

包裝어묵의 水分活性低下에 미치는 食品添加劑의 影響

3. 食品添加劑의 併用效果

鄭惠敬 · 金東洙 · 千石祚 · 曹吉石 · 朴榮浩
釜山水產大學 食品工學科

Effect of Food Humectant on Lowering Water Activity of Casing Kamaboko

3. Effect of Humectants Used in Combination

Hae-Kyung JEONG, Dong-Soo KIM, Seok-Jo CHUN
Kil-Seok JO and Yeung-Ho PARK

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan
Namgu, Pusan, 608 Korea

The effect of lowering water activity of various humectants has been reported in the previous papers. In this study, that effect of humectants used in combination with each other was discussed. Additionally, the A_w measurements were also compared to the predicted values of A_w derived from the equation of Raoult's law and the linear slope method by Sloan and Labuza. Each mixed humectant was thought to be salted-out by the other, and thus A_w values were observed to be somewhat lower as the result in all model preparations. The effect of lowering water activity by NaCl was the highest, and the efficiency of reduction of A_w was decreased in the order of NaCl, sodium lactate, glycerin, propylene glycol and sorbitol when each of them was combined with other humectants. A_w values calculated by the equation of Raoult's law were not agreed so well to the measured A_w , so it was likely not to be the useful method for predicting A_w values in mixed humectants so far as they have showed higher ability for lowering A_w in the previous papers. The equations of prediction were derived from A_w values to be measured actually in the model Kamaboko.

緒 論

著者들은 前報(金 등, 1981; 1982)에 각종 식품첨가제를 단독으로 첨가하였을 경우, 포장어묵의 수분활성저하효과에 대하여 보고한 바 있다.

그런데 Winston 과 Bates (1960)는 NaCl 과 KCl 을 同量으로 혼합하여 사용하였을 경우, 수분활성저하에 미치는 효과는 NaCl 과 KCl 이 각각 단독으로 실제 첨가된 농도이상의 효과, 즉 상승효과를 나타낸다고 보고하였는데 그 원인으로서 두 가지 염에

서 공통되는 음이온이나 양이온이 화학적인 교환반응을 일으키거나, 복합원자단을 형성하여 혼합물의 증기압을 변화시키기 때문이라고 지적하였다.

또한 Bone 등(1973)은 두가지 첨가제를 혼합하여 사용하였을 경우 상호효과가 나타나는 것은 salting out 현상, 감소효과는 salting in 현상으로 설명하였는데, 그 예로서 sucrose 와 mannitol 을 혼합하여 사용하였을 때는 용질 상호간의 salting out 현상으로 인하여 실제 첨가된 농도이상의 효과를 나타내지만, NaCl 과 urea 가 혼합된 경우는 용질 상호간에 salting in 현상을 일으켜 실제 첨가된 농도보다 효

과가 저하한다고 보고하였다.

Loncin 등(1975)은 sodium lactate 와 NaCl 을 혼합하여 사용하면 상승효과가 있다고 하였다.

본 실험에 있어서는 前報(金등, 1981; 1982)에 있어서 저하효과가 우수하였던 첨가제 중에서 두 종류씩 혼합하여 첨가하였을 경우의 수분활성저하효과에 대하여 조사하였다. 또한 실제 측정된 수분활성치와 Raoult 의 식에 의한 계산치와 비교 검토하였으며, Sloan 과 Labuza (1976)의 직선경사법에 적용시켜 각 첨가제의 회귀직선식을 구하였다.

材料 및 方法

1. 시료어

본 실험에 사용한 시료어는 1981년 5월 25일 부산 공동 어시장에서 선도 양호한 참조기(Yellow Croaker)를 구입 빙장 운반하여 사용하였으며 체장은 21~23cm, 체중은 77~119g 이었고 일반성분은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of yellow croaker meat used for frozen fish paste

Moisture (%)	80.6
Crude protein (%)	17.1
Crude fat (%)	1.1
Crude ash (%)	1.4
VBN* (mg/100 g)	27.1
pH	7.2

*VBN: Volatile Basic Nitrogen

2. 일반성분 및 VBN 측정

수분은 상압가열건조법, 粗단백질은 Kjeldahl 법으로, 粗지방은 Soxhlet 法, 회분은 直接灰化法으로 pH는 Fisher model 630 pH meter 로 측정하였고 휘발성염기질소(Volatile Basic Nitrogen, VBN)은 Conway unit 를 사용하는 미량확산법에 의하였다.

3. 냉동고기풀의 제조

빙장 운반한 試料魚의 外皮를 수세한 후 頭部와 내장을 제거하고 fillet 하여 探肉機(roll式, net roll)의 直徑, $\phi 4\text{ mm}$ 로써 혈합육 및 魚皮 등의 혼입을 방지하면서 채육하고 얼음을 가하여 10°C이하로 유지한 用水로 5~8회 水洗하여 지방분, 혈액 등의 오물 및 수용성단백질을 제거하였다. 다음 어육을 마

대에 넣어 원심탈수기(r. p. m. 2000)에 걸어 脫水하고 chopper 로써 細切하였다. 이어서 stone grinder 를 사용하여 처음 10분간은 그대로 고기갈이를 하고 다시 축합인산염을 넣어 15분간 고기갈이한 후 설탕을 넣어 15분간 고기갈이를 하였다. 添加物의 量은 魚肉에 대하여 설탕 2.5%, 축합인산염 0.1%로 하였는데 이에 사용된 것은 sodium polyphosphate 와 sodium pyrophosphate 를 1:1로 혼합한 것이다. 제조된 고기풀의 수분함량은 81.1%이었고, 이 고기풀은 각각 300~400 g 단위로 polyethylene film 으로 포장하고 다시 外裝하여 -20~-25°C의 동결고에 저장하여 두고 실험에 사용하였다.

4. 어묵의 제조

냉동고기풀은 수분이 감소되어 있을 우려가 있는 표면부분은 제거한 후 동결상태 그대로 얇게 切斷하여 粗天秤으로 일정량 秤量하여 乳鉢에서 약 5분간 자연해동시켰다. 乳鉢에서 5분간 고기갈이하고 다음 식염을 가하여 15분간 고기갈이한 후 옥수수전분, humectant 의 順으로 添加하여 약 20분간 고기갈이를 하였다. humectant 로는 시약 1급인 sodium chloride, sucrose, d-sorbitol, 95% glycerin, 95% propylene glycol, 50% sodium lactate 와 옥수수전분(식품첨가물)을 사용하였다. 내용물 혼합은 옥수수전분 10.0 g, 설탕 3.0 g, 식염 2.0 g으로 일정하게 첨가하였고 humectant 로써 사용된 식품첨가제량에 따라 魚肉量을 조정하였으며 내용물 총 중량은 110 g으로 하였다. 또 어묵의 수분함량이 일정하도록 첨가하는 수분량은 미리 계산하여 고기갈이할 때마다 조금씩 첨가하였다. 이렇게 한 후 polyvinylidene chloride casing 에 기포가 생기지 않도록 하여 충전하고 항온수조에서 90°C, 40분간 가열살균한 후 流水 중에서 약 10분간 냉각하고 다시 30초간 90°C의 항온수조에 침지하였다가 들어내어 주름짜기를 하였다. 이렇게 하여 제조된 어묵은 10°C의 냉장고에 저장하여 두었다가 다음날 수분활성측정에 사용하였다. 어묵 내용물의 배합량은 Table 2와 같다.

5. 수분활성의 측정

Conway unit 를 사용하는 간이 수분활성 측정법(Koizumi 등, 1980)으로 測定하였다.

즉, 大型 Conway unit (87 mm i. d.)의 외실에 수분활성을 미리 알고 있는 포화염류용액을 pipette

Table 2. Composition of model Kamaboko prepared with frozen fish meat paste of moisture content 81.1% unit: g(%)

	Humectants	NaCl	Sucrose	Corn starch	H ₂ O	Frozen fish meat paste
NaCl: Sodium* lactate *s. g.: 1.227 50% soln.	1.1(1): 0(0)	2.0(1.8)	3.0(2.7)	10.0(9.1)	9.6 (8.7)	84.3(76.7)
	1.1(1): 3.6(2)	"	"	"	17.2(15.6)	72.7(66.1)
	1.1(1): 7.2(4)	"	"	"	24.8(22.5)	61.2(55.6)
	1.1(1):10.8(6)	"	"	"	32.3(29.4)	49.6(45.1)
	1.1(1):14.3(8)	"	"	"	39.9(36.3)	38.0(34.5)
	2.2(2): 0(0)	"	"	"	14.3(12.9)	78.5(71.4)
	2.2(2): 3.6(2)	"	"	"	21.9(19.9)	67.0(60.9)
	2.2(2): 7.2(4)	"	"	"	29.5(26.8)	55.4(50.3)
	2.2(2):10.8(6)	"	"	"	37.0(33.7)	43.8(39.8)
	2.2(2):14.3(8)	"	"	"	44.6(40.6)	32.2(29.3)
Glycerin*:Sorbitol *s. g.: 1.252 95% soln.	1.9(2): 0(0)	"	"	"	14.2(12.9)	78.5(71.4)
	1.9(2): 2.2(2)	"	"	"	23.6(21.4)	67.0(60.9)
	1.9(2): 4.4(4)	"	"	"	32.9(29.9)	55.4(50.3)
	1.9(2): 6.6(6)	"	"	"	42.3(38.5)	43.8(39.8)
	1.9(2): 8.8(8)	"	"	"	51.7(47.0)	32.2(29.3)
	3.7(4): 0(0)	"	"	"	23.5(21.3)	67.0(60.9)
	3.7(4): 2.2(2)	"	"	"	32.9(29.9)	55.4(50.3)
	3.7(4): 4.4(4)	"	"	"	42.2(38.4)	43.8(39.8)
	3.7(4): 6.6(6)	"	"	"	51.6(46.9)	32.2(28.3)
	Propylene glycol:Glycerin* *s. g.:1.252 95% soln.	2.2(2): 0(0)	"	"	"	14.2(12.9)
2.2(2): 1.9(2)		"	"	"	23.5(21.3)	67.0(60.9)
2.2(2): 3.7(4)		"	"	"	32.7(29.8)	55.4(50.3)
2.2(2): 5.6(6)		"	"	"	42.0(38.2)	43.8(39.8)
2.2(2): 7.4(8)		"	"	"	51.3(46.6)	32.2(29.3)
4.5(4): 0(0)		"	"	"	23.4(21.3)	67.0(60.9)
4.5(4): 1.9(2)		"	"	"	32.7(29.7)	55.4(50.3)
4.5(4): 3.7(4)		"	"	"	41.9(38.1)	43.8(39.8)
4.5(4): 5.6(6)		"	"	"	51.3(46.6)	32.2(29.3)
Sodium lactate: Propylene glycol* *s. g.: 1.038 95% soln.		3.6(2): 0(0)	"	"	"	12.5(11.3)
	3.6(2): 2.2(2)	"	"	"	21.7(19.8)	67.0(60.9)
	3.6(2): 4.5(4)	"	"	"	31.0(28.2)	55.4(50.3)
	3.6(2): 6.7(6)	"	"	"	40.3(36.6)	43.8(39.8)
	3.6(2): 8.9(8)	"	"	"	49.6(45.0)	32.2(29.3)
	7.2(4): 0(0)	"	"	"	20.1(18.2)	67.0(60.9)
	7.2(4): 2.2(2)	"	"	"	29.3(26.7)	55.4(50.3)
	7.2(4): 4.5(4)	"	"	"	38.6(35.1)	43.8(39.8)
	7.2(4): 6.7(6)	"	"	"	47.9(43.5)	32.2(29.3)

*s. g.:specific gravity

로 5 ml 取하여 넣고 內室에는 가능한 한 표면적이 일정하도록 시료를 spatula 로써 임의로 소량씩 분취하여 소형 plastic 製 용기에 담아 약 1g(±3mg)을 精秤한 것을 넣고 25±0.5°C의 incubator 내에서 2 시간 방치한 후 다시 精秤하여 시료중량의 증감을 조사하였다. 이때 사용한 포화염류용액은 다음 염류

로써 조제하였다(佐藤 등, 1976).

① K₂Cr₂O₇: 試藥特級(Aw 0.980, 25°C)

② KNO₃: " (Aw 0.924, 25°C)

포화염류용액은 미리 조제하여 37°C의 항온기에 보관하여 1일 방치한 후 사용하였다. 시료의 秤量 때에는 수분의 증발을 방지하기 위하여 저울병을 사용하

였다. 수분활성의 계산방법은 그래프를 이용하여 증축에 시료의 증감을 mg 수로 표시하고 횡축에 각 표준시약의 25°C에 있어서의 A_w 値를 나타내었다. 시료를 Conway unit 에 넣어 25°C 2시간 방치한 후 각 시료의 증감된 mg 수를 계산하여 사용한 표준시약의 A_w 値 위에 도시하였다. 이렇게 하여 구한 각 점을 연결하여 생긴 직선과 시료의 증량 증감이 0 인 횡축과의 교점을 이 시료의 A_w 値로 하였으며 본 實驗에서는 동일 표준시약에 대하여 4회씩 測定하였다. 이 교점의 최소치와 최대치까지를 수분활성치로 나타내었으며 계산시에는 이 두점의 중점을 사용하였다.

結果 및 考察

어묵제조시 humectant 로써 NaCl 1%와 sodium lactate, glycerin, propylene glycol, sorbitol 을 각각 2, 4, 6, 8%로 혼합하여 첨가하였을 경우는 model A 로 하였고, NaCl 2%에 각 첨가제를 위와 같은 비율로 첨가한 경우를 model B 로 하여 혼합된 첨가제의 수분활성저하효과를 Fig. 1~5에 나타내었다.

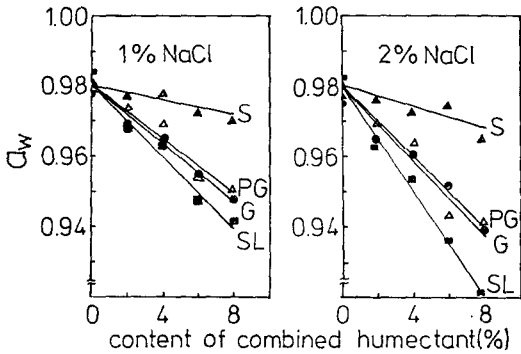


Fig. 1. Effect of lowering A_w in binary humectants combined with sodium lactate (SL), glycerin(G), propylene glycol(PG) and sorbitol(S) to 1% NaCl(A) and 2% NaCl(B), respectively.

model A 및 B 에 있어서 NaCl 과 sodium lactate 를 혼합하여 첨가하였을 경우, 측정된 수분활성치와 첨가제량으로부터 구한 회귀식은 각각 $A_w=0.98-0.0045H$, $A_w=0.98-0.0051H$ 로써 NaCl 에 glycerin 을 첨가하였을 경우의 $A_w=0.98-0.0037H$, $A_w=0.98-0.0042H$ 보다도 수분활성 저하효과가 크게 나타났으며, 또 수분활성이 0.94 이하로 저하한 것은 NaCl: sodium lactate 가 1: 8, 2: 6, 2: 8,

NaCl: glycerin 이 2: 8의 비율로 첨가된 경우이고, model A 와 B 를 비교해 보면, B 의 경우가 우수하였는데, 즉 식염첨가량이 1%일 때보다 2%일 때가 효과가 크게 나타났다. NaCl 에 propylene glycol 을 혼합하여 사용한 경우에 있어서는 model A 의 경우는 A_w 가 0.94 이하로 저하되지 않았으며 model B 의 경우 NaCl 과 propylene glycol 은 8%(2:6), 10%(2:8)로 한 경우에 있어서 0.94 이하까지 저하시킬 수 있었으며 NaCl 과 glycerin 을 혼합한 경우와 비슷하였다. NaCl 에 sorbitol 을 혼합하여 사용한 경우에 있어서는 model A 와 B 의 회귀식이 각각 $A_w=0.98-0.0010H$, $A_w=0.98-0.0012H$ 로서 NaCl 에 혼합된 4 종류의 첨가제 중에서 가장 저하효과가 적게 나타났다(Fig. 1).

sodium lactate 2% 및 4%에 NaCl, glycerin, propylene glycol, sorbitol 을 각각 2, 4, 6, 8%로 혼합하여 각각 model A 및 B 로 하여 실험한 결과는 Fig. 2와 같다.

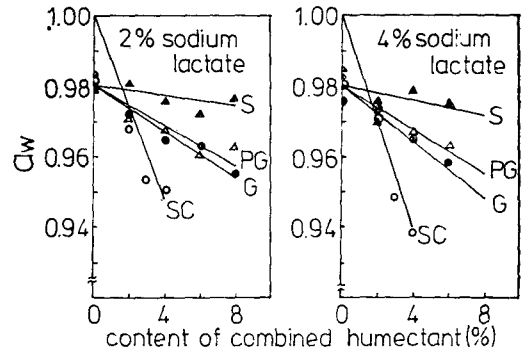


Fig. 2. Effect of lowering A_w in binary humectants combined with propylene glycol (PG), sorbitol (S), NaCl (SC) and glycerin (G) to 5% sodium lactate (A) and 4% sodium lactate (B), respectively.

sodium lactate 에 NaCl 을 혼합하여 사용하였을 경우의 model A 및 B 의 회귀식은 각각 $A_w=1.00-0.0087H$, $A_w=1.01-0.0087H$ 이었고, 혼합첨가된 첨가제의 효과는 NaCl > glycerin > propylene glycol > sorbitol 의 순으로 나타났다. 또한 model A, B 모두 sorbitol, propylene glycol 및 glycerin 이 8%까지 첨가되어도 A_w 値가 0.94 이하로 저하되지 않았다.

glycerin 2%, 4%에 NaCl, sodium lactate, propylene glycol 및 sorbitol 을 2, 4, 6, 8%의 비율로 혼합 첨가하여 model A, B 로 하여 조사한 결과는 Fig. 3과 같다.

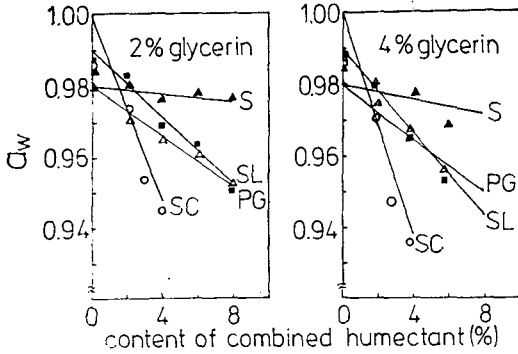


Fig. 3. Effect of lowering A_w in binary humectants combined with NaCl(SC), sodium lactate(SL), propylene glycol(PG) and sorbitol(S) to 2% glycerin(A) and 4% glycerin(B), respectively.

glycerin 과 NaCl 을 혼합첨가하여 측정 한 수분활성치와 첨가량으로부터 구한 회귀식은 각각 $A_w=1.00-0.0087 H$, $A_w=1.01-0.0090 H$ 이었고, glycerin 에 sodium lactate 를 첨가한 경우는 $A_w=0.99-0.0037 H$, $A_w=0.99-0.0047 H$ 로 나타났다. 또한 propylene glycol 를 첨가한 경우는 $A_w=0.98-0.0029 H$, $A_w=0.98-0.0030 H$ 이었으며, sorbitol 을 혼합첨가한 경우는 $A_w=0.98-0.0004 H$, $A_w=0.98-0.0009 H$ 로 나타났다. glycerin 과 혼합하여 첨가된 humectant 의 수분활성 저하효과는 NaCl > sodium lactate > propylene glycol > sorbitol 의 순으로서 이들 4종류의 첨가제를 단독으로 사용하였을 경우에 저하 효과가 우수한 것일수록 혼합하여 사용하였을 경우에도 저하효과가 우수한 것으로 나타났다.

propylene glycol 2%, 4%에 NaCl, sodium lactate, glycerin, sorbitol 을 혼합첨가하였을 때의 결과는 Fig. 4와 같다.

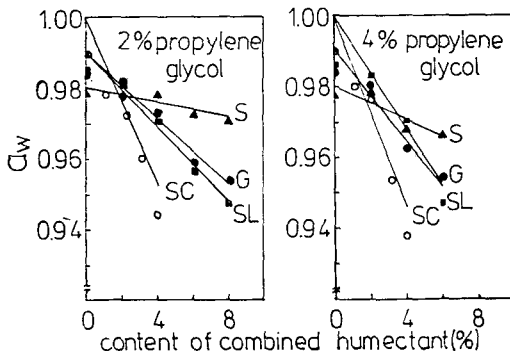


Fig. 4. Effect of lowering A_w in binary humectants combined with NaCl(SC), sodium lactate(SL), glycerin(G) and sorbitol(S) to 2% propylene glycol(A) and 4% propylene glycol(B), respectively.

model A, B에 있어서 혼합된 첨가제의 저하효과는 NaCl > sodium lactate > glycerin > sorbitol 의 순으로 나타났는데 model A, B에 있어서 NaCl 의 경우는 회귀식이 각각 $A_w=1.00-0.0077 H$, $A_w=1.01-0.0088 H$ 이었으며, sodium lactate 의 경우가 glycerin 보다 약간 우세한 경향을 나타내었고, sorbitol 은 그 효과가 이들 첨가제 중에서 가장 적었다.

sorbitol 2%, 4%에 NaCl, sodium lactate, glycerin, propylene glycol 을 혼합첨가하였을 경우의 결과는 Fig. 5와 같다. 실험에 사용한 어묵 model A

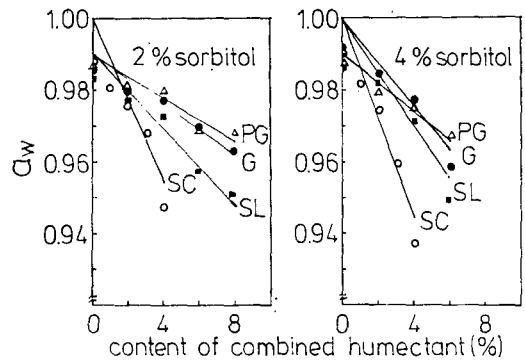


Fig. 5. Effect of lowering A_w in binary humectants combined with glycerin(G), propylene glycol(PG), NaCl(SC) and sodium lactate(SL) to 2% sorbitol(A) and 4% sorbitol(B), respectively.

는 2% sorbitol 에 propylene glycol, glycerin, sodium lactate 를 8%까지만 첨가하고 model B 에서는 4% sorbitol 에 이들 혼합첨가제를 6%까지 첨가하였는데 그 이상 첨가하면 상대적으로 수분 첨가량이 많아져서 실제로 어묵 형성이 어려워졌기 때문이다. 또한 NaCl 의 경우는 4%까지만 혼합첨가하여 조사하였는데 이 이상 첨가하면 A_w 値가 0.94 이하로 현저히 저하되지만 짠맛이 강하여 실용성이 없기 때문에 4% 이하 범위까지만 첨가 조사하였다.

sorbitol 단독으로 수분활성을 0.94 이하로 저하시키기 위해서는 약 20%의 첨가가 필요하다고 龐尾(1976)이 보고한 바 있는데, 본 실험에서 나타나는 저하효과는 sorbitol 2%, 4%에 의한 효과보다는 주로 NaCl, sodium lactate, glycerin, propylene glycol 에 의한 저하효과로 보여진다.

또한 Fig. 1~5에서 비교 검토한 어묵의 수분량은 71.6%~73.2%로 거의 비슷하였으며, 각종 첨가제를 혼합하여 사용한 경우에 수분활성 저하효과가 큰 경향을 나타내는 첨가제는 단독으로 첨가하였을 때

包裝어묵의 水分活性低下에 미치는 食品添加劑의 影響

Table 3. Comparison of measured A_w to predicted A_w by Raoult's law

Humectant	Measured A_w	Predicted A_w	Humectant	Measured A_w	Predicted A_w
NaCl : Sodium lactate	0.98	0.986	NaCl : Sorbitol	0.98	0.986
	0.97-0.98	0.982		0.97-0.98	0.984
	A 0.97	0.977		A 0.977	0.981
	0.95-0.96	0.973		0.97	0.979
	: 0.94	0.969		: 0.97	0.976
	0.97	0.982		0.97-0.98	0.982
	0.96-0.97	0.978		0.97	0.980
	B 0.95	0.973		B 0.97	0.977
	0.94	0.969		0.96-0.97	0.974
	0.93	0.965		0.96	0.972
NaCl : Glycerin	0.98	0.986	Glycerin : NaCl	0.98	0.985
	0.97-0.98	0.980		0.98	0.981
	A 0.96-0.97	0.976		A 0.96-0.97	0.977
	0.96	0.970		0.96	0.973
	: 0.95	0.966		: 0.94-0.95	0.969
	0.97	0.982		0.97	0.980
	0.96-0.97	0.977		0.96-0.97	0.976
	B 0.96	0.977		B 0.96	0.977
	0.95	0.967		0.94-0.95	0.968
	0.93-0.94	0.963		0.93-0.94	0.963
NaCl : Propylene glycol	0.98	0.986	Glycerin : Sodium lactate	0.98	0.985
	0.97-0.98	0.980		0.97-0.98	0.981
	A 0.97	0.974		A 0.97	0.977
	0.95-0.96	0.968		0.96	0.972
	: 0.95	0.962		: 0.95	0.969
	0.97	0.982		0.97	0.980
	0.96	0.976		0.96-0.97	0.976
	B 0.95-0.96	0.970		B 0.95-0.96	0.962
	0.94	0.964		0.94	0.968
	0.93-0.94	0.959			
Glycerin : Propylene glycol	0.98	0.985	Propylene glycol : Glycerin	0.98	0.984
	0.97-0.98	0.979		0.97-0.98	0.979
	A 0.97	0.973		A 0.97	0.974
	0.96-0.97	0.967		0.96	0.968
	: 0.95-0.96	0.961		: 0.95	0.964
	0.97-0.98	0.980		0.98	0.978
	0.96-0.97	0.974		0.97	0.973
	B 0.96	0.968		B 0.96	0.968
	0.95	0.962		0.95	0.963
Glycerin : Sorbitol	0.98	0.985	Propylene glycol : Sorbitol	0.98	0.984
	0.97-0.98	0.983		0.98	0.982
	A 0.97	0.980		A 0.97-0.98	0.979
	0.97	0.977		0.97	0.976
	: 0.97	0.975		: 0.97	0.974
	0.98	0.980		0.97	0.978
	0.97-0.98	0.977		0.96-0.97	0.976
	B 0.97	0.975		B 0.96	0.973
	0.96	0.972		0.96	0.970

Table 3. Continued

		0.99	0.984		0.98	0.986
		0.97-0.98	0.980	A	0.97-0.98	0.982
Propylene glycol	A	0.96-0.97	0.976		0.96-0.97	0.977
:		0.96	0.972	Sodium lactate	0.95	0.973
NaCl		0.95	0.938	:	0.94-0.95	0.970
		0.98	0.978	NaCl	0.97	0.982
	B	0.97	0.974		0.96-0.97	0.978
		0.95-0.96	0.970		0.95	0.974
		0.95	0.966		0.94-0.95	0.969
		0.94	0.962		0.94	0.966
		0.98	0.984		0.98	0.986
		0.97	0.980		0.97-0.98	0.981
Propylene glycol	A	0.96	0.976	A	0.97	0.976
:		0.95-0.96	0.971	Sodium lactate	0.96	0.971
Sodium lactate		0.95	0.968	:	0.96	0.966
		0.98	0.978	Glycerin	0.97	0.982
		0.97	0.974		0.96	0.977
	B	0.95-0.96	0.970		0.95-0.96	0.972
		0.95	0.966		0.94-0.95	0.967
		0.98	0.986		0.98	0.988
		0.97	0.980		0.97-0.98	0.984
Sodium lactate	A	0.96-0.97	0.974	A	0.96	0.979
:		0.96	0.968	Sorbitol	0.95-0.96	0.975
Propylene glycol		0.96	0.962	:	0.95	0.971
		0.97	0.982	Sodium lactate	0.98	0.985
		0.96	0.976		0.97-0.98	0.981
	B	0.95-0.96	0.969		0.97	0.976
		0.95	0.964		0.95-0.96	0.972
		0.98	0.986		0.98	0.988
		0.98	0.984		0.98	0.983
Sodium lactate	A	0.97-0.98	0.981	Sorbitol	0.96-0.97	0.978
:		0.97	0.978	:	0.96	0.972
Sorbitol		0.97	0.976	Glycerin	0.95	0.967
		0.97	0.982		0.98	0.985
	B	0.97	0.979		0.97-0.98	0.980
		0.97	0.976		0.96-0.97	0.975
		0.96	0.974		0.96	0.969
		0.98	0.987		0.98	0.988
		0.98	0.984		0.97	0.982
Sorbitol	A	0.97	0.979	A	0.97	0.976
:		0.96-0.97	0.975	Sorbitol	0.96-0.97	0.969
NaCl		0.95	0.971	:	0.96	0.963
		0.99	0.985	Propylene glycol	0.98	0.985
	B	0.97-0.98	0.981		0.97	0.979
		0.97	0.977		0.97	0.973
		0.96	0.973		0.96	0.970
		0.94-0.95	0.969			

저하효과가 우수하였던 것의 순으로 나타났다.

본 실험에서 측정된 수분활성치와 Raoult 의 식에 의하여 계산된 예측치와의 비교는 Table 3과 같다. humectant 를 혼합하여 첨가한 경우 첨가량이 적은 범위에서는 거의 일치하는 경향을 볼 수 있으나 첨가량이 증가할수록 큰 차이를 나타내었다. 이것은 福見 등(1977)이 보고한 바와 같이 건리도가 큰 첨가제가 다량 첨가될수록 Raoult 의 식에 의한 어묵의 수분활성 예측법은 부적합하다는 사실과 일치되

는 것 같다. 또한 Sloan 과 Labuza(1979)가 수분활성에측법의 하나로 직선경사법을 제안하였는데 福見 등(1977)은 이 방법이 어묵의 수분활성예측에 적합하다고 보고하였다. 본 실험에서는 각종 humectant 를 일정 비율로 혼합첨가한 모델 어묵의 수분활성 측정치로부터 최소자승법에 의하여 구한 회귀직선식을 Table 4와 같이 나타낼 수 있었는데, 이 식으로부터 humectant 의 종류 및 첨가량을 알면 수분활성을 예측할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 4. Equation of A_w prediction in model Kamaboko A and B prepared at different mixed ratio of binary humectants

Humectant	A	B
NaCl : Sodium lactate	$A_w = 0.983 - 0.0045H$ ($r = -0.98$)	$A_w = 0.983 - 0.0051H$ ($r = -0.98$)
NaCl : Glycerin	$A_w = 0.984 - 0.0037H$ ($r = -0.94$)	$A_w = 0.982 - 0.0042H$ ($r = -0.96$)
NaCl : Propylene glycol	$A_w = 0.984 - 0.0035H$ ($r = -0.96$)	$A_w = 0.976 - 0.0040H$ ($r = -0.99$)
NaCl : Sorbitol	$A_w = 0.978 - 0.0010H$ ($r = -0.99$)	$A_w = 0.975 - 0.0012H$ ($r = -0.90$)
Glycerin : NaCl	$A_w = 0.999 - 0.0087H$ ($r = -0.95$)	$A_w = 1.008 - 0.0090H$ ($r = -0.92$)
Glycerin : Sodium lactate	$A_w = 0.987 - 0.0037H$ ($r = -0.97$)	$A_w = 0.991 - 0.0090H$ ($r = -0.95$)
Glycerin : Propylene glycol	$A_w = 0.983 - 0.0029H$ ($r = -0.96$)	$A_w = 0.983 - 0.0020H$ ($r = -0.94$)
Glycerin : Sorbitol	$A_w = 0.980 - 0.0003H$ ($r = -0.93$)	$A_w = 0.979 - 0.0009H$ ($r = -0.91$)
Propylene : glycol NaCl	$A_w = 0.998 - 0.0077H$ ($r = -0.94$)	$A_w = 1.009 - 0.0080H$ ($r = -0.92$)
Propylene glycol : Sodium lactate	$A_w = 0.988 - 0.0043H$ ($r = -0.98$)	$A_w = 0.995 - 0.0049H$ ($r = -0.98$)
Propylene glycol : Glycerin	$A_w = 0.991 - 0.0037H$ ($r = -0.96$)	$A_w = 0.992 - 0.0039H$ ($r = -0.99$)
Propylene glycol : Sorbitol	$A_w = 0.982 - 0.0009H$ ($r = -0.98$)	$A_w = 0.979 - 0.0014H$ ($r = -0.92$)
Sodium lactate : NaCl	$A_w = 0.999 - 0.0087H$ ($r = -0.98$)	$A_w = 1.010 - 0.0087H$ ($r = -0.96$)
Sodium lactate : Glycerin	$A_w = 0.984 - 0.0026H$ ($r = -0.96$)	$A_w = 0.980 - 0.0032H$ ($r = -1$)
Sodium lactate : Propylene glycol	$A_w = 0.981 - 0.0022H$ ($r = -0.90$)	$A_w = 0.983 - 0.0025H$ ($r = -0.97$)
Sodium lactate : Sorbitol	$A_w = 0.980 - 0.0005H$ ($r = -0.98$)	$A_w = 0.977 - 0.0009H$ ($r = -0.97$)
Sorbitol : NaCl	$A_w = 1.000 - 0.0097H$ ($r = -0.97$)	$A_w = 1.014 - 0.0080H$ ($r = -0.96$)
Sorbitol : Sodium lactate	$A_w = 0.991 - 0.0042H$ ($r = -0.98$)	$A_w = 1.000 - 0.0044H$ ($r = -0.96$)
Sorbitol : Glycerin	$A_w = 0.986 - 0.0029H$ ($r = -0.91$)	$A_w = 0.996 - 0.0036H$ ($r = -0.97$)
Sorbitol : Propylene glycol	$A_w = 0.986 - 0.0024H$ ($r = -0.98$)	$A_w = 0.990 - 0.0027H$ ($r = -0.92$)

H : Humectant concentration in model Kamaboko

r : Correlation coefficient

要 約

식염, sodium lactate, glycerin, propylene glycol 및 sorbitol 의 5종의 첨가제를 두 종류씩 일정 비율로 혼합하여 첨가함으로써 이들 혼합첨가제의 수분활성 저하효과를 조사하였다. 이들 첨가제에 NaCl 을 일정 비율로 혼합첨가한 경우가 다른 첨가물에 비하여 저하효과가 현저히 좋았으며, sodium lactate 의 첨가량 증가에 따른 수분활성저하효과는 식염의 1/2 정도로 나타나며, glycerin, propylene glycol, sorbitol 보다는 우수하였다. glycerin 과 propylene glycol 을 다른 첨가물에 일정 비율로 증

가시키면서 첨가하였을 경우의 수분활성저하효과는 glycerin 이 propylene glycol 보다 약간 좋았으나, 그 차이는 극히 미미하였다. 5종의 첨가제 중에서 sorbitol 의 첨가량 증가에 따른 수분활성 저하효과가 가장 적게 나타났다.

실제 측정된 수분활성치와 Raoult 의 식에 의한 계산치와 비교 검토한 결과는 첨가량이 적은 범위에서는 거의 일치하는 경향을 볼 수 있으나 첨가량이 증가할수록 실측치와 많은 차이를 나타내고 있어 어묵의 수분활성 예측법으로는 부적합하다고 생각되었다. 그래서 직선경사법에 이론적 근거를 두어 각종 첨가제에 있어서 수분활성 저하효과를 예측하기 위한 예측식을 구하여 보았다.

參 考 文 獻

- Bone, D. P. 1973. Water activity in intermediate moisture foods. *Food Tech.* 27, 71-76.
- 福見徹, 1976. 水産ねり製品と水分活性, *New Food Ind.* 20(11), 10-14.
- 福見徹・白杵睦夫・加藤健二, 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), 10-25.
- 金東洙・朴榮浩, 1981. 包裝어묵의 水分活性 低下에 미치는 食品添加劑의 影響 1. 食鹽, 糖類 및 多價알코올류의 影響, *한국수산학회지* 14(3), 139-147.
- 金東洙・朴榮浩, 1982. 包裝어묵의 水分活性 低下에 미치는 食品添加劑의 影響 2. 건분류, glycine, sodium lactate의 影響 및 어묵의 水分活性豫測法, *한국수산학회지* 15(1), 74-82.
- Koizume, 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.
- Loncin, M. 1975. 'Basic principles of moisture equilibria', in: *Freeze Drying and Advanced Food Technology*, ed. S. A. Goldblith, L. Rey and W. W. Rothmayer, Academic Press, London, p.599.
- 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.
- Winston, P. W., and Bates, D. H. 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *Ecology* 41, 1232-1237.