

今日のお話の内容

Eat Well, Live Well.
AJINOMOTO

Eat Well, Live Well.
AJINOMOTO

トウガラシの特徴

カプシエイトとは？

*Capsicum chinense*とカプシエイト

カロテノイド

エステルフレーバー

バニラビーンズフレーバー

引用文献は各スライドに論文、urlを示させていただきます

辛味革命「香辛子」-フルーティで、辛味の
後味が良いトウガラシの物語-

2018/10/30

味の素株式会社イノベーション研究所 関

トウガラシは世界各国で様々な用途で使われている

Eat Well, Live Well.
AJINOMOTO

中南米では...フレーバーを利用

例えばメキシコ料理ではそのフレーバーをトウガラシでつける場合が多い。有名なのは*Capsicum chinense*のハバネロオイル(ハバネロとニンニクを菜種油で漬けた油)が著名であり、様々な料理に使用される。

また日本でも沖縄のコーレーグースは泡盛に島唐辛子を漬けた調味料であるが、これも島唐辛子のフレーバーが利用されている例である。

メキシコでは...うま味を利用

NHKメキシコ料理番組でトウガラシの出汁が紹介。

昆布の味がすると報告(Chile Guajillo)。

またポルトガルではペーストにして塩を加え、うま味をつける調味料として使われる(MASSA, トマトペーストに近い。様々な色でも利用)。

トウガラシ色素はその抽出物が色を付けるために利用されている。

トウガラシ 辛味の科学 藤井聡夫・渡辺浩夫 著書群
<https://www.ik-habanero.com/>
Wikipedia:コレーグース
<http://ja.wikipedia.org/wiki/コレーグース>
マツダ 晴樹士
<https://news.cookpad.com/articles/18333>



MASSA

トウガラシ、、、日本では辛味つけの香辛料

Eat Well, Live Well.
AJINOMOTO

トウガラシの顕著な特徴は果実が有する激しい辛味である。一方で、トウガラシは辛味のみでなく、豊富なうま味、香り、そして特徴的な色を有している栄養豊富な食品である。

辛味の強度により、辛味が強いものは辛味つけの香辛料、辛味が弱いものはピーマンのように野菜として使用されている。



トウガラシ 辛味の科学 藤井聡夫・渡辺浩夫 著書群
<http://free-photo.net/serach/entry.php?id=3442&search=>

トウガラシは世界中で栽培されている

Eat Well, Live Well.
AJINOMOTO

トウガラシは世界中で栽培されている。

熱帯地域から温帯地域まで、香辛料としては最も栽培されている植物である。生産性が高く、様々な料理に応用されている。

トウガラシ 辛味の科学 藤井聡夫・渡辺浩夫 著書群
<http://tripadvisor.jp/HotSpicer/>



トウガラシは栄養成分豊富である

Eat Well, Live Well.
AJINOMOTO

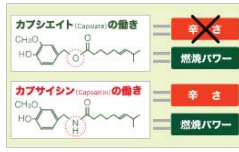
カロテノイド 7.7mg(トマトの14倍)
ビタミンC 120mg(レモンの1.2倍)
ビタミンE 8.9mg(トマトの10倍)
ビタミンK 27μg
ビタミンB6 1mg
カリウム 760mg(乾燥アオノリと同等)
カルシウム 20mg
不溶性食物繊維 8.9g(ゴボウの2.6倍)

生果実100g当たり(ビタミン、カロテノイドはβカロテン当量)

トウガラシ 辛味の科学 藤井聡夫・渡辺浩夫 著書群
http://www.shoyukuisan.com/calorie/nut_list/carotene.html

カプシエイトとは？カプサイシンとの違いは？

京都大学農学部矢澤名誉教授によりタイ由来のトウガラシから育種された新品種CH19甘から得られた新規化合物である。
http://www.ajinomoto-kenko.com/sp/ff/capsiate_natural/difference.html/



商品名「カプシEX」で販売
9mg/2粒 1日2粒摂取推奨
60粒入り

類縁体にジヒドロカプシエイト、ノルジヒドロカプシエイト等が知られており、カプシノイドと総称される(本発表ではカプシエイト≠カプシノイドとして報告)。

カプサイシンとの違いはバニリルアミンがバニリルアルコールに置換されていることであり、辛味が1/1000になっている。



しかし、トウガラシの利点が課題にもなり得る

カプサイシンの辛味はトウガラシの重要な機能である。

私は辛いものが大好きです。

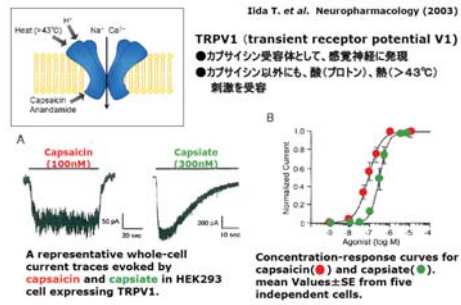
でも、辛いものに強い人ばかりではありません。
また、強い辛味はその料理の印象を大幅に変化させます。

⇒トウガラシの辛味を調整することで、その香り、色、うま味の応用範囲が広がる
同じナス科のトマトと同レベルまで生産量、消費量は増える可能性がある。
(2014年の世界の生産量トウガラシ、ピーマン0.3億トン、トマト1.6億トン)

<https://www.yasainavi.com/graph/worlddata/item=tomatotes>
<https://www.yasainavi.com/graph/worlddata/item=tomatotes>

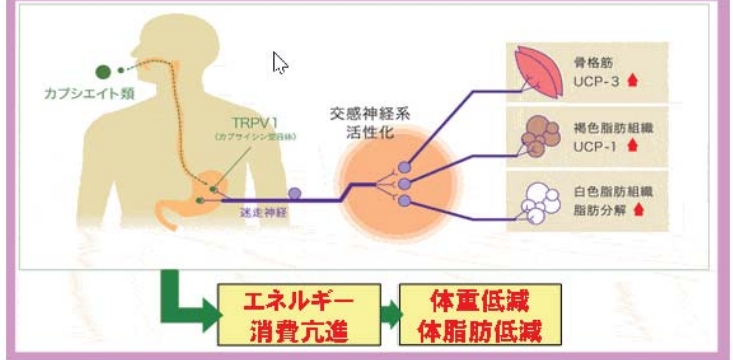
カプシエイトはTRPV1、TRPA1チャネルを活性化

TRP(transient receptor potential)チャネルは物理的、化学的な様々な刺激を生体に伝えるレセプターである。カプシエイトは辛味はカプサイシンの1/1000だが、カプサイシンと同様にTRPV1チャネルの活性化作用を有し、エネルギー消費亢進を引き起こす。
一方でカプサイシンと異なり、カプシエイトはTRPA1チャネルも活性化する効果が報告されている(Shintaku K, Uchida K, Suzuki Y, Zhou Y, Fushiki T, Watanabe T, Yazawa S, Tominaga M. JBr J Pharmacol. 2012 Mar;165(5):1476-86)。そのために、カプシエイトは辛味が舌全体を刺激し、キレの良い辛味(後味の良い辛味)を有している。



カプシエイトはTRPV1、TRPA1チャネルを活性化

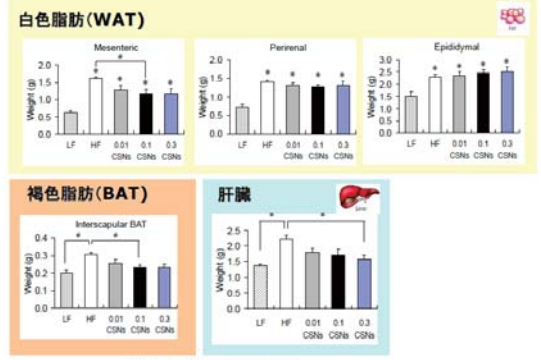
カプシエイトは辛味はカプサイシンの1/1000だが、TRPV1チャネルの活性化作用を有し、エネルギー消費亢進を引き起こしていると考えられている。



https://www.ajinomoto.com/jp/presscenter/press/detail/2009_11_02.html

カプシエイトによる臓器重量への影響(マウス試験)

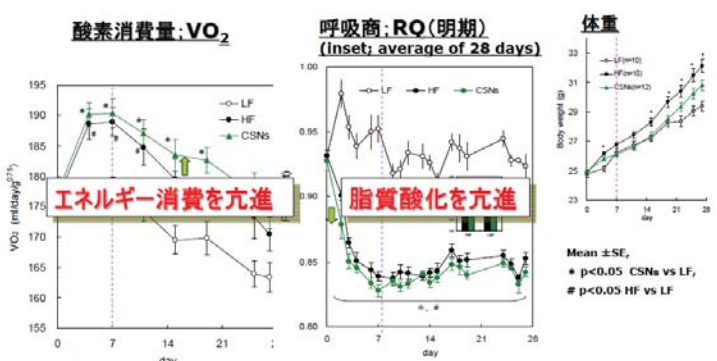
カプシエイト抽出油(CSNa)は高脂肪食摂取条件下の内臓脂肪と肝臓の重量増加を抑制(腎臓、精巣には影響なし)。⇒内臓肥満の予防臓器重量:



<http://kinkiagri.or.jp/activity/Sympo/sympo48/091105/miwa.pdf>一部改稿

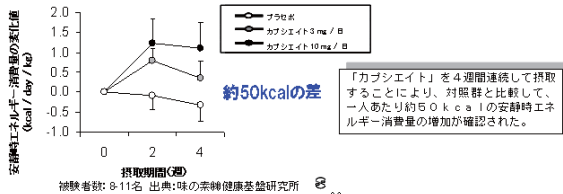
カプシエイトによる脂質代謝への影響(マウス試験)

カプシエイト抽出油(CSNa)はエネルギー代謝、脂質酸化を更新し、高脂肪食摂取時のマウスでの体重増加を抑制した。
⇒脂肪の多い食事での肥満の予防



<http://kinkiagri.or.jp/activity/Sympo/sympo48/091105/miwa.pdf>一部改稿

カプシエイトはヒトでも代謝促進及び内臓肥満の予防効果がある



あくまで脂肪量として仮定だが。。。12週間で体重70kgなら脂肪140g減1年で脂肪0.7kg減だから健康的に脂肪低減

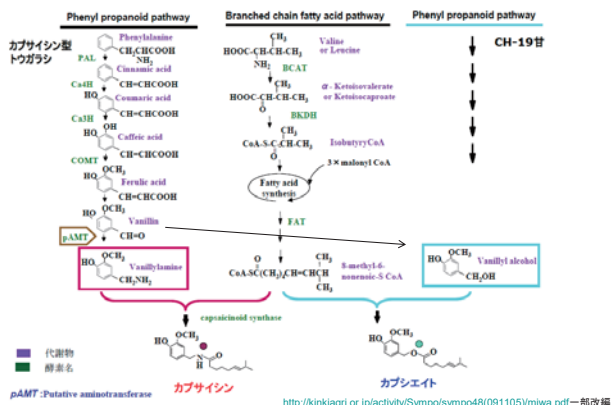
https://www.ajinomoto.com/jp/presscenter/press/detail/2009_11_02.html



- 基礎代謝1kcal/日の減少は約4g/月の脂肪増加と同等
- 基礎代謝200kcal/日の減少は約800g/月の脂肪増加と同等

[http://kinkiagri.or.jp/activity/Sympo/sympo48\(091105\)/mwa.pdf](http://kinkiagri.or.jp/activity/Sympo/sympo48(091105)/mwa.pdf) 一部改稿

カプサイシン生合成経路のp-AMTが阻害されることにより、カプシエイトが生成される(特許出願済)。



[http://kinkiagri.or.jp/activity/Sympo/sympo48\(091105\)/mwa.pdf](http://kinkiagri.or.jp/activity/Sympo/sympo48(091105)/mwa.pdf) 一部改稿

- Capsicum annuum* p-AMT(-/-)品種
 - カプシエイトを生産
- 但し、カプシエイト含量はそれ程高くなく、成熟果実には殆ど含有されない。種内交雑で育種しても、含量上昇は2倍程度であった。含量低いのので、コストをかけて抽出精製して摂取する必要があった。



	バニルアミン	バニルアルコール	カプサイシン	カプシエイト
CH-19甘	0.0078	0.0921	0.2000	1.3320
CH-19	0.0130	0.0480	2.1810	0.0137
タカノツメ	0.0196	0.0442	4.6290	0.0970

mg/g D.W.

[http://kinkiagri.or.jp/activity/Sympo/sympo48\(091105\)/mwa.pdf](http://kinkiagri.or.jp/activity/Sympo/sympo48(091105)/mwa.pdf) 一部改稿

Capsicum chinenseの特徴とその育種

- ①成熟果実が(ギネスブック級の)強い辛味
- ②フルーティな香り

⇒カプシエイトを高含有するフルーティなトウガラシを選抜(香辛子の選抜)



Capsicum annuum
カプサイシン含量最大でも5mg/g D.W.(タカノツメ等)
<http://野菜の育て方.com/tougarashi-sodatekata-10635.html>



Capsicum chinense
カプサイシン含量最大で50mg/g D.W.(ハバネロ、ブートジョロキア等)
<https://www.amazon.co.jp>

トウガラシには多数の種、品種がある

様々な種、品種が存在し、辛味、味、風味も様々である。

代表的な種

Capsicum annuum

最も栽培されている種。タカノツメ、八房、シトウ、ピーマン、パプリカ、CH19甘等。

Capsicum baccatum

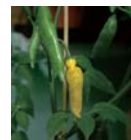
アヒ・アマリージョ。中南米で主に使用される。レモン様の風味を有する。

Capsicum frutescens

キダチトウガラシ。小型で強烈な辛味と、フルーティな香りを有する。島唐辛子。

Capsicum pubescens

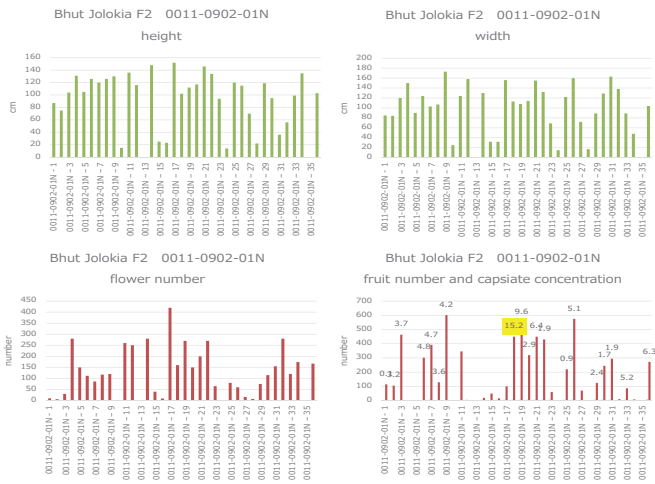
ロコトウガラシ。寒さに耐性がある。果肉が厚く味が強い。



Capsicum baccatum
レモンドロップ。レモンの香り。
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A2%E3%83%92%E3%83%BB%E3%83%AA%E3%83%A2%E3%83%B3>



Capsicum pubescens
ロコトウガラシ。
<https://ja.chilli2mag.com/roco/>



Aji dulce
カプシエイト生産株
0.1mg/g D.W.

<http://agricolafacil.mercadoshops.com.ve/semillas-de-aji-dulce-ligaron-pequeños-cultivos-jardin-810566834.html>



・ブートジョロキア
・インフィニティ(ハバネロ)
カプサイシン高含有株
10~50mg/g D.W.

<http://birdstalkingtoo.blogspot.com/2011/09/infinity-chilli.html>

交配後、第2(F2)世代、F3,4,5を選抜

カロテノイドは成熟果実が多い

トウガラシの成熟果実は未熟果実と比較して多くの有用物質が高まる。

- ・カロテノイド
- ・ビタミンC
- ・グルタミン酸
- ・糖

一方で既存のカプシノイドトウガラシであるCH19甘は*Capsicum annuum*であり、未熟果実ではカプシエイトを含有するものの、成熟果実はカプシエイトをほぼ含有しないことが判明している。
⇒*Capsicum chinense*では？



＜栄養価



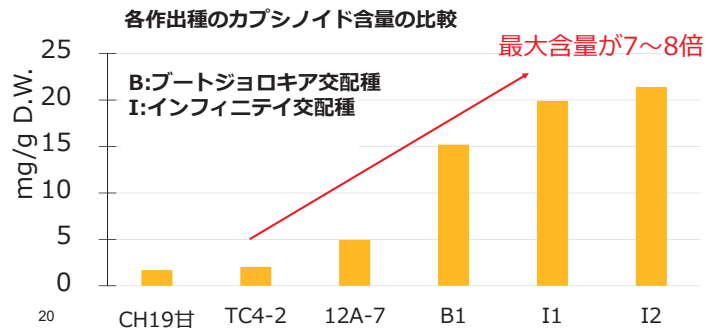
<https://reireiseikai.net/habanero-hozon/>

新品種 カプシエイト含量

ブートジョロキア系1品種、インフィニティ系2品種の高含有品種を選抜した。

現在、選抜を更に行い固定化を完了した。

⇒数個のトウガラシ、粗抽出物でも十分なカプシエイト量を摂取できる。



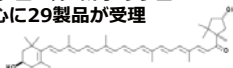
カロテノイド

様々な有用性がある。

- ・黄、橙、赤色などを示す天然色素の一群である。
- ・脂溶性ビタミンであるレチノール前駆体
- ・高い抗酸化作用。特にトウガラシに含まれるカプサンチンは、トマトで有名なリコペンと同等の抗酸化活性を有する。
- ・エネルギー代謝活性化、脂肪分解促進
- ・免疫増強
- ・殺菌
- ・がん予防
- ・肌の健康、脳機能改善、抗疲労、抗炎症作用、...

・カロテノイドは過剰症は現れない。カロテノイドからレチノール(ビタミンA)への代謝が制御されているためである。

・機能性表示食品制度ではカロテノイド類として、“アイケア”訴求のアスタキサンチン、ルテイン、ゼアキサンチン、“コレステロール”訴求のリコピン、“骨の健康訴求”のβ-クリプトキサンチンを中心に29製品が受理(2016.7.11.健康産業新聞)



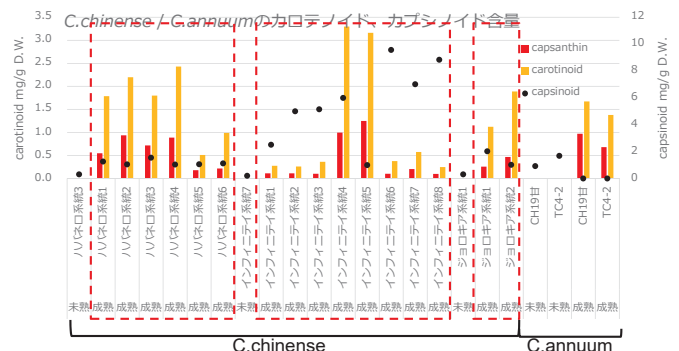
Capsanthin (Wikipedia)

https://www.kenko-media.com/health_idst/archives/4074

カロテノイド分析

●*Capsicum chinense*(ハバネロ、インフィニティ、ブートジョロキア系統)成熟果実にはカロテノイドが0.1mg/g D.W.以上含有しており、かつカプシノイドを0.1mg/g D.W.以上含有していた。*Capsicum chinense*はカロテノイドとカプシエイト(カプシノイド)を共存する株を選抜することができた。

⇒*Capsicum chinense*系のカプシノイド生産株は食味、栄養に有利な成熟果実を利用できる。



スパイスとフレーバー

フレーバーは食品に添加されることで、その香り、風味を改良することができる合成或いは天然の食品、食品添加物である。特に近年は合成のフレーバーの天然フレーバーへの置き換えが進んでいる。

一般的には日本ではトウガラシは「辛味」つけに使われる。しかしながらコショウやシヨウガ等とは異なり、「香り」つけのフレーバーとしてトウガラシが使われることは少ない(但しコーレーグース等の例外もある)。

一方、特に中南米ではハバネロ等の*Capsicum chinense*はフレーバーとして利用されており、ドリンク、フード、菓子、アイス等、幅広い分野で利用されている。



ハバネロオイル
<https://www.chili-shop24.com/new-products/2104/habanero-red-savina-chili-oil>
<https://www.sunshineinabottle.com/product/habanero-oil-ve-oll/>



Wikipedia コーレーグース
<http://feir.mexico.blog3.fc2.com/blog-entry-162.html>

Capsicum chinense カプシエイト生産品種の利点

カプシエイトとカロテノイド(ビタミンA前駆体、抗酸化物質)を同時に摂取することができる。

カロテノイド(カロテノイドを含むトウガラシ)の栄養、色としての利用とカプシノイドの効果の併用。

赤色素/抗酸化物質カロテノイド

代謝促進物質カプシエイト

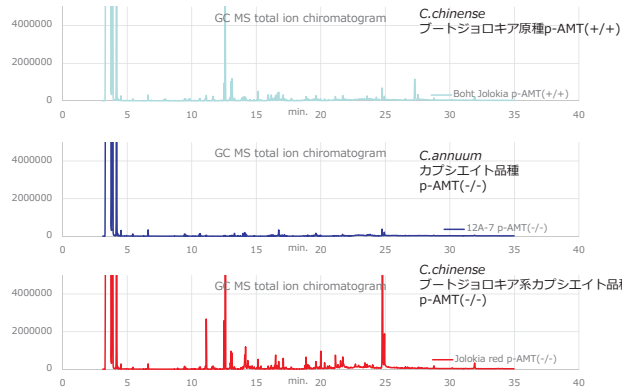


<https://publicdomainq.net/old-couple-eating-0006617/>

美味しく食べて、健康に貢献!

Capsicum chinense 揮発性成分GC/MS

●ブートジロキア系(*Capsicum chinense*)はp-AMT(+ / +)(野生株)も香気成分が12A-7(*Capsicum annuum*) p-AMT(- / -)と比較して種類、量ともに高い傾向。*Capsicum chinense* p-AMT(- / -)(capsiate生産株)はp-AMT(+ / +)と比較して量が増加傾向。



トウガラシの種と香り(揮発成分)



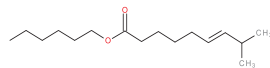
Capsicum annuum L.
温帯から亜熱帯にかけて広い地域に分布。メキシコ原産。花の色は、白、まれに紫。香りは弱い。
鷹の爪、ピーマン、シシトウ等。



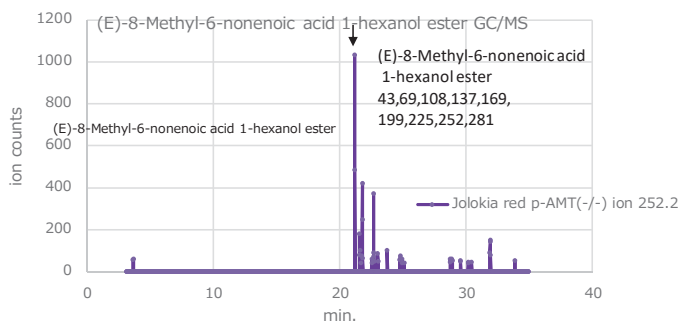
Capsicum chinense
温帯から亜熱帯にかけて広い地域に分布。メキシコ原産。花の色は、白、まれに紫。辛味、フルーティな香りが非常に強い。ハバネロ、ブートジロキア等。

*Capsicum chinense*は独特の柑橘系のフレーバーを有しており、食味を増進させる。
→選抜したカプシエイト高含有*Capsicum chinense*香気成分は?

Capsicum chinense p-AMT(- / -)に(E)-8-Methyl-6-nonenic acid 1-hexanol ester 存在を確認

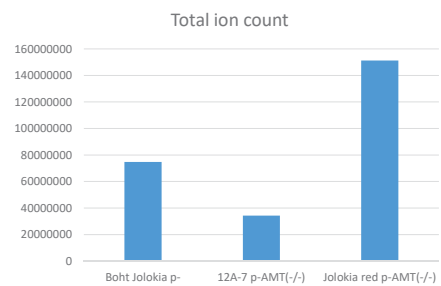


(E)-8-Methyl-6-nonenic acid 1-hexanol ester



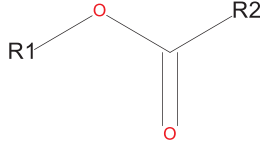
GC/MS total countの比較

Total ion count(100-1000)の積算を比較しても、カプシエイトブートジロキア p-AMT(- / -)のcountは高い。また、実際に果実の香りは強い。



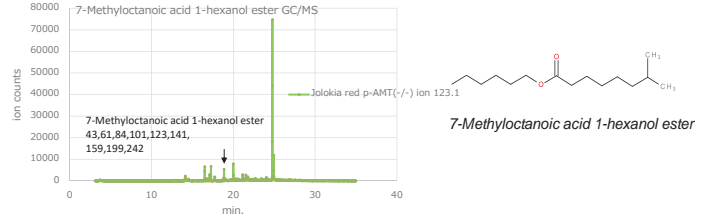
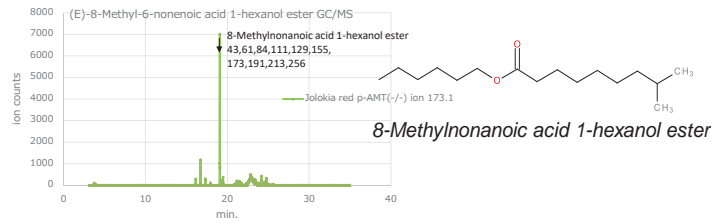
含有されると推定される化合物(エステルフレーバー)

Capsicum chinense p-AMT(-/-)には様々なエステル系のフレーバーが含有される。一方でカプシノイドは高含有されるが、カプサイシノイド含量は非常に低い。このトウガラシは辛味が少なく、一方でフルーティーなエステルフレーバーを豊富に含有していた。ナチュラルなエステルフレーバーを多く含むトウガラシは貴重である(R1,R2は脂肪族或いは芳香族炭化水素)。



Hubert Kollmannsberger, Adrián Rodríguez-Burruzo, Siegfried Nitz and Fernando Nuez J Sci Food Agric 2011; 91: 1598-1611 一部を提示

Capsicum chinense p-AMT(-/-)に8-Methyl nonanoic acid 1-hexanol ester, 7-Methyl octanoic acid 1-hexanol ester 存在を確認



バニラビーンズとカプシエイトウガラシ

バニラビーンズのフレーバー、フレグランスは、合成品のバニリンによってその大部分が代替されていますが、バニラビーンズの供給は不安定且つ極めて高価なため、ナチュラル、特に植物由来のバニラビーンズ成分が求められています。

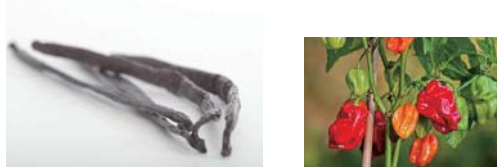
<http://www.nova-organic.co.jp/products/1006.html>

<https://alchetron.com/Capsicum-chinense>

カプシエイトウガラシは驚くべきことに、**バニラビーンズ成分**を発生させることができます。

<https://alchetron.com/Capsicum-chinense>

<https://www.photoc-sc.com/main/search?c=%E3%83%90%E3%83%8B%E3%83%A9%E3%83%93%E3%83%BC%E3%83%83%E3%82%BA&rt=dir&v>



アイスクリーム、菓子、酒、ジュース、多くの加工食品、香水等

エステルの脂肪酸とアルコールの組み合わせによる香りイメージ

Table of esters and their smells from the alcohol (first word)

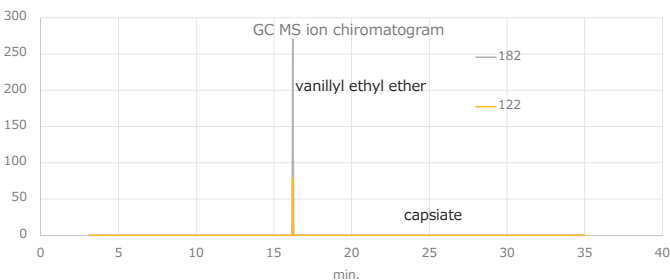
Esters	from the alcohol (first word)									
	methyl 1 carbon	ethyl 2 carbons	propyl 3 carbons	2-methyl propyl 4 carbons	butyl 4 carbons	pentyl 5 carbons	hexyl 6 carbons	benzyl benzene ring	heptyl 7 carbons	octyl 8 carbons
methanoate 1 carbon	ETHERIAL									
ethanoate 2 carbons	ETHERIAL									
propanoate 3 carbons	ETHERIAL									
2-methyl propanoate 4 carbons, branched	ETHERIAL									
butanoate 4 carbons	ETHERIAL									
pentanoate 5 carbons	ETHERIAL									
hexanoate 6 carbons	ETHERIAL									
heptanoate 7 carbons	ETHERIAL									
octanoate 8 carbons	ETHERIAL									
nonanoate 9 carbons	ETHERIAL									
decanoate 10 carbons	ETHERIAL									
from the carboxylic acid (second word)	ETHERIAL									
salicylate from salicylic acid	ETHERIAL									

https://jameskennedyonash.files.wordpress.com/2013/12/table-of-esters-and-their-smells.jpg?utm_medium=referral&utm_source=Lc

カプシエイトアルコールエーテルの合成確認

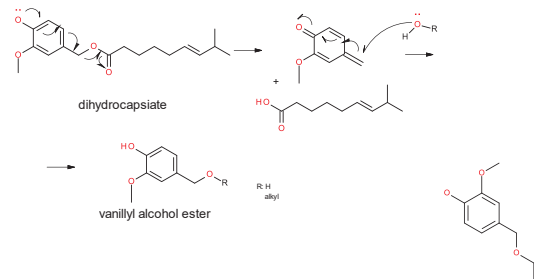
カプシエイトとエタノールのインキュベーションでvanillyl ethyl ether生成を確認した。また乾燥トウガラシにエタノールを添加することでvanillyl ethyl etherが生成することも確認した。

⇒アルコールの種類を変えることで、様々なバニリルエーテルを製造可能。



カプシエイトからどうやってバニラビーンズ成分ができるのか？

水或いはエタノールをカプシエイトに混合することで、バニラビーンズに含まれ、バニラビーンズの香りを形成する重要な化合物であるバニリルアルコール、バニリルエタノールエーテルを発生させることができる。



天然のバニラビーンズに含有され、バニラの芳香を作っている重要なフレーバー(GRAS化合物)である。化学合成品が多くの食品にフレーバーとして添加されている。

- ・香りのよい、辛味が弱いトウガラシ(カプサイジンがカプシエイトに置換されたトウガラシ)です。また保管により辛味を更に低下できます(カプシエイトはカプサイジンの辛味1/1000でシャープな辛味です)。
- ・エタノールを混合することで、バナニビーンズに含まれるバニリルエタノールエーテルを生成することができ、ナチュラルな植物性バナニビーンズフレーバーを生成することができます。



- ・辛味が殆どないので色素源として利用できます。抽出物はもちろん、トウガラシ自体も乾燥させて粉末、フレーク等として利用できます。弊社で、赤色、橙色の品種を保有しております。
- ・現在、品種登録準備中です。
- ・様々なトウガラシをカプシエイト化可能です。

ご興味をもっていたただけの方、取り扱いを希望される方はご連絡をお待ちしております。
tetsuya_seki@ajinomoto.com

カプシエイトトウガラシにエタノールを添加することでバニリルエタノールエーテルをナチュラルに生成させることができる。



↓ +エタノール



植物性バナニフレーバーとしてアイスクリーム、菓子、酒、ジュース、多くの加工食品、香水等
製品写真はイメージとして引用

<https://www.ajinomoto.com/ingredients> <https://www.ajinomoto.com/ingredients> <https://www.ajinomoto.com/ingredients> <https://www.ajinomoto.com/ingredients> <https://www.ajinomoto.com/ingredients> <https://www.ajinomoto.com/ingredients> <https://www.ajinomoto.com/ingredients> <https://www.ajinomoto.com/ingredients> <https://www.ajinomoto.com/ingredients> <https://www.ajinomoto.com/ingredients>