

包裝 어묵의 水分活性 低下에 미치는 食品添加劑의 影響

2. 전분류, glycine, sodium lactate 의 영향 및 어묵의 水分活性豫測法

金 東 洙 · 朴 榮 浩

釜山水産大學 食品工學科

Effect of Food Humectant on Lowering Water Activity of Casing Kamaboko.

2. Effect of Lowering Water Activity of Starch, Glycine and Sodium Lactate and Prediction of the Water Activity Lowering Ability of Humectants

Dong-Soo KIM and Yeung-Ho PARK

Department of Food Science and Technology, National Fisheries

University of Busan, Namgu, Busan, 608 Korea

In the previous study, we have reported the effect of lowering water activity of sodium chloride, sugars and polyols.

In this study, water activity(a_w) of various model preparations of Kamaboko was measured and ability of lowering a_w of starch, glycine and sodium lactate was discussed.

In addition, the a_w measurements were also compared to the predicted values of a_w which were derived from the equation of Raoult's law and the linear slope method by Sloan and Labuza.

The effect of starch on lowering a_w was very low, and glycine was more effective than starch. Sodium lactate was shown to be the most effective among humectants examined. When it was added by 7.5 %, the a_w of model Kamaboko A was reduced to 0.93-0.94.

Generally, prediction by the equation of Raoult's law turned out to be useful for determining a_w lowering effect of humectants, excepting sodium chloride and sodium lactate.

The equation of regression derived from the least squares could be applied to predicting a_w in the model Kamaboko.

緒 論

水産 練製品의 보존성을 높이기 위한 수단의 하나로 製品의 水分活性을 0.94 이하로 떨어뜨리는 방법이 권장되고 있으며 각종 食品添加劑와 水分活性에 대한 研究가 製造業界의 관심이 되고 있다.

白杵등 (1977 a)은 포장 어묵에 食鹽을 2.44 % 로

고정하고 전분류를 각종 비율로 첨가하였을 경우의 水分活性 저하 효과를 조사한 결과 전분류는 효과가 극히 적어서 40 % 첨가하였을 때 감자 전분은 a_w 0.966, 소맥 전분은 a_w 0.54 이었고, glycine 의 경우는 저하 효과가 lactose와 maltose 보다 다소 上廻하는 효과를 보였다고 하며 sodium lactate 수용액을 첨가하였을 경우에는 첨가량과 수분활성과의 관계를 回歸式으로 나타내면 $y = 0.9896 - 0.0040 x$ 가

되며 저하 효과가 상당히 우수하였다고 보고 하였다.

福見(1978)은 어묵에 각종 식품첨가제를 첨가하여 水分活性 저하 효과를 검토한 결과 glycine 은 glycerin 의 2/5 배 정도, 감자 전분과 소맥 전분은 glycine 의 1/10 배 정도의 효과가 있었다고 하였다.

Sloan 과 Labuza (1976)은 100 g 용액 중에 함유되어 있는 添加物量(含有 %)과 水分活性과의 관계는 孤狀의 曲線關係가 있으며, 高水分活性의 영역에서는 이 曲線을 直線으로 보고 回歸係數를 구하여 초기의 水分活性値와 食品中の 水分量을 實測하면 첨가물을 증가시켰을 경우의 水分活性値를 예측할 수 있다고 하였으며 이 방법을 直線傾斜法이라고 하였다. 또한 이 예측법은 a_w 0.98~0.81 범위에 있어서 humectant 의 水分活性 低下 效果를 조사한 결과 5 가지 예측방정식 가운데 實測値와 가장 잘 일치되고 있다고 하였다.

福見等(1977)은 水分活性 예측법으로 Raoult 의 식에 의한 방법과 上記의 直線傾斜法을 실제 측정된 實測値와 비교 검토하여 본 결과 어묵의 水分活性 예측에 直線傾斜法이 適合하다고 보고하였다. 즉 어묵에 있어서 添加物의 첨가 %와 水分活性과의 관계는 직선관계가 있음을 확인하고 초기 水分活性 및 첨가물의 回歸係數만 알고 있으면 添加物의 量이 증가되었을 경우의 水分活性 예측이 가능하다고 하였다.

白杵等(1977 a, b)과 福見(1978)가 어묵에 대하여 실험한 것을 보면 어묵의 수분량은 일정하게 조정하지 않고 humectant 의 수분활성 저하 효과를 검토하였는데, 실제 humectant 자체만의 저하 효과를 알기 위해서는 수분량을 일정하게 조정하여 제조한 어묵으로 水分活性을 측정하여야 할 필요가 있다고 생각된다.

食鹽, 糖類, 多價 알코올류의 水分活性 低下 效果에 대하여 조사 보고한 前報 (Kim and Park, 1981)에 이어서 本 實驗에서는 前報와 동일한 조건하에서 전분류, glycine, sodium lactate 의 영향을 검토하였으며 水分活性 측정은 Landrock 法 (Landrock 등, 1951)을 橫關等 (1973)과 Koizumi 등 (1980)이 개량한 간이법으로 測定하였다.

또한 실제 측정된 水分活性値와 Raoult 의 식으로 계산한 예측치 및 Sloan and Labuza (1976)가 제안한 直線傾斜法에 대하여 비교 검토하였다.

材料 및 方法

1. 試料魚 및 添加劑

(1) 試料魚

본 실험에 사용한 시료어는 1980년 8월 2일 및 10월 9일 2차에 걸쳐 부산 공동 어시장에서 선도 양호한 참조기 (yellow corvenia)를 구입, 빙장 운반하여 사용하였다.

시료어의 體長, 體重 및 一般成分은 前報 (Kim and Park, 1981)와 同一하다.

(2) 添加劑

實驗에 使用된 첨가제 중 glycine, sodium lactate 는 試藥一級이고, 전분류는 食品添加物로 사용되고 있는 것으로 하였다.

2. 實驗方法

(1) 冷凍고기품의 製造

前報 (Kim and Park, 1981)와 동일한 방법으로 제조하였으며 제조된 고기품의 수분함량은 1次分은 87.1%이고 2次分은 79.0%이었다. 이 고기품은 각각 300~400 g 단위로 polyethylene film 으로 포장하고 다시 外裝하여 -20~-25 °C 의 동결고에 저장하여 두고 사용하였다.

(2) 어묵의 製造

實驗에 사용된 어묵은 前報 (Kim and Park, 1981)와 동일한 방법으로 製造하였으며, 제조된 어묵은 10 °C 의 냉장고에 저장하여 두었다가 다음날 수분활성 측정에 사용하였다.

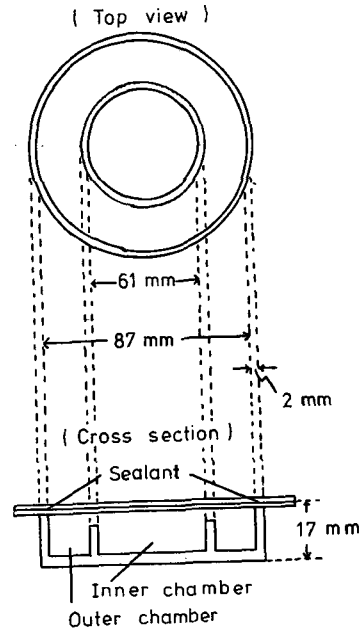


Fig. 1. Apparatus for measurement of water activity.

(3) 水分活性의 測定

前報(Kim and Park, 1981)와 같이, 日本 厚生省 指定法으로 되어있는 Conway 微量擴散 unit를 사용하는 水分活性測定法(橫關, 1973)을 一部改良한 Koizumi 등(1980)의 方法으로 測定하였다.

즉 Fig. 1 과 같은 大型 Conway unit (87mm i. d.)의 外室에 水分活性을 미리 알고 있는 포화염류용액을 pipette 로 5 ml 取하여 넣는다. 內室에는 가능한 표면적이 일정하도록 시료를 spatula 로써 입의 로 소량씩 분취하여 소형 plastic 製 용기에 담아 약 1 g (± 3 mg)을 精秤한 것을 넣고 25±0.5 °C 의 incubator 內에서 2 시간 방치한 후 다시 精秤하여 試料重量의 증감을 조사하였다. 이때 사용한 포화염류용액은 다음 염류로써 製해하였다 (佐藤 등, 1976).

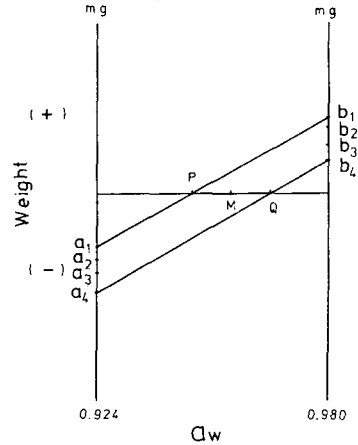


Fig. 2. Estimation of water activity.

Table 1. Composition of model Kamaboko A prepared with frozen fish meat paste of moisture content 87.1 % unit: g (%)

| | Humectants | NaCl | Sucrose | Corn starch | H ₂ O | Frozen fish meat paste |
|-------------------------------------|------------|----------|----------|-------------|------------------|------------------------|
| | 0 (0) | 2.0(1.8) | 3.0(2.7) | 10.0(9.1) | 5.0(4.5) | 90.0(81.8) |
| *Starches | 1.7(1.5) | " | " | " | 18.7(17.0) | 74.6(67.8) |
| or | 3.5(3.0) | " | " | " | 29.4(26.7) | 62.3(56.6) |
| Glycine | 5.0(4.5) | " | " | " | 40.8(37.1) | 49.2(44.7) |
| | 6.6(6.0) | " | " | " | 51.5(46.8) | 36.9(33.5) |
| 50 % Sodium lactate (s. g. ;1, 227) | 0 (0) | " | " | " | 5.0(4.5) | 90.0(81.8) |
| | 1.7(1.5) | " | " | " | 17.3(15.7) | 74.6(67.8) |
| | 3.3(3.0) | " | " | " | 26.7(24.3) | 62.3(56.6) |
| | 5.0(4.5) | " | " | " | 36.7(33.4) | 49.2(44.7) |
| | 6.6(6.0) | " | " | " | 46.1(41.9) | 36.9(33.5) |

* Starches : corn, wheat, potato, sweetpotato s. g. : specific gravity.

Table 2. Composition of model Kamaboko B prepared with frozen fish meat paste of moisture content 79.0 % unit: g (%)

| | Humectants | NaCl | Sucrose | Corn starch | H ₂ O | Frozen fish meat paste |
|-------------------------------------|------------|----------|----------|-------------|------------------|------------------------|
| | 0 (0) | 2.0(1.8) | 3.0(2.7) | 10.0(9.1) | 8.0(7.3) | 87.0(79.1) |
| * Starches | 2.8(2.5) | " | " | " | 18.5(16.8) | 73.7(67.0) |
| | 5.5(5.0) | " | " | " | 28.7(26.1) | 60.8(55.3) |
| Glycine | 8.3(7.5) | " | " | " | 39.2(35.6) | 47.5(43.2) |
| | 11.0(10.0) | " | " | " | 49.4(44.9) | 34.6(31.5) |
| 50 % Sodium lactate (s. g. :1, 227) | 0 (0) | " | " | " | 8.0(7.3) | 87.0(79.1) |
| | 2.8(2.5) | " | " | " | 16.2(14.7) | 73.7(67.0) |
| | 5.5(5.0) | " | " | " | 24.2(22.0) | 50.8(55.3) |
| | 8.3(7.5) | " | " | " | 32.4(29.5) | 47.5(43.2) |
| | 11.0(10.0) | " | " | " | 40.2(36.5) | 34.6(31.5) |

* Starches : corn, wheat, potato, sweet potato s. g. : specific gravity.

Table 3. Effect of starches on the a_w of model Kamaboko A and B prepared at different levels of moisture content

| Kind of starch | Kamaboko model | Added starch % | Moisture % | a_w |
|----------------|----------------|----------------|------------|-----------|
| Corn | A | 0 | 77.3 | 0.98 |
| | | 1.5 | 78.0 | " |
| | | 3.0 | 77.5 | " |
| | | 4.5 | 77.9 | " |
| | | 6.0 | 77.4 | " |
| | B | 0 | 71.6 | 0.98 |
| | | 2.5 | 71.8 | " |
| | | 5.0 | 72.2 | " |
| | | 7.5 | 72.4 | " |
| | | 10.0 | 71.8 | 0.97-0.98 |
| Wheat | A | 0 | 77.4 | 0.98 |
| | | 1.5 | 77.9 | " |
| | | 3.0 | 78.0 | " |
| | | 4.5 | 77.6 | " |
| | | 6.0 | 77.7 | " |
| | B | 0 | 70.4 | 0.98 |
| | | 2.5 | 70.8 | " |
| | | 5.0 | 71.1 | " |
| | | 7.5 | 71.5 | " |
| | | 10.0 | 72.0 | 0.97-0.98 |
| Potato | A | 0 | 76.9 | 0.98 |
| | | 1.5 | 77.8 | " |
| | | 3.0 | 77.6 | " |
| | | 4.5 | 77.9 | " |
| | | 6.0 | 78.3 | " |
| | B | 0 | 70.2 | 0.98 |
| | | 2.5 | 71.0 | " |
| | | 5.0 | 71.6 | " |
| | | 7.5 | 71.9 | " |
| | | 10.0 | 71.3 | 0.97-0.98 |
| Sweet-potato | A | 0 | 77.3 | 0.98 |
| | | 1.5 | 77.5 | " |
| | | 3.0 | 78.1 | " |
| | | 4.5 | 77.8 | " |
| | | 6.0 | 77.4 | " |
| | B | 0 | 71.0 | 0.98 |
| | | 2.5 | 71.3 | " |
| | | 5.0 | 71.5 | " |
| | | 7.5 | 71.9 | 0.97-0.98 |
| | | 10.0 | 70.2 | 0.98 |

Corn starch, B: $a_w=0.98-0.0004H$
 Wheat starch, B: "
 Potato starch, B: "
 Sweet potato starch, B: $a_w=0.98-0.0002H$
 where H is added starch in percent

① $K_2Cr_2O_7$: 試藥特級 (a_w 0.980, 25°C)

② KNO_3 : " (a_w 0.924, 25°C)

포화염류용액은 미리 조제하여 37°C의 항온기에 보관하여 1일 방치한 후 사용하였다. 시료의 秤量時에는 수분의 증발을 방지하기 위하여 저울병을 사용하였다. 水分活性的의 계산방법은 그래프를 이용하여 縱軸에 試料의 증감을 mg 수로 표시하고 橫軸에는 각 標準試藥의 25°C에 있어서의 a_w 値를 나타내었다. 試料를 Conway unit 에 넣어 25°C에서 2시간 방치한 후 각 試料의 증감된 mg 수를 계산하여 사용한 標準試藥의 a_w 値위에 圖示하였다. 이렇게 하여 구한 각 점을 연결하여 생긴 직선과 시료의 증감증감이 0인 橫軸과의 교점을 이 試料의 a_w 値로 하였으며, 본 實驗에서는 동일 標準試藥에 대하여 4회씩 測定하였다. 즉 水分活性的이 A와 B인 시약을 사용하여 A 시약에서는 시료의 증감 증감을 $a_1 \sim a_4$, 그리고 B 시약에서는 $b_1 \sim b_4$ 라 할 때, Fig. 2와 같이 그래프상에 도시하여 몇 개의 직선을 얻을 수 있는데 이 직선과 橫軸과의 교점을 구하면 된다. 이 경우 최소치 C에서 최대치 D까지를 시료의 水分活性的 値로 나타내었으며 소수 2위까지 표시하였다. 또한 계산시에는 이 두점의 중점을 사용하였다.

(4) 일반성분 및 VBN 測定

前報(Kim and Park, 1981)와 동일한 방법으로 측정하였다.

(5) 어묵 재료의 배합

본 실험에 사용한 어묵 model A 및 B의 수분량을 각각 일정하게 하기 위하여 어묵 제조시에 각 재료를 조정하였으며 어묵 model의 증량은 110g으로 하였다. 또한 humectant를 添加할 때 水分量을 blank와 동일하도록 하기 위하여 어묵 재료는 다음식을 사용하여 배합하였다. 즉 냉동 고기물의 수분 함량이 87.1%인 것으로 제조된 어묵 model A의 경우 blank의 수분은 添加物의 水分을 무시하면 $(0.87 \times 90 + 5) / 100 = 75.5\%$ 가 된다. 그러나 實測値는 76.5~77.9%이었다.

이것을 基準으로 하여 냉동 고기물의 양을 xg , 添加한 물의 양을 yg , humectant의 양을 hg 이라 할 때

$$(0.87x + y) / 100 = 0.760 \dots \dots \dots \text{①}$$

$$x + y + h = 95 \dots \dots \dots \text{②}$$

와 같은 연립방정식을 얻을 수 있다. 따라서 $x = (11.40 - h) / 10.13$, $y = 95 - x - h$ 로 된다. 이와 같은 방법에 의하여 어묵 model A의 성분을 Table 3

과 같이 조정하였다.

또한 냉동 고기풀의 수분함량이 79.0% 인것으로 제조된 어묵 model B의 경우는 blank의 수분이 $(0.79 \times 87 + 8) / 110 = 69.7\%$ 가 되며 실측치는 70.1~72.0% 이었다.

어묵 model A의 경우와 동일한 방법으로 연립방정식이 다음과 같이 구하여 진다.

$$\text{즉, } (0.79x + y) / 110 = 0.697 \dots\dots\dots ③$$

$$x + y + h = 95 \dots\dots\dots ④$$

여기서 $x = (18.27 - h) / 0.21$, $y = 95 - x - h$ 가 되며 이 식에 의하여 어묵 model B의 성분은 Table 4와 같이 조정되었다.

結果 및 考察

1. 전분류의 수분활성 저하 효과

실험 결과는 Table 3과 같다. model A에서는 모두 a_w 値에 변화가 없었고, model B의 경우 10% 첨가시에 약간 저하하는 경향을 보였는데 옥수수 전분 감자 전분, 소맥전분은 회귀식이 $a_w = 0.98 - 0.0004H$, 고구마 전분의 경우는 $a_w = 0.98 - 0.0002H$ 이었다. 전반적으로 보아서 전분류는 수분활성 저하 효과가 극히 적었다.

2. glycine의 수분활성 저하 효과

실험 결과는 Table 4와 같다. model A는 회귀식이 $a_w = 0.98 - 0.0017H$, B는 $a_w = 0.98 - 0.0020H$ 로 표시되며 수분활성 저하 효과는 전분류에 비하면

Table 4. Effect of glycine on the a_w of model Kamaboko A and B prepared at different levels of moisture content

| Kamaboko model | Added glycine % | Moisture % | a_w |
|----------------|-----------------|------------|-----------|
| A | 0 | 77.1 | 0.98 |
| | 1.5 | 77.3 | 0.98 |
| | 3.0 | 77.0 | 0.97-0.98 |
| | 4.5 | 76.7 | 0.97-0.98 |
| | 6.0 | 76.6 | 0.97 |
| B | 0 | 72.0 | 0.98 |
| | 2.5 | 70.5 | 0.98 |
| | 5.0 | 71.1 | 0.97-0.98 |
| | 7.5 | 70.1 | 0.97 |
| | 10.0 | 70.4 | 0.96 |

A: $a_w = 0.98 - 0.0017H$ B: $a_w = 0.98 - 0.0020H$
Where H is added glycine in percent.

상당히 높았다.

臼杵등(1977 a)이 보고한 바에 의하면 glycine은 어묵 제조 직후에는 그 色調에 변화는 없으나 glycine을 2% 첨가하여 25°C에서 3개월 저장하였을 때는 약간 着色되었다고 한다.

3. sodium lactate의 수분활성 저하 효과

실험 결과는 Table 5와 같다. sodium lactate는 분자량이 112로써 식염의 약 2배가 되어 Raoult의 법칙에서 몰비로 보면 수분활성 저하 효과는 식염의 1/2이 되어야 하는데 실제 측정 결과도 前報(Kim and Park, 1981)에서 조사한 식염의 경우와 비교할 때 거의 비슷한 결과로 나타났다. 즉 model A의 경우는 $a_w = 0.98 - 0.0050H$ 이고, B의 경우는 $a_w = 0.98 - 0.0054H$ 이었다. 또 model A의 경우 6% 첨가하였을 때에 a_w 値가 0.95가 되었고, model B의 경우는 7.5% 첨가했을 때 a_w 値가 0.93~0.94 범위까지 수분활성이 저하하였다.

그러나 sodium lactate는 식염보다는 약하지만 짠 맛이 있어 이의 완화가 문제가 되며 식염과 일부 혼합하여 사용하면 효과가 있을 것이라 생각된다.

Table 5. Effect of sodium lactate on the a_w of model Kamaboko A and B prepared at different levels of moisture content

| Kamaboko model | Added sodium lactate % | Moisture % | a_w |
|----------------|------------------------|------------|-----------|
| A | 0 | 77.4 | 0.98 |
| | 1.5 | 77.5 | 0.97-0.98 |
| | 3.0 | 77.5 | 0.97 |
| | 4.5 | 77.8 | 0.96 |
| | 6.0 | 77.4 | 0.95 |
| B | 0 | 70.0 | 0.98 |
| | 2.5 | 70.9 | 0.97 |
| | 5.0 | 70.7 | 0.96 |
| | 7.5 | 70.4 | 0.93-0.94 |
| | 10.0 | 70.5 | 0.93 |

A: $a_w = 0.98 - 0.0050H$ B: $a_w = 0.98 - 0.0054H$
Where H is added sodium lactate in percent.

4. 어묵의 수분활성 예측법

본 실험에서 측정한 水分活性値와 Raoult의 식에 의하여 계산된 예측치와의 비교는 Table 6과 같으며 식염과 sodium lactate의 경우는 첨가량이 많아지면 다소 차이가 생기지만 그 이외 첨가물의 경우는 거의 일치함을 볼 수 있었다.

Table 6. Comparison of measured a_w to predicted a_w

| Humectant | Moisture % | Measured a_w | Predicted a_w | Humectant | Moisture % | Measured a_w | Predicted a_w |
|---------------|------------|----------------|-----------------|------------------|------------|----------------|-----------------|
| NaCl | 77.7 | 0.98 | 0.982 | Glucose | 77.4 | 0.98 | 0.982 |
| | 77.6 | 0.97-0.98 | 0.978 | | 77.4 | 0.98 | 0.980 |
| | A 77.6 | 0.97 | 0.974 | | A 77.7 | 0.98 | 0.978 |
| | 77.3 | 0.95-0.96 | 0.970 | | 77.4 | 0.97-0.98 | 0.976 |
| | 76.5 | 0.94 | 0.966 | | 77.5 | 0.96-0.97 | 0.975 |
| | 70.7 | 0.98 | 0.980 | | 70.6 | 0.98 | 0.980 |
| | 70.4 | 0.97 | 0.976 | | 71.0 | 0.98 | 0.977 |
| | B 70.9 | 0.96 | 0.972 | | B 71.9 | 0.97 | 0.974 |
| | 70.6 | 0.95 | 0.968 | | 71.4 | 0.96 | 0.970 |
| | 70.2 | 0.93-0.94 | 0.963 | | 70.2 | 0.95-0.96 | 0.967 |
| Sucrose | 77.5 | 0.98 | 0.982 | Lactose | 77.9 | 0.98 | 0.982 |
| | 77.5 | " | 0.981 | | 77.9 | " | 0.981 |
| | A 77.4 | " | 0.980 | | A 77.8 | " | 0.980 |
| | 77.1 | " | 0.979 | | 77.9 | " | 0.979 |
| | 76.7 | " | 0.978 | | 77.8 | " | 0.978 |
| | 70.1 | " | 0.980 | | 72.1 | " | 0.981 |
| | 70.2 | " | 0.978 | | 71.5 | " | 0.979 |
| | B 69.8 | " | 0.976 | | B 71.4 | " | 0.977 |
| | 70.1 | 0.97-0.98 | 0.975 | | 71.4 | 0.97-0.98 | 0.975 |
| | 71.8 | 0.97-0.98 | 0.974 | | 71.1 | 0.97-0.98 | 0.973 |
| Maltose | 77.9 | 0.98 | 0.982 | Corn starch | 77.3 | 0.98 | 0.982 |
| | 77.6 | " | 0.981 | | 78.0 | " | 0.982 |
| | A 78.1 | " | 0.980 | | A 77.5 | " | 0.982 |
| | 77.1 | " | 0.979 | | 77.9 | " | 0.982 |
| | 77.0 | " | 0.978 | | 77.4 | " | 0.982 |
| | 70.4 | " | 0.980 | | 71.6 | " | 0.981 |
| | 71.8 | " | 0.979 | | 71.8 | " | 0.981 |
| | B 70.5 | " | 0.977 | | B 72.2 | " | 0.981 |
| | 72.0 | " | 0.976 | | 72.4 | " | 0.981 |
| | 71.5 | 0.97-0.98 | 0.974 | | 71.8 | 0.97-0.98 | 0.981 |
| Wheat starch | 77.4 | 0.98 | 0.982 | Glycerin | 76.5 | 0.98 | 0.982 |
| | 77.9 | " | " | | 77.4 | 0.98 | 0.978 |
| | A 78.0 | " | " | | A 77.7 | 0.98 | 0.980 |
| | 77.6 | " | " | | 78.1 | 0.97-0.98 | 0.971 |
| | 77.7 | " | " | | 78.3 | 0.98 | 0.968 |
| | 70.4 | " | 0.980 | | 70.9 | 0.98 | 0.980 |
| | 70.8 | " | " | | 70.7 | 0.98 | 0.974 |
| | B 71.1 | " | " | | B 72.0 | 0.97 | 0.968 |
| | 71.5 | " | 0.981 | | 71.9 | 0.95-0.96 | 0.961 |
| | 72.0 | 0.97-0.98 | " | | 72.9 | 0.95 | 0.956 |
| Potato starch | 76.9 | 0.98 | 0.982 | Propylene glycol | 77.4 | 0.98 | 0.982 |
| | 77.8 | " | " | | 78.2 | 0.98 | 0.978 |
| | A 77.6 | " | " | | A 78.1 | 0.98 | 0.976 |
| | 77.9 | " | " | | 78.3 | 0.97-0.98 | 0.973 |
| | 78.3 | " | " | | 78.6 | 0.96-0.97 | 0.965 |
| | 70.2 | " | 0.980 | | 71.6 | 0.98 | 0.981 |
| | 71.2 | " | " | | 71.4 | 0.98 | 0.973 |
| | B 71.6 | " | 0.981 | | B 72.4 | 0.97 | 0.965 |
| | 71.9 | " | " | | 72.3 | 0.96-0.97 | 0.958 |
| | 71.3 | 0.97-0.98 | 0.980 | | 72.2 | 0.95 | 0.950 |

Table 6. Continued

| Humectant | Moisture % | Measured a_w | Predicted a_w | Humectant | Moisture % | Measured a_w | Predicted a_w |
|---------------------|------------|----------------|-----------------|-----------|------------|----------------|-----------------|
| Sweet potato starch | 77.3 | 0.98 | 0.982 | Glycine | 77.1 | 0.98 | 0.982 |
| | 77.5 | " | " | | 77.3 | 0.98 | 0.977 |
| | A 78.1 | " | " | | A 77.0 | 0.97-0.98 | 0.973 |
| | 77.8 | " | " | | 76.7 | 0.97-0.98 | 0.968 |
| | 77.4 | " | " | | 76.6 | 0.97 | 0.964 |
| | 71.0 | " | 0.980 | | 72.0 | 0.98 | 0.981 |
| | 71.3 | " | " | | 70.5 | 0.98 | 0.972 |
| Sorbitol | B 71.5 | " | " | B 71.1 | 0.97-0.98 | 0.964 | |
| | 71.9 | 0.97-0.8 | 0.981 | 70.1 | 0.97 | 0.956 | |
| | 70.2 | 0.98 | 0.980 | 70.4 | 0.96 | 0.949 | |
| | 77.8 | 0.98 | 0.982 | 77.4 | 0.98 | 0.982 | |
| | 77.8 | " | 0.980 | 77.6 | 0.97-0.98 | 0.979 | |
| | A 77.8 | " | 0.978 | A 77.5 | 0.97 | 0.976 | |
| | 77.9 | 0.97-0.98 | 0.977 | 77.8 | 0.96 | 0.973 | |
| Sodium lactate | 77.8 | " | 0.975 | 77.4 | 0.95 | 0.970 | |
| | 70.5 | 0.98 | 0.980 | 70.1 | 0.98 | 0.980 | |
| | 70.8 | " | 0.977 | 70.9 | 0.97 | 0.975 | |
| | B 70.8 | 0.97 | 0.974 | B 70.7 | 0.96 | 0.970 | |
| | 71.0 | " | 0.970 | 70.4 | 0.93-0.94 | 0.964 | |
| | 71.0 | " | 0.967 | 70.5 | 0.93 | 0.959 | |

또한 Sloan and Labuza (1976)가 보고한 직선 경사법을 이용하여 水分活性 예측법을 설정하여 보았다. 즉 수분활성과 100 g 수용액 중에 함유되어 있는 humectant의 중량 (g)과의 관계는 Fig. 3과 같은 경향을 볼 수 있으며, a_w 값이 높은 범위에서는 이 선을 직선으로 보고 回歸係數를 구하여 초기의 a_w 값과 수분량을 측정하여 첨가물을 증가시킨 경우의 a_w 값을 예측할 수 있다.

$$a_f = a_i - rz(1-w_i)/w_d \dots\dots\dots ①$$

여기서 a_f 는 최종 a_w 값, a_i 는 최초 a_w 값, r 은 a_i 에서의 첨가물의 용액곡선 기울기, z 는 식품에 첨가한 첨가물의 양, w 은 첨가물의 함수량, w_d 는 식품의 수분 함유량을 나타낸다.

본 실험에서는 어묵의 수분량을 일정하게 조정하였으므로 w_d 는 정수로 보고, 또 첨가물의 함수량을 무시하면 다음과 같은 식으로 변형할 수 있다.

$$a_f = a_i - rz/w_d = a_i - r'z \dots\dots\dots ②$$

위 식에서 r' 는 회귀직선의 기울기, a_i 는 blank

의 수분활성으로 보면 본 실험에서 구한 각종 humectant의 회귀식은 어묵의 수분활성 예측법으로 이용할 수 있으며 Table 7과 같이 나타낼 수 있다.

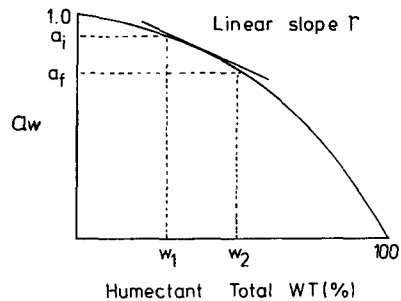


Fig. 3. Linear slope method derived by Sloan and Labuza for prediction of a_w .
 w_1 : Initial % humectant
 w_2 : Final %
 r : Slope in desired region

Table 7. Equations of a_w prediction in model Kamaboko A and B prepared at different levels of moisture content

| Humectant | A | B |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| NaCl | $a_w=0.984-0.0100 H$ | $a_w=0.981-0.0110 H$ |
| Sodium lactate | $a_w=0.982-0.0050 H$ | $a_w=0.979-0.0054 H$ |
| Glycerin | $a_w=0.984-0.0030 H$ | $a_w=0.984-0.0034 H$ |
| Propylene glycol | $a_w=0.983-0.0027 H$ | $a_w=0.984-0.0030 H$ |
| Glucose | $a_w=0.982-0.0023 H$ | $a_w=0.983-0.0028 H$ |
| Glycine | $a_w=0.981-0.0017 H$ | $a_w=0.983-0.0020 H$ |
| Sorbitol | $a_w=0.979-0.0010 H$ | $a_w=0.980-0.0012 H$ |
| Sucrose | — | $a_w=0.975-0.0006 H$ |
| Maltose | — | $a_w=0.981-0.0004 H$ |
| Lactose | — | $a_w=0.975-0.0006 H$ |
| Corn starch | — | $a_w=0.981-0.0004 H$ |
| Wheat starch | — | $a_w=0.981-0.0004 H$ |
| Potato starch | — | $a_w=0.981-0.0004 H$ |
| Sweet potato starch | — | $a_w=0.982-0.0002 H$ |

H : Humectant concentration in Kamaboko model.

要 約

포장 어묵을 제조할 때에 수분량을 일정하게 조정하여 각종 수분활성저하제를 첨가하였을 때 제품에 미치는 첨가제의 수분활성 저하 효과를 조사하기 위하여 前報(Kim and Park, 1981)에 이어 전분류, glycine, sodium lactate의 영향을 살펴 보았고 또한 실제 측정된 수분활성치와 Raoult의 식으로 계산한 예측치 및 Sloan and Labuza (1976)가 제안한 직선경사법에 대하여 비교 검토하였다.

1. 옥수수, 감자, 고구마 및 소맥 전분은 다른 첨가물에 비하여 수분활성 저하 효과가 적었으며 각 전분류의 효과는 거의 비슷하였다.

2. glycine의 경우는 전분류에 비하여 상당히 좋은 효과를 나타내었으나 sodium lactate 보다는 떨어졌다.

3. sodium lactate의 수분활성 저하 효과는 상당히 우수하여 glycine의 3배 정도 효과가 있었으나 약간 짠맛이 있어 이를 완화하는 것이 문제가 된다고 생각된다.

4. 동일 첨가제에 있어서는 제품의 수분함량이 적은 경우가 수분활성 저하효과가 다소 나은 경향을 보였다.

5. Raoult의 식에 의하여 계산된 예측치는 식염과 sodium lactate의 경우를 제외하면 거의 실측치와 일치되었다.

6. 본 실험에서 구한 각종 humectant의 회귀식은 수분활성 예측법으로 이용할 수 있다고 생각된다.

文 献

福見 徹·白杵 睦夫·加藤 健仁. 1977. 魚肉ねり製品の品質保持試験. 第5報. カマボコの水分活性豫知法. 北水試月報 34(9), 9-25.

福見 徹. 1978. 水産ねり製品と水分活性. New Food Ind. 20(11), 10-14.

Kim, D. S. and Y. H. Park. 1981. Effect of food humectants of lowering water activity of casing Kamaboko. Part 1. Bull. Korean Fish. Soc. 14(3), 139-147.

Koizumi, C., S. Wada and J. Nonaka. 1980. A modified graphic interpolation method for measurements of water activity and effect of ingredient on water activity and effect of food. J. Tokyo Univ. Fish. 67(1), 26-34.

Landrock, H. and B. E. Proctor. 1951. A new graphical interpolation method for obtaining humidity equilibria, with special reference to its role in food packing studies. Food Tech. 5, 333-337.

白杵 睦夫·福見 徹·加藤健二. 1977 a. 魚肉ねり製品の品質保持試験 第3報. 主添加物の水分活性低下効果とカマボコの品質に與える影響. 北水試月報 34(8), 1-12.

白杵 睦夫·福見 徹·加藤健二. 1977 b. 魚肉ねり製品の品質保持試験 第4報. 補助添加物の水分

包裝 어묵의 水分活性 低下에 미치는 食品添加劑의 影響

- 活性低下効果とカマボコの品質に與える影響.
北水試月報 34(8), 13—25.
- 佐藤南理子・清水恵美子・鈴木 健・森 光國. 1976.
罐詰食品の水分活性の測定法と實測値について.
罐詰時報 56(1), 87—91.
- Sloan, A. E. and T. P. Labuza. 1976. Prediction of water activity lowering ability of food humectants at high a_w . J. Food Sci. 41, 532—535.
- 横關源延. 1973. 微生物と水分活性. 食品と容器 14(10), 460—466.