

دار الكتب www.dar-alkotob.com

دار الكتب www.dar-alkotob.com

سلسلة تكنولوجيا وفسولوجيا الخضار

الأهمية الغذائية والطبية للخضروات

تأليف

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضار

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

يطلب من

كبرى دور النشر والمكتبات بمصر والعالم العربى

الطبعة الأولى ٢٠١٥

دار الكتب المصرية

فهرسة أثناء النشر إعداد إدارة الشئون الفنية

حسن ، أحمد عبد المنعم
الأهمية الغذائية والطبية للخضروات / تأليف أحمد عبد المنعم حسن .
ط ١٠ - القاهرة : دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - ٢٠١٥ م
٣٨٠ ص ، ١٧ X ٢٤ - (سلسلة تكنولوجيا وفسولوجيا الخض).
تدمك : ٠ - ١٢١ - ٧٣٦ - ٩٧٧ - ٩٧٨
أ. الخضروات - أغذية
أ. العنوان
٦٤١,٣٥
٢٠١٥/٧١٠٧

رقم الإيداع : ٢٠١٥/٧١٠٧

تدمك : ٠ - ١٢١ - ٧٣٦ - ٩٧٧ - ٩٧٨

الطبعة الأولى

١٤٣٦هـ - ٢٠١٥م

© حقوق النشر والطبع والتوزيع محفوظة للمؤلف - ٢٠١٦

لا يجوز نشر جزء من هذا الكتاب أو إعادة طبعه أو اختصاره بقصد الطباعة أو اختزان مادته العلمية أو نقله بأي طريقة سواء كانت إلكترونية أو ميكانيكية أو بالتصوير أو خلاف ذلك دون موافقة خطيه من المؤلف مقدماً

توزيع

الدار العربية للنشر والتوزيع
٣٢ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة
ت: ٢٢٧٥٣٣٣٥ فاكس: ٢٢٧٥٣٣٨٨
E-mail: aldar_alarabia1@yahoo.com

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ربحان - عابدين - القاهرة
ت: ٢٧٩٥٤٢٢٩ فاكس: ٢٧٩٢٨٩٨٠
www.sbhgypt.org
E-mail: sbh@link.net

ويطلب من كبرى دور النشر
والمكتبات بمصر والعالم العربي

مكتبة أوزيريس للمكتبة العلمية
٥٠ ش قصر النيل - ميدان مصطفى كامل - القاهرة
ت: ٢٣٩٦١٩٠٣ فاكس: ٢٣٩٦١٤٨٩
E-mail: m.sobhy@osirisbookshop-eg.com

دار الكتب www.dar-alkotob.com

الأهمية الغذائية والطبية للخضروات

دار الكتب www.dar-alkotob.com

المقدمة

يجد القارئ في هذا الكتاب قدرًا كبيرًا من المعلومات عن الأهمية الغذائية والطبية لمختلف الخضروات. وقد وجهت اهتمامي لنوعيات مختلفة من القراء، شملت القارئ العادي الذي يرغب في التزود بمعلومات علمية موثقة عن الفوائد الصحية للخضر التي يتناولها في غذائه، وكذلك القارئ المتخصص في كل من العلوم الزراعية والطبية.

ففي كل موضوع تناولته بالشرح في هذا الكتاب يمكن للقارئ المثقف العادي أن يحصل على ضالته فيه دونما حاجة إلى التعقيد في التفاصيل التي تطرقت إليها، سواء أكانت في الجانب الزراعي لصالح الزراعيين، أم في الجانب الطبي لصالح المتخصصين في الصحة العامة، وهي التفاصيل التي وثقت بمنات من المراجع.

ولم يقتصر الكتاب على الفوائد الصحية للخضر فقط ولكنه تطرق - كذلك - لكل ما يتعلق بالأضرار الصحية التي يمكن أن تترتب على استهلاك بعض الخضر في ظروف معينة، وبما يضع حدًا فاصلاً بين ما هو مفيد للصحة وما هو ضار لها.

وتلك الفوائد والأضرار ليست مطلقة، وإنما هي تتأثر بعديد من العوامل، منها ما هو سابق للحصاد، ومنها ما هو تالٍ له، وهي أمور يحتاج إلى تعرفها كل من منتج الخضر والقارئ المثقف، فضلاً عن ربة المنزل التي تتداول الخضر بعد الحصول عليها.

والله أسأل أن يجد الكتاب مكانه ومكانته لدى قارئ العربية، وأن يكون مفيداً له.

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

دار الكتب www.dar-alkotob.com

محتويات الكتاب

الصفحة	
٥	مقدمة
١٧	الفصل الأول: العناصر الغذائية وأهميتها لصحة الإنسان
١٧	الدهون
١٧	المواد الكربوهيدراتية
١٨	الألياف
٢٠	البروتينات
٢١	الأهمية النسبية للأحماض الأمينية المختلفة للإنسان
٢٤	العناصر
٢٥	الكالسيوم
٢٥	الفوسفور
٢٦	المغنيسيوم
٢٦	الصوديوم.. البوتاسيوم .. الكلور
٢٦	اليود
٢٦	الفلور
٢٧	الحديد
٢٧	النحاس
٢٧	الزنك
٢٧	المنجنيز
٢٧	الكوبالت
٢٧	الموليبدينم
٢٨	الكبريت
٢٨	السيلينيوم
٢٨	الكروم

الصفحة

٢٩	تقسيم العناصر حسب حاجة الجسم منها
٣٣	الفيتامينات
٣٣	فيتامين أ (A)
٣٦	مجموعة فيتامين ب
٣٩	فيتامين ج
٤١	فيتامين د
٤٢	فيتامين هـ
٤٢	فيتامين ك
٤٣	الاحتياجات الغذائية اليومية للفرد
٤٥	الفصل الثاني: المصادر الهامة لمختلف العناصر الغذائية
٤٧	المادة الجافة
٤٧	الألياف
٥٠	الدهون
٥٠	السرعات الحرارية
٥١	المواد الكربوهيدراتية
٥١	البروتين
٥٤	العناصر
٦٢	الكالسيوم
٦٢	الفوسفور
٦٣	الحديد
٦٣	الصوديوم
٦٤	البوتاسيوم
٦٤	الفيتامينات
٦٥	فيتامين أ
٦٩	الثيامين

الصفحة

٦٩	الريبوفلافين
٧٠	النياسين
٧٠	حامض الأسكوربيك
٧١	كمية العناصر الغذائية المنتجة من وحدة المساحة من الخضر
٧٥	المحتوى الغذائي لبعض الأغذية الأخرى
٧٨	التيسر البيولوجي للعناصر الغذائية
٨١	الفصل الثالث: محتوى الخضر من العناصر الغذائية الأساسية
٨١	الخضر الثمرية
٨١	الطماطم
٨٣	القليل
٨٤	الكوسة
٨٦	الكنطالوب
٨٧	البطيخ
٨٩	الفراولة
٨٩	البامية
٩٠	الخضر الدرنية والجذرية
٩٠	البطاطس
٩٩	البطاطا
١١٠	الجزر
١١١	القلناس
١١٢	بنجر المائدة
١١٣	الطرطوفة
١١٥	الخضر البصلية
١١٥	البصل
١١٩	الثوم
١٢٠	الخضر الورقية

الصفحة	
١٢٠	الخنس
١٢٢	السباتخ
١٢٣	البقدونس
١٢٤	الشيكوريا
١٢٥	الرجلة
١٢٦	الفينوكيا
١٢٦	الخضر المساقية والزهرية
١٢٦	الخرشوف
١٢٧	البروكولى
١٢٨	الأسبرجس
١٢٩	الخضر البقولية
١٢٩	القيمة الغذائية لمختلف الخضر البقولية
١٣٢	البسلة
١٣٤	الفاصوليا
١٣٦	الفول الرومى
١٣٩	فول الصويا
١٤١	فاصوليا اللبما
١٤٢	فاصوليا تبارى
١٤٢	الفاصوليا المجنحة
١٤٣	فاصوليا البام الافريقية
١٤٤	الخضر الكرنبية
١٤٤	الكرنب
١٤٥	القنبيط
١٤٥	اللغت
١٤٦	الفجل
١٤٧	نبت البذور
١٤٨	الفطريات (المشروم أو عيش الغراب)
١٤٨	القيمة الغذائية

الصفحة

١٥٩	الفصل الرابع: محتوى الخضر من المركبات ذات الأهمية الطبية.....
١٥٩	علاقة محتوى الخضر من الفيتامينات والمعادن
١٦٤	الفوائد الطبية المتداولة شعبياً
١٦٦	المركبات الكيميائية النباتية النباتية الفعالة ضد الأمراض المزمنة
١٦٧	مضادات الأكسدة وأهم مصادرها
١٦٩	متعددات الفينول
١٦٩	أولاً: الفينولات phenolics والفلافونويدات flavonoids
١٧٠	ثانياً: التربينويدات
١٧٠	طبيعة خاصة الحماية من السرطان التي توفرها الخضر والفاكهة
١٧٢	الألياف وأهميتها لصحة الإنسان
١٧٣	مانعات التجلط
١٧٤	الأهمية الطبية لبعض المركبات النباتية
١٧٤	الكاروتينات
١٧٥	حامض الأسكوربيك
١٧٦	فيتامين E
١٧٦	الفولات
١٧٧	الأنثوسيانينات
١٧٨	عنصر السيلينيوم
١٧٨	الأهمية الطبية للخضر الثمرية
١٧٨	الطماطم
١٧٩	الفلفل
١٨١	الباذنجان
١٨١	القرعيات
١٨٣	الفراولة
١٨٤	الأهمية الطبية للخضر الجذرية والدرنية
١٨٤	البطاطس

الصفحة

١٨٥	البطاطا
١٨٨	الأهمية الطبية للخضر البصلية
١٨٩	البصل
١٩٣	الثوم
١٩٤	الأهمية الطبية للخضر الورقية
١٩٤	الخس
١٩٥	السبانخ
١٩٦	الكرفس
١٩٨	الرجلة
١٩٩	الرجير
٢٠٠	الهندباء
٢٠١	الأهمية الطبية للخضر الساقية والزهرية
٢٠١	الأسبرجس
٢٠١	الخرشوف
٢٠١	الأهمية الطبية للخضر الكرنبية (الصليبية)
٢٠١	محتوى الجلوكوسينولات
٢١١	العوامل المؤثرة في محتوى الجلوكوسينولات وتركيز الثيوسينات
٢١٢	أهمية الجلوكوسينولات لكل من النبات والإنسان
٢١٤	محتوى الفلافونويدات
٢١٥	محتوى الألياف
٢١٥	محتوى السيلينيوم
٢١٥	الحماية الكيميائية للخضر الصليبية من الإصابة بالسرطان
٢١٦	الأهمية الطبية لتبث البذور
٢١٨	الأهمية الطبية للمشروم

الصفحة

٢٢١	الفصل الخامس: العوامل المؤثرة في القيمة الغذائية للخضر
٢٢١	العوامل الوراثية
٢٢٤	الظروف البيئية المساندة قبل الحصاد
٢٢٤	الضوء
٢٢٦	درجة الحرارة
٢٢٧	ظروف الشد البيني
٢٢٩	المعاملات الزراعية وطرق الإنتاج
٢٣٠	معاملات التسميد
٢٣٧	المعاملة بالميكوريزا
٢٣٨	تأثير التطعيم
٢٣٨	المعاملات الكيميائية
٢٣٩	معاملات منظمات النمو
٢٤٠	عمر النبات عند الحصاد
٢٤٠	الزراعة العضوية
٢٤٧	الإنتاج في البيوت المحمية
٢٤٨	ظروف الحصاد والتداول والتخزين
٢٥١	ظروف التصنيع وإعداد الطعام
٢٥١	التغيرات في محتوى حامض الأمكوريك
٢٥٣	التغيرات في فيتامينات B
٢٥٣	التغيرات في فيتاميني E ، A
٢٥٤	التغيرات في العناصر والألياف
٢٥٤	التغيرات في محتوى الفينولات
٢٥٤	الثبات النسبي للعناصر الغذائية في الظروف المختلفة
٢٥٧	الفصل السادس: محتوى الخضروات من المركبات الضارة بصحة الإنسان
٢٥٧	مقدمة

الصفحة	
٢٥٨	الحدود الفاصلة بين التبت السالم والتبت الذى يحتوى على مركبات ضارة بالصحة....
٢٥٩	التقسيم العام لأنواع المركبات الضارة التى توجد فى محاصيل الخضر
٢٦٠	الثيوجلوكوسايدات
٢٦١	مثبطات إنزيم البروتيز Protease Inhibitors
٢٦١	السياتوجينات الجلوكوسيدية
٢٦٣	المركبات المسببة للفايفزم
٢٦٤	الأوكسالات
٢٦٤	النترات
٢٦٧	العوامل المؤثرة على مستوى النترات فى الخضر
٢٧٠	أهمية النترات للنبات
٢٧٠	مركبات ضارة أخرى
٢٧١	المركبات الضارة التى تتكون فى الأجزاء النباتية المصابة بالأمراض
٢٧١	القيتوالاكسينات
٢٧٣	السموم الفطرية
٢٧٧	محتوى الخضر من العناصر الثقيلة
٢٧٩	مضار الإفراط فى تناول بعض الخضر
٢٨٠	الخضر الثمرية
٢٨٠	الطمطم
٢٨٠	القرعيل
٢٨٥	الخضر الجذرية والدرنية
٢٨٥	البطاطس
٢٩٦	البطاطا
٢٩٧	الخضر الورقية
٢٩٧	الخس
٣٠٤	السباتخ
٣٠٩	الكرفس

الصفحة

٣٠٩	 الهندباء
٣١١	 الشيكوريا
٣١٢	 الفجل
٣١٢	 الكرنب الصيني
٣١٣	 الخضر البقولية
٣١٣	 المركبات الضارة بالصحة
٣١٦	 الفاصوليا
٣١٧	 اللوبيا
٣١٧	 عيش الغراب (المشروم)
٣١٧	 محتوى المشروم المأكول من المركبات الضارة
٣١٩	 الأنواع السامة البرية من المشروم
٣٢١	 مصادر الكتاب

الفصل الأول

العناصر الغذائية وأهميتها لصحة الإنسان

تعتبر الخضروات من أهم الأغذية التي تمد الجسم بحاجته من العناصر الغذائية. وقبل أن نتطرق إلى محتوى الخضار من هذه العناصر، فإِنَّه من المناسب أولاً التعرف على العناصر الغذائية المختلفة، وأهميتها لصحة الإنسان.

ونستعرض - فيما يلي - شرحاً موجزاً لتلك العناصر وأهميتها لصحة الإنسان.

الدهون

تعتبر الدهون أغنى الأغذية بالمُسرَّعات الحرارية التي تمد الإنسان بالطاقة اللازمة لحركته ونشاطه. وتعد بعض الدهون مصدراً هاماً لفيتامينات أ (A)، د (D)، هـ (E)، ك (K). كما تساعد الدهون على التخلص من فضلات الطعام. هذا.. وتعتبر الخضروات - بصورة عامة - فقيرة في محتواها من الدهون.

المواد الكربوهيدراتية

تعتبر المواد الكربوهيدراتية أحد المصادر الرئيسية التي تمد الإنسان بالسرعات الحرارية. وتوجد المواد الكربوهيدراتية في صور مختلفة، مثل: الجلوكوز، والسكروز، والفراكتوز، والنشا، وغيرها. وأبسطها السكريات الأحادية، مثل الجلوكوز الذي يمتص مباشرة في الدم، ويخزن الجزء الزائد منه على صورة جليكوجين في الكبد، أو على صورة دهون في الأنسجة الأخرى. ومن الخضار الغنية بالمواد الكربوهيدراتية بذور البقوليات الجافة، وجذور البطاطا، ودرنات البطاطس، وكورمات الفلفل.

تتواجد الكربوهيدرات في مدى واسع للوزن الجزيئي من سكريات بسيطة إلى بوليمرات معقدة، قد تتشكل من عدة منات من وحدات السكريات البسيطة. وتشكل الكربوهيدرات من ٢٠٪ - ٤٠٪ من التسيج النباتي، حيث يوجد المحتوى المنخفض في بعض القرعيات كالخيار والكوسه، ويوجد المحتوى العالي في خضار مثل البطاطا والكاسافا.

يعد السكر والجلوكوز والفراكتوز السكريات السائدة في معظم الخضر، وغالبًا ما يتواجد الجلوكوز والفراكتوز بتركيزات متماثلة في المنتج الواحد. لكن يتواجد السكر منفردًا في خضر قليلة مثل جذور بنجر المائدة، حيث يوجد فيها بنسبة ٨٪.

ويشكل النشا - الذي يوجد بتركيز عالٍ في عديد من الخضر الاستوائية كالكاسافا واليام والبطاطا والقلقاس - وبعض خضر المناطق المعتدلة كالبطاطس - بشكل مصدرًا رئيسيًا للطاقة التي تلزم الإنسان.

وتشكل الألياف (وهي موضوع العنوان التالي) جزءًا رئيسيًا من المواد الكربوهيدراتية بالخضر. وهي لا تهضم في الأمعاء الدقيقة للإنسان، ولكنها إما أن توفض في الأمعاء الغليظة، وإما أن تمر من الجسم مع البراز. ويعد السيليلوز والمركبات البكتينية والهيميسيليلوز (تصف السيليلوز) أهم البوليمرات الكربوهيدراتية التي تشكل الألياف. أما اللجنين فهو بوليمر معقد من مركبات أروماتية (عطرية) ترتبط معًا بوحدة بروبييل propyl، وهو - كذلك - من المكونات الرئيسية للألياف الغذائية. وتلك الألياف الغذائية لا تهضم لأن الإنسان لا يمكنه إفراز الإنزيمات الضرورية لكسر البوليمرات إلى وحداتها البسيطة التي يمكن للجسم امتصاصها.

وعلى الرغم من تماثل النشا والسيليلوز في التركيب الكيميائي، حيث يتم تمثيلهما من وحدات D-glucose، فإن الرابطة بين تلك الوحدات تختلف بينهما. فالنشا تكون فيه الرابطة α -1,4، وهي تتخلل بفعل عديد من إنزيمات الأميليز التي يفرزها الإنسان. أما السيليلوز فتكون فيه الرابطة β -1,4، ولا يمكن للإنسان إفراز إنزيم السيلوليز cellulase الذي يلزم لهضمها. كذلك يفتقر الإنسان للإنزيمات الضرورية لتحلل البكتينات والهيميسيليلوز إلى وحدات حامض الجالاكتيرونك galacturonic، وإلى الزيلوز xylose والمكونات البننوزية pentose الأخرى، على التوالي (عن Wills وآخرين ١٩٩٨).

الألياف

تُعرف الألياف التي يتناولها الإنسان ضمن غذائه Dietary Fiber بأنها: المكونات الغذائية النباتية التي تقاوم الهضم بواسطة الإنزيمات التي توجد طبيعيًا في الإنسان. وهي تتكون أساسًا من مكونات الجدر الخلوية، التي تشمل عديدات التسكر - غير النشا - واللجنين.

وتقسم الألياف إلى قابلة للذوبان في الماء، وتشمل: البكتينات، والصمغ، والهلام النباتي mucilages، وأخرى غير قابلة للذوبان في الماء، وتشمل: السيليلوز، والنصف سيليلوز hemicellulose، واللجنين. ويلزم لهضم هذه الألياف إنزيمات لا توجد في الجهاز الهضمي للإنسان، مثل: الـ cellulase، والـ hemicellulase، والـ Pectinase.

وبينما تبطئ الألياف القابلة للذوبان في الماء إخراج الفضلات من جسم الإنسان وتبطئ مرور الغذاء خلال الأمعاء الدقيقة، ولا تؤثر في كمية الإخراج.. فإن الألياف غير القابلة للذوبان في الماء تُسرّع من إخراج الفضلات ومرورها في الأمعاء الدقيقة، وتزيد من كمية الإخراج.

وتخفّض معظم الألياف القابلة للذوبان في الماء نسبة الكوليسترول في الدم، بينما ليس للألياف غير القابلة للذوبان تأثير عليها.

وقد أثبتت الدراسات الطبية أن الألياف تقلد في خفض معدلات الإصابة بكل من أمراض القلب والسرطان، والسكتة الدماغية، والبول السكري، وتصلب الشرايين، وهي الأمراض المسبولة عن حوالي ٦١٪ من حالات الوفيات في الولايات المتحدة الأمريكية (عن Anderson ١٩٩٠).

ويعتقد في وجود علاقة قوية بين نقص الألياف في الغذاء والإصابة بالأمراض التالية (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤، و Wills وآخرين ١٩٩٨).

التهاب الزائدة الدودية Appendicitis.

سرطان القولون Cancer of the colon.

الإمساك Constipation.

جلطة الأوردة Deep vein thrombosis.

السكر Diabetes.

نتوءات أو بروزات القولون Diverticulosis.

الحصوات المرارية Gallstones.

البواسير Hemorrhoids.

الفتق Hiatus hernia.

الذبحة الصدرية Ischemic heart disease.

البدانة Obesity.

أورام الشرج Tumors of the rectum.

دوالي الأوردة Varicose veins.

البروتينات

البروتينات مركبات عضوية معقدة تتكون من اتحاد عدد كبير من الأحماض الأمينية، وهي التي تتحلل إليها البروتينات أثناء عملية الهضم، وتمتص في الدم على هذه الصورة، وهي - أي الأحماض الأمينية - ضرورية لبناء أنسجة الجسم المختلفة. وتستعمل البروتينات الزائدة على حاجة الجسم في توليد الطاقة، ولكن تتولد عنها طاقة أقل بكثير مما يتولد عن هضم الدهون أو المواد الكربوهيدراتية.

تعتبر بذور البقوليات الجافة أغنى الخضار بالبروتينات، تليها البقوليات التي تستهلك خضراء. أما باقي الخضروات، فتعتبر فقيرة نسبياً في محتواها من البروتين، إلا إذا استهلكت بكميات كبيرة، كما في حالة البطاطس، والكاسافا، واليام.

ومن الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيب البروتين ما يلي:

ألانين alanine، وجليسين glycine، وليوسين leucine، وفالين valine، وفينيل ألانين phenylalanine، وإيزوليوسين isoleucine، وتريبتوفان tryptophan، وتيروسين tyrosine، وثريونين threonine، وسيرين serine، وحامض الجلوتامك glutamic acid، وحامض الأسبارتك aspartic acid، وجلوتامين glutamine، وأسباراجين asparagine، وأرجينين arginine، وليسين lysine، وميثيونين methionine، وهستيدين histidine، وسستين cysteine، وسستين cystine، وهيدروكسي بروبيل hydroxyproline، وبرولين proline.

ويوجد بالأنسجة النباتية العديد من الأحماض الأمينية الأخرى، ولكنها لا تدخل في تركيب البروتين.

الأهمية النسبية للأحماض الأمينية المختلفة للإنسان

تقسم الأحماض الأمينية إلى ثلاثة أقسام بالنسبة لضرورة توافرها في غذاء الإنسان، كما يلي:

- ١- أحماض أمينية ضرورية أو أساسية Essential، وهي التي لابد من توافرها في غذاء الإنسان، إذ لا يستطيع الجسم تحضيرها من مصادر أخرى، بل لابد من حصوله عليها مباشرة. ويبين جدول (١-١) هذه الأحماض والكميات التي تلزم منها يوميًا لشخص متوسط العمر سليم الجسم.

جدول (١-١)

الأحماض الأمينية الضرورية، والكميات التي تلزم منها يوميًا لشخص متوسط العمر سليم البدن

الحمض الأميني	الحد الأدنى للاحتياجات اليومية (جرام)	الكمية التي يجب تناولها منه يوميًا (جرام)
tryptophan تريبتوفان	٠.٢٥	٠.٥
phenylalanine فينيل آلانين	١.١٠	٢.٢
lysine ليسين	٠.٨٠	١.٦
threonine ثريونين	٠.٥٠	١.٠
valine فالين	٠.٨٠	١.٦
methionine ميثيونين	١.١٠	٢.٢
leucine ليوسين	١.١٠	٢.٢
isoleucine أيزوليوسين	٠.٧٠	١.٤

- ٢- أحماض نصف هامة، وهي التي لا يستطيع الجسم تحضيرها بكميات كافية من

مصادر أخرى، وهي:

أرجينين arginine، وهستيدين histidine، وسيستين cystine، وتيروسين tyrosine.

ويعتبر الحامضان هستيدين وأرجينين من الأحماض الأمينية الضرورية بالنسبة للأطفال.

- ٣- أحماض غير أساسية، وهي التي يستطيع الجسم تحضيرها عند توفر مصدر للأزوت

في الغذاء، وهي باقي الأحماض الأمينية.

ويجب أن تحتوى الوجبة الواحدة على جميع الأحماض الأمينية الضرورية – بالنسبة المناسبة لكل منها – حتى يمكن للجسم أن يستفيد منها في تحضير البروتينات اللازمة له، كما يجب أن يكون الغذاء غنياً بالأزوت، حتى يمكن للجسم أن يكون بنفسه ما ينقص من الأحماض الأمينية غير الأساسية (Arthey ١٩٧٥).

وإذا حدث نقص في حامض أميني ضروري أو أكثر من واحد من الأحماض الأمينية الضرورية – عن النسبة الملائمة لأي منها – فإن استفادة الجسم من جميع الأحماض الأمينية الأخرى تنخفض بنفس النسبة؛ فيستخدم منها في تمثيل البروتين القدر الذي يتناسب مع الحامض الذي لا يتواجد بالنسبة الملائمة. أما الفائض من تلك الأحماض فإنه يستخدم كمصدر للطاقة؛ حيث لا يمكن للجسم تخزينه.

ويستخدم دليل الأحماض الأمينية الضرورية Essential Amino Acid Index في مقارنة القيمة التيسيرية للبروتينات المختلفة، وهو يقدر بالمعادلة التالية:

$$EAAI = 2 \sqrt{(EAA_1) (EAA_2) (EAA_3) \dots (EAA)_n}$$

حيث إن:

EAAI: دليل الأحماض الأمينية الضرورية.

EAA_1 ، EAA_2 ، و $EAA_3 \dots$ و $(EAA)_n$: تركيز مختلف الأحماض الأمينية الضرورية من رقم (1) إلى (n).

كما يعطى لكل بروتين قيمة كيميائية Chemical Score هي النسبة المئوية لأقل الأحماض الأمينية تواجداً في البروتين limiting amino acid (أو LA) إلى محتوى نفس الحامض الأميني في بروتين البيض whole egg protein (أو EA)، كما يلي (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥):

$$\text{Chemical Score} = \text{LA/EA} \times 100$$

ويمكن التوصل إلى التوازن المطلوب من الأحماض الأمينية الضرورية – بالنسب الملائمة لكل منها – بتناول أغذية مكمل بعضها في تلك الأحماض في الوجبة الواحدة، أو في خلال فترة زمنية قصيرة. وكمثال على ذلك نجد أن الفاصوليا غنية بالحامض الأميني ليسين lysine، وفقيرة في محتواها من الحامضين ميثيونين methionine، وسيستين cystine، بينما نجد أن القمح فقير

فى محتواه من الليسين وغنى بكل من الميثيونين والسيستين. أما باقى الأحماض الأمينية الضرورية فبأنها تتواجد بنسب عالية فى كل منهما. وباستهلاك الفاصوليا مع خبز القمح بنسبة ١:١ فإن الفرد يحصل على نسبة متوازنة من جميع الأحماض الأمينية الضرورية فى الوجبة الواحدة. كذلك يحدث التوازن عند تناول الجبن مع خبز القمح، والفاصوليا أو البسلة مع الأرز، و"الكورن فليكس" مع الحليب.

وتتضح الكميات الموصى بها من مختلف الأحماض الأمينية الضرورية – والتي يتعين تواجدها ضمن الأغذية التي يتناولها الفرد الذكر البالغ يومياً – فى القائمة التالية:

الحامض الأمينى الضرورى	الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام)
الأحماض الأروماتية	
فينيل آلانين – تيروزين	معاً: ١١٠٠
الأساسية	
ليسين	٨٠٠
هستيدين	غير معروف
ذو السلاسل المتفرعة	
أيزوليوسين	٧٠٠
ليوسين	١٠٠٠
فالين	٨٠٠
الاحتوية على الكبريت	
ميثيونين – سيستين	معاً: ١١٠٠
أحماض أمينية أخرى	
تريتوفان	٢٥٠
ثريونين	٥٠٠
الأحماض الدهنية الضرورية	
أراشيدونك – لينوليك – لينولينك	٦٠٠٠

هذا.. ويُعد صافي الاستفادة من البروتين الموجود بالأغذية - في تمثيل البروتين في جسم الإنسان - دليلاً على جودة نوعية البروتينات الموجودة في تلك الأغذية. ويعتبر بروتين البيض أفضل البروتينات نوعية، حيث تتواجد فيه الأحماض الأمينية الضرورية بنسب ملائمة - لكل منها - تجعل الاستفادة منه كاملة، وتليه مباشرة بروتينات الحليب، واللحوم، والأسماك، ومنتجات الألبان التي تتراوح معدلات الاستفادة من كل منها - منفردة - بين ٧٠٪ و ٨٠٪ تقريباً. كذلك ترتفع معدلات الاستفادة إلى أكثر من ٧٠٪ في كل من الذرة والاسبرجس، ولكنها تنخفض إلى ٥٠٪ في فاصوليا الليما، وإلى نحو ٤٠٪ في الفاصوليا الجافة العادية بسبب نقص الحامضين الأمينيين الكبريتيين ميثيونين وسيسيتين في كليهما. وبالمقارنة.. توجد الأحماض الأمينية بصورة متوازنة في الخضر الورقية باستثناء الحامض ميثيونين الذي تفتقر إليه.

وتلعب البروتينات دوراً هاماً في استفادة الجسم من فيتامين أ؛ إذ يؤدي نقص البروتين في الأغذية التي يتناولها الإنسان إلى حدوث نقص في كل من الـ retinol-binding protein، والـ prealbumin، وهما البروتينان اللذان يؤدي نقصهما في الكبد إلى تخزين فيتامين أ فيه، وعدم انتقاله إلى أجزاء الجسم الأخرى، وتظهر - نتيجة لذلك - أعراض نقص فيتامين أ حتى لو تناول الفرد كميات كافية منه لو من البيتاكاروتين في غذائه (عن Scrimshaw & Young ١٩٧٦).

العناصر

يحتوي جسم الإنسان على عدد كبير من العناصر، بعضها غير معدني، مثل: الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين، والكبريت، والكلور، والبروم، واليود، والبورون، وبعضها معدني، مثل: الكالسيوم، والمغنسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم، والحديد، والنحاس، والزنك، والنيكل، والكوبالت، والمنجنيز، والألمنيوم، والموليبدينم.

وتقسم العناصر حسب الكميات التي يحتاج إليها جسم الإنسان إلى فئتين رئيسيتين هما يلي:

- ١- عناصر كبرى Macroelements: وهي التي يحتاج إليها الجسم بكميات تزيد على ملليجرام واحد يومياً، وتشمل الكالسيوم، والمغنسيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم، والفوسفور، والكبريت، والكلور، والفلور.

٢- عناصر صغرى Microelements: وهى التى توجد فى الجسم بتركيزات تتراوح بين 10^{-10} و 10^{-12} جراماً لكل جرام من وزن الجسم، وتشمل باقى العناصر.

الكالسيوم

يوجد الكالسيوم بوفرة فى جسم الإنسان، حيث تصل كميته إلى نحو ١٢٠٠ جم فى الشخص الذى وزن ٧٠ كيلوجرام. ويوجد ٩٩٪ من الكالسيوم فى العظام والأسنان. ويزداد امتصاص الكالسيوم فى وجود فيتامين د، ويقل فى وجود حامض الفيتيك phytic acid الذى يوجد بحبوب النجيليات، ويكون أملاح الكالسيوم والمغنسيوم غير القابلة للذوبان.

ومن الخضار الغنية بالكالسيوم: البقدونس، والفاصوليا الجافة، والفول الرومى، والبروكولى. ويجب الاهتمام بمستوى حامض الأوكساليك فى الغذاء، لما لذلك من أهمية فى تكوين أوكسالات الكالسيوم وأوكسالات المغنسيوم، وكلاهما غير قابل للذوبان، ولا يستفيد منه الجسم. معظم الأغذية لا تحتوى على حامض الأوكساليك بكميات تكفى لربط الكالسيوم والمغنسيوم فى نفس الغذاء، أو فى الأغذية الأخرى التى تؤكل معها. فالجزر، والكولارد، والكيل، والكرات، والبامية، والجزر الأبيض، والبطاطس، والبطاط تحتوى على كميات قليلة من حامض الأوكساليك لا تكفى لربط ما يوجد بهذه الخضروات من كالسيوم ومغنسيوم، لكن أوراق البنجر، والسبانخ النيوزيلندى، والروبارب، والسبانخ، والسلق تحتوى على كميات من حامض الأوكساليك أكثر مما يكفى للاتحاد بكل ما تحويه هذه الخضار من كالسيوم ومغنسيوم. كما تحتوى الرجلة أيضاً على كميات عالية جداً من الحامض تصل إلى ٠.٥ - ١.٠ جم/١٠٠ جم من الوزن الطازج. وتعتبر الكمية المتوسطة من حامض الأوكساليك فى الغذاء فى حدود ٠.٢ - ٠.٤ جم/١٠٠ جم، كما فى الفول السودانى، والبيكان (Watt & Merrill ١٩٦٣).

الفوسفور

يوجد بجسم الإنسان نحو ٧٠٠ جم من الفوسفور، منها نحو ٦٠٠ جم فى الهيكل العظمى والأسنان. وينخل الفوسفور فى نشاط العضلات والأعصاب، وفى التفاعلات التى تؤدى إلى إنتاج الطاقة. يوجد الفوسفور بكثرة فى البقوليات الجافة، مثل: الفاصوليا، واللوبيا، والبسلة، إلا أن نسبة كبيرة منه توجد فى صورة حامض الفيتيك.

المغنسيوم

يحتوي جسم الإنسان على نحو ٢٠ جم من المغنسيوم، يوجد نصفها في العظام، وله علاقة بعمل العضلات. وتعتبر البقوليات الجافة من الخضر الغنية بالمغنسيوم.

الصوديوم .. والبوتاسيوم .. والكلور

للصوديوم - وهو في صورة كلوريد صوديوم - أهمية كبيرة في حفظ التوازن بين الحموضة والقلوية في الجسم. وهو الممنول - إلى حد كبير - عن الضغط الأسموزي الكلي لسوائل الجسم. ولا تعد الخضر غنية بالصوديوم؛ الأمر الذي يفيد في التحكم في ضغط الدم. والمصدر الرئيسي للصوديوم بالنسبة للإنسان هو ملح الطعام، وإن كان جزء منه يصل إلى الجسم عن طريق الأغذية نفسها. ويصل إلى الجسم يومياً نحو ٧,٥ - ١٨ جم من كلوريد الصوديوم في الأطعمة التي يتناولها الفرد. هذا .. ولا يخل البوتاسيوم محل الصوديوم أو العكس؛ بل يحتاج الإنسان إلى كليهما. وبينما يتوزع الصوديوم في سوائل الجسم، فإن البوتاسيوم يوجد أساساً داخل الخلايا. أما أيون الكلور، فبته يصل إلى الجسم ضمن كلوريد الصوديوم، ويلعب دوره في حفظ الضغط الأسموزي، وحفظ سوائل الجسم. ولا يمكن فصل أيض الكلور عن أيض الصوديوم بالجسم.

ويلعب البوتاسيوم دوراً هاماً في التحكم في قرط ضغط الدم hypertension. ويفيد للحصول على نحو ٣٥٠٠ ملليجرام من البوتاسيوم يومياً في خفض احتمالات الإصابة بالسكتة stroke.

اليود

يحصل الإنسان على اليود من الأغذية بصفة أساسية، ولكن البعض منه يحصل عليه الإنسان مما يوجد مختلطاً بالماء وملح الطعام. ويحتوي جسم الإنسان الذي يزن ٧٠ كجم على نحو ٢٥ ملليجرام من اليود، منها نحو ١٥ ملليجرام بالغدة الدرقية. ويؤدي نقص اليود إلى تضخم في الغدة الدرقية. ويحتاج الإنسان يومياً إلى نحو ١٠٠ - ١٥٠ ميكروجرام من اليود. ويوجد اليود بكثرة في الطحالب والأسماك البحرية.

الفلور

يوجد الفلور في عديد من أنسجة الجسم، خاصة في العظام والأسنان، حيث يوجد بنسبة ٠,٠١ - ٠,٠٣ % في العظام، ونسبة ٠,٠١ - ٠,٠٢ % في ميناء الأسنان. ونظراً لأنه لا يوجد أي نظام غذائي يخلو من الفلور؛ لذا .. فإنه من الصعب معرفة دوره في جسم الإنسان، لكن من المعروف أن نقص الفلور عن جزء واحد في المليون في ماء الشرب يؤدي إلى تفتت ميناء الأسنان، وظهور نقر بها، وتبدو الأسنان غير لامعة.

الحديد

يصل إلى جسم الإنسان البالغ نحو ١٥ ملليجراماً من الحديد يومياً في الأغذية المختلفة، لكن معظم هذه الكمية توجد مرتبطة بمركبات أخرى، ولا يستفيد الجسم إلا من نحو ١.٥ - ٢ ملليجرام منها. يوجد الحديد عادة في هيموجلوبين الدم. ونظراً للفقد المستمر في خلايا الهيموجلوبين، فإنه يلزم تعويضها بصفة دائمة. وتمتص أملاح الحديد على صورة حديدوز؛ لذلك فإن وجود عوامل مختزلة، مثل حامض الأسكوربيك (فيتامين ج) يزيد من امتصاصه. ويؤدي نقص الحديد إلى حالات فقر الدم. ويوجد الحديد بوفرة في بذور البقوليات الجافة، وفي السبانخ، والسلق، والبقدونس، ولكن استفادة الجسم منه تقل عند وجوده مختلطاً مع الفيتات phytates التي توجد في الخبز المصنوع من الدقيق الكامل، وعند اختلاطه بالأوكسالات oxalates التي توجد في الخضر الورقية. وبالمقارنة .. تكون استفادة الجسم من الحديد المتوفر في اللحوم كاملاً.

النحاس

يحتاج الإنسان إلى نحو ملليجرامين من النحاس يومياً، وينحصر دوره الرئيسي - في الجسم - في منع ظهور حالات الأنيميا. ويتوفر النحاس في العديد من المواد الغذائية. وتعد البقول الجافة من أغنى الخضر به.

الزنك

يحتوي الغذاء العادي الذي يتناوله الإنسان يومياً على نحو ١٢ - ٢٠ ملليجرام من الزنك. يدخل العنصر في تركيب بعض إنزيمات الجسم، وهو ضروري لالتام الجروح. وتعتبر البسلة من الخضر الغنية به.

المنجنيز

يلعب المنجنيز دوراً في تنشيط عدد من الإنزيمات. ورغم أنه لم يثبت قطعياً أن هذا العنصر ضروري للإنسان، فإنه قد قدر أن تناول نحو ٠.٠٢ - ٠.٠٣ جم من العنصر يومياً قد يكون له بعض الفائدة. وتعد البذور من أغنى الأغذية بهذا العنصر.

الكوبالت

يدخل الكوبالت في تركيب فيتامين ب_{١٢} (B_{١٢}) وبعض مرافقات الإنزيمات. ويحتوي الغذاء اليومي الطبيعي على نحو ٥ - ٨ ميكروجرامات من الكوبالت، وتعد تلك الكمية أكثر من احتياجت الفرد.

الموليبدينم

يوجد الموليبدينم بتركيز ٠.٠٥ - ٠.١ جزءاً في المليون في أنسجة الكبد والعضلات. وهو ضروري لتنشيط بعض إنزيمات الجسم.

الكبريت

يدخل الكبريت في تركيب الحامضين الأمينيين سستائين cystine، ومثيونين methionine، ومنهما يحصل الإنسان على معظم احتياجاته من هذا العنصر.

السيلينيوم

رغم ثبوت ضرورة عنصر السيلينيوم للحيوان، إلا أنه لا يعرف أعراض نقصه في الإنسان، وإن كان من المعتقد أنه من العناصر التي يحتاج إليها الإنسان بكميات قليلة للغاية. ويعتبر محتوى الخضر من هذا العنصر منخفضاً جداً، كما يتضح من جدول (٢-١) (عن Harrow & Mazur ١٩٦٦، و Keane ١٩٧٢).

وقد أوضحت دراسات Zayed (١٩٩٣) أن عنصر السيلينيوم يمكن أن يتراكم في بعض الخضروات - مثل الكرنب - بتركيزات عالية قد تسبب مشاكل صحية؛ حيث وصل تركيزه إلى ٢٠٠ مجم/كيلوجرام من أوراق الكرنب على أساس الوزن الطازج.

الكروم

يلعب الكروم دوراً في أيض الجلوكوز.

جدول (٢-١)

محتوى بعض الخضور من عنصر السيلينيوم

محتواه من السيلينيوم (ميكروجرام / جرام وزن طازج)	محصول الخضور
٠,٠٢٢	الجزر
٠,٠٢٢	الكرنب
٠,٠٠٦	القمييط
٠,٠٠٤	الذرة السكرية
٠,٠٠٧	القلقل
٠,٠٠٦	البسلة الخضراء
٠,٠٠٨	الحس
٠,٠٠٦	البطاطا
٠,٠٠٥	البطاطس
٠,٠٠٥	الطماطم
٠,٠٠٧	اللفت

تقسيم العناصر حسب حاجة الجسم منها

تقسم العناصر - حسب الكمية اليومية التي يحتاج إليها الجسم - إلى ثلاثة فئات، بالإضافة إلى فئة رابعة تضم العناصر السامة التي لا يحتاج إليها الجسم، كما يلي:

العناصر الكبرى Macrominerals

يبين جدول (٣-١) مدى إسهام الخضار والفاكهة - في الولايات المتحدة الأمريكية - في إمداد الجسم بحاجته من العناصر التي يحتاج إليها الجسم بكميات كبيرة Macrominerals، وهي: البوتاسيوم، والصوديوم، والكالسيوم، والفوسفور، والمغنيسيوم (عن Levander ١٩٩٠)، والذي يتبين منه حصول الجسم على نسبة كبيرة من حاجته من كل من البوتاسيوم والمغنيسيوم من الخضار والفاكهة.

جدول (٣-١)

مدى إسهام الخضار والفاكهة - في الولايات المتحدة الأمريكية - في إمداد الجسم بحاجته من

العناصر الكبرى Macrominerals

العنصر	مدى الاستهلاك اليومي للعنصر (مجم)	% من الإجمالي	معدل الاستهلاك اليومي الموصى به من العنصر (مجم)	من الخضار والفاكهة	
				الإجمالي	من الخضار والفاكهة
البوتاسيوم	٣٣٩٤	٣٥	٣٥٠٠ - ١٦٠٠	١١٨٨	
الصوديوم	٤٨٧٥	١١	٢٤٠٠ - ٥٠٠	٥٣٦	
الكالسيوم	١١٤٦	٧	٨٠٠	٨٠	
الفوسفور	١٧٢٧	١١	٨٠٠	١٩٠	
المغنيسيوم	٣٤٠	٢٤	٣٥٠	٨٢	

العناصر الدقيقة Microminerals

تعرف العناصر التي يحتاج إليها الجسم بمعدل ملليجرامات إلى عشرات من الملليجرامات يومياً باسم العناصر الدقيقة Microminerals، وهي تشمل الحديد، والزنك، والتحلل، والمنجنيز، والسيلينيوم، واليود، ويبين جدول (٤-١) مدى إسهام الخضار والفاكهة - في الولايات المتحدة

الأمريكية - في إمداد الجسم بحاجته من تلك العناصر. ويتضح من الجدول أن الخضار والفاكهة لا تعد - بصورة عامة - من المصادر الجيدة لكل من الحديد، والزنك، والسيلينيوم؛ حيث لا تمد الجسم إلا بنحو ١٠٪ من احتياجاته اليومية منها. وبالمقارنة.. فإن الخضار والفاكهة تمد الجسم بأكثر من ٢٠٪ من احتياجاته من عنصرى النحاس والمنجنيز، ونحو ٦٠٪ من احتياجاته من عنصر البورون.

جدول (٩-٤)

مدى إسهام الخضار والفاكهة - في الولايات المتحدة الأمريكية - في إمداد جسم الإنسان بحاجته

من العناصر الصغرى Microminerals

العنصر	معدل الاستهلاك اليومي للعنصر (مجم)		% من الإجمالي	معدل الاستهلاك اليومي الموصى به من العنصر (مجم)
	من الخضض والفاكهة	الإجمالي		
الحديد	٢,٥	١٩	١٣	١٠
الزنك	١,١	١٦	٧	١٥
النحاس	٠,٣٧	١,٧	٢٢	٣ - ١,٥
المنجنيز	١,٣	٦,١	٢١	٥ - ٢
سيلينيوم	٣,٧	٢٩	١٣	٢ - ٢٠ ؟
بورون	١,٠	١,٧	٥٩	١ ؟

العناصر الفائقة الدقة Ultratrace Minerals:

يبين جدول (١٠-٥) مدى إسهام الخضار والفاكهة - في الولايات المتحدة الأمريكية - في إمداد الجسم بحاجته من العناصر الدقيقة جدًا ultratrace minerals، وهى التى يحتاج إليها الجسم بمعدلات تقل عن ملليجرام واحد يوميًا. ويتضح من الجدول أن الخضار والفاكهة لا تمد الجسم سوى بنسبة منخفضة من احتياجاته من عنصرى السيلينيوم والموليبدينم، ولكنها تمدّه بأكثر من ٢٠٪ من احتياجاته من عنصرى الكروم والزرنيخ، ونحو ثلث احتياجاته من عنصر النيكل (عن Levander ١٩٩٠).

جدول (١-٥)

مدى إسهام الخضار والفاكهة - في الولايات المتحدة الأمريكية - في إمداد جسم الإنسان بمحتاجه من العناصر الدقيقة

جذ Ultratrace Minerals

العنصر	معدل الاستهلاك اليومي للعنصر (ميكروجرام)	% من الإجمالي	معدل الاستهلاك اليومي الموصى به من العنصر (مجم)
من الخضار والفاكهة	الإجمالي		
السيانينوم	٠.٥	٣٠	٧٠
الكروم	٦.٨	٢٩	٢٠٠ - ٥٠
الموليدنم	١٥	١٢٠	٢٥٠ - ٧٥
النيكل	٤٤	١٣٠	١٥٠ <
الزرنينخ	١٢	٥٨	١٥ <

وتبين القائمة التالية الكميات الموصى بها من مختلف العناصر التي يتعين تناولها ضمن الأنظمة التي يتناولها الفرد الخضار البالغ يومياً (من Scrimshaw & Young ١٩٧٦).

العنصر	الكمية التي توجد في جسم الإنسان البالغ (جم)	الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام)
الكالسيوم	١٥٠٠	٨٠٠
الفوسفور	٨٦٠	٨٠٠
الكربيت	٣٠٠	يحصل عليه الجسم من الأحماض الأمينية الكربيتية
البوتاسيوم	١٨٠	٢٥٠٠
الكلورين	٧٤	٢٠٠٠
الصوديوم	٦٤	٢٥٠٠
المغنيسيوم	٢٥	٣٥٠
الحديد	٤.٥	١٠
الفلورين	٢.٦	٢
الزنك	٢	١٥
النحاس	٠.١	٢
السليكون	٠.٢٤	غير معروفة

(يتبع)

تابع القائمة

العنصر	الكمية التي توجد في جسم الإنسان البالغ (جم)	الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام)
الفاناديوم	٠,٠١٨	غير معروفة
القصدير	٠,٠١٧	غير معروفة
النيكل	٠,٠١٠	غير معروفة
السلينيوم	٠,٠١٣	حوالي ٠,٠٥ - ٠,١
المنجنيز	٠,٠١٢	حوالي ٦ - ٨
اليود	٠,٠١١	٠,١٤
الموليبدوم	٠,٠٠٩	حوالي ٠,٤
الكروم	٠,٠٠٦	حوالي ٠,٠٥ - ٠,١٢
الكوبالت	٠,٠٠١٥	-

العناصر السامة التي لا يحتاج إليها الجسم

يظهر مدى إسهام الخضار والفاكهة - في الولايات المتحدة الأمريكية - في تزويد الجسم بالعناصر السامة toxic minerals له في جدول (١-٦)، والذي يتضح منه أن الجسم يحصل على نحو ثلث الكميات التي تصل إليه من عنصرى الكاديوم والرصاص السامين من الخضار والفاكهة التي يستهلكها الإنسان (عن Levander ١٩٩٠).

جدول (١-٦)

مدى إسهام الخضار والفاكهة - في الولايات المتحدة الأمريكية - في تزويد الجسم

بالعناصر السامة toxic minerals

العنصر	معدل الاستهلاك اليومي للعنصر (ميكروجرام)		% من الحد الأقصى اليومي الممكن من العنصر (ميكروجرام)	العنصر
	من الخضار والفاكهة	الإجمالي		
الزئبق	٠,٣	٥,٧	٥	٤٣
الكاديوم	٣,٨	١٣	٢٩	٥٧ - ٧١
الرصاص	٢٢	٦٦	٣٣	٤٣٠

الفيتامينات

يحتاج النمو الطبيعي للجسم - إلى جلق المواد الكربوهيدراتية والبروتينات والدهون والأملاح غير العضوية والماء - إلى مواد أخرى تسمى بالفيتامينات، ويجب أن يحصل الجسم على كميات معينة منها يوميًا. وتقسّم الفيتامينات عادةً إلى:

١- فيتامينات تذوب في الدهون، وتشمل فيتامينات أ، د، هـ (E).

٢- فيتامينات تذوب في الماء، وتشمل فيتامين ج، ومجموعة فيتامينات ب.

تلعب الميتوكوندريا النباتية دورًا هامًا في تمثيل حامض الفوليك folate (فيتامين ب٩)، وحامض البانثوثيك panthothenate (فيتامين ب٥)، وحامض الأسكوربيك ascorbate (فيتامين ج)، وربما - كذلك - النيامين (فيتامين ب٣). ويُعد فيتامين ب١٢ فريدًا من حيث كونه يتواجد في النباتات الوعائية، ولكنه يتوفر بكثرة في الطحالب. ويُستدل من دراسات حديثة على أن الطحالب لا تقوم بتمثيل الفيتامين، وإنما تحصل عليه من البكتيريا.

وجدير بالذكر أن النباتات تحتاج - هي كذلك - للفيتامينات التي تقوم بتمثيلها (Smith وآخرون ٢٠٠٧).

فيتامين أ (A)

يتوفر فيتامين أ في الأنسجة الحيوانية، خاصة الكبد الذي يخزن به. ويوجد الفيتامين في النباتات في صورة مادة أولية يتشكل منها (precursor) تسمى بادئ فيتامين أ provitamin A. تنتمي إلى مجموعة من الصبغات تسمى بالكاروتينات carotenoids، والتي منها: ألفا كاروتين α -carotene، وبيتا كاروتين β -carotene، وألفانين aphanin، وكريبنتوزانثين cryptoxanthine، وجاما كاروتين gamma-carotene.

ويقوم جسم الإنسان بتحضير فيتامين أ من هذه الصبغات في الأغذية المبطنة للأمعاء.

ينوب فيتامين أ في المنبيات العضوية، ولا ينوب في الماء. وهو غير ثابت في الهواء، ولكن يمكن تثبيته ضد الأكسدة بإضافة مضادات الأكسدة، مثل الهيدروكينون hydroquinone، وألفا توكوفرول α -tocopherol (وهو فيتامين E). ولا يتأثر فيتامين أ بقل الحرارة المرتفعة حتى

الغليان، ويمكن تجنب أى فقد باستبعاد الأكسجين أثناء الغليان، إلا إنه يفقد جزءاً كبيراً من الفيتامين - فى الخضار المجففة - بفعل الأكسدة.

وفيتامين أ ضرورى للنمو والتئام، ويلعب دوراً هاماً فى كافة خلايا الجسم، خاصة خلايا الجلد والأغشية المخاطية. ويؤدى نقصه إلى ضعف الشهية للأكل، وحدوث اضطرابات فى الجهاز الهضمي، وتقرُّر الجلد، وتعرضه للالتهابات، كما يؤدى نقص فيتامين أ إلى التعرض لأمراض الجهاز التنفسي والبولي والتناسلي، نتيجة إصابة الأغشية المبطنة لها بالوهن، كما تقل القدرة على الإبصار ليلاً؛ أى يصاب الإنسان بالعشى الليلي (القيالى ١٩٧٦). ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٥٠٠٠ - ٦٠٠٠ وحدة دولية يومياً من فيتامين أ، علماً بأن كل وحدة دولية من فيتامين أ = ٠,٦ ميكروجرام بيتا كاروتين = ١,٢ ميكروجرام ألفا كاروتين = ٠,٣ ميكروجرام ريتينول retinol، والأخير هو المصدر الحيوانى للفيتامين (Yamaguchi ١٩٨٣).

وكما سبق أن أوضحنا .. فإن فيتامين أ يصنع فى جسم الإنسان من بعض المواد الكاروتينية التى توجد فى الأغذية. وبرغم وجود أكثر من ١٠٠ نوع من المركبات الكاروتينية فى النباتات، فإن ١٠ مركبات منها فقط هى التى يصنع منها فيتامين أ ، وأهمها: البيتا كاروتين، ويليها فى الأهمية كل من ألفا والجاما كاروتين، ثم بعض الكاروتينات الأخرى ليس منها الليكوبين lycopene (وهى الصبغة المسنولة عن اللون الأحمر فى بعض الخضار، مثل: الطماطم، والبطيخ)، لأنه لا يحتوى فى تركيبه على حلقة البيتاسيكلوهيكسينيل β -cyclohexenyl ring الضرورية لتكوين فيتامين أ.

ومصادر فيتامين أ كثيرة، وأهمها الكبد وصفار البيض والجبن والزبد، كما أنه يتوفر فى الخضروات الصفراء اللون كالجزر والبطاطا والقاوون، وفى الخضروات الورقية، نظراً لتواجد الكاروتين عادة مع الكلوروفيل؛ لذا نجد أن الخبيزة والملوخية والسلق والسبانخ من أغنى الخضار بهذا الفيتامين. وتعتبر الخضار والفاكهة أهم مصادر فيتامين أ للإنسان فى معظم دول العالم، خاصة دول العالم الثالث التى يقل فيها استهلاك المنتجات الحيوانية؛ كما يتضح من جدول (١-٧) (Bradley ١٩٧٢).

جدول (١-٧)

الاستهلاك اليومي للفرد من فيتامين أ في بعض دول العالم، ونسبة ما يحصل عليه الفرد من المصادر المختلفة

الدولة	مصادر فيتامين أ (%)						الاستهلاك اليومي للفرد من فيتامين أ (وحدة دولية)
	المنتجات الحيوانية	الحبوب	الخضار والفواكهة	البقوليات والنقل	الجزور والدهون	الدهون	
الولايات المتحدة	٤٠	٢	٤٥	صفر	صفر	١٢	٩٩٥٧
المملكة المتحدة	٤٥	٢	٢٥	صفر	صفر	٢٨	٩٣٠٦
إيران	١٥	-	٦٥	٥	-	١٥	١٣٧٧
البرازيل	٥	-	٢٣	١	٦٥	٥	٢٨٩٩
كينيا	٦٨	٢	٢٧	-	-	-	٨٦٥
باكستان	٣	-	٩٧	-	-	-	٣٦٣٥
الكاميرون	١	-	١٠	٥	٢	٨٢	٢١٥٥-١١٥٧
ساحل العاج	١	-	٨	٥٥	٣٥	-	٤٦٥٥

وتعد الكاروتينات التي يصنع منها فيتامين أ في جسم الإنسان هي المسنولة عن الألوان الصفراء والبرتقالية والحمراء في كثير من الخضار والفواكهة. ونظراً لأنها توجد مختلطة - في النباتات - مع الكاروتينات التي لا يصنع منها فيتامين أ ؛ لذا .. فإن التقديرات الأولى لهذه الكاروتينات كتبت تميل إلى الارتفاع. ويشذ عن ذلك تقديرات الكاروتينات في كل من الجزر والبطاطا والكوسة الصفراء التي يرتفع محتوى الكاروتين في أصنافها الحديثة؛ فمثلاً .. تحتوى جذور صنف الجزر Beta III (وهو أحد الأصناف الحديثة من طراز Imperator) على ٢٧٠ جزءاً في المليون من الكاروتين، مقارنة بنحو ٨٠-١٢٠ جزءاً في المليون في الأصناف الأخرى المماثلة من نفس الطراز. ويتميز هذا الصنف بلونه البرتقالي القاتم (عن Simon ١٩٩٠).

ونعرض - فيما يلي- بياناً بمدى إسماء الخضار وبعض الفاكهة- في الولايات المتحدة الأمريكية - في إمداد الجسم بحاجته من فيتامين أ (من Axtell ١٩٨١).

إسهامه في إمداد الجسم بحاجته من فيتامين أ (%)	الحصول
١٣,٩	الجزر
٩,٥	الطماطم
٥,٦	البطاطا
٢,٦	القارون
٢,٢	السيانخ
١,٣	البرتقال
١,٣	الخوخ
٠,٩	الكوسة والقرع العسلي
٠,٨	الحس
٠,٨	البطيخ
٠,٧	الدرة
٠,٧	الفاصوليا الخضراء
٠,٦	السلة الخضراء
٠,٦	المشمش
٠,٥	الهندباء

مجموعة فيتامينات ب

تضم مجموعة فيتامينات ب عدداً كبيراً من الفيتامينات التي لا ترتبط ببعضها كيميائياً وفسيولوجياً، لكنها تشترك جميعاً في كونها تعمل كمرافقات إنزيمات. ونقدم - فيما يلي- شرحاً موجزاً لهذه الفيتامينات.

الثيامين Thiamine، أوفيتامين ب_١ (B₁)، أو الأثورين

يذوب فيتامين ب_١ في الماء، ويتحطم بسهولة بفعل الحرارة؛ لذا تقل نسبته في الأغذية المطبوخة. ويتوقف مدى الفقد أثناء التسخين على درجة حموضة الوسط، حيث يكون الفيتامين ثابتاً في الوسط الحامضي، بينما يفقد بسرعة في الوسط القلوي. ونظراً لذوبانه في الماء؛ فإن الاستغناء عن ماء سلق الخضروات يعني فقد جزء كبير منه.

ويؤثر فيتامين ب_١ على الجهاز العصبي، وهو أساسي للنمو وتنشيط الشهية والهضم وتمثيل المواد الكربوهيدراتية. وتزداد الحاجة إليه أثناء النمو والحمل والإرضاع، وفي فترة النقاهة من الأمراض. ويؤدي انعدام الفيتامين إلى ظهور أعراض مرض البرى البرى Beri-Beri. ويحتاج الإنسان إلى نحو ١.٣ - ١.٦ ملليجرام يوميًا من فيتامين أ. ويوجد الفيتامين بوفرة في النخل، وأجنة الحبوب، ومسحوق الخميرة، بالإضافة إلى بعض الخضار كالبقول الجافة.

الريبوفلافين Riboflavin، أو فيتامين ب_٢ (B₂) أو فيتامين جى (G) أو لاکتوفلافين Lactoflavin

يتميز هذا الفيتامين عن باقي فيتامينات مجموعة ب بشدة مقاومته للحرارة، وعدم تأثره بالأكسدة؛ وبذلك فهو لا يتأثر بعملية الطبخ والتجفيف، لكنه يتأثر بالضوء، حيث يفقد جزءاً كبيراً منه عند تعرضه لأشعة الشمس.

ويعتبر فيتامين ب_٢ ضرورياً لصلامة الجلد، وللنمو الطبيعي عند الأطفال، ويؤدي نقصه إلى جفاف الجلد وتقرحه، وتشقق اللسان والشفوتين، ونقص الأظافر وسقوط الشعر. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ملليجرام واحد يوميًا من هذا الفيتامين. ويوجد فيتامين ب_٢ في عديد من الأغذية، لكن مصادره الجيدة هي الخميرة واللبن وبياض البيض والكبد والقلب والكلية، والخضار الورقية؛ مثل السبانخ والخس وأوراق الفجل، وكذلك الجزر والطماطم.

حامض النيكوتينيك Nicotinic Acid، أو النيامين Niacin

يطلق على حامض النيكوتينيك أحياناً اسم فيتامين ب_٣ (B₃) أو فيتامين بى بى (PP) والنيكوتينامين Nicotinamine. ويتميز بأنه ثابت ضد الحرارة والضوء، ولا يتأثر بدرجة الحموضة، لكنه يذوب في الماء؛ وبذلك فإنه يتعرض للفقد في ماء السلق.

وترجع أهمية حامض النيكوتينيك إلى أنه يقي الإنسان من الإصابة بمرض البلاجرا الذي يصحبه التهاب الأعصاب، وفقد الشهية للطعام، واحمرار اللسان، ثم تشققه وتقرحه، وتشقق الشفتين، أو جفاف البلعوم، ويرافق ذلك قي وإسهال مدم، وتظهر على الجلد بقع حمراء. ومع تقدم المرض ينتهي المريض إلى الاختلال والجنون أو الشلل. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٢٠ ملليجرام يوميًا من هذا الفيتامين، وهو يتوفر في اللحوم وصفار البيض والخمائر والخبز الكامل والعص والزيده. ومن

الخضروات الغنية به: البقوليات الجافة والخضراء، خاصة البسلة، وكذلك البطاطس والبقونوس واليامية والكوسة (Watt & Merrill ١٩٦٣، والقبلي ١٩٧٦).

البيريدوكسين Pyridoxine أو فيتامين ب٦ (B6)

يفقد فيتامين ب٦ بسهولة، نظراً لأنه يذوب في الماء، ويتأثر بالضوء، وبالأشعة فوق البنفسجية، وبالموسط القلوي. ويتكون هذا الفيتامين من ثلاثة مركبات مرتبطة معاً هي: بيريدوكسين pyridoxine، وبيريدوكسال pyridoxal، وبيريدوكسامين pyridoxamine.

ويؤدي نقص فيتامين ب٦ إلى اضطراب التفكير، وظهور بعض الالتهابات الجلدية. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٢-٣ ملليجرام منه يومياً. ويتوفر الفيتامين في القمح، والخمائر، والذرة، وقصب السكر، والعسل الأسود، وصفار البيض، والكبد، والحليب، وكذلك في الكرنب، والسبانخ، والبقوليات.

حامض البانتوثينيك Pantothenic Acid

يتميز حامض البانتوثينيك بتحملة للحرارة والأكسدة، لكنه يذوب في الماء، ويتأثر بالحموضة والقلوية. ويرتبط هذا الفيتامين بعصيات تمثّل المواد الكريوهيدراتية والدهون والبروتينات بالجسم، ويؤدي نقصه إلى الشعور بالتعب والملل والضيق واضطراب التفكير. ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو خمسة ملليجرامات منه يومياً. ويتوفر حامض البانتوثينيك في الكبد، والكلاوى، والبيض، كما يوجد في البسلة، والكرنب، والصليبيات، والبطاطس، والطماطم، والبطاطا.

البيوتين أو فيتامين ب٧ (B7)

يذوب البيوتين في الماء والكحول، ويتحمل الحرارة، ويؤدي نقصه إلى تكون بثرات على اللسان، ولكن لا تُعرف - على وجه الدقة - حاجة الإنسان اليومية منه. وأهم مصادره: الكبد، والكلاوى، واللبن، والعسل الأسود، وكثير من الخضروات، كالطماطم، والبطيخ، والفراولة (القبلي ١٩٧٦).

الإنوزيتول Inositol

لم تتحدد أهمية الإنوزيتول للإنسان بوضوح. وهو يتوفر في فول الصويا، والمخ، والنخاع.

الكولين Choline

يؤدي نقص الكولين إلى حدوث نزيف اللسان، وتضخم الكبد في حالة إدمان المشروبات الكحولية. وتقوم الأحياء الدقيقة في الجسم بصنعه وتوفره جزئياً. وأغنى مصادره: بياض البيض، والكبد، والكلوى، وأجنة الحبوب.

باراأمينوحمض البنزويك Para-aminobenzoic acid

ينوب هذا الفيتامين بقلّة في الماء، ويزداد ذوبقه في الماء الدافئ والكحول. ويفيد في علاج آفات الجلد والشعر، كحبّ الشبب، وقشر الرأس، وداء الصدف، والصلع والشيب المبكر، وأهم مصاعده قشر الأرز، والكلوى، والكبد، والخمائر (Harrow & Mazur 1966).

حامض الفوليك Folic Acid، أو فيتامين ب٩ (B9)

يتميز فيتامين ب٩ بقلّة ذوبقه في الماء، ويحملته للحرارة والوسط القلوى، لكنه يفقد بالحرارة في الوسط الحامض، وكذلك بالتخزين في درجة الحرارة العادية. ويفيد في حالات فقر الدم، والجلطة، والشلل المتسبب عن الجلطة. ويلزم الفرد البالغ منه نحو ٠.٥ ملليجرام يومياً. ويوجد حامض الفوليك بكثرة في الكبد والبقوليات الجافة، وأيضاً في الأسبرجس، والسبانخ، والبروكولى، وفاصوليا اللبما، والفاصوليا الخضراء، والكرنب، وأوراق اللفت، وفي البنجر، والخس، كما يصنع بواسطة البكتيريا التي تعيش في الأمعاء الغليظة للإنسان.

الكوبلامين Coplamine، أو فيتامين ب١٢ (B12)

يتميز فيتامين ب١٢ بقابليته للذوبان في الماء، وبمقاومته للحرارة في الوسط المتعادل، لكنه يفقد إذا كان الوسط حامضياً أو قاعدياً. ويفيد فيتامين ب١٢ في علاج حالات فقر الدم الخبيث، وداء الصدف، وآفات الفم واللسان، وفي أكثر الحالات العصبية، حيث يعطى مخلوطاً مع فيتامين ب١٢. ويحتاج الفرد البالغ منه إلى نحو ٨ - ١٥ ميكروجرام يومياً. ويتوفر فيتامين ب١٢ في الكبد، واللبن، واللحم، والبيض، والسمك، وربما تقوم بكتيريا الأمعاء الغليظة بتحضير جزء منه (صقر ١٩٦٥).

حامض الأسكوربيك Ascorbic Acid، أو فيتامين ج (C)

يفقد فيتامين ج بسهولة بالأكسدة والتخزين؛ لذلك فإنه يفقد كلية تقريباً في الخضار المجففة، ويقل تدريجياً مع تخزين الخضروات. قابليته لتناقص محتواها من ٥٠ ملليجرام/١٠٠ جرام في

الدرنات الطازجة إلى ١٠ ملليجرامات/١٠٠ جم بعد التخزين لمدة أشهر. ويفقد الكرنب نحو ٢٥٪ من محتواه من فيتامين ج عند تخزينه لمدة شهر في درجة الحرارة العادية. وتفقد السبانخ نحو ٥٠٪ من محتواها من فيتامين ج في غضون ١٠ أيام بعد الحصاد.

ويؤدي مجرد تقطيع الخضروات إلى فقد جزء كبير من فيتامين ج بالأكسدة، كما يتأكسد أيضاً حامض ديهيدروكسي أسكوربيك Dehydroxyascorbic، وهو مركب ليس له أى نشاط فسيولوجي كفيتامين ج، إلا أن فيتامين ج لا يفقد بارتفاع الحرارة في غياب الأكسجين، كما لا يفقد بارتفاع درجة الحرارة في وجود الأكسجين إذا كان الوسط حامضياً (pH: ٣,٨ - ٤,٢).

ويعتبر فيتامين ج أساسياً للنمو والمحافظة على قوة الأوعية الدموية ومقاومة الالتهابات، ويؤدي نقصه إلى ضعف عام، وصداخ، ونزيف اللثة، وتليف الأنسجة، وتآكل الأسنان، ويؤدي انعدامه إلى ظهور أعراض مرض الأسقربوط، وهي نزيف اللثة لأقل من، ونزف آخر في أنحاء الجسم، ونزف تحت الجلد، مع اضطرابات هضمية، وتخلخل الأسنان، والشعور بالوهن، وعدم القدرة على التركيز.

ويحتاج الفرد البالغ إلى نحو ٧٥ ملليجرام يومياً من فيتامين ج، وتكفل هذه الكمية إلى نحو ٣٠ ملليجرام بالنسبة للأطفال، بينما تزداد إلى ١٠٠ ملليجرام يومياً للمرأة الحامل، و١٥٠ ملليجرام للمرأة المرضع. ويغطي المرضى عادة كميات أكثر من حاجة الجسم من الفيتامين.

وأهم مصادر فيتامين ج: الموالح، والفواكه ذات الثمار الصغيرة Berries، والبقوننس، والفلفل الأخضر، والبروكولي، وكذلك القنبيط، والفراولة، والسبانخ، والكرنب. وتحتوي ثمار النوع *Malpighia punicifolia* (اسمه الإنجليزي: أسيرولا Acerola) على تركيزات عالية جداً تصل إلى ١-٢ جم/١٠٠ جم من الثمار الناضجة. وتحتوي الثمار غير الناضجة على كميات أكبر. أما الأنواع الأخرى من نفس الجنس، فتحتوي على فيتامين ج بتركيزات أقل من ذلك بكثير؛ حيث تصل في النوع *M. glabra* إلى ٢٠ - ١٠٠ ملليجرام/١٠٠ جم (Watt & Merrill ١٩٦٣).

ويعد الضوء العامل البيئي الوحيد المؤثر على محتوى ثمار ونباتات الخضر من فيتامين ج. فمثلاً وجد أن ثمار الطماطم المغطاة جيداً بالعرش تحتوي على كميات أقل من فيتامين ج، بالمقارنة بتلك المعرضة للضوء، كما أن زيادة شدة الإضاءة من ٦٠٠ إلى ٨٠٠ قدم-شمعة لمدة ٧ أيام أدت إلى زيادة محتوى أوراق اللفت من فيتامين ج بنسبة ٣٣٪ (Bradley ١٩٧٢).

وبعرض - فيما يلي - بياناتاً بمعدى إصماء الخضار وبعض الناحية - في الولايات المتحدة الأمريكية - في إحصاء الجسم بحاجة من فيتامين ج (Axtell) ،

إسهامه في إمداد الجسم بحاجة من فيتامين ج (%)	الحصول
٢٠.٤	البرتقال
١٩.٧	البطاطس
١٢.٢	الطماطم
٥.١	الكرنب
٤.٠	الجريب فروت
٣.٠	الفلفل الأخضر
١.٨	البصل
١.٨	الفراولة
١.٧	الفاصوليا
١.٤	الموز
١.٣	الخيار
١.٢	البروكلي
١.٢	الذرة
١.٢	البسلة الخضراء
١.٢	الفاصوليا الخضراء
١.١	الحس
١.١	الليمون الأخضر
٠.٩	البطاطا

فيتامين د (D)

يتميز فيتامين د بقابليته للذوبان في الدهون، ويعد من الفيتامينات الثابتة، إذ إن فقده في الأغذية ضئيل للغاية. ويوجد منه عدة أنواع؛ منها د٢، د٣. ومن أهم وظائف فيتامين د أنه ينظم تمثيل الكالسيوم والفوسفور في الجسم، ويساعد على بناء وتكوين العظام والأسنان. ويؤدي نقصه إلى انخفاض مقدار عنصرى الكالسيوم والفوسفور في العظام، ومن ثم يحدث لين العظام، وتظهر أعراض الكساح.

ويحتاج الأطفال والنساء الحوامل والمرضعات إلى نحو ٤٠٠ وحدة دولية منه يومياً (كل ١ ملليجرام = ٤٠٠٠٠ وحدة دولية).

ويتوفر فيتامين د في زيت كبد الحوت، والزيوت الحيوانية، والزبد، وصفار البيض، والحليب ومشتقاته، ولا يتوفر في الأغذية النباتية. ويقوم جسم الإنسان بتصنيع هذا الفيتامين بتحول مادة تسمى إرجسترول توجد تحت الجلد إلى فيتامين د عند تعرضها لأشعة الشمس.

فيتامين هـ (E)

يتميز فيتامين هـ بقابليته للذوبان في الدهون، وعدم ذوبانه في الماء، وبمقاومته للحرارة حتى ٢٠٠°م، لكنه يتأكسد بسهولة، ويحطم بفعل الأشعة فوق البنفسجية. وفيتامين هـ دور هام في زيادة الخصوبة عند الرجال، كما يساعد على نمو الأجنة، ويمنع الإجهاض، ويقوى القلب والأوعية الدموية.

وأهم مصادر فيتامين هـ: جنين القمح، وزيت الفول السوداني، وزيت الذرة، وزيت بذرة القطن، وزيت فول الصويا، وزيت الزيتون. كما يوجد في الكرنب، والسبانخ، واليقطين، والخس، والبسلة، والأسبرجس، بالإضافة إلى الجوز، وصفار البيض، والكبد.

فيتامين ك (K)

يذوب فيتامين ك في الدهون. وترجع أهميته إلى أنه يعمل على منع النزف، ويساعد الكبد على القيام بوظائفه. ومن أهم مصادره: الخضر الورقية، كالسبانخ، والكرنب، وكذلك الطماطم، والقبيط، والجزر، والبطاطس، والزيوت النباتية، وزيت السمك. كما يحصل الإنسان - تحت الظروف الطبيعية - على حاجته من هذا الفيتامين من البكتيريا التي تعيش في أمعائه الغليظة على بقايا الأغذية التي لا تمتص في الأمعاء الدقيقة (Harrow & Mazur ١٩٦٦، والحاج ١٩٦٩، وArthey ١٩٧٥، والقبلي ١٩٧٦).

وتبين القائمة التالية الخصائص الموسمية بما من مختلف الفيتامينات، والتي يتعين تناولها ضمن الأنشطة التي يتناولها الفرد الحضر البالغ يومياً (من Scrimshaw & Young ١٩٧٦).

الكمية اليومية الموصى بها (ملليجرام)	الفيتامين
	الذاتية في الماء:
١.٥	الثيامين (ب١)
١.٨	الريبوفلافين (ب٢)
٢٠	النياسين
٢	البيريدوكسين (ب٦)
١٠ - ٥	حامض البانتوثنك
٠.٤	الفولاسين
٠.٠٠٣	ب١٢
غير معروفة (حوالي ٠.١٥ - ٠.٣)	البيوتين
غير معروفة (حوالي ٥٠٠ - ٩٠٠)	الكولين
٤٥	حامض الأسكوربيك (فيتامين ج)
	الذاتية في الدهون:
١	فيتامين أ (الرتينول Retinol)
٠.٠١	فيتامين د
١٥	فيتامين هـ (التوكوفيرول Tocopherol)
٠.٠٣	فيتامين ك (فيلوكوينون Phylloquinone)

الاحتياجات الغذائية اليومية للفرد

يختلف الأفراد في احتياجاتهم اليومية من مختلف العناصر الغذائية، وذلك حسب الجنس والسن، كما هو موضح في جدول (١-٨) (U.S. Dept. Agr. ١٩٦٤).

جدول (١-٨)

الاحتياجات اليومية للفرد من مختلف العناصر الغذائية

الأفراد مقسمون حسب الجنس والسن	السرعات الحرارية	البروتين	الكالسيوم	الحديد	فيتامين أ	فيتامين ب	فيتامين ج	فيتامين د
(مجموع)	(مليجرام)	(مليجرام)	(مليجرام)	(مليجرام)	(مليجرام)	(مليجرام)	(مليجرام)	(مليجرام)
رجل ١٨-٣٥ سنة	٢٩٠٠	٧٠	٠,٨	١٠	٥٠٠٠	١,٢	١,٧	١٩
رجل ٣٥-٥٥ سنة	٢٦٠٠	٧٠	٠,٨	١٠	٥٠٠٠	١,٠	١,٦	١٧
رجل ٥٥-٧٥ سنة	٢٢٠٠	٧٠	٠,٨	١٠	٥٠٠٠	٠,٩	١,٣	١٥
امراة ١٨-٣٥ سنة	٢١٠٠	٥٨	٠,٨	١٥	٥٠٠٠	٠,٨	١,٣	١٤
امراة ٣٥-٥٥ سنة	١٩٠٠	٥٨	٠,٨	١٥	٥٠٠٠	٠,٨	١,٢	١٣
امراة ٥٥-٧٥ سنة	١٦٠٠	٥٨	٠,٨	١٠	٥٠٠٠	٠,٨	١,٢	١٣
+ للمرأة الحامل	٢٠٠	٢٠	٠,٥	٥	١٠٠٠	٠,٢	٠,٣	٣
+ للمرأة المرضع	١٠٠٠	٤٠	٠,٥	٥	٣٠٠٠	٠,٤	٠,٦	٧
أطفال حتى عمر:								
سنة واحدة ١٠٠٠-٩٠٠	٢٠	٠,٧	٨	٨	١٥٠٠	٠,٤	٠,٦	٦
١-٣ سنة	١٣٠٠	٣٢	٠,٨	٨	٢٠٠٠	٠,٥	٠,٨	٩
٣-٦ سنة	١٦٠٠	٤٠	٠,٨	١٠	٢٥٠٠	٠,٦	١,٠	١١
٦-٩ سنة	٢١٠٠	٥٢	٠,٨	١٢	٣٥٠٠	٠,٨	١,٣	١٤
أولاد ٩-١٢ سنة	٢٤٠٠	٦٠	١,١	١٥	٤٥٠٠	١,٠	١,٤	١٦
١٢-١٥ سنة	٣٠٠٠	٧٥	١,٤	١٥	٥٠٠٠	١,٢	١,٨	٢٠
١٥-١٨ سنة	٣٤٠٠	٨٥	١,٤	١٥	٥٠٠٠	١,٤	٢,٠	٢٢
بنات ٩-١٢ سنة	٢٢٠٠	٥٥	١,١	١٥	٤٥٠٠	٠,٩	١,٣	١٥
١٢-١٥ سنة	٢٥٠٠	٦٢	١,٣	١٥	٥٠٠٠	١,٠	١,٥	١٧
١٥-١٨ سنة	٢٣٠٠	٥٨	١,٣	١٥	٥٠٠٠	٠,٩	١,٣	١٥

الفصل الثاني

المصادر الهامة لمختلف العناصر الغذائية في محاصيل الخضر وبعض الأغذية الأخرى

نتناول في هذا الفصل المصادر الهامة لمختلف العناصر الغذائية الأساسية في محاصيل الخضر، مع مقارنتها ببعض الأغذية الأخرى.

توفر الخضر والفاكهة ٩١٪ من الاحتياجات اليومية للفرد من فيتامينات C في الولايات المتحدة الأمريكية، و٤٨٪ من فيتامين A، و٣٠٪ من حامض الفوليك (الـ folacin)، و٢٧٪ من فيتامين B₆، و١٧٪ من الثيامين، و١٥٪ من النياسين، بالإضافة إلى ١٦٪ من المغنيسيوم، و١٩٪ من الحديد، و٩٪ من السعرات الحرارية. ومن العناصر المغذية الأخرى التي توفرها الخضر والفاكهة الريبوفلافين (B₂)، والزنك، والكالسيوم، والبوتاسيوم، والفوسفور. هذا .. بينما توفر البقول والبطاطس والنفل حوالي ٥٪ من الاحتياجات اليومية للفرد من البروتين في الولايات المتحدة (Kader وآخرون ٢٠٠٧).

ويبين جدول (٢-١) نسبة ما يحصل عليه الفرد (الأمريكي) من مختلف العناصر - المفيدة والسامة - من الخضر والفاكهة.

هذا .. وتتوفر أدلة على أن أصناف الخضر الحديثة العالية الإنتاج أقل محتوى من العناصر المغذية (المعادن) والبروتين عن الأصناف القديمة من نفس المحاصيل، ويتراوح هذا الانخفاض بين ٥٪ و ٤٠٪ حسب المحصول والعنصر الغذائي، ويتفق ذلك مع العلاقة العكسية المعروفة بين كمية المحصول وتركيز المحتوى من العناصر الغذائية الهامة (Davis ٢٠٠٩).

جدول (٢-١)

نسبة ما يحصل عليه الفرد (في الولايات المتحدة الأمريكية) من مختلف العناصر - المفيدة والسامة - من الخضار

والفاكهة (عن Levander ١٩٩٠)

العنصر	الاحتياجات اليومية للفرد	ما يحصل عليه من الخضار والفاكهة (%)	تصنيف الخضار والفاكهة كمصدر للعنصر
العناصر الكبرى	(مجم/يوم)		
البوتاسيوم	١٦٠٠ - ٣٥٠٠	٣٥	مصدر أساسي وجيد للعنصر
الصدوم	٥٠٠ - ٢٤٠٠	١١	مصدر ضعيف وذلك أمر جيد
الكالسيوم	٨٠٠	٧	مصدر ضعيف بصورة عامة
الفوسفور	٨٠٠	١١	مصدر ضعيف بصورة عامة
المغنيسيوم	٣٥٠	٢٤	مصدر لا بأس به للعنصر
العناصر الدقيقة	(مجم/يوم)		
الحديد	١٠	١٣	مصدر فقير للعنصر
الزنك	١٥	٧	مصدر فقير للعنصر
النحاس	١,٥ - ٣	٢٢	مصدر لا بأس به للعنصر
المنجنيز	٢ - ٥	٢١	مصدر لا بأس به للعنصر
السيلكون	٥ - ٢٠ ؟	١٣	مصدر فقير للعنصر
البورون	١ ؟	٥٩	مصدر جيد للعنصر
العناصر المتناهية الصغر	(ميكروجرام/يوم)		
السيلينيوم	٧٠	٢	مصدر ضعيف للعنصر
الكروم	٥٠ - ٢٠٠	٢٣	مصدر لا بأس به للعنصر
الموليبدينم	٧٥ - ٢٥٠	١٣	مصدر ضعيف للعنصر
النيكل	> ١٥٠ ؟	٣٤	مصدر جيد للعنصر
الزرنخ	١٥ ؟	٢١	مصدر لا بأس به للعنصر
المعادن السامة	الحد الأقصى المسموح به		
	(ميكروجرام/يوم)		
الزئبق	٤٣	٥	مصدر ضعيف للعنصر
الكاديوم	٥٧ - ٧١	٢٩	مصدر خطير للتسمم بالعنصر
الرصاص	٤٣٠	٣٣	مصدر خطير للتسمم بالعنصر

ويبين جدول (٢-٣) محتوى الخضروات من البروتينات، والدهون، والمواد الكربوهيدراتية الكلية، والمعادن الحرارية، وكذلك نسبة الألياف والرماد والرطوبة بما (نقلاً عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

المادة الجافة

يمكن اعتبار نسبة المادة الجافة بالخضر دليلاً على محتواها من العناصر الغذائية؛ لأن معظم العناصر تتناسب طردياً مع محتوى الخضر من المادة الجافة، لكن هذه القاعدة لا تنطبق على جميع العناصر الغذائية، وبخاصة الفيتامينات.

وتبعا لجدول (٢-٢) .. فإنه يمكن تقسيم الخضروات حسب محتواها من المادة الجافة (= ١٠٠ - نسبة الرطوبة الموضحة في الجدول) إلى ثلاث مجموعات؛ كما يلي:

- ١- خضروات غنية بمحتواها من المادة الجافة (٨٨٪ - ٩٠٪)، وتشتمل فقط على بذور البقوليات الجافة؛ أي بذور البسلة والفصوليا واللوبياء والفول الرومي.
- ٢- خضروات متوسطة في محتواها من المادة الجافة (١٥٪ - ٤٠٪) وتشتمل على الثوم، البطاطس، والبطاطا، والقلقاس، والبقوليات الخضراء.
- ٣- خضروات منخفضة في محتواها من المادة الجافة (٥٪ - ١٥٪)، وتضم هذه المجموعة باقى الخضروات المعروفة، وفيها تكون نسبة المادة الجافة أقل ما يمكن في القرعيات والخضر الورقية، وأعلى ما يمكن في الخضر الجذرية.

الألياف

تكون الألياف (جدول ٢-٢) أعلى ما يمكن (٤٪ - ٧٪) في بذور البقوليات الجافة، تليها البقوليات التي تُستهلك خضراء (٢٪ - ٣.٩٪)؛ أما باقى الخضروات، فيمكن تقسيمها حسب محتواها من الألياف كما يلي:

- ١- خضروات مرتفعة نسبياً في الألياف (١٪ - ١.٩٪)، وترتب تنازلياً كالآتي: البروكلى - الثوم - البقدونس - الفلفل الأخضر - الكرات - الفراولة - البصل - كرسون الحديقة - القرع العسلى - الجزر - القنبط - البامية - القلقاس.
- ٢- خضروات منخفضة - نسبياً - في محتواها من الألياف (٠.٣٪ - ٠.٩٪)، وهي باقى الخضروات، وأقلها احتواءً على الألياف: البطيخ، والشمام، والطماطم، والبطاطس.

جدول (٢-٢)

محتوى الخضروات من البروتين والدهون والمواد الكربوهيدراتية
والألياف والرماد والرطوبة

الرماد (%)	الألياف (%)	الكربوهيدرات الكلية (%)	الدهون (%)	البروتين (%)	السعرات الحرارية (بكل ١٠٠ جم)	الرطوبة (%)	الغصون
٠,٨	٢,٤	١٠,٦	٠,٢	٢,٩	٩-٤٧	٨٥,٥	الخرشوف
١,١	٠,٨	١٦,٧	٠,١	٢,٣	٧-٧٥	٧٩,٨	الطرطوفة
٠,٦	٠,٧	٥,٠	٠,٢	٢,٥	٢٦	٩١,٧	الأسبرجس
١,١	٢,٢	١٧,٨	٠,٤	٨,٤	١٠٥	٧٢,٣	القول الرومي الأخضر
٠,٧	١,٠	٧,١	٠,٢	١,٩	٣٢	٩٠,١	الفاصوليا الخضراء
٣,٩	٤,٣	٦١,٣	١,٦	٢٢,٣	٣٤٠	١٠,٩	الفاصوليا الجافة
١,٥	١,٨	٢٢,١	٠,٥	٨,٤	١٢٣	٦٧,٥	فاصوليا الليما الخضراء
٤,٧	٤,٩	٣٣,٥	١٧,٧	٤٣,١	٤٠٣	١٠,٠	فول الصويا الجاف
٣,٧	٤,٣	٦٤,٠	١,٦	٢٠,٤	٣٤٥	١٠,٣	البنجر
١,١	١,٥	٥,٩	٠,٣	٣,٦	٣٢	٨٩,١	البروكولي
١,٢	١,٦	٨,٣	٠,٤	٤,٩	٤٥	٨٥,٢	كرونب بروكسل
٠,٧	٠,٨	٥,٤	٠,٢	١,٣	٢٤	٩٢,٤	الكرونب
٠,٥	٠,٣	٧,٥	٠,١	٠,٧	٣٠	٩١,٢	القاوون
٠,٨	١,١	٩,٧	٠,٢	١,١	٤٢	٨٨,٢	الجزر
٠,٩	١,٠	٥,٢	٠,٢	٢,٧	٢٧	٩١,٠	القنبيط
١,٠	٠,٦	٣,٩	٠,١	٠,٩	١٧	٩٤,١	الكرفس
١,٦	٠,٨	٤,٦	٠,٣	٢,٤	٢٥	٩١,١	السلق
٠,٨	٢,٨	١١,٢	٠,٧	١,٩	٥٣	٨٥,٤	الخرنكش
٠,٦	-	٣,٢	٠,١	١,٠	١٥	٩٥,١	الشيكوريا
٠,٧	٠,٦	٣,٠	٠,١	١,٢	١٤	٩٥,٠	الكرونب الصيفي
١,٦	١,٢	٧,٥	٠,٨	٤,٨	٤٥	٨٥,٣	الكولارد
٠,٧	٠,٧	٢٢,١	١,٠	٣,٥	٩٦	٧٢,٧	الذرة السكرية
٠,٩	١,٧	٩,٥	٠,٣	٣,٣	٤٤	٨٦,٠	اللوبيا الخضراء
٣,٥	٤,٤	٦١,٧	١,٥	٢٢,٨	٣٤٣	١٠,٥	اللوبيا الجافة

(متبع)

تابع جدول (٢-٢)

الغصون	الرطوبة (%)	السرعات الحرارية (بكل ١٠٠ جم)	البروتين (%)	الدهون (%)	الكربوهيدرات الكلية (%)	الألياف (%)	الرماد (%)
حب الرشاد	٨٩.٤	٣٢	٢.٦	٠.٧	٥.٥	١.١	١.٨
الخيار	٩٥.١	١٥	٠.٩	٠.١	٣.٤	٠.٦	٠.٥
القلقاس	٧٣.٠	٩٨	١.٩	٠.٢	٢٣.٧	٠.٨	١.٢
الباذنجان	٩٢.٤	٢٥	١.٢	٠.٢	٥.٦	٠.٩	٠.٦
الحبيرة	٨٦.٣	—	٤.٨	٠.٢	٥.١	١.٥	٢.٣
أفندياء	٩٣.١	٢٠	١.٧	٠.١	٤.١	٠.٩	١.٠
الفينوكيا	٩٠.٠	٢٨	٢.٨	٠.٤	٥.١	٠.٥	١.٧
الثوم	٦١.٣	١٣٧	٦.٢	٠.٢	٣٠.٨	١.٥	١.٥
فجل الحصان	٧٤.٦	٨٧	٣.٢	٠.٣	١٩.٧	٢.٤	٢.٢
الملوخية	٨٣.٣	—	٣.٨	٠.٤	٨.٠	١.٧	٢.٨
الكيل	٨٢.٧	٥٣	٦.٠	٠.٨	٩.٠	—	١.٥
كرنب أبوركية	٩٠.٣	٢٩	٢.٠	٠.١	٦.٦	١.٠	١.٠
الكراث	٨٥.٤	٥٢	٢.٢	٠.٣	١١.٢	١.٣	٠.٩
الحس	٩٤.٠	١٨	١.٣	٠.٣	٣.٥	٠.٧	٠.٩
عيش الغراب	٩٠.٤	٢٨	٢.٧	٠.٣	٤.٤	٠.٨	٠.٩
اليامية	٨٨.٩	٣٦	٢.٤	٠.٣	٧.٦	١.٠	٠.٨
بصل الرؤوس	٨٩.١	٣٨	١.٥	٠.١	٨.٧	٠.٦	٠.٦
البصل الأخضر	٨٩.٤	٣٦	١.٥	٠.٢	٨.٢	١.٢	٠.٧
البقونوس	٨٥.١	٤٤	٣.٦	٠.٦	٨.٥	١.٥	٢.٢
البسلة الخضراء	٧٨.٠	٨٤	٦.٣	٠.٤	١٤.٤	٢.٠	٠.٩
البسلة الجافة	١١.٧	٣٤٠	٢٤.١	١.٣	٦٠.٣	٤.٩	٢.٦
الفلفل الأخضر	٩٣.٤	٢٢	١.٢	٠.٢	٤.٨	١.٤	٠.٤
البطاطس	٧٩.٨	٧٦	٢.١	٠.١	١٧.١	٠.٥	٠.٩
القرع العسلي	٩١.٦	٢٦	١.٠	٠.١	٦.٥	١.١	٠.٨
الرجلة	٩٢.٥	٢١	١.٧	٠.٤	٣.٨	٠.٩	١.٦
الفجل	٩٤.٥	١٧	١.٠	٠.١	٣.٦	٠.٧	٠.٨
الروبارب	٩٤.٨	١٦	٠.٦	٠.١	٣.٧	٠.٧	٠.٨

(تابع)

تابع جدول (٢-٢)

الحصول	الرطوبة (%)	السرعات الحرارية (بكل ١٠٠ جم)	البروتين (%)	الدهون الكلية (%)	الكربوهيدرات الألياف الرماد (%)
الجرير	٩٠,٦	—	٢,٧	٠,٢	٣,٦
السيانخ	٩٠,٧	٢٦	٣,٢	٠,٣	٤,٣
الكوسة الزوكيني	٩٤,٦	١٧	١,٢	٠,١	٣,٦
البطاطا	٧٠,٦	١١٤	١,٧	٠,٤	٢٦,٣
الطماطم	٩٣,٥	٢٢	١,١	٠,٢	٤,٧
اللفت	٩١,٥	٣٠	١,٠	٠,٢	٦,٦
البطخ	٩٢,٦	٢٦	٠,٥	٠,٢	٦,٤

(أ) يرجع المدى الموضح إلى أن عدد السرعات الحرارية يزداد تدريجيًا في الحصول؛ نظرًا لتحول الكربوهيدرات المخزنة به من أنولين إلى سكريات أثناء التخزين.

الدهون

تعتبر جميع الخضروات فقيرة المحتوى من الدهون (جدول ٢-٢)، ويمكن تقسيمها كالتالي:

- ١- تعد بذور البقوليات الجافة أعلى من غيرها في نسبة الدهون (١-١,٥٪).
- ٢- تلي ذلك البقوليات الخضراء، والخضر الورقية، والفراولة، والبقونوس (٠,٤-٠,٩٪).
- ٣- باقى الخضروات تتراوح بها نسبة الدهون بين ٠,١٪ و ٠,٣٪.

السرعات الحرارية

يمكن تقسيم الخضر إلى ثلاث مجموعات محددة بالنسبة لمحتواها من السرعات الحرارية

(جدول ٢-٢) كما يلي:

- ١- خضروات غنية جدًا بالسرعات (٣٠٠ - ٣٥٠ سعرًا حراريًا/١٠٠ جم)، وتتضمن بذور البقوليات الجافة.
- ٢- خضروات متوسطة في محتواها من السرعات (٧٥ - ١٥٠ سعرًا حراريًا/١٠٠ جم)، وأكثرها الثوم (١٣٧)، تليه البقوليات الخضراء، والبطاطا، والبطاطس (حوالي ١٠٠)، وأقلها البطاطس (٧٦ سعرًا حراريًا).

٣- خضروات منخفضة في محتواها من السعرات (أقل من ٥٠ سعراً حراريًا/١٠٠ جم)، وتتضمن باقى الخضروات، وأكثرها الخضر الجذرية والبصلية، والفراولة، وأقلها الخس والخضر الورقية الأخرى، والخيار، والفجل، والكرفس، والكوسه (١٤ - ٢٠ سعراً حراريًا).

المواد الكربوهيدراتية

نظراً لأن الخضروات تعد فقيرة بطبيعتها في محتواها من المواد الدهنية، فإن معظم السعرات الحرارية التي تحتويها الخضروات تعود إلى محتواها من المواد الكربوهيدراتية، وبذلك فإن تقسيم الخضروات حسب محتواها من المواد الكربوهيدراتية (جدول ٢-٢) يتشابه مع تقسيمها حسب محتواها من السعرات الحرارية كالتالى:

- ١- الخضر الغنية بالسعرات الحرارية تحتوى على نحو ٣٠٪ - ٦٠٪ مواد كربوهيدراتية.
- ٢- الخضر المتوسطة في محتواها من السعرات الحرارية بها نحو ١٠٪ - ٣٠٪ مواد كربوهيدراتية.
- ٣- الخضر الفقيرة في السعرات الحرارية تحتوى على أقل من ١٠٪ مواد كربوهيدراتية.

البروتين

ترتفع نسبة البروتينات في بذور البقوليات الجافة (٢٢٪ - ٢٥٪)، وتقل عن ذلك في البسلة واللوبياء، والفول الرومى الأخضر (٦٪ - ٩٪)، وتصل إلى حوالى ٦٪ فى الثوم، ونحو ٣.٥٪ فى البروكولى، والبقدونس، والسبانخ، وتقل عن ٣٪ فيما تبقى من خضروات، وأقلها البطيخ (٠.٥٪ بروتيناً). ويلاحظ أن نسبة البروتين في الفاصوليا الخضراء تتساوى مع نسبتها في كل من البطاطس، والبطاطا، والقلقل (١.٧٪ - ٢٪) (جدول ٢-٢).

وإذا استهلكت بعض الخضروات بكميات كبيرة نسبياً، فإتباعها يمكن أن تمد الإنسان بجزء كبير من حاجته اليومية من البروتين، ومن ذلك: البطاطس، والبطاطا، واليام؛ وذلك إذا استخدمها الإنسان كمصدر أساسى للطاقة؛ حيث تمدّه أيضاً بجزء كبير من حاجته من البروتين. أما البقوليات، فإتباعها تعد من مصادر البروتين الهامة، ويحاول مربو النبات إنتاج أصناف جديدة منها أغنى في محتواها البروتينى من الأصناف التقليدية (Bliss ١٩٩٠).

وإذا استهلكت البقوليات بالقدر الذى يكفى لمد الإنسان بكل حاجته من البروتين، فبقها تمدّه أيضاً بنسبة عالية من احتياجاته من عناصر الفوسفور، والحديد، والكالسيوم، والمغنيسيوم، وفيتامينات: الثيامين، والريبوفلافين، والنياسين، وكذلك السعرات الحرارية، وأيضاً فيتامينى أ، ج بالنسبة للبقوليات الخضراء. ويتضح ذلك من جدول (٢-٣).

جدول (٢-٣)

مدى كفاية البقوليات المختلفة فى مد الإنسان بحاجته من السعرات الحرارية والفيتامينات والمعادن إذا ما استخدمت بكميات تكفى لمدة بكل احتياجاته اليومية من البروتين.

الحضر	الكمية اللازمة لمد الإنسان بكل احتياجاته اليومية من البروتين بالجرام	P	Fe	Ca	Mg	النسبة المئوية التى يحصل عليها الإنسان من العناصر الأخرى عند استهلاكه هذه الكمية					مجموع السعرات الحرارية
						١٠٠	٢٠	١٠	٥	٢	
لوبيا خضراء	٧٤٠	١١٠	١٠٥	٢٠	١١٥	٥٠	٢٥٠	١٨٥	٥٥	٧٠	٣٠
لوبيا جافة	١١٧٠	١١٥	١٠٠	٢٠	٢٧٠	٢	صفر	١٥٥	٣٠	٣٠	٣٥
فول صويا اخضر	٦١٠	١١٥	١٠٠	٣٧	-	٨٠	٢٠٨	١٦٠	٥٣	٤٩	٢٩
فاصوليا ليما خضراء	٧٩٠	٩٥	١٣٠	٣٧	١٠٨	٤٤	٢٥٠	١٢٠	٥٣	٦٩	٣٥
فاصوليا ليما جافة	٧٣٠	١١٢	١٥٠	٢١	١٤٥	صفر	صفر	٧٩	٢٩	٣٤	٤٠
فاصوليا mung جافة	٧١٠	٨٥	١٢٥	٢٩	-	٤	صفر	٧٨	٣٥	٤٣	٣٣
عدس	٧٧٠	٩٢	١٠٨	١٩	٦٢	٣	صفر	٤٥	٣١	٣١	٣٣
بسلة خضراء	١١١٠	١١٠	١٣٣	٢٥	٩٥	١٢٠	٤٤٥	٢٦٠	٨٢	١٧٠	٣١
بسلة جافة	٧١٠	٨٥	٨٥	١٦	١٢٨	٦	صفر	١٥٣	٤٨	٥٠	٣٤
فول رومى اخضر	٧٢٠	١١٣	١٠٥	٢٠	-	٣٢	٤٣٠	١٦٨	٨٢	٧٧	٣٠
فول رومى جاف	٧١٠	٩٧	١٢٠	٢٥	-	٣	صفر	١٠٤	٥٠	٤١	٣٤
فاصوليا جافة	٧٧٠	١١٤	١٣٨	٣٨	١٣١	صفر	صفر	١٥٧	٣٦	٣٦	٣٦

كما يبين جدول (٢-٤) مدى كفاءة الخضروات في مد الإنسان بحاجته من البروتين إذا استهلكها بكميات تكفي لمُدِّو بكل احتياجاته اليومية من عنصر غذائي آخر (Kelley ١٩٧٢).

جدول (٢-٤)

مدى كفاية الخضار المختلفة في مد الإنسان بحاجته من البروتين إذا استخدمت بكميات تكفي لمده بكل احتياجاته اليومية من عنصر غذائي آخر.

الخضار	كمية الخضار المطبوخة بالجرام اللازمة لمد الإنسان بحاجته اليومية الكاملة من العنصر الغذائي المبين	نسبة ما تعطيه هذه الكمية من الاحتياجات اليومية من البروتين
الأسبرجس	٥٦٠	فيتامين أ ١٨
الأسبرجس	١٩٠	فيتامين ج ٧
البروكولي	٢٠٠	فيتامين أ ٩
البروكولي	٥٥	فيتامين ج ٢٠٩
كروم بروكسل	٦٠	فيتامين ج ٤
الكيل	٥٢٠	الكالسيوم ٣٤
الكيل	٦٠	فيتامين أ ٣٠٨
الكولارد	٥٣٠	الكالسيوم ٢٧
الكولارد	٦٠	فيتامين أ ٣٠٤
البسلة (قرون كاملة)	٣٦٠	فيتامين ج ١٧
الجزر (طازج)	٤٥	فيتامين أ ١٠٥
الفاصوليا الخضراء	٩٣٠	فيتامين أ ٢٥
البامية	٢٥٠	فيتامين ج ٨٠٥
القمييط	٩٠	فيتامين ج ٣٠٥
الطماطم (طازجة)	٢٢٠	فيتامين ج ٤٠٠
البطاطس	٣١٠	فيتامين ج ١١
البطاطس	٣٢٩٠	السعرات الحرارية ١١٥
البطاطا	٦٥	فيتامين أ ١٠٨
البطاطا	٢١٩٠	السعرات الحرارية ٧١
البطاطا	٢٩٥	فيتامين ج ٨٠٥
اليام	٢٤٨٥	السعرات الحرارية ٨٧

وكما أسلفنا .. فإن الصورة الكاملة لأهمية مختلف محاصيل الخضر كمصدر للبروتين لا تكتمل إلا بعد التعرف على محتواها من مختلف الأحماض الأمينية، وخاصة الضرورية منها، وهو ما نوضحه في جدول (٢-٥) (عن Luh & Woodrof ١٩٨٨، Yamaguchi ١٩٨٣).

هذا.. وتحتوى بذور معظم البقول الجافة على نسبة عالية من الحامض الأميني الضروري التربتوفان، كما يتضح مما يلي (عن Murray ١٩٩١):

البقول الجافة	محتوى التربتوفان من البروتين الكلى (% وزن/ وزن)
الفول	١,٠٠
اللوبيا	١,١٠
الفاصوليا العادية	١,٨ - ١,١٠
البسلة	١,٦٢ - ١,٢٦
<i>Vigna mungo</i>	١,٣٣
<i>Cajans Cajan</i>	١,٥٦
<i>Vigna radiata</i>	١,٩٩

العناصر Minerals

تعتبر الخضروات من أهم المصادر التي تمد الإنسان بحاجته اليومية من العناصر المختلفة. ويوضح جدول (٢-٦) محتوى الخضروات من عناصر: الكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والصوديوم، والبوتاسيوم (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

جدول (٢-٥)

محتوى عناصر الجفت من مختلف الأحماض الأمينية الضرورية (٢)

القيمة الكيميائية (%)	الحامض الأميني المُختَزَر	الحامض الأميني الضروري (مجم) ١٠٠/مجم وزن طائر (ج)										الزطوبة (مجم) ١٠٠/مجم	الحصول
		Val	Trip	Thr	Phe	Tyr	Met + Cys	Lys	Leu	Ile			
٣٤	SC	٩٣	٢٣	٧٥	١٢٥	٣٨	٩٦	١٢١	٧٦	٢,٠	٧٨	الخاص	
٥٧	Ile												
٥١	SC	٥٩	٢٢	٥٠	٨١	٣٦	٤٥	٧١	٤٨	١,٣	٧٠	اليطا	
٥٣	Lys												
٤١	AR	٥٤	١٩	٤٣	٦٧	٤٥	٦٧	٦٤	٤٦	١,٦	١٣,١	الكسلا (الجلود)	
٤٢	Ile												
٥٠	SC	٤٠١	١٠٢	٣٢٧	٦٦١	١٩٥	٤٣٧	٩٠٠	٣٣٩	٧,٠	٧١,٧	الكسلا (الأوراق)	
٧٣	Ile												
٥٠	SC	١١٠	٣٠	٨٦	١٩٠	٦٥	٩٧	١٥٤	٨٩	٢,٤	٧٢,٤	الدم	
٥٦	Ile												
٥٣	Ile	١١١	٢٦	٧٤	١٥٨	٧٢	٧٠	١٣٣	٦٤	١,٨	٧٢,٥	القلنس	
٦٠	Ly												
-	-	٢٠	٢٠	٢٠	٣٨	١٦	٦٣	٣٧	٢٠	١,٤	٨٩	المصل	

(تابع)

تابع جدول (٥-٢)

القيمة الكيميائية (٢٠)	المغصص الأميني الضروري (مجم/ ١٠٠ جم وزن طازج)										البروتين (مجم/ ١٠٠ جم)	الرطوبة (مجم/ ١٠٠ جم)	المغصول (مجم/ ١٠٠ جم)
	Val	Trp	Thr	Phe	Tyr	Met	Cys	Lys	Leu	Ile			
٣٤	SC	٨١	٣٠	٧١	١٣٢	٣٤		٧٨	١٧٣	٧٢	١,٨	٩٣	الغدياء
٦٠	Ile												الحسن
-	-	٧١	١٠	٥٤	١,٢	٥٧٤		٥٠	٨٣	٥٠	١,٣	٩٥	كرب برزكسل
-	-	٢٢٨	٥٨	١٩٩	(١٧٢)	٧١		٢٥٢	٢٥٧	٢٣٠	٤,٧	٨٥	الكرب
٣٩	SC	٦٨	١٧	٦١	٧٩	٣٥		٥٠	٨٦	٥٠	١,٦	٩٢	القيبط
-	-	١٥٦	٣٩	١١٩	(١٠١)	٥٧٤		١٦٠	١٩٦	١٣٦	٢,٨	٩٢	الفجل (مجنون)
-	-	٧١	٤	٤٢	(١٤٨)	١٠		٤٨	٧٥	٥٤	١,١	٩٤	اللفت (المجنون)
٢٣	SC	٢٢	١١	٢٥	٣١	١١		١٧	٣٦	٢٢	٠,٩	٩١	اللفت (الأوراق)
٣١	Lys												الجزر
٣٣	SC	١٣٦	٤٢	١٢٧	٢٢٨	٥٧		١٥٧	٢١٠	١٠٦	٣,١	٨٩	الكرفس
٥١	Ile												
٤٠	SC	٥٠	٨	٣٢	٥٦	٢٦		٤٤	٥٠	٣٣	١,١	٨٧	
٤٤	Trp												
-	-	٥٤	١٤	٣٨	(١٥١)	٢٥٥		٢٧	٧٦	٤٤	١,١	٩٣	

(تابع)

تابع جدول (٥-٢)

القيمة الكيميائية ٥(٪)	المحتوى الأميني المحدد	المحتوى الأميني الضروري (مجم ١٠٠) جم وزن طازج										اليونين (مجم ١٠٠) (مجم ١٠٠/مجم)	الطوبية (مجم ١٠٠/مجم)	المحصل
		Val	Trp	Thr	Phe	Tyr	Met	Cys	Lys	Leu	Ile			
-	-	-	٧٤	-	-	٥١٨	٥٣١	-	-	-	-	٨٥	القدونس	
٣٤	SC	١.١٦	٢٢٣	٨٧٣	١٧١٣	٤٢٢	١٥٩٣	١٦٨٥	٩٢٧	٢٢.١	١١	القاصولي الجافة		
٦٣	Trp, Val													
٢٨	SC	١.٣٠	٢٠٢	٧٨٦	١٧٦٠	٣٥٩	١٥١٣	١٦٥٩	٩٣٦	٢٣.٤	١١	القول الرومي		
٥٤	Trp												(البذور الجافة)	
٤١	SC	١.٦٠	٢٥٤	٨٤٢	١٨٢٠	٥٢٨	١٥٩٩	١٦٤٧	٨٩٥	٢٣.٤	١١	اللويما الجافة		
٥٨	Ile													
٤١	SC	١.١٥	١٩٩	٨٢٣	١٨٣١	٤٤٤	١٤٦٦	١٦٠٤	٩٧٧	١٩.٧	١١	قاصولي الليما		
٦٣	Trp												(البذور الجافة)	
٢٢	SC	٩٩٠	١٩١	٧٩٩	١٧٦٧	٢٩٤	١٩٢٧	١٦٨٦	٨٩١	٢٣.٩	١١	قاصولي النج		
٥١	Trp												(البذور الجافة)	
٣٧	SC	١.٥٨	٢٠٢	٩١٤	١٦٤٩	٤٥٧	١٦٩٢	١٥٣٠	٩٦١	٢٢.٥	١١	السلة الجافة		
٥٦	Trp													

(المتبع)

تابع جدول (٢-٥)

القيمة الكيميائية (%)	المحتوى الأميني (%)	المحتوى الأميني القوي (كم/ ١٠٠ جم وزن طازج)										الطرية (كم/ ١٠٠ جم)	المحتوى (كم/ ١٠٠ جم)	المغصول
		Val	Trp	Thr	Phe	Tyr	Met	Cys	Lys	Leu	Ile			
٢٧	SC	٧٥١	١١٧	٦٠٨	٢١٤٨	٣١١	١٦٠٧	١٣١٦	٦٤٨	٢٠٩	١١	١١	١١	بصلة بيجون
٣٥	Trp													
٤٧	SC	١٩٩٥	٥٣٢	١٦٠٣	٣٣٥٨	١٠٧٧	٢٦٥٣	٣٢٣٢	١٨٨٩	٣٨٠٠	٨	٨	٨	فول الصويا (البذور الجافة)
٦٦	Val													
٣٠	SC	٦١	١٢	٤٤	٩٥	١٩	٦٣	٧٢	٥٢	١٠٢	٩٣	٩٣	٩٣	الباذنجان
٦٤	Trp													
-	-	-	-	-	-	(١)٤٠	٢٥٢	-	-	٤٠١	٧٤	٧٤	٧٤	القليل
٢١	SC	٢٤	٩	٢٥	٣٤	١٤	٣٢	٣٠	٢٠	١٠١	٩٤	٩٤	٩٤	الطماطم
٢٧	Ile													
-	-	٢٨	٦	٢١	(٢)١٩	(٣)٨	٣٥	٣٤	٢٥	٠٠٨	٩٥	٩٥	٩٥	الخيار
-	-	٤٨	١١	٢٧	(٢)٣٣	(٣)٩	٤٣	٥٢	٣٧	١٠٠	٩٣	٩٣	٩٣	القرع الصلي (الثمار)
٥٣	SC	٢٥٠	٥٢	٢٠٤	٤٤٦	١١٨	٢٥٤	٤٠٠	٢١٨	٤٠٠	٨٩	٨٩	٨٩	القرع الصلي (الأوراق)
٨١	Trp													
٣٩	Ile	٧٩	٢٥	٦٠	٩٩	٤٧	٩٦	٩٦	٥٥	٢٠١	٩٣	٩٣	٩٣	الأسرجس
٤٠	SC													

(تابع)

تابع جدول (٥-٢)

القيمة الكيميائية (٢)	المحتص الأميني (٣)	المحتص الأميني الضروري (مجم) ١٠٠ جم وزن طازج (٤)										الطوية (مجم) ١٠٠ جم	المحتص (مجم) ١٠٠ جم	النسبة
		Val	Trp	Thr	Phe	Tyr	Met	Cys	Lys	Leu	Ile			
٣٣	Val	٤٤	١٧	٦٠	١٢٨	٥٤	٩٦	٨٠	٩٤	١٠٨	٨٨			
٣٦	Ile													
-	-	٣٢٣	٨٦	١٦٨	١٩٤	٩٤	١١٨	٢١٥	١٨٧	٥٠٠	٨٤			الرجلة
١٨	SC	٣٤	٣٨	١٠٠	١٤٨	٣٦	١٦٥	١٣٦	٨٣	٣٠٧	٩٢			عيش الغراب
٣٤	Ile													
٣٦	Ile, Trp	٦٦	١٢	٤٩	٧٩	٤٩	٧٠	٨١	٥٥	٢٠١	٨٧			البامية
٣٧	AR													
٦٨	SC	١٣٣	٣٤	١١٦	٢٤٤	٨٢	١٥٩	٢٠٨	١٠٦	٢٠٢	٩٢			السيانغ

(أ) الأحماء الكاملة للأحماض الأمينية كما يلي:
 Ile = isoleucine, Leu = Leucine, Lys = lysine, Met + Cys = methionine + cystine, Phe + Tyr = phenylalanine + tyrosine, Thr = threonine, Trp = tryptophan, Val = valine.

(ب) SC = الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت، و AR = الأحماض الأمينية الأروماتية.

(ج) القيمة الكيميائية هي المحتوى للسبي للأحماض الضرورية المحدد في البروتين معبراً عنه كنسبة مئوية من محتوى نفس المحتص الأميني في بروتين البيض.

(د) ميثيونين فقط.

(هـ) فينيل آلانين فقط.

جدول (٦-٢)

محتوى الخضروات من عناصر الكالسيوم والفوسفور والحديد والصوديوم والبوتاسيوم
(ملليجرام / ١٠٠ جرام)

الخصول	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
الخرشوف	٥١	٨٨	١,٣	٤٣	٤٣٠
الطرطوفة	١٤	٧٨	٣,٤	-	-
الأسبرجس	٠,٦	٦٣	١,٠	٢	٢٧٨
الفول الرومي الأخضر	٢,١	١٥٧	٢,٢	٤	٤٧١
الفاصوليا الخضراء	٠,٧	٤٤	٠,٨	٧	١٣٢
الفاصوليا الجافة	٣,٩	٤٢٥	٧,٨	١٩	١١٩٦
فاصوليا الليما الخضراء	١,٥	١٤٢	٢,٨	٢	٦٥٠
فول الصويا الجاف	٢٢٦	٥٥٤	٨,٤	٥	١٦٧٧
البنجر	٣,٧	٣٨٥	٧,٩	٤	١٥٢٩
البروكولي	١,١	٧٨	١,١	١٥	٣٨٢
كرنب بروكسل	١,٢	٨٠	١,٥	١٤	٣٩٠
الكرنب	٠,٧	٢٩	٠,٤	٢٠	٢٣٣
القاوون	٠,٥	١٦	٠,٤	١٢	٢٥١
الجزر	٠,٨	٣٦	٠,٧	٤٧	٣٤١
القنبيط	٠,٩	٥٦	١,١	١٣	٢٩٥
الكرفس	١,٠	٢٨	٠,٣	١٢٦	٣٤١
المسلق	١,٦	٣٩	٣,٢	١٤٧	٥٥٠
الحرنكش (الحلويات)	٠,٨	٤٠	١,٠	-	-
الشيكوريا	٠,٦	٢١	٠,٥	٧	١٨٢
الكرنب الصفي	٠,٧	٤٠	١,٦	٢٣	٢٥٣
الكولارد	١,٦	٨٢	١,٥	-	٤٥٠
الذرة السكرية	٠,٧	١١١	٠,٧	آثار	٢٨٠

(يتبع)

تابع جدول (٢-٦)

المحصول	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
اللوبياء الخضراء	٠.٩	٦٥	١.٠	٤	٢١٥
اللوبياء الجافة	٣.٥	٤٢٦	٥.٨	٣٥	١٠٢٤
حب الرشاد	١.٨	٧٦	١.٣	١٤	٦٠٦
الخيار	٠.٥	٢٧	١.١	٦	١٦٠
القلقاس	١.٢	٦١	١.٠	٧	٥١٢
الباذنجان	١.٢	٢٦	٠.٧	٢	٢١٤
الحبيرة	٣٢٤	٦٧	—	—	—
الهندباء	٨١	٥٤	١.٧	١٤	٢٩٤
القيثونيا	١.٠	٥١	٢.٧	—	٣٩٧
الثوم	٢٩	٢٠٢	١.٥	١٩	٥٢٩
فجل الحصان	١٤٠	٦٤	١.٤	٨	٥٦٤
الملوخية	٢٨١	٦٠	—	—	—
الكيل	٢٤٩	٩٣	٢.٧	٧٥	٣٧٨
كرنب أبو ركة	٤١	٥١	٠.٥	٨	٣٧٢
الكراث	٥٢	٥٠	١.١	٥	٣٤٧
الخس	٦٨	٢٥	١.٤	٩	٢٦٤
عيش الغراب	٦	١١٦	٠.٨	١٥	٤١٤
البامية	٩٢	٥١	٠.٦	٣	٢٤٩
بصل الرؤوس	٢٧	٣٦	٠.٥	١٠	١٥٧
البصل الأخضر	٥١	٣٩	١.٠	٥	٢٣١
البقدونس	٢٠٣	٦٣	٦.٢	٤٥	٧٢٧
البسلة الخضراء	٢٦	١١٦	١.٩	٢	٣١٦
البسلة الجافة	٦٤	٣٤٠	٥.١	٣٥	١٠٠٥
الفلفل الأخضر	٩	٢٢	٠.٧	١٣	٢١٣

(تابع)

تابع جدول (٦-٢)

الحصول	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
البطاطس	٧	٥٣	٠,٦	٣	٤٠٧
القرع العسلي	٢١	٤٤	٠,٨	١	٣٤٠
الرجلة	١٠٣	٣٩	٣,٥	—	—
الفجل	٣٠	٣١	١,٠	١٨	٣٢٢
الروبارب	٩٦	١٨	٠,٨	٢	٢٥١
الجرير	٣٥٢	٤٦	—	—	—
السيانخ	٩٣	٥١	٣,١	٧١	٤٧٠
الكوسة الزوكيني	٢٨	٢٩	٠,٤	١	٢٠٢
البطاطا	٣٢	٤٧	٠,٧	١٠	٢٤٣
الطماطم	١٣	٢٧	٠,٥	٣	٢٤٤
اللفت	٣٩	٣٠	٠,٥	٤٩	٢٦٨
البطيخ	٧	١٠	٠,٥	١	١٠٠

الكالسيوم

توجد أعلى نسبة من الكالسيوم في البقدونس (٢٠٣ ملليجرام/ ١٠٠ جم)، تليه الفاصوليا، والفول الرومي الجاف، والبروكولي (١٠٠- ١٥٠ ملليجرام - ١٠٠ جم)، ثم مجموعة متوسطة في محتواها من الكالسيوم (٥٠- ٩٠ ملليجرام/ ١٠٠ جم)، وتترتب تنازلياً كالتالي: السبانخ - البامية - المثلق - الكرّسون - اللوبيا الجافة - اللوبيا الخضراء - البسلة الجافة - الفاصوليا الخضراء - الكرات - البصل الكرنب. وأخيراً تأتي مجموعة فقيرة في محتواها من الكالسيوم، حيث تتراوح نسبته بها من ٧ ملليجرامات/ ١٠٠ جرام في البطيخ والبطاطس إلى نحو ٤٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام في الكرّفس، واللفت، والجزر.

الفوسفور

يوجد أعلى محتوى من الفوسفور (٣٥٠ - ٤٢٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام) في بذور البقوليات الجافة، وترتب تنازلياً كالتالي: اللوبيا - الفاصوليا - الفول الرومي - البسلة. يلي

تلك الثوم، وبه نحو ٢٠٠ ملليجرام فوسفور/ ١٠٠ جرام، ثم تأتي البقوليات الخضراء - عدا الفاصوليا - حيث يتراوح محتواها من الفوسفور بين ١٠٠ و ١٧٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام. تعقب تلك مجموعة من الخضروات تتراوح بها نسبة الفوسفور بين ٥٠ و ٧٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وترتب تنازليا كالتالي: البروكولي - الكرسون - البقدونس - القلقاس - القنبيط - البطاطس - البامية - السبانخ - الكرات - البطاطا. وأخيرًا.. فإن باقي الخضروات تعد فقيرة في محتواها من الفوسفور، ويتراوح محتواها بين ١٠ و ٥٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وأقلها احتواءً على الفوسفور: البطيخ - الشمام - الفراولة - الفلفل - الخس.

الحديد

أكثر الخضروات احتواءً على الحديد هي: بنور البقوليات الجافة والبقدونس، والتي يتراوح محتواها من الحديد بين ٥ و ٨ ملليجرامات/ ١٠٠ جرام. تلي ذلك مجموعة يتراوح محتواها من الحديد بين ٢ و ٣ ملليجرامات/ ١٠٠ جرام، وترتب تنازليا كالتالي: السلق - السبانخ - اللوبيا الخضراء - الفول الرومي الأخضر - الخس - البسلة الخضراء. تعقب تلك مجموعة تشمل الثوم والكرسون، ويبلغ محتواها من الحديد ١.٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام. أما باقي الخضراوات، فلا يزيد محتواها من الحديد على ملليجرام واحد/ ١٠٠ جرام، ويصل المحتوى إلى أثنائه في الكرفس والكوسة والشمام والكرنب، حيث يبلغ ٠.٣ - ٠.٤ ملليجرام/ ١٠٠ جرام.

الصوديوم

يوجد أعلى محتوى من الصوديوم في السلق (نحو ١٥٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام) والكرفس (نحو ١٢٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام). تلي ذلك مجموعة من الخضراوات يتراوح محتواها من الصوديوم بين ٥٠ و ٧٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وترتب تنازليا كالتالي: السبانخ - البنجر - اللفت - الجزر. أما باقي الخضروات، فتعد فقيرة نسبيًا في محتواها من الصوديوم؛ حيث يتراوح محتواها بين ملليجرام واحد وملليجرامين/ ١٠٠ جرام، كما في البطيخ، والفراولة، والكوسة، والقرع الصلي، والبسلة الخضراء، والبانجان، واللوبيا الخضراء، ويرتفع إلى ٣٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، كما في البقوليات الجافة والكرنب.

البوتاسيوم

يُعد البوتاسيوم أكثر العناصر المعدنية تواجدًا في الخضرا؛ حيث يتواجد بما يزيد عن ٢٠٠ مجم٪ في معظم الخضرا. وبعد البقول الجافة .. يوجد أعلى مستوى من البوتاسيوم في الخضرا الورقية، ويبلغ أقصى محتوى له في البقدونس حيث يصل إلى حوالي ١٢٠٠ مجم٪، ولكن يوجد حوالي ٢٠ محصولًا من الخضرا يتراوح فيها محتوى البوتاسيوم بين ٤٠٠، و ٦٠٠ مجم٪. ويعد البوتاسيوم ضروريًا لمعادلة تأثيرات الصوديوم في الغذاء (عن Wills وآخرين ١٩٩٨).

يوجد أعلى محتوى من البوتاسيوم في البقوليات الجافة؛ حيث يتراوح بين ١٠٠٠ و ١٢٠٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام. يلي ذلك البقدونس كما أسلفنا، ثم مجموعة تشمل: الكرنب، والسلق، والسبانخ، والفول الرومي، والقلناس، والتي يتراوح محتواها من البوتاسيوم بين ٥٠٠ و ٧٠٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام. تأتي بعد ذلك مجموعة يتراوح محتواها من البوتاسيوم بين ٣٠٠ و ٤٠٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وترتب تنازليًا كالآتي: البطاطس- البروكولي- الكرات- الجزر- الكرنب- القرع العسلي- البنجر- الفجل- البسلة الخضراء- القنبطير أما باقي الخضراوات فتعد فقيرة في محتواها من البوتاسيوم؛ حيث يتراوح محتواها بين ١٠٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، كما في البطيخ و ٢٧٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، كما في اللفت والخس.

الفيتامينات

تتباين محاصيل الخضرا في محتواها من كل من فيتامين C ، و A (البيتاكاروتين)، وحمض الفوليك، كما يتضح من الأمثلة التالية (عن Wills وآخرين ١٩٩٨، Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

النياسين	النياسين	فيتامين C	فيتامين A	فيتامين A	فيتامين C	النياسين
(مجم/١٠٠ جم)	النياسين	(مجم/١٠٠ جم)	(مجم/١٠٠ جم)	(مجم/١٠٠ جم)	(مجم/١٠٠ جم)	(مجم/١٠٠ جم)
٢.٩	البسلة	٨٠	السبانخ	١٠٠٠	الجزر	١٥٠
١.٢	البطاطس	٣٠	كرب بروكسل والقول	٦٠.٨	البطاطا الصفراء	١٠٠
٠.٩	الباذنجان	٥٠	البروكولي	٤.٤	البقدونس	٤٠
٠.٧	القمبيط والطماطم	٢٠	الكرب والخس	٢.٣	السبانخ	٣٥
٠.٥	الفلفل والفاصوليا			١.٨	الفلفل الأحمر	٣٠
٠.٢	الخيار والبطيخ			٠.٣	الطماطم	٢٠
				صفر	البطاطس البيضاء	٥

فيتامين أ

تعتبر الخضروات من أهم المصادر التي تمد الإنسان باحتياجاته اليومية من الفيتامينات، وخاصة فيتامينات: أ، ب، (الثيامين)، وب، (الريبوفلافين)، والنياسين، وج (حامض الاسكوربيك). ويوضح جدول (٧-٢) محتوى الخضار من هذه الفيتامينات (عن Watt & Merrill ١٩٦٣، واستينو وآخرين ١٩٦٣ بالنسبة للخضار المحلية، كالملوخية والجرير والخبيزة).

جدول (٧-٢)
محتوى الخضار من الفيتامينات (لكل ١٠٠ جرام)

المحصول	فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	الريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	حمض الاسكوربيك (ملليجرام)
الخرشوف	١٦٠	٠,٠٨	٠,٠٥	١,٠	١٢
الطرطوقة	٢٠	٠,٢٠	٠,٠٦	١,٣	٤
الأسبرجس	٩٠٠	٠,١٨	٠,٢٠	١,٥	٣٣
الفول الرومي الأخضر	٢٢٠	٠,٢٨	٠,١٧	١,٦	٣٠
الفاصوليا الخضراء	٦٠٠	٠,٠٨	٠,١١	٠,٥	١٩
الفاصوليا الجافة	-	٠,٦٥	٠,٢٢	٢,٤	-
فاصوليا الليما الخضراء	٢٩٠	٠,٢٤	٠,١٢	١,٤	٢٩
فول الصويا الجاف	٨٠	١,١٠	٠,٣١	٢,٢	-
البنجر	آثار	٠,٤٨	٠,١٧	١,٩	-
البروكولى	٢٥٠٠	٠,١٠	٠,٢٣	٠,٩	١١٣
كرنب بروكسل	٥٥٠	٠,١٠	٠,١٦	٠,٩	١٠٢
الكرنب	١٣٠	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٣	٤٧
القاوون	٣٤٠٠	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٦	٣٣
الجوز	١١٠٠٠	٠,٠٦	٠,٠٥	٠,٦	٨
القنبيط	٦٠	٠,١١	٠,١٠	٠,٧	٧٨
الكرفس	٢٤٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٣	٩
السلق	٦٥٠٠	٠,٠٦	٠,١٧	٠,٥	٣٢
الخرنكش (الحلويات)	٧٢٠	٠,١١	٠,٠٤	٢,٨	١١
الشيكوريا	١٤٨٨٠	٠,٢٢	٠,٣٧	١,٩	٨٢
الكرنب الصيفى	١٥٠	٠,٠٥	٠,٠٤	٠,٦	٢٥
الكلارد	٩٣٠٠	٠,١٦	٠,٣١	١,٧	١٥٢
الذرة السكرية	٤٠٠	٠,١٥	٠,١٢	١,٧	١٢
الملوبيا الخضراء	١٦٠٠	٠,١٥	٠,١٤	١,٢	٣٣

(يتبع)

تابع جدول (٧-٢)

المحصول	فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	الريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	حمض الاسكوربيك (ملليجرام)
اللوبيا الجافة	٣٠	١.٠٥	٠.٢١	٢.٢	-
حب الرشاد	٩٣٠٠	٠.٠٨	٠.٢٦	١.٠	٦٩
الحيار	٢٥٠	٠.٠٣	٠.٠٤	٠.٢	١١
القلقاس	٢٠	٠.١٣	٠.٠٤	١.١	٤
الباذنجان	١٠	٠.٠٥	٠.٠٥	٠.٦	٥
الحبيرة	١٥٠٠٠	-	-	-	-
الهندباء	٣٣٠٠	٠.٠٧	٠.١٤	٠.٥	١٠
الفينوكيا	٣٥٠٠	-	-	-	٣١
الثوم	آثار	٠.٢٥	٠.٠٨	٠.٥	١٥
فجل الحصان	-	٠.٠٧	-	-	٨١
الملوخية	١٢٥٥٠	-	-	-	-
الكيل	١٠٠٠٠	٠.١٦	٠.٢٦	٢.١	١٨٦
كرنب أبو ركية	٢٠	٠.٠٦	٠.٠٤	٠.٣	٦٦
الكراث	٤٠	٠.١١	٠.٠٦	٠.٥	١٧
الحس	١٩٠٠	٠.٠٥	٠.٠٨	٠.٤	١٨
عيش الغراب	آثار	٠.١٠	٠.٤٦	٤.٢	٣
البامية	٥٢٠	٠.١٧	٠.٢١	١.٠	٣١
بصل الزؤوس	٤٠	٠.٠٣	٠.٠٤	٠.٢	١٠
البصل الأخضر	٢٠٠٠	٠.٠٥	٠.٠٥	٠.٤	٣٢
البقدونس	٨٥٠٠	٠.١٢	٠.٢٦	١.٢	١٧٢
البسلة الخضراء	٦٤٠	٠.٣٥	٠.١٤	٢.٩	٢٧
البسلة الجافة	١٢٠	٠.٧٤	٠.٢٩	٣.٠	-
ألفلفل الأخضر	٤٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.٥	١٢٨
البطاطس	آثار	١٠	٠.٠٤	١.٥	٢٠
القرع العسلي	١٦٠٠	٠.٠٥	٠.١١	٠.٦	٩

(يتبع)

تابع جدول (٧-٢)

المحصول	فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	الريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	حمض الاسكوربيك (ملليجرام)
الرجلة	٢٥٠٠	٠,٠٣	٠,١٠	٠,٥	٢٥
الفجل	١٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٣	٢٦
الروبارب	١٠٠	٠,٠٣	٠,٠٧	٠,٣	٩
الخرمير	٤٧٧٠	-	-	-	-
السيانخ	٨١٠٠	٠,١٠	٠,٢٠	٠,٦	٥١
الكوسة الزوكيني	٣٢٠	٠,٠٥	٠,٠٩	١,٠	١٩
البطاطا	٨٨٠٠	٠,١٠	٠,٠٦	٠,٦	٢١
الطماطم	٩٠٠	٠,٠٦	٠,٠٤	٠,٧	٢٣
اللفت	آثار	٠,٠٤	٠,٠٧	٠,٦	٣٦
البطيخ	٥٩٠	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٢	٧

هذا .. ويمكن تقسيم الخضروات حسب محتواها من فيتامين أ كما هو مبين في جدول (٨-٢).

جدول (٨-٢)

تقسيم الخضروات حسب محتواها من فيتامين أ

القسم والمحتوى (وحدة دولية / ١٠٠ جم)	الخضروات
خضرة غنية جدًا:	
١٥٠٠٠	الخبيزة
١٢٠٠٠	الملوخية
١١٠٠٠	الجزر
٩٠٠٠	الكرسون
٨٠٠٠	البطاطا - البقدونس - السبانخ
٦٠٠٠	السلق
٣٠٠٠	القارون
٢٥٠٠ - ١٥٠٠	البروكولي - البصل الأخضر - اللوبيا الخضراء - القرع المعلى - الرجلة

(يتبع)

تابع جدول (٢-٨)

القسم والمحتوى (وحدة دولية/ ١٠٠ جم)	الخضروات
خضار متوسطة:	
٩٠٠	الحس - الطماطم
٦٠٠	البسلة الخضراء - الفاصوليا الخضراء - البطيخ
٥٠٠ - ٢٠٠	اليامية - الفلفل - الكوسة - اللوبيا الخضراء - الخيار - القول الرومي - القلقاس
خضار فقيرة:	
١٠٠	الكرب - البسلة الجافة
أقل من ١٠٠	باقي الخضروات

الثيامين

أغنى الخضروات بالثيامين هي البقوليات الجافة؛ حيث تحتوى على ٠.٥ - ١.٠ ملليجرام/١٠٠ جرام، وترتب تنازلياً كالتالى: اللوبيا - البسلة - الفاصوليا - القول الرومي. تلى ذلك البقوليات الخضراء (عدا الفاصوليا)، والتي يتراوح محتواها من الثيامين بين ٠.٣ و ٠.٤ ملليجرام/١٠٠ جرام. تعقب ذلك مجموعة من الخضار يتراوح محتواها بين ٠.١ و ٠.٢٥ ملليجرام/١٠٠ جرام، وترتب تنازلياً كالتالى: الثوم - البامية - البقدونس - القنبيط - الكرات - البروكولى - البطاطس - القلقاس - البطاطا - الصبانج. أما باقى الخضروات فتعد فقيرة فى محتواها من الثيامين (أقل من ٠.١ ملليجرام/١٠٠ جرام) (جدول ٢ - ١٨).

الريبوفلافين

يوجد أعلى محتوى من الريبوفلافين فى بذور القول الرومي الجافة، والبسلة الجافة، والكرسون، والبقدونس؛ حيث يصل إلى ٠.٣ ملليجرام/١٠٠ جرام. تلى ذلك مجموعة من الخضار تحتوى على ٠.٢ ملليجرام ريبوفلافين/١٠٠ جرام، وتشمل البروكولى، والفاصوليا

الجافة، واللوبياء الجافة، والبامية، والمباتخ. تأتي بعد ذلك مجموعة يتراوح محتواها بين ٠,١ و ٠,١٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وتشمل البقوليات الخضراء، والسلق والقرع العسلي، والقنبيط، والقلناس. أما باقي الخضروات، فتعد فقيرة في محتواها من الريبوفلافين (أقل من ٠,١ ملليجرام/ ١٠٠ جرام).

النياسين

تعد البسلة الجافة والخضراء أغنى الخضر بالنياسين؛ حيث يصل محتواها إلى ٣,٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام. تلي ذلك مجموعة يتراوح محتواها بين ١,٦ و ٢,٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وتضم: الفول الرومي - اللوبيا الجافة والخضراء - الفاصوليا الجافة. تعقب ذلك مجموعة يتراوح فيها محتوى النياسين بين ١,٥ و ٢,٥ ملليجرام/ ١٠٠ جرام، وترتب تنازلياً كالآتي: البطاطس - البقدونس - الكرسيون - البامية - الكوسة. أما باقي الخضروات، فتعد فقيرة في محتواها من النياسين؛ حيث يقل محتواها عن ١,٠ ملليجرام/ ١٠٠ جرام.

حامض الاسكوريك

يمكن تقسيم الخضروات حسب محتواها من فيتامين ج، كما هو مبين في جدول (٩-٢).

جدول (٩-٢)

تقسيم الخضروات حسب محتواها من حامض الاسكوريك (فيتامين ج)

القسم والمحتوى (وحدة دولية/ ١٠٠)	الخضروات
خضرة غنية جداً:	
١٧٠	البقدونس
١٢٥	الفلفل الأخضر
١٠٠	البروكولي
خضرة غنية نسبياً:	
٨٠ - ٥٠	القنبيط - الكرسيون - الفراولة - السبانخ - الكرنب
خضرة متوسطة:	
٤٠ - ٢٠	اللفت - اللوبيا الخضراء - القارون - السلق - البصل الأخضر - البامية - الفول الرومي الأخضر - البسلة الخضراء - الفجل - الكوسة - البطاطا - البطاطس
خضرة فقيرة:	
أقل من ٢٠ حتى آثار	باقي الخضروات وأقلها البقوليات الجافة

هذا .. ويجب عدم إغفال محتوى الأجزاء النباتية - التي لا يزرع من أجلها المحصول - من العناصر الغذائية؛ فبعض هذه الأجزاء تستعمل في الغذاء في بعض دول العالم. وكمثال على ذلك .. يبين جدول (١٠-٢) محتوى الأوراق (الصالحة للاستعمال كغذاء) - في بعض محاصيل الخضر - من بعض العناصر الغذائية (Rao وآخرون ١٩٩٠).

جدول (١٠-٢)

محتوى أوراق بعض محاصيل الخضر - التي لا تزرع أساساً لأجل أوراقها - من بعض العناصر الغذائية

المحصول	الدهون (%)	البروتين (%)	الرماد (%)
<i>Hibiscus manihot</i>	١.٧٧	٢.٢٠	١.٦١
<i>Ipomoea aquatica</i>	٢.٠٩	٣.٦٤	١.٥٣
<i>Brassica juncea</i>	١.٧٥	٤.٥٨	١.٨٢
<i>Cucurbita maxima</i>	١.٢٧	٢.٨٣	١.٠٠
<i>Sechium edule</i>	٢.٣٢	٢.٦٩	٢.١٦

كمية العناصر الغذائية المنتجة من وحدة المساحة من الخضر قام Munger (١٩٦٣) بحساب كمية العناصر الغذائية التي تنتج من فدان واحد من ٢٤ محصولاً من الخضر تحت الظروف المصرية، معتمداً على إحصاءات إنتاجية الفدان من هذه الخضروات خلال الفترة من ١٩٥٦ إلى ١٩٦٠ ويوضح جدول (١١-٢) نتائج هذه الدراسة. وقد حسب إنتاج الفدان من مختلف العناصر الغذائية من حاصل ضرب: متوسط محصول الفدان $\times$ نسبة الجزء المستعمل في الغذاء من المحصول $\times$ نسبة العنصر الغذائي. ويذكر Munger (١٩٨٢) - قايماً على حسابات مماثلة أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية - أن كمية البروتين التي تنتج من الهكتار الواحد تبلغ ٤٢٩ كجم في حالة الفاصوليا الجافة، مقارنة بنحو ٥١٧، و٥٤٧ كجم/هكتار في حالتى الطماطم والبطلخس على التوالي. وإذا أخذنا الوقت اللازم لإنتاج المحصول في الحسبان، فإن محاصيل الخضر - ومعظمها سريعة النمو مقارنة بالمحاصيل الحقلية - تغل كميات أكبر من العناصر الغذائية من وحدة المساحة من الأرض، كما يختلف ترتيبها النسبي عما سبق بياقه في جدول (١١-٢)، كما هو موضح في جدول (١٢-٢).

جدول (١١-٢) كمية العناصر الغذائية التي ينتجها فدان واحد من الحظير

الحظير	معدل الحصول الفدان (طن)	العدد	التربيب (كجم)	الورق	الكالسيوم	الحديد	فيتامين أ	ثيامين	ريبوفلافين	نياسين	فيتامين ج	معدل
القول	٠.٦٧	٢٢٩٨	٧	١٥٦.٨	٣	٦٠.٣	١٧	٢٤.١	١٩	٦٧.٠	٢٠	٢٠
الطماطم	٦.٠٠	١١٤٠	١٦	٦٦.٠	١٧	٦٦.٠	١٦	٣٦.٠	١٢	٤٠.٨٠٠	٤	١١
البصل	٦.٦	٢٤٤٢	٦	٨٥.٨	١٠	١٩٨.٠	٧	٣٣.٠	١٤	٣٣.٠	١٤	١٤
البطيخ	٩.٣	١٢٠.٩	١٤	٢٧.٩	٢٣	٢٧.٩	٢٣	١٨.٦	٢١	٨٣٧.٠	٨	٢٢
البطاطس	٦.٦	٤٦٢٠	٣	١١٢.٢	٨	٤٦٢	١٩	٣٩.٦	٩	-	٢٢	١٠
الشمش	٥.٠	٧٠٠	٢٣	٢٠.٠	٢٤	٥٥.٠	١٨	١٠.٠	٢٢	٢٥.٠	١٥	٢٣
الخيار	٤.٩	٤٩٠	٢٤	٢٩.٤	٢٢	٣٤.٣	٢٠	٩.٨	٢٠	-	٢٢	٢٤
الكوسة	٧.٢	٩٣٦	٢١	٥٠.٤	٢١	١٠٨.٠	١٢	٣٦.٠	١٢	٥٧٦.٠	١١	١٨
الكرفس	١٠.٥	١٧٨٥	١١	١١٥.٥	٧	٣٦٧.٥	١	٣١.٥	١٥	٧٣٥.٠	٩	٥
الذئبان	٨.٥	١٧٠٠	١٢	٨٥.٠	١١	١٠٢.٠	١٤	٢٥.٥	١٧	٢١٢.٥	١٦	١٣
القمح	٤.٥	٣٧٨٠	٤	١٨٠.٠	٢	١٦٦.٥	٨	٤٠.٥	٧	-	٢٢	٦
البطاطا	٧.٢	٦٩٨٤	٢	٧٩.٢	١٢	٢٠.٦	٦	٥٧.٦	١٣	٤٣٢.٠	١٣	٣
الذرة	٤.٦	١٤٢٦	١٣	٧٣.٦	١٦	٣٠.٦	٢	٥٠.٦	١٠	١٤٧٢.٠	٥	٧

(تابع)

تابع جدول (١١-٢)

متوسط	فيتامين ج	فيتامين	ريبولاتين	فيتامين	الحديد	الكالسيوم	البروتين	الحرارية	السرعات	متوسط
الحفر	عمر	العدد	الترتيب	(كم)	الترتيب	(كم)	الترتيب	(كم)	الترتيب	العدد
العدد	١٠٠٠ x	١٠٠٠ x	١٠٠٠ x	١٠٠٠ x	١٠٠٠ x	١٠٠٠ x	١٠٠٠ x	١٠٠٠ x	١٠٠٠ x	١٠٠٠ x
القليل	١٦	٤١٢٠	٧	٣٨,٥	١٤	٢,٢٠	٢٢	١,٢٥	٦	١٣٢,٠٠
السلالة	١٧	٢٩٧	١١	٢٩,٧	١٦	٢,١٦	١٠	٤,٠٥	١٠	٧٠,٢٠
الوقت	٨	١٩٦٠	٣	٥٦,٠	٩	٢,٨٠	١٥	٣,٥٠	١٩	٧٠,٠
القيط	٤	٣٣٣٠	١٣	٢٧,٠	٣	٤,٥٠	٦	٥,٤٠	١٢	٤٥,٠٠
الفاصوليا	١٩	٤٥٠	١٧	١٥,٠	٥	٣,٣٠	١٩	٢,١٠	٧	١١١,٠٠
الحسن	١٢	١٥٤٨	٢٣	٨,٦	٢	٥,١٦	١٧	٢,٥٨	٣	١٥٤,٨٠
الجزر	٧	٤٤٤	٤	٤,٤٤	٨	٢,٩٦	٨	٤,٤٤	٢	٢٩٦,٠٠٠
السانج	٩	٢٩٧٦	٩	٣١,٠	١	٩,٩٢	٥	٥,٥٨	١	٤٧٣,٦٠
القلقل	١	٢٦٧	١	٨٠,١	١١	٢,٦٧	١	٩,٧٩	١٧	١٧٨,٠
الفاصوليا	٢١	١٨	٢٠	١٢,٦	٢٣	١,٠٨	١٦	٣,٢٤	٢١	١٨٠
فول	١٥	٢٤	-	٢٠	١٢,٦	٢١	١,٨٠	٣	٦,١٨	١٨

جدول (٢-١٢)

إنتاج الهكتار من السعرات الحرارية والبروتين لمختلف محاصيل الحضر - مقارنة ببعض المحاصيل الأخرى -
على أساس متوسط غلة الهكتار في مصر خلال الفترة من ١٩٧٨ إلى ١٩٨٠ (عن Munger ١٩٨٢)^(١)

المحصول	فترة بقاء المحصول في الأرض (يوم)	السعرات الحرارية (١٠٠٠ كيلو كالوري/هكتار/يوم)		البروتين (كجم/هكتار/يوم)	
		الترتيب	الإنتاج	الترتيب	الإنتاج
البطاطس	١٣٠	٩٧	٣	١٢	١,٦٠
الجزر	١٢٠	٨٨	٩	١١	١,٦٦
البطاطا	١٣٥	١٩٣	٢	٨	١,٩٢
قصب السكر	٣٦٥	٨٩	٨	-	-
فول الصويا	١٢٣	٨٧	١٠	٢	٨,٧٠
القمح	١٢٠	٩٣	٥	٧	٣,١٩
الكرونب	١٠٠	٥٧	١١	٥	٣,٨١
التوم	١٥٠	٢٣٧	١	١	١٠,٣٠
البصل	١٣٠	٩٤	٤	٩	٢,٢٧
الأرز	١٥٠	٩١	٧	٦	٣,٦١
الطماطم	١١٠	٣١	١٤	١٣	١,٤١
الفنيط	١٠٠	٤٨	١٢	٤	٤,١٦
الفاصوليا الجافة	٧٥	٩٢	٦	٣	٦,٠٨
الباذنجان	١٢٠	٣٨	١٣	١٠	٢,٢٤
الخيار	٨٠	٢١	١٨	١٤	٠,٦٥
القارون	١٠٠	٢٥	١٦	١٥	٠,٤٤
البطيخ	١٠٠	٣٠	١٥	١٦	٠,٣٨
العنب	٣٦٥	٢٢	١٧	١٧	٠,١٦

(أ) حسب قيم إنتاج الهكتار من السعرات الحرارية أو البروتين على أساس ألفا حاصل ضرب: محصول
الهكتار × نسبة الجزء المستعمل في الغذاء من المحصول × محتوى المحصول من السعرات الحرارية أو
البروتين، ثم قسمة الناتج على عدد أيام فترة بقاء المحصول في الأرض.

المحتوى الغذائى لبعض الأغذية الأخرى للمقارنة بالخضروات
تبين جداول (١٣-٢)، و(١٤-٢)، و(١٥-٢) المحتوى الغذائى لعدد من الأغذية للمقارنة
بالخضروات. تشتمل قائمة الأغذية على الخبز، واللحوم الحمراء والبيضاء، والبيض، واللبن،
والجبن، بالإضافة إلى بعض الفواكه. وتعتبر أرقام المحتوى الغذائى فى هذه الجداول متوسطت
عامة للأصناف والأنواع المختلفة من هذه الأغذية، كما أن هذه القيم هى للجزء المستعمل فى
الغذاء وهو فى حالة طازجة (Watt & Merrill ١٩٦٣).

جدول (١٣-٢)

محتوى بعض الأغذية الرئيسية (غير الخضروات) من الدهون والكربوهيدرات الكلية والسعرات الحرارية

والبروتين والألياف

الغذاء	الرطوبة (%)	السعرات الحرارية (سعر حرارى)	البروتين (%)	الدهون الكلية (%)	الكربوهيدرات الكلية (%)	الألياف الرماذ (%)
الخبز (من الدقيق الفاخر)	٣١.٨	٢٧٦	٩.١	٠.٨	٥٦.٤	٠.٢
الخبز (من القمح الكامل)	٣٦.٤	٢٤١	٩.١	٢.٦	٤٩.٣	١.٥
اللحم البقرى (متوسط عام)	٥٢.٤	٣٤٧	١٥.٨	٣١.٠	صفر	٠.٨
لحم الضأن (متوسط عام)	٦١.٠	٢٦٣	١٦.٥	٢١.٣	صفر	١.٢
الدجاج	٧٣.٧	١١٧	٢٣.٤	١.٩	صفر	١.٠
السمك	٨١.٢	٧٨	١٧.٦	٠.٣	صفر	١.٢
البيض (كاملاً)	٧٣.٧	١٦٣	١٢.٩	١١.٥	٠.٩	صفر
الجبن (الشيدر)	٣٧.٠	٣٩٨	٢٥.٠	٣٢.٢	٢.١	صفر
الجبن (القريش)	٧٩.٠	٨٦	١٧.٠	٠.٣	٢.٧	صفر
اللبن الحليب	٨٧.٢	٦٦	٣.٥	٣.٧	٤.٩	صفر
الكبد البقرى	٦٩.٧	١٤٠	١٩.٩	٣.٨	٥.٣	صفر
الموز	٥٧.٧	٨٥	١.١	٠.٢	٢٢.٢	٠.٥
البرتقال	٨٦.٠	٤٩	١.٠	٠.٢	١٢.٢	٠.٥
الجوافة	٨٣.٠	٦٢	٠.٨	٠.٦	١٥.٠	٥.٦
الخوخ	٨٩.١	٣٨	٠.٦	٠.١	٩.٧	٠.٦
العنب البناتى	٨١.٤	٦٧	٠.٦	٠.٣	١٧.٣	٠.٥
التفاح	٨٤.٨	٥٦	٠.٢	٠.٦	١٤.١	١.٠

(يتبع)

تابع جدول (١٣-٢)

الغذاء	الرطوبة (%)	السرعات الحرارية (سعر حرارى)	البروتين (%)	الدهون (%)	الكربوهيدرات الكلية (%)	الألياف (%)	الرماد (%)
المشمش	٨٥,٣	٥١	١,٠	٠,٢	١٢,٨	٠,٦	٠,٧
البرقوق الأصفر	٨٦,٦	٤٨	٠,٥	٠,٢	١٢,٣	٠,٦	٠,٤
التين	٧٧,٥	٨٠	١,٢	٠,٣	٢٠,٣	١,٢	٠,٧
الكمثرى	٨٣,٢	٦١	٠,٧	٠,٤	١٥,٣	١,٤	٠,٤
البلح	٢٢,٥	٢٧٤	٢,٢	٠,٥	٧٢,٩	٢,٣	١,٩

جدول (١٤-٢)

محتوى بعض الأغذية الرئيسية (غير الخضروات) من العناصر (مليجرام/١٠٠ جرام)

الغذاء	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصدوم	البوتاسيوم
الحبز (من الدقيق الفاخر)	١٧	٧٧	٠,٧	٥٨٥	٧٤
الحبز (من القمح الكامل)	٨٤	٢٥٤	٢,٣	٥٣٠	٢٥٦
اللحم البقرى (متوسط عام)	٩	١٤٥	٢,٤	٦٥	٣٥٥
لحم الضأن (متوسط عام)	١٠	١٤٧	١,٢	٧٥	٢٩٥
الدجاج	١١	٢١٨	١,١	٥٠	٢٣٠
السمك	١٠	١٩٤	٠,٤	٧٠	٣٨٢
البيض (كاملاً)	٥٤	٢٠٥	٢,٣	١٢٢	١٢٩
الجبن (الشيدر)	٧٥٠	٤٧٨	١,٠	٧٠٠	٨٢
الجبن (القريش)	٩٠	١٧٥	٠,٤	٢٩٠	٧٢
اللبن الحليب	١١٧	٩٢	آثار	٥٠	١٤٠
الكبد البقرى	٨	٣٥٢	٦,٥	١٣٦	٢٨١
الموز	٨	٢٦	٠,٧	١	٣٧٠
البرتقال	٤١	٢٠	٠,٤	١	٢٠٠
الجوافة	٢٣	٤٢	٠,٩	٤	٢٨٩
الخوخ	٩	١٩	٠,٥	١	٢٠٢
العنب	١٢	٢٠	٠,٤	٣	١٧٣
التفاح	٧	١٠	٠,٣	١	١١٠
المشمش	١٧	٢٣	٠,٥	١	٢٨١
البرقوق الأصفر	١٢	١٨	٠,٥	١	١٧٠
التين	٣٥	٢٢	٠,٦	٢	١٩٤
الكمثرى	٨	١١	٠,٣	٢	١٣٠
البلح	٥٩	٦٣	٣,٠	١	٦٤٨

جدول (٢-١٥)

محتوى بعض الأغذية الرئيسية (غير الخضروات) من الفيتامينات
(محتوى في كل ١٠٠ جرام)

فيتامين أ (وحدة دولية)	الثيامين (ملليجرام)	الريبوفلافين (ملليجرام)	النياسين (ملليجرام)	حمض الاسكوربيك (ملليجرام)	الغذاء
صفر	٠.٠٩	٠.٠٦	٠.٠٨	صفر	الحيز (من الدقيق الفاخر)
آثار	٠.٠٣٠	٠.١٠	٢.٨	آثار	الحيز (من القمح الكامل)
٦٠	٠.٠٧	٠.١٤	٣.٨	-	اللحم البقرى (متوسط عام)
-	٠.٠١٥	٠.٢٠	٤.٨	-	لحم الضأن (متوسط عام)
٦٠	٠.٠٥	٠.٠٩	١٠.٧	-	الدجاج
صفر	٠.٠٦	٠.٠٧	٢.٢	٢	السمك
١١٨٠	٠.١١	٠.٣٠	٠.١	صفر	البيض (كاملاً)
١٣١٠	٠.٠٣	٠.٤٦	٠.١	صفر	الجبين (الشيدر)
١٠	٠.٠٣	٠.٢٨	٠.١	صفر	الجبين (القريش)
١٥٠	٠.٠٣	٠.١٧	٠.١	١	اللبن الحليب
٤٣٩٠٠	٠.٢٥	٣.٢٦	١٣.٦	٣١	الكبد البقرى
١٩٠	٠.٠٥	٠.٠٦	٠.٧	١٠	الملوز
٢٠٠	٠.١٠	٠.٠٤	٠.٤	٥٠	البرتقال
٢٨٠	٠.٠٥	٠.٠٥	١.٢	٢٤٢	الجوافة
١٣٣٠	٠.٠٢	٠.٠٥	١.٠	٧	الخوخ
١٠٠	٠.٠٥	٠.٠٣	٠.٣	٤	العنب
٩٠	٠.٠٣	٠.٠٢	٠.١	٧	النفاخ
٢٧٠٠	٠.٠٣	٠.٠٤	٠.٦	١٠	المشمش
٢٥٠	٠.٠٣	٠.٠٣	٠.٥	٦	البرقوق الأصفر
٨٠	٠.٠٦	٠.٠٥	٠.٤	٢	التين
٢٠	٠.٠٢	٠.٠٤	٠.١	٤	الكمثرى
٥٠	٠.٠٩	٠.١٠	٢.٢	صفر	البح

التيسر البيولوجي للعناصر الغذائية والعوامل المؤثرة فيها

على الرغم من أن الخضار والفاكهة قد تحتوى على كميات كبيرة من العناصر المغذية، فإن تلك العناصر قد لا تتيسر لتغذية الإنسان سوى بقدر ضئيل. ويُستخدم المصطلح: "التيسر البيولوجي" bioavailability - عادة - لوصف نسبة الجزء الذى يُستفاد منه فعليًا. ويتباين التيسر البيولوجي للعناصر كثيرًا بين مصادر الغذاء. فمثلاً.. لا يستفيد الإنسان سوى بنحو ١٪ إلى ٣٪ من الحديد الذى يتوفر فى السبانخ والبقول. وبالمقارنة.. فإن الحديد الذى يُستفاد منه من اللحوم يزيد عادة عن ١٠٪؛ نظراً لتواجده مع الـ heme. كذلك فإن التيسر البيولوجي للكالسيوم يكون -عادة- ضعيفاً فى بعض الخضار والفاكهة مثل السبانخ (٥٪)، والفاصوليا الجافة (١٧٪)، والبروكولى (٥٣٪). كما يكون امتصاص بادئ فيتامين A ضعيفاً.

وقد تكون زيادة التيسر البيولوجي للعناصر المغذية فى الخضار والفاكهة أجدى من زيادة نسبة تلك العناصر فيها. ويتأثر التيسر البيولوجي - سلباً أو إيجاباً - بعدد من العوامل المعقدة. فمثلاً.. من المعروف أن حامض الأوكساليك وحامض الفيتيك والتانينات تقلل التيسر البيولوجي لبعض العناصر، مثل الكالسيوم والحديد والزنك. ونجد أن إنزيمات الفيتيت phytates الطبيعية تكون فعالة فى تحليل حامض الفيتيك خلال بعض مراحل تصنيع منتجات الخضار ويفيد اتباع الطرق التى تزيد من تحطم حامض الفيتيك فى الحد من تأثيره السلبى على التيسر البيولوجي.

ومن الوسائل الأخرى التى يمكن أن تزيد من التيسر البيولوجي زيادة محتوى المواد التى تحفز التيسر البيولوجي للعناصر؛ فمثلاً.. يمكن زيادة التيسر البيولوجي للحديد بخفض مستوى حامض الأسكوربيك، أو باستخدام المواد المخليبية مثل المركب ethylenediamine tetra acetic acid (Buescher وآخرون ١٩٩٩).

ويمكن لمن يرغب فى الاستزادة من موضوع القيمة الغذائية للخضروات الرجوع إلى المراجع التالية:

الموضوع	المرجع
شامل للقيمة الغذائية لكافة الأغذية الطازجة والمعدة بمختلف الطرق	(١٩٧٥) Church & Church
القيمة الغذائية لمختلف الأغذية، ومدى تأثير العوامل البيئية وعمليات التداول التالية للحصاد وعمليات التصنيع عليها	(١٩٧٥) Harris & Karmas
دور الخضروات والبقوليات المختلفة في إمداد الإنسان بحاجته من العناصر الغذائية	(١٩٨٣) Bressani
أهمية الخضر والفاكهة لصحة الإنسان	(١٩٩٠) Amer. Soc. Hort. Sci.
القيمة الغذائية لجميع أنواع الخضر، متضمنة عشرات الخضر التي تنتشر زراعتها واستهلاكها في وسط وشرق آسيا وأمريكا الجنوبية	(١٩٩٩) Rubatzky & Yamaguchi
بيان تفصيلي مجدول بالقيمة الغذائية لمختلف الأغذية بما فيها الخضر ومنتجاتها.	(٢٠٠٢) Gebhardt & Thomas

الفصل الثالث

محتوى الخضار من العناصر الغذائية الأساسية

نتناول بالشرح في هذا الفصل مختلف محاصيل الخضار - كل على حدة - من حيث محتواها من العناصر الغذائية الرئيسية. وتسهيلاً للقارئ على متابعة الموضوع .. فبقينا نقسم محاصيل الخضار إلى مجموعات تشتمل كل مجموعة منها على عدد من الخضار التي تشترك معاً في خصائص معينة، مثل الخضار الثمرية، والخضار الدرنية والجزرية، والخضار الورقية، والخضار البصلية، والخضار الساقية والزهرية، والخضار البقولية، ونبت البذور، والفطريات (عيش الغراب). ويناقش كل محصول تحت مجموعته الرئيسية، حتى ولو كانت له استعمالات ضمن مجموعات أخرى. وعلى سبيل المثال .. يُناقش اللفت والفجل تحت الخضار الكرنبية على الرغم من استهلاك جذورها إلى جانب الأوراق، وتناقش الشيكوريا ضمن الخضار الورقية على الرغم من استهلاك جذورها إلى جانب الأوراق، وتناقش اللوبيا ضمن الخضار البقولية على الرغم من كونها خضار ثمرية وعلى الرغم من استهلاك أوراقها إلى جانب القرون والبذور... وهكذا.

الخضار الثمرية

الطماطم

تستعمل الطماطم طازجة مع المأكولات، وفي السلطات، أو في الطهي، كما تعتبر إحدى خضار التصنيع الرئيسية حيث تُغلب الثمار كاملة بعد إزالة جلد الثمرة، أو تستخدم في صناعة الصلصة (المعجون)، والكاتشب، والشوربة، وعديد من المنتجات الأخرى.

يحتوي كل ١٠٠ جم من ثمار الطماطم الطازجة على ٩٣.٥ جم ماء، و ٢٢ سعراً حرارياً، و ١.١ جم بروتين، و ٤.٧ جم كربوهيدرات كلية، و ١٣ جم كالسيوم، و ٢٧ جم فوسفور، و ٠.٥ جم حديد، و ٢٤٤ جم بوتاسيوم، و ٩٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠.٠٦ جم ثيامين، و ٠.٠٤ جم ريبوفلافين، و ٠.٧ جم نياسين، و ٢٣ جم حامض الأسكوربيك (فيتامين ج). ويتأثر محتوى الثمار من حامض الأسكوربيك بحالة الجو، فيقل المحتوى إلى ١٠ جم في الجو الملبد بالغيوم، ويزداد إلى ٢٦ جم في الجو الصحو (Watt & Merrill ١٩٦٣).

يتضح مما تقدم أن الطماطم لا تعد من المصادر البروتينية في الغذاء، كما أن بروتين الطماطم ليس غنياً بالأحماض الأمينية الضرورية. فمن بين ١٩ حامضاً أمينياً توجد في عصير الطماطم

الطماطم، نجد أن حامض الجلوتاميك يشكل ٤٨.٥٪ من المحتوى الكلى لهذه الأحماض، يليه حامض الأسبارتيك (Gould ١٩٧٤)، ولا يعتبر كلاهما من الأحماض الأمينية الضرورية.

ومع أن الطماطم لا تعد من أغنى الخضروات في فيتاميني أ، ج إلا أن استهلاكها بكميات كبيرة يجعلها مصدراً رئيسياً لهذين الفيتامينين. ففي دراسة مقارنة أجريت على أهم الخضروات في الولايات المتحدة احتلت الطماطم المركز الثالث عشر من حيث محتواها من فيتامين ج، والمركز السادس عشر من حيث محتواها من فيتامين أ، إلا أنها كانت الثالثة في الترتيب كمصدر لفيتاميني (أ، ج) نظراً لكثرة ما يتناوله الفرد من الطماطم بالمقارنة بالخضار الأخرى. وفي نفس الدراسة احتلت الطماطم المركز الأول كمصدر لعشرة من الفيتامينات والمعادن مجمعة (Rick ١٩٧٨).

ويعطى جدول (١-٣) مزيداً من التفاصيل عن محتوى ثمار الطماطم من عشرة فيتامينات.

جدول (١-٣)

محتوى ثمار الطماطم الناضجة من الفيتامينات (عن Grierson & Kader ١٩٨٦)

الفيتامين	المحتوى بكل ١٠٠ جم من الثمار
فيتامين أ (بيتا كاروتين β -carotene)	٩٠٠ - ١٢٧١ وحدة دولية ^(١)
فيتامين ب _١ (ثيامين thiamine)	٥٠ - ٦٠ ميكروجرام ^(٢)
فيتامين ب _٢ (ريبوفلافين riboflavin)	٢٠ - ٥٠ ميكروجرام
فيتامين ب _٣ (حامض البانتوثينيك panthothenic acid)	٥٠ - ٧٥٠ ميكروجرام
فيتامين ب _٦ كومبلكس complex	٨٠ - ١١٠ ميكروجرام
حامض النيكوتينيك nicotinic acid (نياسين niacin)	٥٠٠ - ٧٠٠ ميكروجرام
حامض الفوليك folic acid	٦.٤ - ٢٠ ميكروجرام
البيوتين biotin	١.٢ - ٤.٠ ميكروجرام
فيتامين ج	١٥٠٠ - ٢٣٠٠٠
فيتامين إي vitamin E (ألفا توكوفيرول α -tocopherol)	٤٠ - ١٢٠٠ ميكروجرام

(أ) الوحدة الدولية من فيتامين أ = ٠.٦ ميكروجرام من البيتاكاروتين.

(ب) الميكروجرام = ١٠^{-٦} ملليجرام = ١٠^{-٦} جرام.

والى جانب ما تقدم .. نجد أن بذرة الطماطم تحتوى على زيت بنسبة ٢٤٪ يتم استخلاصه فى مصانع الحفظ، ويستخدم فى السلطات، وفى صناعة المصلى الصناعى والصابون (Purse-glove ١٩٧٤).

الفلغل

يحتوى كل ١٠٠ جم من ثمار الفلغل الحلو على المكونات التالية: ٩٣.٢ جم ماء، و٢٢ سعراً حرارياً، و١.٢ جم بروتين، و٠.٢ جم دهون، و٤.٨ جم مواد كربوهيدراتية، و١.٤ جم ألياف، و٠.٤ جم رماد، و٩ ملليجرام كالسيوم، و٢٢ ملليجرام فوسفور، و٠.٧ ملليجرام حديد، و١٣ ملليجرام صوديوم، و٢١٣ ملليجرام بوتاسيوم، و٤٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٠٨ ملليجرام ثيامين، و٠.٠٨ ملليجرام ريبوفلافين، و٠.٥ ملليجرام نياسين، و١٢٨ ملليجرام حامض أسكوربيك (فيتامين ج) (Watt & Merrill ١٩٦٣).

يتبين مما تقدم .. أن الفلغل من الخضار الغنية جداً بفيتامين ج، كما أنه يعد غنياً نسبياً فى كل من فيتامين أ والنياسين.

هذا .. وتتفاوت كثيراً أصناف الفلغل فى محتواها من الكلوروتينات الكلية. وبصورة عامة .. فإن أصناف النوع *C. annuum* تحتوى على تركيزات أعلى من مختلف الكلوروتينات عما تحتويه ثمار الأصناف والسلالات التى تتبع الأنواع الأخرى من الجنس *Capsicum*. وقد أدت جهود التربية لأجل تحسين اللون فى أصناف البهريكا *Paprika* إلى تحقيق زيادة كبيرة فى محتواها من الكلوروتينات الكلية، التى بلغت فى إحدى سلالات التربية (السلالة ٤١٢٦) ٢٤٠ مجم/١٠٠ جم وزن طازج، كان منها ٢٠ مجم من البيبتكلوروتين (Levy وآخرون ١٩٩٥).

وقد وجد لدى اختبار مجموعة متنوعة من أصناف الفلغل تنتمى إلى طرز مختلفة (الجالابينو *Jalapeno*، والنلقوسى *bell*، والقمى الأخضر والأحمر، والسيرانو *serrano*، والأصفر الشمعى) - أن محتواها من كل من الكلوروتينات النشطة فى تكوين فيتامين أ، وحامض الأسكوربيك ازداد بزيادة درجة اكتمال تكوين الثمار فى جميع الأصناف. وقد تراوح نشاط تكون فيتامين أ فيها بين ٢٧.٣، و٥٠١.٩ مكافئ رتينول *Retinol Equivalents*/١٠٠ جم، بينما تراوح محتواها من حامض الأسكوربيك بين ٧٦.١، و٢٤٣.١ مجم/١٠٠ جم. وأدت عمليات التصنيع الحرارى للفلغل

الجالابينو إلى فقدته لنحو ٢٥٪ من نشاط فيتامين أ، و٧٥٪ من محتواه من حامض الأسكوربيك (Haward وآخرون ١٩٩٤).

ونجد في بعض الأصناف ذات الثمار الصفراء – مثل جولدن بل Golden Bell، وأوروبيل Orobelle – أن تركيز الكاروتينات التي تعد من بادئات فيتامين أ يبقى ثابتاً أو ينخفض كلما ازداد تركيز اللون في الثمار؛ الأمر الذي قد يكون مرده إلى تحول الكاروتينات التي تعد من بادئات فيتامين أ إلى صور أخرى كاروتينية ليست من بادئات فيتامين أ.

ويعد الفلفل الإنسان باحتياجاته اليومية من الكاروتينات التي تعد من بادئات فيتامين أ بنسبة تختلف باختلاف لون الثمرة، كما يلي (Simonne وآخرون ١٩٩٧).

اللون	ما يقى به ١٠٠ جم من الاحتياجات اليومية (%)
الأبيض، والقرمزي، والأصفر، والأخضر، والأسود	صفر - ٥٪
البرتقال والأحمر	٥ - ١٠٪
البنى	١٠ - ١٥٪

ويزداد تركيز حامض الأسكوربيك في ثمار الفلفل أثناء نمورها ونضجها، وقد تتوقف الزيادة في تركيز حامض الأسكوربيك أثناء نضج الثمار، أو تنخفض قليلاً في بعض الأصناف.

ويعد الفلفل من المصادر الهامة لفيتامين E، علماً بأن محتوى الثمار من الفيتامين يصل إلى أعلى تركيز له في الثمار الناضجة فسيولوجياً، حيث يبلغ تركيزه فيها ٤ أمثال التركيز في الثمار الخضراء غير المكتملة النمو. ويزداد تركيز الفيتامين في طرف الثمرة المتصل بالعنق عما في طرفها الزهري، كما يبلغ محتوى الطبقة الخارجية من الجدار الثمرى من الفيتامين ٣ أمثال ما تحتويه الطبقات الداخلية منه (Horbowicz & Grudzien ١٩٩٥).

الكوسة

تزرع الكوسة – أساساً – لأجل ثمارها، إلا أن بذورها تستهلك كذلك، ولكل أهميته الغذائية.

الشمار

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للاستعمال من شمار الكوسة (أى بعد تقشيرها) على المكونات الغذائية التالية: ٩٤ جم رطوبة، و١٩ سعراً حرارياً، و١.١ جم بروتين، و٠.١ جم دهون، و٤.٢ جم كربوهيدرات كلية، و٠.٦ جم ألياف، و٠.٦ جم رماد، و٢٨ مجم كالسيوم، و٢٩ مجم فوسفور، و٠.٤ مجم حديد، و١.٠ مجم صوديوم، و٢٠.٢ مجم بوتاسيوم، و١٦ مجم مغنيسيوم، و٤١٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٠٥ مجم ثيامين، و٠.٣٦ مجم حامض البانتوثيك، و٠.٠٨ مجم بيرودوكسين، و٣١ مجم حامض الفوليك، و٠.٠٩ مجم ريبوفلافين، و١.٠ مجم نياسين، و٢٢ مجم حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). ويتضح من ذلك أن الكوسة من الخضار الغنية فى النياسين، كما أنها تحتوى على كميات متوسطة من الريبوفلافين وحامض الأسكوربيك، وحامض الفوليك.

البذور

إلى جانب القيمة الغذائية لشمار الكوسة .. فإن بذور شمار الناضجة تعد من أغنى المصادر فى البروتين والزيت. فمثلاً.. وجدت طفرة من الكوسة تخلق بذورها من الغلاف البذرى، وتعرف باسم naked seed. ويتراوح محصول البذور فى هذه الطفرة بين ٢٢٠ و٦٢٠ كجم للفدان، وتحتوى على ٤٦٪ دهون، و٣٤٪ بروتين، و١٠٪ مواد كربوهيدراتية، و٢.٨٪ ألياف (Whitaker & Davis ١٩٦٢). كما أن بعض الأنواع البرية تنتج شمارها كميات كبيرة من البذور، تتراوح تقديراتها بين ٠.٧، و١.٤ طن للفدان. وعلى الرغم من مرارة شمارها .. إلا أن بذورها تصلح للأكل، وتحتوى على ٣٠٪ - ٣٥٪ من الزيوت العالية الجودة، و٣٠٪ - ٣٥٪ بروتين (Whitaker & Bemis ١٩٧٦).

وقد وجدت اختلافات جوهرية فى محتوى بذور تسع سلالات من الكوسة (تخلو من الغلاف البذرى) فى مختلف العناصر الغذائية، كما يلى:

المعصر الغذائى	المحتوى (على أساس الوزن الجاف)
البروتين (%)	٣٧.١ ± ٠.٤٥ - ٤٤.٤ ± ٠.٤٥
الزيوت (%)	٣٤.٥ ± ٠.٤٢ - ٤٣.٦ ± ٠.٠٦
الرماد (%)	٥.١ ± ٠.٠٤ - ٦.٣ ± ٠.١٠
السعرات الحرارية (كيلو كالورى/١٠٠ جم)	٥٤٩ ± ٣ - ٥٩٨ ± ١

كذلك كان الاختلاف بين السلالات في محتوى بذورها من المواد الكربوهيدراتية جوهرياً، ولكن تشابهت السلالات في توزيع الأحماض الأمينية بها، وكان محتواها من السيستين cysteine، والميثيونين methionine منخفضاً. وبالمقارنة .. وجدت اختلافات جوهرياً بين السلالات في محتوى بذورها من مختلف الأحماض الدهنية، وكان حامض الأوليك oleic acid أكثرها تركيزاً، حيث تراوح مداه بين $46.6 \pm 0.15\%$ ، و $60.4 \pm 0.19\%$ من الدهون الكلية، وتلاه حامض اللينوليك linoleic acid الذى تراوح تركيزه بين $9.6 \pm 0.16\%$ ، و $27.9 \pm 0.15\%$ ، ثم حامض البالمتيك palmitic الذى تراوح مداه بين $12.8 \pm 0.17\%$ ، و $15.8 \pm 0.06\%$ من الدهون الكلية، كذلك اختلفت السلالات جوهرياً في محتوى بذورها من جميع العناصر فيما عدا عنصرى المقيسيوم والمنجنيز، وكانت أكثر العناصر تواجداً: البوتاسيوم، والمقيسيوم. ولم تختلف السلالات جوهرياً في محتوى بذورها من الرطوبة (Idouraine وآخرون ١٩٩٦).

الكنالوب

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للاستهلاك من القارون الشبكي الأمريكى ذى اللب البرتقالى على العناصر الغذائية التالية: ٩١،٢ جم رطوبة، و ٣٠ سعراً حرارياً، و ٠،٧ جم بروتين، و ٠،١ جم دهون، و ٧،٥ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠،٣ جم ألياف، و ٠،٥ جم رماد، و ١٤ مجم كالسيوم، و ١٦ مجم فوسفور، و ٠،٤ مجم حديد، و ١٢ مجم صوديوم، و ٢٥١ مجم بوتاسيوم، و ٠،١٤ مجم زنك، و ٠،٠١ مجم نحاس، و ٣٤٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠،٠٤ مجم ثيامين، و ٠،٠٣ مجم ريبوفلافين، و ٠،٦ مجم نياسين، و ٠،٢٥ مجم حامض باتتوتيك، و ٠،٠٦ مجم بيريدوكسين (فيتامين ب٦)، و ٣٠ مجم حامض الفوليك، و ٣٣ مجم حامض أسكوربيك، و ٣،٠ مجم بيوتين.

وتتشابه الأصناف ذات اللب الأخضر مع الأصناف ذات اللب البرتقالى في محتواها من مختلف العناصر الغذائية، باستثناء فيتامين أ الذى ينخفض محتواه في الأصناف ذات اللب الأخضر - مثل طراز الجاليا والهنى ديو العادى ذا اللب الأخضر - إلى حوالى ٢٨٠ وحدة دولية (Watt & Merrill ١٩٦٣)، وينخفض محتوى فيتامين أ عن ذلك في الطرز الصنفية ذات اللب الأبيض، مثل طراز البيل دى سابو Piel de Sapo.

يتضح مما تقدم أن القلوان (مختلف أصناف القلوان والشمم بوجه عام) من الخضار الغنية في النياسين، وحامض الأسكوربيك، كما تعتبر الأصناف ذات اللب البرتقالي غنية في فيتامين أ. وقد تعرف Khan وآخرون (١٩٩٦) على أربعة أحماض دهنية أساسية في بذور القلوان، هي: لوريك lauric بنسبة ١٦٪ - ٣٢٪، وبالماتك palmtic بنسبة ٣٨٪ - ٤٥٪ وستياريك stearic بنسبة ١٠٪ - ١٥٪، وأوليك oleic بنسبة ١٢٪ - ٢٠٪، إلى جانب كميات صغيرة أخرى من حمض ميرستيك myristic، ولينوليك linoleic.

البطيخ

يحتوي كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للاستعمال من ثمار البطيخ على المكونات الغذائية التالية:

٩٢ جم رطوبة، و ٢٦ سعراً حرارياً، و ٠.٥ جم بروتين، و ٠.٢ جم دهون، و ٦.٤ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠.٣ جم ألياف، و ٠.٣ جم رماد، و ٧ ملليجرام كالسيوم، و ١٠ ملليجرام فوسفور، و ٠.٥ ملليجرام حديد، و ملليجرام واحد صوديوم، و ١٠٠ ملليجرام بوتاسيوم، و ٠.٩ ملليجرام زنك، و ٠.٢ ملليجرام نحاس، و ٨ ملليجرام مغنيسيوم، و ٥٩٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠.٣ ملليجرام ثيامين، و ٠.٣ ملليجرام ريبوفلافين، و ٠.٢ ملليجرام نياسين، و ٠.٣ ملليجرام حامض البانتوثيك، و ٠.٧ ملليجرام بيريدوكسين (فيتامين ب٦)، و ٨.٠ ملليجرام حامض الفوليك، و ٣.٦ ملليجرام بيوتين، و ٧.٠ ملليجرام حامض أسكوربيك (عن Watt & Merrill ١٩٦٣، Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

وتزرع أصناف خاصة من البطيخ لأجل بنورها في مناطق مختلفة من العالم، ومن هذه الأصناف البطيخ الجورمة في مصر، والسلالات SW-1، SW-2، و SW-3 في الصين، وهي سلالات قام Ma وآخرون (١٩٩٠) بتحليل محتواها من البروتين والدهون، وما تتكون منه من أحماض أمينية وأحماض دهنية، حيث تراوحت فيها نسبة البروتين بين ٢٦.٨ و ٢٨.٢٪ والدهون بين ٣٨.٧ و ٤٧.٩٪، كما كادت البروتينات غنية في الأحماض الأمينية الضرورية، كما هو مبين في جدول (٣-٢).

جدول (٢-٣)

محتوى بذور ثلاث سلالات من البطيخ - تزرع لأجل بذورها - من البروتين، والأحماض الأمينية، والدهون

(Ma وآخرون ١٩٩٠)

السلالة	محتوى (%)		
	SW-3	SW-2	SW-1
البروتين	٢٧,٧	٢٨,٢	٢٦,٨
الأحماض الأمينية			
الأسبارجين	٣,٠	٣,٢	٣,٣
الغليوتين*	٢,٦	١,٧	٢,٨
السيرين	١,٤	١,٤	١,٧
الجلوتامين	٦,٣	٦,٤	٦,٦
البرولين	١,٨	١,٧	٣,٠
الجليسين	١,٧	١,٨	١,٨
الآلانين	١,٥	١,٥	١,٩
السيستين	٠,٣	٠,٣	٠,٣
الفالين*	١,٦	١,٧	١,٩
المثيونين*	٠,٣	٠,٢	٠,٣
الإليوسين*	١,٣	١,٥	١,٤
المليوسين*	٢,٠	٢,٢	٢,٥
التيروزين	٠,٩	٠,٩	٠,٧
الفنيل آلانين	١,٦	١,٧	١,٥
الليسين*	١,٠	١,١	١,١
المستيدين*	٠,٧	٠,٨	١,١
الأرجينين*	٤,٨	٥,٠	٦,٧
الدهون	٤٧,٩	٤٤,٤	٣٨,٧

* أحماض أمينية ضرورية.

الفراولة

يحتوى كل ١٠٠ جم من ثمار الفراولة الطازجة على المكونات الغذائية التالية: ٨٩.٩ جم رطوبة، ٣٧ سعراً حرارياً، و٠.٧ جم بروتين، و٠.٥ جم دهون، و٨.٤ جم كربوهيدرات، و١.٣ جم ألياف، و٠.٥ جم رماد، و٢١ ملليجرام كالسيوم، و٢١ ملليجرام فوسفور، و١.٠ ملليجرام حديد، و١.٠ ملليجرام صوديوم، و١٦٤ ملليجرام بوتاسيوم، و٦٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٣ ملليجرام ثيامين، و٠.٠٧ ملليجرام ريبوفلافين، و٠.٦ ملليجرام نياسين، و٥٩ ملليجرام حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). مما تقدم .. يتضح أن الفراولة من الخضار الغنية جداً بالنياسين، وحامض الأسكوربيك، وتحتوى على كميات متوسطة من الحديد والريبوفلافين.

ويذكر Mass وآخرون (١٩٩٦) أن أوراق الفراولة تعد - كذلك - غنية جداً في حامض الأسكوربيك، حيث يتراوح محتواها - حسب الصنف أو السلالة - بين ٢١٥، و٤٣٥ مجم/١٠٠ جم وزن طازج من الأوراق، وكثيراً ما استعمل شاي أوراق الفراولة كمقو ومنشط عام. ويعمل تجفيد (تجفيف أثناء التجميد) أوراق الفراولة على المحافظة على محتواها من حامض الأسكوربيك، الذي يذوب بسهولة في الماء المغلي، وهو الذي يعمل - بدوره - على تحطيم الإنزيم الذي يمكن أن يحلل الفيتامين.

وتحتوى الفراولة على حمض الإلاجك ellagic acid، وهو فينول ذو فاعلية قوية ضد السرطانات المُحدثة كيميائياً (عن Mass وآخرين ١٩٩١). وتحتوى الثمار الناضجة على ٠.٤٣ - ٤.٦٤ مجم من الحامض/جم من الثمار (على أساس الوزن الجاف) حسب الصنف. هذا .. بينما تعد الثمار غير الناضجة أكثر احتواءً على الحامض، ويزداد محتوى الحامض في الأوراق عما في الثمار بنوعيتها - الناضجة وغير الناضجة - حيث يبلغ ٣٢ مجم/جم على أساس الوزن الجاف. ويكفى غلى مسحوق الأوراق المجففة في الماء لمدة ٣ دقائق على ١٠٠ م لاستخلاص حامض الإلاجك بكفاءة تعادل ٥٥٪ من كفاءة استخلاصه بالطرق الكيميائية (Mass وآخرون ١٩٩٦).

البامية

يحتوى كل ١٠٠ جم من ثمار البامية الطازجة على ٨٨.٩ جم رطوبة، و٣٦ سعراً حرارياً، و٢.٤ جم بروتيناً، و٠.٣ جم دهوناً، و٧.٦ جم كربوهيدرات كلية، وجرام واحد ألياف، و٠.٨ جم رماداً، و٩٢ ملليجرام كالسيوم، و٥١ ملليجرام فوسفوراً، و٠.٦ ملليجرام حديداً، و٣ ملليجرام

صوديوم، و٢٤٩ ملليجرام بوتاسيوم، و٤١ ملليجرام مغنيسيوم، و٥٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠،١٧ ملليجرام ثيامين، و٢١ ملليجرام ريبوفلافين، وملليجرام واحد نياسين، و٣١ ملليجرام حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). ويعنى ذلك أن البامية تعد من الخضار الغنية جداً بالريبوفلافين، والنياسين، وتعتبر غنية نسبياً بالكالسيوم، ومتوسطة في محتواها من المواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، وفيتامين أ، وحامض الأسكوربيك.

وتبعاً لـ Lamont (١٩٩٩) .. فإن البامية تؤكل منها - إلى جانب الثمار - الأوراق والتموات القمية الصغيرة الغضة (تستعمل مطهية في غرب أفريقيا وجنوب شرق آسيا)، كما أن بنورها الناضجة تحمص وتطحن وتستعمل كبديل للبن أو تضاف إليه (كما في السلفادور ودول أمريكا الوسطى، وأفريقيا، وماليزيا)، كذلك تعد البذور مصدراً لكل من الزيوت (تبلغ نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة وخاصة حامض اللينوليك linoleic والأوليك oleic - فيها ٧٠٪) والبروتين (الذي تتراوح نسبته بين ١٨٪، و٢٠٪). وتستعمل البذور في عمل خثرة curd تكون كريمة أو صفراء اللون. وللبامية استعمالات صناعية كذلك، تتضمن: صناعة لب الورق من سيليلوز النبات، واستخراج الهلام النباتي mucilage من الثمار، وهو الذي يستعمل كمادة ناشرة في صناعة الورق.

الخضار الدرنية والجذرية

البطاطس

أهمية البطاطس كغذاء للإنسان

تعتبر البطاطس من أكثر الخضار استعمالاً، وتستهلك كميات كبيرة منها في صورة مصنعة، حيث توجد العشرات - وربما المئات - من منتجات البطاطس المصنعة.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من درنات البطاطس المقشرة على ٧٩،٨ جم ماء، و٧٦ سعراً حرارياً، و٢،١ جم بروتيناً، و٠،١ جم دهوناً، و١٧،١ جم مواد كربوهيدراتية، و٠،٥ جم أليافاً، و٠،٩ جم رماداً، و٧ ملليجرام كالسيوم، و٥٣ ملليجرام فوسفوراً، و٠،٦ ملليجرام حديد، و٣ ملليجرام صوديوم، و٤٠٧ ملليجرام بوتاسيوم، و٢٢ ملليجرام مغنيسيوم، وآثار من فيتامين أ (في الأصناف ذات اللب الأبيض)، و٠،١ ملليجرام ثيامين، و٠،٤ ملليجرام ريبوفلافين، و١،٥ ملليجرام نياسين، و٢٠ ملليجرام حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣).

إن تناول حبة واحدة متوسطة الحجم من البطاطس (يبلغ وزنها حوالي 160 جم أو يحوي قشرها حوالي 6.5 سم) يمد الإنسان بالاحتياجات التالية من مختلف العناصر الغذائية.

العنصر الغذائي	مقدار أو نسبة ما غده الدرة من الاحتياجات اليومية
السرعات الحرارية	١١٠ (حوالي ٤-٥٪)
البروتين	٣ جم (٦٪)
فيتامين ج	٥٠٪
الثيامين	٨٪
الريبوفلافين	٢٪
النياسين	١٠٪
الحديد	٨٪
فيتامين ب٦	١٥٪
حامض الفوليك	٨٪
الفوسفور	٨٪
المغنيسيوم	٨٪
الزنك	٢٪
النحاس	٨٪
حامض البانتوثينك	٤٪
اليود	١٥٪
فيتامين أ والكالسيوم	> ٢٪
المواد الكربوهيدراتية	٢٣ جم
الدهون	صفر
الألياف	٠.٢٧ جم
البوتاسيوم	٧٥٠ جم

هذا .. ويزيد إنتاج البطاطس - من وحدة المساحة - من السرعات الحرارية - عن القمح بنسبة ٧٥٪ والأرز بنسبة ٥٨٪؛ ومن البروتين عن القمح بنسبة ٥٤٪ وعن الأرز بنسبة ٧٨٪ (Potato Association of America - الإنترنت - ٢٠٠٦).

وعلى الرغم من أن وحدة المساحة من البطاطس تُنتج مادة جافة وبروتيناً أكثر مما تنتجه مساحة مماثلة من محاصيل الحبوب الرئيسية التي يعتمد عليها العالم في غذائه (جدول ٣-٣)، لكن الإنسان يحتاج إلى أن يستهلك من البطاطس ثلاثة أضعاف ما يستهلكه من الحبوب لكي يحصل على نفس عدد السرعات الحرارية، وذلك بسبب انخفاض نسبة المادة الجافة في البطاطس، بالمقارنة بالحبوب (Gray & Hughes ١٩٧٨).

جدول (٣-٣)

مقارنة بين البطاطس ومحاصيل الغذاء الرئيسية في العالم من حيث كمية المادة الجافة والبروتين التي تنتج من وحدة المساحة

المادة الجافة	البروتين	الكمية المنتجة (طن / هكتار)	المحصول
١,٣٠	٠,١٥٦		القمح
١,٩٧	٠,١٧٢		الأرز
٢,١٣	٠,٢٢٤		الذرة
١,٤٦	٠,١٤٨		الشعير
٠,٧٣	٠,٠٦٦		الذرة الرفيعة
٢,٩٣	٠,٢٢٦		البطاطس
٣,٨٢	٠,٢٨٠		البطاطا - الياقوت
٤,٩٢	٠,١١٥		الكاسافا
٢,٦٢	١,٠٤٣		فول الصويا

وبمقارنة البطاطس مع الخبز وزناً بوزن من حيث القيمة الغذائية، يتضح

ما يلي،

- ١- تحتوى البطاطس على نحو ثلث ما يحتويه الخبز من السرعات الحرارية.
 - ٢- تتساوى البطاطس مع الخبز في كل من البروتين ومجموعة فيتامينات ب.
 - ٣- يعد كلاهما فقيراً في فيتامين أ.
 - ٤- تعتبر البطاطس الحديثة الحصاد أغنى من الخبز في فيتامين ج.
 - ٥- تتساوى البطاطس مع الخبز أو تتفوق عليه كمصدر للحديد، لكن كليهما يعد فقيراً في كل من الفوسفور والكالسيوم.
- ومن جهة أخرى .. نجد أن حقلاً من القمح يتحصل منه على نحو ٦٣٪ من السرعات الحرارية التي يمكن الحصول عليها من حقل مساوٍ من البطاطس إذا استخدم الدقيق الأبيض في صناعة الخبز. وتزداد هذه النسبة إلى ٨١٪ عند استخدام الدقيق الكامل في صناعة الخبز.
- ونظراً لأن البطاطس تعتبر أحد محاصيل الخضار القليلة التي يمكن أن يستهلكها الإنسان بكميات كبيرة نسبياً؛ لذا .. فيجب أن تشكل مصدراً هاماً لعديد من العناصر الغذائية. وقد كان مزارعو أيرلندا يستهلكون البطاطس في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر بمعدل نحو أربعة كيلو جرامات للفرد يومياً. وتكفي هذه الكمية لإمداد الإنسان بكافة احتياجاته اليومية من السرعات الحرارية، والبروتين، والمعادن، والفيتامينات، فيما عدا فيتامينى أ، د (Burton ١٩٤٨).

القيمة الغذائية

المادة الجافة والنشا والمحتوى الكربوهيدراتي
تتراوح نسبة المادة الجافة في درنات البطاطس بين ١٦٪ و ٢٢٪ وقد تقل عن هذا المدى، أو تزيد عليه في أصناف معينة. وينخفض محتوى المادة الجافة في الجلد، والقشرة الخارجية، والنخاع، مقارنة بالأجزاء الأخرى للدرنه، ويبلغ تركيز المادة الجافة أعلى مداه

حول الحزم الوعائية، كما يكون تركيزها أعلى قليلاً عند الطرف القاعى للدرنة، مقارنة بالطرف القمى.

وتتراوح نسبة النشا فى درنات البطاطس من ١٢,٤٪ إلى ١٧,٨٪ حسب الصنف وظروف الإنتاج، أما نسبة السكريات، فتتراوح بين ٠,٢٪ و ٦,٨٪.

وتوجد اختلافات وراثية بين أصناف البطاطس فى محتوى درناتها من البروتين الذى وجد فى إحدى الدراسات أنه يتراوح من ٦,٢٥٪ إلى ١٥٪ (على أساس الوزن الجاف) فى الأصناف المختلفة. ويزيد النيتروجين الكلى فى درنات البطاطس بزيادة التسميد الأزوتى (عن Rouchaud وآخرين ١٩٨٦).

البروتين

يحتوى بروتين البطاطس على كميات كبيرة من جميع الأحماض الأمينية، فيما عدا تلك المحتوية على الكبريت، وهى الميثيونين methionine، والسيستين cystine، ولكن بروتين البطاطس غنى فى الحامض الأمينى الضرورى ليسين lysine الذى تفتقر إليه محاصيل الحبوب. ويتساوى بروتين البطاطس مع البروتين الحيوانى فى نسبة ما يحتويه كل منهما من الليسين.

ويعادل بروتين البطاطس بروتين فول الصويا فى قيمته البيولوجية؛ حيث يبلغ فى المتوسط ٧٠٪ من القيمة البيولوجية لبروتين البيض. ويبين جدول (٣-٤) مقارنة بين بروتين البطاطس وبروتين عدد من الأغذية الأخرى، والأحماض الأمينية التى تفتقر إليها كل منها.

ويتكون البروتين الذائب من نوعين هما: التيوبيرين tuberin، والتيوبيرينين بنسبة ٧٠٪ و ٣٠٪ على التوالى، وهما يتشابهان فى محتوى كل منهما من الأحماض الأمينية.

جدول (٤-٣)

القيمة البيولوجية لبروتين البطاطس، مقارنة بروتين عدد من الأغذية الهامة الأخرى (عن Horton &

Sawyer ١٩٨٥)

الغذاء	القيمة البيولوجية ^(١)	الأحماض الأمينية المحددة ^(٢)
البيض	١٠٠	---
السّمك	٧٥	الترتوفان
البطاطا	٧٥	المحتوية على الكبريت
الأرز	٧٥	الليسين
البطاطس	٧٠	المحتوية على الكبريت
بذور دوار الشمس	٧٠	المحتوية على الكبريت
دقيق فول الصويا	٧٠	الليسين
دقيق الفول السوداني	٧٠	المحتوية على الكبريت
حليب البقر	٦٠	المحتوية على الكبريت
الدّخن	٦٠	الليسين
البسلة	٦٠	المحتوية على الكبريت
دقيق القمح	٥٠	الليسين
دقيق الذرة	٤٥	الترتوفان
الفاصوليا الجافة	٤٢	المحتوية على الكبريت
الكاسافا	٤٠	المحتوية على الكبريت

أ- تمثل القيمة البيولوجية نسبة استفادة الجسم من البروتين بسبب وجود نقص نسي في واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية في البروتين. يلاحظ أن بروتين البيض يُستفاد منه بصورة كاملة لوجود جميع الأحماض الأمينية فيه في حالة توازن تام.

ب- الأحماض الأمينية المحددة لدى استفادة الجسم من البروتين بسبب نقصها النسي فيه.

وتختلف نسبة البروتين في البطاطس الطازجة عنه في البطاطس المعدة لكل بطرق مختلفة؛ فهي تبلغ (على أساس الوزن الطازج) ١,٩٦٪ في البطاطس الطازجة، و ١,٩٣٪ في البطاطس المعطبة، ٢,٤٣٪ في البطاطس المجهزة في الفرن، و ٣,٧٣٪ في البطاطس المحمرة. ويرجع ذلك إلى اختلاف البطاطس المعدة بالطرق المختلفة في محتواها من الرطوبة.

ولا يشكل البروتين سوى ٢٨٪ - ٥١٪ من النيتروجين الكلى في درنات البطاطس. ويعنى ذلك أن البطاطس تعتبر غنية نسبياً في الأحماض الأمينية الحرة، ومن أهمها: التيروسين tyrosine الذى يزيد تركيزه الحر عما هو موجود في دقيق القمح الكامل، والأرجينين arginine الذى يوجد بتركيز مرتفع، والليسين lysine، والهستيدين histidine. وتعتبر البطاطس فقيرة نسبياً في الحامضين الأمينيين: ميثيونين methionine، وسيسثاين cystine (Smith ١٩٦٨).

ويمكن القول إجمالاً إن المحتوى النيتروجيني لدرنات البطاطس يتراوح بين ٠,١١٪ و ٠,٥٨٪ وأن البروتين الذائب يشكل نحو ٣٠٪ - ٥٠٪ من هذه الكمية، بينما تشكل المواد البروتينية غير الذائبة حوالى ١٠٪، أما بقية الكمية، فتوجد غالباً على صورة أميدات، وتشكل مع حامضين أمينيين (هما الجالوتامين، والأسبارجين) أكثر من ٥٠٪ من النيتروجين غير البروتيني.

وتعد البطاطس من الأغذية المتوازنة فيما يتعلق بنسبة محتواها من البروتين إلى محتواها من السعرات الحرارية، بحيث إذا تم تناول كمية تكفى لمد الجسم بقدر جوهري من السعرات الحرارية، فإنها تمده - كذلك - بقدر معنوي من البروتين؛ وهي تتفوق في هذا الشأن على غيرها من المحاصيل الدرنية الأخرى.

الفيتامينات

ترتفع نسبة الكاروتين في درنات البطاطس ذات اللون الداخلى الأصفر كثيراً عما في الدرنات البيضاء؛ فتبلغ نحو ١٣٨ ملليجرام بكل مائة جرام في الصفراء، بينما لا تتعدى ٠,٠٢١ ملليجرام في كل مائة جرام من البيضاء.

ويتباين كثيراً محتوى درنات البطاطس من حامض الأسكوربيك باختلاف الصنف ومنطقة الزراعة. فمثلاً وجد Mullin وآخرون (١٩٩١) - في كندا - أن المدى تراوح في سبعة

أصناف من البطاطس بين ١٢.٤، و ١٨.١ مجم/١٠٠ جم. وقد سبقت الإشارة إلى أن المتوسط العام لمحتوى البطاطس من حامض الأسكوربيك (فيتامين ج) يبلغ ٢٠ ملليجرام في كل مائة جرام، إلا أن هذه النسبة ترتفع إلى ٢٦ ملليجرام في الدرنة الحديثة الحصاد، وتنخفض مع التخزين إلى النصف في خلال ثلاثة أشهر، وإلى الثلث بعد ثلاثة أشهر أخرى.

كما يتأثر محتوى الدرنة من فيتامين ج ببعض معاملات المبيدات الحشرية؛ فمثلاً تؤدي المعاملة بالآلديكارب Aldicarb إلى زيادة الفيتامين في الدرنة بنحو ٢٠٪. ويستمر تأثير المعاملة واضحاً خلال التخزين في المخازن المبردة.

ويستدل من دراسات Mondy وآخرين (١٩٩٣) على أن محتوى درنة البطاطس من حامض الأسكوربيك يزداد عند التسميد بكبريتات الزنك بمعدل ١١٢ كجم/هكتار.

ويصل تركيز فيتامين ج في الدرنة إلى أعلى مستوى له عند بداية اصفرار الأوراق، ثم ينخفض بعد ذلك إذا تلخر الحصاد. وهو يوجد في صورتيه: المختزلة (حامض الأسكوربيك Ascorbic)، والمؤكسدة (دى هيدرو حامض الأسكوربيك Dehydro ascorbic acid)، وتوجد الصورة الأخيرة بنسبة صفر - ١٤٪ فقط، ولا يستفيد منها الجسم؛ لأنها تتحول عند الطهي إلى حامض داي كيتو جوبولونيك Diketogulonic acid؛ وهو حامض لا يختزل ثقيلاً إلى حامض الأسكوربيك؛ وبذا يعد تكوينه فقداً لجزء من محتوى الدرنة من الفيتامين (Gray & Hughes ١٩٧٨).

وعلى الرغم من أن البطاطس تعد من الأغذية الفقيرة في النياسين، إلا أنها تعد من أغنى محاصيل الخضار في هذا الفيتامين، كما تحتوي البطاطس على كميات محسوسة من البيريدوكسن Pyridoxin، وفيتامين ك (K)، والبيوتين biotin، والإنوسيتول Inositol، وحامض البانتوثينيك Pantothenic acid.

وتتباين أصناف البطاطس كثيراً في محتواها من حامض الفوليك، إلا إنها تشترك معاً في ارتفاع محتوى درنتها الجديدة الصغيرة new potato من الحامض، الذي ينخفض - تدريجياً - ليصل إلى أدنى مستوى له عند الحصاد، علماً بأن مستوى حامض الفوليك يزيد في الدرنة الصغيرة بمقدار ٢.٦ - ٣.٤ أضعاف مستواه في الدرنة التي أكملت تكوينها (Goyer & Navarre ٢٠٠٩).

هذا .. وكل ١٠٠ جم من البطاطس المسلوقة تمد الفرد البالغ بالنسب المئوية التالية من احتياجاته اليومية من مختلف الفيتامينات: حامض الأسكوربيك ٥٠٪، والثيامين ٨٪ - ١٠٪، والنياسين ٨٪ - ١٠٪، وفيتامين ب٦ ١٠٪ - ١٢٪، وحامض الفوليك ٦٪، وحامض البانتوثنيك ٤٪ - ٨٪ (عن Horton & Sawyer ١٩٨٥).

العناصر

تحتوى البطاطس على معظم العناصر التى يفتقر إليها اللبن (الحليب)؛ مثل: الحديد، والنحاس، والمنجنيز، واليود. وهى تعد مصدرًا جيدًا لكل من : البوتاسيوم، والفوسفور، والحديد، والمغنيسيوم، ولكنها فقيرة فى الكالسيوم (جدول ٣ - ٥).

جدول (٣-٥)

محتوى درنات البطاطس من العناصر (مليجرام/١٠٠) (Talbert & Smith ١٩٥٩)

العنصر	المحتوى	العنصر	المحتوى
الفوسفور	٣١٤ - ١٦٦	البورون	٨,٦ - ٤,٥
الكالسيوم	٨٨ - ٣٢	السلينيوم	١٧,٣ - ٥,١
المغنيسيوم	١٣٦ - ٦٥	المنجنيز	٨,٥ - ١,٦
الصوديوم	٣٣٢ - ٢٦	الفلور	٨,٥ - ١,٦
البوتاسيوم	٢٤٣٠ - ١٨١١	اليوم	٠,٥٦ - ٠,٠٢
الحديد	١٠,٥ - ٢,٦	الليثيم	آثار
الكبريت	٢١٣ - ١٠٩	الألومنيوم	٨,٨ - ٢,٩
الكلور	٥٣٠ - ١١٢	الحارصين	٠,٣
الزنك	٢,٢ - ١,٧	المولبيدتم	٠,٢٦
البروم	٨,٥ - ٤,٨	الكوبالت	٠,٢٦
النحاس	١,٠ - ٠,٤	النيكل	٠,٢٦

الأحماض العضوية

تحتوى البطاطس على عدد من الأحماض العضوية من أهمها: حامض الأوكساليك oxalic، والمستريك citric، والماليك malic، والسكك succinic، والطرطريك tartaric (Hardenburg) (١٩٤٩).

البطاطا

الاستعمالات

تستعمل جذور البطاطا في الأغراض التالية:

١- غذاء الإنسان .. تستعمل الجذور بعد طهيها بالسلق في الماء، أو بالشى في الأفران، أو على اللهب مباشرة، أو بالتحمير.

٢- التصنيع لغذاء الإنسان.. مثل الشبس، والتعيب، والتجميد.

وكما هو الحال مع درنات البطاطس، فإن جذور البطاطا يمكن استخدامها في صناعة الشبس، ولكن إقامة صناعة كهذه على أساس اقتصادي تتطلب توفر إمدادات من محصول البطاطا بقدر يكفي حاجة التصنيع على مدار العام، الأمر الذي يتطلب تخزيناً جيداً للمحصول لمدة لا تقل عن ثمانية شهور، وهو أمر ميسور إذا ما اتبعت الطرق السليمة في معالجة الجذور، وتداولها وتخزينها.

٣- غذاء الحيوان بعد الغسيل والتنظيف بالتفريش، والغرم أو التقطيع إلى شرائح والمعاملة بثاني أكسيد الكبريت، ثم التجفيف السريع إما في الشمس أو في الهواء الساخن على حرارة ٨٠°م.

٤- استخراج النشا لاستعماله في صناعة النسيج وإنتاج الكحول.

كذلك تستعمل الأوراق في غذاء الإنسان والحيوان علماً بأنها تحتوى - على أساس الوزن الجاف - على ٨٪ نشا، و٤٪ سكر، و٢٧٪ بروتين، و١٠٪ رماد، كما تحتوى على كاروتين بتركيز ٥٦ مجم لكل ١٠٠ جم مادة جافة (عن Onwueme ١٩٧٨).

وللبطاطا استعمالات أخرى كثيرة تناولها بالشرح كل من: Purseglove (١٩٧٤)، Wang و Winaro (١٩٨٢) الذي استعرض منتجات البطاطا الصناعية بالتفصيل.

القيمة الغذائية

يحتوى كل ١٠٠ جم من جذور البطاطا على المكونات الغذائية التالية: ٧٠.٦ جم رطوبة، و١١٤ سعراً حرارياً، و١.٧ جم بروتيناً، و٠.٤ جم دهوناً، و٢٦.٣ جم مواد كربوهيدراتية،

و ٠,٧ جم أنثا، و ١,٠ جم رماداً، و ٣٢ جم كالسيوم، و ٤٧ جم فوسفوراً، و ٠,٧ جم حديدًا، و ١,٠ جم صوديوم، و ٢٤٣ مجم بوتاسيوم، و ٣١ مجم ثيامين، و ٠,٠٦ مجم ريبوفلافين، و ٠,٦ مجم نياسين، و ٢١ مجم حامض الأسكوربيك. أما المحتوى من فيتامين أ، فهو آثار في الأصناف ذات الجذور البيضاء، و ٦٠٠ وحدة دولية في الأصناف ذات اللب الأصفر، ويصل إلى ٢٠٠٠ وحدة دولية في الأصناف ذات اللب البرتقالي، بمتوسط عام قدره ٨٨٠٠ وحدة دولية في مختلف الأصناف الصفراء والبرتقالية اللون (Watt & Merrill ١٩٦٣).

يتضح مما تقدم أن البطاطا تعد من الخضار الغنية جدًا بالمواد الكربوهيدراتية، وفيتامين أ، والنياسين، كما تعتبر غنية بمحتواها من فيتامين ج.

أما النشويات الخضرية للبطاطا (الأوراق والسيقان) .. فإنها مصدر بروتيني جيد في المناطق الاستوائية التي تستهلك فيها البطاطا كمحصول ورقي؛ إذ تتراوح نسبة البروتين بها بين ٢١,٧٪، و ٣١,٣٪ على أساس الوزن الجاف (Wang ١٩٨٢).

هذا .. إلا أن أصناف البطاطا تتباين كثيرًا في محتوى جذورها من مختلف المكونات الغذائية.

ففي دراسة شملت ١٢ صنفًا من البطاطا .. تبين محتوى الجذور من بعض المكونات الغذائية كما يلي (Takahata وآخرون ١٩٩٣).

المادة الجافة: ١٩,٢٪ - ٤١,٣٪.

الفراكتوز: ١,١٦ - ١٧,٥٦ مجم/جم.

الجلوكوز: ٠,٦٠ - ١٨,٠٥ مجم/جم.

السكروز: ٨,٩ - ٣٠,٩ مجم/جم.

المالتوز: ١,٨ - ١٣١,٤ مجم/جم.

الببتاكاروتين: ١,١ - ٢٣٦,٦ مجم/١٠٠ جم.

كذلك تبين محتوى جذور ستة أصناف من البطاطا من مختلف العناصر والكروتين -

على أساس الوزن الطازج - كما يلي:

البروتين: ١.٣٦٪ - ٢.١٣٪.

الفوسفور: ٣٨-٦٤ مجم/١٠٠ جم.

البوتاسيوم: ٢٤٥ - ٤٠٣ مجم/١٠٠ جم.

الكالسيوم: ٢٠ - ٤١ مجم/١٠٠ جم.

المغنيسيوم: ١٣ - ٢٢ مجم/١٠٠ جم.

الكاروتينات الكلية: ٥ - ١١.٥ مجم/١٠٠ جم.

وقد ازداد تركيز الكاروتينات قليلاً بعد العلاج وخلال فترة قصيرة من التخزين على ٧، و١٥.٦، و٢٦.٦ م (Picha ١٩٨٥).

وتحتوى جذور البطاطا على ٥٠٪ - ٨١٪ رطوبة، و ٨٪ - ٢٩٪ نشا. ويتكون النشا من حوالى ٢٥٪ أميلوز، و ٧٥٪ أميلوبكتين. ويتحول معظم النشا إلى مالتوز أثناء الطهى؛ مما يجعل المنتج المطهى أكثر حلاوة من الجذور الطازجة.

وتعد البطاطا مصدراً جيداً للمغنيسيوم، وتعد الجذور البرتقالية مصدراً جيداً للبيتا كاروتين، كما أن استهلاكها بكميات كبيرة - كما يحدث فى بعض الدول الأفريقية - يمكن أن يجعل منها مصدراً جيداً لكل من الحديد والزنك والكالسيوم (Tumwegamire وآخرون ٢٠١١).

وتشكل المواد الكربوهيدراتية حوالى ٧٥٪ - ٩٠٪ من المادة الجافة بجذور البطاطا.

وتراوح المحتوى البروتينى لعشرة أصناف من البطاطا بين ١.٣٪ و ٣.١٪ على أساس الوزن الجاف (Yeoh & Truong ١٩٩٦). ويتكون حوالى ثلثا البروتين من الجلوبيولين، وهو يتميز بقيمة عالية نظراً لاحتوائه على كميات جيدة من معظم الأحماض الأمينية الضرورية، ولكن يعيبه انخفاض محتواه من التربتوفان والأحماض الأمينية التى تحتوى على الكبريت.

وقد كانت غالبية جذور البطاطا البيضاء والباهتة خلوًا من أى نشاط لبانينات فيتامين أ (وهى البيتا كربتوزانثين β -cryptoxanthin، والألفا كاروتين α -carotene، والبيتا كاروتين β -carotene، بينما يتراوح محتوى البيتا كاروتين فى الجذور ذات اللون الداخلى

الأصفر الباهت جدًا إلى البرتقالي القاتم ما بين ميكروجرام واحد، و١٩٠ ميكروجراماً لكل جرام من الوزن الجاف (Simonne وآخرون ١٩٩٣).
وتعتبر قشرة الجذر أغنى من الطبقات التي تليها في كل من البروتين، والعناصر، وغيرهما من المكونات الغذائية غير الكربوهيدراتية.
وتحتوى جذور البطاطا الطازجة (غير المطبوخة) على مثبط للتريس *trypsin inhibitor* يقلل من هضم البروتين في الجسم، إلا أن المثبط يتحطم عند إعداد البطاطا للأكل.

محتوى المواد الكربوهيدراتية بالجذور

التغيرات في المحتوى الكربوهيدراتي المصاحبة لنمو الجذور وعلاجها وتخزينها تحدث تغيرات في تركيز كل من النشا والسكر وفي النسبة بينهما أثناء نمو الجذور. ففي البداية .. يكون تركيز النشا منخفضاً في الجذور الصغيرة جدًا، ويظل منخفضاً خلال فترة النمو الخضري السريع؛ بسبب استهلاك المواد الكربوهيدراتية المجهزة في تكوين الأنسجة الجديدة. كذلك ينخفض محتوى السكريات الكلية خلال فترة النمو الخضري السريع. ومع ازدياد الجذور في الحجم يستمر انخفاض مستوى السكريات بينما يزداد محتوى النشا (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

وقد درس Bonte وآخرون (٢٠٠٠) التغيرات التي تحدث في محتوى المواد الكربوهيدراتية بجذور البطاطا خلال مراحل تكوينها، وذلك في ستة أصناف، هي: بيوريجارد Beauregard، وهارت - أو - جولد Heart-o-Gold، وجول Jewel، وروجو بلاتكو Rojo Blanco، وترفافس Travis، وهوايت ستار White Star، وكانت النتائج كما يلي:

- ١- كان السكر هو السكر الرئيسي خلال جميع مراحل تكوين الجذور، حيث مثل ما لا يقل عن ٦٨٪ من السكريات الكلية كمتوسط عام لجميع الأصناف ومراحل النمو.
- ٢- احتوى الصنف هارت- أو - جولد على أعلى تركيز من السكر عن جميع الأصناف الأخرى وفي جميع مراحل النمو.
- ٣- اختلف محتوى الجذور من الفركتوز باختلاف الأصناف ومرحلة النمو.

٤- أظهر الصنف بيوجارد زيادة منتظمة في محتوى الفراكٲوز مع تقدم مراحل النمو، بينما أظهر الصنف هوايت سٲار اتجاهًا عكسيًا.

٥- كانت التغيرات في محتوى الجلوكوز مماثلة للتغيرات في الفراكٲوز.

٦- كانت العلاقة بين السكريات الأحادية، كما يلي:

$$\text{الفراكٲوز} = (٠.٧٢٠٧ \times \text{الجلوكوز}) + ٠.٢٤١$$

٧- ازداد الوزن الجاف ومحتوى المواد الصلبة غير الذائبة في الكحول مع الوقت في معظم الأصناف، وكانت العلاقة بينهما، كما يلي:

$$\text{المواد الصلبة غير الذائبة في الكحول} = ٠.٠٠٠٨٩ \times \text{المادة الجافة.}$$

ويقدر محتوى جٲور البطاطا من مختلفه المواد الكربوهيدراتية، كما يلي (من Bonte وآخرين ٢٠٠٠)،

ملاحظات	المدى (%)	اخرى
		البطاطا النشوية (بيضاء إلى كريمة اللون من الداخل):
تقل الصلاحية كفاءة بزيادة النسبة	٣٥-٢٥	المادة الجافة (ترتبط إيجابيًا بنسبة النشا)
على أساس الوزن الطازج	٣.٢-٢.٩	السكريات الكلية
على أساس الوزن الطازج	٢.٥-١.٣	السكروز
على أساس الوزن الطازج	٠.٧-٠.٤	الفراكٲوز
على أساس الوزن الطازج	١.٠-٠.٤	الجلوكوز
		أصناف المائدة (كريمة إلى برتقالية اللون من الداخل):
على أساس الوزن الطازج	٢٦.٣-١٧.٧	المادة الجافة
على أساس الوزن الطازج	٢٢-١٣	النشا
على أساس الوزن الطازج	٥.٥-٤.٦	السكريات الكلية
على أساس الوزن الطازج	٤.١-٢.٨	السكروز
على أساس الوزن الطازج	١.٢-٠.٣	الفراكٲوز
على أساس الوزن الطازج	١.٥-٠.٢	الجلوكوز

وبدراسة محتوى ستة أصناف من البطاطا من مختلف السكريات عند الحصاد، وبعد العلاج لمدة ١٠ أيام على ٣٢°م، و ٩٠٪ رطوبة نسبية، وبعد ٤٦ أسبوعاً من التخزين على ١٥،٦°م، كانت النتائج كما يلي:

- ١- كان المالتوز هو السكر الرئيسى، والسكروز السكر الثانوى فى كل الأصناف عند الحصاد.
 - ٢- انخفض تركيز المالتوز أثناء العلاج واستمر الانخفاض لفترة طويلة أثناء التخزين.
 - ٣- ازداد تركيز السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز أثناء العلاج واستمرت الزيادة لمدة لم تقل عن أربعة أسابيع أثناء التخزين وذلك فى الأصناف ذات اللب البرتقالى.
 - ٤- كان تركيز السكروز أعلى - دائماً - عن تركيز السكريات الأخرى وحيدة التسكر.
 - ٥- اختلفت الأصناف فى محتواها من مختلف السكريات، وفى التغيرات التى حدثت فى تركيزاتها أثناء العلاج والتخزين (Picha ١٩٨٦ أ).
- هذا .. وتبقى نسبة الفراكتوز إلى الجلوكوز ثابتة تقريباً عند ٠،٤٤ : ٠،٥٦ فى معظم أصناف البطاطا أياً ما كان التركيز الكلى للسكروز والفراكتوز والجلوكوز، ولكن توجد علاقة عكسية بين السكروز وكل من الجلوكوز والفراكتوز (Lewthwaite وآخرون ١٩٩٧).
- ويتحول جزء كبير من النشا المخزن فى جذور البطاطا أثناء شبيها فى الأفران إلى دكسترين ومالتوز بواسطة الإنزيمين ألفا أميليز، وبيتا أميليز. ومن السكريات الأخرى التى توجد فى البطاطا المشوية السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز.
- وبينما يكون لون شبس البطاطا فاتحاً بصورة مرغوبة بعد الحصاد مباشرة، حيث ينخفض تركيز الجلوكوز والفراكتوز فى الجذور، فإن تخزين الجذور على أى من ٧°م، أو ١٥،٦°م، أو ٣٢°م يؤدى إلى زيادة محتواها من السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز؛ مما يعمل على زيادة دكنة لون رقائق الشبس التى تُصنع منها. ولم يمكن تغيير تركيز السكر بالتحكم فى درجة حرارة التخزين (Picha ١٩٨٦ ب).

الكثافة النوعية وعلاقتها بمحتوى الجنور من النشا والمواد الكربوهيدراتية الكلية يمكن تمييز قيمتين للكثافة النوعية في جذور البطاطا: الأولى هي الخاصة بالكثافة النوعية المعدلة Adjusted Specific Gravity، وهي الكثافة النوعية للأنسجة ذاتها بعد ملء الفراغات بين الخلايا intercellular spaces بالماء تحت تفريغ، والثانية هي الكثافة النوعية غير المعدلة unadjusted specific gravity. وقد فصل Kushman & Pope (١٩٦٨) طريقة تقدير الكثافة النوعية بنوعيتها، وحجم المسافات البينية داخل أنسجة الجنور. كما توصل Kushman وآخرون (١٩٦٨) - أيضاً - إلى معادلات يمكن استخدامها في حساب نسبة المادة الجافة في الجنور، إذا ما عرفت كثافتها النوعية المعدلة، وهي كما يلي:

١- بالنسبة للجنور الحديثة الحصاد:

$$\text{النسبة المئوية للمادة الجافة} = 1.66 + 216.1 (\text{س}-1).$$

٢- بالنسبة للجنور المعالجة لمدة ١٤ يوماً.

$$\text{النسبة المئوية للمادة الجافة} = 1.53 + 222.1 (\text{س}-1).$$

٣- المتوسط العام لجميع الأصناف:

$$\text{النسبة المئوية للمادة الجافة} = 2.19 + 215.4 (\text{س}-1).$$

حيث س = الكثافة النوعية المعدلة.

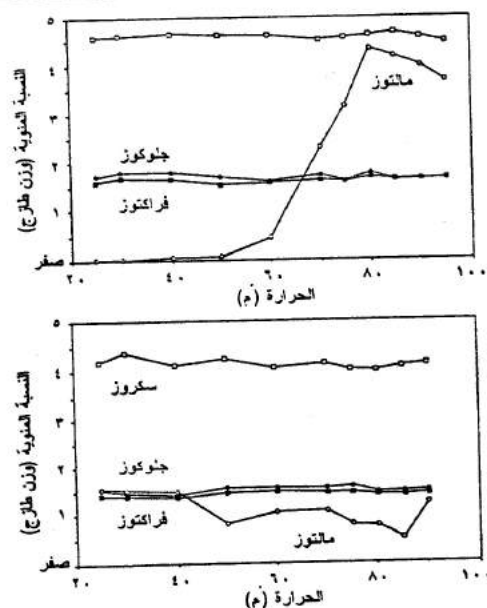
هذا .. وقد تباينت نسباً النشا والسكريات الكلية (على أساس الوزن الطزرج) في ٧٥ صنفاً وسلالة من البطاطا في مصر كما يلي:

١- أصناف المائدة: نسبة النشا من ١٠.٢٩٪ إلى ١٦.٥٣٪، ونسبة السكريات الكلية من ٢.٧٧٪ إلى ٤.٦٥٪.

٢- الأصناف النشوية: نسبة النشا من ١٦.٦٠٪ - ٢٢.٧٢٪، ونسبة السكريات الكلية من ١.٦٩٪ إلى ٣.٢٣٪ وكان من بين الأصناف والسلالات المهمة التي أنتجت في مصر، وتميزت بلحوتانها على نسبة عالية من النشا.. كل من الصنف مبروكة الذي لم يزرع أبداً لهذا الغرض، وانتشرت زراعته كصنف مائدة، والسلالتان ٦٢، و٢٦٦ اللتان أنتجتاهما وزارة الزراعة، طمناً بلن السلالة الأخيرة تنتج حوالي ٣.٣ أطنان من النشا للقدان (عن Tawfik ١٩٧٤).

التغيرات في المحتوى الكربوهيدراتي المصاحبة لنشئ الجذور في الأفران تحدث زيادة كبيرة في تركيز السكر في جذور البطاطا لدى تعرضها للحرارة العالية، وذلك من جراء التحلل السريع للنشا المخزن بها من خلال نظام الأميليز *amylase system*؛ مما يؤدي إلى إنتاج المالتوز *maltose* (شكل ١-٣). ويتضمن هذا التفاعل إنزيمين، هما: ألفا أميليز *α-amylase* (أو *1.4-α-D-glucan glucohydrolase*)، وبيتا أميليز *β-amylase* (أو *1.4-α-D-glucan maltohydrolase*). يترتب على نشاط إنزيم ألفا أميليز إنتاج الديكستريين وكميات قليلة من السكريات المختزلة التي من أهمها المالتوز. أما نشاط إنزيم البيتا أميليز فيترتب عليه إنتاج المالتوز. ويحدث التحلل بسرعة فائقة، حيث يكون أسرع بمقدار ١٠ إلى ١٠٠ مرة من سرعة التحلل بالـ *proton catalysis* باستعمال الأحماض، إلى درجة أن جزئ واحد من البيتا أميليز يمكنه تحليل ٢٥٠٠٠٠ رابطة حلوكوسيدية في الدقيقة. وتحدد درجة الحرارة النهائية للبطاطا المشوية بكل من كميات ونوعيات السكريات التي تتواجد في الجذور الطازجة، وتركيز المالتوز الذي يتكون من خلال تحلل النشا أثناء الطهي. وبينما يكون المالتوز أقل حلاوة من السكريات المتواجدة أصلاً، فإن إنتاجه بكميات كبيرة يكسب البطاطا طعمها الحلو، كما يعد المالتوز هو السكر المفضل للبطاطا في اختبارات التذوق (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).

إن كمية المالتوز التي تتكون في جذور البطاطا أثناء شيها تتوقف على درجة حرارة الشئ. وأنسب مجال حراري لنشاط الإنزيمين المسئولين عن إطلاق المالتوز هو ٧٠ - ٧٥ °م للألفا أميليز، و ٥٠ - ٥٥ °م للبيتا أميليز، وتلك حرارة أعلى بكثير مما يكفي لوقف نشاط معظم الإنزيمات النباتية. هذا .. ويزداد محتوى السكر الكلي في جذور البطاطا أثناء شيها. ونظراً لأن حرارة سطح الجذور الكاملة تكون دائماً أعلى من حرارة المركز؛ لذا فإن كلاً من التحلل الإنزيمي وتوقف النشاط الإنزيمي يبدآن من الخارج ويتقدمان نحو المركز. ويزداد التركيز النهائي للمالتوز إذا وضعت الجذور في فرن بارد ثم أشعل الفرن لترتفع حرارة الجذور ببطء، عما لو وضعت في فرن ساخن مباشرة، حيث ترتفع فيه حرارة الجذور عن ٨٠ °م في خلال فترة وجيزة لا تسمح باستمرار التحلل الإنزيمي إلى حين إنتاج تركيز مقبول من المالتوز. ويحدث الشئ ذاته عند استعمال أفران الميكروويف في شئ البطاطا حيث يحدث التسخين فيها بسرعة شديدة وفي كل أنسجة الجذر في وقت واحد، مما يؤدي إلى انخفاض مستوى المالتوز الناتج بشدة.



شكل (١-٣): تأثير درجة الحرارة على التغيرات في مستوى مختلف السكريات في صنف البطاطا جول Jewel: (أ) - أثناء الشوي في الفرن، (ب) - أثناء الشوي في الفرن بعد سبق تعرضها للميكروويف لمدة دقيقتين (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).

ونظراً لأن أصناف البطاطا تتباين في كل من محتوى جذورها الطازجة من السكريات وفي شدة نشاط ما بها من إنزيم البيتا أميليز المسنول عن تحليل النشا، فإنه يمكن توقع وجود أربع مجموعات من الأصناف، كما يلي:

- ١- أصناف فقيرة في السكريات وضعيفة في تحليل النشا.
- ٢- أصناف فقيرة في السكريات ونشطة في تحليل السكر.
- ٣- أصناف فقيرة في السكريات وضعيفة في تحليل النشا.

٤ - أصناف فقيرة في السكريات ونشطة في تحلل النشا.

وتعتبر أصناف المجموعة الأخيرة أكثرها حلاوة بعد الطهي (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).

المحتوى البروتيني للجذور

تختلف أصناف وسلالات البطاطا كثيرًا في محتواها من البروتين. وفيما يلي أمثلة لمدى التباين الذي وجد بين الأصناف في بعض الدراسات:

١ - تراوحت نسبة البروتين (على أساس الوزن الجاف) في ٩٩ صنف من البطاطا من ١,٧٣٪ في الصنف NC 235 إلى ٩,١٤٪ في الصنف بورتوريكو Puerto Rico. وتبين من تحليل الأحماض الأمينية وجود نقص واضح في الحامض الأميني تريبتوفان 'tryptophan' والأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت، إلا أن الأحماض الأمينية الضرورية الأخرى كانت موجودة بوفرة (Purcell وآخرون ١٩٧٢).

٢ - تراوحت نسبة البروتين (على أساس الوزن الرطب) في ٧٥ صنفًا وسلالة تربية اختبرت في مصر من ٠,٤٥٪ إلى ١,٠٦٪ وقد تراوحت النسبة من ٠,٦١٪ - ٠,٧٨٪ في الصنف ١٧ - ٨ (منجاولي)، ومن ٠,٤٨ - ٠,٦٨٪ في الصنف مبروكة (Tawfik ١٩٧٤).

٣ - تراوحت نسبة البروتين (على أساس الوزن الجاف) في ١٦ صنفًا وسلالة من ٤,١٧٪ - ٦,٥١٪. ووجد أن نسبة البروتين تقل بمقدار ٠,٠٠٦٧٪ يوميًا، إلا أن معدل الزيادة في المحصول كان ثلاثة أمثال معدل النقص في نسبة البروتين، وهو ما يدل على أن الحصاد المبكر بغرض زيادة نسبة البروتين ليس إجراء عمليًا، أو اقتصاديًا (Purcell وآخرون ١٩٧٦).

محتوى الكاروتين بالجذور

تتباين أصناف وسلالات البطاطا كثيرًا في محتواها من الكاروتين، ففي دراسة أجريت على ٧٥ صنفًا وسلالة في مصر... تراوحت النسبة (على أساس الوزن الرطب) من آثار إلى ١,٢٧ ملليجرام/جم في الأصناف النشوية البيضاء، ومن ٥,٥٢ إلى ١٥,١٤ ملليجرام/جم في أصناف المائدة الصفراء والبرتقالية. ويقدر محتوى الكاروتين (بالمليجرام لكل جرام من

الجنور الطازجة) بنحو ٠.٢٥ في الصنف الإسكندرائي، و٦.٠ في الصنف بورتو ريكو، و١٢.٠ في الصنف جولدرش Goldrush، و١٧.٠ في الصنف سينتينيال Centennial، و٢١.٣٧ في السلالة المنتخبة محلياً ١-١. ويشكل البيتا كاروتين أكثر من ٨٥٪ من الكاروتينات الكلية التي تضم كلاً من: الفيتوين phytoene، والفيتوفلويين Phytofluene، والزيتا كاروتين.

كما تراوح محتوى جنور البطاطا لعدد من الأصناف ذات اللب البرتقالي في هاواي بين ٣.٦، و١٣.١ جم/١٠٠ جم للبيتا كاروتين، وبين ٠.٣، و١.٥ جم/١٠٠ جم للكلفا كاروتين، كما تراوح محتوى الألياف بين ٢.٠١، و٣.٨٧ جم/١٠٠ جم (Huang وآخرون ١٩٩٩).

هذا .. وتختلف نسبة الكاروتين من جنر لآخر على التباين نفسه بمقدار ٤٧٪ إلى ٨٢٪، كما تختلف في أجزاء الجذر المختلفة؛ فهي تكون أعلى ما يمكن في الطرف القاعدي (المتصل بالنبات)، وتقل باتجاه الطرف الآخر، وتزيد في المركز عنه في الأجزاء الخارجية للجذر (عن Tawfik ١٩٧٤).

ويرتبط محتوى الجنور من الكاروتين بعدد من الصفات الأخرى. والارتباط إيجابي، ويقدر بنحو ٠.٥٧ مع نسبة الرطوبة، و٠.٦٥ مع نسبة السكريات الكلية بالجنور. كما يوجد ارتباط سلبي يقدر بنحو -٠.٦٩ بين محتوى الجنور من الكاروتين ونسبة النشا بها. هذا.. بينما لم يظهر ارتباط بين محتوى الجنور من الكاروتين، وأى من نسبة البروتين، أو نسبة الألياف، أو نسبة الرماد بها (Stino وآخرون ١٩٧٧).

وقد ثبت من تجارب التطعيم التي أجراها Miller & Gaafar عام ١٩٥٨ (عن مرسى وآخرين ١٩٦٠) أن الكاروتين يصنع في الجنور. ويبدو أن تمثيل الكاروتين في الجنور يستمر لمدة بعد الحصاد، وتختلف الأصناف في هذا الشأن.

محتوى أوراق البطاطا من الفيتامينات

تحتوى أوراق البطاطا على فيتامينات C، E، وK، وبيتا كاروتين. هذا .. ولا يقل كثيراً تكرار حصاد الأوراق من محتواها من تلك الفيتامينات (Yoshimoto وآخرون ٢٠١١).

الجزر

يزرع الجزر لأجل السوق الجنينية السفلى Hypocotyl، والجزء العلوى المتضخم من الجذر. ويستعمل هذا الجزء (الذى يسمى مجازاً باسم الجذر) طازجاً، ومطهياً، وفى عمل الحساء، والمخللات، والمرببات.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجذور الطازجة على المكونات الغذائية التالية: ٨٨,٢ جم رطوبة، و ٤٢ سعراً حرارياً، و ١,١ جم بروتيناً، و ٠,٢ جم دهوناً، و ٩,٧ جم مواد كربوهيدراتية، و ١,٠ جم أليافاً، و ٠,٨ جم رماداً، و ٣٧ مجم كالسيوم، و ٣٦ مجم فوسفوراً، و ٠,٧ مجم حديدًا، و ٤٧ مجم صوديوم، و ٣٤١ مجم بوتاسيوم، و ٣٣ مجم مغنيسيوم، و ١١٠٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٦ مجم ثيامين، و ٠,٠٥ مجم ريبوفلافين، و ٠,٦ مجم نياسين، و ٨ مجم حامض الأسكوربيك. ويتضح من ذلك أن الجزر من الخضار الغالية جدًا بفيتامين أ، والنياسين، كما يعد متوسطاً فى محتواه من كل من المواد الكربوهيدراتية والكالسيوم، وهو يعد الفرد العادى (فى الولايات المتحدة) بنحو ١٤٪ من احتياجاته اليومية من فيتامين أ. ويحتوى الجزر فى المتوسط على ٩٠ جزءاً فى المليون من الصبغات الكاروتينية، يوجد نحو ٢٠٪ منها على صورة ألفا كاروتين، و ٥٠٪ على صورة بيتا كاروتين، وصفر - ٢٠٪ منها على صورة زيتا كاروتين، وصفر - ٢٠٪ منها على صورة ليكوبين، وصفر - ١٠٪ منها على صورة جاما كاروتين.

وتختلف أصناف الجزر كثيراً فى محتواها من فيتامين أ، حيث يتراوح المدى من ٢٢٠٠ - ٤٧٠٠ وحدة دولية/١٠٠ جم من الجذور الطازجة (أو حوالى ١٣٠٠ - ٢٨٠٠ ميكروجرام كاروتين/١٠٠ جم). ويحتوى الصنف إمبراتور Emperor - وهو أحد الأصناف المهمة التى تستهلك طازجة - على ١١٠٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ/١٠٠ جم، ويزيد محتواه من الفيتامين إذا ترك دون حصاد، بعد وصوله إلى طور النضج المناسب للاستهلاك. ويعد الصنفان: شانتناى Chantenay، ودانفرز Danvers من أصناف التصنيع الرئيسية، إلا أنهما يستعملان طازجين أيضاً، ويختلف محتواهما من فيتامين أ كثيراً حسب مرحلة النضج المناسبة لأى من طريقتى الاستعمال كما يلى (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

فيتامين أ (وحدة دولية/١٠٠ جم) في مرحلة النضج المناسبة		
الصف	للاستهلاك الطازج	للتصنيع
شانتاي	٧٠٠٠	١٧٠٠٠
دانفرز	١٢٠٠٠	٣٨٠٠٠

وتحتوى بعض الأصناف الحديثة من الجزر على ٢-٤ أضعاف محتوى الأصناف العادية من الكاروتين، ومن أمثلتها: Beta III ، Ingot.

ولقد أمكن التعرف على أربعة كاروتينات رئيسية في جذور الجزر، وحددت كمياتها بـ HPLC، ووجد أن طرز الجزر عالية الكاروتين تحتوى على أعلى تركيز من الكاروتينات الكلية. وبإستثناء الطرز البيضاء، فإن كل أصناف الجزر تُعد مصدرًا هامًا وجوهريًا للكاروتينات. وأظهر التقييم الجسنى تفضيل الطرز عالية الكاروتين والطرز البيضاء على كل من الطرز الصفراء والحمراء والقرمزية في كل من اختبارى التقييم التى لا يُرى فيها لون العينات للمقيمين (blind) وتلك التى يُرى فيها لون العينات (nonblind). هذا .. إلا أن كل طرز الجزر كفت مقبولة من قبل المقيمين (Surles وآخرون ٢٠٠٤).

وتحتوى جذور الطرز الحمراء من الجزر على الليكوبين بالإضافة إلى كل من الألفا والبيتاكاروتين. وبينما يحتفظ البيتاكاروتين بوضعيته في تكوين فيتامين أ، فإن التيسر البيولوجى لليكوبين في الجزر يُعد أقل نسبيًا مما فى الطماطم (Mills وآخرون ٢٠٠٧).

القلقاس

يزرع القلقاس فى مصر لأجل كورماته التى تؤكل بعد طهيها، ولكنه يستعمل فى المناطق الاستوائية لأغراض أخرى شتى، مثل: استخدامه طازجًا فى السلطات، ويطهى الأوراق الصغيرة، واستعمال البراعم الصغيرة النابتة قبل تفتح أوراقها، كما يستخرج النشا من الكورمات. وفى كثير من المناطق الاستوائية تكتطف أوراق القلقاس الحديثة وتؤكل مثل السببخ (Sankat وآخرون ١٩٩٥). يبدأ حصاد الأوراق الحديثة بعد ٥٠ يومًا من الزراعة، ويستمر كل ١٤ يومًا لمدة ثلاثة شهور، ثم يتوقف الحصاد لمدة شهرين، لبدأ بعد ذلك ويستمر كل ٢١ يومًا حتى نهاية موسم النمو. يبلغ محصول الأوراق التى يتم حصادها بهذه الطريقة حوالى ١٤ طنًا للفدان (Zarate وآخرون ١٩٩٧). ولمزيد من التفصيل عن استعمالات القلقاس .. يراجع Kay (١٩٧٣).

تخزن المواد الكربوهيدراتية في كورمات القلقاس على صورة نشأ، وجلوكوز، وفراكتوز، وسكروز، علماً بأن أكثر الصور تواجداً للنشأ، وأقلها الجلوكوز (Fasidi ١٩٩٤). وتزيد نسبة النشأ في كورمات القلقاس عما في جذور البطاطا، أو درنات البطاطس، وتتساوى نسبة البروتين تقريباً في كل من القلقاس والبطاطس.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للاستهلاك من كورمات القلقاس على المكونات الغذائية التالية: ٧٣ جم رطوبة، و ٩٨ سعراً حرارياً، ١,٩ جم بروتيناً، و ٠,٢ جم دهوناً، و ٢٣,٧ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٨ جم أليافاً، و ١,٢ جم رماداً، و ٢٨ مجم كالسيوم، و ٦١ مجم فوسفوراً، و ١ مجم حديد، و ٧ مجم صوديوم، و ٥١٤ مجم بوتاسيوم، و ٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,١٣ مجم ثيامين، و ٠,٠٤ مجم ريبوفلافين، و ١,١ مجم نياسين، و ٤ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). يتضح مما تقدم أن القلقاس من الخضر الغنية جداً بالمواد الكربوهيدراتية والنياسين، كما يحتوى على كميات متوسطة من الكالسيوم، والفوسفور والحديد.

وتزداد نسبة المادة الجافة في كورمات القلقاس من الطرف القمى نحو الطرف القاعدى، ومن وسط الكورمة نحو خارجها. ويتمثل توزيع النشأ مع توزيع المادة الجافة، بينما يكون توزيع النيتروجين والفوسفور بها على عكس المادة الجافة (عن مرسى والمريع ١٩٦٠).

بنجر المائدة

يُزرع بنجر المائدة لأجل جذوره التي تؤكل مسلوقة، وتستعمل في إكساب المخلات لوناً أحمر جذاباً. يحتوى كل ١٠٠ جم من جذور البنجر على المكونات الغذائية التالية: ٨٧,٣ جم رطوبة، و ٤٣ سعراً حرارياً، و ١,٦ جم بروتيناً، و ٠,١ جم دهوناً، و ٩,٩ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٨ جم أليافاً، و ١,١ جم رماداً، و ١٦ مجم كالسيوم، و ٣٣ مجم فوسفوراً، و ٠,٧ مجم حديد، و ٦٠ مجم صوديوم، و ٣٣٥ مجم بوتاسيوم، و ٢٥ مجم مغنيسيوم، و ٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٣ مجم ثيامين، و ٠,٠٥ مجم ريبوفلافين، و ٠,٤ مجم نياسين، و ١٠ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). مما تقدم .. يتضح أن البنجر يعد من الخضر الغنية جداً بالنياسين، والمتوسطة في محتواها من المواد الكربوهيدراتية، ولكنه يعد فقيراً في محتواه من العناصر الغذائية الأخرى.

كذلك يحتوى البنجر (مقارنة بالخضروات الأخرى، مثل: الجزر، والفاصوليا الخضراء، والقمبيط، والأسبرجس، والخيار، والبانجان، والفلفل، والبسلة الخضراء، والكوسة، والبطاطا) على تركيزات عالية نسبياً من حامض الفوليك (فيتامين ب، B₉) الحر والمرتبطة سواء أكان البنجر طازجاً أم مطهياً. وقد تراوحت تقديرات الحامض (على أساس الوزن الطازج) بين ٣٢.٤، و٨٨.٧ ميكروجرام/١٠٠ جم فى صورته الحرة، وبين ٥٢، و١١٨ ميكروجرام/١٠٠ جم بالنسبة لمحتواه الكلى. وبذا .. فإن بنجر المائدة يعد من أهم محاصيل الخضار كمصدر لهذا الحامض الذى يعتبر واحداً من العشرة فيتامينات الرئيسية التى يحتاجها الإنسان فى غذائه (Wang & Goldman ١٩٩٦، و١٩٩٧).

ويزيد تركيز حامض الفوليك الحر فى النموات الورقية عما فى الجذور، كما يزداد تركيز الحامض بزيادة عمر النباتات من ٦٠ إلى ١٠٠ يوم بعد الزراعة، وقد كانت تلك الزيادة خطية فى الجذور، بينما كانت الزيادة فى الأوراق حادة بين اليوم الستين واليوم الثمانين بعد الزراعة، ثم انخفضت بشدة بعد ذلك فى اليوم المائة (Wang & Goldman ١٩٩٧ ب).

كذلك يستعمل البنجر كمصدر طبيعى للصبغات الأنثوسيانينية الحمراء.

الطرطوفة

يحتوى كل ١٠٠ جم من درنات الطرطوفة على المكونات الغذائية التالية: ٧٩.٨ جم رطوبة، و٢.٣ جم بروتين، و٠.١ جم دهون، و١٦.٧ جم مواد كربوهيدراتية، و٠.٨ جم ألياف، و١.١ جم رماد، و١٤ جم كالسيوم، و٧٨ جم فوسفور، و٣.٤ جم حديد، و٢٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٢ جم ثيامين، و٠.٠٦ جم ريبوفلافين، و١.٣ جم نياسين، و٤ جم حامض الأسكوربيك. يتضح من ذلك أن الطرطوفة من الخضار الغنية - نسبياً - بالحديد، والفوسفور، والثيامين، والنياسين. وتوجد معظم المواد الكربوهيدراتية فى درنات الطرطوفة الحديثة الحصاد على صورة إنولين inulin، يتحول بالتدريج إلى سكر أثناء التخزين، لذا .. فإن عدد السعرات الحرارية التى توجد بكل ١٠٠ جم من الدرنات يتراوح من ٧ سعرات - فى الدرنات الحديثة الحصاد - إلى ٧٥ سعراً حرارياً بعد التخزين لفترة طويلة (Watt & Merrill ١٩٦٣).

وتعتبر الطرطوفة الحديثة الحصاد غذاءً مناسباً لمرضى السكر، وذلك لأن الإنيولين - وهو الصورة الرئيسية للمواد الكربوهيدراتية المخزنة بالدرنات (حوالي ٧٥٪ منها) - عبارة عن مركب ذى وزن جزيئى صغير. يعطى عند تحلله سكر الفركتوز. كما يمكن أن تستخدم الدرنات فى تصنيع الكحول الذى ينتج بنسبة ٧٠ - ٨٠٪ من وزن الدرنات عند تخمرها (Sachs وآخرون ١٩٨١، Chekroun وآخرون ١٩٩٧).

وقد بلغ متوسط محصول الدرنات فى ست سلالات منتخبة من الطرطوفة - فى هولندا - حوالى ٥٠ طنًا للهكتار (٢١ طن للفدان)، وتراوح محتواها من الإنيولين inulin بين ١٦٪، و١٨٪، مقارنة بنحو ١٣٪ - ١٥٪ فى درنات الصنف القياسى Columbia، أى أن إنتاجها من الإنيولين بلغ حوالى ٨-٧ أطنان للهكتار (٢،٩ - ٣،٤ أطنان للفدان) مقارنة بحوالى ٦ أطنان للهكتار (٢،٥ طن للفدان) للصنف القياسى Columbia (Toxopeus وآخرون ١٩٩٤).

كذلك تستخدم الطرطوفة كغذاء للحيوانات الزراعية ومحمول علف.

وقد بلغ المحتوى البروتينى للعصير الخلوى المستخلص من نباتات الطرطوفة ٠،٧٪ طنًا للهكتار (٠،٣ طنًا للفدان)، بينما بلغ إنتاج الكحول الإيثيلى ١١٠٠٠ لترًا للهكتار (٤٦٢٠ لترًا للفدان)، وهو ما يعنى إمكان استغلال المحصول فى إنتاج المركبات البروتينية للحيوانات، وفى إنتاج الكحول (Ercoli وآخرون).

والطرطوفة مستخدما بكميات متزايدة لمحيطات نخل منما ما يلى (Parameswaran ١٩٩٤).

١ - تستعمل الدرنات والنموات الخضرية كمصدر للكحول الإيثيلى (للاستعمال فى وسائل النقل).

٢ - تستخدم بقايا التخمر كعلية حيوانية غنية بالبروتين.

٣ - يستخرج منها الإنيولين inulin ومركبات كربوهيدراتية أخرى لأجل إنتاج الليسين lysine كإضافات للعلاق.

٤ - إنتاج حامض الستريك.

- ٥- إنتاج مركبات غنية بالفراكتوز أو الفراكتوز المتبلور للاستعمال في التحلية، علماً بأن الدرنات تحتوى على ٧٥٪ - ٨٠٪ فراكتوز على أساس الوزن الجاف.
- ٦- إنتاج المركبات الصيدلانية؛ فالإينولين يدخل في تركيب عديد من المركبات إما كمادة حاملة لها، وإما مقترناً بها.
- ٧- تُستخدم التموات الهوائية والدرنات إما كمكطف طازج Fodder أو محفوظ في سلوة silage.

الخضر البصلية

البصل

استعمالات البصل ومنتجاته

يُزرع البصل لأعراض متنوعة، فقد يستعمل طازجاً كبصل أخضر، وقد تستعمل أبصاله طازجة، أو مطبوخة، أو كمخللات، أو مع الأغذية المجهزة، أو مجففة، كما يصنع منه ملح البصل وزيت البصل.

وتتوفر أصناف مختلفة تناسب الاستعمال الذى يزرع من أجله المحصول. فمثلاً: تستعمل أصناف غير حريفة لأجل الاستهلاك الطازج، تكون أبصالها - عادة - كبيرة الحجم تناسب تجهيزها على صورة حلقت. هذا .. بينما تستعمل لأجل التخليل أصناف ذات أبصال صغيرة، كما تستعمل أصناف خاصة لأجل السلطات، وأخرى لأجل إنتاج تجمعت كثيرة من الأبصال الصغيرة.

وتفضل عند تجفيف البصل الأصناف البيضاء ذات النكهة القوية، والمحتوى العالى من المادة الجافة التى تصل إلى ١٧٪ - ٢٠٪ بدلاً من النسبة العادية التى تتراوح بين ١٠٪ و ١٢٪، وكذلك الأبصال الكروية، أو الكروية الطويلة قليلاً ليسهل تشذيبها، وأن يتراوح قطرها بين ٥ سم و ٦ سم، وأن تكون ذا قدرة تخزينية عالية. ومن أهم أصناف التجفيف هوايت كريول White Creole، وسوث بورت هوايت جلوب Southport White Globe، وجرانو Grano. هذا .. ويعرف ما لا يقل عن إثني عشر نوعاً من منتجات البصل المجفف، منها: المسحوق، والمبرغل، والخشن، والمطحون، والمبشور بدرجاته المختلفة، والشرائح، والمقطع... إلخ.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من البصل المجفف على ٥ جم رطوبة، و٣٤٧ سعراً حرارياً، و١٠,١ جم بروتيناً، و١,١ جم دهوناً، و٨٠,٧ جم مواد كربوهيدراتية، و٥,٧ جم أليافاً، و٣,٢ جم رماداً، و٣٦٣ مجم كالسيوم، و٣ جم حديد، و١٢٢ مجم مغنيسيوم، و٣٤٠ مجم فوسفوراً، و٩٤٣ مجم بوتاسيوم، و٥٤ مجم صوديوم، ومليجرامين زنك، بالإضافة إلى ١٥ مجم حامض أسكوربيك.

ويُحضّر ملح البصل onion salt، وذلك بتحميل ونشر الزيوت الأساسية للبصل على مادة حاملة مناسبة، مثل الدكستروز، أو السكر، أو الملح، مع خلطهما جيداً للحصول على مخلوط متجانس. ويحتوى كل ١٠٠ جم من ملح البصل على نحو ١,٣ جم رطوبة، و٢,٥ جم بروتيناً، و٠,٣ جم دهوناً، و٢٠,٢ جم مواد كربوهيدراتية، و١,٤ جم أليافاً، و٧٥,٦ مجم رماداً يضم مختلف العناصر.

ويُحصل على زيت البصل بتقطير البصل المفروم، وتتراوح نسبته بين ٠,٠٠٢٪ و٠,٠٣٪ من البصل الطازج، ويوازي الجرام الواحد من زيت البصل - في قوته في إعطاء النكهة المميزة للبصل - ٤,٤ كجم من البصل الطازج، أو نحو ٥٠٠ جم من مسحوق البصل. ويستعمل زيت البصل في بعض الصناعات الغذائية.

ويُحصل على عصير البصل من البصل الطازج بعد تسخينه إلى حرارة ١٤٠ إلى ١٦٠ م لفترة قصيرة جداً، ثم تبريده سريعاً إلى ٤٠ م، ويلى ذلك تركيز المستخلص إلى أن يصل البصل محتواه من المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى ٧٢٪ - ٧٥٪ ليتمكن حفظه من التلف بسهولة. ويحتوى العصير على كل مكونات النكهة والطعم المميزين للبصل، يعكس زيت البصل الذى قد يُفقد منه بعض المواد الطيارة أثناء عملية التقطير. وتبلغ قوة عصير البصل - في إعطاء النكهة المميزة للبصل - ١٠ أضعاف قوة مسحوق البصل، ونحو ١٠٠ ضعف قوة البصل الطازج.

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف منتجات البصل التى تُجهّز صناعياً، وطرق تصنيعها، وخصائصها... يراجع Fenwick & Hanley (١٩٩٠ أ).

القيمة الغذائية

يوضح جدول (٣-٦) كميات العناصر الغذائية التى توجد فى ١٠٠ جم من الجزء المستخدم فى الغذاء من كل من البصل الجاف والبصل الأخضر، علماً بأن نسبة الفاقد تصل إلى حوالى ٩٪

للحراشيف، و٤٪ للجنور (Watt & Merrill ١٩٦٣، و Fenwick & Hanley ١٩٩٠ ب). ويتضح من الجدول كذلك أن بصل الرؤوس يعد متوسطاً في محتواه من المواد الكربوهيدراتية، وعنصر الكالسيوم، إلا أنه فقير في باقي العناصر الغذائية. أما البصل الأخضر، فبقيته غني في عنصر الكالسيوم، ومتوسط في محتواه من كل من المواد الكربوهيدراتية، والحديد، والثيامين، وفيتامين أ، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك (فيتامين ج)، ولكنه فقير في باقي العناصر الغذائية.

جدول (٣-٦)

كميات العناصر التي تتوفر في ١٠٠ جم من كل من البصل الجاف (بصل الرؤوس)، والبصل الأخضر

العنصر الغذائي	البصل الجاف	البصل الأخضر
الرطوبة (جم)	٨٩.١	٨٩.٤
السكريات الخمرية	٣٨	٣٦
البروتين (جم)	١.٥	١.٥
الدهون (جم)	٠.١	٠.٢
الكربوهيدرات الكلية (جم)	٨.٧	٨.٢
الألياف (جم)	٠.٦	١.٠
الرماد (جم)	٠.٦	٠.٧
الكالسيوم (مجم)	٢٧	٥١
الفوسفور (مجم)	٣٦	٣٩
الحديد (مجم)	٠.٥	١
الصوديوم (مجم)	١٠	٥
البوتاسيوم (مجم)	١٥٧	٢٣١
المغنيسيوم (مجم)	١٢	-
فيتامين أ (وحدة دولية)	آثار	٢٠٠٠
فيتامين د (مجم)	صفر	صفر
الثيامين (مجم)	٠.٣	٠.٠٦
الريبوفلافين (مجم)	٠.٠٥	٠.١١
حامض النيكوتينك (مجم)	٠.٢	٠.٥
حامض الأسكوربيك (مجم)	١٠	٢٩
فيتامين E (مجم)	آثار	-

(يتبع)

تابع جدول (٦-٣)

العنصر الغذائى	البصل الجاف	البصل الأخضر
فيتامين B ₆ (مجم)	٠,١	-
فيتامين B ₁₂ (مجم)	صفر	-
حامض الفوليك (ميكروجرام)	١٦	-
اليوتين (ميكروجرام)	٠,٩	-
حامض البانتوثنيك (مجم)	٠,١٤	-
الرتينول Retinol (ميكروجرام)	-	٢٥
الأحماض الأمينية (بالمليجرام لكل منها)		
أيزوليوسين	٢,٥	-
ليوسين	٧,٩	-
ليسين	١٠,٥	-
ميثيونين	٠,٥	-
فثيل آلانين	٨,٩	-
تيروزين	١٦,٢	-
ثريونين	١٥٤	-
تريوفان	آثار	-
فالين	٦,٥	-
أرجنين	١٤٤,٢	-
هستيدين	١١,٦	-
آلانين	٦,١	-
حامض أسيرتك + حامض جلوتامك	٣٩١	-
جليسين	-	-
برولين	٢,٨	-
سيرين	١٦,٦	-

الكاروتينات في البصل الياباني الأخضر
 بدراسة محتوى ١٢ سلالة من البصل الياباني الأخضر *Allium fistulosum* (وهو نوع
 من البصل الأخضر) وجدت بأوراقه عدة كاروتينات شملت ما يلي:

antheraxanthine	β -carotene
lutein	neoxanthin
violaxanthine	

ولم يختلف المحتوى الكاروتيني أو محتوى الكلورفيل بين السلالات (Kopsell وآخرون
 ٢٠١٠).

الثوم

يعد الثوم من الخضار القوية بالقيمة الغذائية، ولكنه لا يستهلك إلا بكميات ضئيلة؛ ولذا فإنه لا
 يعتمد عليه كمصدر لأي من العناصر الغذائية. يحتوي كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للأكل من
 الثوم على ٦١.٣ جم ماء، و١٣٧ سعراً حرارياً، و٦.٢ جم بروتين، و٠.٢ جم دهون، و٣٠.٨ جم
 مواد كربوهيدراتية، و١.٥ جم ألياف، و١.٥ جم رماد، و٢٩ ملليجرام كالسيوم، و٢٠.٢ ملليجرام
 فوسفور، و١.٥ ملليجرام حديد، و١٩ ملليجرام صوديوم، و٥٢٩ ملليجرام بوتاسيوم، و٣٦
 ملليجرام مغنيسيوم، وأثار من فيتامين أ، و٠.٢٥ ملليجرام ثيامين، و٠.٠٨ ملليجرام ريبوفلافين،
 و٠.٥ ملليجرام نياسين، و١٥ ملليجرام حامض أسكوربيك (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

ويتضح من ذلك أن الثوم غني بكل من المواد الكربوهيدراتية، والنياسين، وعنصر
 الفوسفور، كما أنه يحتوي على كميات جيدة من كل من البروتين، والكالسيوم، والحديد،
 والثيامين، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك. هذا.. وتبلغ نسبة الفاقد عند تجهيز الثوم نحو
 ١٢٪، ويتمثل ذلك في القشور الخارجية المغلفة للرأس.

ويعتبر الثوم من أكثر النباتات تحملاً للتركيزات العالية من اليود في وسط الزراعة، وبذا
 يمكنه امتصاص تركيزات عالية نسبياً من العنصر؛ ليصبح من الأغذية الغنية باليود. وقد وجد
 Pel & Schüttelkopf (١٩٩٥) أن فصوص ونباتات الثوم تحملت تركيزات من اليود وصلت

إلى ٢٠٠ ميكروجرام/جرام من التربة، حيث لم تُبدِ البادرات أى تأثير بزيادة تركيز اليود حتى ذلك المستوى بينما ضعف إنبات البذور، وتشوهات وماتت البادرات فى السبانخ، والفجل، والفاصوليا، والقمح فى تركيزات أقل من ١٠ ميكروجرام/جرام من التربة. وقد وصل تركيز العنصر فى فصوص الثوم إلى ٠,٠٢٦ ميكروجرام/جرام وزن طازج عندما كان نمو النباتات فى تربة تحتوى على اليود بتركيز ميكروجرام واحد/جرام، وازداد تركيز اليود فى الفصوص خطياً بزيادة تركيز العنصر فى التربة عن ذلك المستوى.

الخضر الورقية

الخس

يزرع الخس لأجل أوراقه التى تركل طازجة، وهو يعد أحد محاصيل السلطة Salad Crops. يحتوى كل ١٠٠ جم من أوراق الخس الرومين - وهو الأكثر شيوعاً فى الوطن العربى - على المكونات الغذائية التالية: ٩٤ جم رطوبة، و١٨ سعراً حرارياً، و١,٣ جم بروتينا، و٠,٣ جم دهوناً، و٣,٥ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٧ جم أليافاً، و٠,٩ جم رماداً، و٦٨ مجم كالسيوم، و٢٥ مجم فوسفوراً، و١,٤ مجم حديدًا، و٩ مجم صوديوم، و٢٦٤ مجم بوتاسيوم، و١١ مجم مغنيسيوم، و١٩٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,٠٥ مجم ثيامين، و٠,٠٨ مجم ريبوفلافين، و٠,٤ مجم نياسين، و١٨ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣).

مما تقدم يتضح أن الخس من محاصيل الخضر الغنية جداً بالنحاس، ويعد غنياً - نسبياً - بالكالسيوم، ومتوسطاً فى محتواه من الحديد، وفيتامين أ، والريبوفلافين.

هذا .. وتبين طرز الخس فى محتوى أوراقها من بعض العناصر الغذائية، كما يظهر فى جدول (٧-٣) الذى يتضح منه الانخفاض النسبى لطراز خس الرؤوس ذات الأوراق الغضة السهلة التقصف فى مختلف العناصر الغذائية، والارتفاع النسبى لكل من طراز الأوراق ذات المظهر الدهنى فى الحديد والبوتاسيوم، وطراز الرومين والطراز الورقى فى كل من الكالسيوم والبوتاسيوم وفيتامين أ وحامض الأسكوربيك، ويفرد طراز الرومين بارتفاع محتواه من الفوسفور. وبالمقارنة بكل من الهندباء والشيكوريا نجد أن الهندباء تفوق الخس بكل طرزه فى

الفوسفور، والبوتاسيوم، وفيتامين أ، بينما تتفوق الشيكوريا على الجميع في محتواها من جميع العناصر الغذائية.

جدول (٧-٣)

مقارنة بين طرز الخس، والهندباء، والشيكوريا الخضراء في محتواها

من بعض العناصر الغذائية (Ryder ١٩٩٩)

المعادن (مجم/١٠٠ جم وزن طازج)	فيتامين أ (وحدة دولية/١٠٠ جم)	فيتامين ب١ (مجم/١٠٠ جم)	الحصول والطراز	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	البوتاسيوم
٧	٤٧٠	١٦٦	١.٥	٢٦	٢٢	٢٢	Crisphead
٨	١٠٦٥	٢٦٠	١.٨	٢٦	٣٥	٣٥	Butterhead
٢٢	١٩٢٥	٢٧٧	١.٣	٣٥	٤٤	٤٤	Romaine
١٨	١٩٠٠	٢٦٤	١.٤	٢٥	٦٨	٦٨	Leaf
٨	٢١٤٠	٣٠٤	١.٣	٤١	٦٦	٦٦	الهندباء
٢٤	٤٠٠٠	٤٢٠	٠.٩	٤٣	٩٣	٩٣	الشيكوريا الخضراء

ورغم أن الخس يأتي ترتيبه السادس والعشرين في القيمة الغذائية بين محاصيل الخضار والفاكهة الرئيسية، إلا أن استهلاكه بكميات كبيرة - نسبياً - يقفز به إلى المركز الرابع بعد الطماطم، والبرتقال، والبطاطس من حيث الأهمية الغذائية (بالنسبة للمستهلك الأمريكي).

هذا .. وتوجد استعمالات أخرى أقل أهمية للخس. فتصنع من أوراقه سجانر خالية من النيكوتين، وتعد بذور أحد طرزها الشائعة في مصر مصدراً لزيت صالح للاستعمال، ويستخرج من اللين النباتي للنوع *L. virasa L.* أحد العقاقير المنومة (عن Ryder ١٩٨٦).

ومع اكتمال تكوين رؤوس الخس في خمسة أصناف من طراز الـ Iceberg.. كان محتواها من مختلف العناصر الغذائية، كما يلي (لكل ١٠٠ جم وزن طازج): 1.9 ± 0.5 مجم حامض أسكوربيك، و 3.4 ± 0.7 مجم بيتا كاروتين، و 4.1 ± 0.7 مجم ليوتين lutein.

و 0.17 ± 0.23 مجم سكريات مختزلة. وقد انخفض محتوى الخس من جميع تلك المكونات الغذائية مع تقدم النباتات في التكوين باستثناء السكريات المختزلة التي ازداد محتواها (Drews وآخرون ١٩٩٧).

السبانخ

تزرع السبانخ لأجل أوراقها التي تؤكل مطبوخة، أو مسلوقة، ويحتوي كل ١٠٠ جم من أوراق السبانخ على المكونات الغذائية التالية: ٩٠.٧ جم رطوبة، و ٢٦ سعراً حرارياً، و ٣.٢ جم بروتيناً، و ٠.٣ جم دهوناً، و ٤.٣ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠.٦ جم أليافاً، و ١.٥ جم رماداً، و ٩٣ مجم كالسيوم، و ٥١ مجم فوسفوراً، و ٣.١ مجم حديد، و ٧١ مجم صوديوم، و ٤٧٠ مجم بوتاسيوم، و ٨٨ مجم مغنيسيوم، و ٨١٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠.١ مجم ثيامين، و ٠.٢ مجم ريبوفلافين، و ٠.٦ مجم نياسين، و ٥١ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). وبذا يمكن اعتبار السبانخ من الخضر الغنية بفيتامينات: أ، ج (حامض الأسكوربيك)، والريبوفلافين، وعناصر الحديد والكالسيوم. إلا أن الكالسيوم الذي يوجد في السبانخ يتحد مع حامض الأوكساليك - الذي يتوفر بها أيضاً - ليكون أوكسالات الكالسيوم، وهي ملح غير ذائب، فلا يستفيد الجسم مما يتوفر في السبانخ من كالسيوم.

ولقد وجد ارتباط معنوي بين محتوى أوراق السبانخ من البيتاكاروتين ومحتواها من الكلوروفيل (Watanabe وآخرون ١٩٩٤).

وتعد السبانخ من أفضل المصادر الغذائية لفيتامين K، حيث تحتوي على المائدة البائدة لهذا الفيتامين - وهي: *phylloquinone* - بتركيز ٢٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جم وزن طازج. ومن الخضر الأخرى الغنية بهذا الفيتامين: البقدونس، والشبت، والكرنب بروكسل (Koivu وآخرون ١٩٩٩).

كما تعتبر السبانخ مصدراً جيداً لحامض الفوليك (فيتامين ب٩) (Cossins ٢٠٠٠).

وتبين أن محتوى السبانخ من البيتاكاروتين ينخفض جوهرياً عند الفجر، ثم يزداد ويبقى عالياً نسبياً حتى الغسق؛ ولذا يوصى بعدم إجراء الحصاد مبكراً في الصباح حينما يكون مستوى البيتاكاروتين منخفضاً (Oyama وآخرون ٢٠٠٠).

كما أمكن زيادة نسبة البروتين في أوراق السبانخ بزيادة مستوى التسميد الآزوتي. وقد كان ذلك مصحوباً بنقص في محتوى الأوراق من الحامض الأميني ميثيونين methionine، ومن ثم .. انخفضت نوعية البروتين؛ لأنه من الأحماض الأمينية الضرورية (Arthey ١٩٧٥).

ويستدل من دراسات Babic & Watada (١٩٩٨) أن مسحوق السبانخ المجفف (أي المجفف تحت تفريغ تتخلف مع درجة الحرارة إلى ما دون الصفر freeze-dried) يثبط نمو ثلاثة أنواع من الجنس البكتيري *Listeria*، علماً بأن بعض أنواع هذا الجنس - مثل *L. monocytogenes* - تحدث تسمماً غذائياً للإنسان عند تناوله لبعض الأطعمة المحتوية عليها، مثل: اللحوم، ومنتجات الألبان، وبعض الخضار الطازجة المصنعة جزيئاً مثل الخس المقطع والسلطات المعبأة، حيث يمكنها النمو على حرارة تقل عن ١٠°م.

البقدونس

يعرف البقدونس في العراق باسم معنوس، ويسمى في الإنجليزية Parsley وتنتمي جميع أصناف البقدونس التي تزرع لأجل أوراقها إلى النوع *Petroselinum crispum* (Mill.) Nym. Ex A. W. Hill. أما أصناف البقدونس التي تزرع لأجل جنورها - المتكرنة للفتية الشكل - التي تؤكل بعد طهيها .. فبها تتبع للأنواع النباتية *P. crispum* var. *tuberosum*.

يحتوي كل ١٠٠ جم من أوراق البقدونس على المكونات الغذائية التالية: ٨٥.١ جم رطوبة، و ٤٤ سعراً حرارياً، و ٣.٦ جم بروتيناً، و ٠.٦ جم دهوناً، و ٨.٥ جم مواد كربوهيدراتية، و ١.٥ جم أليافاً، و ٢.٢ جم رماداً، و ٢٠.٣ مجم كالسيوم، و ٦٣ مجم فوسفوراً، و ٦.٢ مجم حديد، و ٤٥ مجم صوديوم، و ٧٢٧ مجم بوتاسيوم، و ٤١ مجم مغنيسيوم، و ٨٥٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠.١٢ مجم ثيامين، و ٠.٢٦ مجم ريبوفلافين، و ١.٢ مجم نياسين، و ٢٠٠ ميكروجرام phylloquinone (بدئي فيتامين K)، و ١٧٢ مجم حامض الأسكوربيك.

يتضح من ذلك أن البقدونس من الخضار الغنية جداً بالكالسيوم، والحديد، والمغنيسيوم، وفيتامين أ، والريبوفلافين، والنياسين، وفيتامين K، وحامض الأسكوربيك، كما أنه يحتوي على كميات متوسطة من الفوسفور (Watt & Merrill ١٩٦٣).

الشيكوريا

تستعمل الشيكوريا إما طازجة في السلطة، أو تطهى أوراقها كما في بعض أصناف الأوروبية، كما تخلط جذور بعض الأصناف مع البن بعد تجفيفها وطحنها.

يحتوى كل ١٠٠ جم من أوراق الشيكوريا على المكونات الغذائية التالية: ٩٢,٨ جم رطوبة، و ٢٠ سعراً حرارياً، و ١,٨ جم بروتيناً، و ٠,٣ جم دهوناً، و ٣,٨ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٨ جم أليافاً، و ١,٣ جم رماداً، و ٨٦ جم كالسيوم، و ٤٠ جم فوسفوراً، و ٠,٩ جم حديداً، و ٤٢٠ مجم بوتاسيوم، و ٤٠٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٦ مجم ثيامين، و ٠,١ مجم ريبوفلافين، و ٠,٥ مجم نياسين، و ٢٢ مجم حامض الأسكوربيك. يتضح من ذلك أن الشيكوريا من الخضر الغنية بالكالسيوم وفيتامين أ والنياسين، وتعد متوسطة في محتواها من الريبوفلافين. هذا .. ولا تحتوى الشيكوريا وتلوف إلا على آثار من فيتامين أ.

وتعد الشيكوريا الخضراء العادية أغنى كثيراً من الشيكوريا التلوف في محتواها من مختلف العناصر الغذائية بسبب كون الأخيرة بيضاء اللون نظراً لأنها تنتج في ظروف الإظلام التام، ويتضح ذلك من المقارنة التالية (عن Ryder ١٩٩٩).

العنصر الغذائى	شيكوريا وتلوف	الشيكوريا الخضراء
الكالسيوم (مجم/١٠٠ جم)	١٦	٩٣
الفوسفور (مجم/١٠٠ جم)	٢٠	٤٣
الحديد (مجم/١٠٠ جم)	٠,٥	٠,٩
البوتاسيوم (مجم/١٠٠ جم)	١٧٧	٤٢٠
فيتامين أ (وحدة دولية/١٠٠ جم)	آثار	٤٠٠٠

تكون جذور أصناف الشيكوريا التى تستعمل كبديل للبن ذات لون أصفر ضارب إلى البنى من الخارج ولون أبيض من الداخل.

وتحتوى جذور الشيكوريا على الماء بنسبة ٧٢٪ - ٧٧٪. أما المادة الجافة فباتها تتشكل من الإينولين inulin بنسبة ٦٥٪ - ٨٥٪، وهو الذى يعطى عند تحلله ٨٥٪ - ٩٠٪ فراكتوز، و ١٠٪ - ١٥٪ جلوكوز، وتتكون غالبية المادة الجافة المتبقية من السيليلوز (٩٪)، والنترات والمعادن، والدهون، والمواد المرة وهى sesquiterpene lactones (عن Ryder ١٩٩٩).

وعلى أساس الوزن الطازج .. تحتوى جذور الشيكوريا على حوالى ١٧٪ إنبويلين، وهو عبارة عن سلسلة من جزيئات الفراكتوز تنتهى بجزئ جلوكوز. ويمكن تحليل هذا الإنبويلين ليكون مركباً يحتوى أساساً على سكر الفراكتوز. وتعتمد جدوى استعمال الشيكوريا كمصدر صناعى للسكر - كمنافس لبشر السكر، والذرة، والبطاطس - على تحسين محصول السكر؛ الأمر الذى يمكن تحقيقه أساساً بتربية أصناف جديدة تكون أعلى فى محتواها من السكر عن الأصناف المنتشرة فى الزراعة.

ويعطى Bais & Ravishankar (٢٠٠١) وصفاً لخصائص مسحوق جذور الشيكوريا المجفف الذى يستخدم كمضافات للخبز، أو كبديل له فى عمل القهوة، كما يعطى كذلك عرضاً لعدد من استعمالات أخرى للشيكوريا وطرق خاصة للتعامل معها حصلت على حقوق الملكية الفكرية، مثل: إنتاج السكر saccharose، وإسالة الجنور إنزيمياً، وإنتاج مستخلصات من الثموات الهوائية للاستعمال الطبى، والحصول على مستخلصات مضادة للسلمونيلا، وإنتاج منتجات من الإنبويلين على درجات مختلفة من البلمرة، ومنتج ذائب فى الماء يحتوى على الإنبويلين بنسبة ٤٠ - ٦٥٪، وطريقة لإنتاج وحصاد الشيكوريا بالميكنة الكاملة.

الرجلة

تعرف الرجلة فى الإنجليزية باسم Purslane، وتسمى - علمياً - باسم *Portulaca oleraceae* L. ينمو النبات برياً فى مصر فى حقول القطن والذرة.

تزرع الرجلة لأجل أوراقها وسوقها التى تطفى مثل السبانخ، يحتوى كل ١٠٠ جم من أوراق الرجلة الطازجة على المكونات الغذائية التالية: ٩٢.٥ جم رطوبة، و ٢١ سعراً حرارياً، و ١.٧ جم بروتيناً، و ٠.٤ جم دهوناً، و ٣.٨ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠.٩ جم ألياف، و ١.٦ جم رماداً، و ١.٣ مجم كالسيوم، و ٣٩ مجم فوسفوراً، و ٣.٥ مجم حديد، و ٠.٩ مجم نحاس، و ١٢٠ مجم مغنيسيوم، و ٢٥٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠.٣ مجم ثيامين، و ٠.١ مجم ريبوفلافين، و ٠.٥ مجم نياسين، و ٢٥ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). يتضح من ذلك أن الرجلة من الخضار الغنية فى الحديد، والكالسيوم، والنياسين، كما تعد متوسطة فى محتواها من فيتامين أ، وحامض الأسكوربيك.

وتحتوى الرجلة على هلام لزج شفاف عبارة عن معقد عديم التسكر يمكن استعماله فى الصناعات الغذائية (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

العينوكيا

تعرف الفينوكيا - أيضاً - باسم الشُمرة، والشُمار، وتعرف في الإنجليزية بعدة أسماء هي: Fennel، Florence Fennel، وFinchio، وSweet Anise، وتسمى - علمياً - باسم *F. officinale*، وكانت تعرف - سابقاً باسم *Foeniculum vulgare* Mill. var. *azoricum* Gaertn.

تنتشر زراعة الفينوكيا في أوروبا؛ لأجل استعمال منطقة تاج النبات المفروطة المتضخمة التي تحصد - وهي ما زالت غضة ولم تتليف بعد - وتؤكل إما طازجة، أو تطهى مع الخضر الأخرى لإكسابها نكهة مرغوبة، وهي تتميز برائحة قوية تشبه رائحة الينسون. هذا .. ويتكون معظم الجزء المستعمل في الغذاء من أعناق الأوراق المتشعبة.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء المستعمل في الغذاء على المكونات الغذائية التالية: ٩٠.٠ جم رطوبة، و٢٨ سعراً حرارياً، و٢.٨ جم بروتيناً، و٠.٤ جم دهوناً، و٥.١ جم مواد كربوهيدراتية، و٠.٥ جم أليافاً، و١.٧ جم رماداً، و١٠٠ جم كالسيوم، و٥١ جم فوسفوراً، و٢.٧ جم حديدًا، و٣٩٧ جم بوتاسيوم، و٣٥٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٣١ جم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). يتضح من ذلك أن الفينوكيا من الخضر الغنية جدًا بالكالسيوم، والغنية بفيتامين أ، كما أنها تحتوى على كميات متوسطة من الفوسفور، والحديد، وحامض الأسكوربيك.

الخضر الساقية والزهرية الخرشوف

يزرع الخرشوف لأجل نوراتهِ التي تعرف باسم chokes، وهي التي يؤكل منها التخت النورى، وقواعد القنابات المحيطة بالنورة، خاصة القنابات الداخلية. تؤكل النورات مسلوقة، أو مطبوخة، أو محشية باللحم المفروم، أو مقلية.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء الصالح للاستعمال من نورة الخرشوف على المكونات الغذائية التالية: ٨٥.٥ جم رطوبة، و٩ سعرات حرارية، و٢.٩ جم بروتيناً، و٠.٢ جم دهوناً، و١٠.٦ جم سكريات كلية، و٢.٤ جم أليافاً، و٠.٨ جم كالسيوم، و٨٨ جم فوسفوراً، و١.٣ جم حديدًا، و٤٣ جم صوديوم، و٤٣٠ جم بوتاسيوم، و١٦٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.٠٨ جم ثيامين، و٠.٠٥ جم ريبوفلافين، و١.٠٠ جم نياسين، و١٢ جم حامض الأسكوربيك

Merrill (١٩٦٣). مما تقدم. يتضح أن الخرشوف من الخضار القليلة جدًا بالنياسين، وأنه يحتوى على كميات متوسطة من الكالسيوم، والفوسفور، والحديد. وقد تبين من دراسة - أجريت في الولايات المتحدة - أن الخرشوف يحتل المركز السابع في الترتيب بين مجموعة كبيرة من الخضار والفواكه من حيث محتواها من عشرة فيتامينات ومعدن.

وتوجد معظم المواد الكربوهيدراتية في الخرشوف (١٠.٦٪ من الوزن الطازج بعد الحصاد) على صورة إنيولين inulin، وهو الذى يتحلل إلى سكر ليفيولوز levulose؛ لذا.. فإن استهلاكه لا يضر مرضى السكر. وقد ذكرت فوائد أخرى طبية للخرشوف، منها تنشيط الجهاز الهضمي والقلب، ومعالجة التأثير السام لبعض المركبات.

هذا.. وتستعمل ثورات الخرشوف الكبيرة في الاستهلاك الطازج. أما الثورات الصغيرة - وهي التي تشكل الجانب الأكبر من المحصول - فيفضل توريدها لمصانع حفظ وتعليب الخضروات، حيث تحفظ مطبوخة، أو مجمدة، أو مخللة. وتختلف نسبة الثورات الكبيرة المنتجة باختلاف الأصناف. ويقل حجم الثورات دائمًا في نهاية موسم الحصاد.

البروكولى

يسمى البروكولى في الإنجليزية Broccoli، و Sprouting cauliflower، و Italian Asparagus، كما يعرف باسم Calabrese في المملكة المتحدة، ويعرف - علميًا - باسم Brassica oleracea var. italica Plenck. عرف البروكولى منذ عهد الرومان، وربما يكون قد نشأ في منطقة آسيا الصغرى وحوض البحر الأبيض المتوسط. يزرع البروكولى لأجل ثوراته التي تؤكل - وهي في طور البراعم الزهرية - مع حواملها السمكية الفضة.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء المستعمل في الغذاء من البروكولى على المكونات الغذائية التالية: ٨٨.٢٪ رطوبة، و ٤.٤٠ جم بروتين، و ٠.٩ جم دهون، و ١.٨ جم مواد كربوهيدراتية (تتضمن ٠.١ جم نشأ، و ١.٥ جم سكريات كلية)، و ٢.٦ جم ألياف، و ٨ جم صوديوم، و ٣٧٠ مجم بوتاسيوم، و ٥٦ مجم كالسيوم، و ٢٢ مجم مغنيسيوم، و ٨٧ مجم فوسفور، و ١.٧ مجم حديد، و ٠.٠٢ مجم نحاس، و ٠.٦ مجم زنك، و ١٣٠ مجم كبريت، و ١٠٠ مجم كلورين، و ٠.٢ مجم منجنيز، و ٢ مجم يود، و ٥٧٥ ميكروجرام كلوتين، و ١.٣ مجم فيتامين هـ، و ٠.١ مجم ثيامين، و ٠.٠٦ مجم ريبوفلافين، و ٠.٩ مجم نياسين، و ٠.١٤ مجم فيتامين ب٦، و ٩٠ ميكروجرام حامض فوليك، و ٨٧ مجم حامض أسكوربيك.

يتضح من ذلك أن البروكولى من الخضر الغنية جدًا فى الكالسيوم، والريبوفلافين، والنياسين، وحامض الأسكوربيك، كما أنه من الخضر الغنية بفيتامين أ، ويحتوى على كميات متوسطة من الفوسفور والحديد.

يعتبر البروكولى مصدرًا جيدًا لكل من الكالسيوم والمغنيسيوم، وكلاهما ميسر للاستفادة منه بيولوجيًا مثلما يتيسر كالسيوم الحليب؛ هذا بينما نجد أن أغذية أخرى - مثل السبانخ - لا يتيسر محتواها من الكالسيوم بيولوجيًا - رغم ارتفاعه - بسبب احتوائها على حامض الأوكساليك الذى يمكن أن يتحد مع الكالسيوم ليكون أملاح الكالسيوم غير الميسرة بيولوجيًا. وتختلف سلالات وهجن البروكولى فى محتواها من العنصرين، وفُتَرَ متوسط المحتوى بنحو ٣٠٠ مجم/١٠٠ جم للكالسيوم، و٢٥٠ مجم/١٠٠ جم للمغنيسيوم على أساس الوزن الجاف (Farnham وآخرون ٢٠٠٠).

ويعتقد بأن البروكولى يلعب دورًا فى خفض مستوى الكوليسترول فى الدم، وذلك بسبب محتواه المرتفع نسبيًا (٠,٣٥٪) من D-glucaric acid (عن Rangavajhyala وآخرين ١٩٩٨).

الأسبرجس

يزرع الأسبرجس لأجل سيقاته الصغيرة الغضة قبل أن تتفرع، وهى التى تعرف باسم "المهاميز" spears. تكون هذه المهاميز إما بيضاء اللون بحجب الضوء عنها قبل الحصاد وبعده، وإما خضراء عندما تتعرض للضوء أثناء نموها.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الأسبرجس على المكونات الغذائية التالية: ٩١,٧ جم رطوبة، و٢٦ سعراً حراريًا، و٢,٥ جم بروتينًا، و٠,٢ جم دهونًا، و٥ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٧ جم أليافًا، و٠,٦ جم رمادًا، و٢٢ جم كالسيوم، و٦٢ جم فوسفورًا، و١ جم حديدًا، و٢ جم صوديوم، و٢٧٨ جم بوتاسيوم، و٢٠ جم مغنيسيوم، و١٥ جم نحاس، و٠,٦ جم منجنيز، و٠,٣٧ جم زنك، و٩٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,١٨ مجم ثيامين، و٠,٢ مجم ريبوفلافين، و١,٥ مجم نياسين، و٣٣ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣، Moreno-Rojas وآخرون ١٩٩٢).

هذا.. وينخفض محتوى معظم العناصر المغذية فى مهامز الأسبرجس بالاتجاه من قمة المهماز نحو قاعدته.

كذلك يعتبر الأسبرجس من أغنى الخضار في حامض الفوليك، ويكفى ١٠٠ جم منه لإمداد الإنسان بنحو ٦٠٪ من حاجته اليومية من الحامض.

وعلى الرغم من أن القيمة "الرسمية" لمحتوى الأسبرجس الأخضر من حامض الأسكوربيك تبلغ ٢٣ ملليجراماً/١٠٠ جم، فإن تقديرات أخرى عديدة تزيد كثيراً عن ذلك، حيث تتراوح بين ٤٠، و ١٠٠ مجم/١٠٠ جم. أما الأسبرجس الأبيض .. فإن محتواه من حامض الأسكوربيك يتراوح بين ١٠، و ٤٠ مجم/١٠٠ جم (عن Lipton ١٩٩٠).

يتضح مما تقدم أن الأسبرجس من الخضار الغنية بالنياسين والريبوفلافين وحامض الأسكوربيك، كما يحتوى على كميات متوسطة من الفوسفور، والحديد، وفيتامين أ.

يقل محتوى الأسبرجس الأبيض عن الأسبرجس الأخضر في كل من المركبات الفينولية المرة، والعناصر المعدنية، وحامض الأسكوربيك، والبروتين، ويزيد عنه في محتوى السكريات البسيطة، ويتساوى في محتوى الألياف.

ويستعمل الأسبرجس الأبيض والأخضر في صناعات التعليب، والتجميد، والتجفيف.

وفي صناعة التعليب - يفضل الأسبرجس الأبيض على الأخضر، كما تفضل المهاميز الكاملة على المجزأة، وخاصة المهاميز الكاملة المقشرة. وعلى الرغم من زيادة كميات الأسبرجس المطب عن المجمد فإن الأخير هو الأكثر جودة.

وقد استعملت بذور الأسبرجس كبديل للقهوة.

هذا.. ويحتوى الأسبرجس على مركب الريوتين ruin، وهو يفيد في منع نزف الدم، كما أنه مدر للبول.

كما تحتوى مهاميز الأسبرجس - كذلك - على مركب الـ asparagine aminosuccinic acid monoamide الذى يتسبب - عند تناول الأسبرجس - في رائحة الـ methyl mercaptan التى تظهر في البول (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الخضار البقولية

القيمة الغذائية لمختلف الخضار البقولية

تتضح الأهمية الغذائية لمختلف الخضار البقولية لدى مراجعة جدول (٣-٨). كما يبين جدول (٣-٩) محتوى بذور مختلف البقوليات من الأحماض الأمينية الضرورية (عن Salunkhe وآخرون ١٩٨٥).

جدول (٨-٣)

مقارنة المحتوى الغذائي لبعض البقول في كل ١٠٠ جم من البذور الجافة

البقول	البروتين (جم)	الدون (جم)	الكربوهيدرات (جم)	الكالسيوم (جم)	الحديد (جم)	الفوسفور (جم)	النحاس (جم)	المغنسيوم (جم)	البوتاسيوم (جم)	الزنك (جم)	النيكوتين (ميكروجرام)	الريبوفلافين (مجم)	الثيامين (مجم)	الكاروتين (مجم)	البيتا كاروتين (مجم)
الحمص Click pea	٢٤.٩	٢٩.١-٢٤.٩	٥.٠	١١٤	٢٨٧	١.٢	١٩٨	٢.٢	١٩.٥	٢.٢	١٨٩	٠.٣٠	٠.٣٠	٠.١٥	٢.٩
الفاصوليا الفارسية French bean	٢٩.١	٢٩.١-٢٤.٩	١.٥	٢١٠	٤١٠	٥.٨	١٩.٥	١.٠	١٩.٥	١.٠	٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.١٤	٢.٢٠
البسلة Fava	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	٢.٤	٧٥	٢٩٨	٥.١	١٢٤	٠.٩	٢٠.٤	٢.٢	٢٩	٠.١٧	٠.١٧	٠.١٩	٢.٤
الفاصوليا Faba bean	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٩	٥٧.٢	٥٧.٢	٥.١	١٢٤	٠.٩	٢٠.٤	٢.٢	٢٩	٠.١٧	٠.١٧	٠.١٩	٢.٤
اللوبيا Carpes	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٩	٧٧	٤١٤	٥.٩	١٢٤	٠.٩	٢٠.٤	٢.٢	٢٩	٠.١٧	٠.١٧	٠.١٩	٢.٤
الفاصوليا الجنية Winged bean	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٥	٢١٠	٤١٠	٥.٨	١٩.٥	١.٠	١٩.٥	١.٠	٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.١٤	٢.٢٠
الفاصوليا Horse gram	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٥	٢١٠	٤١٠	٥.٨	١٩.٥	١.٠	١٩.٥	١.٠	٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.١٤	٢.٢٠
الفاصوليا Pigeon pea	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٥	٢١٠	٤١٠	٥.٨	١٩.٥	١.٠	١٩.٥	١.٠	٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.١٤	٢.٢٠
الفاصوليا Green pea	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٥	٢١٠	٤١٠	٥.٨	١٩.٥	١.٠	١٩.٥	١.٠	٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.١٤	٢.٢٠
الأرز Black gram	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٥	٢١٠	٤١٠	٥.٨	١٩.٥	١.٠	١٩.٥	١.٠	٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.١٤	٢.٢٠
الفاصوليا Rice bean	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٥	٢١٠	٤١٠	٥.٨	١٩.٥	١.٠	١٩.٥	١.٠	٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.١٤	٢.٢٠
الفاصوليا Cluster bean	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٥	٢١٠	٤١٠	٥.٨	١٩.٥	١.٠	١٩.٥	١.٠	٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.١٤	٢.٢٠
الفاصوليا Soybean	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٥	٢١٠	٤١٠	٥.٨	١٩.٥	١.٠	١٩.٥	١.٠	٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.١٤	٢.٢٠
الفاصوليا Malt bean	٢٤.٩	٢٤.٩-٢١.٢	١.٥	٢١٠	٤١٠	٥.٨	١٩.٥	١.٠	١٩.٥	١.٠	٢٠	٠.٠٨	٠.٠٨	٠.١٤	٢.٢٠

جدول (٩-٣)

مقارنة محتوى البلوط الجافة لبعض الفول من الأحماض الأمينية (جم/١٠٠ جم)

المستبدل	الأرجينين	الفينيل آلانين	ال تريوفان	الميثيونين	إيزوليوسين	الليوسين	الفالين	الثريونين	الليسين	الفسول
Histidine	Arginine	Phenylalanine	Tryptophan	Methionine	Isoleucine	Leucine	Valine	Threonine	Lysine	
٣.٤	٥.٤	٩.٠	٠.٨	١.١	٥.٧	٦.٨	٤.٨	٣.٨	٦.٨	بسة بيجون Pigeon pea
٢.٧	١٣.٤	٤.٦	٠.٧	١.٣	٧.٤	٩.٥	٦.٥	٤.٢	٨.٩	بسة Peas
٢.٨	٩.٢	٥.٥	١.٠	١.٠	٦.٠	٨.٩	٥.٤	٣.٢	٦.٨	الفاصوليا العادية French bean
٢.٧	٥.٧	٥.٥	٠.٥	١.١	٥.٨	٧.٢	٥.٦	٣.٩	٦.٥	الأرد Black gram
٢.٧	٦.٩	٥.٣	٠.٤	١.٥	٦.٣	٧.٧	٦.٩	٣.٤	٧.٢	الفاصوليا النج Green gram
٣.١	٦.٩	٥.٧	١.٠	١.٣	٤.٩	٧.٤	٥.٢	٤.١	٦.٧	الربها Cowpea
٣.٠	٥.٤	٨.٥	٠.٦	٠.٨	٦.٧	٧.٩	٥.٤	٣.٨	٨.٣	الفاصوليا جاك Horse gram
٣.٣	٦.٧	٤.٩	١.٢	١.٢	٤.٥	٧.١	٤.٧	٤.١	٦.٣	الفاصوليا الصويا Soybean
٢.٢	٤.٥	٤.٠	٠.٦	٠.٨	٤.٥	٨.٩	٥.٧	٤.٦	٦.٧	الفاصوليا الخشنة Winged bean
٣.٥	—	٤.٦	٠.٧	١.٠	٥.١	٧.٠	٣.٣	—	٥.٦	الفاصوليا موت Moth bean
٢.٦	١٠.٥	٤.٢	١.٠	٠.٧	٤.٣	٨.٣	٣.٩	٣.٣	٦.٦	الفاصوليا الرومي Faba bean
٣.٨	٤.٦	٣.٢	١.٠	٠.٨	٣.٩	٦.٠	٤.٠	٢.٩	٧.٧	الفاصوليا الأرز Rice bean
٢.٤	٦.٧	٥.٨	١.٥	٣.٤	٦.٨	٧.٨	٧.٤	٥.٢	٧.٢	بروتين البيض Egg protein

وبينما يقل كثيراً أو ينعدم تواجد فيتامين ج في البذور الجافة لجميع البقوليات، فإنه يتوفر في البذور المستتبنة - التي تستعمل في الغذاء - بتركيزات متوسطة إلى عالية، حيث تصل إلى ١٢ مجم/١٠٠ جم في فول الصويا، وإلى ٢٠ مجم/١٠٠ جم في فاصوليا المنتج (Yamaguchi ١٩٨٣).

وبالإضافة إلى البذور والأوراق فإن جنور معظم البقوليات الجذرية تعد غنية في محتواها من البروتين، بالمقارنة بالخضار الدرنية الأخرى. فبينما تبلغ نسبة البروتين (على أساس الوزن الجاف) حوالي ٢.٥% في الكسافا، و٥% في البطاطس، و٦% في الياقوت. نجد أنها تصل إلى حوالي ٩% في كل من فاصوليا الياقوت، وفاصوليا مارما (marma bean، و *Flenminigia vestita*، و ١٠% في *Psoralea esculenta*، و ١١% في *Pueraria tuberosa*، و ١٥% في كل من فاصوليا الياقوت الأفريقية (African yam bean، و فاصوليا المنتج البرية (*Vigna vexillata*، و *V. lobatifolia*، و ١٧.٥% في *Apios americana*، و ٢٠% في الفاصوليا المجنحة (Winged bean NAS ١٩٧٩).

البسلة

تزرع البسلة إما لأجل بذورها الخضراء أو الجافة، كما تزرع أصناف قليلة منها لأجل قرونها التي تستهلك كاملة. ويبين جدول (١٠-٣) المحتوى الغذائي لبذور البسلة الخضراء والجافة في كل ١٠٠ جم من البذور (عن Watt & Merrill ١٩٦٣). ويتضح من الجدول أن البسلة الجافة من الخضار الغنية جداً بالبروتين، والمواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، والحديد، والمغنيسيوم، والريبوفلافين، والثيامين. كما أنها تعد من الخضار الغنية نسبياً بالكالسيوم، والثيامين، أما البذور الخضراء.. فإنها تعد غنية جداً بالنياسين، وغنية نسبياً بالمواد الكربوهيدراتية، والريبوفلافين، ومتوسطة في محتواها من البروتين، والفوسفور، والحديد، وفيتامين أ، والثيامين، وحامض الأسكوربيك.

جدول (٣-١٠)

المحتوى الغذائي لبذور البسلة الخضراء والبسلة الجافة في كل ١٠٠ جم من البذور

المكون الغذائي	البذور الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٧٨	١١.٧
السكريات الحارارية	٨٤	٣٤.٠
البروتين (جم)	٦.٣	٢٤.١
الدهون (جم)	٠.٤	١.٣
الكربوهيدرات الكلية (جم)	١٤.٤	٦٠.٣
الألياف (جم)	٢.٠	٤.٩
الرماد (جم)	٠.٩	٢.٦
الكالسيوم (ملليجرام)	٢٦	٦٤
الفوسفور (ملليجرام)	١١٦	٣٤٠
الحديد (ملليجرام)	١.٩	٥.١
الصوديوم (ملليجرام)	٢	٣٥
البوتاسيوم (ملليجرام)	٣١٦	١٠٠٥
المغنيسيوم (ملليجرام)	٣٥	١٨٠
النحاس (ملليجرام)	—	٠.٨٥
فيتامين أ (وحدة دولية)	٦٤٠	١٢٠
الثيامين (ملليجرام)	٠.٣٥	٠.٧٤
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠.١٤	٠.٢٩
النياسين (ملليجرام)	٢.٩	٣.٠
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٢٧	—

وتحتوى البذور الجافة على تركيزات أعلى من كل من النحاس، والزنك، والمنجنيز عما تحتويه البذور الخضراء. كما تعد البذور الناضجة أعلى من البذور الخضراء في كل من الكالسيوم، والزنك، والفوسفور الميسر للاستعمال (Periago وآخرون ١٩٩٦).

ويتراوح المحتوى البروتينى لبذور البسلة الجافة بين ٢١,٢٪، و ٣٢,٩٪ حسب الصنف، كما يبلغ محتواها من الأحماض الأمينية الضرورية (بالجرام لكل ١٦ جراماً من النيتروجين) كما يلي (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥):

lysine	: ٨,٩	الثريونين	threonine	: ٤,٢
valine	: ٦,٥	الليوسين	leucine	: ٩,٥
isoleucine	: ٧,٤	المثيونين	methionine	: ١,٣
tryptophan	: ٠,٧	الفنيل ألانين	phenylalanine	: ٤,٦
arginine	: ١٣,٤	الهستيدين	histidine	: ٢,٧

ويزداد محتوى بذور البسلة من البروتين جوهرياً بزيادة مستوى التسميد الآزوتى. وباستثناء كل من المثيونين، والسيسيتاين cystine، فإن نسبة مختلف الأحماض الأمينية فى البذور الجافة تزداد جوهرياً - كذلك - بزيادة مستوى التسميد الآزوتى (Igbasan وآخرون ١٩٩٦).

كذلك تزداد القيمة الغذائية لبروتين بذور البسلة بتقديمها فى النضج، ويقل مع النضج الأحماض الأمينية الحرة، والنيتروجين غير البروتينى.

وفى بروتين البسلة باحتياجات الشخص البالغ من الأحماض الأمينية الضرورية باستثناء الحمضين المثيونين methionine، والسيسيتين cysteine. وهى تعد غنية بالحامض الأمينى الضرورى ليسين lysine.

وعلى الرغم من أن نشاط مثبط التريسين trypsin inhibitor activity، ونشاط حامض الفيتك phytic acid activity يزدادان بزيادة البذور فى الحجم، إلا أنهما لا يؤثران فى صلاحية البذور للهضم التى تزداد بزيادة نضج البذور (Periago وآخرون ١٩٩٦)، وتختلف أصناف البسلة الحقلية (التي تؤكل بذورها الجافة) كثيراً فى مدى نشاط مثبط التريسين فى بذورها، حيث يصل التقلوت فى نشاط الإنزيم إلى نحو ٣٥٠٪ بين أقل الأصناف وأكثرها نشاطاً (Wang وآخرون ١٩٩٨).

الفاصوليا

يوضح جدول (١١-٣) المحتوى الغذائى لكل من القرون الخضراء، والصفراء الشمعية، والبذور الجافة للفاصوليا. يتضح من الجدول أن الفاصوليا الجافة من الخضار القوية جداً بالمواد الكربوهيدراتية، والبروتين، والكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والثيامين، والريبوفلافين، والنياسين. كما تعد الفاصوليا الخضراء غنية جداً بالنياسين، ومتوسطة فى محتواها من كل من

البروتين، والكالسيوم، وفيتامين أ، والثيامين، وفيتامين ج. أما الفاصوليا ذات القرون الصفراء الشمعية.. فإنها لا تختلف عن الفاصوليا الخضراء سوى في انخفاض محتواها من فيتامين أ.

جدول (١١-٣)

اغتوى الغذاء لكل من القرون الخضراء، والصفراء الشمعية، والبذور الجافة للفاصوليا

(عن Watt & Merrill ١٩٦٣)

الجزء المستعمل في الغذاء			العنصر الغذائي والوحدة
القرون الصفراء الشمعية	القرون الخضراء	البذور البيضاء الجافة	
٩١.٤	٩٠.١	١٠.٩	الرطوبة (جم)
٢٧	٣٢	٣٤٠	السكريات الحاروية
١.٧	١.٩	٢٤.٣	البروتين (جم)
٠.٢	٠.٢	١.٦	الدهون (جم)
٦.٠	٧.١	٦١.٣	الكربوهيدرات الكلية (جم)
١.٠	١.٠	٤.٣	الألياف (جم)
٠.٧	٠.٧	٣.٩	الرماد (جم)
٥٦	٥٦	١٤٤	الكالسيوم (مليجرام)
٤٣	٤٤	٤٢٥	الفوسفور (مليجرام)
٠.٨	٠.٨	٧.٨	الحديد (مليجرام)
٧	٧	١٩	الصوديوم (مليجرام)
٢٤٣	٢٤٣	١١٩٦	البوتاسيوم (مليجرام)
٢٥٠	٦٠٠	صفر	فيتامين أ (وحدة دولية)
٠.٠٨	٠.٠٨	٠.٦٥	الثيامين (مليجرام)
٠.١١	٠.١١	٠.٢٢	الريبوفلافين (مليجرام)
٠.٥	٠.٥	٢.٤	النياسين (مليجرام)
٢٠	١٩	-	حامض الأسكوربيك (مليجرام)

وتعد الفاصوليا من المصادر الجيدة في الكالسيوم، ويزيد تركيز الكالسيوم معنوياً في القرون الخضراء عما في البذور الجافة على أساس الوزن الجاف لكل منهما، كما تتباين أصناف الفاصوليا في محتوى قرونها من العنصر (Quintana وآخرون ١٩٩٩).

وإلى جانب ما تقدم .. فإن الفاصوليا الجافة تعد مصدراً جيداً لفيتاميني: حامض الفوليك folic acid، وإي E (أو التوكوفيرول tocopherols) (Robertson & Frazier ١٩٧٨). ويبلغ محتوى الفاصوليا الجافة من مختلف الأحماض الأمينية الضرورية (بالجرام لكل ١٦ جم نيتروجين)، كما يلي (عن Salunkhe وآخرون ١٩٨٥).

٣,٣ : threonine	الثريونين	٦,٨ : lysine	الليسين
٨,٩ : leucine	الليوسين	٥,٥ : valine	الفالين
١,٠ : methionine	المثيونين	٦,٠ : isoleucine	الأيزوليوسين
٥,٥ : phenylalanine	الفنيل ألانين	١,٠ : tryptophan	التربتوفان
٢,٨ : histidine	الهستيدين	٩,٢ : arginine	الأرجنين

ويعنى ذلك أن الفاصوليا تعد فقيرة نسبياً في الأحماض الأمينية الضرورية methionine، cystine، و tryptophan، ولكنها غنية بالحامض الأميني الضروري lysine، وبذا .. فإنها تعد مكملية للحبوب الصغيرة التي تعد فقيرة في هذا الحامض (Evans ١٩٧٦).

ومن أهم المركبات الفلافونية flavonoids التي توجد في قرون الفاصوليا الخضراء وبذورها، ما يلي (Rizk وآخرون ١٩٩٢، Hempel & Bohm ١٩٩٦):

kaempferol-3-rutinoside	quercetin-3-rutinoside
3-O-glucuronides	

ولم تختلف الأصناف ذات القرون الخضراء عن الأصناف ذات القرون الصفراء في محتواها من تلك المركبات الفلافونية.

الفول الرومى

يوضح جدول (٣-١٢) المحتوى الغذائى لبذور الفول سواء أكانت خضراء، أم جافة. ويتضح من الجدول أن البذور الجافة غنية جداً بالبروتين، والمواد الكربوهيدراتية، والكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والريبوفلافين، والنياسين. كما تعد بذوره الخضراء غنية جداً بالنياسين،

وغنية نسبياً بكل من: المواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، والريبوفلافين، ومتوسطة في محتواها من: البروتين، والكالسيوم، والفوسفور، والحديد، والثيامين، وحامض الأسكوربيك.

جدول (٣-١٢)

اغنىءى العءالى لكل ١٠٠ جم من بذور الفول الرومى الخضراء، والجافة

العنصر العءالى	البذور الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٧٢.٣	١١.٩
السعرات الحرارية	١٠.٥	٣٣٨
البروتين (جم)	٨.٤	٢٥.١
الدهون (جم)	٠.٤	١.٧
الكربوهيدرات الكلية (جم)	١٧.٨	٥٨.٢
الألياف (جم)	٢.٢	٦.٧
الرماد (جم)	١.١	٣.١
الكالسيوم (ملليجرام)	٢٧	١٠٢
الفوسفور (ملليجرام)	١٥٧	٣٩١
الحديد (ملليجرام)	٢.٢	٧.١
الصوديوم (ملليجرام)	٤	-
البوتاسيوم (ملليجرام)	٤٧١	-
فيتامين أ (وحدة دولية)	٢٢٠	٧٠
الثيامين (ملليجرام)	٠.٢٨	٠.٥
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠.١٢	٠.٣
النياسين (ملليجرام)	١.٦	٢.٥
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٣٠	-

للوبياء

تزرع اللوبياء لأجل استعمال القرون الخضراء والبذور الجافة، كما تستعمل البذور الخضراء أيضاً بعد اكتمال نمو القرون وقبل جفافها، وتؤكل أوراق اللوبياء والأفرع الصغيرة فى المناطق الاستوائية من أفريقيا وآسيا. وتعد اللوبياء من بين أهم الخضراوات الورقية فى عدد من الدول الأفريقية (عن Ahenkera وآخرين ١٩٩٨).

يبين جدول (١٣-٣) المحتوى الغذائي لكل من قرون اللوبيا الخضراء، وبذورها الجافة (عن Watt & Merrill ١٩٦٣)، ويتضح من الجدول أن اللوبيا الجافة من الخضر الغنية جدًا بكل من البروتين، والمواد الكربوهيدراتية، والفوسفور، والحديد، والمغنيسيوم، والثيامين، والريبوفلافين، والنياسين، كما تعد من الخضر الغنية بالكالسيوم. أما اللوبيا الخضراء.. فهي من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، والمتوسطة في محتواها من كل من الكالسيوم، والفوسفور، وفيتامين أ، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك. ويعتبر بروتين اللوبيا غنيًا بالحامض الأميني الضروري ليسين lysine، حيث تتراوح نسبته في البروتين من ٢٢٪ - ٣٥٪ (Steele ١٩٧٦).

جدول (١٣-٣)

المحتوى الغذائي لكل ١٠٠ جم من قرون اللوبيا الخضراء، وبذورها الجافة

العنصر الغذائي	القرون الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٨٦	١٠٠
السكريات الحاروية	٤٤	٣٤٣
البروتين (جم)	٣,٣	٢٢,٨
الدهون (جم)	٠,٣	١,٥
الكربوهيدرات الكلية (جم)	٩,٥	٦١,٧
الألياف (جم)	١,٧	٤,٤
الرماد (جم)	٠,٩	٣,٥
الكالسيوم (ملليجرام)	٦٥	٧٤
الفوسفور (ملليجرام)	٦٥	٤٢٦
الحديد (ملليجرام)	١,٠	٥,٨
الصوديوم (ملليجرام)	٤	٣٥
البوتاسيوم (ملليجرام)	٢١٥	١٠٢٤
فيتامين أ (وحدة دولية)	١٦٠٠	٣٠
الثيامين (ملليجرام)	٠,١٥	١,٠٥
الريبوفلافين (ملليجرام)	٠,١٤	٠,٢١
النياسين (ملليجرام)	١,٢٠	٢,٢
حامض الأسكوربيك (ملليجرام)	٣٣	—
المغنيسيوم (ملليجرام)	—	٢٣٠

وتتوفر الأحماض الأمينية الضرورية في بروتين اللوبيا بالتركيزات التالية (بالجرام لكل ١٠٠ جم نيتروجين) (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥):

الليسين	lysine	٦.٧ :	الثريونين	threonine	٤.١ :
الفالين	valine	٥.٢ :	الليوسين	leucine	٧.٤ :
الأيذوليوسين	isoleucine	٤.٩ :	المثيونين	methionine	١.٣ :
التريبتوفان	tryptophan	١.٠ :	الفنيل آلانين	phenylalanine	٥.٧ :
الأرجنين	arginine	٦.٩ :	الهستيدين	histidine	٣.١ :

وبهذا.. تعد اللوبيا - كما أسلفنا - غنية في الحمض الأميني ليسين، ولكنها فقيرة في الحمضين: التريبتوفان، والمثيونين.

وتجدر الإشارة إلى أن أوراق اللوبيا - التي تستخدم في الغذاء في عدد من الدول الأفريقية - تعد غنية جدًا في كل من فيتاميني أ، وج (٨٠٠٠ وحدة دولية، و ٣٧ مجم/١٠٠ جم من الأوراق الطازجة للفيتامينين على التوالي).

كما تحتوي أوراق اللوبيا على نسبة عالية من البروتين تتراوح بين ٢٩٪، و ٤٣٪ على أساس الوزن الجاف، مقارنة بنسبة بروتين في البذور تتراوح بين ٢١٪، و ٣٣٪ على أساس الوزن الجاف كذلك. ويرجع التفاوت الكبير في نسبة البروتين في الأوراق إلى اختلافها في العمر عند حصادها للتحليل (عن Nielsen وآخرين ١٩٩٤).

فول الصويا

يبين جدول (٣- ١٤) القيمة الغذائية لكل من البذور الجافة والخضراء والمستتبة لفول الصويا. يتضح من الجدول أن البذور الجافة غنية جدًا بكل العناصر الغذائية المبينة في الجدول - فيما عدا فيتامين أ، وحامض الأسكوربيك - كما يتبين أيضًا أن البذور الخضراء والمستتبة من الخضار الغنية بالبروتين، والفوسفور، والحديد، والثيامين، والريبوفلافين، والنياسين، كما تحتوي البذور الخضراء على كميات جيدة من حامض الأسكوربيك. هذا.. ويعتبر دقيق فول الصويا غذاءً جيدًا لمرضى السكر لقلته محتواه من النشا. كما يعتبر حليب فول الصويا غذاءً جيدًا للمرضعات لارتفاع قيمته الغذائية، وهو لا يترك أثرًا حامضيًا بعد تناوله.

جدول (١٤-٣)

المحتوى الغذائي لكل ١٠٠ جم من البذور الخضراء، والجافة، والمستبقة من فول الصويا

(عن Watt & Merrill ١٩٦٣)

البذور المستبقة Sprouts	البذور الجافة	البذور الخضراء	العنصر الغذائي
٨٦,٣	١٠,٠	٦٩,٢	الرطوبة (جم)
٤٦	٤٠,٣	١٣٤	السعرات الحرارية
٦,٢	٣٤,١	١٠,٩	البروتين (جم)
١,٤	١٧,٧	٥,١	الدهون (جم)
٥,٣	٣٣,٥	١٣,٢	المواد الكربوهيدرات (جم)
٠,٨	٤,٩	١,٤	الألياف (جم)
٠,٨	٤,٧	١,٦	الرمد (جم)
٤٨	٢٢٦	٦٧	الكالسيوم (ملليجرام)
٦٧	٥٥٤	٢٢٥	الفوسفور (ملليجرام)
١,٠	٨,٤	٢,٨	الحديد (ملليجرام)
—	٥	—	الصوديوم (ملليجرام)
—	٢٦٥	—	المغنيسيوم (ملليجرام)
—	١٦٧٧	—	البوتاسيوم (ملليجرام)
٨٠	٨٠	٦٩٠	فيتامين أ (وحدة دولية)
٠,٢٣	١,١٠	٠,٤٤	الثيامين (ملليجرام)
٠,٢٠	٠,٣١	٠,١٦	الريبوفلافين (ملليجرام)
٠,٨٠	٢,٢٠	١,٤	النياسين (ملليجرام)
١٣	صفر	٢٩	حامض الأسكوربيك (ملليجرام)

فاصوليا الليما

نوضح في جدول (٣-١٥) المحتوى الغذائي لكل من البذور الخضراء والجافة من فاصوليا الليما.

جدول (٣-١٥)

المحتوى الغذائي لبذور فاصوليا الليما الخضراء والجافة (عن Watt & Merrill ١٩٦٣)

المكون الغذائي	البذور الخضراء	البذور الجافة
الرطوبة (جم)	٦٧.٥	١٠.٣
السكريات الحارارية	١٢٣	٣٤٥
البروتين (جم)	٨.٤	٢٠.٤
الدهون (جم)	٠.٥	١.٦
المواد الكربوهيدرات (جم)	٢٢.١	٦٤.٠
الألياف (جم)	١.٨	٤.٣
الرماد (جم)	١.٥	٣.٧
الكالسيوم (مليجرام)	٥٢	٧٢
الفوسفور (مليجرام)	١٤٢	٣٨٥
الحديد (مليجرام)	٢.٨	٧.٨
الصوديوم (مليجرام)	٢	٤
البوتاسيوم (مليجرام)	٦٥٠	١٥٢٩
فيتامين أ (وحدة دولية)	٢٩٠	آثار
النياسين (مليجرام)	٠.٢٤	٠.٤٨
الريبوفلافين (مليجرام)	٠.١٢	٠.١٧
النياسين (مليجرام)	١.٤	١.٩
حامض الأسكوربيك (مليجرام)	٢٩	-

فاصوليا تبارى

تُعد فاصوليا تبارى *Phaseolus acutifolius* من الخضر الغنية بالبروتين والعناصر المغذية؛ فيزورها الجافة تحتوى - فى المتوسط - على ٢٤٪ بروتين، مقارنة بنسبة ٢٢,٣٪ فى بذور الفاصوليا الجافة طراز navy، و ٢٢,٥٪ فى الفاصوليا الحمراء الكلوية red kidney، و ٢٠,٩٪ فى الفاصوليا Pinto. كذلك فهي تحتوى على ١٠,٧ مجم حديد / ١٠٠ جم مقارنة بمحتوى من الحديد يبلغ ٦,٤، و ٦,٧، و ٥,٩ مجم/كجم فى كل من الفاصوليا navy، والحمراء الكلوية، و Pinto، على التوالى. وبالنسبة للعناصر الأخرى، فإن محتوى بذور فاصوليا تبارى يبلغ (بالمليجرام/كجم) ١٠٠ من البورون، و ١٨٤ من الكالسيوم، و ١,٠ من النحاس، و ١٥٣١ من البوتاسيوم، و ١٩٢ من المغنيسيوم، و ٣,٠ من المنجنيز، و ٤٥١ من الفوسفور، و ٣١١ من الكبريت، و ٤,٠ من الزنك (Bhardwaj & Hamama ٢٠٠٤).

الفاصوليا المجنحة

تعتبر جميع الأجزاء النباتية للفاصوليا المجنحة صالحة للاستهلاك الأدمى، فتؤكل الأوراق، والسيقان، والأزهار، والقرون، والبذور، والجذور المتدنة التي قد تؤكل طازجة أو مطبوخة. تتشابه البذور فى قيمتها الغذائية مع بذور فول الصويا، أما الجذور.. فهي ذات لب أبيض متماسك غير متليف، وتشبه درنات البطاطس. وينتج فقدان الواحد نحو ٤,٥ أطنان من الجذور (NAS ١٩٧٩).

يحتوى كل ١٠٠ جم من البذور الجافة على ٩ جم رطوبة، و ٤٢٠ سعراً حرارياً، و ٣١,٢ جم بروتيناً، و ١٧ جم دهوناً، و ٣٣ جم مواد كربوهيدراتية، و ٦,٦ جم أليافاً، و ٢١٠ مجم كالسيوم، و ٤١٠ مجم فوسفوراً، و ١٥,٠ مجم حديداً، و ٠,٠٨ مجم ثيامين، وهى تعد على هذا النحو من أغنى الخضر فى القيمة الغذائية.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من القرون الخضراء على ٩٢ جم رطوبة، و ٢٥ سعراً حرارياً، و ٢,١ جم بروتيناً، و ٠,٣ جم دهوناً، و ٤ جم مواد كربوهيدراتية، و ١,٧ جم أليافاً.

أما الجذور.. فيحتوى كل ١٠٠ جم منها على ٧٥ جم رطوبة، و٩١ سعراً حرارياً، و٢.٨ جم بروتيناً، و٠.٦ جم دهوناً، و٢٠ جم مواد كربوهيدراتية، و١.٥ جم أليافاً (Tindall ١٩٨٣).

فاصوليا البام الأفريقية

يزرع المحصول لأجل جذوره التي تشبه جذور البطاطا، ولكن تزيد نسبة البروتين فيها إلى ضعف النسبة في البطاطا، وعشرة أمثال النسبة التي توجد في جذور الكسافا. ويعطى النبات محصولاً جيداً كذلك من البذور الصالحة للاستهلاك، وهي جيدة الطعم، وتتراوح نسبة البروتين بها من ٢١٪ - ٢٩٪، بالمقارنة بنحو ٣٨٪ في فول الصويا. وتتساوى نسبة الحمضين الأمينيين الضروريين ليسين lysine، وميثيونين methionine في البذور مع نسبتهما في فول الصويا، فتتراوح نسبة الليسين من ٦.٨٪ - ٨.٠٢٪ في بذور فاصوليا البام الأفريقية، وتبلغ ٦.٦٪ في فول الصويا، كما تتراوح نسبة الميثيونين من ١.٠٧٪ - ١.٢٢٪ وتبلغ ١.١٪ في المحصولين على التوالي.

ويحتوى كل ١٠٠ جم من الجذور على ٦٤ جم رطوبة، و١٢٩ سعراً حرارياً، و٣.٨ جم بروتيناً، و٠.٢ جم دهوناً، و٣٠ جم مواد كربوهيدراتية، و٠.٤ جم أليافاً، و١٠ مجم كالسيوم، و٨٠ مجم فوسفوراً، بينما يحتوى كل ١٠٠ جم من البذور الجافة على ٩ جم رطوبة، و٣٥٠ سعراً حرارياً، و١٩.٢ جم بروتيناً، و١.١ جم دهوناً، و٦٧ جم مواد كربوهيدراتية، و٥.٢ جم أليافاً، و٥٥ مجم كالسيوم، و٣٩٨ مجم فوسفوراً، و٠.٦٩ مجم ثيامين.

ويعاب على البذور ضرورة نقعها في الماء لعدة ساعات، وغليها أثناء الطهي لعدة ساعات أخرى قبل أن تنضج. هذا.. وقد تستعمل الأوراق - أيضاً - بعد طهيها.

يتميز دقيق بذور فاصوليا البام الأفريقية بارتفاع محتواه من كل من البروتين (٢٠٪ - ٢٥٪) والمواد الكربوهيدراتية (٥٨٪ - ٦٣٪)، كما يحتوى بروتين الدقيق على تركيز عالٍ من الأحماض الأمينية الضرورية يبلغ ٤٩.٦٪ بدون الهستيدين، و٥٣.٨٪ بالهستيدين (Adeyeye ١٩٩٧).

الخضر الكرنبية

الخضر الكرنبية

تحتوى معظم الصليبيات (الكرنبات) على جميع الأحماض الأمينية الضرورية، وخاصة تلك التى تحتوى على الكبريت. ومقارنة الصليبيات بأفضل مصادر البروتين النباتية مثل البسلة، فإن الصليبيات تفضلها فى القيمة البيولوجية للبروتين. كذلك تعد جميع الصليبيات مصادر ممتازة للعناصر، وخاصة الكالسيوم، والحديد، والمنجنيز، والصوديوم، والبوتاسيوم، والفوسفور، علماً بأن معظم تلك العناصر تتوفر فى صورة ميسرة. وكذلك تحتوى الخضر الصليبية على كميات كبيرة من البيتا كاروتين، وحامض الأسكوربيك، والريبوفلافين، والثيامين، والنياسين (Salukhe & Desai ١٩٨٤).

تحتوى الكرنبات بمختلف أنواعها على تركيزات عالية من كل من البيتا كاروتين β -carotene والليوتين lutein، وهما من الكاروتينات الهامة للإنسان. ولقد وجد أن الصنف Toscano من الكولارد (*B. oleracea var. acephala*) كان أعلى التراكيب الوراثية المختبرة فى كل من الليوتين (١٣,٤٣ مجم/١٠٠ جم وزن طازج) والبيتا كاروتين (١٠٠ مجم/١٠٠ جم وزن طازج). كما وجد ارتباط عال بين محتوى الأوراق من الكاروتينات ومحتواها من الكلوروفيل (Kopsell وآخرون ٢٠٠٤).

الكرنب

تستعمل أوراق الكرنب فى الحشو، والتخليل كما تؤكل مطبوخة، ومسلوقة. ويحتوى كل ١٠٠ جم من أوراق الكرنب من الأصناف ذات الأوراق البيضاء الملساء على المكونات الغذائية التالية: ٩٢,٤ جم ماء، و٢٤ سعراً حرارياً، و١,٣ جم بروتيناً، و٠,٢ جم دهوناً، و٥,٤ جم مواد كربوهيدراتية، و٠,٨ جم أليافاً، و٠,٧ جم رماداً، و٤٩ مجم كالسيوم، و٢٩ مجم فوسفوراً، و٠,٤ مجم حديد، و٢٠ مجم صوديوم، و٢٣٣ مجم بوتاسيوم، و١٣٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠,٥ مجم ثيامين، و٠,٥ مجم ريبوفلافين، و٠,٣ مجم نياسين، و٤٧ مجم حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). ويتضح مما تقدم أن الكرنب من الخضر الغنية جداً بالنياسين كما أنه غنيٌ بفيتامين ج (حامض الأسكوربيك)، ومتوسطاً فى محتواه من الكالسيوم.

ويعتبر الكرنب الأحمر من النباتات الغنية بالصبغات الأنثوسيانينية، وهي من مشتقات السيانيدين cyanidin derivatives.

القنبيط

يؤكل من القنبيط القرص curd - وهو الذى يطلق عليه مجازاً اسم القرص الزهرى - ويستعمل مطبوخاً، ومسلوقاً، وفي عمل المخللات. ويحتوى كل ١٠٠ جم من الجزء المستعمل فى الغذاء من القرص على المكونات الغذائية التالية: ٩١.٠ جم رطوبة، و٢٧ سعراً حرارياً، و٢.٧ جم بروتيناً، و٠.٢ جم دهوناً، و٥.٢ جم مواد كربوهيدراتية، و١.٠ جم أليافاً، و٠.٩ جم رماداً، و٢٥ مجم كالسيوم، و٥٦ مجم فوسفوراً، و١.١ مجم حديد، و١٣ مجم صوديوم، و٥٩٥ مجم بوتاسيوم، و٢٤ مجم مغنيسيوم، و٦٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و٠.١١ مجم ثيامين، و٠.١ مجم ريبوفلافين، و٠.٧ مجم نياسين، و٧٨ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). مما تقدم .. يتضح أن القنبيط من الخضار الغنية جداً بالنياسين، والغنية بحامض الأسكوربيك (فيتامين ج) كما أنه متوسط فى محتواه من كل من الكالسيوم، والفوسفور، والحديد.

اللغت

يزرع اللغت لأجل جذوره، وأوراقه التى تستعمل فى عمل المخللات. كما أن جذوره تطهى، وقد تستعمل بعد غليها مع النبس (العسل الأسود) المخفف بالماء كما فى بعض الدول العربية. ويطلق اسم الجذر - مجازاً - على الجزء المستخدم فى الغذاء، ولكنه يتكون - نباتياً - من السوقة الجنينية السفلى، والجزء العلوى من الجذر.

يبين جدول (٣- ١٦، عن Watt & Merrill ١٩٦٣) محتوى جذور، وأوراق اللغت من العناصر الغذائية، ويتضح منه أن الجذور تعد من الخضار الغنية جداً بالنياسين، كما أنها تحتوى على كميات متوسطة من كل من الكالسيوم، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك. أما الأوراق.. فإنها غنية جداً بالكالسيوم، وفيتامين أ، والريبوفلافين، وحامض الأسكوربيك، كما أنها تحتوى على كميات متوسطة من الفوسفور، والحديد، والثيامين.

جدول (٣-١٦)

المحتوى الغذائي لكل ١٠٠ جم من جذور، وأوراق اللفت

الأوراق	الجذور	العنصر الغذائي
٩٠,٣	٩١,٥	الرطوبة (جم)
٢٨	٣٠	سعرات حرارية
٣,٠	١,٠	بروتين (جم)
٠,٣	٠,٢	دهون (جم)
٥,٠	٦,٦	كربوهيدرات كلية (جم)
٠,٨	٠,٩	ألياف (جم)
١,٤	٠,٧	رماد (جم)
٢٤٦	٣٩	كالسيوم (مجم)
٥٨	٣٠	فوسفور (مجم)
١,٨	٠,٥	حديد (مجم)
—	٤٩	صوديوم (مجم)
—	٢٦٨	بوتاسيوم (مجم)
٧٦٠٠	آثار	فيتامين أ (وحدة دولية)
٠,٢١	٠,٠٤	ثيامين (مجم)
٠,٣٩	٠,٠٧	ريبوفلافين (مجم)
٠,٨٠	٠,٦٠	نياسين (مجم)
١٣٩	٣٦	حامض الأسكوربيك (مجم)
٥٨	٢٠	مغنيسيوم (مجم)

الفجل

يزرع الفجل لأجل أوراقه، وجذوره التي تؤكل طازجة، كما تطهى جذور بعض أصنافه. ويحتوى كل ١٠٠ جم من جذور الفجل على المكونات الغذائية التالية: ٩٤,٥ جم رطوبة، و ١٧ سعراً حرارياً، و ١,٠ جم بروتيناً، و ٠,١ جم دهوناً، و ٣,٦ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٧ جم أليافاً، و ٠,٨ جم رماداً، و ٣٠ مجم كالسيوم، و ٣١ مجم فوسفوراً، و ١,٠ مجم حديد، و ١,٨ مجم صوديوم، و ٣٢٢ مجم بوتاسيوم، و ١٥ مجم مغنيسيوم، و ١٠ وحدات دولية من فيتامين أ،

و٠.٠٣ مجم ثيامين، و٠.٠٣ مجم نياسين، و٢٦ مجم من حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). يتضح مما تقدم.. أن الفجل يعد متوسطاً في محتواه من الكالسيوم، والحديد، وحامض الأسكوربيك. وتعد أوراق الفجل أغنى من جذوره في محتواها من فيتامين أ.

وتتوفر الصبغات الأنثوسيانينية في طبقة الجلد الخارجية لجذور الفجل الحمراء بتركيزات وصلت في الأصناف المبكرة إلى ٣٩.٣ - ٨٥ مجم/١٠٠ جم. أما الأصناف المتأخرة ذات الجذور الحمراء من الداخل فقد وصل تركيز الصبغات الأنثوسيانينية فيها إلى ١٢.٢ - ٥٣ مجم/١٠٠ جم من الجذور. وقد قدر إنتاج الصبغات الأنثوسيانينية بنحو ١.٣ - ١٤ كجم/هكتار (٠.٥٤ - ٥.٩ كجم/فدان)؛ بما يعنى أن إنتاج الصبغة قد يكون اقتصادياً على النطاق التجاري (Giusti وآخرون ١٩٩٨).

نبت البذور seed sprouts

إن نبت البذور الذى يعد من الخضر البيبى - والذى يمكن الحصول عليه فى سبعة أيام - لهو أغنى كثيراً فى القيمة الغذائية عن البذور ذاتها، وعن كثير من الخضر الأخرى، فضلاً عن أنها تزن عدة أضعاف وزن البذور التى تنمو منها، وتبلغ فى نبت بذور البرسيم الحجازى - على سبيل المثال - ١٠-١٤ ضعف وزن البذور ذاتها.

وللدلالة على القيمة الغذائية للنبت، يُذكر أن نبت بذور البرسيم الحجازى يحتوى على كلوروفيل أكثر مما تحتوى عليه السبانخ والكرنب والبقدونس. ويحتوى نبت بذور البرسيم الحجازى ودوار الشمس والفجل على بروتين بنسبة ٤٪، بينما تحتوى السبانخ على ٣٪ بروتين، وخس الرومين على ١.٥٪، وخس الآيس برج (الكليوتشا) على ٠.٨٪، والحليب على ٣.٣٪؛ علماً بأن جميع هذه الأغذية تحتوى على الماء بنسبة ٩٠٪. وبينما تبلغ نسبة البروتين ١٩٪ فى اللحم، و١٣٪ فى البيض، فإن نسبة البروتين تصل إلى ٢٨٪ فى نبت بذور فول الصويا، وإلى ٢٦٪ فى نبت بذور العنبر والبسلة. وفى الوقت الذى يحتوى فيه نبت فول الصويا على ضعف ما يحتويه البيض من بروتين، فإن محتواه من الدهون لا يتعدى ١٠٪ من محتوى البيض من الدهون.

أما نبت الحبوب ودوار الشمس، فلهما غنيان بالدهون. ونظراً لسرعة ترنخ الدهون فى نبت حبوب القمح فإنها يجب أن تبقى مبردة. ويحتل زيت جنين القمح الهام صحياً فى نبت الحبوب إلى الأحماض الأمينية الضرورية، وهى التى يكون ٥٠٪ منها أوميغا ٦ Omega6 ذو الأهمية الطبية البالغة. وبينما يُعد زيت بذرة دوار الشمس أحد أهم وأجود مصادر أوميغا ٦، فإن إنبات بذور دوار

الشمس إلى نبت يكون مصاحباً بتحول الأحماض الدهنية إلى صورة سهلة الهضم وقابلة للذوبان في الماء تُغنى الجسم عن مشقة تحليله، وتجعل النبت يقوام قَصيم وطعم مرغوب فيه.

ويحتوى نبت بذور الفجل على ٢٩ مجم فيتامين ج/١٠٠جم، مقارنةً بمحتوى يبلغ ملليجرام واحد لكل ١٠٠جم في الحليب، ويحتوى على ٣٩١ وحدة دولية من فيتامين أ مقارنة بـ ١٢٦ في الحليب، كما يزيد فيه محتوى الكالسيوم لنحو عشرة أضعاف محتوى الكالسيوم في البطاطس (٥١ مجم مقارنةً به مجم). وبينما تحتوى جنود الفجل على ١٠ وحدات دولية من فيتامين أ، فإن نبت بذور الفجل تحتوى على ٣٩١ وحدة دولية (Steve Meyerowitz - ٢٠٠٨ - الإنترنت <http://www.isga-sprouts.org/nutrit1.htm>).

وعندما قورن نبت بذور العدس والبروكولى والبرسيم والأمارانث والقمح والفجل والبسلة والبرسيم الحجازى من حيث جودة الطعم والقيمة الغذائية، وجد أن نبت بذور الفجل والبرسيم الحجازى والعدس كان الأفضل طعماً، ونبت البروكولى والفجل كان الأعلى محتوى في كل من الكاروتينات الكلية والبيتا كاروتين، وكذلك الأعلى في نشاط مضادات الأكسدة (Gajewski وآخرون ٢٠٠٨).

الفطريات (المشروم أو عيش الغراب)

القيمة الغذائية

يحتوى كل ١٠٠ جم من عيش الغراب العادى الطازج على المكونات الغذائية التالية:
٩٠.٤ جم رطوبة، و٢٨ سعراً حرارياً، و٢.٧ جم بروتينا، و٠.٣ جم دهوناً، و٤.٤ جم مواد كربوهيدراتية، و٠.٨ جم أليافاً، و٠.٩ جم رمذاً، و٦ مجم كالسيوم، و١١٦ مجم فوسفوراً، و٠.٨ مجم حديدًا، و١٥ مجم صوديوم، و٤١٤ مجم بوتاسيوم، وأثار من فيتامين أ، و٠.١ مجم ثيامين، و٠.٤٦ مجم ريبوفلافين، و٤.٢ مجم نياسين، و٣ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣).

ويبين جدولاً (٣-١٧)، و(٣-١٨) المحتوى الغذائى لبعض أنواع المشروم من مختلف العناصر الغذائية على أساس الوزن الطازج والجاف، على التوالى.

وبصورة عامة.. فإن المشروم يعد من الخضر المتوسطة إلى الجيدة فى المحتوى الغذائى، فهو يحتوى على الإرجوستيرول ergosterol الذى يمكن أن يتحول فى جسم

الإنسان إلى فيتامين د، وهو ذو محتوى عالٍ من المعادن والألياف، كما أنه منخفض في الدهون والسكريات الحرارية، ويحتوي على فيتامينات ب وكثير من الأحماض الأمينية بتركيزات جيدة.

جدول (٣-١٧)

محتوى بعض أنواع المشروم المزروعة من بعض المكونات الغذائية الرئيسية

(% على أساس الوزن الطازج) (عن Bahl ١٩٩٤)

النوع	الرطوبة	الرماد	البروتين	الدهون	الألياف
<i>Agaricus bisporous</i>	٨٩.٥	١.٢٥	٣.٩٤	٠.١٩	١.٠٩
<i>Lepiota sp.</i>	٩١.٠	١.٠٩	٣.٣٠	٠.١٨	٠.٨٦
<i>Pleurotus sp.</i>	٩٠.١	٠.٩٧	٢.٧٨	٠.٦٥	١.٠٨
<i>Pleurotus ostreatus</i>	٩٢.٥	—	٢.١٥	—	—
<i>Termitomyces sp.</i>	٩١.٣	٠.٨١	٤.١	٠.٢٢	١.١٣
<i>Volvariella diplasia</i>	٩٠.٤	١.١٠	٣.٩	٠.٢٥	١.٦٧
<i>Volvariella volvacea</i>	٨٨.٤	١.٤٦	٤.٩٨	٠.٧٤	١.٣٨

جدول (٣-١٨)

محتوى بعض أنواع المشروم من بعض المكونات الغذائية الرئيسية (على أساس الوزن الجاف)

(عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨)

النوع	الرطوبة (%)	البروتين (%) (4.38 x N)	الدهون (%)	المواد الكربوهيدراتية (%)	الألياف (%)	الرماد (%)	السكريات الحرارية
<i>Pleurotus flabellatus</i>	٩١	٢١.٦	١.٨	٥٧.٤	١١.٩	١٠.٧	٢٧١
<i>Pleurotus ostreatus</i>	٧٣	١٠.٥	١.٦	٨١.٨	٧.٥	٦.١	٣٦٧
<i>Agaricus campestris</i>	٨٩	٢٦.٣	١.٨	٥٩.٨	١٠.٤	١٢.٠	٣٢٨
<i>Volvariella diplasia</i>	٩٠	٢٨.٥	٢.٦	٥٧.٤	١٧.٤	١١.٥	٣٠٤
<i>Lentinus edodes</i>	٩٠	١٧.٥	٨.٠	٦٧.٥	٨.٠	٧.٠	٣٨٧

المواد الكربوهيدراتية

يقدر المحتوى الكربوهيدراتي للمشروم بنحو ٤,٢٪ من الوزن الطازج. ويعتبر الجليكوجين glycogen ونصف السيليلوز hemicellulose أهم ما يحتويه المشروم من مواد كربوهيدراتية عديدة التسكر، ويقدر محتوى الجليكوجين بنحو ٢٪ - ٤٪ من الوزن الجاف للمشروم في مرحلة الزرار button المبكرة، ترتفع إلى نحو ٥٪ - ٨٪ في الأجسام الثمرية المسطحة (flat) عند النضج. أما المواد الكربوهيدراتية الحرة التي توجد في المشروم فهي الفركتوز، والجلوكوز، والمالتيتول، والسكروز، ويعد المالتيتول - الذي يشكل نحو ١٠٪ من الوزن الجاف للمشروم - بمدى يتراوح بين ١١٪، و ١٩٪ - أهم المركبات الكربوهيدراتية ذات الوزن الجزيئي المنخفض في المشروم. هذا .. ويتعرض جزء كبير من المحتوى الكربوهيدراتي للمشروم للفقد عند تعليبه.

الألياف

يحتوي المشروم على ألياف يتكون معظمها من الشيتين chitin (وهو polymer of N-acetyl-D-glucosamine residue) الذي يوجد في الجدر الخلوية، ويشكل نحو ٠,٥٪ - ٠,٦٪ من الوزن الطازج للجسم الثمرى.

الطاقة

يحتوي المشروم على نحو ٨٥-١٢٥ كيلوجول kcal - في المتوسط - بكل ١٠٠ جم. علمًا بأن احتياجات الفرد البالغ تقدر بنحو ١٠٠٠٠ كيلوجول يوميًا، مما يجعل المشروم مناسبًا للاستعمال في أي حمية غذائية لإنقاص الوزن.

الدهون

يتراوح محتوى المشروم من الدهون بين ٠,١٪، و ٠,٣٪ على أساس الوزن الطازج. ويتميز دهن المشروم بارتفاع محتواه من الحامض الدهني الضروري: حامض اللينوليك linoleic acid، الذي يقدر بنحو ٦٣٪ - ٧٤٪ من الأحماض الدهنية الضرورية، بينما يعد الحامضين بالمك palitic واستياريك stearic أهم الأحماض الدهنية الأخرى بالمشروم.

البروتين

تتراوح القيم المنشورة عن المحتوى البروتيني للمشروم - على أساس الوزن الطازج - بين ١.٨٪، و ٥.٩٪ إلا أن القيمة المتفق عليها تقدر بنحو ٣.٧٪ بمدى يتراوح بين ٣.٥٪، و ٤.٠٪ ولعل السبب في الارتفاع غير المبرر لنسبة البروتين في الدراسات المبكرة أنها كانت تُحسب بضرب النيتروجين الكلي $\times 6.25$ ، علماً بأن جزءاً كبيراً من ذلك النيتروجين ليس بروتيناً؛ مما يستتبع خفض القيم المحسوبة للنيتروجين عن القيم المنشورة فعلاً.

كذلك فإن القيم المحسوبة للمحتوى البروتيني للمشروم - على أساس الوزن الجاف - شهدت قدراً أكبر من التباين وتضمنت قدراً أكبر من الخطأ. وقد قدرت تلك القيم - في ميسليوم أنواع مختلفة من عيش الغراب العادي - بين ٢٨٪، و ٤٥٪ (عن Manning ١٩٨٥).

وعلى الرغم من عدم تباين سلالات مختلفة من المشروم العادي *A. bisporus* في محتواها من المادة الجافة، فإنها تباينت في محتواها من البروتين بين ٢٦.٨٪، و ٤١.٢٪ على أساس الوزن الجاف (Kumar وآخرون ١٩٩١).

وبدراسة المحتوى البروتيني لثمانية أنواع شائعة من المشروم، كان أغناها النوعين: *Marasmius oreades* بمحتوى قدره ٥٢.٨٢٪ (على أساس الوزن الجاف)، و *Lepista nebularis* بمحتوى قدره ٣٩.٠٢٪ (Vetter ١٩٩٣).

ويؤكد Braaksma & Schaap (١٩٦٦) أن المحتوى البروتيني للمشروم العادي *A. bisporus* لا يتعدى ٠.٥٪ على أساس الوزن الطازج، و ٧٪ على أساس الوزن الجاف، وهو ما يساوي التقديرات التي تنتشر - عادة - عن المحتوى البروتيني للمشروم.

ويمكن القول إجمالاً أن المحتوى البروتيني للمشروم الطازج يبلغ حوالى ضعف المحتوى البروتيني لمعظم الخضار الأخرى باستثناء البقوليات، وكرنب بروكسل. وفي المقابل.. ينخفض المحتوى البروتيني للمشروم كثيراً عما في الأغذية البروتينية، مثل اللحوم

(١٤ - ٢٠)٪، والأسماك (١٥ - ٢٠)٪، والبيض (١٣)٪، والجبن (٢٥)٪، كما يقل محتواه البروتينى عما فى الخبز (٩)٪.

وعلى الرغم من أن قابلية بروتين المشروم للهضم (digestibility) عالية - حيث قدرت بين ٧١٪، و ٩٠٪ - إلا أن تلك القيم أقل مما فى اللحوم.

ولا يعد بروتين المشروم كاملاً من حيث القيمة الغذائية، حيث تقدر قيمته بأقل من ٦٠٪ من تلك المقدرة للبروتين: كازين casein.

هذا.. وتوجد اختلافات جوهريّة بين سلالات المشروم (فضلاً عن أنواعه) فى محتواها من مختلف الأحماض الأمينية. وعلى الرغم من توفر جميع الأحماض الأمينية الضرورية ببروتين المشروم، إلا أنه فقير للغاية فى الحامضين الأمينيين سيستين cysteine، ومثيونين methionine. ويتميز المشروم بارتفاع محتواه من الحامض الأمينى الضرورى ليسين lysine، الذى يقدر - فى المتوسط - بنحو ١٠٪ من البروتين.

ويعد بروتين المشروم - بصورة عامة - أقل قيمة غذائياً من بروتين اللحم نظراً لانخفاض محتواه من بعض الأحماض الأمينية الضرورية؛ فعلى الرغم من احتواء المشروم على الثريونين threonine، والفالين valine، والفنيل ألانين phenylalanine بتركيزات مماثلة لتلك التى توجد فى اللحوم، فإنه يعد أقل من اللحوم قليلاً فى كل من الأحماض الأمينية الضرورية: الأيزوليوسين isoleucine، والليوسين leucine، والليسين lysine، والهستيدين histidine. كذلك ينخفض محتوى المثيونين methionine، والميسيتين cysteine فى المشروم كثيراً عما فى بروتين اللحوم، وإن كان يتساوى فيهما مع معظم الخضار. ويعد بروتين المشروم أعلى نسبياً فى كل من الليسين والتربتوفان tryptophan عما فى بروتين الخضار الأخرى. وبذا.. يمكن اعتبار بروتين المشروم وسطاً فى قيمته الغذائية بين بروتين اللحوم وبروتين الخضروات الأخرى (جدول ٣-١٩ و ٣-٢٠).

جدول (٣-١٩)

محتوى عيش الغراب العادى *A. bisporus* من الأحماض الأمينية

(عن Bahl ١٩٩٤)

الحامض الأميني	المحتوى (جم/١٠٠ جم وزن جاف)
الآلانين alanine	٢.٤٠
الأرجينين arginine	١.٩٠
حامض الأسبارتك aspartic acid	٣.١٤
السيستين cystine	١.١٨
حامض الجلوتامك glutamic acid	٧.٠٦
الجليسين glycine	١.٢٠
الهستيدين histidine	٠.٦٤
الأيزوليوسين isoleucine	١.٢٨
الليوسين leucine	٢.١٦
الليسين lysine	١.٦٢
الميثيونين methionine	٠.٣٩
الفينيل آلانين phenylalanine	١.٥٥
البرولين proline	٢.٥٠
السيرين serine	١.٨٩
الثريونين threonine	١.٤٨
التریوفان tryptophan	٣.٩٤
التيروسين tyrosine	٠.٧٨
الفالين valine	١.٦٣

جدول (٣-٢٠)

محتوى بعض أنواع المشروم من الأحماض الأمينية الضرورية، مقارنة بروتين البيض (جم حامض أميني/١٠٠ جم من البروتين) (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

بروتين الجم	<i>L. edodes</i>	<i>V. diplasia</i>	<i>A. bisporus</i>	<i>P. flabellatus</i>	الحامض الأميني
٨,٨	٧,٩	٥,٠	٧,٥	٦,٢	Leucine
٦,٦	٤,٩	٧,٨	٤,٥	٨,٣	Isoleucine
٧,٣	٣,٧	٩,٢	٢,٥	٦,٦	Valine
١,٦	—	١,٥	٢,٠	١,٣	Tryptophan
٦,٤	٤,٣	٦,١	٩,١	٧,٥	Lysine
٥,١	٥,٩	٨,٤	٦,١	٥,٩	Threonine
٥,٨	٥,٩	٧,٠	٤,٢	٢,٨	Phenylalanine
٤,٢	٣,٩	٢,٢	٣,٨	٢,٨	Trosine
٢,٤	—	٣,٢	١,٠	١,١	Cystine
٣,١	١,٩	١,٢	٠,٩	١,٧	Methionine
٦,٥	٧,٩	٩,٣	١٢,١	٩,٥	Arginine
٢,٤	١,٩	٤,٢	٢,٧	٣,٠	histidine
					مجموع الأحماض الأمينية
٥١,٣	٣٨,٤	٥٠,١	٤٩,٦	٤٤,٢	الضرورية ما عدا الأرجينين
					والهستيدين

تشكل الأحماض الأمينية الحرة نسبة كبيرة من النيتروجين الكلى للمشروم، تقدر بنحو ١٦٪ - ١٨٪. ويشكل حامض الجلوتاميك glutamic acid - وحدة - حوالي ٢٢٪ - ٢٥٪ من نيتروجين الأحماض الأمينية الحرة، بينما يشكل البرولين proline، والألانين alanine، وحامض الأسبارتك aspartic acid، والليسين lysine، والأورنوئين ornoithine والسيرين serine معظم النسبة المتبقية (عن Manning ١٩٨٥).

وقد اقترح Eicker (١٩٩٣) التوسع في زراعة المشروم - وخاصة *Pleurotus spp.* - لتحويل الكم الهائل من المخلفات الزراعية المتاحة إلى بروتين يُسهم في تحسين الحالة الغذائية

بقارة أفريقيا. هذا .. إلا أنه يمكن القول - إجمالاً - أنه مقارنة بالمصادر البروتينية الأخرى للبروتين - فإن عيش الغراب يعد مصدرًا بروتينيًا مكلفًا جدًا، مع الأخذ في الاعتبار المحتوى البروتيني الكلى للمشروم، وقابليته للهضم، ونوعيته، الأمر الذي حدا ببعض العلماء المختصين إلى الإقرار بأن إنتاج المشروم على نطاق واسع بهدف تحسين الوضع الغذائي في أي دولة بصورة ملموسة لا يمكن أن يكون أمرًا واقعيًا.

وعلى الرغم من احتواء الغزل الفطري للمشروم على قيمة غذائية معادلة تقريبًا للقيمة الغذائية للأجسام الثمرية، فإن إنتاج الميسيليوم على نطاق واسع لتوفير بروتين رخيص لا يعد أمرًا واقعيًا كذلك، لأنه من غير المحتمل إقبال معظم الناس على استهلاك ميسيليوم المشروم كبديل للمشروم ذاته (عن Manning ١٩٨٥).

العناصر

يحتوي المشروم على تركيزات عالية من كل من البوتاسيوم، والفوسفور، والنحاس، والحديد، ولكن ينخفض محتواه من الكالسيوم. ويتواجد الفوسفور - بصورة خاصة - بتركيزات عالية في الجسم الثمري، ويتركز الحديد في الطبقة السطحية. ويمكن للمشروم مد الإنسان بجزء كبير من حاجته اليومية من هذين العنصرين، وكذلك من عنصر البوتاسيوم حيث يكفي استهلاك ٢٠٠ جم من المشروم لحصول الإنسان على حاجته اليومية من هذا العنصر.

ويتراكم النحاس في المشروم العادي بالطبقة السطحية لكل من القطنسة والخيشيم، ويمكن الحصول على أكثر من ٥٠٪ من حاجة الفرد اليومية من هذا العنصر - والتي تقدر بنحو ١.٥ - ٢ مجم - باستهلاك ١٠٠ جم من المشروم.

كذلك يمد المشروم الجسم بكميات جوهريّة من عناصر أخرى تلعب دورًا في وظائف الإنزيمات، بما في ذلك المنجنيز، والموليبدينم، والزنك بصورة خاصة (عن Manning ١٩٨٥).

وبدراسة محتوى ثمانية أنواع من المشروم من العناصر كان أعلاها محتوى من الفوسفور النوع: *Lepista nebularis* بمتوسط قدره ١٦.٧ جم/كجم وزن جاف، والنوع *Marasmius oreades* بمتوسط قدره ١٦.٩ جم/كجم، ولكن تراوح محتوى الفوسفور في معظم الأنواع بين ٦، و ٧ جم/كجم وزن جاف، كما تراوح محتواها من البوتاسيوم بين ٣٠، و ٤٠ جم/كجم، والكالسيوم بين ٠.٢، و ٠.٣ جم/كجم وزن جاف (Vetter ١٩٩٣).

ونعرض فى جداول (٢١-٣)، و(٢٢-٣)، و(٢٣-٣) محتوى بعض أنواع المشروم من مختلف العناصر.

جدول (٢١-٣)

محتوى المشروم العادى *Agaricus bisporus* من العناصر

العنصر	الكمية فى كل كيلو جرام	وزن طازج	العنصر	الكمية فى كل كيلو جرام	وزن طازج
النيتروجين	٦,٩ جم	أقل من ٥ ميكروجرام	الكوبالت	٦,٩ جم	٥,٠٢ جم
البوتاسيوم	٦,٢ جم	١٠ ميكروجرام	النيكل	٠,٠٤ جم	١٤ جم
الكالسيوم	٠,١٦ جم	٣٠ ميكروجرام	الكروم	٠,٧٥ جم	٢٢٠ ميكروجرام
المغنيسيوم	٠,٤٨ جم	١٠ ميكروجرام	السيلينيوم	٩,٤ جم	١٠ ميكروجرام
الفوسفور	٧,٨ جم	١٠ ميكروجرام	الروبيدئم	٨,٦ جم	١٣ جم
الكبريت	٩,٤ جم	١٠ ميكروجرام	الألومنيوم	٢٤ جم	١٣ جم
الحديد	٠,٨٣ جم	١٠ ميكروجرام	البورون	١٣ جم	١٣ جم
النحاس	٨,٦ جم	١٠ ميكروجرام	الزنك	١٣ جم	١٣ جم
المنجنيز	١٣ جم	١٠ ميكروجرام	الكادميوم	١٣ جم	١٣ جم
الزنك	١٣ جم	١٠ ميكروجرام	الرصاص	١٣ جم	١٣ جم
			الرماد	١٣ جم	١٣ جم

جدول (٢٢-٣)

محتوى بعض أنواع المشروم من العناصر (على أساس الوزن الجاف) (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨)

العنصر	<i>P. flabellatus</i>	<i>A. campestris</i>	<i>V. diplasia</i>	<i>L. edodes</i>
الكالسيوم (مجم/١٠٠ جم)	٢٤	٢٣	٥٨	١١٨
الفوسفور (مجم/١٠٠ جم)	١٥٥٠	١٤٢٩	١٠٤٢	٦٥٠
البوتاسيوم (مجم/١٠٠ جم)	٣٧٦٠	٤٧٦٢	٣٣٣٣	١٢٤٦
الحديد (جزء فى المليون)	١٢٤	١٨٦	١٧٧	٣٠
الزنك (جزء فى المليون)	٥٨,٦	—	—	—
النحاس (جزء فى المليون)	٢١,٩	١٢,٨	—	—

جدول (٣-٢٣)

محتوى بعض أنواع المشروم من بعض العناصر (مجم/١٠٠ جم وزن جاف) (عن Bahl ١٩٩٤)

النوع	الكالسيوم	الفوسفور	الحديد	الصوديوم	البوتاسيوم
<i>Agaricus bisporus</i>	٢٣	١٤٢٩	٠.٢	-	٤٧٦٢
<i>Lentinus edodes</i>	٣٣	١٣٤٨	١٥.٢	٨٣٧	٣٧٩٣
<i>Pleurotus ostreatus</i>	٩٨	٤٧٦	٨.٥	٦١	-
<i>Volvariella volvacea</i>	٧١	٦٧٧	١٧.١	٣٧٤	٣٤٥٥

الفيتامينات

يعد المشروم مصدرًا ممتازًا لكل من فيتامينات: الريبوفلافين riboflavin، وحمض النيكوتينك nicotinic acid (النياسين niacin)، ومصدرًا جيدًا لحمض البانتوثيك pantothenic acid. كذلك يرتفع محتوى المشروم من حمض الفوليك folic acid، كما وجد البيوتين biotin في المشروم بتركيزات قدرت بنحو ٦ ميكروجرام/١٠٠ جم وزن طازج.

ويتميز المشروم - خاصة - بارتفاع محتواه من فيتامين ب_{١٢} B₁₂، الذي قدر بنحو ٠.٣٢-٠.٦٥ ميكروجرام/جم وزن طازج؛ علمًا بأن احتياجات الفرد البالغ من هذا الفيتامين - الذي يؤدي نقصه إلى الإصابة بالأنيميا الحادة وتدهور في النخاع الشوكي - تقدر بنحو ميكروجرام واحد يوميًا، بما يعنى إمكان الحصول على أكثر من حاجة الفرد من هذا الفيتامين من ثلاثة جرامات فقط من المشروم.

وبينما يحتوى المشروم على حمض الفوليك folic acid، فإن معظم الخضروات تفتقر إلى هذا الفيتامين (عن Manning ١٩٨٥).

وتتفاوت أنواع المشروم في محتواها من حمض الأسكوربيك من مجرد آثار كما فى عيش الغراب المحلى *Pleurotus ostreatus* إلى ٨١.٩ مجم / ١٠٠ جم وزن جاف كما فى عيش

الغراب العادى *Agaricus bisporus* (جدول ٣- ٢٤)، وبذا .. يعد المشروم فقير جدًا فى محتواه من هذا الفيتامين، كما أنه لا يحتوى على أى قدر من فيتامين أ (عن Bahl ١٩٩٤).

جدول (٣- ٢٤)

محتوى بعض أنواع المشروم من بعض الفيتامينات (مجم/١٠٠ جم وزن جاف)

(عن Bahl ١٩٩٤)

النوع	النياسين	الريبوفلافين	حامض الأسكوربيك
<i>Agaricus bisporus</i>	١,١	٥,٠	٨١,٩
<i>Lentinus edodes</i>	٧,٨	٤,٠٩	٥٤,٩
<i>Pleurotus ostreatus</i>	٤,٨	٤,٧	١٠٨,٧
<i>Volvariella volvacea</i>	١,٢	٣,٣	٩١,٩

ويقدر محتوى المشروم من حامض الفوليك folic acid (بالميكروجرام لكل ١٠٠ جم وزن جاف) بنحو ١٢٢٢ ميكروجرام فى النوع *P. flabellatus*، و ٩٣٣ ميكروجرام فى النوع *A. bisporus*.

ويحتوى المشروم (*P. ostreatus* المحارى) على الإرجسترول ergosterol واثنان من إسترات الأحماض الدهنية للإرجسترول، وكذلك على الإرجسترول 4,6,8,22-tetraen-3-one (Chobot وآخرون ١٩٩٧)، علمًا بأن الإرجسترول يتحول فى جسم الإنسان إلى فيتامين د. ويعد ذلك تميزًا للمشروم على جميع محاصيل الخضر الأخرى التى تفتقر تمامًا لفيتامين د. هذا .. وقد تراوح تركيز الإرجسترول فى الأجسام الثمرية لهذا الفطر بين ٠,٠١٢٤، ٠,٤٦٩ مجم٪ على أساس الوزن الجاف، وحُصل على أعلى تركيز من الإرجسترول عندما زرع هذا الفطر على بيئة من مخلفات البن فى ضوء النهار (Trigos وآخرون ١٩٩٧)، كذلك كان تركيز الإرجسترول ٠,٤٧٧ مجم٪ فى الفطر *P. sajor-caju* عندما زرع فى البيئة ذاتها (Trigos وآخرون ١٩٩٦).

الفصل الرابع

محتوى الخضار من المركبات ذات الأهمية الطبية

لا تقتصر الأهمية الطبية للخضار على ما تحتويه من مكونات غذائية غنية في الأهمية لصحة الإنسان، مثل الفيتامينات والعناصر والبروتين والمركبات الكربوهيدراتية والدهنية (الأمر الذي تناولناه بالشرح في الفصول الثلاثة الأولى من الكتاب)، وإنما تتعدى ذلك إلى ما تحتويه من مركبات أخرى كثيرة - تعد غالبيتها من مركبات الأيض الثانوية - ويكون لها تأثير مباشر على صحة الإنسان، حيث تقيه من أمراض كثيرة وخطيرة؛ الأمر الذي نتناوله بالشرح في هذا الفصل.

علاقة محتوى الخضار من الفيتامينات والمعادن في الوقاية من الأمراض أسهنا من قبل في بيان محتوى الخضار من الفيتامينات والمعادن، وترتبط تحت هذا العنوان بين تلك المحتوى (في الخضار والفكهة) والوقاية من الأمراض، كما يتبين من جدول (٤-١).

جدول (٤-١)

الخضار والفاكهة التي تُمد من المصادر الغنية بمختلف المركبات المفيدة لصحة الإنسان (عن Kader وآخرين

(٢٠٠٧)

المكون الغذائي	المصادر الهامة	الأهمية الطبية
فيتامين C	البروكولي - الكرنب - الكتالوب - الموالخ - الجوافة - الكيوي - الخضار الورقية - الفلفل - الأناناس - البطاطس - الفراولة - الطماطم - البطيخ	مع الإستقربوط - المساعدة على التئام الجروح - المحافظة على المناعة الطبيعية للجسم
فيتامين A	الخضار داكنة الخضرة (مثل الكولارد وأوراق الفلث) - الخضار البرتقالية اللون (مثل الجزر - القرع الصلي - البطاطا) - الثمار البرتقالية اللب (مثل المشمش - الكتالوب - المانجو - النكتارين - البرتقال - البابا - الخوخ - الريمون - الأناناس) - الطماطم	تقليل أضرار الإصابة بالمشى الليلى والإجهاد المزمن والصلابة وأمراض القلب والنحة وإعطاء عظمة العين (الكثارات)
فيتامين K	الثقل - البصل الأخضر - الصليبات (الكرنب - البروكولي - كرنب بروكسل) - الخضار الورقية	تمثيل عوامل التجلط وتجنب هشاشة العظام

(يتبع)

تابع جدول (١-٤)

المكون الغذائي	المصادر الهامة	الأهمية الطبية
فيتامين E	الثقل (مثل اللوز - الكاجو - المكاداميا - البكان - الفستق - الجوز) - اللوز السكرية - الفاصوليا الجافة - الخضر الورقية الخضراء	تجنب أمراض القلب - العمل على أكسدة الدهون منخفضة الكثافة - المحافظة على الجهاز المناعي وتقليل مخاطر الإصابة بالسرطان
الألياف	معظم الخضر والفواكه الطازجة - الفاصوليا والبسلة الجافة	تقليل مخاطر الإصابة بالسرطان وأمراض القلب
حامض الفوليك	الخضر الورقية داكنة الخضرة (مثل السبانخ والخس) - البروكولي - كرنب بروكسل - البامية - الفاصوليا الجافة - البسلة الخضراء - الأسبرجس	تقليل مخاطر تشوه الأجنة والإصابة بالسرطان وأمراض القلب والجهاز العصبي
الكالسيوم	الفاصوليا الجافة والخضراء - الخضر الورقية - البامية - الطماطم - البسلة - البهاظ - البرتقال - اللوز - القرع - العسل - القنبيط - الروتاباجا	تقليل مخاطر هشاشة العظام والأسنان وضغط الدم
المغنيسيوم	السبانخ - البامية - البطاطس - اللوز - الثقل - اللوز السكرية - الكاجو	تجنب مخاطر الإصابة بهشاشة العظام ومشاكل الجهاز العصبي والأسنان والمحافظة على النظام المناعي
اليوتاسيوم	البطاطس - البطاطا - اللوز - الفاصوليا الجافة - الخضر الورقية - المشمش - البرقوق - البرتقال - الكوسة - الكتالوب	تجنب مخاطر ضغط الدم المرتفع والذبحة وتصلب الشرايين
الليكوپين	الطماطم - البطيخ - البهاظ - الجوافة الحمراء - الجريب فروت الأحمر	تجنب مخاطر الإصابة السرطانية وأمراض القلب والمحافظة على خصوبة الذكور
الألفاكاروتين	البطاطا - المشمش - القرع - العسل - الكتالوب - الفاصوليا الخضراء - فاصوليا الليما - البروكولي - كرنب بروكسل - الكرنب - الكيل - الكيوي - الخس - البسلة - السبانخ - الخوخ - المانجو - البهاظ - الكوسة - الجزر	تقليل مخاطر الأورام السرطانية
البيتاكاروتين	الكتالوب - الجزر - المشمش - البروكولي - الخس - السلق السويسري - المانجو - البرسيمون - الفلفل الأحمر - السبانخ - البطاطا	تجنب مخاطر الإصابة السرطانية

ومن الفواكه الصحية المتميزة لبعض الخضرا، ما يلي،

• الكرنب

تفيد الإندولات التي تتوفر في الكرنب في تثبيط سرطان القولون والمعدة والثدي، إلا أن كثرة تناوله قد يضر بالغدة الدرقية.

• الكرفس

يُعد الكرفس (أعناق الأوراق) من أغنى الخضرا في الألياف، فضلاً عن ارتفاع محتواه من كل من الفوسفور والمغنيسيوم والكالسيوم وحامض البكتوتنيك، وفيتامين B₆، والريبوفلافين والمنجنيز والبوتاسيوم وحامض الفوليك وفيتامينات K، و C، و A. وهو من أقل الخضرا محتوى من السعرات الحرارية، ويعتبر محتواه منها سلباً نظراً لأنه يستهلك في هضمه سعرات حرارية تزيد عما يحتويه منها.

• الذرة السكرية

تعد الذرة السكرية عالية المحتوى من البيتا كربتوزانثين beta-cryptoxanthin، وهو مركب كاروتيني (يتوفر كذلك في القرع الصلي والفلفل الأحمر) قد يقلل جوهرياً من الإصابة بسرطان الرئة، حتى ولو كان الفرد مدخنًا. وتعد الذرة السكرية غنية - كذلك - في كل من الألياف وحامض الفوليك.

• الفجل

يتميز الفجل بمحتواه العالي من الألياف والمنخفض من الدهون؛ فضلاً عن غناه في كل من البوتاسيوم وحامض الفوليك وفيتامين C والكالسيوم وفيتامين B₆ والريبوفلافين والمنجنيز والنحاس والمغنيسيوم.

• الفاصوليا الخضراء

تتميز الفاصوليا الخضراء بارتفاع محتواها من الألياف وفيتامين K، وفيتامين C، وفيتامين A، والمنجنيز.

• الخس

يحتوى الخس الرومين على كميات جيدة من فيتامينات K، و C، و A والمنجنيز وحامض الفوليك، فضلاً عن انخفاض محتواه من السعرات الحرارية (Banks ٢٠٠٨).

علاقة محتوى الخضار من مركبات الأيض الثانوية فى الوقاية من الأمراض
نتنقل الآن إلى بيان مجدول لمركبات الأيض الثانوية التى تتوفر فى الخضار والفاكهة وأهميتها فى الوقاية من الأمراض، كما يتضح فى جدول (٤ - ٢). يُعد الجدول موجزاً لبعض ما يأتى ببيانه فى هذا الفصل.

جدول (٤ - ٢)

مركبات الأيض الثانوية ذات الأهمية الطبية ومصادرها (عن Kader وآخرين ٢٠٠٧)

المركب	المصادر الهامة	الأهمية الطبية
مركبات فينولية:		
* بروأنثوسيانينات Proanthocyanins،	التفاح - العنب - الرمان	تجنب مخاطر الإصابة بالسرطان
مثل الـ tannins		
* الأنثوسيانينات anthocyanins،	الثمار الحمراء والزرقاء والقرمزية (مثل التفاح والبلوكرى)	تجنب الإصابة بأمراض القلب وبدء الإصابة السرطانية
مثل الـ: cyanidin	والبلوكرى والعنب والسكرارين	وتقليل مخاطر الإصابة بالسكر
، Delphinidin، و malavidin، و pelargonidin، و peonidin، و petunidin،	والخوخ والبرقوق والقراصيا والرمان والرايسبرى والفراولة	وعتمة عدسة العين وضغط الدم والحساسية
* الـ flavan-3-ols، مثل الـ: Epicatechin	التفاح - المشمش - البلوكرى - البرقوق - الرايسبرى - الفراولة	تجنب تكوين الجلطات والإصابات السرطانية
، catechin، و Epigallocatechin، و gallocatechin		

(يتبع)

تابع جدول (٤ - ٢)

المركب	المصادر الهامة	الأهمية الطبية
* الفلافونولات flavanones ، مثل الـ: hesperetin ، naringenin ، eriodictyol ، * الفلافونولات flavonols ، مثل الـ: quercetin ، Kaempferol ، myricetin ، rutin و * الأحماض القينولية، مثل: caffeic acid ، chlorogenic acid ، coumaric acid ، ellagic acid و مركبات كاروتينية: * الزانثوفيلات xanthophylls ، مثل: lutein ، zeaxanthin و β-cryptoxanthin و * المونوتربينات monoterpenes ، مثل: limonene المركبات الكبريتية، مثل: glucosinolates isothiocyanates ، indoles و allicin ، diallyl disulphide و	البرتقال - الجريب فروت - الليمون البوهر والأحاليا - التانجارين البصل - الفاصوليا الخضراء - البروكولي - الكراث - الكيل - الفلفل - الحس البلاكبرى - الراسبرى - الفراولة - التفاح - الخوخ - البرقوق - الكريز الذرة السكرية - السبانخ - البامية - الكتنلوب - الكوسة - أوراق الملفت المواخ البروكولي - كرنب بروكسل - الثوم - البصل - الشيف - الكرات البروكولي - كرنب بروكسل - الثوم - البصل - الشيف - الكرات	تجنب الإصابات السرطانية تقليل مخاطر الإصابة بأمراض القلب ونوبات الإصابات السرطانية، وحماية الأوعية الدعوية تقليل مخاطر الإصابة بالسرطان وزيادة الكوليسترول تقليل ظهور تملخات الجلد تقليل مخاطر الإصابات السرطانية تقليل مخاطر الإصابات السرطانية وارتفاع مستوى الكوليسترول وارتفاع ضغط الدم والسكر

الفوائد الطبية المتداولة شعبياً لمحاصيل الخضر

من بين الفوائد المتداولة شعبياً والمعروفة لمحاصيل الخضر، ما يلي (عن شمس الزراعة

مارس ٢٠٠٠):

الأهمية الطبية	اخصول
علاج الولات المعوية والإصابات الصدرية وفقر الدم ملينة ومدررة للبول، وتفيد البذور مرضى روماتيزم القلب، ومرض ضعف العضلة القلبية، وذلك لاحتواء البذور على جلوكوسيدات هاما، والأليثوريزيد، والكوركوروزيد	الحبيرة (الأوراق) الملوخية (الأوراق والبذور)
تفيد في طرد السوائل من الجسم، وفي علاج البروستاتا وخض ضغط الدم ومنع تكوين أورام والتهابات المثانة، وفي تقوية الذاكرة. والبذور طاردة للديدان.	الكوسة (الثمار والبذور)
تخفيف آلام المغص الكلوي وتفيد في نزول حصوات الجهاز البولي وفي علاج الذبحة الصدرية وقرحة المعدة والإثني عشر.	الرجلة (الأوراق)
مضاد للاحتقاح، وقاتل للديدان المعوية، ومبطل لنمو الفطريات والبكتيريا، ويخفض لضغط الدم المرتفع، وينشط لإفراز الصفراء، ويفيد في تقوية الذاكرة. ويفيد استنشاق بخار الثوم في علاج السيل والزكام. كما يفيد تناول عدد من فصوص الثوم يومياً في حالات تصلب الشرايين ومعالجة تقلصات الجهاز الهضمي والتهاب المسمران الأعور والسرئين والأنفلونزا.	الثوم (الفصوص)
يقي الجسم من السموم، ويفيد مرضى البول السكري وفي تخفيف التهابات المعدة، وينعم الجلد.	الحيار (الثمار)
يفيد مرضى الرمد الجاف والعشى الليلي. وهو مضاد للإسهال، وينظم عمل الغدة الدرقية، ويخفف من زيادة خفقان القلب والاضطرابات العصبية، ويقلل الإصابة بالأمراض الجلدية ومن ظهور حب الشباب، وهو طارد للديدان المعوية، والمصير مقو للبصر. وتفيد البذور في علاج البلغم والسعال ويساعد على إدرار البول وعلاج حصاة المثانة.	الجزر (الجذور)

الأهمية الطبية	الحصول
تفيد الأوراق في إدرار البول، وهي مصدر جيد لكل من فيتامين أ، ج وعناصر الكالسيوم والحديد. ويفيد مغلى الأوراق والجذور في علاج غش الوجه والالتهابات الجلدية وحب الشباب. ويفيد مسحوق البذور في سرعة نزول الدورة الشهرية وإدرار اللبن وطرد الغازات وتقليل آلام التقلصات المعوية، وتقليل احتمالات الإجهاض. ويحتوى زيت البذور على مادة الـ apiol المقوية جنسياً. التخلص من الغازات والانتفاخات المعوية، وهو منشط للرغبة الجنسية، وإفرازات المعدة، ويفيد في شفاء الربو وضيق التنفس والسعال وفي علاج الأطراف والنقرس. يفيد عصير الكرنب - مع عسل النحل - في خفض ضغط الدم. طارد للغازات ومهدئ ومسكن لالتهابات الأعصاب، ومفيد لمرضى السكر وفي علاج التهابات المثانة، ومدر للبن عند المرضعات وتستخدم البذور في علاج أمراض الأوعية الدموية في الأقدام، وفي علاج الاضطرابات المعوية ويفيد زيت الشبت في علاج سوء الهضم وانتفاخ البطن عند الأطفال. يفيد عصير الفجل في علاج أمراض الحصى المرارية، ويعد العصير مسكناً لآلام الساقين، ويعتبر دهاناً موضعياً لعلاج المفاصل. ويستخدم في علاج السعال وإدرار البول، وهو مقوٍ للعظام، ويساعد لمرضى البول السكرى والاضطرابات الكبدية، ويساعد في إدرار اللبن للمرضعات، ويفيد في علاج البلاجرا أو منع الإصابة بها. يفيد مضغ الأوراق في علاج التهابات اللثة، كما يُعد مضاداً للقرحة المعوية. وهو يستعمل لعلاج الإمساك ومرض البول السكرى، ويستعمل مغلى الأوراق في علاج السعال وطرد البلغم. ويفيد عصير الكرنب في علاج قرحة المعدة والإثني عشر وفي القضاء على الميكروبات الضارة. تفيد شورية السلق في علاج آلام القولون والإمساك وغازات المعدة ويستخدم مهروس الأوراق المغلية لمدة ساعات كمعجينة لعلاج البواسير. يفيد في علاج فقر الدم وضعف البنية، والإمساك والبواسير والتهابات الجهاز الهضمي.	البقدونس (الأوراق والجذور والبذور) الكرنب (الأوراق) الشبت (الأوراق) الفجل (الجذور والأوراق والبذور) الكرنب (الأوراق) السلق (الأوراق) السبانخ (الأوراق)

الأهمية الطبية	المحصول
مقوي للقلب ومدر للبول، وللبثور تأثيرات مماثلة. ملين خفيف ويفيد تناوله على الريق في إنزال الحصى الصغير من الكلى والخالب. ويفيد لب البطيخ في علاج حوضة المعدة. يفيد العصير في علاج نزيف اللثة والقلصات المعوية والنهبات المفاصل والجلد.	اللفت (الجنذور والبذور) البطيخ (الثمار) الطماطم (الثمار)
يفيد عصير الأوراق في تعويض الشعر المتساقط، ويستعمل مفروم الأوراق مع زيت الزيتون في علاج الحروق. تساعد الأوراق في خفض السكر في البول وفي الشفاء من مرض السل الرئوي، وطرد البلم، وإدرار الصفراء، وإدرار اللبن للمرضعات، ويستعمل كمقو عام، وفي تخفيف آلام النقرس وتطهير الجهاز الهضمي، كما يفيد مرضى الثعلبية.	الجرجير (الأوراق)
يفيد في علاج الأرق، ويساعد في خفض ضغط الدم المرتفع، ويقوى الأعصاب ويفيد في علاج حالات التهاب المفاصل والإمساك والسمنة. يفيد في علاج اضطرابات الهضم، وطرد الغازات والديدان المعوية وطرد البلم، وفي علاج البول السكري، وهو مطهر وقتل للجراثيم، ويفيد في علاج السعال ونحاس البول المؤقت وضغط الدم.	الكراث (الأوراق) البصل (الأبصال)
يُنشط إفراز الصفراء، ويفيد مرضى السكر والروماتيزم ويُعالج التهاب الكلى واحساس البول ويلينب الكوليسترول.	الحرشوف (النورات)

المركبات الكيميائية النباتية الفعالة ضد الأمراض المزمنة

يُعنى بالمركبات الكيميائية النباتية phytochemicals تلك التي تُظهر نشاطاً بيولوجياً
ضد الأمراض المزمنة chronic diseases، وهي لا تتضمن المغذيات nutrients مثل: المواد
الكربوهيدراتية، والأحماض الأمينية، والبروتينات.

وقد قسمته المرحبات الكيميائية النباتية تلك إلى محر فئات، هي كما
يلي (عن Kushad وآخرين ٢٠٠٣):

الأمثلة	الفئة
α -carotene, β -carotene, lutein, lycopene, and zeaxanthin.	Carotenoids
Suforaphane, indoe-3- carbanol	Glucosinolates
Phytate, inositol tetra- and penta-phosphate	Inositol phosphates
Chlorogenic acid, ellagic acid, and coumarins	Cyclic phenolies
Isoflavones, daidzein, genistein, and lignas	Phytoestrogens
Campesterol, β -sitosterol, and stigmasterol	Phytosterols
Flavonoids	Phenols
	Psotease inhibitors
	Saponin Sulfides & Thiols

مضادات الأكسدة وأهم مصادرها

يتوفر عديد من المركبات النباتية التي تعمل كمضادات للأكسدة. ويمكن تعريف مضاد الأكسدة – كيميائياً – بأنه أى مركب يؤدي تواجده بتركيزات منخفضة – مقارنة بتركيزات المواد القابلة للأكسدة – إلى تأخير أو تثبيط أكسدة تلك المواد. وترتبط تلك العناصر النشطة في الأكسدة في الإنسان والحيوان بكل من أكسدة الدهون والإضرار بالحمض (DNA) وبالنمو السرطاني. وتؤدي زيادة الحصول على المركبات المضادة للأكسدة في الغذاء وتنوعها إلى زيادة فرص الحد من الإصابات السرطانية؛ بسبب التفاعل التداوي synergism الذي يحدث بين الفيتامينات والعناصر والمركبات الكيميائية النباتية التي يحتويها الغذاء.

ومن بين أهم مضادات الأكسدة الفينولات، والفيتامينات، مثل حامض الأسكوربيك، وفيتامين E (الـ tocopherols، والـ tocotrienols) والكروتينات (مثل بواي فيتامين A) (Klein & Kurilich ٢٠٠٠).

ومن أمثلة المركبات الكيميائية الأخرى – غير المغذيات – التي يمكن أن تسهم كمضادات أكسدة الفلافونلات والجلوتاثيون وبعض المعادن مثل السيلينيوم الذي يعمل كمراقب إنزيمي للـ glutathione peroxidase.

يُعرف ما لا يقل عن ٢٠٠٠ مركب فلافونى flavonoids قد يكون لها نشاط مضاد للأكسدة، وتتضمن: الفلافونولات flavonols (مثل الكورستين quercetin) والفلافونيات flavones (مثل apigenin)، والفلافونولات flavanones (مثل الـ naringenin)، والأيزوفلافونولات isoflavones (مثل الـ genistein)، والفلافاتولات flavanols (مثل الـ epicatechin)، وكذلك الأنثوسيانينات، وهي التي تعد من البوليفينولات ذات الوزن الجزيئى المنخفض.

تتوفر الـ flavanols والـ flavones فى عديد من الأغذية وبخاصة فى الشاي *Camellia sinensis* والصليبيات، كما تعد الحبوب والخضر والفاكهة من مصادر الـ flavonoids.

ومن بين الـ flavonoids، فإن التانينات (وهي فينولات متعددة) من بين الأكثر أهمية لصحة الإنسان رغم عدم كونها من الفيتامينات. ولقد أظهر العديد منها، مثل: الأنثوسيانينات والـ flavonols والـ isoflavones نشاطاً مضاداً للنشاط السرطاني فى الحيوان. وقد تلعب التانينات دورها من خلال نشاطها المضاد للأكسدة وحكام لمغذيات أخرى من أضرار الأكسدة (Klein & Kurilich ٢٠٠٠).

تفيد مضادات الأكسدة فى حماية الإنسان من الإصابة بعديد من الأمراض الخطيرة مثل السرطن وأمراض القلب. وعلى الرغم من تباين الخضر والفاكهة كثيراً فى محتواها من تلك المركبات فقه يوصى باستهلاك أنواع متنوعة منها يومياً بدلاً من التركيز على محصول واحد فقط منها، حتى ولو كان أغناها فى مضادات الأكسدة. ويشبه البعض تأثير استهلاك أنواع متنوعة منها بالأوركسترا التي تعطي معزوفة موسيقية أفضل من تلك التي تعطيها آلة موسيقية واحدة. ولذا .. فقه يوصى -دائماً- بإدخال الخضر والفاكهة ضمن الغذاء بما لا يقل عن خمس مرات يومياً.

وقد قدرت كفاءة مختلف أنواع الخضر والفاكهة الكلية كمضادات للأكسدة بالميكرومول/جم من مكافئات الـ الترولويس Trolox equivalents (الـ Trolox هو: 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman 2-carboxylic acid)، ووجد أنها تترتب تنازلياً فى مجموعات، كما يلى:

الأغذية	UMI/جم من مكافئات الترولووكس
الفاكهة ذات النواة الحجرية (وبخاصة البرقوق والقراصيا) - الأعشاب والزبيب - البلوبري - الكرانبرى - البلاكبرى.	< ٢٠
الفراولة - الراسبرى الأحمر - الثوم - الكيل - السبانخ	١٠ - ٢٠
كرب بروكسل - نبت بلور الرسم الحجازى - البروكولى - البنجر - البرقال - العنب الأحمر - الفلفل الحلو الأحمر - الكريز - الكوى.	٥ - ٩.٩
الجريب فروت الأحمر - العنب الأبيض - البصل - الذرة الحلوة - الباذنجان - القنيط - البطاطس - الحس - الموز - الضاح - الجزر - الفاصوليا الحضراء - الطماطم - الكوسة الصفراء - الكشمري - الكتالوب - الكرفس - الخيار.	> ٥

() Prior & Cao (٢٠٠٠).

متعددات الفينول

تشكل عديدات الفينول phenolics أكبر مجموعة من المركبات النباتية التي تشيع في كل المملكة النباتية، وهي الممنولة جزئياً عن خصائص المرارة والطعم القابض. ويُعرف أكثر من ٨٠٠٠ نوع من عديدات الفينول يتواجد معظمها في الأعشاب والخضر والفاكهة، وتتباين في حجمها الجزيئي من الصغير إلى المعقد بوزن جزيئي يزيد عن ٣٠ كيلو دالتون. وتتضمن عديدات الفينول مجموعتين رئيسيتين من المركبات، هي:

أولاً: الفينولات phenolics والغلافونويدات flavonoids

تشتمل الفينولات على الفلافونلات والأحماض الفينولية البسيطة (مثل حمض الجالك gallic acid والـ resorcinol) ومشتقات الـ phenylpropanoid لحامض الـ hydrocinamic (أحماض الـ caffeic والـ coumaric والـ ferulic).

تتضمن الفلافونلات وحدها أكثر من ٤٠٠٠ نوع، وتشتمل على الأنثوسيانينات والفلافونلات flavonols والفلافونولات flavonols والأيزوفلافونلات isoflavonoids (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

ومن أهم الفلافونولات المعروفة الـ quercetin، والـ kaempferol، والـ fisetin والـ myricetin. ويُعد الـ quercetin أهم الفلافونلات في الخضر، وهو يتوفر في كل من البصل

والطماطم والفاصوليا. أما الـ kaempferol والـ myricetin، والـ fisetin فتتوفر في البصل والخس والهندباء وفجل الحصان.

وعرفت عديد من الفلافونات، وهي تتواجد أساساً في البقول مثل فول الصويا والحمص والعدس، وبتراكيز أقل في عدد من الخضر مثل البروكولى والأسبرجس ونبت بذور البرسيم الحجازى والبامية وعيش الغراب (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

ثانياً: التربينويدات

تمثل التربينويدات terpenoids أحد أهم مجموعات المركبات الكيميائية النباتية، ومن أهم ما تتضمنه: التوكوفيرولات tocopherols والكاروتينويدات carotenoids.

ويُشار إلى مجمل التوكوفيرولات باسم فيتامين E، الذى يوفر حماية للإنسان من نحو ٨٠ مرضاً، منها أمراض أوعية القلب الدموية والسرطان واضطرابات العضلات والتغيرات في الجهاز العصبى المركزى والأنيميا.

أما الكاروتينويدات فيعرف منها أكثر من ٦٠٠ نوع. وتمثل كاروتينويدات ألفا كاروتين والبيتا كاروتين والليكوبين والليوتين والزيكسانثين والبيتا كريبتوزانثين أكثر من ٩٠٪ من الكاروتينويدات التى يتضمنها غذاء الإنسان. ومن بينها .. فإن ألفا كاروتين والبيتا كاروتين والبيتا كريبتوزانثين - فقط - هى التى لها نشاط فيتامين A (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

هذا .. وتوجد علاقة وثيقة بين استهلاك الخضر الغنية بالمواد الفينولية وبين انخفاض أخطار الإصابة بأمراض القلب والسرطان؛ الأمر الذى يرجع إلى نشاطها الهائل المضاد للأكسدة؛ فهى تلعب دوراً رئيساً فى تأخير أو وقف القدح الابتدائى أو الإشارة الابتدائية للأمراض المزمنة؛ بعملها كمضادات أكسدة للمواد المؤكسدة فى الجسم. ونظراً لاحتواء الخضر والفاكهة على مئات المركبات الفينولية، فإنها تقدر - غالباً - فى صورة فينولات كلية (Rickman وآخرون ٢٠٠٧).

طبيعة خاصة الحماية من السرطان التى توفرها الخضر والفاكهة يُفيد استهلاك الخضر والفاكهة فى الحماية من كل من سرطان الحنجرة والمرئ، والرئة، والمعدة، والقولون، كما يفيد فى تقليل مخاطر الإصابة بسرطان البنكرياس،

والصدر، والمثانة، كما لا تزيد مخاطر الإصابة بالسرطان في أى موقع آخر من الجسم مع استهلاك الخضر والفاكهة الطازجة بكثرة.

ولقد أظهرت الدراسات أربع آليات تعمل من خلالها المكونات الفعالة في الخضر والفاكهة على منع الإصابة السرطانية في مراحلها الثلاث: التهيئة initiation والتعزيز promotaion والتقدم progression. والتهيئة هي أولى مراحل حث الإصابة السرطانية، وهي تشمل الأحداث التالية مباشرة للتفاعلات التي تحدث بين العوامل المسرطنة والدنا (DNA)، والتي يترتب عليها تكوين طفرات تورث. أما التعزيز والتقدم فهما مصطلحان يتطعان بالمرحلة التالية من النمو السرطاني، يتميزان بزيادة أعداد الخلايا التي تغيرت وراثيًا، ثم قذفها وانتشارها بالإنبثاث إلى الأعضاء الأخرى. وفيما يتعلق بمنع السرطان، فإن ذلك يمكن أن يحدث من خلال أمرين في تلك المرحلة المبكرة من عملية تكوين النمو السرطاني، هما: اعتراض العناصر التي تتفاعل مع الدنا، وتنشيط التخلص من العناصر المسرطنة. وفي مراحل تالية يمكن أن تعرض مكونات الغذاء عملية تولد وتكاثر الخلايا المحورة وراثيًا، أو أنها قد تعطل أو توقف الفوضى في بيولوجى الورم بطريقة تمنع أى انتشار أو انبثاث إضافي له.

والمركبات المضادة للأكسدة أهميتها الكبيرة في اعتراض العناصر التي تتفاعل مع الدنا. ونظرًا لأن تلك العناصر تنفجر إلى الإلكترونات، فإن معظمها ينجذب إلى المكونات القوية بالإلكترونات في الخلية. وبالنسبة لتطور النمو السرطاني فإن الدنا (DNA) والرنـا (RNA) والبروتينات تكون هي الأكثر ميلًا للتفاعل مع العناصر المسرطنة بروابط قوية، وعندما يحدث ذلك مع الدنا فإنه يكون بداية النمو السرطاني. وترجع أهمية الخضر والفاكهة إلى أن لمعظمها قدرة كبيرة مضادة للأكسدة. وتتوفر أدلة قوية على أن فئة معينة من المركبات - هي الفينولات النباتية - يمكن أن تمنع التفاعل القوي للدنا مع العوامل المسرطنة؛ بعملها كعنف بديل للتفاعل معها. وتتواجد المركبات الفينولية في كل المملكة النباتية، وتلكندت قدرة بعضها كمضادات سرطانية. فمثلاً.. وجد أن كلاً من حامض الكافيك وحامض الفيروليك ferulic acid يمنعان الإصابة بسرطان الرئة في الفئران. ومن بين أكثر الفينولات فاعلية حامض الإلاجك ellagic acid الذى يتواجد بوفرة في الفراولة والرايسبرى، والذى وجد أنه ينشط بقوة الإصابة بسرطان المرئ في الفئران.

ومن الفينولات الأخرى الكاتكينات *catchins* والمركبات القريبة منها التي تتوفر في الشاي الأخضر *Camellia sinensis*، والتي تعد أكثر المركبات المؤثرة كمضادات سرطانية من بين تلك التي تم اختبارها، فهي فعالة في جميع مراحل النمو السرطاني، حتى بعد بدء أذاه للجسم، وخاصة في حالة سرطان الجلد، وذلك من دون جميع الفينولات الأخرى.

ومن الأليات الأخرى التي تسلكها المكونات النباتية في منع الإصابة بالسرطان في مراحله المبكرة تعديل أيض العامل المسرطن، وذلك كما يحدث في حالتي الخضر الكرنبية والبصلية؛ فقد وجد أن الأيزوثيوسيانينات التي تتواجد في الكرنبيات مثل الكرنب والبروكولي والقبليط تثبط سرطان المرئ والرئة والقولون في حيوانات التجارب، وذلك من خلال تعديل نشاط العوامل المسرطنة وإفكارها لفعنها. وتزداد فاعلية الإيزوثيوسيانينات في هذا الشأن مع زيادة طول سلاسلها.

كذلك فإن الخضر البصلية كالبصل والثوم والشالوت تحتوي على مركبات كبريتية عضوية تكون هي المسؤولة عن رائحتها وطعمها المميزين، كما أنها شديدة التفاعل بيولوجيا؛ حيث تؤثر على إنزيمات كل من المرحلة الأولى (نشاط العامل المسرطن *activation*) والمرحلة الثانية (إفقاد العامل المسرطن لفاعليته *detoxification*). ولقد وجد أن الـ *diallyl sulfide* - وهو أحد المركبات المتطايرة للثوم - يمنع بقوة سرطان القولون والمرئ، لكن فاعليته تقل بعد بدء النشاط السرطاني.

وأخيراً .. فإن الخضر والفاكهة يمكن أن تؤثر على سلوك الخلايا السرطانية التي تنطلق في نموها دون أن يتحكم فيها أي عوامل تنظيمية وراثية؛ حيث تنشط - على سبيل المثال - ما يعرف بالـ *oncogenes*. ويمكن للترينينات الأحادية *monoterpenes* (وخاصة الليمونية *limonene*) التي تتوفر في ثمار الحمضيات أن تثبط عملية انطلاق النمو السرطاني (Wargovich ٢٠٠٠).

الألياف وأهميتها لصحة الإنسان

إن الألياف التي يتناولها الإنسان - ضمن غذاءه *dietary fibers* هي المكونات النباتية ضمن الغذاء التي تقاوم الهضم بالإنزيمات التي يفرزها الجهاز الهضمي للإنسان. وهي تتكون

أساسًا من مكونات الجدر الخلوية، وتتضمن عديدات التسكر غير النشا واللجنين، ويمكن تقسيمها إلى ألياف تذوب في الماء وألياف لا تذوب في الماء. وتتضمن الألياف التي تذوب في الماء : البكتينات والأصماغ والمواد الهلامية mucilages، بينما تتضمن الألياف التي لا تذوب في الماء السيليلوز ونصف السيليلوز واللجنين.

وتتباين تأثيرات الألياف بنوعيتها؛ فالألياف التي تذوب في الماء تعمل إلى تأخير تفريغ الجهاز الهضمي، وتبطئ مرور الغذاء خلال الأمعاء الدقيقة، ويكون تأثيرها ضعيفا على حجم الإخراج البرازي، ومعظمها يخفض من كولسترول سيرم الدم. وفي المقابل .. فإن الألياف غير القابلة للذوبان في الماء لا تخفض كولسترول الدم عادة، ولكن تأثيراتها تكون كبيرة على تنظيم عمل الأحشاء وعملية الإخراج، وعلى حجم الإخراج البرازي. وتكون الفائدة الطبية كبيرة عند تناول الإنسان في غذائه مخلوطًا من الألياف القابلة وغير القابلة للذوبان في الماء (Anderson ١٩٩٠).

وتوجد علاقة قوية بين تناول الإنسان للألياف ضمن غذائه وتقليل مخاطر الإصابة ببعض الأمراض المزمنة، مثل مرض السكر طراز II، وأمراض القلب الوعائية، والقروح ذات العلاقة بالعصارات الهاضمة، وضغط الدم، وبعض أنواع السرطان مثل سرطان القولون، والتهاب الزائدة الدودية وحصوات البنكرياس. ونظرًا لأن الألياف غير الذائبة في الماء تزيد من كتلة الغذاء المهضوم في القولون فثبتها تقلل من تركيز المواد المسرطنة، وتزيد من إنتاج حامض البيوترك butyric acid من خلال تخمر الألياف بكائنات القولون الدقيقة (Anderson ١٩٩٠، Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

مانعات التجلط

يحدث التخبط نتيجة لتجمع أعداد كبيرة من صفائح الدم platelets، وهي الخلايا الدموية الضرورية لتجلط الدم في حالات الجروح، ولكن عندما يحدث هذا التجلط في الدم ذاته تتكون الجلطات التي قد تؤدي بحياة الإنسان. ويُعرف عديد من المركبات النباتية التي تقلل من هذا التجلط، مثل الـ acetylsalicylic acid، والـ warfarin، والمركبات الكبريتية العضوية كتلك التي تتوفر في الثوم والبصل (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

الأهمية الطبية لبعض المركبات النباتية

الكاروتينات

يُعرف أكثر من ٦٠٠ نوع من الكاروتينات، لكن حوالي ٥٠ منها - فقط - هي التي يكون لها نشاط فيتامين A، بينهم خمسة - فقط - تعد الأكثر أهمية للإنسان، وهي ألفا كاروتين، والبيتا كاروتين، والليوتين lutein، والكربتوزانثين cryptoxanthin، والليكوبين lycopene. تتفاعل الكاروتينات مع الدهون والألياف، وذلك أمر مهم صحياً.

تعمل الكاروتينات كمضادات أكسدة في النظم البيولوجية بحبسها لذرات الأكسجين المفردة واكتساحها للشوارد الحرة free radicals. وتندرج الكاروتينات في قوتها كمضادات للأكسدة - تنازلياً - هكذا: الليكوبين فالألفا كاروتين، فالبيتا كاروتين، فالليوتين، فالكربتوزانثين (Klein & Kurilich ٢٠٠٠).

وعموماً يُعتبر البيتا كاروتين - الذي يعد بادناً لفيتامين A - أهم مصادر هذا الفيتامين في الخضار، ويليه في الأهمية كلا من ألفا كاروتين والبيتا كربتوزانثين cryptoxanthin-β.

وللكاروتينات - سواء أكانت بادناً لفيتامين A أو غير ذلك - أهمية كبيرة في الوقاية من الإصابة ببعض الأمراض السرطانية. ويُعد الليكوبين - وهو كاروتين ليس من بادناً فيتامين A - من مضادات الأكسدة القوية التي تلعب دوراً هاماً في تثبيط تكاثر الخلايا السرطانية (Rickman وآخرون ٢٠٠٧ ب).

تُعد المواد الكاروتينية - بصورة عامة - من المركبات المضادة للأكسدة كما أسلفنا، فضلاً عن أن بعضها يُعد من بادناً فيتامين A، وبعضها الآخر يُعد ضرورياً لصبغات شبكية العين. وفي النبات تعمل المركبات الكاروتينية على حصاد الطاقة الضوئية أثناء عملية البناء الضوئي، وكمواد مؤكسدة في عديد من أنواع الخلايا، وتكسب الأزهار والثمار لونها الجذاب لجذب الحشرات كملقحات وللمساعدة في انتشار البذور (Keyhaninejad وآخرون ٢٠١٢).

الليكوبين

من أهم مصادر الليكوبين الطماطم والبطيخ والفلفل الأحمر والجريب فروت الأحمر والجوافة الحمراء والباباؤ. والليكوبين يذوب في الدهون التي تُساعد في امتصاصه، وهو لا يتأثر بالحرارة عند عمل صلصة الطماطم؛ بل على العكس فإن تركيزه يزداد عدة مرات.

ويُعد الليكوبين من مضادات الأكسدة القوية، حيث تزيد قوته بمقدار ١٠٠ ضعف قوة فيتامين E، وبمقدار ١٢٥ ضعف قوة الجلوتاثيون (الإنترنت - ٢٠٠٨ - http://en.wikipedia.org/wiki/Tomato_stain).

وكما أسلفنا .. يعد الليكوبين من مضادات الأكسدة الهامة التي تتوفر بكثرة في الطماطم والبطيخ، وهو يوفر حماية للإنسان من الإصابة ببعض الإصابات السرطانية مثل سرطان البروستاتا.

وللتفاصيل المتعلقة بهذا المركب وتواجده واستخلاصه وأهميته الطبية للإنسان .. يراجع Collins وآخرين (٢٠٠٦).

حامض الأسكوربيك

إن حامض الأسكوربيك (فيتامين C) هو مضاد أكسدة يذوب في الماء، ويتكون من مركب سداسي الكربون مشتق من الجلوكوز، وهو يسهل أكسدته لتكوين المركب semidehydroascorbic acid الثابت نسبياً. ويؤدي مزيد من التأكسد إلى تكوين الـ diketogulonic acid الذي لا تعرف له وظيفة بيولوجية. ويرجع النشاط المضاد للأكسدة لحامض الأسكوربيك إلى سهولة فقده للإلكترونات؛ مما يجعله شديد الفاعلية في النظام البيولوجية. ولأنه معطي للإلكترونات فإنه يخدم كعامل مختزل لكثير من العناصر المؤكسدة (Klein & Kurilich ٢٠٠٠).

ومن المعطوم أن حامض الأسكوربيك يعد مكوناً ضرورياً لتمثيل الكولاجين collagen، وكذلك للأداء الطبيعي لنظام أوعية القلب في الإنسان. وعلى خلاف معظم الحيوانات .. فإن الإنسان يفتقد القدرة على تمثيل حامض الأسكوربيك بسبب وجود طفرة في الجين المسئول عن تشفير الإنزيم الأخير في عملية التمثيل البيولوجي لحامض الأسكوربيك. ولذا .. يتعين حصول الإنسان على حاجته من حامض الاسكوربيك من مصادر خارجية (Hemavathi وآخرون ٢٠٠٩).

يكفى ١٠ مجم من حامض الأسكوربيك (فيتامين C) يومياً لحماية الإنسان من الإصابة بمرض الاسقربوط إلا أن تناول كميات كبيرة من الفيتامين يمكن أن يوفر حماية من مخاطر الإصابة بأمراض القلب الوعائية وعدة أنواع من السرطان، وتزيد من قدرة الإدراك والذاكرة،

وتقلل من مخاطر الإصابة بالربو، وتوفر حماية من الإصابة بأدوار البرد. ويحصل الإنسان على نحو ٩٠٪ من فيتامين C ضمن غذائه من الخضار والفاكهة (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

فيتامين E

يُعد فيتامين E مضاد الأكسدة الرئيسي الذي يذوب في الدهون، وهو الممنول عن حماية الأحماض الدهنية متعددة عدم التشبع في الأغشية الخلوية.. حمايتها من الأكسدة بفعل الشوارد الحرة free radicals وذرات الأكسجين المفردة. وأكثر الصور فاعلية بيولوجيًا هو الأيزومير الطبيعي d- α -tocopherol. وتقوم النباتات بتمثيل التوكوفيرولات الطبيعية (ألفا وبيتا وجاما ودلتا). وتتواجد التوكوفيرولات في جميع الأنسجة التي تحتوى على كلوروفيل أ، وخاصة في الكلوروبلاستيدات. وقد عُرف تواجد التوكوفيرولات في نباتات مثل الكيل والبروكولى، وكذلك في الحبوب والنقل (Klein & Kurilich ٢٠٠٠).

ولقد وجد أن محتوى أوراق بعض الخضار الورقية (الخس والسبانخ وأذرة السلطة والدانديون) والخضار ذات الثمار الخضراء (الخيار والفلفل) من التوكوفيرل tocopherol (فيتامين E) يزداد مع زيادة الأنسجة في العمر. وأظهرت السبانخ أعلى معدل لتراكم التوكوفيرول، وازداد هذا التراكم عندما كان نموها في ظروف إضاءة قوية. وفي الخيار ازداد التراكم كذلك مع تقدم الثمار في العمر - في ظروف الإضاءة العالية - لكن حدث انخفاض في نهاية الأمر مع دخول الثمار مرحلة الشيخوخة (Lizarazo وآخرون ٢٠١٠).

الفولات (وحامض الفوليك)

تعد الفولات folates مركبات كيميائية نباتية هامة لصحة الإنسان، وتتضمن حامض الفوليك folic acid والـ tetrahydrofolate. ويغير الفولات لا يمكن للجسم تمثيل الميثيونين methionine والبيورين purine والـ thymidylate. وقد وجد أن نقص الفولات يتسبب في إحداث كسور بالدنا (DNA) نتيجة لكثرة دمج اليوراسيل uracil بالدنا الإنسائي. ويرتبط نقص الفولات - كذلك - بزيادة مخاطر الإصابة بسرطان القولون، والتهابات الأعصاب، ومشاكل الإدراك، والأزمات القلبية (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

ويدخل حامض الفوليك في تمثيل الرنا (RNA) وله أهمية كبيرة بالنسبة للحوامل؛ حيث يتسبب نقصه أثناء الحمل في إحداث تشوهات بالعصود الفقرى للجنين (foetal pina bifida).

ويكثر الفيتامين في الخضار الورقية الخضراء، ويعد شدة اللون الأخضر بها دليلاً جيداً على محتواها من حامض الفوليك (Wills وآخرون ١٩٩٨).

الأنثوسيانينات

تُعد الأنثوسيانينات أحد أكبر وأهم مجموعة من الصبغات القابلة للذوبان في الماء التي تتواجد في معظم الأنواع النباتية، وهي تتجمع في الفجوات العصارية، وتكون مسنولة أساساً عن الصبغات اللونية من البرتقالي إلى الأحمر والقرمزي والأزرق في الأزهار والثمار، والخضروات مثل: البصل الأحمر والفجل والكرنب والخس الأحمر والبانجان والبطاطس ذات الجلد الأحمر والبطاطا القرمزية والفراولة. وتتواجد طرز الأنثوسيانينات في الخضار والفاكهة على صور جلوكوسيدية glycosylated.

وتتبعاً للعادات الغذائية فإن الإنسان يتناول في غذائه يومياً ما بين عدة ملليجرامات إلى مئات الملليجرامات من الأنثوسيانينات.

وتوفر الأنثوسيانينات والمركبات الفلافونية الأخرى حماية للجسم من عدد من الأمراض، وخاصة أمراض الشرايين التاجية وبعض أنواع السرطان.

هذا .. ويتباين محتوى الخضار والفاكهة من الأنثوسيانينات الكلية (بالمليجرام/كجم)، كما يلي:

المحتوى	المحصول
٣٦٠ - ١٢٧	الفراولة
٢٥٠	الكرنب الأحمر
٧٥٠٠	البانجان
٦٠٠ - ١١٠	الفجل الأحمر
حتى ٢٥٠	البصل الأحمر
٢١٦٠ - ١٠٠	التفاح
٤٥٠٠ - ٣٥٠٠	الكريز
٧٥٠٠ - ٣٠٠	العنب

(Horbowicz وآخرون ٢٠٠٨).

عنصر السيلينيوم

يُعد السيلينيوم selenium من العناصر الضرورية للإنسان بكميات محدودة، وهو يتواجد في الشعر والأظافر والدم، كما يتواجد بتركيزات منخفضة في النباتات رغم أنه ليس ضرورياً لها. ويتواجد العنصر في كل من النبات والحيوان على صورة selenomethionine، و selenocysteine. والحيوان لا يمكنه تمثيل الصورة الأولى، والتي يحصل عليها من مصادر نباتية. ويحصل الإنسان على نصف حاجته من السيلينيوم من النباتات على صورة selenomethionene، بينما يحصل على النصف الآخر من مصادر أخرى كالماء والحليب والسمك واللحوم والخضار مثل البروكولي والثوم (Kushad وآخرون ٢٠٠٣). ويتراكم السيلينيوم في نباتات الكرنبات، مثل البروكولي.

ولقد أوضحت الدراسات الطبية أن السيلينيوم يقلل من احتمالات الإصابة بسرطان البروستاتا وسرطان الرئة في الإنسان، وسرطان القولون في الفئران. هذا .. إلا أن زيادة محتوى السيلينيوم في البروكولي – بزيادته في بيئة الزراعة – يؤدي إلى نقص محتوى النبات من الكبريت، علماً بأن الكبريت والسيلينيوم يتفاعلا في الخلايا الحيوانية لتنظيم نشاط الإنزيم thioredoxin reductase المضاد للأكسدة؛ بما يعني أن زيادة محتوى السيلينيوم يمكن أن يؤثر سلباً على جوانب أخرى من صحة الإنسان (Finley ٢٠٠٧).

الأهمية الطبية للخضار الثمرية

الطماطم

إن أهم المركبات الكيميائية النشطة بيولوجياً في الطماطم هي الكاروتينويدات carotenoids، والتي تتكون من ٦٤٪ ليكوبين، و ١٠٪ - ١٢٪ phytoene، و ٧٪ - ٩٪ neurospereene، و ١٠٪ - ١٥٪ carotenenes. وتحتوي الطماطم – على أساس الوزن الطازج – على حوالي ٣٥ مجم/كجم ليكوبين (يتراوح بين ٥ مجم/كجم في الأصناف ذات الثمار الصفراء، و ٩٠٪ مجم/كجم في الأصناف الحمراء الثمار). وتحتوي الطماطم الكريزية على تركيزات أعلى من الكاروتينويدات.

ويرتبط تناول ثمار الطماطم المحتوية على الليكوبين – إيجابياً – مع خفض مخاطر الإصابة بسرطان البروستاتا؛ فضلاً عن أهمية استهلاك الطماطم – لما تحتويه من مختلف

مضادات الأكسدة - في تجنب الإصابة بعدد من الأمراض السرطانية الأخرى، مثل سرطان الرئة والمعدة، بالإضافة إلى الحد من الإصابة بأمراض القلب الوعائية، وربما يفيد استهلاكها في تأخير الإصابة بمرض الشلل الرعاش، وفي ظهور التغيرات اللونية في الجلد، وإعتماد عدسة العين cataract (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

يتواجد ٧٢٪ - ٩٢٪ من الليكوبين في ثمار الطماطم في الجزء غير القابل للذوبان في الماء من الثمرة وفي الجلد. ويحتوي اللب - القش بالالياف - على قدر أكبر من الليكوبين (٤٢.٠٣ مجم/١٠٠ جم) عما في الجزء القابل للذوبان في الماء (٤.٠٠ مجم/١٠٠ جم) (Sharma & le Maguer ١٩٩٦).

ولقد أظهرت أصناف الطماطم ذات المحتوى العالي من الليكوبين (Lyc 1، وLyc 2، وHLY 02، وHLY 13، وHLY 18، وKalvert) محتوى عالٍ من الليكوبين lycopen، والبيتاكاروتين β -carotene، والأنشطة الـ hydrophillic (HAA)، والـ lipophilic (LAA) المضادة للأكسدة لدى مقارنتها بما في صنف المقارنة العادي Donald. وكان الصنف HLY 18 أعلى الأصناف في محتوى الثمار من كل من الليكوبين (٢٣٢.٩ مجم/كجم وزن طازج)، والبيتا كاروتين (١٩.٤ مجم/كجم وزن طازج). ويستثناء الصنف Kalvert، فإن أصناف الطماطم ذات المحتوى العالي من الليكوبين كانت ثمارها عالية - كذلك - في محتواها من حامض الأسكوربيك، وكان أعلاها الصنف HLY 13، الذي احتوت ثماره على ٣٥٢.٨ مجم/كجم وزن طازج. وكان نشاط الـ LAA مرتبطاً إيجابياً بمحتوى كل من الليكوبين والبيتا كاروتين. أما نشاط الـ HAA فكان مرتبطاً إيجابياً مع كمية الـ dehydroxyascorbic acid، والكمية الكلية لفيتامين C. ويعني ذلك أن أصناف الطماطم العالية المحتوى من الليكوبين يمكن أن تكون أعلى في قيمتها الغذائية (Nahy وآخرون ٢٠١١).

الغفل

تُد ثمار الغفل من الخضار الغنية بفيتامين C حيث تحتوى على ١ - ٢ جم فيتامين C/كجم، ويُعدّل ذلك ٢٠٠٪ - ٣٠٠٪ من الاحتياج اليومي للفرد من الفيتامين. ويتراوح محتوى الثمار من الألفا كاروتين والبيتا كاروتين من آثار إلى ١٢ مجم/كجم حسب الصنف. ويعد الـ quercetin

والـ *Luteolin* أهم الفلافونويدات في ثمار الفلفل، ويتميز الفلفل الحار بارتفاع محتواه - حسب الصنف - من الـ *capsaicinoids*، وهى المركبات التى تكسبه الطعم الحار، والتى يعرف منها ٢٠ مركباً تنتمى إلى مجموعتين، هما: الـ *capsaicin* والـ *dihydrocapsaicin*.

وتستخدم مستحضرات الكابسيسين طبياً فى معالجة آلام العضلات والتهاب المفاصل وبعض الأمراض الأخرى (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

عند تحليل ثمار الفلفل التى تم حصادها من عدة أصناف وهى خضراء مكتملة النمو، وفى منتصف مرحلة التحول، وحمراء ناضجة وجدت زيادات فى محتوى الثمار من كل من فيتامين C، والفينولات الكلية، وفيتامين E (وخاصة الـ *α-tocopherol*)، والسكر الحر الكلى، والبيتا كاروتين، وحامض اللينولينك *linolenic acid*، وكذلك فى النشاط المضاد للأكسدة. وفى المقابل .. وجدت انخفاضات فى محتوى الثمار - مع النضج - فى كل من الفيتوستيرونات *phytosterols* (وهى: الـ *campesterol*، والـ *stigmatserol*، والـ *β-sitosterol*)، وحامض اللينوليك *linoleic acid*. وبالمقارنة .. كان محتوى الثمار من كل من الفلافونويدات *flavonoids* الكلية، والـ *squalene* أعلى نسبياً فى منتصف مرحلة التحول الثمرية، مقارنة بمحتواهما فى مرحلتى اكتمال التكوين الأخضر والنضج الأحمر. كانت تلك الاتجاهات متماثلة فى جميع الأصناف المختبرة، ولكن - وعلى خلاف ما تقدم بيته - كان للكابسيسينويدات *capsaicinoids* نظاماً خاصاً بها عند النضج اختلف باختلاف الأصناف. وخلال جميع مراحل نضج الثمار وجدت ارتباطات جوهرية موجبة بين النشاط المضاد للأكسدة وكلاً من: فيتامين E ($r = 0.814$)، والبيتا كاروتين ($r = 0.772$)، وفيتامين C ($r = 0.610$)، والفينولات الكلية ($r = 0.595$)، بينما أظهرت كل من الكابسيسينويدات، والفلافونويدات الكلية، والفيتوستيرونات إما ارتباطاً سلبياً ضعيفاً، وإما أنها لم تظهر أى ارتباط مع النشاط المضاد للأكسدة (Bhandari وآخرون ٢٠١٣).

وتتميز أصناف الفلفل الحريفة ذات الثمار الصغيرة بثبات محتواها من الكابسيسينويدات *capsaicinoids* فى مختلف الظروف البيئية. ومن بين تلك الأصناف - التى تتميز بارتفاع محتواها من الكابسيسينويدات: Dally Khorsaney، و KKU-P-22006، و KKU-P-31141، و KKU-P-21041 (Gurung وآخرون ٢٠١١).

ويتناول Nearman (٢٠٠٨) في مقال له بالإنترنت الاستخدامات الطبية المختلفة للكابسيسين، الذي يتوفر في الفلفل الحار.

الباذنجان

يُعد الناسونين *nasunin* أهم المركبات المضادة للأكسدة في الباذنجان، وهو يشكل جزءاً من الصبغة القرمزية التي توجد في جلد الثمرة، والتي توجد - كذلك - في الفجل القرمزي واللفت الأحمر والكرنب الأحمر. ويشكل الناسونين بين ٧٠٪، ٩٠٪ من الأنتوسيانينات الكلية في جلد ثمرة الباذنجان.

ويفيد استهلاك الباذنجان في خفض مستوى الكوليسترول الكلى في الدم (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

القرعيات

تحتوي القرعيات على عديد من المركبات في مختلف الأعضاء النباتية؛ بعض هذه المركبات مفيدة وبعضها ضار بصحة الإنسان؛ فبذورها غنية بالدهون (تتراوح في بذور القرع الصلي والبطيخ والكنطلوب والخيار بين ٣٨٪، ٤٥٪)، وتحتوي بذراتها على اللكتينات *lectins*، ويصل المحتوى البروتيني في بعض أنواع الجورد إلى ٢٪، ويصل المحتوى الكربوهيدراتي في الجورد المر إلى ١٠.٦٪، كما تُعد بعض أنواع الجورد من الخضار الغنية نسبياً في الكاروتين (الذي يصل في الـ *kakrol* إلى ١٦٢٠ ميكروجراماً/ ١٠٠ جم) وفيتامين C الذي يبلغ في الجورد المر ٩٦ ملليجراماً/ ١٠٠ جم. كذلك تحتوي ثمار قرع الشتاء على مثبطات التربسن، ويحتوي جورد اللوف على مثبطات تمثيل البروتين. كما تحتوي معظم القرعيات على كثير من الاستيرولات *sterols*، وتتواجد فيها السابونينات *saponins*، وخاصة في جورد اللوف. وتنتشر الكيوكربتسينات *cucurbitacins* (وهي من التراي تربينويدات *triterpenoids*) في جميع القرعيات، وأكثرها انتشاراً كيوكربتسن B (كما في الكوسة والحنظل والقرع الصلي وجورد الزجاجية واللوف والجورد المر والقشاء)، بينما يتواجد كيوكربتسن E في الحنظل البري *C. colocynthis* والبطيخ والخيار، و D في الكوسة وجورد الزجاجية، و K في القرع الصلي والجورد المر والقشاء، و I في الكوسة.

هذا .. يستخدم عدد من القرعيات كأدوية بصورة مباشرة أو يستخرج منها الأنوية التي تستعمل في علاج أكثر من ٧٥ مرضاً توجد تفاصيلها مجدولة في (Guha & Sen ١٩٩٨).

وتتضمن قائمة المركبات السامة والمركبات التي قد تقلد في علاج بعض الحالات المرضية - والتي توجد في القرعيات - المركبات الـ oxygenated tetracyclic triterpenoids - وهي التي تعرف باسم الكيوكريتيسينات cucurbitacins - والسابونينات saponins (مثل: الكيوكريتيسينين cucurbitocitrin في بذور البطيخ)، وجلوكوسيدات أخرى (مثل: السترولول citrullol والكولوسينث colocyth في الحنظل البري *Citrullus colocynthis*)، والأكالويدات alkaloids (مثل المومورديسين momordicin في الـ bitter melon)، والبروتينات المثبطة للريبوسومات ribosome-inactivating proteins (مثل: اللوفامسيولين luffaculin في نوع اللوف *Luffa operculata*، والترايكوسانثين trichocanthin في *Trichosanthes*)، والأحماض الأمينية الحرة (مثل الكيوكريتيتين cucurbitin في الكوسة)، والزانثوفيلات (مثل: اللوتين lutein في *Cucurbita maxima*)، ومركبات أخرى متنوعة. ومن المركبات الأخرى الهامة الجلوكوسيد مورجول ١-IV ٤-١ الذي وجد في ثمار النبات الصيني لو - هان - جو *luo-han-guo*، والذي يعد أحلى من سكر السكروز بمقدار ١٥٠ ضعفاً، ويبحث في إمكانيات استعماله كبديل للسكر لمرضى السكر (عن Whitaker & Davis ١٩٦٢، و Haynes & Jones ١٩٧٥، و Lee & Janic ١٩٧٨، و Robinson & Decker-Walters ١٩٩٧).

ويُفيد الحامض الأميني L-citrulline الذي يتوفر في ثمار البطيخ في تنظيم ضغط الدم، ويتباين هذا المحتوى كثيراً باختلاف الأصناف من ١.٠٩ إلى ٤.٥٢ مجم/جم وزن طازج، كما يتأثر بشدة بالعوامل البيئية. ومن أكثر الأصناف احتواءً على هذا الحامض الأميني Tom Watson، و Jubilee (Davis وآخرون ٢٠١١).

هذا .. وتُشكل قشرة ثمار البطيخ التي تتخلف عند تجهيز البطيخ للمستهلك حوالي ٣١٪ - ٤١٪ من وزن الثمار حسب الصنف. تحتوي هذه القشرة على كميات متوسطة من الفينولات الكلية (٤٥٨ مجم من مكافئ حامض الكلوروجنيك chlorogenic acid equivalent / كجم وزن طازج، مقابل ٣٨٩ مجم في اللب)، وكميات عالية من الحامض الأميني سترولولين citrulline

(٣.٣٤ جم/كجم وزن طازج، مقابل ٢.٣٣ جم/كجم فى اللب). وبذا .. فإن قشور البطيخ يمكن أن تشكل مصدرًا جيدًا لتلك المركبات النشطة بيولوجيًا (Tarazona-Diaz وآخرون ٢٠١١).

الفراولة

تُعد الفراولة من الخضار القوية بفيتامين C حيث تحتوى على ٥٦.٧ مجم من حامض الأسكوربيك/١٠٠ جم؛ بما يعنى أن كل ١٠ ثمار تمد الإنسان بنحو ٩٥٪ من احتياجات الفرد اليومية من الفيتامين. ويُعد الجلوكوز والفراكتوز أهم السكريات التى توجد بالثمار؛ حيث تشكل نحو ٨٠٪ من السكريات الكلية التى توجد فيها، وحوالى ٤٠٪ من وزنها الجاف. ويعد حامض الستريك أهم الأحماض العضوية التى توجد فيها حيث يشكل ٨٨٪ من الأحماض العضوية الكلية. كذلك تحتوى الفراولة على مستويات جوهريّة من كل من البوتاسيوم (١٦٦ مجم/١٠٠ جم)، وحامض الإلاجك، الذى يُعتقد بأنه مركب مضاد للإصابات السرطانية. ومن مزايا الفراولة انخفاض محتواها من كل من السرعات الحرارية (٣٠ سعر حرارى لكل ١٠٠ جم)، والدهون (٠.٤٪)، والصوديوم (ملليجرام واحد/١٠٠ جم) (عن Hancock ١٩٩٩).

ومن بين المركبات الأنتوسيانينية المضادة للأكسدة .. كان المركب 3-pelargonidin glucoside أكثر الأنتوسيانينات تواجدًا فى ثمار الفراولة، وهو الذى ازداد تركيزه بزيادة فترة التخزين، بينما كان المركبين cyanidin-3-glucoside و 3-pelargonidin rutinoides أقل تركيزًا (Goulas & Manganaris ٢٠٠١).

وقد وجد أن مستخلصات ثمار الفراولة تثبط نمو خلايا سرطان القولون HT29 وخلايا سرطان الثدي MCF-7 فى البيئات الصناعية، وتناسب مدى التثبط مع تركيز المستخلص المعامل به. كذلك فإن مستخلصات الفراولة التى أنتجت عضوياً كانت أكثر تثبيطاً لنمو الخلايا السرطانية عن مستخلصات الفراولة التى أنتجت بالطريقة التقليدية. وربما يكون مرد ذلك إلى زيادة تركيز مركبات الأيض الثانوية التى قد تكون مضادة للسرطان فى الفراولة المنتجة عضوياً. وقد وُجد بالفعل أن حامض الأسكوربيك ذات الخصائص المضادة للسرطان يزيد بمقدار ٣٦٪ فى الثمار المنتجة عضوياً عن تلك المنتجة بالطرق التقليدية (Olsson وآخرون ٢٠٠٧).

الأهمية الطبية للخضار الجذرية والدرنية

البطاطس

إلى جانب احتواء بروتين درنات البطاطس على عدد من الأحماض الأمينية الضرورية مثل الـ lysine، فإنها تحتوى على فينولات كلية بنسبة تتراوح بين ٠,٥ و ١,٧ جم/كجم، ويوجد معظمها فى قشرة الدرنة والأنسجة المجاورة لها، وينخفض تركيزها تدريجياً نحو المركز، ويشكل حامض الكلورجيك chlorogenic acid حوالى ٩٠٪ من الفينولات المتعددة الكلية.

وبينما يتراوح تركيز فيتامين C فى درنات البطاطس بين ١٠ و ١٤٠ مجم/كجم بعد الحصاد مباشرة، فإنه ينخفض سريعاً بنسبة ٣٠٪ - ٥٠٪ أثناء التخزين والطهي.

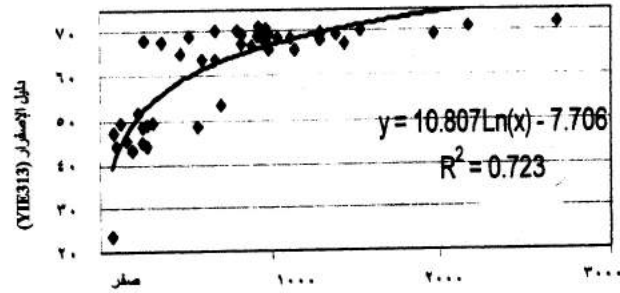
ويرتبط استهلاك البطاطس إيجابياً بالحد من الإصابة بسرطان الثدي عند النساء (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

تزداد شدة اللون الأصفر فى درنات البطاطس مع زيادة محتوى لب الدرنة من الكاروتينات الزانثوفيلية xanthophyll carotenoids حتى حوالى ١٠٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جم وزن طازج، ولكن شدة اللون لا تتغير كثيراً بزيادة تركيز تلك المركبات عن ذلك (شكل ١-٤).

هذا ويتراوح محتوى الكاروتينات الكلية بين ٥٠ و ١٠٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جم وزن طازج فى الأصناف ذات اللب الأبيض، ويزداد المحتوى حتى ٢٧٠ ميكروجرام فى الأصناف ذات اللب الأصفر، بينما تزداد إلى حوالى ٨٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جرام فى سلالات التربية ذات اللب الأصفر الداكن.

وقد قدر محتوى الدرنة من الكاروتينات الكلية بأكثر من ٢٤٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جم وزن طازج فى بعض الاعراض الناتجة من الصنف Papa Amarilla، الذى يُزرع فى أمريكا الجنوبية.

كذلك تحتوى درنات البطاطس ذات اللب الأحمر - أساساً - على صبغات أنثوسيانينية فى صورة acylated glucosides of pelargonidin. أما الدرنة ذات اللب القرمزى فإنها تحتوى على صبغات أنثوسيانينية أكثر تعقيداً فى صورة acylated glucosides لكل من الـ pelargonidin، والـ petunidin، والـ cyanidin، والـ malvidin. ويتراوح محتوى الدرنة من تلك الصبغات بين ١٥ و ٤٠ مجم/١٠٠ جم وزن طازج.



الكاروتينويدات الكلية (ميكروجرام / ١٠٠ جم وزن طازج)

شكل (٤-١): العلاقة بين دليل اصفرار درنات البطاطس ومحتواها من الكاروتينويدات الكلية.

هذا .. ويوجد ارتباط موجب بين محتوى الدرنة من الصبغات الأنثوسيانينية وبين فاعليتها كمضادات أكسدة (C.R. Brown – الإنترنت – ٢٠٠٧).

البطاطا

الجزور

تعد الأحماض الفينولية من مضادات الأكسدة الهامة التي يمكن أن تمنع إصابة الإنسان بكثير من الأمراض المزمنة. ولقد وجد أن جزور البطاطا الصغيرة الحجم من الصنف بيوري جارد (حوالي ٤ جم وزناً) يزيد فيها نشاط مضادات الأكسدة والمحتوى الفينولي مقارنة بالجزور الكبيرة الحجم الصالحة للتسويق (حوالي ٣٠٠ جم وزناً). وفي تلك الجزور الكبيرة الحجم يزداد المحتوى الفينولي جوهرياً في نسيج القشرة عما في نسيج النخاع الداخلي. وكان

أعلى محتوى فينولي (١٠,٣ مجم/جم وزن جاف) ونشاط مضاد للأكسدة (٩,٧ مجم/جم وزن جاف) في تسيج القشرة للجذور الصغيرة الحجم. أما أوراق البطاطا فبان محتواها الفينولي ونشاطها المضاد للأكسدة كان أعلى جوهرياً عما في الجذور. وكان أعلى محتوى فينولي (٨٨,٥ مجم/جم وزن جاف) ونشاط مضاد للأكسدة (٩٩,٦ مجم/جم وزن جاف) في الأوراق الصغيرة التي لم تتفرد بعد. وكان حامض الكلوروجنك هو الحامض الفينولي الرئيسي بكل من الجذور والأوراق باستثناء الأوراق الصغيرة التي كان الحامض الرنيمسي فيها هو 3,5-di-caffeylquinic acid. ويمكن القول أن الجذور الصغيرة جذاً التي يتم استبعادها في الحقل والأوراق الصغيرة غير المكتملة النمو قد تكون مصدراً مركزاً لمضادات الأكسدة الفينولية (Padde & Picha ٢٠٠٧).

ويشيع تواجد مركبات الـ caffeoylquinic acid في النباتات، وهي تحمي النباتات من الافتراس (التهام أكلات الأعشاب لها) والإصابات المرضية، كما أن لها عديد من الوظائف المفيدة للإنسان. وقد وجد في البطاطا أن محتويات حامض الكلوروجنك chlorogenic acid، والأيزوميرات 2,4- و 3,5- و 4,5- للـ dicaffeoylquinic acid في جذور ١٦ تركيباً وراثياً كان أعلى ما يمكن في القشرة ومتوسطاً في الحزم الوعائية وأقل ما يمكن في البشرة، وتراوح محتوى حامض الكلوروجنك بين الأصناف من ١٢ إلى ٢١٢ ميكروجرام/جم في البيرويدر، ومن ٨٢٦ إلى ٧٢٧ ميكروجرام/جم في القشرة، ومن ١٧١ إلى ٤٣٢٦ ميكروجرام/جم في الأوعية، وشكل 3,5- dicaffeoylquinic acid أكثر من ٨٠٪ من الأيزوميرات الثلاثة للحامض، وهي التي تراوح محتواها - مجتمعة - في مختلف التراكيب الوراثية من صفر إلى ١٧٧٥ ميكروجرام/جم وزن جاف في البشرة، ومن ٨٨٣ إلى ٨٧٦٤ ميكروجرام/جم في القشرة، ومن ١٨٧ إلى ٤٧٦٨ ميكروجرام/جم في الأوعية. وقد تبين كثر السلائل الست عشرة التي قيمت في محتواها من مختلف المركبات؛ بما يعنى سهولة التربية لزيادة محتوى تلك المركبات في جذور البطاطا. كذلك تبين أن محتوى الجذور من مركبات الـ caffeoylquinic acid الأربعة يبلغ ٣٪ من الوزن الجاف للجذور الخزنة لنبات نجمة الصباح morning glory (وهو: *Ipomoea pandurata*)؛ بما يعنى إمكان استخدامه كمصدر جيد لتلك المركبات (Harrison وآخرون ٢٠٠٨).

الأوراق

تستخدم أوراق البطاطا كغذاء في بعض الدول الأفريقية، ويفيد التسميد البوتاسي لهذا المحصول في زيادة محتواها من المركبات الفينولية؛ ومن ثم النشاط المضاد للأكسدة. وقد ازدادت الأحماض الفينولية بنسبة حوالى ٢٠٪ عندما أضيف النيتروجين إلى البوتاسيوم بنسبة ١ : ٥، بينما أنت كل مستويات التسميد البوتاسي إلى زيادة محتوى المواد الفلافونية بنسبة حوالى ٣٠٠٪ (Redovnikovic وآخرون ٢٠١٢).

وقد أنتج صنف جديد من البطاطا في اليابان باسم Suioh لاستخدامه كمحصول ورقى. يتميز هذا الصنف بالطعم الجيد لأوراقه ومحتواها المرتفع من كل من الكالسيوم وفيتامين أ عما يتوافران به في السباتخ.

يعد الليويتين lutein - وهو كاروتين - قادر على تأخير العمى المرتبط بتدهور الشبكية macular degeneration. وتعد أوراق البطاطا مصدراً ممتازاً لهذا المركب، وهي التي يزيد محتواها منه عما في أوراق الصليبيات. فضلاً عن أن أوراق البطاطا تستخدم كغذاء للإنسان في بعض الدول، فإتباعاً يمكن أن تستخدم كمصدر للإنتاج التجارى لـ الليويتين (Menelaou وآخرون ٢٠٠٦).

وتحتوى أوراق البطاطا على مستوى مرتفع من البوليفينولات، مقارنة بما يحتويه ١٢ نوعاً من الخضار الرنيمسية. وتتكون تلك البوليفينولات من حامض الكافيك caffeic acid وخمسة أنواع من مشتقاته، هي:

3-mono-O-caffeoylquinic acid (Chlorogenic acid, ChA).

3,4-di-O-caffeoylquinic acid (3,4-diCQA).

3,5-di-O-caffeoylquinic acid (3,5-diCQA).

4,5-di-O-caffeoylquinic acid (4,5-diCQA).

3,4,5-tri-O-caffeoylquinic acid (3,4,5-triCQA).

تُظهر تلك البولي فينولات وظانف فسيولوجية متنوعة وتعمل كمضادات أكسدة ومضادات للطفريات وللمسرطان وداء السكر والنشاط البكتيري (Yoshimoto وآخرون ٢٠٠٦).

هذا .. ويؤدي تعرض الأوراق لحرارة متوسطة الارتفاع مع إضاءة قوية إلى تراكم المركبات الفينولية، وهي التي قد يكون لها أهمية كبيرة في تعزيز صحة الإنسان (Islam وآخرون ٢٠٠٣).

الأهمية الطبية للخضر البصلية

تعد الخضر البصلية غنية بعدة أنواع من المركبات الكبريتية thiosulfides وثيقة الصلة بالحد من الإصابة بعدد من الأمراض المزمنة. كذلك فإنها غنية بالفلافونيدات: quercetin، kaempferol، والجلوتاثيون، والسيلينيم عند نموها في تربة غنية بالعنصر.

وتتباين كثيرًا تركيزات وأنواع المركبات الكبريتية في مختلف الخضر البصلية، وهي تحتوي على نحو ١٪ - ٥٪ على أساس الوزن الجاف من المركبات الكبريتية غير البروتينية. ويمكن التعرف على خمسة isomers منها، هي: الـ alliin، و isoalliin، والـ propiin، والـ mehiin، والـ ethiin.

ولقد قُدر محتوى الـ thiosulfides الكلي (بالجرام/كجم وزن طازج) بنحو ٠.٢ في أوراق البصل، و ٠.٧٢ في الشيف، و ١.٠٢ في أبصال البصل.

ويتباين المحتوى من مختلف المركبات الكبريتية باختلاف المحصول؛ فهو في البصل - مثلًا - ٣٤٪ methiin، و ٥٪ ethiin، و ١٪ propiin، و ٥٪ alliin، و ٩٪ isoalliin، وفي الثوم ٩٢٪ alliin، و ٨٪ methiin.

وعند تجريح أو سحق تلك الخضر فإن الـ thiosulfides تتحول إنزيمياً إلى allyl sulfides نشطة بيولوجياً (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

وثاني أهم مجموعات المركبات الكيميائية النشطة بيولوجياً في الخضر البصلية هي الفلافونويدات. وفي أوراق البصل يشكل الـ quercetin حوالي ٥٠٪ من الفلافونويدات، بينما يشكل الـ kaempferol ٣١٪، والـ luteolin ١٤٪. أما في أبصال البصل فإن الـ quercetin يشكل أكثر من ٩٥٪ من الفلافونويدات، مع آثار من الـ kaempferol. ويقل محتوى الـ quercetin جوهرياً في البصل الأبيض عما في البصل الأحمر، كما يوجد معظمه في

وبيتنا ينخفض محتوى الخضر البصلية من عنصر السيليوم (٠.٠٦ جزء في المليون في الثوم، و٠.٠٢ جزء في المليون في البصل)، فبته يمكن زيادة تركيز العنصر بصورة ملحوظة عند زراعة تلك الخضر في وسط غنى بالعنصر، حيث ازداد تركيزه - في إحدى الدراسات - إلى ١١٠ - ١٥٠ جزء في المليون في الثوم، وإلى ٢٨ جزء في المليون في البصل (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

للبلص مزايا واستعمالات علاجية وطبية عديدة، منها أنه مضاد لتكاثر البكتيريا في الأغذية (مثل الكفتة) وفي القناة الهضمية، ويرجع ذلك إلى فعل المركبات التي من طراز الأليسين *allicin-type compounds*، حيث تتفاعل الأليسينات *allicins*، والمركبات ثنائية الكبريت *disulfides* مع مركبات الثيول *thiol (SH)*، مثل السيستين *cystein*، لمنع دخولها في تركيب البروتينات، كما يلي:



وتؤدى تفاعلات كهذه إلى منع نمو الخلايا البكتيرية (Augusti ١٩٩٠). وفضلاً عن تأثير هذه المركبات كمضادات بكتيرية تفيد الإنسان، فقد وجد أن مستخلصات البصل - وكذلك الثوم - تمنع نمو، أو توقف نمو أكثر من ٨٠ نوعاً من الفطريات الممرضة للنبات، إلا أن أقفوت البصل ومسبباته المرضية لا تتأثر بهذه المركبات، بل - على العكس - تتجذب لها ويزداد نشاطها عند تواجدها (Brewster ١٩٩٤).

كذلك يفيد البصل في خفض تركيز السكر في الدم، وخفض الكوليسترول، وخفض تجمع الدم وتكوين الجلطات (Goldman ١٩٩٦)، وكثير من الفوائد الأخرى التي تخرج تفاصيلها عن أهداف هذا الكتاب، والتي يمكن الرجوع إليها في Augusti (١٩٩٠).

ويعتبر محتوى البصل من الكورستين quercetin ذات أهمية طبية خاصة، إذ إنه من أهم المركبات الفلافونية flavonoids التي توجد في البصل. تستعمل المركبات الفلافونية في علاج بعض الأمراض، وخاصة السرطان، وللكورستين أهمية بالغة كمركب مضاد للأكسدة ومضاد للسرطان. والفلافونات مجموعة كبيرة جداً من المركبات التي تشترك في احتوائها على نواة فلافونية flavone nucleus تتركب من حلقات بنزينية مرتبطة من خلال حلقة بيرين heterocyclic pyrine ring. ويرجع أصل الاسم كورستين إلى النبات كوركس Quercus. ويتوفر الكورستين - كذلك - إلى جانب البصل - في كل من الشاي، والبن، والحبوب النجيلية، وعديد من الفاكهة والخضر.

وقد وجد أن مستوى البصل من الكورستين الكلى ينخفض تدريجياً من الحراشيف الخارجية الجافة بالاتجاه نحو الحلقات الداخلية. ووجد أعلى تركيز للكورستين في الحراشيف الخارجية الجافة للصنف رديون Red Bone (٣٠,٦٦ جم/كجم وزن جاف). بينما احتوى الصنف كونتسا Contessa على أقل تركيز (٠,٠٩٤ جم/كجم وزن جاف). كذلك وجد تباين مماثل في محتوى الأبيصال من الكورستين الحر الذي بلغ أعلى تركيز له (٢٠,٦٤ جم/كجم وزن جاف) في الحراشيف الخارجية الجافة للصنف كونتسا (Patil & Pike ١٩٩٥).

ووجد أن محتوى الأبيصال من الكورستين الجلوكوسيدى في أصناف البصل الصفراء، والوردية، والحمراء يتراوح بين ٥٤ و ٢٨٦ مجم/كجم من الأبيصال الطازجة، بينما لم توجد سوى آثار من المركب في أصناف البصل البيضاء. وبالمقارنة كان تركيز الكورستين الحر منخفضاً في جميع الأصناف المختبرة حيث لم يزد عن ٠,٤ مجم/كجم، باستثناء صنف واحد - هو 20272-G، حيث بلغ تركيز الكورستين الحر في أبيصاله ١٢,٥ مجم/كجم من الوزن الطازج.

وأدى تخزين الأبيصال في الجو العادي - وخاصة على ٢٤°م مقارنة بتخزينها على ٥°م أو ٣٠°م - إلى إحداث زيادة كبيرة في محتواها من الكورستين بلغت أقصاها بعد نحو ثلاثة شهور

من التخزين، أعقبها نقص في محتوى الكورستين استمر حتى نهاية فترة التخزين التي دامت خمسة شهور. أما التخزين في الجو المتحكم في مكوناته من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون فلم يؤثر على محتوى الأبهال من الكورستين بعد خمسة شهور من التخزين (Patil وآخرون ١٩٩٥ أ).

كما وجد أن محتوى أبهال البصل من الكورستين يتأثر كثيراً بمنطقة الإنتاج، وبدرجة أقل بكل من نوع التربة ومرحلة النمو، حيث يزداد المحتوى قليلاً بتقدم النضج (Patil وآخرون ١٩٩٥ ب).

ويختبر الباحثون نظرية افتراضية مؤداها أن المركبات الكبريتية التي تتوفر في البصل وغيره من نباتات الجنس *Allium* تتفاعل في الكبد لتنشيط الإنزيمات المخلصة من السموم *Detoxification enzymes*؛ الأمر الذي يحمي الدنا (DNA) من مهاجمة المركبات المحنثة للسرطان (ASHS Newsletter - المجلد ١٤ - العدد الخامس - مايو ١٩٩٨).

وعلى الرغم من الأهمية الطبية للبصل، إلا أن الاعتماد على البصل فقط في الغذاء لعدة أيام يؤدي إلى تحطم خلايا الدم الحمراء والتسمم. وقد حدثت حالات تسمم من هذا النوع في الماشية التي احتوى علفها على كميات كبيرة من البصل (Kingsbury ١٩٦٣).

كما قد تصاب الأبهال ومنتجات البصل بعديد من الأعفان التي قد يكون من بينها فطريات منتجة للأفلاتوكسينات المسببة للسرطان.

وفي دراسة على التلوث الميكروبي خلال مختلف مراحل تجفيف البصل في أحد المصانع في سوهاج وجد Zohri وآخرون (١٩٩٢) تلوثاً عالياً بعديد من الفطريات في المراحل الأولى من التجفيف، ولكنه تنافس تدريجياً إلى أن اختفى تماماً في المرحلة النهائية (العشرة) وقبل التهوية من عملية التجفيف. وقد عزل الباحثون ١٥ نوعاً من الفطريات تنتمي إلى ٧ أجناس، كان من بينها *Aspergillus niger*، *A. flavus*، و *A. terreus*، و *Penicillium chrysogenum*. ووجدت الأفلاتوكسينات ابتداءً من المرحلة الأولى للتجفيف - بتركيز ١٢٠ ميكروجراماً لكل كيلوجرام - حتى المرحلة الثامنة - بتركيز ٢٠ ميكروجراماً لكل كيلوجرام - ولكنها اختفت تماماً في المرحلتين التاسعة والعشرة للتجفيف.

ويعتبر البصل مصدراً جيداً للمركبات البكتينية التي تتوفر في قشوره الجافة بنسبة تتراوح بين ١٠٪ و ٣٣٪ حسب الصنف. كما يحتوي البصل الأحمر على ثمانية أنواع من الصبغات الأنثوسيانينية. وتتوفر في البصل عديد من المركبات الفلافونية، والتي من أهمها مركب الكورستين Quercetin الذي عزل في بداية الأمر من قشور البصل الصفراء، ولكنه وجد بعد ذلك في أوراق البصل. وهو يوجد في القشور الجافة في صورة حرة ولكنه يرتبط بالسكريات في أنسجة البشرة بالأوراق. ويتراوح محتوى قشور الأبطال الملونة من الكورستين بين ٢,٥ و ٦,٥٪ على أساس الوزن الجاف، بينما لا يزيد محتوى قشور الأبطال البيضاء عن ملليجراماً واحداً لكل ١٠٠ جرام من الوزن الجاف.

كذلك تحتوي قشور الأبطال الملونة على عديد من المركبات الفينولية، والتي منها: حامض بروتوكتيكويك Protocatechuic acid، وفلوروجلوسينول Phloroglucinol، وبيروكتيكول Pyrocatechol وغيرهم.

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف المركبات الكيميائية التي توجد في نباتات البصل - وخاصة في الأبطال - يراجع Fenwick & Hanley (١٩٩٠ ب).

ولقد أمكن عزل الفلافونات التالية من الحراشيف الحمراء لأبطال صنف البصل Red Baron (Fossen وآخرون ١٩٩٨):

quercetin 3,7,4'-o-β-triglucopyranoside

quercetin

quercetin 4'-o-β-glucopyranoside

quercetin 3,4'-o-β-diglucopyranoside

هذا .. وبعد المركبان الثالث والرابع أعلاه - وخاصة المركب الرابع - أهم الفلافونات في البصل، حيث يشكلان معاً ٨٥٪ من الفلافونات الكلية، ويقل تركيز الـ quercetin إلى نحو ٢٪ من الفلافونات الكلية. ويشكل نحو ١٧ مركباً آخر حوالي ١٥٪ من الفلافونات الكلية (Price & Rhodes ١٩٩٧).

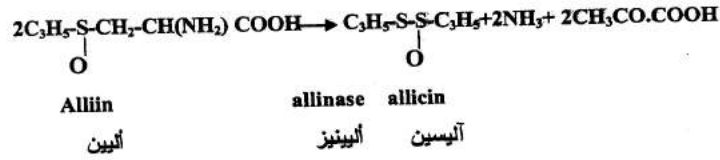
وأوضحت الدراسات الحديثة أن البصل يمكن استعماله في علاج أو تقليل أو منع حدوث بعض المشكلات الصحية، مثل: السرطان، وأمراض أوعية القلب، والسكر، والربو، والتضادية الحيوية التي تؤدي إلى اثناف أحد المتعضيين antibiosis، وذلك بسبب محتواه العالي من مضادات الأكسدة.

ويحتوي البصل الأصفر على أعلى محتوى من الفينولات الكلية، يليه البصل الأحمر، فالأبيض، لكن البصل الأحمر كان الأعلى في التأثير المضاد للأكسدة، تلاه الأصفر، فالأبيض (Gokce وآخرون ٢٠١٠).

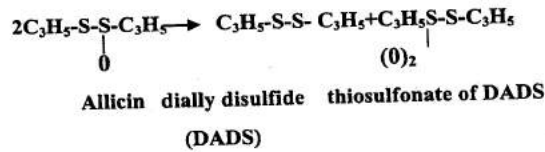
وعموماً .. يتميز البصل بخصائص تجعله مضاد للبكتيريا، وأن له تأثيرات في خفض كل من مستوى السكر والدهون والتخثر وتكوين الأورام الليفية، وله مميزات طبية أخرى كثيرة يمكن الرجوع إلى تفصيلها في Augusti (١٩٩٠).

الثوم

حظى الثوم بأهمية خاصة، نظراً لما نسب إليه من فوائد عديدة في المجال الطبي. ومن المعروف أن الثوم يحتوي على مادة مضادة للبكتيريا السالبة والموجبة لصيغة جرام تسمى الأليسين allicin، وهي التي تتحلل إلى مركبين، هما: داي أليل داي سلفيد، وثيوسلفونات الداي أليل داي سلفيد، كما يلي (عن Augusti ١٩٩٠):



وبعد ذلك يعيد الأليسين ترتيب نفسه إلى داي أليل داي سلفيد، وثيوسلفونات الداي أليل داي سلفيد.



يعتبر الأليسين Allicin (وهو: 2-propene-1-sulphinothioic acid S-2propenyl ester) من أكثر الثيوسلفينات thiosulphinates تواجداً في الثوم المقطوع أو التي تهتكت أنسجته حديثاً (Calvey وآخرون ١٩٩٤)، وهو المركب الأم الذي يتكون منه عديد من المركبات الكبريتية المسنولة عن الطعم، والتكهة، والخصائص الطبية والعلاجية للثوم.

ويرتبط النشاط المضاد للميكروبات في زيت الثوم بمحتواه من الـ allyl cysteinesulfoxides ويشكل الـ Alliin lyase نحو ١٠٪ من البروتين الكلى في فصوص الثوم (Ellmore & Feldberg ١٩٩٤).

يعد الثوم طارداً للديدان الأسطوانية، وخافضاً لضغط الدم المرتفع، ومستوى السكر والدهون والتخثر، ويفيد في علاج بعض حالات أمراض القلب، ومطهر، ومضاد للبكتيريا، وله استعمالات طبية أخرى كثيرة يمكن الرجوع إلى تفصيلها في Angusti (١٩٩٠).

الأهمية الطبية للخضر الورقية

الخس

تتباين أصناف الخس في محتوى أوراقها من المركبات المفيدة لصحة الإنسان؛ فقد احتوى صنف الخس Round على الكورستين quercetin - وهو مركب فلافوني مضاد للإصابات السرطانية - بتركيز ١١ جزءاً في المليون، بينما تراوح التركيز في صنف الخس Lollo Rosso من ٤٥٠ جزءاً في المليون في الأوراق الداخلية إلى ٩١١ جزءاً في المليون في الأوراق الخارجية (Crozier وآخرون ١٩٩٧).

وتراوح المحتوى الكلى للفلافونات - المقطرة كوحدة للأجنيكون aglycon في المادة الطازجة - في ثمانية أصناف من الخس - بين ٣،٠٠ و ٢٢٩ ميكروجراماً لكل جرام.

وأمكن التعرف في أصناف الخس ذات الأوراق الخضراء على خمس من الكورستينات

quercetins، هي:

quercetin-3-o-galactoside

quercetin-3-o-glucosie

quercetin-3-o-glucuronide

quercetin-3-o-(6-o-malonyl) glucoside

quercetin-3-o-rhamnoside

وكذلك على المركب:

luteolin-7-o-glucuronide

وعلى مركبين إضافيين من السياناتينات cyanidins فى الأصناف ذات الأوراق الحمراء، هما:

cyanidin-3-o-glucoside

cyanidin-3-o(6-o-malonyl) glucoside

وأحدث تقطيع الخس ثم تعريضه للضوء فقدًا جوهريًا فى الفلافونيات بلغ ٩٤٪ فى طراز ورق البللوط الأخضر، و٤٣٪ فى طراز ورق البللوط الأحمر، و٣٦٪ فى طراز الأيس برج، و٢٥٪ فى طراز الباتافيا batavia، و٢٤٪ فى طراز lollo biondo، و٦٪ فى طراز lollo roso، بينما لم يحدث فقدًا يذكر فى طرازى الرومين والخس الورقى الأخضر green salad bowl.

وأدى تخزين رؤوس الخس الكاملة فى الظلام على ١ م° مع ٩٨٪ رطوبة نسبية لمدة ٧ أيام إلى فقد ما بين ٧٪، و٤٦٪ من الجلوكوسيدات الفلافونية (DuPont وآخرون ٢٠٠٠).

السبانخ

تحتوى أوراق السبانخ التى فى منتصف مرحلة تكوينها على تركيزات أعلى من الفينولات الكلية، والفلافونيات الكلية، ومضادات الأكسدة عما تحتوى الأوراق غير المكتملة التكوين والمكتملة التكوين، وتبين أن الفلافونيات هى المكون الرئيسى لمضادات الأكسدة (Pandjaitan وآخرون ٢٠٠٧).

كما أن الزراعات الخريفية المتأخرة للسباتخ (التي تبقى في الحقل خلال فصل الشتاء) تحتوي على تركيزات أعلى من الفينولات الكلية ومضادات الأكسدة عما تحتويه نباتات الزراعات الخريفية المبكرة (التي تُحصد بنهاية فصل الخريف)؛ بما يعنى أن ظروف النمو، والشد البيئي والحيوى تؤثر فى أيض الفينولات.

ولقد احتوت سلالات التربية المتقدمة من السباتخ – الأكثر مقاومة للأمراض – على تركيزات أعلى من الفينولات، والفلافونوات الكلية والمفردة، ومضادات الأكسدة عما وُجد فى الأصناف التجارية؛ بما يعنى إمكان الانتخاب لزيادة المحتوى الفينولى وزيادة مضادات الأكسدة فى السباتخ (Howard وآخرون ٢٠١٠).

الكرفس

ترجع النكهة المميزة للكرفس إلى محتواه من الثاليدات phthalides والتربينات terpenes، والفليورانوكيومارينات linear furanocoumarins، مثل الـ psoralen، والـ xanthotoxin، والـ bergaten، والـ isopimpinellin.

وتُحدث المركبات الثلاثة الأولى (الـ psoralen، والـ xanthotoxin، والـ bergaten) مشاكل جلدية للإنسان والحيوان بعد ملامستها للجلد – أو تناولها – إذا أعقب ذلك التعرض للضوء.

وللسورالينات تأثيرات بيولوجية ضارة، حيث تكون مطفرة للـ DNA، ومسرطنة إن وجدت مع الأشعة فوق البنفسجية فى المدى الموجى ٣٢٠ – ٣٨٠ نانو متر.

وقد اكتشفت أضرار السورالينات على العمال المشتغلين بالكرفس سواء أكلان عملهم فى الحقول، أم فى محلات السوبر ماركت (عن Afek وآخرين ١٩٩٥ ب).

وعادة لا يصل تركيز تلك المركبات فى الكرفس إلى المستوى السام للإنسان، إلا أن تركيزها يزداد فى وجود الملوثات، وفى الحرارة المنخفضة، وفى حالات الإصابات المرضية والميكائكية، وعند كثرة التعرض للأشعة فوق البنفسجية (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ويوجد نوعان رئيسيان من السورالينات psoralens (الـ linear furanocoumarins)، هما: 5-methoxypsoralen، و 8-methoxypsoralen (والأصح: methoxsalen).

وقد قدر تركيز السورالينات في الأجزاء المختلفة لصنف الكرّفس الواسع الانتشار Tall Utah 52-70R وسلالة التربية UC-08، وكالت النتائج كما يلي:

الجزء النباتي	تركيز السورالينات (جزء في المليون)
الأوراق الخارجية المسنة	٤٤.٩
الأوراق الوسطى المكتملة التكوين	٩.٩
أوراق القلب الصغيرة	٣.٦
أعناق الأوراق الخارجية المسنة	١.٤
أعناق الأوراق الوسطى المكتملة التكوين	١.٠
أعناق أوراق القلب الصغيرة	١.٥
الجنور	٠.٩

وتبعاً لتلك النتائج فإن اتصال الأوراق الخارجية المسنة والأوراق الوسطى المكتملة التكوين فقط هي التي تحتوي على تركيزات عالية من السورالينات إلى درجة قد تشكل خطراً على صحة الإنسان والحيوان (Diawara وآخرون ١٩٩٥).

وقد وصل تركيز المركبات: الـ psoralen، والـ bergapten، والـ xanthotoxin، والـ isopimpinellin إلى حوالي ١٢-٥٠ جزءاً في المليون في خمسة أصناف من الكرّفس. وقد أدى رش الكرّفس ١٤-٢ مرة بالبرافو 500 ٥٠٠ Bravo (وهو chlorothalonil)، أو بالمقزيت د Manzate-D (وهو mancozeb)، أو بالكوسيد ١٠١ Kocide 101 (وهو أيدروكسيد نحاس) إلى زيادة الـ bergapten بمقدار ضعفين إلى أربعة أضعاف في اتصال وأعناق الأوراق، والـ isopimpinellin بمقدار ضعفين إلى ثلاثة أضعاف في اتصال الأوراق (Nigg وآخرون ١٩٩٧).

يعتقد أن السورالينات Psoralens – التي توجد في الكرّفس، والجزر الأبيض، والبقدونس، والتين، والموالح – هي فيتوأكسينات ذات علاقة بمقاومة الكرّفس لمسببات الأمراض. كما تنتج هذه المركبات بمعاملات خاصة، مثل كبريتات النحاس، والأشعة فوق البنفسجية، والحرارة المنخفضة. كما أدت الأضرار الميكانيكية للكرّفس عند الحصاد إلى زيادة تركيز الـ furacoumarin من ٢ إلى ٩٥ جزءاً في المليون على أساس الوزن الطازج.

ولكن يبدو أن السورالينث ذاتها ليست هي الفيتوالاكسينات، وإنما مرد النشاط المضاد لمسببات الأمراض إلى المارمسين marmesin، الذى يتكون منه السورالين. وقد وجد Afek وآخرون (١٩٩٣، و ١٩٩٥) أن معاملة الكرفس بالجبريلين بعد الحصاد أدت إلى إبطاء تكوين السورالين، مع استمرار مقاومة النباتات لأمراض المخازن لفترة طويلة، علماً بأن المارمسين يتحول تدريجياً - بصورة طبيعية - إلى سورالين بعد الحصاد.

وقد تبين أن المارمسين marmesin (+) - وهو بادئ السورالينث psoralens فى الكرفس - تبلغ قوة مضادته للفطريات مئة ضعف قوة السورالينث. وقد صاحبت زيادة قلبية الكرفس للإصابة بالأمراض خلال شهر من التخزين نقصاً فى محتواه من المارمسين واكبتة زيادة فى تركيز السورالين. وأوضحت الدراسات أن الزيادة فى إصابة الكرفس بالأعطان ترتبط سلبياً بتركيز المارمسين وإيجابياً بتركيز السورالين. وظهر بعد شهر من تخزين الكرفس على صفر أو ٢ م أن تركيز السورالينث ازداد من ١٠ إلى ١٣٦ أو إلى ٨٧ جزءاً فى المليون - على أسس الوزن الطارح - على التوالي، بينما انخفض تركيز المارمسين تحت الظروف ذاتها من ٣٣ إلى ٤ أو إلى ١١ جزءاً فى المليون. وقد كتبت إصابة الكرفس بالأعطان بعد شهر من التخزين على صفر أو ٢ م هى ٦٢٪، و ٢٧٪ على التوالي (Afek وآخرون ١٩٩٣، و ١٩٩٥ ب).

كذلك اكتشف Afek وآخرون (١٩٩٣، و ١٩٩٥ ج) فيتوالاكسين آخر غير المارمسين أطلقوا عليه اسم الكولمبيانتين columbiantein بلغت قوة مضادته للفطريات ما لا يقل عن ٨٠ ضعف قوة السورالينث، وكما كان الحال مع المارمسين، فإن تركيز الكولمبيانتين انخفض أثناء تخزين الكرفس لمدة شهر على الصفر المنوى، وواكب ذلك زيادة فى كل من قابلية الخس للإصابة بالأعطان ومحتواه من السورالين.

الرجلة

تعد الرجلة *Portulaca oleracea* من الأغذية القنية بحديد من المركبات الهامة لصحة الإنسان؛ فهي أحد أحسن المصادر النباتية للـ α -linolenic acid، وهو omega-3 fatty acid. ويُعد هذا الحامض الدهنى بادئ لمجموعة خاصة من الهرمونات (الـ prostglandins)،

وقد يوفر حماية من الإصابة بأمراض أوعية القلب والسرطانات وعدد من الأمراض المزمنة التي تُصيب الإنسان. كذلك فإن الرجلة تُعد مصدراً ممتازاً للفيتامينات المضادة للأكسدة: α -tocopherol، وحامض الأسكوربيك، والبيتا-كاروتين، وكذلك الجلوتاثيون glutathione، والأحماض الأمينية: isoleucine، leucine، lysine، methionine، cysteine، phenylalanine، tyrosine، threonine، valine (Palaniswamy وآخرون ٢٠٠٢).

تحتوي أوراق الرجلة على ٦٪ دهون على أساس الوزن الجاف، وأكثر الأحماض الدهنية تواجداً فيها (في كل من الأوراق والبذور) هو حامض اللينولينك linolenic acid الذي أسلفنا ذكره. ويمكن أن تكون الرجلة وسيلة غذائية فعالة لخفض مستوى الكوليسترول في الدم والوقاية من مرض انسداد الشريان التاجي في الإنسان (Bhardwaj ٢٠٠٧).

تعد الرجلة عالية بدرجة كبيرة في محتواها من الأوميغا ٣ (α -linolenic acid)، وهو حامض دهني أساسي يُفيد في خفض حالات الإصابة بأمراض القلب الوعائية وبعض الأمراض السرطانية كما بينا، ويوجد نحو ٣٪ هذا المحتوى من الحامض في الكلوروبلاستيدات، على الرغم من عدم وجود علاقة بين المحتوى الكلوروفيلي والحامض. وقد ازداد تركيز الحامض الدهني بنسبة ٢٣٩٪ عندما كُتلت نسبة النتروجين النتراتي إلى النتروجين الأمونيومي في المحلول المغذي ٠.٥ : ٠.٥، مقارنةً بلوضع عندما كُتلت النسبة ١ : صفر، وازداد بنسبة ١١٤٪، مقارنةً بلوضع عندما كُتلت النسبة ٠.٧٥ : ٠.٢٥ (Palaniswamy وآخرون ٢٠٠٠).

وقد كُتلت أفضل نسبة من الأحماض الدهنية ω -6 إلى ω -3 في ثبقات الرجلة بعد شتلها بنحو ٢٠ يوماً؛ أي بعد نحو ٤٢ يوماً من زراعة البذرة، وذلك مقارنةً بنسبة بعد ٤٠ أو ٦٠ يوماً من الشتل (Mortley وآخرون ٢٠١٢).

الجرجير

تراوح المحتوى الكلي للجلوكوسينولات glucosinolates في الجرجير بين ١٤.٠٢ و ٢٨.٢٤ ميكرومول/جم وزن جاف. وشكل الجلوكورافانين glucoraphanin ٥٢٪ من الجلوكوسينولات الكلية في إحدى السلالات. وقد تباينت السلالات في تحلل الجلوكورافانين إلى isothiocyanate-sulforaphane. كذلك أظهرت أوراق الجرجير تبايناً في محتوى المركبات الفينولية، مثل: ال-

الفينولية، مثل: الـ quercetin-3-glucoside، والـ rutin، والـ myricetin، والـ quercetin، والـ ferulic acid، والـ p-coumaric acid. كما ظهرت تباينات كبيرة في الكرويتينات الكلية التي تراوحت بين ١٦.٢، و ٢٧٥ ميكروجرام/جم، وكان أهمها الـ lutein (Villatoro-Pulido وآخرون ٢٠١٣).

الهندباء

الفلافونيات

يتراوح محتوى الهندباء من المركبات الفلافونية بين ٤٤، و ٢٤٨ ميكروجرام/جم وزن طازج، ومن أهم هذه المركبات ما يلي:

Kaempferol-3-o-glucoside

Kaempferol-3-o-glucuronide

Kaempferol-3-o-[(6-0-malonyl)glucoside]

وقد أدى تجهيز الهندباء للاستهلاك - بتقطيع الأوراق - إلى حدوث فقد في المركبات الفلافونية تراوح من ٨٪ في الأصناف المهندبة الأوراق إلى ٣٢٪ في الإسكارول (DuPont وآخرون ٢٠٠٠).

السيلينيوم

أنت زيادة تركيز السيلينيوم في المحلول المغذي للهندباء إلى زيادة تركيز العنصر في الأوراق، وكانت الزيادة أكبر باستعمال NaSeO_4 كمصدر للسيلينيوم مقارنة باستعمال NaSeO_3 . وازداد الوزن الكلي للنباتات عندما استعملت سيلينيت الصوديوم NaSeO_4 بتركيز ١-٤ ملليجرام/لتر، بينما نقص كل من الوزن الطازج والوزن الجاف للنباتات عندما استعملت NaSeO_3 بتركيز ٢ مجم/لتر أو أكثر من ذلك. كذلك انخفض محتوى الأوراق من النترات جوهرياً بزيادة تركيز NaSeO_3 . وأنت إضافة أي من NaSeO_4 ، أو NaSeO_3 بتركيز ٢ مجم/لتر إلى رفع محتوى الأوراق من السيلينيوم إلى ٥٠.٣٦، و ٢٧٥٥ ميكروجرام سيلينيوم/كجم وزن جاف على التوالي (٧٥٥، و ٢٣٤ ميكروجرام سيلينيوم لكل كيلوجرام وزن طازج)، علمًا بأن القدر المناسب من السيلينيوم الذي يجب توفره في غذاء الإنسان يتراوح بين ٥٠، و ٢٠٠ ميكروجرام يوميًا (Lee & Park ١٩٩٨).

الأسبرجس

يمكن اعتبار مهاميز الأسبرجس من المصادر الممتازة لمضادات الأكسدة الطبيعية، مثل المركبات الفينولية. ولقد وجد ارتباط بين مختلف الفلافونيدات والأحماض الأيدروكسي سينامية hydroxycinnamic acids والنشاط المضاد للأكسدة بالمستخلص الإيثقولي للمهاميز؛ علماً بأن تلك المركبات كانت أكثر، وأن نشاط الأكسدة ازداد في مهاميز الأسبرجس الخضراء عما في البيضاء (Guillén وآخرون ٢٠٠٨).

ولقد أمكن عزل عدة أنواع من الاستيرويدات steroids من جنور الأسبرجس، وأظهرت ثمانية أنواع منها نشاطاً جوهرياً مضاداً لخلايا سرطانية بالفئران والإنسان (Huang وآخرون ٢٠٠٨).

الخرشوف

كانت أكثر المركبات المضادة للأكسدة تواجداً في مستخلصات الخرشوف من الأجزاء الملوكولة وتلك التي تتخلف بعد تصنيعه كلاً من حامض الكلوروجيك chlorogenic acid، وسينارين A cynarin، والناريروتين narirutin. وقد يكون لتلك المركبات أهمية في الأسواق التامية للإضافات الغذائية (Mabeau وآخرون ٢٠٠٧).

ولطالما استخدمت مستخلصات أوراق الخرشوف - على نطاق واسع - في الأغراض الطبية كواقية للكبد hepatoprotectants، وكعوامل choleretic. وتمثل أوراق الخرشوف مصدراً طبيعياً للأحماض الفينولية، والتي من أهمها - في الخرشوف - الأحماض الـ dicaffeoylquinic - مثل السينارين cynarin (وهو: 1,3-dicaffeoylquinic acid) وبلانسه حامض الكلوروجيك chlorogenic acid (وهو: 5-caffeoylquinic acid). وقد وجد أن تعريض أوراق الخرشوف للأشعة فوق البنفسجية يزيد من مستويات تلك الأحماض (Moglia وآخرون ٢٠٠٨).

الأهمية الطبية للخضر الكرنبية (الصليبية)

محتوى الجليكوسينولات

تعد الخضر الكرنبية (الصليبية) أغنى مصادر الجليكوسينولات glucasinolates في غذاء الإنسان. وهي - كذلك - غنية في كل من فيتامين E والتوكوفرولات tocopherols، وفيتامين C والألياف. ومن بين الـ ١٢٠ من الجليكوسينولات التي أمكن التعرف عليها، يعرف ٢٠ منها في الصليبيات، ويتواجد ثلاثة أو أربعة منها بكميات جوهريّة. وأكثرها شيوعاً الجليكوسينولات الأليفاتية.

الصنبيبات، ويتواجد ثلاثة أو أربعة منها بكميات جوهريّة. وأكثرها شيوعاً الجلوكوسينولات الأليفاتية، فالإندولية، فالأروماتية.

وتتضمن الجلوكوسينولات الأليفاتية كلاً من :

glucoraphanin	glucoerucin
progoitrin	epi-progoitrin
sinigrin	napoleiferin
gluconapin	glucoalysin

وتتضمن الجلوكوسينولات الإندولية كلاً من:

glucobrassicin	4-hydroxyglucobrassicin
4-methoxyglucobrassicin	neo-glucobrassicin

وتتضمن الجلوكوسينولات الأروماتية كلاً من:

gluconasturtiin	sinalbin
-----------------	----------

(Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

تتباين أنواع الجلوكوسينولات الصانحة في مختلف السليبيات، كما يلي:

المحصول	الجلوكوسينولات المساندة فيه
البروكولي	Glucoraphanin, glucobrassicin, progoitrin, and gluconasturtiin
كرنب بروكسل والكرنب والقنبيط والكولارد والكيل	Sinigrin, progoitrin, and glucobrassicin
اللفت والروتباجا	Gucobrassicin, progoitrin, and gluconasturtiin.
الفجل	Glucoerucin, glucoraphanin, and glucobrassicin

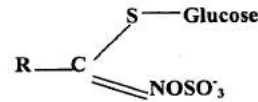
هذا .. ويتباين محتوى الجلوكوسينولات في أجزاء النبات الواحد، وفي مختلف مراحل نموه؛ ففي البروكولي - مثلاً - يبلغ محتوى الجلوكوسينولات في الرؤوس المستخدمة في الغذاء حوالي ٢٠ - ٥٠ ضعف محتواها في الأنسجة الأخرى في النباتات البالغة.

البروكوللى - مثلاً - وجد لدى دراسة المحتوى فى ٦٥ صنفاً وسلالة أن الـ glucoraphain كان الجلوكوسينول الرئيسى لكن محتواه بلغ فى الصنف الأعلى محتوى Brigadier ضعف المحتوى فى الصنف الأقل محتوى EV6-1 (Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

تعتبر الجلوكوسينولات glucosinolates (أو الثيوجلوكوسيدات thioglucosides) مثل السينجرين sinigrin من المركبات الكبريتية الهامة فى نباتات العائلة الصليبية. فهذه المركبات تتحلل إنزيمياً عند تمزق الخلايا، وينتج عنها تكوين الأيزوثيوسينات isothiocyanates، وهى تتكون من زيوت الخردل، والثيوسينات thiocyanates ذات الأهمية البالغة.

ولقد أمكن عزل أكثر من ١٠٠ مركب من الجلوكوسينولات من عند محدود من العلاقات النباتية، ولكنها تتركز بصفة خاصة فى نباتات العائلة الصليبية.

إن التركيب الجيمائى العام للجلوكوسينولات، كما يلى،

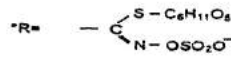
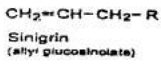
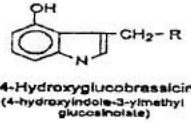
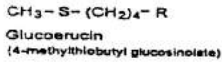
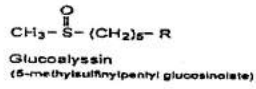
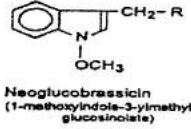
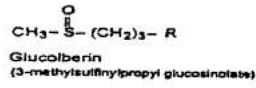
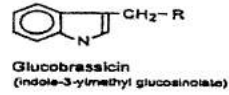
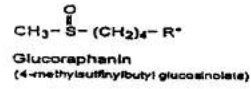


ومن أمثلتها، ما يلى:

الاسم	الـ R-group
Sinigrin	Prop-2-enyl
Progoitin	2-Hydroxybut-3-enyl
Gluconapoleiferin	2-Hydroxypent-4-enyl
Glucoiberberin	3-Methylthiopropyl
Glucoerucin	3-Methylthiobutyl
Glucoiberin	3-Methylsulfinylpropyl
Glucoraphanin	4-Methylsulfinylbutyl

الاسم	R-group
Gluconasturtiin	2-Phenethyl
Glucobrassicin	Indolyl-1-3-methyl
4-Hydroxyglucobrassicin	4-Hydroxyindolyl-1-3-methyl
4-Methoxyglucobrassicin	2-Methoxyindolyl-1-3-methyl
Neoglucobrassicin	1-Methoxyindolyl-1-3-methyl

ويوضح شكل (١-٤) التركيب الكيميائي الكامل لثمان من هذه الجلوكوسينولات، علماً بأن R في الشكل تمثل التركيب الكيميائي العام (الأساسي) لمختلف الجلوكوسينولات.

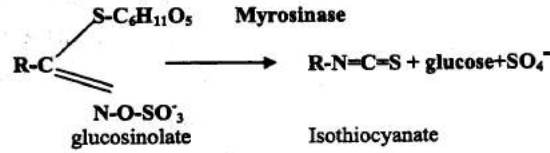


شكل (١-٤): التركيب الكيميائي لبعض أنواع الجلوكوسينولات التي توجد في الخضار الصليبية (عن Farnham وآخرين ٢٠٠٠).

وتعد جميع الجلوكوسينولات أنيونات، وهي غالبًا ما تتواجد في النباتات على صورة ملح البوتاسيوم.

وتتحلل الجلوكوسينولات بسهولة بواسطة إنزيم الميروزيناز myrosinase الذي يتواجد معها، وينتج عن ذلك: β -D-glucose، sulfate، وأجلوكون aglucon عضوي. ويمكن أن يتحلل المركب الأخير معطيًا thiocyanates، isothiocyanates، nitriles، وcyanides، وozazolidine-thiones (عن Rangavajhyala وآخرين ١٩٩٨).

وتنتج الأيزوثيوسينات عند تحلل الجلوكوسينولات بفعل إنزيم الميروزيناز، كما يلي:



وقد تبين من دراسات Kyung وآخرين (١٩٩٥) أن المركب 1-cyano-2,3-epithiopropene هو أكثر المركبات تواجداً من بين تلك التي تنتج عن تحلل السنجرين sinigrin.

كما أمكن عزل المركب 2-propenyl isothiocyanate من كل من الكربن الأبيض والأحمر، والمركب 3-butenyl isothiocyanate من الكربن الأحمر.

ويؤدي تحلل الجلوكوسينولات إلى إعطاء الصليبيات نكهتها وطعمها المميزين، كما أنها تعد مضادة للإصابات السرطانية، وفي الوقت ذاته فإنها قد تؤدي إلى تضخم الغدة الدرقية.

ومن أمثلة المركبات الممنولة عن الطعم والنكهة، والتي تنشأ عن التحلل الإنزيمي للجلوكوسينولات المركب: allyl isothiocyanate الذي يتكون في المسترد وفجل الحصان نتيجة للتحلل الإنزيمي للسنجرين sinigrin، وهو مركب حار قوي مسيل للدموع.

ونجد أن المركب indol-3-ylmethylglucosinolate - الذي يتواجد بتركيزات عالية في عديد من الخضار الكرنبية - ذات أهمية بالغة نظراً لكونه مضاداً للإصابات السرطانية (عن Hansen وآخرين ١٩٩٥).

كذلك فإن من نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates المركبان: benzylisothiocyanates و 2-phenyl isothiocyanate اللذان يشبطان الإصابات السرطانية التي تحدثها المركبات الكيميائية (عن Carlson وآخرين ١٩٨٧).

هذا .. ويؤدى المركب 5-vinyloxazolinidine-2-thione إلى تضخم الغدة الدرقية، كما يؤدى المركب thiocyanate إلى منع حصول الغدة الدرقية على اليود.

الكربن

بعد الكربن - وكربن أبو ركة - أقل الصليبيات احتواء على الجلوكوسينولات ويعد القنبيل والبروكولى وسطاً فى هذا الشأن، بينما يوجد أعلى تركيز لهذه المركبات فى الكربن بروكسل (عن Ryder ١٩٧٩).

وقد كان المركبان sinigrin و glucoiberin أكثر المركبات الأليفاتية تواجداً فى الكربن الأبيض، بينما ساد المركب progoitrin فى الكربن الأحمر، وشكلت المركبات الإندولية ٣٠٪ - ٤٠٪ من الجلوكوسينولات الكلية، وكان أكثرها تواجداً المركب glucobrassicin. وعصوماً فإن تركيز الجلوكوسينولات الكلية كان منخفضاً فى الكربن (٢٦,٥٠ مجم/جم) مقارنة بتركيزها فى كربن بروكسل (١٢٦,٦١ مجم/جم) (Ciska وآخرون ١٩٩٤).

كذلك كانت أكثر الجلوكوسينولات تواجداً فى *B. oleracea* (الكربن والكيل) هي:

3-methylsulphinylpropylallyl-glucosinolate

2-propenyl-glucosinolate

1-methoxyindol-3-ylmethyl-glucosinolate

حيث شكلت ٣٥٪، ٢٥٪، و ٢٩٪ من الجلوكوسينولات الكلية على التوالي، كما كان أعلى تركيز لهذه المركبات بعد ١٤ يوماً من الزراعة، بينما كان أعلى تركيز فى رؤوس الكربن ذاتها عند بداية تكوينها (Rosa وآخرون ١٩٩٦، Rosa ١٩٩٧).

وفى دراسة أخرى على الكربن .. وجد Rosa (١٩٩٧) أن أكثر الجلوكوسينولات تواجداً فى الأجزاء الهوائية للنبات كانت:

2-propenyl-glucosinolate**3-methylsulfinyl glucosinolate**

وذلك بمتوسط قدره ٢٦١، و١٦٧ ميكرومول/١٠٠ جم - على أساس الوزن الجاف - لكل منهما على التوالي، بينما كانت أكثر الجلوكوسينولات تواجدًا في الجذور، هي:

1-methoxyindol-3-ylmethyl-glucosinolate**2-phenylethyl-glucosinolate****3-methylsulfinylpropyl-glucosinolate**

وذلك بمتوسط قدره ٤٩٥، و٤٩٥، و٣٨٥ ميكرومول/١٠٠ جم - على أساس الوزن الجاف - لكل منها على التوالي. وكان أعلى تركيز لكل منها - في كل من الأجزاء الهوائية والجذور - خلال فترة الظلام المساءة ٢ صباحًا بالنسبة للأجزاء الهوائية، والساعة ١١ مساءً بالنسبة للجذور، بينما كان أقل تركيز لها خلال فترة الإضاءة، وبخاصة الساعة ٦ مساءً. وقد استدل من نتائج الدراسة على أن درجة الحرارة ليست مؤثرة في التغيرات اليومية في تركيز الجلوكوسينولات. وعلى الرغم من وجود فرق معنوي كبير جدًا بين التركيز الكلى للجلوكوسينولات في الأجزاء الهوائية للنبات (٥٨١ ميكرومول/١٠٠ جم) والجذور (٢١٢٤ ميكرومول/١٠٠ جم وزن جاف)، فإن نتائج الدراسة لم تزيد مبدأ انتقال الجلوكوسينولات بين الأجزاء الهوائية والجذور.

التنبيط

يحتوى التنبيط - كغيره من الخضار الصليبية الأخرى - على مركبات الثيوجلوكوسيدات thioglucosides التي تتحلل إنزيمياً عند تهتك الأنسجة، وتنتج منها أيونات الأيزوثيوسيانات isothiocyanates، والثيوسيانات thiocyanates وغيرها. وهي مركبات مسنولة عن إكساب الصليبيات نكهتها المميزة، إلا أن وجودها - بتركيز مرتفع، وتعاطيها بكميات كبيرة - يمكن أن يصيب الإنسان بتضخم في الغدة الدرقية.

وتوجد تلك القدرة على إحداث تضخم في الغدة الدرقية في عديد من الخضار الصليبية، مثل التنبيط، والكيل، وكرنب أبوركبة، وكرنب بروكسل، ويحدث ذلك على النحو التالي:

تتحرر الإيزوثيوسينات isothcyanates (اختصاراً NCSs)، والـ oxazolidine-2-thiones (اختصاراً OZTs)، وأيون الثيوسيناتات thiocyanate (اختصاراً SCN) .. تتحرر من الجلوكوسينولات glucosinolates (اختصاراً GSs) بفعل إنزيم thioglucoside glucohydrolase. ومن المعروف أن الثيوسينات من 3-indolylmethyl-GSs تثبط تراكم اليود في الغدة الدرقية؛ مما قد يؤدي إلى تضخمها. وقد وجد أن وزن الكبد والغدة الدرقية ازداد في فئران التجارب التي أعطيت في غذائها 5-vinyl-OZT، وهو مركب ينتج من 2-hydroxy-butenyl-GS.

ومن ناحية أخرى .. وجد أن المركبين: benzyl-، و 2-phenylethyl-NCS – اللذان ينتجان عن تحلل الـ GS – يثبطا الإصابات السرطانية المحدثة كيميائياً في فئران التجارب. وقد وجد Carlson وآخرون (١٩٨٧) تشابهاً في نوعيات الجلوكوسينولات الموجودة في كل من القنبيط، وكرنب بروكسل، والكيل.

هذا .. وقد وجد أعلى تركيز لأيون الثيوسيناتات في الأقراص غير الناضجة، ثم قل تركيزه تدريجياً مع النضج. كذلك كان أعلى تركيز في النموات الخضرية في البادرات الصغيرة التي بعمر ١٥ يوماً، ثم انخفض التركيز تدريجياً، مع تقدم النباتات في العمر إلى أن وصل إلى أقل مستوى له في النباتات التي بعمر ٧٢ يوماً أو أكثر (Ju وآخرون ١٩٨٠).

الفجل

يحتوى الفجل – كغيره من الصليبيات الأخرى – على مركبات الجلوكوسينولات المنتجة لأيونات الثيوسيناتات thiocyanates المسنولة عن الحرافة، والتي تؤدي – عند كثرة تناولها في الغذاء – إلى تضخم الغدة الدرقية.

وقد قام Carlson وآخرون (١٩٨٥) بدراسة محتوى جذور ١٠٩ أصناف من الفجل، ووجدوا أن أكثر المركبات انتشاراً بها هو 4-methylthio-3-butenyl-glucosinolate، مع تواجد كميات قليلة من المركبات التالية:



4-methylsulfinyl-3-butenyl-glucosinolate.

3-indolylmethyl-glucosinolate.

وقد وجد أن أكثر من ٨٠٪ من الأصناف الحمراء الأوروبية تحتوي جذورها على ١٠٠ - ١٩٩ ميكرومول من مركبات الجلوكوسينولات/١٠٠ جم، مقابل ١٠٠-٢٩٩ ميكرومول/١٠٠ جم في جذور الأصناف الكورية، و ٢٠٠-٣٩٩ ميكرومول/١٠٠ جم في جذور الأصناف الأمريكية.

كذلك وجد عند دراسة ١١ صنفاً من الفجل أن أكثر المركبات تواجداً كان 4-methylthio-3-butenylisothiocyanate. وكان هذا المركب أعلى تركيزاً في الأصناف اليابانية ذات الجذور الطويلة الرفيعة عما في الأصناف الكورية ذات الجذور القصيرة السمكية، كما ازداد تركيز المركب في طرف الجذر عما في قمته أو عند الاكتلاف، وفي القشرة الخارجية عما في الأنسجة الداخلية. هذا .. ولم تؤثر الأسمدة - بما في ذلك تلك التي تحتوي على الكبريت - على المحتوى الكلي للمركب بالتباعد. كذلك لم ينخفض تركيز المركب مغوياً في الجذور التي خزنت في مختزن باردة رطبة لمدة وصلت إلى شهرين (Lee وآخرون ١٩٩٦، و Coogan وآخرون ١٩٩٩).

البروكولي

لقد وجد أن الجلوكوسينوليت السائد في البروكولي هو جلوكورافانين glucoraphanin، وأن الأيزوثيوسينات الذي ينحدر منه بالتحلل بفعل إنزيم الميروزينيز هو سلفورافان sulforaphane. وتبين أن السلفورافان مستحث قوي وفعال للنشاط الإنزيمي اللاغى للسمية detoxification في الثدييات، وأنه يثبط الأورام السرطانية المستحثة كيميائياً في حيوانات التجارب (Farnham وآخرون ٢٠٠٠).

كما وجد لدى مقارنة عشر سلالات من البروكولي في محتواها من الجلوكوسينولات أنها تتباين جوهرياً في محتواها من الجلوكوسينولات الأليفاتية ولكن ليس الإندولية. وقد تراوح مدى التباين في محتوى السلالات من الجلوكوسينولات الأليفاتية بين ٥٤.٢٪ بالنسبة للـ glucoraphanin إلى ٧١.٠٪ للـ progoitrin. أما بالنسبة للجلوكوسينولات الإندولية فإن التباين بين السلالات كان في حدود ١٢٪ فقط (Browo وآخرون ٢٠٠٢).

وفي كل من النوعين .. أمكن التعرف على أربعة أنواع من الجلوكوسينولات الإندولية (He) وآخرون (٢٠٠٠).

العوامل المؤثرة في محتوى الجلوكوسينولات وتركيز الثيوسيانات

من بين أهم العوامل المؤثرة في محتوى الكرنب - والصليبيات الأخرى - من الجلوكوسينولات والثيوسينات، ما يلي:

١- الصنف:

وجد Bible وآخرون (١٩٨٠) أن أصناف الكرنب المتلخرة كانت أكثر احتواء على أيون الثيوسينات عن الأصناف المبكرة، وكان الارتباط موجباً، وجوهرياً بين محتوى الثيوسينات، وعدد الأيام حتى النضج.

٢- معاملات منظمات النمو:

أدت معاملات منظمات النمو المبينة في جدول (٤-٣) إلى زيادة محتوى الثيوسينات في أصناف معينة من بعض الصليبيات، بينما لم يكن لهذه المعاملات تأثير على محصولي: الكرنب والبروكولي، وعلى أصناف أخرى من الفجل (Chong وآخرون ١٩٨٢).

جدول (٤-٣)

معاملات منظمات النمو التي أدت إلى زيادة محتوى جليور الفجل واللفت من مركبات الثيوسينات

الحصول	الصنف	المعاملة	
		منظم النمو	التركيز (جزء في المليون)
الفجل	Burpee White	daminozide	١٠٠٠
اللفت	Tokyo Cross	GA ₃	١٠٠٠
	Snow Ball	6-benzylaminopurine	٥٠٠

ولقد أدى رش نباتات اللفت بأى من حامض الساليسيلك salicylic acid أو الميثيل جاسمونيك methyl jasmonate إلى حث زيادة تمثيل الجلوكوسينولات الأروماتية والإندولية، وهى التى يمكن استخدامها فى المجالات الطبية والصيدلانية (Smetanska وآخرون ٢٠٠٧).

٣- التجريح:

ازداد تركيز الجلوكوسينولات بمقدار ١٥ ضعفاً في الكرنب المفروم إلى أجزاء صغيرة مقارنة بالكرنب السليم (عن Van Doorn ١٩٩٩).

٤- التخزين وظروف التخزين:

تباينت نوعيات المركبات التي تكونت عند تحلل الـ glucosinolates في ثلاثة أصناف من الكرنب أثناء تخزينها المبرد، ولوحظ تناقص في تركيز كل من الـ thiocyanate، والـ isothiocyante، والـ goitrin أثناء التخزين، وكان ذلك مصاحباً بتدهور في نوعية الكرنب المخزن. وعندما كان التخزين في هواء متحكم في مكوناته ازداد محتوى الكرنب من كل من الـ isothiocyantes الطيارة، والـ goitrin في المراحل الأولى للتخزين، ولكنها تناقصت بمعدلات عالية قرب نهاية فترة التخزين (عن Hansen وآخرين ١٩٩٥).

أهمية الجلوكوسينولات لكل من النبات والإنسان

ترجع أهمية الجلوكوسينولات - وما ينتج عن تحللها من أيزوثيوسيفتات - إلى ما يلي:

- ١- تلعب دوراً رئيسياً في إعطاء الصليبيات نكهتها المميزة.
- ٢- تلعب دوراً في مقاومة بعض الحشرات.
- ٣- يعد التركيز المرتفع من الثيوسيفتات سائماً للإنسان، لأنها تؤدي إلى نقص اليود في الجسم، وتضخم الغدة الدرقية (توصف هذه المركبات بأنها goitrogenic).
- لقد لوحظت العلاقة بين الصليبيات وتضخم الغدة الدرقية منذ عام ١٩٢٨، حيث شوهدت أعراض المرض على الحيوانات الزراعية التي احتوى علفها على كميات كبيرة من الصليبيات، ثم عرف بعد ذلك أن المرض يرجع إلى ما تحتويه هذه النباتات من مركبات الثيوسيفتات.
- فمثلاً .. يؤدي المركب 5-vinyloxazolinidine-2-thione إلى تضخم الغدة الدرقية، كما يؤدي المركب thiocyanate إلى منع حصول الغدة الدرقية على لليود.
- هذا إلا أن الثيوجلوكوسيدات thioglucosides (مثل الـ singrin) ذاتها لا تحدث تضخماً في الغدة الدرقية (nongiotrogenic)، ولكنها تتحلل إنزيمياً إلى جلوكوز، و bisulfate ومركبات وسطية

من الأيزوثيوسينات isothiocyanates، ينتهى بها الأمر إلى تكوين نيتريل Nitril، وكبريت، وثيوسينات thiocyanate، والمركب المسنول عن تضخم الغدة الدرقية، وهو الـ goitrin (= S-S- (Vinylloxazolidine-2-thione) (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

٤- التأثير المثبط للأيزوثيوسينات للإصابات السرطانية:

من الجانب الإيجابي، فإن من بين نواتج تحلل الجلوكوسينولات glucosinolates المركبان benzyl isothiocyanate و 2-phenylethyl isothiocyanate اللذان يشيطان الإصابات السرطانية التي تحدثها المركبات الكيميائية (عن Carlson وآخرين ١٩٨٧).

هذا .. ولم يمكن عزل المركب الكبريتي المثبط للإصابات السرطانية 1,2-dithiole-3-thione من أوراق الكرنب (Marks وآخرون ١٩٩٢).

ولمزيد من التفاصيل عن التأثيرات المثبطة للإصابات السرطانية التي تحدثها الخضرا الصليبية .. يراجع Fahey & Stephenson (١٩٩٩).

٥- دور الأيزوثيوسينات في مكافحة المتكلمة للفطريات الممرضة للنباتات في التربة:

وجد أن الأنسجة المهروسة لنباتات أنواع الجنس *Brassica* تؤدي عند خلطها بالتربة إلى تقليل الإصابات النبتية المرضية، فقد خفضت الإصابة بعفن أففومييسس الجذري في البسلة، وقللت من مستوى تواجد الفطر *Verticillium dahliae* المسبب لمرض ذبول فيرتيسيليم في عديد من الأنواع النبتية، وكذلك الفطرين *Pythium ultimum*، *Rhizoctonia solani*، وهي من فطريات التربة الواسعة الانتشار. وقد حدث ذلك عندما استخدمت بقايا نباتية من أى من الكيل، أو الـ rapeseed (*B. rapa*)، أو البروكولى، أو الكرنب، أو الكرنب الصيني، أو مسترد الأوراق، أو المسترد الهندي. وترجع تلك الخاصية إلى مركبات الأيزوثيوسينات isothiocyanates التي تنتجها الأنسجة النبتية عند تحلل الجلوكوسينولات. وقد كانت أكثر الأيزوثيوسينات التي أمكن التعرف عليها تواجدًا هي: 3-hexenyl acetate (Z) في حالة الكرنب والبروكولى والكرنب الصيني، و allyl isothiocyanate في حالة مسترد الأوراق والمسترد الهندي (Charron & Sams ١٩٩٩).

ويستدل من دراسات Subbarao & Hubbard (١٩٩٦) أن بقايا نباتات البروكولى ساعدت في تقليل إعداد الجسيمات الحجرية microsclerotia للفطر *V. dahliae* في درجات

حرارة تراوحت بين ١٠، و ٣٥ م، سواء أكانت البقايا النباتية المستعملة جافة أم طازجة. ولكن فى حرارة ٣٠ م أو أقل من ذلك كانت البقايا النباتية الطازجة أكثر كفاءة من البقايا الجافة فى التأثير على الفطر. وعلى الرغم من أن عدد الجسيمات الحجرية انخفض جوهرياً بعد ٥٥ يوماً على حرارة ٣٥ م بدون إضافة مخلفات البروكولى، فإن إضافة تلك المخلفات (جافة أو طازجة) - على تلك الدرجة - قضى تماماً على الجسيمات الحجرية للفطر. وفى كل درجات الحرارة حدث أكبر خفض فى عدد الجسيمات الحجرية فى التربة فى خلال ١٥ يوماً من إضافة المخلفات النباتية، وكانت المخلفات الطازجة أكثر تأثيراً - بصورة معنوية - عن المخلفات الجافة. هذا.. وقد نمت نباتات القنب فى التربة المعاملة بصورة أفضل، وكانت أقل إصابة بذبول فيرتسيلم عما كان عليه الحال فى التربة غير المعاملة بمخلفات البروكولى.

محتوى الفلافونويدات

نُرس محتوى ٢٨ نوعاً من الخضر - شملت معظم الخضر الصليبية - من الفلافونويدات flavonoids ووجد أن محتوى الكورستين quercetin فى الجزء المستخدم فى الغذاء كان أقل من ١٠ مجم/كجم فى معظم الخضروات باستثناء الكيل (١١٠ مجم/كجم)، والبروكولى (٣٠ مجم/كجم)، والبصل (٤٨٦ مجم/كجم). وفى دراسة أخرى على ٦٢ محصولاً من الخضر - شملت معظم الصليبيات - كان أعلاها محتوى من الفلافونويدات: البروكولى والقنب والكرنب الصينى، حيث تراوح محتواها فيها بين ١٤٨، و ٢١٩ مجم/كجم.

وقد اختلفت أنواع الفلافونويدات فى مختلف الخضر الصليبية. كما يلى:

المحصول	الفلافونويدات السائدة فيه
البروكولى	myricetin, quercetin, luteolin
القنب	Myricetin, quercetin
الكرنب	Myricetin
الكيل	Kaempferol (211 mg/kg)
البروكولى	Kaempferol (72 mg/kg)
الثفت	Kaempferol (48 mg/kg)

(Kushad وآخرون ٢٠٠٣).

محتوى الألياف

تحتوى الصليبيات على قدر جوهري من الألياف، حيث قدرت بنحو ٥٠٪ من المادة الجافة (أو حوالي ٥٪ من الوزن الطازج) في القنبط، علماً بأن نحو ٤٠٪ منها كانت من عديدات التسكر غير النشوية. و قدرت نسبة السيليلوز بنحو ٣٦٪ واللجنين بنحو ١٤،٥٪ في كرنب بروكسل، بينما كانت نسبتهما في القنبط ١٦٪، و ١٣٪ - على التوالي - من المادة الجافة (Kushad ٢٠٠٣).

محتوى السيلينيوم

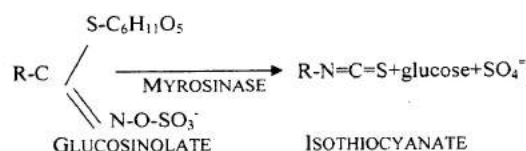
يمكن أن يتراكم السيلينيوم في الصليبيات بدرجة أكبر من تراكمه في غيره من الخضار، عند نموها في تربة غنية بالعنصر. ولقد وجد أن البروكولى الذى نمت في تربة زُوّنت بالعنصر احتوى على سيلينيوم بتركيز بلغ ٧ أضعاف تركيزه في الكرنب والملق السويسرى والملق والكولارد. وعندما سُمّنت نباتات البروكولى بمسيلات الصوديوم sodium selenate أو سيلنيت الصوديوم sodium selenite تجمع بها العنصر بتركيز ٢٧٨ مجم/جم وزن جاف (في الزهيرات)، مقارنة بتركيز قدره ١٣،٠ مجم/جم وزن جاف في زهيرات نباتات الكفتول (Kushad وآخرين ٢٠٠٣).

الحماية الكيميائية للخضار الصليبية من الإصابة بالسرطان

يعرض Czapski (٢٠٠٩) الخصال التي تجعل الخضار الصليبية مضادة للسرطان، وذلك في كل من البروكولى والكيل وكرنب بروكسل والكرسون الملقى، مع بيان لدور وفعل المركبات الصليبية للتنشيط في هذا الشأن، مثل: الـ sulforaphane، والـ indole-3-carbinol، والـ diindolylmethane، والـ phenethyl isothiocyanate.

إن استهلاك الصليبيات الطازجة - مثل الكرنب والبروكولى - ثلاث مرات شهرياً يؤدي إلى تقليل مخاطر الإصابة بالسرطان، وخاصة سرطان المثانة الذى تقل احتمالات الإصابة به بنسبة ٤٠٪، ويرجع ذلك إلى ما تحتويه تلك الخضروات من مركبات كبريتية، علماً بأن تلك المركبات يفقد معظمها عند طهي الخضار (freshinfo - الإنترنت - ٢٠٠٧).

وتوفر الخضار الصليبية للإنسان حماية كيميائية من الإصابة ببعض الأمراض السرطانية بفضل محتواها من الأيزوثيوسينات isothiocynates، وهى التى تتكون نتيجة لتحلل الجلوكوسينولات glucosinilates بفعل إنزيم الميروزيناز myrosinase، هكذا:



تُعد الجلوكوسينولات شديدة الثبات، وتذوب في الماء، ويمكن أن يصل تركيزها في أنسجة معينة لبعض الأنواع النباتية إلى ١٪، وهي تتواجد في البركولي بنسبة ٠.٥٪ - ٠.١٪ على أساس الوزن الطازج. وفي المقابل .. فإن الأيزوثيوسينات تكون قابلة للتطاير وشديدة القدرة على الدخول في تفاعلات، وهي التي يرجع إليها النشاط الفعال للصليبيات (Fahey & Stephenson, ١٩٩٩).

ويُفيد المركب indole-3-carbinol - الذي يتواجد في الأغشية البلازمية للبروكولي والصليبيات الأخرى - في وقف تقدم الإصابة بسرطان الثدي، وذلك من خلال وقفه لتكاثر الخلايا السرطانية دون أن يقتلها (ScienceDaily - الإنترنت - ٢٠٠٧).

الأهمية الطبية لنبت البذور

يُعد نبت البذور seed sprout غنى بالمركبات الكيميائية المهمة لصحة الإنسان، والتي تمنع الإصابة بعدد من الأمراض الخطيرة مثل السرطان وأمراض القلب. ولقد نرس محتوى نبت بذور البرسيم الحجازي (وهو مأكول) والبروكولي والفجل من تلك المركبات وتبين ارتفاع محتواها من المركبات الفينولية التي تُعد من مضادات الأكسدة القوية، إلا أن محتوى الفينولات انخفض بحدّة مع تقدم النبت في العمر. وأدى تعريض النبت لإضاءة شديدة أو لشد البرودة إلى زيادة محتواها الفينولي، وزيادة فاعليتها كمضادات للأكسدة، وكان تأثير شد زيادة الإضاءة أقوى في هذا الشأن، حيث احتفظت بمستوى عالٍ من الفينولات بعد توقف شد الإضاءة. ولقد ازداد محتوى نبت البرسيم الحجازي من الفينول ferulic acid جوهرياً بمقدار ٢.٠، و١.٥ مرة مع شد الإضاءة القوية وشد البرودة، على التوالي. وبينما لم يتواجد الفينول myricetin في نبت بذور الفجل، وهي بعمر خمسة أيام، فقد تراكم فيها المركب لدى تعرضها لشد الإضاءة القوية. هذا بينما لم تؤثر معاملات الشد في الكتلة الحيوية الجافة المنتجة (Oh & Rajahekar, ٢٠٠٩).

يحتوى نبت بذور البرسيم الحجازى والفجل والبروكولى والبرسيم وفول الصويا على تركيزات عالية من المركبات الكيميائية الهامة التى يمكن أن توفر حماية للإنسان من عدد من الأمراض الهامة. فمثلاً.. يحتوى نبت بذور البرسيم الحجازى على الـ *canavanine* - وهو نظير حمض أمينى amino acid analog - يوفر حماية من الإصابة بسرطان البنكرياس والقولون واللويميا leukemia. وللإستروجينات estrogens التبقية فى ذلك النبت نفس وظائف الإستروجين الإنسانى، ولكن بدون آثاره الجتبية؛ فهى تزيد تكوين العظم وتزيد كثافته وتمنع تحلله (فيما يعرف طبياً باسم osteoporosis)، وتلبد فى التحكم فى التوهجات الحارة hot flashes والدورة الشهرية وتورمات الثدي اللبغية.

كذلك فإن بذور البروكولى تحتوى على كميات كبيرة من الجلوكوسينولات، والأيزوثيوسيانينات التى تستحث تكوين إنزيمات الـ phase 2 التى تحمى الخلايا من النمو السرطانى، ويظهر نبت تلك البذور مستوى من نشاط تلك الإنزيمات يبلغ ١٠ - ١٠٠ ضعف نشاطها فى النباتات البالغة.

ويعد نبت بذور البرسيم الحجازى أحد أهم وأبقى المصادر الغذائية للسابونينات saponins، وهى التى تعمل على خفض دهون الكوليسترول الضار فى الدم، ولكن نون التأثير على الكوليسترول المفيد، كما أنها تحفز النشاط المناعى بزيادتها لنشاط الخلايا القاتلة، مثل الـ T-lymphocytes والإنترفيرون Interferon. ويزيد محتوى السابونين فى نبت بذور البرسيم الحجازى بمقدار ٤٥٠% عما فى البذور ذاتها. كذلك يحتوى نبت بذور البرسيم الحجازى على وفرة من المواد الشديدة الفاعلية كمضادات أكسدة، وهى التى تمنع تحطم الدنا DNA وتحمى من تأثيرات الشيخوخة (Steven Meyerowitz - ٢٠٠٧ - الإنترنت).

يوجد أعلى تركيز من الجلوكوسينولات بالصليبيات فى نبت البذور، وهى التى تعد مصدراً جيداً لتلك المركبات لأجل الحماية من الإصابة ببعض أنواع السرطانات. ويتباين محتوى نبت البذور من تلك المركبات باختلاف الصنف التبقى والمحصولى للنوع *B. oleracea* (أجريت المقارنة بين نبت بذور الكرنب الأبيض والأحمر والمجدد، والبروكولى، والفتبيط)، ووجد أن تركيز الجلوكوسينولات

الألكيلية *alkyl glucosinolates* ينخفض، بينما يزداد تركيز *indol-3-methylglucosinolates* بزيادة فترة الاستنبات. واحتوت جذور النبات على أعلى تركيز من الجلوكوسينولات أيًا كان عمر النبات (٤ أو ٧ أيام)، بينما احتوت الأوراق الفلقية في كلا العمرين على أعلى تركيز من كل من الـ *alkylthio-alkyl sulphinylglucosinolates* (Bellostas وآخرون ٢٠٠٧).

ولقد ثبت أن للجليكوسينولات *glycosinolates* – وعلى الأخص الإيزوثيوسينات *isothiocyanates*، التي تنتج عن تحللها – فاعلية مضادة للسرطان من خلال قدرتها على إنتاج إنزيمات مزيلّة للسموم في الإنسان، وذلك كما أسلفنا. ومن أبرز تلك المركبات – التي نالت قسطاً وافراً من الدراسة – الـ *glucoraphanin* – الذي يوجد في البروكولي – والذي يتحلل ليعطي *sulphoraphane*. ويحتوي نبت بذور البروكولي والكرنبيات الأخرى على تركيزات عالية من الجلوكوسينولات. ومن هذه الكرنبيات – إلى جانب البروكولي – الفجل وكرنب أبو ركة، وبدرجة أقل الكيل والجرجير والكرنب الصيني والكرنب (O'Hare وآخرون ٢٠٠٧).

ويحتوي نبت بذور البروكولي على تركيز من الجلوكورافانين *gluciraphanin* يبلغ ١٠ أضعاف تركيزه في البذور ذاتها. وقد أنتجت أصنافاً من البروكولي تميزت بارتفاع محصولها من البذور، مع ارتفاع محتوى بذورها من الجلوكورافانين لاستعمالها لهذا الغرض (USDA ٢٠٠٥).

كما يحتوي نبت بذور البروكولي على مستويات عالية من مركب السلفورافانين *sulforaphane* الذي يمكن أن يوفر حماية ضد بعض أنواع الأمراض السرطانية. ولذا .. فقد اهتم الباحثون بإنتاج سلالات من البروكولي ذات إنتاج عالٍ من البذور لاستخدامها في إنتاج النبات، مثل السلالتين : USVL102، و USVL104 (Farnham & Harrison ٢٠٠٣).

الأهمية الطبية للمشروم

وجد أن بعض أنواع المشروم الشائعة في اليابان، مثل: *Lentinus edodes* و *Tricholoma matsutake* و *Pholiota nameke* تحتوي على مركبات عديدة التسكر كانت ذات تأثير قوى في منع النمو السرطانية في فئران التجارب، وكان أشدها تأثيراً المركب اللتينان *lentinan* – وهو مركب عديد التسكر – وذلك من بين ستة مركبات أمكن عزلها من الفطر *Lentinus edodes*.

بذلك أمكن في *A. bisporus* (المشروم العادى) عزل مركب آخر مضاد للإصابات السرطانية، هو الرتين *retine*، وهو أبسط مركبات مجموعة الـ α -keto aldehydes. وينسب لبعض أنواع المشروم قدرتها على خفض محتوى الكوليسترول فى الدم (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

الفصل الخامس

العوامل المؤثرة فى القيمة الغذائية للخضر

تتأثر القيمة الغذائية للخضر بعديد من العوامل منها الوراثى والبيئى، ومنها العوامل السابقة للحصاد وتلك التالية له، وهى الأمور التى نناقشها فى هذا الفصل.

العوامل الوراثية

يُعنى بالعوامل الوراثية تلك التى ترجع إلى التباين الوراثى بين أصناف النوع الواحد من الخضر فى محتواها من مختلف العناصر الغذائية، ومن الأمثلة البارزة على ذلك ما يلى:

١- تعتبر البطاطا ذات اللون الداخلى البرتقالى الداكن من أغنى الأغذية بالكروتين، بينما تفتقر الأصناف ذات اللون الداخلى الأبيض إلى هذا الفيتامين. كما يزداد تركيز الكروتين مع زيادة تركيز اللون البرتقالى فى أصناف الجزر والكنتلوب، والذرة السكرية.

٢- تتباين أصناف الطماطم كثيرًا فى محتواها من فيتامين ج؛ حيث تراوح فى إحدى الدراسات - على سبيل المثال - بين ١.٨ و ٢٩.٣ مجم حامض أسكوربيك / ١٠٠ جم من عصير الثمار.

٣- أنتجت أصناف من الطماطم ذات ثمار برتقالية اللون تتميز بارتفاع محتواها من الكروتين، إلا أنه لم يُشجَّ استخدامها.

٤- تباين محتوى الليكوبين فى أصناف الطماطم التى كانت منتجة تجاريًا فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية بين ٥٥ ، و ١٨١ مجم / كجم عصير، ولوحظ أن محتوى الليكوبين اختلف باختلاف موسم الزراعة، وموقع الإنتاج، والصنف، ودرجة النضج (Garcia & Barrett ٢٠٠٦).

٥- تتباين أصناف الطماطم فى محتوى ثمارها من فيتامين E (الـ tocopherol الكلى)؛ فقد بلغ ١٨.٥ مجم/كجم (وكان أعلى جوهريًا) فى الصنف Kabiria عما كان عليه فى ثمار الصنفين SVR ، و Esperanza (١٢.٢، و ١٠.٣ مجم / كجم، على التوالى). وأثر تركيز

البوتاسيوم في المحلول المغذي جوهرياً على محتوى الثمار من فيتامين E، كما أدت زيادته إلى زيادة محتوى الثمار من كل من المواد الصلبة الذائبة الكلية والسكريات المختزلة والحموضة المعايرة (Caretto وآخرون ٢٠٠٨).

٦- تتباين أصناف الطماطم التجارية في مستوى نشاطها المضاد للأكسدة (أى فى محتوى ثمارها من المركبات المضادة للأكسدة). وفى دراسة قيمت فيها بعض الأصناف، كانت الأصناف New Girl، Jet Star، و Fantastic، و First Lady أعلى دائماً فى تلك الخاصية عن الأصناف Roma، و Early Girl (Aldrich وآخرون ٢٠١٠).

٧- يفيد الحامض الأمينى L-citrulline بثمار البطيخ فى تنظيم ضغط الدم، إلا أن محتوى الثمار من هذا الحامض الأمينى يتأثر بشدة بالعوامل البيئية (من ١,٦٧ إلى ٣,١٠ مجم/جم وزن طازج)، وبالصنف (من ١,٠٩ إلى ٤,٥٢ مجم/جم وزن طازج، وفى أصناف خاصة من ١,٢٦ – ٧,٢١ مجم/جم وزن طازج فى الصنف كونجو، ومن ٢,٢٣ – ٤,٠٣ مجم/جم وزن طازج فى الصنف Au-Jubilant)، ولا يوجد ارتباط بين المحتوى ولون لب الثمار (أحمر وبرتقالي وأصفر وأبيض)، أو مع طبيعة الصنف (هجين أو مفتوح التلقيح). ومن أكثر الأصناف محتوى من الـ L-citrulline كلاً من : Tom Watson، و PI 306364، و Jubilee (Davis وآخرون ٢٠١١).

٨- تراوح محتوى الدرنات من كل من الكالسيوم والمغنيسيوم فى سلالات تربية متقدمة من البطاطس بين ٢٦٦، و ٩٤٤ ميكروجراماً من الكالسيوم/ جرام وزن جاف، وبين ٧٨٧، و ١٠٨٩ ميكروجراماً من المغنيسيوم/ جرام وزن جاف (Brown وآخرون ٢٠١٢).

٩- يُعد فيتامين E (أو الـ tocopherol – الضروري لصحة الإنسان) مضاد قوى للأكسدة، وهو لا يُمثل إلا فى الكائنات التى تقوم بعملية البناء الضوئى. ولقد دُرست احتمالات زيادة محتوى درنات البطاطس – وهى التى لا تقوم بعملية البناء الضوئى – من هذا الفيتامين بتحويلها وراثياً بالجين At-HPPD (وهو: *p-hydroxyphenylpyruvate* *Arabidopsis thaliana* dioxygenase)؛ لجعلها أكثر إنتاجاً للـ α -tocopherol. وقد وجد أن زيادة التعبير عن

At-HPDP في الدرنات نتج عنها ٢٦٦٪ زيادة في محتواها من الـ α -tocopherol. هذا إلا أن درنات التبنات المحولة وراثيًا لم يتعد محتواها من الـ α -tocopherol ١٠٪، و ١٪ من محتوى الأوراق والبذور من الفيتامين، على التوالي (Crowell وآخرون ٢٠٠٨).
١٠- تباينت نسبة النياسين في ٤٦ سلالة من الذرة السكرية من ١٨.٢ إلى ٦٢.١ مجم ٪ (عن Harris ١٩٧٥).

١١- تختلف أصناف وسلالات الفاصوليا الجافة في محتوى بذورها من البروتين والأحماض الأمينية الضرورية.

ويحاول مربي التبنات الاستفادة من الاختلافات التي توجد بين أصناف وسلالات المحصول الواحد في إنتاج أصناف جديدة تتميز بارتفاع محتواها من مختلف العناصر الغذائية.

ولتجنب إنتاج أصناف جديدة من الخضار أقل في قيمتها الغذائية من الأصناف الشائعة في الزراعة من نفس المحصول، أنشأت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية Food and Drug Administration عام ١٩٧١ تعديلًا على الخضار التي يعد استهلاكها مأمونًا. وبموجب هذا التعديل استبعدت أية أغذية تحدث بها تغيرات جوهريّة في تركيبها فيما يتعلق بالعناصر الغذائية الرئيسية التي يتميز بها المحصول، أو المركبات السامة التي قد توجد فيه. ويعتبر التغيير جوهريًا في الحالات التي يحدث فيها نقص مقداره ٢٠٪ أو أكثر في المحتوى الغذائي، أو زيادة مقدارها ١٠٪ أو أكثر في محتوى المحصول من المركبات السامة (عن Kehr ١٩٧٣).

١٢- تباين المحتوى الكلي من الفلافونيات (مجموع تركيزات تسعة منها) بين ٤٣٠، و ٧٥٣ مجم/كجم على أساس الوزن الطازج، وتباينت - كذلك - قيم البولي فينولات ما بين ٦٠٧، و ١٠٢٩ مجم/كجم على أساس الوزن الطازج، وذلك في عدد من أصناف البصل المختبرة (Ombódi وآخرون ٢٠١٣).

١٣- احتوت أصناف الخس التراثية (القديمة) على تركيز أعلى من الكالسيوم (١.٩٣٪ على أساس الوزن الجاف) عما احتوته الأصناف الحديثة (١.٥٤٪)، كما احتوت الأصناف ذات الأوراق السائبة (غير المتدمجة في رأس) على أعلى تركيز من الكالسيوم (٢.٠٦٪)، وتلتها أصناف الرووس ذات المظهر الدهني (١.٦٦٪)، فالأصناف الرومين (١.٤٩٪) (Meagy وآخرون ٢٠١٣).

ووجدت اختلافات كبيرة بين أصناف الخس في محتوى أوراقها من الكالسيوم حيث تراوحت ما بين ١,٢٧٪ و ٣,٠٥٪ على أساس الوزن الجاف، وكانت أعلى الأصناف Salad Bowl، و Red Deer Tongue، و Buttercrunch، و Mignonette Bronze بمتوسط قدره ٢,٥٪، وأقلها الأصناف Adriana، و Australe، و Costal Star، و Forellenschluss بمتوسط قدره ١,٣٣٪؛ هذا بينما لم توجد علاقة بين حجم الرأس ومحتوى الكالسيوم (Meagy وآخرون ٢٠١٣).

كما أدت زيادة تعريض الخس للإضاءة إلى زيادة محتواه من مختلف المركبات الأيضية باستثناء النترات، وذلك على أساس الوزن الطازج، وكانت تلك التغيرات أكبر عندما أجرى الحصاد بعد الظهر عنه في الصباح. أما النترات فقد انخفض تركيزها مع توفر الإضاءة المثلى، ولم يتأثر ذلك بموعد الحصاد صباحاً، أم بعد الظهر. وبذا .. فإنه يوصى بحصاد الخس بعد الظهر بعد النمو في إضاءة قوية حيث يكون محتواه من النترات عند أقل مستوى، ولكن مع ارتفاع محتواه من المركبات الغذائية (Gent ٢٠١٤).

الظروف البيئية السائدة قبل الحصاد

الضوء

يعتبر الضوء أهم العوامل البيئية التي تثر في محتوى الخضر من العناصر الغذائية، فتوجد علاقة مؤكدة بين شدة الإضاءة ومحتوى النباتات من فيتامين ج. وقد لوحظت هذه العلاقة بوضوح في كل من ثمار الطماطم وأوراق اللفت. ويبدو أن الضوء هو العامل البيئي الوحيد الذي يؤثر في محتوى الخضر من فيتامين ج. أما تأثير الضوء على باقي العناصر الغذائية، فإنه ضعيف أو معدوم (Bradley ١٩٧٢).

وليس لشدة الإضاءة تأثيراً يذكر على فيتامينات B، ولكن مع زيادة شدة الإضاءة يزداد محتوى الخضر من فيتامين C، ويتنخفض محتواها من الكاروتينات الكلية (وهي بادانات لفيتامين A) والكلوروفيل.

وتنتج الخضر السكريات بكميات أكبر مع زيادة شدة الإضاءة، مما يؤدي إلى زيادة محتواها من فيتامين C. كما تؤدي زيادة شدة الإضاءة إلى ارتفاع حرارة النباتات؛ مما يشبط تمثيل الكاروتين، وهو الذي يحمي الكلوروفيل من فقدان (الـ bleaching) في الضوء القوي (Kader وآخرون ٢٠٠٧).

ولقد وجد أن محتوى أوراق الخس من حامض الأسكوربيك، والسكريات، والكلوروفيل يزداد نهائياً عنه ليلاً (Etoh ١٩٩٤).

كما انخفض محتوى أوراق السبانخ النامية في إضاءة منخفضة من حامض الأسكوربيك، بينما ازداد محتواها من كل من الأوكسالات والنترات (Proietti وآخرون ٢٠٠٤).

ولقد أدت زيادة شدة الإضاءة التي تنمو فيها ثلاثة أصناف من الفلفل ذات الثمار البرتقالية اللون (من إضاءة البيوت المحمية المظلمة إلى البيوت المحمية غير المظلمة إلى الإنتاج الحقل) إلى زيادة محتوى المواد الكربوتينية الكلية في النمو الخضري للنباتات بنحو الضعفين، بينما انخفض محتوى الثمار من الكلورينيل بمقدار ٢ - ٣ مرات، وكثفت جميع الأصناف متماثلة في استجابتها لشدة الإضاءة، على الرغم من تباينها في محتواها من مختلف المركبات الكربوتينية (Keyhaninejad وآخرون ٢٠١٢).

ويؤدي ارتفاع حرارة سطح الثمار - بسبب تعرضها لأشعة الشمس المباشرة - أثناء تفتحها - إلى حدوث نقص جوهري في محتواها من الليكوبين، ولكن مع حدوث زيادة جوهرياً في محتواها من كل من البولي فينولات وحامض الأسكوربيك (Pék وآخرون ٢٠١١).

وأدى تعريض نباتات بنجر المائدة للضوء الأخضر (بنسبة ٠.٤٣ أشعة حمراء: أشعة تحت حمراء تحتوي على ٢٥.٨٪ أشعة نشطة في البناء الضوئي، باستخدام أغشية تتحكم في الضوء التفلز من خلالها) .. أدى ذلك إلى خفض الوزن الجاف لكل من الجذور الخلزنة (٦٨٪) والأوراق (٤٢٪)، ولكن مع زيادة في تركيز المواد الكربوهيدراتية الذائبة في الجذور، ومحتواها من كل من البوتاسيوم والمغنيسيوم والزنك (٤٠.٠٨، و٢.٩٥، و٠.٢٣ مجم/جم وزن طازج، على التوالي. وعلى خلاف ذلك .. أدى تعريض النباتات للضوء الأخضر إلى خفض محتواها من كل من تركيز الفينولات الكلية (٠.٣٣ مقابل ٠.٤٧ مجم/جم وزن طازج) والنشاط المضاد للأكسدة (٠.٦٥ مقابل ٠.٩٤ مكافئ ترولوكس Trolox/جم وزن طازج)، مقارنة بالكنترول. كذلك انخفض التركيز الكلي للصبغة بنحو ٢٠٪، و٤٨٪ عند التعريض لكل من الضوء الأحمر (بنسبة ١.٢٩ أشعة حمراء: تحت حمراء تحتوي على ٦٦.٩٪ أشعة نشطة في البناء الضوئي) والأخضر، على التوالي (Stagnari وآخرون ٢٠١٤).

درجة الحرارة

تحفز الحرارة المنخفضة تمثيل السكريات وفيتامين C في الخضر، وتقلل في الوقت ذاته من معدل أكسدة حامض الأسكوربيك.

وبينما يزيد إنتاج خضروات الجو الدافئ (مثل الفاصوليا والطماطم والفلفل والكتنالوب ... إلخ) من فيتامينات B في الحرارة العالية (٢٧-٣٠ م) عما في الحرارة المنخفضة (١٠-١٥ م)، فإن خضروات الجو البارد (مثل البروكولي والكرنب والسبانخ والبسلة ... إلخ) تنتج قدرًا أكبر من فيتامينات B في الحرارة المنخفضة عما تنتجها في الحرارة العالية.

وبالمقارنة.. فإن الحرارة المنخفضة تناسب تمثيل السكريات وفيتامين C (نظرًا لأن الجلوكوز يعد بادلًا لحامض الأسكوربيك)، وتقلل من أكسدة حامض الأسكوربيك.

ويصل البيتاكاروتين (بداء فيتامين A) إلى أعلى محتوى له في الطماطم في مدى حراري يتراوح من ١٥-٢١ م، ولكنه ينخفض في الحرارة الأقل والأعلى عن هذا المدى؛ بسبب حساسية تمثيل الليكوبين لدرجة الحرارة، وهو الذي يعد بادلًا لكل من البيتاكاروتين والليوتين (Kader) lutein وآخرون (٢٠٠٧).

وقد ازداد محتوى البيتاكاروتين في الخس (وكذلك السبانخ) بانخفاض درجة حرارة الهواء، وبزيادة شدة الإضاءة، أو بكليهما معًا، بينما انخفض المحتوى (في كلا المحصولين) بزيادة الوزن الطازج للنباتات (Oyama وآخرون ١٩٩٩).

وعندما زُرعت السبانخ في مزرعة مائية مع تعريض جذورها لحرارة مقبولة مناسبة قدرها ٢٠ م، ثم خُفّضت حرارة الجذور - فقط - لـ ٥ م قبل الحصاد بأسبوعين لمدة أسبوع واحد، فإن تلك المعاملة أحدثت زيادة جوهرية في محتوى الأوراق من كل من السكريات وحامض الأسكوربيك والحديد، بينما خُفّضت بشدة من محتواها من النترات وحامض الأوكساليك. وربما يمكن الاستفادة من معاملة كهذه في زيادة القيمة الغذائية للخضروات التي تُنتج في المزارع المائية (Hidaka وآخرون ٢٠٠٨).

ويزداد تمثيل الأنثوسيانين في الشيكوريا في الحرارة المنخفضة (١٠/١٥ م)، تليها حرارة ٢٠/١٥ م، ثم في ٢٥/٢٠ م، بينما يُثبط إنتاج تلك الصبغات بنسبة تزيد عن ٩٠٪ في حرارة

٢٥/٣٠ م؛ فيكون اللون أخضر تقريباً. وقد توازى محتوى السكر مع تكوين الأنثوسيانين في نفس درجات الحرارة. ويبدو أنه في ظروف الحرارة المنخفضة ربما تلعب منظمات النمو (حامض الأيسيك والإثيلين وحامض الجيرليك) دوراً هاماً في تمثيل الأنثوسيانين وفي نشاط إنزيم الـ phenylalanine ammonia-lyase (Boo وآخرون ٢٠٠٦).

ظروف الشد البيئي

على الرغم من أن تعرض النباتات لأي من ظروف الشد البيئي يؤدي إلى زيادة محتواها من مختلف المواد المؤكسدة ومنتجات الأيض الثانوية – مما يزيد من قيمتها الطبية والصيدلانية – فإن تأثير التعرض للأشعة فوق البنفسجية UV-B على مدى واسع من منتجات الأيض (مثل الفينولات والتربينات terpenoids والقلوانيات alkaloids) أمر لم يُحسم بعد؛ إذا إن التعرض للأشعة قد يؤدي إلى زيادة في محتوى بعضها، ونقص في محتوى بعضها الآخر (Jensen وآخرون ٢٠٠٨).

شد الملوحة

من الممكن زيادة محتوى الكاروتينات الكلية والليكوبين بثمار الطماطم – مع توقع انخفاض محدود في المحصول – بزيادة الملوحة في مياه الري إلى ٤.٤ ديسى سيمنز/م [٢٥.٢٪ كلوريد صوديوم (وزن/حجم)]؛ وبذا.. يمكن زيادة محتوى مضادات الأكسدة في الثمار (Paseale وآخرون ٢٠٠١).

كما وجد أن محتوى ثمار الطماطم من المركب gamma-aminobutyric acid – الذي يُعد من المركبات ذات التأثير المضاد لارتفاع ضغط الدم antihypertensive في الإنسان – يزداد بمقدار ١.٤ – ٤.٧ ضعف لدى تعرض النباتات لشد ملحي مقداره ٥٠ أو ١٠٠ مللى مول كلوريد صوديوم (Kushi & Matsuzoe ٢٠٠٧).

وأدى إنتاج الفراولة في تركيز معتدل من الملوحة (٤٠ مللى مول كلوريد صوديوم / لتر من المحلول المغذي) إلى زيادة نشاط إنزيم السوبر أوكسيد دسموتيز superoxide dismutase، ومحتوى كل من الجلوتاثيون والفينولات والأنثوسيانينات، مع انخفاض في محتوى حامض الأسكوربيك، وذلك في الصنف Korona الأقل حساسية للملوحة. أما في الصنف Elsanta الحساس، فقد استجاب لمعاملة الملوحة المعتدلة بنفس طريقة استجابة

الصنف الأقل حساسية، إلا أن الانخفاض في محتوى حامض الأسكوربيك به كان أكثر وضوحاً، بينما انخفض محتواه من الأنتوسيانينات ولم يتأثر محتواه من الفينولات. وفي كلا الصنفين انخفض محتوى الجلوتاثيون بمعاملة النباتات بمستوى عالٍ من الملوحة، وصل إلى ٨٠ مللي مول كلوريد صوديوم / لتر من المحلول المغذي. ويعنى ذلك أن صنف الفراولة الأقل حساسية للملوحة يمكن إنتاجه في ظروف ملوحة معتدلة لتحسين جودة الثمار (Keutgen & Pawelzik ٢٠٠٧).

وأدت معاملة كلا من الخرشوف والكردوني بأى من كلوريد الصوديوم أو كلوريد البوتاسيوم إلى تقليل إنتاجهما للكتلة الحيوية بنحو ٣٠٪، بينما لم تختلف الكتلة الحيوية بين معاملة كلوريد الكالسيوم والكنترول. وفي كلا المحصولين أدت المعاملة بكلوريد البوتاسيوم إلى تحسين محتواهما من كل من الفينولات والفلافونويدات flavonoids، والنشاط المضاد للأكسدة وفينولات معينة في الأوراق بعد ٤٨ و ٨٢ و ١٠٥ أيام من زراعة البذور، بينما تحسنت نوعية الأوراق بمعاملة كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم فقط بعد ٨٢ و ١٠٥ أيام من زراعة البذور. ويغض النظر عن معاملات الملوحة، احتوت أوراق الكردوني على كميات أكبر من الفينولات والفلافونويدات، والنشاط المضاد للأكسدة، وفينولات معينة عما احتوته أوراق الخرشوف (Borgognone وآخرون ٢٠١٤).

شد الجفاف

يمكن للنباتات تمثيل بعض مضادات الأكسدة، ومنها حامض الأسكوربيك والبولى فينولات، استجابة للشد البيئي. تقوم مضادات الأكسدة بوقف الفعل السام للعناصر النشطة في الأكسدة في النباتات، كما أن لها فائدتها لصحة الإنسان. وقد وجد أن خفض مستوى الماء في المزارع المائية للخس قبل حصاده - مما يعرضها لشد جفافى - أدى إلى زيادة محتوى النباتات من كل من حامض الأسكوربيك، والبولى فينولات، والسكر بنسبة ٢٤٪ و ٥٠٪، و ١٧٪ على التوالي، مع خفض لمحتواها من النيتروجين النتراتى بنسبة ١٨٪ دون التأثير على المحصول. ويمكن الاستفادة من تلك التقنية - التى أفادت فى زيادة محتوى حامض الأسكوربيك فى أربعة خضر ورقية أخرى - فى زيادة القيمة الغذائية للخضر الورقية دون التأثير على محصولها (Koyama وآخرون ٢٠١٢).

كما أدى تعريض نباتات الفراولة لشد جفافى جزئى إلى زيادة محتوى الثمار من المركبين الرئيسيين لمضادات الأكسدة، وهما: حامض الأسكوربيك ascorbic acid، وحامض الإلاجيك ellagic acid (Dodds وآخرون ٢٠٠٧).

وأدى تقليل معدل الري وزيادة ملوحة مياه الري إلى تحسين صفات جودة ثمار الفلفل الأخضر والأحمر، وتمثل ذلك فى زيادة محتوى المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة والحموضة المعاكسة. كذلك أدى خفض معدل الري إلى زيادة محتوى الثمار الخضراء من فيتامين C بنسبة ٢٣٪، بينما لم يكن لذلك الخفض تأثيراً على فيتامين C فى الفلفل الأحمر. وبالمقارنة .. ازداد محتوى الكاروتينات الكلية وبادئ فيتامين A فى الثمار الحمراء فقط بنسبة ٣٠٪، و ١٥٪ - على التوالي - نتيجة لتقليل معدل الري (Marin وآخرون ٢٠٠٩).

وفى المقابل - أحدث توفير الرطوبة الأرضية للبصل (بالرى فى الزراعات التى تعتمد على المطر) زيادة جوهريّة فى محتوى الأصيل من القلافونيات الكلية والبولى فينولات الكلية، وذلك فى السنوات التى قلت فيها الأمطار، كما ازداد محصول الأصيل بنسبة بلغت ٣٣٪ إلى ١٦٠٪ حسب سنة الدراسة (Ombódi وآخرون ٢٠١٣).

وعلى الرغم من أن زيادة الشد الرطوبى لمحصول بنجر السكر إلى ٥٠٪، و ٣٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية قللت محصول الجذور ومحتواها من المادة الجافة، وإلى تقليل توصيل الثغور، فإن شد الجفاف هذا أحدث زيادة جوهريّة فى محتوى الجذور من كل من الفينولات الكلية (زيادة ٨٦٪)، والبيتالانينات betalanis (زيادة ٥٢٪) فى الـ betacyanin، و ٧٠٪ زيادة فى الـ betaxanthin؛ ومن ثم زيادة فى النشاط المضاد للأكسدة فيها. كذلك ازداد فى الجذور التى تعرضت لشد الجفاف تركيز عناصر المغنيسيوم والفوسفور والزنك والحديد، ولكن مع حدوث انخفاض فى محتوى الجذور من السكريات الكلية (Stagnari وآخرون ٢٠١٤).

المعاملات الزراعية وطرق الإنتاج

يتأثر محتوى الخضار من مختلف العناصر الغذائية بعديد من المعاملات الزراعية كالتسميد والمعاملات الكيميائية وطرق الإنتاج، كما يتبين من المناقشة التالية.

معاملات التسميد

التسميد بالنيتروجين

أجريت محاولات لزيادة محتوى النباتات من البروتين بزيادة معدلات التسميد الآزوتي. ففي الذرة أمكن زيادة نسبة البروتين في الحبوب من ٧,٨٪ إلى ١٠,٤٪ في موسم زراعي واحد، إلا أن ذلك كان مصحوباً بزيادة في نسبة البروتين Zein، ونقص في نسبة الحامض الأميني ليسين Lysine من ٣,٠٪ إلى ٠,٩٩٪، وبذلك انخفضت قيمته الغذائية. وقد حدث نفس الشيء في القمح؛ حيث أدت زيادة التسميد الآزوتي إلى زيادة نسبة البروتين الكلية، مع انخفاض نسبة الحامض الأميني ليسين.

كما أدت زيادة التسميد الآزوتي إلى إحداث زيادة جوهرية في نسبة البروتين في الأجزاء المستعملة في الغذاء من كل من الخس، والمسترد، والكولارد، والكرنب، والبنجر، والذرة السكرية، والطماطم، والفلفل، والفاصوليا، إلا أن ذلك كان مصحوباً غالباً بنقص في محتوى الخضر من فيتامين ج. وقد يمكن إرجاع ذلك إلى زيادة النمو الخضري التي صاحبت زيادة التسميد الآزوتي، وما أدى إليه ذلك من ضعف في شدة الإضاءة، وكما سبق الذكر .. توجد علاقة مؤكدة بين شدة الإضاءة ومحتوى النباتات من فيتامين ج (Splittstoesser وآخرون ١٩٧٤، Harris ١٩٧٥).

وانخفض كذلك محتوى أوراق الخس من كل من المادة الجافة، والسكريات (الجلوكوز والفراكتوز)، وحامض الاسكوربيك بزيادة مستوى التسميد الآزوتي من ٥٠ إلى ٢٠٠ كجم N للهكتار (٢١ إلى ٨٤ كجم N للفدان)، بينما ازداد محتوى الثمرات. كما وجد أن محتوى الأوراق من المادة الجافة وحامض الاسكوربيك، والنترات ينخفض بالاتجاه نحو الأوراق الداخلية، بينما يزداد محتوى السكريات.

وأدت زيادة تركيز النيتروجين في المحلول المغذي للبقندونس في مزرعة مائية - تدريجياً - من ٦,٠ إلى ١٠٥,٠ مجم N / لتر إلى ما يلي:

١ - زيادة الكتلة الحيوية.

٢ - زيادة محتوى الأوراق من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

- ٣- زيادة محتوى الأوراق من الـ $\text{lutein} - \text{zeaxanthin}$ ، والبيتا كاروتين، والكلوروفيل.
 - ٤- انخفاض محتوى الأوراق من الحديد والمنجنيز والموليبدينم.
 - ٥- زيادة تربيعية quadratic في محتوى الأوراق من كل من الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت والبورون والنحاس والزنك (Chenard وآخرون ٢٠٠٥).
- ولقد أدى تسميد السببخ بنترات الكالسيوم بمعدل يعادل التسميد بـ ١٣٠ أو ١٥٠ كجم N للهكتار (٣١ - ٦٣ كجم/ فدان) من نترات الأمونيوم إلى إحداث زيادة جيدة في بعض العناصر الكبرى الهامة للإنسان، مثل الكالسيوم والبوتاسيوم والفوسفور، لكن تلك المعاملة لم يكن لها تأثير على محتوى السببخ من الجلوكوز والفراكتوز والسكروز والمغنيسيوم (Stagnari وآخرون ٢٠٠٧).
- وأدت إضافة سماد البوريا للكرنب في دفعات - بدلاً من إضافتها في دفعة واحدة - إلى زيادة استجابته للكبريت، ومن ثم زيادة محتواه من الجلوكوسينولات، وذلك من ٥٨٣٦ ميكروجرام / جم وزن جاف في حالة التسميد في دفعة واحدة إلى ٧٢٠٨ ميكروجرام / جم وزن جاف عند التسميد على دفعات، ومن ٤٣٥١ إلى ٧٢٠٨ ميكروجرام/ جم وزن جاف عند زيادة التسميد بالكبريت مع التسميد بالبوريا على دفعات (Groenbaek & Kristensen ٢٠١٤).
- وتؤدي المحافظة على مستوى عالٍ من الأمونيوم خلال مراحل النمو إلى إحداث خفض واضح في محتوى الأوكسالات بالخضار المنتجة في المزارع المائية، إلا أن التعرض للأمونيوم لفترة طويلة يحدث تسمماً بالنباتات؛ ومن ثم يقلل من إنتاج الكتلة البيولوجية. هذا إلا أن التعرض للأمونيوم لفترة قصيرة قبل الحصاد في المزارع المائية يعد بديلاً جيداً لخفض محتوى الأوكسالات في السببخ مع الحد من نقص المحصول الذي يُحدثه التسمم بالأمونيا. وقد ثبت ذلك بالفعل عندما تُميت النباتات في محلول مغذٍ يحتوي على ٨ مللي مول NO_3^- / لتر حتى قبل الحصاد بستة أيام، ثم نُقلت النباتات إلى محلول مغذٍ يحتوي على ٤ مللي مول NO_3^- / لتر، و ٤ مللي مول NH_4^+ / لتر؛ حيث أدى ذلك إلى خفض تراكم الأوكسالات وزيادة مستوى عديد من المركبات المضادة للأكسدة، وزيادة نشاطها المضاد للأكسدة في الأجزاء المأكولة من نبات السببخ، دون التأثير على إنتاج الكتلة البيولوجية (Lin وآخرون ٢٠١٤).

التسميد باليوتاسيوم

ازداد محتوى ثمار الطماطم من الليكوبين خطياً مع زيادة تركيز اليوتاسيوم في المحلول المغذى من ١٥٠ إلى ٤٥٠ مجم /ك لتر، وكان محتوى الليكوبين أعلى في ثمار صنفين مصنفين على أنهما عاليين في صيغة الليكوبين - وهما: SVR، و Kabiria - عما في ثمار الصنف العادي في الليكوبين: Esperanza (Serio وآخرون ٢٠٠٧).

ويرتبط محتوى ثمار الطماطم من اليوتاسيوم خطياً (من ١٢٣٦ إلى ١٩٩١ مجم/كجم وزن طازج) مع زيادة مستوى التسميد باليوتاسيوم (من صفر إلى ٣٧٢ كجم /ك هكتار) (Taber وآخرون ٢٠٠٨).

تتباين أصناف الطماطم في محتوى ثمارها من الليكوبين، وفي مدى تأثير ذلك المحتوى بمستوى التسميد باليوتاسيوم كما أسلفنا. وفي دراسة أجريت على هذا الموضوع وجد أن الهجين العالي في الليكوبين Fla 8153 يزيد فيه محتوى الثمار من الليكوبين بمقدار ٩,٥ مجم/كجم وزن طازج عما في ثمار الصنف Mountain Spring. وبينما لم يتأثر محتوى الليكوبين (٤,٢ مجم/كجم) بمستوى التسميد اليوتاسي (من صفر إلى ٣٧٢ كجم /ك فدان) في الصنف الأخير، فإن محتوى الليكوبين ازداد في ثمار الهجين Fla 8153 بمقدار ٢١,٧٪ (من ٥١,٧ إلى ٦٢,٩ مجم /كجم وزن طازج) بزيادة مستوى التسميد اليوتاسي. ولقد ارتبط محتوى ثمار الهجين Fla 8153 من اليوتاسيوم - جوهرياً - مع محتواها من كل من الكاروتينات: phytoene، و phytofluene؛ بما قد يدل على دور محتمل لليوتاسيوم في عمل أحد الإنزيمات التي تمثل الـ phytoene (Taber وآخرون ٢٠٠٨).

كذلك وجد أن زيادة نسبة اليوتاسيوم إلى الكالسيوم في المحلول المغذى أدت إلى زيادة محتوى ثمار الفلفل الخضراء والحمراء من كل من فيتامين C، وبادئ فيتامين A، والفيتولات الكلية (Marin وآخرون ٢٠٠٩).

ومن المعلوم أن المرضى المصابون بأمراض الكلى المزمنة يتعين عليهم الحد من استهلاك الأغذية الغنية في اليوتاسيوم، مثل الكنتالوب؛ وبذا .. فإنه لا يمكنهم التمتع باستهلاك الكنتالوب مع باقي أفراد الأسرة؛ إذا إن استهلاك الكنتالوب يعد حلاً بالنسبة لمرضى الفشل الكلوي (dialysis).

ولقد وجد أن خفض تركيز البوتاسيوم - على صورة نترات بوتاسيوم - في المحاليل المغذية للكتللوب بدءاً من تفتح الزهرة حتى الحصاد أدى إلى خفض محتوى الثمار من البوتاسيوم - ازداد بزيادة مستوى الخفض في البوتاسيوم في المحلول المغذى - دون حدوث تأثير جوهري على محصول الثمار. كذلك لم يتأثر النمو النباتي كثيراً بخفض مستوى البوتاسيوم في المحلول المغذى، باستثناء حدوث انخفاض في الوزن الجاف للنمو الجذري. كما أدى خفض مستوى التسميد بالبوتاسيوم إلى حدوث انخفاض جوهري في محتوى حامض الستريك في ثمار بعض الأصناف وفي محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية في أحد مواسم الزراعة.

وعموماً .. فقد أدى خفض مستوى البوتاسيوم في المحلول المغذى إلى رُبع تركيزه العادي إلى خفض محتوى الثمار من البوتاسيوم بنسبة ٣٩٪، مقارنة بالمحتوى في ثمار النباتات التي أعطيت محلول مغذٍ قياسي (Asao وآخرون ٢٠١٣).

التسميد بالفوسفور

درس Peck وآخرون (١٩٨٠) تأثير التسميد بالفوسفور والزنك على مستوى كل من: الفوسفور، والزنك، وحامض الفيتيك phytic acid، وحامض الأوكساليك Oxalic acid في الأجزاء المستعملة في الغذاء من كل من: البسلة والفاصوليا (بذور خضراء وجافة) والكرنب، والبنجر، وقد أضافوا الفوسفور بمعدلات: صفر، و ١٣.٨، و ٢٥.٢، و ٥٠.٤ كجم للفدان، وسمدوا بالزنك في صورة كبريتات زنك أو كلوريد زنك بمعدلات: صفر، و ٢.١، و ٨.٤، و ٣٣.٦ كجم للفدان، وكان التسميد في خنادق وقت الزراعة. وقد وجدوا أن زيادة معدلات التسميد الفوسفاتي أدت إلى:

- ١- زيادة المحصول.
- ٢- زيادة مستوى الفوسفور في الجزء المستعمل في الغذاء من كل محصول.
- ٣- زيادة حمض الفيتيك في بذور البسلة الخضراء والجافة، وبذور الفاصوليا الجافة.
- ٤- نقص مستوى حامض الأوكساليك في البنجر.

كما أدت زيادة التسميد الفوسفاتي بدون التسميد بالزنك إلى نقص مستوى الزنك في النباتات، لكن زيادة معدل التسميد الفوسفاتي مع التسميد بالزنك أدت إلى زيادة مستوى الزنك.

ولم يؤثر التسميد بالزنك سلباً على المحصول، حتى في المستويات المرتفعة التي استخدمت في هذه الدراسة.

التسميد بالكالسيوم

أدى غمر جذور الخس (في مزرعة مائية) في تركيزات مختلفة من الكالسيوم (٢٥٠،٠ أو ٣٧٠،٥ مللي مولار) لمدة مختلفة (١٦، أو ٣٢، أو ٤٨ ساعة) إلى زيادة محتوى الأوراق من الكالسيوم، وتناسبت تلك الزيادة طردياً مع مدة غمر الجذور، كما كانت الزيادة أكبر عند استعمال ملح كلوريد الكالسيوم منها عند استعمال نترات الكالسيوم. كذلك كانت الزيادة في الكالسيوم أكبر في الأوراق الداخلية عنها في الأوراق الخارجية. هذا ولم تكن لمعاملة غمر الجذور أي تأثير سلبي على الوزن الطازج للنبات، أو على مظهر الأوراق أو محتواها من البوتاسيوم والمغنيسيوم، ولذا .. فإن هذه الطريقة يمكن اتباعها لزيادة محتوى أوراق الخس من الكالسيوم (Inoune وآخرون ١٩٩٥).

كذلك أدت معاملة الخس - النامي في مزرعة مائية على ٢٨ م - بمحلول مغذي يحتوي على ٣٠٠ جزء في المليون من الكالسيوم (مقارنة بـ ١٠٠ أو ١٥٠ جزء في المليون) إلى زيادة محتوى الأوراق الطازجة من الكالسيوم من ١٧٩ مجم/ ١٠٠ جم إلى ٢٢٩ مجم/ ١٠٠ جم، علماً بأن تلك الزيادة لم تحدث عندما كان الخس نامياً في حرارة ٢١ م (Nesser وآخرون ٢٠٠٧).

التسميد بالحديد

أدى غمر جنور السباتخ في محلول يحتوي على ٥٠ مجم/ لتر من الحديد في صورة سترات الحديد الأمونيومية ammonium ferric citrate على pH ٣،٠ لمدة ٢٤ ساعة إلى زيادة محتوى الأوراق من الحديد - دون أضرار - إلى ١٠٢،٧ ± ١٢،٥ مجم/ كجم، وهو تركيز يعادل حوالي ١٠ أضعاف تركيز الحديد بأوراق نباتات الكنترول (Inoue وآخرون ١٩٩٧).

التسميد بالزنك

درس تأثير زيادة معدلات التسميد بالزنك في أكثر من ٢٠ نوعاً من الخضر على محتواها من العنصر في محاولة للاستفادة من ظاهرة الاستهلاك الترفي في زيادة القيمة الغذائية لتلك

الخضر، ووجد أن زيادة معدلات التسميد تؤدي بالفعل إلى زيادة مستوى الزنك فيها عن التركيز الطبيعي. وبينما تساوت معدلات الزيادة في كل من الأنسجة الحديثة والعسنة، فإنها تباينت بين مختلف الأعضاء النباتية، حيث تركّز الزنك بدرجة أكثر في الجذور، فالسيقان، فالأوراق، فالثمار (Wu وآخرون ١٩٩٥).

وبناء على ما تقدم بيّنه .. فإنه يمكن زيادة محتوى الخضر من الزنك بزيادة التسميد بالعنصر في الأصناف التي يمكن أن تستجيب لتلك الزيادات، ويتراكم فيها الزنك في الأجزاء المأكولة منها. ويُعد البطاطس أحد المحاصيل الهامة لهذا الغرض نظراً لكونها تُستهلك بكميات كبيرة نسبياً. واختُبار ٢٣ صنفاً وسلالة من البطاطس وجدت اختلافات جوهريّة بينها في تركيز الزنك بالدرنات، وكان المتوسط العام ١٠.٨ مجم زنك/كجم مادة جافة، وبلغت النسبة بين أقل وأعلى تركيز للزنك بالدرنات في تلك الأصناف ١.٧٦. كما وجد أن تركيز الزنك بالدرنات يمكن زيادته بالتسميد الورقي بالعنصر، وبلغ أقصى تركيز بالدرنات ٣٠ مجم زنك/كجم مادة جافة عند معدل تسميد قدره ١.٠٨ جم زنك/نبات. ومع زيادة معدل التسميد بالزنك إلى ٢.١٦ جم/نبات ازداد تركيز العنصر بالأوراق بمقدار ٤٠ ضعف؛ بينما ازداد التركيز بالدرنات بمقدار الضعف فقط، وذلك مقارنة بالتركيز عندما كان التسميد بمعدل ١.٠٨ جم زنك/نبات (White وآخرون ٢٠١٢).

وأدى رش نباتات البسلة في مرحلة تهيئة تكوين البزاعم الزهرية بكبريتات الزنك بتركيز ٠.٥٪ إلى زيادة محتوى البذور من كل من الزنك والمواد الكربوهيدراتية (السكريات) والبروتين (Pandey وآخرون ٢٠١٣).

التسميد بالسيلينيوم

يدخل السيلينيوم selenium في تركيب الـ selenoproteins؛ ولذا .. يعد العنصر ضرورياً لصحة الإنسان. ويحصل الإنسان على حاجته من هذا العنصر من الخضروات التي يتوقف محتواها منه على مدى توفره في التربة. ولقد وجد أن زراعة الكرنب والخس والسلق في بيت موس مزود بالسيلينيوم على صورة المنتج التجاري Selecto Ultra، أو Na_2SeO_3 ، أو Na_2SeO_4 إلى زيادة محتوى الخضروات إلى ما بين ٠.١ مجم Se/كجم، و ٣.٠ مجم Se/كجم

في تلك التي زودت فيها بيئة الزراعة بـ *Selecto Ultra*، وإلى ما بين ٠,٤ مجم Se، و١٦٠٠ مجم Se، كجم في تلك التي زودت فيها بيئة الزراعة بالسيلينيوم المعدني. وقد ازداد محتوى السيلينيوم في النباتات بزيادة السيلينيوم المضاف لبيئة الزراعة، إلا أن التركيزات العالية من العنصر يمكن أن تضر بالنباتات أو توقف نموها، وكان الكربن أكثرها تحملاً للعنصر (Funes-Collado وآخرون ٢٠١٣).

ومن المعروف أن السيلينيوم يمكن أن يؤدي إلى زيادة المكونات الغذائية كالكربوهيدرات، والسيلينيوم العضوي، والبروتينات، والأحماض الأمينية في البطاطس. وقد درس تأثير العنصر على محتوى الفينولات الكلى في البطاطس القرمزية، وهي التي تتكون من حامض الكلوروجيك *chlorogenic acid*، وحامض الكافيك *caffeic acid*، والـ *malvidin-5-glu-3-caffeic acid-acetylramnose ester*، والـ *dirhamonose-glucose*، والـ *caffeic acid*، وقد وجد أن تلك الفينولات الأساسية يزداد تركيزها جوهرياً بالمعاملة بالسيلينيوم، فضلاً عن زيادة المعاملة لمحصول الدرنت (Lei وآخرون ٢٠١٤).

ولقد أدت معاملة نباتات البطاطس تحت ظروف الحقل بسيلينيوم الصوديوم *sodium selenite* بمعدل ٥٠ جم سيلينيوم للهكتار (٢١ جم/فدان) إلى زيادة محتوى الدرنت من العنصر من حوالي ٠,٠١٢ ميكروجرام/جم إلى ٠,٠٦٠ ميكروجرام/جم، وعندما كانت المعاملة بـ ١٥٠ جم من السيلينيوم للهكتار (٦٣ جم/فدان) ازداد تركيز العنصر بالدرنت إلى > ٠,١ ميكروجرام/جم (Poggi وآخرون ١٩٩٩).

كما وجد أن كل ١٠٠ جم من ثمار الطماطم المنتجة في مزرعة مائية مزودة بالسيلينيوم تحتوي على ٥٨ ميكروجراماً من العنصر، وذلك دون التأثير على محصول الثمار (Pezzarossa وآخرون ٢٠١٤).

وعلى الرغم من أن اليود والسيلينيوم ليسا من العناصر الضرورية للنبات، إلا أنها يلعبان أدواراً هامة في كل من الإنسان والحيوان. وقد درس تأثير المعاملة باليود والسيلينيوم في صورة KIO_3 ، و Na_2SeO_4 ، على التوالى، وذلك بطريقتي الرش الورقي والإضافة للمحاليل المغذية، وتبين أن معاملة الرش كانت أكثر فاعلية عن الإضافة للمحاليل المغذية في زيادة

محتوى أوراق الخس من كلا العناصر، وأدت المعاملة الورقية باليود والسيلينيوم معاً إلى زيادة امتصاص الأوراق للسيلينيوم، مقارنة بامتصاص الأوراق للعنصر عند رشها به منفرداً (Smolen وآخرون ٢٠١٤).

التسميد بالكبريت وعلاقته بمحتوى السيلينيوم

أوضحت دراسات Randle & Bussard (١٩٩٣) على ٦٢ صنفاً من البصل زرعت تحت ظروف المستويات المرتفعة (٤.٠ مللي مكافئ / لتر) والمنخفضة (٠.١ مللي مكافئ / لتر) من التغذية بالكبريت وجود اختلافات جوهرية بين الأصناف - عند مستويات الكبريت - في محتوى أوراقها وأبصالها من الكبريت، وفي حامض البيروفيك pyruvate (المسئول عن الحرافة pungency) الذي ينتج إنزيمياً في أنسجة الأبصال.

ووجد أن زيادة محتوى البصل من السيلينيوم تتطلب إحداث خفض نسبي في مستوى توفر الكبريت للنبات (Barak & Goldman ١٩٩٧).

وكما هو معروف .. فإن توفر السيلينيوم يؤدي إلى زيادة امتصاص النباتات للكبريت، ولكن على الرغم من توفر الكبريت فإن لوجود السيلينيوم تأثير سلبي على إنتاج جلوكوسينولات معينة بالنبات (Toler وآخرون ٢٠٠٧). ومع زيادة توفر الكبريت للنبات يزداد محتواها من الجلوكوسينولات عما في النباتات التي تعامل بالسيلينيوم (Toler وآخرون ٢٠٠٧ ب).

تركيز المعاليل المغذية

درس تأثير تركيز المحلول المغذي لإنتاج الكرندون والخرشوف في مزرعة مائية على محتوى الأوراق من البولي فينولات الرئيسية، ووجد أن التركيزات المنخفضة من العناصر السمادية أدت إلى تحسين جودة الأوراق بزيادة محتواها من كل من الفينولات الكلية، والأحماض الفينولية، والفلافونات، ولكن ذلك كان على حساب كمية محصول الأوراق التي تستخدم في الأغراض الطبية والغذائية (Rouphael وآخرون ٢٠١٢).

المعاملة بالميكوريزا

أدى تلقح نباتات الخس بالميكوريزا وزراعتها في غير فصل الشتاء الأكثر مناسبة لنموها إلى إنتاجها لكتلة بيولوجية ممتلئة لتلك التي تنتجها شتاءً، أو أكبر منها، كما أدت الميكوريزا إلى تراكم

الحديد والبروتينات والمركبات الكربوتينية والأشوسيتينية في كل من فصلي الشتاء والربيع، كما ازداد في نباتات الخس الملقحة بالميكوريزا والنامية في فصلي الصيف والخريف تراكم الأنثوسيانينات. كذلك أدى التلقيح بالميكوريزا في فصلي الشتاء والربيع إلى زيادة تراكم البوتاسيوم وحامض الأسكوربيك، وإلى زيادة تراكم المغنيسيوم والتحاس في فصلي الشتاء والصيف، وإلى زيادة تراكم النحاس والزنك والسكريات في فصل الربيع، والمنجنيز في الخريف (Baslam وآخرون ٢٠١٣).

تأثير التطعيم

أدى تطعيم البطيخ على أصل هجين من الكوسة إلى زيادة محتوى الثمار من كل من: الليكوبين بنسبة ٤٠,٥٪، والدايهدروأسكوربيك dehydroascorbate بنسبة ١٣٪، وحامض الأسكوربيك بنسبة ٧,٣٪ عما في ثمار النباتات غير المطعومة (Simona وآخرون ٢٠٠٨).

المعاملات الكيميائية

الجليسين بيتين

أدى رش نباتات الفراولة بأى من الجليسين بيتين glycine betaine، أو الـ benzothiadiazole في مرحلة النمو المبكرة للبادرات (٣-٤ أوراق) إلى تحفيز مستوى عديد من المركبات الفينولية الهامة لصحة الإنسان بأوراق النباتات، وخاصة كلا من: ellagi-tannin، وellagic acid، ومشتقات الـ gallic acid من الـ quercetin والـ kaempferol (Karjalainen وآخرون ٢٠٠٢).

حامض الأسكوربيك

نُرس تأثير غمر جنور بعض الخضر الورقية (الخس والبصل الأخضر والسبانخ) لمدة ١٢ ساعة في محلول من حامض الأسكوربيك L-ascorbic acid بتركيز ٣٠٠٠ جزء في المليون، ووجد أن نباتات الخس امتصت كل كمية حامض الأسكوربيك المذابة، بينما امتصت نباتات السبانخ والبصل أكثر من ٩٠٪ من كمية الحامض. وقد ترتب على المعاملة زيادة تركيز الـ L-ascorbic acid في الأوراق من ٣٨,٩ إلى ٢٠١-٢٢١ مجم/١٠٠ جم في الخس، ومن ٧٦,٥ إلى ١٩٦-٢٢٥ مجم/١٠٠ جم في السبانخ، ومن ٤٦,٧ إلى ١٣٤-١٤٤ مجم/١٠٠ جم في البصل الأخضر. وقد احتفظت تلك الخضر بمحتواها من حامض الأسكوربيك لدى تخزينها لمدة سبعة أيام على ٤°م، لكن ليس على ٢٥°م (Inoue وآخرون ١٩٩٨).

معاملات منظمات النمو

حامض الجيريليك

للخرشوف أهمية طبية نظراً لمحتواه من المركبات الفينولية، مثل السينارين cynarin وحامض الكلوروجنيك chlorogenic acid. والسينارين- وهو: 1,5-dicaffeoylquinic acid - ويشترك من حامض الكافيك caffeic acid، وله تأثيرات على أمراض الكبد والقنوات المرارية hepatobiliary diseases، وارتفاع مستوى الدهون في الدم hyperlipidaemia، والاستسقاء dropsy، والروماتيزم rheumatism، وأيض الكوليسترول cholesterol metabolism.

ولقد أحدثت معاملة نباتات الخرشوف بحامض الجيريليك بتركيز ٦٠ جزءاً في المليون بعد ٤ أسابيع من الشتل زيادة جوهريّة في محتوى الأوراق من حامض الكلوروجنيك بينما ظل محتوى السينارين ثابتاً كما في نباتات الكنترول. وعندما كانت زراعة الخرشوف بالبذرة مباشرة أدت المعاملة بحامض الجيريليك إلى تكبير الإزهار، ولكنها لم تؤد إلى زيادة محتوى حامض الكلوروجنيك أو السينارين بالأوراق أو بالقلبيات الزهرية (الجزء المأكول) إلا عندما كانت المعاملة بالحامض بعد ٦ أو ٨ أسابيع من زراعة البذور (Sharaf-Eldin ٢٠٠٧).

حامض الجاسمونيك

يحتوي صنف الكرنب Ruby Perfection على جلوكوسينولات بتركيزات أعلى جوهرياً عما يحتويه الصنف Qusto. وبدراسة تأثير معاملة الرش الورقي بحامض الجاسمونيك jasmonic acid بتركيز ٠.١، ٠.٢، ٠.٣ مللي مول على تركيز الجلوكوسينولات فيهما، وجد أنها أحدثت زيادة ثابتة في كل من الـ sinigrin، و الـ gluconapin، والـ glucoiberin في كل من الصنفين في سنتي الدراسة، وكذلك زيادة في كل من الـ progoitrin والجلوكوسينولات الكلية، إلا أن ذلك التأثير لم يكن ثابتاً بين سنتي الدراسة والصنفين (Fritz وآخرون ٢٠١٠).

وعندما عوملت نباتات خمسة أصناف من البروكولي قبل حصادها بأربعة أيام - وهي في مرحلة اكتمال التكوين للاستهلاك - رشاً بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate بتركيز ٢٥٠ ميكرومول .. وجد أن المعاملة لم تؤثر على محتوى البروكولي من كل من الفينولات الكلية

والفلافونويدات والنشاط المضاد للأكسدة، لكن تلك المكونات تباينت كثيراً باختلاف الأصناف وتأثرت بالظروف البيئية التي سادت خلال موسمي الدراسة (Ku & Juvik ٢٠١٣).

عمر النبات عند الحصاد

انخفض محتوى حامض الأسكوربيك في ١٠ أصناف الزراعات المحمية لخس الرؤوس ذات المظهر الدهني بنسبة ٥١٪ بين مرحلتى بداية تكوين الرؤوس واكتمال تكوينها، بينما ازدادت السكريات المختزلة خلال الفترة ذاتها بنسبة ٤٤٪ (Drews وآخرون ١٩٩٦).

كما وجد أن محتوى خس الرؤوس ذات الأوراق الغضة المتقصفة من حامض الأسكوربيك ينخفض مع تقدم النباتات في العمر عند الحصاد (Sorensen وآخرون ١٩٩٤).

الزراعة العضوية

من المؤكد أن الغذاء العضوي ليس أعلى في القيمة الغذائية عن الغذاء المنتج تقليدياً. وإن الدراسات التي أجريت لسنوات عديدة لم تجد أى تفوق في محتوى الأغذية العضوية - من مختلف العناصر المغذية - عن الأغذية المنتجة تقليدياً، وذلك بخلاف زيادات عرضية بسيطة لوحظت في فيتامين ج في البرتقال والبطاطس والخضر الورقية؛ الأمر الذى ربما يكون قد حدث بسبب انخفاض المحتوى الرطوبي للمنتج العضوي من تلك المحاصيل، وهو ما أدى إلى زيادة تركيز فيتامين ج. كذلك قد يتراكم فيتامين ج جراء زيادة تعرض النباتات للشد التأكسدي، الذى يحدث لها نتيجة للتعرض للإصابة بالأمراض.

ولقد أظهرت دراسة على الفراولة والذرة أن المنتج العضوي احتوى على تركيزات أعلى من الفينولات عن المنتج التقليدي. وإنه لمن المعروف أن النباتات تنتج الفينولات استجابة للتعرض للإصابات الحشرية كنوع من المبيدات الطبيعية.

ومن نحو ١٥٠ دراسة يستدل على أن محتوى المنتجات العضوية من النترات والبروتينات تقل قليلاً عما في المنتجات التقليدية، ولقد كان الفرق في المحتوى البروتيني واضحاً في البطاطس، ووصل إلى ٣٪ في الذرة. كذلك أظهرت عديد من الدراسات أن الأغذية العضوية المصنعة تحتوى على مستويات أعلى من الدهون والسكر والملح، وجميعها ضارة بالصحة.

ولهذه الأسباب .. فإن سلطة مقبليس الدعاية بالملكة المتحدة UK Advertising Standards Authority أعلنت رفضها لأى إدعاءات يتفوق الأغذية العضوية (عن Pacanoski ٢٠٠٩).

وإن لمن المعروف أنه إلى جانب نواتج التمثيل الغذائي الأولية التي ترتبط بنمو وتطور النباتات فإن النباتات تُمثل عديدًا من المركبات الأخرى الثانوية secondary metabolites التي لا يُعرف لها دور أساسي في العمليات الأيضية. ويعتقد أن هذه المركبات تلعب دورًا في حماية النباتات لنفسها من الإصابات المرضية والحشرية، وفي تحملها للظروف البيئية القاسية، وجميعها أمور تزداد فرصة تعرض النباتات لها في ظل الزراعة العضوية. وتقدر هذه المركبات بعشرات الآلاف، ومن المؤكد أنها تؤثر في الإنسان سلبًا أو إيجابًا. وقد عرفت التأثيرات المفيدة لبعضها والتأثيرات الضارة لبعضها الآخر.

وقد وجد أن حوالي ٥٠٪ من مركبات الأيض الثانوية التي تم اختبارها أحدثت سرطانات متنوعة في فئران التجارب. ويقدر العلماء أن أكثر من ٩٩٪ من المركبات الكيميائية المحدثة للسرطان - التي نتناولها في طعامنا - هي مركبات طبيعية، أو تتكون عند طهي الطعام، وليست مخلفة صناعيًا (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤ - صفحة ٣٤٥).

إن معظم الدراسات التي قورن فيها المحتوى الغذائي للمنتجات العضوية بالمنتجات التقليدية لم تُظهر اختلافات ثابتة في هذا الشأن، خاصة فيما يتعلق بالفيتامينات والعناصر. هذا إلا أن الدلائل تشير إلى تفوق المنتجات العضوية في محتوى مركبات الأيض الثانوية على المنتجات التقليدية. ومع ذلك .. فلم تُجر دراسات على العوامل التي يمكن أن تكون مؤثرة في هذا الشأن. ويبدو أن المشاكل الخاصة بتصميم مثل هذا النوع من الدراسات هي التي تُضعف صحة المقارنات (Zhao وآخرون ٢٠٠٦).

ولم تظهر أدلة مؤكدة على تفوق الأغذية المنتجة عضوياً في الفيتامينات والمعادن على الأغذية المنتجة بالطرق التقليدية، أو في كونها أفضل منها طعمًا؛ فبينما توجد أبحاث تؤكد التفوق، فإنه توجد أبحاث أخرى تنفي أي فروق بينهما (عن Stockdale ٢٠٠١).

ولقد قامت Worthington (٢٠٠١) بعمل حصر للبحوث المنشورة التي قورن فيها محتوى العناصر الغذائية في المنتجات العضوية بالمحتوى في المنتجات التقليدية العادية، وكانت نتائج الدراسة كما يلي:

- ١- كان محتوى المنتجات العضوية أعلى جوهرياً عن المنتجات التقليدية في كل من فيتامين ج، والحديد، والمغنيسيوم، والفوسفور، وأقل منها جوهرياً في النترات.
- ٢- ظهر اتجاه غير معنوي للمحتوى البروتيني المنخفض في المنتجات العضوية، ولكن بجودة أعلى.
- ٣- ظهرت زيادة معنوية في محتوى المنتجات العضوية من العناصر المعدنية، مع محتوى أقل من العناصر الثقيلة.

ووجد عند مقارنة الزراعة العضوية بالزراعة التقليدية عدم تأثير محتوى القليبط من المواد المضادة للأكسدة أو محتواه من النترات بطريقة الإنتاج، وفي الهندباء ازداد محتواها من المواد المضادة للأكسدة عند إنتاجها عضوياً، وفي الكوسة الزوكينى ازداد تراكم اليوتاسيوم فيها في ظروف الإنتاج العضوى في التربة الطينية (Maggio وآخرون ٢٠١٣).

ونلقى - فيما يلى - مزيحاً من الضوء على تأثير الزراعة العضوية - مقارنة بالزراعة التقليدية - على بعض محاصيل الخضر حتماً ونوعاً.

الخس

كان تراكم الكالسيوم في أوراق الخس أعلى (١,٩٠٪ على أساس الوزن الجاف) عندما استعملت الأسمدة التقليدية (N٢٠ - P٤,٤ - K١٦,٦)، عما كان عليه الحال عندما استخدم سماد عضوى (N٣ - P٠,٧ - K٣,٣)، حيث كان ١,٥٨٪. وأدى تزويد المحلول المغذى بالكالسيوم إلى زيادة محتوى الأوراق من العنصر من ١,٥٦٪ عند تركيز كالسيوم قدره ٥٠ مجم/لتر إلى متوسط قدره ١,٨٢٪ عند تركيز ١٠٠ مجم/لتر، و ٢٠٠ مجم/لتر (Meagy وآخرون ٢٠١٣).

الفلفل

وجد أن محصول الفلفل الناتج من الزراعة العضوية تساوى أو زاد عن محصول الزراعة التقليدية حينما تم توفير النتروجين للزراعة العضوية من الكومبوست، بمعدل ٥٦ أو ١٢٢

كجم نيتروجين للهكتار (٢٣.٥ أو ٤٧ كجم نيتروجين للفدان). ولم تظهر فروق مغنوية بين محصولي الزراعة العضوية والزراعة التقليدية في نسبة الفقد في الثمار بعد ستة أسابيع من التخزين (Delate وآخرون ٢٠٠٨).

كما وجد أن الفلفل المنتج عضوياً (بالاعتماد على الكومبوست في التسميد) كان - مقارنة بالفلفل المنتج بالطريقة التقليدية - أعلى محصولاً، وأفضل في صفات الثمار المورفولوجية التي كانت أعلى محتوى في كل من حامض الأسكوربيك، والفلافونيات الكلية، والبولى فينولات، والبيتاكاروتين، وذلك عندما أجرى تحليل الثمار وهي في مرحلة النضج الأحمر. وتجدر الإشارة إلى أن جميع هذه المركبات هي من مضادات الأكسدة التي تلعب دوراً هاماً في منع الإصابة بالأمراض، وأن بعضها مثل الفلافونيات تعد مضادة للأكسدة antioxidants، ومضادة للسرطان anticanceroid، ومضادة للنزف antihemorrhagic، ومضادة للالتهابات antinflammatory (Azaflrowska & Elkner ٢٠٠٨).

وقد تميزت ثمار الفلفل الحلو الناضجة المنتجة عضوياً بارتفاع محتواها من المركبات الفينولية ونشاط كل من البيروكسيداز peroxidase والكابسيدول capsidiol (del Amor وآخرون ٢٠٠٨).

وبالمقارنة .. وجد أن محتوى ثمار الفلفل من السكريات، والمركبات الفينولية، وحامض الأسكوربيك، ونشاط مضادات الأكسدة كان أعلى عندما كان الإنتاج في مزارع لا أرضية، مقارنة بمحتوى الثمار في الإنتاج العضوي (Flores وآخرون ٢٠٠٩ أ).

كما لم تكن للزراعة العضوية أي تأثير على المحتوى المعنى لثمار الفلفل الحلو مقارنة بالزراعة التقليدية (Flores وآخرون ٢٠٠٩ ب).

وقد تميز الفلفل المنتج عضوياً بارتفاع محتواه من كل من فيتامين ج، والفينولات، والكاروتينات عن الفلفل المنتج بطريقة الزراعة التقليدية، كما كان احمرار ثماره أكثر شدة؛ الأمر الذي كان مصاحباً بزيادة في قيم L*، و a*، و b*، و C*، و H_{ab} عما في الفلفل المنتج تقليدياً (Perez - López وآخرون ٢٠٠٧).

وكانت ثمار الفلفل المنتجة عضوياً أعلى جوهرياً في محتواها من المادة الجافة، وفيتامين ج، والكاروتينات الكلية، والبيتاكاروتين، والألفاكاروتين، والـ *cis-β-carotene*، والفينولات الكلية، وحامض الجاليك *gallic acid*، وحامض الكلوروجيك *chlorogenic acid*، والفلافونات (الـ *quercetin D-glucoside*، والـ *quercetin*، والـ *kaempferol*) عن الثمار المنتجة في الزراعة العادية (Hallmann & Rembalkowska ٢٠١٢).

الطماطم

أظهرت دراسة أجريت على أربعة أصناف من الطماطم أن محصول الزراعة العضوية كان ٦٣٪ من محصول الزراعة التقليدية، ولكن كان للزراعة العضوية تأثيرات إيجابية على الثمار من حيث محتواها من المواد الصلبة الذائبة، والـ *pH*، والحموضة لمعاصرة، والصلابة، وذلك في بعض الأصناف دون غيرها (Riahi وآخرون ٢٠٠٨).

كما وجد لدى مقارنة الطماطم المنتجة عضوياً بتلك المنتجة بالطريقة التقليدية أن ثمار الأخيرة بدت بالفحص العيني أكثر نضجاً وقت الحصاد عن نظيرتها التي أنتجت عضوياً. هذا بينما كانت الثمار العضوية أعلى محتوى من المواد الصلبة الكلية والذائبة، وكان عصيرها أعلى لزوجة. وبينما لم تظهر أي فروق معنوية بين نوعي الثمار في محتواها من العناصر المغذية، فإن الطماطم المنتجة تقليدياً كانت أعلى محتوى في نسبة كل من الجلوتاميت *glutamate*، والجلوتامين *glutamine*، والتيروسين *tyrosine*، والأمونيوم، والنيتروجين الكلي (Piper & Barrett ٢٠٠٩).

كذلك أوضحت الدراسات زيادة مستويات الفلافونات: كورستين *quercetin*، و *kaempferol aglycones* جوهرياً في الطماطم المنتجة عضوياً عما في تلك المنتجة بالطرق التقليدية، بنسبة بلغت - في متوسط عشر سنوات من الإنتاج - ٧٩٪، و ٩٧٪ في نوعي الفلافونات، على التوالي. ولقد لوحظ أن محتوى الفلافونات في ثمار الطماطم المنتجة عضوياً يزداد - تدريجياً من الحقول المخصصة للإنتاج العضوي سنة بعد أخرى، بينما لم يتباين ذلك المحتوى من سنة لأخرى في الإنتاج العادي. وقد توافقت تلك الزيادات - في حالة الإنتاج العضوي - مع زيادة كمية المادة العضوية المتراكمة في القطع العضوية، واستمرت

الزيادات حتى مع خفض معدلات إضافة السماد الحيواني بعد أن وصل محتوى التربة من المادة العضوية إلى حالة توازن (Mitchell وآخرون ٢٠٠٧).

وفي المقابل .. أظهرت دراسة قورنت فيها الطماطم المنتجة عضوياً بتلك المنتجة بالطريقة التقليدية عدم وجود أى فروق بين طريقتى الإنتاج فى صفات الثمار الفيزيائية، والكيميائية، والتشريحية، فضلاً عن خصصها الأكلية (Ordonez-Santos وآخرون ٢٠٠٩).

كذلك أظهرت دراسة أجريت على كل من الطماطم والباك شوى أن الإنتاج العضوى لا يترتب عليه أى اختلافات يحد بها فى الخصائص الأكلية، مقارنة بخصائص المنتج التقليدى (Talavera-Bianchi وآخرون ٢٠١٠).

البطاطس

أمكن باختبارات التنوق التمييز بين البطاطس المنتجة بالطريقة التقليدية والبطاطس المنتجة بالزراعة العضوية. وأوضحت التحاليل أن الجليكوالكالويدات كانت أعلى مستوى فى البطاطس العضوية، التى ازداد محتواها - كذلك - من كل من البوتاسيوم والمغنيسيوم والفوسفور والكبريت والنحاس فى كل من جلد الدرنة ولبها عما فى البطاطس العادية، بينما كان محتوى جلد الدرنت العادية أعلى محتوى من الحديد والمنجنيز عن جلد درنت البطاطس العضوية (Wszelaki وآخرون ٢٠٠٥).

وقد ازداد تركيز فيتامين B₁ فى درنت البطاطس التى أنتجت عضوياً عما فى تلك التى أنتجت بالطريقة التقليدية. وعندما كان الإنتاج بالطريقة التقليدية، وجد ارتباط سلبى جوهري بين تركيز فيتامين C بالدرنت وكمية المحصول، وذلك فى ٢٠ تركيب وراثى من البطاطس (Skrabule وآخرون ٢٠١٣).

واحتوت البطاطس المنتجة عضوياً على تركيزات أعلى من الفوسفور عما فى تلك التى أنتجت بالطريقة العادية (٢.٨ مقابل ٢.٣ جم/كجم مادة جافة)، وتركيزات متقاربة من كل من المغنيسيوم (٢٥٠ جم/كجم مادة جافة)، والنحاس (٢.٦ جم/كجم مادة جافة). هذا .. إلا أن البطاطس التى

أنتجت عضوياً كان محتواها من كل من البوتاسيوم والكالسيوم والحديد والصوديوم والمنجنيز أقل مما في البطاطس التي أنتجت بالطريق العادية (Lombardo وآخرون ٢٠١٤).

الكنتالوب

احتوت ثمار الكنتالوب المنتجة عضوياً على تركيز أعلى جوهرياً من حامض الأسكوربيك - بصورة منتظمة - عما في الثمار المنتجة بالطريقة العادية، بينما كان محتواها من الفينولات الكلية أعلى في أحد سنتي الدراسة فقط، إلا أن نسبة المادة الجافة الكلية ونسبة المواد الصلبة الذائبة بالثمار لم تتأثر بطريقة الإنتاج. وجدير بالذكر أن محتوى الثمار من مضادات الأكسدة تبين - كثيراً - باختلاف الأصناف التي شملتها الدراسة، ومن بين عشرة أصناف تمت دراستها، كان أعلاها في مضادات الأكسدة: Savor، و6 Sweetie، وEarly Queen، وEdonis، وRayan (Salandanan وآخرون ٢٠٠٩).

وفي المقابل .. لم تظهر أي فروق معنوية بين الإنتاج العضوي والإنتاج العادي للكنتالوب في المحصول أو محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية أو السكر الذائب، إلا أن محتوى لب الثمار من النترات انخفض في حالة الإنتاج العضوي ما بين ١٢٪ في العروة الربيعية، و١٦٪ في العروة الخريفية (Song وآخرون ٢٠١٠).

الكرنب

كان لمختلف الأسمدة العضوية تأثيرات إيجابية على محتوى أوراق الكرنب من المواد المضادة للأكسدة (Bimová & Pokluda ٢٠٠٩).

وبالمقارنة .. أوضحت دراسات أخرى أجريت على كل من الجزر والكرنب لمدة ثلاث سنوات أن المحصول ومحتوى الفيتامينات لم يختلف جوهرياً في المحصولين بين الإنتاج العضوي والإنتاج التقليدي (Warman & Havard ١٩٩٧).

القنبيط والجزر والبصل

تبين لدى مقارنة عدة أصناف من كل من القنبيط والبصل والجزر في ظروف كل من الزراعة العضوية والتقليدية، ما يلي:

١- لم يختلف ترتيب الأصناف تبعاً للمحصول والقابلية للإصابة بالحشرات والأمراض الفطرية بين نظامى الزراعة.

٢- كان محصول القنبيط والبصل أعلى بمقدار ٢٠٪، و ٤٥٪ - على التوالي - عندما زرع بالطريقة التقليدية.

٣- لم توجد فروق معنوية فى محصول الجزر أو فى نسبة المستبعد منه بين نظامى الزراعة، إلا أن أسباب الاستبعاد تباينت بين النظامين. ففي الزراعة العضوية كانت أضرار القواقع هى السبب الرئيسى للاستبعاد حيث بلغت ٩٪، بينما كانت "المساق الجوفاء" hollow stem العيب الأكثر شيوعاً فى الزراعة التقليدية وشكلت ٧٪.

٤- لم توجد فروق جوهرية فى نسبة أبصال البصل المستبعة بين نظامى الزراعة.

٥- أضرير الجزر المزروع بالطريقة التقليدية بذبابة جذور الجزر بدرجة أكبر مما حدث فى الزراعة العضوية، وكانت نسبة الجذور المستبعة جراء ذلك ٥٪، على الرغم من أن الذبابة كانت متواجدة - كذلك - فى الزراعة العضوية.

٦- على عكس ذلك .. كانت التشوهات المورفولوجية أعلى فى الجزر المزروع عضوياً، بدرجة أدت إلى استبعاد ٢٩٪ من المحصول.

وقد أرجع نقص محصول الزراعة العضوية إلى ممارسات مكافحة الحشائش والآفات بالإضافة إلى عدم تيسر العناصر المغذية بشكل كافٍ خلال المراحل المبكرة لنمو القنبيط والبصل (Dresboll وآخرون ٢٠٠٨).

الإنتاج فى البيوت المحمية

يسود تواجد فينولات خاصة فى الخس، من أهمها: حامض الكلوروجينك chlorogenic acid وجلوكوسيدات الكورستين quercetin glycosides، وتنبأين الأصناف فى محتواها من الفينولات؛ فهى تزيد فى الصنف Red Sails عما فى الصنف Kalura. وبينما لم يختلف التسميد العضوى (كمبوست + مسحوق السمك) عن التسميد المعدنى فى تأثيرهما على

محتوى الخس من الفينولات، فإن الإنتاج في البيوت المحمية قلل من محتوى الخس من الفينولات مقارنة بالمحتوى في الإنتاج الحقلى (Zhao وآخرون ٢٠٠٧).

ولمزيد من التفاصيل عن تأثير العوامل الجوية، وموقع الزراعة، ونوع التربة، والتسميد، وقوة النمو النباتي، ودرجة النضج على محتوى النباتات من مختلف العناصر الغذائية، يمكن الرجوع إلى Harris (١٩٧٥).

ظروف الحصاد والتداول والتخزين

من المعروف أن عمليات الحصاد والتداول يترتب عليها حدوث بعض الخدوش التي تزيد من النشاط الإنزيمى، ويؤدى ذلك إلى نقص القيمة الغذائية.

ومن أبرز التغيرات التي تحدث بعد الحصاد تلك التي تحدث في محتوى الفيتامينات - وخاصة حامض الأسكوربيك - وفي محتوى المواد الكربوهيدراتية.

فنجد أن محتوى الخضر من حامض الأسكوربيك يتأثر بمختلف العوامل التي يتعرض لها بعد الحصاد، كما يلي:

١- درجة الحرارة والرطوبة النسبية التي يتعرف لها المنتج:

يؤدى التأخير في تبريد المنتج أولياً إلى انخفاض محتواه من حامض الأسكوربيك، ويحدث الأمر ذاته مع استمرار التخزين في حرارة الغرفة بدلاً من التخزين المبرد. وفي المقابل .. فإن الإصابة بأضرار البرودة تخفض هي الأخرى من محتوى حامض الأسكوربيك في المنتجات الحساسة للبرودة، وذلك قبل ظهور أية أعراض لأضرار البرودة.

كذلك فإن كل الظروف التي تزيد من نبول المنتجات - وخاصة انخفاض الرطوبة النسبية - تؤدى إلى فقد سريع في محتواها من حامض الأسكوربيك. ويؤدى التغليف - الذى يقلل من الفقد الرطوبى - إلى تقليل الفقد في الفيتامين.

٢- الجروح والتقليم والتقطيع

ينخفض دائماً محتوى الخضر من حامض الأسكوربيك لدى تجريحها أو خدشها أو تقطيعها بأي طريقة كانت، وتزداد الحالة سوءاً - بطبيعة الحال - في الخضر التي تجهز

للمستهلك fresh-cut. ولذا .. فإن استعمال الشفرات الحادة في التقطيع التي تقل معها الجروح، يقل معها - كذلك - الفقد في حامض الأسكوربيك.

٣- المعاملات الكيميائية

يزداد محتوى الثمار من حامض الأسكوربيك عندما تعامل ببعض المركبات الكيميائية مثل كلوريد الكالسيوم، والـ cystein hydrochloride، والإيثيلين.

٤- التعريض للإشعاع

يقل - أحيانا - معدل الفقد في حامض الأسكوربيك في الخضار المعاملة بالإشعاع.

٥- مدة التخزين

يحدث انخفاض تدريجي في محتوى الخضار والفاكهة من حامض الأسكوربيك أثناء التخزين (Lee & Kader ٢٠٠٠).

إن التخزين يصاحبه فقد كبير في بعض العناصر الغذائية، خاصة فيتامين ج. ففي خلال يوم واحد من التخزين في حرارة ٢١°م يفقد نحو ٥٠٪ من محتوى البروكولي من فيتامين ج، ونحو ٤٠٪ من محتوى كل من السبانخ والأسبرجس، ونحو ٢٠٪ من محتوى الفاصوليا الخضراء من هذا الفيتامين (Nelson ١٩٧٢).

وأكدت دراسات Watada & Tran (١٩٨٧) انخفاض فيتامين ج في الخضار المخزنة، إما بصورة حادة، وإما بصورة تدريجية. وبالمقارنة ازداد تركيز الثيامين - أثناء التخزين - في صنف الفاصوليا الخضراء Tendergreen، وانخفض في صنف البطاطس BelRus، بينما انخفض تركيز الريبوفلافين في الفاصوليا (نفس الصنف السابق ذكره)، وارتفع في صنف البطاطس Superior.

وقد وجد أن السبانخ تفقد ١٣٪، و٤٦٪ من محتواها الابتدائي من الثيامين خلال التخزين لمدة أسبوع واحد وثلاثة أسابيع - على التوالي - على ٤-٦°م. واحتفظت البسلة الخضراء بقدر أكبر من الثيامين، حيث فقدت ٢٣٪ منه بعد التخزين لمدة ثلاثة أسابيع على ٤°م. أما الريبوفلافين فقد فقد بعد ٣ أسابيع من التخزين على ٤°م بنسبة ٣٩٪ في السبانخ و٢٤٪ في البسلة. هذا .. ويزداد معدل الفقد عندما يكون التخزين في حرارة الغرفة (Rickman وآخرون ٢٠٠٧ أ).

ومن أمثلة التغيرات غير المرغوبة في المواد الكربوهيدراتية ما يلي:

١- تحول النشا إلى سكر في البطاطس المخزنة على حرارة أقل من ٥°م، حيث تتراكم السكريات تحت هذه الظروف. ويؤدي ذلك إلى اكتساب البطاطس لوناً بنيّاً داكناً، بدلاً من اللون الأصفر الذهبي المرغوب فيه عند القلي في الزيت بسبب احتراق السكريات. ويرجع ذلك التغير في اللون إلى السكريات المختزلة فقط، وتختلف الأصناف في مدى قابليتها لتراكم السكريات المختزلة عند التخزين في درجات الحرارة المنخفضة.

٢- تحول السكر إلى نشا في بعض الخضروات - كالبنسلة، والذرة السكرية - عند تخزينها في حرارة مرتفعة، فتفقد الذرة السكرية ٦٠٪ من محتواها من السكر خلال يوم واحد من التخزين في حرارة ٣٠°م، بالمقارنة بـ ٦٪ فقط عند التخزين في الصفر المئوي. ويصاحب فقدان السكر انخفاض كبير في صفات الجودة.

٣- يتراكم في الخرشوف حوالي ٥٠ - ٧٠ جم من السكر لكل كيلوجرام من وزنه الرطب على صورة فركتان الإنيولين (inulin - type fructan). ويؤدي تخمر الأنولين إلى زيادة إنتاج الغازات بالأمعاء؛ مما يثير حالة من عدم الراحة لدى بعض الأفراد. ولقد وجد أن تخزين الخرشوف على ١٨°م أو ٤°م أدى إلى تقليل محتواه من الإنيولين، مع زيادة في محتواه من الفركتوز الحر والسكريز، من خلال انخفاض في بلمرة الإنيولين؛ وبذا يمكن استهلاك الخرشوف دون توقع تحفيزه لإنتاج الغازات بالأمعاء (Leroy وآخرون ٢٠١٠).

وقد وجد أنه أثناء التخزين ينخفض محتوى أوراق الخس من المادة الجافة، والسكريات، وحامض الأسكوربيك بزيادة فترة التخزين بينما يزداد محتوى النترات (Sorensen وآخرون ١٩٩٤، Poulsen وآخرون ١٩٩٥).

كذلك فقدت نسبة كبيرة من الفينولات في البروكولي الطازج بعد التخزين البارد لمدة ١٠ أيام، بلغت ٤٤٪ - ٥١٪ في مشتقات الـ sinapic acid، و ٥٩٪ - ٦٢٪ في الفلافونيات الكلية، و ٧٣٪ - ٧٤٪ في مشتقات الـ caffeoylquinic acid (Rickman وآخرون ٢٠٠٧).

ظروف التصنيع وإعداد الطعام

يتأثر محتوى الخضروات من العناصر الغذائية بعمليات التصنيع أو الإعداد للطعام كالتالى:

- ١- الغسيل: ربما يؤدي الغسيل إلى فقد جزء من الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء.
- ٢- المعاملة بالحرارة: تجرى المعاملات الحرارية بالبخار أو بالماء الساخن، وتؤدي إلى فقد معنوى في بعض العناصر. ويقلل الفقد من الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء باستخدام حرارة أعلى لفترة أقل.
- ٣- التقشير: قد يؤدي التقشير إلى فقد بعض العناصر الغذائية. فمثلاً .. قشرة الجزر أغنى بالنياسين من باقى الجذر، وأنسجة ثمرة الطماطم تحت الجلد مباشرة أغنى بفيتامين ج من باقى الثمرة.
- ٤- التعليق: تؤدي عملية التعليق إلى فقد نسبة كبيرة نسبياً من بعض العناصر.
- ٥- التعبئة والتخزين: يزداد الفقد في فيتامين ج وبعض الفيتامينات الأخرى في العبوات التي تسمح بنفاذ الأكسجين، وكذلك عند ارتفاع درجة حرارة التخزين وزيادة فترة التخزين. لذلك ينصح دائماً بأن يكون التخزين على أقل درجة حرارة ممكنة، وهى -١٨°م للأغذية المجمدة، و-٢°م للأغذية المطبوخة والمجففة. كما يجب استهلاك الأغذية المجهزة في أسرع وقت ممكن.

التغيرات في محتوى حامض الأسكوربيك

لقد وجد أن الخضار الطازجة تحتوى - دائماً - قدرًا أكبر من فيتامين C (حامض الأسكوربيك) مقارنة بالخضار المطبوخة أو المجمدة. هذا .. إلا أن حامض الأسكوربيك يبدأ في التحلل بعد الحصاد مباشرة. فعلى سبيل المثال .. تفقد البسلة الخضراء ١٠,٥% من محتواها من حامض الأسكوربيك خلال الـ ٢٤ - ٤٨ ساعة الأولى بعد القطف. كما أن حامض الأسكوربيك يتحلل بانتظام خلال فترات التخزين الطويلة، على الرغم من أن التبريد يمكن أن يبطئ من معدل التحلل. وهذا الفقد في حامض الأسكوربيك الذى يحدث بين القطف والاستهلاك يقود إلى الاعتقاد بأن التصنيع يمكن أن يُفيد في حفظ القيمة الغذائية لبعض الخضار. فمثلاً ..

ينخفض مستوى حامض الأسكوربيك في كل من البسلة الطازجة والسبانخ الطازجة المخزنة على ٤°م إلى أقل من مستواهما في المنتج المجمد بعد ١٠ أيام من التخزين. كما يزداد الفقد في المنتج المخزن في حرارة الغرفة. فمثلاً.. تفقد السبانخ المخزنة على حرارة الغرفة كل محتواها من فيتامين C في خلال أربعة أيام من التخزين.

إن عمليات تعليب وتجميد الخضر تؤدي إلى حفظ محتواها الغذائي من الفقد، بينما يؤدي التخزين والطهي إلى إحداث فقد كبير في محتواها الغذائي. إن المعاملة الحرارية الأولى للمنتجات المصنعة يمكن أن تحدث نقصاً في العناصر الغذائية القابلة للذوبان في الماء وتلك التي تفقد أهميتها بالأكسدة مثل فيتامين C ومجموعة فيتامينات B. هذا إلا أن المتبقى منها يظل ثابتاً خلال فترة التخزين المعطى بسبب غياب الأكسجين آنذاك. وتفقد المنتجات المجمدة قدرًا أقل من العناصر المغذية في بداية التصنيع نظراً لقصر فترة التسخين الابتدائية التي تلزم معها، لكنها تفقد كميات أكبر من العناصر المغذية أثناء التخزين بسبب عمليات الأكسدة. كذلك فإن المركبات الفينولية تعد قابلة للذوبان في الماء وتتأثر بالأكسجين، إلا أن التغيرات التي تحدث فيها خلال التصنيع والتخزين والطهي يبدو أنها تتباين كثيراً باختلاف محصول الخضر (Rickman وآخرون ٢٠٠٧).

ويبين جدول (١-٥)، و (٢-٥) نسبة الفقد في فيتامين C في بعض الخضر نتيجة لعمليتي التعليب والتجميد.

جدول (١-٥)

الفقد (%) في فيتامين C في بعض الخضر نتيجة لعمليتي التعليب والتجميد.

الخضر	التعليب	المعاملة بالماء الحار ثم التجميد
البروكولي	٨٤	٥٥ - ٥٠
الجزر	٩٠	صفر - ٣٥
الفاصوليا الخضراء	٦٣	٢٨
البسلة الخضراء	٧٣	٥١
السبانخ	٦٢	٦١

جدول (٥-٢)

نسبة الفقد في محتوى بعض محاصيل الخضار من فيتامين C (جم/كجم) نتيجة للتعليب.

الخضار	الطازجة	المعلبة	الفقد (%)
البروكولى	١.١٢	٠.١٨	٨٤
الذرة السكرية	٠.٠٤٢	٠.٠٣٢	٠.٢٥
الجزر	٠.٠٤١	٠.٠٠٥	٨٨
البسلة الخضراء	٠.٤٠	٠.٠٩٦	٧٣
السيانخ	٠.٢٨١	٠.١٤٣	٦٢
الفاصوليا الخضراء	٠.١٦٣	٠.٠٤٨	٦٣
البنجر	٠.١٤٨	٠.١٣٢	١٠

التغيرات في فيتامينات B

تتضمن فيتامينات B كلاً من الثيامين (B_1)، والريبوفلافين (B_2)، والنياسين (B_3)، والبيوتين، وحمض البانتوثيك $panthothenic\ acid$ ، و B_{12} ، وحمض الفوليك $folate$. ونظراً لقابليتها للذوبان في الماء فيتها تكون عرضة للفقد أثناء الطهي والتصنيع. كما أن الكثير منها يعد حساساً للتحلل أثناء التصنيع. وبعد فيتامين C، فإن الثيامين هو الأقل ثباتاً - من بين مجموعة فيتامينات B - جراء التعرض للحرارة أثناء التصنيع. هذا .. إلا أن الخضار لا تُعد من المصادر الجيدة للثيامين. ولا يعد الريبوفلافين ثباتاً في الضوء؛ ولذا .. فإن ظروف التصنيع والتخزين تلعب دوراً في الاحتفاظ به. وبالمقارنة .. يتوفر البيوتين وحمض البانتوثيك في عديد من الأغذية، كما يتواجد فيتامين B_{12} - أساساً - في المصادر الحيوانية؛ ولذا .. فإن التغيرات في محتوى الخضار منها مع التخزين والتصنيع لم تحظ بقدر وافر من الاهتمام (Rickman وآخرون ١٩٠٧).

التغيرات في فيتاميني E ، A

يُعد فيتاميني E، A - والكاروتينات الأخرى - قابلة للذوبان في الدهون وأقل تأثراً عن المكونات الغذائية القابلة للذوبان في الماء بعمليات التصنيع مثل الغسيل والمعاملات الحرارية

المصاحبة للتصنيع. وعلى الرغم من قابلية فيتاميني E، و A للأكسدة فإنها أقل حساسية للأكسدة من فيتامين C ومجموعة فيتامينات B.

التغيرات في العناصر والألياف

تعد العناصر والألياف أكثر ثباتاً ولا تتأثر بالتخزين أو بمعاملات التصنيع (Rickman وآخرون ٢٠٠٧ ب).

التغيرات في محتوى الفينولات

تؤدي عملية التعليب إلى إحداث نقص في محتوى الفينولات يختلف باختلاف محصول الخضر، كما يتبين من جدول (٣-٥) (Rickman وآخرون ٢٠٠٧ ب).

جدول (٣-٥)

تأثير التعليب على محتوى بعض الخضر من الفينولات الكلية (جم مكافئات حامض جالكتيك / gallic acid كجم وزن رطب).

الخضر	المنتج الطازج	المنتج المعبأ المصفى	التغير نتيجة التعليب (%)
البنجر	١,٢٠	١,٣٠	٥ +
الفاصوليا الخضراء	٠,٧٨	٠,٥٣	٣٢ -
الذرة الصفراء	٠,٧٢	٠,٦٨	٥ -
الطماطم	٠,١٤٢	٠,١٤٩ (مع سائل التعليب)	-
المشروم	١,٨٠	٠,١٦٢	٩١ -

الثبات النسبي للعناصر الغذائية في الظروف المختلفة

تختلف العناصر الغذائية في مدى ثباتها في الظروف البيئية المختلفة؛ مثل درجة الحموضة أو القلوية، ودرجة الحرارة، ووجود أو غياب الأكسجين أو الضوء. ويوضح جدول (٤-٥) درجة الثبات النسبي للفيتامينات والأحماض الدهنية والأحماض الأمينية والمعادن تحت هذه الظروف (Nelson ١٩٧٢، و Klein & Kurlich ٢٠٠٠).

جدول (٤-٥)

التيات النسي لمختلف العناصر الغذائية في الظروف المختلفة.

العنصر الغذائي	الوسط الحامضي	الوسط المتعادل	الوسط القلوي	توفر الأكسجين	التعرض للضوء	الحرارة المرتفعة
فيتامين أ	غير ثابت	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
فيتامين ج	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
الكاروتينات	غير ثابت	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
فيتامين ب ١	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
فيتامين ب ٢	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت
الأحماض الدهنية الضرورية	ثابت	ثابت	غير ثابت	غير ثابت	غير ثابت	ثابت
الأحماض الأمينية الضرورية	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	وسط
المعادن	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت	ثابت

هذا ويُعد فيتامين A، والكاروتينات، وفيتامينات B قابلة للذوبان في الدهون، بينما يُعد حامض الأسكوربيك (فيتامين ج) وبعض صور المعادن قابلة للذوبان في الماء.

الفصل السادس

محتوى الخضروات من المركبات الضارة بصحة الإنسان

مقدمة

إلى جانب نواتج التمثيل الغذائي الأولية التي ترتبط بنمو وتطور النباتات، فإن النباتات تُنتج عديدًا من المركبات الأخرى الثانوية Secondary Metabolites التي لا يُعرف لها دور أساسي في العمليات الأيضية. ويعتقد أن هذه المركبات تلعب دورًا في حماية النباتات لنفسها من الإصابات المرضية والحشرية، وفي تحملها للظروف البيئية القاسية... إلخ. وتقدر هذه المركبات بعشرات الآلاف، ومن المؤكد أنها تؤثر في الإنسان سلبًا أو إيجابًا. وقد عرفت التأثيرات المفيدة لبعضها والتأثيرات الضارة لبعضها الآخر.

ولأسباب واضحة فإن النباتات التي اختارها الإنسان لغذائه يجب أن تخلو - قدر الإمكان - من تلك المركبات السامة. وبالرغم من العلم بوجود بعض هذه المركبات.. فإن كمياتها ضئيلة وأضرارها محدودة، ووسائل التغلب عليها والحد من أضرارها متعارف عليها (MacGregor ١٩٨٧).

وقد اختار الإنسان لغذائه الطرز والأنواع التي ينخفض محتواها من تلك المركبات السامة. فمثلًا.. تحتوي فاصوليا الليما البرية على مستويات عالية من الجلوكوسيدات السيانتوجينية، بينما ينخفض - كثيرًا - محتوى تلك المركبات في الفاصوليا المزروعة. ولهذا.. فإن النباتات المزروعة تكون أكثر تعرضًا للإصابات المرضية والحشرية.

ويتم التخلص من المركبات الضارة بصحة الإنسان - التي توجد في غذائه النباتي - بطرق مختلفة تجرى بعد الحصاد، مثل النقع في الماء لإزالة الجلوكوسيدات السيانتوجينية من الكاسافا، والطهي الذي يؤدي إلى تثبيط البروتينات الضارة للإنسان ومع ذلك يتبقى كثير منها لا يتأثر بعملية الطهي أو الشوي.

وقد وجد - على سبيل المثال - أن حوالي ٥٠٪ من مركبات الأيض الثانوية التي تم اختبارها أحدثت سرطانات متنوعة في فئران التجارب. ويقدر العلماء أن أكثر من ٩٩٪ من

المركبات الكيميائية المُحدثة للسرطان - التي نتناولها في طعامنا - هي مركبات طبيعية، أو تتكون عند طهي الطعام، وليست مخلقة صناعيًا (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤ صفحة ٣٤٥).

الحدود الفاصلة بين النبات السام والنبات الذي يحتوي على مركبات ضارة بالصحة

إلى جانب ما تحتويه الخضروات من عناصر غذائية ضرورية للإنسان، فإن بعضها يحتوي على مركبات ضارة بصحته. وهي تتشابه في ذلك مع عديد من النباتات الأخرى، إلا أن هذه المركبات الضارة توجد غالبًا في الخضروات غير الناضجة أو المصابة بأمراض أو عيوب فسيولوجية معينة يسهل التعرف عليها، أو أنها توجد في الأجزاء السليمة المستخدمة في الغذاء، ولكنها - أي المواد الضارة - تستبعد عند تقشير الخضرا، أو تتحطم عند الطهي. وفيما عدا ذلك، فإن أي نبات طازج وسليم - ويحتوي على مركبات ضارة بصحة الإنسان لا يزول أثرها عند الطهي - لا يعد من الخضروات، وإنما من النباتات السامة.

ومن أمثلة النباتات السامة بعض الأنواع البرية من عيش الغراب التي تتبع الجنس *Amanita* - التي تحدث ٩٠٪ من حالات الوفاة الناتجة من التسمم بعيش الغراب -؛ مثل: *A. virosa*، *A. verna*، و *A. phalloides*.

أما الأنواع المزروعة من عيش الغراب فبها لا تحتوي على أية مركبات ضارة بصحة الإنسان، وتعد من الخضروات؛ ومن أمثلتها: *Agaricus bisporus*، و *Lentinus edodes*، و *Armillaria mastsudake*، و *Volvariella volvacea*، و *Pholiota nameko*.

وتحتوي الأنواع السامة من عيش الغراب على ٣ مركبات سامة، هي:

- ١- الفالين *Phallin*، وهو يؤدي إلى تحطيم كرات الدم الحمراء، ولكنه يصبح غير فعال كمادة سامة بالتسخين أو الغليان في الماء.

٢- أمانيتين *Amanitine*.

٣- فاللويدين *Phalloidine*.

وهذان المركبان يؤثران على الكبد والكلى والقلب، ولا يمكن التخلص منهما بالتسخين (Yamaguchi ١٩٨٣).

التقسيم العام لأنواع المركبات الضارة التي توجد في محاصيل الخضار يقسم Peirce (١٩٨٧) أنواع المركبات الضارة بصحة الإنسان - والتي توجد في بعض محاصيل الخضار - كما يلي:

١- مركبات تغير فعل الهرمونات .. ومنها الثيوجلوكوسيدات thioglycosides - التي تعد من المركبات المؤثرة على الغدة الدرقية Goitrogens - وتوجد في الصليبيات.

٢- مضادات الفيتامينات Antivitamins؛ مثل إنزيم الليبوكسيداز Lipoxidase المضاد لفيتامين أ، وهو إنزيم يحطم الكاروتينات، وحامض rickitogenic المضاد لفيتامين د، وهذا الحامض يتحد مع الكالسيوم (وكلا المضادين يوجد في فول الصويا)، والـ anti- α -tocopherol المضاد لفيتامين هـ، ويوجد في البسلة والفاصوليا.

٣- مركبات محدثة للسرطان Photocarcinogens؛ مثل مركبات الـ Flurocou-marins التي توجد في الجزر الأبيض (وهو محصول يختلف عن الجزر المعروف لنا).

٤- مركبات مثبطة للإنزيمات، وهي كثيرة؛ ومن أمثلتها ما يلي:

أ- مثبطات إنزيمات الـ Proteases.. توجد في فاصوليا الليما، وفول الصويا، والفول الرومي، والبطاطس.

ب- السيانوجينات الجلوكوسيدية Cyanogenic Glucosides .. توجد في فاصوليا الليما والفاصوليا الخضراء.

ج- مثبط إنزيم Glucose-6-phosphate dehydrogenase .. يوجد في الفول الرومي.

د- مثبط إنزيم Cholinestrase .. يوجد في المحاصيل الباذنجانية، والكوسة، والقرع العسلي. ويتحكم هذا الإنزيم في الجهاز العصبي.

هـ- القلويدات Alkaloids .. توجد فى البطاطس وبعض الباذنجيات الأخرى، ومن أمثلتها السولانين solanine، والأوبيم opium، والكوينين quinine، وجميعها تؤثر على الجهاز العصبى.

و- مثبطات إنزيم الـ Amylase .. توجد فى القلقاس والفاصوليا الجافة، وهى تمنع تحليل النشا.

ز- مثبطات إنزيم Invertase .. توجد فى البطاطس، وهى تمنع تحليل السكر.

هـ- مركبات تحدث خللاً فسيولوجياً؛ ومنها ما يلى:

أ- الهيماجلوتينينات Hemagglutinins .. توجد فى البقوليات.

ب- النترات Nitrate والنترت nitrite .. توجد فى السبانخ والخضر الورقية عموماً.

ج- الأوكسالات Oxalates .. توجد فى الروبارب، والسبانخ، والسلق، والسبانخ النيوزيلاندى.

د- محدثات الحساسية Allergens .. توجد فى عدة نباتات، ويؤدى الطهى إلى التخلص من غالبيتها، غير أن البسلة والعدس يحتويان على مركبات محدثة للحساسية لا تتأثر بالحرارة.

الثيوجليكوسايدات

تؤدى مركبات الثيوجليكوسايدات Thioglycosides إلى تضخم الغدة الدرقية، ويطلق عليها اسم Goiterogenic Agents. وتنتشر هذه المركبات بكثرة فى العائلة الصليبية، وتوجد على صورة جليكوسيدات تحتوى على كبريت؛ مثل مركب السنرجين Sinirgin الذى لا يعتبر فى حد ذاته ساماً للإنسان، إلا أنه يتحول بفعل إنزيم ميروزيناز myrosinase إلى مركبات أخرى سامة؛ مثل: allyliso thiocyanate، و 5-vinyloxazolidine-2-thione، التى تؤدى إلى تضخم الغدة الدرقية، إلا أن إتلاف الإنزيم بالحرارة عند الطهى يمنع هذا التحول (Liener ١٩٧٣).

وقد أوضحت دراسات Carlson وآخرين (١٩٨٧) تشابه كل من كرنب بروكسل، والقمبيط، والكيل في محتواها الكلى من ١٣ نوعاً من الجلوكوسينولات glucosinolates، وهى التى تتحول بفعل إنزيم الثيوجلوكوسيديز إلى عدة مركبات، منها الأيزوثيوسينات isothiocyanate، والثيوسينات.

هذا .. إلا أن محتوى الأنواع المختلفة من الجلوكوسينولات يختلف باختلاف النوع النباتي والصنف البستاني، ويتأثر بكل من مستوى التسميد والمعاملات الزراعية، وكذلك بفترة التخزين وظروف التخزين، حيث يزداد محتواها مع التخزين، وتكون الزيادة فى الجو المتحكم فيه Controlled Atmosphere أقل منها فى الهواء العادى (Hansen وآخرون ١٩٩٥).

مثبطات إنزيم البروتيز Protease Inhibitors

تعمل هذه المركبات على تثبيط نشاط إنزيمات البروتيز التى تعمل على تحلل البروتينات إلى أحماض أمينية. وتتبلن هذه المركبات فى مدى تأثيرها بالحرارة؛ حيث إن بعضها حساس ويؤثر بالحرارة، وبعضها الآخر لا يتأثر بالحرارة ويبقى أثره بعد الطهى. يوجد مثبط التربسين Trypsin inhibitor فى البقوليات، وخلصه بنور فول الصويا غير المطهية. كما يوجد مثبط الكيموتريسين Chemotrypsin inhibitor فى البطاطس، وكلاهما - التربسين والكيموتريسين - من الـ proteases التى توجد فى الجهاز الهضمى للحيوانات.

ومن مضادات التغذية Antinutritional Factors التى لا تتأثر بالحرارة كل من الفيسين Vicine، والكونفيسين Convicine فى الفول الرومى (Burbano وآخرون ١٩٩٣).

السيانوجينات الجلوكوسيدية

السيانوجينات Cyanogens هى مركبات جليكوسيدية تعطى عند تحليلها HCN، وهو من المركبات الشديدة السمية للإنسان، لأنه يؤثر على إنزيمات التنفس. ويوضح جدول (٦-١) محتوى بعض الخضروات من الـ HCN.

جدول (٦-١)

الخضروات ذات المحتوى المرتفع من الـ HCN.

الخضار	تركيز HCN (ملليجرام/ ١٠٠ جرام)
فاصوليا الليما	١٤,٤ - ١٦٧
الكاسافا (الأصناف المرة)	١١٣
اللوبياء	٢,١
البسلة	٢,٣
الفاصوليا الجافة	٢,٠
الجرام <i>Cicer arictinum</i>	٠,٨
الجرام الأحمر <i>Cajanus cajan</i>	٠,٥

وتعتبر الأصناف الحديثة من فاصوليا الليما أقل كثرةً في محتواها من HCN من الأصناف القديمة. وتوجد السيانوجينات كذلك في الفول الرومي. وتعتبر الذرة الرفيعة - وهي أحد المحاصيل الحقلية - من أهم النباتات التي تشتهر بارتفاع محتواها من السيانوجينات؛ حيث تصل إلى ٢٥٠ ملليجرام / ١٠٠ جرام.

وتعرف الـ Cyanogenesis بأنها: "قدرة النباتات على إنتاج غاز سيانيد الأيدروجين (HCN) السام في ظروف معينة". ويحدث ذلك في نحو ٢٠٥٠ نوعاً نباتياً راقياً تتوزع في نحو ١١٠ عائلات. وتنقسم تلك المركبات إلى فئتين رئيسيتين؛ هما: الجلوكوسيدات السيانوجينية، والدهون.

لا تنتج النباتات غاز سيانيد الأيدروجين إلا إذا جرحت أنسجتها، كما يحدث عند مضغ الطعام، أو عند إصابتها بالفطريات. ومرد ذلك أن المركب السيانوجيني والإنزيم الذي يحلله - ويؤدي إلى إطلاق الغاز منه - يوجدان في حجيرات منفصلة بالخلية. ولا يحدث الاختلاط بين المركب والإنزيم إلا عندما يحدث خلل ببناء الخلية.

تنتج النباتات ما لا يقل عن ٢٦ نوعاً من الجلوكوسيدات السيأتوجينية، وهي تفيد في حماية النباتات من الافتراس ومن الإصابات المرضية. وبالنسبة للإنسان .. فبالإضافة كونها مرة الطعم، فإنها تثبط الإنزيمات المسؤولة عن التنفس في الميتوكوندريا.

وتعد الكاسافا من أكثر النباتات احتواءً على الجلوكوسيدات السيأتوجينية، بالرغم من كونها الطعام الرئيسي لمئات الملايين من البشر في المناطق الاستوائية من أفريقيا، وآسيا، وأمريكا اللاتينية؛ حيث يُعتمد عليها في توفير أكثر من ٦٠ ٪ من الطاقة اللازمة للفرد في بعض هذه المناطق. وتنتج جميع أصناف وسلالات الكاسافا غاز سيأتيد الأيدروجين السام. وهي تتراوح في الطعم بين الحلوة والمرّة تبعاً لمحتواها من مركب اللينامارين linamarin، وهو المركب السيأتوجيني الرئيسي.

يؤثر غاز سيأتيد الأيدروجين على نظام العصب المركزي، والجهاز الهضمي، والغدة الدرقية. ويؤدي فقر الغذاء في محتواه من البروتين إلى زيادة سمية الغاز، لأن الأحماض الأمينية تساعد على التخلص من السيأتيد بمجرد انطلاقه داخل الجسم.

ويعمل الإنسان على خفض سمية الكاسافا بطحن الجذور مع ترك اللب المطحون في الماء لفترة؛ وذلك للسماح للإنزيم بأن يأتي على اتصال بمركب اللينامارين؛ مما يؤدي إلى انطلاق غاز سيأتيد الأيدروجين. وبلى ذلك غسل اللب وإعداده للاستعمال. ويعد طهي الجذور وتخمينها من الوسائل البديلة لخفض محتواها من اللينامارين وسيأتيد الأيدروجين (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤).

المركبات المسببة للفافيزم

الفافيزم Favism هو مرض يحدث لبعض الأفراد ذوي الحساسية عند أكلهم للفول الرومي أو البلى، ويؤدي إلى التسمم والموت إن لم يسف المريض بالعلاج السريع. ويرجع المرض إلى مركبات من مشتقات البريميدين Primidine derivatives – تعرف باسماء divicine، و isouramil – تحدث الحالة الطبية المعروفة باسم Hemolytic Anemia لدى الأفراد الذين لديهم نقص في إنزيم NADP-linked glucose-6-phosphate dehydrogenase. ويشيع هذا المرض خاصة في حوض البحر الأبيض المتوسط (Liener ١٩٧٣).

الأوكسالات

يتحد أيون الأوكسالات Oxalate الموجود في الطعام مع أيون الكالسيوم الموجود في نفس الطعام، وفي الأطعمة الأخرى التي تؤكل معه؛ مكوناً ملح أوكسالات الكالسيوم، ويؤدي ذلك إلى ما يلي:

- ١ - ترسيب أيون الكالسيوم، فلا يستفيد الجسم منه.
 - ٢ - قد تترسب أوكسالات الكالسيوم في الكلى وتكون حصوات الكلى.
- ويوجد أيون الأوكسالات بكثرة في كل من السبانخ والسلق والبنجر والسبانخ النيوزيلندي والقلناس والروبارب.
- وقد وجد أن محتوى أوراق السبانخ من الأوكسالات ينخفض بازدياد الوزن الطازج للأوراق بين الحشتين الأولى والثانية، وكان هذا النقص في الأوكسالات أكثر وضوحاً في الأصناف السريعة النمو منه في الأصناف الأبطأ نمواً (Hirooka & Sugiyama ١٩٩٢).
- ولمزيد من التفاصيل عن الأوكسالات في النباتات .. يُراجع Franceshi & Horner (١٩٨٠).

النترات

يحدث التأثير السام لأيون النترات nitrate عندما يتحول إلى أيون نيتريت nitrite؛ الأمر الذي قد يحدث قبل تناول الطعام المحتوي على النترات أو بعد تناوله؛ أي إن التسمم يحدث من أيون النيتريت الذي يؤدي - في حالة امتصاص الجسم له بكميات كبيرة - إلى أكسدة الهيموجلوبين من حالة الحديدوز ferrous hemoglobin إلى حالة الحديدك ferric hemoglobin؛ فيتكون لذلك مركب ميثيموجلوبين methemoglobin؛ مما يؤدي إلى فقر الدم لمقدرته على إمداد الجسم بالأوكسجين ويحدث التسمم، وهي الحالة التي تعرف طبياً باسم ميثيموجلوبينيميا methemoglobinemia. هذا .. يستخدم تركيز النترات كدليل مباشر على مدى احتمال التسمم بأيون النيتريت.

يوجد مركب المئوجلوبين بصورة طبيعية في دم الأفراد الأصحاء بنسبة تصل إلى ١٪ من الهيموجلوبين الكلي في البالغين، و ٤٪ في الأطفال حديثي الولادة، و ٦٪ في صغار الأطفال المصابين بأمراض الجهاز التنفسي. تتحول هذه الكميات البسيطة -إنزيمياً- إلى هيموجلوبين بصورة تدريجية، ولكن زيادة نسبة المئوجلوبين عن الحدود المشار إليها تؤدي إلى تراكمه بمعدلات غير طبيعية. ويزداد الضرر في الأطفال حديثي الولادة عنه في الأطفال الأكبر، أو البالغين.

وقد وضعت بعض الدول حدوداً لأقصى ما يمكن أن تحتويه مياه الشرب وبعض الخضار من أيون النترات، فالحد الأقصى المسموح به في الولايات المتحدة هو ١٠ أجزاء في المليون في مياه الشرب. وفي هولندا .. حُدِّدَ الحد الأقصى لمحتوى النترات في كل من الخس، والهندباء، والسبانخ، والبنجر بمقدار ٣.٥ جم لكل كيلو جرام من الخضار الطازجة المنتجة شتاءً (من نوفمبر إلى أبريل)، وبمقدار ٢.٥ جم لكل كيلو جرام من الخضار الطازجة المنتجة صيفاً (من مايو إلى أكتوبر)، باعتبار أن النترات يزداد تراكمها تحت ظروف الإضاءة المنخفضة.

وتبلغ الجرعة السامة للفرد الذي يزن ٧٠ كجم نحو ٠.٧ - ١.٠ جم نيتروجين نترات، وتنخفض هذه الجرعة إلى أقل من ٠.٧ - ٠.١ جم في الأطفال الرضع الذين يكونون أكثر حساسية للتسمم من النترات عن الأطفال الأكبر سناً أو الأفراد البالغين، لكن لحسن الحظ .. فإن هذه الجرعات السامة لا يصل إليها أي فرد، لأن ذلك يتطلب - في حالة البالغين - أن يتناول الفرد من ١.٥ - ٢ كجم من السبانخ في وجبة واحدة.

ويبدو أن النترات تتراكم على وجه خاص في أعناق الأوراق والسيقان، كما في السبانخ، كما تتراكم أيضاً في جذور البنجر والفجل، لكن لا يحدث تراكم للنترات في جذور الجزر والبطاطا، أو في ثمار الطماطم، أو في قرون الفاصوليا الخضراء، كما لا تتراكم في أبصال البصل، أو في البذور والثمار بصورة عامة.

وتصل معظم النترات إلى جسم الإنسان ضمن ما يتناوله من خضروات؛ فمثلاً .. قدر ما يصل جسم الإنسان يومياً من أيون النترات - في هولندا - بنحو ١٤٣ مجم، منها نحو ١٢٠ مجم من الخضروات (عن Reinink & Groenwold ١٩٩٤).

وفي دراسة أخرى .. تبين بالحساب أن ما يصل للفرد الواحد يومياً من النترات جراء استهلاكه للخضر يُقدر بنحو ٧١ مجم، وأن ٣٠٪ من تلك الكمية يُحصل عليها من الخس والملق السويسري (Santamaria وآخرون ١٩٩٩).

وتتراكم النترات التي يمتصها النبات عندما يكون امتصاصها أعلى من معدل اختزالها. وعند تناول الإنسان للغذاء الذي يحتوى على تركيزات عالية من النترات فإنها يمكن أن تُختزل إلى نيتريتات nitrites، وهي التي تتفاعل - بدورها - مع الأمينات الثانوية؛ لتنتج نيتروز أمينات nitrosamines تحت تأثير الأحماض في المعدة. هذا .. إلا أن مستويات فيتامين C في الخضر يمكن أن تمنع تفاعل الـ nitrosation (Lintas ١٩٩٢).

يحدث تراكم النترات في عديد من الخضر الورقية، مثل الملحق السويسري، والكرنب الصينى، والسبانخ، والخس وغيرهم. وتلعب إمدادات النيتروجين دوراً رئيسياً في تركيز النترات المتراكمة بالنبات، إلا أن عوامل أخرى كثيرة تؤثر في هذا الشأن، منها: درجة الحرارة، وشدة الإضاءة، والتركيب الوراثى، ونقص الموليبدنم، إضافة إلى نوع التربة ونظام الإنتاج.

لا تُشكل زيادة النترات خطورة طبية فحسب، وإنما هي تؤثر - كذلك - في جودة المنتج، مثل خفضها لفيتامين ج في الخس، وزيادتها القابلية للإصابة بالعفن الطرى البكتيرى في الكرنب الصينى. وتؤدي زيادة مستوى النترات إلى زيادة احتمالات الإصابة بنوع من أنيميا الدم يعرف باسم methaemoglobinaemia، ومسرطانات المعدة والمثانة في الإنسان.

ولتلك الأسباب فقد وُضعت حدوداً قصوى للمستويات المسموح بها للنترات في مختلف محاصيل الخضر (Parks وآخرون ٢٠١٢).

العوامل المؤثرة على مستوى النترات فى الخضر

يتأثر مستوى أيون النترات فى الخضر بالعوامل الآتية:

١- المحصول

بدراسة تراكم النترات nitrates والنيتريت nitrites فى عدد من محاصيل الخضر الطازجة لم يمكن العثور على النيتريت إلا فى السبانخ وبتركيز ٠.٨ - ٨.٥ جزءاً فى المليون، وكذلك فى بعض عينات الكرنب والخس والكرفس (٠.٠٦ - ٠.٢٣، ٠.١٥ - ٠.٣٢، و ٠.١٥ - ٠.٤١ جزءاً فى المليون، على التوالي)، لكن لم يمكن العثور على النيتريت فى عينات من الكرات والبصل والطماطم. وفى المقابل .. وجدت النترات فى كل الخضر تقريباً بتركيزات متباينة وكان أعلى تركيز من النترات فى السبانخ (١.٢٥ جزءاً فى المليون)، مع وجود تركيزات عالية - أيضاً - فى كل من الخس والكرفس والكرنب (Fytianos & Zarogiannis ١٩٩٩).

وقد وجد فى بارى بإيطاليا أن الخضر الورقية: الجرجير والكرفس والبقدونس والسبانخ تحتوى على مستويات من النترات أعلى مما تحتويه الخضر الأخرى: البصلية والجزرية والساقية والزهرية والدرنية (Santamaria وآخرون ١٩٩٩).

ويتباين المدين الأحدى والأقصى لتراكم النترات (بالمليجرام / حبة) فى بعض محاصيل الخضر، كما يلى:

المحصول	الحد الأدنى	الحد الأقصى
الخس	١٢٧	٣٥٤٧
السبانخ	٢٣٨	٢٣٩٧
الكرنب	٢٠٤	٩١٨
الكرفس	١٠٠١	٢٨٢٩
البنجر	١٢١٨	٣٠١٠
الجزر	٦٦	٣٣٧
الفجل	١٥١٩	٢٠١٩
القمييط	٤٢٠	١٠٥٤

(Lintas ١٩٩٢)

٢- الصنف

فعلى سبيل المثال .. أوضحت الدراسات التي أجريت على السبانخ زيادة محتوى أيون النترات في الصنف ونتريلومسدل Winter Bloomsdale ذات الأوراق المجعدة، عنه في صنفين من ذوات الأوراق الملساء. كذلك وجدت اختلافات مماثلة في تراكم النترات بين الأصناف في كل من الجزر، والفجل، والهندباء.

٣- شدة الإضاءة

يزداد تراكم النترات في الخضروات في ظروف الإضاءة الضعيفة.

٤- الموجات الضوئية

وجد أن تعرض الخس في الزراعات المحمية (لمدة ٤٨ ساعة قبل الحصاد) لإضاءة من light-emitting diodes (اختصاراً: LEDs) - تعطي ضوءاً أحمر إلى أزرق بنسبة ٤ : ١ - يؤدي إلى خفض تراكم النترات في النباتات، مع زيادة محتواها من السكريات الذائبة (Wanlai وآخرون ٢٠١٢).

٥- مصدر السماد الآزوتي

في السبانخ .. يزداد محتوى الأوراق من أيون النترات مع زيادة التسميد النتراتي، بالمقارنة بالتسميد الأمونيومي. فقد كانت نسبة النترات بالأوراق ٠.٤٠٪ في حالة التسميد بنترات البوتاسيوم، وانخفضت إلى ٠.٢٨٪ عند التسميد بنترات الأمونيوم، وإلى ٠.٢١٪ مع التسميد باليوريا، ولم يكن للتسميد بالعناصر الأخرى أي تأثير على مستوى النترات بالنبات. وقد أدت معاملة التربة بمثبطات النترنة nitrification inhibitors إلى خفض تراكم النترات بأوراق السبانخ.

وأمكن إنتاج خس منخفض في محتواه من النترات - في ظروف الإضاءة الضعيفة - التي يزداد فيها تركيز النترات بالنبات - دون التأثير على المحصول؛ وذلك يجعل نسبة الأمونيوم إلى النترات في المحلول المغذي ٠.٢٥ على أن تتغير إلى ١.٠ خلال الأسبوعين الأخيرين من النمو.

ولكن زيادة حرارة المحلول المغذى ليلاً - من ٦ إلى ١٠ درجات مئوية مع حرارة لا تقل عن ٦° مئوية نهائياً - أدت إلى زيادة كل من النمو والمحتوى النتراتى (Steingrover وآخرون ١٩٩٣).

وقد أدى التسميد بالأسمدة الكيميائية الآزوتية إلى زيادة محصول الجرجير، ولكن مع زيادة - كذلك - فى محتوى النترات بالأوراق، مقارنة بالتسميد العضوى. ومع ذلك فإن ذلك المحتوى لم يصل أبداً إلى المستوى الضار بصحة الإنسان، والذي يحدد فى أوروبا بـ ٣.٧ مجم نترات/كجم من وزن الجسم؛ إذ إنه لم يتعد أبداً ٣.٠ مجم/كجم وزن طازج من الجرجير (Tuncay وآخرون ٢٠١١).

ووجد أن كلاً من الفينوكيا والكرفس والسلق السويسرى تمتص كميات أكبر من النيتروجين النتراتى عما تمتصه من النيتروجين الأمونيومى عند التسميد بمخلوط من مصدرى النيتروجين. وفى أفضل ظروف التغذية بالنيتروجين تراكمت النترات بأوراق السلق السويسرى إلى تركيز عالٍ (٣٨٠٩ مجم/كجم وزن طازج). وفى المتوسط .. تراكم بالفينوكيا والكرفس ٥٦٤ مجم NO_3^- /كجم وزن طازج عندما كان مصدر النيتروجين ١٠٠ أمونيوم: صفر نترات؛ بما يعنى إمكان إنتاج كلاً المحصولين بمحتوى منخفض من النترات عند استعمال الأمونيوم منفرداً - كمصدر للنيتروجين. ومع زيادة نسبة النترات فى المحلول المغذى، فإن محتوى النترات بأوراق الفينوكيا والكرفس ازداد بوضوح حتى وصل إلى ٨٧٠٢ مجم/كجم وزن طازج مع نسبة صفر أمونيوم : ١٠٠ نترات (Santamaria وآخرون ١٩٩٩).

٦ - طريقة التسميد

وجدت زيادة فى تراكم أيون النترات فى السيقان عند إضافة السماد نثراً قبل الزراعة، مما لو أضيف إلى جانب النباتات أثناء نموها. وربما يرجع ذلك إلى زيادة فترة امتصاص النبات لأيون النترات فى الحالة الأولى، عنه فى الحالة الثانية (Maynard & Barker ١٩٧٢).

٧ - موعد الحصاد من اليوم

يُعد حصاد الخضر الورقية فى موعد متأخر من النهار وسيلة موصى بها لإنتاج محصول منخفض محتواه من النترات. هذا إلا أن مدى هذا التأخير - على امتداد اليوم - لا يتعدى ٢٥٪، وذلك كما وجد فى دراسة على كل من الخس والسباخ (Neely وآخرون ٢٠١٠).

٨- التخزين

أوضحت دراسات Yang (١٩٩٢) أن تخزين الخضروات (الخس، والسبانخ، والبطاطس، والفلفل، والخيار) في أي من حرارة الغرفة أو على الصفر المنوي أدى إلى زيادة معدل تحلل محتواها من النترات مع زيادة محتواها من النتريت، بينما أدى تخزينها في جو معدل (صناديق محكمة الإغلاق أمام تبادل الغازات) على الصفر المنوي إلى زيادة محتواها من النتريت دون أن ينخفض محتواها من النترات.

ويمكن الحصول على مزيد من التفاصيل عن موضوع تراكم النترات في محاصيل الخضر في Splittstoesser وآخرين (١٩٧٤)، وMaynard وآخرين (١٩٧٦)، وMills & Jones (١٩٧٩).

أهمية النترات للنبات

إلى جانب أنها تعد مصدراً للنيتروجين الضروري لتمثيل الأحماض الأمينية، فإن النترات تلعب دوراً هاماً في حفظ التوازن الإسموزي، واستمرار امتلاء الخلايا والنمو النباتي، وذلك بخفضها للجهود الإسموزي لسوائل الفجوات العصارية. هذا إلا أن هذا الدور الذي تلعبه النترات ليس قاصراً عليها حيث يمكن أن تحل محلها مركبات أخرى، مثل السكريات والأحماض العضوية. وتعد النترات هي الـ osmoticum المفضل في الظروف التي لا تسمح بمعدلات عالية من البناء الضوئي (عن McCall & Willumsen ١٩٩٩).

وقد وجد ارتباط سلبي قوي بين تكوين النترات ونشاط البناء الضوئي. ويعتقد بأن الاختلافات في محتوى النترات تنتج من اختلاف معدل البناء الضوئي عندما تحل النترات - كعامل حافظ للضغط الإسموزي - محل السكريات (Behr & Wiebe ١٩٩٢).

مركبات ضارة أخرى

من المركبات الضارة الأخرى التي توجد في الخضر ما يلي:

١- أشباه القلويدات الجليكوسيدية

تنتشر أشباه القلويدات الجليكوسيدية Glycoalkaloids في الخضر الباننجية، مثل الطماطم والبطاطس، فتحتوي ثمار الطماطم الخضراء على التوماتين Tomatine، لكنه يختفي في الثمار

القاضجة، كما تحتوى درنات البطاطس التى تعرض للضوء على السولانين Solanine، وكلاهما سام للإنسان (Yamaguchi ١٩٨٣).

٢- الكيوكربتسينات

الكيوكربتسينات Cucurbitacins عبارة عن جليكوسيدات مرة الطعم توجد فى ثمار بعض القرعيات؛ مثل: الخيار والقثاء، وبعض سلالات الكوسة والبطيخ البرى، وهى سامة جدًا للإنسان.

٣- الهيمجلوتينينات Hemagglutinins: توجد فى البذور الجافة لعدد من البقوليات، خاصة الفاصوليا وفول الصويا، وتسبب قلة امتصاص الغذاء، وضعف النمو.

٤- اللاثروجينات Lathrogens: توجد فى الحمض، وتسبب الشلل.

٥- السابونينات Saponins: توجد فى فول الصويا، وتحثت غازات فى الأمعاء، وتقلل من فاعلية الكائنات الدقيقة بها.

٦- مثبطات إنزيم الكولينستريز Cholinestrase inhibitors: توجد فى ثمار الكوسة والقرع العسلى، وتؤثر على الأعصاب (Kehr ١٩٧٣).

المركبات الضارة التى تتكون فى الأجزاء النباتية المصابة بالأمراض

الفيتوالاكسينات

تؤدى الإصابة ببعض الكائنات المسببة للأمراض النباتية أحيانًا إلى إنتاج مركبات خاصة – فى الأنسجة المصابة والأنسجة المحيطة بها – تعمل على وقف تقدم الإصابة، ويعتبر ذلك نوعًا من مقاومة النباتات الطبيعية للأمراض. وتعرف المركبات المتكونة هذه باسم فیتوالاكسينات phytoalexins، ومن الفیتوالاكسينات المعروفة تلك التى تنتجها محاصيل الخضر التالية:

١- البسلة:

ينتج بالبسلة فيتوالاكسين البيزاتين Pisatin الذى يزدى – بتركيز أعلى من ٢٠٠ جزء فى المليون – إلى إتلاف كرات الدم الحمراء، وإطلاق البوتاسيوم الخلوى خلال ٨ دقائق فى الماشية.

٢- الفاصوليا :

تنتج الفاصوليا عدداً من الفيتوالأكسينات منها: فاصوليدين phaseollidin، وفاصولين phaseollin، وكيفيتون Kievitone، وفاصولينر—سوفلافان Phaseollinisoflavan، وكومستيرول Coumesterol.

وقد وجد أن الفاصولين بتركيز ١٧ جزءاً في المليون يؤدي إلى إتلاف كرات الدم الحمراء في الماشية والأغنام.

٣- الجزر:

ينتج الجزر عدداً من الفيتوالأكسينات؛ منها حامض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid، وميريسيتين Myristicin. ومن المعروف أن حامض الكلوروجينيك مثبط لامتصاص الثيامين في أمعاء الفئران. أما الميريسيتين، فله خصائص المبيدات الحشرية، وقد تؤدي الجرعات التي تزيد على ٤٠٠ جزء في المليون إلى إحداث هلوسة للإنسان. ونظراً لأن أصناف الجزر العادية لا يزيد تركيز الميريسيتين بها على ٢٠ جزءاً في المليون؛ لذا يلزم لظهور الأعراض أن يستهلك الفرد الذي يزن ٧٠ كجم نحو ٥ كجم من الجزر دفعة واحدة.

٤- البطاطا:

يوجد بالبطاطا فيتوالأكسينات كثيرة؛ منها الأيپوميامارون Ipomeamarone الذي يعتبر ساماً للإنسان إذا وجد بتركيزات عالية، كما في جذور البطاطا المصابة بالأمراض.

٥- البطاطس:

يعرف منذ زمن بعيد أن درنات البطاطس المصابة بالندوة تحدث عند استهلاكها تسمماً للإنسان. كذلك يؤدي تعرض الدرنات للضوء أو إصابتها ببعض الأمراض إلى تكوين مركب ألفاسولانين α -Solanine الذي يعتبر ساماً للإنسان إذا تعاطى منه الشخص الذي يزن ٧٠ كجم نحو ٢١٠ ملليجرام (Surak ١٩٧٨).

٦- الكرفس والخضر الخيمية:

يعتقد أن السورالينات Psoralens (وهي: linear furanocoumarins) - التي توجد في الكرفس، والجزر الأبيض، والبقونس، والتين، والموايح - هي فيتوالأكسينات ذات علاقة بمقاومة

الكرفس لمسببات الأمراض. كما تنتج هذه المركبات بمعاملات خاصة؛ مثل كبريتات النحاس، والأشعة فوق البنفسجية، والحرارة المنخفضة. كما أدت الأضرار الميكانيكية للكرفس عند الحصاد إلى زيادة تركيز الـ *furano-coumarin* من ٢ إلى ٩٥ ميكروجرام/ جرام وزن طازج.

وللسورالينات تأثيرات بيولوجية ضارة؛ حيث تكون مطفرة للدنا (الـ DNA)، ومسرطنة إن وجدت مع الأشعة فوق البنفسجية في المدى الموجي ٣٢٠ - ٣٨٠ مللي ميكرون.

ولكن يبدو أن السورالينات نفسها ليست هي الفيتوأكسينات، وإنما مرد النشاط المضاد لمسببات الأمراض إلى المارمسين *marmesin*، الذي يتكون منه السورالين. وقد وجد *Afek* وآخرون (١٩٩٥) أن معاملة الكرفس بالجبريللين بعد الحصاد أدت إلى إبطاء تكوين السورالين، مع استمرار مقاومة النباتات لأمراض المخازن لفترة أطول، علماً بأن المارمسين يتحول تدريجياً - بصورة طبيعية - إلى سورالين بعد الحصاد.

السموم الفطرية

تتركز كثير من الفطريات الأسكية والنافضة، وقليل من الفطريات الزيجوية سموماً فطرية *mycotoxins*، ويعتبر الأفلاتوكسين *Aflatoxin* أولها اكتشافاً، وأكثرها شيوعاً، وأخطرها، وهو يُفرز بواسطة نوعين من الفطريات، هما *Aspergillus flavus* و *A. parasiticus*، اللذان يصيبان عديداً من المحاصيل الحقلية والبستانية قبل الحصاد أو بعده، أو أثناء التخزين.

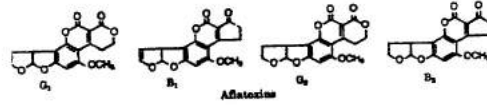
ينتشر الفطر على كثير من الحبوب والبذور؛ ومنها: القمح، والذرة، والأرز، والشعير، والقطن، وال فول السوداني، وفول الصويا، كما يمكن أن يوجد أيضاً في دقيق القمح والذرة، وأن يصيب الجبن ومنتجات الألبان واللحوم. وعندما تكون عليقة الحيوان ملوثة بالفطر فإن السم ينتقل إلى لبن الحيوان.

تعد الرطوبة العالية والماء الحر أهم العوامل التي تساعد على إصابة الحبوب أو البذور بالفطر. يزداد تركيز السم بزيادة نمو الهيفات، وتزداد سرعة تمثيله لتصل إلى حدها الأقصى وقت تكوين الجراثيم الكونيدية للفطر، ثم تقل سرعة تكوين السم بعد ذلك.

يحدث الأفلاتوكسين نوعين من الأعراض على الإنسان والحيوان، وهما أعراض حادة *acute*، وأخرى مزمنة *chronic*. وقد وجد في حيوانات التجارب أن الأعراض الحادة – التي تحدث عند تناول جرعة كبيرة من السم مرة واحدة – تنتج من تضخم الكبد وتقرحه، وتؤدي إلى موت الحيوان. أما الأعراض المزمنة فتتضمن حدوث الطفريات وظهور تقرحات وأورام سرطانية بالكبد (عن وصفى ١٩٩٣).

يتبين مما تقدم أن الأفلاتوكسينات من المواد المسرطنة، وخاصة للكبد. وهي لا تتأثر بحرارة الطهي؛ لذا .. فإن استهلاك الإنسان للأغذية المصابة بالفطريات المنتجة لهذه الأفلاتوكسينات يكون فيه خطورة كبيرة على صحته.

ونبين – فيما يلي (شكل: ١-٦) – التركيب البنائي لأربع من هذه الأفلاتوكسينات، وهي التي تعرف بالرموز B_1 ، B_2 ، G_1 ، و G_2 :



شكل (١-٦): الأفلاتوكسينات.

ويعد الأفلاتوكسين B_1 أشدها سمية، حيث يبلغ الحد الأقصى للتركيز المسموح به في الأغذية خمسة أجزاء في المليون.

وقد وجد الفطر ناميًا على نحو ٥٠ نوعًا من الأغذية، وكان من أكثرها شيوعًا: الفول السوداني، والحبوب مثل القمح والذرة، والبذور الزيتية مثل بذرة القطن.

ومن السموم الأخرى المعروفة التي تفرزها الفطريات التي تصيب الأغذية ما يلي (من Kragt ١٩٨٧):

السم	الفطريات المنتجة له	الأغذية التي ينمو عليها والأضرار التي
Sterigmatocystin	<i>Aspergillus</i> spp.	البن الأخضر والقمح مُسرطن، لكن بدرجة أقل
	<i>Penicillium luteum</i>	كثيراً من الأفلاتوكسينات
Ochratoxins	<i>A. ochraceus</i>	أهمها A Ochratoxin الذي يحدث
	<i>P. viridicatum</i>	أضراراً كبيرة للكلبي
Citrinin	<i>Penicillium</i> spp.	يحدث أضراراً للكلبي
	<i>Aspergillus</i> spp.	
Patulin	<i>Penicillium</i> spp.	التفاح المعطوب وعصير التفاح. ليس له تأثير
	<i>Aspergillus</i> spp.	ضار واضح، ولكنه مضاد للبكتيريا
	<i>Byssachlamys nivea</i>	
Penicillic Acid	<i>A. ochraceus</i>	الثرة المخزن في جو رطب وفي حرارة منخفضة. مُسرطن للفئران
Trichothecenes	<i>Fusarium</i> spp.	تعرف باسم T-toxins وهي كثيرة وسامة

وتزداد معدلات الإصابة بالفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات في الخضار الجافة بطبيعتها، مثل المحاصيل البذرية، والخضار التي تجفف صناعياً، مثل البامية، والملوخية، والبصل المجفف.

فمثلاً، وجد Mahmoud & Abd-Allh (١٩٩٤) الأفلاتوكسينات B₁، B₂، و G₁، و G₂ في بعض عينات بنور الفول البلدي بتركيزات تراوحت - في المتوسط - بين ٢٠ و ٣٠ ميكروجرام /كجم.

ولاحظ Ahmad (١٩٩٣) أن بنور *Vigna mungo* كانت ملوثة بجراثيم الفطرين *Aspergillus flavus* و *Penicillium citrinum* عند الحصاد. ومع التخزين .. ازدادت معدلات الإصابة بهذين الفطرين، كما ظهرت كذلك إصابة بالفطريات *A. terreus* و *A. niger* و *A. ochraceus* وغيرها، وكنت نحو ٧٠٪ من عزلات *A. flavus* من المنتجة للأفلاتوكسينات السامة.

ومن أهم الفطريات التي أمكن عزلها من كل من البامية، والملوخية، والفلفل المجفف ما يلي

(عن Adebanjo & Shopeju ١٩٩٣):

<i>Aspergillus flavus</i>	<i>A. niger</i>
<i>A. fumigatus</i>	<i>Rhizopus oryzae</i>
<i>Penicillium oxalicum</i>	<i>Rhizomucor pusillus</i>
<i>Fusarium equiseti</i>	

كما تمكن Zohri وآخرون (١٩٩٢) من عزل ١٥ نوعاً من الفطريات – تنتمي إلى ٧ أجناس – من عينات من البصل المجفف جمعت من أحد مصانع تجفيف البصل في محافظة سوهاج بمصر، إلا أن تواجد الفطريات في العينات تتناقص بشدة خلال مراحل التجفيف إلى أن وصل إلى الصفر في مرحلة التجفيف النهائية. وكانت أكثر الفطريات تواجداً خلال المراحل الأولى للتجفيف ما يلي:

<i>Aspergillus niger</i>	<i>A. flavus</i>
<i>A. terreus</i>	<i>A. niger</i>
<i>Penicillium chrysogenum</i>	

وقد تتناقص تواجد السموم الفطرية mycotoxins من ١٢٠ ميكروجرام / كجم من البصل في مرحلة التجفيف الأولى إلى ٢٠ ميكروجرام / كجم في مرحلة التجفيف الثامنة، ثم إلى الصفر في مرحلتى التجفيف الأخيرتين التاسعة والعاشر.

وأوضحت دراسات Omar & Mahmoud (١٩٩٤) على الطماطم إصابة الثمار بعدد من الفطريات، منها: *Penicillium citrinum*، و *Aspergillus flavus*، وكثرت الإصابة بهما مصاحبة بإنتاج الأفلاتوكسينات B₁، و B₂، و citrinin. كما عُزل كذلك الفطر *Alternaria alternata*، الذى أنتج سموماً فطرية بتركيز مرتفع.

وتتجه الدراسات – حالياً – إلى تربية أصناف جديدة مقاومة للفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات، مثل مقاومة الذرة السكرية للفطر *Aspergillus flavus* مسبب مرض عفن الكيزان، والذي يعد من أهم مصادر الأفلاتوكسينات في حبوب الذرة الشامية (Campbell & White ١٩٩٥).

محتوى الخضار من العناصر الثقيلة

لا يعد ارتفاع محتوى الخضار من بعض العناصر الثقيلة السامة للإنسان من الخصائص المميزة لخضار بعضها، وإنما هو أمر يرجع إلى زيادة تلوث البيئة بتلك العناصر؛ ومن ثم زيادة امتصاص الخضار - وغيرها من النباتات - لها، ولكن لهذه القاعدة استثناءات .. على الأقل فيما يتعلق بعنصر السيلينيوم.

يتضح من دراسات Zayed & Terry (١٩٩٢) أن مستوى السيلينيوم في نباتات البروكولى يتأثر بتركيز كل من أيونى السيلينيوم والكبريتات في المحلول المغذى؛ حيث أدت زيادة أيون الكبريتات إلى زيادة تركيزه في النبات ومنفصلته لأيون السيلينيوم على الإزيمات الخاصة بالفض وتمثيل الكبريت؛ الأمر الذى أدى إلى نقص إنتاج الـ Seleno amino acids التى ينتج عنها مركبات السيلينيوم المتطايرة؛ التى تؤدى إلى التخلص من السيلينيوم من التربة إلى الهواء الجوى. ولذا.. فقله بالتحكم فى مستوى الكبريتات فى التربة .. يمكن خفض مستوى السيلينيوم بها عن طريق تطايره من خلال النباتات المزروعة فيها.

ويعتبر تطاير السيلينيوم من التربة من خلال النباتات والكائنات الدقيقة إحدى وسائل التخلص من كميات العنصر التى قد تلوث التربة.

ويستدل من دراسة لاحقة (Zayed & Terry ١٩٩٤) على أن معظم تطاير السيلينيوم فى البروكولى يكون عن طريق الجذور التى يكون تطايره منها أسرع مما يحدث عن طريق النموات الخضرية بمقدار ٢٦ مرة. كما أدت إزالة النموات الخضرية إلى زيادة تطاير السيلينيوم من الجذور بمقدار ٢٠ إلى ٣٠ مرة - خلال الـ ٧٢ ساعة التالية لإزالة النموات الخضرية - مقارنة بما كان عليه التطاير من الجذور المتصلة بالنموات الخضرية.

كما انخفض معدل تطاير السيلينيوم بزيادة تركيز الكبريتات عن ٢٥ مللى مولار فى المحلول المغذى.

وحُصل على نتائج مماثلة مع خمسة نباتات أخرى؛ هى: الأرز، والكرنب، والقنبط، والمسترد الصينى، والمسترد البنى البرى.

وقد أدت إضافة مضادات حيوية ميكروبية Prokaryotic Antibiotics إلى المحلول المغذى إلى نقص كبير في معدل تطاير السيلينيوم من كل من الجذور والمحلول المغذى، بدرجة أكبر مما يمكن أن ترجع إلى التطاير الميكروبي للسيلينيوم من المحلول المغذى فقط؛ مما يعنى أن النشاط الميكروبي في النبات يلعب دوراً في عملية التطاير.

وقد قسم Terry وآخرون (١٩٩٢)، و Zayed (١٩٩٣) الخضر حسب قدرتها على تخليص التربة من عنصر السيلينيوم - بتطاير العنصر من خلالها - إلى ثلاث مجموعات كما يلى:

١- خضروات ذات قدرة عالية على امتصاص العنصر وتسريبه - بالتطاير - إلى الهواء الجوى. وهذه المجموعة تشمل البروكولى، والكرنب، والقنب، ويتراوح معدل تطاير العنصر منها بين ٢٠٠ و ٣٠٠ ميكروجرام/م^٢ من المساحة الورقية يومياً.

٢- خضروات ذات قدرة متوسطة: تشمل الجزر، والخيار، والطماطم، والباذنجان، ويتراوح معدل تطاير العنصر منها بين ٤٠ و ١٠٠ ميكروجرام/م^٢ من المساحة الورقية يومياً.

٣- خضروات ذات قدرة ضعيفة: تشمل الفاصوليا، والخس، والبصل، ويتطاير العنصر منها بمعدل يقل عن ١٥ ميكروجرام/م^٢ من المساحة الورقية يومياً.

وقد وجد ارتباط عال جداً بين قدرة النبات على تسريب العنصر من خلاله ومحتواه من العنصر؛ مما يعنى أهمية قدرة النبات على امتصاص العنصر في الاستفادة منه في تخليص التربة من السيلينيوم، ولكن قابل ذلك ارتفاع محتوى العنصر في النبات إلى مستويات قد تسبب مشاكل صحية للإنسان، حيث وصل تركيزه في الكرنب إلى ٢٠٠ مجم/كجم من الأوراق على أساس الوزن الجاف.

كذلك أدى الاتجاه إلى إنتاج الخضر في الحدائق المنزلية داخل المدن إلى الاهتمام بمحتوى هذه الخضر من العناصر الثقيلة، وخاصة عنصر الرصاص الذى ينتج بكثرة مع عادم السيارات.

وتوصى منظمة الصحة العالمية بألا يزيد ما يصل إلى جسم الفرد البالغ من عنصر الرصاص على ٢٥٤ ميكروجرام يوميًا، ويقل الحد المسموح به - بالنسبة للأطفال الذين تقل أعمارهم عن ثلاث سنوات - إلى ١٠٠ - ٢٠٠ ميكروجرام يوميًا.

هذا .. وتتراوح نسبة الرصاص في المدن المزدحمة - مثل نيويورك وبوسطن ولندن من ٢٠٠ - ٦٠٠٠ جزء في المليون (لم تشمل الدراسة مدينة القاهرة التي تعد أكثر ازدحامًا من المدن التي ورد ذكرها). وبرغم أن الرصاص لا يتحرك في التربة، فإن النباتات تمتصه من التربة الملوثة بسهولة، كما أنه يترسب مباشرة على أوراق النباتات من عادم السيارات.

وقد قام Bassuk (١٩٨٦) بدراسة وسائل خفض نسبة الرصاص في نباتات الخس المزروعة في أرض ملوثة - صناعيًا - بالرصاص، فوجد أن إضافة المادة العضوية أو الفوسفور تقلل من امتصاص الرصاص بشدة، وكانت أكثر المعاملات فاعلية إضافة السماد الحيواني مع الفوسفور.

كذلك وجد أن الرصاص المترسب على أوراق الخس - من عادم السيارات - يمكن غسله بمحلول مائي من حامض الخليك بتركيز ١٪، أو بمحلول صابون غسيل بتركيز ٠.٥٪.

مضار الإفراط في تناول بعض الخضر

على الرغم من الفوائد الصحية العديدة لمختلف محاصيل الخضر، فإن الإفراط في تناول بعضها له محاذير معينة، كما يتبين مما يلي (عن شمس الزراعة - مارس ٢٠٠٠):

المحصول	مخاطر الإفراط في تناولها
البطنجان (الثمار غير المكتملة النمو)	يمكن أن تؤثر الثمار غير المكتملة النمو على الكبد
الثوم (الفصوص)	ضعف البصر وزيادة المشاكل لدى مرضى الكلى
الخيار (الثمار المرة)	الثمار المرة يمكن أن تؤثر على الكبد
البقوننس (الأوراق)	يضر الحوامل لأن كثرته تؤدي إلى انقباض الرحم
الكرفس (الأوراق)	يقلل من إدرار اللبن لدى المرضعات
الفجل (الجنور)	يضر مرضى القولون لتسبب الألياف في تهيج جدار القولون
السبانخ (الأوراق)	تقلل من امتصاص الكالسيوم بسبب محتواها العالي من الأوكسالات
الثفت (الجنور)	تضر كثرة تناوله مرضى الغدة الدرقية
الرجير (الأوراق)	تضر كثرة تناوله مرضى الغدة الدرقية

الخضر الثمرية

الطماطم

التوماتين

تنتج نباتات الطماطم مركب ألفاتوماتين α -tomatine (وهو جليكوكالكالويد glycoalkaloid) - الذى ربما يجعل النباتات أكثر مقاومة للآفات - وهو مركب ضار بصحة الإنسان، ولكنه يوجد بنسبة منخفضة جداً - وغير ضارة - فى الثمار الناضجة مقارنة بالثمار الخضراء أو الأجزاء النباتية الأخرى، حيث يتراوح تركيزه (بالمليجرام لكل ١٠٠ جم من النسيج الطازج) بين ٠.٠٣ و ٠.٠٨ فى الثمار الحمراء، وبين ٠.٠٩ و ٠.٥٥ فى الثمار الخضراء، مقارنة بنحو ١٤ - ١٣٠ فى الأوراق، والسيقان، والجنور، والأزهار (Friedman & Levin ١٩٩٥).

القرعيات

أنواع المركبات ذات الأهمية الطبية

إن من أهم المركبات السامة والمركبات ذات الأهمية الطبية التى توجد بالقرعيات، ما يلى:

(عن Robinson & Decker- Walters ١٩٩٧):

الأغذية التي ينمو عليها والأضرار	السم
جميع القرعيات	• الكيوكريتسينات cucurbitacins (وهي مركبات oxygenated tetracyclic triterpenoids)
بنور البطيخ	• الـ saponins (مثل الـ cucurbitocitrin)
<i>Citrullus colocynthis</i>	• الجلوكوسيدات glycosides الأخرى، مثل: الـ colocynth والـ citrullin
الشمع المر	• الألكلويدات alkaloids، مثل: الـ momordicin
<i>Luffa operculata</i>	• البروتينات المثبطة للريبوسومات
الكوسة	• أحماض أمينية حرة مثل الكيوكريتيتين cucurbitin
<i>Cucurbita maxima</i>	• الزانثوفيلات xanthophylls، مثل: الـ lutein
Luo-han-guo	• الجلوكوسيد mogril I-IV (تزيد حلاوته بكثر من ١٥٠ مرة عن حلاوة السكروز)

محتوى القرعيات من الكيوكريتسينات

أنواع الكيوكريتسينات وانتشارها في العائلة القرعية

تشارك جميع القرعيات في احتواء نبتتها على مجموعة من المركبات المرة تعرف باسم الكيوكريتسينات Cucurbitacins. وقد عرفت منها ما لا يقل عن ١٤ مادة أعطيت الرموز من A إلى N. عزلت هذه المركبات من ٤٥ نوعاً تنتمي إلى ١٨ جنساً من العائلة القرعية. كما تمكن Tommasi وآخرون (١٩٩٦) من عزل ستة أنواع إضافية من الكيوكريتسينات من بنور أحد الأنواع القرعية التي تؤكل، وهو: كاياجوا *Caigua* (*Cyclanthera pedata*)، والذي يُنسب إليه بعض الفوائد الطبية، منها أنه مضاد للالتهابات.

وتُعد الكيوكريتسينات - التي توجد في مختلف القرعيات - من المركبات السامة، والتي قد يستدعي الأمر رعاية صحية للشفاء من أضرارها، والتي منها الإسهال الشديد. وأخطر الكيوكريتسينات هي تلك التي توجد في الكوسة، ولكن - لحسن الحظ - فإن أصناف الكوسة المستعملة في الغذاء ينخفض محتواها من الكيوكريتسينات بشدة لدرجة يصعب معها الإحساس

بها على الرغم من وجودها فيها بتركيزات شديدة الانخفاض، بعكس الأبناء البرية للكوسة التى يزيد فيها تركيز الكيوكريتسينات إلى درجة السمية.

ويوجد أعلى تركيز للكيوكريتسينات (< ١٪) فى الحنظل البرى وبعض الأنواع البرية من الجنس *Cucumis*. وبالنسبة للنبات الواحد، فإن أعلى التركيزات توجد - عادة - فى الثمار والجنور، وأقلها فى الأوراق والسيقان والقمم النامية.

ينخفض تركيز الكيوكريتسينات كثيراً فى أصناف الكوسة التجارية إلى درجة يصعب معها ملاحظتها. ولكن تظهر أحياناً بعض ثمار الكوسة المرة، التى يتعين تجنب استهلاكها فى الطعام لأن استهلاكها ولو بجرعات قليلة قد يسبب مشاكل صحية خطيرة.

ويقتصر تواجد الكيوكريتسينات على القرعيات *Cucurbits* - التى أخذت منها اسمها *Cucurbitacins* - بالإضافة إلى أنواع أخرى قليلة من عائلات أخرى. وتتواجد جميع أنواع الكيوكريتسينات على صورة جليكوسيدات *glycosides*، أو أجليكونات حرة *free aglycones*، وعموماً .. فهى *tetracyclic triterpenoides*، يتراوح وزنها الجزيئى بين ٥٢٠، و ٥٧٤.

وقد يحتوى النوع النباتى الواحد على أكثر من مادة، كما قد تحتوى الأعضاء النباتية المختلفة فى النبات الواحد على مواد مختلفة كذلك. وأكثر الكيوكريتسينات شيوعاً هى: B، E، ويعتقد أنها طرز أولية تتكون منها الطرز الأخرى.

تُعطى الأنواع المختلفة من الكيوكريتسينات حروفاً أبجدية لتمييزها عن بعضها البعض، وهى تستخدم كوسيلة كيميائية للتقسيم النباتى. وبينما لا يوجد كيوكريتسين C سوى فى الخيار، فإن الكوسة تحتوى على كيوكريتسينات B، D، E، و I.

وبينما تُعد الكيوكريتسينات طاردة لكل من المن والعكبوت الأحمر، فإنها تعد جاذبة لخنفسا الخيار.

توزيع الكيوكريتسينات فى الأعضاء النباتية

أول الكيوكريتسينات تكويناً فى البادرات، هى B، أو E فى الجذير، B، أو E، وأحياناً D فى الأوراق القلبية. وتحتوى الأوراق القلبية لنباتات الخيار على الطراز C.

ويوجد أعلى تركيز للكيوكربتسينات في الثمار، والجذور، وأقل تركيز في الأوراق والسيقان والقمم النامية، بينما تخلو منها البذور، ولا يتبقى من الكيوكربتسينات على البذور إلا بقدر ما يعلق عليها من أنسجة المشيمة - التي تتركز فيها الكيوكربتسينات - بعد تنظيفها منها.

وعندما تكون الثمار غير مرة، فإن ذلك يكون بفضل إنزيم elatase الذي يقوم بتحليل الجلوكوسيدات المرة، ويحولها إلى أجليكونات غير مرة. أما الأصناف والأجزاء النباتية التي يظل فيها نشاط هذا الإنزيم منخفضاً فيها تكون مرة نظراً لبقاء الكيوكربتسينات فيها على صورة جلوكوسيدات.

أهمية الكيوكربتسينات

١ - تعتبر الكيوكربتسينات هي المسؤولة عن الطعم المر في ثمار بعض القرعيات، وهي تشكل مشكلة كبيرة، ليس فقط بسبب طعمها المر، ولكن لما قد تسببه من مشاكل صحية، فهي مسهلات قوية، وقد تسبب مشاكل صحية خطيرة، وربما تؤدي إلى موت الإنسان إذا تناولها في غذائه بتركيزات عالية. وأكثر الكيوكربتسينات سمية هي تلك التي توجد في الكوسة.

٢ - لعبت الكيوكربتسينات دوراً في تطور القرعيات حيث حالت دون القضاء عليها بواسطة الحشرات والحيوانات التي تقتات على الأعشاب، لما لها من خصائص سامة فضلاً عن طعمها المر. فمثلاً، تطرد الكيوكربتسينات المن والعنكبوت الأحمر، هذا بينما تفضل خنافس الخيار التركيزات العالية منها.

٣ - تميز بعض الأنواع والمجموعات النباتية بأنواع الكيوكربتسينات التي تحتويها فمثلاً.. بينما لا يحتوي الخيار - غالباً - إلا على الكيوكربتسين C، فإن الكوسة تحتوي على الكيوكربتسينات B، D، و E، و I وعلى جلوكوسيد الكيوكربتسين E.

العوامل المؤثرة في محتوى النباتات من الكيوكربتسينات

تؤثر العوامل البيئية غالباً على ظهور المرارة بثمار الخيار. فقد تتكون ثمرة مرة، بينما لا تكون ثمرة أخرى - ظهرت في ظروف بيئية مغايرة - مرة. وتكون الثمار الخضرية

لبعض أصناف الخيار مرة لكنها لا تنتج أبداً ثماراً مرة، بينما قد تكون الثمرات الخضرية في أصناف أخرى مرة لكنها قد تنتج ثماراً مرة أو غير مرة، حسب الظروف البيئية.

ولقد أمكن بعد تذوق الأوراق القلقة لـ ١٥٠٠٠ بادرة خيار العثور على بادرة واحدة غير مرة، وقد أعطت تلك البادرة بعد نموها ثماراً غير مرة في جميع الظروف البيئية، ووجد أن صفة عدم المرارة تلك يتحكم فيها جين واحد متتح، وهو الذي نقل إلى كثير من أصناف الخيار الحديثة.

تتحكم خمسة جينات على الأقل في تمثيل الكوكربيتسينات، كما توجد جينات تتحكم في نوعية وكمية الكوكربيتسينات في مختلف الأجزاء النباتية. وتحتوي معظم طرز الجورد المستعملة في أغراض الزينة، والعشائر البرية من *C. pepo* على جين سائد يتحكم في صفة الثمار المرة. ويمكن لهذا الجين أن ينتقل إلى أصناف الكوسة بواسطة الحشرات الملقحة، ليظهر بعد ذلك في ثمار الأجيال التالية، ولكن ليس لحبوب اللقاح التي تحمل جين المرارة تأثير مباشر على الثمار التي تنتج من التلقيح؛ فلا تتأثر صفة المرارة بظاهرة الزينة *xenia*.

وبالإضافة إلى أن صفة مرارة الثمار تعد مشكلة – أحياناً – في النوع *C. pepo* (بسبب ما قد يصل إلى الأصناف التجارية من جينات تتحكم في تلك الصفة من الأنواع البرية من الجنس *Cucurbita*، أو من العشائر البرية من النوع *C. pepo*)، فإنها قد تشكل مشكلة كذلك في أنواع القرع الأخرى. ويمكن أن تظهر صفة المرارة نتيجة لتفاعل الجينات في نسل التلقيح *C. pepo* × *C. argyrosperma*، حتى ولو خلا الأبوين من تلك الصفة.

مرارة الثمار في الخيار

أرجع الطعم المر في ثمار الخيار إلى ما تحتويه من مركب *cucurbitacin*. ولقد ازداد تكون المادة المرة في الجو البارد وعند مضاعفة التسميد الأزوتي، عما كان عليه الحال في الجو المعتدل وعند التسميد المعتدل بالنيتروجين. وتبين ارتفاع كلاً من النيتروجين الكلي ونيتروجين الأحماض الأمينية والمحتوى البروتيني بأوراق النباتات التي أنتجت ثماراً مرة عما في أوراق النباتات التي أنتجت ثماراً غير مرة، وكذلك في الثمار المرة ذاتها (Kano & Goto ٢٠٠٣).

وفي دراسة أخرى .. أرجعت ظاهرة المرارة في ثمار الخيار إلى ما تحتويه من مادتي الكيوكربيتين *cucurbitacins*: A و B. تحدث هذه الظاهرة خلال الأيام الحارة من الصيف أو في نهاية موسم الزراعة. وعلى الرغم من تأثر طرف العنق من الثمرة فقط – غالباً – بتلك الظاهرة، فإنها قد توجد أحياناً في كل الثمرة. هذا .. وتتركز معظم المرارة في جزء الثمرة الذي يقع تحت الجلد مباشرة. ويفيد الرى الجيد خلال مراحل نمو الثمار في الحد من تلك الظاهرة، وهي التي لا توجد – عادة – سوى في الأصناف القديمة من الخيار.

ويحتوي صنف الخيار *Shinsyo Hakuhi* (ذات الجلد الثمري الأبيض) على مادة *Cucurbitacin C* في كل من الأوراق والثمار، وتوجد هذه المادة في طرف الثمرة المتصل بالعنق بتركيز أكبر عما في طرفها الزهري. يُعد هذا المركب شديد المرارة، حيث تظهر مرارته في تركيز يقل عن ٠.١ مجم/كجم. ويعنى الإحساس بالمرارة عند قضم جزء من النبات وجود المرارة في الثمار كذلك (Horie وآخرون ٢٠٠٧).

هذا .. وتزداد نسبة الثمار المرة في سلالات الخيار المرة (التي تحمل جين صفة المرارة) عما في السلالات غير المرة. وقد تبين أن ارتفاع محتوى النيتروجين الكلى ونيتروجين الأحماض الأمينية في الأوراق يستحث المرارة في الأوراق والثمار بتحفيز أيض النيتروجين؛ الذي يدعم – بدوره – التمثيل الإنزيمي للكيوكربيتين C، وهو المادة المرة (Kano ٢٠٠٠).

الخضر الجذرية والدرنية

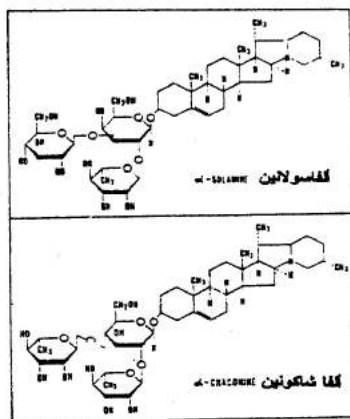
البطاطس

تكوين الجليكوالكالويدات

تعريف الجليكوالكالويدات

تعتبر الجليكوالكالويدات *Glycoalkaloids* مركبات سامة للإنسان والحيوان؛ وهي توجد في نباتات العائلة الباذنجانية. ويتكون ٩٥٪ على الأقل من الجليكوسيدات السولانيدنية *Solanidine glycosides* التي توجد في أصناف البطاطس التجارية – والتي تعرف مجتمعة

فى البطاطس باسم السولانين - يتكون من ألفا سولانين α -Solanine، وألفاشاكونين α -Chaconine؛ وهى مركبات مشتقة من الأجليكون Aglycone سولاندين (شكل ٢-٦).



شكل (٢-٦): التركيب الكيميائى لجزيئى الألفا سولانين α -Solanine، والألفا شاكونين α -Chaconine

(عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

وقد حظى السولانين باهتمام الباحثين عقب حدوث عدد كبير من حالات التسمم فى ألمانيا عام ١٩٢٢. وقد أرجعت هذه الحالات فى حينها إلى وجود نسبة عالية غير عادية من السولانين فى درنات البطاطس. ويؤدى تعاطى الإنسان نحو ١٠٠ ملليجرام من هذه المادة إلى حدوث اضطرابات هضمية وعصبية شديدة، وصداغ. ومن المستبعد أن يتعاطى الإنسان هذه الكمية الكبيرة من السولانين؛ إذ إن نسبته لا تزيد فى الدرنات العادية على ٠.١ - ٠.٥ جزءاً فى المليون، ويزال نحو ٧٠٪ من هذه الكمية عند تقشير الدرنات، كما يزال نحو ٥٠٪ من الكمية المتبقية عند القلى، ولكنه لا يتأثر بالطهى فى الماء المغلى؛ لأنه يبقى ثابتاً فى حرارة تصل إلى ٢٨٠°م. وعموماً يجب عدم استهلاك الدرنات التى يزيد فيها تركيز السولانين على ١٥٠ جزءاً فى المليون.

أهمية الجليكوالكالويدات في الدرنات وسميتها

إن التركيزات المنخفضة من الجليكوالكالويدات الاستيرودية *steroidal glycoalkaloids* (SGAs) تحسن من طعم درنات البطاطس، ولكن زيادة تركيزها عن ٢٠٠ مجم/كجم يمكن أن يكون له تأثيرات سامة على الإنسان والحيوان. ولـ SGAs نشاط مضاد للميكروبات، كما يمكنها إكساب النباتات مقاومة ضد بعض الحشرات، إلا أن معظم آفات البطاطس لا تتأثر بها. وتحفز بعض الظروف البيئية والجروح من تراكم الـ SGAs بالدرنات في كل من الحقل والمخازن (Valkonen وآخرون ١٩٩٦).

وعلى الرغم من أن وجود الجليكوالكالويدات (ألفاسولانين وألفاشاكونين) بتركيز يزيد على ٢٠ ملليجرام/ ١٠٠ جم من الدرنات الطازجة يكسب الدرنات طعمًا مرًا غير مرغوب فيه، إلا أن التركيز الطبيعي لهذه المادة - والذي لا يتعدى عادة ٠.١ جزءًا في المليون - يكسب الدرنات طعمًا مرغوبًا فيه.

ويحدث استهلاك البطاطس التي يزيد محتواها من الجليكوالكالويدات على ٢٠ مجم / جم تسممًا يظهر في صورة آلام معدية، وأعراض غير طبيعية في الجهازين الدوري والعصبي، وعلى الجلد. وفي حالات قليلة أدى استهلاك كميات كبيرة من الدرنات ذات المحتوى المرتفع من الجليكوالكالويدات إلى الموت في كل من الإنسان والماشية.

يتكون حوالي ٣٠٪ - ٨٠٪ من السولانين بدرنات البطاطس في الجلد وتحت الجلد مباشرة. ويعنى ظهور اخضرار تحت الجلد وجود السولانين بالدرنة.

ومن أهم أعراض التسمم بالسولانين التقيؤ والإسهال.

يؤدي التحمير على حرارة ١٧٠°م إلى خفض مستوى الجليكوالكالويدات كثيرًا نظرًا لأنها تنتقل إلى زيت التحمير، كذلك يحدث نفس الأمر عند الطهي في الماء المغلي لأنها قابلة للذوبان في الماء (انسكلويديا ويكيبيديا - الإنترنت).

هذا .. ولا يوجد السولانين في ثمار الطماطم الخضراء، وإنما يوجد الألكالويد توماتين *tomatine*، وهو مركب قليل الخطورة، كما أنه يختفي في الثمار عند نضجها.

توزيع الجليكوألكالويدات فى أجزاء نبات البطاطس
توجد الجليكوألكالويدات (الألفا سولانين والألفا شاكونين) فى مختلف أجزاء نبات البطاطس، ولكنها تتركز بصفة خاصة فى الأزهار والأنسجة الخضراء (Kingsbury ١٩٦٣)، ويقل تركيزها كثيرًا فى الجذور. ويوضح جدول (١-٦) محتوى مختلف أجزاء نبات البطاطس من الجليكوألكالويدات.

جدول (١-٦)

محتوى مختلف أجزاء نبات البطاطس من الجليكوألكالويدات.

الجزء النباتي	المحتوى (مجم / كجم وزن طازج)
الدرنات	٢٠ - ٢٠٠
قشرة الدرنة (بعمق ٣ مم)	٢٠ - ١٠٠٠
النموات المتكونة فى الضوء	٦٠٠ - ٤٠٠٠
النموات المتكونة فى الظلام	١٠٠٠ - ٥٠٠٠
الأوراق	٣٠٠ - ٣٠٠٠
السيقان	٣٠ - ١٠٠
الأزهار	٣٠٠٠ - ٥٠٠٠
الثمار	٢٠٠ - ١٥٠٠

يتركز السولانين (ألfa سولانين وألfa شاكونين) فى الدرنات فى الجلد، وحول العيون بصفة خاصة. وتتراوح نسبته فى الدرنات العادية بين ٠.٠٠١ ٪ و ٠.١ ٪ من الوزن الجاف، لكن تعرض الدرنات للأشعة فوق البنفسجية يرفع محتواها من السولانين عدة مرات، وقد يصل التركيز إلى ١.٧ ٪ فى الثبت الجديد. وقد يحتوى الثبت وحده على أكثر من ضعف كمية السولانين التى توجد فى باقى أجزاء الدرنة (Burr ١٩٦٦).

ويستدل من دراسات Kozukue وآخرين (١٩٨٧) على أن أعلى تركيز لكل من الألfa سولانين، والألfa شاكونين (فى صنفى البطاطس ماى كوين May Queen، وأبرش كويلر

(Irish Cobbler) كان في سبلات وبتلات الأزهار. وفي الدرنات .. كان أعلى تركيز للمركبين في المليمتر السطحي من الدرة، ثم تنقص تركيزهما تدريجياً بالاتجاه نحو مركز الدرة؛ وذلك يعني أن إزالة الثلاثة إلى الأربعة مليمترات السطحية من الدرة عند تقشيرها - لأجل طهيها - يؤدي إلى التخلص من معظم الجليكوالكالويدات التي توجد بالدرة.

ويزداد تركيز الجليكوالكالويدات كثيراً في الدرنات الهوائية عما في الدرنات الأرضية، وقد تراوح التركيز في الصنف كرزينا Kerrs Pink بين ٠.١٠% و ٠.٢٥% ولكنه تباين كثيراً بين الأصناف (Percival & Dixon ١٩٩٦).

العوامل المؤثرة في محتوى الدرنات من الجليكوالكالويدات

يتأثر محتوى الدرنات من الجليكوالكالويدات (الألفا سولانين والألفا شاكونين، أو - اختصاراً - السولانين) بالعوامل التالية:

١- الصنف:

تختلف الأصناف كثيراً في محتوى درناتها من السولانين؛ ففي دراسة أجريت على ٣٢ صنفاً من البطاطس، وجد أن نسبة السولانين تراوحت بين ملليجرامين، و ١٣ ملليجراماً في ١٠٠ جم من الدرنات الطازجة. ويصل تركيزها في بعض الأصناف إلى ٣٥ ملليجرام/ ١٠٠ جم، كما في الصنف ليناب Lenape؛ وهو صنف توقفت زراعته لهذا السبب؛ حيث لا يحتاج إلى التعرض لظروف بيئية خاصة لكي يرتفع محتوى درناته من السولانين إلى هذا المستوى. هذا .. ويفضل استهلاك درنات الأصناف التي لا يزيد تركيزها الطبيعي من السولانين على ٧ ملليجرامات لكل ١٠٠ جم من الدرنات الطازجة.

وقد وجد Dale وآخرون (١٩٩٣) أن أصناف البطاطس تختلف في نسبة محتوى درناتها من الألفا سولانين إلى الألفا شاكونين.

ولكن أياً كان الصنف، فإن محتوى الدرنات من الجليكوالكالويدات يرتفع كلما زادت مدة تعرض الدرنات للضوء. وعندما كان متوسط شدة الإضاءة اليومية ٢٣٢ ميكرومول / umol m^{-2} في الثانية .. فإن تركيز الجليكوالكالويدات ارتفع عن الحد الأقصى المسموح به خلال ثمانية أيام من

التعرض للإضاءة في الصنفين كرز بنك Kerrs Pink، وديزيرية Disiree، وخلال ١٣ يوماً في الصنف بنتلاند هوك (Pentland Hawk) Percival وآخرون ١٩٩٣).

ويرجع التفاوت بين أصناف البطاطس في محتوى درنتها من السولانين إلى اختلافها في أباتها البرية التي حصلت منها على بعض صفاتها بالتربية. وتحتوى بعض الأنواع البرية من الجنس *Solanum* على تركيزات عالية من السولانين؛ مثل *S. chacoense* الذي يبلغ محتوى درنته ٢٣٠ مجم٪، و *S. commersonii* الذي يصل تركيز السولانين في درنته إلى ٥٠٠ مجم٪. هذا .. وقد استعمل النوع الأول (*S. chacoense*) في إنتاج الصنف ليناب Lenape الذي توقفت زراعته؛ بسبب ارتفاع محتوى درنته كثيراً عن الحد الأقصى المسموح به وهو ٢٠ مجم٪.

ولكى لا يزيد محتوى الدرنت على ٢٠ مجم٪ - وهو الحد الأقصى المسموح به للاستهلاك الأسمى - فإن التركيز الطبيعي للسولانين في درنت أي صنف يجب ألا يزيد على ٧ مجم٪؛ فهذا التركيز يعطى البطاطس طعماً مقبولاً، ولا يضر الإنسان، ويبقى - غالباً - دون الحد الأقصى المسموح به - وهو ٢٠ مجم٪ - بعد التعرض للظروف التي تحفز زيادة محتوى الدرنت من المركب. وبالمقارنة، فإن التركيز العادي للسولانين في درنت الصنف ليناب - الذي أوقفت زراعته - بلغ ٣٥ مجم٪.

ويعتبر محتوى الدرنت المنخفض من السولانين صفة متحبة بسيطة في وراثتها، وذات درجة تورين عالية؛ ولذا .. يهتم مربو البطاطس بتقدير ومراقبة محتوى الدرنت في الأجيال اللاحقة خلال مراحل التربية، وخاصة في برامج التربية التي تُستعمل فيها - كمصادر للصفات المرغوبة - أنواع برية يرتفع محتواها من السولانين. كذلك تجب مراقبة إمكانية انتقال مركبات جليكوكالويدات أخرى - غير السولانين والشاكوتين - من الأنواع البرية إلى البطاطس من خلال التربية (عن Sinden ١٩٨٧، و Valkonen وآخرون ١٩٩٦).

٢- التسميد الأزوتي:

أدت زيادة معدلات التسميد الأزوتي من صفر إلى ٣٣٦ كجم نيتروجين / هكتار (١٤١ كجم نيتروجين / فدان) إلى زيادة محتوى الدرنت من الجليكوكالويدات الكلية عند الحصاد وبعد التخزين لمدة ٣ أو ٩ شهور (Love وآخرون ١٩٩٤).

٣- التجريح:

أدى تجريح الدرنت إلى زيادة تمثيل كل من الألفا سولاتين، والألفا شاكونين (Percival & Dixon ١٩٩٦).

٤- التعرض للصدمات:

أدى تعرض درنت البطاطس للصدمات المحدثه للكدمات إلى زيادة تمثيل الجليكوالكالويدات glycoalkaloids فيها بنسبة تراوحت بين ٢٧٪، و ١٣٠٪ حسب الصنف، وكثت معدلات زيادة الجليكوالكالويدات فيها - استجابة للكدمات - متوافقة مع الزيادات النسبية في الجليكوالكالويدات التي تحدث في درنت تلك الأصناف استجابة للضوء أو للحرارة المنخفضة. وفي صنفين من خمسة أصناف تم اختبارها - ازداد أيضاً محتوى الدرنت من حامض الكلوروجيك chlorogenic acid استجابة للكدمات (Dale وآخرون ١٩٩٨).

٥- الأضرار الحشرية:

ازداد محتوى درنت البطاطس من كل من الألفا سولاتين والألفا شاكونين عندما حدثت أضرار كبيرة للثموات الخضرية للنبات من جراء تغذية حشرة *Leptinotarsa decemlineata* عليها، بينما لم يكن لتغذية حشرة *Empoasca fabae* تأثيراً في هذا الشأن (Hlywka وآخرون ١٩٩٤).

٦- الفترة الضوئية أثناء إنتاج المحصول:

تؤدي زيادة الفترة الضوئية إلى إحداث زيادة كبيرة في محتوى الدرنت من السولاتين. وتجدر الإشارة إلى أن الفترة الضوئية الطويلة تؤدي إلى زيادة النمو الخضري للنبات، وتأخير وضع الدرنت؛ مما يؤدي إلى صغر حجم الدرنت المنتجة، وزيادة نسبة الدرنت غير المكتملة النمو عند الحصاد؛ وهما عاملان لهما تأثيرهما الكبير في زيادة محتوى الدرنت من السولاتين.

٧- درجة الحرارة وشدة الإضاءة أثناء النمو النباتي:

تؤدي الحرارة العالية (٢٧/٣٢ م مقارنة بحرارة ١٧/٢٢ م) لمدة ثلاثة أسابيع أثناء النمو النباتي إلى إحداث زيادة مقدارها ٩٠٪ في إنتاج كل من اللبتين leptine، واللبتين II leptine

في سلالتى البطاطس ND4382-17، وND4382-19 القادرتان على إنتاج اللبتينات التى تسهم في مقاومتهاا لخفساء كلورادو *Leptinotarsa decemlineata*، وكذلك تؤدى الحرارة العالية إلى زيادة إنتاج الجليكوالكالويدات الكلية (السولاتين solanine والشاكونين chaconine) بنسبة ١٦٩٪، أما بالنسبة لشدة الإضاءة .. فإن الإضاءة المنخفضة (التي تكون مخفضة بنسبة ٧٥٪) لمدة أسبوعين أو أربعة أسابيع أحدث خفضاً جوهرياً في كل من اللبتين ١، واللبتين ٢ بنسبة ٤٦٪، والسولاتين بنسبة ٤٣٪، والشاكونين بنسبة ٨٣٪، مقارنة بمستويات تلك المركبات في الإضاءة العالية (Lafta & Lorenzen ٢٠٠٠).

١١- التعرض للضوء بعد الحصاد وأثناء التخزين

ارتفع محتوى درنات البطاطس من الجليكوالكالويدات glycoalkaloids أيًا كان لون جلدها (أبيض كما في Pentland Hawk، أو وردي كما في Kerrs Pink، أو أحمر كما في Desiree) لدى تعرضها لإضاءة بلغت شدتها - في المتوسط - ٢٣٢ ميكرومول / م^٢ في الثانية، ووصلت تلك الزيادة إلى معدلات تفوق الحد الآمن للاستهلاك في خلال ثمانى أيام - فقط - في الصنفين الوردي والأحمر الجلد، وفي خلال ١٣ يومًا في الصنف الأبيض (Percival وآخرون ١٩٩٦).

وكان تراكم الجليكوالكالويدات glycoalkaloids في درنات البطاطس أعلى ما يمكن تحت إضاءة من لمبات الصوديوم، بينما كان الكلوروفيل أعلى ما يمكن تحت اللمبات الفلورسنتية ولمبات الصوديوم، عما كان تحت إضاءة من لمبات الزئبق ذات الضغط العالى أو المنخفض. وقد ازداد تركيز كل من الجليكوالكالويدات والكلوروفيل في أنسجة الدرنه بانتظام مع الوقت ودون أى توقف ما استمر تعرضها للضوء. وبينما أثر التعرض للضوء على نسبة ال- α -chaconine إلى ال- α -solanine، فإنه لم يؤثر جوهرياً على نسبة كلوروفيل أ إلى كلوروفيل ب (Percival ١٩٩٩).

٨- درجة نضج الدرنات:

يبلغ محتوى الدرنات غير الناضجة من السولانين أربعة أمثال محتوى الدرنات الناضجة من نفس الصنف وتحت نفس الظروف.

٩- حجم الدرنات:

يبلغ محتوى الدرنات الصغيرة من السولانين حوالي ضعف محتوى الدرنات الكبيرة من نفس الصنف وتحت نفس الظروف.

١٠- المدة من الحصاد وحتى التعرض للضوء:

يتكون السولانين بسرعة أكبر في الدرنات الحديثة الحصاد عما في الدرنات المخزنة لدى تعرض أي منهما للضوء.

وعندما كان تخزين البطاطس في الظلام .. ظل تركيز الجليكوالكالويدات في الدرنات ثابتاً دون تغير طوال فترة تخزينها من أول يوم حتى انتهاء التجربة في اليوم الخامس عشر للتخزين، وذلك في جميع الأصناف المختبرة، ولم يتعد محتوى الجليكوالكالويدات فيها التركيز الآمن وهو ٢٠٠ مجم/كجم وزن طازج (Percival وآخرون ١٩٩٩).

١٢- مدة التخزين:

يزداد تراكم السولانين في الدرنات أثناء التخزين.

هذا .. وتتداخل بعض العوامل السابقة في التأثير على محتوى الدرنات من السولانين؛ فالدرنات الصغيرة - وهي التي يزيد محتواها من السولانين عن الدرنات الكبيرة - يزيد فيها كذلك السطح الخارجى المعرض للضوء بالنسبة لكل وحدة وزن من الدرنات عما في الدرنات الكبيرة، كما تكون بعض الدرنات الصغيرة الحجم غير مكتملة التكوين؛ الأمر الذى يصعب معه الفصل بين عاملى صغر حجم الدرنات وعدم اكتمال تكوينها في التأثير على محتواها من السولانين.

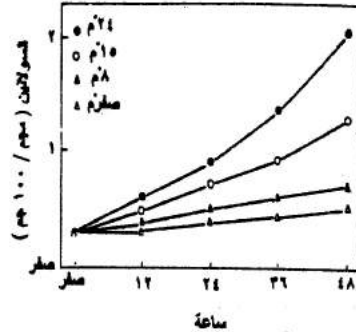
وقد وجد Love وآخرون (١٩٩٤) أن متوسط المحتوى الكلى من الجليكوالكالويدات في درنات ثلاثة أصناف من البطاطس كان ٢.٩ مجم/ ١٠٠ جم وزن طازج قبل شهر من الحصاد، و١.٣ عند

الحصاد. و٥,٢ بعد ثلاثة شهور من التخزين، و٥,٥ بعد تسعة شهور من التخزين. وتبين من ذلك أهمية التخزين في زيادة محتوى الدرنات من السولانين، وقد كانت الزيادة مع التخزين في حرارة ١٠°م أعلى منها في حرارة ٤,٤°م.

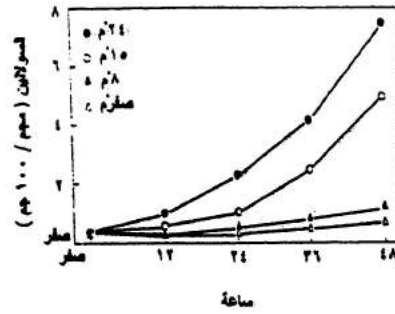
ويؤدي تعريض الدرنات للضوء بعد الحصاد مباشرة إلى زيادة محتواها من السولانين بنحو ١٠ أضعاف، بينما تكون الزيادة بنحو ٢-٣ أضعاف فقط في الدرنات التي تخزن في الضوء لفترة قصيرة. هذا.. إلا أن التخزين لفترات طويلة - حتى لو كان في الظلام - يؤدي أحياناً إلى زيادة محتوى الدرنات من السولانين، وخاصة إذا صاحب ذلك إنبات في براعم الدرنات. ولكن متى أزيلت النموات، فإنه لا توجد خطورة من استهلاك الدرنات التي خزنت لفترات طويلة.

١٠- درجة الحرارة وشدة الإضاءة أثناء التخزين:

يزداد معدل تكوين السولانين في درنات البطاطس - في الظلام - مع كل ارتفاع في درجة الحرارة بين الصفر المئوي، و٢٤°م (شكل ٣-٦)، ولكن هذه الزيادة ترتفع بمقدار حوالي أربعة أضعاف عندما يكون التعرض لمختلف درجات الحرارة في الضوء (شكل ٤-٦) (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).



شكل (٣-٦): تأثير درجة الحرارة على معدل تكوين السولانين في درنات البطاطس في الظلام.



شكل (٤-٦): تأثير درجة الحرارة على معدل تكوين السولانين في درنات البطاطس في إضاءة شتتها ٢٠٠ قدم - شمعة.

هذا .. ولا تتحلل الجليكوالكالويدات - التي تتكون في الدرنات أثناء تخزينها في الضوء - بعض الوقت عند تخزينها في الظلام (Percival وآخرون ١٩٩٣).

ويتبين من دراسات Shabana وآخرين (١٩٨٧) أن أعلى تركيز للسولانين كان في قشرة درنات البطاطس (من صنفى ألفا وكنج إدوارد) المخزنة في الضوء مقارنة بالمخزنة في الظلام، والمخزنة في درجة حرارة الغرفة مقارنة بتلك المخزنة في حرارة ٥°م.

وقد أنت معالجة الدرنات بالشمع (في حرارة تراوحت بين ٦٠°م و ١٦٠°م)، أو الزيت (في حرارة تراوحت بين ٢٥°م و ١٠٠°م)، أو الماء (في حرارة تراوحت بين ٢٥°م و ١٠٠°م) إلى تثبيط تكوين السولانين مقارنة بالكنترول، وازداد تأثير هذه المعاملات بزيادة درجة حرارة المعاملة.

وتجدر الإشارة إلى أن تعريض درنات البطاطس للضوء يحدث - كذلك - زيادة جوهرية في محتواها من حامض الكلوروجنيك Chlorogenic Acid، ترتبط بكل من المحتوى الأصلي للدرنات من الحامض، وبمعدل تكوين الجليكوالكالويدات لدى تعريض الدرنات للضوء (Griffiths وآخرون ١٩٩٥).

ولمزيد من التفاصيل عن الجليكوالكالويدات التي تتكون في درنات البطاطس يراجع Valkonen وآخرين (١٩٩٦).

البطاطا

محتوى الجذور والنباتات الخضريّة من المثبطات الإنزيميّة

تستعمل النباتات الخضريّة للبطاطا كعلف للحيوانات الزراعية في عدد من دول العالم، وهي تعد أقلّ محتوى من الجذور في السرعات الحرارية، ولكنها تفوق الجذور في محتوى البروتين كما ونوعاً؛ فيبلغ متوسط محتوى البروتين الخام في النباتات الخضريّة للبطاطا حوالي ٢٠٪ على أساس الوزن الجاف، وهي تقدم كعلف دونما إعداد مسبق لها، ويبدو أن الحيوانات المجترّة تهضمها بسهولة.

وبالنسبة لجذور البطاطا .. فإن حوالي ٣٥٪ - ٤٠٪ من المحصول العالمي يستعمل كغذاء للحيوان. تقدم هذه الجذور للحيوانات إما طازجة، وإما بعد تجفيفها في الشمس، وإما على صورة علف سلوّه silage.

وفي البطاطا - كما في عدد من الأنواع النباتية الأخرى - توجد عدد من البولي ببتيدات polypeptides والبروتينات التي تعد بمثابة مثبطات للإنزيمات الهاضمة للبروتين؛ فهي تعيق أيض البروتين، ومن بينها تلك التي تعرف باسم مثبطات التربسين trypsin inhibitors (عن Zhang وآخرين ١٩٩٨).

وقد وجد Zhang وآخرون (١٩٩٨) أن مثبطات نشاط التربسين ربما تكون عالية في جذور البطاطا إلى درجة أنها يمكن أن تحدث تأثيرات غذائية سلبية على الحيوانات، بينما لا تتواجد تلك المثبطات في النباتات الخضريّة بأي تركيزات ملموسة يمكن أن تشكل أي مشاكل غذائية للحيوانات؛ فقد تراوح متوسط نشاط مثبط التربسين بين ٢٩,٥ و ٥٥,٠ وحدة بمتوسط قدره ٤٠,٧ وحدة، بما يعادل حوالي ٢٨٪ من متوسط نشاط المثبط في خمسة أصناف من فول الصويا، بينما كان نشاط المثبط في النباتات الخضريّة حوالي ١٤,٦٪ من نشاطه في الجذور.

الخضر الورقية

الخس

النترات

يعتبر الخس من الخضار الورقية التي يمكن أن تحتوي على تركيزات عالية من النترات، علمًا بأن تناول الإنسان للنترات بكميات كبيرة في غذائه يرتبط بكل من مرض الـ methaemoglobinaemia والإصابات السرطانية التي تحدثها الـ nitrosamines (عن McCall & Willumsen ١٩٩٩).

وقد حددت منظمة الصحة العالمية الحد الأقصى الآمن لكميات النترات والنتريت التي يمكن للإنسان تناولها يوميًا في غذائه بمقدار ٣.٧٥ مجم من النترات/كجم من وزن الجسم، و٠.١٣ مجم نتريت/كجم.

ونظرًا لأن مستوى النترات يمكن أن يزداد في ظروف الإضاءة الضعيفة فقد حددت وزارة الصحة الهولندية الحد الأقصى المقبول لمحتوى النترات في أوراق الخس الطازجة بمقدار ٣.٥ جم/كجم خلال الفترة من أول أبريل إلى آخر أكتوبر، و٤.٥ جم/كجم خلال الفترة من أول نوفمبر إلى آخر مارس (Reinink & Groenwold ١٩٨٧).

وحدات محتوى النتراة في نباتات الخس بالعوامل التالية

١- الصنف:

تختلف أصناف الخس كثيرًا في محتواها من النترات (Reinink & Groenwold ١٩٨٧).

فمثلًا .. كان محتوى الصنف Green Ice من النترات أقل من محتوى الصنف Diamante بمقدار ٢٠٪ - ٣٩٪ حسب تاريخ الحصاد، بينما كانت خمسة أصناف أخرى وسطًا في محتواها من النترات (Schonbeck وآخرون ١٩٩١).

وقدر متوسط محتوى النترات في خمسة أصناف من طراز الآيس برج بحوالي ± ٩٢٥

١٦٦ جزءًا في المليون (Drews وآخرون ١٩٩٧).

واختلفت أصناف الخس في محتواها من النترات، وكان الصنف Timpa هو الأقل محتوياً من بين أربعة أصناف تم اختبارها (Tesi & Lenzi ١٩٩٨).

٢- شدة الإضاءة:

كان محتوى خس الزراعات المحمية من النترات أعلى من محتوى الخس المنتج في الحقول المكشوفة (Schonbeck وآخرون ١٩٩١).

وأدى توفير إضاءة صناعية إضافية للخس في الدانمارك إلى زيادة النمو النباتي، وتكبير الحصاد، وحدث نقص جوهري في مستوى النترات بالنباتات (McCall & Willumsen ١٩٩٩).

وتمكن خفض مستوى النترات في الخس بتعرض النباتات قبل حصادها لإضاءة مستمرة منبعثة من لمبات حمراء وزرقاء (Wanlai وآخرون ٢٠١٣).

٣- مستوى التسميد الآزوتي:

حدث انخفاض جوهري في محتوى الخس من النترات عندما استعملت أسمدة بطيئة التيسر slow release fertilizers مقارنة بالمحتوى النتراتي للنباتات عندما استعملت الأسمدة العادية (Tesi & Lenzi ١٩٩٨).

وعلى الرغم من أن الوزن الطازج لنباتات الخس لم يتأثر بمعدل التسميد الآزوتي، فقد وجد ارتباط إيجابي بين محتوى النترات ومعدل التسميد الآزوتي، وكان النقص الذي حدث في مستوى النترات في النبات عند المستويات المنخفضة من التسميد الآزوتي مصاحباً بزيادة في محتوى العصير النباتي من كل من الكلوريد، والجلوكوز، والمكروز (McCall & Willumsen ١٩٩٩).

ولقد حصل على أعلى مستوى للنترات في أوراق الخس (٥٧٢ - ٦٦٤ مجم/كجم) عندما كان التسميد بمستويات متوسطة أو عالية من الأسمدة الآزوتية غير العضوية، وكانت تلك المستويات أعلى جوهرياً عما كان عليه الحال عندما كان التسميد بالأسمدة العضوية (٢٥٣ - ٤٣٥ مجم/كجم)؛ علماً بأن كل مستويات النترات المتحصل عليها كانت أقل من

الحدود القصوى المسموح بها في الاتحاد الأوروبي؛ الأمر الذي قد يكون مرده إلى زيادة شدة الإضاءة والفترة الضوئية في جنوب اليونان، حيث أجريت تلك الدراسة (Pavlou وآخرون ٢٠٠٧).

ويزداد تراكُم النترات في أوراق الخس الرومين بزيادة تركيز النيتروجين في المحلول المغذي (في المزارع المائية)، ويزداد التراكُم في الأوراق الداخلية عما في الأوراق الخارجية في التركيز المنخفض للنيتروجين في المحلول المغذي (٢٠ جزء في المليون)، والعكس صحيح في التركيزات العالية (١٤٠، ٢٠٠، و ٢٦٠ جزء في المليون). ويزداد تراكُم النترات في العرق الوسطى وفي الجزء القاعدي من الأوراق عما في باقي أجزاء الورقة. ولقد كان أفضل تركيز للنترات في المحلول المغذي هو ٢٠٠ جزء في المليون، وهو الذي أعطى أعلى محصول، بينما كان تركيز النترات في الخس المنتج في الحدود المسموح بها للاستهلاك. هذا .. وقد كان محتوى فيتامين ج والكلوروفيل أعلى ما يمكن عند الحصاد، ثم انخفض تدريجياً خلال فترة التخزين التي استمرت لمدة ١٠ أيام على ٥ أو ١٠ م (Konstantopoulou وآخرون ٢٠١٠).

٤- مستوى النيتروجين النتراتي إلى النيتروجين الأمونيومي في الأسمدة والمحاليل المغذية وتداخلات ذلك مع شدة الإضاءة، ودرجة الحرارة، وعمر النبات:

عندما كانت شدة الإضاءة منخفضة شتاء (في هولندا) ازداد محتوى الخس من النترات كثيراً عما كان عليه الحال صيفاً. وقد انخفض تراكُم النترات عند إحلال النيتروجين الأمونيومي محل ٢٠٪ من النيتروجين النتراتي، وازداد الانخفاض في محتوى الخس من النترات بزيادة إحلال النيتروجين الأمونيومي محل النترات قبل الحصاد بأسابيع قليلة، بينما لم يتأثر الوزن الطازج للرووس. وعندما خُفّض تركيز النيتروجين في المحلول المغذي شتاء من ١٠ إلى ٢.٥ مللي مول / لتر فإن ذلك لم يؤثر تأثيراً يذكر لا على نمو الخس ولا على محتواه من النترات، ولكن اتخاذ ذلك الإجراء خلال الربيع أو الصيف أحدث نقصاً في كل من النمو النباتي ومحتوى الرووس من النترات. وأدى رفع حرارة المحلول المغذي مع خفض حرارة الهواء (في محاولة لخفض تكاليف التدفئة) إلى تحسّن في النمو، ولكن مع زيادة في تركيز النترات في الرووس،

الرووس، مما ألغى جزئيًا الأثر الذي أحدثته إحلل النيتروجين الأمونيومي محل النترات (Van Der Boon وآخرون ١٩٩٠).

كما أمكن إنتاج - الخس - تحت ظروف الإضاءة المنخفضة في الزراعات المحمية شتاءً في هولندا - بأقل مستوى من النترات (وهو ٢٩٠٠ جزء في المليون، بينما الحد الأقصى المسموح به للنترات بالخس شتاءً في هولندا هو ٤٥٠٠ جزء في المليون) وذلك باستعمال محلول مغذٍ (في مزارع تقنيّة الغشاء المغذّي) تبلغ فيه نسبة الأمونيوم إلى النترات ١ : ٣ حتى الأسبوعين الأخيرين قبل الحصاد ثم استعمال النيتروجين الأمونيومي فقط حتى الحصاد، علمًا بأن هذه المعاملة لم تؤثر على المحصول. هذا .. وقد أدى رفع حرارة المحلول المغذّي ليلًا من ٦ إلى ١٠ م° مع حرارة هواء قدرها ٦ م° إلى تنشيط النمو، ولكن مع إحداث زيادة في المحتوى النتراتي بمتوسط قدره ٣٦٠ جزءًا في المليون. أما زيادة الإضاءة بمقدار ٢٧ ميكرومول/م² في الثابتة (في المدى الموجي ٤٠٠ - ٧٠٠ نانوميتر) ليلًا حتى ثمان ليل قبل الحصاد فبها لم تؤثر على محتوى النترات على أساس الوزن الطازج (Steingrover وآخرون ١٩٩٣).

وباستعمال نسب نترات : أمونيوم في المحاليل المغذية تراوحت من ١٠٠ : صفر حتى ٢٥ : ٧٥ انخفض محتوى الأوراق من النترات مع كل زيادة في نسبة الأمونيوم، ولكن أعطت نسبة ٧٥ : ٢٥ (نترات : أمونيوم) أعلى معدلات النمو (Gabr ١٩٩٩).

وبينما أدت تغذية الخس حتى الحصاد بمحلول غذائي كامل إلى ارتفاع محتواه من النترات إلى ١٥٥٠ جزءًا في المليون (وهو مستوى يقل عن الحد الأقصى المسموح به)، فإن حذف النيتروجين من المحلول المغذّي بعد ٥٠ يومًا من الزراعة وحتى الحصاد بعد ذلك بثمانية عشر يومًا أدى إلى نقص كل من المحصول الطازج ومحتوى النترات، حيث كانت النباتات المسمدة بالمحلول الغذائي الكامل أعلى محصولًا بنسبة ٢٠٪، وأعلى في محتوى النترات بنسبة ٦٤٪ (Magnani & Oggiano ١٩٩٧).

وقد أدى خفض النيتروجين النتراتي من ٢٦٠ إلى ٢٠٠ كجم N للهكتار (من ١٠٩ إلى ٨٤ كجم N للفدان) إلى خفض محتوى النترات جوهريًا بينما لم يتأثر المحصول، وأدى مزيد

من الخفض في النيتروجين النتراتي إلى ١٢٠ كجم للهكتار (٥٠ كجم للفدان) إلى إحداث خفض آخر جوهري في النترات ولكنه كان مصاحباً بنقص جوهري أيضاً في المحصول. وادى استبدال ٤٠٪ من النيتروجين النتراتي المستعمل بنيتروجين أمونيومي إلى خفض محتوى النترات جوهرياً دون التأثير على المحصول. وقد أمكن تحسين تأثير استعمال النيتروجين الأمونيومي بالمعاملة - كذلك - بمثبط النترتة (dicyandiamide McCall & Willumsen) (١٩٩٨).

٥- المعاملة بالنيكل:

للمعاملة بالنيكل تأثيرات إيجابية على أيض النيتروجين في النباتات التي تمد باليوريا كمصدر للنيتروجين. ولقد أدى رش نباتات الخس بالنيكل على صورة $NiCl_2$ أو على صورة معقد من النيكل مع اليوريا إلى زيادة نشاط إنزيم اليوريز urease، وخفض تراكم اليوريا بالتموات الخضرية، وكذلك خفض محتوى الأوراق من النترات (Hosseini & Khoshgoftarmanesh ٢٠١٣).

٦- عمر النبات والوقت من اليوم عند الحصاد، وتداخلات ذلك مع شدة الإضاءة ودرجة الحرارة:

انخفض محتوى النترات في ١٠ أصناف زراعات محمية من مجموعة خس الرؤوس ذات المظهر الدهني من ٣٣٣٠ جزءاً في المليون (على أساس الوزن الطازج) في مرحلة بداية تكوين الرأس إلى ١٦٥٠ جزءاً في المليون عند وصولها إلى مرحلة اكتمال النمو المناسبة للحصاد، بينما كان الانخفاض بنسبة ٣٥٪ في ١٢ صنفاً للزراعات الحقلية من المجموعة ذاتها. كذلك كان محتوى النترات في الزراعات الحقلية أقل - في جميع مراحل النمو - مما في الزراعات المحمية. ويستدل من ذلك على إمكان الحصول على خس تنخفض فيه نسبة النترات بإنتاجه في زراعات حقلية، مع حصاده بعد اكتمال نمو رؤوسه (Drews وآخرون ١٩٩٦).

وقد وجد أن محتوى النترات في الخس كان في أدنى مستوياته خلال النصف الثاني من اليوم؛ مما يعنى أهمية إجراء الحصاد خلال تلك الفترة. وقد كان لشدة الإضاءة وتركيز ثاني

أكسيد الكربون في الهواء الجوي تأثيراً جوهرياً على محتوى النباتات من النترات. وأفاد تعريض النباتات لإضاءة مستمرة مع زيادة طفيفة في نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء خلال المرحلة الأخيرة من نموها في تخفيض محتواها من النترات (Volkova & Kudums) (١٩٩٦).

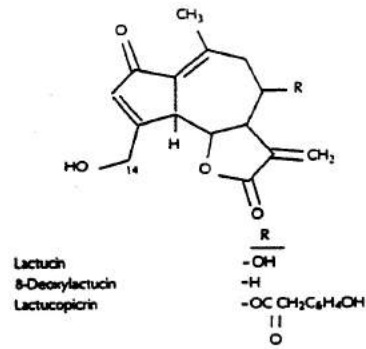
هذا إلا أنه في ظروف الإضاءة الضعيفة (٤٠٥ واط ساعة/م^٢) والحرارة المنخفضة (١٠،٤ - ١٣،٤ م° على مدى اليوم الكامل)، فإن مستوى النترات لم يتغير بتغير موعد الحصاد (Siomos) (٢٠٠٠).

تراكم الكاديوم

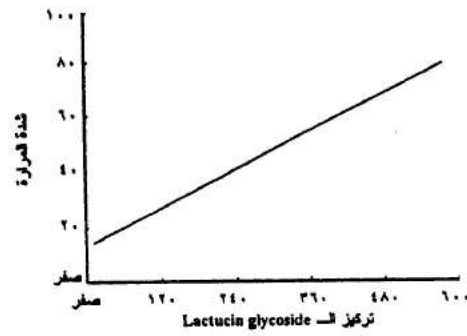
يتراكم التلوث بالكاديوم في الأراضي الزراعية؛ الأمر الذي قد يكون له تداعيات ضارة على أمان الغذاء. ويعد الخس من الخضار التي يمكن أن يتراكم الكاديوم في أنسجتها. وقد وجد أن التركيزات المنخفضة من الكاديوم في المحلول المغذي للخس (٠،١ ميكرومول كلوريد كاديوم $CdCl_2$) يحفز نموه، بينما أضعفت التركيزات العالية (٣،٠ و ١٥،٠ ميكرومول كلوريد كاديوم) نمو النباتات، بينما تباين صنفان من الخس في قدرتهما على تجميع الكاديوم بأنسجتهما. وقد بلغ تراكم الكاديوم في أوراق الخس النامي في وجود ١٥،٠ ميكرومول من كلوريد الكاديوم ١٠٠ ضعف أقصى تركيز للعنصر في منتجات الخضار المعروضة بالأسواق، ولكن دون أن تظهر عليه أية أعراض غير طبيعية مثل الاصفرار أو التحلل (Zorrig وآخرون ٢٠١٣).

المركبات المستولدة عن المرارة

تعد المرارة من أهم الصفات التي تؤثر سلباً في جودة الخس، وهي ترجع إلى محتوى الخس من مركبات الـ: sesquiterpene lactones، وأهمها المركب lactucin glucoside (شكلا ٥-٦ و ٦-٦)، هذا وتزداد المرارة بشدة عندما يبدأ النبات في الحنيط.



شكل (٥-٦): التركيب الكيميائي للـ sesquiterpene lactones التي توجد في الخس.



شكل (٦-٦): العلاقة بين محتوى الخس من الـ lactucin glucoside وشدة المرارة (عن Ryder

١٩٩٩).

يؤدي تجريح أوراق الخس أو سيقانه إلى انطلاق سائل نباتي لبنى latex إلى السطح. ويفحص هذا السائل كانت مكوناته الرئيسية هي: الـ 15-oxaly، والـ 8-sulfate، والـ deoxylactucin، والـ guaianolide sesquiterpene lactones التالية: الـ lactucin، والـ lactucopicrin. وبينما كانت الأوكسالات غير ثابتة وتعود إلى الـ sesquiterpene lactone الأصلي بالتحلل، فإن الكبريتات كانت ثابتة. هذا .. ولم تكن لهذه المركبات علاقة بمقاومة الآفات على الرغم من إمكان حث الخس لإنتاج الفيتوالاكسين lettucenin A، وهو - كذلك - عبارة عن Sessa sesquiterpene lactone (آخرون ٢٠٠٠).

السبانخ

النترات

وجدت اختلافات وراثية بين أصناف السبانخ، والخس، والفجل، والفاصوليا الخضراء في محتواها من النترات. وتعد السبانخ أكثر الخضروات احتواءً على النترات، خاصة في أعناق الأوراق التي يزيد محتواها من النترات عدة أضعاف عن محتوى الاتصال. ويعني ذلك أن التخلص من أعناق الأوراق عند إعداد السبانخ للطهي، أو للتصنيع يؤدي إلى التخلص من جزء كبير من النترات (Maynard وآخرون ١٩٧٦).

وقد تراوحت نسبة النترات في أوراق ثلاثة أصناف من السبانخ من ٠.٠٠٤٥٪ إلى ٠.١٧٪ على أساس الوزن الجاف. وعلى الرغم من التفاوت الكبير المشاهد بين الأصناف في محتواها من النترات.. إلا أن المستوى يعد منخفضاً - بوجه عام - ولا يمكن أن يضر الشخص البالغ (Barker وآخرون ١٩٧٤، Maynard & Barker ١٩٧٤).

وتراوح تركيز النترات في الأوراق الطازجة لصنفين من السبانخ بين ٢٤٠٠، و ٢٥٠٠ جزء في المليون (Watanabe وآخرون ١٩٩٤).

وفي محاولة لمعرفة طبيعية الاختلافات بين الأصناف في قدرتها على تراكم أيون النترات بها .. وجد Olday وآخرون (١٩٧٦) أن نشاط إنزيم نترات رد كتيـز NO_3^- reductase كان أقل في الصنف أميركا مما في الصنف هجين 424 Hybrid، علماً بأن النترات تتراكم في جذور الصنف الأول وأوراقه بدرجة أكبر عما في الصنف الثاني.

ويرتبط محتوى نباتات السباتخ من النترات - إيجابيًا - بصورة جوهرية - بنسبة الساق - في النباتات التي يتم حصادها من مختلف الأصناف، ولكنه لا يرتبط بدرجة تجعد الأوراق (Grevsen & Kaack ١٩٩٦).

كما يرتبط تركيز النترات في أعناق أوراق السباتخ جوهريًا - بصورة إيجابية - مع كل من الوزنين الطازج والجاف للنمو الخضري، والكمية الكلية للرطوبة في النمو الخضري، ولم تكن تلك العلاقة قائمة بالنسبة لمحتوى أنصال الأوراق من النترات (Huang وآخرون ٢٠١٠).

وتتراكم النترات في السباتخ مع زيادة التسميد الآزوتي، وفي الضوء عنه في الظلام، وفي الأيام المشمسة عنه في الأيام الملبدة بالغيوم.

وعلى الرغم من ازدياد محتوى أوراق السباتخ من كل من النترات nitrate والنتريت nitrite مع زيادة مستوى التسميد الآزوتي، فإن مستواههما ظل في الحدود الآمنة التي تحددها بعض الدول. وأدى استعمال المصادر العضوية للنيتروجين إلى إنتاج أفضل نوعية من السباتخ بأقل محتوى من النترات (Martinetti ١٩٩٥).

وقد حاول Mills وآخرون (١٩٧٦) التوصل إلى مستوى التسميد الآزوتي، الذي يعطى أكبر محصول مع أقل نسبة ممكنة من أيون النترات، واستخدموا في هذه الدراسة الصنف أميركا America، الذي تتراكم فيه النترات بدرجة عالية، وكانت نتائجهم كما يلي:

- ١- كان تراكم النترات في الأوراق أقل عندما استعملت سلفات النشادر كمصدر للأزوت، عما كانت عليه الحال عند التسميد بنترات البوتاسيوم. وكان ذلك مصحوبًا - أيضًا - بنقص في المحصول، وربما كان ذلك بسبب تسمم النباتات بأيون الأمونيا من جراء زيادة التسميد النشادري.
- ٢- أدت المعاملة بالنيتراپيرين nitrapyrin - وهو مركب مثبط لعملية النترة Nitrification Suppressor - إلى نقص كبير في محتوى الأوراق من النترات. وكان ذلك مصاحبًا بنقص في المحصول الكلي عندما استعملت سلفات النشادر كمصدر للأزوت، لكنه لم

تكن للمعاملة أى تأثير على تراكم النترات، وكان تأثيرها على المحصول قليلاً عندما كان التسميد بنترات البوتاسيوم.

٣- تحققت أفضل النتائج لدى إضافة نصف الآزوت فى صورة أمونيا، والنصف الآخر فى صورة نترات؛ حيث تساوى المحصول فى هذه الحالة مع إضافة الآزوت كله فى صورة نترات فقط، وكان ذلك مصحوباً بنقص تراكم النترات بنسبة ٣٥٪ فى حالة عدم المعاملة بالنيترايبرن، ونسبة ٥٠٪ عند المعاملة به. كما لم تكن لمعاملة النيترايبرن أى تأثير سلبى على المحصول.

وقد أدت زيادة قوة المحلول المغذى للسبانخ فى مزرعة مائية إلى ٥ ديسى سمينز/م ds/m إلى زيادة الوزن الطازج للأوراق جوهرياً. وبينما لم تؤثر زيادة تركيز العناصر الكبرى (النيتروجين، أو الفوسفور، أو البوتاسيوم) فى النمو، فإن إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى المحلول المغذى بقوته القياسية (٢,٣ ديسى سمينز/م) حفزت النمو النباتى بدرجة توقفت على الرطوبة النسبية، وحدثت أفضل معدلات نمو عند إضافة كلوريد الصوديوم بتركيز جرامين/لتر عند رطوبة نسبية ٧٥ ± ٥٪، أو بتركيز جرام واحد/لتر عند رطوبة نسبية ٦٠ ± ٥٪. وقد كان فقد الرطوبة من الأوراق بعد الحصاد أعلى فى نباتات الكنترول عما فى تلك التى نمت فى وجود كلوريد الصوديوم. هذا ولم تؤثر المعاملة بكلوريد الصوديوم على محتوى أوراق السبانخ من أى من أيونى الأوكسالات أو النترات (Masuda & Momura ١٩٩٧).

الأوكسالات

تتباين أصناف السبانخ فى محتوى أوراقها من حامض الأوكساليك الذائب، حيث تراوح - على سبيل المثال - بين ٥٦٠ مجم/ ١٠٠ جم وزن طازج فى الصنف Lead، و ٧٤٠ مجم فى الصنف Magic، كما تباينت نسبة حامض الأوكساليك الذائب إلى الكلى من ٠,٨٠٠ إلى ٠,٨٧١ فى الصنفين على التوالى (Watanabe وآخرون ١٩٩٤). وعموماً.. فإن محتوى الأوراق من الأوكسالات ينخفض فى الأصناف السريعة النمو مقارنة بالأصناف البطيئة النمو، على الرغم من عدم وجود ارتباط بين معدل النمو النسبى للأوراق ومحتواها من الأوكسالات (Hirooka & Sugiyama ١٩٩٢).

وينخفض تركيز محتوى أوراق السبانخ من الأوكسالات كلما بعدت الورقة عن قاعدة النبات، وتتباين الأصناف في شدة هذا الانخفاض، فهو - على سبيل المثال - يكون شديداً في الصنفين Okame، وKyoho، ولكنه يكون قليلاً في الصنف Virofly (Okutani & Sugiyama ١٩٩٤)، كما ينخفض المحتوى جوهرياً بزيادة الوزن الطازج للأوراق، ومن ثم يختلف المحتوى باختلاف الحثثات (Hirooka & Sugiyama ١٩٩٢).

ويرتبط محتوى السبانخ من حامض الأوكساليك سلبياً - بصورة جوهريّة - مع نسبة الساق في النباتات التي يتم حصادها بمختلف الأصناف، ويرتبط إيجابياً بمحتوى الأوراق من الكلوروفيل ويمدّى دكنة لونها الأخضر، علماً بأن دكنة اللون الأخضر ترتبط إيجابياً - كذلك - بالمحتوى الكلوروفيلي (Grevsen & Kaack ١٩٩٦).

ووجد عند زراعة ١٨٢ صنفاً من السبانخ في أربع عروات (ربيعية وصيفية وخريفية وشتوية) تحت ظروف الحقل في Hiratsuka باليابان أن متوسط عدد الأيام من الزراعة حتى الحصاد تراوح من ٣٢.٧ يوماً في العروة الصيفية إلى ٨٥.٧ يوماً في العروة الشتوية.

ولقد كان متوسط تركيز النترات في السبانخ أقل جوهرياً في العروة الشتوية (٣٧٩٧ مجم/كجم وزن طازج)، مقارنة بالعروات الثلاث الأخرى (٤١٢٢ - ٤٣٢٨ مجم/كجم وزن طازج)، وهي التي لم تختلف فيما بينها جوهرياً في متوسط مستوى النترات.

وبالمقارنة .. فإن تركيز الأوكسالات أظهر تباينات فصلية واضحة، حيث كان أقل تركيز في العروة الخريفية (٦١٤٩ مجم/كجم وزن طازج)، ثم في العروة الصيفية (٧٥٢٥ مجم/كجم وزن طازج)، فالعروة الربيعية (٨٩٠٣ مجم/كجم وزن طازج)، وكان أعلى تركيز في العروة الشتوية (١٠٩٢٩ مجم/كجم وزن طازج).

ولقد أظهر التركيز النسبي للنترات ارتباطاً سلبياً وسطاً مع عدد الأيام النسبي من الزراعة إلى الحصاد ($r = -0.411$)، بينما أظهر التركيز النسبي للأوكسالات ارتباطاً إيجابياً قوياً مع عدد الأيام النسبي من الزراعة إلى الحصاد ($r = 0.566$). وترتب على ذلك ظهور ارتباط سلبى وسط ($r = -0.325$) بين تركيزي النترات والأوكسالات.

كذلك فإن أصناف السبانخ السريعة النمو كانت الأعلى محتوى من النترات والأقل محتوى من الأوكسالات، بينما كان العكس في الأصناف البطيئة النمو. ويعنى ذلك أن معدل نمو السبانخ يؤثر في محتواها من كل من النترات والأوكسالات، وأن محصول السبانخ الذي يكون الأقل محتوى من أى منهما يكون الأعلى محتوى من الآخر (Kaminish & Kita وآخرون ٢٠٠٦).

ويزداد تركيز الأوكسالات الكلية والذائبة وغير الذائبة في اتصال أوراق السبانخ عما في أعناقها، ويكون التركيز أقل ما يمكن في الجذور، علماً بأن معظم الأوكسالات توجد في السبانخ في صورة ذائبة. وقد ازداد تركيز الأوكسالات الذائبة في الأوراق بزيادة تركيز النيتروجين في المحلول المغذى حتى وصل إلى ٨ مللى مول/لتر، ثم انخفض تركيز الأوكسالات بزيادة تركيز النيتروجين عن هذا المستوى. وعند مستوى ثابت من النيتروجين أدت زيادة الكالسيوم في المحلول المغذى إلى خفض محتوى الأوكسالات الذائبة في الأوراق، وكان أقل تركيز من الأوكسالات الكلية عند وجود الكالسيوم في المحلول المغذى بتركيز ٥ مللى مول/لتر. وقد احتوت الأوراق وأعناق الأوراق على أقل تركيز من الأوكسالات الكلية وأقل نسبة من الأوكسالات الذائبة عندما كان تركيز النيتروجين والكالسيوم في المحلول المغذى ٨، و ٥ مللى مول/لتر، على التوالي (Zhang وآخرون ٢٠٠٩).

ويزيد محتوى أوراق السبانخ من حامض الأوكساليك بزيادة التسميد البوتاسي والنيتروجيني، ويقل بزيادة مستوى التسميد الفوسفاتي (Regan وآخرون ١٩٦٨). كما يزيد تركيز حامض الأوكساليك بانخفاض درجة الحرارة (Ryder ١٩٧٩).

كما وجد أن محتوى الأوكسالات الكلية والذائبة انخفضا بزيادة نسبة الأمونيوم إلى النترات في المحلول المغذى (Ota & Kagawa ١٩٩٦).

ولقد انخفض محتوى النموات الخضرية للسبانخ من الأوكسالات - في صورها المختلفة - مع انخفاض نسبة النيتروجين النتراتي NO_3^- إلى النيتروجين الأمونيومي NH_4^+ - من نسبة ١٠٠ إلى صفر حتى نسبة صفر : ١٠٠. ولقد كان تركيز الأوكسالات الكلية والأوكسالات الذائبة أقل ما يمكن

عندما كانت نسبة NO_3^- إلى NH_4^+ ٥٠ : ٥٠، بينما استمر تركيز الأوكسالات غير الذائبة في الانخفاض مع استمرار انخفاض نسبة NO_3^- إلى NH_4^+ عن ٥٠ : ٥٠ (Zhang وآخرون ٢٠٠٥).

وكان للأسمدة البطيئة التيسر تأثيراً جيداً على محتوى الأوراق من الأوكسالات، حيث انخفض محتوى حامض الأوكسالات عندما سمدت النباتات باليوريا المغطاة بالكبريت، أو بسلفات الأمونيوم المغطاة بالكبريت مقارنةً بمحتواها عندما كان التسميد بسلفات الأمونيوم العادية (Takebe وآخرون ١٩٩٦).

وأدى تظليل النباتات بنسبة ٣٠٪ أو ٥٠٪ من الإنبات حتى الحصاد إلى نقص محتوى المسبأخ من كل من الأوكسالات وحامض الأسكوربيك (Nakamoto وآخرون ١٩٩٨).

كذلك ازداد تركيز حامض الأوكساليك مع الانخفاض في درجة الحرارة (عن Ryder ١٩٧٩).

هذا .. وبينما لا يؤثر حامض الأوكساليك تأثيراً يذكر على ضبط الضغط الإسموزي في النبات، فإن أوكسالات البوتاسيوم تلعب دوراً رئيسياً في هذا الشأن (Sugiyama وآخرون ١٩٩٩).

الكرفس

النترات

قدر محتوى النيتروجين النتراي بالجزء في المليون على أساس الوزن الجاف بنحو ٤.٩ في جذور الكرفس، و ١٠.٣ في أعناق الأوراق، و ١٤.٤ في أنصال الأوراق (عن Rubatzky وآخرون ١٩٩٩).

الهندباء

النترات

ازداد محتوى أوراق الهندباء من النترات من ٤١٥٧ إلى ٥٦٣٤ مجم/كجم - على أساس الوزن الطازج - وذلك عند زيادة تركيز النيتروجين في المحلول المغذي من ٨ إلى ١٦ مللي مول.

كذلك ازداد محتوى النترات من ٤١١٦ إلى ٥٦٧٦ مجم/كجم بتغير نسبة النيتروجين الأمونيومي إلى النيتروجين النتراتي في المحلول المغذي من ١ : ١ إلى صفر : ١ (Santamaria وآخرون ١٩٩٧ ب، ١٩٩٧ ج). وفي دراسة أخرى (Santamaria & Elia ١٩٩٧) أدت التغذية بالنيتروجين في صورة أمونيوم فقط إلى إنتاج رؤوس هندباء خالية من النترات وذات وزن طازج (١٧١ جم) مماثل لتلك التي أمدت بالنيتروجين في صورة نتراتية فقط. ومقارنة بالنسب الأخرى من النيتروجين الأمونيومي إلى النيتروجين النتراتي فإن النباتات التي أمدت بالنيتروجين الأمونيومي فقط كانت أكثر غضاضة وعصارية، وكان لونها الأخضر أكثر قسمة. وأدى التسميد بخليط من صورتى النيتروجين إلى تحسين المحصول، ولكن مع حدوث تراكم كبير للنترات في الرؤوس، فزيادة نسبة النيتروجين النتراتي من ٣٠٪ إلى ٧٠٪ ازداد الوزن الطازج للرأس من ١٩٦ إلى ٢٣١ جم وازداد المحتوى النتراتي من ٢،٤ إلى ٦،١ جم/كجم وزن طازج، وبزيادة نسبة النيتروجين النتراتي إلى ١٠٠٪ كان تركيز النترات ٥،٥ جم/كجم. هذا إلا أن المحتوى الكلى للرؤوس من النيتروجين ازداد بوجود النيتروجين الأمونيومي في المحلول المغذي ونقص بالقتصار النيتروجين على المصدر النتراتي. وقد أوصى الباحثان باستعمال مصدر أمونيومي فقط للتسميد الأزوتي في الهندباء.

وأدى تغيير نسبة النيتروجين الأمونيومي إلى النيتروجين النتراتي في المحلول المغذي للهندباء من صفر : ١٠٠ إلى ٥٠ : ٥٠ خلال الثلاثة عشر يوماً السابقة للحصاد إلى انخفاض محتوى الأوراق من النترات بمقدار ٢٦،٧٪ مقارنة بمحتوى النترات في النباتات التي تلقت كل النيتروجين - حتى الحصاد - في صورته النتراتية فقط. وعندما خفض التسميد الأزوتي خلال الأسبوع السابق للحصاد بمقدار ٩٠٪ مع تغيير نسبة النيتروجين الأمونيومي إلى النيتروجين النتراتي إلى ٧٠ : ٣٠.. انخفض محتوى الأوراق من النترات بنسبة ٤٢،٣٪ - مقارنة باستمرار التسميد العادي بالنيتروجين النتراتي - دون حدوث أى تأثير جوهري على الوزن الطازج للنبات، أو المساحة الورقية، أو الوزن الجاف للأوراق (Santamaria وآخرون ١٩٩٧ أ، Elia وآخرون ١٩٩٩).

وقد ازداد محصول الهندباء بمقدار ٢٢٪، وانخفض محتواها من النترات بمقدار ٣٩٪ عندما خُفّض تركيز النيتروجين في المحلول المغذى المستعمل في تغذيتها من ١٦ إلى ٨ مللي مول (Elia وآخرون ١٩٩٩).

هذا .. وتنبأين أصناف الهندباء كثيراً في محتواها من النترات، وقد وجد لدى اختبار ١٢٥ صنفاً تجارياً أن الصنف فيكور Vicor كان أقلها محتوى (Reinink وآخرون ١٩٩٤).

الشيكوريا

المركبات المسنولة عن صفة المرارة

ترجع المرارة التي توجد في الشيكوريا إلى محتواها من عدد من الـ sesquiterpene lactones، مثل: الـ lactucopicrin، والـ lactucin-like sesquiterpene lactones التي أظهرت ارتباطاً قوياً بكل من المرارة والطعم المميز لكل من الشيكوريا الطازجة والمطهية، بينما ارتبط الـ lactucopicrin بالمرارة فقط (Peters & Amerongen ١٩٩٨).

ونقدم – فيما يلي – قائمة بأهم المركبات المسنولة عن صفة المرارة في الشيكوريا (عن Bais & Ravishankar ٢٠٠١):

Lactucin	Lactucopicrin
Esculetin	Esculin
Cichorin	Umbelliferone
Scopoletin	
6,7-dihydroxycoumarin	

مركبات أخرى

من بين المركبات الأخرى التي توجد في عصير جذور الشيكوريا، ما يلي:

stearin	mannites
tartaric acid	betaine
choline	

كذلك عزل من نباتات الشيكوريا مركبات 15-oxaly مرتبطة بالـ guaianolide
sesquiterpene lactones (Sessa وآخرون ٢٠٠٠).

الفجل

النترات

تختلف أصناف الفجل في مدى استعدادها لتراكم النترات بالتسجتها، فمثلاً يزيد تراكم
النترات كثيراً في الصنف Robijn عما في الصنف Boy.

وقد ازداد تراكم النترات بأوراق وجذور الفجل عندما نمت في حرارة ١٨°م، وكذلك
عندما نمت في حرارة ١٠°م ثم نقلت إلى ١٤ أو ١٨°م قبل حصادها بأحد عشر يوماً، مقارنة
بالنباتات التي نمت في حرارة أقل من ذلك. وقد تلاشت الفروق بين الصنفين Robijn و Boy
في محتوى التسجتهما من النترات في حرارة ١٨°م (Nieuwhof ١٩٩٤).

وأمكن خفض محتوى نباتات الفجل من النترات بزيادة معدل التسميد البوتاسي بمقدار
٥٠٪ عن المعدل الموصى به، مع خفض معدل التسميد الأزوتي المعدني بنسبة ٥٠٪
واستبداله إما بسماد حيوي، وإما بسماد عضوي. وجدير بالذكر أن محتوى النترات بالعصير
الخلوي للنباتات كان أقل عندما أجرى الحصاد بعد الظهر مقارنة بالقيم التي حصل عليها عندما
كان الحصاد في الصباح الباكر (Ahmed وآخرون ١٩٩٧).

الكرب الصيني

النترات

يتعرض الكرب الصيني - كغيره من الخضار الورقية - لمشكلة تراكم النترات بأوراقه،
الأمر الذي يمكن أن يتسبب في مشاكل صحية للإنسان.

وقد وجد أن رش بادرات الكرب الصيني - وهو في مرحلة بداية ظهور الورقة الحقيقية
الأولى - بموليبيدات الصوديوم بتركيز جزء واحد في المليون يؤدي إلى خفض تراكم النيتروجين
النتراي في النباتات حتى عند زيادة معدلات التسميد الأزوتي (Zheng وآخرون ١٩٩٥).

كذلك تبين أن محتوى الأوراق الخارجية للكرنب الصيني من النترات كان أعلى مما في الأوراق الداخلية (Yang وآخرون ٢٠٠٠).

وقد أوضحت الدراسات انخفاض محتوى النترات في أوراق المسترد الصيني pak-choi بانخفاض شدة الإضاءة، وفي الساعة الثامنة صباحاً مقارنة بوقت الظهيرة (١٢ ظهراً)، إلا أن الفرق في محتوى النترات بين الموعدين نقصت بانخفاض شدة الإضاءة (Weng ٢٠٠٠).

الخضر البقولية

المركبات الضارة بالصحة

رغم كثرة محاصيل الخضر البقولية .. فإن الغالبية العظمى من البقوليات لا تؤكل، ويعد بعضها على درجة عالية من السمية، مثل *Laburnum anagroides* Medik، وهو الذي يعرف في الإنجليزية باسم garden laburnum. كما أن الخضر البقولية تحتوي – هي الأخرى – على عدد من المركبات السامة، والتي يمكن تقسيمها حسب تأثيرها إلى المجاميع التالية:

١- مثبطات إنزيم البروتياز Protease Inhibitors

تحتوي الفاصوليا العادية وفول الصويا على مواد مثبطة لإنزيم البروتياز، وهي مواد بروتينية يعتقد أن بها إنزيم مثبط التربسين trypsin inhibitor. تؤدي هذه المواد إلى زيادة إنتاج البنكرياس للإنزيمات الهاضمة، ومن ثم إلى تضخمه. ويتم وقف مفعول هذه المركبات بالمعاملة بالحرارة.

٢- الهيماجلوتينينات Haemagglutinins

توجد هذه المركبات في الفاصوليا العادية وفول الصويا أيضاً، وهي بروتينات يؤدي وجودها إلى خفض كفاءة عملية امتصاص نواتج الهضم، وهي تُلغى خواصها بالحرارة.

٣- الجلوكوسيدات السيانوجينية Cyanogenic Glucosides

أمكن عزل هذه المركبات من فاصوليا اللب، ومن أمثلتها: مركب لينامارين Linamarin، أو فاصولونتين Phaseolunatin الذي يتحلل بواسطة إنزيم بيتاغلوكوسيداز beta-glucosidase إلى جلوكوز، وأسيون، وحامض هيدروسيانيك. تختلف أصناف فاصوليا اللبما – كثيراً – في محتواها من الفاصولونتين، حيث يتراوح من ١٠ – ٣٠٠ مجم/١٠٠ جم من الفاصوليا، ويتواجد

الحد الأقصى في السلالات البرية، بينما تحتوى الأصناف التجارية على تركيز ١٠ - ٢٠ مجم من أيون CN^- / ١٠٠ جم، وهو تركيز آمن في الولايات المتحدة، وتعد جميع البقوليات في الحدود الآمنة بالنسبة لتركيز الجلوكوسيدات السيانوجينية، وذلك باستثناء فول الصويا، والفول الرومى، وبذور اللابلاب الملونة. ويؤدى استهلاك الجلوكوسيدات السيانوجينية بكميات كبيرة إلى الإصابة بالشلل.

٤. السابونينات Saponins

توجد هذه المركبات في فول الصويا، وفاصوليا المسيف Sword bean، وفاصوليا جاك Jack bean، وهى تسبب القي والغثيان، وتوقف النمو، ويمكن التخلص منها بالمعاملة بالحرارة.

٥. الألكالويدات Alkaloides

توجد هذه المركبات في عديد من البقوليات، ولكن لم يثبت وجود علاقة بينها وبين أى من حالات التسمم الناشئ عن التغذية بالبقوليات.

٦. المركبات المحدثه لمرض تضخم الغدة الدرقية Goitre

توجد هذه المركبات (تسمى goitrogens) في الصليبيات، ويعتقد وجودها في البقوليات كذلك .. فبعض البقوليات مثل فول الصويا، والبسلة والفاصوليا تحتوى على هذه المركبات، ويؤثر استهلاكها دون طهى على تمثيل اليود في الجسم، حيث يعمل على تثبيته، ويؤدى إلى نقصه في الغدة الدرقية وظهور أعراض المرض.

٧. المركبات المحدثه لمرض لاثيرزم Lathyrism

يصيب هذا المرض الإنسان، وتظهر أعراضه أسفل الفخذ، ويسبب الشلل ويرتبط بالتغذية على بسلة تشكلنج Chicking pea، وتزداد خطورته عندما يستهلك الفرد أكثر من ٣٠٠ جم من بذور المحصول يومياً. وقد ظهر هذا المرض عدة مرات في الهند، وهى الدولة التى يزداد فيها استهلاك هذا المحصول، خاصة بين الطبقات الفقيرة. ويمكن تجنب الإصابة بالمرض بعمل توازن بين فاصوليا تشكلنج والحبوب فى الغذاء. هذا .. وتزداد نسبة الإصابة بالمرض بين الذكور، ولا يمكن الشفاء منه عادة.

٨. المركبات المحدثة لمرض الفافيزم Favism

الفافيزم هو مرض يحدث لبعض الأفراد ذوي الحساسية عند أكلهم للفول الرومى أو البلدى، ويؤدى إلى التسمم والموت إن لم يسعف المريض بالعلاج السريع، ويرجع المرض إلى مركبات من مشتقات البريميدين Primidine derivatives، وتعرف باسم divicine، و isouramil، والتي تحدث الحالة الطبية المعروفة باسم hemolytic anemia، لدى الأفراد الذين لا يمكنهم إنتاج إنزيم معين يعرف باسم NADP-linked-6-phosphate dehydrogenase، مما يؤثر على أيض الجلوتاثيم glutathime فى كرات الدم الحمراء. ويشيع هذا المرض خاصة فى حوض البحر الأبيض المتوسط.

٩. المركبات التى يصعب هضمها

تحتوى بعض البقوليات على مركبات يصعب هضمها فى الجهاز الهضمى للإنسان، والتي من أمثلتها ما يلى:

- أ- المواد الكربوهيدراتية غير الميسرة .. ومن أمثلتها: البنتوزات pentoses، والجالاكتونات galactones، والهيميسيليلوز hemicellulose، وهى تكثر فى فاصوليا بالمبارا.
- ب- المركبات التى تتحد مع البروتين وتكون protein conjugates غير ميسرة للامتصاص، وهى توجد فى بعض البقوليات (Liener ١٩٧٣، Smartt ١٩٧٦).

١٠. مركبات سامة أخرى

من أمثلة حالات المركبات السامة الأخرى، ما يلى:

- أ- تحتوى جذور فاصوليا اليام على الروتينون، وهو مبيد حشرى قوى المفعول.
- ب- يمكن لبعض الأنواع البقولية - عند زراعتها فى تربة تحتوى على تركيزات عالية من السيلينيوم أو الموليبدنم - أن تمتص كميات كبيرة من هذين العنصرين، علماً بأنهما يمكن أن يسببا للإنسان أضراراً صحية إذا تناولهما فى غذائه بكميات كبيرة (عن Yamaguchi ١٩٨٣).

الفاصوليا

بينما لا توجد أى مركبات ضارة بالصحة فى الفاصوليا الجافة المطهية، فإن الفاصوليا الجافة غير المطهية (وهى لا تؤكل على أية حال) تزخر بالمركبات الضارة بالصحة، والتي منها ما يلى:

- مُثَبِّط إنزيم التريسين trypsin inhibitor؛ مما يؤدى إلى عدم الاستفادة من الحمض الأميني cystine وإلى تضخم البنكرياس.
- مُثَبِّط إنزيم الكيموتريسين chymotrysin inhibitor؛ مما يؤدى إلى تثبيط عمل الإنزيم.
- مُثَبِّط إنزيم الألفا أميليز α -amylase inhibitor؛ مما يؤثر فى الاستفادة من المركبات الكربوهيدراتية.
- مُثَبِّط إنزيم الـ subtilisin.
- الـ phytohemagglutinins (أو اللكتينات)؛ وهى التى تؤدى إلى تثبيط النمو والوفاء.
- الفيتات phytates؛ وهى التى تؤدى إلى تقليل تيسر العناصر المعدنية وتؤثر فى نوبان البروتين.
- عوامل الـ flatulence (مثل الـ oligosaccharides لعائلة الـ raffinose؛ وهى التى تؤدى إلى إنتاج غازات البطن (الأيدروجين وثنائى أكسيد الكربون والميثان).
- متعددات الفينول polyphenolics؛ وهى التى تؤدى إلى تقليل هضم البروتين وتعمل كمثبط لعدة إنزيمات.
- السيبتوجينات cyanogens، وهى التى تؤدى إلى التسمم بالسيتايد.
- الـ goitrogens؛ وهى التى تؤدى إلى تثبيط ارتباط اليود بالغدة الدرقية.
- الـ lathyrism؛ مما يؤدى إلى شلل الأطراف السفلى، وقد يؤدى إلى الوفاة.
- الـ favism؛ مما يؤدى إلى الـ hemolytic anemia.

- الـ allergens؛ والتي تتسبب في عدد من تفاعلات الحساسية.
- السابونينات saponins؛ والتي تتسبب في تكوين الرغوة وإحداث hemolysis.
- الـ estrogens؛ وهي التي تمنع النمو وتتضارب مع التكاثر.
- مضادات لفيتامينات D، E، و B₁ (عن Salunkhe وآخرين ١٩٨٥).

اللوبياء

تحتوى بنور اللوبياء على مثبطات للترسين trypsin، والكيموتريسين chymotrypsin، وكذلك على مركبات سيانوجينية cyanogenic compounds، وجميعها مركبات ضارة بالصحة، ولكن هذه المركبات تتحطم بالحرارة ويتم التخلص منها عند الطبخ (عن Fery ١٩٩٠).

عيش الغراب (المشروم)

محتوى المشروم المأكول من المركبات الضارة

العناصر الثقيلة

يتراكم الكاديوم والزنك في المشروم بمعدلات عالية، بينما يتراكم الرصاص فيه ببطء شديد، وذلك عند نموه في البيئات الملوثة بتلك العناصر. وفي إحدى الدراسات احتوت ١٦٪ من عينات المشروم التي تم جمعها على الزنك بتركيز يزيد عن ٠.٠٥ جزء في المليون، وهو الحد الأقصى الآمن للزنك في الأغذية. ومن المعتقد أن مصدر التلوث بالزنك في تلك الدراسة كانت أدوية علاج الخيل الذي استخدمت مخلفاته في عمل كومبوست الزراعة.

كذلك تتراكم الفضة في المشروم - وخاصة في الفوشيم - بتركيزات عالية تراوحت في أنواع الجنس Agaricus بين ١٠، و ١٣٣ ميكروجرام/ جم وزن طازج (عن Manning ١٩٨٥).

حامض الأيدروساتيك

نرس محتوى ١٥٠ نوعاً من المشروم المزروع والبرى - في كل من ألمانيا وسويسرا - من حامض الأيدروساتيك HCN. ووجد أن ١٤ نوعاً منها فقط - أي حوالي ٩٪ - احتوت على

كميات من الحامض تراوحت بين ٧، و ٢٦٨ جزءاً في المليون على أساس الوزن الطازج. وقد كانت الأنواع المزروعة الرئيسية التي شملتها الدراسة - وهي: عيش الغراب العادي، وعيش الغراب المحارى، وعيش غراب الفش خالية تماماً من الحامض. وفي الحالات التي احتوى فيها نوع مزروع على الحامض، فإن أبسط عمليات الإعداد، مثل مجرد تجفيف المشروم على حرارة أعلى من ٥٠°م، أو طهيته، أو قليه أدت إلى تخليصه تماماً من الحامض. ولذا .. فإن المشروم المأكول لا يشكل أى مشاكل صحية للمستهلك فيما يتعلق بحامض الأيدروسيتيك (Stijve & Meijer ١٩٩٩).

المركبات المسرطنة

يحتوى المشروم العادي *A. bisporus* وعشرة أنواع أخرى من الجنس *Agaricus* - ليس من بينها *A. sylvaticus* - على مركبين سامين للحيوان، هما:

Agaritine (B-N-[-L(+)-glutamyl]-4-hydroxymethylphenylhydrazine

4-hydroxymethylphenylhydrazine

ولقد ثبت أن الهيدرازينات hydrazines ومشتقاتها - مثل المركبين أعلاه - تعتبر من المركبات المحدثة للسرطان فى فئران التجارب، ولكن لم تتأكد صحة ذلك - بعد - فى الإنسان.

وبينما يتراوح تركيز الأجاريتين agaritine فى المشروم الطازج بين ٠,٠٣٣٪، و ٠,١٧٣٪ (على أساس الوزن الرطب)، فإن هذا التركيز ينخفض إلى نحو ٣,٢٪ مما كان عليه بعد تخزين المشروم لمدة ٥ أيام على ٢ أو ١٢°م، وإلى ٢٦٪ فقط بعد حفظ المشروم على - ٥°م لمدة شهر، وإلى ٣٤٪ بعد الطهى فى الماء، ثم إلى ١٣٪ فقط أثناء التصنيع والتخزين .. وجميع هذه العوامل التى تفيد فى خفض محتوى المشروم من الأجاريتين تحدث - غالباً - بصورة طبيعية سواء أكان ذلك أثناء التسويق، أم التصنيع، أم الطهى (عن Manning ١٩٨٥).

الأنواع السامة البرية من المشروم

لا يمكن أبداً الاعتماد على الشكل المظهري لتمييز الأنواع السامة من المشروم عن الأنواع غير السامة، كما لا يمكن أبداً الحكم على صلاحية المشروم البري للاستهلاك وعدم سميته من مجرد سلامة الحشرات، أو القواقع، أو القوارض، أو حتى الثدييات التي تتغذى عليها. ولا يمكن القول بأن الجنس الذي يضم كثيراً من الأنواع غير السامة لا يضم أنواع سامة، ومن أبرز الأمثلة على ذلك الجنس *Agaricus* الذي يضم أنواع المشروم العادي المستخدم في الإنتاج التجاري في الوقت الذي يضم كذلك النوع *A. xanthoderma* السام. كما أن الجنس الذي يضم كثيراً من الأنواع السامة قد يضم - كذلك - أنواعاً مأكولة، ومن أمثلة ذلك الجنس *Amanita* الذي يضم أنواعاً كثيرة قاتلة، مثل *A. phalloides*، *A. Verna*، و *A. rubescence* ولكنه يضم كذلك النوع المأكول *A. verosa*.

وقد يتشابه نوعان من المشروم إلى حد كبير بينما يكون أحدهما ساماً والآخر مأكولاً، ومثال ذلك النوع السام *Lepiota margani* الشديد السمية والذي يصعب تمييزه مورفولوجياً عن النوع المأكول *L. rachodes* إلا في مرحلة متقدمة من النضج، حيث يكون الأول (السام) ذا خياشيم خضراء وترسبات جرثومية خضراء باهتة، بينما تكون جراثيم وخياشيم الثاني (المأكول) بيضاء اللون.

كذلك لا يمكن أبداً الاعتماد على أن إعداد المشروم للاستهلاك أو حفظه أو طهيه يمكن أن تخلص المشروم السام من سميته.

وتجدر الإشارة إلى أنه حتى المشروم المأكول يمكن أن يتسبب في حدوث عسر هضم لدى بعض الأفراد الأصحاء، كما قد يكون لبعض الأفراد حساسية من بعض أنواع المشروم. وقد يحدث عسر الهضم نتيجة لتناول كميات كبيرة من المشروم، أو تناوله مع أغذية أخرى عسرة الهضم، أو بعد تقدمه في النضج عما ينبغي.

وقد يؤدي تناول المشروم السام إلى إحداث أي من الأعراض التالية.

١- إتلاف الجهاز العصبي .. كما في حالة تناول المشروم *Amanita phalloides*.

٢- إتلاف المعدة من خلال التأثير على الجهاز العصبي المركزي، كما في حالة تناول *Amanita muscaria*، أو من خلال التأثير المباشر على الأغشية المبطننة للمعدة، كما في حالة تناول المشروم *Gyromitra esculenta*.

٣- سيولة في الدم .. كما في حالة تناول المشروم *Amanita rubescens*.

٤- إتلاف العضلات، وخاصة عضلات الرحم والأوعية وغيرها من الأعضاء التي تحتوي على ما يعرف بالألياف العضلية الناعمة *smooth muscle fibers*.

٥- التأثير على وظائف القلب.. يحدث ذلك بصورة واضحة بفعل تناول كثير من الأنواع السامة.

ويتعين عند تناول أي نوع ماء من المشروم بطريق الخطأ. مراعاة ما يلي،

١- التقيؤ بأسرع ما يمكن لإفراغ المعدة مما يوجد بها من الفطر، علماً بأنه لا يجوز الانتظار على هذه الخطوة لحين وصول الطبيب لعمل غسيل معدة.

٢- تناول مسهل قلوي مثل شربة الملح (كبريتات المغنيسيوم) بمعدل ملعقة شاي ممسوحة أو ملعقتين في كوب من الماء الدافئ. وفي حالة وجود آلام في المعدة تستبدل شربة الملح بشربة زيت الخروع.

٣- المعاملة بحقن الأتروبين في العضل أو بغيره من الأدوية للتخلص من السموم التي وصلت إلى الدم.

٤- يقوم الطبيب بمعالجة أي من الأعراض التي يكون قد أحدثها تناول المشروم.

٥- إعطاء منشطات للقلب (عن Bahl ١٩٩٤).

مصادر إضافية

لمزيد من التفاصيل حول أنواع المركبات الضارة بصحة الإنسان التي توجد في محاصيل الخضر ومضارها .. يُراجع Rubatzky & Yamaguchi (١٩٩٩؛ صفحات ٤٧-٥٤).

مصادر الكتاب

- استينو، كمال رمزي، وعز الدين فراج، ومحمد عبد المقصود محمد، ووريد عبد البر وريد، وأحمد عبد المجيد رضوان، وعبد الرحمن قطب جعفر (١٩٦٣). إنتاج الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ١٣١٠ صفحات.
- الحاج، محمد علي (١٩٦٩). غذائك حيلتك. دار مكتبة الحياة - بيروت - ٥٣٤ صفحة.
- القبلي، صبرى (١٩٧٦). الغذاء لا الدواء. دار العلم للملايين - بيروت - ٦٤٧ صفحة.
- مرسى، مصطفى على، وأحمد المربع (١٩٦٠). نباتات الخضر، الجزء الثاني: زراعة نباتات الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٧١٥ صفحة.
- مرسى، مصطفى على، وأحمد إبراهيم المربع، وحسين على توفيق (١٩٦٠). نباتات الخضر - الجزء الرابع. جمع وتجهيز وتعبئة وتخزين ثمار الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٦٣٢ صفحة.
- وصفي، عماد الدين (١٩٩٣). أساليب أمراض النبات والتقنية الحيوية. المكتبة الأكاديمية - القاهرة - ٥٢٢ صفحة.
- Adebanjo, A. and E. Shopeju. 1993. Sources and mycoflora associated with some sun-dried vegetables in storage. *International Biodeterioration & Biodegradation* 31 (4): 255-263. (c.a. Rev. Plant Pathol. 1994, 73: 6432).
- Adeyeye, E.I. 1997. Amino acid composition of six varieties of dehulled African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) flour. *International Journal of Food Sciences and nutrition* 48 (5): 345- 351.
- Afek, U., S. Carmeli, N. Aharoni, and L. Roizer. 1993. A suggestion for new mechanism of celery resistance to pathogens. *Acta Hort.* 343: 357-360.

- Afek, U., N. Aharoni, and S. Carmeli. 1995a. Increasing celery resistance to pathogens during storage and reducing high-risk psoralen concentration by treatment with GA₃. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (4): 562-565.
- Afek, U., A. Aharoni, and S. Carmeli. 1995b. The involvement of marmesin in celery resistance to pathogens during storage and the effect of temperature on its concentration. Phytopathology 85 (9): 1033-1036.
- Afek, U., S. Carmeli, and N. Aharoni. 1995c. Columbianetin, a phytoalexin associated with celery resistance to pathogens during storage. Phytochemistry 39 (6): 1347-1350.
- Ahenkora, K. et al. 1998. Protein productivity and economic feasibility of dual-purpose cowpea. HortScience 33 (7): 1160-1162.
- Ahmad, S. K. 1993. Mycoflora changes and aflatoxin production in stored blackgram seeds. Journal of Stored Food Products Research 29 (1): 33-36. (c.a. Rev. Plant Pathol. 1994, 73: 7869).
- Ahmed, A.H.H., N. F. Kheir, and N. B. Talaat . 1997 Physiological studies on reducing the accumulation of nitrate in Jew's mallow (*Corchorus olitorius* L.) and radish (*Raphanus sativus* L.) plants. Bul. Fac. Agr., Univ. Cairo 48: 25-64.
- Aldrich, H. T. et al. 2010. Cultivar choice provides options for local production of organic and conventionally produced tomatoes with higher quality and antioxidant content. J. Sci. Food Agric. 90: 2548-2555.

- American Society for Horticultural Science. 1990. Horticulture and human health: Contributions of fruits and vegetables. HortScience 25: 1473-1531.
- Anderson, J. W. 1990. Dietary fiber and human health. HortScience 25 (12) 1488-1495.
- Arthey, V. D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths, London. 228 p.
- Asso, T. et al. 2013. Impact of reduced potassium nitrate concentrations in nutrient solution on the growth, yield and fruit quality of melon in hydroponics. Sci. Hort. 164: 221-231.
- Augusti, K. T. 1990. Therapeutic and medical values of onions and garlic, pp. 93-108. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (eds.). Onion and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Augusti, K. T. 1990. Therapeutic and medicinal values of onions and garlic, pp. 93-108. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (eds.). Onion and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Axtell, J. D. 1981. Breeding for improved nutritional quality. In K. J. Frey (ed.) "plant Breeding II": pp. 365-432. The Iowa State Univ. Pr., Ames.
- Azafirowska, A. and E. Elkner. 2008. Yielding and fruit quality of three sweet pepper cultivars from organic and conventional cultivation. Veg. Crops Res. Bul. (Warsaw) 69 : 135- 143.

- Babic, I. and A. E. Watada. 1998. Freeze-dried spinach powder inhibits growth of *Listeria* species and strains in tryptic soy broth. HortScience 33 (5): 884 – 886.
- Bahl, N. 1994. Handbook on mushrooms (3rd ed.). Oxford & Ibh Pub. Co. Pvt, Ltd., N. Y. 157 p.
- Bais, H. P. and G. A. Ravishankar. 2001. *Cichorium intybus* L. – cultivation, processing, utility, value addition and biotechnology, with an emphasis on current status and future prospects. J. Sci. Food Agr. 81: 467 – 484.
- Banks, S. 2008. Overview of 10 key vegetables and their nutritional value Articleclick.com. The Internet.
- Barak, P. and I.L. Goldman. 1997. Antagonistic relationship between selenate and sulfate uptake in onion (*Allium cepa*): implication for the production of organosulfur and organoselenium compounds in plants. J. Agr. Food Chem. 45 (4): 1290 – 1294.
- Barker, A. V., D. N. Maynard, and H. A. Mills. 1974. Variations in nitrate accumulation among spinach cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 132- 134.
- Baslam, M., I. Garmendia, and N. Goicoechea. 2013. The arbuscular mycorrhizal symbiosis can overcome reductions in yield and nutritional quality in greenhouse – lettuces cultivated at inappropriate growing seasons. Sci. Hort. 164: 145-154.
- Bassuk, N. L. 1986. Reducing lead uptake in lettuce. HortScience 21: 993-995.

- Behr, U. and H. J. Wiebe. 1992. Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars. *Sci. Hort.* 49 (3-4): 175-179.
- Bellostas, N., P. Kachlicki, J. C. Sorensen, and H. Sorensen. 2007. Glucosinolate profiling of seeds and sprouts of *B. oleracea* varieties used for food. *Sci. Hort.* 114: 234-242.
- Bhandari, S.R., B. D. Tung, H. Y. Baek, and Y. S. Lee. 2013. Ripening-dependent changes in phytonutrients and antioxidant activity of red pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits cultivated under open-field conditions. *HortScience* 48 (10): 1275-1282.
- Bhardwaj, H.L. and A.A. Hamama. 2004. Protein and mineral composition of tepary bean seed. *HortScience* 39 (6): 1363-1365.
- Bible, B.B., H. Y. Tu, and C. Chong. 1980. Influence of cultivar, season, irrigation and date of planting on thiocyanin content in cabbage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 88-91.
- Bimová, P. and R. Pokluda. 2009. Impact of organic fertilizers on total antioxidant capacity in head cabbage. *Hort. Sci. (Prague)* 36 (1): 21-25.
- Bliss, F. A. 1990. genetic alteration of legume seed proteins. *HortScience* 25 (12): 1517-1520.
- Bonte, D. R. la et al. Hernandez: a new sweet potato variety. *Louisiana Agriculture* 35 (2): 16-17.
- Bonte, D. R. la, D. H. Picha, and H. A. Johnson. 2000. Carbohydrate-related changes in sweet potato storage roots during development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125 (2): 200-204.

- Boo, H. O., S. U. Chon, and S. Y. Lee 2006. Effects of temperature and plant growth regulators on anthocyanin synthesis and phenylalanine ammonia-lyase activity in chicory (*Cichorium intybus* L.). J. Hort. Sci. Biotechnol. 81 (3): 478-482.
- Borgognone, M. Cardarelli, E. Rea, L. Lucini, and G. Colla. 2014. Salinity source-induced changes in yield, mineral composition, phenolic acids and flavonoids in leaves of artichoke and cardoon grown in floating system. J. Sci. Food Agric. 94 (6): 1231-1237.
- Braaksma, A. and D. J. Schaap. 1996. Protein analysis of the common mushroom *Agaricus bisporus*. Postharvest Biology and Technology 7 (1/2): 119-127.
- Bradly, G. A. 1972. Fruits and vegetables as world sources of vitamins A and C. Hort-Science 7: 141-143.
- Bressani, R. 1983. World needs for improved nutrition and the role of vegetables and legumes. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan, Republic of China.
- Brewster, J. L. 1994. Onions and other vegetable alliums. CAB international, Wallingford, UK. 236 p.
- Brown, A. F. et al. 2002. Glucosinolate profiles in broccoli: variation in levels and implications in breeding for cancer chemoprotection. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127 (5): 807-813.
- Brown, C.R. et al. 2012. Stability and broad sense heritability of mineral content in potato calcium and magnesium. Amer. J. Potato Res. 89 (4): 255-261.

- Buescher, R. H. and R. W. Buescher. 2001. Production and stability of (E, Z)-2,6-nonadienal, the major flavor volatile of cucumbers. *J. Food Sci.* 66 (2): 357-361.
- Buescher, R., L. Howard, and P. Dexter. 1999. Postharvest enhancement of fruits and vegetables for improved human health. *Hortscience* 34 (7): 1167-1170.
- Burbano, C., C. Cuadrado, M. Muzquiz, and J. I. Cubero. 1993. Determination of heat-resistant antinutritional factors. II. Vicine and convicine. (In Spanish with English summary). *Investigación Agraria Producción y Protección Vegetales* 8 (3): 363-373. (c. a. *Field Crops Abstr.* 1995, 48: 341).
- Burr, H. K. 1966. Compounds contributing to flavor of potatoes and potato products, pp. 87-97. In: *Proceeding of plant science symposium*. Campbell Inst. Agr. Res., Camden, N. J.
- Burton, W. G. 1948. *The potato*. Chapman and Hall, London. 319 p.
- Calvey, E. M., T. A. G. Roach, and E. Block. 1994. Supercritical fluid chromatography of garlic (*Allium sativum*) extracts with mass spectrometric identification of allicin. *J. Chromatog. Sci.* 32 (3): 93-96.
- Campbell, K. W. and D. G. White. 1995. Evaluation of corn genotypes for resistance to *Aspergillus* ear rot, kernel infection, and aflatoxin production. *Plant Dis.* 79 (10): 1039-1045.
- Caretto, S., A. Parente, F. Serio, and P. Santamria. 2008. Influence of postharvest and genotype on vitamin E content and reducing sugar of tomato fruits. *HortScience* 43 (7): 2084-2051.

- Carlson, D. G., M. E. Daxenbichler, C. H. van Etten, C. B. Hill, and P.H. Willams. 1985. Glucosinolates in radish cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci 110: 634-638.
- Carlson, D. G., M. E. Daxenbichler, C. H. van Etten, W. F. Kwolek, and P. H. Willams. 1987. Glucosinolates in crucifer vegetables: broccoli, Brussels sprouts, cauliflower, collards, kale, mustard green, and kohlrabi. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(1): 173-178.
- Charron, C. S. and C. E. Sams. 1999. Inhibition of *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* by shredded leaves of *Brassica* species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(5): 462-467.
- Chekroun, M. B., J. Amzile, A. Mokhtari, N. E. El-Haloui, and J. Prevost. 1997. Quantitative change of carbohydrate content of two varieties of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.) during cold storage conditions (4 °C). J. Agron. Crop Sci. 179 (3): 129-133.
- Chenard, C. H., D. A. Kopsell, and D. E. Kopsell. 2005. Nitrogen concentration affects nutrient and carotenoid accumulation in parsley. J. Plant Nutr. 28 (2): 285-297.
- Chobot, V. et al. 1997. Ergosta-4,6,8,22-tetraen-3-one from the edible fungus, *Pleurotus ostreatus* (oyster fungus). Phytochemistry 45 (8): 1669-1671.
- Chong, C., A. G. Kanakis, and B.B. Bible. 1982. Influence of growth regulators on ionic thiocyanate content of cruciferous vegetable crops. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 586-589.

- Chrispeels, M. J. and D. E. Sadava. 1994. Plants, genes, and agriculture. Jones and Bartlett Pub., Boston. 478 p.
- Church, F. F. and H. N. Church. 1975 (12th ed.). Food values of portions commonly used. J. B. Lippincott Co., N. Y. 197 p.
- Ciska, E. et al. 1994. Glucosinolates in various cabbage cultivars grown in Poland. Polish J. Food Nutr. Sci. 3(3): 119-126. c.a. Hort. Abst. 66: Abst. 6798; 1996.
- Collins, J. K., P. Perkins-Veazie, and W. Roberts. 2006. Lycopene: from plants to humans. HortScience 41 (5): 1135-1144.
- Coogan, R. C., R. B. H. Wills, and V. Q. Nguyen. 1999. Effect of planting time on the pungency concentration of white radish (*Raphanus sativus* L.) grown on the central coast of New South Wales, Australia. Acta Hort. No. 483: 89-94.
- Cossins, E. A. 2000. The fascinating world of folate and one-carbon metabolism. Canad. J. Bot. 78 (6): 691-708.
- Crowell, E. F., J. M. McGrath, and D. S. Douches. 2008. Accumulation of vitamin E in potato (*Solanum tuberosum*) tubers Transgenic Res. 17: 205-217.
- Crozier, A., M. E. J. Lean, M. S. McDonald, and C. Black. 1997. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. J. Agr. Food Chem.. 45 (3): 590-595.
- Czapski, J. 2009. Cancer preventing properties of cruciferous vegetables. Veg. Crops Res. Bul. 70: 5-18.

- Dale, M. F. B., D. W. Griffiths, H. Bain, and D. Todd. 1993. Glycoalkaloid increase in *Solanum tuberosum* on exposure to light. *Ann. Appl. Biol.* 123 (2): 411-418.
- Dale, M. F. B., D.W. Griffiths, and H. Bain. 1998. Effect of bruising on the total glycoalkaloid and chlorogenic acid content of potato (*Solanum tuberosum*) tubers of five cultivars. *J. Sci. Food Agric.* 77 (4): 499-505.
- Davis, D. R. 2009. Declining fruit and vegetable nutrient composition: what is the evidence?. *HortScience* 44: 15-19.
- Davis, A. R. et al. 2011. L-citrulline levels in watermelon cultigens tested in two environments. *HortScience* 46 (12): 1572-1573.
- Del Amor, F. M., A. Serrano-Martinez, I. Fortea, and E. Munez-Delicado. 2008. Differential effect of organic cultivation on the levels of phenolics, peroxidase and capsidiol in sweet peppers. *J. Sci. Food Agric.* 88 (5): 770-777.
- Delate, K., C. Cambardella, and A. Mckern. 2008. Effects of organic fertilization and cover crops on an organic pepper system. *HortTechnology* 18: 215-226.
- Diawara, M. M., J. T. Trumble, C. F. Quiros, and R. Hansen. 1995. Implications of distribution of linear furanocumarins with celery. *J. Agri. Food Chem.* 43 (3): 723-727.
- Dodds, P. A. A., J. M. Taylor, M. A. Else, C. J. Atkinson, and W. J. Davies. 2007. Partial rootzone drying increases antioxidant activity in strawberries. *Acta Hort.* 744: 295-302.

- Dresboll, D. B., G. K. Bjorn, and K. Thorup-Kristensen. 2008. Yields and the extent and causes of damage in cauliflower, bulb onion, and carrot grown under organic or conventional regimes. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 83 (6): 770-776.
- Drews, M., I. Schonhof, and A. Krumbein. 1996. Nitrate, vitamin C and sugar content of lettuce (*Lactuca sativa*) depending on cultivar and stage of head development. (In German with English summary). *Gartenbauwissenschaft* 61 (3): 122-129. c.a. Hort. Abstr. 66: 8534;1997.
- Drews, M., I. Schonhof, and A. Krumbein. 1997. content of minerals, vitamins, and sugars in iceberg lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) grown in the greenhouse dependent on cultivar and development stage, (In German with English summary). *Gartenbauwissenschaft* 62 (2): 65-72. c.a. Hort. Abst. 67: 8486; 1997.
- DuPont, M. S., Z. Mondin, G. Williamson, and K.R. Price. 2000. Effect of variety, processing, and storage on the flavonoid glycoside content and composition of lettuce and endive. *J. Agr. Food Chem.* 48 (9): 3957-3964.
- Eicker, A. 1993. Mushrooms: a source of protein for Africa?. *African J. Myc. Biotechnol.* 1(1): 12-23.
- Elia, A., F. Serio, M. Gonnella, and P. Santamaria. 1999. Growing nitrate free endive in soilless systems. *Acta Hort.* No. 481: 267-271.
- Elmore, G. S. and R. S. Feldberg. 1994. Alliin lyase localization in bundle sheaths of the garlic clove (*Allium sativum*). *Amer J. Bot.* 81 (1): 89-94.

- El-Shourbagy, M. S., A. S. El-Ballal, M. A. Abou Bakr, M. A. Hassan, M. S. Tawfik, and Y. M. Ahmed. 1993. Breeding potential of locally cultivated garlic (*Allium sativum* L.). IV. Phytotherapeutic value of improved selections. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants* 1 (3): 27-45.
- Ercoli, L., M. Mariotti, and A. Masoni. 1992. Protein concentrate and ethanol production from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). *Agricoltura Mediterranea* 122 (4): 340-351. c.a. Hort. Abst. 63: 5137, 1993.
- Evans, A. M. 1976. Beans, pp. 168-172. In: N. W. Simmonds (ed.). *Evolution of crop plants*. Longman, London.
- Etoh, T. 1994. Recent studies on leaf, flower, stem and root vegetables in Japan. *Hort. Abstr.* 64 (2): 121-129.
- Fahey, J. D. and K. K. Stephenson. 1999. Cancer chemoprotective effects of cruciferous vegetatables. *HortScience* 34 (7): 1159-1163.
- Farnham, M. W. and H. F. Harrison. 2003. Using self-compatible inbreds of broccoli as seed producers. *HortScience* 38 (1): 85-87.
- Farnham, M. W., M. A. Grusak, and M. Wang. 2000a. Calcium and magnesium concentration of inbred and hybrid broccoli heads. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125 (3): 344-349.
- Farham, M. W., K.K. Stephenson, and J. W. Fahey. 2000b Capacity of broccoli to induce a mammalian chemoprotective enzyme varies among inbred lines. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125 (4): 482-488.

- Fasidi, E. Q. 1994. Carbohydrate metabolism in *Colocasia esculenta* Schott corms and cormels during sprouting. Food Chem. 51 (2): 211-213.
- Fenwick, G. R. and A. B. Hanley. 1990a. Processing of Alliums; use in food manufacture, pp. 73-91. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (eds.) Onion and allied crops. Vol III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Fenwick, G. R. and A. B. Hanley. 1990b. Chemical composition, pp. 17-31. In: J. L. Brewster and H. D. Rabinowitch (eds.). Onion and allied crops. Vol. III. Biochemistry, food science, and minor crops. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Fery, R. L. 1990. The cowpea: production, utilization, and research in the United States. Hort. Rev. 12: 197-222.
- Finley, J. W. 2007. Selenium and glucosinolates in cruciferous vegetables: metabolic interactions and implications for cancer chemoprevention in humans. Acta Hort. No. 744.
- Flores, P., P. Hellin, A. Lacasa, A. López, and J. Fenoll. 2009a. Pepper antioxidant composition as affected by organic low-input and soilless cultivation. J. Sci. Food Agri 89: 2267-2274.
- Flores, P., P. Hellin, A. Lcasa, A. López, and J. Fenoll. 2009b. Pepper mineral composition and sensory attributes as affected by agricultural management. J. Sci. Food Agr. 89: 2364-2371.
- Fossen, T., A. T. Pedersen, and O. M. Andersen. 1998. Flavonoids from red onion (*Allium cepa*). Phytochemistry 47 (2): 281-285.

- Franceschi, V. R. and H. T. Horner, Jr. 1980. Calcium oxalate crystals in plants. *Bot. Rev.* 46: 361-427.
- Friedman, M. and C.E. Levin. 1995. α -Tomatine content in tomato and tomato products determined by HPLC with pulsed amperometric detection. *J. Agr. Food Chem.* 43 (6): 1507-1511.
- Fritz, V. A., V. L. Justen, A. M. Bode, T. Schuster, and M. Wang. 2010. Glucosinolate enhancement in cabbage induced by jasmonic acid application. *HortScience* 45 (8): 1188-1191.
- Funes-Collado, V. et al. 2013. Selenium uptake by edible plants from enriched peat. *Sci. Hort.* 164: 428-433.
- Fytianos, K. and P. Zarogiannis. 1999. Nitrate and nitrite accumulation in fresh vegetables from Greece. *Bul. Env. Contam. Tox.* 62 (2): 187-192.
- Gabr, S. M. 1999. The influence of nitrate: ammonium ratios and salinity stress on growth, chemical composition and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in nutrient solutions. *Alex. J. Agr. Res.* 44 (3): 251-262.
- Gajewski, M, et al. 2008. Quality characteristics of fresh plant sprouts and after their short-term storage. *Veg. Crops Res. Bul. (Warsaw)* 68: 155-166.
- Garcia, E. and D. M. Barrett. 2006. Assessing lycopene content in California processing tomatoes. *J. Food Proc. Preserv.* 30 (1): 56-70.
- Gebhardt, S. E. and R. G. Thomas. 2002. Nutritive value of foods. U. S. Dept. Agr., ARS, Nutrient Data Laboratory, Beltsville, Maryland. 86 p.

- Gent, M. P. N. 2014. Effect of daily light integral on composition of hydroponic lettuce. *HortScience*. 49 (2): 173-179.
- Giusti, M. M. et al. 1998. Anthocyanin pigment composition of red radish cultivars as potential food colorants. *J. Food Sci.* 63 (2): 219-224.
- Gokce, A. F., C. Kaya, S. Serce, and M. Ozgen. 2010. Effect of scale color on the antioxidant capacity of onions. *Sci. Hort.* 123 (4): 431-435.
- Goldman, I. L. 1996. Elevated antiplatelet activity induced by extracts from onion umbels. *HortScience* 31 (3): 874.
- Goulas, V. and G. A. Manganaris. 2011. The effect of postharvest ripening on strawberry bioactive composition and antioxidant potential. *J. Sci. Food Agric.* 91: 1907-1914.
- Goyer, A. and D. A. Navarre. 2009. Folate is higher in developmentally younger potato tubers. *J. Sci Food Agr.* 89 (4): 579-583.
- Grevsen, K. and K. Kaack. 1996. Quality attributes and morphological characteristics of spinach (*Spinacia oleracea* L.) cultivars for industrial processing. *J. Veg. Crop Prod.* 2 (2): 15-29.
- Grierson, D. and A. A. Kader. 1986. Fruit ripening and quality, pp. 241-280. In: J. G. Atherton and J. Rudich (eds.). *The tomato crop*. Chapman and Hall, London.
- Griffiths, D. W., H. Bain, and M. F. B. Dale. 1995. Photoinduced changes in the total chlorogenic acid content of potato (*Solanum tuberosum*) tubers. *J. Sci. Food Agr.* 68 (1): 105-110.

- Groenbaek, M. and H. L. Kristensen. 2014. Split dose fertilization with urea increases glucosinolate contents in white cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) under experimental pot conditions. *Sci. Hort.* 168: 64-72.
- Guha, J. and S.P. Sen. 1998. Physiology, biochemistry and chemical importance, pp. 97-119. In: N. M. Nayar and T. A. More (eds.). *Cucurbits*. Scince Publishers, Inc., Enfield, N H.
- Guillén, R. et al. 2008. Antioxidants from asparagus spears: phenolics. *Acta Hort.* No. 776: 247-254.
- Gray, D. and J. C. Hughes. 1978. Tuber quality, pp. 504-544. In: P. M. Harris. (ed.). *The potato crop*. Chapman and Hall, London.
- Gurung, T., Suchila Techawongstien, B. Suriharn, and Sungcom Techawongstien. 2011. Impact of environments on the accumulation of capsaicinoids in *Capsicum* spp. *HortScience* 46 (12): 1576-1581.
- Hallmann, E. and E. Rembialkowska. 2012. Characterization of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under organic acid and conventional growing systems. *J. Sci. Food Agr.* 92: 2409-2415.
- Hancock, J. F. 1999. *Strawberries*. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK. 237 p.
- Hansen, M., P. Moller, H. Sovensen, and M. C. de Trejo. 1995. Glucosinolates in broccoli stored under controlled atmosphere. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120 (6): 1069-1074.
- Hardenburg, E.V. 1949. *potato production*. Comstock. Pub. Co, Inc., Ithaca, N. Y.

- Harris, R. S. 1975. Effects of agricultural practices on foods of plant origin. In: R. S. Harris and E. Karmas (eds) "Nutritional Evaluation of Food Processing": pp. 33-57. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Harris, R. S. and E. Karmas (eds). 1975. Nutritional evaluation of food processing. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 670 p.
- Harrison, H. F., Jr. et al. 2008. Contents of caffeoylquinic acid compounds in the storage roots of sixteen sweetpotato genotypes and their potential biological activity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 133: 492-500.
- Harrow. B. and A. Mazur. 1966. (9th. ed.) Textbook of biochemistry. W. B. Saunders Co., Philadelphia. 648 p.
- Haynes, R. L. and C. M. Jones. 1975. Wilting and damage to cucumber by spotted and striped cucumber beetles. HortScience 10: 265.
- He, H., G. Fingerling, and W. H. Schnitzler. 2000. Glucosinolate contents and patterns in different organs of Chinese cabbage, Chinese kale (*Brassica alboglabra* Bailey) and choy sum (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *utilis* Tsen et Lee). Angewandte Botanik 74 (1/2): 21-25. c. a. Hort. Abstr. 70 (11): Abstr. 9580; 2000.
- Hemavathi et al. 2009. Over-expression of strawberry D-galacturonic acid reductase in potato leads to accumulation of vitamin C with enhanced abiotic stress tolerance. Plant Sci. 177 (6): 659-667.
- Hempel, J. and H. Bohm. 1996. Quality and quantity of prevailing flavonoid glycosides of yellow and green French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Agr. Food Chem. 44 (8): 2114-2116.

- Hidaka, K. et al. 2008. Production of high quality vegetable by applying low temperature stress to roots. *Acta Hort.* No. 801: 1431-1436.
- Hill, C. B., P. H. Williams, D. G. Carlson, and H. L. Tookey. 1987. Variation in glucosinolates in oriental vegetables. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112 (2): 309-313.
- Hirooka, M. and N. Sugiyama. 1992. Effect of growth rates on oxalate concentration in spinach leaves. (In Japanese with English summary). *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 61 (3): 575-579. c. a. *Hort. Abst.* 64 (10): 7843; 1994.
- Hlywka, J. J., G. R. Stephenson, M. K. Sears, and R. Y. Yada. 1994. Effects of insect damage on glycoalkaloid content in potatoes (*Solanum tuberosum*). *J. Agr. Food Chem.* 42 (11): 2545-2550.
- Horbowicz, M. and K. Grudzien. 1995. Effect of some factors on vitamin E content in capsicum fruits (In Polish with English summary). *Biuletyn Warzywniczy* 43:75-92.
- Horbowicz, M., R. Kosson, A. Grzesiuk, and H. Debski. 2008. Anthocyanins of fruits and vegetables – their occurrence, analysis and role in human nutrition. *Veg. Crops Res. Bul. (Warsaw)* 68: 5-22.
- Horie, H., H. Ito, K. Ippoushi, K. Azuma, Y. Sakata, and I. Igarashi. 2007. Cucurbitacin C - bitter principle in cucumber plants. *JARQ* 41 (1): 65-68.
- Horton, D. and R. L. Sawyer. 1985. The potato as a world food crop, with special reference to developing areas, pp. 1-34. In: P. H. Li (ed.). *Potato Physiology*. Academic Pr., N. Y.

- Hosseini, H. and A. H. Khoshgoftamanesh. 2013. The effect of foliar application of nickel in the mineral form and urea-Ni complex on fresh weight and nitrogen metabolism of lettuce. *Sci. Hort.* 164: 178-182.
- Howard, L. R., R. T. Smith, A. B. Wagner, B. Villalon, and E. E. Burns. 1994. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum*) and processed jalapenos. *J. Food Sci.* 59 (2): 362-365.
- Howard, L. R., N. Pandjaitan, T. Morelock, and M. I. Gil. 2010. Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and growing season. *J. Agr. Food Chem.* 58 (12): 7329-7334.
- Huang, A. S., L. Tanudjaja, and D. Lum. 1999. Content of alpha-, beta-carotene, and dietary fiber in 18 sweetpotato varieties grown in Hawaii. *J. Food Comp. Analysis* 12 (2): 147-151.
- Huang, X. F., Y.Y. Lin, and L. Y. Kong. 2008. Steroids from the roots of *Asparagus officinalis* and their cytotoxic activity. *J. Integrative Plant Biol.* 50 (6): 717-722.
- Huang, C., Z. Wang, S. Li, S. S. Malhi. 2010. Nitrate in leaf petiole and blade of spinach cultivars and its relation to biomass and water in plants. *J. Plant Nutr.* 33 (8): 1112-1123.
- Idouraine, A., E. A. Kohlhepp, C. W. Weber, W. A. Warid, and J. J. Martinez-Tellez. 1996. Nutrient constituents from eight lines of naked seed squash (*Cucurbita pepo* L.). *J. Agr. Food Chem.* 44 (3): 721-724.

- Igbasan, F. A., W. Guenter, T. D. Warkentin, and D. W. McAndrew. 1996. Protein quality of peas as influenced by location, nitrogen application and seed inoculation. *Plant Food for Human Nutrition* 49 (2): 93-105.
- Ilahy, R. et al. 2011. Photochemical composition and antioxidant activity of high-lycopene tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars grown in southern Italy. *Sci. Hort.* 127: 255-261.
- Inoue, K. S. Takayama, and H. Yokota. 1995. Production of calcium-enriched lettuce (*Lactuca sativa* L.) using a soaking method. (In Japanese with English summary). *Jap. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 66(4): 381-387. c.a. Hort. Abstr. 66: 4997; 1996.
- Inoue, K., Y. Umegaki, S. Kondo, K. Sanada, and H. Yokota. 1997. Production of iron-enriched leaf vegetables by soaking roots in ammonium ferric citrate solution: pH and iron concentration on the foliar iron content. (In Japanese with English summary). *Environment Control in Biology* 35 (1): 55-62. c.a. Hort. Abstr. 67: Abstr. 10399; 1997.
- Inoue, D., N. Oyama, S. Kondo, Y. Hayata, and H. Yokota. 1998. Production of ascorbic acid enriched vegetables: Absorption of an L-ascorbic acid solution and the effect of storage Temperature on the foliar exogenous ascorbic acid content. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 73 (5): 681-686.
- Islam, M. S. et al. 2003. Effect of artificial shading and temperature on radical scavenging activity and polyphenolic composition in sweet

- potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128 (2): 182-187.
- Jensen, M. A. K., K. Hectors, N. M. O'Brien, Y. Guisez, and G. Potters. 2008. Plant stress and human health: do human consumers benefit from UV-B acclimated crops?. Plant Sci. 175 (4): 449-458.
- Ju, H. Y., B. B. Bible, and C. Chong. 1980. Variation of thiocyanate content in cauliflower and broccoli cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 187-189.
- Kader, A. A., P. Perkins-Veazie, and G. E. Lester. 2007. Nutritional quality of fruits, nuts, and vegetables and their importance in human health. In: ARC, USDA, Agr. Handbook 66. The Internet.
- Kaminishi, A, and N. Kita. 2006. Seasonal change of nitrate and oxalate concentration in relation to the growth rate of spinach cultivars. HortScience 41 (7): 1589-1595.
- Kano, Y. and H. Goto. 2003. Relationship between the occurrence of bitter fruit in cucumber (*Cucumis sativus* L.) and the contents of total nitrogen, amino acid nitrogen, protein and HMG-CoA reductase activity. Sci. Hort. 98: 1-8.
- Karjalainen, R. et al. 2002. Benzothiadiazole and glycine betaine treatments enhance phenolic compound production in strawberry. Acta Hort No. 567 (vol.1): 353-356.
- Kay, D. E. 1973. Root crops. The Tropical Products Institute, London. 245 p.
- Kays, S. J. and Y. Wang. 2000. Thermally induced flavor compounds. HortScience 35 (6): 1002-1012.

- Keane, K. W. 1972. Mineral nutrition in humans. *HortScience* 7: 145-147.
- Kehr, A. E. 1973. Naturally-occurring toxicants and nutritive value in food crops: The challenge to plant breeders. *HortScience* 8: 4-5.
- Kelley, J. F. 1972. Horticultural crops as sources of proteins and amino acids. *HortScience* 7: 149-151.
- Keutgen, A. J. and E. Pawelzik. 2007. Modifications of strawberry fruit antioxidant pools and fruit quality under NaCl stress. *J. Agr. Food Chem.* 55 (10): 4066-4072.
- Keyhaninejad, N., R. D. Richins, and M. A. O'Connell. 2012. Carotenoid content in field-grown versus greenhouse-grown peppers: different responses in leaf and fruit. *HortScience* 47 (7): 852-855.
- Khan, J. et al. 1996. Lipid contents of melon on (*Cucumis melo* L.) seed. *Sarhad J. Agr.* 12 (2): 157-164.
- Kingsbury, J. M. 1963. Common poisonous plants. N. Y. State College of Agriculture, Cornell Ext. Bul. No. 538. 32 p.
- Klein, B. P. and A. C. Kurilich. 2000. Processing effects on dietary antioxidants from plant foods. *HortScience* 35 (4): 580-584.
- Koivu, T., V. Pironen, and P. Mattila. 1999. Vegetables as sources of vitamin K in Finland, pp. 300-302. In: M. Hagg et al. (eds.). *Agai-food quality II: quality management of fruits and vegetables - from field to table*. Royal Soc. Chem., Cambridge, UK. c.a. *Hort. Abst.* 69 (10): Abst. 8342;1999.

- Konstantopoulou, E. et al. 2010. Nutritional quality of greenhouse lettuce at harvest and after storage in relation to N application and cultivation season. *Sci. Hort.* 125 (2): 93. e1-93.e5.
- Kopsell, D. A., D. E. Kopsell, M. G. Lefsrud, J. Curran-Celentano, and L.E. Dukach. 2004. Variation in leutein, β -carotene, and chlorophyll concentrations among *Brassica oleracea* cultigens and seasons. *HortScience* 39 (2): 361-364.
- Kopsell, D. A. et al. 2010. characterization of nutritionally important carotenoids in bunching onion. *HortScience* 45: 463-465.
- Koyama, R., H. Itoh, S. Kimura, A. Morioka, and Y. Uno. 2012. Augmentation of antioxidant constituents by drought stress to roots in leafy vegetable. *HortScience* 22 (1): 121-125.
- Kragt, M. N. 1987. Industry concerns with regard to naturally occurring toxins. *Acta Hort.* 207: 63-70.
- Ku, K. M. and J. A. Juvik. 2013. Environmental stress and methyl jasmonate-mediated changes in flavonoid concentrations and antioxidant activity in broccoli florets and kale leaf tissues. *HortScience* 48 (8): 996-1002.
- Kumar, S., T. R. Sharma, S. Kumar, and A. K. Goswami. 1991. Comparison of protein in six strains of *Agaricus bisporus*. *Plant Physiology & Biochemistry* (New Delhi) 18 (2): 71-74. c. a. Hort. Abstr. 64 (1): 470; 1994.
- Kushad, M. M., J. Masiunos, M. A. L. Smith, W. Kalt, and K. Eastman. 2003. Health promoting phytochemicals in vegetables. *Hort. Rew.* 28: 125-185.

- Kushman, L. J. and D. T. Pope. 1968. Procedure for determining intercellular space of roots and specific gravity of sweetpotato root tissue. *HortScience* 3: 44-45.
- Kushman, L. J., D. T. Pope, and J. A. Warren. 1968. A rapid method of estimating dry matter content of sweetpotatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92: 814-822.
- Kyung, K. H., H. P. Fleming, C. T. Young, and C. A. Haney. 1995. 1-Cyano-2,3-epithiopropene as the primary sinigrin hydrolysis product of fresh cabbage. *J. Food Sci.* 60 (1): 157-159.
- Lafta, A. A. and J. H. Lorenzen. 2000. Influence of high temperature and reduced irradiance on glycoalkaloid levels in potato leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125 (5): 563-566.
- Lamont, W. J., Jr. 1999. Okra - a versatile vegetable crop. *HortTechnology* 9 (2): 179-184.
- Lee, S. K. and A. A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20: 207-220.
- Lee, C. W. and J. Janic. 1978. inheritance of seedling bitterness in *Cucumis melo*. *HortScience* 13:193-194.
- Lee, G.P. and K. W. Park. 1998. Effect of selenium concentration in the nutrit solution on the growth and internal quality of endive. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 39 (4): 391-396. c. a. *Hort. Abstr.* 69: 336; 1999.
- Lei, C. et al. 2014. Sodium selenite regulates phenolics accumulation and tuber development of purple potatoes. *Sci. Hort.* 165: 142-147.

- Leroy, G., J. F. Grongnet, S. Mabeau, D. le Corre, and C. Baty-Julien. 2010. Changes in inulin and soluble sugar concentration in artichokes (*Cynara scolymus* L.) during storage. *J. Sci. Food Agr.* 90 (7): 1203-1209.
- Levander, O. A. 1990. Fruit and vegetable contributions to dietary mineral intake in human health and disease. *HortScience* 25 (12): 1486-1488.
- Levy, A. et al. 1995. Carotenoid pigments and β -carotene in paprika fruits (*Capsicum* spp.) with different genotypes. *J. Agr. Food Chem.* 43 (2): 362-366.
- Lewthwaite, S. L., K. H. Sutton, and C. M. Triggs. 1997. Free sugar composition of sweet potato cultivars after storage. *N. Z. J. Crop Hort. Sci.* 2: 33-41.
- Liener, I. E. 1973. Naturally occurring toxicants of horticultural significance. *HortScience* 8: 112-116.
- Lin, X. Y. et al. 2014. Short-term alteration of nitrogen supply prior to harvest affects quality in hydroponic-cultivated spinach (*Spinacia oleracea*). *J. Sci. Food Agr.* 94: (5): 1020-1025.
- Lintas, C. 1992. Nutritional aspects of fruit and vegetable consumption. *Options Méditerranéennes, Sér. A No. 19: 79-87. The Internet.*
- Lipton, W. J. 1990. Postharvest biology of fresh asparagus. *Hort. Rev.* 12: 69-155.
- Lizarazo, K., B. Fernández-Marin, J. M. Becerril, and J. I. Garcia-Plazaola. 2010. Ageing and irradiance enhance vitamin E content in

- green edible tissues from crop plants. J. Sci. Food Agr. 90 (12): 1994-1999.
- Lombardo, S., G. Pandino, and G. Mauromicale. 2014. The mineral profile in organically and conventionally grown "early" crop potato tubers. Sci. Hort. 167: 169-173.
- Love, S. L., T. J. Herrman, A. Thompson-Johns, and T. P. Baker. 1994. Effect and interaction of crop management factors on the glycoalkaloid concentration of potato tubers. Potato Res. 37 (1): 77-85.
- Luh, B. S. and J. G. Woodroof. 1975. Commercial vegetable processing. The Avi Pub. Co., Inc., Westport Connecticut. 755 p.
- Ma, K., X. P. Zhang, and M. Wang. 1990. Nutrients in seeds of edible watermelon (*Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum. and Nakai). Cucurbit Genetics Cooperative Report 13: 43-44.
- Mabeau, S. et al. 2007. Antioxidant activity of artichoke extracts and by-products. Acta Hort. No. 730: 491-496.
- MacGreoger, J. J. 1987. Naturally occurring toxicants in horticultural crops. Acta Hort. No. 207: 9-19.
- Maggio, A., S. de Pascalo, R. Paradisco, and G. Barbieri. 2013. Quality and nutritional value of vegetables from organic and conventional farming. Sci. Hort. 164: 532-539.
- Magnani, G. and N. Oggiano. 1997. Reducing the level of nitrates in hydroponic lettuce. (In Italian with English summary). Colture Protette 26(1): 57-61. Hort. Abst. 67 (7): 5852; 1997.

- Mahmoud, A. L. E. and M. H. Abd-Allah. 1994. Natural occurrence of mycotxins in broad bean (*Vicia faba* L.) seeds and their effect on *Rhizobium*-legume symbiosis. *Soil Biology & Biochemistry* 26 (8): 1081-1085. (c. a. Rev. Plant Pathol. 1995, 74: 305).
- Manning, K. 1985. Food value and chemical composition, pp. 221-230. In: P. B. Flegg, D. M. Spencer, and D. A. Wood (eds.). *The biology and technology of the cultivated mushroom*. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
- Marks, H. S., J. A. Hilson, H. C. Leichtweis, and G. S. Stoewsand. 1992. S-Methylcysteine sulfoxide in *Brassica* vegetables and formation of methanethiosulfinate from Brussels sprouts. *J. Agr. Food Chem.* 40 (11): 2098-2101.
- Marin, A., J. S. Rubio, V. Martinez, and M. Gil. 2009. Antioxidant compounds in green and red peppers as affected by irrigation frequency, salinity and nutrient solution composition. *J. Sci. Food Agr.* 89 (8): 1352-1359.
- Martinetti, L. 1995. Nitrate and nitrite accumulation in spinach in relation to nitrogen fertilization (In Italian with English summary). *Italus Hortus* 2 (5/6): 17-22. c. a. Hort. Abst. 67 (5): 3959; 1997.
- Mass, J. L., G. L. Galletta, and G. D. Stoner. 1991. Ellagic acid, an anticarcinogen in fruits, especially in strawberries: a review. *HortScience* 26 (1): 10-14.
- Mass, J. L., S. W. Wang, and G. L. Galletta. 1996. Health enhancing properties of strawberry fruit, pp. 11-18. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). *Proceedings of the IV North American Strawberry Conference*. University of Florida, Gainesville.

- Masuda, M. and M. Momura. 1997. Enhancement of spinach growth as affected by the addition of sodium chloride to the nutrient solution under artificial light condition. (In Japanese with English summary). J. Soc. High Tech. Agr. 9 (1): 29-35. c. a. Hort. Abst. 68 (4): 3061; 1998.
- Maynard, D. N. and A. V. Barker. 1974. Nitrate accumulation in spinach as influenced by leaf type. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 135-138.
- Maynard, D. N., A. V. Barker, P. L. Minotti and N. H. Peck. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron. 28: 71-118.
- Maynard, D. N., A. V. Barker, P. L. Minotti, and N. H. Peck. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. Adv. Agron. 28: 71-118.
- McCall, D. and J. Willumsen. 1998. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soil-grown lettuce. J. Hort. Sci. Biotechnol. 73 (5): 698-703.
- McCall, D. and J. Willumsen. 1999. Effects of nitrogen availability and supplementary light on the nitrate content of soil-grown lettuce. J. Hort. Sci. Biotechnol. 74 (4): 458-463.
- Meagy, M. J., T. E. Eaton, and A. V. Barker. 2013. Nutrient density in lettuce cultivars grown with organic or conventional fertilization with elevated calcium concentrations. HortScience 48 (12): 1502-1507.
- Menelaou, E., A. Kachatryan, J. N. Losso, M. Cavalier, and D. La Bonte. 2006. Lutein content in sweetpotato leaves. HortScience 41 (5): 1269-1271.

- Mills, H. A. and J. B. Jones, Jr. 1979. Nutrient deficiencies and toxicities in plants: Nitrogen. *J. Plant Nutrition* 1: 101-122.
- Mills, H. A., A. V. Barker, and D. N. Maynard. 1976. Effects of nitrapylin nitrate accumulation in spinach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101: 202-204.
- Mills, J. P., P. W. Simon, and S. A. Tanumihardjo. 2007. β -carotene from red carrot maintains vitamin A status, but lycopene bioavailability is lower relative to tomato paste in Mongolian Gerbils. *J. Plant Nutr.* 137: 1395-1400.
- Mitchell, A. E., Y. J. Hong, E. Koh, D. M. Barrett, D. E. Bryant, R. F. Denison, and S. Kaffka. 2007. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. *J. Agric. Food Chem.* 55: 6154-6159.
- Moglia, A. et al. 2008. Stress-induced biotynthesis of dicaffeoylquinic acids in globe artichoke. *J. Agr. Food Chem.* 56 (18): 6841-8649.
- Mondy, N. I., S. Chandra, and C. B. Munchi. 1993. Zinc fertilization increases ascorbic acid and mineral contents of potato. *J. Food Sci.* 58 (6): 1375-1377.
- Moreno-Rojas, R., M. A. Amaro-Lopez, and G. Zurera-Cosano. 1992. Mineral elements distribution in fresh asparagus. *Journal of Food Composition and Analysis* 5 (2): 168-171.
- Martley, D. G. et al. 2012. Influence of harvest intervals on growth responses and fatty acid content of purslane (*Portulaca oleracea*). *HortScience* 47 (3): 437-439.

- Munger, H. M. 1963. Report to the government of the United Arab Republic on vegetable improvement and seed production. Food and Agriculture Organization of the United Nations Report No. 1781.
- Munger, H. M. 1982. The potential of vegetables for meeting food needs in Egypt. Seminar in Egypt-U. C., Davis-U. S. A. I. D. Project, Giza: 4 November 1982.
- Murray, D. R. 1991. Breeding plants for the twenty-first century, pp. 1-22. In: D. R. Murray (ed.). Advanced methods in plant breeding and biotechnology. CAB International, Wallingford, UK.
- Mullin, W. J., P. Y. Jui, L. Nadeau, and T. G. Smyrl. 1991. The vitamin C content of seven cultivars of potatoes grown across Canada. Canad. Inst. Food Sci. Tech. J. 24 (3/4): 169-171.
- Nakamoto, H., M. Kuroshima, and K. Shiozawa. 1998. Effects of shading, temperature, watering, application of manure on the oxalate, nitrate, vitamin C contents of spinach. (In Japanese). Bul. Hokkaido Prefectural. Agr. Exp. Sta. No. 75: 25-30. c. a. Hort. Abst. 69 (5): 4011; 1999.
- NAS, National Academy of Sciences, Advisory Committee on Technology Innovation. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, D. C. 331 p.
- Nearman, S. 2008. Medical uses for hot chile peppers. Uncle Steve's HOT Stuff «[http:// ushotstuff.com/medical.htm](http://ushotstuff.com/medical.htm)».
- Neely, H. L., R. T. Koenig, C. A. Miles, T. C. Koenig, and M. G. Karlsson. 2010. Diurnal fluctuation in tissue nitrate concentration of field-grown leafy greens at two latitudes. HortScience 45: 1815-1818.

- Nelson, P. E. 1972. Processing effects on the nutritional components of horticultural crops. *HortScience* 7: 151-153.
- Nesser, C., N. Savidov, and D. Driedger. 2009. Production of hydroponically grown calcium fortified lettuce. *Acta Hort.* No. 744: 317-322.
- Nielsen, S. S., C. I. Osuala, and W. E. Brandt. 1994. Early leaf harvest reduces yield but not protein concentration of cowpea seeds. *HortScience* 29 (6): 631-632.
- Nieuwhof, M. 1994. Effects of temperature and light on nitrate content of radish (*Raphanus sativus* L.). *Gartenbauteissenschaft* 59 (5): 220-224.
- Nigg, H. N., J. Q. Strandber, R. C. Beier, H. D. Petersen, and J. M. Harrison. 1997. Furanocoumarins in Florida celery varieties by fungicide treatment. *J. Agr. Food Chem.* 45 (4): 1430-1436.
- Oh, M. M. and C. B. Rajashekar. 2009. Antioxidant content of edible sprouts: effects of environmental shocks. *J. Sci. food Agr.* 89: 2221-2227.
- O'Hare, T. J., L. S. Wong, L. E. Force, and D. E. Irving. 2007. Glucosinolate composition and anti-cancer potential of seed-sprouts from horticultural members of the brassicaceae. *Acta Hort.* No. 744.
- Olday, F. C., A. V. Barker, and D. N. Maynard. 1976. A physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in two spinach cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101: 217-219.

- Olsson, M. E. et al. 2007. Extracts from organically and conventionally cultivated strawberries inhibit cancer cell proliferation in vitro Acta Hort. No. 744: 189-194.
- Ombódi, A. et al. 2013. Nutritive constituents of onion grown from sets as affected by water supply. HortScience 48 (12): 1549-1547.
- Onwueme, I. C. 1978. The tropical tuber crops. John Wiley & Sons, N. Y. 234 p.
- Ordóñez-Santos, L. E. et al. 2009. Comparison of physiochemical, microscopic and sensory characteristics of ecologically and conventionally grown crops of two cultivars of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Sci. Food Agric. 89 (5): 743-749.
- Ota, K. and A. Kagawa. 1996. Effect of nitrogen nutrients on the oxalate content in spinach plants. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 65 (2): 327-332. c. a. Hort. Abstr. 67 (1): 301; 1997.
- Oyama, H., Y. Shinohara, and T. Ito. 1999. Effect of air temperature and light intensity on β -carotene concentration in Spinach and lettuce. (In Japanese with English summary). Jap. Soc. Hort. Sci. 68 (2): 414-420. c. a. Hort. Abstr. 69: 4898; 1999.
- Oyama, H., Y. Shinohara, and T. Ito. 2000. Seasonal and diurnal changes in β -carotene concentration in spinach plant grown hydroponically. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 69 (4): 477-482. c. a. Hort. Abstr. 71 (1): 620; 2001.
- Pacanoski, Z. 2009. The myth of organic agriculture. Plant Prot. Sci. 45 (2): 39-48.

- Padda, M. S. and D. H. Picha. 2007. Antioxidant activity and phenolic composition in 'Beauregard' sweetpotato are affected by root size and leaf age. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 132 (4): 447-451.
- Palaniswamy, U. R., R. J. McAvoy, and B. B. Bible. 2000. Omega-3-fatty acid concentration in *Portulaca oleracea* is altered by nitrogen source in hydroponic solution. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125 (2): 190-194.
- Palaniswamy, U. R., B. B. Bible, and R. J. McAvoy. 2002. Effect of nitrate: ammonium nitrogen ratio on oxalate levels of purslane, pp. 453-455. In: J. Janic and A. Whipkey (eds.). *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Pandjaitan, N., L. R. Howard, T. Morelock, and M. I. Gil. 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and maturation. *J. Agr. Food Chem.* 55 (16): 6475-6481.
- Pandey, N., B. Gupta, and G. C. Pathak. 2013. Enhanced yield and nutritional enrichment of seeds of *Pisum sativum* L. through foliar application of zinc. *Sci. Hort.* 164: 474-483.
- Parameswaran, M. 1994. Jerusalem artichoke. Turning an unloved vegetable into an industrial crop. *Food Australia* 46 (10): 473-475.
- Parks, S. E., D. E. Irving, and P. J. Milham. 2012. A critical evaluation of on-farm rapid tests for measuring nitrate in leafy vegetables. *Sci. Hort.* 134: 1-6.
- Pascale, S. de, A. Maggio, V. Fogliano, P. Ambrosino, and A. Ritienia. 2001. Irrigation with saline water improves caroteneoids content and antioxidant activity of tomato. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 76 (4): 447-453.

- Patil, B. S. and L. M. Pike. 1995. Distribution of quercetin content in different rings of various coloured onion (*Allium cepa* L.) cultivars. J. Hort. Sci. 70 (4): 643-650.
- Patil, B. S., L. M. Pike, and K. S. Yoo. 1995a. Variation in the quercetin content in different colored onions (*Allium cepa* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci 120 (6): 909-913.
- Patil, B. S., L. M. Pike, and B. K. Hamilton. 1995b. changes in quercetin concentration in onion (*Allium cepa* L.) owing to location, growth stage and soil type. New Phytologist 130 (3): 349-355.
- Pavlou, G. C., C. D. Ehaliotis, and V. A. Kavvadias. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. Sci. Hort. 111 (4): 319-325.
- Peirce, L. C. 1987. Vegetables: characteristics, production and marketing. John Wiley and Sons, N. Y. 433 p.
- Pék, Z., P. Szuvandzsiev, A. Nemenyi, and L. Helyes. 2011. The effect of natural light on changes in antioxidant content and color parameters of vine-ripened tomato (*Solanum lycopersicon* L.) fruits. HortScience 46: 583-585.
- Pel, E. and H. Schuttelkopf. 1995. The uptake of iodine by garlic. (In german with English summary). Deutsche Lebensmittel-Rundschau 91 (1): 8-13. c. a. Hort. Abst. 65: Abst. 6936; 1995.
- Percival, G. C. 1999. The influence of light upon glycoalkaloid and chlorophyll accumulation in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). Plant Sci. (Limerick) 145 (2): 99-107.

- Percival, G. and G. R. Dixon. 1996. Glycoalkaloid concentration in aerial tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.). J. Sci. Food Agr. 70 (4): 439-448.
- Percival, G. C., J. A. C. Harrison, and G. R. Dixon. 1993. The influence of temperature on light enhanced glycoalkaloid syntheies in potato. Ann. Appl. Biol. 123 (1): 141-153.
- Percival, G. C., G. R. Dixon, and A. Sword. 1996. Glycoalkaloid concentration of potato tubers following exposure to daylight. J. Sci. Food Agr. 71 (1): 59-63.
- Pérez-López, A. et al. 2007. Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. J. Sci. Food Agr. 87 (11): 2075-2080.
- Periago, M. J. et al. 1996. *In vitro* estimation of protein and mineral availability in green peas as affected by antinutritive factors and maturity. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 29 (5/6): 481-488. c. a. Hort. Abst. 67: Abst. 5722; 1997.
- Peters, A. M. and A. van Amerongen. 1998. Relationship between levels of sesquiterpene lactones in chicory and sensory evaluation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 (2): 326-329.
- Pezzarossa, B., I. Rosellini, E. Borghesi, P. Tonutti, and F. Malorgio. 2014. Effects of Se-enrichment on yield, fruit composition and ripening of tomato (*Solanum lycopersicum*) plants grown in hydroponics. Sci. Hort. 165: 106-110.
- Picha, D. H. 1985. Crude protein, minerals, and total carotenoids in sweet potatoes. J. Food Sci. 50 (6): 1768-1789.

- Picha, D. H. 1986a. Carbohydrate changes in sweet potatoes during curing and storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 (6): 89-92.
- Picha, D. H. 1986b. Influence of storage duration and temperature on sweet potato sugar content and chip color. J. Food Sci. 51 (1): 239-240.
- Piper, J. R. and D. M. Barrett. 2009. Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. J. Sci. Food Agric. 89 (2): 177-194.
- Piyakina, G. A. and T. S. Yunusov. 1995. General characteristics of the proteins of tomato seed flour and tomato skin flower. Chemistry of Natural Compounds 31 (4): 495-499.
- Poggi, V., P. G. Pifferi, A. Bordoni, and P. Biagi. 1999. Plant foods with selenium: the potato (In Italian with English summary). Industrie Alimentari 38 (385): 1107-1112. c. a. Field Crop Abst. 53: Abst. 4103; 2000.
- Poulsen, N., A. S. Johansen, and J. N. Sorensen. 1995. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce. 4. Quality changes during storage. Plant Foods for Human Nutrition 47 (2): 157-162.
- Price, K. R. and M. J. C. Rhodes. 1997. Analysis of the major flavonol glycosides present in four varieties of onion (*Allium cepa*) and changes in composition resulting from autolysis. J. Sci. Food Agr. 74 (3): 331-339.

- Prior, R. L. and G. Cao. 2000. Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: diet and health implications. *HortScience* 35 (4): 588-592.
- Proietti, S. et al. 2004. The effect of growing spinach (*Spinacia oleracea* L.) at two light intensities on the amounts of oxalate, ascorbate, and nitrate in their leaves. *J. Hort Sci. Biotechnol.* 79 (4): 606-609.
- Purcell, A. E., D. T. Pope, and W. M. Walter, Jr. 1976. Effect of length of growing season on protein content of sweet potato cultivars. *HortScience* 11: 31.
- Pursglove, J. W. 1974. Tropical crops: dicotyledons. The English Language Book Society, London. 719 p.
- Quintana, J. M., H. C. Harrison, J. Nienhuis, J. P. Palta, and K. Kmiecik. 1999. Differences in pod calcium concentration for eight snap bean and dry bean cultivars. *HortScience* 34 (5): 932-934.
- Randle, W. M. and M. L. Bussard. 1993. Pungency and sugars of short-day onions as affected by sulfur nutrition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118 (6): 766-770.
- Rangavajhyala, N., V. M. Ghorpade, and S. S. Kadam. 1998. Broccoli, pp. 337-357. In: D. K. Salunkhe and S. S. Kadam (eds). *Handbook of vegetable science and technology*. Marcel Dekker, Inc., N. Y.
- Rao, K. S., R. Dominic, Kirpal Singh, C. Kaluwin, D. E. Rivett, and G. P. Jones. 1990. Lipid, fatty acid, amino acid, and mineral compositions of five edible plant leaves. *J. Agric. Food Chem.* 38: 2137-2139.

- Redovnikovic, I. R. et al. 2012. Influence of potassium fertilization on the levels of phenolic compounds in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves. J. Hort. Sci. Biotechnol. 87 (1): 47-51.
- Regan, W. S., V. N. Lambeth, J. R. Brown, and D. G. Blevins. 1968. Fertilization interrelationships on yield, nitrate and oxalic acid content of spinach. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 485-492.
- Reinink, K. and R. Groenwold. 1987. The inheritance of nitrate content in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Euphytica 36: 733-744.
- Reinink, K., M. van Nes, and R. Groenwold. 1994. Genetic variation for nitrate content between cultivars of endive (*Cichorium endiviae* L.). Euphytica 75: 41-48.
- Rick, C. M. 1978. The tomato. Sci. Amer. 239 (2): 76-87.
- Rickman, J. C., D. M. Barrett, and C. M. Bruhn. 2007a. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds. J. Sci. Food Agri. 87: 930-944.
- Rickman, J. C., C. M. Bruhn, and D. M. Barrett. 2007b. Nutritional comparison of vegetables. II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. J. Sci. Food Agr. 87: 1185-1196.
- Rizk, A. M., S. I. Ismail, S. A. Azzam, and G. Wood. 1992. Constituents of green beans *Phaseolus vulgaris* (Lipids and flavonoids). Qatar University Science Journal 12: 69-72. c. a. Field Crop Abst. 47 (12): 8016; 1994.
- Robertson, L. S. and R. D. Frazier (ed.). 1978. Dry bean production: principles & practices. Mich. State Univ. Agr. Sta. Bul. E-1251. 225 p.

- Robinson, R. W. and D. S. Decker-Walters. 1997. Cucurbits. CAB. International, Wallingford, UK.
- Rosa, E. A. S. 1997a. Glucosinolates from flower buds of Portuguese *Brassica* crops. *Phytochemistry* 44 (8): 1415-1417.
- Rosa, E. A. S. 1997b. Daily variation in glucosinolate concentrations in the leaves and roots of cabbage seedlings in two constant temperature regimes. *J. Sci. Food Agr.* 73 (3): 364-368.
- Rosa, E. A. S., R. K. Heaney, C. A. M. Portas, and G. R. Fenwick. 1996. Changes in glucosinolate concentrations in *Brassica* crops (*B. oleracea* and *B. napus*) throughout growing seasons. *J. Sci. Food Agr.* 71 (2): 237-244.
- Rouchaud, J. et al. 1986. Quality of potatoes treated with selected insecticides and potato-haulm killers. *J. Hort. Sci.* 61:239-242.
- Rouphael, Y., M. Cardarelli, L. Lucini, E. Rea, and G. Colla 2012. Nutrient solution concentration affects growth, mineral composition, phenolic acid, and flavonoids in leaves of artichoke and cardoon. *HortScience* 47 (10): 1424-1429.
- Rubatzky, V. E. and M. Yamaguchi. 1999. World vegetables: principles, production, and nutritive values (2nd ed.). Aspen Pub., Inc., Gaithersburg, Maryland, USA. 843 p.
- Rubatzky, V. E., C. F. Quiros, and P. W. Somon. 1999. Carrots and related vegetable umbelliferae. CABI Pub., Wallingford, UK. 294 p.
- Ryder, E. J. 1979. Leafy salad vegetables. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 66 p.

- Ryder, E. J. 1986. Lettuce breeding, pp. 433-474. In: M. J. Bassett (ed.). Breeding vegetable crops. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Ryder, E. J. 1999. Lettuce, endive, and chicory. CABI Pub., UK. 208 p.
- Sachs, R. M. et al. 1981. Fuel alcohol from Jerusalem artichoke. Calif. Agr. 35 (9/10): 4-6.
- Salandanan, K. et al. 2009. Comparative analysis of antioxidant properties and fruit quality attributes of organically and conventionally grown melons (*Cucumis melo* L.). HortScience 44: 1825-1832.
- Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 208 p.
- Salunkhe, D. K. and S. S. Kadam (eds.). 1998. Handbook of vegetable science and technology. Marcel Dekker, Inc., N. Y. 721 p.
- Salunkhe, D. K., S. S. Kadam and J. K. Chavan. 1985. Postharvest biotechnology of food legumes. CRC Pr., Inc., Boca Raton, Florida. 160 p.
- Salandanan, K. et al. 2009. Comparative analysis of antioxidant properties and fruit quality attributes of organically and conventionally grown melons (*Cucumis melo* L.). HortScience 44: 1825-1832.
- Sankat, C. K., V. Maharaj, and B. Lauckner. 1995. The effect of temperature and packaging on the storage of dasheen (*Colocasia esculenta*) leaves. ASEAN Food J. 10 (1): 3-9.

- Santamaria, P. and A. Elia. 1977. Producing nitrate-free endive heads: effect of nitrogen form on growth, yield, and ion composition of endive. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122 (1): 140-145.
- Santamaria, P., A. Elia, and M. Gonnella. 1997a. NH_4^+ : NO_3^- ratio changes, withdrawal of N before the harvest and reduction of nitrate leaf content in endive, pp. 417-435. In: Proceedings of the 9th International congress on soilless culture. International Society for Soilles Culture, Wageningen, Netherlands.
- Santamaria, P., A. Elia, M. Gonnella, and F. Serio. 1997b. Effects of two N levels and two NH_4^+ : NO_3^- ratios on endive (*Cichorium endivia* L. var. *crispum*, Hegl). I. Growth, yield and water use. Advances in Horticultural Science 11 (1): 41-46.
- Santamaria, P., A. Elia, and M. Gonnella. 1997c. Changes in nitrate accumulation and growth of endive plants during light period as affected by nitrogen level and form. J. Plant Nutr. 20 (10): 1255-1266.
- Santamaria, P., A. Elia, F. Serio, and F. Todaro. 1999. A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. J. Sci. Food Agr. 79 (13): 1882-1888.
- Santamaria, P. A. Elia, F. Serio, M. Gonnella, and A. Parente. 1999. Comparion between nitrate and ammonium nutrition in fennel, celery, and Swiss chrd. J. Plant Nutr. 22 (7): 1091-1106.
- Schonbeck, M. W., R. Rivera, J. O'Brein, S. Ebinger, and R. E. Degregorio. 1991. Variety selection and cultural methods for lowering nitrate levels in winter greenhouse lettuce and endivie. J. Sustainable Agr. 2: 49-75.

- Scrimshaw, N. S. and V. R. Young. 1976. The requirements of human nutrition. In Scientific American "Food and Agriculture": pp. 27-40. W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- Serio, F., L. Leo, A. Parente, and P. SantaMarmaria. 2007. Potassium nutrition increases lycopene content of tomato fruit. J. Hort. Sci. Biotechnol. 82 (6): 941-945.
- Sessa, R. A., M. H. Bennett, M. J. Lewis, J. W. Mansfield, and M. H. Beale. 2000. Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from *Lactuca* species. Major latex components are novel oxalate and sulfate conjugates of lactucin and its derivatives. J. Biol. Chem. 275 (35): 26877-26884.
- Shabana, M. M., M. A. Abd El-Fattah, and S. A. Shehata. 1987. The effects of storage on solanine concentration in the potato tubers. Egypt. J. Hort. 14: 137-142.
- Sharaf-Eldin, M. A., W. H. Schnitzler, G. Nitz, and I. I. El-Oksh. 2007. The effect of gibberellic acid (GA₃) on some phenolic substances in globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* (L.) Fiori). Sci. Hort. 111 (4): 326-329.
- Sharma, S. K. and M. le Maguer. 1996. Lycopene in tomatoes and tomato pulp fractions. Italian J. Food Sci. 8 (2): 107-113.
- Simon, P. W. 1990. Carrots and other horticultural crops as a source of provitamin A carotenes. HortScience 25 (12): 1495-1499.
- Simona, P. et al. 2008. Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. J. Sci. Food Agr. 88 (6): 1107-1114.

- Simonne, A. H., S. J. Kays, P. E. Koehler, and R. R. Pitenmiller. 1993. Assessment of β -carotene content in sweetpotato breeding lines in relation to dietary requirements. *Journal of Food Composition and Analysis* 6 (4): 336-345.
- Simonne, A. H., E. H. Simonne, R. R. Eitenmiller, H. A. Mills, and N. R. Green. 1997. Ascorbic acid and provitamin a contents in unusually colored bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *J. Food Comp. Anal.* 10 (4): 299-311.
- Sinden, S. L. 1987. Potato glycoalkaloids. *Acta Hort.* 207: 41-47.
- Siomos, A. S. 2000. Nitrate levels in lettuce at three times during a diurnal period. *J. Veg. Crop Prod.* 6 (2): 37-42.
- Skrabule, I., R. Muceniece, and I. Kirhnere. 2013. Evaluation of vitamins and glucoalkaloids in potato genotypes grown under organic and conventional farming systems. *Potato Res.* 56 (4): 259-276.
- Smart, J. 1976. *Tropical pulses*. Longman, London. 348 p.
- Smetanska, I., A. Krumbein, M. Schreiner, and D. Knorr. 2007. Influence of salicylic acid and methyl jasmonate on glucosinolate levels in turnip. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 82 (5): 690-694.
- Smith, O. 1968. *Potatoes: production, storing, processing*. The Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 642 p.
- Smith, A. G., M. T. Croft, M. Moulin, and M. E. Webb. 2007. Plants need their vitamins too. *Current Opinion in Plant Biology* 10 (3): 266-275.

- Smolen, S., I. Kowalska, and W. Sady. 2014. Assessment of biofortification with iodine and selenium of lettuce cultivated in the NFT hydroponic system. *Sci. Hort.* 166: 9-16.
- Song, S., P. Lehne, J. Le, T. Ge, and D. Hung. 2010. Yield, fruit quality and nitrogen uptake of organically and conventionally grown muskmelon with different inputs of nitrogen, phosphorus. and potassium. *J. Plant Nutr.* 33 (1): 130-141.
- Sorensen, J. N., A. S. Johansen, and N. Poulsen. 1994. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce: I. Marketable and nutritional quality as affected by nitrogen supply, cultivar and plant age. *Plant foods for Human Nutrition* 46 (1): 1-11.
- Splittstoesser, W. E. J. S. Vandermark, and S. M. A. Khan. 1974. Influence of nitrogen fertilization upon protein and nitrate concentration in some vegetable crops. *HortScience* 9: 124-125.
- Stagnari, F., V. Di Bitetto, and M. Pisante. 2007. Effects of N fertilizers and rates on yield, safety and nutrients in processing spinach genotypes. *Sci. Hort.* 114: 225-233.
- Stagnari, F., A. Galieni, G. Cafiero, and M. Pisante. 2014. Application of photo-selective films to manipulate wavelength of transmitted radiation and photosynthate composition in red beet (*Bet vulgaris* var. *conditiva* Alef.). *J. Sci. Food Agr.* 94 (4): 713-720.
- Stagnari, F., A. Galieni, S. Specca, and M. Pisante 2014. Water stress effects on growth, yield and quality traits of red beet. *Sci. Hort.* 165: 13-22.
- Steele, W. M. 1976. Cowpeas, pp. 183-185. In: N. W. Simmonds (ed.). *Evolution of crop plants*. Longman, London.

- Steingröver, E. G., J. W. Steenhuizen, and J. van der Boon. 1993. Effects of low light intensities at night on nitrate accumulation in lettuce grown on a recirculating nutrient solution. Netherlands J. Agric. Sci. 41 (1): 13-21. c. a. Hort. Abstr. 1994, 64 (9): Abstr. 7000.
- Stijve, T. and A. A. R. de Meijer. 1999 Hydrocyanic acid in mushrooms, with special reference to wild-growing and cultivated edible species. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 95 (9): 366-373. c. a. Hort. Abstr. 70 (4): 3321; 2000.
- Steingrover, E. G., J. W. Steenhuizen, and J. van der Boon. 1993. Effect of low light intensities at night on nitrate accumulation in lettuce grown on recirculating nutrient solution. Netherlands J. Agr. Sci. 41 (1): 13-21.
- Stino, K. R., A. K. Gaafar, A. M. Alian, A. A. Hassan, and M. A. Tawfik. 1977. Preliminary studies on the evaluation of some sweet potato lines. Egypt. J. Hort. 4 : 9-23.
- Stockdale, E. A. et al. 2001. Agronomic and environmental implications of organic farming systems. Advances in Agronomy 70: 261-327.
- Subbarao, K. V. and J. C. Hubbard. 1996. Interactive effects of broccoli residue and temperature on *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil and on wilt of cauliflower. Phytopathology 86 (12): 1303-1310.
- Sugiyama, N., M. Hayashi, and M. Uehara. 1999. Effect of water stress on oxalic acid concentrations in spinach leaves. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 68 (6): 1155-1157. c. a. Hort. Abst. 70 (4): 3199; 2000.
- Surak, J. G. 1978. Phytoalexins and human health - A review. Proc. Florida State Hort. Soc. 91: 256-258.

- Taber, H. et al. 2008. Enhancement of tomato fruit lycopene by potassium is cultivar dependent. *HortScience* 43 (1): 159-165.
- Takahata, Y., T. Noda, and J. Nagata. 1993. Varietal differences in chemical composition of the sweet potato storage root. *Acta Hort.* No. 343: 77-80.
- Takebe, M., N. Sato, K. Ishi, and T. Yoneyama. 1996. effect of slow-releasing nitrogen fertilizers on the contents of oxalic acid, ascorbic acid, sugars and nitrate in spinach (*Spinacia oleracea* L.) (In Japanese with English summary). *Jap. J. Soil Sci. Plant Nutr.* 67 (2): 147-154. c. a. *Hort. Abstr.* 66 (10): 8518;1996.
- Talavera-Bianchi, M., E. Chambers, E. E. Carey, and D. H. Chambers. 2010. Effect of organic production and fertilizer variables on the sensory properties of pac choi (*Brassica rapa* var. Mei. Qing Choi) and tomato (*Solanum lycopersicum* var. Bush Celebrity). *J. Sci. Food Agric.* 90 (6): 981-988.
- Tarazona-Diaz, M. P., J. Viegas, M. Moldao-Martins, and E. Aguayo. 2011. Bioactive compounds from flesh and by-product of fresh-cut watermelon cultivars. *J. Sci. food Agr.* 91: 805-812.
- Tawfik, M. A. 1974. Quantitative and qualitative evaluation of some sweet potato lines under Egyptian conditions. M. S. Thesis, Cairo. Univ. 61p.
- Terry, N., C. Carlson, T. K. Raab, and A. M. Zayed. 1992. Rates of selenium volatilization among crop species. *Journal of Environmental Quality* 21 (3): 341-344. (c. a. *Hort Abstr.* 1994, 64: 9397).

- Tesi, R. and A. Lenzi. 1998. Controlled-release fertilizers and nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agricoltura Mediterranea* 128 (4): 313-320. c. a. Hort. Abst. 69: 5897; 1999.
- Tibbald, H. D. 1983. *Vegetables in the tropics*. Macmillan, Pr., London. 533 p.
- Toler, H. D., C. S. Charron, C. E. Sams, and W. R. Randle. 2007a. Selenium increases sulfur uptake and regulates glucosinolate metabolism in rapid-cycling *Brassica oleracea*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 132 (1): 14-19.
- Toler, H. D., C. S. Charron, D. A. Kopsell, C. E. Sams, and W. M. Randle. 2007b. Selenium and sulfur increase sulfur uptake and regulate glucosinolate metabolism in *Brassica oleracea*. *Acta Hort.* No. 744.
- Tommasi, N. de, F. de Simone, G. Speranza, and C. Pizza. 1996. Studies on the constituents of *Cyclanthera pedata* (Caigua) seeds: isolation and characterization of six new cucurbitacin glycosides. *J. Agr. Food Chem.* 44 (8): 2020-2025.
- Toxopeus, H., J. Dieleman, S. Hennink, and T. Schiphouwer. 1994. New selections show increased inulin productivity. *Prophyta* 48 (2): 56-57.
- Trigos, A., D. Bouyssounade, M. Sobal, and P. Morales. 1996. Ergosterol content in *Pleurotus sajor-caju* cultivated in different organic substrates. *Micologia Neotropical Aplicada* 9: 125-127 . c. a. Hort. Abstr. 68 (3): 2389; 1998.
- Yumwegamire, S. et al. 2011. Evaluation of dry matter, protein, starch, sucrose, β -carotene, iron, zine, calcium, and mangelstene,

- in East African sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] germplasm. HortScience 46: 348-357.
- Tuncay, O., D. Esiyok, B. Yagmur, and B. Okur. 2011. The effect of nitrogen sources on yield and quality of salad rocket grown in different months of the year. J. Plant Nutr. 34 (4): 477-491.
- United States Department of Agriculture. 1964. Nutritive value of foods. Home and Garden Bull. 72. 36 p.
- USDA. 2005. Vegetable breeding steps up to the next level. Agri Res./Dec. 2005: 14-16. The Internet.
- Valkonen, J. P. T., M. Kekitalo, T. Vasara, and L. Pietila. 1996. Potato glycoalkaloids: a burden or a blessing?. Critical Reviews in Plant Sciences 15 (1): 1-20.
- Van der Boom, J., J. W. Steenhuizen, and E. G. Steingrover. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4/NO_3 ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. J. Hort. Sci. 65 (3): 309-321.
- Van Doorn, J. E. et al. 1999. Quantitative inheritance of the progoitrin and sinigrin content in Brussels sprouts. Euphytica 108: 41-52.
- Vetter, J. 1993. Chemical composition of eight edible fungi. (In German with English summary). Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung 196 (3): 224-227. c. a. Hort. Abstr. 65 (7): 6106; 1995.

- Villatoro-Pulido, M. et al. 2013. An approach to the phytochemical profiling of rocket [*Eruca sativa* (Mill.) Thell]. J. Sci. Food Agr. 93 (15): 3809-3819.
- Volkova, E. N. and A. E. Kudums. 1996. Study of the diurnal changes in the content of nitrates in vegetable crops. (In Russian). Agrokhimiya No. 4: 22-27. c. a. Hort. Abstr. 67 (9): 7743; 1997.
- Wang, H. 1982. The breeding of sweet potatoes for human consumption, pp. 297-311. In: R. L. Vilareal and T. D. Griggs (eds.). Sweet potato. Asian Veg. Res. Dev. Cent, Taiwan.
- Wang, M. and I. L. Goldman. 1996. Phenotypic variation in free folic acid content among F₁ hybrids and open-pollinated cultivars of red beet. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (6): 1040-1042.
- Wang, M. and I. L. Goldman, 1997a. Transgressive segregation and reciprocal effect for free folic acid content in red beet (*Beta vulgaris* L.) population. Euphytica 96: 317-321.
- Wang, M. and I. L. Goldman. 1997b. Accumulation and distribution of free folic acid content in red beet (*Beta vulgaris* L.). Plant Foods for Human Nutrition 50 (1): 1-8.
- Wang, X. F. et al. 1998. Trypsin inhibitor activity in field pea (*Pisum sativum* L.) and grass pea (*Lathyrus sativus* L.). J. Agr. Food Chem. 46 (7): 2620-2623.
- Wanlai, Z., L. Wenke, and Y. Qichang. 2013. Reducing nitrate in lettuce by pre-harvest continuous light delivered by red and blue light-emitting diodes. J. Plant Nutr. 36 (3): 481-490.

- Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. (3rd ed.). Producing vegetable crops. The interstate Printers & Publishers. Inc., Danville, Illionis. 607 p.
- Wargovich, M. J. 2000. Anticancer propoities of fruits and vegetables. HortScience 35 (4): 573-575.
- Warman, P. R. and K. A. Havard. 1997. Yield, vitamin and mineral contents of organically and conventionally grown carrots and cabbage. Agriculture, Ecosystems & Environment 61 (2/3): 155-162.
- Watada, A. E. and T. T. Tran. 1987. Vitamins C, B₁, and B₂ contents of stored fuits and vegetables as determined by high performance liquid chromatography. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 794-797.
- Watanabe, Y., F. Uchiyama, and K. Yoshida. 1994. Compositional changes in spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown in the summer and the fall. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 62 (4): 889-895.
- Watt, B. K. and A. L. Merrill. 1963. Composition of foods. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 8. 190 p.
- Weng, T. H. 2000. Effect of solar radiation, temperature and sampling time on nitrate concentration of hydroponic pak-choi (*Brassica chinensis* L.). (In Chinese with English summary). Taiwanese J. Agr. Chem. Food Sci. 38 (2): 107-113. c. a. Hort. Abst. 71 (7): Abst. 5969; 2001.
- Whitaker, T. W. and W. P. Bemis. 1976. Cucurbits, pp. 64-69. In: N. W. Simmonds (ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.
- Whitaker, T. W. and G. N. Davis. 1962. Cucurbits. Interscience Pub., Inc., N. Y. 249 p.

- White, P. J. et al. 2012. Bio-fortification of potato tubers using foliar zinc-fertiliser. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 87 (2): 123-129.
- Wills, R., B. McGlasson, D. Graham, and D. Joyce. 1998. Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. (4th ed.). CAB International, Wallingford, U K. 262 p.
- Winaro, F. G. 1982. Sweet potato processing and by-product utilization in the tropics, pp. 373-384. In: R. L. Villareal and T. D. Grigg (eds.). Sweet potato. Asian Veg. Res. Dev. Cent., Taiwan.
- Worthington, V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* 7 (2): 161-173.
- Wszelaki, A. L. et al., 2005. Sensory quality and mineral and glucoglycoalkaloid concentrations in organically and conventionally grown redskin potatoes (*Solanum tuberosum*). *J. Sci. Food Agric.* 85: 720-726.
- Wa, J. G. et al. 1995. Studies on improving nutritive value of vegetables using their luxury zinc absorption. *Jiangsu J. Agr. Sci.* 11 (1): 49-53 (In Chinese with English summary). c. a. Hort. Abstr. 66: Abst. 4014; 1996.
- Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: Principles, production and nutritive values. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 415 p.
- Yang, Y. J. 1992. Effects of storage treatment on NO₃ and NO₂ contents in vegetables. (In Korean with English summary). *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 33 (2): 125-131. (c. a. Hort. Abstr. 1994, 64: 9401).

- Yang, Y. J., K. A. Lee, and K. J. Kim. 2000. Effect of pre- and post-harvest factors on nitrate contents of radish and Chinese cabbage (In Korean with English summary). *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 41 (4): 365-368. c. a. Hort. Abst. 71 (4): Abst. 3143; 2001.
- Yeoh, H. H. and V. D. Truong. 1996. Amino acid composition and nitrogen-to-protein conversion factors for sweet potato. *Tropical Science* 36 (4): 243-246.
- Yoshimoto, M. et al. 2006. Nutritional value and physiological functions of sweetpotato leaves. *Acta Hort.* No. 703: 107-116.
- Yoshimoto, M., S. Okuno, K. Suwa, T. Sugawara, and O. Yamakawa. 2011. Effect of harvest times on the vitamin content of sweetpotato leaves. *Sweetpotato Research Front* 11: 3.
- Zarate, N. A. H., M. do C. Vieira, and K. B. Godoy. 1997. Taro leaf production at three harvest intervals. *Horticultura Brasileira* 15 (1): 47-49. c. a. Hort. Abstr. 68 (8): 6813; 1998.
- Zayed, A. M. 1993. Selenium uptake and volatilization by some vegetable crops. *Egypt. J. Hort.* 20 (2): 231-241.
- Zayed, A. M. and N. Terry. 1992. Selenium volatilization in broccoli as influenced by sulfate supply. *J. Plant Phys.* 140 (6): 646-652.
- Zayed, A. M. and N. Terry. 1994. Selenium volatilization in roots and shoots: effects of shoot removal and sulfate level. *J. Plant Phys.* 143: (1): 8-14.
- Zhang, D., W. C. Collins, and M. Andrade. 1998. Genotype and fertilization effects on trypsin inhibitor activity in sweetpotato. *HortScience* 33 (2): 225.

- Zhang, Y. T., X. Y. Lin, Y. S. Zhang, S. J. Zheng, and S. T. Du. 2005. Effects of nitrogen levels and nitrate/ammonium ratios on oxalate concentration of different forms in edible parts of spinach. *J. Plant Nutr.* 28 (11): 2011-2025.
- Zhang, Y., Y. Li, J. Wei, M. Sun, Y. Tian, and Z. Li. 2009. Effects of nitrogen, and calcium nutrition on oxalate contents, forms, and distribution in spinach. *J. Plant Nutr.* 32 (12): 2123-2139.
- Zhao, X., E. E. Carey, W. Wang, and C. B. Rajashekar. 2006. Does organic production enhance phytochemical content of fruit and vegetables?: Current knowledge and prospects for research. *HortTechnology* 16 (3): 449-456.
- Zhao, X., E. E. Carey, J. E. Young, W. Wang, and T. Iwamoto. 2007. Influences of organic fertilization, high tunnel environment, and postharvest storage on phenolic compounds in lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 42 (1): 71-76.
- Zheng, X. M., L. P. Gu, R. B. Zhou, and J. H. Zhou. 1995. Effect of molybdenum on the decrease of nitrate nitrogen in common Chinese cabbage. (In Chinese with English summary). *Plant Physiology Communications* 31 (2): 95-96. c. a. *Hort. Abst.* 67 (1): 338; 1997.
- Zohri, A. A., S. M. Saber, and K. M. Abdel-Gawad. 1992. Fungal flora and mycotoxins associated with onion (*Allium cepa* L.) in Egypt. *Korean. J. Myc.* 20 (4): 302-308.

- Zorring, W. et al. 2013. Lettuce (*Lactuca sativa*): a species with a high capacity for cadmium (Cd) accumulation and growth stimulation in the presence of low Cd concentrations. J. Hort. Sci. Biotechnol. 88 (6): 783-789.
- Zushi, K. and N. Matsuzoe. 2008. Seasonal and cultivar differences in salt-induced changes in antioxidant system in tomato. Sci. Hort. 120 (2): 181-187.

صدر للمؤلف

صدر للمؤلف الكتب التالية:

أولاً: في مجال أساسيات وتقنيات إنتاج وتداول الخضار

- ١- أساسيات إنتاج الخضار وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية (١٩٨٨) الدار العربية للنشر والتوزيع - ٩٢٠ صفحة.
- ٢- تكنولوجيا الزراعات المحمية (الصوبات) (١٩٩٠) الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٣٥ صفحة.
- ٣- أساسيات إنتاج الخضار في الأراضي الصحراوية (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢٨٥ صفحة.
- ٤- إنتاج وفسيولوجيا واعتماد بذور الخضار (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢٨٥ صفحة.
- ٥- أساسيات وفسيولوجيا الخضار (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية - ٥٩٦ صفحة.
- ٦- تكنولوجيا إنتاج الخضار (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية - ٦٢٥ صفحة.
- ٧- الأساليب الزراعية المتكاملة لمكافحة أمراض وأفات وحشائش الخضار (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية - ٥٨٦ صفحة.
- ٨- تكنولوجيا الزراعات المحمية (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية - ٥٣٥ صفحة.
- ٩- الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وأفات وحشائش الخضار: البدائل العظمية والعسلية المتكاملة (٢٠١٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٧٨٣ صفحة.
- ١٠- تداول الحاصلات البستانية: تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد الحصاد (٢٠١٠). توزيع الدار العربية للنشر والتوزيع - ٥٤٨ صفحة.
- ١١- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضار الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٥٢ صفحة.

- ١٢- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضار غير الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٦٤ صفحة.
- ١٣- أصول الزراعة العضوية: ما لها وما عليها (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٩٤ صفحة.
- ١٤- أصول الزراعة المحمية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٨٣٦ صفحة.
- ١٥- أساسيات وتكنولوجيا إنتاج الخضار (٢٠١٥). توزيع دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع - ٩٦٨ صفحة.

ثانياً: في مجال إنتاج معاصيل الخضار

- ١- الطماطم (١٩٨٨) والدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٣١ صفحة.
- ٢- البطاطس (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ١٨٦ صفحة.
- ٣- البصل والثوم (١٩٨٨) الدار العربية للنشر والتوزيع - ١٩١ صفحة.
- ٤- القرعيات (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢٠٧ صفحات.
- ٥- الخضار الثمرية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠١ صفحة.
- ٦- الخضار الثاقوية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٩١ صفحة.
- ٧- الخضار الجذرية والساقية والورقية والزهرية (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٧٤ صفحة.
- ٨- إنتاج محاصيل الخضار (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٧٢٣ صفحة.
- ٩- إنتاج خضار المواسم الدافئة والحارة في الأراضي الصحراوية (١٩٩٤) - ٢٨٨ صفحة.
- ١٠- إنتاج خضار المواسم المعتدلة والباردة في الأراضي الصحراوية (١٩٩٤) - ٢٨٥ صفحة.
- ١١- الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجي، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٥١١ صفحة.

١٢- الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢١٠ صفحات.

١٣- إنتاج البطاطس (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٤٦ صفحة.

١٤- إنتاج البصل والثوم (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٧١ صفحة.

١٥- القرعيات: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٩٨ صفحة.

١٦- القرعيات: الأمراض والآفات ومكافحتها (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٣٠ صفحة.

١٧- إنتاج الفلفل والبائنجان (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٣٦ صفحة.

١٨- إنتاج الخضر البقولية (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٢٤ صفحة.

١٩- إنتاج الفراولة (٢٠٠٢). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٨٨ صفحة.

٢٠- إنتاج الخضر الكرنبية والرمامية. الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٢٧ صفحة.

٢١- إنتاج الخضر الخيمية والطيقة (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣١٥ صفحة.

٢٢- إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلفسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠٠ صفحة.

٢٣- إنتاج الخضر الثقوية وغير التقليدية - الجزء الأول (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠٤ صفحات.

٢٤- إنتاج الخضر الثقوية وغير التقليدية - الجزء الثانى (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٠٠ صفحة.

٢٥- إنتاج الخضر الثقوية وغير التقليدية - الجزء الثالث (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٢٤ صفحة.

ثالثاً: فى مجال تربية النيات

١- أساليب تربية التبلت (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٦٨٢ صفحة.

- ٢- تربية محاصيل الخضار (١٩٩٢). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٨٠٠ صفحة.
- ٣- تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٧٨ صفحة.
- ٤- الأساس الفسيولوجي للتحسين الوراثي في النباتات: التربية لزيادة الكفاءة الإنتاجية وتحمل الظروف البيئية القاسية (١٩٩٥). المكتبة الأكاديمية - ٣٢٨ صفحة.
- ٥- الأسس العامة لتربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٤٧٧ صفحة.
- ٦- طرق تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٣٩٣ صفحة.
- ٧- تحسين الصفات الكمية: الإحصاء البيولوجي وتطبيقاته في برامج تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٢٥١ صفحة.
- ٨- التكنولوجيا الحيوية وتربية النبات (٢٠٠٧). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٧٨٣ صفحة.
- ٩- تطبيقات تربية النبات في مكافحة الأمراض والآفات (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٥٨٥ صفحة.
- ١٠- تربية النبات لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٥٤٤ صفحة.

رابعاً: في مجال أصول البحث العلمي والكتابة العلمية

- ١- أصول البحث العلمي - الجزء الأول: المنهج العلمي وأساليب كتابة البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية - ٤١٧ صفحة.
- ٢- أصول البحث العلمي - الجزء الثاني: إعداد وكتابة ونشر البحوث العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية - ٢٧٣ صفحة.
- ٣- أصول إعداد ونشر البحوث والرسائل العلمية (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع - ٧٧٠ صفحة.