平成 24 年度 卒業研究論文

水溶性フルーツ香料の開発

バイオテクノロジー学科 化粧品開発コース 2班

101-0034 佐々木

101-0061 野 田

101-0071 堀 越

要旨

【目的】香料は、食品や香水、化粧品などの香粧品に至るまで様々な用途で使われている。一般的に、天然香料と、合成香料に分類され全てが油性である。天然香料において、果実から抽出された香料は、オレンジなどの柑橘系が一般的で、その他の果実から抽出された香料は存在していない。従って、現在流通している、各種フルーツタイプの香料は、合成香料を使用した調合香料である。そこで、本研究では株式会社 VELUTINA 様との産学協同研究でラ・フランス及び数種類の果実を用いて、食した際にその果実が感じ取れる新しい天然の水溶性フルーツ香料の開発と抽出方法の確立を目的とした。

【方法】はじめに、香料の抽出方法として、減圧蒸留法、凍結乾燥法、水蒸気蒸留法の3種類の方法を検討した。次に、香料抽出時の条件として、果実ごとに、使用部位、抽出時間、試料量の検討を行った。さらに、抽出した香料については、GC-MSによる含有成分の定性分析、安全性試験を行った。次に、既存の飲料製品に、抽出した香料を添加して、試飲前と試飲時の香りについて、官能試験を行った。

【結果】水溶性フルーツ香料の抽出方法として3種類の方法を比較検討した結果、果実の種類を問わず抽出が可能であり、得られた香料は十分な強度をもち、果実の特徴が顕著に表れる水蒸気蒸留法で行うこととした。また、抽出の条件として、使用部位、抽出時間、試料量の検討を行った結果、使用部位は、果肉だけを用いる方が良い果実や、果肉と皮を用いた方が良い果実など、抽出時の条件は果実ごとに異なった。さらに、抽出時間や試料量に関しても、香料に適した香りが得られる条件は果実ごとに異なった。また、全ての果実において試料量を増やすことにより、より強い香料を得ることができた。GC-MSによる含有成分の定性分析の結果、抽出した香料には、もとの果実と同様の香気成分が検出された。さらに、安全性試験では、一般細菌は検出されなかった。官能試験は、試飲前に比べ試飲時の方が香りを感じられるという回答が多く、試飲時には果実の香りがしっかりと感じられるという結果になった。

Development of natural fruit flavor

Outline

<Purpose>

Perfumes are used in a variety of applications ranging from cosmetics such as perfume from the food. In general, it is classified into synthetic perfume chemically synthesized or natural fragrance. Natural fragrances are those extracted from various plants and some animals. Most plants rose and lavender, and herbs are widely known that in particular. In the fruit peel oil with citrus such as orange is generally, and now natural flavors extracted from other fruits almost non existent. We have developed a new natural fruit flavor in a study in cooperation with VELUTINA Co., in this study, a commercial product.

<Method>

First, as a method for obtaining a fruit flavor, I thought of three ways.

- i Rotary evaporator and Aspirator
- ii Freeze dryer
- iii Steam distillation apparatus

We have conducted experiments to select the appropriate method for each sample from it.

As a result, we will proceed with the experiment obtained by steam distillation of the best result.

In addition, functional testing and safety testing. I have also performed qualitative analysis by GC-MS.

目次

第1章 序論
1-1 香料とは
1-2 食品香料について2
1-2-1 水溶性香料(エッセンス)2
1-2-2 油溶性香料(オイル)
1-2-3 乳化香料(エマルジョン)
1-2-4 粉末香料
1-3 香料の歴史
1-4 減圧蒸留とは
1-5 凍結乾燥とは
1-6 水蒸気蒸留とは
1-7 各果実について
1-7-1 ラ・フランス
1-7-2 パイナップル
1-7-3 パッションフルーツ
1-7-4 マンゴー
1-7-5 レモン
1-7-6 ブドウ
1-7-7 リンゴ
1-7-8 バナナ
1-8 背景
1-9 目的
第 2 章 本論
2-1 抽出方法の選定
2-1-1 減圧蒸留法
2-1-2 凍結乾燥法10
2-1-3 水蒸気蒸留法
2-1-4 各方法での結果比較と抽出方法の決定12
2-2 水蒸気蒸留法での本実験13
2-2-1 目的
2-2-2 使用装置13
2-2-3 条件
2-2-4 方法
2-2-5 結果
2-2-6 各果実の抽出条件19

2-3 試験	20
2-3-1 GC-MSを用いた定性分析	20
2-3-2 官能試験	32
2-3-3 安全性試験	35
2-4 中間発表用アンケート	37
2-5 中間発表アンケート結果	38
第3章 結論	39
3-1 考察	39
第 4 章 参考文献	40
第 5 章 謝辞	43

第1章 序論

1-1 香料とは

現在、飲料をはじめとするほとんどの食品や香水、化粧品に至るまで様々なものに香料が使用されている。香料とは、植物及び動物から得られたものや、香気を有する化合物、または、それらの混合物で、その多くは揮発性の液体である。一般に、天然香料と合成香料の2種類に大別され、これらを用いて調合された調合香料が製品に用いられる。

天然香料は、植物性香料と動物性香料に分類されるが、ほとんどは植物性香料である。

植物性香料はローズ油、オレンジ油など、植物の枝葉、根茎、木皮、樹幹、果実、花、樹脂から得られる植物性精油が主体となっており、1500種以上あるが、香料として取引されている品種は約 150種といわれている 1)。植物性精油は、一般に水より軽く、揮発性であり主成分はテルペン化合物である。精油の抽出法としては水蒸気蒸留がもっともよく用いられているが、熱に対して不安定な精油については、柑橘類のように果皮を圧搾、または花の精油のように有機溶媒により抽出しているものも存在する。

動物性香料としては、ジャコウジカから得られるムスク (musk 麝香)、ジャコウネコから得られるシベット (civet 霊猫香)、ビーバーから得られるカストリウム (castoreum 海狸香)、マッコウクジラから得られるアンバーグリス (amber gris 龍涎香)の4種が著名である。しかし、ムスクとアンバーグリスの2種類に関しては、産出する動物の個体数が減少しておりワシントン条約などにより保護されている。そのため、現在では合成香料によって代替され、天然の動物性香料ほとんど使用されていない2。

合成香料とは、石油化学製品、石炭タール製品、テルペン化合物などを原料として各種の化学反応を用いて合成された香料である。工業的に大量生産されているものは約320種あり、その本質から次の2つに分類される。(1)天然香料の成分を分析することによって、その化学構造を解明し、それとまったく同じ構造の化合物を工業原料から化学反応によって合成した香料。(2)天然香料の成分としては存在していないが、香気が類似している化合物、調合に有用な特色ある香気を有する化合物³の。また、合成香料は単一の化合物からなり、調合香料に対して単品香料、あるいは化学的に合成されることからアロマケミカルと呼ばれることもある。化合物が天然に見出されている合成香料はネイチャーアイデンティカル(Nature Identical、略してNI)と言われる。天然に見出されている合成香料はネイチャーアイデンティカル(Artificial)、もしくはニューケミカル(New Chemical)と呼ばれ、区別されている⁴。合成香料は、安価で、生産量も安定しているため、天然香料の代替として用いられることが多い。

1-2 食品香料について

食品香料とは、口から摂取する食品に香りを付与することを目的とした香料である。食品の製造または加工の工程で、食品本来が持つ香りが弱まったり、好ましくない香りが発生したりする場合に、その失った香りを付与したり、好ましくない香りを抑えたりすることで、食品をよりおいしく食べるための重要な働きをする。食品衛生法では、「食品の製造または加工の工程で、香気を付与または増強するため添加される添加物及びその製剤」と定義されている。

食品の形態は、液状のものから固形のものまで多種多様である。また、飲料の多くは水性だが、 調理には油を使用することが多いため、食品香料は使用する食品に応じて(1)水溶性香料 (2)油溶 性香料 (3)乳化香料 (4)粉末香料の4つの形態に製剤化されている5%。

1-2-1 水溶性香料(エッセンス)

調合された香料ベースを含水アルコール、プロピレングリコールなどで抽出・溶解したもので水に可溶である。香り立ちが良く、賦香対象にフレッシュ感を付与する。飲料やアイスクリームなど製造工程であまり熱のかからない食品に用いられている。

1-2-2 油溶性香料(オイル)

香料ベースを植物油脂、プロピレングリコール、グリセリンなどで溶解したもので耐熱性がある。クッキーやケーキ生地、キャンディーなど加熱処理工程が必要な食品の香り付けに用いられている 5)6)。

1-2-3 乳化香料(エマルジョン)

香料ベースを、乳化剤や安定剤を用いて水に乳化させ微粒子状態にしたものである。賦香対象に、やわらかな香りと風味を付与し、保留性がよいことが特徴である。飲料ににごりを与えることもあるため、クラウディーとも呼ばれ、清涼飲料水や冷菓などに用いられている 500。

1-2-4 粉末香料

香料ベースを粉末基剤と混合したり、噴霧乾燥させたり、吸着させたりして粉末化させたものである。安定性が良く、計量などの取り扱いが容易で、粉末スープやインスタント食品、チューイングガムなどに用いられている 5)6)。

1-3 香料の歴史

人類が香料を使用し始めた時期は、およそ紀元前 2600 年以上も前にさかのぼるといわれている。昔から、人間の自然な感情として、嫌なにおいは邪悪なもの、さわやかなにおいは善であるとされてきた。16 世紀になりフランスでは花精油抽出工業が生まれ、19 世紀には有機化学の進歩が香料工業を発展させた。この頃から香料の需要が増大し、天然香料のみでは需要に応じきれなくなった。そこで、合成香料が出現する。天然香料の香気成分の化学構造が確認され、これらを石炭タール成分や石油化学製品から化学反応により合成する技術が確立された。そして、天然香料や合成香料を調合して思いのままの香気を創造しうる時代となった。。

香料には、紀元前 2600 年前からの長い歴史があるが、現在抽出されている香料は全て油溶性であり、水溶性の香料は存在しない。

1-4 減圧蒸留とは

蒸留装置の内部を減圧にし、大気圧よりも低い圧力のもとで行う蒸留方法である。沸点が低くなるので比較的低温で蒸留ができ、高温で分解してしまう物質や、常圧では高い沸点をもつ物質も蒸留可能である8。

1-5 凍結乾燥とは

フリーズドライ製法とも呼ばれている。

試料を凍結させた後、真空状態で水分を昇華させて乾燥する方法である。凍結した固体の状態のまま水分だけが蒸発して乾燥が進むので、高い温度の熱がかからず、組織が変化したり、表面が硬くなったりと試料が物理的・化学的変化を受けにくい。蒸発した水分の部分が空洞となり多孔質乾燥物となるため、水を加えたときの復元性が極めて高い。現在は、カップラーメンなどのインスタント食品をはじめ、宇宙食や非常食、医薬品の製造など広く用いられている 9100110。

1-6 水蒸気蒸留とは

エッセンシャルオイルと呼ばれている精油を植物から抽出する方法の1つである。

対象物に水蒸気を吹き込み、蒸気とともに精油成分を気体状態で留出し、冷却して分離・回収する方法で100%純粋の精油(エッセンシャルオイル)を得ることができる。分離後の水には水溶性の芳香成分と微量の精油が残っており、芳香蒸留水(フローラルウォーター)として利用される。この技術は紀元6世紀頃から行われていた方法で、原料の産地で経費が少なく、簡単で大規模な生産に適しているが、熱に不安定なものや水溶性の化合物には不向きである。12)13)14)

1-7 各果実について

1-7-1 ラ・フランス

バラ科ナシ属の落葉樹で西洋ナシの一種である。原産地はフランスで、日本では山形県と長野県が主な産地になっている。果実は不正円で、果皮部に斑点がある。香りが良く、濃厚な甘味の上品な味で、食感はリンゴやモモに似ている。香気成分としては、酢酸ヘキシルや酢酸ブチル、酢酸エチルなどがある 15)16)17)。

1-7-2 パイナップル

パイナップル科の多年生草本である。原産地は熱帯アメリカで、現在の主な産地はハワイ、ブラジル、メキシコ、フィリピン台湾である。日本では沖縄県や奄美諸島で栽培が行なわれている。 果実は集合果で、円筒または楕円形、表面は亀甲状の突起で覆われている。若い間は深い緑色を呈し、熟すと黄金色に変わる。香気成分としては、カプロン酸のメチル、エチルエステルが非常に多く、含硫化合物としては、3・メチルチオプロピオン酸メチル及びエチルエステルがある 18)19)20)。

1-7-3 パッションフルーツ

トケイソウ科トケイソウ属の一種であり、その植物またはその果実のことである。原産地はブラジルで、オーストラリアやハワイなど熱帯・亜熱帯地方で多く栽培されている。果実は円形または長円形で未熟果は緑色をしているが成熟するにしたがい紫色から黒紫色に変化する。風味は非常に強い酸味を感じる。香気成分としては酪酸エチル、酪酸ヘキシル、カプロン酸エチルなどの各種エステル類をはじめ、メチオニルアセテートなどの含硫化合物がある²¹⁾。

1-7-4 マンゴー

ウルシ科の常緑樹である。原産地はインド北東部だとされ、現在では熱帯、亜熱帯地方で広く 栽培されている。特有の強い香りがあり、通常 250g ほどの大きさの果実に成長し、黄色、紅色、 緑色を呈する。香気成分としては、 γ -オクタラクトンに代表されるラクトン類がある。その他に、 リモネン、 α -ピネン、 β -ピネン、 α , β -テルピネンなどの炭化水素類やフルフラール、プロパナ ールなどのカルボニル化合物、さらにデカン酸エチルなどがある 22)23)24)。

1-7-5 レモン

ミカン科ミカン属の高さ 3~6m の常緑大低木ないしは小高木である。原産地はインドのヒマラヤ東部山麓または、中国南東部からビルマ北部あたりだとされ、現在の産地としてはカリフォルニアとイタリアが有名である。果実は 7~8cm の卵形で表面は光沢を帯びた黄色をしている。果肉は淡黄色で小さい紡錘状の砂上があり、柔軟多汁で非常に酸(主にクエン酸)が多く酸味が強い。香気成分としては 90%以上をテルペン系炭化水素(主に d-リモネン)が占めているが、そのにおいへの貢献度は低く、香りを特徴づけている成分は主にシトラールである。その他にはテルピネオール、オクタナール、シトロネラールなどが主要香気成分としてあげられる。その他の成分として、 α -ピネン、 β -ピネン、 γ -テルピネン、ミルセン、 β -ビサボレン、カリオフィレン、 α -ベルガモテンなどがある 25)26)27)。

1-7-6 ブドウ

ブドウ科ブドウ属のつる性落葉果樹である。栽培種は、アジア西南部原産のヨーロッパ種 V.vinifera と北アメリカ原産のアメリカ種 V.laburusca, V.aestivalis が基本となっている。生食用、 ワイン用それぞれにいろいろな品種がある。大多数の国で栽培され、日本でも北海道から九州ま で全国的に栽培されている。中でも主な生産地は、山梨県、山形県、長野県である。果実は緑ま たは濃紫で、内部は淡緑、房状に生る。香気成分としては、エチルアセテート、メチルアンスラ ニレートなどのエステル類をはじめ、リナロール、ヘキサノールなどがある ²⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾。

1-7-7 リンゴ

バラ科リンゴ属の落葉高木樹、またはその果実のことである。原産地は中央アジア地方で日本では青森県、長野県、山形県が主な産地となっている。収穫期が7月中旬から11月下旬までと長く、色や形が多種多様である。主な品種にはむつ、ふじ、紅玉などがある。香気成分としては、アセトアルデヒド、ヘキサノール、ブタノール、酢酸エチルなどがある31/32/33/34/。

1-7-8 バナナ

バショウ科バショウ属の多年生草本である。原産地は東南アジア地方で、ほとんどの熱帯、亜熱帯地域で栽培されている。品種は 500 種を越えるほど多くある。香気成分としては、酢酸、プロピオン酸、酪酸などのアミルエステル、オイゲノール、エレミシンなどのフェノールエーテル類がある 35)36)37)38)。

1-8 背景

ダイエット食品を扱っている企業から香料の販売を行っている株式会社 VELUTINA 様へ、天然の水溶性ラ・フランス香料に関する依頼があった。しかし、果実類から抽出された天然香料は存在していない。そこで、天然の水溶性ラ・フランス香料の開発を株式会社 VELUTINA 様と産学協同研究で行なうことになった。さらに、レモンやパイナップルといったその他の水溶性フルーツ香料の開発も行うことにした。

1-9 目的

本研究での目的は、果実から水溶性の純粋な香りを抽出することである。純粋な香りとは、無味、無色であり、香りのみであることが好ましい。さらに、有用な香料として、香りを賦香するだけの強度があり、そして、賦香することで、賦香対象に果実の特徴を付与させられることが求められる。また、抽出方法を確立するため、減圧蒸留法、凍結乾燥法、水蒸気蒸留法の3つの方法を試した。さらに、香料としてより最適な香りを抽出するため、「果実の使用部位」、「抽出時間」、「試料量」の抽出条件を設け、水溶性のフルーツ香料の抽出を目指した。

第2章 本論

2-1 抽出方法の選定

実験方法候補

果実から天然の水溶性フルーツ香料を抽出する方法として、減圧蒸留法、凍結乾燥法、水蒸気 蒸留法の3つが抽出方法として挙げられた。

試料

ラ・フランス

リンゴ

2-1-1 減圧蒸留法

使用装置

ロータリーエバポレーター

ROTARY VACUUM EVAPORATOR

TYPE M-1

東京理化器械株式会社

減圧アスピレーター

ASPIRATOR A-3S

TYPE A-3S

東京理化器械株式会社

ウォーターバス

WATER BATH SB-350

東京理化器械株式会社

ジューサーミキサー

MJ-M32

MJ-M22

ジューサー

MJ-M12

パナソニック株式会社

方法

果実から皮と種を取り除き果肉部分をジューサーにかけて果汁を搾り出し、試料とした。この 試料から、ロータリーエバポレーターと減圧アスピレーターを用いた減圧蒸留法によって香料を 抽出した。

結果

果実特有の香りが感じられず、強度はなかった。

考察

この結果は、果実をジュースにする際に、残渣に香り成分が残ってしたため強度がなかったのだと考えられる。さらに、ウォーターバスでの加温がジュースに対して直接的であり、熱をかけ過ぎたことも考えられる。

2-1-2 凍結乾燥法

使用装置

凍結乾燥機

TYPE FDU-2200

東京理化器械株式会社

ジューサーミキサー

MJ-M32

MJ-M22

ジューサー

MJ-M12

パナソニック株式会社

方法

果実から皮と種を取り除き果肉部分をジューサーにかけて果汁を搾り出し、試料とした。この 試料を容器に入れて冷凍し、その後 24 時間凍結乾燥を行なった。

結果

凍結乾燥後の試料や廃液からは香りがなく、香料の抽出はできなかった。

考察

この結果は、減圧蒸留法と同様に残渣に香り成分が残ってしまったこと、さらに、凍結乾燥機内で、試料を乾燥中に香り成分が蒸発してしまったことの2点が大きな原因であったと考えられる。

2-1-3 水蒸気蒸留法

使用装置

ハーブオイルメーカー 有限会社 東京製作所

電気コンロ SK-65

株式会社 石崎電機製作所

方法

果実から、皮と種を取り除き果肉部分を試料とし、水蒸気と接する表面積を多くするために薄切りにした。装置内に水道水 500ml をいれ沸騰させてから、試料をまんべんなく広げ入れ、水蒸気で蒸留し冷却して香料を抽出した。冷却部には氷と塩を入れマイナス 2℃程度に保った。

結果

果実特有の香りが感じられ、強度のあるものが抽出された。また、減圧蒸留法よりも採取量が 多かった。

考察

水蒸気蒸留法では、果実をそのまま用いたことで、香り成分が含まれる部分を全て抽出することができた。そのため、他の2つの方法より良好な結果が得られたのだと考えられる。

2-1-4 各方法での結果比較と抽出方法の決定

前述した3種類の方法結果を比較し、本実験の抽出方法を決定した。

各抽出方法で抽出した香料を、果実特有の香りであるか、強度はあるかという観点について、良い・どちらともいえない・悪い の3点法による官能評価を行い表.1に結果を示した。減圧蒸留法では、熱によって香りの変性が起こる可能性が高く、果実特有の香りは感じられなかった。また香りがかすかにわかる程度と強度もなかった。凍結乾燥法では香りが全く感じられなかったため香料の抽出はできず、抽出方法として適さないと考えた。水蒸気蒸留法は、果実を想起できる香りで、強度も3種類の抽出方法の中で最もあった。

この結果より、香料の抽出方法を水蒸気蒸留法に決定した。

表.1 各抽出方法における官能評価結果

評価項目	価項目\抽出方法 減圧蒸留法		凍結乾燥法	水蒸気蒸留法
果実特有	果実特有の香り		×	0
強	度	Δ	×	0

○…良い △…どちらともいえない ×…悪い

2-2 水蒸気蒸留法での本実験

2-2-1 目的

株式会社 VELUTINA 様より依頼を頂いたラ・フランスに加え、パイナップル、パッションフルーツ、マンゴー、レモン、バナナ、ブドウ、リンゴから香料の抽出を行うこととした。

2-2-2 使用装置

ハーブオイルメーカー 有限会社 東京製作所

2-2-3 条件

水量:500ml、冷却部温度:マイナス 2~3℃

2-2-4 方法

水蒸気蒸留装置内に水を入れ、沸騰させた。その後、果実の使用する部位を装置に入れ蒸留を 開始した。果実ごとに使用する部位、抽出時間、試料量、の違いを検討し、最も有用な条件を決 定した。

2-2-5 結果

水蒸気蒸留法で、ラ・フランス、パイナップル、パッションフルーツ、マンゴー、レモン、バナナ、ブドウ、リンゴからの香料抽出を行った結果、ラ・フランス、パイナップル、パッションフルーツ、マンゴー、レモンは香料として有用な香りが得られた。以降に、その詳細を示す。

しかし、バナナ、ブドウ、リンゴの 3 種類の果実は香料として有用な香りを抽出することは出来なかった。

ラ・フランス

選定理由

VELUTINA 様からのご依頼

産地

山形県

使用する部位の決定

果肉(皮・種・芯を除く)

抽出時間の決定

抽出液が出始めてから1分毎に採取した。ラ・フランスを想起できる特有の香りを感じるか、 フレッシュ感があるか、甘味や酸味など味を想起できるおいしい香りであるか、の3つの観点で 官能評価を行った。香料として有用な香りが何分まで採れるかを確認し、抽出時間を決定した。 ラ・フランスの抽出実験結果を表.2に示す。

表.2 ラ・フランスの抽出実験結果

評価項目\時間	1分後	2 分後	3 分後	4 分後	5 分後
特有の香り	0	0	0	\triangle	×
フレッシュ感	0		\bigcirc	×	X
味の想起	0	0	0	×	X

②…非常に良い 〇…良い \triangle …あまり良くない \times …悪い

結果

4 分以降は香りに濁りが生じた。また、フレッシュ感は無くなり、芋のような粘り気のある香りになってしまった。従って、3 分までが有用な香りだと判断した。

試料量の決定

100g と 300g でそれぞれ香料抽出を行い、香りの強度を比較した。結果、300g の方が香料に適していた。

採取量

試料量に対して3%の香料が得られた。

パイナップル

選定理由

果実の中でも、香り強度が高く馴染み深く、香りの嗜好性が高いため。また、年間を通して入 手可能である。

産地

フィリピン

使用する部位の決定

果肉(皮・芯を除く)

抽出時間の決定

抽出液が出始めてから1分毎に採取した。パイナップルを想起できる特有の香りを感じるか、 フレッシュ感があるか、甘味や酸味など味を想起できるおいしい香りであるか、の3つの観点で 官能評価を行った。香料として有用な香りが何分まで採れるかを確認し、抽出時間を決定した。 パイナップルの抽出実験結果を表.3に示す。

表.3 パイナップルの抽出実験結果

評価項目\時間	1 分後	2 分後	3 分後	4 分後	5 分後
特有の香り	0	0	0	Δ	×
フレッシュ感	0	0	Δ	X	X
味の想起	0	0	Δ	Δ	\triangle
·		O 11. 3/63	O 4.	4 2 3 3 10 mlm 3 2	 .

◎...非常に良い○...良い△...あまり良くない×...悪い

結果

3 分以降から、フレッシュ感がなくなり、パイナップル独特の酸味を想起できなくなった。従って、2 分までが有用な香りだと判断した。

試料量の決定

100g と 300g でそれぞれ香料抽出を行い、香りの強度を比較した。結果、300g の方が香料に適していた。

採取量

試料量に対して1.5%の香料が得られた。

パッションフルーツ

選定理由

香りが強いフルーツとして知られているので、水溶性香料の原料として、むいているのではないか、良い結果が得られるのではないかと考えた

産地

東京都 神津島

使用する部位の決定

果肉・種(皮を除く)

抽出時間の決定

抽出液が出始めてから1分毎に採取した。パッションフルーツを想起できる特有の香りを感じるか、フレッシュ感があるか、甘味や酸味など味を想起できるおいしい香りであるか、の3つの観点で官能評価を行った。香料として有用な香りが何分まで採れるかを確認し、抽出時間を決定した。

パッションフルーツの抽出実験結果を表.4に示す。

表.4 パッションフルーツの抽出実験結果

評価項目\時間	1 分後	2 分後	3 分後	4 分後	5 分後	6 分後	7分後	8 分後	9 分後
特有の香り	0	0	0	0	0	0	0	Δ	\triangle
フレッシュ感	0	0	0	0	0	0	Δ	X	×
味の想起	0	0	0	0	0	0	Δ	×	X

◎...非常に良い ○...良い △...あまり良くない ×...悪い

結果

7 分以降から、フレッシュ感がなくなり、パッションフルーツ独特のトロピカル感が無くなり 重い印象を持った香りになった。従って、6 分までが有用な香りだと判断した。

試料量の決定

100gで、十分香料に適していた。そのため、300gでの抽出は行わなかった。

採取量

試料量に対して30%の香料が得られた。

マンゴー

選定理由

マンゴーを使った商品、またマンゴー味の商品(食品)は近年数多く存在している。しかしそれらに使われている香料は油溶性の調合香料である。天然の水溶性香料があれば、これらを含めた数多くのものに利用でき、需要は大きいと考えた。

産地

沖縄県

使用する部位の決定

果肉(皮・種除く)

抽出時間の決定

抽出液が出始めてから1分毎に採取した。マンゴーを想起できる特有の香りを感じるか、フレッシュ感があるか、甘味や酸味など味を想起できるおいしい香りであるか、の3つの観点で官能評価を行った。香料として有用な香りが何分まで採れるかを確認し、抽出時間を決定した。マンゴーの抽出実験結果を表.5に示す。

表.5マンゴーの抽出実験結果

評価項目\時間	1 分後	2 分後	3 分後	4 分後	5 分後
特有の香り	0		0	Δ	×
フレッシュ感	0	0	0	×	X
味の想起	0	0	0	×	×
-		O H. Me V. Ha	O 4.	4 2 2 2 2 m = 1 2 .	

◎…非常に良い ○…良い △…あまり良くない ×…悪い

結果

4分以降から、全体的な香りの質が落ちた。従って、3分までが有用な香りだと判断した。

試料量の決定

100g と 300g でそれぞれ香料抽出を行い、香りの強度を比較した。結果、300g の方が香料に適していた。

採取量

試料量に対して3%の香料が得られた。

レモン

選定理由

植物性の天然香料(油溶性)の中でも広く知られているうちの一つであり、また、利用されている 用途も広い。よって、水溶性香料ができれば、その需要も大きいと考えた。

産地

アメリカ

使用する部位の決定

果肉・皮(種除く)

抽出時間の決定

抽出液が出始めてから 1 分毎に採取した。レモンを想起できる特有の香りを感じるか、フレッシュ感があるか、甘味や酸味など味を想起できるおいしい香りであるか、の 3 つの観点で官能評価を行った。香料として有用な香りが何分まで採れるかを確認し、抽出時間を決定した。

レモンの抽出実験結果を表.6に示す。

表.6 レモンの抽出実験結果

評価項目\時間	1 分後	2 分後	3 分後	4 分後	5 分後
特有の香り	0	0	0	0	Δ
フレッシュ感	0		\bigcirc	\circ	\triangle
味の想起	0	0	\circ	\triangle	X
			0 +		

◎...非常に良い○...良い△...あまり良くない×...悪い

結果

4 分以降から、皮のピール感が強くなり柑橘系特有の酸味が感じられなくなった。従って、3 分までが有用な香りだと判断した。

試料量の決定

100g と 300g でそれぞれ香料抽出を行い、香りの強度を比較した。結果、300g の方が香料に適していた。

採取量

試料量に対して3%の香料が得られた。

2-2-6 各果実の抽出条件

抽出条件の一覧を表.7に示す。

レモン以外の果実は、皮からほとんど香りが感じられなかった。また、皮や種を含んで抽出を行った場合、香りに濁りがでてしまった。そのため、使用部位は果肉に決定した。パッションフルーツに関しては、果肉から種を取り除くことが困難であるため、種を含めることとした。また、レモンは皮を用いることでピール感(皮の渋み)が増し、よりレモンらしい香りの香料が得られた。パッションフルーツは、少量でも十分な強度をもった香料が抽出できた。さらに、抽出時間も6分までと長く他の果実より多く香料が得られた。

表.7 各果実における抽出条件

果実\抽出条件	使用部位	抽出時間(分)	試料量(g)
ラ・フランス	果肉	3	300
パイナップル	果肉	2	300
パッションフルーツ	果肉・種	6	100
マンゴー	果肉	3	300
レモン	果肉・皮	3	300

2-3 試験

2-3-1 GC-MSを用いた定性分析

各果実から抽出した天然の水溶性香料について、香気成分の定性分析を行った。以降に定性分析結果を示す。

使用装置及び測定条件

定性分析に用いた使用装置及び測定条件を表.8に示す。

表.8 使用装置及び測定条件

使用装置	
GC	Agilent Technologies 7890
MS	Agilent Technologies 5975C
ヘッドスペースオートサンブラー	Agilent Technologies G1888
カラム	Agilent Technologies DB-WAX 122-7032
	30 m $ imes$ 内径 0.25 mm $ imes 0.25\mu$ m
測定条件	
バイアルの保温時間	50°C 30min
注入口温度	200℃
キャリアガス(ヘリウム)流量	1ml/min
カラム初発温度	40°C
昇温速度	40°C(1min) ≥ 240°C(1min)
	10°C/min

ラ・フランス

ラ・フランスには、香気成分として酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸ヘキシルなどが含まれるとされている。分析の結果、同様の成分が確認された。結果を図.1、図.2 に示す。

- ‡1 酢酸エチル(Ethyl acetate)
- ‡4 酢酸ブチル(Butyl acetate)
- ‡7 酢酸ヘキシル(Hexyl acetate)

Data File	D:¥sotuken2012¥laflance.D		
Data Acquired	2012/11/8 12:06	Operator	yasuda
Sample Name	laflance		
Misc Info			
Vial No	2	Mlutiplr	1
Method File	C:¥msdchem¥1¥METHODS	¥hss_scan_sotuken	2012.M
Last Update	2012/11/14 14:30		
	C:¥Database¥NIST08.L		
Library File			
Column			
Oven Temp			
Misc Info		<u> </u>	

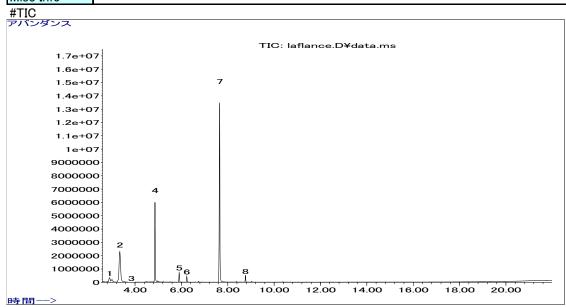


図.1 ラ・フランスの定性分析結果(1)

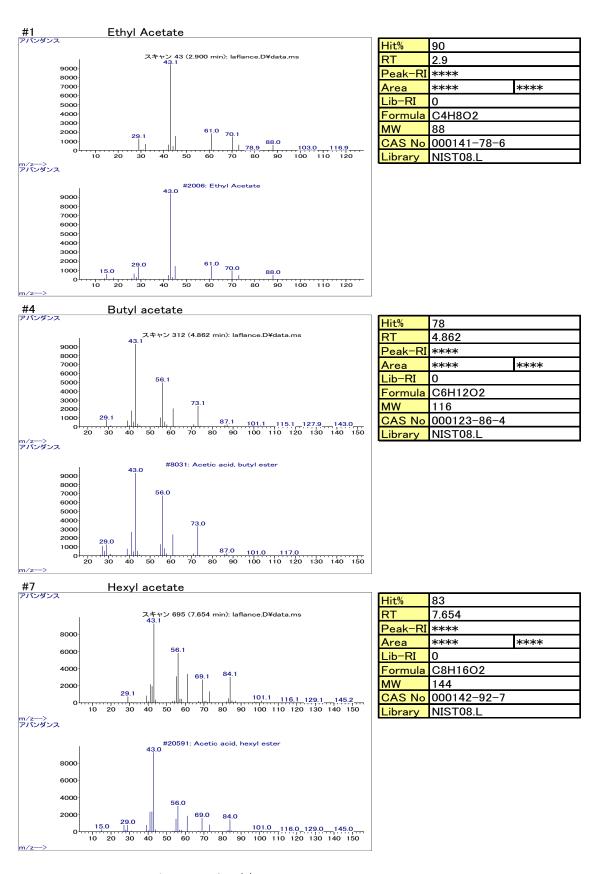


図.2 ラ・フランスの定性分析結果(2)

パイナップル

パイナップルには、香気成分としてカプロン酸メチル、カプロン酸エチル、3-メチルチオプロピオン酸エチルなどが含まれるとされている。分析の結果、同様の成分が確認された。結果を図.3、図.4 に示す。

- #8 カプロン酸メチル(Methyl caproate)
- #9 カプロン酸エチル(Ethyl caproate)
- #14 3-メチルチオプロピオン酸エチル酢酸ヘキシル(Ethyl 3-(methylthio)propionate)

Data File	D:¥sotuken2012¥pain.D					
Data Acquired	2012/10/23 16:54	Operator	yasuda			
Sample Name	pine	-	•			
Misc Info						
Vial No	4	Mlutiplr	1			
Method File	C:¥msdchem¥1¥METHOD	S¥hss_scan_sotuken2	2012.M			
Last Update	2012/10/23 14:34	2012/10/23 14:34				
	C:¥Database¥NIST08.L					
Library File						
Column						
Oven Temp		·				
Misc Info						

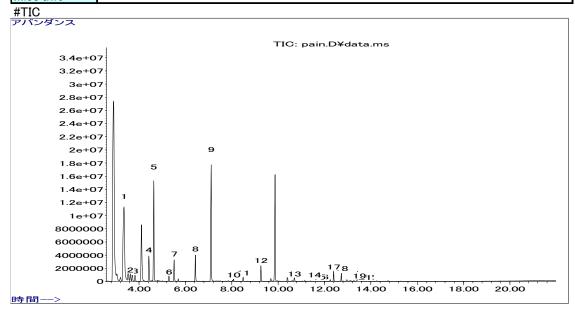


図.3パイナップルの定性分析結果(1)

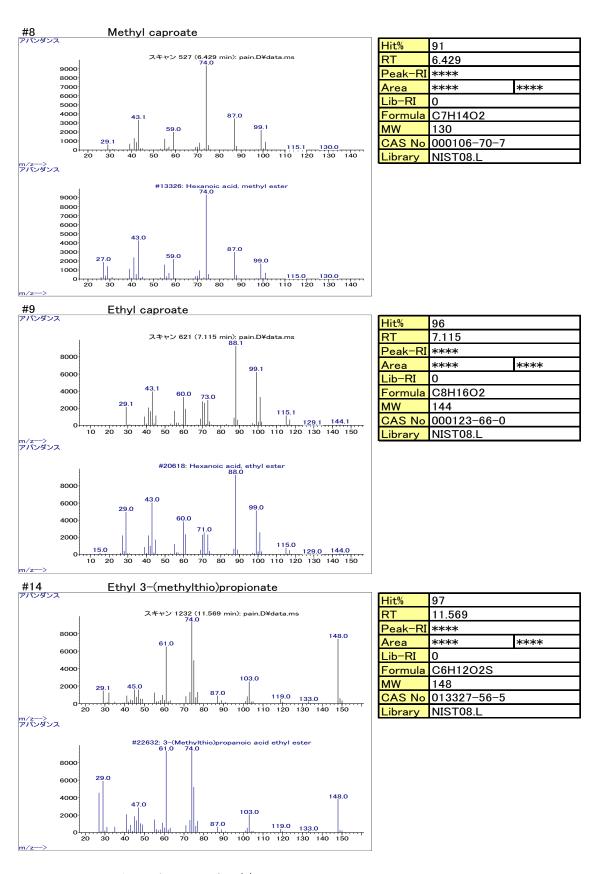


図.4 パイナップルの定性分析結果(2)

パッションフルーツ

パッションフルーツには、香気成分として酪酸エチル、酪酸ヘキシル、カプロン酸エチルなど が含まれるとされている。分析の結果、同様の成分が確認された。結果を図.5、図.6に示す。

- #4 酪酸エチル(Ethyl butyrate)
- #8 カプロン酸エチル(Ethyl caproate)
- ‡11 酪酸ヘキシル(Hexyl butyrate)

Data File	D:\sotuken2012\passyon.D				
Data Acquired	2012/10/23 17:30	Operator	yasuda		
Sample Name	passion				
Misc Info					
Vial No	5	Mlutiplr	1		
Method File	C:\forall C:\forall msdchem\forall 1\forall METHODS\forall hss_scan_sotuken2012.M				
Last Update	2012/10/23 14:34				
Library File	C:\U00e4Database\u00e4NIST08.L				
Column					
Oven Temp					
Misc Info					

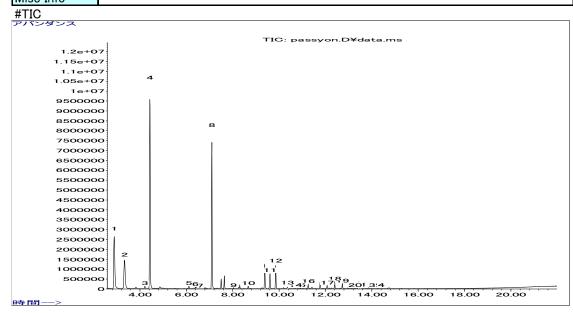


図.5 パッションフルーツの定性分析結果(1)

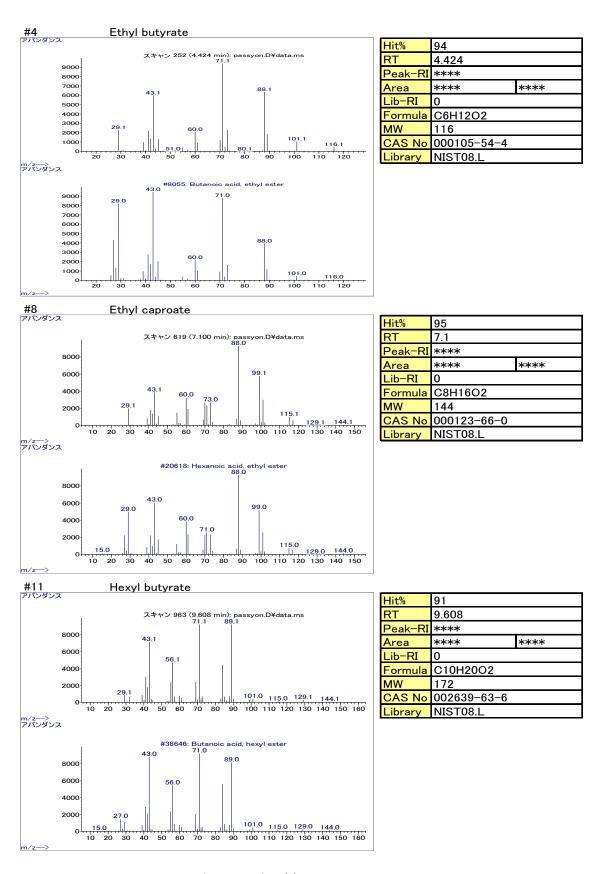


図.6 パッションフルーツの定性分析結果(2)

マンゴー

マンゴーには、香気成分として γ -オクタラクトンに代表されるラクトン類、その他にリモネン、 α , β -テルピネン、デカン酸エチルなどが含まれるとされている。分析の結果、同様の成分が確認された。結果を図.7、図.8 に示す。

- #5 酪酸エチル(Ethyl butyrate)
- #9 D-リモネン(D-Limonene)
- #14 デカン酸エチル(Ethyl decanoate)

Data File	D:¥sotuken2012¥mango.D				
Data Acquired	2012/10/23 18:06	Operator	yasuda		
Sample Name	mango	-			
Misc Info					
Vial No	6	Mlutiplr	1		
Method File	C:¥msdchem¥1¥METHODS¥hss_scan_sotuken2012.M				
Last Update	2012/10/23 14:34				
Library File	C:¥Database¥NIST08.L				
Column					
Oven Temp					
Misc Info					

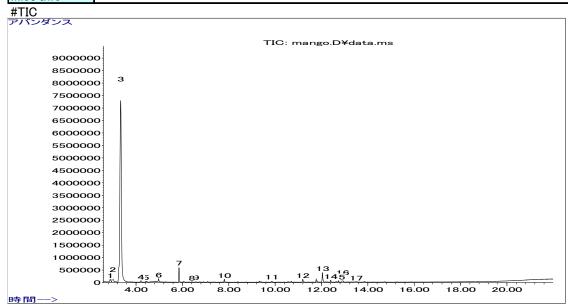


図.7マンゴーの定性分析結果(1)

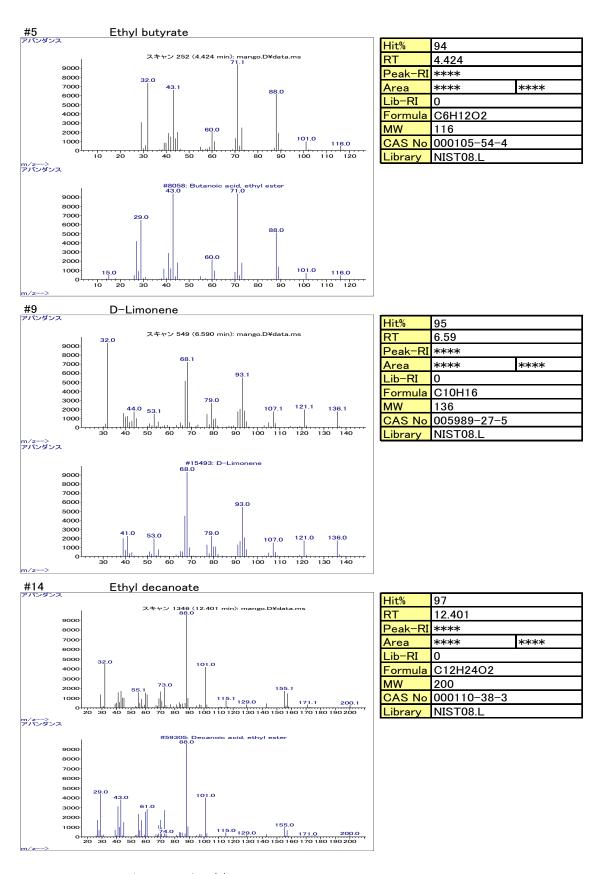


図.8 マンゴーの定性分析結果(2)

レモン

レモンには、主要香気成分としてシトラールやオクタナールなどが、その他の香気成分としては、 \mathbf{d} -リモネン、 γ -テルピネン、ミルセンなどが含まれるとされている。分析の結果、同様の成分が確認された。結果を図.9、図.10、図.11 に示す。

- #2 α ピネン(α -Pinene)
- #6 $\beta \leq \nu t \sim (\beta Myrcene)$
- #8 リモネン(Limonene)
- #10 γ-テルピネン(γ-Terpinene)
- #13 オクタナール(Octanal)
- #16 シトラール(Citral)

Data File	D:\sotuken2012\lemon.D				
Data Acquired	2012/10/23 15:07	Operator	yasuda		
Sample Name	lemon				
Misc Info					
Vial No	1	Mlutiplr	1		
Method File	C:¥msdchem¥1¥METHODS¥hss_scan_sotuken2012.M				
Last Update	2012/10/23 14:34				
Library File	C:\U00e4Database\u00e4NIST08.L				
Column					
Oven Temp					
Misc Info					

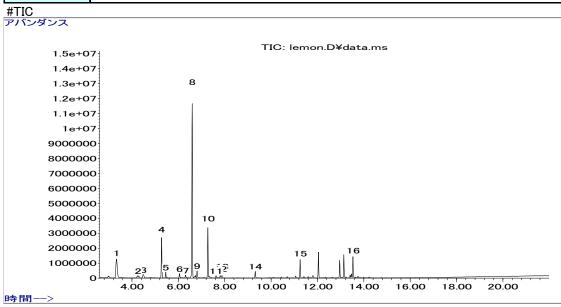


図.9 レモンの定性分析結果(1)

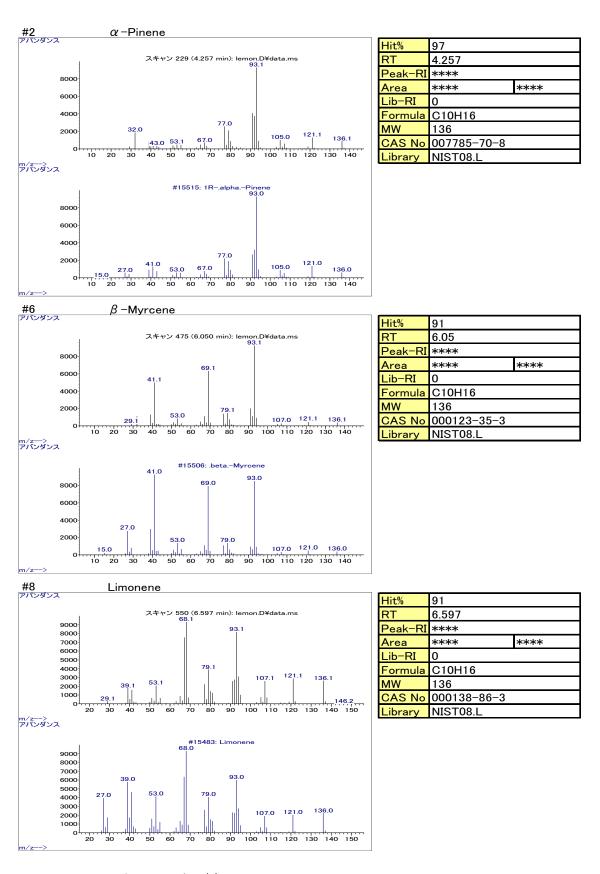


図.10 レモンの定性分析結果(2)

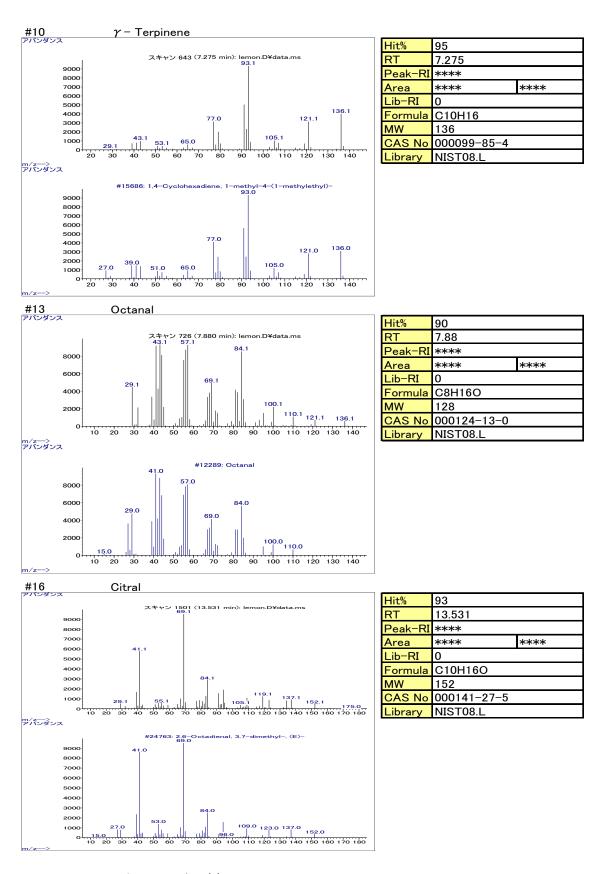


図.11 レモンの定性分析結果(3)

2-3-2 官能試験

官能試験は、抽出した天然の水溶性フルーツ香料を豆乳または乳酸菌飲料に添加し、男女 20 人を対象に、香りが付与されているか、さらに、飲んでみてその香りを感じられるか、という項目で行った。

結果

全ての天然の水溶性フルーツ香料で、試飲後には香りが感じられるという回答が増えた。 以上のことから、飲んだ際に鼻を通ることで香りを感じることができるのが、水溶性香料の特 徴であることがわかった。官能試験結果を図.12 に示す。

官能試験シート

豆乳

	ラ・フランス
香りを嗅いで、添加されているフルーツを感じられるか?	感じられる・感じられない
香りを嗅いで、どのように感じたか?	美味しそう・不味そう
試飲してみて、ブランクとの違い感じられたか?	感じられた・感じられない
ブランクと飲み比べてどのように感じたか?	美味しくなった・不味くなった

豆乳

	レモン
香りを嗅いで、添加されているフルーツを感じられるか?	感じられる・感じられない
香りを嗅いで、どのように感じたか?	美味しそう・不味そう
試飲してみて、ブランクとの違い感じられたか?	感じられた・感じられない
ブランクと飲み比べてどのように感じたか?	美味しくなった・不味くなった

乳酸菌飲料

	パイナップル
香りを嗅いで、添加されているフルーツを感じられるか?	感じられる・感じられない
香りを嗅いで、どのように感じたか?	美味しそう・不味そう
試飲してみて、ブランクとの違い感じられたか?	感じられた・感じられない
ブランクと飲み比べてどのように感じたか?	美味しくなった・不味くなった

乳酸菌飲料

	パッションフルーツ
香りを嗅いで、添加されているフルーツを感じられるか?	感じられる・感じられない
香りを嗅いで、どのように感じたか?	美味しそう・不味そう
試飲してみて、ブランクとの違い感じられたか?	感じられた・感じられない
ブランクと飲み比べてどのように感じたか?	美味しくなった・不味くなった

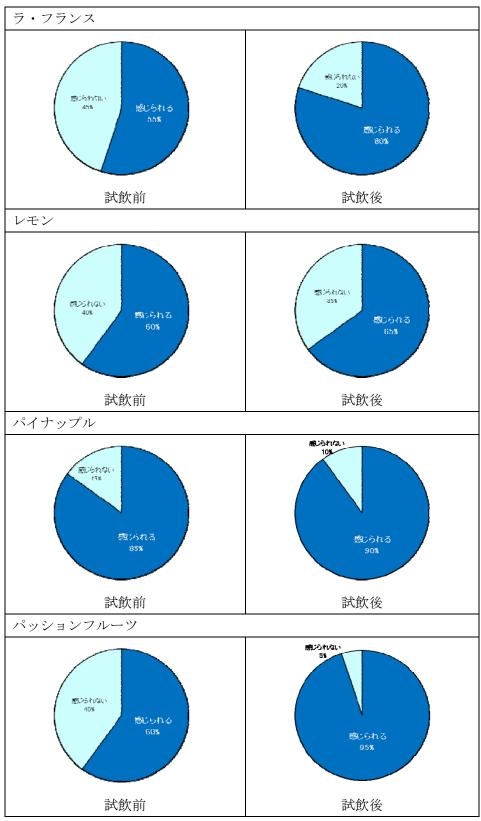


図.12 官能試験結果

2-3-3 安全性試験

採取した天然の水溶性フルーツ香料について、一般細菌の検査を行った。

使用装置

高圧蒸気滅菌器 パーソナルクレーブ

株式会社 平山製作所

試験1

試験方法

1.香料回収時にビーカーに受けてから消毒した香料瓶に移した。2.香料回収時にビーカーに受けてから未消毒の香料瓶に移した。3.香料を消毒した香料瓶に直接回収した。4.香料を未消毒の香料瓶に直接回収した。4種類の方法で香料を採取し、30℃で一週間放置し濁りの有無を確認した。

濁りがある:細菌混入、コンタミネーション

濁りがない:コンタミネーションなし

結果

この方法では、濁りはなく菌は検出されなかった。

試験 2 最確数法による細菌検査

方法

0.85% NaCl 溶液を作製した。乾燥ブイヨンを用いて培地を作製した。上記 4 種類の方法で採取 10%、1%も同様に 3 本ずつ作製した。これらを、30% 72 時間培養した。

濁りがある:細菌混入、コンタミネーション 濁りがない:コンタミネーションなし

結果

この方法では、濁りはなく菌は検出されなかった。

試験3 無菌試験

共立製薬株式会社 先端技術開発センター様に無菌試験の外部委託をした。

目的:無菌試験を行う。

試験場所:茨城県つくば市高見原 2-9-22

共立製薬株式会社 先端技術開発センター

試験年月日: 平成 24 年 12 月 18 日~平成 24 年 12 月 25 日

試験担当者:佐川 輝男 様

供試サンプル: LEMON 117

培地: 1.)ハートインヒュージョン寒天培地

2.)TGC 培地

3.)SCD 培地

方法: ハートインヒュージョン寒天培地には、サンプルを 0.1mL 接種し、37^{\circ} \circ 0の恒温室で 48 時間培養後、判定した。1 TGC 及び SCD 培地は、1mL 接種し、10の恒温室で 10 日間培養し、判定した。

結果:いずれの培地においても菌の発育は、認められなかった。

2-4 中間発表用アンケート

化粧品開発コース 2 班

コース 性別 男・女

Q1 日常生活の中で食品や飲料に添加されている香料を意識したことはありますか?

ある・ ない

Q2 合成香料を用いた商品と天然香料を用いた商品どちらを選びますか?

合成香料 · 天然香料

Q3 合成香料にどのようなイメージをお持ちですか?

Q4 好きな果物はありますか?ある場合はそれをお答え下さい。

Q5 この研究に興味を持てましたか?

持てた ・ 持てない

Q6 スライドの見易さはどうでしたか?

見易かった ・ 見づらかった

Q7 感想やご意見がありましたら、自由に書いて下さい。

ご協力ありがとうございました

2-5 中間発表アンケート結果

- Q1 ある 43 人·ない 19 人
- Q2 合成香料 6 人・天然香料 56 人
- Q3 主な回答:体に悪そう、危なそう、人工
- Q4 主な回答:ミカン、リンゴ、モモ
- Q5 持てた 56 人・持てない 6 人
- Q6 見易かった 60 人・見づらかった 2 人
- Q7 主な回答:発表が良かった、実際に嗅いでみたい

第3章 結論

3-1 考察

現在、市場には水溶性の香料は存在していない。本研究の目的は、果実から水溶性の純粋な香りを抽出し、その方法を確立することである。抽出はラ・フランス、パイナップル、パッションフルーツ、マンゴー、レモン、バナナ、ブドウ、リンゴの8種類の果実を試みた。この8種類の中で、有用な香りを抽出できたのはラ・フランス、パイナップル、パッションフルーツ、マンゴー、レモンの5種類の果実であった。

抽出方法として、減圧蒸留法、凍結乾燥法、水蒸気蒸留法の3方法を選定した結果、水蒸気蒸留法が、最も強度が高く、果実の特徴を抽出することができたため、水蒸気蒸留法を採用した。水蒸気蒸留法による精油抽出では、試料量の増加に伴い抽出される精油の量も増加する。しかし、香りの強度は変化しない。一方、本研究の水溶性香料の抽出では、試料量を増やしても抽出量は増減しなかった。だが、香りの強度は増した。この見解は今まで香料業界にはなく、水蒸気蒸留法における新しい発見だといえる。

本研究の結果として、水蒸気蒸留法はどの果実からでも香りの抽出が可能であったが、果実の中には、バナナ、リンゴ、ブドウのように熱による香りの変性がおきる果実もあった。このような果実は、熱のかかる水蒸気蒸留法での香料抽出は不向きである。よって、全ての果実から水蒸気蒸留法で、香料として有用な香りを抽出することはできない。

目的の達成のため、抽出する際の条件として、使用部位、抽出時間、試料量の3つの条件を設け、果実ごとに最も適切な抽出条件を検討し、確立した。また、抽出した水溶性フルーツ香料をGC-MSを用いて定性分析を行った結果、どの水溶性フルーツ香料にも、元の果実の主要な香り成分が含まれており、抽出した香料は無味、無色であった。さらに、官能試験の結果から、抽出した水溶性フルーツ香料は、賦香対象に果実の特徴を付与させることのできる有用な香料であることがわかった。そして、安全面に関しても試験を行い、水溶性フルーツ香料の安全性が認められた。

以上のことから、本研究の目的は達成したといえる。そして、今まで使用されてきた調合香料に代わり 100%天然の水溶性フルーツ香料として、飲料や界面活性剤フリーの化粧品など油溶性香料を用いることのできなかった製品にも、天然の果実の香りを付与することが可能となる。また、中間発表の際に実施したアンケートでは、一般の消費者は合成香料に対してネガティブなイメージを持っており、合成香料を使用した製品と天然香料を使用した製品とでは天然香料を使用した製品を選ぶとの答えが全体の9割にものぼった。

この結果より、本研究の水溶性フルーツ香料を用いた製品は、既存の製品に比べて、消費者の受けが良いのではないかと考えられる。しかし、抽出した水溶性フルーツ香料は、果実の成熟度や品種、産地により抽出後の香りが大きく異なる。さらに、果実は季節や天候などの影響により、価格や収穫量が変動するため、本研究と同様の香りを再現し、なおかつ製品化するためには、農家との直接契約などにより、本研究と同様の条件下の果実を安定して得ることが必須であると考えられる。

第4章 参考文献

- 1) 佐藤菊正、齋藤 浩、植物性香料、日本大百科全書、小学館 http://100.yahoo.co.jp/detail/%E9%A6%99%E6%96%99/%E5%88%86%E9%A1%9E/
- 2) Wikipedia、天然香料 http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%A6%99%E6%96%99
- 3) 佐藤菊正·齋藤 浩、合成香料、日本大百科全書、小学館 http://100.yahoo.co.jp/detail/%E9%A6%99%E6%96%99/%E5%88%86%E9%A1%9E/
- 4) Wikipedia、合成香料 http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%A6%99%E6%96%99
- 5) 富士香料化工株式会社、食品香料とは http://www.fuji-aromatic.co.jp/role/role_01.html
- 6) 日本香料工業会、フレーバーの製品形態 http://www.jffma-jp.org/flavor/
- 7) 佐藤菊正・齋藤 浩、起源と歴史、日本大百科全書、小学館 http://100.yahoo.co.jp/detail/%E9%A6%99%E6%96%99/
- 8) 松村明、池上秋彦、金田弘、杉崎一雄、鈴木丹士郎、中嶋尚、林巨樹、飛田良文、曽根脩、減圧蒸留、デジタル大辞泉、小学館

http://kotobank.jp/word/%E6%B8%9B%E5%9C%A7%E8%92%B8%E7%95%99

- 9) 株式会社宝エーテーエム、凍結乾燥法とは http://www.tatm.co.jp/about_freezedry/index.html
- 10) 電子顕微鏡を学ぼう、凍結乾燥法 http://kenbikyou.maimy.info/08/post_35.html
- 11) Wikipedia、フリーズドライ http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%82%BA%E3%83%89%E3%83%A9%E3%82%A4
- 12) Wikipedia、水蒸気蒸留 http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B0%B4%E8%92%B8%E6%B0%97%E8%92%B8%E7%95%9 9

- 13) アロマテラピーのお店 Tea-tree の森、精油(エッセンシャルオイル)の基礎知識 http://www.rakuten.ne.jp/gold/t-tree/contents_aroma/whatsaroma_2_1.htm
- 14) 川崎聖司、池間洋一郎、国吉和夫、秋永孝義、琉球大学農学部、沖縄県工業技術センター、沖縄県工業連合会、水蒸気蒸留装置設計における考え方、琉球大学農学部学術報告、第53号2006
- 15) 長谷川香料株式会社、香りのミニ知識、果物、ペアー http://www.t-hasegawa.co.jp/knowledge/index03.html
- 16) Wikipedia、ラ・フランス

http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A9%E3%83%BB%E3%83%95%E3%83%A9%E3%83%B 3%E3%82%B9

- 17) 飛塚幸喜、山形県工業技術センター、公立研究機関の成果 ラ・フランスパウダーの開発とその利用、食品と技術、2008 3
- 18) 日本香料協会、パイナップル、香りの総合事典、初版第1刷、株式会社朝倉書店、1998
- 19) 冨田祐次、(財)海洋博覧会記念公園管理財団、パイナップル、[色と手ざわりで探せる]熱帯くだもの図鑑、第二版第1刷、(財)海洋博覧会記念公園管理財団、2009
- 20) 長谷川香料株式会社、香りのミニ知識、果物、パイナップル http://www.t-hasegawa.co.jp/knowledge/index03.html
- 21) 長谷川香料株式会社、香りのミニ知識、果物、パッションフルーツ http://www.t-hasegawa.co.jp/knowledge/index03.html
- 22) 長谷川香料株式会社、香りのミニ知識、果物、マンゴー http://www.t-hasegawa.co.jp/knowledge/index03.html
- 23) 梅田浩、マンゴー、FRUITS BOOK ヤマケイ手づくりライフ フルーツライフの提案、第 1 刷、株式会社山と渓谷社、1987
- 24) 日本香料協会、マンゴー、香りの総合事典、初版第1刷、株式会社朝倉書店、1998
- 25) Wikipedia、レモン

http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AC%E3%83%A2%E3%83%B3

26) 長谷川香料株式会社、香りのミニ知識、果物、レモン http://www.t-hasegawa.co.jp/knowledge/index03.html

- 27) 日本香料協会、レモン、香りの総合事典、初版第1刷、株式会社朝倉書店、1998
- 28) 日本香料協会、グレープ、香りの百科、初版第1刷、株式会社朝倉書店、1989
- 29) Wikipedia、ブドウ

http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%96%E3%83%89%E3%82%A6

- 30) 長谷川香料株式会社、香りのミニ知識、果物、グレープ http://www.t-hasegawa.co.jp/knowledge/index03.html
- 31) Wikipedia、リンゴ http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AA%E3%83%B3%E3%82%B4
- 32) 長谷川香料株式会社、香りのミニ知識、果物、リンゴ http://www.t-hasegawa.co.jp/knowledge/index03.html
- 33) 梅田浩、リンゴ、フルーツライフの提案、第1版、株式会社山と渓谷社、1987
- 34) 日本香料協会、アップル、香りの総合事典、初版第1刷、株式会社朝倉書店、1998
- 35) Wikipedia、バナナ

http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%90%E3%83%8A%E3%83%8A

- 36) 冨田祐次、(財)海洋博覧会記念公園管理財団、バナナ、[色と手ざわりで探せる]熱帯くだもの 図鑑、第二版第1刷、(財)海洋博覧会記念公園管理財団、2009
- 37) 日本香料協会、バナナ、香りの総合事典、初版第1刷、株式会社朝倉書店、1998
- 38) 長谷川香料株式会社、香りのミニ知識、果物、バナナ http://www.t-hasegawa.co.jp/knowledge/index03.html

第5章 謝辞

本研究を進めるにあたり熱心なご指導いただきました安田先生、東京バイオテクノロジー専門 学校の先生方ならびに講師の方々に深く感謝するとともに、官能試験にご協力いただきました学 生の皆様に謹んで感謝いたします。

また研究に快くご協力してくださいました、株式会社 VELUTINA 代表取締役 西坂様、高砂香料工業株式会社 フレーバー研究所所長 桝村様、株式会社ライフ食品研究所 代表取締役 北田様、曾我特許事務所 弁理士 特定侵害訴訟代理業務付記 化学部長 大宅様に厚く御礼申し上げます。