식품의 유통기한 예측기술

Shelf Life Prediction Technology of Foods

張　熙　鎭*
Chang, Hee Chin

식품의 유통기한 예측 기술

Ⅰ. 머리말

식품의 대부분은 농산물, 수산물, 축산물로서 이용하는 형태를 보면 병조림, 통조림식품으로 가공하는 경우와 건조, 절임, 냉동하여 저장하는 경우및 날것으로 먹는 경우가 있다.

식품재료는 가공, 저장함으로서 저장기간을 연장할 수 있으므로 식품의 영양과 맛을 개선할 수 있고, 저장과 수송을 간편하게 하는 등 식품의 이용범위를 넓히고 가치를 높이게 된다.

그러나 식품은 많은 성분으로 구성되어 있어 저장중 물리화학적 변화가 일어나 맛, 향기, 조직감 등 관능적인 품질의 저하로 최종적으로는 사람이 섭취할수 없는 상태까지 이른다.

식품을 저장시의 품질변화는 식품의 특성과 가공방법, 가공전의 원료의 신선도, 포장방법 및 저장환경조건에 따라서 크게 다르다.

식품의 유통기한에 대해서는 명확히 정의된 것은 없으나 일반적으로 "식품이 먹을 수 있는 품질수준으로 유지되는 기간"으로 이해된다.

그러나 식품은 그 식품이 놓여있는 환경조건에 따라서 품질변화의 속도가 다르기 때문에 주어진 환경조건에서 일정 수준의 품질을 유지할 수 있는 기간이라고 해석될 수 있으나 같은 환경조건에서도 제품의 종류, 가공방법에 따라 유통기한은 달라진다.

유통기한을 잘못 설정하여 품질이 나쁜 제품이 소비자의 손에 들어가게 되면 소비자의 불만을 초래하여 클레임이 발생하고 이것은 회사제품에 대한 불신을 가져와 회사의 다른 제품 까지도 영향을 미치고 최악의 경우에는 식중독이나 발병 등 사회적인 물의를 일으킬 수도 있다.

따라서 식품을 만드는 회사의 입장에서는 신제품을 만들거나 공정개선및 원료대체시에는 유통기한의 정확한 예측이 필요하다.

그러나 식품의 유통기한은 동일한 제품이라도 품질수준을 어디에 두느냐에 따라달라진다.

식품위생법이나 KS표시허가 제도에서는 포장의 표면에 유통기한을 의무적으로 표시토록 되어 있고 또한 소비자는 제품을 구입시에 유통기한을 확인하기 때문에 유통기한이 지난 제품은 회수해야 한다. 회수품은 대부분 폐기처분하므로 회사의 손익에 큰 영향을 미치므로 합리적인 유통기한을 정하는 것은 대단히 중요하다. 유통기한과 동일한 의미로 쓰이는 용어에는 품질수명(品質壽命 : SHELE-LIFE), 저장수명(貯藏壽命)이 있다.

Ⅱ. 식품의 품질변화 패턴

1. 품질변화의 원인

식품의 저장, 유통 중에 발생하는 품질변화는 다음과 같은 원인으로 일어난다.

* 食品技術士. 德水食品컨설팅代表

(1) 미생물에 의한 품질변화

통조림, 레토로트 등과 같이 밀봉하여 살균한 가공식품을 제외하고는 대부분의 식품은 저장중에 미생물(세균, 효모, 곰팡이)이 서서히 증식하여 품질을 저하시킨다.

미생물의 생육은 온도, 습도, pH, 산소, 영양분 등 많은 환경인자의 영향을 받으나 대부분의 식품은 미생물이 증식하기에 알맞은 환경에 놓여있기 때문에 온도와 습도만 맞으면 급속히 증식하여 품질을 저하시킨다.

대부분의 신선식품의 저장에서는 미생물의 증식이 직접적인 품질저하의 요인이 되며, 건조식품은 수분활성이 낮기 때문에 적정한 포장이 되어 있으면 미생물에 의한 변패는 거의 문제가 되지 않으나, 온도가 높은 환경에서 장시간 방치된 경우나 온도변동에 따라 수분이 응축된 경우에는 수분의 상승이 일어나 미생물에 의한 변패가 일어나는 일이 있다.

(2) 화학적 반응에 의한 품질변화

가공식품을 저장시에 일어나는 품질변화의 원인은 주로 효소의 작용으로 식품성분의 분해, 지방의 산화, 비효소적 갈변, 비타민및 색소 등의 산화반응이다. 식품중에는 가수분해효소, 산화환원효소가 들어 있기 때문에 효소작용으로 색, 향, 맛, 조직감 등이 변하기 쉽다.

또한 불포화 지방산을 함유하고 있는 식품에서는 산소와 반응하여 변질되기 쉽다. 특히 동결건조된 식품에서는 다공질 구조로 되어 있어 산화표면적이 확대되어 있기 때문에 이러한 현상이 현저히 일어나 색깔, 향미가 저하된다. 이 반응은 온도가 높을 수록, 햇볕에 노출될수록 빠르게 진행된다.

비효소적 갈변은 아미노산과 환원당이 결합하여 일어나는 아미노카르보닐 반응이며, 이 반응은 철이 공존할 때 촉진되고, 갈변속도도 수분함량에 비례하여 증가한다.

(3) 물리적 반응에 의한 품질변화

식품을 저장시에 품질을 저하시키는 주요 물리적 변화에는 수분의 증발및 흡수, 저장시의 온도의 변화, 전분의 노화 등을 들수 있다.

이런 물리적 변화는 주로 식품의 물성에 변화를 일으켜 품질을 저하시킨다. 식품의 품질변화의 원인인 미생물 증식은 수분이 높을 수록 빠르고, 효소반응이나 식품성분간의 화학반응도 수분이 적은 상태에서는 일어나기 어렵다. 식품에 들어있는 물에는 온도와 습도의 변화에 따라 쉽게 이동하거나 증발하는 자유수(自由水)와 식품의 구성성분으로 있는 단백질이나 탄수화물과 굳게 결합되어 있는 결합수(結合水)가 있다.

이 중에서 미생물이나 효소가 이용할 수 있는 것은 자유수 뿐이다.

따라서 건조하여 자유수를 제거하면 미생물의 증식은 일어나지 않으나, 저장중에 흡습하면 변질을 받기 쉽다.

또한 상온의 범위에서는 온도가 높아질수록 미생물의 번식이나 화학반응도 진행되기 쉬우며 일반적으로 온도가 10℃올라가면 반응속도는 2~3배 빨라지기 때문에 고온에서는 품질변화가 일어나기 쉽다.

(4) 자기노후(SENESCENCE)

대부분의 식물성 식품은 수확후에도 호흡을 통해 생명활동을 계속하며 이러한 생체내에서의 대사과정은 식품성분의 효소및 생화학적 분해를 일으켜 숙성, 과숙, 부패의 경로를 거치게 되며 이 과정에서 품질이 저하된다.

예를 들면 야채를 저장시 색깔이 황색으로 변하거나 양파를 저장중에 환원당이 감소하여 단맛이 저하되는 것이 자기노후에 의한 현상이다.

2. 식품의 품질변화속도

식품을 저장시에 일어나는 품질변화의 반응속도는 다음과 같은 식으로 나타난다.

$$\frac{dQ}{dt} = kQ^n$$

여기서

Q : 측정한 품질특성

t : 저장시간

k : 온도및 수분활성에 영향을 받는 반응속도상수

n : 반응차수를 나타내는 지수

$\frac{dQ}{dt}$: 저장시간(t)에 따른 품질특성(Q)의 변화를 나타내며, 품질특성이 저하되면 $-dQ/dt$로 나타냄

식품의 경우 거의 대부분은 시간이 경과함에 따라 품질이 저하되므로 위의 식은

$$-\frac{dQ}{dt} = kQ^n$$

으로 나타낸다.

이 식에서 반응차수를 나타내는 지수 n은 0, 1, 2 등으로 나타내는 실수(實數)로서 대부분의 저장식품의 품질변화 속도는 n=0인 0차반응(零次反應)이나, n=1인 1차반응(一次反應)을 나타낸다.

(1) 0차반응

품질변화의 반응속도

$-\frac{dQ}{dt} = kQ^n$에서 n=0일 때를 0차반응이다.

즉

$$-\frac{dQ}{dt} = kQ^n = kQ^0 = k$$

가 되며

위식을 변형하면 $dQ = -kdt$가 된다.

일정시간이 지난후 품질변화량을 계산하기 위해서는 위 식을 적분(積分)하면 다음과 같다.

$$\int_{Q_0}^{Q} dQ = \int_0^t kdt = -k\int_0^t dt$$

그러면

$$Q = Q_0 - kt,\ k = (Q_0 - Q)/t$$

(또는 $Q_e = Q_0 - kt_s,\ k = (Q_0 - Q_e)/t_s$)

여기서

Q_0 : 최초의 품질수준 (시간 t=0 일때)

Q : 시간(t) 경과한 후의 품질수준

Q_e : 저장기간종점(t_s)에서의 품질수준

t_s : 품질수명(shelflife, 유통기한)

많은 경우 Q는 객관적으로 측정할 수 없고 관능시험에 의존하고 있다.

이 경우 Q_0는 품질 100%로 가정하고 Q_e는 받아들일수 없는 품질이다.

그러므로 반응속도상수 (=품질저하속도상수) k는

$k = 100\%/t_s$ = 단위시간당 품질저하량 %

0차반응하는 품질에서는 품질저하가 처음으로 품질수준에 관계없이 일정속도로 일어나는 것으로, 어떤 식품의 품질저하가 0차반응이라는 것이 확인되면 주어진 온도에서 그 식품의 품질수명은 쉽게 계산할 수 있다.

예) 어떤 식품을 일정한 온도에서 100일 동안에 품질이 50% 떨어졌다고 하면

$k = (Q_0 - Q)/t$

$= (100\% - 50\%)/100일 = 0.5\%/일$

즉 하루에 0.5%씩 품질이 저하되므로 남아있는 품질수준을 알려면 100%−(0.5%×저장일수)=남은 품질 %가 된다.

이것을 그림으로 나타내면 그림 1과 같다.

이 그림에서 40일 저장하면 남아있는 품질수준은 80%이고 160일이면 20%가 남는다.

0차반응으로 품질이 저하되는 경우는 다음과 같다.

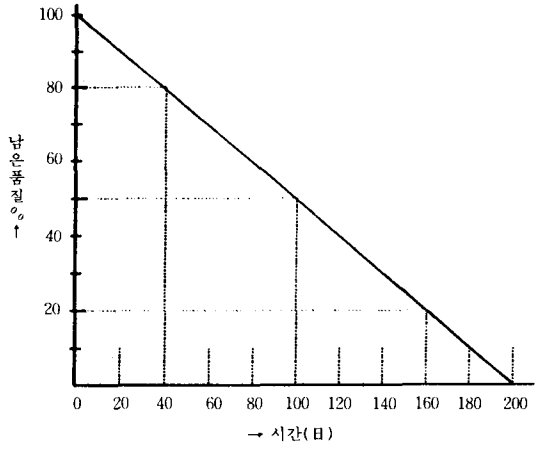

그림 1 0차반응으로 품질저하

① 신선한 과실및 채소, 냉동 dough의 효소반응
② 건조유제품, 건조곡물의 비효적갈변
③ 스낵, 건조식품, 냉동식품의 지방산화

(2) 1차반응

식품의 품질저하를 일으키는 대부분의 화학반응은 0차반응이 아닌 1차반응을 나타내며, 이는 품질이 지수적으로 감소함을 의미한다.
품질변화의 반응속도

$-\frac{dQ}{dt}=kQ^n$ 에서 n=1일 때를 1차반응이라 한다.

즉

$-\frac{dQ}{dt} = kQ$ 가 되며

이 식을 변형하면 $\frac{dQ}{Q} = -kdt$가 된다.

위 식을 적분하면

$\int_{Q_0}^{Q} \frac{dQ}{Q} = -\int_0^t kdt = -k\int_0^t dt$

$1_n \frac{Q}{Q_0} = -kt$ 또는 $1_n \frac{Q_e}{Q_0} = -kt_s$

여기서

Q_0 : 최초의 품질수준 (t=0)
Q : 시간(t) 경과후의 품질수준
Q_e : 저장기간종점 (t_s)에서의 품질수준
k : 온도및 수분활성에 영향을 받는 반응속도상수
t_s : 품질수명(=유통기한)

그림 2에서 보듯이 1차반응에서는 저장초기에 품질저하가 상당히 빠르나 반응이 진행될수록 반응속도가 감소하며, 이론적으로 남아있는 품질이 0에 도달하는 일은 없다.

그림 2에 나타난 바와 같이 남아있는 품질대 시간은 직선이 아니다. 앞의 0차반응 예에서와 같이 100일 동안에 품질의 50%가 저하되었다면 40일에서는 76%의 품질이 남고 160일 에서는 33% 300일 에서는 아직도 12.5%가 남아있다.

1차반응으로 품질저하가 일어나는 경우는 다음과 같다.

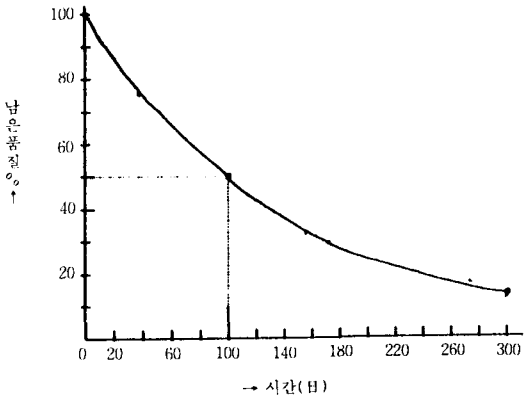

그림 2 1차반응으로 품질저하

① 식용유나 건조야채의 산패
② 생고기나 생선에서의 미생물 증식
③ 고기나 생선의 미생물에 의한 이취생성
④ 통조림이나 건조식품의 비타민 손실
⑤ 건조식품의 단백질 품질손실
⑥ 가열살균에 의한 미생물의 사멸

3. 온도와 품질변화 속도와의 관계

품질변화 반응속도식

$-\frac{dQ}{dt} = kQ^n$

은 온도가 일정하다는 가정하에서 이루어진 것이다.

그러나 화학반응은 온도의 영향을 크게 받으며, 생물학적 반응에서는 온도가 반응속도에 미치는 영향을 Q_{10}값으로 흔히 표시한다.

$Q_{10} = \frac{\text{온도(T+10)℃에서의 반응속도}}{\text{온도 T℃에서의 반응속도}}$

위의 식은 반응속도가 식품의 저장기간과 반비례하므로 다음과 같이 나타 낼 수 있다.

$Q_{10} = \frac{\text{온도 T℃에서의 품질수명}}{\text{온도(T+10)℃에서의 품질수명}}$

$= \frac{t_s(T℃)}{t_s(t+10℃)}$

만약 온도차이가 10℃가 아닌 경우에 품질수명을 구할 경우

즉 임의의 온도 T_1에서 품질수명 $t_s(T_1)$과 Q_{10}을 알고 있으면 다른 임의의 온도 T_2에서의 품질수명 $t_s(T_2)$는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$t_s(T_2) = t_s(T_1) \times \frac{1}{Q_{10}^{(T_2-T_1)/10}}$$

예1) 50℃에서 품질수명이 2주이고, Q_{10}이 4인 식품의 30℃에서의 품질수명은?

$$t_s(30℃) = 2 \times \frac{1}{4^{(30-50)/10}} = 2 \times \frac{1}{4^{-2}} = 32주$$

예2) 35℃에서 품질수명이 6개월이고 Q_{10}이 3이라면 20℃에서의 품질수명은?

$$t_s(20℃) = t_s(35℃) \times \frac{1}{Q_{10}^{(T_2-T_1)/10}}$$

$$= 6 \times \frac{1}{3^{(20-35)/10}} = 6 \times 3^{15/10} = 31.1월$$

그런데 온도가 화학반응의 반응속도에 미치는 영향은 수식으로 표현하는 데는 Arrhenius 방정식을 흔히 사용한다.

$k = k_o e^{-E/RT}$

여기서

k : 반응속도 상수

k_0 : 빈도계수(아레니우스상수)

E : 활성화에너지(cal/mole)

R : 기체상수(1.987cal/mole°k)

T : 절대온도(°k, ℃+273)

위의 아레니우스식

$k = k_o e^{-E/RT}$의 양변을 대수를 취하면

$$\ln k_o - \frac{E}{R}\left(\frac{1}{T}\right)$$

(또는 $\log k = \log k_o - E/2.303R \cdot 1/T$)

$\ln k$ 대 $1/T$을 그림으로 표시하면 그림 3과 같은 직선이 얻어진다. 이것이 아레니우스도식(Arrhenius plot)이다.

이 도식에서 기울기는 E/R이므로 활성화에너지 E를 구할수 있다.

즉

E = 기울기 × R

그림 3에서 직선의 기울기가 크면 그 반응이 온도에 의하여 큰 영향을 받음을 의미한다.

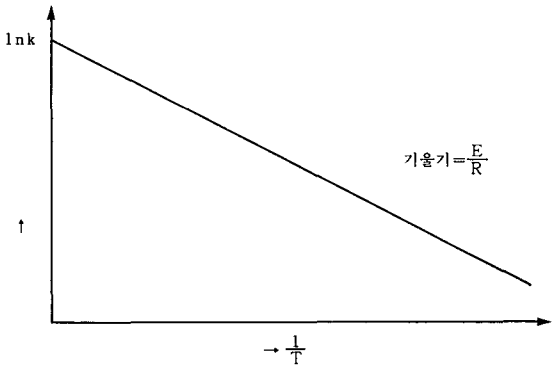

그림 3 아레니우스도식

Ⅲ. 식품의 유통기한 예측 방법

1. 저장실험방법

저장실험 방법은 실험대상 제품을 예상되는 유통환경조건에 가까운 상태로 방치하면서 품질의 변화정도를 판정하는 방법과, 어떤 가혹한 환경조건에서 대상식품을 저장하면서 짧은 시간내에 품질이 떨어지는 정도를 파악하여 저장기간을 정하는 방법이 있다. 가혹한 환경조건에서 하는 시험을 가속시험(加速試驗, accelerated shelf life test)이라고 한다.

저장실험을 할 때에는 실험 개시전에 상품의 특성을 잘 검토하여 품질변화 체크항목을 선정하는 등 구체적인 실험계획을 세우기 위한 정보수집이 필요하다.

이 정보에는 저장실험에 관한 과학문헌, 경쟁제품및 유사제품의 품질정보, 원료정보, 유통환경정보, 클레임정보 등이 있다.

실험에 들어갈 때에는 실험샘플을 알아볼수 있도록 표시를 해야 하며, 또한 실험대상제품과 대비실험할 대조품(對照品)이 꼭 필요하다.

(1) 저장실험방법의 분류

① 주어진 환경조건에서의 저장실험

㉮ 상온방치실험

실험제품을 상온에 방지하면서 경시적으로 품질의 변화정도를 파악하는 실험으로 품질변화정도는 대조구와 비교하여 평가한다.

㉯ 자동판매기에서 실험

자동판매기에 실험샘플을 충진하고 실제의 운전조건에서 식품의 흡습성, 덩어리짐 등의 품질변화를 실험한다.

㉰ 시장유통제품을 입수하여 실험

시장유통제품을 유통기간별로 수집하여 품질변화의 정도를 파악하는 시험으로 유통과정의 진열보관조건에 따라 다를 수 있으나 가장 현실적인 데이터를 얻을 수 있다.

㉱ 모의점포실험

실제로 소매점의 진열장소에 실험하려는 제품을 놓을 수 없기 때문에 대표적인 점포의 실제 환경조건(온도, 습도, 조명, 먼지 등)을 조사하여 이 조건을 인위적으로 만들어 저장실험을 한다.

② 인위적인 가혹한 환경조건에서의 저장실험

㉮ 항온기(恒溫器)에서 가열 또는 냉각실험

실험시기(계절)에 관계없이 유통시의 환경조건을 임의로 만들 경우에는 항온기를 이용해서 고온이나 저온설정이 편리하다.

특정 온도에서 샘플의 품질변화를 파악하고 싶은 경우나 또는 가속 저장실험에도 이용되고, 가장 많이 이용되는 조건은 38℃이다. 이 조건은 Q_{10}값이 2정도 되는 것으로 가정하고 38℃ 1주일 저장을 상온에서 1개월로 환산하거나 38℃ 6개월 저장을 상온에서 2년에 상당한다고 판정한다.

이 방법은 식품의 품질지표가 식품에 따라 달라질수 있으므로 정확한 예측을 위해서는 실험에 의해 Q_{10}값을 산출해야 한다.

※ 식품별 Q_{10} 값

- 통조림식품에서의 관능품질저하 : 1.5~2.0
- 산패 : 1.5~3.0
- 갈변반응 : 4.0~10.0
- 과일및 음료의 품질저하 : 20~40
- 냉동식품 : 3~40

㉯ 항습기(恒濕器)에서 가습 또는 건조방치실험

흡습이나 건조로 인한 품질의 변화를 알고자 할때 항습기에서 실시한다.

㉰ 항온항습기(恒溫恒濕器)에서의 실험

포장된 제품을 항온항습기에 방치하면서 포장재의 차단성과 온도및 습도조건에 따른 내용물의 품질변화를 조사하여 저장기간을 예측하는 실험이다.

일반적으로 식품의 초기 수분함량으로 부터 품질 한계수분함량까지 도달하는 시간을 계산한다.

실험대상제품을 고온이고 습도조건이 다른 곳에 넣어 품질한계 수분한량과 평형상대습도를 구한다.

또한 가속조건(고온, 고습도)에서 방치된 제품의 중량을 일정한 간격으로 측정하여 내용물이 투습에 의하여 한계수분함량에 도달하는 시간을 구한 후 상온에서의 보존기간을 다음과 같은 Paine의 식으로 계산한다.

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_1}{p_2}\right) k \left(\frac{h_1 - \frac{(h_o + h_e)}{2}}{h_2 - \frac{(h_o + h_e)}{2}}\right)$$

여기서

T_2 : 구하고자 하는 조건에서의 저장기간(일)

T_1 : 가속조건하에서의 저장기간(일)

p_1 : 가속시험온도의 포화수증기압(mmHg)

p_2 : 구하고자 하는 온도에서의 포화수증기압(mmHg)

h_1 : 가속시험조건의 상대습도(%)

h_2 : 구하고자 하는 조건의 상대습도(%)

h_o : 초기 수분함량에서 평형상대습도(%)

h_e : 한계수분함량에서의 평형상대습도(%)

k : 포장재의 투습도 상수

㉱ 덩어짐실험

상온방치, 가습, 가중(加重)등의 조건에 따른 고결상태를 실험한다.

㉮ 열(熱) 사이클실험(heat cycle test)

5℃에서 1주간 저장하고 다음에 37℃에서 1주간 저장한다. 이것이 1사이클이다. 반복하여 3사이클(6주, 42일) 저장하면 상온에서 1년간에 상당한다고 판정한다. (Q_{10}=2.8 전제)

㉯ 밝은 곳에서의 저장실험

포장식품중에는 내용식품이 투시되도록 된 것이 있기때문에 유통과정에서 조명광이나 햇빛의 영향을 받기 쉽다.

이런 경우 햇빛의 영향을 조사하고 싶을 때 형광등의 인공조명에 의한 광조사실내(光照射室內)에서 저장실험한다.

㉰ 산소농도의 조절실험

산소압을 21% 이상 올리면 산화반응이 잘 가속화되지 않는다.

1~10% 범위에서 산소와의 반응식을 구하고 이를 21% 이하 농도에 적용해야 비교적 정확한 데이터를 얻을수 있다.

Deobald는 산소농도 20.6, 10.6, 3.1, 1.5% 범위에서 실험한 결과는 산소농도 6~10%에서 산패취 발생이 빠른 것으로 나타났다.

(2) 저장실험기간및 실험시의 고려할 점

① 저장실험기간

저장실험기간은 실험방법에 따라 다르다.

㉮ 보통실험

일반적으로 저장기간이 꼭 찬 기간 또는 포장을 개봉한 후에도 소비자가 사용하는 기간을 고려한 "저장기간+α"의 기간이 필요하다.

㉯ 가속실험

가속실험의 경우 필요 실험기간은 예비시험결과 또는 경험치에서 파악한 가속배수치로서 저장기간을 나눈 기간까지 단축 가능하다.

예를 들면 가속효과(배수)가 3배이고, 1년 보증 상품이면 실험기간은 4개월이다.

㉰ 특정항목실험

검토항목의 실험에 필요한 시간을 실험항목마다 결정해둔다.

② 저장실험시의 고려할 점

신속하고 확실한 저장실험을 완료하기 위해서는 고려할 사항은 다음과 같다.

㉮ 실험제품의 식별이 되도록 적당한 라벨을 부착

- 실험번호
- 제품명
- 실험조건(온도, 상대습도, 사이클, 공기, 진공, 가스)
- 실험개시일
- 실험완료일
- 저장기간

㉯ 실험온도조건

- 가속실험시 권장되는 저장온도

냉동식품	건조 및 중간수분식품	가열처리식품
−40℃(대조품)	0℃(대조품)	5℃(대조품)
−15	23(실온)	23(실온)
−10	30	30
− 5	35	35
	40	40
	45(만약 가능시)	

일반적으로 가속실험에서 이용되는 상한온도는 통조림식품은 40℃, 건조식품은 45℃, 냉장식품은 7~10℃, 냉동식품은 −5℃이고, 변패의 원인이 지방의 산패에 의한 것이 확실한 경우에는 온도를 60℃에서 저장실험한다.

㉰ 실험기간

- 제품의 품질저하 패턴에 따라서 Q_{10} 값을 가정하고, 샘플링 주기를 설정한다.
- 예를 들어 산패가능성이 큰 건조식품에서 Q_{10}이 2이고 23℃에서 저장기간이 24개월 요구된다면 그 때의 샘플링 주기는 다음과 같다.

샘플링계획표(Q_{10}=2, 23℃ 개월 24개월 저장시)

샘플링기간 (月)		
23℃	30℃	40℃
2	1	0.5 *
4 *	2 *	1 *
6	3	1.5
8 *	4 *	2 *
10	5	2.5
12 *	6 *	3
14	7	3.5 *
16 *	8 *	4
18	9	4.5 *
20 *	10 *	5
22	11	5.5
24 *	12 *	6 *

· 각 온도에서 12개의 샘플이 됨
· 샘플의 수를 줄이기 위해서는 "*"로 마크한 것을 선정한다.

㉲ 샘플수

가급적 여분의 샘플을 확보하여 저장고에 넣고 실험자료가 크게 다를 경우에는 다시 실험한다.

㉳ 기타사항

· 제품의 가공조건
· 제품의 특성과 포장에 관한 정보
· 원료의 가공조건과 가공된 후의 저장조건 및 저장기간
· 원료가공시의 첨가물 사용유무및 그 종류
· 사용원료의 품질
· 사용된 원료 성분의 변질여부
· 저장실험 제품은 바로 제조한 것을 사용

2. 저장실험 제품의 품질 평가항목

저장실험을 시작하기 전에 어떤 품질 항목을 정하여 평가할 것인가 품질지표를 검토해서 정해놓아야 한다.

품질지표는 식품의 종류에 따라 다르나, 품질측정(분석)이 용이하고 재현성이 있는 항목을 선정해야 한다.

특히 고려할 점은 소비자 입장에서의 품질과 식품위생법에서 정한 품질항목은 반드시 포함시켜야 한다.

일반적으로 품질지표 선정시 고려되어야 할 사항은 아래와 같다.

(1) 포장내용물(제품)

① 물리적변화

수분, 덩어리짐, 깨어짐, 유화분리, 액체식품의 침전물 생성, 분체및 입체(粒體)의 체적변화, 전분의 노화

② 화학적변화

변색, 산패, 조직의 변화, 효소의 활성, 비타민의 변화, 비효소적 갈변, 향미의 변화, 암모니아

③ 미생물변화

일반세균수, 대장균수, 병원성 세균수, 곰팡이수, 효모수

④ 관능적변화

맛, 향, 조직감, 색깔, 형상

(2) 포장용기및 포장재료

① 용기, 포장재료변화

흡습변형, 먼지흡착, 강도, 용기뚜껑의 개전성(開栓性), 가압또는 감압에 따른 변형, 접착부위변화, 적층필름의 분리, 라벨의 떨어짐, 녹발생, 내용물의 유출, 포장재료에서 용출물의 유무

② 인쇄상태의 변화

인쇄잉크의 벗겨짐, 인쇄색상의 퇴색, 일부인의 지워짐

3. 유통기한의 설정방법

유통기한을 정확히 예측하기 위해서는 그 제품의 대표할 수 있는 품질지표와 품질지표의 허용한계를 정하고, 그 한계치까지 도달하는 기간을 조사한 후, 이들 항목을 종합평가하여 유통기한을 예측한다.

일반적으로 저장기간의 예측은 많은 품질지

[품질평가 항목 선정사례]

제 품	품 질 평 가 항 목
1. 포테오토칩, 튀긴 스낵, 크랙카 등의 조직감 불량	수분증가, 조직감, 포장재투습도
2. 빵, 과자 등의 굳어짐	수분감소, 조직감, 포장재투습도
3. 커피, 설탕, 차 등의 덩어리짐	수분증가, 포장재투습도
4. 건조 배추국, 건조된 장국 카레 등의 품질저하	포장재투습도, 산도, 관능품질, 미생물수
5. 향미조미료(쇠고기맛, 조개맛)	향미, 표면색깔, 산도, 미생물수
6. 건조계란제품	비타민A, 치아민
7. 건조채소	비타민 C
8. 레토르트	pH, POV, TBA, 색깔, 혐기성균수, 녹발생
9. 우유가공제품	
• 저온살균 우유	향미, 미생물수
• 분유	향미, 단백질감소
• 농축유	치아민, 비타민 C
• UHT크림	POV, TBA
10. 연두부	표면색깔, 산도, pH, 굳기 미생물수, 향미
11. 생선	VBN, 미생물수
12. 냉동육의 신선도와 향미의 품질저하	이노신산 함량
13. 과채류	향미, 색깔, 비타민 C, 치아민, 리보후라빈
14. 기름에 튀긴 닭고기	POV, TBA

표 항목중 가장 먼저 한계치에 도달하는 것을 기준으로 삼고, 그 외 항목의 변화 패턴은 참고로 한다.

품질평가 항목별 저장 한계치의 설정은 법적인 면과 회사의 품질방침에 따른 품질규격이 기준이 된다.

저장 한계치의 설정사례를 보면

(1) 관능평가의 한계기준은 기호척도법의 5단계

⑤ 대단히 좋다.

④ 약간 좋다.

③ 보통이다.

② 약간 나쁘다.

① 대단히 나쁘다.

에서 "약간 나쁘다"로 한다.

(2) 미생물의 변화는 저장기간중 경시적 증가현상의 유무에 따라 가부를 판정한다.

※법적으로 일반세균수및 대장균 등 기준이 설정되어 있는 것은 그것을 기준으로 삼음

(3) 이화학적 성분의 변화는 관능성에 미치는 영향을 조사 비교하여 한계점을 확정한다.

예)산가, POV, TBA등과 관능평가와의 관계

(4) 건조식품의 경우 관능성을 유지하기 위하여 조직특성을 유지할 수 있는 수분함량을 기준으로 한다.

예) 포테이토 칩의 한계수분함량 : 3.3%

참 고 문 헌

1. Labuza, T. P.: Shelf Life Dating of Foods, Food & Nutrition Press Inc., Westport(1982)
2. Benson, S, W. : Foundations of Chemical Kinetics, MaCGraw Hill, New York(1960)
3. Labuza, T.P., and Ribon : Theory and Application of Arrhenius Kinetics to the Prediction of Nutrient Losses in Foods, Food Technol. 36(10)66 (1982)
4. Kamman, J., and Labuza, T.P.: Kinctics of thiamine and riboflavin loss in pasta as a function of constant and variable storage conditions. J. Food Sci. 46:1457(1981)
5. Sing, R.P., Kirk, J.R.and Heldman, D.R.

:Kinetics of quality degradation: ascobic acid oxidation in infant Formula, J. Food Sci. 41:304(1976)
6. Sagug: l.and Karel, M.: Modelling of quality deterioration during food proccssing and storage, Food Technol. 34(2), 78(1980)
7. Labuza, T.P., Kaanane, A. and Chen. J.Y.: Effect of temperature on the moisture sorption isotherms and water activity shift of two dehydrated food, J.Food Sci., 50:385(1985)
8. Reimer,J. and Karel. M.: Shelf life studies of vitamin C during food storage : Prediction of L ascorbic acid retention in dehydrated tomato juice, J.Food Proc. Preserv. 1:293(1978)
9. Rockland,L.B.and Nishi,S.K.:Influcnce of water activity on food product quality and stability, J. food technol Apr. 42~51(1980)
10. Sachrow, S.: How to measure shelf life in food packaging: Prcpared foods. 155(7) :93~96 (1986)
11. Labuza, T.P. · The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. Food technol. 34:36(1980)
12. Labuza., T.P.: Moisture gain and loss from packaged foods, Food Technol. 36(4): 92 (1982)
13. 한국식품과학회 : 식품공학단기강좌 : 가공식품의 SHELF LIFE 예측(1987)
14. 한국식품과학회 : 식품공학단기강좌 : 가공식품의 SHELF LIFE 예측(1989)
15. Labuza, T.P.: A thoretical comparision of losses foods under fluctuating temperature sequences. J.Food Sci. 44:1162(1979)