

## 저장기간에 따른 건면의 품질변화 및 유통기간의 예측

이성갑 · 이근보\* · 손종연

국립 한경대학교 식품공학과, \*영미식품(주)

### Prediction of Shelf-life and Quality Changes of Dried Noodle During Storage Period

Seung-Kap Rhee, Kun-Bo Lee\*, Jong-Youn Son

Department of Food Science and Technology, Hankyong National University, \*Young Mi Ind. LTD.

#### Abstract

Dried noodles (somyon) were stored for 7 months at 25, 35 and 45°C, and changes of water activity, amylograms and color of dried noodle at 4 week intervals were comparatively analyzed. The water activities during storage period were 0.43~0.56 at all storage temperature. The breakdown of dried noodle by RVA(rapid visco analyser) increased as storage period increased. Color difference ( $\Delta E$ ) was chosen for quality index due to the highest correlation coefficient between sensory score and color difference. The shelf-life of dried noodle was estimated from change of color, which was linearly increased as the storage period increased. The activation energy and  $Q_{10}$  value for color difference were 75.21 kJ/mol and 2.76 at 25°C, respectively. Shelf-life of dried noodle at 25 were 27.9 months, respectively

Key word: dried noodle, shelf-life, quality changes

#### I. 서 론

건면은 수분함량이 14~15% 정도로 건조시키고, 유지 함량이 매우 적기 때문에 저장성이 우수한 식품이다. 그러나 장기간 저장할 때 면질의 변화를 일으키게 되며, 이러한 현상은 기계건면 뿐 아니라 마카로니류, 즉석면에서도 기본적으로 일어나는 변화이다. 이것은 건면을 조리 시 면의 경화(硬化) 및 탄성치의 증가를 나타내어 식감 으로서는 면질이 단단해지고 부서지기 쉬워지며, 끈기가 없어지는 경향으로 변화한다<sup>1)</sup>.

가공식품의 품질평가 지표로서는 각각의 식품에 따라 다르며 이들의 선정이 매우 중요하다. 소비자 입장에서 보면 식미가 가장 중요한 품질평가 요인이 된다. 최근까지 식미는 주로 관능검사법에 의해 주관적으로 판정되어 왔으나 다른 한편 품질평가 지표가 되는 이화학적 특성을 이용한 객관적인 평가방법을 확립하려는 시도가 많이 이루어지고 있다<sup>2,4)</sup>. 건면의 shelf-life를 실제상황에서 측정하기 위해서는 12~24개월의 저장시험이 필요하나 결과를 빨리 얻기 위해서는 여러 형태의 가속 저장시험에 의한 실제 유통조건에서의 품질수명을 예측할 필요가 있다<sup>5,6)</sup>.

국내에서는 지금까지 일부 식품에 대해서만 제한적으로 가속저장시험을 통하여 규격기준과 권장유통기간을 설정하고 있다<sup>9,11)</sup>. 최근 일부 업계에서는 건면의 shelf-life를 선진국 수준에 준하여 연장하려는 시도가 있으나 올바른 shelf-life 측정을 위한 국내의 실험적 데이터가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 건면의 가속저장기간에 따른 이 화학적 변화를 측정하여 건면 품질평가를 위한 지표항목을 설정하고, 이들 지표항목으로부터 적절한 shelf-life를 예측하고자 하였다.

#### II. 재료 및 방법

##### 1. 재료

시료는 Y회사에서 시판되고 있는 포장건면(소면)을 그대로 사용하였으며, 제조일자(1997년 9월)가 동일한 것으로 공장에서 직접 구입하여 사용하였다.

##### 2. 시료의 저장

67%의 상대습도로 유지한 데시케이터에 포장건면을 넣은 후 25°C, 35°C 및 45°C의 항온기에서 각각 7개월간

저장하면서 이화학적 변화를 측정하였다.

### 3. 수분활성도의 측정

일정기간 동안 저장된 건면은 일단 분쇄기로 분쇄한 후 100 mesh 표준체를 통과시킨 분말시료를 사용하였으며, 수분활성도 측정기(CX-2, Decagon devices Inc., U.S.A.)로 시료가 수분분압에 의해 평형수분함량에 도달할 때까지의 상대습도의 값으로 측정하였다.

### 4. 호화양상의 측정

저장기간에 따른 건면의 호화양상은 RVA(rapid visco analyser, Newport scientific Australia)를 이용하여 측정하였다. 즉, 전분시료(14%의 수분함량 기준) 3.5 g에 물 25 ml를 가하여 제조한 시료용액을 50°C에서 1분간 유지한 후 분당 12°C씩 증가시켜 95°C까지 가열하고 95°C까지 가열한 온도를 2.5분간 유지시킨 다음 50°C로 냉각시켜 아밀로그람을 얻었다.

### 5. 색택 측정

각 시료의 색택은 색차계(Colorimeter Color-EYE 7000 Macbeth, U.S.A.)를 이용하여 Hunter 색채계인 L, a, b 값 및 E(dolor difference)로 표시하였다.

### 6. 조리면의 특성 측정

김 등의 방법<sup>12)</sup>에 따라 시료 건면 50 g을 끓는 증류수 500 ml에 넣어 3분간 삶은 후 조리면의 중량, 부피, 국물의 탁도를 측정하였다.

### 7. 기호도 평가

기호도평가는 10인의 panel에게 일정기간 동안 저장한 건면을 삶은 후 이들 조리면의 색깔, 맛, 씹는 촉감에 대하여 5점법(5점: 제조 직후와 같다, 4점: 약간 다르지만 구별하기 어렵다, 3점: 약간의 차이가 있다, 2점: 차이가 있다, 1점: 차이가 뚜렷하다)으로 채점하였으며, 그 결과는 SAS를 이용하여 분석처리하였다.

### 8. Shelf-life 예측

식품의 품질지표인자가 저장온도와 저장기간에 따라 일정한 속도로 감소되거나 증가하면 속도론적으로 분석이 가능하다<sup>13)</sup>. 저장건면의 shelf-life는 기호도 평가치와 가장 높은 상관관계를 나타낸 품질평가지표를 선정하여 다음과 같은 식에 의해 반응속도상수(k), 활성화 에너지(Ea) 및 온도계수(Q<sub>10</sub> value)를 산출하였다. 25°C, 35°C 및 45°C에서 저장된 건면의 품질평가 지표의 값과 저장기간으로부터 구한 직선의 기울기로부터 반응속도상수

k를 구하였다.

$$C = C_0 + kt$$

여기에서 C = 저장시간(t) 경과 후의 품질평가 지표의 값

C<sub>0</sub> = 최초의 품질평가 지표의 값

k = 반응속도상수

또한, 반응속도상수 k와 저장온도의 절대온도의 역수(1/T)로부터 Arrhenius plots의 기울기에 의하여 활성화 에너지(Ea)를 구하였다.

$$\log k = \log k_0 - \frac{E_a}{2.303R} \times \frac{1}{T}$$

여기에서 k = 반응속도상수

k<sub>0</sub> = Arrhenius constant

T = 절대온도(K<sub>0</sub>)

E<sub>a</sub> = 활성화에너지(KJ/mol)

R = 기체상수

활성화 에너지로부터 25~35°C, 35~45°C를 기준으로 하여 온도계수(Q<sub>10</sub> value)를 구하였다.

$$\log Q_{10} = \frac{2.2 E_a}{T(T+10)}$$

where, Q<sub>10</sub> = 온도계수(Q<sub>10</sub> value)

T = 절대온도(K<sub>0</sub>)

E<sub>a</sub> = 활성화에너지(KJ/mol)

## III. 결과 및 고찰

### 1. 저장온도에 따른 건면의 수분활성도 변화

25°C, 35°C 및 45°C에서 저장된 건면의 수분활성도의 변화를 측정한 결과(Table 1), 저장기간이나 저장온도에 따른 일률적인 증가나 감소는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 시판 건면 포장에 사용되는 OPP/PE 필름이 의

Table 1. Changes in water activity of dried noodles during storage at 25°C, 35°C and 45°C

Storage Temp (°C)	Storage time (months)						
	0	1	2	3	4	5	7
25°C	0.510	0.534	0.460	0.435	0.449	0.485	0.521
35°C	0.510	0.549	0.478	0.445	0.499	0.481	0.487
45°C	0.510	0.558	0.473	0.438	0.456	0.461	0.458

부로부터의 수분침투를 효과적으로 막아주기 때문인 것으로 생각되었다. 일반적으로 산화반응은 수분활성도 0.3 이하에서 증가하고, 갈변반응은 수분활성도 0.5~0.7 사이에서 최대속도를 나타낸다. 그리고 미생물의 성장은 수분활성도 0.65 이하에서 억제되는 것으로 알려져 있다<sup>14,16)</sup>.

건면의 저장기간 중의 수분활성도는 0.43~0.56 정도로 저장이나 유통과정 중 미생물 번식에 의해 부패 가능성은 없는 것으로 나타났다. 그러나 갈변 반응은 수분활성도 0.5~0.7 사이에서 최대 반응속도를 나타내기 때문에 건면을 장기간 저장할 때는 갈변현상에 의한 품질의 저하 가능성은 있는 것으로 사료되었다.

**2. 호화양상의 변화**

여러 온도(25°C, 35°C 및 45°C)에서 건면을 저장하면서 측정된 아밀로그람의 결과(Table 2.), 최고 점도(peak viscosity)는 저장온도가 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였다. 25°C, 35°C 및 45°C에서 각각 1개월 저장했을 때, 저장온도가 증가함에 따라 최고점도는 109RVU, 112RVU, 및 139RVU로 증가되었으며 7개월 저장시는 137RVU, 151RVU 및 157RVU로 크게 증가되었다. 최고점도는 전분입자의 팽윤 정도 및 열이나 shear force에 대한 팽윤된 입자의 저항정도를 나타내므로<sup>17)</sup>, 건면 중의 팽윤된 입자의 저항성은 저장 온도증가에 따라 증가됨을 알 수 있었다.

이들의 결과로부터 건면은 저장온도가 높은 조건에서 저장하면 전분의 이화학적 성질이 변화될 뿐만 아니라

호화양상도 달라지므로 건면을 장기간 저장할 때 저장온도에 주의해야 할 것으로 생각되었다.

최고점도와 가열시의 최저점도의 차로부터 구한 breakdown 값을 비교한 결과(Table 2), 저장 초기의 breakdown 값은 30RVU이었으나 25°C, 35°C, 및 45°C에서 7개월 저장한 건면의 경우 각각 53RVU, 61RVU 및 67RVU로 저장온도가 증가함에 따라 그 값이 증가되는 경향을 보였다. 이러한 증가 경향은 25°C에서는 비례적으로 나타났으나, 저장온도가 증가함에 따라서는 비례적인 증가는 보이지 않았다.

Oda 등<sup>18)</sup>은 면의 식미는 최고점도와 95°C에서 15분 후의 점도의 차이가 클수록 좋아진다고 보고하였다. 한편 장기간 저장한 건면은 건면 중에 함유되어 있는 단백질의 변성에 의해 조리시 면의 경도와 탄성치를 증가시키며, 이러한 면질의 변화는 우동과 같이 면발이 굵은 경우는 마이너스적인 요인으로 작용하여 식감을 나쁘게 하지만 소면과 같이 면발이 가는 면의 경우는 오히려 식감을 개선하는 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>.

**3. 색택의 변화**

저장기간 중의 건면의 L, a, b값을 측정한 결과(Table 3), 색깔은 온도가 증가할수록 L 값은 감소하였으며 a 값과 b 값은 증가되는 경향을 나타내었다. 이들의 결과에서 L, a, b 값의 수치변화 중 b 값의 변화가 가장 큰 것으로 나타났다. 따라서 건면의 저장 중의 색깔의 변화는 황색이 짙어지는 것에 기인되는 것을 확인할

**Table 2. Changes of RVA in dried noodle during storage at 25°C, 35°C and 45°C**

Storage Temp (°C)	Storage time (months)	Initial pasting temp. (°C)	Peak viscosity (RVU)	Holding strength (RVU)	Final viscosity (RVU)	Break down (RVU)
25°C	0	64.9	108	77	144	30
	1	64.8	109	78	146	31
	2	67.1	121	87	156	34
	3	64.3	120	84	161	36
	4	67.3	126	87	155	39
	5	66.1	133	87	171	46
	7	63.1	137	84	167	53
35°C	1	65.0	112	78	150	34
	2	62.4	132	87	169	45
	3	66.1	137	86	171	51
	4	67.2	139	82	169	57
	5	67.4	145	84	174	61
	6	67.9	151	90	185	61
	7	67.9	151	90	185	61
45°C	1	63.9	139	91	173	48
	2	67.2	146	85	174	61
	3	67.0	151	89	173	58
	4	67.9	152	90	175	62
	5	67.8	155	88	182	64
	6	67.9	157	90	186	67
	7	67.9	157	90	186	67

**Table 3. Changes in color of dried noodle during storage at 25°C, 35°C and 45°C**

Storage Temp.	Color	Storage time (months)						
		0	1	2	3	4	5	7
25°C	L	93.919	93.909	93.861	93.776	93.645	93.578	93.401
	a	0.127	0.130	0.146	0.149	0.155	0.158	0.162
	b	7.059	7.098	7.236	7.249	7.348	7.478	7.835
	ΔE	0.000	0.040	0.187	0.239	0.399	0.541	0.934
35°C	L	93.919	93.714	93.543	93.397	93.391	93.381	92.981
	a	0.127	0.136	0.148	0.161	0.168	0.184	0.250
	b	7.059	7.120	7.351	7.438	8.004	8.266	8.724
	ΔE	0.000	0.214	0.477	0.646	1.083	1.322	1.915
45°C	L	93.919	93.515	93.672	92.984	92.284	92.101	91.917
	a	0.127	0.134	0.234	0.270	0.309	0.312	0.334
	b	7.059	7.474	8.228	9.189	10.267	10.812	11.512
	ΔE	0.000	0.579	1.200	2.331	3.605	4.174	4.887

**Table 4. Changes in sensory score of dried noodle during storage at 25°C, 35°C and 45°C<sup>1)</sup>**

Sensory score	Storage temp (°C)	Storage Time (months)						
		0	1	2	3	4	5	7
Taste & Falvor	25°C	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>	4.6 <sup>ab</sup>	4.8 <sup>a</sup>
	35°C	5.0 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	4.7 <sup>ab</sup>	4.8 <sup>a</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	4.6 <sup>a</sup>
	45°C	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	4.7 <sup>ab</sup>	4.9 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>
Color & Appearance	25°C	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	4.9 <sup>a</sup>	4.7 <sup>ab</sup>	4.5 <sup>b</sup>	4.3 <sup>b</sup>	4.0 <sup>c</sup>
	35°C	5.0 <sup>a</sup>	5.0 <sup>a</sup>	4.7 <sup>ab</sup>	4.3 <sup>b</sup>	4.1 <sup>b</sup>	4.0 <sup>bc</sup>	3.8 <sup>c</sup>
	45°C	5.0 <sup>a</sup>	4.6 <sup>ab</sup>	4.2 <sup>b</sup>	3.9 <sup>bc</sup>	3.4 <sup>c</sup>	3.0 <sup>cd</sup>	2.7 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Means with the same alphabet are not significantly different (a=0.05).

수 있었다. 그러나 건면의 저장 중 일어나는 색깔의 변화는 L 값의 감소와 a 값과 b 값의 증가의 복합적인 변화에 기인되기 때문에 색차(ΔE, color difference)를 구한 결과 저장기간이 증가함에 따라 비례적으로 증가하는 경향을 보였다.

#### 4. 조리면의 특성 변화

25°C, 35°C 및 45°C에서 7개월간 저장한 건면을 조리했을 때의 면의 중량, 부피 및 국물의 탁도의 변화를 측정된 결과(Table 5), 면의 중량, 부피 및 국물의 탁도는 조리전의 경우 보다 감소하는 것으로 나타났으며, 이들 군 간에는 유의적 차(p<0.05)를 보였다. 그러나 저장온도나 저장기간의 증가에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다. 이와 같이 저장기간이 길어짐에 따라 조리면의 중량, 부피 및 국물의 탁도가 감소하는 것은 장기간의 저장에 따른 면의 탄성치 및 강도에 기인되는 것으로 생각되었다.

#### 5. 기호도의 변화

조리면의 맛과 향의 기호도를 측정된 결과(Table 5), 25°C, 35°C 및 45°C에서 저장한 시료 모두에서 저장한

**Table 5. Cooking quality of dried noodles stored at 25°C, 35°C and 45°C for 7 months<sup>1)</sup>**

Storage temp (°C)	Weight of cooked noodle	Volume of cooked noodles	Turbidity of soup (O.D. at 675 nm)
25°C	(182 <sup>b</sup> ) 168 <sup>b</sup>	(173 <sup>a</sup> ) 160 <sup>b</sup>	(0.284 <sup>a</sup> ) 0.168 <sup>b</sup>
35°C	174 <sup>b</sup>	162 <sup>b</sup>	0.171 <sup>b</sup>
45°C	171 <sup>b</sup>	156 <sup>b</sup>	0.174 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>( ) cooking quality of dried noodle prior to the storage.

<sup>2)</sup>Means with the same alphabet are not significantly different (a=0.05).

계점수로 정한 3.5에 도달하지 않아 7개월간 정도의 저장 중에는 맛과 향에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났으며 이들 군 간에는 유의적 차(p>0.05)는 보이지 않았다. 색과 외관 항목의 기호도의 측정결과, 25°C와 35°C에서 저장한 건면의 경우는 저장한계점수 3.5에 도달한 시료는 없었다. 그러나 45°C에서 4개월 저장한 경우 기호도 점수 3.4로 저장한계점수에 도달하는 것으로 나타났다. 또한, 색과 외관에 의해 평가한 기호도는 맛과 향의 기호도보다 매우 높은 유의적 차(p>0.05)를 보였으며, 저장한 계기간도 맛과 향기에 대한 기호도보다 짧은 것으로 나타났다.

식품의 색에 대한 기호성은 일반적으로 습관적인 것으로 알려지고 있다. 식품의 외관은 품질 평가에서 큰 비중을 갖기 때문에 식품의 색에 대하여 민감한 기호를 갖는다. 이 때문에 어떤 것은 보다 희고 어떤 것은 보다 선명하게 착색되는 경향을 갖는다.

면의 주원료인 밀은 배유부가 희고 껍질부가 갈색이기 때문에 껍질의 혼입이 적은 것이 상품의 밀가루이고 색은 흰색을 나타낸다. 이에 따라 흰색의 면이 고급면으로 취급되며, 이러한 이유로 제분 후 밀가루는 산화제에 의하여 카로티노이드계의 색소를 표백시켜 더욱 희게 하는

**Table 6. Correlation of dried noodle between sensory score (color & appearance) and ΔE (color difference)**

Storage Temp.(°C)	Correlation equation	Correlation coefficient
25°C	Y=-0.839x+4.217	-0.968
35°C	Y=-1.314x+6.607	-0.911
45°C	Y=-2.224x+10.915	-0.997

것이 일반적이다.

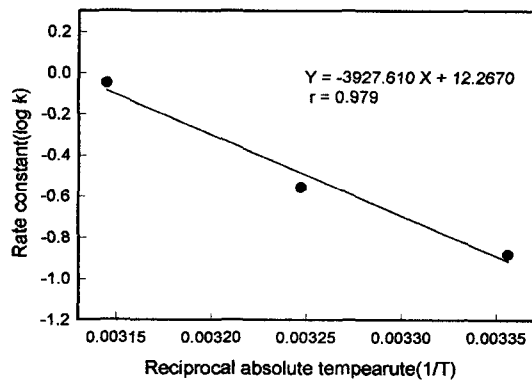
건면의 경우에서도 맛과 향기에 대한 기호성 보다는 조리면의 외관 특히 흰 색에 대하여 민감한 기호성을 갖는 것으로 나타났다.

**6. Shelf-life의 예측**

선택차(ΔE)와 색과 외관에 의해 평가된 기호도의 상관관계식을 검토한 결과(Table 6), 건면의 선택차는 실험된 모든 저장온도에서 색과 외관에 의해 평가된 기호도와 좋은 상관관계를 보여 건면의 품질지표로서 택하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다. 색과 외관의 기호도 측정에서 얻어진 저장한계 기간, 즉 45°C에서 4개월로 나타난 저장한계기간에 해당하는 선택차의 수치는 3.605로 나타났으며 이 수치를 기준으로 저장한계기간으로 설정하였다.

**7. 활성화 에너지 및 온도계수**

25°C, 35 및 45°C의 온도별로 일정기간 동안 저장한 건면의 선택차의 변화와 저장기간으로부터 구한 회귀방정식의 기울기로부터 반응속도상수 k를 구하였다. 또한 log k와 저장온도의 절대온도의 온도(1/T)로 부터 회귀방정식과 상관관계를 구하였으며 그 결과(Fig. 1), 반응속도상수 k는 Arrhenius plot에서 하나의 직선식으로 표시될 수 있으며 건면의 저장 중 생성되는 색깔의 변화반응은



**Fig. 1. Arrhenius plot of rate constant for color difference in dried noodle vs. reciprocal absolute temperature.**

Arrhenius plot에 의해서 잘 설명될 수 있었다. 건면의 활성화에너지(Ea, activation energy)는 75.21 kJ/mol이었으며 25°C~35°C에서의 온도계수(Q<sub>10</sub> value)는 2.76, 35°C~45°C의 경우는 2.51이었다. 건면의 저장한계 기간은 25°C에서 27.9개월, 35°C에서 10.4개월인 것으로 나타났다.

**IV. 요 약**

건면을 7개월 동안 저장하면서 수분활성도, 호화양상, 색깔의 변화 및 조리면의 특성변화를 측정하여 이들 지표항목으로부터 적절한 shelf-life를 예측하였다. 저장기간 중의 수분활성도는 0.43~0.56 정도로 저장온도 및 기간에 따라 일률적인 변화를 보이지 않았다. 아밀로그람에 의한 최고점도, breakdown 값은 저장기간이 증가함에 따라 증가하였다. 한편 저장기간에 따른 건면류의 선택차(color difference)는 저장기간 및 저장온도에 따라 비례적으로 증가되는 경향을 보였으며, 이는 관능검사와 좋은 상관관계를 보여 건면의 품질지표로 이용할 수 있었다. 건면의 선택차의 변화에 대한 활성화에너지는 75.21 kJ/mol이었으며, 온도계수(Q<sub>10</sub> value)는 25°C~35°C에서 2.76, 35°C~45°C에서 2.51이었다. 건면의 저장한계 기간은 25°C에서 27.9개월 정도인 것으로 나타났다.

**참고문헌**

1. 藤券正生, 三浦洋, 大塚謙一, 河端俊治, 木村進: “食品工業”. 恒星社厚生閣 p. 59(1985).
2. 小田闌多: 新めんの本 食品産業新聞社, p. 162(1992).
3. 이남경, 윤재영, 이서래: 캔 및 병 오렌지쥬스의 저장온도에 따른 Q<sub>10</sub> 값 및 품질수명의 산정, 한국식품과학회지, 27(5): 748(1995).
4. 고하영, 박형우, 강통삼, 권용주: 플라스틱 포장 김의 품질 변화 simulation과 shelf-life 예측, 한국식품과학회지, 19(6): 4639(1987).
5. Labuza, T.P., Mizrahi, S. and Karel, M.: Mathematical models for optimization of flexible film packaging of food for storage, Trans. Am. Soc. Agric. Eng., 15: 150(1972).
6. Simon, I.B., Labuza, T.P. and Karel, M.: Computer-aided predictions of food storage stability: Oxidative deterioration of a shrimp product, J. Food Sci., 36: 280(1971).
7. Halek, G.W. and Meyers, H.A.: Comparative sorption of citrus flavor compounds by low density polyethylene, packaging technology & Science, 2(3): 141(1989).
8. Woods, S.: The sparkling rise of OPS, Canadian Packaging, 42(2): 14(1989).

9. 이광희, 조형용, 변유량: 총산도를 기준한 김치의 품질수명 예측모델 연구, 한국식품과학회지, **23**(3): 306(1991).
  10. 김복순, 김성곤: 핵사달에 의한 라면의 저장성 예측, 한국식품과학회지, **26**(3): 331(1991).
  11. 김수민: 축육소시지 저장성 산출을 위한 속도론적 고찰, 한국식품과학회지, **24**(3): 256(1992).
  12. 김형수, 안순복, 이관영, 이서래: 국산우너료를 활용한 복합분 및 제품 개발의 dsurn. 제 3보. 복합분을 이용한 제면 및 제과시험. 한국식품과학회지, **5**: 25(1973).
  13. David, E. and Donald. C.: Physical Chemistry, The Benjamin/Vummings Publishing Company, Inc., p. 239 (1979).
  14. Labuza, T.P. and Saltmarch, M.: The nonenzymatic browning reaction as affected by water in foods, In water activity: Influences on Food Quality, Rockland, L.B. and Stewart, G.F. (Ed.), Academic Press, New York, p. 605(1981).
  15. Rockland, L.B. and Beuchat, L.B., Water activity: Theory and Application to Food, Marcel Dekker, Inc., p. 36(1987).
  16. 加藤保子, “食品學總論”, 南江堂, p. 7(1994).
  17. Hood, L.F.: Current concepts of starch structure, In “Food Carbohydrates”, Linebackm, D.R. and Unglelett, G.E. (Ed), AVI pyblishing Co. Westport, CT, p. 231 (1982).
  18. Oda. M., Yasuda, Y., Okazaki, S.: A method of flour quality assessment for japanease noodle, Cereal Chem., **57**: 253(1980).
- 
- (1999년 3월 5일 접수)