

采用三维荧光测量（荧光指纹）进行多变量分析的菠萝制品分类

The Classification of the Pineapple product by the Multivariate Analysis using 3-D Fluorescence Spectra Measurement (Fluorescence Fingerprint, EEM)

概要

F-7000型 日立荧光分光光度计，拥有最高等级的三维荧光光谱测量效率（在此次的分析条件下，约3分钟），无论是在最尖端的研究领域还是在品质管理应用研究领域都得到了广泛运用。

无需对样品进行繁杂的预处理便能对拥有巨大数值数据的样品特有三维荧光（荧光指纹）进行测量，通过多变量分析可用于辨别农作物产地以及辨别谷粉种类及等级。

此次，采用该方法以水果产品菠萝为例进行了三维荧光光谱测量，对菠萝制品的种类进行了区别。

样品

配件

样品：

- 菠萝汁（浓缩还原100%）
- 菠萝汁（直接榨取100%）
- 菠萝酱

- 菠萝混合果酱
- 菠萝果实（罐头）
- 菠萝果实（新鲜）

固体样品支架  
(P/N: 650-0161)



分析条件

仪器 : F-7000

激发侧狭缝 : 5 nm

光电倍增管电压 : 400V

激发波长范围 : 200 ~ 500 nm

荧光侧狭缝 : 5 nm

满量程 : 1000

荧光波长范围 : 200 ~ 750 nm

响应 : 自动

等高线间隔 : 5

扫描速度 : 60000 nm

检测器 : R928F

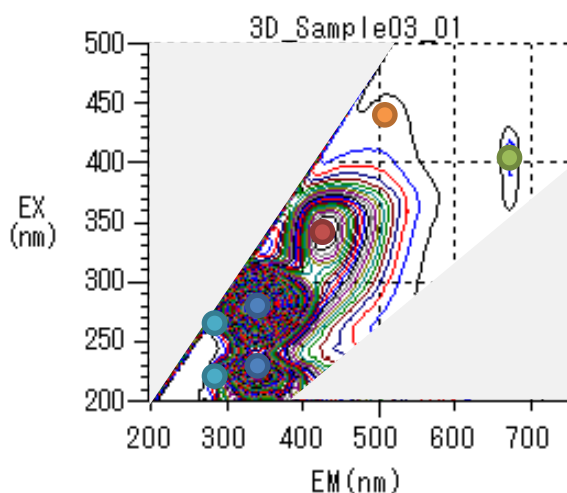


图2 样品池状态

- L-色氨酸
- L-酪氨酸
- 维生素B2（核黄素）
- 叶绿素类
- 阿魏酸、木质素类

图1 菠萝汁的荧光指纹  
自体荧光物质的预测

菠萝汁的荧光指纹如图1所示。将样品装入宽幅样品池(GL Science制品) 并安放到固体样品支架上后进行了三维荧光光谱测量。预测的氨基酸、维生素、叶绿素的荧光指纹得到了确认。

KEY WORDS

生物·医学·食品·制药、食品、  
水果、菠萝、果汁、浓缩还原、食品、荧光指纹、多变量分析、EEM、  
主成分分析、良否判定、辨别分析、三维荧光光谱  
Starch, Food, 3D Fluorescence Spectrum, FL, F-7000

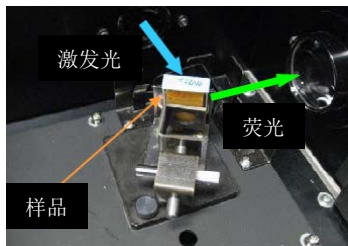
荧光光度计 FL

表No. FL140001-01

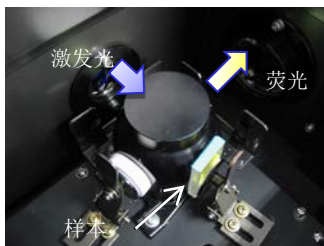
采用三维荧光测量（荧光指纹）进行多变量分析的菠萝制品分类

The Classification of the Pineapple product by the Multivariate Analysis using 3-D Fluorescence Spectra Measurement (Fluorescence Fingerprint, EEM)

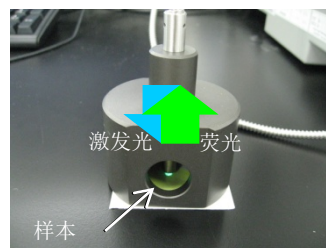
样品安放方法



表面测光系统



积分球测光系统



光纤测光系统

- 所测样品为果汁等高浓度样品时，用以测量样品表面的荧光强度的表面测光系统有效。
- 所测样品为果实的果皮等非均匀样品时，采用积分球测光系统可以提高测量的重现性。
- 对不放入样品舱内的样品或水果直接测量时，光纤测光系统有效。

果实的荧光指纹 波长信息

表1 果实的荧光指纹 波长信息示例<sup>1)</sup>

Fluorophore	EX $\lambda_{\max}$ (nm)	EM $\lambda_{\max}$ (nm)	Group
Phenyl alanine	258	284	Amino acid
Tyrosine	276	302	
Tryptophan	280	357	
Vitamin A(Retinol)	346	480	Vitamin
Vitamin B2(Riboflavin)	270, 382, 448	518	
Vitamin B6(Pyridoxin)	328	393	
Vitamin E( $\alpha$ -Tocopherol)	298	326	Porphrin
Chlorophyll A	428	663	
Hematoporphyrin	396	614	Cell wall
Ferulic acid	310	418	

从水果检测到的自体荧光的波长信息示例如表1所示。预测的氨基酸、维生素、叶绿素的荧光指纹得到了确认。

※波长信息仅供参考。依据样品状态或仪器的不同，所能观测到的波长会有差异。

1) Jakob Christensen, Lars Nørgaard, Rasmus Bro, and Søren Balling Engelsen., Multivariate Autofluorescence of Intact Food Systems, Chemical Reviews, Vol. 106, No. 6 (2006)

KEY WORDS

生物·医学·食品·制药、食品、水果、菠萝、果汁、浓缩还原、食品、荧光指纹、多变量分析、EEM、主成分分析、品质判定、辨别分析、三维荧光光谱  
Starch, Food, 3D Fluorescence Spectrum, FL, F-7000

荧光光度计 FL

表No. FL140001-02

采用三维荧光测量（荧光指纹）进行多变量分析的菠萝制品分类

The Classification of the Pineapple product by the Multivariate Analysis using 3-D Fluorescence Spectra Measurement (Fluorescence Fingerprint, EEM)

根据从各菠萝样品获取的三维荧光光谱（荧光指纹），进行了主成分分析。样品装入宽幅样品池，安放到固体样品支架上。果酱或果实不均匀的样品装入石英样品池内并与石英片紧密接触。

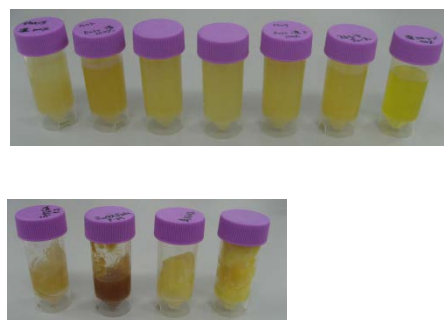
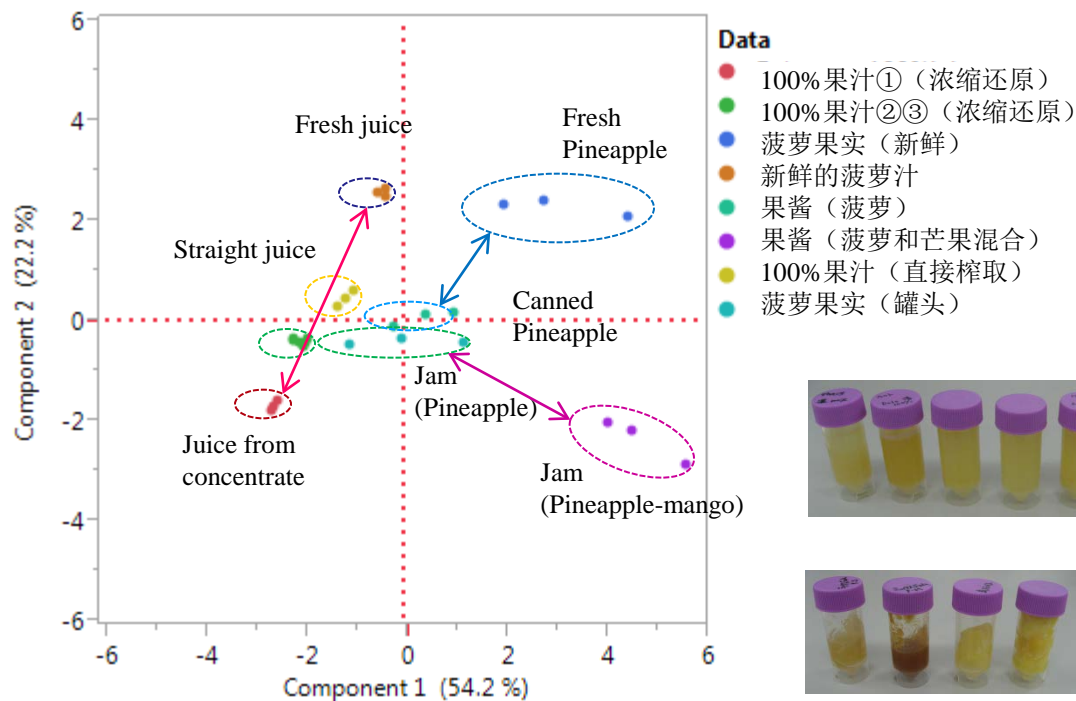


图4 各样品的状态

- ↔ (1) Fresh pineapple or Canned Pineapple
- ↔ (2) Pure Pineapple jam or Mixed jam
- ↔ (3) Fresh Pineapple juice or concentrate juice

图3 通过各样品的主成分分析进行辨别的示例

【主成分分析】

- (1) 新鲜菠萝的主成分1和主成分2为正值，罐头菠萝为原点附近的值。
- (2) 完全由菠萝制成的果酱为原点附近的值，菠萝与芒果的混合果酱的主成分1为正值，主成分2为负值。
- (3) 直接榨取的菠萝汁的主成分1为与原点稍微存在一点儿距离的值，主成分2为略微偏正的值。  
浓缩还原菠萝汁的主成分1和主成分2皆为负值。

此次的分析结果表明主成分1和主成分2的值为正值时菠萝果实为未加工状态。

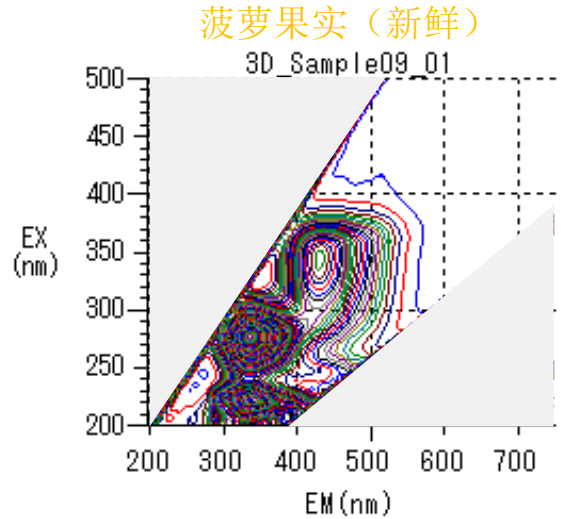
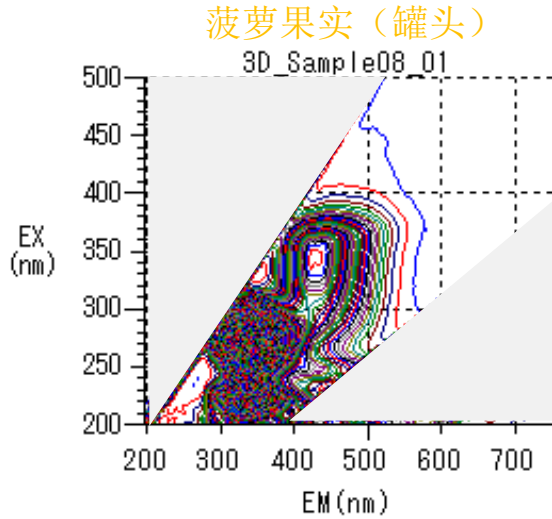
KEY WORDS

生物·医学·食品·制药、食品、水果、菠萝、果汁、浓缩还原、食品、荧光指纹、多变量分析、EEM、主成分分析、良否判定、辨别分析、三维荧光光谱  
Starch, Food, 3D Fluorescence Spectrum, FL, F-7000

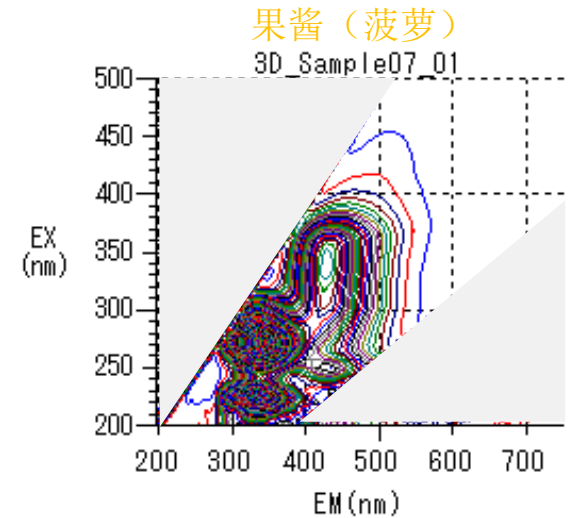
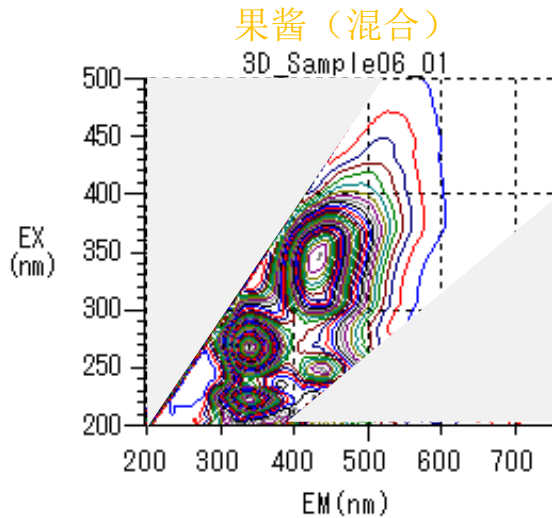
荧光光度计 FL

表No. FL140001-03

(1) 菠萝果实的荧光指纹



(2) 菠萝果酱的荧光指纹



KEY WORDS

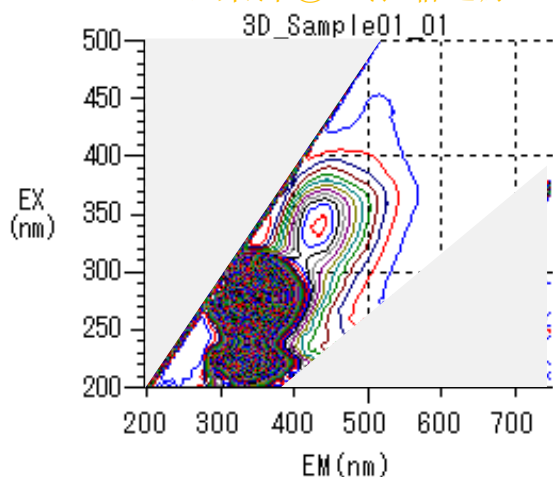
生物·医学·食品·制药、食品、  
水果、菠萝、果汁、浓缩还原、食品、荧光指纹、多变量分析、EEM、  
主成分分析、良否判定、辨别分析、三维荧光光谱  
Starch, Food, 3D Fluorescence Spectrum, FL, F-7000

荧光光度计 FL

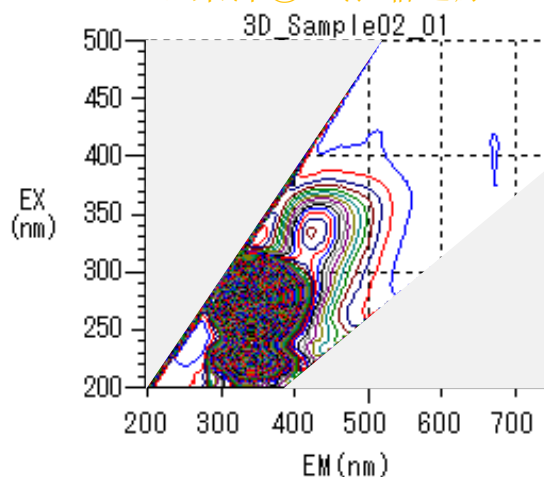
表No. FL140001-04

(3) 菠萝汁的荧光指纹

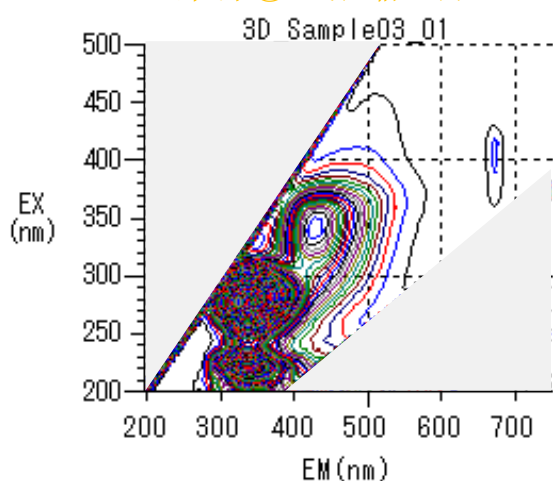
100% 果汁①（浓缩还原）



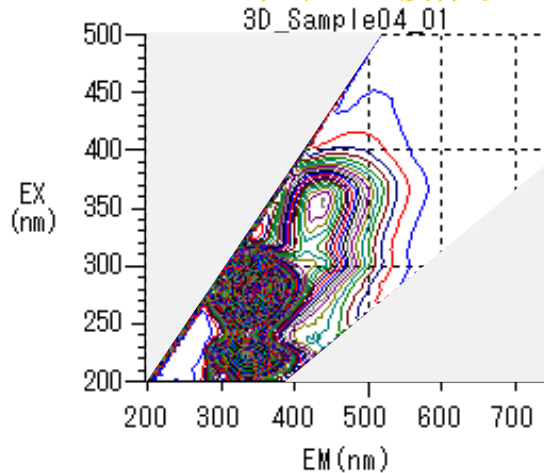
100% 果汁②（浓缩还原）



100% 果汁③（浓缩还原）



100% 果汁（直接榨取）



KEY WORDS

生物·医学·食品·制药、食品、  
水果、菠萝、果汁、浓缩还原、食品、荧光指纹、多变量分析、EEM、  
主成分分析、良否判定、辨别分析、三维荧光光谱  
Starch, Food, 3D Fluorescence Spectrum, FL, F-7000

荧光光度计 FL

表No. FL140001-05