutathione biosynthesis and metabolism in transgenic lettuce (*Lactuca sativa* L)', *J Exp Bot*, **52** (suppl) 11.
- GARRATT L C, JANAGODAR B S, ANTHONY P, DAVEY M R, POWER J B and LOWE K C (2001c) 'Hemoglobin-stimulated growth and antioxidant activities in cultured cotton cells', *Free Rad Biol Med*, **31** 1156-62.
- GARTLAND K M A and DAVEY M R (1995) *Agrobacterium Protocols. Methods in Molecular Biology*, Volume 44, Totowa, New Jersey, Humana Press.
- GRAHAM I A, LEAVER C J and SMITH S M (1992) 'Induction of malate synthase gene expression in senescent and detached organs of cucumber', *Plant Cell*, **4** 349-57.
- GRAY J, PICTON S, SHABBEER J, SCHUCH W and GRIERSON D (1992) 'Molecular biology of fruit ripening and its manipulation with antisense genes', *Plant Mol Biol*, **1969-87**.
- GRBIC V and BLEECKER A B (1995) 'Ethylene regulates the timing of leaf senescence in *Arabidopsis*', *Plant J*, **8** 595-602.
- GUNES A, POST W N K, KIRKBY E A and AKTAS M (1994) 'Influence of partial replacement of nitrate by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce', *J Plant Nutr*, **17** 1929-38.
- HACKETT R M, HO C-W, LIN Z, FOOTE, H C C, FRAY R G and GRIERSON D (2000) 'Antisense inhibition of the *Nr* gene restores normal ripening to tomato Never-ripe mutant, consistent with the ethylene receptor-inhibition model', *Plant Physiol*, **124** 1079-85.
- HAJOUJ T M R and GEPSTEIN S (2000) 'Cloning and characterization of a receptor-like protein kinase gene associated with senescence', *Plant Physiol*, **124** 1305-14.
- HALLIWELL B and GUTTERIDGE J M C (1986) 'Oxygen free radicals and iron in relation to biology and medicine: some problems and concepts', *Arch Biochem Biophys*, **246** 501-14.
- HALLIWELL B and GUTTERIDGE J M C (1999) *Free Radicals in Biology and Medicine*, Oxford, Oxford University Press.
- HARDING S A and SMIGOCKI, A C (1994) 'Cytokinins modulate stress response genes in isopentenyl transferase-transformed *Nicotiana plumbaginifolia* plants', *Physiol Plant*, **90** 327-33.
- HE Y, TANG W, SWAIN J D, GREEN A L, JACK T P and GAN S (2001) 'Networking senescence regulating pathways by using *Arabidopsis* enhancer trap lines', *Plant Physiol*, **126** 707-16.
- HEROUART D, BOELER C, WILLE KENS H, VAN CAMP W, SLOOTEN L, VAN MONTAGU M and INZE D (1993) 'Genetic engineering of oxidative stress resistance in higher plants', *Philos Trans R Soc London B, Biol Sci*, **342** 235--40.

- HEWELT A, PRINSEN E, SCHELL J VAN ONCKELEN H and SCHMUELLING T (1994) 'Promoter tagging with a promoterless *ipt* gene leads to cytokinin-induced phenotypic variability in transgenic tobacco plants: implications of gene dosage effects', *Plant J*, 6 879-91.
- HIDEKAMP F, DINKSE W G, HILLE J and VAN ORMONDT H (1983) 'Nucleotide sequence of the *Agrobacterium tumefaciens* octopine Ti plasmid-encoded *tmr* gene', *Nucleic Acids Res*, 11 6211-33.
- HODGES D M and FORNEY C F (1999) 'The effects of ethylene, depressed oxygen and elevated carbon dioxide on antioxidant profiles of senescing spinach leaves', *J Exp Bot*, 51 645-55.
- HONG Y, WANG T, HUDAK K A, SCHADE F, FROESE C D and THOMPSON J E (2000) 'An ethylene-induced cDNA encoding a lipase expressed at the onset of senescence', *Proc Natl Acad Sci USA*, 97 8717-22.
- HUNG K T and KAO C H (1998) 'Involvement of lipid peroxidation in methyl jasmonate promoted senescence in detached rice leaves', *Plant Growth Reg*, 24 17-21.
- IGNACIMUTHU S, AROCKIASAMY S and TERADA R (2000) 'Genetic transformation of rice: current status and future prospects', *Curr Sci*, 79 186-95.
- JAEHNE A, BECKER D and LORZ H (1995) 'Genetic engineering of cereal crop plants: a review', *Euphytica*, 1-335--44.
- JANA S and CHOUDHURI M A (1987) 'Effects of antioxidants on senescence and hill activity in three submerged aquatic plants', *Aquat Bot*, 27 203-6.
- JOHN I, DRAKE R, FARRELL A, COOPER W, LEE P, HORTON P and GRIERSON D (1995) 'Delayed leaf senescence in ethylene-deficient ACC-oxidase antisense tomato plants: molecular and physiological analysis', *Plant J*, 7 483-90.
- JOHN I, HACKETT R, COOPER W, DRAKE R, FARRELL A and GRIERSON D (1997) 'Cloning and characterization of tomato leaf senescence-related cDNAs', *Plant Mol Biol*, 33 641-51.
- JORDI W, SCHAPENDONK A, DAVELAAR E, STOOPEN G M, POT C S, DE VISSER R, VAN RHIJN J A, GAN S and AMASINO R M (2000) 'Increased cytokinin levels in transgenic *PsAG12-IPT* tobacco plants have large direct and indirect effects on leaf senescence, photosynthesis and N partitioning', *Plant Cell Environ*, 23 279-89.
- KAMACHI K, YAMAYA T, HAYAKAWA T, MAE T and OJIMA K (1992) 'Changes in cytosolic glutamine synthase polypeptide and its mRNA in a leaf blade of rice plants during natural senescence', *Plant Physiol*, 98 1323-9.
- KAWAKAMI N and WATANABE A (1988) 'Senescence-specific increase in cytosolic glutamine synthase and its messenger RNA in radish cotyledons', *Plant Physiol*, 88 1430-4.
- KINOSHITA T, YAMADA K, HIRAIWA N, KONDO M, NISHIMURA M and HARA-NISHIMURA I (1999) 'Vacuolar processing enzyme is up-regulated in the lytic vacuoles of vegetative tissues during senescence and under various stressed conditions', *Plant J*, 19 43-53.
- KUDOYAROVA G, VALCKE R, TEPLOVA I and MUSTAFINA A (1999) 'Cytokinin content and transpiration of transgenic tobacco plants containing heat-inducible *ipt*-gene as affected by high temperature', *Biol Plant*, 42 (suppl) S75.
- LACAN D and BACCOU J C (1998) 'High levels of antioxidant enzymes correlate with delayed senescence in nonnetted muskmelon fruits', *Planta*, 204 377-82.
- LESHAM Y Y (1992) *Plant Membranes: a Biophysical Approach to Structure, Development and Senescence*, Dordrecht, Kluwer Academic.

- LESTER G E (2000) 'Polyamines and their cellular anti-senescence properties in honey dew muskmelon fruit', *Plant Sci*, 160 105-12.
- LESTER G E and GRUSAK M A (1999) 'Postharvest application of calcium and magnesium to honeydew and netted muskmelons: effects on tissue ion concentrations, quality, and senescence', *J Am Soc Hortic Sci*, 124 545-52.
- LI Y, HAGEN G and GUILFOYLE T J (1992) 'Altered morphology in transgenic tobacco plants that overproduce cytokinin in specific tissues and organs', *Dev Biol*, 153 386-95.
- LIN J-N and KAO C H (1998) 'Effect of oxidative stress caused by hydrogen peroxide on senescence of rice leaves', *Bot Bull Acad Sinica*, 39 161-5.
- LOHMAN K N, GAN S, JOHN M C and AMASINO R M (1994) 'Molecular analysis of natural leaf senescence in *Arabidopsis thaliana*', *Physiol Plant*, 92 322-8.
- LU C, ZAINAL Z, TUCKER G A and LYCETT G W (2001) 'Developmental abnormalities and reduced fruit softening in tomato plants expressing an antisense Rab11 GTPase gene', *Plant Cell*, 13 1819-33.
- LUDFORD P M (1987) 'Postharvest hormone changes in vegetables and fruit', in *Plant Hormones and their Role in Plant Growth and Development*, ed Davies P J, Volume VIII, Dordrecht, Kluwer Academic, 574-92.
- MACHAKOVA, SERGEEVA L, OND EJ M, ZALTSMAN O, KONSTANTINOVA T, EDER J, OVESNA J, GOLYANOVSKAYA S, RAKITIN Y and AKSENOVA N (1997) 'Growth pattern, tuber formation and hormonal balance in *in vitro* potato plants carrying *ipt* gene', *Plant Growth Reg*, 21 27-36.
- MAKAROVA R V, ANDRIANOV V M, BORISOVA T A, PIRUZYAN E S and KEFELI V I (1997a) 'Morphogenetic manifestations of the expression of the bacterial *ipt* gene in regenerated tobacco plants *in vitro*', *Fiziol Rast*, 44 11-19.
- MAKAROVA R V, BORISOVA T A, VLASOV P V, MACHACKOVA I, RAKITINA T, YA. I, ANDRIANOV V M, PIRUZYAN E S and KEFELI V I (1997b) '*In vitro* phytohormone production in tobacco *ipt*-regenerants', *Fiziol Rast*, 44 762-8.
- MCCABE M S, GARRATT L C, SCHEPERS F, JORD! W J R M, STOOPEN G M, DAVELAAR E, VAN RHIJN J H, POWER J B and DAVEY M R (2001) 'Effects of *PSAGIZ-IPT* gene expression on development and senescence in transgenic lettuce', *Plant Physiol*, 127 505-16.
- MCGAW B A and BURCH L R (1995) 'Cytokinin biosynthesis and metabolism', in *Plant Homones. Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*, eds Davies P J, 2nd edition, Dordrecht, Kluwer Academic, 98-117.
- MCKENZIE M J, METT v, REYNOLDS, PHS and JAMESON P E (1998) 'Controlled cytokinin production in transgenic tobacco using a copper-inducible promoter', *Plant Physiol*, 116 969-77.
- MEDFORD J I, HORGAN R, EL-SAWI Z and KLEE H J (1989) 'Alterations of endogenous cytokinins in transgenic plants using a chimeric isopentenyl transferase gene', *Plant Cell*, 1 403-13.
- MOK D W S and MOK M C (1994) '*Cytokinins: Chemistry, Activity and Function*', Boca Raton, CRC Press.
- MORAN L K, GUTTERIDGE J M C and QUINLAN G J (2001) 'Thiols in cellular redox signalling and control', *Curr Med Chem*, 8 763-72.
- MORGENS P H, CALLAHAN A M, DUNN L J and ABELES F B (1990) 'Isolation and sequencing of complementary DNA clones encoding ethylene-induced putative peroxidases from cucumber cotyledons', *Plant Mol Biol*, 14715-26.

- NAM H G (1997) 'The molecular genetic analysis of leaf senescence', *Curr Opin Biotechnol*, 8 200-7.
- NEWELL C A (2000) 'Plant transformation technology. Developments and applications', *Mol Biotechnol*, **1653-65**.
- NGUYEN, K H T, KANE E J and DIX P J (1998) 'Hormonal regulation of senescence in cauliflower (*Brassica oleracea* var. Botrytis)', in *Plant Biotechnology and In Vitro Biology in the 21st Century*, eds Altman A, Ziv M and Izhar S, IX International Congress Plant Tissue Culture, Dordrecht, Kluwer Academic, 164.
- NOODEN L D (1980) 'Senescence in the whole plants', in *Senescence in Plants*, ed Thimann K V, Boca Raton, CRC Press, 219-58.
- NOODEN L D and GUIAMET J J (1996) 'Genetic control of senescence and aging in plants', in *Handbook of the Biology of Aging*, 4th edition, eds Schneider ELand Roew J W, San Diego, Academic Press, 94-118.
- NOODEN L D and LEOPOLD A C (1978) 'Phytohormones and the endogenous regulation of senescence and abscission', in *Phytohormones and Related Compounds - a Comprehensive Treatise*, eds Letham D S, Goodwin P B and Higgins T J, Volume II, Amsterdam, Elsevier/North-Holland Biomedical Press, 329-69.
- NOODEN, L D, SINGH S and LETHAM D S (1990) 'Correlation of xylem sap cytokinin levels with monocarpic senescence in soybean', *Plant Physiol*, **93** 33-9.
- ORI N J, MICHELLE T, JACKSON D, YAMAGUCHI J, BANOWETZ G M and HAKE S (1999) 'Leaf senescence is delayed in tobacco plants expressing the maize homeobox gene *knotted1* under the control of a senescence-activated promoter', *Plant Cell*, 11 1073-80.
- PARK J, OH S, KIM Y, WOO Hand NAM H (1998) 'Differential expression of senescence associated mRNAs during leaf senescence induced by different senescence-inducing factors in *Arabidopsis*', *Plant Mol Biol*, 37 445-54.
- PAULIN A, DROILLARD M J and BUREAU J M (1986) 'Effect of a free radical scavenger 3-4-5-trichlorophenol on ethylene production and on changes in lipids and membrane integrity during senescence of petals of cut carnations *Dianthus caryophyllus*', *Physiol Plant*, **67465-71**.
- PAWLOWSKI W P and SOMERS D A (1991) 'Transgene inheritance in plants genetically engineered by microprojectile bombardment', *Mol Biotechnol*, 6 17-30.
- POLASHOCK J J, CHIN C and MARTIN C E (1992) 'Expression of the yeast DELTA-9 fatty acid desaturase in *Nicotiana tabacum*', *Plant Physiol*, **100** 894-901.
- PUDDEPHAT I J, RIGGS T J and FENNING T M (1996) 'Transformation of *Brassica oleracea* L: a critical review', *Mol Breed*, 2 185-210.
- RENNENBERG H (1982) 'Glutathione metabolism and possible biological roles in higher plants', *Phytochemistry*, **21** 2771-81.
- ROBERTS D D and TAYLOR A J (2001) *Flavor Release*, Washington, American Chemical Society.
- RODRIGUEZ A M, CARRICO P M, MAZURKIEWICZ J E and MELENDEZ J A (2000) 'Mitochondrial or cytosolic catalase reverses the MnSOD-dependent inhibition of proliferation by enhancing respiratory chain activity, net ATP production, and decreasing the steady state levels of HzOz', *Free Rad Biol Med*, 29 801-13.
- SALISBURY F B and ROSS C W (1992) *Plant Physiology*, 4th edition, California, Wadsworth Publishing Company, 382-600.
- SAVIN K W, BAUDINETTE S C, GRAHAM M W, WHITE E L J, MICHAEL M Z, BAYLY A, LU C-Y, CHANDLER S F and CORNISH E C (1994) 'Delayed petal senescence in transgenic carnation using antisense ACC oxidase', *HortSci*, 29 574.

- SCHROEDER K R and STIMART D P (1998) 'Effects of an autoregulatory senescence-inhibitor gene construct on *Nicotiana glauca* Link and Otto', *HortSci*, 33 519.
- SMART C M (1994) 'Gene expression during leaf senescence', *New Phytol*, 126 419-48.
- SMART C M, SCOFIELD S R, BEVAN M W and DYER T A (1991) 'Delayed leaf senescence in tobacco plants transformed with *tmr*, a gene for cytokinin production in *Agrobacterium*', *Plant Cell*, 3 647-56.
- SMIGOCCI A C (1991) 'Cytokinin content and tissue distribution in plants transformed by a reconstructed isopentenyltransferase gene', *Plant Mol Biol*, 16 105-16.
- SMIGOCCI A C and OWENS L D (1988) 'Cytokinin gene fused with a strong promoter enhances shoot organogenesis and zeatin levels in transformed plant cells', *Proc Natl Acad Sci USA*, 85 5131-5.
- SOZZI-QUIROGA G O and FRASCHINA A A (1997) 'Evaluation of sensory attributes and biochemical parameters in transgenic tomato fruit with reduced polygalacturonase activity', *Food Sci Technol Internat*, 3 93-102.
- TAYLOR C B, BARIOLA P A, DELCARDAYRE S B, RAINES R T and GREEN P J (1993) 'RNS2: a senescence-associated RNase of *Arabidopsis* that diverged from the S-RNases before speciation', *Proc Natl Acad Sci USA*, 90 5118-22.
- THOMPSON J, TAYLOR C and WANG T-W (2000) 'Altered membrane lipase expression delays leaf senescence', *Biochem Soc*, 28 775-7.
- TIMMERMAN K P (1989) 'Molecular characterization of com glutathione S-transferase isozymes involved in herbicide detoxication', *Physiol Plant*, 77 465-71.
- TINLAND B (1996) 'The integration of T-DNA into plant genomes', *Trends Plant Sci*, 1 178-93.
- VAN LOVEN K, BEINSBERGER S E I, VALCKE R L M, VAN ONCKELEN H A and CLUSTERS H M M (1993) 'Morphometric analysis of the growth of *Phsp70-ipt* transgenic tobacco plants', *J Exp Bot*, 44 1671-8.
- VAN STADEN J and JOUGHIN J I (1988) 'Cytokinins in cut carnation flowers IV. Effects of benzyladenine on flower longevity and the role of different longevity treatments on its transport following application to the petals', *Plant Growth Reg*, 7 117-28.
- VESELOV S Y, KUDOYAROVA G R, MUSTAFINA A R and VALCKE R (1995) 'Effect of heat shock on the dynamics of cytokinin concentration in transgenic and intact tobacco plants', *Fiziol Rast*, 42 696-9.
- WANG C, CHIN C, HO C, HWANG C, POLASHOCK J J and MARTIN C E (1996) 'Changes of fatty acids and fatty acid-derived flavor compounds by expressing the yeast A-9 desaturase gene in tomato', *J Agric Food Chem*, 44 3399-402.
- WANG J, LETHAM D S, CORNISH E and STEVENSON K R (1997a) 'Studies of cytokinin action and metabolism using tobacco plants expressing either the *ipt* or the *GUS* gene controlled by a chalcone synthase promoter. I. Developmental features of the transgenic plants', *Austral J Plant Physiol*, 24 661-72.
- WANG J, LETHAM D S, CORNISH E, WEI K, HOCART C H, MICHAEL M and STEVENSON K R (1997b) 'Studies of cytokinin action and metabolism using tobacco plants expressing either the *ipt* or the *GUS* gene controlled by a chalcone synthase promoter. II. *ipt* and *GUS* gene expression, cytokinin levels and metabolism', *Austral J Plant Physiol*, 24 673-83.
- WEAVER L M, HIMELBLAU E and AMASINO R M (1997) 'Leaf senescence: gene expression and regulation', in *Genetic Engineering*, ed Setlow J K, New York, Plenum Press, 215-43.

- WEAVER L M, GAN S, QUIRINO B and AMASINO R M (1998) 'A comparison of the expression patterns of several senescence-associated genes in response to stress and hormone treatment', *Plant Mol Bioi*, **37** 455-69.
- WINGATE V PM, LAWTON M A and LAMB C J (1988) 'Glutathione causes a massive and selective induction of plant defence genes', *Plant Physiol*, **87** 206-10.
- WINGLER A, YON SCHAEWEN A, LEEGOOD R C, LEA P J and QUICK W P (1998) 'Regulation of leaf senescence by cytokinin, sugars and light', *Plant Physiol*, **116** 329-35.
- WYSOKINSKA H and CHIMEL A (1997) 'Transformed root cultures for biotechnology', *Acta Biotechnol*, **17** 131-59.
- YAMANE K, KAWABATA S and FUJISHIGE N (1999) 'Changes in activities of superoxide dismutase, catalase and peroxidase during senescence of gladiolus florets', *J Jpn Soc Hortic Sci*, **68** 798-802.
- YUSIBOV V M, POGOSY AN G P, ANDRIANOV V M and PIRUZY AN E S (1989) 'Transfer of the agrobacterial cytokinin biosynthesis gene into tobacco plants', *Mol Genet Mikrobiol Virusol*, **7** 11-13.
- ZHANG J, VAN TOAI T, HUYNH L and PREISZNER J (2000) 'Development of flooding tolerant *Arabidopsis thaliana* by autoregulated cytokinin production', *Mol Breed*, **6** 135-44.

obeikandi.com

معاملة الفواكه والخضراوات الطازجة

بأقل درجة من التصنيع

Minimal Processing of Fresh Fruits and Vegetables

إي. لاوريلا وآر. أهفينائين، 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 الميكروبيولوجية 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 اليومي للاستهلاك غذاءً	<ul style="list-style-type: none"> • 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 أو عية قابلة للاستخدام مرة أخرى (packages can be returnable containers) 	صناعة الخدمات الغذائية (catering industry)، المطاعم، المدارس، الصناعة	٢ - ١	معظم الفواكه والخضراوات

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 أحمر (بنجر)، الحمضيات، العناب

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

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

Quality Changes in Minimally Processed Fruit 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).

تدهور 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).

(١، ٢، ١٤) التغيرات الفسيولوجية والكيموحيوية

Physiological and Biochemical Changes

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

مع التصنيع، يزيد النشاط التنفسي للمنتجات بما يتراوح بين ٢٠٪ إلى ما يصل إلى ٧٠٪ أو أكثر اعتماداً على المنتج ودرجة القطع (cutting grade) ودرجة الحرارة (Varoquaux and Wiley, 1994; Mattila et al., 1995a). إذا كانت ظروف التغليف لا

هوائية ، سيقود ذلك إلى التنفس اللاهوائي مسبباً تكون الإيثانول والكي-tonات والألدهييدات (Powrie and Skura, 1991).

(٢, ٢, ١٤) التغيرات الميكربولوجية 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 (Willox 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 ١٠^٥ 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; Willox 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).

يُصعّب الحمل 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) وثنائي 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). 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 والتعليق، فلا بد من تداولها وتخزينها على درجات حرارة تبريد (refrigerated temperatures) تبلغ 5°م أو أقل لتحقيق فترة صلاحية كافية وسلامة (مأمونية) ميكروبيولوجية (microbiological safety). وقد تبقى (survive) بعض الممرضات مثل الليستريا مونوسايتوجينيس (*Listeria monocytogenes*) واليريسينيا إينيتروكوليتيكا وأنواع السالمونيلا (*Salmonella spp.*) والأيروموناس هايدروفيليا (*Aeromonas hydrophilla*)، بل حتى تتكاثر (proliferate) 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 تنافسياً (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 والألياف. لا يقلل الغسيل من محتوى الجزر المبشور والملفوف الصيني المقطع أو البطاطس المقشورة من الفيتامينات (فيتامين سي والكاروتينات) بدرجة ملحوظة (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 لهذا النوع من الإعداد. ومثل هذه المنتجات مناسبة للخدمة الغذائية (suitable for catering)، حيث تجرى بها/ لها مزيداً من العمليات التصنيعية. وإذا كانت هناك حاجة لفترة صلاحية طويلة لمنتجات ما، عدة أيام أو لأسبوع وأكثر، كما هو الحال مع منتجات البيع بالفرق، فلا بد من طرق تصنيع ومعاملات أكثر تقدماً باستخدام مفهوم المقاومة (Wiley, hurdle concept, 1994; Ahvenainen and Hurme, 1994; Leistner and Gorris, 1995). ويلخص الجدول رقم (١٤, ٢) الخطوات الأساسية. يعتمد الحفظ أو الوقاية على التداؤب والتناغم بين هذه الخطوات الفردية. ويجب أن تكون (تتخذ وتجرى) هذه الخطوات في بيئة تصنيعية آمنة (safe processing environment). التصنيع النظيف (hygienic processing) في إطار ممارسة تصنيعية جيدة (good manufacturing practices (GMP)) وإدارة هاسب فعالة (effective HACCP management) من الأمور بالغة الأهمية فيما يتعلق بالوقاية من وضع المخاطر الميكروبيولوجية وغيرها (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 بمحدر و/ أو غسيل قبل وبعد التقشير.
❖ مياه جيدة النوع (خواص حسية، ميكربولوجية 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.

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

تابع الجدول رقم (٣، ١٤).

إجراءات الوقاية والضبط preventive and control measures	نقطة التحكم الحرجة C.C.P Critical control points	المخاطر Hazards	الخطوة التشغيلية الحرجة Critical operational step
<ul style="list-style-type: none"> - الحصاد قبل قمة النضج - تقليل الأذى الميكانيكي - الحصاد بالنهار وبالليل - توظيف عمال الجمع ، picker - مدربين في الشئون الصحية - الأولية (الأساسية) 	<ul style="list-style-type: none"> - تقييم نضج المنتج - ممارسات التداول - ضبط درجة الحرارة - النظافة والشئون الصحية 	<ul style="list-style-type: none"> - الفساد الميكروبي - وغزو الحشرات - التلوث العرضي 	الحصاد
<ul style="list-style-type: none"> *- 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) 	الوقت / درجة الحرارة	النمو الميكروبي	النقل
<ul style="list-style-type: none"> - أفضل المنتج السليم من المنتج المجروح في الحقل - استخدم أوعية معدنية أو بلاستيكية جيدة الغسيل / التعقيم 	ممارسات التحميل المنتج الأوعية	التلوث الخلطي	
<ul style="list-style-type: none"> - استخدام ماء الصنوبر، اختبار الماء بشكل روتيني (دوري) بكتريا الكولاي - اضبط التلوث الميكروبي باستخدام الكلورة والتغطيس في مادة مضادة للبكتريا antimicrobial dipping 	الماء ممارسات الغسيل إزالة الماء de watering	التلوث من الماء	الغسيل

تابع الجدول رقم (١٤,٣).

إجراءات الوقاية والضبط preventive and control measures	نقطة التحكم الحرجة C.C.P Critical control points	المخاطر Hazards	الخطوة التشغيلية الحرجة Critical operational step
<ul style="list-style-type: none"> - تعيين فرازين ذوي خبرة في فحص المنتج - وفر إضاءة كافية - اغسل السير الناقل وطهره بشكل دوري 	<ul style="list-style-type: none"> الفراز الإضاءة السير الناقل conveyer 	التلوث العرضي	الفرز
<ul style="list-style-type: none"> - 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 Dewater the drenched produce - بحذر وعناية - استخدم أفلام لها خاصية مضادة للضباب (antifogging properties) - اختبر /قس درجة حرارة المنتج / المخزن على فترات منتظمة 	<ul style="list-style-type: none"> مادة التغليف الرطوبة النسبية وضبط درجة الحرارة 	النمو الميكروبي	التغليف

تابع الجدول رقم (١٤,٣).

إجراءات الوقاية والضبط preventive and control measures	نقطة التحكم الحرجة C.C.P Critical control points	المخاطر Hazards	الخطوة التشغيلية الحرجة Critical operational step
- 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	ضبط درجة الحرارة الضوء ممارسات المستهلك	نمو وانتشار الأحياء الدقيقة	التخزين / التوزيع

* 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 للتشهير المسبق والتقطيع يجب أن تكون قابلة للغسيل بسهولة (easily washable) قابلة للتشهير 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

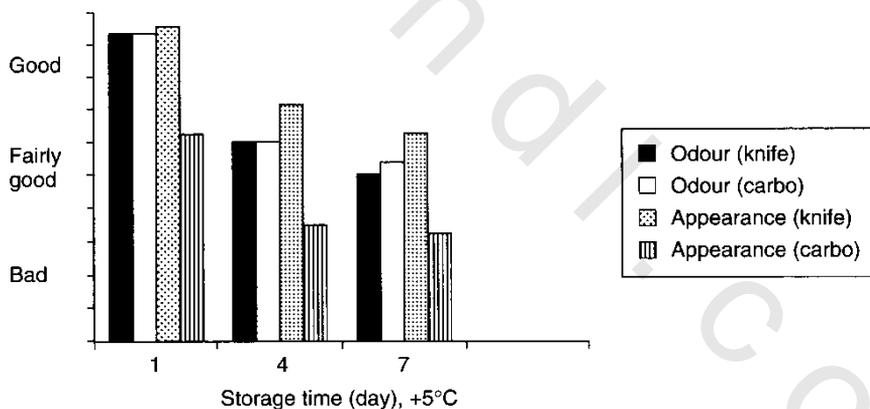
أوضحت بعدم إمكانية استخدام كل أنواع الخضراوات المحددة لتصنيع الخضراوات المجهزة. إن الاختيار السليم للصنف أمر مهم جداً، وبصفة خاصة للجزر والبطاطس والملفوف اللفتي (swede) والبصل. وعلى سبيل المثال، مع الجزر والملفوف اللفتي، فإن الصنف الذي أعطى منتجاً مبشوراً أكثر عصيرية لا يمكن استخدامه في إنتاج المنتجات المبشورة التي يجب أن تكون فترة صلاحيتها عدة أيام (Ahvenainen et al., 1994). مثال آخر هو البطاطس، حيث إن اللون والنكهة الضعيفين يصحان 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 الكاربورونديم 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 بالكاربورونديم، والسكين. يجب معاملة البطاطس المقشرة بالكاربورونديم

(carborundum-peeled potatoes) بمشط 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 بالكاربوروندوم والتقشير البخاري أو بالحوامض الحارقة (caustic acids) اضطراب جدران خلايا الخضراوات مما يحفز حدوث النمو الميكروبي والتغيرات الإنزيمية. يمكن الجمع بين التقشير بالكاربوروندوم 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 و ٨٠٪ 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 steel). الجزر المقطع بالشفرة الحادة (razer blade) أكثر قبولاً من الناحية الميكربولوجية 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 تركيب/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) والشفرة (blades) المستخدمة في التقطيع والتشريح، على سبيل المثال، بمحلول هايوكلورايت ١٪ (1% hypochlorite).

(٦، ١٤) التنظيف، الغسيل والتجفيف

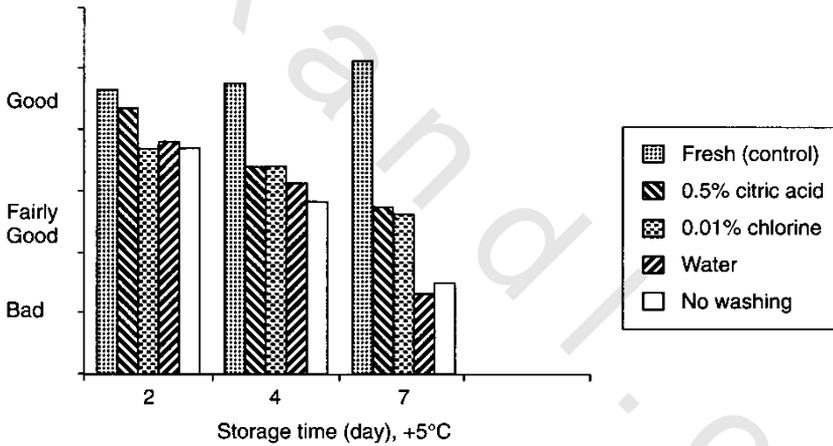
Cleaning, Washing and Drying

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 البش (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. تكفي ١٠٠-٢٠٠ 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 (٢، ١٤). تأثير محلول الغسيل ووقت (طول فترة) التخزين على رائحة الجزر المشور 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 والبطاطم 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 ((FDA Food & Drug Administration في الولايات المتحدة، استخدام السلفايت، جزئياً (Anon, 1991). في نفس الوقت، فقد يتزايد الاهتمام بدائل السلفايت. يتطلب الاسمرار الإنزيمي أربعة مكونات: أكسجين 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- دايفيناييل أوكسازول بولي فينول - أكسيديز (2,5-diphenyloxazole) (PPO) polyphenol oxidase 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 (الأكسجين 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 مثبت 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 للكوينون بالتجمع والتلون باللون الأسمر، والأفضل استخدام حمض الأسكوربيك مع مواد أخرى مثل حمض الستريك. يؤدي التعطيس / 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 (0.75%) 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).

حمض الإريثروبريك (erythric acid) وهو نظير لحمض الأسكوربيك isomer of (ascorbic acid)، مجموعاً مع حمض الأسكوربيك أو حمض الستريك لتثبيت الاسمرار الإنزيمي لشرائح البطاطس (Dennis, 1993) ولاسمرار البطاطس المقشرة بالكشط (Santerre et al., 1991) (abrasion-peeled potatoes).

يعمل حمض الستريك كعامل خلب (chelating agent) وعامل تبيض (acidulant)، وكتاهما خاصتان مميزتان مثبتتان 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) مثبت اسمرار إنزيمي في التفاح والبطاطس والخس، جيد (Monsalve-Gonzalez et al., 1993; Whitaker and Lee, 1995; Luo and PPO Barbosa-Canovas, 1995; Canstaner et al., 1996). ويتفاعل هذا المثبط مع الـ PPO ويجعله غير قابل لتحفيز التفاعل الإنزيمي. لاستخدام الـ ٤-هيكسيلريسورسينول 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 ، الإثيلين داي أمين تيترا أستيك أسيد (ethylenediamine tetraacetic (EDTA)) ، وهو عامل تعقيد (complexing agent) مع البطاطس (Cherry and Singh, 1993; Dennis, 1990; و الحنسن المدور (Castaner *et al.*, 1996) واستخدم جمعاً مع مثبطات اسمرار أخرى. وجد أن الإسبوريكس^٤ (SporixTM) وهو عامل خلب وصف من قبل مورده بأنه عديد فوسفات حامضي (acidic polyphosphate) ، وبأنه مثبط اسمرار فعال في كثير من الفواكه والخضراوات (Sapers *et al.*, 1991; Gardner *et al.*, 1989). تمنع الأحماض الأمينية المحتوية على سلفهايدريل (sulphydryl- containing amino acids) مثل السيستين ، من تكون الصبغة البنية (السمرء) وذلك بالتفاعل مع وسط الكوينون (quinone intermediates) لتكوين مركبات ثابتة عديمة اللون (Dudley & Hotchkiss, 1989). استخدم السيستين كمثبط للاسمرار في البطاطس والتفاح والحنسن 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 البروتيازات مثبطات اسمرار فعالة ، للتفاح والبطاطس (Taoukis *et al.*, 1992; Luo, 1992; Labuza *et al.*, 1989). ويعتقد أن البروتياز فعال ويعمل على التحلل (hydrolyse) وبذلك يثبط الإنزيم أو الإنزيمات المسؤولة عن الاسمرار الإنزيمي. ومن الإنزيمات المحللة للبروتين المختبرة حتى الآن ، ثلاث بروتيازات نباتية (plant proteases) (الفايسين (ficin) من التين (figs) والبابين (papin) من فاكهة الباباي (papaya) والبرومولاين (bromelain) من الأناناس) ، وبصفة خاصة تم إثبات فعاليتها وكل الثلاث بروتيازات إنزيمات سلفهايدريل 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 معالجة البابين أن تمنع

الاسمرار الإنزيمي للفتح بنفس درجة منع السلفايت عند كل من درجتي الحرارة (٤° م و ٢٤° 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 reductant)، 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).

(٨، ١٤) عوامل السيطرة الحيوية

Biocontrol Agents

- وبمثل أن الاسمرار الإنزيمي من الموضوعات الأساسية المرتبطة بالأغذية المصنعة أقل درجة من التصنيع، فالسلامة (المأمونية) الميكربولوجية (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 (الإستيك) والتي تحفض 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 الأوكسجين 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 الأوكسجين (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 الأوكسجين العالية تثبيط مادة تفاعل الـ PPO، أو تسبب مستويات عالية من الكوينونات عديمة اللون المنتجة من بعد، إنتاج الـ PPO بتفاعلات رجعية. وقد وجد أن أول أكسيد الكربون يثبط الـ 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 أكسجين وثاني أكسيد كربون مثالياً، 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 الإيثايلين فينيل اسيتيت مع البولي

بروبايلين المكيف/المعدل (oriented polypropylene) أو البولي إثايلين منخفض الكثافة (low density polyethylene)، أو الجمع بين مواد السيراميك (ceramic material) مع البولي إثايلين. ولكل من تركيب المواد المذكورة أعلاه نفاذية للغاز عالية، بل أعلى من نفاذية البولي إثايلين أو البولي بروبيلين 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 بروبيلين المكيف المعتادة والمستخدممة 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 مبشوق منتفخ ثنائي الطبقة (two-ply blown coextrusion) ذي سمك يبلغ حوالي ٢٥ ميكرومتر (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. عملياً، 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 متبلور 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 الأكسجين وتجمع ثاني أكسيد الكربون عندما تحدث زيادة مؤقتة في درجات الحرارة (Exama temporary temperature increase) (et al., 1993).

إحدى طرق التغليف في جو معدل والمشيئة 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 الأكسجين جودة المنتج بإبطاء أيضه (تمثيله الغذائي) وإبطاء نمو أحيائه الدقيقة المفسدة. قارن جوريس وآخرون (Gorris et al., 1994) تخزين عدة فواكه وخضراوات كاملة أو

مصنعة تصنعاً 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 أيضاً، 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 مونوسايتوجينيس والليستريا إنتيروكوليتيكا والسالمونيلا تايفونوريوم والباسيليس سيريبوس 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 إيثيلين منخفض الكثافة، وقد أظهر هذا التغليف بعض التحسين في جودة المنتجات مقارنة بأنواع أخرى للتغليف المعدل الجو (MAP) (Lee et al., 1996).

(١٠، ١٤) 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/ رهيقة (thin layers) لمواد يمكن للمستهلك أن يأكلها كجزء من منتج الغذاء الكامل. لهذه الأغشية القدرة على خفض فاقد الرطوبة ومنع دخول الأكسجين ومنع التنفس وتثبيط وإبطاء إنتاج الإيثيلين وقفل (عدم السماح بخروجها وفقدتها) 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 الكوليستيريديوم بوتشيلينيوم سمها، كما قد تنمو ممرضات أخرى مثل الليستيريا مونوسايتوجينيس 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 ٧-٥ أيام على ٧-٥° 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، فلا بد 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 الميكربولوجية للمنتجات المغلفة في جو معدل أو بالتفريغ (Fair, 1999).

(١٢, ١٤) 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) والكرات الجدول رقم (١٤,١٠).

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

الخضراوات	مواد التغليف والسّمك 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)
كرات مقطع Shredded	PE-LD, 50µm, PP-O (also PA/PE, 70-100µm or comparable)

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

المادة الخام	درجة حرارة التصنيع ٤-٥ م
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 قابلية البطاطس للاستمرار.	
المعاملة المسبقة	يجب غسل البطاطس بعناية بماء عالي الجودة قبل التقشير. يجب إبعاد/إزالة الأجزاء المخطئة/التالفة والملوثة وبالمثل إزالة البطاطس الفاسدة.
التقشير	١) التقشير في مرحلة/خطوة واحدة: ماكينة بسكين (Knife machine). ٢) التقشير في مرحلتين/خطوتين: بالكاربورونوم بدرجة بسيطة أولاً، ومن بعد التقشير بالسكين.
الغسيل	الغسيل فوراً بعد التقشير. يجب أن تكون درجة الحرارة وكمية الماء ٤-٥ م ^٣ و٣ لتر/كيلوجرام بطاطس. وقت الغسيل دقيقة واحدة. يجب أن تكون الجودة الميكروبيولوجية لماء الغسيل ممتازة.
التقطيع لشرائح	بصفة خاصة، لشرائح البطاطس يفضل إضافة حمضي الستريك والأسكوربيك لماء الغسيل (أقصى تركيز لهما ٠,٥ %). ومن الممكن جمعها مع كلوريد الكالسيوم وبتروات الصوديوم أو ٤-هكساييل ريسورسينول لمنع الاسمرار. يجب أن يتم التقطيع لشرائح بسكاكين حادة فوراً بعد الغسيل.

تابع الجدول رقم (١٤,٥).

التصفية	يجب تصفية الماء غير المرتبط (loose water) في مصفاة (colander).
التغليف/التعبئة	التغليف فوراً، 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.
التخزين	نفاذية مادة العبوة للأكسجين المناسبة هي ٧٠ سم ^٣ م ^٢ /٢٤ ساعة، ١,٣، ١٠١، ٣ كيلوباسكال، ٢٣ م ^٢ ، صفر٪ رطوبة نسبية (٨٠ ميكروميتر نيون-بولي إيثيلين). ٤-٥ م ^٢ ، 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 ^٢ . وبسبب الاستمرار، فلشرائح البطاطس ثباتية ضعيفة جداً، وفترة صلاحيتها ٣-٤ أيام فقط، على ٥ م ^٢ .

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

المادة الخام	درجة حرارة التصنيع ٤-٥ م ^٢ 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 وبيضاض 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). ٢) التقشير في مرحلتين/خطوتين: بالكاربورونديم بدرجة بسيطة أولاً، ومن بعد التقشير بالسكين. يجب أن يتم التقطيع بسكاكين حادة فوراً بعد الغسيل.
الغسيل	الحجم المثالي للشرائح ٥ ملم. الغسيل فوراً بعد التقطيع. يجب أن تكون درجة الحرارة وكمية الماء صفر-٥ م ^٢ و٣ لتر/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).

تابع الجدول رقم (٦، ١٤).

التغليف/التعبئة	التغليف فوراً، مباشرة بعد الغسيل في الهواء. نفاذية مادة العبوة للأكسجين المناسبة هي ٢٩٠٠ سم ^٣ م ^٢ /٢٤ ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ م ^٥ ، صفر٪ رطوبة نسبية (٥٠ ميكروميتر دي (LD) بوليإيثايلين أو أي مادة ماثلة) ولكن أيضاً مواد ذات نفاذية تبلغ حوالي ٧٠ سم ^٣ م ^٢ /٢٤ ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ م ^٥ ، صفر٪ رطوبة نسبية (مثلاً ٨٠ ميكروميتر نايلون- بوليإيثايلين).
التخزين	٤-٥ م ^٥ ، 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 ^٥ .

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

درجة حرارة التصنيع	صفر-٥ م ^٥
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 الخاطئة/التالفة والملوثة وبالمثل إزالة الجزر الفاسد.
التقشير	التقشير بالسكين أو ماكينة الكاربورونديم.
الغسيل	الغسيل فوراً بعد التقشير. يجب أن تكون درجة الحرارة وكمية الماء صفر-٥ م ^٥ 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 المشور كلما كانت درجة نعومة التقطيع أكبر. درجة البشر المثلى ٣-٥ ملم.

تابع الجدول رقم (١٤,٧).

الطررد المركزي	يجب أن يتم الطرد المركزي فوراً 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 فوراً، مباشرة بعد الطرد. غاز التغليف المضبوط هو الهواء الطبيعي، الفراغ القمسي للعبوة ٢ لتر/ للكيلوجرام جزر مبشور.
	يجب أن تكون نفاذية مادة العبوة للأكسجين مناسبة بين ١٢٠٠ (مثلاً، بوليبروبيلين معدل) و٥٨٠٠، يفضل ٥٢٠٠-٥٨٠٠ (مثلاً، بوليإيثيلين-إيثايلين فينايل اسيتات - بوليبروبيلين معدل) سم ^٢ م ^٢ /٢٤ ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ م ^٢ ، صفر٪ رطوبة نسبية.
	الفتحات (فتحة دقيقة واحدة/١٥٠ سم ^٢) في مادة التغليف مفيدة. قطر الفتحة الدقيقة ٠,٤ ملم.
التخزين	صفر-٥ م ^٢ ، 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 ^٢ .

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

المادة الخام	درجة حرارة التصنيع صفر-٥ م ^٢ 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 المخطمة/التالفة والمثل 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 فوراً بعد التقطيع. يجب أن تكون درجة الحرارة وكمية الماء صفر-٥ م ^٢ 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 ٠,٠٥٪ حمض ستريك.
	(٢) الغسيل بماء عادي صاف (شطف).

تابع الجدول رقم (١٤،٨).

الطررد المركزي	يجب أن يتم الطرد المركزي فوراً 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 فوراً بعد الطرد. غاز التغليف المضبوط هو الهواء الطبيعي، الفراغ القمي للعبوة ٢ لتر/ للكيلوجرام ملفوف.
	نفاذية مادة العبوة للأكسجين، المناسبة هي بين ١٢٠٠ (مثلاً، بوليبروبيلين معدل) و٥٨٠٠، يفضل ٥٢٠٠-٥٨٠٠ (مثلاً، بوليإيثايلين-إيثايلين فينايل أسيتات - بوليبروبيلين معدل) سم ^٣ م ^٢ /٢٤ ساعة، ١٠١،٣ كيلوباسكال، ٢٣ م ^٣ ، صفر٪ رطوبة نسبية.
	للمفوف الأبيض، يمكن استخدام فتحات (فتحة دقيقة واحدة/١٥٠ سم ^٣). قطر الفتحة الدقيقة ٤،٠ ملم.
التخزين	صفر-٥ م ^٣ ، يفضل في الظلام.
ملاحظات أخرى	يجب اتباع ممارسات التصنيع الجيدة (شئون/ممارسات صحية/نظافة، درجات حرارة منخفضة وتطهير/تعقيم)
فترة الصلاحية	فترة صلاحية المفوف الصيني ٧-٨ أيام على ٥ م ^٣ ، وفترة صلاحية المفوف الأبيض ٣-٤ أيام على ٥ م ^٣ .

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

المادة الخام	درجة حرارة التصنيع صفر-٥ م ^٣ 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.
التشهير	التشهير بالسكين أو بالهواء المضغوط (pressurized air) (للصل الجاف).
الغسيل	غسيل متوسط فوراً بعد التشهير. يجب أن تكون درجة الحرارة صفر-٥ م ^٣ . يجب أن تكون الجودة الميكروبيولوجية للماء ممتازة.
	يفضل استخدام كلور نشط فعال؛ ٠،٠١٪ في ماء الغسيل.
التقطيع	يجب أن يتم التقطيع بسكين حادة فوراً بعد الغسيل.
	تقتصر فترة صلاحية البصل المقطع كلما صغرت القطع.
الغسيل والطررد المركزي	لا يغسل ولا طرد مركزي للبصل المقطع.

تابع الجدول رقم (٩، ١٤).

التغليف/التعبئة	يجب أن يتم التغليف فوراً 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 (مثلاً، بوليبروبيلين معدل) و ٢٩٠٠ (٥٠ ميكروميترال دي (LD) بوليإيثيلين) سم ^٣ م ^٢ /٢٤ ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ م ^٥ ، صفر ٪ رطوبة نسبية.
	إذا كانت درجة القطع منخفضة (مثلاً قطع كبيرة)، يمكن استخدام مواد غير نافذة، بدرجة كبيرة، مثلاً ٨٠ ميكروميتر نايلون- بولي إيثيلين، والذي تبلغ نفاذيته ٧٠ سم ^٣ م ^٢ /٢٤ ساعة، ١٠١,٣ كيلوباسكال، ٢٣ م ^٥ ، صفر ٪ رطوبة نسبية.
التخزين	صفر-٥ م ^٥ ، يفضل في الظلام.
ملاحظات أخرى	يجب اتباع ممارسات التصنيع الجيدة (شئون/ممارسات صحية/نظافة، درجات حرارة منخفضة وتطهير/تعقيم)
فترة الصلاحية	للصل المقطع ثابتة ضعيفة، فترة صلاحيته ٣ أيام فقط، على ٥ م ^٥ .

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

درجة حرارة التصنيع	صفر-٥ م ^٥
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 فوراً بعد الغسيل. تقصر فترة صلاحية الكراث المقطع كلما صغرت القطع.
الغسيل	الغسيل بعناية فوراً بعد التقطيع. يجب أن تكون درجة حرارة ماء الغسيل صفر-٥ م ^٥ . وقت الغسيل دقيقة واحدة.
الطرد المركزي	يجب أن تكون الجودة الميكروبيولوجية لماء الغسيل ممتازة. يفضل استخدام كلور نشط فعال بنسبة ٠,٠١٪ في ماء الغسيل. الطرد المركزي بعناية ورفق بعد الغسيل، إجراء مطلوب.

تابع الجدول رقم (١٠، ١٤).

التغليف/التعبئة	التغليف فورا، مباشرة بعد الطرد المركزي. غاز التغليف المناسب هو الهواء الطبيعي. الفراغ القمي للعبوة ٢ لتر للكيلوجرام من الكرات.
	نفاذية مادة العبوة للأكسجين المناسبة هي بين ١٢٠٠ (مثلا، بوليبروبيلين معدل) و ٢٩٠٠ (٥٠ ميكروميترال دي (LD) بوليإيثايلين) سم ^٢ م ^٢ /٢٤ ساعة، 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 ^٣ م ^٢ /٢٤ ساعة، ١٠١،٣ كيلوباسكال، ٢٣ م، صفر٪ رطوبة نسبية.
	إذا كانت مادة التغليف منفذة بدرجة كبيرة، فقد تهاجر رائحة الكرات 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	للكرات المقطع نباتية ضعيفة، فترة صلاحيته ٣-٤ أيام فقط، على ٥ م.

الاتجاهات المستقبلية (١٤، ١٣)

Future Trends

يتطلب الأمر مزيداً من البحث لكي تطور 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) المراجع

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 SKYTITA 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 SKYTITA 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 CT96-1020. Harmonisation of Safety Criteria for Minimally 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 SKYTТА 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) Planteavlfsorsog, 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 vegetables', in *Modified Atmosphere Packaging of Food*, eds Oraikul 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.
- SKYTТА 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.

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) المقدمة

Introduction

في السنوات الأخيرة، نما سوق منتجات الفواكه والخضراوات الطازجة والمجهزة (مثلاً الطازجة produce) نمواً كبيراً. القوة الدافعة الرئيسة لنمو هذا السوق هي تزايد وعي المستهلك وطلبه لمنتجات غذائية طازجة جاهزة وصحية وسهلة وخالية 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 نسبياً، 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 يمكن من قنوات توزيع طويلة ويعمل على تحسين صورة المنتج لدى 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 (MAP novel high oxygen O₂) هذه، معالجة حديثة لتسويق المنتجات الطازجة المجهزة، بالمفرق، كما أنها تمكن 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 O₂ MAP). أوضحت نتائج مشروع موسع لهيئة أوروبية 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 الإشارة للإرشادات العملية المتعلقة بموضوعات مثل المأمونية وخليط الأكسجين العالي الأمثل (optimal high O₂ 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 معدّل باستخدام ال أرجون وأكسيد النيتروز (novel argon (Ar) and nitrous oxide (N₂O)، ولكن على ضوء النتائج المختلفة المتحصلة من معالجات التقنية الحديثة هذه ، فإن معظم المتن قد ركز على استخدامات تقنية التعبئة في جو معدل عالي الأوكسجين 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 Modified 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 الأوكسجين 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 الفيليم 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 بمخليط مرغوب من الأوكسجين (O₂) وثاني أكسيد الكربون (CO₂) والنيتروجين (N₂) ، 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٪ أكسجين و ٥-١٠٪ ثاني أكسيد كربون و ٨٠-٩٠٪ 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 تُمكن من تأسيس جو معدل متوازن مثالي والذي نموذجياً، يتكون من ٣-١٠٪ أكسجين و ٣-١٠٪ 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 وغلظه 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 ثقوباً دقيقة (صغيرة microperforated films) لها معدلات نقل غاز عالية وتستخدم الآن تجارياً للمحافظة على الجو المعدل المتوازن الهوائي (aerobic EMAs) (على سبيل المثال ٥-١٥٪ أكسجين و ٥-١٥٪ ثاني أكسيد كربون للأغذية النباتية المجهزة والتي لها تنفس عالٍ مثل البروكولي والقربيط والجزر والفاصوليا والمشروم والسبانخ. وعلى أية

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

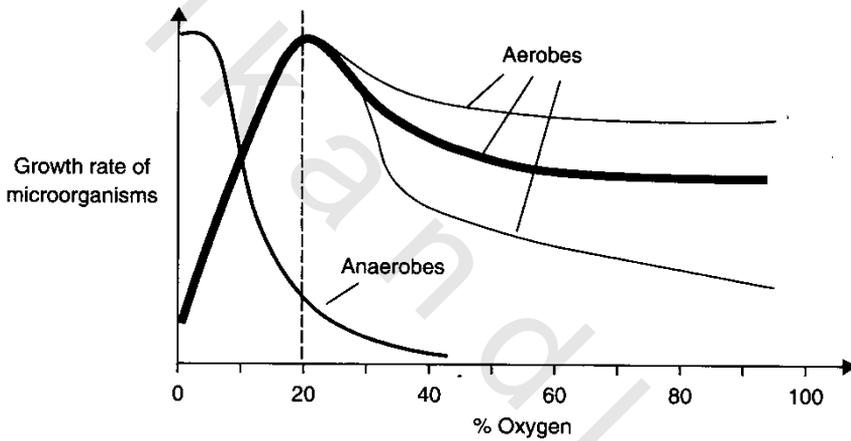
(١٥،٣) استخدام التعبئة/التغليف معدل الجو عالي الأكسجين

Use of high O₂ MAP

توضح المعلومات التي جمعها المؤلف خلال الفترة ١٩٩٣-١٩٩٤ م ، 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 بأمر المأمونية المتعلقة بإدخال مفهوم تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين . قامت جمعية كامبدن وشورليوود لأبحاث الأغذية (Campden and Chorleywood Research Association (CCFRA) ، بتجارب محدودة في الخس المدور المجهز (iceberg lettuce) والفواكه الاستوائية في بدايات عام ١٩٩٥ م. 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).

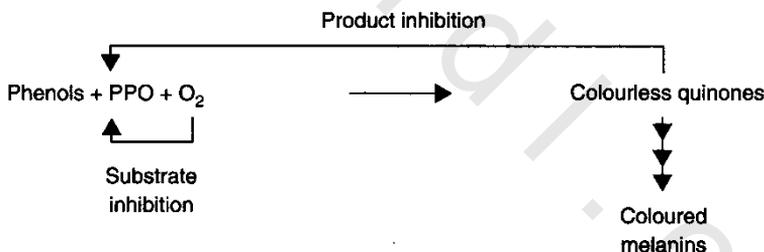
أفادت نتائج التجارب بأن تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين قادرة على تثبيط النمو الميكروبي الهوائي واللاهوائي وأمكن تفسير ذلك بمستوى أو مدى نمو (growth profiles) الميكروبات الهوائية وغير الهوائية (الشكل رقم ١٥.١).



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

وتم الافتراض نظرياً، 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، وبديهاً، 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 نظرياً، أن المستويات العالية من الأوكسجين (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 الأوكسجين .

(١٥،٤) التغليف معدل الجو بالأرجون وأكسيد النيتروز

Argon and Nitrous Oxide MAP

يصنف ال أرجون (Argon (Ar)) وأكسيد النيتروز (nitrous oxide (N₂O)) بأنهما من المواد المضافة الأخرى المتنوعة (miscellaneous additives) وهي غازات مصرح باستخدامها في الأغذية في دول الاتحاد الأوروبي (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 وتناسباً هنا، الادعاء بإمكانية خفض ال أرجون لمعدلات تنفس المنتجات الطازجة وبذلك فإن له أثراً مباشراً على إطالة فترة الصلاحية (Spencer, 1999).

وبالرغم من أن ال أرجون غاز خاملاً 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 O₂ 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 ((1. 103. ECI) PPO) 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 PPO تغيرات محددة في قوام ونكهة المنتجات المجهزة كما يسبب فقداً في الخواص التغذوية، أيضاً (Whitaker, 1996).

وبمعرفة الآثار الضارة لنشاط إنزيم PPO 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 (مثلاً 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 السيء 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)) لدى 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 توجيهه 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 خالط من حمض الأسكوربيك أو حمض إيريثوربيك (erythorbic acid) أو أملاحهما من الصوديوم ومعها حمض السيتريك (citric acid) وحمض المالك (malic acid) وحمض التارتاريك (tartaric acid) وحمض السكسينيك (succinic acid) وكلوريد الكالسيوم (calcium chloride) و٤- هكساييل ريسورسينول (4-hexylresorcinol) وبيرو فوسفات الصوديوم الحامضية (sodium acid pyrophosphate) و/أو هيدرو كلوريد السيستين (cysteine hydrochloride)

تجارياً ، ولكن هناك حاجة لمزيد من الأبحاث لتوضيح التركيبات المناسبة (جعلها أقرب ما تكون إلى الفعالية (optimize appropriate formulations)) وكذلك توضيح بروتوكول غمر (dipping protocol) المنتجات الطازجة المجهزة. تتواجد فرص جديدة لاستخدام الأغذية المعتمدة على النشا والبكتين والصالحة للأكل والمسموح باستخدامها (approved starch and pectin-based edible coatings) والعوامل الحيوية المأمونة مثل الإنزيمات ومثبطات الـ PPO 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 كامبين 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 O₂ MAP) من إبريل ١٩٩٥ م إلى سبتمبر ١٩٩٧ م، وكمتابعة (follow-up) للبحث، بدأت المجموعة الثانية والتي اقتصت بتقنية الجو المعدل الغازية الجديدة (Novel Gases MAP Club)، في /ومن يناير ١٩٩٨ م إلى ديسمبر ١٩٩٩ م. 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 manufacturers of 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 الأوروبي (EU FAIR funded project)، والذي بدأ في سبتمبر ١٩٩٦ م. 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 أولاً ثم الاهتمام بتقنية الجو المعدل بال أرجون (Ar MAP) وأخيراً الاهتمام وبدرجة أقل بتقنية الجو المعدل بأكسيد النيتروز (N₂O MAP).

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

• تم استخدام آلات تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين المتناغمة (High O₂ 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 صغير الأوراق (baby-leaf spinach) وخس الراديشيو (radichio lettuce) وخس اللولوروسو (lollo rossa lettuce) والبقدونس مسطح الأوراق (flat leaf parsley) والكرنب اللفتي المكعب (cubed Swede) والأوراق (strawberries) والكزبرة (coriander) وتوت العليق (raspberries) والفراولة (grapes) والعنب (oranges) والبرتقال (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		فترة الصلاحية الكلية المتجزئة
		الرائحة	القوام	
N ₂ ٪٩٠ / O ₂ ٪٥	٤	٧	٤	المظهر/ القوام
N ₂ ٪٨٥ / O ₂ ٪١٠ / CO ₂ ٪١٠	٧	٧	٨	المظهر/الرائحة
N ₂ ٪٢٠ / O ₂ ٪٨٠	١١	١١	١١	المظهر/الرائحة/ القوام

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

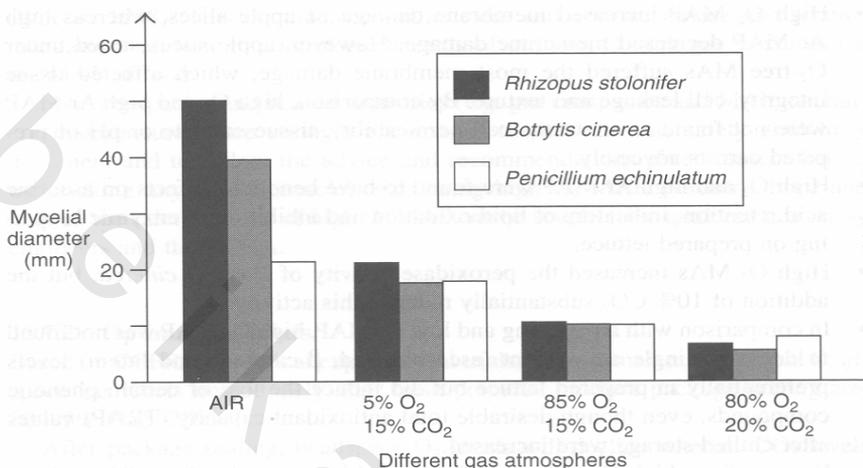
فترة الصلاحية الكلية (أيام) على ٨°م		المنتج النباتي المجهز
MAP عالية في الأوكسجين	الهواء القياسي الصناعي / MAP منخفضة في الأوكسجين	
١١-٤	٤-٢	الخس المدور
٤	٢	قطع الموز المغمورة
٩	٢	أزهار البروكلي
٧	٣	خس الكوس
٤	٢-١	الفراولة
٩	٧	أوراق السبانخ الصغيرة
٧	٤	خس الروسا لولو
٤	٣	خس الراديشيو
٩	٤	أوراق البقدونس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

• وجد أن معاملات الجو المعدل المحتوي على أرجون وأكسيد نيتروز آثاراً محدودة

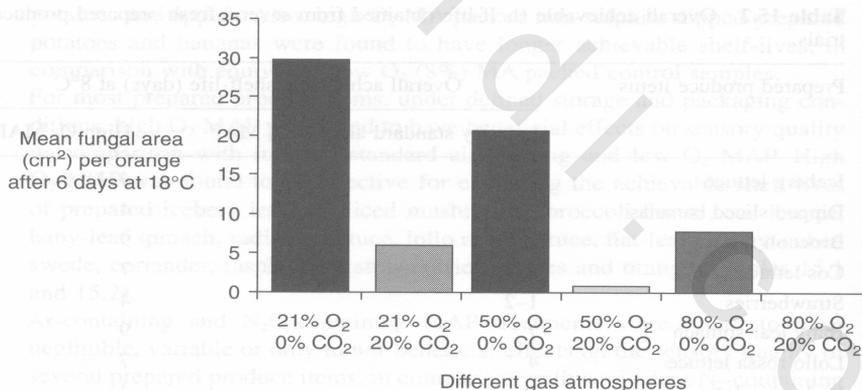
(negligible) على خواص الجودة الحسية لمنتجات محضرة عديدة مقارنة بما معاملات

الجو المعدل المكافئة المحتوية على نيتروجين (N₂-containing MAP treatments).

- وجد أن لمعاملات الجو المعدل عالي الأكسجين تثبط نمو عدة مجموعات عامة من البكتيريا والخمائر والأعفان، وبالمثل تثبط مدى من الأحياء الدقيقة الممرضة غذائياً والمفسدة المحددة، وأكثر تحديداً مثل الإيرومونات هيدروفيليا (*Aeromonas hydrophila*) والسالمونيلا إنتيريتيديس (*salmonella enteritidis*) والسيدوموناس بوتيدا (*pseudomonas putida*) والرايزوبس إستولونيفر (*Rhizopus stolonifer*) والبيتريتيس سينيريا (*Botrytis cinerea*) والبينسيليوم روكوفورتى (*Penicillium roqueforti*) والبينسيليوم ديجيتاتوم (*Penicillium digitatum*) والأسبيرجيليس نيجر (*Aspergillus niger*). ووجد أن معاملات الجو المعدل عالي الأكسجين بمفردها لا تثبط أو تحفز نمو السودوموناس فراجاي (*Pseudomonas fragi*) والباسيلس سيوريوس (*Bacillus cereus*) واللاكثوباسيلس ساكي (*lactobacillus sake*) اليريسينيا إنتيروكوليتيكا (*Yesinia enterocolitica*) والليستريا مونوسايتوجينس (*listeria monocytogenes*)، ولكن بإضافة ١٠-٣٠٪ ثاني أكسيد كربون فقد تم تثبيط نمو كل أنواع البكتيريا المذكورة أعلاه (مثلاً الشكلان رقم ١٥,٣ و ١٥,٤).
- 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 عالٍ، ولكن قلت معدلات التنفس هذه بإضافة ثاني أكسيد الكربون بنسبة ١٠٪.



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



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

- لم تمنح 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 الـ PPO 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 و ٢٠٪ نيتروجين عند مقارنتها بـ ٢٠٪ أكسجين و ٨٠٪ 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 سلباً.
- 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 ((TRAP) total antioxidant capacity) 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 وجزئيات 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 5 °م) سابقاً 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 TRAP بعد تناول خس معبأ تحت جو معدل منخفض الأكسجين، مكافياً.
- 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 الجو المعدل عالي الأكسجين

Guidelines for the Use of High O₂ MAP

يجب علينا أن ندرك أن الاستخدامات المحتملة لتقنية الـ MAP 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 الجو 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 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 (O₂-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.

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

اعتماداً على التجارب المعملية لمشروع جمعية كامبين وشورليوود لأبحاث الأغذية الـ CCFEA's المشار إليه سابقاً، فإن مستويات غاز الفراغ القمي الأمثل الموصى بها (head-space) فوراً 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، ويرجع 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، وتركيبية الجو المحيط، ونوع المنتج (produce type)، والنوع (variety) والصفة (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 انتقائياً 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) حجماً مساوياً من الأكسجين (Mc Grath, 2000).

وأيضاً، لكي نحافظ على مستويات أكسجين أكثر من ٤٠٪ ومدى ١٠ - 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/الحجم غاز منخفضة والتي تخزن على درجات حرارة تبريد أو التي بداخل عبوتها المغلقة كيس باعث للأكسجين مدمص لثاني أكسيد الكربون، فإدخال ١٠-٥٪ 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 وغلغق بشكل عمودي (vertical form-fill-seal (VFFS))، وبآلات تعبئة ملء وغلغق بشكل أفقي (horizontal-form-fill-seal (HFFS)) (Hartley, 2000). تستخدم هذه الآلات تقنية دفع، 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 الـ VFFS والـ HFFS، تستخدم الآلات التيرموفورم-فل-سيل (الملء واللحام الشكل الحراري) (thermoform-fill-seal (TFFS)) والبريفورم تري والليدينج فيلم (الصحنون مسبقة التشكيل وأفلام التغطية) (performed tray and lidding film (PTLF)) والفاكيوم تشايمبر (الحجيرات، الغرفة 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 الـ VC) تعتبر آمنة لاستخدامات الـ MAP عالية الأكسجين، مقارنة بآلات دفع الغاز الـ HFFS والـ VFSS، 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٪ وثنائي 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 سيقبل معدل استنزاف الأكسجين. سيكون لزيادة حجم الفراغ القمي في العبوة أثر متمثل في زيادة مخزون، احتياطي الأكسجين (reservoir of O₂) لأغراض التنفس، وبالتالي سيقبل معدل استنزاف الأكسجين، أيضاً. وبالتالي ونتيجة لذلك، فإن نسبة حجم المنتج/ حجم الغاز المنخفضة، مساعدة في المحافظة على مستويات أكسجين فراغ قمي تفوق الـ ٤٠٪ 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 الـ CCFR'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 بروبيلين المصممة للتعبئة الكتلية/البولي 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 حدوداً 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 الـ MAP عالية الأكسجين بتجارب ما قبل المستوى التجاري (precommercial trials) على عبوات منتجات طازجة مجهزة لها نسب حجم منتج / لحجم غاز مختلفة ولكنها عملية.

(٤، ٧، ١٥) مواد التعبئة Packaging Materials

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

ويجب ذكر أن المحاولات التجريبية الابتدائية لجمعية كامبين وشورليوود للأبحاث الأغذية (CCFRA) على تقنية الـ MAP عالي الأكسجين في تعبئة المنتجات الطازجة المجهزة، قد استخدمت فيلماً أو غشاءً حاجزاً للأكسجين، أي فيلم OPP مغطى بفيلم كلوريد بولي فينيليدين ((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 بـ PVDC، وبجلاء أن مستويات زائدة من ثاني أكسيد الكربون (٣٠-٤٠٪) قد تتولد مسببة تحطيماً محتماً داخل مثل هذه العبوات ذات الأفلام الحاجزة، وخاصة على درجات حرارة تخزين مبرد عالية (أي ٦-٨°م). ونتيجة لذلك، فقد تم استخدام أفلام OPP سمك ٣٠ ميكرومتر للتجارب اللاحقة على تقنية الجو المعدل عالي الأكسجين بدلاً من أفلام الـ OPP سمك ٣٠ ميكرومتر المغطاة بالـ PVDC، ولمعظم المنتجات الطازجة المجهزة فقد

وجد أن لها خصائص حجز للأكسجين كافية تمكّن من المحافظة على مستويات أكسجين عالية داخل العبوات (تفوق الـ ٤٠٪) 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 الـ OPP 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) الـ OPP بالبولي إيثايلين منخفض الكثافة ((low density polyethylene (LDPE) وأسيئات 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 مناسباً لتقنية الجو المعدل عالي الأكسجين للمنتجات الطازجة المجهزة والتي لها معدل تنفس أعلى مما للخس المدور. أيضاً ، تؤثر نسبة حجم المنتج/الحجم الغاز لأشكال العبوات معدلة الجو المختلفة للبيع بالفرق (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 ميكرومتر 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 ، فلا بد 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 (O₂ emitter/CO₂ adsorber) في العبوات المغلقة. تشمل حواجز الأكسجين الشفافة المناسبة (مع غطاء ضد الضباب) على الـ OPP المغطى بـ بولي إيثيلين تيريفثاليت (PET) والبولي أميد (النايلون nylon) (polyamide) و/أو كلوريد البولي فينيل إيثيلين (PVDC) والصفائح المرققة أو المدعمة الميثوقة (coextrusions) (or laminations) المحتوية على أسيتات ، خلاصات فينيل الإيثايلين (EVOH) والبولي إيثايلين (PET) (polyester) والبولي أميد (النايلون nylon) (polyamide) و/أو كلوريد البولي فينيل إيثيلين (PVDC) (Air Products, 1995; Day and Wiktorowicz, 1999).

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

(١٩٨٧) (the Materials and Articles in Contact with Food Regulations 1987) والنظم التشريعية للمواد البلاستيكية والأصناف الملامسة للأغذية (١٩٩٨) (Plastic Materials and Articles in Contact with Food regulations, 1998) والتنظيم التشريعية لالتزامات المنتج فيما يتعلق بمسئوليته (عن/ فيما يتعلق ب 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 المناسبة 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 الأمانية 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 كامبين وشوليوود لأبحاث الأغذية، الـ CCFRA's لتجارب الحس المدور الطازج المجهز (دي، ٢٠٠١a). توضح نتائج هذه التجارب وبجلاء أن درجة الحرارة ونفاذية فيلم التغليف هما العاملان الحاسمان 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 بـ PVC) والمستعملة لتعبئة الحس 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°، وإذا 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 إلى ٣٥-٤٠٪ بعد تخزين استمر عشرة أيام. هذه المستويات العالية من ثاني أكسيد الكربون المتولدة في عبوات الوسادة ذات الحاجز معدلة الجو عالي الأكسجين (high O₂)

(MA barrier pillow packs) للخس المجهز الطازج هي المسئولة عن التحطيم الناشيء من ثاني أكسيد الكربون (CO₂ damage) أي تغير اللون غير المرغوب الملاحظ. ولاحقاً استخدمت تجارب تقنية التعبئة معدلة الجو عالي الأوكسجين أفلام OPP أكثر نفاذية تمكن بصفة عامة من المحافظة على مستويات عالية من الأوكسجين (أكثر من ٤٠٪) كما تمكن من عدم ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون لما يفوق ٢٥٪ بعد ٧-١٠ أيام من التخزين على ٥ م° و ٨ م°. في ظروف التعبئة معدلة الجو عالي الأوكسجين 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 الأوكسجين (Day, 2000a).

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

Fresh Prepared Produce Applications

وجد أن لتقنية الجو المعدل عالي الأوكسجين 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 الأوكسجين، فإن الجو المعدل عالي الأوكسجين 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 اللولوروسو 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 O₂ 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 و نفاذية فيلم التغليف ونسبة حجم المنتج/حجم 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 تجارياً، عدة تركيبات كيميائية لا تحتوي سلفايت (نموذجياً، تحتوي على خليط من حمض الأسكوربيك وحمض السيتريك وحمض المالك 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.

(١، ٨، ١٥) 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. وتحديدًا، 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) بسبب 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 مناسبين حتى تتحمل إجراءات التحضير اللاحقة القياسية بينما تكون ناضجة بدرجة كافية لتكون ذات جودة استهلاك (أكل) عالية.

(٢، ٨، ١٥) المعاملات التجهيزية لما قبل الغمر

Predipping Preparation Treatments

لا تختلف معاملات التجهيز ما قبل الغمر مثل التقليم trimming والتفشير 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 شطفاً نهائياً 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 للأوكسدة لمكونات محاليل الغمر غير المحتوية على سلفايت. وكتوجيه، يلزم استخدام ٠.٥١ لتر ماء للشطف (أو الغسيل) لكل كيلوجرام من المنتج الطازج المجهز.

(٣، ٨، ١٥) 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 التفشير 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 مؤقتاً 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 مائياً (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 بروتوكولات 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 و ١٪ وزن / حجم كلوريد صوديوم.

• عادة، يكون وقت الغمر (الذي يستغرقه المنتج مغموراً) 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 غمرها.

• عادة، تكون كمية محلول الغمر غير الكبريتي المطلوبة في مدى ١ لتر لكل ١٠ - ١٥ كيلوجرام من المنتجات الطازجة المجهزة المراد غمرها.

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

• بعد معاملة المنتجات الطازجة المجهزة بالغمر في محاليل كيميائية وغير كبريتية يتطلب الأمر عملياً، 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. عملياً ونموذجياً، 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 المُعامل. 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) والتغليظ 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 التغليظ 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 التغليظ 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 التغليظ 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 التغليظ (EMCO Packaging Systems) ورث،

كنت المملكة المتحدة (Worth, Kent, UK). أثبتت التجارب الأولية التي أجرتها جمعية كامبين 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). يُمكن 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 بالتنفس وفي نفس الوقت إبقاء ثاني أكسيد الكربون في المستويات المنخفضة التي لا تمكّن من تسبب 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, Rooney, 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). أو وضحت التجارب الابتدائية لمشروع جمعية كامبين 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 للعبوة والتخزين في الهواء.
- اجث 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.

المراجع (١٥, ١٠)

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 O 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.

أغذية الفواكه الصالحة للأكل

Edible Coatings for Fruits

هايون جن بارك، جامعة كوريا/ جامعة كليمسون

Hyun Jin Park, Korea University/ Clemson University

(١٦,١) مقدمة: تطور الأغذية الصالحة للأكل

Introduction: The Level up Ment of Edible Coatings

تحدث فواقد كبيرة في جودة وكمية الفواكه الطازجة ما بين الحصاد والاستهلاك (Sparks, 1976). وتعتبر المحافظة على الفواكه من الأضرار من خلال تقليل فواقد ما بعد الحصاد "كحصاد خفي (hidden harvest)" (Spurgeon, 1976). وقد تم تطوير العديد من التقنيات والتي نجحت في إطالة فترة الصلاحية، من خلال فهم أفضل لعملية التنفس في الفواكه الطازجة. تم استخدام التخزين في جو متحكم فيه (CAS) والتخزين في جو معدل (MAS) للمحافظة على تغيرات الجودة والفواقد الكمية أثناء التخزين. وقد توفر الأغذية الصالحة للأكل على الفواكه الطازجة بديلاً للتخزين في جو معدل بتقليل تغيرات الجودة والفواقد الكمية من خلال تعديل وضبط الجو الداخلي للفواكه الفردية.

(١، ١، ١٦) نظرة تاريخية للأغطية الصالحة للأكل

A historical View of Edible Coatings

الشمع هو الغطاء الصالح للأكل الأول الذي استخدم على الفواكه والخضراوات. استخدم الصينيون أغطية الشمع (wax coating) على البرتقال والليمون في القرنين الثاني عشر والثالث عشر (Hardenburg, (twelfth and thirteenth centuries) 1967). وبالرغم من أن الصينيين لم يدركوا/ يعرفوا أن الوظيفة الكاملة للأغطية الصالحة للأكل هي إبطاء تبادل الغاز التنفسي (respiratory gas exchange)، فقد وجدوا أن البطاطس المغطاة بالشمع يمكن أن تخزن لوقت أطول من التي تخزن فيه غير المغطاة. في الثلاثينيات (1930s)، وتجارياً، توافر شمع البارفين المذاب بالحرارة (hot melt paraffin waxes)، كغطاء صالح للاستهلاك، على الفواكه الطازجة مثل التفاح والكمثرى. أفاد/ نشر إربيل وموفتوجيل ٩٨٦ (Erbil & Muftugil, 1986) أن تغطية سطوح الخوخ بمستحلبات الشمع (wax emulsions) قلل توصيل بخار الماء (water vapor) والأكسجين، وبذلك، قلل معدل التنفس ومدد فترة صلاحية الفاكهة. لاحظ نيسبيروس-كاربيدو وآخرون ١٩٩٠ (Nisperos- Carriedo et al., 1990) أن للزيوت أو الشموع والسيليلوز (cellulose) تأثيرات متشابهة فيما يتعلق بمنع الفساد والحفاظ على جودة الفواكه الاستوائية التي تجنى طازجة (fresh-picked quality for tropical fruits).

جرت عدة محاولات لتطوير مواد أخرى يمكن استخدامها لتغطية المحاصيل وتعديل محتوى الغاز الداخلي لأغراض التخزين لوقت قصير (short-term storage). اقترح زهانج وكوانتيك ١٩٩٧ (Zhang and Quantick, 1997) أن الشايتين (chitin) والشايتوسان (chitosan) (الشايتين مزال الأسيتايك (deacetylated chitin) من الحيوانات البحرية اللافقارية (marine invertebrates) قد يستخدمان لتكوين غطاء شفاف (transparent film) يستخدم كغطاء على الفواكه والخضراوات، صالح للأكل في عام

١٩٨٢ ذكر لوينجس وكتس (Lowings & cutts 1982) مادة غطاء صالح للأكل غير سامة نباتياً (non- phytotoxic) ولا طعم لها (tasteless) ولا رائحة لها (odorless) وفعالة في حفظها للفواكه. وهذه المادة الغطاء، هي خليط من استرات السكروز مع الأحماض الدهنية (sucrose fatty acid esters (SFAE)) وسيليلوز كاربوكسيميثايل الصوديوم (sodium carboxymethyl cellulose) ومونو ودايجليسيريد (mono- and diglycerides). طورت مادة ال SFAE أولاً كمستحلب. وعلى أي حال، لقد أثبت أن نضج الفواكه قد يتم تأخيرها بغطاء ال SFAE. وتتوافر مخاليط ال SFAE تجارياً لتغطية الفواكه والخضراوات منذ الثمانينيات (1980s)، وتحت الاسم التجاري "TAL pro-long" و'Semperfresh' (Bank, 1984; Chu, 1986; Sauterre et al., 1989) استخدم بارك وآخرون (١٩٩٤ بي، سي) (Park et al., 1994 b, c) غطاء الزئبن (zein coating) على سطح الطماطم وأفادوا بأن هذا الغطاء أخر تغيرات اللون وفواقد الوزن وحافظ على الصلابة أثناء التخزين.

(١٦, ١, ٢) المشاكل المرتبطة بالأغطية الصالحة للأكل

Problems Associated with Edible Coatings

بالرغم من أن بعض الأغطية الصالحة للأكل قد استخدمت بنجاح على المحاصيل الطازجة، إلا أن لها آثاراً أخرى قد تؤثر تأثيراً سيئاً على الجودة. قد يؤدي تعديل المناخ الداخلي باستخدام الأغطية الصالحة للأكل، إلى كثرة الاعتلالات المرتبطة بارتفاع ثاني أكسيد الكربون أو انخفاض تركيزات الأوكسجين (Ben-Yehoshua, 1969). أشار سموك ١٩٤٠ (Smock, 1940) بأن تشميع التفاح والكمثرى ثبط معدل النضج الطبيعي وعند استخدام شمع كاف، تم تثبيط التنفس بدرجة كبيرة ونتجت نكهات كحولية (alcoholic flavours) بسبب التخمرات اللاهوائية. ذكر اسميث واستوو (١٩٨٤) (Smith and Stow) أن التفاح (صنف cv. Cox's Orange Pippin) المغطى بأستر سكروز الأحماض الدهنية (sucrose fatty acid ester (SFAE))، شهد قليلاً من التغيرات

التدهورية في صلابة الثمار والاصفرار (yellowing) وفقد الوزن، ولكن كثر حدوث التسطح المحوري (core flush) على هذا التفاح. ذكر بارك وآخرون، (Park ١٩٩٤ سي) (et al., 1994c) أن الطماطم المغطاة بغطاء زئني (الزئني هو بروتين الذرة وهو فقير في الإلاستين والتريتوفان) سمك ٠,٦ ميكروميتر، أنتجت كحولاً وروائح غير مرغوبة داخلها وقد أرجعت هذه الآثار إلى المحتوى الداخلي للغاز (Internal gas composition) وهو منخفض الأوكسجين بدرجة كبيرة وعالي ثاني أكسيد الكربون. لخص أسمىث وآخرون (١٩٨٧) (Smith et al., 1987) الآثار المرتبطة بالاعتلالات الفسيولوجية المرتبطة بتعديل الجو الداخلي باستخدام الأغذية، في التسطح المحوري وتحلل اللب (flesh breakdown) وتجمع الإثانول والروائح الكحولية غير المرغوبة (alcoholic off-flavours).

الشمع ومخاليط استر سكروز الأحماض الدهنية هي الأكثر استخداماً وشيوعاً كأغذية صالحة للأكل على/ للفواكه والخضراوات. ولكنها، لا تتساوى في فعاليتها في كل المنتجات. مشكلة أخرى (تتعلق باستخدامها) هي أن المستهلك يميل لأن يكون منزعجاً (شاكاً) في الأغذية الشمعية. عليه، فإن تطوير أغذية صالحة للأكل بديلة، والتي لا تترك مذاقاً شمعيّاً (waxy taste) من الأمور المرغوبة والمطلوبة. ويجب تحديد تأثيرات الأغذية الصالحة للأكل على المحتوى الداخلي للغاز، وتفاعلاتها مع مقاييس الجودة، وذلك عندما تستخدم لتغطية المنتجات الطازجة. على سبيل المثال، تغيرات اللون والصلابة مقاييس جودة في الفواكه، مهمة جداً. أفاد شهيوفلت وآخرون ١٩٨٧ (Shewfelt et al., 1987)، بأن تغيرات اللون وفقدان الصلابة والتخمر الإثانولي ونسبة التعفن وفقد (نقص) الوزن للفواكه المغطاة بالأغذية الصالحة للأكل (edible-film coated fruits)، كل هذه خواص جودة مهمة جداً لمختلف المنتجات.

(١٦، ٢) كيف تعمل الأغطية الصالحة للأكل: ضبط المحتوى الداخلي للغاز

How Edible Coatings work: Controlling Internal Gas Composition

يمكن أن توفر الأغطية الصالحة للأكل وقاية للمنتجات الطازجة كما يمكنها أن توفر نفس الأثر الذي يوفره التخزين في جو معدل فيما يتعلق بتعديل المحتوى الداخلي للغاز. يعتمد نجاح الأغطية الصالحة للأكل على الفواكه وبصفة أساسية، على اختيار/انتقاء الأغطية التي يمكن أن توفر محتوى داخلياً للغاز مرغوباً يتناسب مع منتج معين.

(١٦، ٣) اختيار/انتقاء الأغطية الصالحة للأكل

Selecting Edible Coatings

إذا كان الغطاء غليظاً بدرجة كبيرة، قد تنتج آثار ضارة لأن التركيز الداخلي للأوكسجين يكون بمستويات أقل مما هو مرغوب ومفيد وتكون هناك زيادة مرافقة في تركيزات ثاني أكسيد الكربون بمستوى أعلى من الحد الحرج القابل للتحمل (critical tolerable level). تقود هذه الحالات إلى التخمر اللاهوائي. ويمكن معالجة هذه الأوضاع بـ:

- ١ - تطوير عدة أغطية صالحة للأكل. ٢ - السيطرة على قابلية الأغطية للبلل (wettability). ٣ - قياس خصائص نفاذية الغازات (gas permeation properties) لأغطية مختارة. ٤ - قياس خواص الانتشار (diffusion properties) للجلد (القشرة) واللحم (اللب) لفواكه مختارة. ٥ - التنبؤ بالمحتوى الداخلي للفواكه المغطاة بالأغطية الصالحة للأكل، و ٦ - مراقبة تأثيرات الأغطية على تغيرات جودة الفواكه.

(١٦، ٤) خواص نفاذية الغازات للأغطية الصالحة للأكل

Gas Permeation Properties of Edible Coatings

هناك عدة أغطية صالحة للأكل محتملة/ ممكنة، للفواكه، مثل السليلوز والكازين (casein) والزنين (zein) وبروتين الصويا والشايتوسان (chitosan). وقد تم اختيار

هذه لخصائصها المرغوبة إذ إنها بصفة عامة ، لا رائحة لها (odorless) ، ولا طعم لها (tasteless) وإنها شفافة (transparent). وليس من السهولة قياس خواص نفاذية الغاز للأغطية بعد استخدامها على الفواكه. عليه ، يتم إعداد أغطية منفصلة مسطحة (separate flat films) واختبارها. وقد وصف كامبر وفيننما (Kamper and Fennema, 1984) وآيات وآخرون ١٩٩١ (Ayd et al., 1991) طريقتين أوليتين معروفتين لإعداد الأغطية المسطحة. وقد استخدمت طريقة الـ OX-TRAN 1000TM (Mocon Modern Control, Minneapolis, MN) لقياس نفاذية الأكسجين (oxygen permeability (OP) وقيست نفاذية بخار الماء (WPP) باستخدام تعديل لطريقة الأستم القياسية إي ٩٦ (ASTM Standard Method E96) (ASTM, 1987). والمعروفة بطريقة الكوب (cup method). قيست نفاذية ثاني أكسيد الكربون باستخدام خلية نفاذية معدلة (modified permeability cell) صممها جلبرت وبيجاز (١٩٦٩) (Gilbert and Pegaz, 1969). يمكن حساب نفاذية بخار الماء ونفاذية الغاز للأغطية كما هو موضح في الصندوق رقم (١).

ويوضح الجدول رقم (١٦,١) نفاذية للأكسجين وبخار الماء وثاني أكسيد الكربون للأغطية الصالحة للأكل والتي ذكرت في الاستعراضات الأدبية ، كما تم مقارنتها بأغطية بلاستيكية تقليدية أخرى. تقل نفاذية معظم الأغطية الصالحة للأكل للأكسجين عن نفاذية الأفلام البلاستيكية التقليدية له. ونفاذية غطاء الاستر العديد للسكروز (sucrose poly ester SPE) للأكسجين أعلى من نفاذية غطاء أو مادة البولي إيثايلين (polyrthylene film) له بمقدار ١-٣ أضعاف كما أنها أعلى بـ ٤-١٠ أضعاف من نفاذية أغطية البولي بروبيلين (polypropylene film).

الجدول رقم (١٦، ١). نفاذيات الأغذية الصالحة للأكل للأكسجين وثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء.

النفاذية			
الفيلم	أكسجين ^b	ثنائي أكسيد الكربون ^b	بخار الماء ^c
SPE	٠,٠٠٠١ ± ٢,١	-	٠,٠٤ ± ٠,٠٠٠٤٢
Chitosan (15 cp)	٠,٠٠١٤	-	٠,٤٩٠
Zein	٠,١٦ ± ٠,٣٦	١,٠٩ ± ٢,٦٧	٠,٠١٩ ± ٠,١١٦
جلوتين القمح			
Wheat gluten	٠,٠٩ ± ٠,٢٠	١,٤٣ ± ٢,١٣	٠,٠١٣ ± ٠,٦١٦
MC (L)	٠,٤٥ ± ٢,١٧	١٩,٣٣ ± ٦٩,٠	٠,٠٠٣ ± ٠,٠٩٢
HPC(L)	٠,٠٣ ± ٣,٥٧	٣,٧٦ ± ١٤٣,٩	٠,٠٠٤ ± ٠,١١٠
HPC/ lipid	٠,٠٦ ± ٣,٤٤	٤,٥٨ ± ٨١,٧	٠,٠٠٣ ± ٠,٠٨٢
Cozeen	٠,٨٩	٢٦,١٠ ± ٥,٢٥	٠,٤٠٧
PE	٨,٣	٢٦,١٠	-
PP	٠,٠٠٥ ± ٠,٥٥	-	٠,٠٦ ± ٠,٠٠٠٦٥
PVC	١٧,٩٩ - ٠,٠٩	٢٦,٩٨ - ١,٣٥	٠,٠٠٠٧١
PET	٠,٣٠ - ٠,١٣٠	١,١٢ - ٠,٦٧	-

• ال PE بولي إيثايلين ، و PP هو البولي برويلين ، و PVC كلوريد البولي فينايل ، و PET هي البولي إستر ، (Ayd et al, 1991; Kamper and Fennema, 1984; Park, 1999; Park and Chinnan, 1995a, 1995b; Park et al., 1993, 1994 a,d 1998)

• وحدة النفاذية ^b= unit of permeability
is in (fl m m⁻² s⁻¹ Pa⁻¹; f is an abbreviation for femto (10⁻¹⁵)
ويعبر عنها بال(فيمتو) وال f اختصار للفيمتو (١٠^{-١٥}).

• وحدة النفاذية ^c= unit of permeability is in ng m m⁻² s⁻¹ Pa⁻¹; n is an abbreviation for nano (10⁻⁹)
ويعبر عنها بال(نانو) وال n اختصار للنانو (١٠^{-٩}).

قيم نفاذية الأكسجين لأغطية الـ SPE مشابهة لقيم نفاذية أغطية السيليلوز ، ولكنها أعلى مما لأغطية البروتين الصالحة للأكل مثل أغطية الزئين. نفاذية أغطية البروتين للأكسجين أقل من نفاذية أغطية البولي إيثايلين (كثافة منخفضة) وأفلام البولي إيثايلين وكلوريد البولي فينايل (polyvinyl chloride) له ، كما أنها قريبة من نفاذية

أغذية البولي إستر (polyester film). نفاذية أغذية البروتين وأفلام الذرة - الزيتين (corn-zein) وأفلام القمح للأكسجين أقل من نفاذية أغذية السيليلوز وأفلام الميثايل سيليلوز (methyl cellulose (MCLL) والهيدروكسي بروبيل سيليلوز (hydroxypropyl cellulose HPC(L) وكلاهما بمستويات منخفضة (L) للبلاستيسايزر (المالدين (plasticizer) مادة تضاف لزيادة اللدانة). تقلل إضافة الدهون (Myvacet 7-00TM) في أغذية الـ (HPC) من نفاذية الأكسجين، فقط بدرجة بسيطة.

نفاذية أغذية البروتين والذرة - الزيتين والقمح لثاني أكسيد الكربون أقل من نفاذية أغذية البلاستيك وأفلام البولي إثايلين (كثافة منخفضة) والبولي إثايلين وكلوريد البولي فينايل له، مع استثناء أغذية البولي إستر التي تبدي حاجزاً لنفاذ ثاني أكسيد الكربون (الجدول رقم ١-١٦). نفاذية أغذية السيليلوز، الـ (MC(L) و الـ (HPC(L) لثاني أكسيد الكربون أعلى من نفاذية أغذية البلاستيك له. خفضت إضافة الدهون الـ (Myvacet 7-00TM) لأفلام الـ HPC نفاذية ثاني أكسيد الكربون بنسبة ٤٣٪. ونسبة نفاذية ثاني أكسيد الكربون لنفاذية الأكسجين (CO_2 / O_2 permeability ratios) للأفلام الصالحة للأكل أعلى من تلك التي للأفلام البلاستيكية (Kader et al., 1989).

توفر أغذية الاسترات العديدة للسكرورز (SPE) حواجز كبيرة/ عالية لبخار الماء مقارنة بالأغذية الصالحة للأكل الأخرى، وكما هو موضح في الجدول رقم (١٦،١). نفاذية الـ SPE لبخار الماء أقل من نفاذية أغذية البولي إثايلين له وأقل بمقدار أكثر من ١٠٠ ضعف، من قيم نفاذية أغذية السيليلوز والبروتين. وتجعل خواص حجز أغذية الـ SPE للأكسجين وبخار الماء بدرجة عالية، من هذه الأغذية مرغوبة للاستخدام في المنتجات الطازجة كبديل للأغذية الشمعية (Risse et al., 1987; Segall et al., 1974). نفاذية الأغذية الصالحة للأكل الأخرى لبخار الماء أعلى بدرجة أكبر من نفاذية أغذية

البلاستيك. نفاذية غطاء بروتين القمح حوالي $0.603 - 0.630$ ng ms Pa⁻¹ وهي الأعلى مقارنة بنفاذية كل الأغطية الصالحة للأكل الأخرى التي قيست أو اختبرت. تظهر أغطية بروتين القمح نفاذية عالية لبخار الماء ربما بسبب أن بروتين القمح يشتت / يفرق بإضافة هيدروكسيد الأمونيا (ammonium hydroxide(6N)) كجزء من التركيب، وأيضاً، يحتوي غطاء البروتين على تركيز عالٍ من الملدن، ٤٠٪ (وزن الملدن/وزن البروتين). إن إضافة الدهون (Myvacet 7-00TM) إلى غطاء HPEE قللت نفاذية بخار الماء بنسبة ٢٤٧٪. البلاستيك هو الأكثر استخداماً لتغليف الأغذية (food wrap)، ولكن عادة يتكثف بخار الماء في السطح الداخلي لمواد التغليف البلاستيكية وبذلك يخلق مصدراً محتملاً كامناً للتلوث الميكروبي للمنتجات الطازجة (Ben-Yehoshua, 1985). عليه، لا يفضل الغطاء ذو النفاذية العالية جداً لبخار الماء، إذ إنه سيؤدي إلى فقد كبير في الرطوبة من الفواكه أثناء التخزين.

الصندوق الأول: نفاذية الغاز Box 1 Gas Permeability

يمكن وصف عملية النفاذية رياضياً (mathematically) بقانون فيكس الأول (Fick's first law). ويمكن تحديد الدفع (جني J flux) الذي يتناسب مع انحدار التركيز (concentration gradient) في اتجاه واحد كالتالي:

$$J = -D (\partial C / \partial X) \quad [16.1]$$

حيث أن جني (J) هي الدفع، تكون الكمية الصرفة للمادة المذابة (solute) التي تنتشر خلال وحدة مساحة (unit area) / في وحدة وقت (unit time) $(g \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ or } \text{ml m}^{-2})$ وهي ثابته الانتشارية [diffusivity constant ($\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$)، والسي (C) هي انحدار تركيز المادة المنتشرة والإكس (X) هي سمك (thickness) الفيلم أو الغطاء (m) (Chang, 1981; Crank, 1975; Jost, 1960; Landrock and Proctor, 1952)

مع افتراضين، (١) أن الانتشار يكون في حالة ثابتة و(٢) أنه يوجد الحدار خطي (linear gradient) من خلال الفيلم، فإن الدفع (J) يعطى بالمعادلة:

$$J = D (C_2 - C_1) / X = Q / (At) \quad [16.2]$$

حيث إن Q هي كمية الغاز المنتشر من خلال الفيلم (g or ml)، والـ (A) هي مساحة الفيلم (m²) والـ (t) هي الوقت بالثواني (s). بعد تطبيق/استخدام قانون هنري (Henry's law)، فإن قوة الدفع (driving force) يعبر عنها في فرق الضغط الجزئي (partial pressure differential) للغاز وفي إعادة تنظيم للتعبير تنتج المعادلة التالية معبرة في النفاذية:

$$Q / (At) = DS (p_2 - p_1) / X = P \Delta p / X \quad [16.3]$$

حيث إن إس (S) هي معامل ذوبانية قانون هنري (mol solubility coefficient) atm⁻¹، و Δp فرق الضغط الجزئي للغاز عبر الفيلم (Pa) والـ (P) هي النفاذية (ml or g) .m m⁻² s⁻¹ Pa⁻¹

من ثم، يمكن حساب نفاذية الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء من المعادلة [١٦ - ٤]:

$$P = QX / (At \Delta p) \quad [16.4]$$

(١٦,٥) القابلية للبلل وفعالية الأغشية/ التغطية

Wettability and Coating Effectiveness

تعتمد فعالية الأغشية الصالحة للأكل على الفواكه والخضراوات بشكل أساسي، على السيطرة على قابلية محاليل الأغشية (coating solution) لإحداث البلل والذي يؤثر على سماكة الغطاء (Park, 1999). ويجب أن تبلل تركيبات الأغشية الصالحة للأكل سطح الفاكهة وتنتشر عليه بشكل منتظم (uniformly) وعندما تجف يجب أن تكون غطاءً له خاصية التصاق كافية (adequate adhesion)، وتماسك (cohesion)

وقوة تحمل (durability) لتعمل بشكل مضبوط (Krochta and Mulder- Johnston 1997). أشار هيرشاكو ونوسينوفيتش (١٩٩٨) (Hershko and Nussinovitch, 1998) إلى الأغطية الغروية المائية المناسبة (suitable hydrocolloid coatings) للتحقق من تمام التغطية والتبلل. قد تسبب أغطية الفواكه والخضراوات التي يتعدى سمكها حدا حرجا (critical thickness) تأثيرات ضارة بسبب انخفاض تركيزات الأوكسجين الداخلية وارتفاع ثاني أكسيد الكربون المرتبط بالتخمير اللاهوائي. تنتج الطماطم المغطاة بفيلم زئين سمكه ٦٦,٠٤ ميكروميتر، كحولا وروائح غير مرغوبة، داخليا (Park et al., 1994c).

ذكر كهاوي وآخرون (Choi et al., 2001) أن زاوية التلامس (contact angle) لمحلول الشهايتوسان الغطائي على قشر التفاح هي ٨٩°. ويمكن حساب قابلية البلل للأغطية الصالحة للأكل كما هو موضح في الصندوق رقم (٢).

ولأن زاوية التغطية قريبة من ٩٠°، فيدل هذا على أن محلول الشهايتوسان الغطائي لا يغطي قشر التفاح التي لها حاجز شمعي (wax barrier)، بسهولة. زوايا التلامس المقاسة على البطيخ والشمام والطماطم والماندرين (mandarin) كانت أيضاً، ٨٧,٥° إلى ٩٠° (الجدول رقم ٢-١٦). الجذب السطحي الحرج للجلد/ قشر التفاح (critical surface tension (Yc) ١٨,٧ دايين / سم (18,7 dyne cm⁻¹) (R²= 0,99). لاحظ هيرشاكو ونوسينا (Hershko and Nussinovitch, 1998)، أن الجذب السطحي الحرج لقشر الثوم (garlic skin) بلغ ١٨,٣ دايين / سم. وجد هياجينماير وباكر (Hiagenmaier & Baker (1993) بأن الجذب السطحي الحرج للجريب فروت يبلغ ٢٣ دايين / سم (الجدول رقم ٢-١٦). تشير هذه النتائج إلى أن لقشر معظم الفواكه المغطاة بطبقة من الشمع، طاقة سطحية منخفضة (low surface energy). تتفاعل الطبقة ذات الطاقة السطحية المنخفضة مع السوائل بشكل أساسي، من خلال قوى (Rulon & Robert,

(1993) التششت (dispersion) (van der Waals). زاوية التلامس لمحلول الشايتوسان الغطائي على قشر الكمثرى 8.5° (الجدول رقم ١٦,٢)، وهذه قيمة بشكل غير معتاد. وقد يكون ذلك بسبب الخواص السطحية للكمثرى التي لها سطح أخشن (coarser) من سطوح الفواكه الأخرى. ذكر بارك وغيره (Park & others, 1996) ١٩٩٦، بأن سطح الكمثرى يغطي بشكل متساوي (evenly) بزئبن الذرة ومحاليل الـ SemperfreshTM.

الجدول رقم (٦,٢). الجذب السطحي، زاوية التلامس والجذب السطحي الحرج للفواكه والخضراوات.

معدل الانتشارية (dyne G جي cm^{-1})	زاوية التلامس درجات	الجذب السطحي الحرج dyne cm^{-1}	الفاكهة	الجذب السطحي dyne cm^{-1}	مستحلب الغطاء coating emulsion
٦٦,٨-	٨٨,٩	١٨,٧	تفاح	٦١,٥	شايتوسان مستحلب شهايتوسان ^a بدون مستحلب
-	٩٠,٠	-	طماطم		
-	٨٨,٠	-	بطيخ		
-	٨٧,٥	-	تانجرين		
-	٨,٥	-	كمثرى		
٤٣,٠-	٨١,٠	١٨,٣	ثوم ^a	٥١,٥	أخرى مستحلبات الجينات Alginate (%٢) ^b

تابع الجدول رقم (٦,٢).

معدل الانتشارية الانتشارية جي G (dyne cm ⁻¹)	زاوية التلامس درجات	الجذب السطحي الخرج dyne cm ⁻¹	الفاكهة	الجذب السطحي dyne cm ⁻¹	مستحلب الغطاء coating emulsion
١١,٢-	٥١,٠	١٨,٣	ثوم ^a	٣١,١	بدون مستحلب الجينات (٢٪) ^b
	٥٣,٠	٢٣,٠	جريب ^b فروت	٣٣,٤	Added β- sitosterol 2000p pm Shellac ^c Polyethyle
	٥٦,٠	٢٣,٠	جريب ^b	٣٣,٤	wax ^c
	٤٦,٠	٢٠,٠	برتقال ^b	٢٨,٨	Carnauba wax ^c
	٤٦,٠	٢٠,٠	برتقال ^b	٣٥,٦	Rasin ^c

^aChoi *et al.* (2001).^bHershko and Nussinovitch (1998).^cHagenmaier and Baker (1993).

الصندوق الثاني القابلية للبلل Wettability

تقدر قابلية مادة صلبة للبلل بمادة سائلة بالتوازن بين قوى الالتصاق (adhesive forces) (عمل الالتصاق, W_a) (work of adhesion, W_a) للسائل على الصلب وقوى التماسك، (عمل التماسك W_c) (work of cohesion W_c) للسائل.

تسبب قوى الالتصاق انتشار السائل فوق السطح الصلب بينما تسبب قوى التماسك انكماشه:

$$W_a = \gamma_{lv} + \gamma_{sv} - \gamma_{sl} \quad W_c = 2 \gamma_{lv}$$

16.5

تحدد زاوية تلامس سائل يتقطر على سطح صلب بالتوازن الميكانيكي (mechanical equilibrium) للقطرة (drop) تحت تأثير فعل ثلاث قوى شد بين سطحين (three interfacial tensions): صلب - بخار (γ_{sv})، صلب - سائل (γ_{sl}) وسائل - بخار (γ_{lv}). تعرف علاقة التوازن هذه بمعادلة يونج (Young's equation) (Rulon and Robert, 1993):

$$\text{Cos}\theta = (\gamma_{sv} - \gamma_{sl}) / \gamma_{lv} \quad [16. 6]$$

وعندما يلامس صلب سائل في وجود بخار، سيلتصق السائل جيداً على السطح الصلب إذا انخفضت الطاقة الحرة الكلية المطلوبة لخلق الشد الجديد، بين السطحين. إن الأهمية الفيزيائية لهذا التعبير في الطاقة هو العمل المطلوب لفصل الصلب والسائل من سطح تلامس الصلب / السائل (solid/ liquid interface).

ويحدد معامل انتشار التوازن [W_s] (equilibrium spreading coefficient) بالمعادلة [١٦ - ٧] (Rulon and Robert, 1993) ويمكن أن تكون سالبة أو صفراً، فقط.

$$W_s = W_a - W_c = \gamma_{sv} - \gamma_{lv} - \gamma_{sl} \quad [16. 7]$$

(١٦, ٦) تقدير انتشارية الفواكه

Determing Diffusivities of Fruit

معرفة انتشارية الغازات في أعضاء النبات الكبيرة الحجم (الحجمية) (bulky plant organs) من الأمور الضرورية في فهم التغيرات الفسيولوجية وتبادلات الغازات والمحتوى الداخلي للغازات. يقدر المحتوى الداخلي للغازات الفواكه بانتشارية القشر (diffusivities of skin) واللحم (اللب) والجذع (stem) (Burg and Burg, 1965; Cameron and Yang, 1982). صمم بيرج وبيرج (١٩٦٥) نظاماً لتقدير عوامل مقاومة الغاز (gas resistance factors) والتي يمكن استخدامها لتقدير انتشارية الغاز في أعضاء

النبات الكبيرة الحجم باستخدام نسبة التركيز الداخلي إلى نسبة إنتاج ثاني أكسيد الكربون والإثيلين في الحالة الثابتة. يمكن حساب انتشارية الغازات في أنسجة النباتات الكبيرة كما هو موضح في الصندوق الثالث (Box 3).

هناك عدة تقارير حول قياس انتشارية الغاز في أعضاء النبات الكبيرة. عرف بيرج وبيرج (١٩٦٥) عامل المقاومة (R) والذي يمكن تقديره لأعضاء النباتات الكبيرة (الحجمية) في الموز والطماطم بأنها نسبة التركيز الداخلي إلى نسبة إنتاج ثاني أكسيد الكربون والإثيلين في الحالة الثابتة. وقد قدرا بأن أكثر من ٦٠٪ من تبادل الغازات يحدث من خلال جروح (خدوش) الجذوع (stem scare) في الطماطم. ولكن عامل المقاومة هذا ما هو إلا قيمة تجريبية (empirical value) بدون أبعاد تقليدية (conventional dimensions) وليست بقيمة ثابتة مع تغيرات في نسبة السطح / للحجم (surface to volume ratio). قاس كامرون ويانج (١٩٨٢) (Cameron & Yang, 1985) تدفق أو نفاذ (efflux) غاز خامل أيضاً (metabolic inert gas)، أي الإيثان (ethane)، والذي لم ينتج ولم يمثل غذائياً بدرجة معنوية بواسطة الأنسجة. وقد تم توضيح أن ٩٧٪ من تبادل الغازات في ثمرة الطماطم، يحدث من خلال خدش الجذع. وعلى أي حال، فإن قياس تدفق غاز الإيثان قد خلق عدة شكوك (عدم التأكيدات uncertainties) بسبب أنهم لم يقيسوا انتشارية الإكسوكارب (exocarp) والبيريكارب (pericarp) وخدوش الجذع بشكل منفصل كل على حدة.

راجع سولوموس (١٩٨٧) (Solomos, 1987) مبادئ أو أساسيات التبادل الغازي في الأعضاء النباتية الكبيرة باعتبار حالات ثابتة لانتشار (Stationary States for CO₂ diffusion) وبعبار أن الأشكال النباتية هي إما دائرية وإما أسطوانية، وبذلك قدر الانتشارية لـ اللحم والجلد في التفاح المقشر وغير المقشر. لم يؤخذ

السويق (Stem) في الاعتبار للانتقال الغازي لتقدير الانتشارية الظاهرية للتفاح (apparent deffusivities)

Box 3 Diffusivity

الصندوق الثالث الانتشارية

يمكن تقريب (approximated) تبادل الغازات في أنسجة النبات الكبيرة بقانون فيكس الأول (Fick's first law). يعتمد دفق الغاز في قانون فيكس على المحدار التركيز وانتشارية أعضاء النبات. وعلى أي حال، لتقدير المحدار الغازات، يمكن استخدام قانون فيكس الثاني (Fick's second law) (Chang 1981; Gerard, 1931; Hill, 1928; Ricciardi, 1977; Solomos, 1987, 1989). إذا كان الانتشار أحادي الأبعاد ومعامل الانتشار ثابتاً، فإن معدل النقل عبر وحدة المساحة سيكون:

$$\partial C / \partial t = D \partial^2 C / \partial X^2 \quad [16.8]$$

وفي الحالة غير الثابتة، يمكن الحصول على كل الحلول، إما بطريقة الفصل للمتغيرات وسلسلة فوريير (Fourier series) أو بتحويل لابلاس (laplace transformation) (Carslaw and Jaeger, 1959; Crank, 1975; Doty, 1946; Edwards and Penny, 1985; Jost, 1960; Tuwiner, 1962).

إذا كانت تركيزات السطح ثابتة، فإن الحدود والأحده ال الأصلة التالية قد تطبق:

$$C = C_1, x = 0, t \geq 0$$

$$C = 0, x = L, t \geq 0$$

$$C = 0, 0 < x < L, t = 0$$

والحل في شكل سلسلة مثلثاتية (trigonometrical series) هو:

$$C(x, t) = C_1(1 - x/L) - 2/\pi \sum_{n=1}^{\infty} C_1/n \sin(nx/L) \exp(-Dn^2 \pi^2 t/L^2) \quad [16.9]$$

وكلما اقتربت t من اللاحدود infinity فإن التعابير المتضمنة الأسية (exponential) تختفي وببساطة نحصل على توزيع التركيز الخطي (Linear concentration distribution). والمعدل الذي به يخرج الغاز من وحدة مساحة للسطح x = L للعينة المختبرة ويعطى / يحسب بـ $-D (\partial C / \partial X)_{x=L}$ والذي يشتق بسهولة من المعادلة [9- 16]. وبالتكامل فيما يتعلق بالـ t، نحصل على الكمية الكلية للمادة المنتشرة Q_t والتي مرت عبر الغشاء في الوقت t كالتالي:

$$Q_t / LC_1 = Dt/L^2 - 1/6 - 2\pi \sum_{n=1}^{\infty} (-1) \exp(-Dn^2 \pi^2 t/L^2) \quad [16.10]$$

وكلما قربت t من اللاحدود تقترب المعادلة (10- 16) من الخط:

$$Q_t = DC_1/L(t - L^2/6D) \quad [16.11]$$

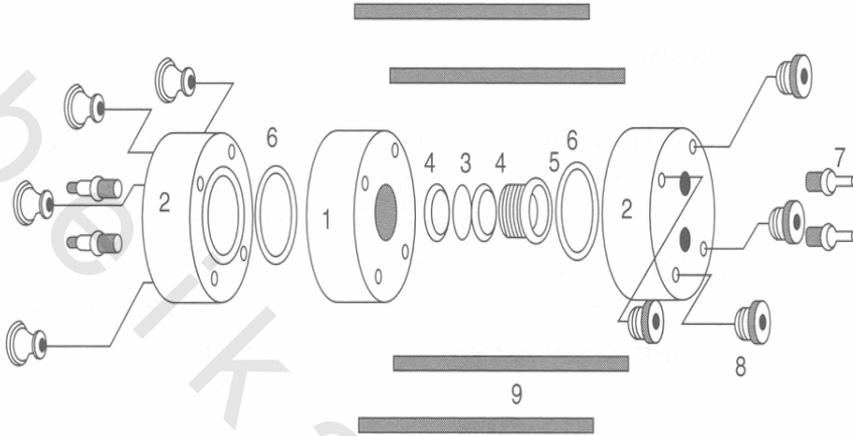
ولهذا ميل تقاطع L intercept على المحور t (t-Axis) ويعطى بـ:

$$L_t = L^2/6D \quad [16.12]$$

ويرمز للتقاطع L_t على أنه "وقت الإبطاء، التوازن time lag". عليه، يمكن تقدير القيم المقاسة لتركيز ثابت الانتشار (concentration of diffusion constant) من الجزء الخطي للرسم البياني (linear portion/ plot of the) (Floros and Chinnan, 1989).

بلا شك يعمل الشمع كحاجز للغازات ، للأكسجين وثنائي أكسيد الكربون وبخار الماء وغيرها من الغازات الأيضية ، كما يوفر وظائف وقائية ، أيضاً ، (على سبيل المثال ، الأضرار الميكانيكية وهجوم الفطريات والحشرات). عليه ، يمكن افتراض أن العامل الأساسي / الأولي الذي ينظم التركيز الداخلي للغازات في أعضاء النبات الكبيرة ، هو القشرة. في التفاح تبلغ مقاومة القشرة لانتشار الغازات ١٠-٢٠ ضعف مقاومة اللب ، اعتماداً على الصنف (Solomos, 1987). بنى شينان وبارك (١٩٩٥) (Chinnan and Park (1995) مثل هذا النظام من زجاج البليكسس (plexiglass) (خلايا انتشارية (diffusion cells) الشكل رقم ١٦,١) واستخدامها لتقدير انتشارية الغاز لقشرة والبيريكارب سويقة الاتصال للطماطم (انظر الشكل رقم ١٦,٢).

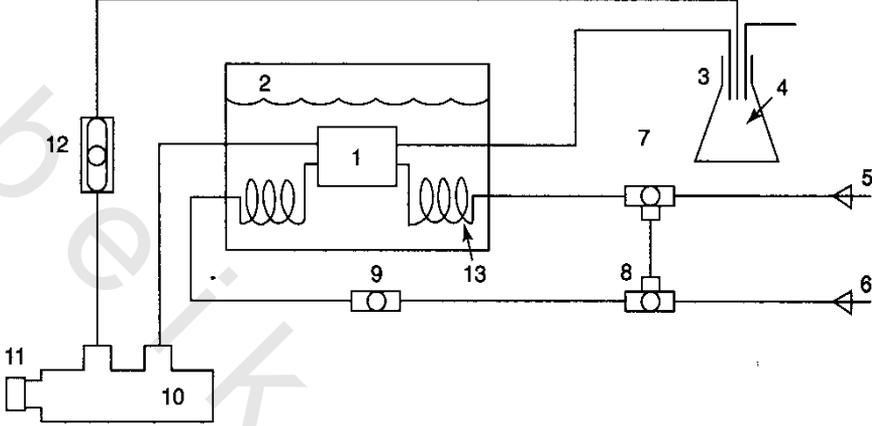
تزيد انتشارية الغاز للإسوكارب (غلاف الثمرة) زائداً البيريكارب ، والبيريكارب وسويقة الاتصال مع تطور الطماطم من المرحلة الخضراء إلى المرحلة الحمراء. ترتفع انتشارية الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون لسويقة الاتصال بمقدار ١.٢-١.٣ ضعف مع تطور الطماطم من اللون الأخضر إلى الأحمر. ودرجة أو مدى الزيادة في انتشارية الغاز للإسوكارب زائداً البيريكارب والبيريكارب ، أكبر من التي لسويقة الاتصال أثناء عملية النضج. ينتج الفقد المضطرد في الصلابة أثناء عملية النضج من التحول التدريجي للبروتوبكتين (protopectin) إلى البكتين والذي يهدم (يحلل) بإنزيم البولي جالاكتيورونيز (polygalacturonase) في جدار الخلية / الخلايا (Hobson and Davies, 1971). ربما يعزى هذا الهدم الإنزيمي للبكتين (enzymatic degradation of pectin) للانتشار الكبير للغازات في أعضاء الطماطم الكبيرة.



الشكل رقم (١, ١٦). الخلية الانتشارية مركبة من زجاج البليكس Blezglass™ لتقدير الانتشارية.

تتكون الخلية من أجزاء رئيسية:

حامل العينة (sample holder)، غرفة الإمداد (supplying chamber) وغرفة أخذ العينة (sampling chambers). وجه كل جزء معدل . مدور (tooled for an O-ring). والذي يوفر ارتباطاً محكماً وعدل شينان وبارك (١٩٩٥) وأعاد تركيب الجهاز لدراسة انتشار الغاز. (١) حامل العينة (٢) غرفة الغاز (٣) العينة (٤) حافظات العينة (sample retainers) (٥) (threaded bush) (٦) حلقة O sealing o-rins (٧) مهابنة (إدارة ربط) الأنابيب (٨) (tubing adapters) الصوملة (الفرقة) الإبهامية (thumb nuts) (٩) قضبان سلكية/ خيطية (Thread rods)



الشكل رقم (٢، ١٦). يمكن قياس الانتشارية بالطرق التالية (Chinnan & Park, 1995). توضع كل من العينات المجمعة مركزياً (cored) أو مقطعة شرائح (sliced) ومحضرة للدراسة في خليط الانتشار ويتم إدخال غاز مخلوط مسبقاً [premixed gas] ٩,٩% أكسجين (O₂) مع ١,٠% ثاني أكسيد (CO₂) ومع ٨,٠% نيتروجين (N₂) في غرفة الإمداد. يمكن قياس كمية ثاني أكسيد الكربون والأوكسجين المنتشرة عبر العينة في الوقت (t) داخل غرفة أخذ العينة بكرموتوغرافيا الغاز. الفترة الفاصلة (interval) لأخذ العينة ٥ دقائق والوقت الكلي لأخذ العينة ٢ ساعة. يتم تغطيس الانتشار في حمام مائي على ٢١°م. توضع كل معدات قياس انتشارية الغاز في غرفة معزولة الحرارة (heat insulated chamber) وتتم مراقبة درجات الحرارة في مواقع كثيرة عدة داخل الغرفة (١) خلية الانتشار (٢) الحمام المائي (٣) الزجاجية flask (٤) الزيت المعدني (mineral oil) (٥) مدخل الغاز المختبر (٦) مدخل النيتروجين (nitrogen inlet) (٧) صمام ثلاثي الاتجاهات (three-way valve) (٨) موصل ثلاثي الاتجاهات (three-way connector) (٩) صمام ثنائي الاتجاهات (two-way valve) (١٠) غرفة أخذ العينات (١١) حاجز سيلكون (silicone septum) (١٢) جهاز قياس سريان الغاز (gas flowmeter) (١٣) أنابيب الصُّفْر النحاس الأصفر (brass tubing).

(١٦،٧) قياس المحتوى الداخلي للغاز في الفواكه

Measuring Internal Gas Composition of Fruit

يتم إزالة قطعة أسطوانية (cylindrical plug) من أنسجة من الفاكهة (الثمرة) الفردية (برتقالة أو تفاحة أو قطعة طماطم أو حبة شمام أو حبة بطيخ أو أناناس (pineapple) باستخدام قوارة سدادة مطاطية (rubber stopper corer). يتم لحام أنبوب زجاجي حول الفتحة إلى سطح عينة المنتج. ومن أجل قياس المحتوى الداخلي للغازات، يسمح للغاز الموجود في الأنبوب الزجاجي ليتوازن (equilibrate) مع الغازات الداخلية (Banks and Kays, 1988; Park *et al.*, 1994c). من ثم تؤخذ عينة من الغازات من الأنبوب الزجاجي بإبرة تحقن من خلال السدادة اللحامية (sealing stopper). وبتغطيس كل من عينة المنتج والأنبوب الزجاجي المربوط (attached glass tube) في الماء، يمكن منع التلوث الجوي عند نقطة غرز الإبرة. يتم تحليل عينات الغاز بكرموتوغرافيا الغاز. وهناك حاجة لقياس أوقات التوازن المطلوبة (required equilibrium times) عندما يكون محتوى الغازات في داخل الأنبوب الزجاجي ثابتاً) بالمراقبة الدورية لتبادلات الغازات داخل الأنبوب الزجاجي. ويمكن توقع اختلاف أوقات التوازن باختلاف الأصناف والنضج ودرجة الحرارة وموسم الحصاد لمختلف الفواكه ولكن الوقت الكاف عادةً هو ساعتان.

(١٦،٨) الاتجاهات المستقبلية

Future Trends

باستخدام بيانات قابلية الغاز للنفاذ عبر الأغشية الصالحة للأكل وبيانات انتشارية قشرة ولب الفواكه والنماذج الرياضية الحسابية، يمكن التنبؤ بالمحتوى الداخلي للغازات لفواكه مختارة. يمكن التنبؤ بمحتويات الغازات الداخلية (توقع المحتويات) (للفواكه بأغطية أو بدونها)، من إجراء تسويات/توافقات أفضل (better matches) بين

الفواكه مفردة والأغطية الصالحة للأكل بشكلها المفرد، أيضاً. يمكن التحقق من النماذج الرياضية بمقارنة المحتوى الداخلي للغازات المتوقعة والمقاسة لمختلف مواد التغطية وسمكها، المستخدمة على فواكه مختارة. كذلك، يمكن قياس السمك المثالي للأغطية الصالحة للأكل - ولكل منتج- تركيب غطاء (produce-coating combination).

(١، ٨، ١٦) التنبؤ بالمحتوى (توقع المحتوى) الداخلي للغازات

Predicting Internal Gas Composition

تقدر موديلات (نماذج models) انتشار الغاز وفقاً للشكل الفيزيائي ومحتوى الفواكه مفردة. على سبيل المثال، إذا افترض انتشار أحادي-الأبعاد ثابت الحالة (one-dimensional steady state diffusion) مع معامل انتشار ثابت، فيمكن استخدام نموذج انتشار الغاز لكرة فارغة (hollow sphere) للتنبؤ بالمحتوى الداخلي من الأكسجين لبعض الفواكه مثل التفاح والشمام كالتالي: في الانتشار أحادي الأبعاد مع معامل انتشار ثابت، فإن معدل نقل الغاز في الكرة هو (Carslaw and Jaeger, 1959; Chang, 1981; Crank, 1975; Doty, 1946; Jost, 1960; Solomos, 1987):

$$\partial C/\partial t = D(\partial^2 C/\partial r^2 + (2/r)(\partial C/\partial r)) \quad [16. 13]$$

باستبدال الـ $Cr = u$ في المعادلة [١٣ - ١٦]، سنحصل على: $\partial u/\partial t = D (\partial^2 C/\partial r^2)$. في الحالة الثابتة، تكون المعادلة التفرقية لهذه الحالة:

$$d(r^2 dC/dr)/dr = 0 \quad [16. 14]$$

وفي كرة مفرغة حيث $a \leq r \leq b$ ، إذا حفظت تركيزات الغاز ثابتة على السطوح بحيث تكون مساوية لـ:

C_1 at $r = a$ and C_2 at $r = b$ ، إذاً $C = [aC_1 (b - r) + bC_2 (r - a)] / r (b - a)$ وبالتكامل

مع اعتبار الوقت t فوق مساحة السطح (surface area)، يمكن تقدير الكمية الكلية للغاز

المنتشر Q_1 المار من خلال الجدار، وقياسها بـ (Carslaw and Jaeger, 1959; Crank, 1975; Solomos, 1987):

$$Q_t = 4\pi D_{app} ab(C_2 - C_1)/(b - a) \quad [16. 15]$$

حيث إن D_{app} هي الانتشارية الظاهرية للكرة المفرغة والـ a والـ b هما ثابتان للفواكه الفردية.

وعلى أي حال، في الحالة الثابتة يجب أن يساوي دفع الأوكسجين المار عبر جدار الفاكهة الكروية معدل استهلاك الغاز، عليه:

$$Q_t = 4\pi D_{app} ab(C_2 - C_1)/(b - a) = R(O_2)W \quad [16. 16]$$

حيث إن $R(O_2)$ هي معدل تنفس الأوكسجين / للفاكهة والـ W هو وزن الفاكهة.

الصندوق الرابع: السمك المثالي للأغذية الصالحة للأكل

Box 4: Optimal edible coating thickness

أيضاً، يمكن استخدام نموذج الكرة المفرغة المجوفة لتقدير السمك المثالي للغطاء الصالح للأكل في بعض الفواكه مثل التفاح والشمام. في التفاح والشمام المغطى بأفلام صالحة للأكل يجب أن يتساوى دفع الأوكسجين المار عبر جدار الفاكهة الكروية من المركز إلى سطح تلامس غطاء الفيلم في سطح الفاكهة، مع دفع الأوكسجين المار عبر الغطاء الصالح للأكل من سطح التلامس بين غطاء الفيلم وسطح الفاكهة إلى الجو الخارجي، كما يجب أن يتساوى مع معدل استهلاك التفاح والشمام المغطى بفيلم صالح للأوكسجين في الحالة الثابتة low and Jaeger, 1959; Chang, 1985; Crank, 1975; Doty, 1946; Jost, 1960; Solomos, 1987):

$$Q_t = 4\pi D_{app} ab(C_2 - C_1)/(b - a) \quad [16. 17]$$

$$= 4\pi D_{cz} ((C_2 - C_x)/X) b^2 = R_c(O_2)W$$

حيث إن $R_c(O_2)$ هو معدل استهلاك الفاكهة المغطاة للأكسجين، D_{O_2} هي انتشارية الغطاء الصالح للأكل وال X هي سمك الغطاء الصالح للأكل، و C_x هو تركيز الأكسجين عند السطح بين الغطاء الصالح للأكل و سطح الفاكهة. يمكن حساب السمك المثالي للغطاء والذي يخلق مدى مرغوباً من التركيزات الداخلية للأكسجين (C_1) في التفاح، (٢- ٣٪) وفي الشمام ٣- ٥٪) بالمعادلة [١٦-١٨] التالية:

[16. 18]

$$X = 4\pi D_{O_2} (C_2 - C_x) b^2 / (R_c(O_2) W)$$

حيث إن $b+x$ تصبح b عندما يكون السمك X بسيطاً جداً.

يقدر ال C_x من المعادلة ١٦ - ١٧ مع $C_2 = C_x$

يمكن التنبؤ بالمحتوى الداخلي من الأكسجين، ال C_1 ، باستخدام المعادلة (١٦، ١٦). يمكن حساب عوامل الارتباط من القياسات الفعلية للمحتوى الداخلي من الغازات. أيضاً، يمكن التحقق من محتوى الفواكه والخضراوات المغطاة بأغطية صالحة للأكل بقياس التركيب الغازي الداخلي، ويمكن حساب السمك النموذجي المثالي للأغطية الصالحة للأكل، ولكل منتج - تركيب غطاء كما هو موضح في الصندوق الرابع (box 4).

(٢، ٨، ١٦) قياس الجودة وتغيرات فترة الصلاحية

Measurement of Quality and Shelf-Life Change

يجب وبعبارة، تحديد معايير جودة للفواكه المغطاة بأفلام صالحة للأكل، كما يجب مراقبة وتتبع قياسات الجودة طوال فترة التخزين. على سبيل المثال، فإن تغيرات اللون والصلابة قياسات جودة مهمة جداً في بعض الفواكه. ويجب مراقبة تغيرات اللون وفقدان الصلابة والتخمير الإثانولي ونسبة التعفن ونقص الوزن للفواكه المغطاة بأغطية صالحة للأكل (Shewfelt et al., 1987). تتم مراقبة تغير اللون بالتغير في زاوية الهيوس (زاوية تدرج اللون hue angle) ويمكن استخدام جهاز اختبار شامل (An Instrom

universal test machine) لقياس الصلابة بطريقة غير محطمة / غير متلفة (Bourne, 1982).
وهناك حاجة لمراجعة التقييم الحسي واختبارات قبول المستهلك (consumer acceptability tests) والتحقق من ذلك أثناء التخزين.

المراجع (١٦،٩)

References

- ASTM (1987) *Annual Book of ASTM Standards*, Philadelphia, American Society for Testing and Materials.
- AYDT T P, WELLER C L and TESTIN R F (1991) 'Mechanical and barrier properties of edible com and wheat protein films', *Trans ASAE*, **34** (1) 207.
- BANKS N H (1984) 'Some effects of TAL Pro-long coating on ripening bananas', *J Exp Bot* **35** 127.
- BANKS N H and KAYS S J (1988) 'Measuring internal gases and lenticel resistance to gas diffusion in potato tubers', *JAM Hort Sci*, **113** (4) 577.
- BEN-YEHOSHUA S (1969) 'Gas exchange, transportation, and the commercial deterioration in storage of orange fruit', *J Am Soc Hort Sci*, **94** 524-8.
- BEN-YEHOSHUA S (1985) 'Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film - a new postharvest technique', *J Am Soc Hort Sci*, **20** 32-7.
- BOURNE M (ed) (1982) *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*, New York, Academic Press.
- BURG S P and BURG E A (1965) 'Gas exchange in fruits', *Physiological Plantarum*, **18** 870-84.
- CAMERON A C and YANG S F (1982) 'A simple method for the determination of resistance to gas diffusion in plant organs', *Plant Physiol*, **70** (1) 21-3.
- CARSLAW H and JAEGER J (1959) *Conduction of Heat in Solids*, Oxford, Clarendon Press.
- CHANG R (1981) *Physical Chemistry with Applications to Biological Systems*, New York, Macmillan.
- CHINNAN M S and PARK H J (1995a) 'Effect of plasticizer level and temperature on water vapor transmission of cellulose-based edible films', *J Food Process Eng*, **18417-29**.
- CHINNAN M S and PARK H J (1995b) 'Determining oxygen and carbon dioxide diffusivities of exocarp, pericarp and stem scar in tomatoes', *J Appl Eng Agric*, **11** (3) 393-6.
- CHOI W Y, PARK H J, AHN D J, LEE J S and LEE C Y (2001) 'Wettability of chitosan coating solution on "Fuji" apple skin', *J Food Sci*, in press.
- CHU C L (1986) 'Poststorage application of TAL Pro-long on apples from controlled atmosphere storage'. *HortScience*, **21** (2) 267-8.
- CRANK J (ed) (1975) *The Mathematics of Diffusion*, London, Oxford University Press.
- DOTY P (1946) 'On the diffusion on vapors through polymers', *J Chem Phys*, **14** (4) 244-52.
- EDWARDS C and PENNY D (1985) *Elementary Differential Equations with Applications*, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.

- ERBIL H Y and MUFTUGIL N (1986) 'Lengthening the postharvest life of peaches by coating with hydrophobic emulsions', *J Food Proc Pres*, **10269-79**.
- FLOROS J D and CHINNAN M S (1989) 'Determining the diffusivities of sodium hydroxide through tomato and capsicum skins', *J Food Eng*, **9** (2) 129-41.
- GERARD R W (1931) 'Oxygen diffusion in cells', *Biol Bull*, **60** (3) 245-68. GILBERT S G and PEGAZ D (1969) 'Finding a new way to measure gas permeability', *Package Eng*, **14** (1) 66-9.
- GIST-BROCADES N V (1981) British Patent 1 593 856.
- HAGENMAIER R D and BAKER R A (1993) 'Reduction in gas exchange of citrus fruit by wax coatings', *J Agric Food Chem*, **41** 283-7.
- HARDENBURG R E (1967) *Wax and Related Coatings for Horticultural Products. A Bibliography*, Agricultural Research Service Bulletin 51-55, United States Department of Agriculture, Washington, DC.
- HERSHKO V and NUSSINOVITCH A (1998) 'The behavior of hydrocolloid coatings on vegetative materials', *Biotechnol Prog*, **14756-65**.
- HILL A V (1928) 'Diffusion of oxygen and lactic acid through tissue', *Proc R Soc Biol Ser B*, **104** (728) 39-96.
- HOBSON G and DAVIES J (1971) The tomato, in *The Biochemistry of Fruits and their Products*, London and New York, Academic Press, 437-82.
- JOST W (1960) *Diffusion in Solids, Liquids, Gases*, New York, Academic Press.
- KADER A A, ZAGORY D and KERBEL Z L (1989) 'Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables', *Crit Rev Food Sci Nutr*, **28** (1) 1.
- KAMPER S L and FENNEMA O (1984) 'Water vapor permeability of edible bilayer films', *J Food Sci*, **49** 1478.
- KROCHTA J M and DE MULDER-JOHNSTON C (1997) 'Edible and biodegradable polymer films challenges and opportunities', *Food Technol*, **51** (2) 61-74.
- LANDROCK A H and PROCTOR B E (1952) 'Gas permeability of films', *Modern Packaging*, **6** 131-201.
- LOWINGS P H and CUTTS D F (1982) 'The preservation of fresh fruits and vegetables', *Proc Inst Food Sci Technol*, **15** 52-4.
- NISPEROS-CARRIEDO M O, SHAW P E and BALDWIN E A (1990) 'Changes in volatile flavor components of pineapple orange juice as influenced by the application of lipid and composite films', *J Agric Food Chem*, **38** (6) 1382.
- PARK H J (1999) 'Development of advanced edible coatings for fruits', *Trends Food Sci Technol*, **10** 254-60.
- PARK H J, WELLER C L, VERGANO P J and TESTIN R F (1993) 'Permeability and mechanical properties of cellulose-based edible films', *J Food Sci*, **58** (6) 1361-4, 1370.
- PARK H J and CHINNAN M S (1995a) 'Gas and water vapor barrier properties of edible films from proteins and cellulosic materials', *J Food Eng*, **25497-507**.
- PARK H J, BUNN J M, VERGANO P J and TESTIN R F (1994a) 'Gas permeation and thickness of the sucrose polyesters, Semprefresh™, coatings on apples', *J Food Proc Pres*, **18** 349-58.
- PARK H J, CHINNAN M S and SHEWFELT R L (1994b) 'Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes', *J Food Sci*, **59** (3) 568-70.
- PARK H J, CHINNAN M S and SHEWFELT R L (1994c) 'Edible com-zein film coatings to extend storage life of tomatoes', *J Food Proc Pres*, **18** 317-31.
- PARK H J, BUNN J M, VERGANO P J and TESTIN R F (1994d) 'Water vapor permeability and mechanical properties of grain protein-based films as affected by mixtures of polyethylene glycol and glycerin plasticizers', *Trans ASAE*, **37** (4) 1281-5.

- PARK H J, RHIM J W and LEE H Y (1996) 'Edible coating effects on respiration rate and storage life of "Fuji" apples and "Shingo" pears', *Food Biotechnol*, 5 59-63.
- PARK H J, JUNG S T, SONG J J, KANG S G, VERGANO P J and TESTIN R F (1998) 'Mechanical and barrier properties of chitosan-based biopolymer film', *Chitin Chitosan Res*, 5 16-29.
- RICCIARDI L (1977) *Diffusion Processes and Related Topics in Biology*, Beltz Offsetdruck, Springer-Verlag.
- RISSE L A, CHUN D, MCDONALD R E and MILLER W R (1987) 'Volatile production and decay during storage of cucumbers waxed, imazalil-treated, and film-wrapped', *HortScience*, 22 (2) 274-6.
- RULON J and ROBERT H (1993) *Wetting of Low-energy Surfaces*, ed. John C, Wettability, Seattle, Marcel Dekker Inc.
- SANTERRE C R, LEACH T F and CASH J N (1989) 'The influence of the sucrose polyester, SemperfreshTM, on the storage of Michigan grown "McIntosh" and "Golden Delicious" apples', *J Food Proc Pres*, 13 293-305.
- SEGALL R H, DOW A and DAVIS P L (1974) 'Effect of waxing of decay, weight loss, and volatile pattern of cucumbers', *Proc Florida State Hort Soc*, 37 250-1.
- SHEWFELT R L, PRUSSIA S E, RESURRECCION A V A, HURST W C and CAMPBELL D T (1987) 'Quality changes of vine-ripened tomatoes within the postharvest handling system', *J Food Sci*, 52 (3) 661-72.
- SMITH S M and STOW J R (1984) 'The potential of a sucrose ester coating material for improving the storage and shelf-life qualities of Cox's Orange Pippin apples', *Annu Appl Biol*, 104 383-91.
- SMITH S, GEES ON J and STOW J (1987) 'Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings', *HortScience*, 22 (5) 772-6.
- SMOCK R M (1935) 'Certain effects of wax treatments on various varieties of apples and pears', *Am Soc Hort Soc*, 33 284-9.
- SMOCK R M (1940) 'Some additional effects of waxing apples', *Am Soc Hort Soc*, 37 448-52.
- SOLOMOS T (1987) 'Principles of gas exchange in bulky plant tissues', *HortScience*, 22 (5) 766-71.
- SOLOMOS T (1989) 'A simple method for determining the diffusivity of ethylene in "McIntosh" apples', *Sci Hort*, 39 (4) 311-18.
- SPARKS W (1976) 'Losses in potatoes and lesser fruits and vegetables', in *Proceedings of National Food Loss Conference*, eds Zaehring M and Early J, College of Agriculture, University of Idaho, Moscow.
- SPURGEON D (ed) (1976) *Hidden Harvest*, International Development Research Center, Ottawa, Canada.
- TUWINER S (1962) *Diffusion and Membrane Technology*, American Chemical Society Monograph Series, New York, Reinold.
- ZHANG D and QUANTICK P C (1997) 'Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi fruit', *Postharvest Biol Technol*, 12 195-202.

تصنيع الفواكه والخضراوات

بالضغط العالي

High Pressure Processing of Fruit and Vegetables

ل. لو ديكويز، أ. فان لوي، إندراواتي وهندريكسي، جامعة ليوفين الكاثوليكية

L. Ludikhuyze, A. Van Loey, Indrawati and M. Hendrik, Katholieke Uiversiteit Leuve

(١٧, ١) مقدمة

Introduction

بتعريض الأغذية لضغط عالٍ (High Pressure, HP)، قد يتم تثبيط الأحياء الدقيقة والإنزيمات ودون أن تتحلل أو تهدم مركبات النكهة والعناصر الغذائية المرتبطة بالتصنيع الحراري التقليدي (traditional thermal processing). تم استخدام هذه التقنية على مستوى تجاري لأول مرة في اليابان في أوائل التسعينيات (early 1990s) وذلك لبستره الأغذية الحمضية (acid foods) وتخزينها/حفظها مبردة. وبالرغم من الجهود البحثية الكبيرة، خاصة في أوروبا وأمريكا، إلا أن التطوير التجاري خارج اليابان كان بطيئاً حتى الآن، أساساً، بسبب ارتفاع تكاليف الاستثمارات في التصنيع بالضغط العالي وبالمثل مشاكل النظم التشريعية (regulatory problems) في مناطق مثل أوروبا. ويعرض الجدول رقم (١٧, ١) بعض الأمثلة الحديثة لتصنيع منتجات الفواكه بالضغط العالي.

المسجل رقم (١٧٠١). أمثلة حديثة للتصنيع بالضغط العالي لمنتجات الفواكه (وأخود من تفهين، ١٩٩٧).

دور الضغط العالي	الضغط/ الحرارة/ الوقت/ التريفة	النوع	الشركة
البسترة، تحسين حالة الجلي، تخيل للسكر أسرع، اهد من سبقي نشاط إنزيم بكتين ميتيل أستريز	٤٠٠ ميغا باسكال، ١٠ إلى ٣٠ دقيقة، ٢٠م ^٢	المنتجات المعتمدة على الفاكهة (PHCS) البري (الفاح، الكجري، الفراولة)، الجلي، الصلصة، الزبادي، الموص	اليابان ميديا-تا Meidiya
تقليل المرارة	٢٠٠ ميغا باسكال، ١٠-١٥ دقيقة ٢٥م ^٢	عصير البرتقال فورت عصير التدرين (عصير المشاء لقط) ٣٠% من العصير المائل بالضغط في خليط العصير النهائي	بركا كورب (توقفت في عام ١٩٩٨ Pokka corp. ceased in 1998 وكايا فود ايند. Wakayma food Ind.
تقليل رائحة سلفايدالذي يتجلى، تقليل الصلصال الحاروي للميتيل، تقليل الصلصال الحاروي للميتيل ميوتين سلفوكسيد، إحلال البسترة الحاروية الأولية (بعد استخلاص العصير) والبسترة النهائية قبل التعبئة، ٩٠م ^٢ ، ٣ دقائق	٢٠٠-٥٠ ميغا باسكال	الفواكه الاستوائية المشربة بالسكر (مغروقة على ١٨م ^٢ بدون تخميد) للسوربيت والأيس كريم تخميد تكون الكريما كازيرية (العصير الفاكهة والطين)	الأغذية الناعمة Nissin fine foods كوري كوري QP Corp.
تنظيم الراتينجولاناس، عدم فقد خصائص الأوبنة الفاحية	-	عصير التدرين الياباني	إيجم كو Ehime co.
البسترة الباردة	-	عصير الفاكهة	تاكاسي Takansi
البسترة الباردة	-	عصير البرتقال	بونقيرت (تأخير مسوقاً في ٢٠٠٠) Ponqert market in 2000
-	-	عصير البرتقال المعصور	أورب Europ
تثبيت القلورا حتى ١٠مستعمرة ميكروبيية/جرام، تثبيت جزئي البكتين ميتيل، سيريز	٤٠٠ ميغا باسكال، درجة حرارة الفرفة	عصير الفاكهة (البرتقال، الخرب فورت، الحمضيات، عصير الفواكه المشكلة)	بامويل Pampyl (France)
تثبيت القلورا الطبيعية والإينجات وإظهار على الطعم الطبيعي	٧٠٠ ميغا باسكال، ١٠-١٥ دقيقة ٢٠م ^٢	عصير البرتقال المعصور عجينة الأفوكادو (جوا كامل، صلصة التوتوتل والصلصة) والقطع	أورثارد هاريس فودز ليمد بريطاني Orchard Hows Food Ltd (UK) أمريكا أفومكس USA Avomex

التصنيع بالضغط العالي ليس بعملية حرارية (non-thermal)، من ناحية المبدأ وحتى لو ارتفع الضغط من نفسه (دون محاولة رفعه صناعياً قصداً)، فقد يسبب ارتفاع درجة الحرارة بدرجة بسيطة. يؤثر الضغط العالي على كل التفاعلات والتغيرات التركيبية إذ ما كان للتغير في الحجم دوراً في ذلك كما في جلتنة/تهلم البروتين أو النشا (gelation of proteins and starch). إن ميكانيكية (آلية) قتل الأحياء الدقيقة هي تضافر مثل هذه التفاعلات وتكسير (تحلل) الروابط غير التساهمية (non-covalent bonds) وثقب (puncturing) أو نفاذية (permeabilisation) غشاء الخلية. يتم تثبيط الخلايا الخضرية بضغط مقداره حوالي ٣٠٠ ميغا باسكال (300 MPa) على درجة حرارة الجو العادية (ambient temperature)، بينما يتطلب تثبيط الجراثيم قيم ضغط أعلى بكثير (٦٠٠ ميغا باسكال أو أكثر) مع حرارة مرتفعة قد تصل إلى ٦٠-٧٠°م. تثبط إنزيمات محددة على ٣٠٠ ميغا باسكال بينما يصعب تثبيط أخرى بالمرّة وعلى أي مدى ضغط يتوافر حتى اليوم. في هذا السياق، يعتبر مستوى الرطوبة عاملاً هاماً جداً، إذ إن هناك أثراً بسيطاً يمكن ملاحظته عند محتوى رطوبة أقل من ٤٠٪.

للضغط المنبض أو التذبذبي (pulsed or oscillating pressurisation) فعالية أكبر في تثبيط الجراثيم مما للضغط المستمر (continous pressure). إزالة/إبطال الضغط بسرعة (rapid decomperation) يؤدي إلى زيادة قوة التأثير على غطاء الجرثومة بدرجة أكبر مما يفعل الضغط السابق ويمكن من التعقيم بضغوط أقل مقارنة بالضغط المستمر. قد تنبت (تنمو) الجراثيم بمدى ضغوط بسيطة تتراوح من ٥٠ إلى ٣٠٠ ميغا باسكال، نمواً كبيراً، وتتأثر تأثراً شديداً بدرجة الحرارة والأس الهيدروجيني (pH)، والتي ستسمح بقتل الأحياء بقيم ضغط متوسطة. في حالة أصناف متنوعة كثيرة من المنتجات الرطبة، يؤدي الضغط بمقدار أعلى من ١٠٠ ميغا باسكال وفي أقل من ٣٠ ثانية وأساساً على حوالي ٩٠°م مع الحفظ على هذه الحرارة لدقائق معدودة، إلى تثبيط

كامل وحتى للجراثيم المقاومة للحرارة (Thermoresistant spores). إن استخدام النيسين (nisin) (وهو مثبط لنمو الجراثيم bacteriosin) مع الضغط العالي والحرارة المنخفضة قد يسمح بتقليل معتبر في زمن التصنيع و/ أو الضغط المستخدم في المعاملة بالضغط العالي. يكتمل القتل الميكروبي بدون بقاء بعض الممرضات التي توجد من وقت لآخر (Hauben *et al.*, 1997, Garcia-Graells *et al.*, 1998)

(١٧،٢) تقنية الضغط العالي

High Pressure (HP) Technology

المكونات الأساسية لنظام الضغط العالي هي:

- وعاء للضغط وقفله (a pressure vessel and its closure).
- نظام لتوليد الضغط (pressure generation system).
- جهاز للتحكم في درجة الحرارة (a temperature control device).
- نظام تداول للمواد (Mertens, 1995) a materials handling system).

تصنع معظم أوعية الضغط من (خليط من المعادن) من الفولاذ عالي القابلية للشد (a high tensile steel alloy) (مونوبلوكس، أحادي الكتلة (monoblocs)) (يُشكل من قطعة واحدة من المادة المعدنية (forged from a single piece of material)) والتي قد تتحمل ضغوطاً تصل إلى ٤٠٠-٦٠٠ ميجا باسكال. ولدرجات ضغط أعلى، تستخدم أوعية ذات طبقات متعددة مشدودة مسبقاً، أو مربوطة بسلك معدني (Mertens, 1995) (prestressed multilayer or wire-wound vessels). يتم لحام الأوعية بقفل حديدي مسلك (threaded steel closure)، أي قفل له سلك متقطع interrupted thread) (يمكن إزالته بسرعة أكبر)، أو ببرواز ملحوم (sealed frame) يوضع فوق الوعاء. في التشغيل، وبعد إزالة كل الهواء، يتم ضخ مادة نقل الضغط (سواء كانت

ماءً أو زيتاً) من خزان (reservoir) إلى داخل وعاء الضغط باستخدام مكثف للضغط (Pressure intensifier) حتى يتم تحقيق الضغط المرغوب. ويعرف هذا أو يسمى بالضغط غير المباشر (Indirect compression) ويتطلب أقفال ضغط ثابتة (static pressure seals). تستخدم الطريقة الأخرى التي تعرف بالضغط المباشر (direct compression) (مكبس piston) لضغط الوعاء، ولكن يتطلب هذا وجود أقفال ضغط ديناميكية/متحركة (dynamic pressure seals) بين الكباس والسطح الداخلي للوعاء، وأقفال الضغط المتحركة هذه عرضة للتمزق ولا تستخدم تجارياً.

يمكن تحقيق السيطرة على درجة الحرارة في العمليات التشغيلية التجارية بضخ وسط تسخين/تبريد (heating/cooling medium) من خلال فراغ يحيط بالوعاء يقع بين سطحين؛ السطح الخارجي للوعاء وآخر يحيط بالفراغ (through a jacket that surrounds the pressure vessels). يعتبر هذا مرضياً/مقبولاً في معظم الاستخدامات التي تتطلب درجة حرارة ثابتة، ولكن إذا كانت هناك ضرورة لتغيير درجة الحرارة بشكل نظامي، فإن القصور الذاتي الحراري البالغ (large thermal inertia) للوعاء وصغر مساحة النقل الحراري نسبياً (relatively small heat transfer area) يؤديان لبطء استجابة هذا النوع من السيطرة على الحرارة للتغيرات. في مثل هذه الحالات يتم تركيب مبادل حراري داخلي (internal heat exchanger).

توجد طريقتان لتصنيع الأغذية في أوعية الضغط العالي: التصنيع في أوعية (طناجر (in container processing)) أو التصنيع السائب المستمر (بكميات كبيرة (bulk processing)). ولأن حجم الأغذية يقل بالضغط العالية المستخدمة في التصنيع (على سبيل المثال ينخفض حجم الماء بنسبة ١٥٪ على ٦٠٠ ميجا باسكال)، فهناك ضغط شديد وتشويه للعبوة واللحم عندما يستخدم التصنيع في أوعية. أكياس

البلاستيك ورقائق الألمونيوم فويل هي أفضل الخيارات للتصنيع باستخدام الضغط العالي، وما زالت بحوث تصميم العبوات مثل تشكل وتمامية اللحام (seal integrity) ومواد التغليف المناسبة الأخرى، مستمرة. يتم تداول مواد التصنيع في عبوات باستخدام معدات/أجهزة أتوماتيكية مشابهة للتي تستخدم في تحميل/تفريغ معقمات الدفعات (batch retorts). ويتم تداول الكميات السائبة بصورة أسهل ويتطلب مضخات وأنابيب وصمامات، فقط.

تم استخدام معدات الضغط العالي منذ وقت طويل للإنتاج التجاري لبلورات الكوارتز (المرو (quartz)) والسيراميك (ceramics). أيضاً، هذه المعدات مناسبة لتصنيع الأغذية مع بعض التعديل. ومن مصنعي هذه المعدات يمكن الإشارة إلى: ميتسوبيشي للصناعات الثقيلة (Mitsubishi Heavy Industries) وكوب إستيل ليمتد في اليابان (Kobe Steel Ltd in Japan) وفلو كوربوريشن العالمية (Flow International Corporation) وجي إي سي ألستون - لأنظمة الضغط (GEC Alston Pressure System) وإستانستيد فلويد بورأند إنجنيزنج العالمية لأنظمة الضغط (Stansted Fluid Power and Engineering Pressure systems International) في أوروبا وأمريكا.

تتوافر غرف ضغط لتصنيع الأغذية بطاقة ٥٠٠ لتر كحجم وباستخدام ضغط يصل إلى ٨٠٠ ميجا باسكال. ولأسباب تتعلق بالتكلفة، يوجد حد عملي لمقدار الضغط المستخدم وهو ٦٠٠ ميجا باسكال، والذي يكون كافياً لمعظم الاستخدامات. ولا اعتبارات وأسباب تقنية، فكل الوحدات المتوافرة (الموجودة) هي أنظمة دفعات (batch systems) بالرغم من وجود محاولات تطويرية لإيجاد نظام مستمر (continous systems). ويمكن بجمع عدة وحدات بترتيب شطرنجي تعاقبي (staggering fashion)، تحقيق نظام إنتاج شبه مستمر (semi-continous). وعادة، الماء هو المادة المستخدمة في الضغط (pressurizing medium) وتغلف الأغذية في عبوات مرنة بدون ترك فراغ قمي أو

في وجود فراغ قمي بسيط وذلك، لتكون قادرة على تحمل الضغط وتوزيعه توزيعاً منتظماً. معظم أنظمة الضغط عمودية ولبعضها مكثفات ضغط عالٍ خارجية (high pressure intensifier) وذلك، لتقليل عدد المكونات الحساسة للضغط العالي في النظام الهيدروليكي (المائي). طورت شركة أسي بي (the ACB company) وعاء ضغط عالٍ أفقي شبه مستمر بنظام بساتم مزدوجة (double set of pistons) للتحميل والتفريغ في خط مستقيم. تم تصميم الخطوط التجارية لتكون أوتوماتيكية لضمان إنتاج انسيابي (streamline production) وتقليل وقت التحميل وإجراء الضغط وإبقاء الضغط (للوقت المحدد holding) وإزالة الضغط والتفريغ والتجفيف.

استخدمت شركة يابانية واحدة التصنيع شبه المستمر لعصائر الفاكهة بطاقة ٤٠٠٠-٦٠٠٠ لتر/ ساعة باستخدام ضغط يتراوح من ٤٠٠-٥٠٠ ميجا باسكال لمدة ١-٥ دقيقة على درجة حرارة الجو، بينما استخدمت شركة أخرى عملية مشابهة تعمل على ١٢٠-٤٠٠ ميجا باسكال ويتبع ذلك معاملة حرارية لوقت قصير قبل تعبئة العصير. تحقق هذه العملية كفاءة استخدام طاقة كبيرة بالرغم من استمرار ارتفاع التكاليف الرأسمالية للمعدات في الوقت الحاضر (capital costs of equipments). ومن الممكن استخدام مثل هذه الأغذية السائلة كسوائل ضغط بالضغط المباشر بمضخات ضغط عالٍ. وتقلل مثل هذه الأنظمة من التكاليف الرأسمالية لوعاء الضغط وتسهل تداول المواد. إذا ما تم إزالة ضغط السوائل بسرعة من خلال فتحة صغيرة، فإن السرعة الكبيرة والدفق المضطرب (turbulent flow) سيرفع قوى تمزيق الأحياء الدقيقة وبالتالي يرفع معدلات تحطيمها (Earnshaw, 1992). تشمل تطورات التصنيع بالضغط العالي التي ذكرها كنور (Knorr, 1995a) (1995a) الجمع بين التركيز/التجميد (freeze concentration) والتجميد/الضغط (pressure freezing) والسلق بالضغط العالي (high

(pressure blanching). تشير النتائج الأولية إلى السرعة الكبيرة التي تخفف بها الفواكه المسلوقة بالضغط مقارنة بسرعة تجفيف المسلوقة بطريقة الماء الساخن التقليدية. من أمثلة الأنظمة شبه المستمرة أنظمة شركة أليستوم و فلو لأنظمة الضغط (Alstom and Flow pressure systems). في نظام الضغط الدفقي شبه المستمر (Flow pressure semi-continuous system)، يتم ضخ السائل المراد تصنيعه داخل واحد مما يعرف بالعازل (isolator) أو عدة عوازل (أو عمية ضغط فيها عازل/عوازل تعزل الغذاء السائل عن مصدر الماء لجهاز الضغط الفائق (UHP) ultra high pressure). بعد معاملة الضغط، يتم ضخ السائل في خزان حفظ (مؤقت) ومحطة تعبئة معقمة (aseptic filling station). في نظام شركة Alstom، تملأ غرفة الضغط بالسائل المراد معاملته ويضغط مباشرة ببستم متحرك (mobile piston) (يدفع بماء مضغوط) حتى الوصول للضغط الأقصى وهو ٥٠٠ ميجا باسكال. يتم تحرير الضغط، بعد وقت الحفظ المؤقت المحدد مسبقاً ويضخ السائل بالبستم إلى وعاء حفظ. ويمكن خدمة عدة غرف ضغط في نفس الوقت بشكل متوازٍ بنفس مولد الضغط الرئيس وذلك للمحافظة على دفق انسيابي مستمر. ولأن غرفة الضغط تملأ بالكامل بالمنتج، فإن السعة لكل دورة ستزداد بشكل كبير مقارنة بتصنيع المنتجات المعبأة مسبقاً في نظام الدفعات التقليدي، ويقل الوقت الذي تستغرقه الدورة بحوالي ٣٠٪.

وصف هوجلاندا (Hoogland, 2001) (٢٠٠١) التطوير في كونسرتيم هولندي (Dutch consortium) لجيل جديد من معدات التصنيع بالضغط العالي اقتصادية التكلفة، وباستخدام مواد مركبة (مؤلفة composite materials) بدلاً من الفولاذ، يتم تقليل تكلفة وعاء الضغط. وكذلك يقلل استخدام مكثفات الضغط الداخلي بمضخات خارجية من التكاليف. ومع النظام الجديد الذي في طور/مرحلة المصنع/المعمل التجريبي (pilot plant stage)، تم تقليل أوقات الدورات (التصنيعية) إلى

٢-٥ دقائق. والفائدة الأخرى لاستخدام المواد المركبة (المؤلفة)، هي عدم تبريد جدار غرفة الضغط لسطح الغذاء، والجدار هو الذي يشتمل/يوزع بعض الحرارة الدينامية (adiabatic heat) المتولدة عند ضغط الغذاء المحمل. وبما أن للضغط ودرجة الحرارة أثراً تداوياً أو معزماً مثبّطاً (synergistic inactivation effect)، فإن التبريد عند جدار الغرفة قد يحل/يعالج مشكلة التثبيط. لقد تم بذل الكثير من الجهود لاستبدال التصنيع بالدفعات بعمليات الضغط العالي المستمرة الحقيقية. فعلى سبيل المثال، اخترعت شركة يونيليفر (Unilever) نظاماً مستمراً فيه يتم تمرير المادة المراد تصنيعها تحت أنبوب ضيق مفتوح في تدفق مضطرب مستمر. ويتم المحافظة على فارق ضغط (pressure differential) بمقدار ١٠٠ ميغا باسكال أو أكثر بين نهايات مدخل ومخرج هذا الأنبوب. تشير التكاليف الكلية مقدرة بواسطة عدد من مصنعي المعدات، إلى أن استثمارات في الأنظمة التجارية تتراوح من ٠.٥ إلى ٢ مليون يورو (Euro) وتبلغ التكلفة الإنتاجية لتصنيع الأغذية على ٤٠٠ ميغا باسكال، ٠.١-٠.٢ يورو/كجم من الأغذية المصنعة. تبلغ تكلفة مصنع ضغط عالٍ لبسترة عصير الفاكهة حوالي ٢٠ ضعف تكلفة جهاز نظام مبادل حراري مكافئ (Manvell, equivalent heat exchanger system) (1996). وتعتمد التكلفة الفعلية على سعة الغرفة (chamber capacity) وكثافة الملء (fill density) والجمع بين الوقت-الضغط-الحرارة في التصنيع ودرجة استخدام الخط الإنتاجي (degree of utilization of the line). تبلغ تكلفة الاستثمار حوالي ٧٥٪ من تكاليف الإنتاج الكلية.

(١٧،٣) أثر الضغط العالي على البكتريا المكونة للجراثيم

Impact of HP on Spore-Forming Bacteria

عملية تكوين الجراثيم إستراتيجية بقاء أو نجاة لبعض أجناس البكتريا في ظروف الإجهاد الشديد وخاصة الباسيلس (*Bacillus*) والكلوستريديوم (*Clostridium*). بالرغم

من أن إمكانية خفض أعداد الجراثيم البكتيرية عند تعرضها للضغط العالي إلا أن الجمع بينه وبين طرق الحفظ الأخرى مثل رفع الحرارة بدرجة معتدلة أمر مطلوب لخفض أعداد هذه الجراثيم بدرجة كبيرة (Hoover, 1993). لاحظ (Larson et al, 1981) أن المعاملة بالضغط حتى ١٨٠٠٠ ميغا باسكال على درجة حرارة الغرفة لم تكن كافية للحصول على تعقيم تجاري للمنتجات الغذائية. اقترح سوجكا ولدويج (١٩٩٤ ، ١٩٩٧) (Sogka and Ludwig, 1994, 1997) استخدام عملية تتكون من خطوتين لتحل المشاكل المتعلقة بالمقاومة الكبيرة للضغط من قبل الجراثيم البكتيرية: معاملة ابتدائية بالضغط العادي لإحداث إنبات للجراثيم تتبعها معاملة بضغط عالٍ وحرارة لقتل الجراثيم النامية. وعلى أية حال، يبدو أن التنوع الحيوي (biological diversity) في القابلية للإنبات (germinability) داخل مجموعة جراثيم واحدة (one spore population) ونقص المعلومات حول حركات الإنبات (kinetics of germinations) تحد من هذه المعالجة (هينز، ١٩٩٧ ، ووايتاك، ١٩٩٩) (Heinz, 1997, Wuytak, 1999).

للقضاء على الجراثيم بشكل كامل، لابد من الجمع بين الضغط والمعاملة الحرارية على ٦٠°م أو أعلى: عندما يستخدم ضغط منخفض لابتداء من حرارة أعلى لإحداث التثبيط المطلوب والمحدد (سيل وآخرون، ١٩٧٠؛ هينز، ١٩٩٧؛ ووايتاك، ١٩٩٩) (Sale et al, 1970, Heinz, 1997, Waytack, 1999). تم تحقيق خفض بحد أقصى بمقدار ٣ دورات لوغاريثمييه لجراثيم الكلوستريديوم اسبوروجينيس والباسيلس كواجولانس (*Clostridium sporogenes* and *Bacills coagulans* Spores) عند تعريضها لحرارة أقل من ٦٠°م مع ضغط يبلغ حوالي ٤٠٠ ميغا باسكال (روبرتس وهوفر، ١٩٩٦؛ ميلس وآخرون، ١٩٩٨) (Roberts amd Hoover, 1996, Mills et al, 1998). ولإتمام التعقيم مع أقل أثر على القيمة الغذائية والنكهة والقوام واللون، فقد اقترح

استخدام نبضات ضغط عالٍ متعددة (multiple high pressure pulses) مع حرارة نهائية أعلى من ١٠٥ °م تحت الضغط لوقت قصير (مير وآخرون، ٢٠٠٠، كريبز وآخرون، ٢٠٠١) (Meyer *et al*, 2000, Krebbers *et al*, 2001). بالإمكان القول إن أعظم فائدة لاستخدام الضغط العالي في حفظ الأغذية هي خفض المقاومة الحرارية للجراثيم. ويبدو أن هذا التأثير التآزري يضعف على درجات الحرارة العالية، بعض الشيء.

(١٧،٤) أثر الضغط العالي على الخلايا الخضرية للبكتريا

Impact of HP on Vegetative Bacteria

يؤدي الضغط المعتدل إلى تعويق/ خفض معدل تكاثر ونمو الخلايا الخضرية، ولكن، يثبط النمو والتكاثر عند استخدام ضغوط عالية. بالرغم من أن ثباتية الضغط تعتمد بدرجة كبيرة على نوع الأحياء الدقيقة وجنسها وظروف النمو، إلا أن ضغوطاً تتراوح بين ٢٠٠-٦٠٠ ميجا باسكال على درجة حرارة الغرفة تكون عادة، كافية لإحداث خفض هائل في الخلايا الخضرية الحية. تكون الخلايا الخضرية للأحياء البروكاريوتية (prokaryotes) مثل الخمائر والأعفان أكثر حساسية للضغط، ويتم تثبيطها باستخدام ضغوط بين ٢٠٠ و ٣٠٠ ميجا باسكال. بالإمكان تثبيط البكتريا السالبة لصبغة جرام (Gram-negative Bacteria) باستخدام ضغط في حدود ٣٠٠ ميجا باسكال لأنها أقل ثباتية/ مقاومة للضغط مقارنة بالبكتريا الموجبة لجرام والتي تحتاج إلى ضغوط أعلى من ٤٠٠ ميجا باسكال لتثبيطها. وعلى أية حال، توجد استثناءات عديدة لهذه القاعدة العامة.

وعلى سبيل المثال، وجد بينيتو وآخرون (١٩٩٩) (Benito *et al.*, 1999) سلالات من الإي كولاي أو ١٥٧ : إتش ٧ (*E-Coli* O157: H7) مقاومة جداً للضغط. وبالإضافة إلى ذلك، خلافاً لما في ظروف العمل، نجد أن الأحياء الدقيقة في المنتجات

الغذائية الحقيقية تكون أكثر ثباتية. وبصفة عامة، يعزى الأثر الوقائي للمنتجات الغذائية الحقيقية إلى وجود البروتينات والسكريات. ومن ناحية أخرى، فإن الآثار المتعاوضة بين الضغط والتحميض (acidification) أو إضافة مضادات ميكروبية (antimicrobial) قد تستغل في خفض مقاومة الأحياء الدقيقة للضغط (Hauben *et al.*, 1997, Garcia-Garalles *et al.*, 1998).

(١٧,٥) أثر الضغط العالي على النشاط الإنزيمي

Impact of PH on Enzymatic Activity

تشمل بعض الإنزيمات الرئيسية في تصنيع الفواكه والخضراوات التالي:

- البولي فينول أكسيديز (Polyphenoloxidase, PPO) والذي يكون مسئولاً عن الاسمرار الإنزيمي.
- اللايواكسيجينز (Lipoxygenase, LOX) والذي يسبب تغيرات النكهة واللون والقيمة الغذائية.
- البكتين ميثايل إستريز (Pectinmethylesterase (PME) والذي يسبب عكارة وتغيرات في القوام.
- البيروأكسيديز (Peroxides (POD) والذي يزيد من النكهات غير المرغوبة.

يعتبر إنزيم البولي فينول أكسيديز غير مقاوم للحرارة بدرجة كبيرة (Lourenco *et al.*, 1990, Yemenicioglu *et al.*, 1997, Weemaes *et al.*, 1998a) وعند الضغط واعتماداً على مصدره، قد يتحسن النشاط التحفيزي لهذا الإنزيم أو يتم تثبيطه. تتباين الضغوط اللازمة لإحداث تثبيط هائل لهذا الإنزيم بين ٢٠٠ إلى ١٠٠٠ ميغا باسكال اعتماداً على مصدر الإنزيم والظروف البيئية الدقيقة مثل، تركيب المادة أو ال pH (Weemaes *et al.*, 1998). بينما يكون هذا الإنزيم في بعض الفواكه مثل التفاح

والعنب، حساسا للضغط، نجده في أخرى مثل الكمثرى والبخارى، مقاوما للتشبيط بالضغط. قد يحمي الضغط المنخفض إنزيم البولي فينول أكسيداز من التشبيط الحراري ويعزز النشاط التحفيزي، على سبيل المثال، في حالة التفاح والكمثرى والبطاطس والفراولة (Weemaes *et al.*, 1998a).

بالنسبة لليوأكسيجينيز، تتفاوت الثباتية الحرارية عند الضغط الجوي بدرجة كبيرة، اعتماداً على مصدر الإنزيم والوسط (Indrawati, 2000). تم إجراء دراسات مفصلة للتشبيط بالضغط لليوأكسيجينيز الطماطم وفول الصويا والفاصوليا الخضراء والبازلاء. ذكر أن الضغوط الحدية (threshold pressures) للتشبيط تتراوح في مدى ضيق بين ٤٠٠ و ٦٠٠ ميغا باسكال (Heinisch *et al.*, 1995, Ludikhuzye *et al.*, 1998a, Tangwonchai, *et al.*, 1999, Indrawati *et al.*, 1999, Indrawati, 2000). لليوأكسيجينيز الفاصوليا الخضراء والبنزلاء، تم تأسيس التصنيف الحركي التام (kinetic characterisation) لحركيات التشبيط (inactivation kinetics) في حقل ضغط-حرارة (pressure-temperature domain) من ٠,١ إلى ٦٥٠ ميغا باسكال ومن ١٠°م إلى ٨٠°م. قد تمت ملاحظة أن ثبات ضغط ليوأكسيجينيز الفاصوليا الخضراء والبنزلاء ينخفض بزيادة تعقيد النظام (increasing system complexity)، وبمعنى آخر يتم التشبيط بصورة أسرع في السايو (*situ*) (في الخضروات الكاملة السليمة (in the intact vegetable) مقارنة بسرعة التشبيط في المستخلص الخام (crude extract) (Indrawati *et al.*, 2000). ولليوأكسيجينيز فول الصويا في المقابل، تمت ملاحظة ثباتية/تحمل عالٍ للضغط في الحليب مقارنة بما له من ثباتية في محلول منظم (buffer solution) (Seyderhelm *et al.*, 1996). وبطريقة مشابهة لإنزيم بولي فينول أكسيداز الأفاكادو (avocado PPO) وبكتين ميثايل استيريز (PME) البرتقال، تمت ملاحظة وجود أثر مضاد (antagonistic) بين

الضغط المنخفض ودرجة الحرارة العالية لليبوأوكسيجينيز البازلأء. وفي حالة ليبوأوكسيجينيز فول الصويا والفاصوليا الخضراء، لوحظ وجود أثر مضاد بين درجة الحرارة التي تقل عن ٣٠م° والضغط أعلى من ٥٠٠ ميغا باسكال (Ludikhuyze *et al.*, 1999b; Indrawati *et al.*, 1999).

ذكر أن إنزيم البكتين ميثايل استريز (PME) من فواكه مختلفة يكون مقاوماً للحرارة بدرجة كبيرة (quite thermoresistant): يتطلب تشييطه تشييطاً معنوياً، درجات حرارة تتراوح بين ٨٠-٩٠م°، وحتى بعد ذلك يبقى هذا الإنزيم نشطاً (Van den Broek, 2000). عزيت هذه المقاومة إلى وجود مشابهاة إنزيمية (isozymes) له لا تتحمل الحرارة (Labile) وأخرى ثابتة للحرارة (heat stable) (Verteeg *et al.*, 1980; Wicker and Temelli, 1998; Van den Broeck *et al.*, 2000b). أساساً، تم بحث ثباتية بكتين ميثايل استريز البرتقال، وبدرجة أقل بكتين ميثايل استريز الجريب فروت والجوافة والطماطم. تتفاوت الضغوط الحدية لتشييط البكتين ميثايل استريز من مصادر مختلفة، وعلى درجة حرارة الغرفة، بدرجة كبيرة، من فقط ١٥٠ إلى ١٢٠٠ ميغا باسكال، اعتماداً على المصدر والوسط الذي تم التشييط فيه (Van den Broeck, 2000). يحدث التشييط بسرعة أكبر في الوسط الحامضي وتتم حماية الإنزيم بزيادة المواد الصلبة الذاتية (Ogawa *et al.*, 1990). ذكرت معظم الدراسات وجود عدم مقدرة على تشييط إنزيم بكتين ميثايل استريز جزئياً، ويعزى هذا العجز إلى وجود المشابهاة الإنزيمية له والتي لها مقاومات مختلفة للضغط. كشف التصنيف الحركي لتشييط بكتين ميثايل استريز من البرتقال في حقل مدى واسع للضغط (٠,١ - ٨٠٠ ميغا باسكال) ودرجة حرارة (١٥-٦٥م°) وجود أثر مضاد بسيط للضغط المنخفض ودرجة الحرارة العالية (Van den Broek, *et al.*, 2000b).

وفي مقابل المقاومة الحرارية ، وجد أن بكتين ميثايل استريز الطماطم مقاوم للحرارة بدرجة تفوق مقاومة بكتين ميثايل استريز البرتقال لها ، وكما تمت ملاحظة وجود أثر مضاد بالغ لدرجة الحرارة العالية والضغط في هذه الحالة. وعلى 60°C ، درجة الحرارة التي عندها يحدث التثبيط على الضغط الجوي العادي ، فإن الضغط الذي يصل إلى 700 ميغا باسكال قد أوقف التثبيط تماماً. وعلى ضغط أعلى حدث التثبيط مرة أخرى بالرغم من أن معدل التثبيط ما زال أبطأ على 900 ميغا باسكال مقارنة مع سرعة التثبيط على الضغط الجوي العادي (Crelier et al.,1995; Van Den Broeck et al.,2000a). وعند الضغط الجوي العادي وجد نشاط مثالي (طبيعي) على 55°C . أدى استخدام ضغط منخفض إلى زيادة نشاط إنزيم البكتين ميثايل إستيريز (PME) والذي بلغ حده الأقصى عند ضغط يتراوح بين $100 - 200$ ميغا باسكال مع حرارة تبلغ $60-65^{\circ}\text{C}$ (Van Den Broeck et al.,2000a).

إنزيم البيروكسيداز (POD) الذي بصورة عامة ، يعتبر أكثر إنزيم في الخضراوات مقاوم للحرارة ، هو أيضاً وعلى الأقل في بعض الحالات ، مقاوم للضغط مقاومة شديدة. أحدث الضغط بمقدار 900 ميغا باسكال للفاصوليا الخضراء تثبيطاً بسيطاً لإنزيم البيروكسيداز (POD) على درجة حرارة الغرفة ، بينما عزز جمع الضغط بمقدار 600 ميغا باسكال مع حرارة عالية ، من الأثر المثبط للإنزيم (Quaglia et al.,1996). وجد كانو وآخرون (1997) (Cano et al., 1997) نتائج متناقضة وقد ذكروا زيادة تثبيط البيروكسيداز في صلصة الفراولة وعصير البرتقال على درجة حرارة الغرفة مع ضغط يصل إلى $300-400$ ميغا باسكال ، على التوالي ، بينما على ضغط أعلى يقل النشاط مرة أخرى. على درجة حرارة من 45°C ، وجد انخفاض في النشاط عند كل الضغوط ($400-500$ ميغا باسكال).

(٦، ١٧) التصنيع بالضغط العالي، جودة الفواكه والخضراوات

HP processing: Fruit and Vegetable Quality

للتصنيع بالضغط العالي آثار متعددة على :

- القوام (texture).
- اللون (colour).
- النكهة (flavour).
- المحتوى الفيتاميني (vitamin content).

(١، ٦، ١٧) القوام Texture

بصورة عامة، يمكن استخدام ضغط يصل إلى ٣٥٠ ميجا باسكال على الأنظمة النباتية بدون إحداث أضرار واضحة على شامل القوام والتركيب (Knorr, 1995b). أوضحت دراسات عديدة أن معاملة الفواكه والخضراوات بالضغط ربما تحدث الصلابة أو الطراوة (Basak and Ramaswamy, 1998)، وتعتمد الأضرار على مستوى الضغط ووقت الضغط. بصورة عامة، توضح منحنيات الطراوة أن التغيير في القوام والذي يسببه الضغط يحدث في مرحلتين: فقد مفاجئ نتيجة الفعل المتقطع للضغط يتبعه فقد إضافي في الاستعادة التدريجية خلال مرحلة مسك الضغط. عند ضغط منخفض (١٠٠ ميجا باسكال)، يكون التلين الفوري الضغطي (instantaneous pressure softening) بسبب ضغط التركيبات الخلوية بدون تمزيق، بينما على ضغط أعلى (< ٢٠٠ ميجا باسكال) يتدهور/يتضرر القوام بدرجة كبيرة ويرجع هذا الضرر نتيجة لتمزق الأغشية الخلوية وبالتالي فقد ضغط الانتفاخ (turgor pressure). خلال وقت مسك الضغط (pressure holding)، ربما تتم الاستعادة التدريجية للقوام المتضرر تضررا فوريا، وقد تصبح بعض المنتجات أكثر صلابة من نظائرها الطازجة. وفي حالات عديدة، لا تحدث تطرية للخضراوات المعاملة بالضغط في خطوات الطبخ

اللاحقة، ويعزى ذلك إلى فعل إنزيم البكتين ميثيل استريز (PME) والذي قد تم تثبيطه فقط، تثبيطاً جزئياً بالضغط. يسمح تمزق تراكيب الخلية المتزامن، بتفاعل الإنزيم مع المادة البكتينية. وعليه، عند نزع الاستر من بكتين جدار الخلية يمكن للبكتين أن يرتبط ارتباطاً عرضياً (crosslink) مع الأيونات ثنائية التكافؤ والذي يقود (الارتباط) إلى زيادة اكتناز (compactness) التركيب الخلوي.

(٢, ٦, ١٧) اللون Colour

تمت ملاحظة أن معاملة منتجات فواكه وخضراوات عديدة مثل، مربى الفاكهة والفراولة وعصير الطماطم وصلصة الجوافة وصلصة الأفوكادو وصلصة الموز، بالضغط العالي وبدرجة كبيرة، حافظت/لم تؤثر (تأثيراً سيئاً) على اللون الطازج (Watanabe *et al.*, 1991, Poretta *et al.*, 1995, Donsi *et al.*, 1996, Yen and Lin, 1996, Lopez-Malo *et al.*, 1998). وجد أن خصائص السطوع قيمة إل للون (L-brightness, colour value) والاحمرار-الأخضرار قيمة أ للون (redness-greenness, a-color value) للمنتجات المعاملة بالضغط، أفضل (superior) مقارنة بهذه الخصائص لنظائرها المعاملة بالحرارة. وعلى أية حال، انخفض اللون الأخضر لصلصة الجوافة والموز تدريجياً، خلال التخزين، وذلك، نتيجة للاسمرار الناتج بسبب نشاط إنزيم البولي فينول أكسيديز (PPO) المتبقي (Lopez-Malo *et al.*, 1998; Palou *et al.*, 1998). تحقق أطول وقت تخزين مقبول (longest acceptability storage time) باستخدام ضغط عالٍ و pH منخفض وتخزين على البارد. وأوضحت دراسة مفصلة حركية متعلقة بالأثر الجمعي لكل من الضغط ودرجة الحرارة على لون عصير البروكلي، أن محتوى الكلوروفيل واللون الأخضر؛ قيمة أ (a-value) كانا ثابتين حتى بعد معاملة استغرقت ٤ ساعات على ٨٠٠ ميغا باسكال و ٤°م. تمت ملاحظة وجود بعض التغير في اللون فقط، عندما تم الجمع بين ضغط عالٍ مع حرارة أعلى من ٥٠°م. تم وصف تحليل محتوى الكلوروفيل بنموذج

من المرتبة الأولى (first order model) والذي يكون فيه الكلوروفيل -أ (chlorophyll-a) أقل ثباتية من الكلوروفيل -ب (chlorophyll-b). ومن ناحية أخرى ، تم وصف فقد اللون الأخضر بنموذج خطوات متعاقبة (consecutive step model) ، لأن كلا نوعي الكلوروفيل تم تحويله إلى فيوفاييتين (pheophytin) ومن ثم إلى بايروفاييتين (pyropheophytin) (Van Loey *et al*, 1998; Weemaes *et al*, 1999).

(١٧، ٦، ٣) النكهة Flavour

لمعظم عصائر الفواكه ، تعود/تتحقق الفوائد المحتملة لاستخدام الضغط العالي ، لحقيقة إمكانية المحافظة على نكهتها الطازجة (fresh flavour) أثناء معاملة الضغط. ذكر عدد من الباحثين أن محكمي الخواص الحسية المدربين (trained sensory panels) لم يقدروا على التفريق بين العصير الطازج والمعامل بالضغط المصنَّع من نفس المادة الخام (Ogawa *et al.*, 1990; Watanabe *et al.*, 1991; Bignon, 1996). وعلى أية حال ، فقد تم تمييز عيوب نكهة الطماطم والبصل الناتجة بسبب المعاملة بالضغط : حيث كان للطماطم نكهة زنخة (rancid taste) بينما كانت رائحة البصل أقل كثافة (أقل قوة less intensely) وكأنها تقرب إلى نكهة البصل المقلبي (Butz *et al.*, 1994, Poretta *et al.*, 1995). في الحالة الأولى تعزى النكهة الزنخة إلى الزيادة الواضحة في إن-هيكسانال (n-hexanal) والذي يكون مسئولاً بدرجة كبيرة عن النكهة الطازجة للطماطم في تركيزات ١-٢ ملجم/ كجم. ولكن ، التركيزات العالية منه تضيفي النكهة الزنخة. للبصل ، تعمل معاملة الضغط على إقلال الدايبروبيل سلفايد (dipropylsulphide) ، وهو المركب المسئول عن مذاق الطماطم اللاذع (pungency) والرائحة المميزة للبصل الطازج ، وكذلك يعمل الضغط على زيادة تركيزات ترانس بروبينايل دايبروبيل سلفايد

(transpropenyldisulphide) و٣-٤ داي ميثايل ثيوفين (3-4 dimethylthiophene) والتي تقود إلى نكهة البصل المطبوخ أو المقلي (braised or fried onions).

(٤, ٦, ١٧) المحتوى الفيتاميني Vitamin Content

لاحظ بيجنون (١٩٩٦) أن محتوى منتجات الفواكه والخضراوات من فيتامينات أ وج وب_١ وب_٢، وهـ لا يتأثر بالمعاملة بالضغط بدرجة معنوية وهذا عكس المعاملة الحرارية. وجد أن نقص محتوى صلصة الفراولة والجوافة من فيتامين ج بعد المعاملة بالضغط (٤٠٠-٦٠٠ ميغا باسكال / ١٥-٣٠ دقيقة) وأثناء التخزين أقل بكثير مقارنة بالمنتجات الطازجة (سانكو وآخرين، ١٩٩٩) (Sancho et al., 1999). تم إنجاز دراسة حركية مفصلة لثباتية حمض الأسكوربيك للضغط-الحرارة في محلول منظم وعصير برتقال وعصير طماطم بواسطة (فان دي بروك وآخرين، ١٩٩٨). وجدوا فقط تحللاً معنوياً لحمض الأسكوربيك عندما كان الضغط حوالي ٨٥٠ ميغا باسكال مجموعاً مع الحرارة بين ٦٠-٨٠°م وكان ذلك أكثر في عصير الطماطم والبرتقال مقارنة مع المحلول المنظم. وبالإضافة للفيتامينات، بعض الدراسات القليلة تناولت الخصائص الصحية الأخرى مثل السمية ومضادات الطفريات. تتميز الفواكه والخضراوات مثل الجزر والقريبط والكرنب الساقى والكرات والسبانخ بأن لها قوى كامنة كمضادات للطفريات والذي وجد أنها حساسة للحرارة ولكن ليست هي كذلك بالنسبة للضغط. تأثر النشاط المضاد للطفريات في البنجر والطماطم فقط عند استخدام ظروف عالية جداً، أي في حدود ٦٠٠ ميغا باسكال / ٥٠°م أو ٨٠٠ ميغا باسكال / ٣٥°م (يوتز وآخرون، ١٩٩٧).

(٧, ١٧) الجمع بين التصنيع بالضغط العالي وتقنيات الحفظ الأخرى: حالة الفاكهة

Combining PH Processing with Other preservation Techniques: the Case of Fruit

الصفة المشتركة في أكثر الفواكه هي أن لها pH منخفضاً وحموضة عالية. وعلى الرغم من أن معظم أنواع البكتيريا يتم تثبيطها بتركيز أيون الهيدروجيني الناتج، إلا أن

بكتريا حمض اللاكتيك والخمائر والأعفان تكون مقاومة للحموضة ووجد الكثير أن هذه القيم من pH تكون محتملة لها إن لم تكن مثلى للنمو. ونظراً للحموضة فعليه نجد أن الفطريات وبكتريا حمض اللاكتيك هي الأحياء الدقيقة المسببة للفساد بشكل رئيس للفواكه ومنتجاتها. استخدام تقنية الضغط العالي هي الطريقة المفيدة والتي لها فعالية كبيرة في المساعدة على تثبيط بكتريا الفساد والتحكم في النشاط الإنزيمي. وعلى أية حال، وكما تمت الإشارة سابقاً فإنه ليس بالإمكان الاستغناء عن البسترة أو التعقيم للأغذية المنخفضة الحموضة باستخدام الضغط العالي وعلى سبيل المثال فإنه بالإمكان ذلك عندما تدمج مع تقنيات حفظ أخرى والتي تحفز التثبيط. هذه مثل الحرارة، المواد المضادة للميكروبات، الموجات فوق الصوتية، التشعيع، والتي بالإمكان دمجها مع الضغط العالي. مثل هذه الطرق لا تساعد فقط في تسريع معدل التثبيط بل هي مفيدة أيضاً في تقليل مستوى الضغط، وبالتالي تقليل التكلفة من خلال إزالة المشاكل التجارية المتعلقة بالضرر تحت القتلي ومحدودية النجاة.

ومثال على ذلك، تقترح دراسات تم إجراؤها على المتبقي من نشاط إنزيم البولي فينول أوكسيداز (PPO) في صلصات الفواكه بعد معاملتها بالضغط العالي أن التثبيط للتفاعلات الإنزيمية غير المرغوبة مثل الاسمرار، يتطلب الدمج مع البسترة مع واحدة أو أكثر من عوامل إضافية مثل الانخفاض في pH، السلق، أو التبريد لتثبيط (أو على الأقل التقليل معنوياً) للنشاط الإنزيمي (لوبيز-مالو وآخرون، ١٩٩٨) بالو وآخرون، ٢٠٠٠؛ لوبيز-مالو وآخرون ٢٠٠٠) (Lopes-Malo et al, 1998, Palou et al, 2000). وتقتراح بحوث أخرى أن السلق على سبيل المثال مهم جداً للمعاملة بالضغط للفواكه والخضراوات للحد من التفاعلات الإنزيمية والتأكسدية (هوفر، ١٩٩٣) (Hoover, 1993). أظهرت دراسة على أثر السلق والمعاملة

بالضغط العالي على إنزيم (PPO) في صلصة الموز المضبوطة على pH ٣,٤ ونشاط مائي ٠,٩٧ ، أن نشاط إنزيم (PPO) قل خلال السلق بالبخار وقل أكثر بعد المعاملة بالضغط العالي (بالو وآخرون ، ١٩٩٩a).

الدور الجوهري للتصنيع بالضغط العالي هو تقليل حدة أو شدة ظروف التصنيع بالطرق التقليدية المستخدمة في حفظ الأغذية. استخدام الضغط العالي مع دمج بحرارة متوسطة له فوائد معتبرة ، (بالو وآخرون ١٩٩٩b ؛ لوبيز-مالو وآخرون ، ٢٠٠٠). بالإمكان زيادة الأثر المضاد للميكروبات للضغط العالي بالحرارة ، الانخفاض في pH ، CO₂ ، الأحماض العضوية ، والبكتريوسينات مثل النيسين (بالو وآخرون ، ١٩٩٧a ، ١٩٩٧b ، ١٩٩٧c).

أشار بابينيو وآخرون (١٩٩١) وبوبر وكنور (١٩٩٠) إلى أنه بالإمكان زيادة الأثر التثبيطي للأحياء الدقيقة بفعل الضغط مع بعض مع المواد المضافة مثل حمض الأسيتيك والبنزويك والسوريك والكبريت وبعض البولي فينولات والتشيتوسان (Chitosan). أتاحت هذه المعاملة تقليل التعرض للضغط المستخدم والحرارة أو الزمن. تم اقتراح أن بعض المواد الحافظة يتعزز نشاطها عندما تستخدم مع المعاملة بالضغط العالي وبعضها الآخر ربما يكون تأثيرها عكسياً (توشر ، ١٩٩٥ ، بالو وآخرون ١٩٩٧a). استخدام الضغط العالي كواحد من التقنيات المتعاقبة يدعم - على سبيل المثال- التقليل من الاعتماد على الكبريت كمركب مضاد للاسمرار والنمو الميكروبي. وأيضاً تم اقتراح أنه بالإمكان تحسين فعالية الضغط العالي في التثبيط الإنزيمي بتطبيق دورات ضغط. أدت التطبيقات الناتجة لمعاملات الضغط العالي إلى التثبيط العالي للعديد من الإنزيمات (هندركس وآخرون ، ١٩٩٨)

(Hendrickx et al, 1998). النشاط الإنزيمي بعد العمليات المتعددة كان أقل من عملية واحدة لنفس الفترة الكلية (لوديكهيز وآخرون، ١٩٩٧).

توضح أمثلة عديدة التطبيق المفيد للمعاملة بالضغط العالي. قيم لويز-مالو وآخرون (١٩٩٩) أثار المعاملة بالضغط العالي على ٣٤٥، ٥١٧ أو ٦٨٩ ميغا باسكال لمدة ١٠، ٢٠، ٣٠ دقيقة على pH ابتدائي ٣٫٩، ٤٫١، أو ٤٫٣ على نشاط إنزيم (PPO)، اللون والتشيط الميكروبي في صلصة الأفوكادو وخلال التخزين على ٥، ١٥، ٢٥ م°. كان العد القياسي، بالإضافة لعد الخمائر والأعفان للصلصة المعاملة بالضغط العالي أقل من ١٠ وحدة مكونة للمستعرات في الجرام (10 cfu/g) خلال ١٠٠ يوم من التخزين على ٥، ١٥، أو ٢٥ م°. تم الحصول على متبقي من (PPO) معنوياً أقل ($P \leq 0.05$) مع زيادة الضغط وتقليل pH الابتدائي حافظت صلصة الأفوكادو والتي لها متبق PPO $> 45\%$ وتم تخزينها على ٥ م° على لون مرغوب لمدة لا تقل عن ٦٠ يوماً وكانت لها فترة صلاحية ٣٥ يوماً عندما تم تخزينها على ١٥ م°.

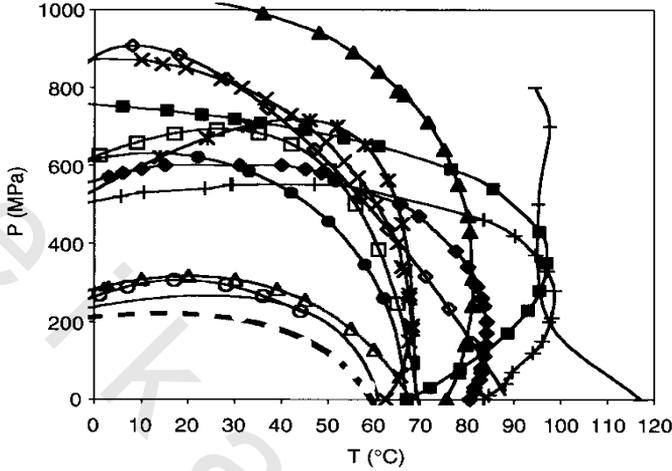
حلل بالو وآخرون (٢٠٠٠) أثار المعاملة بالضغط المستمرة والمتذبذب على الجواكامول (guacamole). تم الحصول معنوياً ($P < 0.05$) على نشاط متبق أقل من PPO و LOX بزيادة وقت المعاملة وعدد دورات الضغط - وإزاحة الضغط. بالنسبة ل LOX تم تشيطه بمدة ١٥ دقيقة لمعاملة مستمرة لضغط عال متذبذب. تم الحصول على الكمية الأقل من قيمة نشاط PPO بعد ٤ حلقات من الضغط العالي على ٦٨٩ ميغا باسكال ولمدة ٥ دقائق كفترة مسك في كل حلقة. العدد القياسي وعد الخمائر والأعفان للجواكامول المعامل بالضغط العالي أقل من ١٠ وحدة مكونة للمستعرات / جرام. لم تختلف القابلية الحسية واللون معنوياً ($P > 0.05$) للجواكامول المعامل بالضغط العالي مقارنة بالكنترول (العينة الضابطة). الاسمرار خلال التخزين كان مرتبطاً أساساً

بالتغيرات في قيمة الهيو (hue) والمتعلقة بالانخفاض في الاخضرار المساهم في اللون. تم الحصول على فترة صلاحية لمدة ٢٠ يوماً على أقل من ١٥ °م.

(١٧،٨) الاتجاهات المستقبلية

Future Trends

أشارت معظم المقالات العلمية إلى الإمكانيات الكبيرة للضغط العالي كعامل هام غير حرارية بديلة في التصنيع الغذائي والحفظ والتي تسمح أكثر بالاحتفاظ بخواص الجودة المختلفة مثل اللون، النكهة، القيمة الغذائية. وعلى أية حال، المعلومات الكمية لفعاليتها ومأمونيتها تبقى محدودة. وعلى أية حال أيضاً، فقد أنتجت الدراسات الحركية النظامية تطوير نماذج التثبيط لبعض الإنزيمات والأحياء الدقيقة المفسدة للأغذية (Sonoike et al., 1992, Hashizume et al., 1995, Ludikhuyze et al., 1998b, Weemas, 1998, Van Loey et al., 1998, Indrawati, 2000, reyns et al., 2000, Van den Broek, 2000). يظهر الشكل رقم (١٧،١) دراسة لحالة نظرية والتي تجمع معلومات عن حركيات الضغط-الحرارة لبعض خصائص جودة الأغذية المتعلقة بالإنزيمات (PPO, LOX, PME and ALP) والتثبيط الميكروبي وتحلل الكلوروفيل. وعلى النقيض، للإنزيمات المختلفة، تنبع الأحياء الدقيقة الخضرية اتجاهات متشابهة والذي يقترح أن الإنزيمات في العموم أكثر مقاومة من الأحياء الدقيقة الخضرية للمعاملات بالضغط- الحرارة. يقترح هذا النموذج أن جودة الأغذية متعلقة بالإنزيمات أكثر وربما تكون حرجة في تعريف المعاملات بالضغط العالي المثلى. ويمكننا أن نرى أيضاً، الجمع بين الضغط-الحرارة ينتج تثبيطاً كافياً للأحياء الدقيقة والإنزيمات المفسدة للغذاء، بينما المحتوى من الكلوروفيل يكون الأثر به محدوداً. وهذا يدعم الرأي القائل بأن أثر المعاملة بالضغط يكون محدوداً على الجودة الغذائية والحسية.



الشكل رقم (١٧, ١). محاكاة المجموعة للضغط - الحرارة المنتجة لخفض ست حلقات لوغاريشمية للأحياء الدقيقة، خفض بمقدار ٩٠% في النشاط، الإنزيمي، الفقد في ٩٠% من الكلورفيل بعد ١٥ دقيقة كوقت معاملة: PPD (▲)، (◇) BSAA (■) ALP، (●) LOX للبازلاء في سيتو (+)، (◆) LOX في العصير، (○) LOX للفاصوليا الخضراء في سيتول (●)، (□) LOX للفاصوليا الخضراء في العصير، (△) LOX لفول الصويا (●)، (×) PME، (○) Z.bailli، (△) الخمائر (-)، (---) E.coli.

يزودنا هذا النوع من الطرق الحركية النظامية بطريق للأمام في الأبحاث المستقبلية. حقيقة، هذا النوع من المعلومات الحركية للتشبيط الميكروبي والإنزيمي وبمجمعه مع المعلومات الكمية حول أثر الضغط على الجودة الحسية والغذائية يكون ضرورياً للموافقة التشريعية (Food and Drug Administration (FDA) Approval in the USA, Novel Food regulations in the EU). كذلك يحتاج موضوع المركبات المسببة للسمية أو الحساسية في المنتجات الغذائية المعاملة بالضغط إلى مزيد من البحوث. سيسهم التطوير في الحقول السابقة في المستقبل في تطبيق هذه التقنية على مستوى أكبر تجارياً.

المراجع (١٧،٩)

References

- BASAK S and RAMASWAMY H S (1998) 'Effect of high pressure processing on texture of selected fruit and vegetables', *J Text Stud*, **29** 587-601.
- BENITO A, VENTOURA G, CASADEI M, ROBINSON T and MACKEY B (1999) 'Variation in resistance of natural isolates of *Escherichia coli* 0157 to high hydrostatic pressure, mild heat and other stresses', *Appl Environ Microbiol*, **65** 1564-9.
- BIGNON J (1996) 'Cold pasteurizers Hyperbar for the stabilization of fresh fruit juices', *Fruit Processing*, 2 46-8.
- BUTZ P, KOLLER D and TAUSCHER B (1994) Ultra-high pressure processing of onions: chemical and sensory changes, *Lebensm - Wiss u - Technol*, **27** 463-7.
- BUTZ P, EDEN HARDER R, FISTER H and TAUSCHER B (1997) The influence of high pressure processing on antimutagenic activities of fruit and vegetable juices, *Food Res Int*, **30** (3/4) 287-91.
- CANO M P, HERNANDEZ A and DE ANCOS (1997) High pressure and temperature effects on enzyme inactivation in strawberry and orange products, *J Food Sci*, **62**, 85-8.
- CHEFTEL, J C (1997) 'Commercial pressurized foods in Japan', in *High Pressure Food Science, Bioscience and Chemistry*, ed Isaacs N S, Cambridge, Royal Society of Chemistry, 506-7.
- CRELIER S, TACHE M-C, RENKEN A and RAETZ E (1995) High pressure for the inactivation of enzymes in food products, *Poster presentation at the 9th World Congress on Food Science and Technology*, July 31-August 4, Budapest, Hungary.
- DONSI G, FERRARI G and DI MATTEO M (1996) High pressure stabilization of orange juice: evaluation of the effects of process conditions, *Ital J Food Sci*, 2 99-106.
- EARNSHAW R G (1992) 'High pressure technology and its potential use', in *Food Technology*, ed Turner A, London, International Europe, Sterling Publications International, 85-8.
- GARCIA-GRAELLS C, HAUBEN K and MICHIELS C W (1998) 'High pressure KIMURA Y and HAYASHI R (1995) 'Kinetic analysis of yeast inactivation by high pressure treatment at low temperatures', *Biosci Biotech Biochem*, 59 1455-8.
- HAUBEN K J, WUYTACK E Y, SOONTJENS C C and MICHIELS C W (1997) High pressure transient sensitisation of *Escherichia coli* to lysozyme and nisin by disruption of outer membrane permeability, *J Food Technol*, 59 350-5.
- HEINISCH O, KOWALSKI E, GOOSSENS K, FRANK J, HEREMANS K, LUDWIG H and TAUSCHER B (1995) Pressure effects on the stability of lipoxigenase: Fourier transform-infrared spectroscopy (FT-IR) and enzyme activity studies, *Z Lebensm Unters Forsch*, 201 562-5.
- HEINZ V (1997) *Wirkung hoher hydrostatischer Driicke auf das Absterbe- und Kiemungsverhalten sporenbildender Bakterien am Beispiel von Bacillus subtilis ATCC 9372*, PhD dissertation, Technische UniversWit, Berlin.
- HENDRICKX M, LUDIKHUYZE L, VAN DEN BROECK I and WEEMAES C (1998) Effects of high pressure on enzymes related to food quality, *Trends Food Sci Technol*, 9 197-203.
- HOOGLAND H (2001) 'High pressure sterilisation: novel technology, new products and new opportunities', *New Food I* (4) 21-6.

- HOOVER D G (1993) Pressure effects on biological systems, *Food Technol*, 47 (6) 150-5.
- INDRAWATI (2000) *Lipoxygenase Inactivation by High Pressure Treatment at Subzero and Elevated Temperatures: a Kinetic Study*, PhD dissertation, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- INDRAWATI, VAN LOEY A M, LUDI KHUYZE L R and HENDRICKX M E (1999) Soybean lipoxygenase inactivation by pressure at subzero and elevated temperatures, *J Agric Food Chem*, 47 2468-74.
- KNORR D (1995a) 'Hydrostatic pressure treatment of food: microbiology', in *New Methods of Food Preservation*, ed Gould G, London, Blackie Academic and Professional, 159-75.
- KNORR D (1995b) 'High pressure effects on plant derived foods', in *High Pressure Processing of Foods*, eds Ledward D A, Johnston D E, Earnshaw R G and Hasting A PM, Nottingham University Press, Loughborough, 123-35.
- KREBBERS B, MATSER A, KOETS M, BARTELS P and VAN DEN BERG R (2001) 'High pressure-temperature processing as an alternative for preserving basil', *Poster presentation in 'XXXIX European High Pressure Research Group Meeting'*, Santander (Spain), 16-19 September 2001.
- LARSON W P, HARTZELL T B and DIEHL H S (1918) The effect of high pressure on bacteria, *J Infect Dis*, 22 271-9.
- LOPEZ-MALO A, PALOU E, BARBOSA-CANOVAS G V, WELTI-CHANES J and SWANSON B G (1998) Polyphenoloxidase activity and color changes during storage of high hydrostatic pressure treated avocado puree, *Food Res Int*, 31 (8) 549-56.
- LOPEZ-MALO A, PALOU E, BARBOSA-CANOVAS G V, WELTI-CHANES J and SWANSON B G (1999) Polyphenoloxidase activity and color changes during storage of high hydrostatic pressure treated avocado puree, *Food Res Int*, 31 549-56.
- LOPEZ-MALO A, PALOU E, BARBOSA-CANOVAS G V, SWANSON B G and WELTI-CHANES J (2000) 'Minimally processed foods and high hydrostatic pressure', in *Current Trends in Food Engineering*, eds Lozano J, Anon C, Parada-Aria E and Barbosa-Canovas G V, Gaithersburg MD, Aspen Publishers, 267-86.
- LOUREN90 E J, DE SOUZA LEO J and NEVES V A (1990) Heat inactivation and kinetics of polyphenoloxidase from palmito (*Euterpe edulis*), *J Sci Food Agric*, 52 249-59.
- LUDI KHUYZE L, VAN DEN BROECK I, WEEMAES C A and HENDRICKX M E (1997) Kinetic parameters for pressure temperature inactivation of *Bacillus subtilis* α -amylase under dynamic conditions, *Biotechnol Prog*, 13 617-23.
- LUDI KHUYZE L, INDRAWATI, VAN DER BROECK I, WEEMAES C and HENDRICKX M (1998a) Effect of combined pressure and temperature on soybean lipoxygenase: I. Influence of extrinsic and intrinsic factors on isobaricothermal inactivation kinetics, *J Agric Food Chem*, 46 4074-80.
- LUDI KHUYZE L, INDRAWATI VAN DER BROECK I, WEEMAES C and HENDRICKX M (1998b) Effect of combined pressure and temperature on soybean lipoxygenase: II. Modeling inactivation kinetics under static and dynamic conditions, *J Agric Food Chem*, 46 4081-6.
- MALLIDIS C G and DRIZOU D (1991) Effect of simultaneous application of heat and pressure on the survival of bacterial spores, *J Appl Bacteriol*, 71 285-8.
- MANVELL C (1996) 'Opportunities and problems in minimal processing', Paper presented at *EFFOST Conference on Minimal Processing*, Cologne, November.
- MERTENS B (1995) 'Hydrostatic pressure treatment of food: equipment and processing', in *New Methods of Food Preservation*, ed Gould G W, London, Blackie Academic and Professional, 135-58.

- MEYER R S, COOPER K L, KNORR D and LELIEVELD H L M (2000) 'High-pressure sterilization of foods', *Food Technol*, **54** (11) 67-72.
- MILLS G, EARNSHAW R and PATTERSON M F (1998) Effects of high hydrostatic pressure on *Clostridium sporogenes* spores, *Left Appl Microbiol*, **26** 227-30.
- OGAWA H, FUKUHISA K, KUBO Y and FUKUMOTO H (1990) Pressure inactivation of yeasts, moulds and pectinesterase in satsuma mandarin juice: effects of juice concentration, pH and organic acids and comparison with heat sanitation, *Agric Biol Chern*, **54** 1219-25.
- PALOU E, LOPEZ-MALO A, BARBOSA-CANOVAS G v, WELTI-CHANES J and SWANSON B G (1997a) High hydrostatic pressure as a hurdle for *Zygosaccharomyces bailii* inactivation, *J Food Sci*, **62** 855-7.
- PALOU E, LOPEZ-MALO A, BARBOSA-CANOVAS G V, WELTI-CHANES J and SWANSON B G (1997b) Effect of water activity on high hydrostatic pressure inhibition of *Zygosaccharomyces bailii*, *Left Appl Microbiol*, **24417-20**.
- PALOU E, LOPEZ-MALO A, BARBOSA-CANOVAS G V, WELTI-CHANES J and SWANSON B G (1997c) Kinetic analysis of *Zygosaccharomyces bailii* inactivation by high hydrostatic pressure, *Lebensm - Wiss u - Technol*, **30** 703-8.
- PALOU E, LOPEZ-MALO A, BARBOSA-CANOVAS G V, WELTI-CHANES J and SWANSON B G (1999a) Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree, *J Food Sci*, **64** 42-5.
- PALOU E, LOPEZ-MALO A, BARBOSA-CANOVAS G V and SWANSON B G (1999b) High pressure treatment in food preservation, in *Handbook of Food Preservation*, ed Rahman M S, New York, Marcel Dekker, 533-76.
- PALOU E, HERNANDEZ-SALGADO C, LOPEZ-MALO A, BARBOSA-CANOVAS G V, SWANSON B G and WELTI J (2000) High pressure-processed guacamole, *Innovative Food Sci Emerg Technol*, **1** 69-75.
- PAPINEAU A M, HOOVER H G, KNORR D and FARKAS D F (1991) Antimicrobial effect of water-soluble chitosans with high hydrostatic pressure, *Food Biotechnol*, **5** 45-57.
- POPPER L and KNORR D (1990) Applications of high-pressure homogenization for food preservation, *Food Technol*, **44** 84-9.
- PORETTA S, BIRZI A, GHIZZONI C and VICINI E (1995) 'Effects of ultra-high hydrostatic pressure treatments on the quality of tomato juice', *Food Chern*, **52** 35-41.
- QUAGLIA G B, GRAVINA R, PAPERI R and PAOLETTI F (1996) Effect of high pressure treatments on peroxidase activity, ascorbic acid content and texture in green peas, *Lebensm -Wiss u -Technol*, **29** 552-5.
- REYNS K M, SOONTJES C C, CORNELIS K, WEEMAES C A, HENDRICKX M E and MICHIELS C W (2000) Kinetic analysis and modelling of combined pressure-temperature inactivation of the yeast *Zygosaccharomyces bailii*, *J Food Microbiol* **56** 199-210.
- ROBERTS C M and HOOVER D G (1996) Sensitivity of *Bacillus coagulans* spores to combinations of high hydrostatic pressure, heat, acidity and nisin, *J Appl Bacteriol*, **81** 363-8.
- SALE A J H, GOULD G W and HAMILTON W A (1970) Inactivation of bacterial spores by hydrostatic pressure, *J Gen Microbiol*, **60** 323-34.
- SANCHO F, LAMBERT Y, DEMAZEAU G, LARGETEAU A, BOUVIER J-M and NARBONNE J-F (1999) Effects of ultra-high hydrostatic pressure on hydro soluble enzymes, *J Food Eng*, **39** 247-53.
- SEYDERHELM I, BOGULAWSKI S, MICHAELIS G and KNORR D (1996) Pressure induced inactivation of selected food enzymes, *J Food Sci*, **61** 308-10.

- SOJKA B and LUDWIG H (1994) Pressure-induced germination and inactivation of *Bacillus subtilis* spores, *Pharm Ind*, 56 660-3.
- SOJKA B and LUDWIG H (1997) Release of dipicolinic acid and amino acids during high pressure treatment of *Bacillus subtilis* spores, *Pharm Ind*, 59 355-9.
- SONOIKE K, SET OYAMA T, KUMA Y and KOBAYASHI S (1992) 'Effect of pressure and temperature on the death rates of *Lactobacillus casei* and *Escherichia coli*', in *High Pressure and Biotechnology*, Colloque Inserm, Volume 224, John Libbey Eurotext, ontrouge, 297-301.
- TANGWONCHAI R, LEDWARD D A and AMES J M (1999) 'Effect of high pressure on lipoxigenase activity in cherry tomatoes', in *Advances in High Pressure Bioscience and Biotechnology*, ed Ludwig H, Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg, 435-8.
- TAUSCHER B (1995) Pasteurization of food by hydrostatic pressure: Chemical aspects, *Z Lebensm Unters Forsch*, 200 3-13.
- VAN DEN BROECK I (2000) *Kinetics of Temperature and Pressure Inactivation of Pectinesterase from Oranges and Tomatoes*, PhD dissertation, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- VAN DEN BROECK I, LUDI KHUYZE L, WEEMAES C, VAN LOEY A and HENDRICKX M (1998) 'Kinetics of isobaric-isothermal degradation of L-ascorbic acid', *J Agric Food Chem*, 462001-6.
- VAN DEN BROECK I, LUDI KHUYZE L R, VAN LOEY A M and HENDRICKX M E (2000a) Effect of temperature and/or pressure on tomato pectinesterase activity, *J Agric Food Chem*, 48551-8.
- VAN DEN BROECK I, LUDI KHUYZE L R, VAN LOEY A M and HENDRICKX M E (2000b) Inactivation of orange pectinesterase by combined high pressure and temperature treatments: a kinetic study, *J Agric Food Chem*, 48 1960-70.
- VAN LOEY A, OOMS V, WEEMAES C, VAN DEN BROECK I, LUDI KHUYZE L, INDRAWATI, DENYS S and HENDRICKX M (1998) Thermal and pressure-temperature degradation of chlorophyll in broccoli (*Brassica oleracea L. italica*) juice: a kinetic study, *J Agric Food Chem*, 46 5289-94.
- VERSTEEG C, ROMBOUTS F M, SPAANSEN C H and PILNIK W (1980) Thermostability an orange juice cloud destabilizing properties of multiple pectinesterases from orange, *J Food Sci*, 45 969-71.
- WATANABE M, ARAI E, KUMENO K and HOMMA K (1991) A new method for producing non-heated jam sample: the use of freeze concentration and high pressure sterilisation, *Biol Chem*, 55 (8) 2175-6.
- WEEMAES C (1998) *Temperature and/or Pressure Inactivation of Polyphenoloxidases for Prevention of Enzymatic Browning in Foods: a Kinetic Study*, PhD dissertation, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- WEEMAES C, LUDI KHUYZE L R, VAN DEN BROECK I, HENDRICKX M E and TOBBACK P P (1998a) Activity, electrophoretic characteristics and heat inactivation of polyphenoloxidases from apples, avocados, grape, pears and plums, *Lebensm -Wiss u -Technol*, 3144-9.
- WEEMAES C, LUDI KHUYZE L R, VAN DEN BROECK I and HENDRICKX M E (1998b) Effect of pH on pressure and thermal inactivation of avocado polyphenoloxidase: a kinetic study, *J Agric Food Chem*, 46 2785-92.
- WEEMAES C, OOMS V, INDRAWATI, LUDI KHUYZE L R, VAN DEN BROECK I, VAN LOEY A and HENDRICKX M E (1999) Pressure-temperature degradation of green color in broccoli juice, *J Food Sci*, 64 504-8.

- WICKER L and TEMELLI F (1988) 'Heat inactivation of pectinesterase in orange juice pulp', *J Food Sci*, 53 162-4.
- WUYTACK E Y (1999) *Pressure-induced Germination and Inactivation of Bacillus subtilis Spores*, Pill dissertation, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- YEMENICIOGLU A, OZKAN M and CEMEROGLU B (1997) Heat inactivation kinetics of apple polyphenoloxidase and activation of its latent form, *J Food Sci*, 62 508-tO.
- YEN G-C and LIN H-T (1996) Comparison of high pressure treatment and thermal pasteurisation effects on the quality and shelf life of guava puree, *Int J Food Sci Technol*, 31 205-13.

obeikandi.com

استخدام تقنية التفريغ لتحسين

الخضراوات والفواكه المصنعة

The Use of Vacum Technology to Improve Processed Fruit and Vegetables

أ.ر. سوريل. جامعة ليون

R.Saurel. University of Lyon

(١٨، ١) المقدمة: دور تقنية التفريغ

Introduction: The Rote of Vacuum Technology

إنه لمن الثابت أن المعاملات التصنيعية للفواكه والخضراوات والمصممة لحفظها في أشكال مختلفة (طازجة أو مجمدة أو مبسترة أو مجففة) لها أثر على خواص الجودة الحسية مثل القوام واللون والنكهة. ولتقليل المشاكل بسبب تدهور اللون بعد جمع المحصول أو أثناء التصنيع، فهناك خيارات من الآتي:

- اختيار/انتقاء أصناف مواد خام لها قدرة أكبر على المقاومة.
 - إضافة مواد مضافة تصحيحية في الإعداد الأخير.
 - استخدام أقل ما يمكن من المعاملات الفيزيائية أو تقنيات مبتكرة جديدة.
- وإحدى هذه التقنيات الحديثة والتي تساهم في حفظ الخواص الأصلية للفواكه والخضراوات هي "تقنية التفريغ" (vacuum technology)، والتي تعرف أيضاً بالتخلل

بالتفريغ (vacuum infusion)، أو التشرب بالتفريغ/التشرب، التشيع التفريغي (vacuum impregnation).

تعتبر تقنية التفريغ معاملة أولية للفواكه والخضراوات المصنعة، وتؤدي إلى تحسين خواصها بالإدخال النشط لمكونات وظيفية في تركيب المنتج (active incorporation of functional ingredients). عادة ما يستخدم التشرب السلبي (passive impregnation) بالغمر العادي للمنتجات النباتية في محلول، في إنتاج منتجات كحولية من الفواكه أو فواكه ملبسة بالسكر (candied fruits). وقد يكون اختراق المواد الحافظة ومواد الترطيب (humectants agents) للمنتجات الجافة، بالنقع، أمراً مطلوباً. وعلى أية حال، تستغرق عمليات التصنيع لهذه المعاملات أوقاتاً طويلة، تمتد من بضع ساعات إلى أيام عديدة، وتحكم ظواهر انتقال الكتلة (mass transport phenomena) بشكل أساسي، بالانتشار الجزيئي (molecular diffusion) للمركبات الموجودة في المحلول المائي. وفي المقابل، تعتمد تقنية النقع/الحقن بالتفريغ/المفرغ أساساً، على النقل/الانتقال الهيدروديناميكي السريع للكتلة ويشتمل على وضع المنتج الغذائي تحت التفريغ قبل إضافة محلول التشريب (impregnation solution). يسمح هذا وخلال ثوانٍ عديدة بإخراج الهواء الموجود أصلاً في مسامات الفواكه والخضراوات وإحلاله بسائل التشريب، نتيجة لوجود فرق ضغط موجب (positive pressure differential) ناتج من استعادة أحوال الجو الطبيعية الأساسية (atmospheric conditions). يبدو أن هذه المعاملة مواتمة للمنتجات المسامية ويمكن استخدامها في الفواكه والخضراوات الكاملة أو المقطعة.

تم استخدام تقنية التفريغ منذ وقت طويل في معاملة مواد صناعية مختلفة مثل الخشب (wood) والمعادن (metals) إلخ. في الماضي، لم يدرس استخدام تقنية التفريغ أو

التشريب بالتفريغ في قطاع الفواكه والخضراوات. وتم ذلك حديثاً، وذلك لكفاءة هذه التقنية في تحسين الخواص الحسية للأغذية، وفي تصميم المنتجات المصنعة بالحد الأدنى للتصنيع.

في الجزء الأول من هذا الفصل، سيتم وصف نمذجة (modelling) انتقال الكتلة أثناء المعاملة بالتفريغ والتعديلات التالية لخواص المنتجات التركيبية والفيزيائية. وفي الجزء الثاني سيتم تسليط الضوء على الاستخدامات المختلفة والمعروفة والتي تسمح بتحسين الجودة في المنتجات الحالية و / أو تمديد فترة صلاحيتها (extension of their shelf-life).

(١٨, ٢) الأسس: نقل/انتقال الكتلة وسلوك المنتج

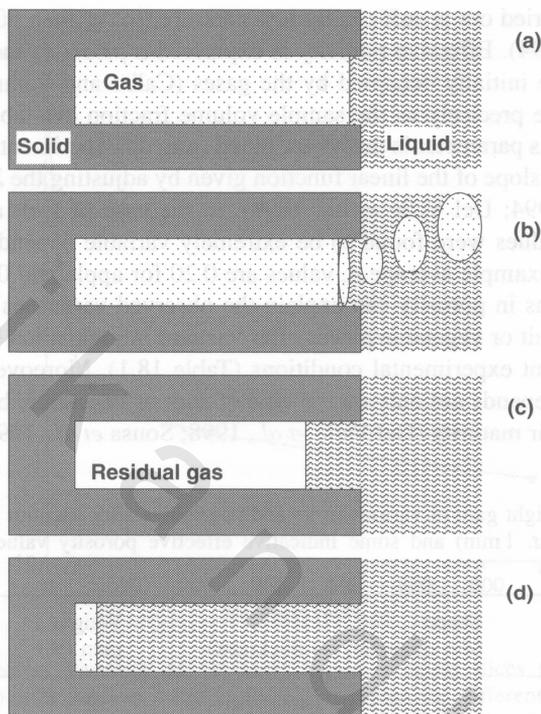
Principles: Mass Transfer and Product Behavior

(١٨, ٢, ١) انتقال الكتلة Mass Transfer

بصفة عامة، يوجد الوصف الكامل والشامل لظاهرة انتقال الكتلة التي تحدث أثناء التشريب بالتفريغ، في الدراسات التي تبحث في تبادل الكتلة في التجفيف الأسموزي لقطع الفواكه المغمورة في محاليل مركزة (concentrated solutions). بالإمكان المزاوجة بين هاتين التقنيتين، استخدام تقنية التفريغ وتقنية الغمر لمدة طويلة للمنتجات النباتية في محاليل أسموزية (hypertonic Solutions) (Shi and Fito, 1994; Shi et al; 1995). وبدون تجاوز لحقل التجفيف الأسموزي تحديداً، يبدو مهماً جداً أن نركز أو نضع خطأً تحت العلاقة الوثيقة التي قد توجد بين هاتين التقنيتين. في عمليات الغمر هذه، يُسرّع استخدام قوى التفريغ من اختراق المحاليل المائية مقارنة مع عمليات الانتشار الجزيئي البطيئة (slow molecular diffusion) الغالبة/السائدة في العمليات الأسموزية.

عندما يستخدم النبض التفريغي (vacuum pulse)، فإن الغازات المحجوزة/المحصورة تتمدد وتُزال جزئياً من نسيج الغذاء (food matrix). وبعد استعادة الضغط الجوي ينتج فرق/تفاوت موجب في الضغط والذي يسمح باختراق السائل للمسامات والتجاويف الخالية في التركيب (النسيج) حتى يتم توازن بين الضغط الداخلي والخارجي. يعتمد الوقت المستغرق للوصول للتفريغ على كفاءة نظام التفريغ (المضخة (pump)، الحجم المغلق للجهاز (closed volume of apparatus)، ...إلخ)، و فقط في أحسن حال، يستغرق ثواني عديدة. وفي معظم الحالات تظل المنتجات تحت التفريغ لدقائق معدودة للتأكد من الاستخلاص الجيد للغازات الداخلية، ولكن ربما تكون هذه الخطوة غير ضرورية إذا تمت إزالة الغاز (degassing) خلال هبوط الضغط (pressure drop). في نهاية المعاملة وبصفة عامة، يتحقق تحرير الضغط حالاً وفوراً.

أعطى فيتو وباستور (١٩٩٤) (Fito and Pastor (1994)) وفيتو ١٩٩٤ وصفاً واضحاً لظاهرة انتقال الكتلة الملاحظة في تقنية التفريغ. وقد رمز إلى انتقال/نقل الكتلة الذي يحدث خلال المعاملة بالتفريغ "بالميكانيكية الهيدروديناميكية (hydrodynamic mechanism (HDM)). وصفت الفراغات بين الخلية في المنتجات النباتية عامة، "بالمسام الأسطوانية الأولية (elementary cylindrical pores)" والمملوءة بغاز مثالي يخضع لضغط (في حالة انضغاط) متساوي الحرارة (undergoing isothermal compression) (الشكل رقم ١٨، ١).



الشكل رقم (١٨،١). المراحل الأساسية أثناء التشريب بالتفريغ لغذاء مسامي مغمور في سائل. الحالة في مسام مثالي أولي (مأخوذ من فيتو، ١٩٩٤) (a): الأثر الشعري تحت الضغط العادي، (b): إزالة الغاز تحت ظروف التفريغ، (c): الأثر الشعري تحت الضغط المنخفض، (d): HDM الميكانيكية الهيدروديناميكية على الضغط العادي المستعاد.

يتم اختراق المحلول للمسام الصلبة المتناسكة المثالية (ideal rigid pores) في مرحلتين. الأولى، تمتلئ المسام بفعل الخاصية الشعرية في الجزء الأول من المعاملة والتي تقابل/تماثل الغمر في الجو العادي (atmospheric immersion) واستخدام التفريغ. الثانية، عند استعادة الضغط العادي، تسبب قوة الدفع الناتجة، سريان/تدفق السائل في المسام. تساوي كمية السائل الخارجية المنقولة بحجم الفراغ المسامي الموجود في تركيب الغذاء

تقريباً. وقد تمت نمذجة الجزء الحجمي للعينة المتشربة (impregnated sample volume fraction (X) والذي يقاس عادة، بالطريقة الوزنية (gravimetric method)، وفقاً للميكانيكية الهيدروديناميكية ومعادلة هاجن بويسويلي (Hagen Poiseuille equation). والـ X هي دالة لمسامية المنتج الفعالة للمنتج (ϵ_e) (product effective product porosity) ومعدل الضغط الظاهر ($r = P_2/P_1$)؛ P_1 هي الضغط التفريغي المستخدم و P_2 هي الضغط الجوي المستعاد). عليه، أسس/ أفاد فيتو وزملاؤه أن التعبير البسيط (الصياغة البسيطة) لجزء الحجم المملؤ بسائل في منتج فواكه أو خضراوات بعد التشريب بالتفريغ هو:

$$(18,1) \quad X = \epsilon_e (1 - 1/r)$$

لم يؤخذ الضغط الشعري بالحسبان في هذا التعبير المبسط، ويبدو أنه قليل ويمكن إهماله فيما يتعلق بالقوة الدافعة/ الواقعة على النظام عندما يتم إنجاز العمل بكفاءة على ضغط منخفض بدرجة كافية (أقل من ٦٠٠ ملم بار (mbar) وفقاً لفيتو (١٩٩٤). ويعبر عن المسامية الفعالة سابقاً، بأنها نسبة مئوية من حجم العينة المملوء ابتداءً بالغاز (Calbo and Sommer, 1987)، ولكن تم تعريفها بمزيد من الدقة، بجزء حجم العينة المتاح للميكانيكية الهيدروديناميكية (HDM)، وعليه عليه، تم تقدير هذا القياس من طريقة تجريبية (experimental procedure) بحساب ميل دالة خطية (slope of linear function) معطاة/ خرجت من منحنى الـ X مقابل الـ $1-1/r$ (Fito, 1994; Del Valle *et al.*, 1998). في حالة الفواكه والخضراوات، وجد أن قيم مساميتها متفاوتة بشكل كبير اعتماداً على المواد الخام، وعلى سبيل المثال، يبلغ متوسط قيم الـ ϵ_e ٠,٢٠ للتفاح و ٠,٠٥ للمشمش. ويمكن أن تُفسر اختلافات المسامية هذه، الاختلافات الملاحظة في زيادة الوزن/الوزن المكتسب والمقاسة في قطع الفواكه والخضراوات بعد التشريب بالتفريغ، الخطوة التي تم إجراؤها تحت ظروف تجريبية مشابهة (الجدول رقم ١٨,١)،

زيادة على ذلك، ستعتمد المسامية ليس فقط على نوع الفاكهة أو الخضار، ولكن تعتمد أيضاً، على الأصناف ونضجها (Del Valle et al.; 1998; Sousa et al.; 1998).

الجدول رقم (١٨،١). زيادة وزن الفواكه والخضراوات المختلفة بعد التشريب بالتفريغ في الماء على ٢٠ م (٥٠ ملم بار، ١ دقيقة) وبعض قيم المسامية الفعالة من مصادر مختلفة.

المنتج	الشكل	الزيادة في الوزن (%)	المسامية الفعالة
	السلك في (t) القطر دي (d)		
التفاح، جرائني سميث	شرائح دي = ٣ سم، تي = ٠.٥ سم	٣٢	٠.٢٥ - ٠.١٨ ^٤
الموز	شرائح دي = ٢.٥ سم، تي = ٠.٥ سم	١٧	٠.٣١ - ٠.١٤ ^٥
الكرز	كامل	١	-
قشور الحمضيات	شرائح (دي = ٣ سم)	٥٧	-
الكيوي	شرائح (دي = ٤ سم، تي = ٠.٥ سم)	٢	٠.٠٥ ^٢
المانجو	شرائح (دي = ٤ سم، تي = ٠.٥ سم)	٩	٠.١٥ - ٠.٠٣ ^{١.٣}
الكمثرى	شرائح (دي = ٣ سم، تي = ٠.٥ سم)	٢٤	٠.١٤ ^١
الأناناس	شرائح (دي = ٣ سم، تي = ٠.٥ سم)	٥	٠.٠٥ ^١
الفراولة	أصناف	١٠	٠.١١ - ٠.٠٣ ^{٣.٤}
برعم المشروم	شرائح (دي = ٠.٥ سم)	٦٦	-
الجزر	شرائح (دي = ٢.٥ سم، تي = ٠.٥ سم)	٦	-
الهندباء	أوراق	١٩	-

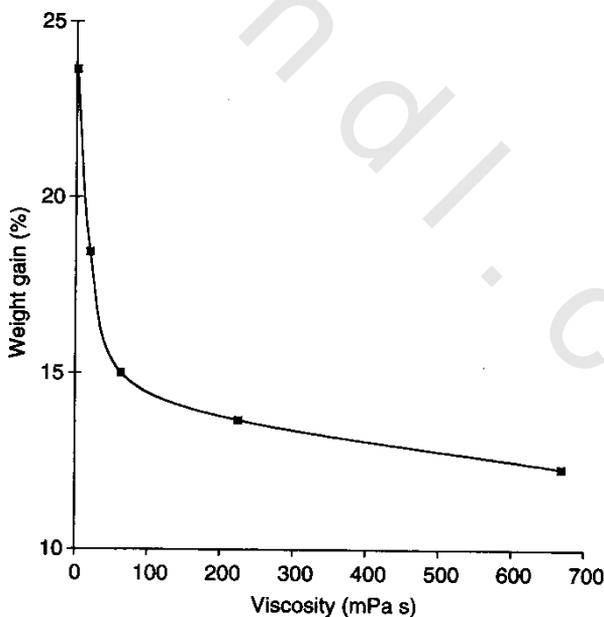
تابع الجدول رقم (١٨، ١).

المسامية الفعالة	الريادة في الوزن (%)	الشكل السمك = t ، القطر = d	المنتج
-	٤٣	شرائح (دي = ٤ سم، تي = ٠,٥ سم)	الكوسة
-	١٨٠	شرائح (دي = ٥ سم، تي = ٠,٥ سم)	الباذنجان
-	١٠	شرائح (دي = ٣ سم، تي = ٠,٥ سم)	البصل
-	٣	شرائح (دي = ٤ سم، تي = ٠,٥ سم)	البطاطس
-	١٣	شرائح (دي = ٢ سم، تي = ٠,٥ سم)	الفلفل الأحمر
-	٤٣	أوراق	السبانخ
-	٥	شرائح (دي = ٤ سم، تي = ٠,٥ سم)	اللفت
-	٥٨	أوراق	الحبق
-	٥٠	أوراق	النعناع

Fito (1994), Delballe *et al.*, (1998), Salvatori *et al.*, (1998), Fito *et al.*, (1996), Sousa *et al.*, (1998)

لم تستخدم المعادلة رقم (١٨، ١) المشتقة من نظرية السريان الشعري في حالة ترشيح السوائل غير النيوتينية (Infiltration of non-Newtonian liquids) أو المحاليل عالية اللزوجة (high viscosity solution). ويوضح الشكل رقم (١٨، ٢) النتائج المتحصل عليها في /من مختبرنا (المؤلف) والتي تُظهر أثر لزوجة المحلول-المعدل باستخدام البكتين المضاف إليه الميثايل (methylated (LM) pectin) على زيادة وزن شرائح التفاح المختار

كنموذج للفواكه بعد معاملة التفريغ. يوضح النقص في قيم زيادة الوزن مع اللزوجة، بأن نقل/أو انتقال الكتلة الهيدروديناميكي كان محدوداً وقد لا يمكن التنبؤ به من النموذج السابق. وحتى إذا كان الضغط التفريغي هو الذي يمثل عامل التحكم الأساسي للعملية، تعتبر تركيبات وتركيزات المحاليل المائية المستخدمة متغيرات فعالة هامة تعدل إدخال امتصاص السائل في الفواكه والخضراوات المسامية. ويبدو أن أثر اللزوجة (كما أشير لها سابقاً) والتفاعل بين المحاليل الأسموزية والمنتجات النباتية (الظواهر المزدوجة للأسموزية والميكانيكية الهيدروديناميكية (HDM) كما نوقش سابقاً) وفي الأجزاء من ١٨,٣ إلى ١٨,٧ هي العوامل الأساسية الفعلية التي تتحكم في هذه العملية.



الشكل رقم (١٨,٢). أثر اللزوجة على زيادة وزن شرائح تفاح (القطر: ٢٠ ملم والسمك: ٨ ملم) بعد الحقن/التشريب بالتفريغ على ٢٠°م، في الماء ومحاليل بكتينية مختلفة. ظروف المعاملة التفريغية هي ٥٠ ملم بار لدقيقة و١٥ ثانية.

لم تدرس العوامل الأخرى التي تعتمد عليها عملية التفريغ بطريقة منهجية؛ والعوامل هي: درجة حرارة محلول التشريب، والوقت لإنجاز التفريغ، ووقت حفظ (المنتج) على التفريغ والوقت اللازم لاستعادة الضغط الجوي. لم يوجد في الاستعراضات الأدبية أن لوقت إنجاز التفريغ أو لوقت استعادة الضغط الجوي أي أثر هام، بينما لم يكن للوقت الذي يبقى فيه (المنتج) في تفريغ من بعد/أكثر من دقائق معدودة (دقيقتين وفقاً لاقتراح فيتو وباستور، ١٩٩٤، 2 min suggested by Fito and Pastor, 1994)، أي عواقب على نقل الآلية الهايدروديناميكية. توضح المعلومات القليلة الموجودة المتعلقة بدرجة الحرارة. بحدوث مجرد/ فقط اختلاف بسيط في معدل نقل الكتلة (Hoover and Miller, 1975). في التطبيق العملي، تعتبر ظروف درجة الحرارة محدودة عندما يقرب الوصول لنقطة الغليان تحت التفريغ، وعلى سبيل المثال، قرب ٤٦°C للماء على ١٠٠ مليبار (100 mbar). وأخيراً، فقد تم افتراض وبالتأكيد، أن لتأثير درجة الحرارة على لزوجة السائل أو لدانة نسيج الغذاء (food matrix plasticity) دوراً في تقنية التفريغ.

(٢، ٢، ١٨) تعديلات للخصائص التركيبية والفيزيائية

Modifications to Structural and Physical Properties

أشار كثير من الباحثين (Fito et al., 1996, Soura et al., 1998, Salvatori et al., 1998) إلى أن الآلية الهايدروديناميكية (HDM) قد تكون مصحوبة بتشويه نسيج الغذاء (deformation of the food matrix) والذي يؤثر بدوره على الامتصاص النهائي للسوائل وبالتالي يؤثر على خصائص المنتج بعد المعاملة. أولاً/ في البداية، تتوافق ظاهرة التشويه مع تمدد حجم الهواء الداخلي المحبوس داخل المنتج عند إزالة الغاز (degassing) عند حدوث التفريغ، وثانياً، تتوافق مع حدوث انكماش جزئي (a partial retraction) في حجم المسام والنتاج من استرخاء التركيب عند الرجوع للضغط الجوي.

وكدالة للخصائص الفيزيولوجية الاستيكية (الخصائص اللزوجية/ المرورية المطاطية، (viscoelastic)) للتركيب الداخلي ولقوى التماسك/ الالتصاق (cohesive forces) في النسيج الخلوي النباتي، قد تسبب ظاهرة التشويه - الاسترخاء (deformation-relaxation phenomenon) آثارا غير عكسية (irreversible effects) والتي تشتمل في بعض الحالات فقدا للصلابة ناتجا من الهشاشة (embrittlement) أو التمزق في نقاط اتصال الجدران الخلوية والمحتمل أن يصاحبها فقد في العصير (الخلوي). بصورة عامة، ترتبط هذه الظاهرة مع قوى الضغط الدافعة (pressure driving forces) وربما مع مرور وقت التشغيل، تؤدي إلى زيادة قيم مسامية فعالة وكما تحسن كمية السائل الذي يتشربه المنتج مع تأثير تدهوري محدود بدرجة متوسطة متمثل في قلة في الصلابة (firmness).

لاحظ مونتادا وآخرون ٩٩٨ (Muntada *et al.*, 1998) من الصور المجهرية لفاكهة الكيوي قبل وبعد معاملتها بالتفريغ مع محاليل الجلوكوز، أن حجم خلايا النسيج النباتي المتشرب وترتيبها قد تم حفظها حتى إذا تمزقت الجدران الخلوية. ويتوافق هذا مع عمل سابق لبولن وهوكسول (١٩٨٧) (Bolin and Huxsoll, 1987) في التفاح والذي (العمل) كشف أن التشرب بالتفريغ أحدث تمزق عدد لا يستهان به من الخلايا. وسيتم التركيز من بعد هنا، على إمكانية منع تحطيم تركيب الغذاء بإعادة تقوية (reinforcement) تركيب الجدار الخلوي بالكالسيوم أو بتقوية الجدار بمركبات الجلي (gelling agents) والمواد المذابة الأخرى (other solutes)، والتي ربما تعطي قوام المنتجات المصنعة مزيدا من التحسين. وتصبح إزالة اللبس الذي يشوب أمر هذه التقنية أمرا واضحا عندما يتم الأخذ في الاعتبار كلاً من الصور المجهرية والآثار السلبية لظاهرة التشوية - الاسترخاء: ربما يُعوض الفقد المعقول في التمامية كنتيجة

للمعاملة بالتفريغ ، وبمقدار كبير ، بالدور النشط/الفعال للمواد الذائبة المنقولة (transferred solutes).

وكتنتيجة للمركبات الوظيفية (functional agents) الداخلة في تقنية التفريغ ، فبالإمكان تغيير الخصائص الفيزيوكيميائية للفواكه والخضراوات. ويبدو عمل مارتينيز-منزو وآخرين (١٩٩٨ أ) (Martinez-Monzo *et al.*, 1998a) ليكون بمثابة مثال ، مع إمكانية تطوير واعد في ما قبل المعاملة والتي تحور في التركيب الابتدائي للفواكه المسامية وتجعلها أكثر مقاومة للتخطيم بسبب عملية التجميد والتسيح (freezing-thawing process). تشرب قطع التفاح بمانعات التثليج (cryoprotectant) (المواد الذائبة منخفضة الوزن الجزيئي (slow molecular weight solutes)) أو بمثبات التثليج (cryostabilisers) (المواد الذائبة عالية الوزن الجزيئي (high molecular weight solutes)) قبل التجميد ، لم يعدل درجات الحرارة الزجاجية (glass transition temperatures) المقاسة ، بصورة معنوية ، ولكن عند استخدام سوائل مانعات تثليج مركزة ، تحقق انخفاض ملحوظ في الماء القابل للتجميد (freezable water). يجب أن يسهم النقص في محتوى الماء القابل للتجميد في تقليل التخطيم الناتج من البلورات الثلجية نتيجة لنقص جزئها الحجمي. بعد التشرب بعصير العنب المعدل (modified grape must) والذي تم اختياره كمادة ذائبة منخفضة الوزن الجزيئي ، فقد كشف الفحص الدقيق تحت تبريد بالمجهر الإلكتروني (cryo-scanning electron microscopy observations) للتركيب الخلوي للتفاح ، أن تكوين البلورات الثلجية كان متساويا في فراغ ما بين الخلايا وداخل الحويصلات (vacuoles) مع عدم ملاحظة اضطراب واضح في الخلية (الحجم والشكل والترتيب الداخلي). ومع مثبتات التثليج مثل البكتين المضاف إليه الميثايل (high methylated (HM) pectin) ، أولاً : لم يكن اختراق المحلول البكتيني للزج

تماماً/مكتملاً تاركاً فراغات داخل الخلايا فارغة. وثانياً، لوحظ وجود فرق بين البلورات الثلجية في فراغات ما بين الخلايا وداخلها، على التوالي. وبالرغم من كل ذلك، ربما يعمل وجود البكتين على زيادة الثباتية الناتجة لتحويل البلورات الثلجية في فراغات ما بين الخلايا وإعادة تقوية التركيب بجسور ما بين الخلايا المتكونة من جل السكريات العديدة (polysaccharide gel).

أشار مارتينيز - مونزو وآخرون (٢٠٠٠) (Martines-Monzo *et al.*, 2000) بعد الأخذ في الاعتبار التغيرات في الخصائص الحرارية (thermal properties) والتي تشمل التوصيل الحراري (thermal conductivity) والانتشارية الحرارية (thermal diffusivity) والحرارة النوعية (specific heat)، إلى أن معاملة التشريب بالتفريغ والمستخدم في التفاح، ربما ترفع التوصيل الحراري بدرجة كبيرة (ما يصل إلى ٢٤٪)، تم تبرير هذه النتيجة باستبدال الغازات الداخلية بالسائل في مسام الفواكه والذي (الاستبدال) يقلل المقاومة الحرارية المرتبطة عادة، بالجزء الفارغ. وبالتالي، تكون الزيادة في التوصيل الحراري متناسبة مع التركيب المسامي للفاكهة وكمية السائل المنقول والضغط الأسموزي للسائل. لم تتغير الحرارة النوعية في حالة السوائل المتواترة/متساوية التواتر (لها ضغط أسموزي عادي، (Isotonic solution)، بينما زادت الانتشارية الحرارية (٢-٤٪ أعلى).

إضافة إلى ذلك، عند زيادة تركيز سائل التشريب حتى أصبح عالي التوتر (تركيز أسموزي عالٍ (hypertonic))، فقد قلت معنوية زيادة قيم التوصيل والانتشار الحراري؛ لأن الجزء المائي مال لأن يكون منخفضاً في المنتج. أما التركيزات العالية، فقد أدت إلى حدوث انخفاض في قيم التوصيل والانتشار الحراري والحرارة النوعية إلى قيم أقل من القيم الابتدائية. وأخيراً، أسس مارتينيز-مونزو وآخرون (٢٠٠٠)

معادلات للتنبؤ بالمعاملات الحرارية للمنتجات المشربة. قدرت القياسات الحرارية المقاسة للتفاح وبدقة معقولة، بمعادلات. ويمكن أن تعدل النماذج المقترحة لتوافق أغذية أخرى، كما يمكن استخدامها لتقييم الفوائد الكامنة المحتملة لفعالية نقل الحرارة عند استخدام معاملات التفريغ قبل التصنيع الحراري.

(١٨،٣) التطبيقات/الاستخدامات

Applications

تم اقتراح استخدام تقنية التفريغ كعامل تسبق التصنيع/ما قبل التصنيع (pretreatment) في عمليات تصنيعية وتطبيقات إنتاجية عديدة: تخزين ما بعد الحصاد والفواكه أو الخضراوات المجمدة والمنتجات المسلوقة والمعلبة والمجففة أسموزياً وغير ذلك. الدور الأساسي لتقنية التفريغ والذي تم استغلاله هو تحوير تركيب الغذاء من أجل تحسين قوة وصلابة المنتجات بعد معاملة فيزيائية للحفظ و/أو أثناء التخزين. تم وصف التطبيقات/الاستخدامات الأساسية أدناه اعتماداً على ما بعد المعاملات المعتادة المختلفة. ولإعطاء نظرة/فكرة شاملة عن هذه التقنية فإن الجدول رقم (١٨،٢) يعرض قائمة بالتطبيقات/الاستخدامات المنشورة، مشتملة على المواد الخام المدروسة والمركبات الوظيفية المستخدمة في محاليل التشريب وظروف تشغيل تقنية التفريغ بالإضافة إلى معاملة التثبيت (stabilising treatment) بعد خطوة التفريغ، والاستخدام النهائي المستهدف.

استخدام تقنية التفرغ لتحسين الخضراوات والفواكه المصنعة

٧٠١

الجدول رقم (١٨،٢). التطبيقات الأساسية لتقنية التفرغ في الفواكه والخضراوات على نطاق تجاري.

المراجع	التصنيع في الجرودة	المعاملة بالتفرغ	تركيب المحلول	التطبيق
Scott and Willis (1977, 1979)	تقليل الاجرار الاذغ والنحطم الداخلي	١٥-٨٧ كيلو باسكال، ١-٢ دقيقة	كلوريد كالسيوم (٤-١٠% وزن/ حجم)	ما بعد الحصاد التفاح
Poovaraiah (1986)	الصلاية، محسوى حمض الاسكوربيك، تاخير الترم		كلوريد كالسيوم (٢-٤%)	
Lidster et al. (1986)	الصلاية	٥١ كيلو باسكال، ٢ دقيقة	جلالوكوسيدات فلانويينية وأحماض فبرية مختلفة	
Willis and Sivvatan Pa (1988)	تاخير التضج	٣٣-٥٠ كيلو باسكال، ٥ دقائق	كلوريد كالسيوم (1 M)	الأفوكادو
Valero et al. 1988a, 1988b)	الصلاية، تاخير التغير في اللون خلال التضج	٢٧ كيلو باسكال، ٨ دقائق	البوتريسين أو كلوريد الكالسيوم (mmM)، جيرلين (10 PPM)	الليمون
Termazi and Willis (1981)	تاخير التضج	٣٣ كيلو باسكال	كلوريد كالسيوم (٤-٨% وزن/ حجم)	المانجو
Panappa et al. (1993)	الصلاية	١٧ كيلو باسكال، ٨ دقائق	كلوريد كالسيوم وأمبيات عديدة مختلفة (1-100mm)	الفراولة
Willis and Timazi (1979)	تاخير التضج	١٠-٨٠ كيلو باسكال، ٥-٤ دقيقة	كلوريد كالسيوم (١-٢% وزن/ حجم)، أمبيات عديدة ثنائية الكالكافور: Mn, Co, Mg	الطماطم
French et al. (1989)	الصلاية	أقل من ٧٥ كيلو باسكال، ١ ساعة	كلوريد الكالسيوم، كلوريد الجينيرسوم، سترات أو مالات البوتاسيوم	المشمش
McArdle et al. (1974)	الإنتاجية	٣٠ كيلو باسكال، ٥ دقائق	الماء	القرنوب
Gornley and Walshe (1986)	الإنتاجية، القوام	٧٥ كيلو باسكال، ٣٠ دقيقة	صمغ الزراتان (٠.٥-١%)	القرنوب

المصدر	التحسين في الجودة	العامله بالتفريع	تركيب العجول	النظير
Demeaux et al (1988)	الإنتاجية	١٢ كيلو باسكال، ٣ دقائق	بروتينات بيض البيض (%٥ حجم / وزن)	التبريد
Taveri et al. (1991)	الصلاية	٨٥ كيلو باسكال، ٣-٥ ساعة	مستخلص البكتين ميثيل استرزين من الحمضيات مع كلوريد كالسيوم	الطبخ
Main et al (1986)	الإنتاجية، الصلاية	١٧ كيلو باسكال، ٨ دقائق	لاكتات الكالسيوم (٢-١)	التفراوة
Moreira et al (1994)	الصلاية	١٥ كيلو باسكال، ١٥ دقيقة	الماء	الثلث
Martinge et al. (1999)	القيام	١٥ كيلو باسكال، ٥ دقيقة	البكين، اللجنيت، الجلوتين	التجميد
Barton (1951)	التغذي في الوزن واللون خلال التسيح	١٣ كيلو باسكال، ٣-٥ دقيقة	البكين، اللجنيت	العاج
Main et al. (1986)	الصلاية	١٧ كيلو باسكال، ٨ دقائق	لائاتات كالسيوم (١-٢)	التفراوة
(انظر لثنى (التص))	مدال التخفيف	تفريع مستمر أو مقطوع	السكريات	التخفيف الأسموزي اللوراك
Preiel et al. (1979) Rouhana and Mannheim (1994), Sofer and Monheim (1994)	الوقت المطلوب لإزالة القشور بسهولة، ظهور الفاكهة	حتى ٨ كيلو باسكال	البكتينيات والسيتينات	تفريس الفواكه الحمضية
Sastry et al. (1985)	الظهر بعد الصليب	٢٠-١٧ كيلو باسكال، ٥ دقائق	الماء	البرتقال والحليب فروت
Wang and Sastry (1993)	التوصيل الكهربائي	٥ دقائق دورات	كلوريد الصوديوم (٢)	الترطيب الجافة
Sapers et al. (1990)	تخطيط الأسرار	٢٠-٥ دقيقة	أسكرات الصوديوم، أسكرات الكالسيوم، كلوريد الكالسيوم	التسخين بالمقارنة للكهرباء
				القطرات الجافة
				التجفيف المقطعة الخارجية
				القطاس والتفاح

* قيم الضغط المطلق التفريغي حوت إلى رحمت كيلو باسكال، تعود الأوقات إلى أوقات المحافظة على التفريع

(٤، ١٨) تخزين ما بعد الحصاد

Post-Harvest Storage

تم استخدام تغطيس / غمر الفواكه في محاليل الحفظ المائية التي تم تحسينها باستخدام التفريغ لإطالة فترة حفظ ما بعد الحصاد لمنتجات عديدة : التفاح (Scott and Wills, 1977, 1979, lidster et al., 1986) والليمون (Valero et al., 1998a, 1998b) والأفكادو (Wills and Sirivatanapa 1998) والمانجو (Tirmazi and Wills 1981) والطماطم (Wills and Tirmazi 1979) والفراولة (Ponappa et al., 1993). عادة ما تكون المركبات المستخدمة في محاليل التشريب هي أملاح الكالسيوم (والغالب فيها هو كلوريد الكالسيوم) وكثير من الهرمونات النباتية (أمينات عديدة polyamines). يبدو أن التشريب بالتفريغ يستخدم كبديل لعملية التشرب بالضغط (pressure infiltration process) (Poovaiah, 1986, Wang et al., 1993). بصورة عامة ، تعود فائدة استخدام الكالسيوم لقدرة الكاتيون على التفاعل مع الأغشية والجدران الخلوية ، بالإضافة إلى دوره المنظم على المستوى الأيضي. ووفقاً لبوفاييه (١٩٨٦) ، فإن للآثار النافعة لتعزيز/إغناء الفواكه الكاملة بالكالسيوم بعد الحصاد أسباباً عديدة. أولاً: يلعب الكالسيوم دوراً خاصاً في المحافظة على تركيب جدران خلايا الفواكه وأعضاء التخزين الأخرى بالتفاعل مع حمض البكتيك (pectic acid) في جدران الخلية لتكوين بكتات كالسيوم (calcium pectate). ولهذا ، فإن وجود الكالسيوم المتشرب يمكن من المحافظة على تماسك جدران الخلية وصلابة الفاكهة أثناء التخزين و / أو النضج ، بل يزيد لها. ثانياً: يتفاعل الكالسيوم مع الغشاء الخلوي بتعديل تركيبه والقيام بدور منظم لنفاذية هذا الغشاء وانتقال بعض المواد المضمنة التي لها دور في عمليات نضج وشيخوخة المنتج. ثالثاً: تعتمد كثير من التفاعلات الإنزيمية (مثل : فسفرة البيبتيدات العديدة بالبروتين كينيز (e.g. polypeptide phosphornlation by protein kinases) على الكالسيوم.

يعمل الكالسيوم بنجاح من خلال هذا الفعل الثلاثي ، على تأخير الشيخوخة كما يعمل في السيطرة على الاعتلالات الفسيولوجية أثناء تخزين الفواكه والخضراوات. وعلى سبيل المثال : يمكن استخدام تحلل الكالسيوم بالتفريغ لكثير من أصناف التفاح (الجرافينستين والكوكس أورانج بيبين (Gravenstein, Cox s Orange Pippin)، من خفض نسبة (إلى أقل من ٧٪) أعداد الفواكه المتأثرة بظاهرة النواة المرة (bitter pit) غير المرغوبة بعد تخزين استمر لثلاثة أسابيع على ٢٠°م (Scott and Wills, 1977). ووفقاً لهذين الباحثين ، فإن ظاهرة النواة المرة هي اعتلال فسيولوجي في التفاح يؤثر بصورة أساسية على نهاية كأس زهرة (calyx) الفاكهة ، وهو اعتلال مهم بصفة خاصة في بعض الأصناف المعينة المحددة التي تزرع في أستراليا (Australia) ونيوزيلاند (New Zealand) وأفريقيا الجنوبية (South Africa) ، للتصدير. وبالمقارنة ، فإن نسبة منتجات التفاح المتلفة غير المعاملة تصل إلى ٣٣-٥٢٪ في بعض الحالات. وبالإضافة لذلك ، فقد قل التحلل الداخلي وبالمثل قل إعتلال النواة المرة للأصناف المختلفة من التفاح ، والملاحظان خلال ١٢-١٥ أسبوعاً من التخزين على درجة حرارة منخفضة (بين ١-٥°م و ٥°م) وبدرجة معنوية بالمعاملة بالكالسيوم تحت تفريغ (Scott and Wills, 1979). وزيادة على ذلك ، فقد وجد بوفاييه (١٩٨٦) (Poovaiah) أن صلابة تفاح الجولدن دليش (الذهبي اللذيذ ، Golden Delcious) المخزن لخمسة عشر أسبوعاً على صفر°م قد تحسنت بعد التشريب بالتفريغ في محلول كلوريد كالسيوم ٣-٤٪. وفي نفس الوقت ، تحسن محتوى حمض الأسكوربيك وتم تعزيزه بمقدار الضعف بينما قل إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون وابتعث الإثيلين. أيضاً لاحظ تيرمازي وويلس (١٩٨١) (Tirmazi and Wills) (1981) الزيادة في محتوى حمض الأسكوربيك في المانجو ، بينما ترافق ذلك مع تأخر نضجها لما يفوق الأسبوع على درجة حرارة الجو العادي. تم تأخير نضج صنفين من

الأفوكادو (الفيويرتي والهاس Fuerte and Hass) من يوم إلى أربعة أيام أثناء التخزين على درجة حرارة ٢٠م° بخطوة تفريغ في محلول كلوريد كالسيوم ٤٪ (ويليس وسيريفاتانابا ١٩٨٨) (Wills and Sirivatanapa, 1988). عليه وهكذا، فقد يمكن التأخير في النضج والشيخوخة من المحافظة على كثير من المنتجات لأطول فترة ممكنة في سلسلة التوزيع وحتى على درجة حرارة الجو العادي، ولهذا الأمر أهمية خاصة في معظم الدول النامية حيث يقل استخدام التبريد أو لا يتوافر بالمرّة.

قد يلعب التخلل تحت تفريغ لأمينات عديدة (vacuum infiltration of polyamines) وهي جزيئات مشحونة بشحنات موجبة (positively charged molecules) نفس دور الكالسيوم في تأخير تليين/تطرية وشيخوخة المنتجات النباتية ويرجع هذا لمقدرة الأمينات العديدة على ربط الجدران الخلوية أو تثبيت الغشاء، وكذلك دوره غير المباشر في العمليات الفسيولوجية. أوضح بونابا وآخرون (١٩٩٣) (Ponappa *et al.*, 1993) وبجلاء ووضوح، الدور المشابه لهذه المركبات وقد قارنوا أثر التشريب بالكالسيوم مع أمينات عديدة متنوعة في حفظ شرائح الفراولة الطازجة. ومن خلال هذه الأمينات العديدة المستخدمة في هذا العمل، اتضح أن للاسبيرميدين (spermidine) والاسبيرمين (spermine) أثراً أكبر من أثر البيوتريسين (putrescine)، ويبدو أنهما فاعلان بنفس فعالية الكالسيوم في المحافظة على صلابة الفواكه بعد التخزين لمدة أربعة وتسعة أيام على حرارة ٢٠م° و١٠م°، على التوالي. زاد الترشيح التفريغي للبيوتريسين (فاليرو وآخرون ١٩٩٨a) (Valero *et al.*, 1998a) أو الجيبيريلين (gibberellin) (فاليرو وآخرون، ١٩٩٨b) من صلابة الليمون الكامل المحفوظ على ١٥م° وفي نفس الوقت أحر تغيرات لون الفواكه المقطوفة وهي غير ناضجة (unripe picked fruits).

وأخيراً أبرزت/كشفت أبحاث ليدإستر وآخرون (١٩٨٦) (Lidster *et al.*, 1986) قدرة التشريب تحت تفريغ في محاليل محتوية على جلايكوسيدات فلافونويدية ((flavonoid glycosides)، الكيويرسيتين(querctin)) وحمض الفينوليك (حمض الكلوروجينيك) في تثبيط تطرية ثمار تفاح الاسبارتان والجولدن دليشش المحفوظة على حرارة ٢٠م° و صفروم. وأساساً، تم تفسير هذا الأثر بخصائص تثبيط هذه المركبات للبيتا-جلاكتوسايديز (β -galactosidase).

(١٨,٥) المعاملة الحرارية: السلق والتعليب

Heat Greatment: Blanching and Canning

المعاملات الحرارية هي المسؤولة عن (هي المسبب) دنتره الأنسجة الخلوية غير العكسية، والتي تحدث في الفواكه والخضراوات مؤدية إلى تليينها/تطريتها وفقدان عصيرها. عليه، فقد استخدمت تقنية التشريب بالتفريغ قبل المعاملة الحرارية مثل السلق (Blanching) والبسترة (pasteurising) والتعليب (canning)، بهدف الحد من التحطيم الحراري للمنتج. ومما يثير الدهشة والاهتمام وبصفة خاصة، أن نلاحظ معاملة المشروم البرعمي (button mushrooms) (McArdle *et al.*, 1974; Gormley and Walshe, 1986) ومعاملة الفراولة (Main *et al.*, 1986) ومعاملة المشمش (French *et al.*, 1989) ومعاملة اللفت (Moreira *et al.*, 1994).

أبان مكاردل وآخرون (١٩٧٤) (McArdle *et al.*, 1974)، أن التشريب بالتفريغ للمشروم بالماء فقط، قبل السلق والتعليب حسن من ناتج وزن المنتج النهائي. وقد يتم أيضاً، تحسن حفظ الماء، بالتشريب الابتدائي في مادة غروية (hydrocolloid) مثل صمغ الزنثان (xanthan gum) (Gormley and Walshe, 1986). قلل التشريب بالزنثان انكماش المشروم أثناء دورة السلق/التعليب، وبالتالي، قلل نقص وزن المنتج. وزيادة على

ذلك ، فقد أدت المعاملة الأولية بالزائنات إلى قوام مشروم معلب أقل صلابة وأكثر قبولاً. أشار ديمكس وآخرون (١٩٨٨) (Demeaux *et al.*, 1988) إلى أن استخدام المواد الجلي (gelling agents) مثل بروتينات بياض البيض (egg white) يكون أكثر فعالية من استخدام صمغ الزائنات والذي لا يتجلتن ، وذلك فيما يتعلق بتقليل فاقد/نقص وزن المشروم المعلب.

تم تحسين صلابة شرائح اللفت المثبتة بالسلق (على ٩٧°م ، لمدة ٣ دقائق) وبالتحميض المضطرد (consecutive acidification) (غمر لمدة ٢٢٠ دقيقة في محلول حمض الأسيتيك على درجات حرارة مختلفة ثابتة: ٢٠ ، ٥٠ ، ٧٠ و ٩٠°م) فقط ، باستخدام المعاملة الأولية التفريغية للتشريب بالماء والذي لعب دوراً وقائياً اتضح من التغيير المتمثل في انتفاخ الخلية (Moreira *et al.*, 1994).

حسن التشريب بلاكتات الكالسيوم (calcium lactate infusion) من قوام الفراولة الطازجة الكاملة أو المقطعة شرائح ، كما قلل من فقدتها للوزن والذي تم قياسه بعد التعليب (Main *et al.*, 1986) ، ويرجع هذا لوجود الكالسيوم الذي عمل على تقوية تركيب جدار الخلية بتكوينه للبكتات (pectates) (انظر إلى ما أشير إليه سابقاً). أيضاً ، لاحظ فرنش وآخرون (١٩٨٩) (French *et al.*, 1989) هذا التحسين للقوام باستخدام التشريب بالكالسيوم في المشمس المعلب (صنف باترسون (Patterson cultivar) حتى في وجود تأثير تخليبي (chelator effect) لسترات خارجية أو داخلية والتي قد تعمل على الحد من فعالية الكالسيوم ، وخاصة في الفواكه الأقل نضجاً لأنها شديدة الحموضة.

وجد أن للتشريب بالتفريغ للبكتين ميثايل استريز الخارجي (exogenous pectinmethylesterase (PME)) في الفواكه ، فعالية في زيادة صلابة الأغذية المصنّعة حرارياً. البكتين ميثايل استريز الخارجي إنزيم مربوط بجدران خلايا الفواكه

والخضراوات ، ويعمل على نزع / إزالة استر البكتين (de-esterifies pectin). في نضج الفواكه ما بعد الحصاد ، يسبق نشاط البكتين ميثايل استريز الخارجي (PME) إزالة البلمرة (depolymerisation) بواسطة البولي جالاكتورينيز (polygalacturonase) مسببا تطرية الفواكه. تم الافتراض النظري بأن البكتين ميثايل استريز الخارجي PME يعمل على زيادة صلابة الفواكه والخضراوات بإزالة ميثايل (demethylation) البكتين الداخلي ملحوقا بخلب الكاتيونات ثنائية التكافؤ chelation of divalent cations بمجاميع حمض الكاربوكسيل المؤينة ionised carboxylic acid groups على سلاسل حمض البكتيك القريبة (Suutarinen *et al.*, 1999). في وجود الكالسيوم ، يكون الأثر المؤدي لزيادة الصلابة متناسبا مع نشاط البكتين ميثايل استريز الخارجي (PME) قبل المعاملة الحرارية و يمكن تقويته باستخدام التشريب بالتفريغ بالبكتين ميثايل استريز الخارجي. في الخوخ المسلوق (على ٩٥ م° لمدة ٣٠ ثانية) أو المسلوق-المعلب (blanched-canned) (على ١٠٤ م° لمدة ١٢ دقيقة)، أدى التشريب بالتفريغ مع البكتين ميثايل استريز (المأخوذ من الحمضيات) والكالسيوم ، إلى زيادة صلابة هذه المنتجات المصنعة حراريا بما قد يصل إلى أربعة أضعاف تقريبا ، مقارنة بما حدث للعينات المرجعية التي لم يتم تشريبها (Javeri *et al.*, 1991).

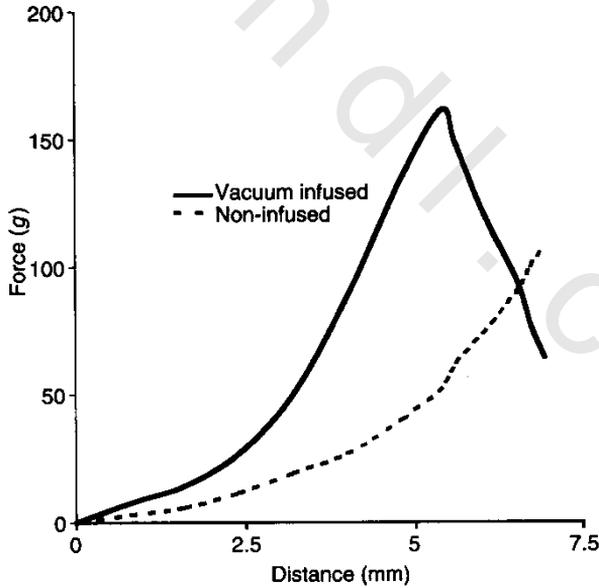
(١٨، ٦) التجميد

Freezing

تسبب دورات التجميد والتسييح للفواكه والخضراوات تحطيماً بالغاً للتركيب الخلوي والذي يعني دنثرة الأغشية وتمزق الجدران الخلوية وبالتالي تقود إلى نقص في الامتلاء (turgor) والتماسك/الصلابة (rigidity). بصورة عامة ، ينتج هذا نضحا (إفرازا عصبيريا عند إزالة الثلج من المنتج defrosting of the product. ذكر بارتون (١٩٥١)

(Barton, 1951) بأن خلط السكر ومركبات الجلي مع الفواكه الطازجة ومن ثم معاملتها بالتفريغ كخطوة تالية، أعطت منتجات مجمدة ومسيحة بخصائص حسية أفضل. وفي حالة شرائح الفراولة والتي اقترحها المؤلف، فإن استخدام البكتين والألجينات (alginate) قبل التجميد مكن من المحافظة على شكلها ووزنها ولونها بدرجة أكبر مقارنة بالتي لم تعامل وخاصة بالـ *HM pectin*. وبالإضافة لذلك، فقد أفاد ماين وآخرون (Main et al., 1986) (١٩٨٦)، أن المعاملة الأولية بالتشريب بالكالسيوم للفراولة الكاملة أو المقطعة شرائح، قد حسنت مقاومة الفاكهة للتمزق (shear) بدرجة بسيطة. تم تفسير ضعف فعالية الكالسيوم في تحسين الصلابة، بعدم كفاية عملية إزالة الميثايل (demethylation) من البكتين الداخلي في الفاكهة لتكوين البكتات. عندما أتبعت دورة التجميد-التسييح (freezing-defrosting cycle) بمعاملة حرارية، أصبح التأثير على القوام أقوى وأفضل نتيجة لزيادة نشاط نزع الميثايل أثناء ارتفاع درجة الحرارة. اقترح سيركو (Cierco, 1994) (١٩٩٤) معاملة أولية بالتشريب بالتفريغ للفواكه في محاليل محتوية على مركبات جل كطريقة حديثة لتحسين جودة الفراولة المجمدة. باستخدام هذه الطريقة، حصل المؤلف على فراولة مجمدة-مسيحة حافظت على مظهر ومذاق الفراولة الطازجة، حتى بعد التخزين لعدة سنوات على -٢٠°م. وحديثاً، وضع ماترنج وآخرون، (Martinge et al., 1994) ١٩٩٩ إمكانية استخدام مركبات جل غروية (هيدروكلودية، غروية، hydrocolloids) (مثل الجيلاتين والبكتين والألجينات والنشا) عن طريق استخدام التفريغ لقطع التفاح الطازج قبل التجميد. إذا كان أخذ/امتصاص مركب الجل كافياً، فسيلاحظ الأثر التركيبي على المنتج عند تسييحه. وتم عرض مثال لتحويل القوام هذا، في الشكل رقم (١٨،٣). يبدو أن قابلية العينات المشربة بالجليلاتين للتقطيع (cuttability) - والمعرفة بأنها: القوة اللازمة لقطع مكعب تفاح سمكه سنتيمتر

واحد مقاس بجهاز قياس القوام المستخدم فيه سكين (texture analyser equipped with a blade)، تظهر سلوكاً مشابهاً للسلوك الذي يديه الجل الهيدروكلويدي البسيط. وحقاً أو فعلاً، أظهرت قطع التفاح المعاملة بالجيلتين قبل التجميد وبوضوح قوة جل أكبر (ميل المنحنى أكثر انحداراً). ومن ثم، فقد أظهرت العينات المشربة قابلية للقطع تشابه قابلية الجل للقطع (توجد نقطة انكسار/انفصال (breaking point) قبل نهاية القياس) والتي كانت مختلفة تماماً عن حالة العينة المرجعية، التي تقابل قيمة قوة الجل لها، السحق المستمر (continuous crushing)، فقط. شرح ماترينج وآخرون (١٩٩٩) هذه الظاهرة بتكوين فراغات بين الخلايا مملوءة بالجل (gell-filled intercellular spaces) تسود التركيب الملين للتفاح مزال الثلج / الميسح.



الشكل رقم (٣، ١٨). بيانات تحليل قوام مكعبات تفاح اسم^٣ مجمدة-مسيحة، متشربة بالجيلتين، وغير متشربة والتي تبين قوة القطع مقابل مسافة القطع.

(١٨,٧) التجفيف الأسموزي والتطبيقات الأخرى

Osmotic Dehydration and Other Applications

ناقشت مجموعة فيتو وآخرون غيرهم وبشكل منتظم، الاستخدام المتزامن (simultaneous application) للتفريغ في الفواكه أثناء كامل عملية التجفيف الأسموزي (entire osmotic dehydration process)، أو في الدقائق الأولى من المعاملة أو أثناء الدورات المنبضّة المعتادة/النظامية (regular pulsed cycles). تعامل مع/أو درس هؤلاء الباحثين وبصورة أساسية، حركات انتقال الكتلة ومعدلات التجفيف الأسموزي بالتفريغ (فيتو، ١٩٩٤، فيتو وباستور، ١٩٩٤؛ شاي وفيتو ١٩٩٤؛ وشاي وآخرون ١٩٩٥، بانداس - أمبروسيو وآخرون ١٩٩٦؛ راستوجي وراجهافارو، ١٩٩٦؛ كاسترو وآخرون، مارتينيز - منزو وآخرون ١٩٩٨b) (Fito, 1994; Fito and Pastor, 1994; Shi and Fito, 1994; Shi *et al.*, 1995, Panades-Ambrosio *et al.*, 1996; Rastogi and Raghavaro, 1996; Castro *et al.*, 1997; Martinez-Monzo *et al.*, 1998b)، تعديلات تركيبية دقيقة (microstructural modifications) (بارات وآخرون ١٩٩٩، ٢٠٠٠، (Barat *et al.*, 1999, 2000)) ومع تغيرات في المحتوى وفسيوكيميائية (composition and physiochemical changes) (شافر وآخرون ٢٠٠٠، مورينو وآخرون ٢٠٠٠، شيرالت وآخرون ٢٠٠١) (Chafar *et al.*, 2000; Moreno *et al.*, 2000; Chiralt *et al.*, 2001).

ظهر/نتج من هذه الدراسات المختلفة أن لاستخدام التفريغ أثناء المعاملة الأسموزية له أثراً بارزاً، وذلك بسبب أن المنتج مسامي. يسرع التفريغ من تحويل المذابات نحو نسيج المنتج (matrix) بمفعول قسري واختراق مبكر (forced and early penetration of the solution) للمحلول؛ وفوق كل اعتبار، فإن هذا مدعم للاستخلاص المائي، حيث إن جزيئات الماء قد تهاجر بمزيد من السهولة في

مسام/فتحات / ما بين الخلايا المملوءة بالسائل ، مما يؤدي إلى فقد مائي كبير. وبصورة عامة يوصى بالتجفيف الأسموزي التفريغي النبضي (pulsed vacuum osmotic dehydration) نظراً لمميزاته الاقتصادية والتحسين /المقنع في نقل /انتقال الكتلة (satisfactory mass transfer improvement).

لا يوجد اختلاف معنوي في تغير حجم الفواكه عند مستوى الرؤية المجردة (بالعين ، (macroscopic)) ، بين الضغط الجوي والتجفيف الأسموزي التفريغي بسبب تأثير التجفيف ، ولم يكن تشويه الخلية وانكماش جدرانها مهمين في معاملة التفريغ وذلك لغياب الغاز في تركيب الغذاء.

في البحوث الواردة في القائمة أعلاه ، تم تفسير/إرجاع تحسينات جودة الفواكه المعاملة بالتجفيف الاسموزي ، والملاحظة (pH والنشاط المائي والثباتية واللون والقوام ، إلخ) أساساً ، للأثر الوقائي للمذابات المشربة أو بالنقص العام الكبير في محتوى المنتجات من الماء).

- في الاستعراضات الأدبية ، تم اقتراح استخدامات تقنية تفرغ أخرى مهمة :
- إمهاء إدخال ماء أو تفرغي (vacuum hydration) للبقوليات الجافة (ساستري وآخرون ، ١٩٨٥) (Sastry et al., 1985). قللت المعاملة الأولية بالإمهاء التفريغي من حدوث أو تعاظم تشقق (انفلاق) المنتج المعلب كما أسرعت بامتصاص الماء.
 - الترشيح التفريغي للملح الطعام في قطع البطاطس قبل التسخين الأومي (وانج ساستري ، ١٩٩٣) (Wang and Sastry, 1993). هذه الفلترة فعالة بصورة خاصة مع الجسيمات التي سمكها أقل من ١ سم ، فقد عدلت التوصيل الكهربائي للمنتج ، بدرجة معنوية.

- تصميم مؤشر حيوي (bioindicator) لفحص فعالية معاملات التعقيم الحراري المستمرة، لجسيمات السائل الغذائي (ساستري وآخرون ١٩٨٨) (Sastry et al., 1988). تم عمل المؤشر الحيوي من قطع المشروم المشربة بالتفرغ بمحلول الالجنينات وجراثيم الباسلس ستيرثيرموفلس (*B. stearothermophilus*). كما تم تثبيت الجراثيم البكتيرية بتكوين جل الالجنينات بعد الغمر في حمام الكالسيوم.
- استخدام التفرغ كمثبط للتلون البني (browning inhibitors) لقطع التفاح والبطاطس (سابرس وآخرون، ١٩٩٠) (Sapers et al., 1990). تم استخدام الأسكوربات أو الإروثوربات كمثبطات لإطالة ثباتية لون أو مظهر المنتجات المقطعة الطازجة والمخزنة على ٤° م.

(١٨،٨) الاتجاهات المستقبلية

Future Trends

أدناه، تم عرض ثلاثة أفكار كتطبيقات/استخدامات مهمة جداً أو كحقول بحث

جديدة:

١- تمت دراسة التشريب التفرغي للمذابات قبل أو أثناء التجفيف الأسموزي، جيداً، ولكن لم يتم اقتراح معالجة مباشرة باستخدام تقنية التفرغ قبل معاملات التجفيف الأخرى (التجفيف بالحمل الحراري (convective)- وبالتفرغ- أو التجفيد (freeze-drying)). وقد يحسن هذا من جودة المنتجات المجففة بتعديل تركيبها الكيميائي وخصائصها الحرارية/الطبيعية (Thermophysical)، بينما يتم تعديل حركات التجفيف.

٢- تمت الإشارة إلى التشريب التفرغي للإنزيمات في تركيب الفواكه والخضراوات في معرض ارتباطه بتصميم الغذاء المعدل إنزيمياً (بيكر وويكر،

(١٩٩٦) (Baker and Wicker, 1996)، ولكن لم يتم استغلاله بدرجة كافية. قاد وأدى التعديل/التحويل الإنزيمي للخصائص الداخلية للفاكهة أو الخضراوات الكاملة/السليمة بالتشريب التفريغي إلى عمليات نقل/ تفاعلات مثيرة للاهتمام في هندسة النسيج الغذائي. يبدو أن تطبيقات/استخدامات التشريب التفريغي الإنزيمي كثيرة، وتعتمد على النشاط التخصصي المحدد والوظيفي للإنزيم: التقشير والتصلب (firming) أو النظرية (softening) وتوليد رائحة طيارة (volatile aroma) من طلائع جلايكوسيدية (glycosidic precursors) وإزالة النكهات/الروائح غير المرغوبة (off-flavors) وتحليل/هدم المركبات غير القابلة للهضم أو السامة (degradation of non-digestible or toxic compounds) وغير ذلك. درست بعض التطبيقات/الاستخدامات، وأساساً تلك المتضمنة تعديل التركيب، بنجاح و/أو بلغت هذه الاستخدامات مرحلة التطور التجاري. وكما جاء في الوصف في القسم ١٨.٥، فإن التحسن في صلابة الفواكه باستخدام البكتين ميثايل استريز الخارجي قد تم تعزيزه عندما تم التشريب تحت التفريغ. والاستخدام الأكثر تطوراً هو استخدام البيكتينيزات (pectinases) والسيلوليزات (cellulases) المشربة لتحسين تقشير الفواكه الحامضية (روانا ومانهيم، ١٩٩٤، سوفر ومانهيم، ١٩٩٤، بريتل وآخرون، ١٩٩٧، Rouhana and Mannheim, 1994; Soffer and Mannheim, 1994; Pretel et al., 1997).

٣- ربما يؤخذ في الاعتبار إمكانية إغناء/تعزيز أو تصنيع مركبات من قطع الفواكه والخضراوات بالمركبات التغذوية (nutritional compounds) أو المذابات الأخرى. وكما جاءت الإشارة سابقاً، فقد كان لاستخدام تقنية التفريغ في المواد الخام أهمية وحضور في إطالة فترة صلاحية أو مظهر المنتج الخام. ومع الأهداف التكميلية، فإن هذه المعاملة قد تساعد في تطوير منتجات طازجة جديدة (سلطات مقطعة طازجة

ومكونات جاهزة للاستخدام (ready-to-use ingredients) في الفطائر أو الأطباق، ومنتجات غذائية شبه - طازجة، إلخ (dietary fresh-like products, etc)، وذلك بإدخال مكونات فسيولوجية نشطة، مخفضات النشاط المائي أو الـpH ومضادات ميكروبية (antimicrobial) وغير ذلك). اقترحت مجموعة فيتو صنع تركيبات قطع فواكه أو خضراوات طازجة وظيفية (formulation of functional fresh fruits or vegetable pieces) (وهنا، تعني كلمة وظيفة: دور معين أو محدد/تخصصي في التغذية)، مع أملاح كالسيوم وزنك وحديد مختلفة والتي قد تمثل نسبة من المتناول اليومي المحدد الموصى به (determined recommended daily intake) من هذه المعادن للاستهلاك البشري (فيتو وآخرون، ٢٠٠١) (Fito et al., 2001).

تعتبر تقنية التفريغ تقنية واعدة في تصنيع كثير من الفواكه والخضراوات المصنّعة التجارية. وعلى أية حال، لا يوجد تشريع محدد يتعلق بالمنتجات المبتكرة المشربة بالتفريغ ويجب توضيح وضعها التشريعي. بين البرنامج الأوروبي (the FAIR European program) المشار إليه في القسم ٩-١٨ التالي، أن المنتجات المشربة قد تعتبر في بعض الأحيان أغذية جديدة (novel foods) تتطلب اسماً تجارياً جديداً. وبصورة عامة، يجب أن تخضع هذه الأغذية الجديدة لاختبارات للتأكد من أنها غير ضارة (harmlessness) ومن ثباتيتها (stability) حتى تقبل رسمياً/نظامياً على المستوى الوطني أو الأوروبي.

(١٨,٩) مصادر إضافية للمعلومات والنصائح/ الإرشاد

Sources of Further Information and Advice

Department of Food Technology Director: Pr P Fito
Universidad Politecnica de Valencia PO Box 22012
46071 Valencia, Spain
Tel: +34 96 387 7360
Fax: +34 96 387 7369

Research Laboratory in Food Engineering (Dr R Saurel)
IUT A - University of Lyon 1
Rue Henri de Boissieu
01060 Bourg-en-Bresse, France
Tel: +33 (0)47445 52 52
Fax: +33 (0)47445 52 53

European AAIR project F-FE 253/97 'Texture of heat processed fruits'
Contact:
Leatherhead Food Research Association
(Dr S A Jones)
Randalls Road, Leatherhead
Surrey KT22 7RY, UK
Tel: +44 1372 376761
Fax: +44 1372 386228

European FAIR demonstration project CT 98 'Improvement of processed fruit and vegetable texture by using a new technology: vacuum infusion' *Co-ordinator*:
TMI International
(Mrs K C Chatellier)
20, Bd Eugene Oeruelle
69432 Lyon cedex 03, France
Tel: +33 (0)4728404 82
Fax: +33 (0)4 72 84 04 85

المراجع (١٨،١٠)

References

- BAKER R A and WICKER L (1996) 'Current and potential applications of enzyme infusion in the food industry', *Trends Food Sci Technol*, **7** 279-84.
- BARAT J M, ALBORS A, CHIRALT A and FITO P (1999) 'Equilibrium of apple tissue in osmotic dehydration: microstructural changes', *Drying Technol*, **17** (7&8) 1375-86.
- BARAT J M, CHIRALT A and FITO P (2000) 'Structural change kinetics in osmotic dehydration of apple tissue', *Proceedings of the 12th International Drying Symposium, IDS 2000*, paper number 416, Amsterdam, Elsevier Science, 9 pp.
- BARTON R R (1951) 'Improving the quality of frozen premier strawberries', *J Am Soc Hort Sci*, **58** 95-8.
- BOLIN H R and HUXSOLL C C (1987) 'Scanning electron microscope/image analyser determination of dimensional postharvest changes in fruit cells', *J Food Sci*, **52** (6) 1649-50.
- CALBO A G and SOMMER N F (1987) 'Intercellular volume and resistance to air flow of fruits and vegetables', *J Am Soc Hort Sci*, **112** (1) 131-4.
- CASTRO D, TRETO O, FITO P, PANADES G, MUNEZ M, FERNANDEZ C and BARAT J M (1997) 'Deshidratacion osmotica de Pina a vacio pulsante. Estudio de las variables del proceso', *Alimentaria*, **282** 27-32.
- CHAFER M, GONZALEZ-MARTINEZ C, ORTOLA M D, CHIRALT A and FITO P (2000) 'Osmotic dehydration of mandarin and orange peel by using rectified grape must', *Proceedings of the 12th International Drying Symposium, IDS 2000*, paper number 103, Amsterdam, Elsevier 11 pp.
- CHIRALT A, MARTINEZ-NAVARETTE N, MARTINEZ-MONZO J, TALENS P, MORAGA G, AYALA A and FITO P (2001) 'Changes in mechanical properties throughout osmotic processes: cryoprotectant effect', *J Food Eng*, **49** 129-35.
- CIERCO M (1994) Pre-freezing treatment of strawberries and their use as fresh strawberry, French patent application (in French), FR 94 13864.
- DEL VALLE J M, ARANGUIZ V and DIAZ L (1998) 'Volumetric procedure to assess infiltration kinetics and porosity of fruits by applying a vacuum pulse', *J Food Eng*, **38** 207-21.
- DEMEAUX M, SONNERAT P and LORIENT D (1988) 'Localization and behaviour study of egg white proteins incorporated in cultivated mushrooms' (in French), *Sciences Aliments*, **8** 269-83.
- FITO P (1994) 'Modelling of vacuum osmotic dehydration of food', *J Food Eng*, **22** 313-28.
- FITO P and PASTOR R (1994) 'Non-diffusional mechanisms occurring during vacuum osmotic dehydration', *J Food Eng*, **21** 513-19.
- FITO P, ANDRES A, CHIRALT A and PARDO P (1996) 'Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation-relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food-liquid systems', *J Food Eng*, **27** 229-40.
- FITO P, CHIRALT A, BETORET N, GRAS M, CHAFER M, MARTINEZ-MONZO J, ANDRES A and VIDAL D (2001) 'Vacuum impregnation and osmotic dehydration in matrix engineering: Application in functional fresh food development', *J Food Eng*, **49** 175-83.
- FRENCH D A, KADER A A and LABAVITCH J M (1989) 'Softening of canned apricots: a chelation hypothesis', *J Food Sci*, **54** (1) 86-9.

- GORMLEY T R and WALSHE P E (1986), 'Shrinkage in canned mushrooms treated with xanthan gum as a pre-blanch soak treatment', *J Food Technol*, 21 67-74.
- HOOVER M W and MILLER N C (1975) 'Factors influencing impregnation of apple slices and development of a continuous process', *J Food Sci*, 40 698-700.
- JAVERI H, TOLEDO R and WICKER L (1991) 'Vacuum infusion of citrus pectinmethylesterase and calcium effects on firmness of peaches', *J Food Sci*, 56 (3) 739-42.
- LIDSTER P D, DICK A J, DEMARCO A and MCRAE K B (1986) 'Application of flavonoid glycosides and phenolic acid to suppress firmness loss in apples', *JAM Soc Hortic Sci*, 111 (6) 892-6..
- MAIN G L, MORRIS J R and WEHUNT E J (1986) 'Effects of pre-processing treatments on the firmness and quality characteristics of whole and sliced strawberries after freezing and thermal processing', *J Food Sci*, 51 (2) 391-4.
- MARTINEZ-MONZO J, MARTINEZ-NAVARETTE N, CHIRALT A and FITO P (1998a) 'Mechanical and structural changes in apple (var. Granny Smith) due to vacuum impregnation with cryoprotectants', *J Food Sci*, 63 (3) 499-503.
- MARTINEZ-MONZO J, MARTINEZ-NAVARETTE N, CHIRALT A and FITO P (1998b) 'Osmotic dehydration of apple as affected by vacuum impregnation with HM pectin', *Proceedings of the 11th International Drying Symposium, IDS'98*, eds Akritidis C B, Marinou-Korris D and Saravacos G D, Halkidiki, Greece, Volume A, Thessaloniki, Ziti Editions, 836-43.
- MARTINEZ-MONZO J, BARAT J M, GONZALEZ-MARTINEZ C, CHIRALT A and FITO P (2000) 'Changes in thermal properties of apple due to vacuum impregnation', *J Food Eng*, 43 213-18.
- MATRINGE E, CHATELLIER J and SAUREL R (1999) 'Improvement of processed fruit and vegetable texture by using a new technology "vacuum infusion" " *Proceedings of the International Congress 'Improved traditional foods for the next century'*, XII European Commission and Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 28-29 October, Valencia, Spain, 164-7.
- MCARDLE F J, KUHN G D and BEELMAN R B (1974) 'Influence of vacuum soaking on yield and quality of canned mushrooms', *J Food Sci*, 39 1026-8.
- MOREIRA L A, RODRIGUES-OLIVEIRA F A, OLIVEIRA J C and SINGH R P (1994) 'Textural changes in vegetables during thermal processing. II Effects of acidification and selected pretreatments on texture of turnips', *J Food Proc Pres*, 18497-508.
- MORENO J, CHIRALT A, ESCRICHE I and SERRA J A (2000) Effect of blanching/osmotic dehydration combined methods on quality and stability of minimally processed strawberries', *Food Res Internat*, 33 (7) 609-16.
- MUNTADA V, GERSCHENSON L N, ALZAMORA S M and CASTRO M A (1998) 'Solute infusion effects on texture of minimally processed kiwifruit', *J Food Sci*, 63 (4) 616-20.
- PANADES-AMBROSIO G, TRETO-CARDENAS O, FERNANDEZ-TORRES C, CASTRO D and MUNEZ DE VILLAVICENCIO M (1996) 'Pulse vacuum osmotic dehydration of guava', *Food Sci Technol Internat*, 2 301-6.
- PONAPPA T, SCHEERENS J C and MILLER A R (1993) 'Vacuum infiltration of polyamines increases firmness of strawberry slices under various storage conditions', *J Food Sci*, 58 (2) 361-4.
- POOVAIAH B W (1986) 'Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables', *Food Technol*, May 86-9.

- PRETEL M T, LOZANO P, RIQUELME F and ROMOJARO F (1997) 'Pectic enzymes in fresh fruit processing: optimisation of enzymatic peeling of oranges', *Process Biochem*, **32** (1) 43-9.
- RASTOGI N K and RAGHAVARO K S M S (1996) 'Kinetics of osmotic dehydration under vacuum', *Lebensm Wiss u Technol*, **29** 669-72.
- ROUHANA A and MANN HEIM C H (1994) 'Optimisation of enzymatic peeling of grapefruit', *Lebensm Wiss u Technol*, **27** 103-7.
- SALVATORI D, ANDRES A, CHIRALT A and FITO P (1998) 'The response of some properties of fruits to vacuum impregnation', *J Food Proc Eng*, **21** 59-73.
- SAPERS G M, GARZA RELLA L and PILIZOTA V (1990) 'Application of browning inhibitors to cut apple and potato by vacuum and pressure infiltration', *J Food Sci*, **55** (4) 1049-53.
- SASTRY S K, MCCAFFERTY F D, MURAKAMI E G and KUHN G D (1985) 'Effects of vacuum hydration on the incidence of splits in canned kidney beans (*Phaseolus vulgaris*)', *J Food Sci*, **50** 1501-2.
- SASTRY S K, LI S F, PATEL P, KONANAYAKAM M, BAFNA P, DOORES S and BE ELMAN R B (1988) 'A bioindicator for verification of thermal processes for particulate foods', *J Food Sci*, **53** (5) 1528-36.
- SCOTT K J and WILLS R B H (1977) 'Vacuum infiltration of calcium chloride: a method for reducing bitter pit and senescence of apples during storage at ambient temperatures', *Hortic Sci*, **12** (1) 71-2.
- SCOTT K J and WILLS R B H (1979) 'Effects of vacuum and pressure infiltration of calcium chloride and storage temperature on the incidence of bitter pit and low temperature breakdown of apples', *Austral J Agric Res*, **30** 917-28.
- SHI X Q and FITO P (1994) 'Mass transfer in vacuum osmotic dehydration of fruits: a mathematical model approach', *Lebensm Wiss u Technol*, **27** 67-72.
- SHI X Q, FITO P and CHIRALT A (1995) 'Influence of vacuum treatment on mass transfer during osmotic dehydration of fruits', *Food Res Internat*, **28** (5) 445-54.
- SOFFER T and MANN HEIM C H (1994) 'Optimisation of enzymatic peeling of oranges and pomelo', *Lebensm Wiss u Technol*, **27** 245-8.
- SOSA R, SALVATORI D, ANDRES A and FITO P (1998) 'Note. Vacuum impregnation of banana (*Musa acuminata* cv. giant Cavendish)', *Food Sci Technol Internat*, **4** 127-31.
- SUUTARINEN J, HEISKA K and AUTIO K (1999) 'Light microscope and spatially resolved FT-IR micro spectrometer in the examination of the effect of CaCl₂ and pectinmethylesterase (PME) treatments on the structure of strawberry tissues', *Proceedings of the International Congress 'Improved traditional foods for the next century'*, XII European Commission and Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 28-29 October, Valencia, Spain, 127-32.
- TIRMAZI S I H and WILLS R B H (1981) 'Retardation of ripening of mangoes by post harvest application of calcium', *Tropical Agric*, **58** 137-41.
- VALERO D, MARTINEZ-ROMERO D, SERRANO M and RIQUELME F (1998a) 'Influence of postharvest treatment with putrescine and calcium on endogenous polyamines, firmness, and abscisic acid in lemon (*Citrus lemon* L. Burm Cv. Vema)', *J Agric Food Chem*, **46** 2102-9.
- VALERO D, MARTINEZ-ROMERO D, SERRANO M and RIQUELME F (1998b) 'Postharvest gibberellin and heat treatment effects on polyamines, abscisic acid and firmness in lemons', *J Food Sci*, **63** (4) 611-15.

- WANG W C and SASTRY S K (1993) 'Salt diffusion into vegetable tissue as a pretreatment for ohmic heating: electrical conductivity profiles and vacuum infusion studies', *J Food Eng*, **20** 299-309.
- WANG C Y, CONWAY W S, ABBOTT J A, KRAMER G F and SAMS C E (1993) 'Postharvest infiltration of polyamines and calcium influences ethylene production and texture changes in Golden Delicious apples', *J Am Soc Hortic Sci*, **118** (6) 801-6.
- WILLS R B H and SIRIVATANAPA S (1988) 'Evaluation of postharvest infiltration of calcium to delay the ripening of avocados', *Austral J Exp Agric*, **28** 801-4.
- WILLS R B H and TIRMAZI S I H (1979) 'Effect of calcium and other minerals on ripening of tomatoes', *Austral J Plant Physiol*, **6** 221-7.

ثبت المصطلحات

أولاً: عربي - إنجليزي

أ

toxicity research	أبحاث السمية
temporal resolution	الإبصار (التبيان) المؤقت
back ground light	إبعاد الضوء الخلفي
lobbying by parties	الاتفاقات والتأزر بين الأحزاب
physical damage	الإتلاف الفيزيائي (الطبيعي)
brain damage	إتلاف المخ
cocktail effect	آثار مختلطة
visual impact	أثر بصري
preventive approach	إجراء أو تدخل وقائي
procedures for harvesting	إجراءات الحصاد
sanitary measures	إجراءات الشؤون الصحية
preventive measures	إجراءات وقائية
glass particles	أجزاء الزجاج

water stress	إجهاد مائي
spontaneous abortions	الإجهاض التلقائي
reasonable precautions	الاحتياطات المعقولة
allreasonable precautions	احتياطات ومحاذير المعقولة
soil water reserve	احتياطي ماء التربة
Stones	أحجار
bite-size chunks	أحجام صغيرة
mono-unsaturated fatty acids	الأحماض الدهنية أحادية عدم التشبع
food poisoning organisms	الأحياء الدقيقة المسببة للتسمم الغذائي
food borne disease organisms	الأحياء الدقيقة للأمراض المنقولة بواسطة الغذاء
standard mechanical- chemical tests	الاختبارات الآلية- الكيميائية القياسية
Microbiologist	اختصاصي ميكربولوجيا
exercised all due diligence	أداء الالتزامات المطلوبة
Conduct	أداء أو سلوك (ممارسات)
crop management	إدارة المحصول
post- harvest cropmanagement	إدارة المحصول لما بعد الحصاد
management of CCPs)	إدارة نقاط التحكم الحرجة
consumer perception	إدراك المستهلك
Eviscerations	إزالة الأحشاء الداخلية
hide removal	إزالة الجلود

grouped flowering and fruiting	إزهار وإثمار جمعي
pH	الأس الهيدروجيني
sound commercial reasons	أسباب تجارية منطقية
<i>Aspergillusflavus</i> ,	أسبيرجيلس فلافيس
<i>Staphylococcusclavatus</i>	أسبيرجيلس كلافاتوس
<i>Staphylococusaureus</i>	أستافيلوكوكس أوريس
linear response	استجابة خطية
use of correct pesticide	استخدام المبيدات السليمة
application of pesticide at advised concentration and rate	استخدام المبيدات بالتركيزات والمعدلات الموصى بها
legallypermittedlevels	استخدام بالمستويات المسموح بها قانونياً
in-the-field	استخدام حقل
pesticide applications	استخدام مبيدات الآفات
juice extraction	استخلاص العصير
fertilization strategies	إستراتيجيات تسميد
management strategy	إستراتيجية الإدارة
grower's QAstrategy	إستراتيجية ضمان الجودة للمزارعين
pleasantness of tomato fruit	استساغة ثمار الطماطم
consultants & academics	استشاريين و أكاديميين
weather sensing	استشعار المناخ (الجو)
overview	استعراض شامل

exhaust the water	استنزاف الماء
immediate consumption	استهلاك فوري
direct consumption	استهلاك مباشر
Fertilizers	أسمدة
browning of cut tissues	اسمرار الأنسجة المقطعة
fresh produce market	أسواق المنتجات الطازجة
voltage signal	إشارات فولتية
reference triggering signal	إشارة منبهة (مرجعية)
qualified personnel	الأشخاص العاملون (الموظفون) الأكفاء
total intercepted radiation	الإشعاع الكلي المحجوز
electro magnetic radiation	إشعاع كهرومغناطيسي
Irradiance	إشعاعية
transmitted radiation	أشعة مارة
global radiation	الأشعة الكلية
reflected radiation	الأشعة المنعكسة
NIR region	الأشعة تحت الحمراء القريبة
incident radiation	أشعة ساقطة
absorbed radiation	أشعة ممتصة
transmitted radiation	أشعة منقولة
Pigments	الأصبغ

conference proceeding	إصدارات المؤتمرات
yellowing of green vegetables	اصفرار الخضراوات الخضراء
cultivars	أصناف
appropriate cultivars	أصناف زراعية مناسبة
determinate cultivars	أصناف محددة
supplementary lighting	إضاءة تكميلية
light attenuation	إضعاف الضوء
Attenuation	الإضعاف أو التخفيف
basic frame work	الإطار الأساسي
insect release	إطلاق الحشرات
physiological disorders	الاعتلالات الفسيولوجية
embarking on HACCP-Study	الاعتماد على دراسة هاسب
field or site preparation	الإعداد في الحقل أو الموقع
visible symptoms	أعراض بصرية
mature storageorgans	الأعضاء الناضجة التخزينية
small and medium sized enterprises (SMES)	الأعمال التجارية الصغيرة والمتوسطة
food business	الأعمال التجارية الغذائية
baby foods	أغذية الأطفال الصغار الرضع
formulated foods	أغذية مركبة
diagnosis purposes	أغراض التشخيص

quality purposes	أغراض الجودة
due diligence purposes	أغراض ضمان وتأكيد الالتزام
transparent cover	أغطية شفافة
pests	الآفات
better and safer	الأفضل والأسلم
tropical regions	الأقاليم الاستوائية
subsections	أقسام فرعية
maximum rate of leaf photosynthesis(Pmax)	أقصى معدل تمثيل ضوئي للألياف
Detection of defects	اكتشاف العيوب
most sophisticated greenhouse	أكثر البيوت المحمية تطوراً
Bags	أكياس
plastic bags	الأكياس البلاستيكية
detection apparatus	آلة الكشف (جهاز الكشف)
reactive arthritis	التهاب المفاصل (الروماتيزم) التفاعلي
alpha & beta-carotene	الألفا والبيتاكاروتين
Optoelectronics	الإلكترونيات الضوئية
mechanics of QA	آليات ضمان الجودة
injection and collecting fibers	ألياف الحقن والتجميع
red absorption	الامتصاص الأحمر
complete absorption	امتصاص كامل وتام

broad band absorption

امتصاص نطاقات الذبذبات أو

الأطوال الموجبة العريضة

Diseases

أمراض

long-term illness

أمراض طويلة الأجل

short-term illness

أمراض قصيرة الأجل

foodborne harms

أمراض منقولة بواسطة الغذاء

Production of biomass

إنتاج الكتلة الحيوية

dry matter production

إنتاج المادة الجافة

long-season production

إنتاج الموسم الطويل

field production

إنتاج حقلي

Uniformity

الانتظام

color uniformity

انتظام اللون

uniformity of size shape, and color

انتظام في الحجم والشكل واللون

anthocyanins

أنثوسيانينات

ionic gradient

الانحدار الأيوني

gradient of water potential

انحدار جهد الماء

spatial resolution

الانحلال

senescence breakdown of
chlorophyll

انحلال الكلوروفيل نتيجة للشيخوخة

political bias

انحياز سياسي

poor quality

انخفاض في الجودة

low light intensity

انخفاض كثافة الضوء

reduced reflectance	انخفاض معامل الانعكاس
crisp firm tissues	أنسجة صلبة هشة
non-storage tissues	أنسجة غير تخزينية
ageing	انضاج
formal food safety management system	أنظمة إدارة مأمونية الأغذية النظامية
intermediate cultivation systems	أنظمة الزراعة الوسيطة
fog systems	أنظمة الضباب
open systems	الأنظمة المفتوحة
real decision support systems DSS	أنظمة دعم اتخاذ القرار الحقيقية الفعلية
closed soilless systems	أنظمة مقفولة بدون تربه
disease – warning systems	أنظمة منذرة بالأمراض
artificial nose	الأنف الاصطناعية
Encarsia Formosa	الانكارسيافورموسا
Growing	الإنباء
mode of application of actions	أنماط التطبيق الفعال
metabolic collapse	الانهيار الأيضي
citrus species	أنواع الحمضيات
<i>Shigella</i> spp.	أنواع الشاجيلا
<i>Campylobacter</i> spp	أنواع الكامبيلوباكتر
Types of modeling	أنواع النمذجة
Types of tomato production	أنواع إنتاج الطماطم

environmental & health concerns	الاهتمامات البيئية والصحية
key importance	أهمية مفتاحية (أساسية)
Automated	أوتوماتيكية (آلية)
Foliage	أوراق النبات
phloem	أوعية الفلويم (اللحاء)
duration of high humidity	أوقات الرطوبة العالية
pathogenic <i>E.coli</i>	إي كولاي الممرضة
<i>E.oli O157:H 7</i>	ايشريشيتا كولاي أو ١٥٧ : اتش ٧
Tenability	إيقاعية (تناغم)
ب	
Papaya	باباي
Patulin	باتولين
Peas	بازلاء
Intoxicating pathogenic bacteria	باكتيريا مسممة ممرضة
Infective pathogenic bacteria	باكتيريا معدية ممرضة
Bland	باهت (فاقد للنكهة)
Greengrocer	بائع الخضار
water vapor	بخار ماء
seeds	بذور
sharp metal filings and scarf	البرادات المعدنية الحادة
animal faeces	براز الحيوانات

side shoots	البراعم الجانبية
assured produce schemes	برامج الإنتاج المضمون
objective evidence	براهين منطقية واقعية
<i>Yersinia enterocolitica</i>	برسينيا/نيروكوليتيكا
temperature regime	برنامج (نظام) درجات الحرارة
logically and systematically structure	بشكل منطقي ونظامي
survival and growth of bacterial pathogens	بقاء ونمو الممرضات البكتيرية
brown spots	بقع بنية
saprophytic bacteria	البكتيريا الإغفينية
enteropathogenic bacteria	بكتيريا داخلية
beta-cryptoxanthin	بيتاكريبتوزانثين
green house	بيوت محمية
root environment	بيئة الجذور
modified atmospheres	البيئة المعدلة (أو المناخ المعدل)
storage environment	بيئة أو مناخ التخزين

ن

Effect of skin and penetration depth	تأثير الجلد (القشرة) وعمق الاختراق
confirmation of compliance	تأكيد الالتزام
Tannins	تانينات
carbon exchanges	تبادل الكربون
evaporation of water	تبخر الماء

soil evaporation	تبخر من التربة
Hydrocooling	تبريد مائي
biological consequences	تبعات حيوية
whitening the cover	تبييض الغطاء
sequence of events	تتابع الأحداث
logical sequence of activities	تتابع منطقي للنشاطات
food businesses of all kinds	تجارة الأغذية بكل أنواعها ومجالاتها
sprouting in root & bulb crops	تجذر المحاصيل الجذرية واللبية
Empirical	تجريبي
matter partition	تجزئة المادة الجافة
partitioning	تجزئة / تقسيم
skin wrinkling	تجدد الجلد
Freezing	تجميد
mealiness	التحبيب
under cover	تحت غطاء
identifying and quantifying quality in objective terms	تحديد مقاييس الجودة وجعلها في مقاييس كمية والتعبير عن ذلك بمصطلحات حقيقة
localize the defect	تحديد موقع العيب
identify and maintain critical control points	التحكم الحرجة والمحافظة عليها
global movement of foodstuffs	التحرك الدولي للسلع الغذائية

seed preparation and propagation	تحضير البذور ونثرها
site preparation	تحضيرات الموقع
Verification	تحقق
trade-off	تحقيق مقايضة
breakdown of chlorophyll	تحلل الكلوروفيل
Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)	تحليل المخاطر بنقاط التحكم الحرجة
hazard analysis	تحليل المخاطر
microbiological analysis	تحليل ميكروبيولوجي
phase transitions	التحولات المرحلية
light transmission	التحويل النقل الضوئي
Composted	تحويلها إلى سماد
data storage	تخزين البيانات
modified atmosphere storage	التخزين تحت الجو المعدل
post-harvest storage	تخزين ما بعد الحصاد
multidisciplinary	تخصصات متعددة
Planning	تخطيط
integrated planning	التخطيط المتكامل
Handling	تداول
post- harvest handling	تداول ما بعد الحصاد
operator training	تدريب العاملين
staff training	تدريب العاملين

quality rating	تدرّيج الجودة
respiratory afflux of CO2	التدفق التنفسي لثاني أكسيد الكربون
xylem & phloem infuxes	تدفقات الجزء الخشبي للنبات واللحاء
loose and granular structure of the flesh	التركيب المحبب والرخو للحم (اللب)
tissue microscopic structure	التركيب النسيجي المجهرى
age structure	تركيب عمري
ion concentration	تركيزات الأيونات
critical concentration	التركيزات الحرجة
dry matter concentration	تركيز المادة الجافة
due diligence in production of safe food	التزام بإنتاج غذاء مأمون
compliance with HACCP plan	التزام بخطة الهاسب
compliance with the law	التزام وتقيّد بالقانون
contents to leak out	تسرب المحتويات
allow traceability	تسمح بالتتبع والرجوع
long-term intoxication	تسمم لفترات طويلة
Fertigation: the application of fertilizer through an irrigation system	تسميد من خلال نظام الري
leaf air saturation	تشبع الأوراق بالهواء
light scattering	تشتت الضوء
Scattering	تشتت الضوء
encouragement of legislation	تشجيع التشريعات
Trimming	التشذيب (التقليم والقص)

fruit pruning	تشذيب (تقليم) الثمار
operate complete HACCP systems	تشغيل أنظمة الهاسب كاملة.
cracks	تشقق
general modeling frame work	تشكيل إطار نمذجة عامة
food manufacturing	تصنيع غذائي
immediate post-harvest processing	تصنيع ما بعد الحصاد الفوري
non-destructive optical characterization	التصنيف البصري غير المتلف
complete optical characterization	تصنيف بصري تام
nuclear magnetic resonance	التصوير المغناطيسي الذري
scanning of the monochromator	تصوير بجهاز أحادي الموجة
implementation	تطبيق
Applying the HACCP concept	تطبيق مفهوم الهاسب
fertilizer applications	تطبيقات الأسمدة
preliminary applications	تطبيقات أولية
foliage development	تطور، نمو الأوراق
subjective terms	تعابير غير موضوعية وافتراضية
modified atmosphere packaging	تعبئة تحت جو معدل
algebraic expression	تعبير جبري
multiple scattering of light	تعدد استطارة الضوء
multiple food retailers	تعدد موزعي الأغذية بالتجزئة
compromise food safety	تعرض مأمونية الغذاء للتأثر

calculated evapotranspiration	التعرق التبخري المحسوب
internal decay	التعفن الداخلي
blossom – end- rot	تعفن نهايات الأزهار
soil disinfection	تعقيم التربة
Canning	التعليب
severe limitation	تعويق حاد
packaging of the product)	تغليف المنتج
color changes	تغيرات لونية
crop pathogen interactions	تفاعل ممرضات المحصول
Interactions with pests and diseases	التفاعلات مع الآفات والأمراض
misinterpretation	تفسير سيئ أو خاطئ
Early blight outbreak	تفشيات الآفات المبكرة
estimate of optical properties	تقدير المطلق للخصائص البصرية
diffusion approximation	تقريب الانتشار
laceration	التقريح
minimization of contamination sources	تقليل مصادر التلوث
photo acoustic techniques	تقنيات التصوير الضوئي
auditing techniques	تقنيات المراجعة
standard QA auditing techniques	تقنيات مراجعة ضمان الجودة القياسية
optical technique	تقنية ضوئية

time-correlated single-photon counting (TCSPC)	تقنية عد الفوتون الأحادي المرتبطة بالوقت
nutrient film technique	تقنية فيلم العناصر المعدنية
standardizing the use of(HACCP)	تقيس (نموذج قياسي) لاستخدام الهاسب
international standardization of quality grades	التقييس العالمي لدرجات الجودة
standardizing the assessment of HACCP systems)	تقيس تقييم أنظمة الهاسب
risk assessment	تقييم المخاطر
assessment of the scientific and technical content of the HACCP plan	تقييم للمحتوى العلمي والتقني لخطة الهاسب
heating costs	تكاليف التسخين
energy cost of nutrient uptake	تكاليف الطاقة لأخذ العناصر الغذائية
analytical integration	التكامل التحليلي
frequency of monitoring	تكرار أو تتابع الرقابة
energy cost	تكلفة الطاقة
yield formation	تكون الناتج
Formation of product quality	تكوين جودة المنتجات
environmental pollution	تلوث بيئي
cross-contamination	تلوث خلطي
simulations	تمائل (محاكاة)
carbon assimilation	التمثيل الضوئي (استهلاك) الكربون
gross photosynthesis	التمثيل الضوئي الإجمالي ، الكلي

net photosynthesis	تمثيل اوئي صافي
assimilate CO ₂	تمثيل ثاني أكسيد الكربون
true representation	تمثيل حقيقي
net assimilation	تمثيل غذائي صافي
cell extension	تمدد الخلايا
laser tuning	تناغم نبضات الليزر
Cleaning	تنظيف
Respiration	التنفس
maintenance respiration	تنفس الصيانة
crop transpiration	تنفس المحصول (الطماطم)
higher respiration rates	تنفس بمعدلات عالية
growth respiration	تنفس نمو
aerobic respiration	تنفس هوائي
BSEbovine spongiform encephalopathy	التهاب الدماغ الاسفنجي (البي أس إي أو جنون البقر)
Meningitis	التهاب الدماغ السحائي.
Vents	تهوية
forced (fans) ventilation	تهوية قوية (بالمراوح)
water balance	توازن الماء
vegetative-generative dry weight balance	توازن الوزن الجاف النامي - المتولد
crop carbon balance	توازن كربون المحصول

fruit flavor balance	توازن نكهة الفاكهة
Mass and energy balances of tomato crops	التوازنات الكتلية والطاقة لمحاصيل الطماطم
documentation	توثيق
standard guidelines	التوجيهات القياسية
green-red distribution	توزيع اللون الأخضر - الأحمر
temporal distribution	التوزيع المؤقت
stomatal conductance	توصيل من خلال فتحات صغيرة
predictions of important events	توقعات الأحداث المهمة
yield prediction	توقعات الناتج
commercial perspectives	توقعات تجارية
prediction of harvest dates	توقعات مواعيد الحصاد
Timing of development	توقيت التطور
<i>Toxoplasma gondii</i>	توكسوبلازما جوندي

ث

dielectric constant	ثابت كهربائي ثنائي
quality consistency	ثباتية الجودة
mature fruits	الثمار الناضجة
red-colored fruits	ثمار ملونة باللون الأحمر
flesh tomato fruits	ثمرة الطماطم اللحمية

ج

chromoplasts	جبيلات اليخضور
roots	الجذور
stems	جذوع
Granny Smith	جراني إسميث (من أصناف التفاح)
water in dose gets	جرعة إمداد الماء
Parsnip	جزر أبيض
Organelles	الجسيمات
cyanogenic glycosides	جلوكوسيداتسيانوجينية
glucosinolates	جلوكوسينولات
compact device	جهاز آلة مصممة
Time-resided spectrometer for absorption and scattering spectroscopy in diffusive media	جهاز المطيف للإبصار الوقتي للمطيايفية الامتصاصية والاستطارية في الوسط الانتشاري
low- cost time- resolved instrument	جهاز قياس عبر الوقت مصمت وقليل التكلفة
soluble solids	جوامد ذائبة
acceptable eating quality	جودة أكل مقبولة
keeping quality	جودة الحفظ (بحالة جدية)
eating quality	الجودة الغذائية (جودة أكل)

textural quality	جودة القوام
visual quality	جودة بصرية
unacceptable eating quality	جودة تجعل الغذاء غير مستساغ للأكل
ever- higher quality standards	جودة عالية ودائمة
acceptable quality	جودة مقبولة
م	
long-lasting conditions	حالات مزمنة
one root compartment	حجرة جذر واحدة
water volume flux	حجم دفع الماء
falling edge	الحد/الخط النازل
disease severity	حدة الأمراض
operational limits	حدود تشغيلية عملية
safety margin	حدود مأمونية أعلى
absorbing heat	حرارة الامتصاص
field heat	حرارة الحقل
respiratory heat	حرارة تنفسية
photosynthetic active radiationwave band (PAR)	الحزام الموجي الإشعاعي النشط للتمثيل الضوئي
high sensitivity	حساسية عالية
nut allergy	حساسية للمكسرات
Harvesting	الحصاد

mechanical harvesting	حصاد آلي
post –harvesting handling	الحصاد وتداول وتخزين ما بعد الحصاد
single harvest	حصدة واحدة
light interception by glass house crops	حصر محاصيل البيوت المحمية للضوء
Domain	الحقل
time domain	حقل (حيز) الوقت
Areas of application : irrigation and fertilization	حقول التطبيق : الري والتسميد
Areas of applications: climate control	حقول التطبيق : السيطرة على المناخ
Areas of application: plant protection	حقول التطبيق : وقاية النبات
Areas of application: yield prediction and crop management	حقول التطبيق : توقعات الناتج وإدارة المحصول
Sweetness	حلاوة
Acidity	حموضة
multichannel acquisition	حيازة متعددة القنوات
root zone	حيز الجذور
plant vigour	حيوية النبات

خ

world's public health experts	خبراء الصحة العامة العالميون
expertise required	خبرات مطلوبة
extension services	خدمات إرشادية
services of a consultant	خدمات استشاري

European Food Safety Inspection Service (EFSIS)	خدمات التفتيش لمأمونية الغذاء الأوروبية
Lettuce	خس
product properties	خصائص المنتج
Internal optical properties	خصائص بصرية داخلية
specification and control of irrigation water	خصائص مياه الري وضبطها
Equator	خط الاستواء/الاعتدال
corrective action plan for the HACCP system	خطة الفعل التصحيحي لنظام الهاسب
quality plan	خطة جودة
generic HACCP plan	خطط الهاسب العامة
Optical properties of fruits and vegetables	الخواص البصرية للفواكه والخضراوات
intrinsic characteristics	الخواص الداخلية
complex textural properties	خواص قوام معقدة
peaches	خوخ
yellow peach	خوخ أصفر
food choices	الخيارات الغذائية
strings	خيوط
▲	
pinphotodiode	دبوس صمام ثنائي ضوئي
solar energy input	دخل الطاقة الشمسية
Nectarine	دراق

average fruit grade	درجة الثمار المتوسطة
crop temperature	درجة حرارة المحصول
day-and night-time temp	درجة حرارة النهار والليل
given daily radiated flux	دفق إشعاعي يومي محدد
water flux	دفق الماء
flux of sensible heat	دفق حرارة محسوسة
lateral fluxes	الدفقات الطرفية
farmyard manure	دوبال (روث) المزارع
life cycle	دورة حياة
dynamics of flowering	ديناميكية الإزهار

ذ

greater light transmission	ذات نفاذية كبيرة للضوء
green-house whitefly (Trialeurodes vaporariorum)	الذبابة البيضاء للبيوت المحمية [الترياليوروديسفاپوراريوروم]
wilt and shrivel	الذبول
wilting of leafy crops	ذبول المحاصيل الورقية
food scares	ذعر غذائي
Golden Delicious	ذهبي اللذيذ (من أصناف التفاح)
feasible	ذو جدوى اقتصادية

د

profit	الربح
Spring	الربيع
process flow diagram	الرسم التخطيطي للعملية
fungicide spray	رش ونشر مبيدات الفطريات
water sprinklers	رشاشات مائية
crop sprayers	رشاشات المحصول
minimum daily humidity	الرطوبة الدنيا اليومية
air humidity	رطوبة الهواء
high humidity	رطوبة عالية
rejected in grading	رفض في التدرج
legal liability arise	رفع دعاوى قضائية
astronauts	رواد الفضاء
off-odors	الروائح غير المرغوبة
data visualization	رؤية البيانات
irrigation	الري
drip irrigation	ري تنقيطي
soilless culture	زراعة بدون تربة
plasticulture	زراعة بلاستيكية
protected cultivation	زراعة محمية
xylem	زيلم (الجزء الخشبي من النبات)

س

<i>Salmonella enteritidis PT4)</i>	سالمونيلا انثيريتيديس بي تي ٤
fresh sandwiches	ساندويتشات طازجة
shading screen	الستائر المظلمة
thermal screens	ستائر حرارية
wind speed	سرعة الرياح
global food supply chains	سلاسل الإمداد الغذائي العالمية
food safety and quality	سلامة (مأمونية) الأغذية والجودة
consumer safety	سلامة المستهلك
safety of consumers	سلامة المستهلكين
marketing chain	سلسلة التسويق
electronic chain	سلسلة إلكترونية
sequence of three operations	سلسلة ثلاث عمليات
planned sequence of observations	سلسلة ملاحظات أو إجراءات مخططة
minimally processed prepared salads	السلطات المعدة بأقل معاملات تصنيعية
living commodities	سلع حية
consumer behavior	سلوك المستهلك
plant behaviour	سلوك النبات
ethically right	سليم أخلاقياً
manure	سماد حيواني
improperly composed manure	سماد حيواني معالج معالجة غير كافية

mycotoxins	سموم فطرية
Portability	سهولة الاستخدام وسهولة النقل
fruit peduncle	سويقات وقشر الثمر
Septorialycopersice	سببتيوريالكويرسيسي
apparent control	سيطرة الظاهرية
Climate and fertigation control	سيطرة على المناخ والتسميد بالري
effective food control	سيطرة فعالة على الغذاء
biological control	سيطرة حيوية

نش

double micro-channel plate photo multiplier	شاحن ضوئي ذي قناة دقيقة ثنائية
networks grouping tomato growers	شبكات جمعيات مزارعي الطماطم
xylem network	شبكة الجزء الخشبي
Starking Delicious	شديد اللذة (من أصناف التفاح)
purchases of fresh produce	شراء المنتجات الطازجة
companies supplying food products	الشركات الموردة للمنتجات الغذائية
sharp glass fragments	شظايا (كسار) الزجاج الحادة
wood splinters	شظايا الأخشاب
sharp plastic fragments	شظايا البلاستيك الحادة
metal fragments	شظايا معادن
main laser beam	شعاع الليزر الرئيس
mode-locked lasers	شعاع ليزر بالطريقة المغلقة

Translucency	شفافية
spectral line shape	شكل الخط الطيفي
Melons	شمام
natural senescence	شيخوخة طبيعية
senescence of product	شيخوخة المنتج

ص

underlying yellow & red pigments	صبغات تحتية صفراء وحمراء
Firmness	الصلابة
food industry	صناعة الغذاء
temporal profile	الصورة المؤقتة (للانعكاس الإبصاري الوقتي)
rock wool	صوف صخري
maintenance and calibration of spraying equipment	صيانة ومعايرة معدات الرش

ض

local food law enforcement officers	ضباط (الأفراد المخولين) بتطبيق القوانين الغذائية المحليين
optimal control	الضبط الأمثل
control & evaluation of strategies of crop management	ضبط وتقييم إستراتيجيات إدارة المحصول
Control	الضبط / السيطرة
optically pumped	ضخ بصري ضوئي

synchronous pumping mode- locking water pressure	ضخ متزامن بنظام أو طريقة الغلق ضغط الماء
grower's over all QA provision	ضمان الجودة الشامل الذي يوفره أو يحققه المزارعون
quality assurance (QA)	ضمان جودة
monochromatic light	الضوء أحادي الطول الموجي
sunlight	ضوء الشمس
direct light	ضوء مباشر
diffuse light	ضوء منتشر

ط

Energy	الطاقة
porous nature of tissue	طبيعة الأنسجة المنفذة
international nature of the fresh produce market	الطبيعة العالمية لأسواق المنتجات الطازجة
Normal	طبيعي
Softening	الطراوة
over-softening	الطراوة الزائدة
conventional optical methods	طرق بصرية تقليدية
Empirical methods	طرق تجريبية
non-invasive methods	الطرق غير المخترقة
standardized methods	طرق قياسية

benchmark method	الطريقة المثلى أو المرجعية
impractical method	طريقة غير عملية
systematic method	طريقة نظامية
Astringency	طعم قابض
Protozoan parasites	طفيليات
path length	طول المسار
healthy leaf area duration	طول فترة مساحة الأوراق السليمة
Isotropisation length	الطول موحد الخواص
visible and near infrared spectral	الطيف المرئي والقريب من الأشعة تحت الحمراء
absorption and scattering spectra	طيف امتصاصي واستطاري
flat back-ground spectrum	طيف خلفي مستوي

ظ

operating conditions	ظروف التشغيل
organ Appearance	ظهور الأعضاء
Abnormalities	ظواهر غير طبيعية

ع

Biological, Chemical or physical agent	عامل حيوي (بيولوجي) أو كيميائي أو فيزيائي
polynomial function	عامل متعدد الحدود
food safety practitioners	العاملون (الممارسون) في مأمونية

	الأغذية
objective terms	عبارات موضوعية واقعية حقيقة
pillow-packs	عبوات وسائدية
Insensitivity	عدم الحساسية
temporary inconvenience	عدم راحة مؤقتة
abdication of moral duty	عدم وفاء بالواجب الأخلاقي
temporal width	العرض المؤقت
apple juice	عصير التفاح
grey mould	العفن الرمادي
statistical relationships	علاقات إحصائية
parasitoid-host relation	علاقة الطفيل-العائل
proven science	علم مثبت مبرهن
all-year- round	على مدار العام
Penetration depth	عمق الاختراق
root depth	عمق الجذور
operations	العمليات
post-harvest processing	عمليات التصنيع لما بعد الحصاد
washing operation)	عمليات الغسيل
observed processes	العمليات الملاحظة
manual operations	العمليات اليدوية
processes of tomato production	عمليات إنتاج الطماطم

effective manufacturing operations	عمليات تصنيعية فعالة
processing industry	عمليات صناعية
component operations	عمليات مكوناتية
decision-making process	عملية اتخاذ القرار
plantation	عملية البذر
planning operation	عملية التخطيط
ripening process	عملية النضج
metabolic process	عملية أيضية
minerals	عناصر معدنية
Grapes	عنب
indeterminate vine shape	عنقودية (بشكل كرمة العنب)
intrinsic preservation factors	عوامل الحفظ الداخلية
Astringent factors	عوامل قابضة
continued globalizations of the world's food industry	العولمة المستمرة لصناعة الغذاء العالمية
quality defects	عيوب الجودة
non-invasive defects of fruits	عيوب الفواكه غير الاختراقية

غ

planting	الغرس
plastic cover	غطاء بلاستيكي
white plastic sheet	غطاء بلاستيكي أبيض

Boiler	غلاية
Immature	غير الناضجة
unsafe	غير آمن
unfit to eat	غير صالح للأكل
Unmarketable	غير قابل للتسويق
unsafe to eat	غير مأمون للأكل
non-conforming	غير متوافق (مع المعايير والمواصفات)

ف

Beans	فاصوليا
run-off	فاقد سريان
climacteric fruits	فاكهة ذات تنفس سريع
over-ripe	الفاكهة زائدة النضج
sound fruit	فاكهة سليمة
fiber optic splitter	فالق ضوئي للألياف
stomatal opening	فتحة الثغيرية
entrance slit	فتحة مدخل
wet periods	فترات (أوقات) البلل
duration of wetness	فترة البلل (الرطوبة)
vegetative versus generative periods	الفترة النمائية الإنباتية مقابل الفترة التولدية الإنتاجية

post- harvest shelf-life	فترة صلاحية الفاكهة والخضراوات بعد الحصاد
air vacuoles	فجوات هوائية
coal	فحم
subset of quality	فرع من منظومة الجودة
inherent variability	الفروقات المتأصلة الفطرية
kidney failure	الفشل ، القصور الكلوي
waste botanical material	فضلات المواد النباتية
Poisonous fungi	فطريات سامة
Toxigenic fungi	فطريات سامة (المسمة)
Validation	الفعالية أو الصلاحية
loss of freshness	فقدان الطزاجة
loss of surface gloss	فقدان لمعان السطح
Flavonoids	فلافونويدات
QA philosophy	فلسفة ضمان الجودة
developing philosophy of integrated farm management	فلسفة متطورة للإدارة الزراعية المتكاملة
convective and radiated heat losses	فواقد الحرارة عن طريق الحمل والإشعاع
Furanocoumarines	الفورانوكومارينات
Peanuts	فول سوداني

in the event of a food business
being prosecuted under the Act

في نطاق مقاضاة أو محاكمة تجارة
الأغذية أمام القانون

Norwalk Virus

فيروس النرولك

ق

exponential law of extinction

القانون الأسّي للأفول

national law

القانون الوطني

Lambert low to the absorption
coefficient

قانون لامبيرت لمعامل
الامتصاص

Food safety Act

قانون مأمونية الغذاء

Canopy

القبة (البيت المحمي)

crop canopy

قبة المحصول

Peel

القشرة

Epidermis

القشرة (البشرة)

thick-skinned

قشرة سميكة

pieces of hard plastics

قطع بلاستيك صلبة

brown heart (BH)

القلب البني / الأسمر

databases

قواعد البيانات

knowledge bases

قواعد المعرفة (المعلومات)

Texture

قوام

Legislations

القوانين والتشريعات

Colorimetry

قياس الألوان

non-contact measurement	قياس بدون تلامس
genetic parameter	قياس وراثي
time-resolved measurements	قياسات عبر الوقت
quantitative values	قيم كمية
threshold value	القيمة الحدية
peak value	القيمة العليا/القمة



cocoa bean	كاكاو
disease organisms	كائنات ممرضة
Biomass	كتلة حيوية
total reflected intensity	الكثافة الكلية المعكوسة
plant density	كثافة النبات
transmitted intensity	كثافة مبعثة
Chroma	كروما (صفاء اللون)
Chromosomes	كروموسومات
<i>Cryptosporidiumparvum</i> ,	كريتواسبورديوم بارفيوم
radiation use efficiency (RUE)	كفاءة استخدام الإشعاع
operational effectiveness	الكفاءة التشغيلية
light use efficiency (α)	كفاءة فعالية الاستخدام الضوئي
entire spectral range	الأساسي كل مدى الطيف

Chloroplasts	كلوروبلاستيدات
Pear	كمثرى
conference' pear fruits	كمثرى صنف المؤتمرات
<i>Clostridium botulinum</i>	كوليستريديوم بوتشيلينيوم
synthetic agrochemical	كيماويات زراعية اصطناعية
agrochemicals	كيماويات زراعية
harvested product management chemicals	الكيمياءويات في إدارة المنتجات المحصودة
approved chemicals	كيمائيات مسموح بها
Kiwifruit	كيوي
ج	
cooling pads	لباد تبريدي
Pallets	لصناديق خشبية
blemish	لطحخات (شوائب)
Glossiness	لمعان
glass plate	لوح زجاج
ground color	لون أساسي
peel color	لون القشرة
titanium: sapphire laser	ليزر التيتانيوم: (الضفير، ياقوت أزرق اللون)
semiconductor lasers	ليزر شبه موصل

dye laser	ليزر صبغي
pulsed diode lasers	ليزر نابض بصمام ثنائي
<i>Listeria monocytogenes</i>	ليستيريا مونوسيروجينيس
Collecting fiber	ليف تجميعي
multimode graded-index fiber	ليف ذي مؤشر-مدرج عديد التفاعل
Lycopene	ليكوبين
Lutein	ليوتين
pretreatment operation	ما قبل المعالجة
irrigation water	ماء الري
faecallycontaminated irrigation water	ماء الري الملوث بالبراز
water compartments	الماء في حجرات أو فضاءات التربة
crop water uptake	المأخوذ من الماء
root substrate	مادة الجذور
consumed whole	مأكولة كاملة
automated machine	ماكينات آلية
Mangoes	مانجا
pesticides	مبيدات الآفات
pesticide residues	متبقيات مبيدات آفات
Guillain – Barre' Syndrome	متزامنة جويللاين - باري
quality requirements	متطلبات الجودة

legal requirements	المتطلبات القانونية
documented requirements	متطلبات موثقة
Photomultiplier	متعدد ضوئي
integrative variable	متغير تكاملي
hemolytic uremia syndrome (HUS)	متلازمة بولينية الدم
average transmittance	متوسط النقل
conjecture	مجرد حدس
scientific journals	مجلات علمية
sensitive groups	المجموعات الحساسة
stem crops	محاصيل جذعية
leafy crops	محاصيل ورقية
maintaining the sugar to acid balance	المحافظة على التوازن بين السكر (الطعم الحلو) والحموضة
simulating the water flux	محاكاة دفع الماء
chemical composition	المحتوى (التركيب) الكيميائي
Dry matter content of fruit	محتوى الثمرة من المادة الجافة
composition of the atmosphere	محتوى الجو
favorable to spore formation and infection	محفزة لتكون الجراثيم والإصابة بالعدوى
multichannel analyzer	محلل عديد القنوات
circulating nutrient solution	محلول العناصر التغذوية الدائر

drained nutrient solution	محلول العناصر التغذوية الذي تم صرفه
nutrient solution	محلول العناصر المغذية
chlorinated water	محلول كلورين
choking hazards	مخاطر الاختناق
slicing hazards	مخاطر التقطيع
dental hazards	المخاطر للأسنان
food borne hazards	مخاطر منقولة بواسطة الغذاء
principal output	المخرج الأساسي
Outputs	مخرجات
information output	مخرجات المعلومات
pools of macromolecules	مخزون الجزيئات الكبيرة
temporary carbohydrate pool	مخزون كربوهيدرات مؤقت
fresh market	مخصصة للإنتاج للسوق الطازج
flow diagram of the production process	مخطط مسار خطوات العملية الإنتاجية
big leaf" approach	مدخل الأوراق الكبيرة
water in put	مدخل الماء
Inputs	مدخلات
farm inputs business	مدخلات أعمال المزرعة
agricultural inputs businesses	مدخلات الأعمال الزراعية
chief executive	مدير تنفيذي
HACCP system audits	مراجعات لنظام الهاسب

checking of records	مراجعة السجلات
quality systems auditing	مراجعة أنظمة الجودة
Bitterness	المرارة
on-line monitoring of the system behavior	مراقبة سلوك النظام على خط الإنتاج
International Horticulture Research Centers	مراكز أبحاث البساتين العالمية
scattering centers	مراكز استطارية
absorbing centers	مراكز امتصاصية
flowering stage	مرحلة الأزهار
vegetative phase	مرحلة الإنبات
maturity stage	مرحلة النضج
mature green age	مرحلة النضج الخضراء
dominant volatile	مركب طيار سائد
toxic agrochemical compounds	مركبات (كيميائيات) زراعية سامة
sprout suppressant compounds	المركبات المثبطة للتزريع (التبرعم)
health promoting compounds	مركبات محفزة ومحسنة للصحة
soil culture	مزارع التربة (منابت التربة)
enlightened agriculturalists	مزارعون واعون
leaf area	مساحة الأوراق
projected leaf area	مساحة الأوراق المتوقعة
pathway	مسار
photon paths	مسارات الفوتون

row spacing	المسافات بين صفوف النبات
source- detector distance	مسافة المصدر-الكاشف
extrapolated distance	المسافة المقدرة استقرائياً
Inter fiber distance	المسافة بين الألياف
distance bet-sources & detector	المسافة بين المصدر والكاشف
abattoirs	المسالخ
optic probe	مسبار ضوئي
packing house	مستودع التعبئة
equatorial plane	مستوى استوائي
very low infective dose level	مستوى جرعة بسيط و لكنه معدي
particular hierarchical level	مستوى هرمي محدد
aroma profile	مستويات الرائحة
maximum residue levels (MRL)	مستويات المتبقيات القصوى
ultimate responsibility	المسؤولية النهائية أو المطلقة
corporate responsibility	مسؤولية تضامنية مشتركة
key problems	المشاكل الأساسية
problem of emergent pathogens	مشاكل الأمراض جديدة النشأة والظهور
broad interests of consumers	مصالح واسعة للمستهلكين
source of water	مصدر الماء
terms of reference	مصطلحات مرجعية
raw meat processors	مصنعو اللحوم الخام الطازجة

natural coloring additive	مضافات الملونات الطبيعية
conformance to requirements	مطابقة للمتطلبات
visual appearance	مظهر بصري
near perfect visual appearance	مظهر بصري أقرب ما يكون إلى الكمال
appearance & taste	المظهر والمذاق
mathematical formulations	معادلات رياضية
two-parameter formula	معادلة ذات معاملين
heavy metals	المعادن الثقيلة
engineering knowledge	معارف هندسية
inverse of a flow resistance	معاكسة (مقاومة) السريان
treatment of seeds	معالجة البذور
comparable approach	المعالجة القابلة للمقارنة
post-harvest pretreatment	معالجة ما بعد الحصاد
pretreatment	معالجة مسبقة
attenuation coefficient	معامل إضعاف
scattering coefficient	معامل الاستطارة
transport scattering coefficient	معامل الاستطارة (التشتت) النقلية (للضوء)
absorption coefficient	معامل الامتصاص
Time-resolved reflectance (TRS) spectroscopy	معامل الانعكاس الإبصاري عبر الوقت
maximize a cost function	معامل التكلفة لأقصى مدى

maintenance coefficient	معامل المحافظة
crop coefficient	معامل المحصول
CO ₂ production factor	معامل إنتاج ثاني أكسيد الكربون
coefficient of dry matter content	معامل محتوى المادة الجافة
postharvest operation	معاملات ما بعد الحصاد
Calibration	معايرة
growth rate	معدل النمو
relative growth rate	معدل النمو النسبي
repetition rate	معدل تردد
respiration rate	معدل تنفس
organ growth rate	معدل نمو العضو
Perishable	معرضة للتلف (قابلة له)
complex of taste and aromatic component	معقد مكونات المذاق والرائحة
Institute of Food Science and Technology (IFST)	معهد علوم وتكنولوجيا الغذاء
nutrient	المغذيات
Tempting	مغرياً أو مستحثاً
misconceptions	مفاهيم خاطئة
aerodynamic resistance	مقاومة ديناميكية هوائية
Parameters	مقاييس (معايير)
Nuts	مكسرات
radiated component	مكون إشعاعي

key taste components	مكونات المذاق المفتاحية (الأساسية)
bitter components	مكونات المرارة
tissue components and structures	مكونات وتراكيب الأنسجة
salt –in-moisture content	الملح في المحتوى الرطوبي
Contaminants arising from agricultural practices	الملوثات الناتجة من الممارسة الزراعية
Contaminants arising from food packaging	الملوثات الناتجة من مواد التعبئة والتغليف للأغذية
Naturally occurring environmental contaminants e.g. heavy metals	ملوثات بيئية موجودة طبيعياً مثل المعادن الثقيلة
Industrial contaminants e. g. dioxins,	ملوثات صناعية مثل الديوكسينات
Contaminants arising from handling storage and processing of food stuff	ملوثات ناتجة من التداول وتخزين وتصنيع المواد الغذائية
good manufacturing practice (GMP)	ممارسة تصنيعية جيدة
hygienic conduct	ممارسة صحية
Photoasimillates	المثلاث الضوئية (غذائياً)
air- ways	ممرات هوائية
vegetative pathogens	الممرضات الحية النامية
anaerobic bacterial pathogens	ممرضات بكتيرية لاهوائية
meat borne pathogens	ممرضات منقولة بواسطة اللحوم
microbial pathogens	ممرضات ميكروبية
constant fraction discriminators	مميزات جزئية ثابتة

from field to fork	من الحقل إلى الشوكة
living produce	منتج حي
processed product	منتج مصنع
product cultivar	منتج معين أو منتج لصنف معين
final product	منتج نهائي
salad crops	منتجات السلطات
organic products	المنتجات العضوية
minimally processed products	المنتجات المصنعة تصنيحاً بسيطاً (بأقل درجة من التصنيع)
response curve	منحنى الاستجابة
exponential extinction curve	منحنى الأفول الأسي
experimental curve	منحنى تجريبي
saturation-type curve	منحنى من النوع المتشبع
typical time-resolved reflectance curve	منحنى نموذجي لانعكاس إحصاري عبر الوقت
banana shape region	منطقة بشكل الموز
foodresearch organizations	منظمات أبحاث الأذوية
national and local government organizations	المنظمات الوطنية والمحلية الحكومية
The Food and Agriculture Organization (FAO)	منظمة الأذوية والزراعة العالمية
WTO Sanitary and Phytosanitary (GPS))	منظمة التجارة الدولية للشئون الصحية والشئون الصحية الزراعية

World Trade Organization (WTO)	منظمة التجارة العالمية
International Organization for standardizations ISO	المنظمة العالمية للمواصفات والتقييس
climate settings	منظومات المناخ
sets of weather data	منظومات بيانات الجو (المناخ)
set of actions	منظومة أفعال
plastic-glass fiber set	منظومة ألياف بلاستيكية-زجاجية
Different mirror sets	منظوما مرآه مختلفتان
genetically engineered	مهندسة وراثيا
salad materials	مواد السلطات
assimilates	مواد تمثيلية
Roof materials	مواد كاسية للسقف
Allergenic materials	مواد مسببة للحساسية
seed treatment agents	مواد معالجة البذور
physical resources	الموارد الطبيعية
human and physical resources	موارد بشرية و طبيعية
British Retail Consortium (BRC)	مواصفات اتحاد البيع بالتجزئة البريطاني
specifications for packaging and storage	مواصفات التعبئة والتخزين
Technical Standard for Companies Supplying Retailer Branded Food Products	المواصفات التقنية للشركات الموردة لأصناف منتجات الأغذية للبيع بالتجزئة
product specifications	مواصفات المنتج

purchased product specifications	مواصفات المنتج المشتري
specific minimum standard	مواصفات معينة بالحد الأدنى للجودة
Codex Standards	مواصفات هيئة دستور الأغذية
Specifications	المواصفات والمعايير
low frequency ultrasounds	الموجات الصوتية منخفضة التردد
injection of light pulse	موجات نبضية ضوئية
Supplier	موردون
Bananas	موز
Diffusion coefficient	مؤشر الانتشار
refractive index	مؤشر الانكسار الضوئي
refraction index	مؤشر انكسار الضوء
optical quality index	مؤشر للجودة البصرية
leaf area index (LAI)	مؤشر مساحة الأوراق
indicators	مؤشرات
basic issues of food hygiene	الموضوعات الأساسية للشؤون الصحية
visible region of the spectrum	الموقع المرئي في الطيف (الضوئي)
competitive advantage	ميزة تنافسية

ن

weekly yield	الناتج الأسبوعي
mother plant	النبات الأم
vegetative plant	النبات النابت (النامي، المخضر)

poisonous plants	النباتات السامة
Short laser pulse	نبض ليزر قصير
Evapotranspiration	التنح التبخري
Transpiration	التنحفي النباتات
seed propagation	نثر (بذر) البذور
Propagations	النثر والبذر
Scars	ندبات (جروح وشروخ)
pregnant women	نساء حوامل
organ scales	النسب القياسية للأعضاء
photosynthetic activity	النشاط الاصطناعي الضوئي
water activity (a_w)	النشاط المائي
unit leaf activity	نشاط الوحدة الليفية
control activities	نشاطات السيطرة
ripening & maturation	النضج
fruits ripe	نضج ثمار
cleanliness of manufacturing	نظافة بيئة التصنيع
IRRIGERE software	نظام (برنامج) معلومات الحاسب
workable and effective food safety management system	نظام إدارة مأمونية غذاء عملي وفعال
food supply system	نظام الإمداد الغذائي
field cultivation system	نظام الزراعة الحقلية

biophysical system	نظام بيوفيزيائي
The hazard analysis critical control point system(HACCP)	نظام تحليل المخاطر بنقاط التحكم الحرجة (هاسب)
tomato cultivation system	نظام زراعة الطماطم
cropping system	نظام زراعة المحصول
effective food safety management system	نظام فعال في إدارة مأمونية الغذاء
measurement system	نظام قياس
three dimensional Hunter system	نظام هنتر ثلاثي الأبعاد
laboratory set-up	نظام ، اعداد معلمي
Lambert-Beer theory	نظرية لامبيرت بيير
safety regulations	نظم المأمونية
industry codes of practice	نظم الممارسة لصناعة معينة
analogue of Ohms law	نظير لقانون أوم
acousto-optic modulator	نَعْمِيَّة إلى أخرى صوتي بصري
critical control points	نقاط التحكم الحرجة
high vapour pressure deficit (VPD)	نقص ضغط البخار العالي
set point	نقطة الضبط الابتدائية
Translocation	نقل موضعي
aroma volatiles	نكهات طيارة
total flavour	النكهة الكلية
flavour and aroma	نكهة ورائحة

unpleasant aromas	النكهة / الروائح غير الطيبة
simulation models	نماذج التشبيه
black-box" models	نماذج الصندوق الأسود
research models	نماذج بحثية
explanatory models	نماذج توضيحية
heuristic models	نماذج مساعدة على الكشف
engineering models	نماذج هندسية
fruit transpiration modeling	نمذجة نتح الثمر
fruit growth	نمو الثمرة
potential growth	نمو محتمل
simple statistical model	نموذج إحصائي بسيط
rain model	نموذج الأمطار
back-box model	نموذج الصندوق الخلفي
complex model	النموذج المعقد
dew model	نموذج الندى
mechanistic model	نموذج آلي
disease-warning model	نموذج إنذار بالأمراض
crop dry matter accumulation model	نموذج تجميع المادة الجافة للمحصول
dynamic model	نموذج ديناميكي
fuzzy model	نموذج غامض
proper theoretical model	نموذج نظري مضبوط

bull-ends of Brussels sprouts

نهاية براعم بروكلي بروكسل

هـ

rectangular hyperbole

الهايبربولا ، القطع الزائد المتعامد

degradation of chlorophyll

هدم اليخضور

anti- senescent hormones

هرمونات مقاومة الهرم

reflectance geometry

هندسة الانعكاس

collimated geometry

الهندسة التسديدية التوازنية (تسديد خط

البصر في التلسكوب وجعله موازياً)

process engineering

هندسة العمليات

hepatitis Avirus

الهيبتاتيس أ (فيروس الكبد الوبائي أ)

object-oriented framework

هيكل موجه شكلياً

hue

هيو (تدرج اللون)

codex Alimentarius Commission

هيئة دستور الأغذية

و

moraland legal duties

واجبات أخلاقية وقانونية

water import

واردات الماء

Realism

الواقعية

crisp and snack food production

وجبات خفيفة ومقرمشة هشة

manageable and practical units

وحدات عملية يمكن إدارتها

organ dry weight

الوزن الجاف للعضو

media

وسائل الإعلام

diffusive medium	وسط انتشاري
semi-infinite homogeneous medium	وسط متجانس شبه مطلق
turbid medium	وسط معكر أو عكر
clear medium	وسط نقي صاف
complete description	وصف كامل
Recipe	وصفة (طبق)
temp optimization	الوضع الأمثل لدرجة الحرارة
optimize management	الوضع الأمثل للإدارة
optimization routines	الوضع الأمثل للروتين
optimization of climate	الوضع الأمثل للمناخ
fruit setting	وضع الثمر
set limits	وضع حدود
typical instrument response function	وظيفة الاستجابية الجهازية النموذجية
Instrumental transfer function	الوظيفة النقلية الجهازية
consumer protection	وقاية وحماية المستهلك
time of high humidity	وقت (فترة) ارتفاع الرطوبة
time-of-flight	وقت التسريع
expected time of harvest	الوقت المتوقع للحصاد
thermal time	وقت حرارة
acquisition time	وقت حياة، إنجاز قياس
time-course of nitrate uptake	وقت مسار أخذ النترات
finite time	وقت نهائي

يا

Manual

new inflorescences continually
appear

يدوية

يظهر إزهار جديد بشكل مستمر

O
U
e
i
k
a
n
d
.
c
o
m

ثانياً: إنجليزي - عربي

A

abattoirs	المسالخ
abdication of moral duty	عدم وفاء بالواجب الأخلاقي
Abnormalities	ظواهر غير طبيعية
absorbed radiation	أشعة ممتصة
absorbing centers	مراكز امتصاصية
absorbing heat	حرارة الامتصاص
absorption and scattering spectra	طيف امتصاصي واستطاري
absorption coefficient	معامل الامتصاص
acceptable eating quality	جودة أكل مقبولة
acceptable quality	جودة مقبولة
Acidity	حموضة
acousto-optic modulator	نُغمية إلى أخرى صوتي بصري
acquisition time	وقت حيازة، إنجاز قياس
aerobic respiration	تنفس هوائي
aerodynamic resistance	مقاومة ديناميكية هوائية
age structure	تركيب عمري
ageing	إنضاج
agricultural inputs businesses	مدخلات الأعمال الزراعية
agrochemicals	كيمياويات زراعية

air humidity	رطوبة الهواء
air vacuoles	فجوات هوائية
air- ways	ممرات هوائية
algebraic expression	تعبير جبري
allreasonable precautions	احتياطات ومحاذير المعقولة
Allergenic materials	مواد مسببة للحساسية
allow traceability	تسمح بالتتبع والرجوع
all-year- round	على مدار العام
alpha & beta-carotene	الألفا والبيتاكاروتين
anaerobic bacterial pathogens	ممرضات بكتيرية لاهوائية
analogue of Ohms law	نظير لقانون أوم
analytical integration	التكامل التحليلي
animal faeces	براز الحيوانات
anthocyanins	أنثوسيانينات
anti- senescent hormones	هرمونات مقاومة الهرم
apparent control	سيطرة الظاهرية
appearance & taste	المظهر والمذاق
apple juice	عصير التفاح
application of pesticide at advised concentration and rate	استخدام المبيدات بالتركيزات والمعدلات الموصى بها
Applying the HACCP concept	تطبيق مفهوم الهاسب

appropriate cultivars	أصناف زراعية مناسبة
approved chemicals	كيميائيات مسموح بها
Areas of application : irrigation and fertilization	حقول التطبيق : الري والتسميد
Areas of application: yield prediction and crop management	حقول التطبيق : توقعات الناتج وإدارة المحصول
Areas of application: plant protection	حقول التطبيق : وقاية النبات
Areas of applications: climate control	حقول التطبيق : السيطرة على المناخ
aroma profile	مستويات الرائحة
aroma volatiles	نكهات طيارة
artificial nose	الأنف الاصطناعية
<i>Aspergillusflavus</i> ,	أسبيرجيليس فلافيس
assessment of the scientific and technical content of the HACCP plan	تقييم للمحتوى العلمي والتقني لخطة الهاسب
assimilate CO ₂	تمثيل ثاني أكسيد الكربون
assimilates	مواد تمثيلية
assured produce schemes	برامج الإنتاج المضمون
Astringency	طعم قابض
Astringent factors	عوامل قابضة
astronauts	رواد الفضاء
Attenuation	الإضعاف أو التخفيف
attenuation coefficient	معامل إضعاف

auditing techniques	تقنيات المراجعة
Automated	أوتوماتيكية (آلية)
automated machine	ماكينات آلية
average fruit grade	درجة الثمار المتوسطة
average transmittance	متوسط النقل

B

baby foods	أغذية الأطفال الصغار الرضع
back ground light	إبعاد الضوء الخلفي
back-box model	نموذج الصندوق الخلفي
Bags	أكياس
banana shape region	منطقة بشكل الموز
Bananas	موز
basic frame work	الإطار الأساسي
basic issues of food hygiene	الموضوعات الأساسية للشؤون الصحية
Beans	فاصوليا
benchmark method	الطريقة المثلى أو المرجعية
beta-cryptoxanthin	بيتاكريبتوزانثين
better and safer	الأفضل والأسلم
big leaf" approach	مدخل الأوراق الكبيرة
biological consequences	تبعات حيوية

biological control	سيطرة لحيوية
Biological, Chemical or physical agent	عامل حيوي (بيولوجي) أو كيميائي أو فيزيائي
Biomass	كتلة حيوية
biophysical system	نظام بيوفيزيائي
bite-size chunks	أحجام صغيرة
bitter components	مكونات المرارة
Bitterness	المرارة
black-box" models	نماذج الصندوق الأسود
Bland	باهت (فاقد للنكهة)
blemish	لطخات (شوائب)
blossom – end- rot	تعفن نهايات الأزهار
Boiler	غلاية
brain damage	إتلاف المخ
breakdown of chlorophyll	تحلل الكلوروفيل
British Retail Consortium (BRC)	مواصفات اتحاد البيع بالتجزئة البريطاني
broad band absorption	امتصاص نطاقات الذبذبات أو الأطوال الموجبة العريضة
broad interests of consumers	مصالح واسعة للمستهلكين
brown heart (BH)	القلب البني / الأسمر
brown spots	بقع بنية

browning of cut tissues

اسمرار الأنسجة المقطعة

BSEbovine spongiform
encephalopathy

التهاب الدماغ الاسفنجي (البي
أس إي أو جنون البقر)

bull-ends of Brussels sprouts

نهاية براعم بروكلي بروكسل

C

calculated evapotranspiration

التعرق التبخري المحسوب

Calibration

معايرة

Campylobacterspp

أنواع الكاميلوباكتر

Canning

التعليب

Canopy

القبة (البيت المحمي)

carbon assimilation

التمثيل الضوئي (استهلاك) الكربون

carbon exchanges

تبادل الكربون

cell extension

تمدد الخلايا

checking of records

مراجعة السجلات

chemical composition

المحتوى (التركيب) الكيميائي

chief executive

مدير تنفيذي

chlorinated water

محلول كلورين

Chloroplasts

كلوروبلاستيدات

choking hazards

مخاطر الاختناق

Chroma

كروما (صفاء اللون)

chromoplasts	جبيلات اليخضور
Chromosomes	كروموسومات
circulating nutrient solution	محلول العناصر التغذوية الدائر
citrus species	أنواع الحمضيات
Cleaning	تنظيف
cleanliness of manufacturing	نظافة بيئة التصنيع
clear medium	وسط نقي صاف
climacteric fruits	فاكهة ذات تنفس سريع
Climate and fertigation control	سيطرة على المناخ والتسميد بالري
climate settings	منظومات المناخ
closed soilless systems	أنظمة مقفولة بدون تربه
<i>Clostridium botulinum</i>	كوليستريريديوم بوتشيلينيوم
CO ₂ production factor	معامل إنتاج ثاني أكسيد الكربون
coal	فحم
cocktail effect	آثار مختلطة
cocoa bean	ككاو
codex Alimentarius Commission	هيئة دستور الأغذية
Codex Standards	مواصفات هيئة دستور الأغذية
coefficient of dry matter content	معامل محتوى المادة الجافة
Collecting fiber	ليف تجميعي
collimated geometry	الهندسة التسديدية التوازنية

color changes	تغيرات لونية
color uniformity	انتظام اللون
Colorimetry	قياس الألوان
commercial perspectives	توقعات تجارية
compact device	جهاز آلة مصممة
companies supplying food products	الشركات الموردة للمنتجات الغذائية
comparable approach	المعالجة القابلة للمقارنة
competitive advantage	ميزة تنافسية
complete absorption	امتصاص كامل وتام
complete description	وصف كامل
complete optical characterization	تصنيف بصري تام
complex model	النموذج المعقد
complex of taste and aromatic component	معقد مكونات المذاق والرائحة
complex textural properties	♦ خواص قوام معقدة
compliance with HACCP plan	التزام بخطة الهاسب
compliance with the law	التزام بتقيد بالقانون
component operations	عمليات مكوناتية
composition of the atmosphere	محتوى الجو
Composted	تحويلها إلى سماد
compromise food safety	تعرض مأمونية الغذاء للتأثر
Conduct	أداء أو سلوك (ممارسات)

conference' pear fruits	كشرى صنف المؤتمرات
conference proceeding	إصدارات المؤتمرات
confirmation of compliance	تأكيد الالتزام
conformance to requirements	مطابقة للمتطلبات
conjecture	مجرد حدس
constant fraction discriminators	مميزات جزئية ثابتة
consultants & academics	استشاريين وأكاديميين
consumed whole	مأكولة كاملة
consumer behavior	سلوك المستهلك
consumer perception	إدراك المستهلك
consumer protection	وقاية وحماية المستهلك
consumer safety	سلامة المستهلك
Contaminants arising from agricultural practices	الملوثات الناتجة من الممارسة الزراعية
Contaminants arising from food packaging	الملوثات الناتجة من مواد التعبئة والتغليف للأغذية
Contaminants arising from handling storage and processing of food stuff	ملوثات ناتجة من التداول وتخزين وتصنيع المواد الغذائية
contents to leak out	تسرب المحتويات
continued globalizations of the world's food industry	العولمة المستمرة لصناعة الغذاء العالمية
Control	الضبط/السيطرة

control & evaluation of strategies of crop management.	ضبط وتقييم إستراتيجيات إدارة المحصول
control activities	نشاطات السيطرة
convective and radiated heat losses	فواقد الحرارة عن طريق الحمل والإشعاع
conventional optical methods	طرق بصرية تقليدية
cooling pads	لباد تبريدي
corporate responsibility	مسؤولية تضامنية مشتركة
corrective action plan for the HACCP system cracks	خطة الفعل التصحيحي لنظام الهاسب تشقق
crisp and snack food production	وجبات خفيفة ومقرمشة هشّة
crisp firm tissues	أنسجة صلبة هشّة
critical concentration	التركيزات الحرجة
critical control points	نقاط التحكم الحرجة
crop canopy	قبة المحصول
crop carbon balance	توازن كربون المحصول
crop coefficient	معامل المحصول
crop dry matter accumulation model	نموذج تجميع المادة الجافة للمحصول
crop management	إدارة المحصول
crop pathogen interactions	تفاعل ممرضات المحصول
crop sprayers	رشاشات المحصول
crop temperature	درجة حرارة المحصول

crop transpiration	تنفس المحصول (الطماطم)
crop water uptake	المأخوذ من الماء
cropping system	نظام زراعة المحصول
cross-contamination	تلوث خلطي
<i>Cryptosporidium parvum</i> ,	كريبتواسبورديوم بارفيوم
cultivars	أصناف
cyanogenic glycosides	جلوكوسيداتسيانو جينية

D

data storage	تخزين البيانات
data visualization	رؤية البيانات
databases	قواعد البيانات
day-and night-time temp	درجة حرارة النهار والليل
decision-making process	عملية اتخاذ القرار
degradation of chlorophyll	هدم اليخضور
dental hazards	المخاطر للأسنان
detection apparatus	آلة الكشف (جهاز الكشف)
Detection of defects	اكتشاف العيوب
determinate cultivars	أصناف محددة
developing philosophy of integrated farm management	فلسفة متطورة للإدارة الزراعية المتكاملة
dew model	نموذج الندى

diagnosis purposes	أغراض التشخيص
dielectric constant	ثابت كهربائي ثنائي
Different mirror sets	منظومتا مرآة مختلفتان
diffuse light	ضوء منتشر
diffusion approximation	تقريب الانتشار
Diffusion coefficient	مؤشر الانتشار
diffusive medium	وسط انتشاري
direct consumption	استهلاك مباشر
direct light	ضوء مباشر
disease – warning systems	أنظمة منذرة بالأمراض
disease organisms	كائنات ممرضة
disease severity	حدة الأمراض
Diseases	أمراض
disease-warning model	نموذج إنذار بالأمراض
distance bet-sources & detector	المسافة بين المصدر والكاشف
documentation	توثيق
documented requirements	متطلبات موثقة
Domain	الحقل
dominant volatile	مركب طيار سائد
double micro-channel plate photo multiplier	شاحن ضوئي ذي قناة دقيقة ثنائية
drained nutrient solution	محلول العناصر التغذوية الذي تم صرفه

drip irrigation	ري تنقيطي
dry matter concentration	تركيز المادة الجافة
Dry matter content of fruit	محتوى الثمرة من المادة الجافة
dry matter production	إنتاج المادة الجافة
Dry-matter partition	تجزئة المادة الجافة
due diligence in production of safe food	التزام بإنتاج غذاء مأمون
due diligence purposes	أغراض ضمان وتأكيد الالتزام
duration of high humidity	أوقات الرطوبة العالية
duration of wetness	فترة البلل (الرطوبة)
dye laser	ليزر صبغي
dynamic model	نموذج ديناميكي
dynamics of flowering	ديناميكية الإزهار

E

<i>E.oli O157:H 7</i>	ايشريشتا كولاي أو ١٥٧ : اتش ٧
Early blight outbreak	تفشيات الآفات المبكرة
eating quality	الجودة الغذائية (جودة أكل)
Effect of skin and penetration depth	تأثير الجلد (القشرة) وعمق الاختراق
effective food control	سيطرة فعالة على الغذاء
effective food safety management system	نظام فعال في إدارة مأمونية الغذاء
effective manufacturing operations	عمليات تصنيعية فعالة
electro magnetic radiation	إشعاع كهرومغناطيسي

electronic chain	سلسلة إلكترونية
embarking on HACCP-Study	الاعتماد على دراسة هاسب
Empirical	تجريبي
Empirical methods	طرق تجريبية
Encarsia Formosa	الانكارسيافورموسا
encouragement of legislation	تشجيع التشريعات
Energy	الطاقة
energy cost	تكلفة الطاقة
energy cost of nutrient uptake	تكاليف الطاقة لأخذ العناصر الغذائية
engineering knowledge	معارف هندسية
engineering models	نماذج هندسية
enlightened agriculturalists	مزارعون واعون
enteropathogenic bacteria	بكتيريا داخلية
entire spectral range	كل مدى الطيف
entrance slit	فتحة مدخل
environmental & health concerns	الاهتمامات البيئية والصحية
environmental pollution	تلوث بيئي
Epidermis	القشرة (البشرة)
Equator	خط الاستواء/الاعتدال
equatorial plane	مستوى استوائي
estimate of optical properties	تقدير المطلق للخصائص البصرية

ethically right	سليم أخلاقياً
European Food Safety Inspection Service (EFSIS)	خدمات التفتيش لمأمونية الغذاء الأوروبية
evaporation of water	تبخر الماء
Evapotranspiration	التتح التبخري
ever- higher quality standards	جودة عالية ودائمة
Eviscerations	إزالة الأحشاء الداخلية
exercised all due diligence	أداء الالتزامات المطلوبة
exhaust the water	استنزاف الماء
expected time of harvest	الوقت المتوقع للحصاد
experimental curve	منحنى تجريبي
expertise required	خبرات مطلوبة
explanatory models	نماذج توضيحية
exponential extinction curve	منحنى الأفول الأسي
exponential law of extinction	القانون الأسي للأفول
extension services	خدمات إرشادية
extrapolated distance	المسافة المقدرة استقرائياً

F

faecallycontaminated irrigation water	ماء الري الملوث بالبراز
falling edge	الحد/الخط النازل
farm inputs business	مدخلات أعمال المزرعة

farmyard manure	دوبال (روث) المزارع
favorable to spore formation and infection	محفزة لتكون الجراثيم والإصابة بالعدوى
feasible	ذو جدوى اقتصادية
Fertigation: the application of fertilizer through an irrigation system	تسميد من خلال نظام الري
fertilization strategies	إستراتيجيات تسميد
Fertilizers	أسمدة
fertilizer applications	تطبيقات الأسمدة
fiber optic splitter	فالق ضوئي للألياف
field cultivation system	نظام الزراعة الحقلية
field heat	حرارة الحقل
field or site preparation	الإعداداد في الحقل أو الموقع
field production	إنتاج حقلي
final product	منتج نهائي
finite time	وقت نهائي
Firmness	الصلابة
flat back-ground spectrum	طيف خلفي مستوي
Flavonoids	فلافونويدات
flavour and aroma	نكهة ورائحة
flesh tomato fruits	ثمرة الطماطم اللحمية
flow diagram of the production process	مخطط مسار خطوات العملية الإنتاجية
flowering stage	مرحلة الأزهار

flux of sensible heat	دفع حرارة محسوسة
fog systems	أنظمة الضباب
Foliage	أوراق النبات
foliage development	تطور، نمو الأوراق
food borne disease organisms	الأحياء الدقيقة للأمراض المنقولة بواسطة الغذاء
food borne hazards	مخاطر منقولة بواسطة الغذاء
food business	الأعمال التجارية الغذائية
food businesses of all kinds	تجارة الأغذية بكل أنواعها ومجالاتها
food choices	الخيارات الغذائية
food industry	صناعة الغذاء
food manufacturing	تصنيع غذائي
food poisoning organisms	الأحياء الدقيقة المسببة للتسمم الغذائي
foodresearch organizations	منظمات أبحاث الأغذية
Food safety Act	قانون مأمونية الغذاء
food safety and quality	سلامة (مأمونية) الأغذية والجودة
food safety practitioners	العاملون (الممارسون) في مأمونية الأغذية
food scares	ذعر غذائي
food supply system	نظام الإمداد الغذائي
foodborne harms	أمراض منقولة بواسطة الغذاء
forced (fans) ventilation	تهوية قوية (بالمراوح)

formal food safety management system	أنظمة إدارة مأمونية الأغذية النظامية
Formation of product quality	تكوين جودة المنتجات
formulated foods	أغذية مركبة
Freezing	تجميد
frequency of monitoring	تكرار أو تتابع الرقابة
fresh market	مخصصة للإنتاج للسوق الطازج
fresh produce market	أسواق المنتجات الطازجة
fresh sandwiches	ساندويتشات طازجة
from field to fork	من الحقل إلى الشوكة
fruit flavor balance	توازن نكهة الفاكهة
fruit growth	نمو الثمرة
fruit peduncle	سويقات وقشر الثمر
fruit pruning	تشذيب (تقليم) الثمار
fruit setting	وضع الثمر
fruit transpiration modeling	نمذجة نتح الثمر
fruits ripe	نضج ثمار
fungicide spray	رش ونثر مبيدات الفطريات
Furanocoumarines	الفورانوكومارينات
fuzzy model	نموذج غامض

G

general modeling frame work	تشكيل إطار نمذجة عامة
generic HACCPplan	خطط الهاسب العامة
genetic parameter	قياس وراثي
genetically engineered	مهندسة وراثيا
given daily radiated flux	دفق إشعاعي يومي محدد
glass particles	أجزاء الزجاج
glass plate	لوح زجاج
global food supply chains	سلاسل الإمداد الغذائي العالمية
global movement of foodstuffs	التحرك الدولي للسلع الغذائية
global radiation	الأشعة الكلية
Glossiness	لمعان
glucosinolates	جلوكوسينولات
Golden Delicious	ذهبي اللذيذ (من أصناف التفاح)
good manufacturing practice (GMP)	ممارسة تصنيعية جيدة
gradient of water potential	انحدار جهد الماء
Granny Smith	جراني إسميث (من أصناف التفاح)
Grapes	عنب
greater light transmission	ذات نفاذية كبيرة للضوء
green house	بيوت محمية
Greengrocer	بائع الخضار

green-house whitefly (Trialeurodesvaporariorum)	الذبابة البيضاء للبيوت المحمية [الترياليوروديسفابورارايوروم]
green-red distribution	توزيع اللون الأخضر - الأحمر
grey mould	العفن الرمادي
gross photosynthesis	التمثيل الضوئي الإجمالي ، الكلي
ground color	لون أساسي
grouped flowering and fruiting	ازهار وإثمار جمعي
grower's over all QA provision	ضمان الجودة الشامل الذي يوفره أو يحققه المزارعون
grower's QAstrategy	إستراتيجية ضمان الجودة للمزارعين
Growing	الإنباء
growth rate	معدل النمو
growth respiration	تنفس نمو
Guillain – Barre' Syndrome	متزامنة جويللاين - باري

H

HACCP system audits	مراجعات لنظام الهاسب
Handling	تداول
harvested product management chemicals	الكيمياويات في إدارة المنتجات المحصودة
Harvesting	الحصاد
hazard analysis	تحليل المخاطر

Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)	تحليل المخاطر بنقاط التحكم الحرجة
health promoting compounds	مركبات محفزة ومحسنة للصحة
healthy leaf area duration	طول فترة مساحة الأوراق السليمة
heating costs	تكاليف التسخين
heavy metals	المعادن الثقيلة
hemolytic uremia syndrome (HUS)	متلازمة بولينية الدم
hepatitis A virus	التهبتاتيس أ (فيروس الكبد الوبائي أ)
heuristic models	نماذج مساعدة على الكشف
hide removal	إزالة الجلود
high humidity	رطوبة عالية
high sensitivity	حساسية عالية
high vapour pressure deficit (VPD)	نقص ضغط البخار العالي
higher respiration rates	تنفس بمعدلات عالية
hue	هيو (تدرج اللون)
human and physical resources	موارد بشرية وطبيعية
Hydrocooling	تبريد مائي
hygienic conduct	ممارسة صحية

I

identify and maintain critical control points	تحديد نقاط التحكم الحرجة والمحافظة عليها
identifying and quantifying quality in objective terms	تحديد مقاييس الجودة وجعلها في مقاييس كمية والتعبير عن ذلك بمصطلحات حقيقة

Immature	غير الناضجة
immediate consumption	استهلاك فوري
immediate post-harvest processing	تصنيع ما بعد الحصاد الفوري
implementation	تطبيق
impractical method	طريقة غير عملية
improperly composed manure	سماد حيواني معالج معالجة غير كافية
in the event of a food business being prosecuted under the Act	في نطاق مقاضاة أو محاكمة تجارة الأغذية أمام القانون
incident radiation	أشعة ساقطة
indeterminate vine shape	عنقودية (بشكل كرمة العنب)
indicators	مؤشرات
Industrial contaminants e. g. dioxins,	ملوثات صناعية مثل الديوكسينات
industry codes of practice	نظم الممارسة لصناعة معينة
Infective pathogenic bacteria	بكتيريا معدية ممرضة
information output	مخرجات المعلومات
inherent variability	الفروقات المتأصلة الفطرية
injection and collecting fibers	ألياف الحقن والتجميع
injection of light pulse	موجات نبضية ضوئية
Inputs	مدخلات
insect release	إطلاق الحشرات
Insensitivity	عدم الحساسية

Institute of Food Science and Technology (IFST)	معهد علوم وتكنولوجيا الغذاء
Instrumental transfer function	الوظيفة النقلية الجهازية
integrated planning	التخطيط المتكامل
integrative variable	متغير تكاملي
Inter fiber distance	المسافة بين الألياف
Interactions with pests and diseases	التفاعلات مع الآفات والأمراض
intermediate cultivation systems	أنظمة الزراعة الوسيطة
internal decay	التعفن الداخلي
Internal optical properties	خصائص بصرية داخلية
International Horticulture Research Centers	مراكز أبحاث البساتين العالمية
international nature of the fresh produce market	الطبيعة العالمية لأسواق المنتجات الطازجة
International Organization for standardizations ISO	المنظمة العالمية للمواصفات والتقييس
international standardization of quality grades	التقييس العالمي لدرجات الجودة
in-the-field	استخدام حقل
Intoxicating pathogenic bacteria	بكتيريا مسممة ممرضة
intrinsic characteristics	الخواص الداخلية
intrinsic preservation factors	عوامل الحفظ الداخلية
inverse of a flow resistance	معاكسة (مقاومة) السريان
ion concentration	تركيزات الأيونات
ionic gradient	الانحدار الأيوني
Irradiance	إشعاعية

irrigation	الري
irrigation water	ماء الري
IRRIGERE software	نظام (برنامج) معلومات الحاسب
Isotropisation length	الطول موحد الخواص

J

juice extraction	استخلاص العصير
------------------	----------------

K

keeping quality	جودة الحفظ (بجالة جدية)
key importance	أهمية مفتاحية (أساسية)
key problems	المشاكل الأساسية
key taste components	مكونات المذاق المفتاحية (الأساسية)
kidney failure	الفشل ، القصور الكلوي
Kiwifruit	كيوي
knowledge bases	قواعد المعرفة (المعلومات)

L

laboratory set-up	نظام إعداد معلمي
laceration	التقريح
Lambert low to the absorption coefficient	قانون لامبيرت لمعامل الامتصاص
Lambert-Beer theory	نظرية لامبيرت بيير
laser tuning	تناغم نبضات الليزر
lateral fluxes	الدفعات الطرفية

leaf air saturation	تشبع الأوراق بالهواء
leaf area	مساحة الأوراق
leaf area index (LAI)	مؤشر مساحة الأوراق
leafy crops	محاصيل ورقية
legal liability arise	رفع دعاوى قضائية
legal requirements	المتطلبات القانونية
legallypermittedlevels	استخدام بالمستويات المسموح بها قانونياً
Legislations	القوانين والتشريعات
Lettuce	خس
life cycle	دورة حياة
light attenuation	إضعاف الضوء
light interception by glass house crops	حصر محاصيل البيوت المحمية للضوء
light scattering	تشتت الضوء
light transmission	التحويل النقل الضوئي
light use efficiency (α)	كفاءة فعالية الاستخدام الضوئي الأساسي
linear response	استجابة خطية
<i>Listeria monocytogenes</i>	ليستيريا مونوسيروجينس
living commodities	سلع حية
living produce	منتج حي
lobbying by parties	الاتفاقات والتآزر بين الأحزاب

local food law enforcement officers	ضباط (الأفراد المخولين) بتطبيق القوانين الغذائية المحليين
localize the defect	تحديد موقع العيب
logical sequence of activities	تتابع منطقي للنشاطات
logically and systematically structure	بشكل منطقي ونظامي
long-lasting conditions	حالات مزمنة
long-season production	إنتاج الموسم الطويل
long-term illness	أمراض طويلة الأجل
long-term intoxication	تسمم لفترات طويلة
loose and granular structure of the flesh	التركيب المحبب والرخو للحم (اللب)
loss of freshness	فقدان الطزاجة
loss of surface gloss	فقدان لمعان السطح
low- cost time- resolved instrument	جهاز قياس عبر الوقت مصممت وقليل التكلفة
low frequency ultrasounds	الموجات الصوتية منخفضة التردد
low light intensity	انخفاض كثافة الضوء
Lutein	ليوتين
Lycopene	ليكوبين

M

main laser beam	شعاع الليزر الرئيس
-----------------	--------------------

maintaining the sugar to acid balance	المحافظة على التوازن بين السكر (الطعم الحلو) والحموضة
maintenance and calibration of spraying equipment	صيانة ومعايرة معدات الرش
maintenance coefficient	معامل المحافظة
maintenance respiration	تنفس الصيانة
manageable and practical units	وحدات عملية يمكن إدارتها
management of CCPs)	إدارة نقاط التحكم الحرجة
management strategy	إستراتيجية الإدارة
Mangoes	مانجا
Manual	يدوية
manual operations	العمليات اليدوية
manure	سماد حيواني
marketing chain	سلسلة التسويق
Mass and energy balances of tomato crops	التوازنات الكتلية والطاقة لمحاصيل الطماطم
mathematical formulations	معادلات رياضية
mature fruits	الثمار الناضجة
mature green age	مرحلة النضج الخضراء
mature storageorgans	الأعضاء الناضجة التخزينية
maturity stage	مرحلة النضج
maximize a cost function	معامل التكلفة لأقصى مدى
maximum rate of leaf photosynthesis(Pmax)	أقصى معدل تمثيل ضوئي للألياف

maximum residue levels (MRL)	مستويات المتبقيات القصوى
mealiness	التحبيب
measurement system	نظام قياس
meat borne pathogens	ممرضات منقولة بواسطة اللحوم
mechanical harvesting	حصاد آلي
mechanics of QA	آليات ضمان الجودة
mechanistic model	نموذج آلي
media	وسائل الإعلام
Melons	شمام
Meningitis	التهاب الدماغ السحائي.
metabolic collapse	الانهيار الأيضي
metabolic process	عملية أيضية
metal fragments	شظايا معادن
microbial pathogens	ممرضات ميكروبية
microbiological analysis	تحليل ميكروبيولوجي
Microbiologist	اختصاصي ميكريولوجيا
minerals	عناصر معدنية
minimally processed prepared salads	السلطات المعدة بأقل معاملات تصنيعية
minimally processed products	المنتجات المصنعة تصنعياً بسيطاً (بأقل درجة من التصنيع)
minimization of contamination sources	تقليل مصادر التلوث

minimum daily humidity	الرطوبة الدنيا اليومية
misconceptions	مفاهيم خاطئة
misinterpretation	تفسير سيء أو خاطئ
mode of application of actions	أنماط التطبيق الفعال
mode-locked lasers	شعاع ليزر بالطريقة المغلقة
modified atmosphere packaging	تعبئة تحت جو معدل
modified atmosphere storage	التخزين تحت الجو المعدل
modified atmospheres	البيئة المعدلة (أو المناخ المعدل)
monochromatic light	الضوء أحادي الطول الموجي
mono-unsaturated fatty acids	الأحماض الدهنية أحادية عدم التشبع
moral and legal duties	واجبات أخلاقية وقانونية
most sophisticated greenhouse	أكثر البيوت المحمية تطوراً
mother plant	النبات الأم
multichannel acquisition	حيازة متعددة القنوات
multichannel analyzer	محلل عديد القنوات
multidisciplinary	تخصصات متعددة
multimode graded-index fiber	ليف ذي مؤشر-مدرج عديد التفاعل
multiple food retailers	تعدد موزعي الأغذية بالتجزئة
multiple scattering of light	تعدد استطارة الضوء
mycotoxins	سموم فطرية

N

national and local government organizations	المنظمات الوطنية والمحلية الحكومية
national law	القانون الوطني
natural coloring additive	مضافات الملونات الطبيعية
natural senescence	شيخوخة طبيعية
Naturally occurring environmental contaminants e.g. heavy metals	ملوثات بيئية موجودة طبيعياً مثل المعادن الثقيلة
near perfect visual appearance	مظهر بصري أقرب ما يكون إلى الكمال
Nectarine	دراق
net assimilation	تمثيل غذائي صافي
net photosynthesis	تمثيل اوائي صافي
networks grouping tomato growers	شبكات جمعيات مزارعي الطماطم
new inflorescences continually appear	يظهر إزهار جديد بشكل مستمر
NIR region	الأشعة تحت الحمراء القريبة
non-conforming	غير متوافق (مع المعايير والمواصفات)
non-contact measurement	قياس بدون تلامس
non-destructive optical characterization	التصنيف البصري غير المتلف
non-invasive defects of fruits	عيوب الفواكه غير الاختراقية
non-invasive methods	الطرق غير المخترقة
non-storage tissues	أنسجة غير لتخزينية
Normal	طبيعي

Norwalk Virus	فيروس النوروك
nuclear magnetic resonance	التصوير المغناطيسي الذري
nut allergy	حساسية للمكسرات
nutrient	المغذيات
nutrient film technique	تقنية فيلم العناصر المعدنية
nutrient solution	محلول العناصر المغذية
Nuts	مكسرات

O

objective evidence	براهين منطقية واقعية
objective terms	عبارات موضوعية واقعية حقيقة
object-oriented framework	هيكل موجه شكلياً
observed processes	العمليات الملاحظة
off-odors	الروائح غير المرغوبة
one root compartment	حجرة جذر واحدة
on-line monitoring of the system behavior	مراقبة سلوك النظام على خط الإنتاج
open systems	الأنظمة المفتوحة
operate complete HACCP systems	تشغيل أنظمة الهاسب كاملة
operating conditions	ظروف التشغيل
operational effectiveness	الكفاءة التشغيلية
operational limits	حدود تشغيلية عملياتية
operations	العمليات

operator training	تدريب العاملين
optic probe	مسبار ضوئي
Optical properties of fruits and vegetables	الخواص البصرية للفواكه والخضراوات
optical quality index	مؤشر للجودة البصرية
optical technique	تقنية ضوئية
optically pumped	ضخ بصري ضوئي
optimal control	الضبط الأمثل
optimization of climate	الوضع الأمثل للمناخ
optimization routines	الوضع الأمثل للروتين
optimize management	الوضع الأمثل للإدارة
Optoelectronics	الإلكترونيات الضوئية
organ Appearance	ظهور الأعضاء
organ dry weight	الوزن الجاف للعضو
organ growth rate	معدل نمو العضو
organ scales	النسب القياسية للأعضاء
Organelles	الجسيمات
organic products	المنتجات العضوية
Outputs	مخرجات
over-ripe	الفاكهة زائدة النضج
over-softening	الطراوة الزائدة
overview	استعراض شامل

P

packaging of the product)	تغليف المنتج
packing house	مستودع التعبئة
Pallets	لصناديق خشبية
Papaya	باباي
Parameters	مقاييس (معايير)
parasitoid-host relation	علاقة الطفيل-العائل
Parsnip	جزر أبيض
particular hierarchical level	مستوى هرمي محدد
partitioning	تجزئة / تقسيم
path length	طول المسار
pathogenic <i>E.coli</i>	إي كولاي الممرضة
pathway	مسار
Patulin	باتولين
peaches	خوخ
peak value	القيمة العليا/القمة
Peanuts	فول سوداني
Pear	كمثرى
Peas	بازلاء
Peel	القشرة
peel color	لون القشرة
Penetration depth	عمق الاختراق

Perishable	معرضة للتلف (قابلة له)
pesticide applications	استخدام مبيدات الآفات
pesticide residues	متبقيات مبيدات آفات
pesticides	مبيدات الآفات
pests	الآفات
pH	الأس الهيدروجيني
phase transitions	التحولات المرحلية
phloem	أوعية الفلويم (اللحاء)
photo acoustic techniques	تقنيات التصوير الضوئي
Photoassimillates	المثلاث الضوئية (غذائياً)
Photomultiplier	متعدد ضوئي
photon paths	مسارات الفوتون
photosynthetic active radiationwave band (PAR)	الحزام الموجي الإشعاعي النشط ♦ للتمثيل الضوئي
photosynthetic activity	النشاط الاصطناعي الضوئي
physical damage	الإتلاف الفيزيائي (الطبيعي)
physical resources	الموارد الطبيعية
physiological disorders	الاعتلالات الفسيولوجية
pieces of hard plastics	قطع بلاستيك صلبة
Pigments	الأصبغ
pillow-packs	عبوات وسائدية

pinphotodiode	دبوس صمام ثنائي ضوئي
planned sequence of observations	سلسلة ملاحظات أو إجراءات مخططة
Planning	تخطيط
planning operation	عملية التخطيط
plant behaviour	سلوك النبات
plant density	كثافة النبات
plant vigour	حيوية النبات
plantation	عملية البذر
planting	الغرس
plastic bags	الأكياس البلاستيكية
plastic cover	غطاء بلاستيكي
plastic-glass fiber set	منظومة ألياف بلاستيكية-زجاجية
plasticulture	زراعة بلاستيكية
pleasantness of tomato fruit	استساغة ثمار الطماطم
Poisonous fungi	فطريات سامة
poisonous plants	النباتات السامة
political bias	انحياز سياسي
polynomial function	عامل متعدد الحدود
pools of macromolecules	مخزون الجزيئات الكبيرة
poor quality	انخفاض في الجودة
porous nature of tissue	طبيعة الأنسجة المنفذة

Portability	سهولة الاستخدام وسهولة النقل
post- harvest cropmanagement	إدارة المحصول لما بعد الحصاد
post- harvest handling	تداول ما بعد الحصاد
post- harvest shelf-life	فترة صلاحية الفاكهة والخضراوات بعد الحصاد
post –harvesting handling	الحصاد وتداول وتخزين ما بعد الحصاد
postharvest operation	معاملات ما بعد الحصاد
post-harvest pretreatment	معالجة ما بعد الحصاد
post-harvest processing	عمليات التصنيع لما بعد الحصاد
post-harvest storage	تخزين ما بعد الحصاد
potential growth	نمو محتمل
prediction of harvest dates	توقعات مواعيد الحصاد (تواريخ الحصاد)
predictions of important events	توقعات الأحداث المهمة
pregnant women	نساء حوامل
preliminary applications	تطبيقات أولية
pretreatment	معالجة مسبقة
pretreatment operation	ما قبل المعالجة
preventive approach	إجراء أو تدخل وقائي
preventive measures	إجراءات وقائية
principal output	المخرج الأساسي
problem of emergent pathogens	مشاكل الأمراض جديدة النشأة والظهور

procedures for harvesting	إجراءات الحصاد
process engineering	هندسة العمليات
process flow diagram	الرسم التخطيطي للعملية
processed product	منتج مصنع
processes of tomato production	عمليات إنتاج الطماطم
processing industry	عمليات صناعية
product cultivar	منتج معين أو منتج لصنف معين
product properties	خصائص المنتج
product specifications	مواصفات المنتج
Production of biomass	إنتاج الكتلة الحيوية
profit	الربح
projected leaf area	مساحة الأوراق المتوقعة
Propagations	النثر والبذر
proper theoretical model	نموذج نظري مضبوط
protected cultivation	زراعة محمية
Protozoan parasites	طفيليات
proven science	علم مثبت مبرهن
pulsed diode lasers	ليزر نابض بصمام ثنائي
purchased product specifications	مواصفات المنتج المشتري
purchases of fresh produce	شراء المنتجات الطازجة

Q

QA philosophy	فلسفة ضمان الجودة
qualified personnel	الأشخاص العاملون (الموظفون) الأكفاء
quality assurance (QA)	ضمان جودة
quality consistency	ثباتية الجودة
quality defects	عيوب الجودة
quality plan	خطة جودة
quality purposes	أغراض الجودة
quality rating	تدريج الجودة
quality requirements	متطلبات الجودة
quality systems auditing	مراجعة أنظمة الجودة
quantitative values	قيم كمية

R

radiation use efficiency (RUE)	كفاءة استخدام الإشعاع
radiated component	مكون إشعاعي
rain model	نموذج الأمطار
raw meat processors	مصنعي اللحوم الخام الطازجة
reactive arthritis	التهاب المفاصل (الروماتيزم) التفاعلي
real decision support systems DSS	أنظمة دعم اتخاذ القرار الحقيقية الفعلية
Realism	الواقعية
reasonable precautions	الاحتياطات المعقولة

Recipe	وصفة (طبق)
rectangular hyperbole	الهائبربولا ، القطع الزائد المتعامد
red absorption	الامتصاص الأحمر
red-colored fruits	ثمار ملونة باللون الأحمر
reduced reflectance	انخفاض معامل الانعكاس
reference triggering signal	إشارة منبهة (مرجعية)
reflectance geometry	هندسة الانعكاس
reflected radiation	الأشعة المنعكسة
refraction index	مؤشر انكسار الضوء
refractive index	مؤشر الانكسار الضوئي
rejected in grading	رفض في التدرج
relative growth rate	معدل النمو النسبي
repetition rate	معدل تردد
research models	نماذج بحثية
Respiration	التنفس
respiration rate	معدل تنفس
respiratory afflux of CO ₂	التدفق التنفسي لثاني أكسيد الكربون
respiratory heat	حرارة تنفسية
response curve	منحنى الاستجابة
ripening & maturation	النضج
ripening process	عملية النضج

risk assessment	تقييم المخاطر
rock wool	صوف صخري
Roof materials	مواد كاسية للسقف
root depth	عمق الجذور
root environment	بيئة الجذور
root substrate	مادة الجذور
root zone	حيز الجذور
roots	الجذور
row spacing	المسافات بين صفوف النبات
run-off	فاقد سريان

S

safety margin	حدود مأمونية أعلى
safety of consumers	سلامة المستهلكين
safety regulations	نظم المأمونية
salad crops	منتجات السلطات
salad materials	مواد السلطات
<i>Salmonella enteritidis PT4</i>	سالمونيلا انتيريتيديس بي تي ٤
salt –in-moisture content	الملح في المحتوى الرطوبي
sanitary measures	إجراءات الشؤون الصحية
saprophytic bacteria	البكتيريا الإغفينية
saturation-type curve	منحنى من النوع المتشعب

scanning of the monochromator	تصوير بجهاز أحادي الموجة
Scars	ندبات (جروح وشروخ)
Scattering	تشتت الضوء
scattering centers	مراكز استطارية
scattering coefficient	معامل الاستطارة
scientific journals	مجلات علمية
seed preparation and propagation	تحضير البذور ونثرها
seed propagation	نثر (بذر) البذور
seed treatment agents	مواد معالجة البذور
seeds	بذور
semiconductor lasers	ليزر شبه موصل
semi-infinite homogeneous medium	وسط متجانس شبه مطلق
senescence breakdown of chlorophyll	انحلال الكلوروفيل نتيجة للشيخوخة
senescence of product	شيخوخة المنتج
sensitive groups	المجموعات الحساسة
Septorialycopersice	سيتوريالكوبيرسيبي
sequence of events	تتابع الأحداث
sequence of three operations	سلسلة ثلاث عمليات
services of a consultant	خدمات استشاري
set limits	وضع حدود
set of actions	منظومة أفعال

set point	نقطة الضبط الابتدائية
sets of weather data	منظومات بيانات الجو (المناخ)
severe limitation	تعويق حاد
shading screen	الستائر المظلمة
sharp glass fragments	شظايا (كسار) الزجاج الحادة
sharp metal filings and scarf	البرادات المعدنية الحادة
sharp plastic fragments	شظايا البلاستيك الحادة
<i>Shigellaspp.</i>	أنواع الشاجيلا
Short laser pulse	نبض ليزر قصير
short-term illness	أمراض قصيرة الأجل
side shoots	البراعم الجانبية
simple statistical model	نموذج إحصائي بسيط
simulating the water flux	محاكاة دفع الماء
simulation models	نماذج التشبيه
simulations	تمائل (محاكاة)
single harvest	حصدة واحدة
site preparation	تحضيرات الموقع
skin wrinkling	تجدد الجلد
slicing hazards	مخاطر التقطيع
small and medium sized enterprises (SMES)	الأعمال التجارية الصغيرة والمتوسطة
Softening	الطراوة

soil culture	مزارع التربة (منابت التربة)
soil disinfection	تعقيم التربة
soil evaporation	تبخر من التربة
soil water reserve	احتياطي ماء التربة
soilless culture	زراعة بدون تربة
solar energy input	دخل الطاقة الشمسية
soluble solids	جوامد ذائبة
sound commercial reasons	أسباب تجارية منطقية
sound fruit	فاكهة سليمة
source- detector distance	مسافة المصدر-الكاشف
source of water	مصدر الماء
spatial resolution	الانحلال
specific minimum standard	مواصفات معينة بالحد الأدنى للجودة
specification and control of irrigation water Specifications	خصائص مياه الري و ضبطها المواصفات والمعايير
specifications for packaging and storage	مواصفات التعبئة والتخزين
spectral line shape	شكل الخط الطيفي
spontaneous abortions	الإجهاض التلقائي
Spring	الربيع
sprout suppressant compounds	المركبات المثبطة للتزريع (التبرعم)
sprouting in root & bulb crops	تجذر المحاصيل الجذرية واللبية

staff training	تدريب العاملين
standard guidelines	التوجيهات القياسية
standard mechanical- chemical tests	الاختبارات الآلية- الكيميائية القياسية
standard QA auditing techniques	تقنيات مراجعة ضمان الجودة القياسية
standardized methods	طرق قياسية
standardizing the assessment of HACCP systems)	تقييم أنظمة الهاسب
standardizing the use of(HACCP)	تقييم (نموذج قياسي) لاستخدام الهاسب
<i>Staphylococusaureus</i>	استافيلوكوكس أوريس
<i>Staphylococcusclavatus</i>	اسبيرجيلس كلافاتوس
Starking Delicious	شديد اللذة (من أصناف التفاح)
statistical relationships	علاقات إحصائية
stem crops	محاصيل جذعية
stems	جذوع
stomatal conductance	توصيل من خلال فتحات صغيرة
stomatal opening	فتحة الثغيرية
Stones	أحجار
storage environment	بيئة أو مناخ التخزين
strings	خيوط
subjective terms	تعايير غير موضوعية وافتراضية
subsections	أقسام فرعية
subset of quality	فرع من منظومة الجودة

sunlight	ضوء الشمس
supplementary lighting	إضاءة تكميلية
Supplier	موردون
survival and growth of bacterial pathogens	بقاء ونمو الممرضات البكتيرية
Sweetness	حلاوة
synchronous pumping mode-locking	ضخ متزامن بنظام أو طريقة الغلق
synthetic agrochemical	كيماويات زراعية اصطناعية
systematic method	طريقة نظامية

T

Tannins	تانينات
Technical Standard for Companies Supplying Retailer Branded Food Products	المواصفات التقنية للشركات الموردة لأصناف منتجات الأغذية للبيع بالتجزئة
temp optimization	الوضع الأمثل لدرجة الحرارة
temperature regime	برنامج (نظام) درجات الحرارة
temporal distribution	التوزيع المؤقت
temporal profile	الصورة المؤقتة (لانعكاس الإبصاري الوقتي)
temporal resolution	الإبصار (التبيان) المؤقت
temporal width	العرض المؤقت
temporary carbohydrate pool	مخزون كربوهيدرات مؤقت
temporary inconvenience	عدم راحة مؤقتة
Tempting	مغرياً أو مستحثاً

Tenability	إيقاعية (تناغم)
terms of reference	مصطلحات مرجعية
textural quality	جودة القوام
Texture	قوام
The Food and Agriculture Organization (FAO)	منظمة الأغذية والزراعة العالمية
The hazard analysis critical control point system(HACCP)	نظام تحليل المخاطر بنقاط التحكم الحرجة (هاسب)
thermal screens	ستائر حرارية
thermal time	وقت حرارة
thick-skinned	قشرة سميكة
three dimensional Hunter system	نظام هنتر ثلاثي الأبعاد
threshold value	القيمة الحدية
time domain	حقول (حيز) الوقت
time of high humidity	وقت (فترة) ارتفاع الرطوبة
time-correlated single-photon counting (TCSPC)	تقنية عد الفوتون الأحادي المرتبطة بالوقت
time-course of nitrate uptake	وقت مسار أخذ النترات
time-of-flight	وقت التسريع
Time-resided spectrometer for absorption and scattering spectroscopy in diffusive media	جهاز المطياف للإبصار الوقتي للمطيافية الامتصاصية والاستطارية في الوسط الانتشاري
time-resolved measurements	قياسات عبر الوقت

Time-resolved reflectance (TRS) spectroscopy	معامل الانعكاس الإحصاري عبر الوقت
Timing of development	توقيت التطور
tissue components and structures	مكونات وتراكيب الأنسجة
tissue microscopic structure	التركيب النسيجي المجهرى
titanium: sapphire laser	ليزر التيتانيوم: (الصفير، ياقوت أزرق اللون)
tomato cultivation system	نظام زراعة الطماطم
total flavour	النكهة الكلية
total intercepted radiation	الإشعاع الكلى المحجوز
total reflected intensity	الكثافة الكلية المعكوسة
toxic agrochemical compounds	مركبات (كيمياويات) زراعية سامة
toxicity research	أبحاث السمية
Toxigenic fungi	فطريات سامة (المسمة)
<i>Toxoplasma gondii</i>	توكسوبلازما جوندى
trade-off	تحقيق مقايضة
Translocation	نقل موضعي
Translucency	شفافية
transmitted intensity	كثافة مبتعثة
transmitted radiation	أشعة مارة
transparent cover	أغطية شفافة
Transpiration	التحفي النباتات

transport scattering coefficient	معامل الاستطارة (التشتت) الثقلية (للضوء)
treatment of seeds	معالجة البذور
Trimming	التشذيب (التقليم والقص)
tropical regions	الأقاليم الاستوائية
true representation	تمثيل حقيقي
turbid medium	وسط معكر أو عكر
two-parameter formula	معادلة ذات معاملين
Types of modeling	أنواع النمذجة
Types of tomato production	أنواع إنتاج الطماطم
typical instrument response function	وظيفة الاستجابة الجهازية النموذجية
typical time-resolved reflectance curve	منحنى نموذجي لانعكاس إبصاري عبر الوقت

U

ultimate responsibility	المسؤولية النهائية أو المطلقة
unacceptable eating quality	جودة تجعل الغذاء غير مستساغ للأكل
under cover	تحت غطاء
underlying yellow & red pigments	صبغات تحتية صفراء وحمراء
unfit to eat	غير صالح للأكل
Uniformity	الانتظام
uniformity of size shape, and color	انتظام في الحجم والشكل واللون
unit leaf activity	نشاط الوحدة الليفية

Unmarketable	غير قابل للتسويق
unpleasant aromas	النكهة / الروائح غير الطيبة
unsafe	غير آمن
unsafe to eat	غير مأمون للأكل
use of correct pesticide	استخدام المبيدات السليمة

V

Validation	الفعالية أو الصلاحية
vegetative pathogens	الممرضات الحية النامية
vegetative phase	مرحلة الإنبات
vegetative plant	النبات النابت (النامي ، المخضر)
vegetative versus generative periods	الفترة النمائية الإنباتية مقابل الفترة التولدية الإنتاجية
vegetative-generative dry weight balance	توازن الوزن الجاف النامي - المتولد
Vents	تهوية
Verification	تحقق
very low infective dose level	مستوى جرعة بسيط ولكنه معدي
visible and near infrared spectral	الطيف المرئي والقريب من الأشعة تحت الحمراء
visible region of the spectrum	الموقع المرئي في الطيف (الضوئي)
visible symptoms	أعراض بصرية
visual appearance	مظهر بصري
visual impact	أثر بصري
visual quality	جودة بصرية

voltage signal

إشارات فولتية

W

washing operation)

عمليات الغسيل

waste botanical material

فضلات المواد النباتية

water activity (a_w)

النشاط المائي

water balance

توازن الماء

water compartments

الماء في حجرات أو فضاءات التربة

water flux

دفق الماء

water import

واردات الماء

water in dose gets

جرعة إمداد الماء

water in put

مدخل الماء

water pressure

ضغط الماء

water sprinklers

رشاشات مائية

water stress

إجهاد مائي

water vapor

بخار ماء

water volume flux

حجم دفق الماء

weather sensing

استشعار المناخ (الجو)

weekly yield

الناتج الأسبوعي

wet periods

فترات (أوقات) البلل

white plastic sheet

غطاء بلاستيكي أبيض

whitening the cover

تبييض الغطاء

wilt and shrivel	الذبول
wilting of leafy crops	ذبول المحاصيل الورقية
wind speed	سرعة الرياح
wood splinters	شظايا الأخشاب
workable and effective food safety management system	نظام إدارة مأمونية غذاء عملي وفعال
World Trade Organization (WTO)	منظمة التجارة العالمية
world's public health experts	خبراء الصحة العامة العالميين
WTO Sanitary and Phytosanitary (GPS))	منظمة التجارة الدولية للشئون الصحية والشئون الصحية الزراعية

X

xylem & phloem infuxes	تدفقات الجزء الخشبي للنبات واللحاء
xylem	زيلم (الجزء الخشبي من النبات)
xylem network	شبكة الجزء الخشبي

Y

yellow peach	خوخ أصفر
yellowing of green vegetables	اصفرار الخضراوات الخضراء
<i>Yersinia enterocolitica</i>	برسينيا انيروكوليتيكا
yield formation	تكون الناتج
yield prediction	توقعات الناتج

كشاف الموضوعات

أ

- أبحاث السمية ١٩٠
إتلاف المخ ١٩٠، ٧٢١، ٧٨٢
إجراء أو تدخل وقائي ١٩٣، ٧٢١
إجراءات الحصاد ٢٠٢
إجراءات الشؤون الصحية ٢١٩،
٧٢١، ٨١٣
إجراءات وقائية ٢١٦، ٢١٧، ٧٢١
أجزاء الزجاج ١٩٢، ٧٢٢
اجهاد مائي ٧٢٢
احتياطي ماء التربة ١٦٠، ٧٢٢
أحجار ١٩٢
الأحماض الدهنية أحادية عدم التشبع ١٥،
٧٢٢، ٥٣٥
الأحياء الدقيقة المسببة للتسمم
الغذائي ٢٢٠
- الاختبارات الآلية- الكيميائية
القياسية ٢٩٧
اختصاصي ميكروبيولوجيا ٧٢٢
إدارة المحصول ١٥٥، ١٦٥، ٢٠٢
إدراك المستهلك ١٤٨، ٣٣٩
إزالة الأحشاء الداخلية ٢٢٤، ٧٢٢
اسبيرجيس فلافيس ١٨٩، ٧٢٣
استجابة خطية ١٤٥
استخدام المبيدات بالتركيزات
والمعدلات الموصى بها ٢٠٥
استخدام بالمستويات المسموح بها
قانونياً ٧٢٣
استخلاص العصير ١١٤، ١١٦،
١١٩، ١٢٠، ٢٣٤
استراتيجية الإدارة ١٥٦

- استراتيجية ضمان الجودة للمزارعين ١٩٣،
٧٢٣
- استعراض شامل ١٥٤
- استهلاك الفواكه والخضراوات ١،
١٠، ١٢، ١٦، ٣٥
- أسمدة ١٨٦، ٢٠٠، ٢٠٢، ٥٥٦
- أسواق المنتجات الطازجة ٢٣٢، ٧٢٤
- إشارات فولتية ٧٢٤
- الإشعاع الكلي المحجوز ١٤٢
- إشعاعية ٣٦٧، ٧٢٤
- الأشعة تحت الحمراء القريبة ٢٥٩،
٢٨٠، ٣٢٥
- الأصبغ ٥٦٧، ٧٢٥
- أصناف ٥٥، ٥٦، ٥٩، ٦٥، ٧٥،
١٣٧، ١٤٧، ٢٣١، ٢٦٧،
٢٩٨، ٣١١
- إضاءة تكميلية ١٣١، ٧٢٥
- الإطار الأساسي ١٣٩
- الاعتلالات الفسيولوجية ٢٣٥،
٢٣٦، ٢٤٧، ٢٨٩
- الأعمال التجارية الغذائية ٢٢١، ٢٢٣،
١٤، ٧٢٥
- أغذية مركبة ١٤، ٧٢٥
- أغراض الجودة ١٨٣
- أغراض ضمان وتأكيد الالتزام ٢٠٩،
٧٢٦
- الأكياس البلاستيكية ١٩٦
- الإلكترونيات الضوئية ٣٢٥
- الامتصاص الأحمر ٣١٧، ٧٢٦
- امتصاص نطاقات الذبذبات أو الأطوال
الموجبة العريضة ٣٠٦
- أمراض ٢، ٧، ١١، ١٩، ٢٥، ٣٨،
٥٢، ٦٣، ٩٢، ١٢٠، ١٤٠،
١٩٧، ٢٣٥
- إنتاج الكتلة الحيوية ١٤٤، ٥٣٧،
٧٢٧
- الانتظام ١٤٩، ٧٢٧
- أنتوسيانينات ١٦، ٤٥، ٥٣، ٥٩،
٦٥، ٧٠، ٧٣
- الانحدار الأيوني ١٣٧، ٧٢٧
- الانحلال ٤٦٧، ٤٧٢
- انحلال الكلوروفيل نتيجة للشيخوخة ٢٣٩
- انخفاض في الجودة ١٧٥
- انضاج ١٠٩، ١٤٨، ٢٨٣، ٧٢٨،
١٣١، ١٦٠

- أنظمة دعم اتخاذ القرار الحقيقية الفعلية
١٩٢ البرادات المعدنية الحادة
٧٢٨، ١٥٦ براز الحيوانات ١٨٦، ٧٢٩
الأنف الاصطناعية ٢٩٨
البراعم الجانبية ١٣٣
الانماء ١٨٦، ٢٠٠
برامج الإنتاج المضمون ١٨٢
الاهتزاز الأيضي ١٨٦، ٢٠٠، ٢٣٩
براهين منطقية واقعية ٢١١، ٧٣٠
أنواع الحمضيات ٢٣٦، ٢٥٩
برنامج (نظام) درجات الحرارة
الاهتمامات البيئية والصحية ١٥١
بشكل منطقي ونظامي
أوراق النبات ١٣٣، ٥٣٦، ٧٢٩
بقاء ونمو الممرضات البكتيرية ١٤٥
أوعية الفلويم ١٣٩
بكتيريا ١٨٥، ١٩٦، ٢٣٩، ٢٦٩،
أوقات الرطوبة العالية ١٥١
٣٧٢
إي كولاي الممرضة ١٨١، ٧٢٩
البكتيريا الإغصينية ٢٣٩
إيقاعية (تناغم) ٧٢٩
بيئة الجذور ١٣٩
الضوء الخلفي ٣٢٦، ٧٢١
البيئة المعدلة (أو المناخ المعدل) ٢٣٠
بيئة أو مناخ التخزين ٢٣٨، ٧٣٠
بيتاكريبتوزانين ١٥
بيوت محمية ١٥٥
- ب**
- بائع الخضار ١٧٥، ٧٢٩
باباي ٢٣٤، ٢٤٥، ٥٦٨
باتولين ٢٠٥، ٧٢٩
- بـ**
- بازلاء ٧٦، ٢٤٩، ٢٥٠، ٣٦٦،
٤٠٢، ٦٦٩، ٦٨٠
بخار ماء ١٣١
بلدور ١٣، ٢٩، ٦٢، ١٠٠، ١١٢،
١٩١، ٢٠٠، ٢١٤، ٥٢٢
٥٢٩
- بـ**
- تأثير الجلد (القشرة) وعمق الاختراق
٧٣٠، ٣١١
تأكيد الالتزام ١٨٧، ٢٠٩، ٧٢٦
تانينات ٥٠، ٢٣٦، ٧٣٠

- تبخر الماء ١٣١، ١٣٨، ٧٣٠، ٧٨٨
- تبييض الغطاء ١٣١
- تتابع الأحداث ١٨١، ٧٣١
- تجدر المحاصيل الجذرية واللبية ٢٣٨
- تجربي ١٤، ٢٤، ٣٨، ١٥٩، ٣١٠
- ٣٤٨، ٤٧١
- التحجب ١١٨، ١٤٩، ٢٥٨
- تحت غطاء ١٣٠
- التحرك الدولي للسلع الغذائية ٢٢١
- تحضير البذور ونثرها ١٩٥، ٧٣٢
- تحضيرات الموقع ٢٠٢
- تحليل ميكروبيولوجي ٧٣٢
- تخزين البيانات ٣٠٨
- تخصصات متعددة ١٩٤
- تخطيط ٣٨، ٢٠٠، ٤٥٨، ٤٨١
- تداول ٣، ١٨٧، ٢٠٠، ٢٥١، ٢٦٧، ٥٥٤، ٣٨٨
- تداول ما بعد الحصاد ٢٣٧
- التركيب النسيجي المجهري ٢٩٦
- تركيزات الأيونات ١٣٢، ٧٣٣
- التزام بإنتاج غذاء مأمون ٢٠٨
- تسرب المحتويات ٢٣٩
- تسمح بالتبوع والرجوع ١٩٠، ٧٣٣
- تشبع الأوراق بالهواء ١٤٠
- تشجيع التشريعات ١٧٩
- تشقق ١٤٩، ١٥٠، ٧١٢
- تصنيع غذائي ٧٣٤
- تطبيق ٣، ١٣٠، ١٣١، ١٤٣، ١٥٤، ١٦١، ١٨٨، ٢١٦، ٢٦١، ٤٤٠، ٤٦٦، ٧٠٠
- تطبيق مفهوم الحاسب ١٨٨، ٧٣٤
- تعبئة تحت جو معدل ٦٠٥
- تعفن نهايات الأزهار ١٥٠، ١٥١
- تعقيم التربة ١٢٢، ٧٣٥
- التعليب ١١٣، ٢٣٥، ٣٦٥، ٣٦٦
- ٣٦٨، ٧٠٦
- تعويق حاد ٧٣٥
- تغليف المنتج ١٩٦، ٥٩٢
- تغيرات لونية ٢٣٤
- تفاعل ممرضات المحصول ١٥٢
- التفاعلات مع الآفات والأمراض ١٥١، ٧٣٥
- تقريب الانتشار ٣١٠
- توازن نكهة الفاكهة ٢٣٦، ٧٣٨
- التوجيهات القياسية ٢٢٢

- التوزيع المؤقت ٣٠٢
توصيل من خلال فتحات صغيرة ١٣٨
توقعات الناتج ١٥٤
- ث**
- ثابت كهربي ثنائي ٧٣٨
ثباتية الجودة ١٧٥، ٧٣٨
الثمار الناضجة ١٣٤، ٤٧٦، ٧٣٨
ثمار ملونة باللون الأحمر ١٤٨
ثمرة الطماطم اللحمية ١٤٣، ٧٣٨
- ج**
- جبيلات الينحضور ١٣٦، ١٤٨، ٧٣٩
الجنذور ١٧، ٢٩، ٧١، ١٣٩، ٢٠٤،
٢٥٠، ٣٠٤، ٤٢٦، ٤٤١،
٤٥٦
جنذوع ١٣٩، ٢٤٢، ٥٣١
جرعة إمداد الماء ١٦١
جزر أبيض ٧٣٩
جلوكوس—ينولات ١٦، ٣٣، ٨٢،
٧٣٩
جهاز المطياف للإبصار الوقي للمطيفية
الامتصاصية والاستطارية في
الوسط الانتشاري ٧٣٩
- جوامد ١٠٥، ٤٩٢
جودة أكل مقبولة ٢٣٥
جودة القوام ٢٣٤، ٢٣٧، ٧٤٠
جودة مقبولة ٢٣٢
- ح**
- حالات مزممة ١٨٩، ٧٤٠
حجرة جذر واحدة ١٣٩
حجم دفع الماء ٧٤٠
حدة الأمراض ١٦١
حدود تشغيلية عملياتية ٢٠٨
حرارة الحقل ٢٠٠، ٢٦٢
الحزام الموجي الإشعاعي النشط للتمثيل
الضوئي ١٤٠
حساسية عالية ٤٦٧، ٤٧٣
الحصاد ٤٦، ٥٠، ١٣٠، ١٨٠،
٢٢٩، ٣٥٦، ٥٧٥
حقل (حيز) الوقت ٣٠٤
حقول التطبيق: توقعات الناتج وإدارة
المحصول ١٥٤
حموضة ٢٣٦، ٢٥٩، ٣٢٤
حيز الجنذور ٧٤١
حيوية النبات ١٥٦

دفق الماء ١٣٩، ١٥٣

دفق حرارة محسوسة ١٤١، ٧٤٣

دورة حياة ٢٣٨

ديناميكية الإزهار ١٤٥

ذ

ذات نفاذية كبيرة للضوء ١٣١

الذبول ٢٣٥، ٧٤٣

ذعر غذائي ٧٤٣

ذهبي اللذيذ (من أصناف التفاح) ٤٩٠

ذو جدوى اقتصادية ٧٨٩

ر

الرسم التخطيطي للعملية ٢١٤

رش ونثر مبيدات الفطريات ٧٤٤

رشاشات المحصول ١٨٥

الرطوبة الدنيا اليومية ١٥٢

رطوبة الهواء ١٣١، ١٣٢، ٧٤٤

رفع دعاوى قضائية ١٩١

رواد الفضاء ١٨٢

الروائح غير المرغوبة ٧٤٤

رؤية البيانات ٣٠٨

الري ١٠٥، ١٣٠، ١٣٣، ١٥٥

١٥٩، ١٨٦، ١٩٨، ٢٠٠

خ

خبراء الصحة العامة العالميين ٨٢٤

خبرات مطلوبة ١٩٤، ٧٤١

خدمات التفتيش للأمنوية الغذاء

الأوروبية ١٨٠

خس ١٩٨، ٢٣٩، ٢٦٥

خصائص المنتج ١٥٠، ١٩٦

خصائص بصرية داخلية ٧٩٦

خصائص مياه الري وضبطها ٧٤٢

خطة الفعل التصحيحي لنظام الهاسب

٢١٠

خطة جودة ٧٤٢

خطط الهاسب العامة ١٩٥

الخواص الداخلية ١٩٦، ٧٤٢

د

دبوس صمام ثنائي ضوئي ٣٠٧

دخل الطاقة الشمسية ٧٤٢

دراق ٥٤، ٥٥، ١٩٨، ٢٧٥

درجة الثمار المتوسطة ٧٤٣

درجة حرارة المحصول ١٣١

درجة حرارة النهار والليل ١٥٧

دفق إشعاعي يومي محدد ١٥٨، ٧٤٣

سيطرة الظاهرية ٢٠٥، ٧٤٦

سيطرة على المناخ والتسميد بالري
١٥٥

ش

شاحن ضوئي ذي قناة دقيقة ثنائية
٧٤٦

شبكة الجزء الخشبي ١٥١

شديد اللذة (من أصناف التفاح) ٨١٧

شراء المنتجات الطازجة ٢٣٣

شظايا الأخشاب ١٩٧، ٧٤٦

شظايا البلاستيك الحادة ١٩٢، ٨١٥

شظايا معادن ١٩٢، ٧٤٦

شعاع الليزر الرئيس ٣٠٧

شفافية ٣٢٣، ٧٤٧

شكل الخط الطيفي ٣١٣

شمام ٢٥٩، ٣١١، ٣١٣، ٥٢٥

شيخوخة طبيعية ٧٤٧

شيخوخة المنتج ٢٣٨

ص

صبغات تحتية صفراء وحمراء ٧٤٧

الصلابة ١٤٩، ٢٥٦، ٣٢١

صناعة الغذاء ١٨٢

ز

زراعة بدون تربة ٧٤٤

زراعة بلاستيكية ٨٠٨

زراعة محمية ٧٤٤

زليم (الجزء الخشبي من النبات) ٨٢٤

س

سالمونيلا انتريتيديس بي تي ٤، ١٨٠

ساندويتشات طازجة ٧٤٥

سلاسل الإمداد الغذائي العالمية ٢٢٠

سلامة (مأمونية) الأغذية والجودة ١٧٣

سلامة المستهلك ١٩٣، ٧٤٥

سلامة المستهلكين ٢٠٣

سلسلة التسويق ٣٢٧

سلسلة إلكترونية ٣٠٨

سلسلة ثلاث عمليات ١٥٤

سلسلة ملاحظات أو إجراءات مخططة

٢٠٩

سلوك المستهلك ١٥٠، ٤٤٠، ٧٤٥

سلوك النبات ١٥٧

سليم أخلاقياً ٧٤٥

سموم فطرية ٧٤٦

سهولة الاستخدام وسهولة النقل ٣٢٦

الطبيعة العالمية لأسواق المنتجات

صوف صخري ١٣٢

الطازجة ٧٩٦

صيانة ومعايرة معدات الرش ٢٠٥

طبيعي ٢٧١، ٣٠، ١٨

ف

الطراوة ٦٧٢، ٢٥٧

الضبط الأمثل ١٥٧، ٧٤٧

طرق بصرية تقليدية ٧٤٨

ضبط وتقييم استراتيجيات إدارة

الطرق غير المخترقة ٢٩٧

المحصول ١٣٠

الطريقة المثلى أو المرجعية ٢١٩، ٧٧٧

الضبط/السيطرة ٧٨٢

طعم قابض ٧٤٩

ضخ بصري ضوئي ٨٠٥

طول المسار ٣٠٢

ضخ متزامن بنظام أو طريقة الغلق

طول فترة مساحة الأوراق السليمة

٧٤٨

١٥٢، ٧٤٩

ضغط الماء ١٦٠، ٧٤٨

الطول موحد الخواص ٣١٠

ضمان الجودة الشامل الذي يوفره أو

الطيف المرئي والقريب من الأشعة تحت

يحققه المزارعون ١٩٣

الحمراء ٣٠٢

ضمان جودة ٢٥٢، ٢٨٠، ٦١٧

طيف امتصاصي واستطاري ٧٤٩

الضوء أحادي الطول الموجي ٨٠٢

ظ

ضوء الشمس ٢٣٢

ظروف التشغيل ٢٠٠، ٧٤٩

ضوء مباشر ٧٨٥

ظهور الأعضاء ٧٤٩

ضوء منتشر ٧٤٨

ظواهر غير الطبيعية ١٤٩

ط

ع

الطاقة ١٣٥، ١٤٠، ٢٣٨، ٢٣٩،

عامل متعدد الحدود ٣٢٠

٣٠٩، ٤٠٧، ٤٨٠، ٦٤٤

طبيعة الأنسجة المنفذة ٢٩٨

- العاملون (الممارسون) في مأمونية الأغذية ٧٥٠
- عبارات موضوعية واقعية حقيقة ١٧٦
- عبوات وسائدية ٧٥٠
- عدم الحساسية ٢٩٦، ٧٥٠
- عدم راحة مؤقتة ١٨٩، ١١٨
- عدم وفاء بالواجب الأخلاقي ٧٥٠
- العرض المؤقت ٣٠٨
- علم مثبت مبرهن ١٩٠
- عمق الاختراق ٣١١، ٣١٣
- عمق الجذور ١٦٠
- العمليات ٣، ١٠٠، ١٤٢، ٢٠٤
- ٣٦٥، ٣٦٧، ٤١١، ٤٠٩
- عمليات إنتاج الطماطم ١٣٠
- عمليات تصنيعية فعالة ١٨٤، ٧٨٦
- لعولة المستمرة لصناعة الغذاء العالمية
- ٢١٩
- عيوب الجودة ١٤٣
- عيوب الفواكه غير الاختراقية ٧٥١
- ف**
- فاصوليا ١٦، ٢٣٨، ٢٥٦، ٢٦٤،
- ٣٨٩، ٥١٦
- فاقد سريان ١٦٠
- فاكهة ذات تنفس سريع ٧٥٢
- الفاكهة زائدة النضج ٢٣٧
- فاكهة سليمة ٨١٦
- فتحة التغييرية ١٣٩، ٨١٧
- فترة البلل (الرطوبة) ٧٥٢
- فجوات هوائية ٧٧٥
- فحم ١٣١، ٧٥٣
- فرع من منظومة الجودة ١٧٦، ٨١٧
- الفروقات المتأصلة الفطرية ٢٣٠
- الفعالية أو الصلاحية ٢١٠
- فقدان الطزاجة ٢٣٥، ٧٥٣
- غ**
- الغرس ١٨١، ٨٠٨
- غطاء بلاستيكي ١٣٣

قياس وراثي ١٤٧، ٧٥٥
القيمة الحدية ١٦١، ٨١٩
القيمة العليا/القيمة ٧٥٥

ك

كاكاو ٧٨٠
كائنات ممرضة ٧٥٥
كتلة حيوية ١٤٤، ٧٧٨
الكثافة الكلية المعكوسة ٢٩٩
كثافة النبات ١٤١
كروما (صفاء اللون) ١٤٨
كروموسومات ٧٥٥

كريتواسبورديوم بارفيوم ١٨٩، ٧٨٤
كفاءة استخدام الإشعاع ١٤١
كفاءة فعالية الاستخدام الضوئي
الأساسي ١٣٦، ٧٩٨
كل مدى الطيف ٣٠٧
كثري ٥٩، ٢٣٦، ٢٥٧، ٢٦٥،
٣٢٢، ٤٦٥، ٤٨١، ٦٣٢
كوليستيرديوم بوتشيلينيوم ١٨٩
كيماويات زراعية اصطناعية ٧٥٦
كيماويات زراعية ٧٧٤

فقدان لمعان السطح ٢٣٥
فلافونويدات ١٦، ١٧، ٤٣، ٤٦،
٧٨٩، ٨٤

فواقد الحرارة عن طريق الحمل
والإشعاع ١٣١
الفورانوكومارينات ١٦، ٧٥٣
فول سوداني ٨٠٦
في نطاق مقاضاة أو محاكمة تجارة
الأغذية أمام القانون ١٧٨
فيروس النرولك ١٨٩، ٧٥٤

ق

القانون الأسي للأفول ١٣٦
القانون الوطني ١٧٩، ٧٥٤، ٨٠٣
قانون لامبيرت لمعامل الامتصاص ٧٩٧
قانون مأمونية الغذاء ١٧٨
القبة (البيت الحمي) ٧٥٤
قبة المحصول ١٤٠، ١٤١، ٧٥٤
القشرة ٥٨، ٧٧، ٢٣٤، ٢٩٦، ٣١١
قطع بلاستيك صلبة ١٩٢
القلب البني/الأسمر ٧٥٤
قواعد البيانات ١٥٤، ٧٥٤
قياس بدون تلامس ٣٢٦، ٨٠٣

مادة الجذور ٨١٣
 ماكينات آلية ٣٢٦، ٧٧٧
 مانجا ٧٥٧، ٨٠٠
 متطلبات الجودة ١٢٩، ١٧٦، ٢٨٥
 متعدد ضوئي ٣٢٦، ٧٥٨
 متغير تكاملي ١٥٠
 مجرد حدس ١٩٠
 المجموعات الحساسة ١٩٧، ٢٢٠
 المحافظة على التوازن بين السكر(الطعم
 الحلو) والحموضة ٢٣٦
 المحتوى (التركيب) الكيميائي ١٥٠
 محتوى الثمرة من المادة الجافة ١٤٦
 محفزة لتكون الجراثيم والإصابة
 بالعدوى ٧٨٩
 محلل عديد القنوات ٣٠٨
 مخاطر الاحتراق ١٩٢، ٧٧٩
 المخاطر للأسنان ٧٥٩
 مخاطر منقولة بواسطة الغذاء ٧٩٠
 أعمال المزرعة ١٨١
 مراجعات لنظام الهاسب ٢١٨، ٧٩٣
 مراجعة السجلات ٢٠٩، ٧٦٠
 مراجعة أنظمة الجودة ٢١٢

الكيمياويات في إدارة المنتجات
 المحصودة ١٩٧، ٧٩٣
 كيوي ٣١١، ٣١٧، ٣١٨

J

لباد تيريدي ٧٥٦
 لصناديق خشبية ٨٠٦
 لمعان ٢٣٤، ٢٣٥، ٤٩٢، ٧٥٣
 لوح زجاج ٣٠٧
 لون أساسي ٧٥٦، ٧٩٣
 لون القشرة ٢٣٤
 ليزر شبه موصل ٣٢٦، ٨١٤
 ليزر صبغي ٧٥٧
 ليستيريا مونستيتوجينس ١٨٠
 ليف تجميعي ٧٨٠
 ليف ذي مؤشر-مدرج عديد التفاعل ٣٠٩
 ليكويين ١٦، ٨٦، ١١٤، ١٤٨
 ليوتين ١٧، ٢٤، ٦٠٧

م

ما قبل المعالجة ١٩٤، ٧٥٧، ٨٠٩
 ماء الري ١٩٨، ٢٠٠
 ماء الري الملوث بالبراز ١٩٨
 المأخوذ من الماء ٧٥٧

- المرارة ٢٣٦، ٧٦٠
 مرحلة النضج ٤٦، ١٠٩، ١٤٩،
 ٢٣٩، ٢٧٤، ٣٢٥
 مسارات الفوتون ٢٩٩
 المسافة بين الألياف ٣١٠، ٧٦١
 المسافة بين المصدر والكاشف ٣٠٣
 مسبار ضوئي ٧٦١
 مشاكل الأمراض جديدة النشأة
 والظهور ٢١١
 مصالح واسعة للمستهلكين ٧٦١
 مصدر الماء ٢٣٨، ٦٦٤، ٧٦١
 مصنعي اللحوم الخام الطازجة ٢٢٤
 مضافات الملونات الطبيعية ٢٣٤
 مطابقة للمتطلبات ١٧٥، ٧٨٢
 مظهر بصري ٢٣٣
 مظهر بصري أقرب ما يكون إلى
 الكمال ٢٣٣، ٧٦٢
 المظهر والمذاق ١٣٠
 المعادن الثقيلة ١٨٦، ١٩٠
 المغذيات ١٣، ١٣٨
ن
 الناتج الأسبوعي ١٥٥، ٧٦٧
 النبات النابت (النامي، المخضر) ٧٦٧
 النباتات السامة ١٨٨، ٧٦٨
 نبض ليزر قصير ٢٩٥
 نثر (بذر) البذور ٢٠٠، ٧٦٨، ٨٤٠
 النثر والبذر ١٨١
 ندبات (جروح وشروخ) ٧٦٨
 النسب القياسية للأعضاء ١٤٤، ٨٠٥
 النشاط المائي ١٠٢، ١١٥، ١٩٦،
 ٢٠٨، ٤٢٠، ٤٣٥، ٧١٢
 نشاط الوحدة الليفية ٧٦٨
 نشاطات السيطرة ٢٠٨، ٧٦٨
 النضج ٤٦، ١٠٩، ١٤٩
 نظافة بيئة التصنيع ١٨٥
 نظام تحليل المخاطر بنقاط التحكم
 الحرجة (هاسب) ١٨٢
 نظام زراعة الطماطم ١٥٥
 نظام فعال في إدارة مأمونية الغذاء
 ١٧٩، ٧٦٩
 نظام قياس ١٥٤، ٧٦٩
 نظام هنتر ثلاثي الأبعاد ١٤٨
 نقاط التحكم الحرجة ١٧٣
 نقص ضغط البخار العالي ١٣٦، ٧٦٩

- نقطة الضبط الابتدائية ١٣٢، ٨١٥
- نقل موضعي ٧٦٩
- نكهات طيارة ٧٧٦
- النكهة/ الروائح غير الطيبة ٢٣٧، ٧٧٠
- نماذج التشبيه ٨١٥
- نماذج الصندوق الأسود ١٣٥
- نماذج بحثية ٧٧٠
- نماذج مساعدة على الكشف ١٣٥، ٧٩٤، ١٦٣
- نماذج هندسية ٧٨٧
- نمذجة نتج الثمر ١٤٦، ٧٧٠
- نمو الثمرة ٧٩١
- نموذج إحصائي بسيط ١٤٨
- نموذج الأمطار ١٥١، ٨١١
- نموذج الصندوق الخلفي ١٤٢، ٧٧٠
- النموذج المعقد ١٤٠
- نموذج الندى ١٥١، ١٥٢، ٧٨٤
- نموذج نظري مضبوط ٢٩٥
- و**
- واجبات أخلاقية وقانونية ١٧٧، ٧٧١
- واردات الماء ٨٢٣
- الواقعية ١٣٤، ٤٣٢
- وجبات خفيفة ومقرمشة هشة ٧٧١
- وحدات عملية يمكن إدارتها ٢١٦، ٧٧١
- الوزن الجاف للعضو ١٣٧، ٨٠٥
- وسط انتشاري ٢٩٥، ٣٠٠، ٣٠٢، ٣٢٧
- ـ**
- الهايبربول، القطع الزائد المتعامد ١٣٥، ٧٧١، ٨١٢

- وصفة (طبق) ٧٧٢
 الوضع الأمثل لدرجة الحرارة ١٥٨،
 ٧٧٢، ٨١٨
 الوضع الأمثل للروتين ٧٧٢
 الوضع الأمثل للمناخ ١٥٧
 وضع حدود ١٩٧، ٢٠٨، ٢١٣
 وظيفة الاستجابية الجهازية النموذجية ٣٠٩
 الوظيفة النقلية الجهازية ٧٧٢
 وقاية وحماية المستهلك ١٩٣، ٧٨٢
 وقت (فترة) ارتفاع الرطوبة ١٥١
 وقت التسريع ٨١٩
 الوقت المتوقع للحصاد ١٥٥، ٧٧٢
 وقت حرارة ١٤٥
 وقت مسار أخذ النيترات ١٤٢،
 ٧٧٢، ٨١٩
 وقت نهائي ٧٧٢

ب

- يدوية ١٥٦، ٢٣٤، ٣٨٤، ٣٩٧،
 ٧٧٣، ٧٥٠
 يظهر إزهار جديد بشكل مستمر
 ٧٧٣، ١٣٣