

٤- الليكوبين Lycopene: هو إحدى الصبغات التي توجد في الأصناف الحمراء من الطماطم والبطيخ.

الصبغات التي توجد بالعصير الخلوى

تعرف الصبغات التي توجد فى العصير الخلوى باسم "الصبغات الفلافونوية flavonoides"، وهى قابلة الذوبان فى الماء، ويوجد منها نوعان رئيسيان؛ هما:

١- الأنثوسيانينات Anthocyanins: وهى الصبغات المسئولة عن اللون الأحمر والأزرق والقرمذى فى عديد من الأزهار والثمار، والجذور، مثل البنجر.

٢- الأنثوزانثينات Anthoxanthins: وهى الصبغات المسئولة عن اللون الأصفر والعاجى.

هذا .. وكل من الأنثوسيانينات والأنثوزانثينات معقدة التركيب، ويدخل السكر فى تركيبها (Edmond وآخرون ١٩٧٥).

النكهة

تعرف النكهة Flavor بأنها الإحساس بالذاق Taste والرائحة Odour، بالإضافة إلى الإحساس باللمس Touch، والألم Pain، والبرودة والدفء، وهى العوامل التى تضيف قليلاً إلى الإحساس بالذاق. ويتحدد الإحساس بالذاق بواسطة اللسان، أما الإحساس بالرائحة، فيكون بواسطة الأنف.

ويوجد من أنواع المذاق: الحلو، والحامضى، والمر. وجميعها - عدا المذاق المر - يمكن قياسها بسهولة. أما درجة المرارة، فإنها تقاس نسبة إلى تركيز معروف من مادة مرة؛ مثل: كبريتات الكيويين quinine sulphate.

هذا .. ويمكن للإنسان أن يميز أكثر من ١٠٠٠٠ رائحة مختلفة. كما يمكن للإنسان أن يتعرف على بعضها وهى بتركيزات منخفضة جداً تصل إلى 10^{-9} ملليجرام؛ مثل: مركب الإيثايل مركبتان ethyl mercaptan (Arthey ١٩٧٥).

المركبات المتطايرة المسؤولة عن الرائحة المميزة للخضر

تحدد الرائحة المميزة لكل محصول من الخضر بمحتوياته من المركبات المتطايرة Volatile Substances. وبرغم أنه قد أمكن عزل عدد كبير من المركبات المتطايرة من مختلف محاصيل الخضر، إلا أن معظمها لا علاقة لها، أو لا تؤثر كثيراً على الرائحة المميزة للمحصول. ويتحدد مدى أهمية المركب بكل من تركيزه وقوة رائحته potency. ويقدر التركيز بأجهزة الكروماتوجرافى الغازية Gas Chromatography. أما القوة، فتقدر باختبارات التذوق. هذا .. وتوجد معظم المركبات المتطايرة بتركيز يقل عن جزء واحد فى المليون. ويبين جدول (٢٠-١) أمثلة للمركبات المتطايرة المسؤولة عن النكهة المميزة فى بعض محاصيل الخضر.

جدول (٢٠-١): أمثلة للمركبات المسؤولة عن النكهة المميزة فى بعض محاصيل الخضر (عن Wills وآخرين ١٩٨١).

المركبات المسؤولة عن النكهة المميزة	المحصول
2,6-Nonadienal	الخيار
Allyl isothiocyanate	الكرنب
1-Octen-3-ol, lenthionine	عيش الغراب
2-Methoxy-3-ethyl pyrazine, 2,5-dimethyl pyrazine	البطاطس
4-Methylthio-trans-3-butenyl isothiocyanate	الفجل
Sulfides مركبات الـ	البصل
Phthalides مركبات الـ	الكرفس

وقد توجد المركبات المتطايرة فى الأنسجة السليمة بصورة طبيعية، أو قد تتكون إنزيمياً بعد حدوث جرح أو تهتك للأنسجة، أو قد تتكون بعد حدوث تغير فى التركيب الكيميائى لبعض المركبات الأخرى بفعل الحرارة. وأياً كانت المركبات المتطايرة المتكونة، فإنه لا يهم منها سوى تلك المسؤولة عن النكهة المميزة للخضر.

المركبات القابلة للتطاير التي توجد في الكرفس

من بين المركبات المتطايرة التي أمكن عزلها من نبات الكرفس، ما يلي:

Formaldehyde	Carvone
Acetaldehyde	Diacetyl
Propionaldehyde	
Hexanol	Ethyl isovalerate
Heptanol	Cis-3-Hexen-1-yl pyruvate
Octanol	Decyl acetate
Undecanal	Linalyl acetate
Dodecanal	Terpinyl acetate
Neral	Geranyl acetate
Citronellal	Citronellal acetate
Isoamyl alcohol	Neryl acetate
<i>n</i> -Valeric acid	Carvyl acetate
Isobutyric acid	Terpinyl acetate
Pyruvic acid	Geranyl butyrate
3-Isobutylidene-3 <i>a</i> ,4-dihydrophthalide	Benzoyl benzoate
3-Isovalidene-3 <i>a</i> ,4-dihydrophthalide	D-Limonene
3-Isobutylidene phthalide	Myrcene
3-Isovalidene phthalide	
Sedanonic anhydride	

المركبات المتطايرة التي توجد في الفاصوليا الخضراء المعلبة

من بين المركبات المتطايرة التي أمكن عزلها من الفاصوليا الخضراء المعلبة ما يلي:

Ethanol	3-Pentanone
<i>cis</i> -Hex-3-en-1-ol	Diacetyl
<i>n</i> -Hexanol	2-Heptanone
2-Methyl-2-hexanol	3-Octanone
Oct-1-en-3-ol	Ethyl acetate
Furfurol	Hex-3-en-1-yl acetate
Benzyl alcohol	Ethyl phenyl ether

الفصل العشرون: صفات الجودة والأضرار والعيوب الفسيولوجية

Acetaldehyde	Furfuryl methyl ether
2-Methylpropanal	Methyl benzyl ether
3-Methylbutanol	Veratrole
Methylthioanal	2-Methoxymethyl benzyl ether
<i>n</i> -Hexanal	2-Butoxytoluene
<i>trans</i> -Hex-2-en-1-al	2-(2-Methoxyethyl) methoxybenzene
Methional	Phenyl ether
Furfural	Aryl-methoxy phenol
5-Methylfural	Biphenyl
2-Methoxyfurfural	Pulegone
2-Methyltetrahydrofuran	Linalool
Pyridine	α -Terpineol
	α -Phellandrene

مركبات النكهة والطعم في الفلفل الحار

أمكن التعرف على ٦٤ مركبًا متطايرًا في أكثر أصناف الفلفل الحار من طراز الـ Calabrian (كانت جميعها من *C. annuum*)، وكان أكثر المركبات تواجدًا فيها الكحولات، والألدهيدات، والتربينات، والهيدروكربونات المتفرعة الأليفاتية. وكانت أكثر الأصناف احتواءً على الكابساييسين capsaicin والهيدروكابساييسين: Vulcan، و Corno di capra. وقد تميز كل صنف من الأصناف المقيمة بمحتواه الخاص من الـ capsaicinoids والمركبات المتطايرة التي تكسبه الطعم والنكهة الخاصين به (Ziino وآخرون ٢٠٠٩).

تمثيل المركبات المتطايرة

أولاً: المركبات المتطايرة التي توجد بصورة طبيعية في الأنسجة السليمة:

تنشأ هذه المركبات من خلال ثلاث طرق بنائية على الأقل هي:

١- الـ Isoprenoid pathway:

يؤدي هذا الطريق إلى إنتاج مركبات الـ terpenoids. وقد أمكن عزل التربينات في

عدد من الخضروات، ومثال ذلك ما يلي:

الخضر	التربينات terpenes التي أمكن عزلها
الفاصوليا الخضراء	α -phellandrene، و α -terpineol، و linalool، و pulegone
الطماطم	nerol، و geraniol، و geranial، و β -pinene، و linalool، و citronellal، و neral
الكرفس	myrcene، و d-limonene، و carvone، و citronellal، و neral

٢- ال Shikimec Acid Pathway:

يؤدي هذا الطريق إلى إنتاج المركبات الأروماتية Aromatic، والتي من أمثلتها في محاصيل الخضر ما يلي: phenethyl alcohol، و phenylacetaldehyde، و benzaldehyde، و Benzyl alcohol.

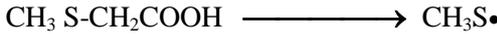
٣- ال β -oxidation:

يؤدي هذا الطريق إلى إنتاج كثير من الكحولات البسيطة والألدهيدات.

ثانياً: المركبات المتطايرة التي تنتج إنزيمياً:

يوجد عديد من الأدلة على أن الكثير من المركبات المتطايرة ذات العلاقة بالنكهة المميزة للخضر تتكون إنزيمياً بعد حدوث جرح أو تهتك للأنسجة، ومثال ذلك ما يلي:

١- في البصل تتكون مركبات: ميثيل دايسلفيد، وبروبيل دايسلفيد من التحطم الإنزيمي لمركبات أخرى كالتالي:



S-methyl-L-cysteine sulfoxide methyl disulfide



S-n-propyl-L-cysteine sulfoxide propyl disulfide

Methyl disulfide + Propyl disulfide methylpropyl disulfide

الفصل العشرون: صفات الجودة والأضرار والعيوب الفسيولوجية

٢- يمكن أن تنشأ المركبات الأروماتية المتطايرة من تحلل الأحماض الأمينية الأروماتية؛ ومثال ذلك ما يلي:

أ- تنتج الـ phenylaldehyde من الـ phenylalanine.

ب- ينتج الـ 3-methyl butanal من الـ leucine.

٣- ينتج عديد من المركبات المتطايرة من الأكسدة الإنزيمية للأحماض الدهنية ذات السلاسل الطويلة؛ ومن أمثلة ذلك ما يلي:

المركبات التي تنتج منه	الحامض الدهني
Propanal, pentanal, Hexanal, Nonanal, Heptanal, 2-Octenal, 2-Nonenal, 2-Decenal	Oleic
Acetaldehyde, Popanal, Pentanal, Hexanal, 2-Propenal, 2-Pentenal, 2-Hexenal, 2-Heptenal, 2-Octanal, 2-Nonenal, 2-Decenal, Non-2,4-dienal, Dec-2,4-dienal, Undec-2,4-dienal, Oct-1-en-3-ol	Linoleic
Acetaldehyde, Propanal, Butanal, 2-Butenal, 2-Pentenal, 2-Hexenal, 2-Heptenal, 2-Nonenal, Hex-1,6-dienal, Hept-2,4-dienal, Non-2,4-dienal, Methyl ethylketone	Linolenic

٤- من المعتقد أن الخيار تتكون به بعض المركبات المتطايرة بعد حدوث تهتك لأنسجة الثمرة؛ ومن أمثلة هذه المركبات ما يلي: non-2,6-dienal، و non-2-enal، و Hex-2enal، وهي التي يعتقد أنها تنشأ من التحطم الإنزيمي لحامض الـ linolenic.

٥- يبدو أن عديداً من المركبات المتطايرة تتكون في الطماطم من أكسدة الـ carotene polyenes. ومن أمثلة هذه المركبات ما يلي: farnesylacetone، و farnesal، و geranylacetone، و β -ionone، و α -ionone، و geranial.

ثالثاً: المركبات المتطايرة التي تتكون بفعل الحرارة:

من أمثلة ذلك ما يلي:

١- تنتج مركبات متطايرة أثناء إعداد وطهى الخضر بفعل حرارة الطهى. ولهذه المركبات أهمية في إكساب الخضر نكهتها المميزة. ومن أمثلة ذلك ما يلي:

- أ- ينتج في الطماطم المعلبة المركبان: methyl sulfide و hydrogen sulfide، وهما ينتجان من المركب S-methyl methionine sulfonium.
- ب- ينتج في الفاصوليا المعلبة المركبات التالية: 2-methyltetrahydrofuran، و 2-methoxy furfural، و 5-methyl furfural، و furfurol، و furfural.
- ٢- تنتج عديد من المركبات عند تسخين المركبات الكربوهيدراتية، ومن أمثلة ذلك المركبات التالية:

Formaldehyde	Furan
Acetaldehyde	2-methylfuran
Glycolaldehyde	2,5-dimethyl furan
Glyoxal	Furfurol
Lactic aldehyde	Furfural
Acrelein	5-methyl furfural
5-hydroxymethyl furfural	Pyruvaldehyde
Acetone	2-furylmethyl ketone
Acetol	2-furylhydroxymethyl ketone
Dihydroxyacetone	Isomaltol
1-Methylcyclopentenol (2)-one-(3)	4-hydroxy-2,5-dimethyl-3 (2H)-furanone
Hydroxydiacetyl	Maltol
Diacetyl	Acetone

- ٣- تتكون الألدهيدات عند تسخين المواد الكربوهيدراتية مع α -amino acids مع الـ (Stevens ١٩٧٠).

تأثير العوامل البيئية على النكهة المميزة للخضر

تتأثر النكهة المميزة لمحاصيل الخضر بالممارسات الزراعية، وبالظروف البيئية السائدة أثناء الإنتاج.

الفصل العشرون: صفات الجودة والأضرار والعيوب الفسيولوجية

ترتفع نسبة السكر في درجات الحرارة المنخفضة، بينما تقل الحلاوة وتنخفض نسبة السكر عند ارتفاع درجة الحرارة في عديد من الخضروات، سواء أكان التعرض لدرجة الحرارة قبل الحصاد أم بعده؛ كما في البطاطس، والبسلة، والذرة السكرية؛ ويرجع ذلك إلى أن السكر يدخل في عدة تفاعلات في النبات؛ منها ما يلي:

أ- التحول الإنزيمي للسكر إلى النشا.

ب- التحول الإنزيمي للنشا إلى سكر.

ج- احتراق السكر أثناء التنفس وإنتاج ثنائي أكسيد الكربون، وماء، وطاقة.

ففي درجات الحرارة المرتفعة يزداد معدل التفاعلات الثلاثة، لكن الزيادة في التفاعل الثالث تكون أكبر؛ وبذلك يظل مستوى السكر منخفضاً. وفي درجات الحرارة المنخفضة يقل معدل التفاعلات الثلاثة، لكن الانخفاض يكون أكبر في التفاعل الأول والثالث، ولا يتأثر التفاعل الثاني بنفس القدر. ويؤدي ذلك إلى زيادة نسبة السكر في النبات (Edmond ١٩٧٥ وآخرون).

٢- تأثير الرطوبة الأرضية:

يؤدي الجفاف ونقص الرطوبة الأرضية إلى تحسن واضح في الطعم المميز للخضروات. وقد ثبت ذلك تجريبياً في كل من الجزر، والكرنب، والكرسون المائي، والبصل، ولوحظ في عديد من الخضرات الأخرى؛ كالبطيخ، والشمام، والطماطم. وقد لوحظ كذلك أن نقص الرطوبة الأرضية يؤدي إلى ظهور طعم مر في كرنب بروكسل.

٣- تأثير التسميد:

تؤدي زيادة التسميد الآزوتي إلى ضعف الطعم المميز في كل من الفراولة، والطماطم، والخيار، والقلقل، وإلى ظهور طعم ورائحة قوية بدرجة غير مرغوبة في الصليبيات. هذا .. بينما يتحسن الطعم غالباً عند الاهتمام بالتسميد البوتاسي. وفي البطاطا يتحسن الطعم مع الاهتمام بتوفير البورون للنبات (Arthey ١٩٧٥).

وليزيد من التفاصيل عن تأثير التسميد على صفات الجودة في محاصيل الخضار

(يراجع Minotti ١٩٧٥).

٤- تأثير ملوحة التربة ومياه الري:

تؤدي زيادة الملوحة الأرضية إلى زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية، وخاصة نسبة السكر. وقد أسلفنا شرح ذلك.

القوام

يعد القوام Texture من صفات الجودة التي يصعب تعريفها أو قياسها. ولبيان ذلك نقدم فيما يلي قائمة بالمصطلحات التي تستخدم في وصف القوام:

١- مصطلحات وصفية: وهي ذات مدلولات وصفية لا يمكن قياسها بدقة؛ مثل:

Hardness	Gumminess	Flakiness
Brittleness	Fibrousness	Fleshiness
Flabbiness	Mealiness	Firmness
Ripeness	Blandness	Lumpiness
Toughness	Smoothness	Oilness
Tenderness	Chewiness	Grittiness
Springiness	Juiciness	Crustiness
Stickness	Crispness	Shortness

٢- مصطلحات كمية: وهي لمواصفات يمكن قياسها بدقة؛ مثل:

Elasticity	Plasticity	Viscosity
------------	------------	-----------

ويتحدد القوام بمكونات الخضر من الجدر الخلوية، والعصير الخلوى، وخلافه، وتركيب هذه المكونات وتركيزها. ونظرًا لأن هذه المكونات تكون في تغير مستمر قبل الحصاد وبعده؛ لذا .. نجد أن القوام يكون هو الآخر في تغير ديناميكي مستمر.

يقدر قوام البطاطس بدرجة نشويتها (القوام الدقيقى من الدقيق) mealiness ودرجة شمعيته. وقد أوضحت عديد من الدراسات أن لنسبة النشا علاقة بالقوام. فمن المعتقد أنه يحدث ضغط داخلى بخلايا الدرنه عند تسخينها يتسبب فى إحداث (سيولة) gelation للنشا. ومن المعتقد كذلك أن هذا الضغط الداخلى يرتبط