



FOSS

FOSS 기술백서

식품의 성분 및 색상을 동시에 측정하는 분광분석법

ANALYTICS BEYOND MEASURE

작성 Barbara Tobijaszevska, Richard Mills, Jakob Jøns
June 2018
fossanalytics.com

소개

색상은 생산자가 고려해야 하는 아주 중요한 항목이지만, 측정 시에는 일반적으로 시간이 소요되며 주관적인 육안검사 또는 전용 기기가 필요합니다. 분광기 기반의 식품 분석기는 단백질 및 수분과 같은 영양성분과 색상을 동시에 측정하는 강력한 일상분석용 툴입니다.

또한 이를 통해 빠르고 일관성 있는 색상 측정을 수행할 수 있으며, 동시에 식품 분석의 효율성과 정확성을 보장하는 플랫폼을 사용하여 영양성분들을 측정할 수 있습니다.

본 백서에서는 최근에 새롭게 선보인 FoodScan™ 2 기기와 관련한 색상 측정 항목에 대한 정의, 기존의 색상 테스트 전용 기기와 새로운 측정 결과를 비교하고 작동 방법을 소개합니다. 여기에서는 현대적인 방법의 식품 분석 방법을 사용하여 색상 측정을 수행하고 색상 측정 파라미터의 간략한 정의, 측정 방법에 대한 내용을 소개합니다.

내용

1 오늘날 식품 생산에서의 색상	3
2 색상: 정의 및 측정 원리	5
3. FoodScan 2 기기를 사용한 색상 측정	8
4. FoodScan 2 색상 측정과 색상 전용 측정기의 비교	10
5. 결론: 통합식 색상 측정의 장점	13

1 오늘날 식품 생산에서의 색상

고대 중국의 속담에 '사람은 육안으로 맛을 느낀다' 라는 말이 있습니다. 소비자 선택에서 색상의 중요성을 강조한 말입니다. 식품 제조 과정에서 색상 관리를 향상하는 것은 어렵지 않습니다.

인터넷에서 '소비자 선택에서 색상의 중요성'에 대해 검색하면 아래와 같이 수많은 결과가 나타납니다. 맛에 대한 인식과 소비자의 선택에 영향을 주는 저지방 치즈의 색상, 2012* - 체다 치즈의 저 지방형 선호에 대한 색상 효과를 설명합니다. 치즈가 너무 투명하거나 백색인 경우 부정적인 결과가 나타났습니다.

기타 결과는 기존 분석 정보를 통해 상식적인 수준으로 예측할 수 있습니다. 우리는 상식적으로 '노란 색상의 디저트는 달콤한 바닐라 향이 나며, 빨간 색상의 육류는 신선하다' 라고 생각합니다. 생산자들은 업계의 표준 및 지침에 따라 시장의 요구 조건을 충족합니다. 미국육류과학협회(American Meat Science Association)의 '육류 색상 측정 지침'은 생산자들이 고려해야 하는 색상 측정의 다양한 측면을 100 페이지 이상에 걸쳐 소개하는 자료입니다. 노르웨이의 연어 색상 연구 자료 'Bransjestandard for Fisk'는 생산자를 위한 명확한 범위를 소개하고 있습니다.

식품의 색상에 대한 중요성이 높아지면서 색상의 일관성을 유지해야 하는 과제가 대두되었습니다. 생산자는 기존 방식의 질산염, 소금과 같은 방부제를 사용하여 색상의 일관성을 유지합니다. 슈퍼마켓의 진열대에 놓인 제품에도 방부제가 사용되지만 법적인 제한이 있습니다. E 번호 방부제의 사용은 단순히 법률상의 문제가 아닌 고객이 구매 의사를 결정하는 요인입니다. 연구에 따르면 소비자는 식료품의 자연 색상을 원합니다. 2016년 성분 트렌드에 대한 닐슨(Nielsen)** 보고서에 따르면, 소비자의 61%는 인공적인 색소를 피한다고 말합니다. 유럽 시장에서는 2015년 새로운 제품에 자연 색소를 사용하는 비율이 5.6% 증가한 반면에, 인공 색소를 사용하는 비율은 5.2% 줄어든 것으로 나타났습니다.

생산자들이 이에 대한 대안을 찾는 것은 더 복잡한 문제를 야기합니다. 예를 들면, 질산염 기반의 방부제를 줄이거나 사용하지 않는 경우 포장을 개봉한 후에 색소에 어떤 영향을 주겠습니까?

두 가지 제품을 연구하고 일상적인 품질 확인을 수행하는 두 가지 방법이 있습니다. 색상 도표(색선 2)를 참조하여 육안을 통해 주관적으로 색상을 측정하거나, 색상 측정기를 사용할 수 있습니다. 두 가지 방법 모두 증명되었지만 비용이 많이 소요됩니다. 첫 번째의 경우, 전문가 및 일관성 있는 광원 시설을 갖춘 특정 위치, 두 번째는 전용 분석기의 필요성입니다. 영양성분 분석 등의 분석 과제를 고려할 때 품질관리 수행을 위한 부담이 큼니다.

*R.WadhwaniD.J.McMahon: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030212002019

**닐슨 성분 트렌드, 2016: www.nielsen.com/content/dam/nielsen-global/eu/docs/pdf/Global%20Ingredient%20and%20Out-of-Home%20Dining%20Trends%20Report.pdf

이러한 단점과 대비하여, 색상 및 영양성분 분석을 동시에 수행하는 강력한 분광 분석 기법 솔루션이 있습니다. 이 방법은 단일 기기에서 영양성분 분석(적외선 범위의 투과)을 위한 방법을 색상 측정(가시광선 범위의 반사)을 위한 최적의 방법과 결합하여 수행할 수 있습니다.

먼저 색상 측정에 대한 일반적인 표준분석 정보가 필요합니다.



FOSS의 FoodScan™ 분석기는 식품의 색상과 영양성분 항목을 동시에 측정합니다.

2 색상: 정의 및 측정 원리

온라인 및 안내 책자에 소개된 정의는 색조, 채도, 밝기의 반사된 광원에 의해 시각적으로 결정되는 품질 항목인 색상에 초점을 맞춥니다.

팬톤 색상 매치 시스템은 시각적 측정을 위한 일반적인 표준분석 정보를 제공하는 한 가지 방법입니다. 식품 생산 시, 미국국립치즈협회(U.S. National Cheese Institute)의 색상 표준은 단단한 치즈의 시각적 색상 등급을 위한 표준분석의 유사한 예입니다. 다른 방법은 특정 색상 도표가 포함된 색션 1에서 언급한 언어에 대한 노르웨이의 표준입니다.

피상적으로 볼 때 시료와 함께 소개된 색상 도표를 보면 간단한 접근 방법처럼 보일 수 있지만, 시각적 측정은 중요한 문제점입니다. 이는 동일한 담당자의 반복적인 측정 또는 측정 담당자에 따라 주관적이며 일관성이 부족하거나, 동일한 담당자의 반복적인 측정 결과에 일관성 있는 광원 시설이 필요하며, 불필요한 시간을 낭비할 수 있습니다.

부연하자면, 색상 측정 기술은 주관적인 관점을 벗어나며, 색상에 대한 일반적인 언어에 대한 색상의 범위를 객관적으로 수치화합니다. 예를 들면, 한 곳의 위치에서 수행한 측정은 국제적으로 인증된 용어로 다른 위치 또는 다른 시간대에서 수행한 수치 정보와 비교할 수 있습니다. 이를 통해 색상에 대한 인식 및 기술 전문가별 편차를 제거합니다. 기기는 색도계, 분광 광학기와 같은 다른 이름으로 찾을 수 있습니다.

색도계는 색상 정보를 추출하는 필터기를 사용하여 시각적 인지를 수행합니다. 분광 광학기는 전체 스펙트럼 색상 측정을 통해 세부적인 측정을 수행합니다. 아래의 객관적 방법의 기본 원리를 참조해 주십시오.

또한 본 백서에서 소개하는 바와 같이 근적외선 애플리케이션에 일반적으로 사용되는 분광 미터기는 색상과 구성 테스트를 동시에 수행하여 측정하는 기술 플랫폼을 제공합니다.

객관적인 방법의 기본 원리

위에 언급된 모든 분석기는 파장 기능의 광원 빔 강도에 해당하는 색상을 측정할 수 있습니다. 색도계는 수신기로서의 3가지 포토셀을 사용하여 사람의 시력과 같은 기능을 수행합니다. 분광 광도계 또는 분광계는 전체 스펙트럼(전체 파장)을 수집하여 수학적(알고리즘)으로 육안 인지와 일치하는 값으로 변환합니다.

모든 경우에 수학적 기능에 따른 시각적 인지를 설명해야 합니다.

"3자극치"라고 부르는 수치는 3원색(빨간색, 녹색, 파란색)값에 따른 광원의 강도를 측정하기 위해 사용합니다. 도표의 X, Y, Z 좌표가 색상을 표시합니다.

이 시스템은 객관적인 색상 측정을 위한 표준 방법으로 수십 년간 사용되었으며 국제 광원위원회(CIE, International Commission on Illumination)가 정의하였습니다. XYZ 색상 공간 표준(1931). XYZ 분광 반응값은 온라인 상에서 쉽게 찾을 수 있습니다.

XYZ 시스템은 1970년대에 고급 모델을 만들기 위해 제작되었으며, $L^*a^*b^*$ 색상 좌표(또는 CIELAB), 색상 공간으로 알려진 밝기의 규모를 포함합니다. 이 모델은 1976년 CIE 기준에 따라 표준이 되었습니다. 색상 측정을 위한 CIELAB 표준(표 1).

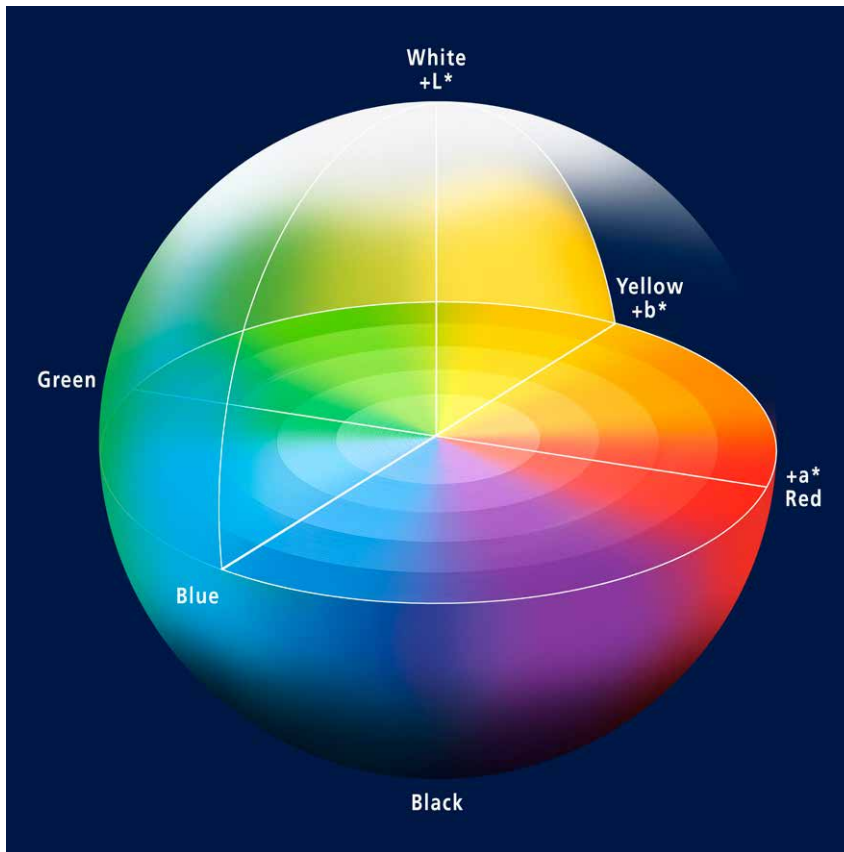


표 CIELAB 색상 공간 정의가 제공하는 광범위한 설명을 표시하는 LAB 및 구 다이어그램 L^* 은 밝기를 표시합니다. 0은 검정색, 100은 밝은 색 양수 a^* 점은 빨간색, 음수는 녹색. b^* 점은 노란색(양수)과 파란색(음수) 간 변경.

분광학의 접근

시료를 광원에 노출하고 파장에 따라 수집된 광원의 양을 측정합니다. 시료의 분광 특성은 흡수율과 투과율에 따라 색상과 관련한 명백한 결과를 표시합니다. 표2 및 표3

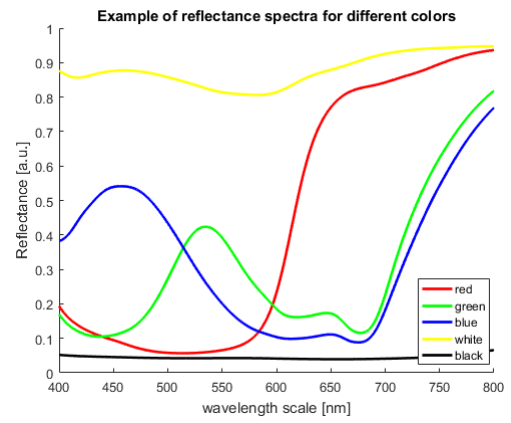
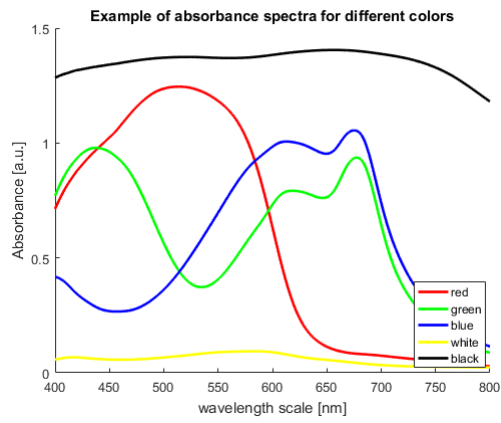


표 2 다른 색상 측정 도표(페이퍼 시료) - 왼쪽에는 흡수 스펙트럼, 오른쪽에는 일치하는 반사율

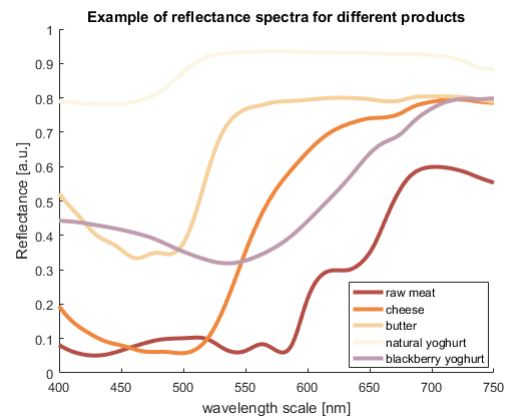
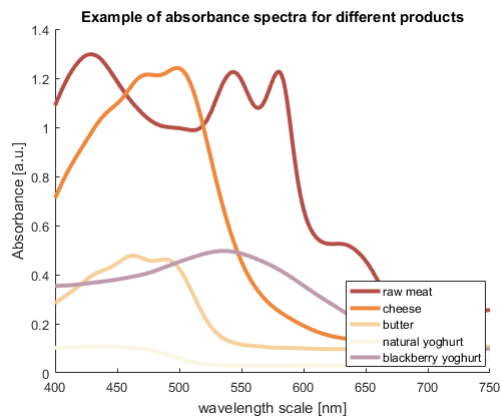


표 3 다른 제품 측정 - 왼쪽에는 흡수 스펙트럼, 오른쪽에는 일치하는 반사율 라인 색상은 제품 색상과 일치



3. FoodScan 2 기기를 사용한 구성 및 시각적 분석 결합

적외선 및 가시광선 파장을 포함한 적절한 범위를 측정하는 분광기 기반의 분석기는 색상과 식품의 영양성분 테스트를 동시에 수행할 수 있는 빠른 방법입니다.

품질 관리자는 가시광선 측정을 설정하여 경험이 많은 엔지니어의 도움 없이 색상 항목에 대한 정보를 도출합니다. 실험실 예산 측면에서 2대의 기기를 1대의 기기로 줄여 운영 비용을 절감할 수 있습니다.

반사기법을 이용 가시광선 범위에서 색상 측정

분광기를 사용하여 색상의 반사율과 투과율 방법에 따라 색상을 측정할 수 있습니다. 하지만 적외선에 가까운 가시광선 파장(400-750 nm)의 반사율은 효과가 높습니다. 왜냐하면 식품의 색상은 투명하며 액체형 시료를 제외한 주로 표면의 특성, 즉 반사된 광원에 따라 정의되기 때문입니다.

한편 시료의 양을 많이 스캔하면 최상의 결과를 도출할 수 있습니다. 이것은 특히 투과율이 시료의 표면 스캔 정보를 제공하는 분쇄 육류와 같은 비균질화 식품에 중요합니다.

FoodScan 2 기기를 사용한 색상 측정

FoodScan 2 기기는 보다 정확한 색상 측정을 위해 시료의 표면으로부터 45° 지점에서 반사되는 광원의 스펙트럼을 사용합니다.

시료는 광역대역 소스의 상단 부분에서 반사됩니다. 밝기는 일정편차 단색화 기기를 사용하여 스캔합니다. 반사 스펙트럼을 측정하려면 반사된 광원의 정보를 소스 스캔과 동기화해야 합니다.

반사 스펙트럼은 시료 색상을 측정하기 위해 분산 표준시료(DRS)의 스펙트럼으로 정규화합니다.

시료 반사 스펙트럼은 X, Y, Z 파라미터를 위한 사전 정의된 스펙트럼 프로파일 정보로 정규화된 스펙트럼 정보를 필터링하여 XYZ 색상 파라미터로 전환하며(표4) CIELAB으로 전환합니다(표5).

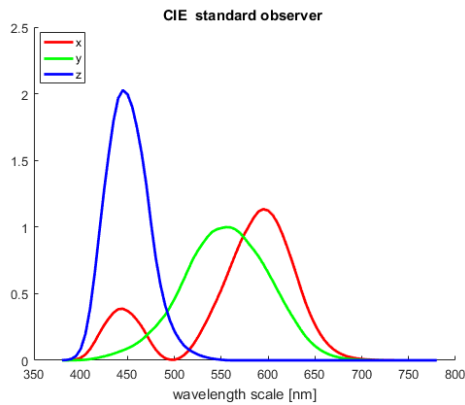


표4 CIELAB 3자극치 기능



표5 CIELAB 표준에 따른 시료에서 반사된 광원 수집 단계, FoodScan 2 기기의 화면에 표시되는 L*a*b 값

기기는 식품 생산 환경에서 색상을 측정하는 원리를 고려하여 아래의 핵심 설계 원리를 반영하여 제작되었습니다.

- 견고성 - 기기는 식품 시료의 직접적인 접촉에 대한 내구성이 있으며, 기기 가동에 영향을 주지 않고 간편하게 클리닝할 수 있습니다.
- 시료의 표면은 공기에 직접 노출하여 측정할 수 있습니다(예: 덮개 불필요). 시료의 공기 접촉에 대한 연구를 수행하고, 육류의 공기 접촉 시 색상이 변화하는 과정을 빠르게 측정할 수 있습니다.
- 주변의 광원이 측정 결과에 영향을 미치는 위험이 없습니다. 이것은 특별히 설계된 시료 챔버에서 수행할 수 있습니다.
- 사용자 기반의 결과 표시, L*a*b* 형식에 따른 성공 또는 실패 표시
- 일관성 있는 측정 및 관리 최소화를 위한 FoodScan 2 기기의 캘리브레이션 이전 가능성 - 1대 이상의 기기를 가동(기기 위치가 다른 경우 포함)하는 경우 중요한 항목



4. FoodScan™ 2 색상 측정과 색도계의 비교

FoodScan 2 색상 측정의 설계 목적은 분광광도계의 원리를 이용하여 표준 색도계의 데이터를 비교할 수 있는 측정 정보를 제공하는 것입니다.

FoodScan 2 기기의 색상 측정 정보는 육류 제품, 치즈, 발효 제품, 버터 및 스프레드에 대한 주요 FoodScan 2 어플리케이션용 표준 색도계의 측정 정보와 비교합니다. FoodScan 2 기기와 색도계에서 동일한 시료를 측정합니다. 테스트는 인공 시료 분석을 포함합니다. 인공 및 실제 시료에 대한 분석 결과는 아래와 같습니다. 성능을 표시하는 결과의 반복성과 이전 가능성을 표시하는 결과의 생산 가능성을 측정합니다.

전용 색도계와의 비교

직접 표면 측정에 대한 색도계와 FoodScan 2 기기 측정 정보의 유사성(표6)

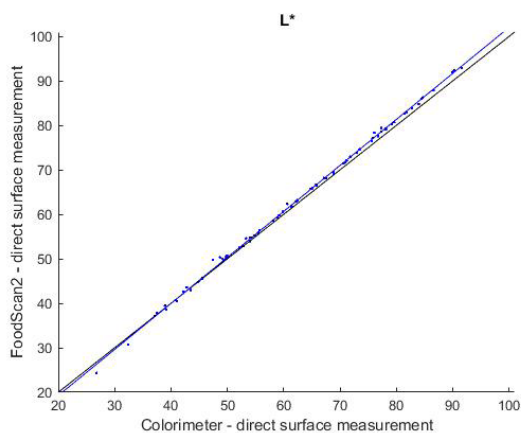


표6 밝기(L^*) 직접 표면 측정의 예

측정 정보는 시료에 따라 다를 수 있습니다(그림. 7). 예: 색도계에서 페트리 접시를 사용하여 측정하고, FoodScan 2 기기를 사용하여 직접 표면 측정 결과 비교. 다양한 요소가 호환성에 영향을 줄 수 있습니다.

- CIELAB 알고리즘에서의 차이점. 색상 미터기는 380 nm 파장 기준이며, FoodScan 2 기기는 400 nm 파장 기준.
- 동일한 시료 측정의 차이점
- 특정한 색도계의 설정. 예를 들면, 색도계와 비교 시 동일한 비교 기준을 사용하는 것이 중요합니다. CIELAB은 2° 각도에서의 측정에 대한 1931 표준과 10° 표준 관찰 각도를 정의하는 1964 표준을 정의합니다. 비교 테스트에서 사용하는 모델은 10° 각도 기준입니다.
- 시료의 비균질화 FoodScan 2 기기는 시료의 표면을 최대 20회 스캔할 수 있으며, 다양한 위치에서 색도계로 시료를 측정해야 합니다. FoodScan 2 기기에서 사용하기 위해서는 평균값을 사용합니다.

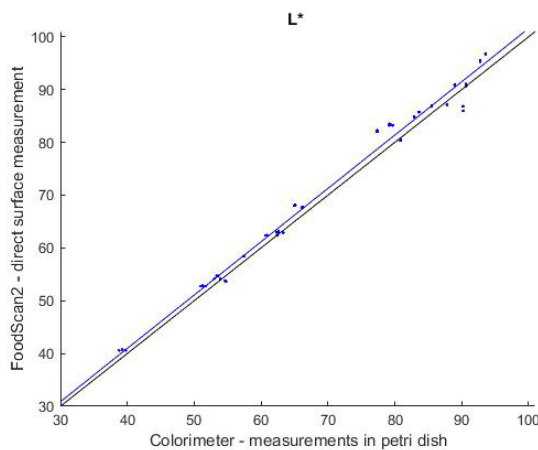


표7 페트리 접시를 사용하여 측정한 직접 측정 결과에 대한 비교

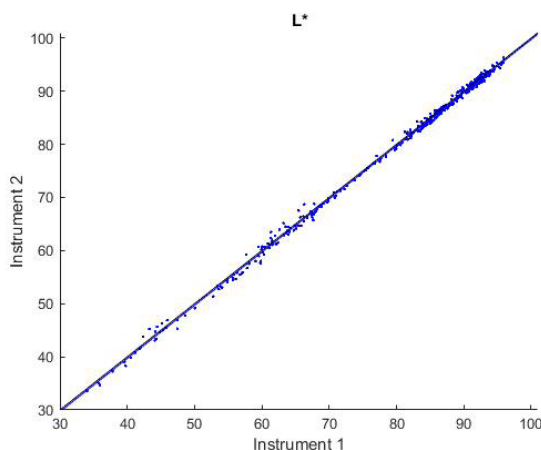


표8 두 대의 FoodScan 2 기기에서 측정한 식품의 밝기 재생산성(육류, 치즈, 요거트, 버터)

측정 정보의 재생산성(이전 가능성)

표8은 2대의 다른 FoodScan 2 분석기로 측정한 값을 비교한 결과입니다. 요거트, 치즈, 육류 제품, 버터를 측정하고, 2대의 분석기에서 측정한 수치를 비교합니다. 아래의 예는 밝기(L*)를 표시합니다.

결과의 반복성

반복성은 우수한 측정 결과의 기본 요소입니다. 반복성은 시료의 균질성 및 시료의 측정 결과에 따라 결정되며, FoodScan 2 기기로 4개의 동일한 시료를 스캔하여 시료 유형별로 측정 결과를 도출하였습니다.

시료는 중간 및 큰 크기의 컵에 담아 시료의 표면을 가능한 넓게 측정하여 스캔합니다. 중간 크기의 컵에 담긴 시료는 표준 분광광도 색도계로 스캔합니다.

표 1, 동일한 제품(예: 치즈)에서 측정한 결과의 반복성, 큰 컵 및 작은 컵에서 측정한 결과의 반복성. 비균

제품 유형		FS2 중간 크기의 컵	FS2 큰 크기의 컵
우유	L*	0.20	0.19
	a*	0.10	0.05
	b*	0.05	0.02
치즈	L*	0.38	0.13
	a*	0.04	0.03
	b*	0.20	0.10
요거트	L*	0.04	0.08
	a*	0.01	0.01
	b*	0.01	0.01
버터	L*	0.04	0.01
	a*	0.02	0.01
	b*	0.21	0.14

질화된 시료 때문에 다른 표면의 특성을 고려합니다. 표 1은 평균 4회의 테스트에 따른 제품 유형 및 시료 컵과 관련 있는 반복성을 표시합니다. 수치가 낮으면 변수가 낮습니다. 표면 스캔 공간과 반복성은 명확한 연관 관계가 있습니다 (예: 치즈 밝기(L)).

시료의 비균질 정도에 대한 연구는 시료의 넓은 표면 공간을 스캔하여 측정 결과의 신뢰도를 높일 수 있다는 것을 보여줍니다.

5. 결론: 통합식 색상 측정의 장점

FoodScan 2 기기는 식품에 대한 빠르고 일관성 있는 색상 측정을 수행할 수 있으며, 동시에 영양성분 항목을 측정할 수 있습니다. 이와 같이 색상을 육안으로 측정하는 주관적이고 시간이 걸리는 방법과 색상 전용 측정 기기를 사용해야 하는 필요성을 대체할 수 있는, 한 가지 방법으로 두 개의 목표를 달성할 수 있는 대안을 제공합니다.

식품 생산 환경에서 사용할 수 있는 신뢰할 수 있는 분석기를 사용하여 표준 CIELAB 방식으로 빠른 측정을 수행합니다. FoodScan 2 기기는 색상 표준을 위한 일상적인 테스트, 식품에 대한 연구 및 개발을 위한 견고한 플랫폼입니다. 예를 들면, 식품에 포함된 질산염 방부제 및 소금 성분을 낮추는 테스트를 통해 가치 있는 정보를 도출할 수 있습니다.

측정 결과는 반복성과 재생산이 가능합니다. 연구 결과에서 FoodScan 2 기기를 색도계와 비교한 데이터를 보여줍니다. FoodScan 2 기기의 신뢰할 수 있는 측정 정보는 식품 생산 환경에서 색상 측정을 위한 안정적인 플랫폼에 반영됩니다. 재생산성은 FoodScan 2 플랫폼의 높은 기준을 충족합니다.

색도계의 측정 정보는 시료의 비균질성 또는 시료 표시 방법에 따라 약간의 차이가 있습니다. FoodScan 2 기기는 표준 색도계와 비교하여 시료의 표면 공간을 최대 20회까지 측정할 수 있기 때문에 안정성이 높은 솔루션을 장점을 최대한 활용할 수 있습니다.

FOSS

FOSS
Foss 전체 é 1
DK-3400 Hilleroed
Denmark

전화: +45 7010 3370
팩스: +45 7010 3371

info@foss.dk
www.fossanalytics.com