



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월28일
(11) 등록번호 10-1205785
(24) 등록일자 2012년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/10B0 (2012.01) G06Q 10/08 (2012.01)
G06Q 50/28 (2012.01)

(21) 출원번호 10-2011-0041622

(22) 출원일자 2011년05월02일

심사청구일자 2011년05월02일

(65) 공개번호 10-2011-0139641

(43) 공개일자 2011년12월29일

(30) 우선권주장

1020100059511 2010년06월23일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌

육류의 품질과 TTI 온도 의존성에 대한 수학적 시뮬레이션(한국축산식품학회, 한국축산식품학회지 제29권 제3호, 페이지 349-355, 박한조 외3명, 2009.6월 발행)*

KR1020080110050 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

동국대학교 산학협력단

서울특별시 중구 필동로1길 30 (필동3가, 동국대학교)

(72) 발명자

이승주

서울특별시 양천구 목동 신시가지아파트 109동 404호

홍광원

서울특별시 강남구 압구정동 369-1 현대아파트 23동 1102호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김순용

전체 청구항 수 : 총 15 항

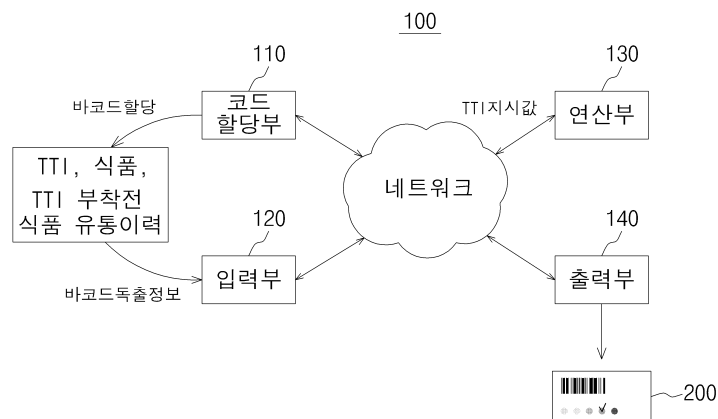
심사관 : 임영국

(54) 발명의 명칭 TTI를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템 및 이를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 방법

(57) 요약

본 발명은 TTI를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템 및 이를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 방법에 관한 것이다. 본 발명은 TTI 자체에 대한 TTI 정보, 상기 TTI가 부착될 식품에 대한 식품 정보 및 상기 TTI가 상기 식품에 부착되기 전까지의 상기 식품에 대한 유통이력 정보를 입력받는 입력부; 상기 TTI 정보, 상기 식품 정보 및 상기 유통이력 정보를 이용하여 상기 식품의 잔여 유통 기한에 대응되는 TTI 지시값을 산출하는 연산부; 및 상기 TTI 지시 값을 이용하여 시간 및 온도 조건에 따라 상기 TTI가 나타낼 수 있는 단계별 색상 중 상기 식품의 잔여 유통 기한에 대응하는 색상을 지정하여 표시하는 출력부를 포함하는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템과 이를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 방법을 제공한다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면 식품에 표시된 유통 기한에 해당하는 TTI 지시값을 제공함으로써 수요자가 해당 식품의 유통 기한을 정확히 확인할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

한진영

서울특별시 관악구 남현동 1056-10번지 202호

정승원

경기도 남양주시 와부읍 도곡리 292번지 2층

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 108007022SB010

부처명 농림수산식품부

연구사업명 농림기술개발연구

연구과제명 시간-온도 이력에 따른 TTI와 한우육 품질의 Kinetics 개발

주관기관 동국대학교 산학협력단

연구기간 2009.06.25 ~ 2010.06.24

특허청구의 범위

청구항 1

TTI 자체에 대한 TTI 정보, 상기 TTI가 부착될 식품에 대한 식품 정보 및 상기 TTI가 상기 식품에 부착되기 전까지의 상기 식품에 대한 유통이력 정보를 입력받는 입력부;

상기 TTI 정보, 상기 식품 정보 및 상기 유통이력 정보를 이용하여 상기 식품의 잔여 유통 기한에 대응되는 TTI 지시값을 산출하는 연산부; 및

상기 TTI 지시 값을 이용하여 시간 및 온도 조건에 따라 상기 TTI가 나타낼 수 있는 단계별 색상 중 상기 식품의 잔여 유통 기한에 대응하는 색상을 지정하여 표시하는 출력부를 포함하되,

상기 TTI는 효소형 TTI, 확산형 TTI, 광화학형 TTI, 고분자형 TTI 및 미생물형 TTI로 이루어지는 군으로부터 선택되는 어느 하나의 TTI이며,

상기 TTI가 확산형 TTI인 경우,

상기 연산부는 하기 수학적식A를 이용하여 상기 TTI 지시값을 산출하되,

[수학적식A]

$$W = kt_f = k_{0,W} \exp\left(-\frac{E_{a,W}}{R T_{eff}}\right) t_f = \frac{1}{m-1} (L_t^{1-m} - L_0^{1-m})$$

상기 수학적식A에서 W는 TTI 지시값, k는 반응속도 상수, $k_{0,W}$ 는 기준 반응상수값(h^{-1}), $E_{a,W}$ 는 활성화에너지(kJ/mol), R은 기체상수(8.314×10^{-3} kJ/mol?K), T_{eff} 는 상기 식품의 유통기한까지의 온도 매개변수, t_f 는 상기 식품의 유통기한까지의 시간 매개변수, m은 반응 차수, L_0 는 t=0일 때 TTI의 밝기, L_t 는 시간이 t일 때 TTI의 밝기이고,

상기 TTI가 광화학형 TTI인 경우,

상기 연산부는 하기 수학적식B를 이용하여 상기 TTI 지시값을 산출하되,

[수학적식B]

$$W = \frac{I_M}{I_E} = \frac{I_{M\infty}}{I_{E\infty}} + Ae^{-\frac{t_f}{\tau}}$$

$$\tau = \tau_0 \exp\left(-\frac{E_{a,\tau}}{R T_{eff}}\right)$$

상기 수학적식B에서, W는 TTI 지시값, I_M 은 형광물질이 퍼지는 정도, $I_{M\infty}$ 은 더 이상 변화하지 않을 때의 I_M , I_E 는 형광물질이 응집되는 정도, $I_{E\infty}$ 은 더 이상 변화하지 않을 때의 I_E , A는 형광물질의 색 변화율을 나타내는 상수, τ 는 발색단 응집변화 속도상수, τ_0 는 τ 의 기준값, $E_{a,\tau}$ 는 활성화에너지(kJ/mol), 기체상수(8.314×10^{-3} kJ/mol?K)이고,

상기 TTI가 고분자형 TTI인 경우,

상기 연산부는 하기 수학적식C를 이용하여 상기 TTI 지시값을 산출하되,

[수학식C]

$$W = -k_{0,W} t_f + 1 = 1 - \frac{1}{A \exp(-\beta T_{\text{eff}})} t_f$$

상기 수학식C에서, W는 TTI 지시값, $k_{0,W}$ 는 기준 반응상수값(h^{-1}), t_f 는 상기 식품의 변질이 시작되는 시간, A와 β 는 매개변수인 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 TTI 정보는

상기 TTI가 상기 식품에 부착되기 전까지의 상기 TTI에 대한 시간 및 온도 이력, TTI의 종류, 제조사, 카탈로그 번호, 일련번호 및 제조시간 중 어느 하나의 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 식품은 어패류, 육류, 과일, 채소 및 낙농제품으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 식품은 상온 유통 식품, 냉장 유통 식품 및 냉동 유통 식품으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 식품 정보는

상기 식품의 종류 및 온도에 따른 식품의 유통 방식에 대한 정보 중 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 유통이력 정보는

상기 TTI가 상기 식품에 부착되기 전까지의 상기 식품에 대한 온도 및 시간 이력을 포함하는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 TTI 및 상기 식품에는

상기 TTI 정보, 상기 식품 정보 및 상기 유통이력 정보를 포함하는 바코드 또는 RFID 칩이 부여되고,

상기 입력부는 상기 바코드 또는 상기 RFID 칩에 포함된 상기 정보들을 독출하는 리더기를 통해 상기 정보들을

입력받거나, 유무선 통신장치를 통해 상기 정보들을 입력받는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 TTI가 효소형 TTI인 경우,

상기 연산부는 하기 수학적식을 이용하여 상기 TTI 지시값을 산출하는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

[수학적식]

$$W = k_{0,W} \exp\left(-\frac{E_{a,W}}{R T_{eff}}\right) t_f$$

여기서, W는 TTI 지시값, $k_{0,W}$ 는 기준 반응상수값(h^{-1}), $E_{a,W}$ 는 활성화에너지(kJ/mol), R은 기체상수(8.314×10^{-3} kJ/mol?K), T_{eff} 는 상기 식품의 유통기한까지의 온도 매개변수, t_f 는 상기 식품의 유통기한까지의 시간 매개변수 임.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 온도 매개변수(T_{eff})는

TTI를 상기 식품에 부착하는 시점에서의 상기 식품의 품질값과, 상기 식품의 변질이 시작되는 시점에서의 상기 식품의 품질값 및 상기 식품의 시간 매개변수를 이용하여 산출되는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 온도 매개변수(T_{eff})는 하기 수학적식을 이용하여 산출되는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

[수학적식]

$$T_{eff} = \frac{-E_{a,VBN}}{R \ln\left(\frac{VBN_f - VBN_i}{k_{0,VBN} t_f}\right)}$$

여기서, $E_{a,VBN}$ 은 활성화에너지(kJ/mol), R은 기체상수(8.314×10^{-3} kJ/mol?K), VBN_i 는 TTI를 부착하는 시점에서의 상기 식품의 품질값, VBN_f 는 상기 식품의 변질이 시작되는 시점에서의 상기 식품의 품질값, $k_{0,VBN}$ 는 기준 반응상수값(h^{-1}), t_f 는 유통기한까지의 시간 매개변수로서 임의로 지정함.

청구항 12

제 11항에 있어서,

TTI를 부착하는 시점에서의 상기 식품의 품질값(VBN_i)은 하기 수학적식을 이용하여 산출되는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

[수학식]

$$VBN_i = VBN_0 + \int_0^{t_i} k_{0,VBN} \exp\left(-\frac{E_{a,VBN}}{RT}\right) dt$$

여기서, VBN_0 는 상기 식품의 초기 품질값, t_i 는 상기 TTI가 부착되기 전까지의 식품의 유통시간, $k_{0,VBN}$ 는 기준 반응상수값(h^{-1}), $E_{a,VBN}$ 는 활성화에너지(kJ/mol), R은 기체상수(8.314×10^{-3} kJ/mol?K), T는 상기 TTI가 식품에 부착되기 전까지의 온도(K)이력임.

청구항 13

제 12항에 있어서,

상기 식품의 초기 품질값(VBN_0)은 상기 식품의 초기 휘발성 염기태 질소의 양(mg%)을 측정하여 산출되는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

제 10항에 있어서,

TTI를 상기 식품에 부착하는 시점에서의 상기 식품의 품질값은 하기 수학식을 이용하여 산출되는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

[수학식]

$$\ln N_i = \ln N_0 + \int_0^{t_i} k_{0,N} \exp\left(-\frac{E_{a,N}}{RT}\right) dt$$

여기서, $\ln N_i$ 는 TTI를 상기 식품에 부착하는 시점에서의 상기 식품의 품질값, $k_{0,N}$ 는 기준 반응상수값(h^{-1}), $E_{a,N}$ 는 활성화에너지(kJ/mol), 기체상수(8.314×10^{-3} kJ/mol?K), T는 TTI가 식품에 부착되기 전까지의 온도, t_i 는 상기 TTI가 부착되기 전까지의 식품의 유통시간임.

청구항 18

제 1항에 있어서,

상기 TTI, 상기 식품 및 상기 TTI 지시 값이 표시되는 색상 표지에 동일한 바코드 정보를 할당하는 코드할당부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 19

제 18항에 있어서,

상기 입력부, 상기 연산부, 상기 출력부 및 상기 코드할당부는 유선 또는 무선 네트워크로 연결된 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 TTI를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템 및 이를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 방법에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 TTI가 나타내는 지시값과 식품의 잔여 유통기한을 정확하게 일치시킬 수 있도록 하는 TTI를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템 및 이를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 사회 여건의 변화, 식품의 다양화, 고급화 및 간편화의 영향으로 안전하고 편리한 식품 공급 체계에 대한 관심이 높아지고 있다. 기존의 양적인 소비 패턴보다 품질 및 안전성을 인식하며 고품질의 식품을 선호하는 경향이 대두되고 있다.

[0003] 또한, 식품의 품질에 대한 욕구가 높아짐에 따라 과학적인 품질 변화 예측의 필요성이 요구되는 추세이며, 이에 대한 경쟁력을 강화하기 위해서는 식품 유통 중의 품질 변화를 최소화하여야 한다.

[0004] 이를 위해 최근에는 경제적인 비용으로 품질 변화의 예측을 위한 연구로 어패류, 과일 및 채소, 육류, 유제품 등 다양한 식품의 유통에 TTI의 적용이 보고된 바 있다.

[0005] TTI(time temperature integrator)는 저장 및 운반 중 식품이 경험한 시간과 온도에 대한 이력을 정량적으로 나타내는 일종의 센서를 말하는 것으로, 일반적인 TTI는 시간과 온도 이력에 의한 색의 변화를 통하여 동반된 식품의 품질을 예측하는데 사용된다.

[0006] 이러한 TTI는 변화되기 쉬운 식품의 시간과 온도 이력을 용이하게 모니터링할 수 있도록 하고 저렴한 비용으로 모니터링을 수행할 수 있다는 장점이 있다.

[0007] TTI의 예측 결과가 충분한 신뢰를 얻기 위해서는, 식품이 유통 과정에 들어가는 최초 단계에서 TTI가 해당 식품에 부착되어 TTI의 반응이 개시된다는 점이 전제가 되어야 한다.

[0008] 그러나, 현재 식품의 유통 경로 하에서는 식품에 TTI를 부착하기 전에 이미 식품은 소정의 시간 동안 다양한 온도 환경에 노출된다. 따라서 TTI를 식품에 부착한 후 TTI의 반응이 일어나도록 하여 식품과 TTI가 동일한 시간 이력과 온도 이력을 가지게 하는 것은 쉽지 않은 일이었다.

[0009] 때문에 식품에 TTI가 부착되어 있더라도 TTI의 지시 값이 부착된 식품의 실질적인 시간과 온도 이력과 불일치하여 그 지시 값을 신뢰할 수 없는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명에서 해결하려는 과제는 TTI가 부착되는 시점까지의 해당 식품의 시간 이력과 온도 이력을 이용하여 해당 식품의 실질적인 유통 기한에 해당하는 정확한 TTI 지시 값을 결정하는 TTI를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템 및 이를 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 방법을 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 TTI 자체에 대한 TTI 정보, 상기 TTI가 부착될 식품에 대한 식품 정보 및 상기 TTI가 상기 식품에 부착되기 전까지의 상기 식품에 대한 유통이력 정보를 입력받는 입력부; 상기 TTI 정보, 상기 식품 정보 및 상기

유통이력 정보를 이용하여 상기 식품의 잔여 유통 기한에 대응되는 TTI 지시값을 산출하는 연산부; 및 상기 TTI 지시 값을 이용하여 시간 및 온도 조건에 따라 상기 TTI가 나타낼 수 있는 단계별 색상 중 상기 식품의 잔여 유통 기한에 대응하는 색상을 지정하여 표시하는 출력부를 포함하는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템을 제공한다.

[0012] 또한, 본 발명은 a) TTI 자체에 대한 TTI 정보, 상기 TTI가 부착될 식품에 대한 식품 정보 및 상기 TTI가 상기 식품에 부착되기 전까지의 상기 식품에 대한 유통이력 정보를 입력받는 단계; b) 상기 TTI 정보, 상기 식품 정보 및 상기 유통이력 정보를 이용하여 상기 식품의 잔여 유통 기한에 대응되는 TTI 지시값을 산출하는 단계; 및 c) 상기 TTI 지시 값을 이용하여 시간 및 온도 조건에 따라 상기 TTI가 나타낼 수 있는 단계별 색상 중 상기 식품의 잔여 유통 기한에 대응하는 색상을 지정하여 표시하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 식품의 유통 기한 정보 제공 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면 식품에 표시된 유통 기한에 해당하는 TTI 지시값을 제공함으로써 수요자가 해당 식품의 유통 기한을 정확히 확인할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템의 블럭도이다.
 도 2는 TTI 지시값이 색상표지에 표시되는 것을 설명하기 위한 도면이다.
 도 3 내지 도 6은 시간경과에 따른 TTI의 색상변화를 나타낸 도면이다.
 도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템을 이용한 식품의 유통 기한 정보 제공 과정을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 첨가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 실시될 수 있음은 물론이다.

[0016] TTI는 저장 및 유통 중 식품이 경험한 온도 이력과 시간 이력을 정량적으로 나타내는 센서를 말한다. 일반적인 TTI는 시간 이력과 온도 이력에 의하여 색이 변화하여 간접적으로 동반된 식품의 품질을 예측하는데 사용된다.

[0017] TTI의 색 변화는 센서 구성물의 화학적, 물리적, 생물학적 반응에 기초를 두고 있다.

[0018] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템은 효소형 TTI, 확산형 TTI, 광화학형 TTI, 고분자형 TTI 및 미생물형 TTI 중 어느 하나를 이용할 수 있다.

[0019] 참고로, 효소형 TTI는 기질로 사용된 지질의 가수분해에 의해 pH의 강하가 생기고 이 변화에 의해 색이 변화된다. 효소형 TTI는 두 개의 구획으로 나눌 수 있는데, 하나의 구획에는 지질분해효소 유화액이 들어있고, 나머지 하나의 구획에는 pH 지시계와 지질 유화액이 함유되어 있다.

[0020] 사용 목적에 따라 다양한 효소 기질이 사용될 수 있으며, TTI의 활성화는 두 구획을 나누고 있는 막의 인위적인 파괴에 의하여 반응이 시작된다. 기질의 가수분해는 pH 저하를 일으키고 지시계의 색깔을 변화시키거나, 기질의 반응이 직접 지시계의 색깔을 변화시킨다.

[0021] 확산형 TTI는 색깔의 변화를 일으키는 이동상의 물질이 고정상의 물질로의 확산 정도가 온도에 의존적이라는 원리에 기초를 두고 있다.

[0022] 고분자형 TTI 및 광화학형 TTI는 색을 띠는 고분자 및 형광 물질의 생성 반응이 온도에 의존적이라는 원리를 이용하여, 가시적인 색 변화가 일어난다.

[0023] 미생물형 TTI는 미생물이 생산하는 물질이 색깔의 변화를 일으키며, 상기 물질 생산 반응이 온도에 의존적이라는 원리를 이용한다.

- [0024] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템의 블록도이다.
- [0025] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 식품의 유통 기한 정보 제공 시스템(100)은 코드할당부(110), 입력부(120), 연산부(130) 및 출력부(140)을 포함한다.
- [0026] 코드할당부(110)는 TTI(time temperature integrator), TTI가 부착될 식품 및 연산부(130)에 의해 산출되는 TTI 지시값이 표시되는 색상표지(200)에 동일한 코드 정보를 할당한다.
- [0027] 이때, 코드정보는 TTI, 식품 및 색상표지(200)에 대한 고유 ID를 포함하며, TTI 자체에 대한 TTI 정보, 상기 TTI가 부착될 식품에 대한 식품 정보 및 상기 TTI가 상기 식품에 부착되기 전까지의 상기 식품에 대한 유통이력 정보를 포함하도록 할 수도 있다.
- [0028] 코드할당부(110)에 의해 할당된 코드 정보는 프린팅 장치에 의해 바코德拉벨로 출력되어 TTI, 식품 및 색상표지(200)에 부착될 수 있으며, 색상표지(200) 상에는 바코드가 직접 인쇄되도록 할 수 있다.
- [0029] 또는 코드 정보가 입력된 RFID(radio frequency identification)칩을 TTI, 식품 및 색상표지(200)에 부착하는 것도 가능하다.
- [0030] 이와 같이 코드 정보를 부여하면, 해당 식품에 부착된 TTI 및 색상표지(200)가 후에 인위적으로 조작되는 것을 원천적으로 방지하여 수요자가 식품의 정확한 유통 기한을 확인할 수 있도록 하는 장점이 있다.
- [0031] 입력부(120)는 상기한 TTI 정보, 식품 정보 및 유통이력 정보를 입력받는다.
- [0032] 입력부(120)는 바코드 또는 RFID 칩에 포함된 정보들을 독출하는 리더기를 통해 상기 정보들을 입력받을 수 있다. 또는 TTI 및 식품을 관리하는 관리자로부터 유무선 통신장치를 통해 상기 정보들을 입력받을 수도 있다.
- [0033] 예를 들어, TTI가 부착되기 전까지의 식품이 운송되는 차량, 식품이 보관되는 냉동 창고 등과 같은 식품의 유통 이력 전반에 걸친 온도 및 시간 정보가 차량 및 창고 등에서 통신망을 통하여 원격적으로 입력부(120)에 입력될 수 있다.
- [0034] 연산부(130)는 TTI 정보, 식품 정보 및 유통이력 정보를 이용하여 식품의 질을 나타내는 품질값을 산출하고, 산출된 품질값을 이용하여 식품의 잔여 유통 기한에 대응되는 TTI 지시값을 산출한다. 연산부(130)가 TTI 지시값을 산출하는 과정에 대해서는 후술한다.
- [0035] 출력부(140)는 산출된 TTI 지시 값을 이용하여 시간 및 온도 조건에 따라 TTI가 나타낼 수 있는 단계별 색상 중 식품의 잔여 유통 기한에 대응하는 색상을 지정하여 표시하는 역할을 한다.
- [0036] 도 2는 TTI 지시값이 색상표지에 표시되는 것을 설명하기 위한 도면이고, 도 3 내지 도 6은 시간경과에 따른 TTI의 색상변화를 나타낸 도면이다.
- [0037] 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이 색상표지(200)에는 TTI가 시간-온도 조건에 따라 나타낼 수 있는 색상이 단계별로 미리 표시되어 있고, 도 2의 (b)에서와 같이 출력부(140)는 산출된 TTI 지시값에 대응되는 TTI 색을 프린팅 수단을 통해 색상표지(200)에 체크한다.
- [0038] 한편, TTI는 도 3 내지 도 6에 도시된 바와 같이 시간-온도 조건에 따라 색상이 변하게 되는데, 변화된 TTI의 색이 색상표지(200)에 체크된 색상으로 변하게 되면 해당 식품의 유통기한은 도래되었다는 것을 알 수 있게 되는 것이다.
- [0039] 코드할당부(110), 입력부(120), 연산부(130) 및 출력부(140)는 유선 또는 무선 네트워크로 연결되어 상호간에 필요한 정보를 송수신하도록 할 수 있으며, 이를 위해 상기 각 구성부(110,120,130,140)는 유무선 통신모듈을 구비할 수 있다.
- [0040] 이하, 상기 연산부(130)가 TTI 지시값을 산출하는 과정을 구체적으로 설명한다.
- [0041] 연산부(130)는 상술한 바와 같이 TTI 정보, 식품 정보 및 유통이력 정보를 이용하여 TTI 지시값을 산출한다.
- [0042] 여기서, TTI 정보는 TTI가 식품에 부착되기 전까지의 TTI에 대한 시간 및 온도 이력, TTI의 종류, 제조사, 카탈로그 번호, 일련번호 및 제조시간 중 어느 하나의 정보를 포함하는 데이터이다.
- [0043] 한편, TTI가 부착되어 관리되는 식품은 어패류, 육류, 과일, 채소 및 낙농제품 등일 수 있으며, 유통방식에 따라서는 상온 유통 식품, 냉장 유통 식품 및 냉동 유통 식품과 같은 식품들일 수 있다.

[0044] 이러한 식품의 종류와 유통 방법은 본 발명의 식품의 정보로 사용될 수 있다.

[0045] 구체적으로 식품 정보는 식품의 종류 및 온도에 따른 식품의 유통 방식에 대한 정보를 포함하는 데이터로서, 이때 온도에 따른 식품의 유통 방식이라함은 상기한 식품의 유통방식, 즉, 상온 유통, 냉장 유통 및 냉동 유통과 같은 방식을 말한다.

[0046] 유통이력 정보는 TTI가 식품에 부착되기 전까지의 식품에 대한 온도 및 시간 이력을 포함하는 데이터이다. 여기서 식품의 온도 이력과 시간 이력은 유통 과정을 통하여 각 과정이 모두 기록되며, TTI가 식품에 부착되어 반응이 시작되기 전까지 식품이 경험한 유통 이력 전체에 해당된다.

[0047] 연산부(130)는 상기와 같은 정보들을 TTI의 종류에 따른 수식에 적용하여 TTI 지시값을 산출한다.

[0048] 예를 들어, 육류에 대한 TTI 지시값을 산출하는 것이고, 여기에 이용되는 육류의 품질값으로 휘발성 염기태 질소(Volatile basic nitrogen)의 양(mg%)을 이용하는 것이며, 이용되는 TTI가 효소형 TTI인 경우에는 하기의 수학식1을 이용하여 TTI 지시값을 산출할 수 있다.

수학식 1

$$W = k_{0,W} \exp\left(-\frac{E_{a,W}}{R T_{\text{eff}}}\right) t_f$$

[0049]

[0050] 여기서, W는 TTI 지시값, $k_{0,W}$ 는 기준 반응상수값(h^{-1}), $E_{a,W}$ 는 활성화에너지(kJ/mol), R은 기체상수($8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol}^\circ\text{K}$), T_{eff} 는 상기 식품의 유통기한까지의 온도 매개변수, t_f 는 상기 식품의 유통기한까지의 시간 매개변수이다.

[0051] 상기 수학식1에서 온도 매개변수(T_{eff})는 TTI를 상기 식품에 부착하는 시점에서의 상기 식품의 품질값과, 상기 식품의 변질이 시작되는 시점에서의 상기 식품의 품질값 및 상기 식품의 시간 매개변수를 이용하여 산출된다. 구체적으로 온도 매개변수(T_{eff})는 하기 수학식2를 이용하여 산출된다.

수학식 2

$$T_{\text{eff}} = \frac{-E_{a,\text{VBN}}}{R \ln\left(\frac{\text{VBN}_f - \text{VBN}_i}{k_{0,\text{VBN}} t_f}\right)}$$

[0052]

[0053] 여기서, $E_{a,\text{VBN}}$ 은 활성화에너지(kJ/mol), R은 기체상수($8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol}^\circ\text{K}$), VBN_i 는 TTI를 부착하는 시점에서의 상기 식품의 품질값, VBN_f 는 상기 식품의 변질이 시작되는 시점에서의 상기 식품의 품질값, $k_{0,\text{VBN}}$ 는 기준 반응상수값(h^{-1}), t_f 는 유통기한까지의 시간 매개변수로서 임의로 지정한다.

[0054] 이때, TTI를 부착하는 시점에서의 식품의 품질값(VBN_i)은 하기 수학식3을 이용하여 산출되고, 식품의 변질이 시작되는 시점에서의 식품의 품질값(VBN_f)은 식품위생 및 품질 기준에 따라 고유의 값으로 지정된다.

수학식 3

$$\text{VBN}_i = \text{VBN}_0 + \int_0^{t_i} k_{0,\text{VBN}} \exp\left(-\frac{E_{a,\text{VBN}}}{RT}\right) dt$$

[0055]

[0056] 여기서, VBN_0 는 상기 식품의 초기 품질값, t_i 는 상기 TTI가 부착되기 전까지의 식품의 유통시간, $k_{0,\text{VBN}}$ 는 기준

반응상수값(h^{-1}), $E_{a,VBN}$ 는 활성화에너지(kJ/mol), R 은 기체상수(8.314×10^{-3} kJ/mol?K), T 는 상기 TTI가 식품에 부착되기 전까지의 온도(K)이력이다. 이때, 식품의 초기 품질값(VBN_0)은 식품의 초기 휘발성 염기태 질소(Volatile basic nitrogen)의 양(mg%)을 측정하여 산출한다.

[0057] 육류의 품질값은 휘발성 염기태 질소를 이용하는 방법 외에 미생물 중 슈도모나스(*Pseudomonas* spp.)의 증식정도를 이용할 수도 있는데, 이 경우 TTI를 상기 식품에 부착하는 시점에서의 식품의 품질값은 하기 수학식5를 이용하여 산출할 수 있고, 식품의 변질이 시작되는 시점에서의 상기 식품의 품질값은 하기 수학식4를 이용하여 산출할 수 있다.

수학식 4

$$\ln N_i = \ln N_0 + \int_0^{t_i} k_{0,N} \exp\left(-\frac{E_{a,N}}{RT}\right) dt$$

[0058]

[0059] 여기서, $\ln N_i$ 는 TTI를 상기 식품에 부착하는 시점에서의 상기 식품의 품질값, $k_{0,N}$ 는 기준 반응상수값(h^{-1}), $E_{a,N}$ 는 활성화에너지(kJ/mol), 기체상수(8.314×10^{-3} kJ/mol?K), T 는 TTI가 식품에 부착되기 전까지의 온도, t_i 는 상기 TTI가 부착되기 전까지의 식품의 유통시간이다.

[0060] 한편, 효소형 TTI가 아닌 확산형 TTI를 이용할 경우, 연산부(130)는 하기 수학식5를 이용하여 TTI 지시값을 산출할 수 있다.

수학식 5

$$W = kt_f = k_{0,W} \exp\left(-\frac{E_{a,W}}{RT_{eff}}\right) t_f = \frac{1}{m-1} (L_t^{1-m} - L_0^{1-m})$$

[0061]

[0062] 여기서, W 는 TTI 지시값, k 는 반응속도 상수, $k_{0,W}$ 는 기준 반응상수값(h^{-1}), $E_{a,W}$ 는 활성화에너지(kJ/mol), R 은 기체상수(8.314×10^{-3} kJ/mol?K), T_{eff} 는 상기 식품의 유통기한까지의 온도 매개변수, t_f 는 상기 식품의 유통기한까지의 시간 매개변수, m 는 반응 차수, L_0 는 $t=0$ 일 때 TTI의 밝기, L_t 는 시간이 t 일 때 TTI의 밝기이다.

[0063] TTI가 광화학형 TTI인 경우에 연산부(130)는 하기 수학식6을 이용하여 TTI 지시값을 산출할 수 있다.

수학식 6

$$W = \frac{I_M}{I_E} = \frac{I_{M\infty}}{I_{E\infty}} + A e^{-\frac{t_f}{\tau}}$$

[0064]

$$\tau = \tau_0 \exp\left(-\frac{E_{a,\tau}}{RT_{eff}}\right)$$

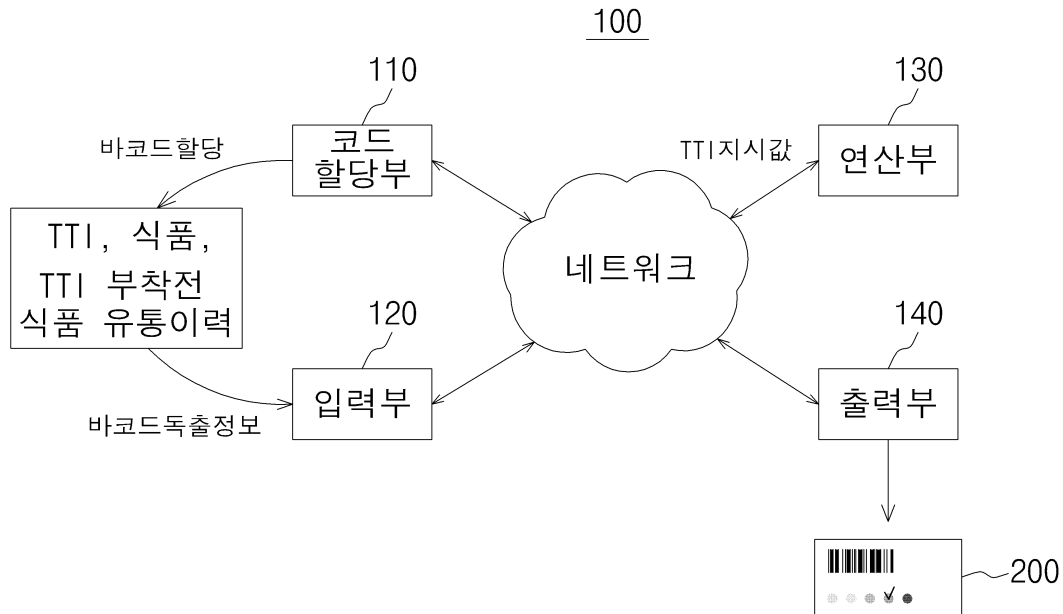
[0065] 여기서,

[0066] 이때, W 는 TTI 지시값, I_M 은 형광물질이 퍼지는 정도, $I_{M\infty}$ 은 더 이상 변화하지 않을 때의 I_M , I_E 는 형광물질이 응집되는 정도, $I_{E\infty}$ 은 더 이상 변화하지 않을 때의 I_E , A 는 형광물질의 색 변화율을 나타내는 상수, τ 는 발색단 응집변화 속도상수, τ_0 는 τ 의 기준값, $E_{a,\tau}$ 는 활성화에너지(kJ/mol), 기체상수(8.314×10^{-3} kJ/mol?K)이다.

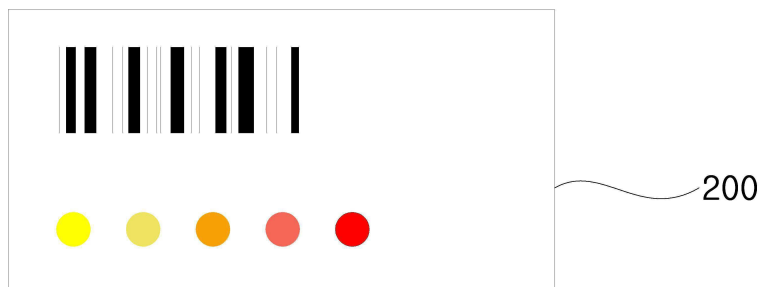
200 : 색상 표시

도면

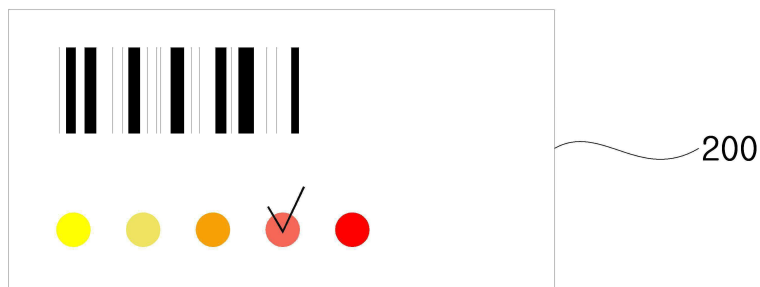
도면1



도면2



(a) TTI 지시값 표시 전



(b) TTI 지시값 표시 후

도면3



도면4



도면5



도면6



도면7

