植物性ミルクの香りと味の評価 - AN046NT

キーワード

植物性ミルク、プラントベースミルク、官能プロファイリング、電子嗅覚システム、電子味覚システム

アプリケーションのベネフィット

- においと味の測定の組み合わせ
- 風味に関与する化学化合物の特徴付け



目的

競合ベンチマークは産業において広く活用されています。これらの調査は、企業が自社の製品が競合他社と比較した市場ポジショニングを評価し、製品の改善、再設計、または再配合に関する洞察を提供します。

本研究では、電子嗅覚システムと電子味覚システムを用いて、異なるブランドから複数の植物由来のミルクを分析・比較しました。目的は、各種製品のポジショニング、競合製品に関する詳細な官能情報を取得することでした。

サンプルと測定条件

サンプル

本研究では、「消費者の好み」が評価された４種類の植物性ミルク（表１）について、ロット違いを含む合計11サンプルを、フラッシュGCノーズHeracles NEOと電子味覚システム Astree（Alpha MOS、フランス）で分析しました。

表 1: 植物性ミルクサンプル

ラベル	種類	消費者の好み（7水準）
AAU1	アーモンドミルク（無糖）	2.79
AAU2		
AAU3		
DAH1	アーモンドミルク（ヘーゼルナッツ）	4.53
DAH2		
PSV1	ソイミルク（バニラ）	4.53
PSV2		
PSV3		
ASC1	ソイミルク（チョコレート）	6.00
ASC2		
ASC3		

嗅覚成分と味覚成分のセンシングシステム

超高速GC技術を基盤としたHeracles NEO（図１）には、 極性の異なる２種類のメタルキャピラリーカラムが並行に配置され（本研究では、微極性のMXT-5 と低/中極性の MXT-1701, 長さ 10m, 内径 180µm Restek を使用）、各々に水素炎イオン化検出器（FID）が接続されています。同時に 2 つのクロマトグラムが得られるため、保持指標データによる化合物検索の際、より明確な絞り込みが可能となります。また、ペルチェ式クーラー（0-260℃）により温度制御された固相吸着トラップが内蔵されているため、低分子の揮発性化合物の効果的なプレ濃縮を実現し、優れた感度（pg レンジ）が得られます。装置本体には、サンプリングと注入の自動化のためにオートサンプラ（CTC Analytics）が据え付けられています。



図 1: フラッシュＧＣノーズ Heracles NEO

本試験で用いられた Heracles NEO には、保持指標＆においライブラリ AroChemBase（Alpha MOS、フランス）が追加されています。ライブラリには、

Copyright © 2025 ALPHA MOS - All rights reserved

化合物ごとの名称、分子式、CAS 番号、分子量、保持指標といった化学情報に加え、官能記述子や閾値情報、加えて関連する文献情報まで含まれています。AroChemBase によって、Heracles のクロマトグラムから化合物の予備スクリーニングを行い、官能的特徴の情報を得ることができます。

電子味覚システム Astree（図 2)は、液体センサーアレイを基盤とし、各センサーと参照電極間の電位差の計測を原理としています。個々のセンサーは、固有の有機膜を持ち、膜固有の規則に従って溶液中の化学物質と相互作用します。測定データは、ソフトウェアによって全体的な味覚成分のフィンガープリントとして処理されます。



図 2：電子味覚システム Astree

データ取得と処理は、2 つの装置に共通のソフトウェア AlphaSoft（Alpha MOS、フランス）を使用して実施されました。本分析に最適化された分析パラメータは、表 2 の通りです。

表 2：分析パラメータ

Heracles のパラメータ	
サンプル量	植物性ミルク 4.00 ± 0.04g ／20mL バイアル
インキュベーション	50° C (20 分)
ヘッドスペース注入量	5 mL
Astree のパラメータ	
サンプル量	植物性ミルク 25 mL
データ取得時間	120 s

香りの分析

Heracles で得られたクロマトグラムを比較すると、種類が異なる植物性ミルクの香りのプロファイル間に大きな違いが認められました (図 3)。

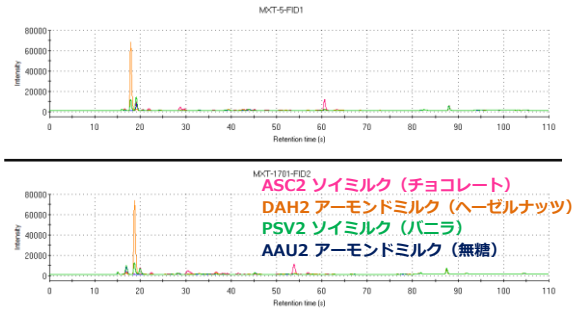

図 3：Heracles で得られた 4 種類の植物性ミルクのクロマトグラムの重ね合わせ

サンプル間の違いを可視化するため、植物性ミルクのヘッドスペースから検出された揮発性化合物を元に、主成分分析（PCA）に基づく香りマップを作成しました（図 4）。

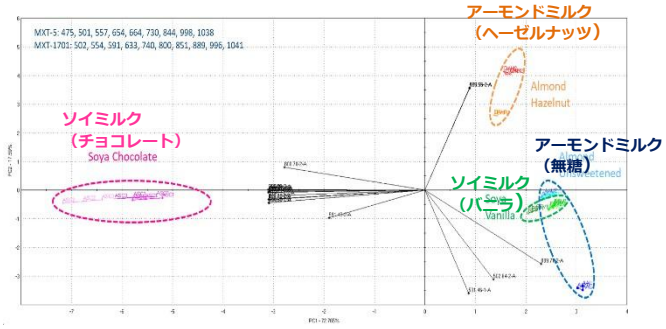

図 4:　選択された揮発性化合物の主成分分析（PCA）に基づく植物性ミルクの香りマップ

PCA の結果、香りの点でソイミルク（チョコレート）は他の製品と著しく異なることが示されました。一方、アーモンドミルク（無糖）とソイミルク（バニラ）は、香りのプロファイルが重なり合っています。

ミルクの香りに最も寄与する揮発性化合物の特徴を保持指標＆においライブラリ AroChemBase を用いて検索しました（表 3）。ソイミルク（チョコレート）には、methyl-acetate, 3-methylbutanal, 2-methylbutanal, methyl butanoate, 2,4-octadiene, 1,3,5-trimethylbenzene などの香気成分がより多く含まれており、これらは芳香性とチョコレートの香りを付与しています（図 5）。ソイミルク（バニラ）は、甘い香りを特徴とする propan-2-one の割合がより高くなっています。

Copyright © 2025 ALPHA MOS - All rights reserved

表 3. 異なる植物性ミルクに含まれる可能性のある揮発性化合物

RT MXT5 (± 0.1s)	RT MXT1701 (± 0.1s)	RI MXT5 (± 20)	RI MXT1701 (± 20)	Possible identification	Descriptor
17.9	18.7	475	555	Ethanol	Sweet, Pungent
19.1	20.0	501	590	Propan-2-one	Fruity, Sweet, Violet
21.9	22.5	557	632	Methyl acetate	Fruity, Sweet, Blackcurrant
28.8	30.5	654	737	3-methyl-butanal	Almond, Fatty, Cheese, Chocolate
29.7	31.0	664	742	2-methyl-butanal	Almond, Cocoa, Nutty, Sour
36.1	35.8	730	790	Methyl butanoate	Fruity, Sweet
42.7	36.8	790	800	1-octene	-
44.0	45.3	803	889	Hexanal	Fatty, Fresh, Leafy
47.8	41.6	844	852	2,4-octadiene	Warm
60.6	58.9	998	995	1,3,5-trimethylbenzene	Aromatic
63.3	57.0	1038	1041	1-methyl-4-isopropenyl-1-cyclohexene	Citrus, Green

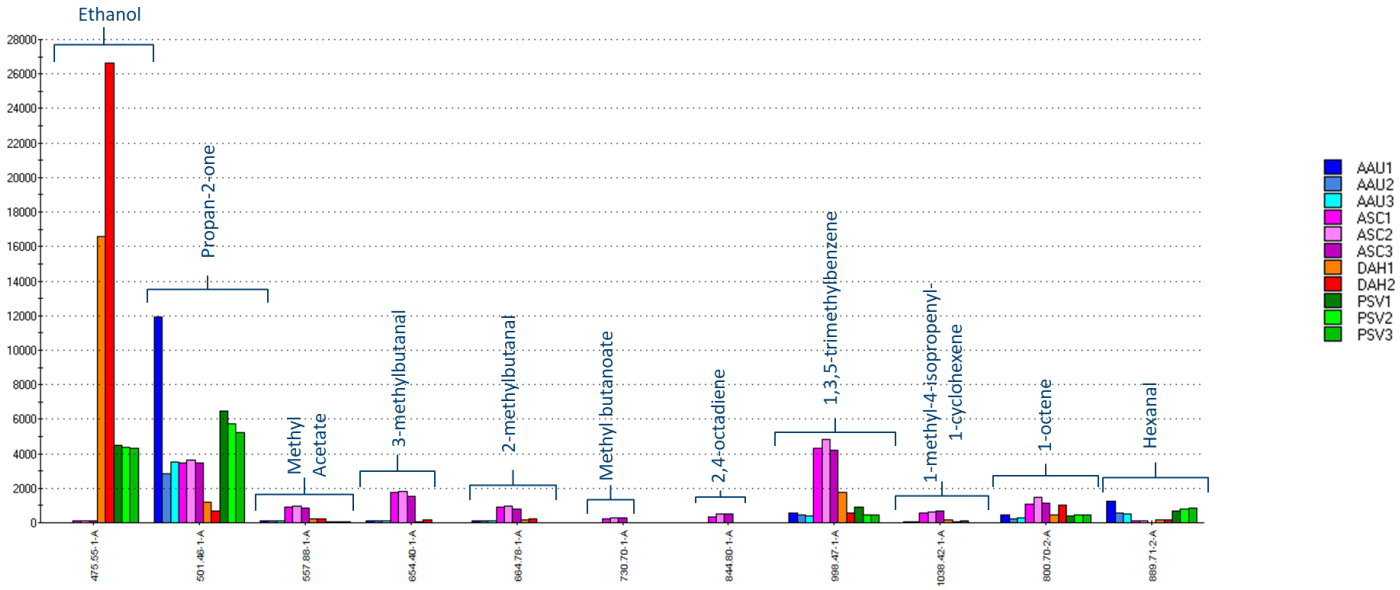

図 5. AroChemBase を用いて同定された異なる植物性ミルクの主要な揮発性化合物の割合（縦軸:ピーク面積）

味の分析

電子味覚システム Astree での測定結果に基づき、主成分分析モデルを用いて作成した味覚成分マップは、4 種類の植物性ミルクが非常に異なる味覚成分のプロファイルを有することを示しています（図 6）。

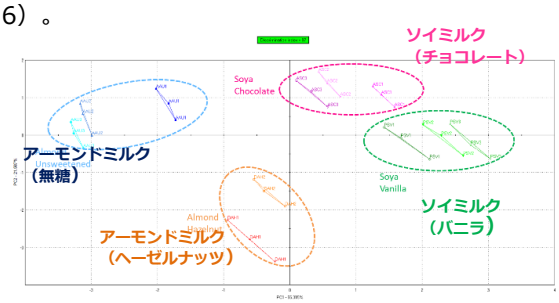

図 6: Astree を使用して得られた異なる植物性ミルクの味覚成分マップ（主成分分析）

Astree は、酸味の指標に基づいて類似製品を直接ランキングすることも可能です。図 7 に示されるように、アーモンドミルク（無糖）は酸味強度が最も低く、ソイミルク（バニラ）は最も高い酸味強度を示しています。

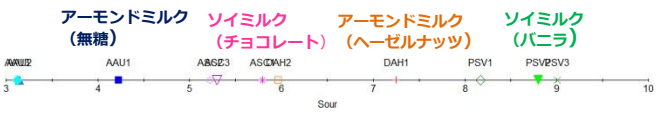

図 7: Astree で得られた異なる植物性ミルクの酸味強度ランキング

Copyright © 2025 ALPHA MOS - All rights reserved

嗅覚成分と味覚成分の統合データ解析

電子嗅覚システム（Heracles）と電子味覚システム（Astree）の測定結果を組み合わせることで、センサリーマップが得られます（図 8）。

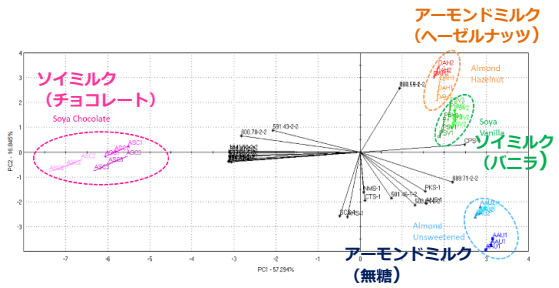

図 8:　Heracles と Astree の統合データによる植物性ミルクの主成分分析マップ

ソイミルク（チョコレート）は、他の製品と比べて依然として非常に異なる特徴を示しています。PCA に味覚成分の特徴を追加することで、香りの特徴のみに基づいて重なり合っていたアーモンドミルク（無糖）とソイミルク（バニラ）を、より明確に区別することが可能になりました。

消費者の好みと機器分析値を関連付けた定量モデルの結果は、電子嗅覚・味覚システムの統合データが、より正確な情報を提供することを示しています（図 9）。実際、電子嗅覚・味覚システムの測定値を用いて構築された PLS 回帰モデルは、決定係数 R^2が 0.99 を達成しました。一方、Heracles（嗅覚）単独では R^2が 0.96、Astree（味覚）単独では R^2が 0.90 でした。

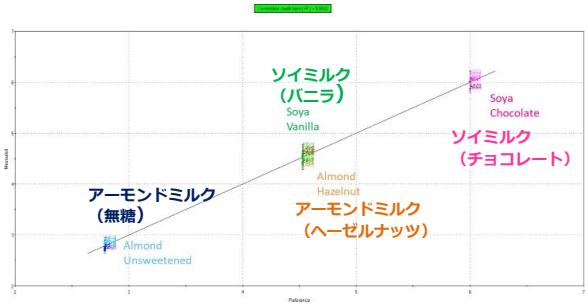

図 9:　Heracles と Astree の統合データと消費者の好みを関連付けた PLS 回帰モデル

結論

本ベンチマーク調査は、植物由来のミルク製品を複数のブランドを対象に、官能分析機器（電子嗅覚・味覚システム）を用いて実施されました。その結果、分析対象の製品は味と香りの特性が異なることが示されました。

この調査は、電子嗅覚システム、電子味覚システムの両方を用いて香りと味の評価を組み合わせることで、競合製品に関する貴重な洞察が得られることを示唆しています。

フラッシュ GC ノーズ Heracles および電子味覚システム Astree は、植物性ミルクをはじめとするプラントベース食品の領域でも、製品開発や品質保証に幅広く応用可能です。

- 競合製品の官能評価またはベンチマーク
- 消費者クレームの調査
- 賞味期限の調査

Heracles は、生産段階における品質保証にも使用されています。

- 原材料、最終製品、または包装の官能管理
- 微量の化学汚染物質（ジアセチル、エタノールなど）の検出
- 製造工程の変更が官能特性に与える影響の把握
- CIP 効率と交差汚染の可能性の管理

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。　2025 年 5 月

Copyright © 2025 ALPHA MOS - All rights reserved