

كاروتين أكثر من ٨٥٪ من الكاروتينات الكلية التي تضم كلاً من: الفيتوتين Phytoene، والفيتوفلونين Phytofuene، والزيتا كاروتين.

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

ويرتبط محتوى الجذور من الكاروتين بعدد من الصفات الأخرى. والارتباط إيجابى، ويقدر بنحو ٥٧، مع نسبة الرطوبة، و ٦٥، مع نسبة السكريات الكلية بالجذور. كما يوجد ارتباط سلبى يقدر بنحو ٦٩-٠، بين محتوى الجذور من الكاروتين ونسبة النشا بها. هذا .. بينما لم يظهر ارتباط بين محتوى الجذور 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 والمربع ١٩٦٠) أن الكاروتين يصنع في الجذور. ويبدو أن تمثيل الكاروتين في الجذور يستمر لمدة بعد الحصاد، وتختلف الأصناف في هذا الشأن.

النكهة

لا تظهر النكهة المميزة للبطاطا في درجات الحرارة العادية للطهي؛ ولذا .. فإن التفاعلات الحرارية تبدو ضرورية لتمثيل المركبات المسئولة عن النكهة. وقد وجد أن المالتول maltol (وهو: 3-hydroxy-2-methyl-4-pyrone) هو أحد المركبات الهامة التي تشكل النكهة المميزة للبطاطا المجهزة في الفرن (Sun وآخرون ١٩٩٥).

ونظراً لكثرة المركبات المتطايرة التي أمكن التعرف عليها في البطاطا المشوية، فإن إجراء اختبارات التذوق للربط بين مختلف المركبات والنكهة المميزة للبطاطا يعد ضرورياً لتحديد المركبات المسئولة عن النكهة.

وفي دراسة أخرى أمكن التعرف على ٢٢ مركباً متطابقاً في ثلاثة أصناف من البطاطا المطهية (بالكميات النسبية الموضحة قرب كل صنف) كما يلي (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨):

Jewel	Tainung	99	المركب
(% من المساحة)	(% من المساحة)	(% من المساحة)	
آثار	آثار	آثار	Toluene
آثار	آثار	آثار	Pyridine + xylene
١,١	١,٣	١,٠	Furfural
آثار	آثار	آثار	2-Acetylfuran
٢,٧	١,٠	١,٥	Benzaldehyde
١٠,١	٢,١	٥,٩	5-Methyl-2-furfural
آثار	آثار	آثار	Limonene
آثار	آثار	--	Cineole
٢,٦	آثار	٢,٢	Phenylacetaldehyde
٤,٣	١,٢	آثار	Linalool + nonanal
٤,٤	آثار	آثار	α -Terpineol
آثار	آثار	آثار	β -Cyclocitral
٥,٨	٢,٣	١٣,٨	α -Copaene
١,٧	آثار	٢,٧	Caryophyllene
آثار	آثار	آثار	Sesquiterpene hydrocarbon I + M 204
آثار	آثار	آثار	Sesquiterpene hydrocarbon II + M 204
٢,٥	آثار	١,٩	(E)- β -Farnesene
١,٣	--	١,٠	α -Cadinenc
٤,٦	١,٨	٧,٤	β -Ionone
١,٢	آثار	--	Sesquiterpene hydrocarbon III + M 204
آثار	١,٣	آثار	Sesquiterpene hydrocarbon IV + M 204
٢,٥	١,١	١,٥	Palmitic acid

وقد تمكن Wang & Kays (٢٠٠٠) من عزل ٦٠ مركباً متطايراً من الجذور المشوية في الفرن لصنف البطاطا جول Jewel، وعرّفها ٤٨ منها، وحددا أكثرها علاقة بالنكهة المميزة للبطاطا على النحو التالي:

متوسطة	n-decanal
متوسطة	2,4-decadienal
متوسطة	octyl ketone
متوسطة	alpha-copaene
متوسطة	4-decanolide

الأهمية للنكهة	معامل التخفيف	النكهة التي يضيفها	المركب
عالية جداً	١٥٠٠	perfume	Phenylacetaldehyde
عالية جداً	١٥٠٠	caramel	Maltol
عالية جداً	١٥٠٠	sweet candy	Methyl gernata (2,6-octadienoic acid, 3,7-dimethyl ester)
عالية	١٠٠٠	baked potato	2-Acetyl furan
عالية	١٠٠٠	floral	2-Pentyl furan
عالية	١٠٠٠	sweet, caramel	2-Acetyl pyrrole
عالية	١٠٠٠	sweet floral	Geraniol
عالية	١٠٠٠	violet	Beta-ionone
متوسطة			1,2,4-trimethyl benzene
متوسطة			2-furmethanol
متوسطة			benzaldehyde
متوسطة			5-methyl-2-furfural
متوسطة			linalool
متوسطة			isopulegone

هذا .. ولم يجد الباحثان (Wang & Kays ٢٠٠٠) مركباً واحداً يمكن اعتباره المسئول الأساسي عن نكهة البطاطا المشوية في الفرن، وبدا واضحاً أن النكهة ترجع إلى مخلوط مركب من تلك المركبات.

وقد تكونت المركبات المتطايرة المختلفة في البطاطا المشوية في الفرن نتيجة للتفاعلات والتغيرات التالية:

- Millard reaction
- Caramelization reaction
- Strecker degradation of phenylalanine
- Lipid degradation
- Carotenoid degradation
- Thermal release of glycolosidically bound terpenes

ويزداد كثيراً تركيز مختلف المركبات المتطايرة في البطاطا المشوية في الأفران العادية عما في تلك التي تشوى في أفران الميكروويف (جدول ١٣-١)؛ بسبب الارتفاع الشديد غير التدريجي الذي يحدث في أفران الميكروويف، والذي يؤثر سلبياً على التفاعلات المؤدية إلى تكوين المركبات المتطايرة المسئولة عن النكهة المميزة للبطاطا.

جدول (١٣ - ١) : التركيزات النسبية للمركبات المتطايرة من جذور البطاطا المشوية في كل من الأفران العادية وفي أفران الميكروويف (Wang وآخرون ١٩٩٨).

التركيز النسبي (ميكروجرام/كجم وزن طازج) عند الشئ في		
فرن الميكروويف	فرن عادي	المركب
٠,٢٤	١,٨٦	Pyridine
٠,١٣	٠,٧٦	1,2,4-Trimethyl benzene
٠,٠١	٤,٨١	3-Furaldehyde
---	٠,٠٣	Xylene
٠,٤٨	٣,٨٤	2-Furmethanol
٠,٠١	٠,٣٩	Furfuryl alcohol
٠,١٤	٠,٥٩	2-Acetyl furan
٠,١٠	٠,٤١	Benzaldehyde
٠,٠٢	٠,١٤	5-Methyl-2-furfural
٠,٠١	٠,٣١	2-Pentyl furan
٠,٠٤	٠,١٨	2,3-Pentanedione
٠,٠٤	٦,٢٧	Phenylacetaldehyde
آثار	آثار	Limonene
٠,٠٢	٠,٢٢	3,4-Dihydropyran
٠,٠٢	آثار	2-Acetyl pyrrole
٠,٠٤	٣,٧٠	Maltol
٠,٠٤	٠,٢٤	Linalool
آثار	آثار	Isopulegone
٠,٠١	٠,٢٠	Geraniol
٠,١٤	٠,٨٩	2,4-Nonadienal
٠,٠٤	٠,٤٩	Cyclohexanol
---	آثار	n-Decanal
٠,٠٢	آثار	2,2-Dimethyl-1,3-cyclohexanediol
---	٠,٧٣	2,3-Nonadecanediol
---	آثار	2,4-Decadienal
آثار	آثار	Octyl ketone

التركيز النسبي (ميكرو جرام/كجم وزن طازج) عند الشى فى		
المركب	فرن عادى	فرن الميكروويف
Methyl geranate	آثار	آثار
Germacrene D	٠,٢٨	٠,٠٦
β -Caryophyllene	آثار	٠,٠٢
β -Farnesene	٠,١٧	٠,٠٦
α -Copaene	آثار	٠,٠١
α -Bisbolene	آثار	٠,٠٦
Bohlmann 176	٠,١٦	٠,٠٦
2(4H)-Benzofuranone	٠,٢٧	٠,٠٧
β -Ionone	٠,٦٨	٠,٠٦
Nerolidol	آثار	٠,١١
4-Decanolide	آثار	—
غير معروف	آثار	آثار
Tetradecanoic acid	٠,١٩	٠,٠٥
المجموع	٢٦,٨٧	١,٧٣

وقد كان لعلاج الجذور دوراً واضحاً فى تحسين نكهة البطاطا؛ فقد بلغت الكمية الإجمالية من المركبات المتطايرة النشطة فى إضفاء النكهة المميزة للبطاطا فى الجذور غير المعالجة ٣٧٪ فى الصنف Jewel، و ١٢٪ فى سلالة التربية GA90-16 من الكمية الإجمالية للمركبات المتطايرة النشطة فى إضفاء النكهة المميزة فى الجذور التى سبقت معالجتها، كما لم يمكن التعرف على وجود بعض المركبات فى الجذور غير المعالجة؛ فلم يمكن التعرف إلا على ٢٢ مركباً من ٣٨ فى سلالة التربية GA90-16، و ٣٤ مركباً من ٣٧ فى الصنف Jewel (جدول ١٣-٢). ويعنى ذلك أن العلاج أحدث نشاطاً فى الإنزيمين ألفا أميليز وبيتا أميليز اللذان نشطا - بدورهما - تحلل النشا أثناء شى البطاطا فى الفرن؛ ومن ثم تكونت السكريات الأحادية التى كانت بمثابة بادئات لبعض المركبات المتطايرة الخاصة بالنكهة (Wang وآخرون ١٩٩٨).

جدول (١٣-٢): تأثير العلاج على محتوى جذور صنفين من البطاطا المشوية في الأفران العادية من المركبات المتطايرة (Wang وآخرون ١٩٩٨).

التركيز النسبي (ميكروجرام/كجم وزن طازج)				المركب
Jewel		GA90-16		
غير معالجة	معالجة	غير معالجة	معالجة	
١,٥	٥,٦	آثار	١,٧	Pyridine
٠,٦	١,٢	آثار	٠,٧	1,2,4-Cyclopentanetriol
١,٣	٢,٧	٠,١	٢,٤	1,2,4-Trimethyl benzene
٨,٠	١٤,٥	٠,٢	٢,٤	3-Furaldehyde
آثار	٠,٣	—	٠,١	Xylene
١٣,١	١٤,١	١,٥	١,٨	2-Furmethanol
١,٢	١,٣	٠,٣	٢,٨	Furfury alcohol
١,٢	٤,٤	٠,٣	٢,٨	2-Acetyl furan
١,٠	٢,١	آثار	٠,٥	Benzaldehyde
٠,٢	٠,٩	—	٠,٧	5-Methyl-2-furfural
٠,٢	١,٢	—	٠,١	2-Pentyl furan
٠,٥	٠,٧	٠,١	١,٥	2,3-Pentanedione
٣,٨	٢٩,٧	٠,٤	٢٠,٩	Phenylacetaldehyde
—	آثار	—	آثار	Limonene
٠,٤	٢,١	آثار	١,٠	3,4-Dihydropyran
٠,٦	٠,٣	آثار	٠,١	2-Acetyl pyrrole
١٢,٣	٣٠,٨	٠,٤	٠,٧	Maltol
١,١	٠,٨	—	٠,٢	Linalool
آثار	٠,٨	—	٠,٨	Isopulegone
آثار	آثار	—	آثار	4,5-Dimethyl-4-hexen-3-one
آثار	٠,٤	—	٠,١	Geraniol
٠,١	١,٢	آثار	—	2,4-Nonadienal
١,٥	١,٢	—	—	2-Naphthalenone
آثار	٥,٤	—	آثار	Cyclohexanol
—	آثار	—	آثار	n-Decanal
آثار	٠,٤	—	٠,٢	2,2-Dimethyl-1,3- cyclohexanediol
٠,٢	٠,٥	—	٢,٥	2,3-Nonadecanediol

التركيز النسبي (ميكروجرام/كجم وزن طازج)				المركب
Jewel		GA90-16		
غير معالجة	معالجة	غير معالجة	معالجة	
آثار	٠,٦	—	١,٩	2,4-Decadienal
آثار	آثار	آثار	٠,٣	Octyl ketone
آثار	آثار	آثار	آثار	Methyl geranate
٠,٦	٠,٩	آثار	٠,٦	Germacrene D
آثار	٠,٣	آثار	٠,٢	β -Caryophyllene
—	—	٠,٤	١,٨	Cyperene
آثار	٠,٣	آثار	٠,٣	β -Farnesene
٠,١	٠,٣	آثار	٠,٢	α -Copaene
—	٠,٣	آثار	٠,٢	α -Bisabolene
١,٣	١,٥	٠,٢	٠,٣	Bohlmann 176
٠,٤	١,٣	٠,١	٠,٣	2(4H)-Benzofuranone
١,٣	١,٦	٠,٥	٠,٨	β -Ionone
آثار	٠,٢	آثار	٠,١	Nerolidol
آثار	آثار	—	آثار	4-Decanolide
آثار	١,١	—	٠,٢	Unknown
١,٣	٤,٢	٠,٣	٠,٥	Tetradecanoic acid
١,١	٠,٥	٠,٥	٠,٣	10-Heneicosene(c,t)
٣٢,١	٥٤,١	٣٣,٥	٢٦,١	Palmitic acid
٢,١	٢,٦	١,٥	١,٦	Octadecanol
١٦,٥	٢٤,٠	١٦,٢	٦,٠	1-Nonadecanol
٣,٤	٢,٤	١,٢	١,٦	9,12-Octadecadienoic acid
١٠٩,٠	٢٢٧,٩	٥٨,٤	٨٤,٣	مجموع المركبات التي أمكن التعرف عليها
٥١,٧	١٤١,٦	٥,٥	٤٧,٨	مجموع المركبات ذات النكهة المميزة

محتوى الجذور والنموات الخضرية من المثبطات الإنزيمية

تستعمل النموات الخضرية للبطاطا كعلف للحيوانات الزراعية في عديد من دول العالم، وهي تعد أقل محتوى من الجذور في السرعات الحرارية، ولكنها تفوق الجذور في محتوى البروتين كماً ونوعاً؛ فيبلغ متوسط محتوى البروتين الخام في النموات