

Hydrocolloid의 첨가가 밀가루 반죽의 특성에 미치는 영향

임경숙 · 황인경
서울대학교 식품영양학과

Effects of hydrocolloids on wheat flour rheology

Kyoung-Sook Lim and In-Kyeong Hwang

Department of Food and Nutrition, Seoul National University

Abstract

The effect of several hydrocolloids on the rheological behavior of wheat flour was investigated. The influence of the selected hydrocolloids (alginate, carrageenan, CMC, guar, locustbean and xanthan) on wheat flour was tested by using two different techniques; amylograph and texture analyzer. In order to have a general overview of their effects hydrocolloids were chosen from different sources implying a broad diversity of chemical structures. The hydrocolloid addition decreased the brightness(L) but increased yellowness(b). The interaction between hydrocolloid and flour produces a slight modification of the amylogram parameters, being the most clearly affected parameter breakdown, which is increased by carrageenan, guar and xanthan. Hardness and cutting force were augmented by hydrocolloid addition, while springiness was decreased except guar and locustbean. In summary, when looking for the improvement of the noodle texture, guar, locustbean are the best candidate additives due to their effects on pasting and texture properties. These hydrocolloids increase the hardness, cutting force, gumness, chewness, so were thought to increase the eating quality. So, each tested hydrocolloid affected in a different way the rheological properties of wheat flour, the results obtained are important for the appropriate use of these hydrocolloid as ingredients in the noodle making process.

Key word: Hydrocolloid, rheological behavior, amylograph, texture analyzer, noodle

I. 서 론

Hydrocolloid는 예로부터 아시아지역에서 전통식품의 중요소재로 glucomannan 등을 국수, 육제품, 어육연제품 등에 다양하게 사용하여 오고 있으며, 생리학적인 면에서는 식이섬유라 하여 보수성, 보유성, 무기질과의 결합력 외에도 담즙산, 혈중 콜레스테롤과 같은 각종 유기물질이나 각종 발암물질과의 흡착력, 양이온 결합력, 장내 미생물에 의한 발효성 등의 특성을 보이며, 섭취시 정장, 변비 감소, 대장암 예방, 성인병 예방 및 치료, 담석증 방지 등의 효과를 보여준다고 한다¹⁾. 이러한 이유로 품질적으로 보다 우수한 제품을 개발하기 위하여 밀가루에 식이섬유가 풍부한 곡류, 두류, 과채류등의 곁겉질을 첨가하는 연구들이 최근 수행되고 있다²⁾. 또한 식품산업에서는 hydrocolloid의 첨가를 통해 제품의 점성을 증가시

키고 노화속도를 늦추며, 텍스처를 개선하는 등의 물성개선을 위해서도 광범위하게 사용되어 왔다.

최근 우리 나라 밀가루의 연간 소비량이 약 200만톤 정도로 급신장 하였고³⁾ 이를 금액으로 환산하면 953백만불 정도이며(1995), 1인당 연간 소비량은 33.4 kg에 해당한다. 따라서 미국, 호주, 캐나다 등을 중심으로 아시아인의 구미에 맞는 밀 제품을 생산하기 위한 여러 연구들이 진행되고 있으며, 이에 따르면 아시아인은 표면이 부드러우면서 쫄깃쫄깃한 텍스처의 면을 선호하며, 이러한 텍스처에 주요한 인자는 글루텐보다는 밀가루의 전분이 좀더 중요한 역할을 한다고 보고하고 있다^{5,6)}. 또한 김⁷⁾은 상업적으로 제조되는 면에는 텍스처 증진을 위해서 검, 변형전분, 알칼리 등을 첨가하며 이러한 첨가물에 의해 면이 좀더 단단한 성질을 갖게 된다고 하였다. Hydrocolloid는 주로 전분중의 아밀로오스와의 상호작용을 갖는 것으로 알려져 있고^{8,9)} 아밀로오스의 양은 적고 아밀로펙틴의 양이 많아질 수록 또는 아밀로오스가 적게 빠져 나올수록 면의 질에는 좋은 영향을 주는 것으로 알

본 논문은 1999학년도 서울대학교 생활과학대학부속 생활과학연구소의 일부 연구비 지원으로 수행되었음.

려져 있으며^{10,11)} 전분을 첨가해준 면의 경우 전분이 글루텐 망상구조의 공간을 메워 주면서 동시에 변형력(shear force)에 저항력을 갖게 해 면의 단단함(firmness)을 증가시켜 면의 질을 좋게 한다고 설명하고 있다. 밀가루 반죽의 성질에는 전분, 단백질, 지방 및 무기질 등의 함량 및 효소 등이 관계하며 반죽의 성질은 최종제품의 질을 결정짓게 된다. 따라서 본 연구에서는 첨가물중의 하나로 사용되고 있으며 전분과 상호작용을 하는 것으로도 알려진 hydrocolloid를 종류 및 수준을 다양하게 하여 첨가함으로써 장차 밀가루반죽의 물성 및 영양학적으로도 개선된 제품을 개발하는데 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

밀가루는 ASW(Australian Standard Wheat) 98년산 을 (주)대한제분으로부터 제공받았으며, Sodium alginate, carrageenan, carboxymethylcellulose, guar gum, locust-bean gum, xanthan gum 등은 모두 Sigma로부터 구입하였다.

2. 일반성분의 분석

일반성분은 AOAC법이 준하여¹²⁾ 수분은 105°C 상압 건조법으로, 회분은 600°C 회화로에서 5시간 회화하여 정량하였으며, 조단백질은 autokjeldahl법(kjeltec system), 조지방은 MES system(Microwave Extraction System, CEM)을 이용, ether로 추출하였다.

3. 밀가루의 물리적 특성

gluten 함량은 AACC 방법 38-10¹³⁾에 따라 밀가루 25 g에 15 ml의 물을 가히 반죽하여 실온에서 1시간 방치한 후 흐르는 수돗물에 씻어 전분 및 수용성물질을 제거하고 회수한 글루텐을 물 속에서 1시간방치 후 물기를 제거한 후 무게비율을 산출하였다. 반죽의 pH는 김의 방법¹⁴⁾에 따라 밀가루 10 g을 100 ml 메스플라스크에 넣고 증류수로 선까지 채운 후 잘 흔들어 분산시킨 후 30분간 정치시켜 위 층의 물을 분리하여 pH meter(DP 210 M, DMS)를 이용하여 측정하였다. 손상전분은 AACC방법 76-31에 따라¹⁵⁾ 프랑스 CHOPIN사의 RAPID RT 모델을 이용하였으며, 입자크기분석은 40(425 µm), 80(180 µm), 120(117 µm), 200(75 µm), 325(45 µm)mesh체를 이용하여 통과되는 중량을 측정하였다.

4. 반죽조건

반죽은 장¹⁶⁾등의 방법에 따라 가정용 믹서기(Osterizer,

Table 1. Texture Analyzer setup condition for compression test

option	T. P. A	post test speed	10.0 mm/s
force unit	Newtons	deformations	2.0 mm
distance format	mm	time	3.00 s
pre-test speed	5.0 mm/s	trigger type	auto
test speed	2.0 mm/s	trigger force	0.05 N

Table 2. Texture Analyzer setup condition for cutting test

option	Return to start	post test speed	10.0 mm/s
force unit	Newtons	deformations	5.0 mm
distance format	mm	trigger type	auto
pre-test speed	8.0 mm/s	trigger force	0.49 N
test speed	3.0 mm/s		

U.S.A.)에 hooker를 장착하여 5분간 혼합시켜 반죽을 하였으며 이때, hydrocolloid 수준은 0.005%, 0.01%, 0.02% (w/w)로서 1시간이상 교반기를 이용, 충분히 저어준 후 첨가하였다. 3시간 정도 숙성 후 가정용 국수 제조기(Atlas, 150 mm Deluxe, OMC. Marcato, Italy)를 이용하여 2.9 mm로 면대를 형성한 후 다시 이를 복합하여 2.9 mm를 간격에서 면대를 형성하여 텍스처를 측정하였다.

5. 색도의 측정

색차계(Color Difference Meter, CM-3500d, Minolta Co., Japan)를 이용, 밀가루 및 hydrocolloid의 색도, hydrocolloid 첨가 반죽의 색도 L(명도), a(적색도), b(황색도)등을 측정하였으며 3회 측정값의 평균값으로 나타내었다.

6. 반죽의 텍스처 측정

반죽의 텍스처 측정은 김¹⁷⁾등의 방법에 따라 Texture Analyzer(Stable Micro System, Model TA-XT2, UK)를 이용하여 측정하였다. 즉 형성된 면대를 가로, 세로 각각 4×5 cm로 하여 platform에 올려놓은 후 φ20 mm probe를 이용, 여러 번의 반복시행 끝에 Table 1과 같은 조건으로 반복 압착시험을 20회 이상 시행하였으며, 절단력은 knife blade(code HDS/BS)를 이용, Table 2의 조건으로 역시 20회 이상 측정하였다. 또한 시료의 제조는 3회 반복하였다. 결과는 SAS package program을 이용하여 Duncan의 다중범위검정, ANOVA 및 Pearson의 상관관계분석을 실시하였다.

7. Amylograph분석

Medcalf와 Gills의 방법⁸⁾에 준하여 시료 500 ml (10%,

Table 3. Proximate analysis of wheat flour and hydrocolloids

(단위 :%)

	ASW	alginate	carrageenan	cmc	locustbean	guar	xanthan
moisture	13.36	8.16	10.83	7.59	11.51	11.17	11.48
crude ash	0.31	22.65	25.12	18.04	0.68	0.56	11.39
crude protein	8.69	0.76	0.59	0.26	5.19	4.08	4.18
crude lipid	1.52	0.97	1.23	0.98	2.82	1.28	1.31

Table 4. Particle size distribution of wheat flour

size(nm)	wt.(%)
425 ~	0.77
180 ~ 425	7.02
75 ~ 180	21.23
45 ~ 75	47.79
~ 45	23.29

w/v, dry basis)를 30°C부터 1.5°C/min의 속도로 95°C까지 가열후 10분간 유지후, 다시 1.5°C/min의 속도로 60°C까지 냉각시켰다. 이로부터 호화개시온도(Gelatinization Temperature), 최고점도(peak viscosity), 점도붕괴도(breakdown), 노화도(setback)등을 구하였다. 이때 hydrocolloid는 밀가루를 기준하여 0.005, 0.01, 0.02%를 첨가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분분석

본 실험에 사용된 밀가루와 hydrocolloid의 일반성분분석 결과는 Table 3과 같다. 면의 품질에 중요한 영향을 주는 회분에 있어⁷⁾ guar gum, locustbean gum등이 매우 낮게 나타났고, 단백질은 guar gum, locust bean gum, xanthan gum이 높게 나타나, 이들 검류의 첨가시 미미하나 반죽의 품질에 좋은 영향을 줄 것으로 기대되었다.

2. 밀가루의 일반특성

wet gluten은 29.84%, pH는 5.79, α -amylase activity를 나타내는 손상전분은 8.3%였으며 입자크기는 Table 4의 결과와 같았다. 비교적 작은 입자라고 보는¹⁷⁾ 180 μ m에서 92.3%가 통과하여 고운 입자 상태를 보였다. 일반적으로 입자의 크기가 작을수록 표면적이 넓어지게 되어 2차 가공시 수분흡수속도를 빠르게 할 수 있고 제품의 양을 증가시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다.¹⁴⁾ Oh 등은¹⁹⁾ 손상전분이 많아지면 조리된 면의 내부와 표면의 경도(firmness)가 감소하며, 입자크기는 작을수록 조리된 면의 강도를 증가시키나 조리된 면에는 영향을 주지 않는다고 하였다.

Table 5. Color change of wheat flour dough with hydrocolloids

sample	level(%)	L	a	b
ASW	powder	91.830	-1.023	8.310
	dough	0	78.638 ^a	-1.477 ^{cd}
alginate	powder	80.734	0.743	13.410
	0.005	78.543 ^b	-1.393 ^b	15.450 ^{ki}
	0.01	78.033 ^c	-1.383 ^b	15.710 ^h
	0.02	77.616 ^{cd}	-1.537 ^{ef}	16.233 ^d
carrageenan	powder	78.146	1.143	11.863
	0.005	78.780 ^a	-1.403 ^b	15.583 ⁱ
	0.01	77.480 ^e	-1.533 ^{ef}	16.003 ^{ef}
	0.02	77.701 ^d	-1.516 ^{ef}	16.143 ^{de}
CMC	powder	86.848	0.203	9.760
	0.005	77.498 ^e	-1.597 ⁱ	16.070 ^f
	0.01	76.703 ^k	-1.573 ^{gh}	16.757 ^b
	0.02	77.378 ^h	-1.700 ^j	16.747 ^b
locustbean	powder	86.816	-1.050	9.280
	0.005	77.730 ^c	-1.450 ^c	15.037 ⁱ
	0.01	76.876 ^j	-1.716 ^b	16.500 ^a
	0.02	77.013 ⁱ	-1.533 ^a	15.960 ^j
guar	powder	81.210	-1.153	12.403
	0.005	78.004 ^d	-1.453 ^c	15.290 ^m
	0.01	76.917 ^j	-1.400 ^j	16.857 ^e
	0.02	76.990 ⁱ	-1.320 ^{ef}	15.473 ^g
xanthan	powder	84.923	-0.210	13.547
	0.005	77.567 ^f	-1.550 ^{gh}	15.607 ⁱ
	0.01	77.637 ^e	-1.563 ^{gh}	15.517 ⁱ
	0.02	77.331 ^h	-1.493 ^{de}	15.580 ^{ji}
F-value		863.17***	113.86***	268.58***

*** p<0.001

Each value represents mean of triplicates, and different alphabets in a column indicate statistical difference with significance(P<0.05).

L value :Degree of whiteness(white +100 ↔ 0 black).

a value :Degree of redness (red +100 ↔ -80 green).

b value :Degree of yellowness(yellow +70 ↔ -80 blue).

Level(%) is the amounts of hydrocolloids added in wheat flour dough.

3. 색도

밀가루 및 hydrocolloid의 색을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 밝기를 나타내는 L값은 밀가루에서는 91.83이었고, hydrocolloid에서는 CMC, locustbean, xanthan등

이 상대적으로 높았다. 적색도인 a값은 밀가루의 경우 -1.0의 값을 보였으나, hydrocolloid에서는 -1.15(guar)에서 1.14(carrageenan)정도의 값을 보였다. 황색도 b는 밀가루의 경우 8.31, hydrocolloid는 9.2(locustbean)에서 13.5(xanthan)의 값을 보였다.

반죽을 한 후 면대의 색도 변화에 있어서는, 밀가루에 비해 밝기는 14.4%, a값은 44% 낮아졌고, b값은 84.8% 증가하였다. Duncan의 다중범위검정결과 첨가된 hydrocolloid에 따라 L, a, b, 모두 무첨가 반죽과 유의적으로 차이를 보여($p < 0.001$), hydrocolloid첨가에 따라 원래의 가루의 색도값과는 관계없이 L값은 0.005%의 carrageenan을 제외하고 모두 감소하고 b값은 0.01% 이상에서는 모두 증가하였다. a값은 유의적인 차이는 있었으나($p < 0.001$) 경향성은 보이지 않았다. 그 수준에 따라서는 농도가 높아질수록 무첨가 반죽에 비해 대체로 L값은 감소하고 b값은 증가하였으나 뚜렷한 경향성은 없었다. 색도는 텍스처와 함께 면의 품질을 결정짓는 두가지 인자의 하나로²⁰⁾ Miskelly의 연구에 따르면²¹⁾ 국수의 색도에서 L값, a값, b값등 모든 값이 크

면 국수의 품질이 양호하다고 하였으며, 박등은²²⁾ 대두분 첨가 압출면에 대한 실험에서 hydrocolloid의 첨가에 따라 L, b값 모두 증가하였다고 하였고 관능평가 결과도 면의 조직감과 색깔을 개선시키는 효과가 있었다고 하였다. 따라서 색도에 있어서는 hydrocolloid를 첨가하지 않은 반죽과 guar gum, alginate gum, locustbean gum(0.005%)의 경우가 비교적 차이를 적게 보였으며, 다른 hydrocolloid에 비해 guar gum이 L값은 감소했으나 a, b값은 증가해 비교적 국수의 품질에 좋은 효과를 주는 것으로 생각할 수 있었으나 뚜렷하지는 않았다.

4. 호화양상관찰

호화개시온도는 60-61°C로서 큰 차이를 보이지 않았고 CMC와 locustbean에서 hydrocolloid가 최고 농도일 때 1°C 상승하였다. 90°C에서 나타난 최고점도는 carrageenan과 xanthan에서는 농도에 따라 hydrocolloid가 없는 군에 비해 증가하였으며, CMC와 locustbean은 감소하는 양상을 보였다. alginate는 오히려 감소하였다가 0.02%에

Table 6. Amylogram characteristics of wheat flour with hydrocolloids

sample	level (%)	gel.T(°C) ¹⁾	peak.vis ²⁾	H.strength ³⁾	breakdown	50°Cvis.	setback ⁴⁾	consistency
			(B.U.) ⁵⁾	(B.U.)	(B.U.)	(B.U.)	(B.U.)	(B.U.)
			P	H	P-H	C	C-P	C-H
dough	0	60	300	240	60	540	240	300
alginate	0.005	60	275	217.5	57.5	505	230	287.5
	0.01	60	283.3	230	53.3	526.7	243.3	300
	0.02	60	310	245	65	555	245	310
carrageenan	0.005	60	302.5	245	57.5	542.5	240	310
	0.01	60	310	245	65	540	230	305
	0.02	60	315	240	75	555	240	315
CMC	0.005	60	280	230	50	527.5	247.5	297.5
	0.01	60	270	220	50	525	255	305
	0.02	61	287.5	227.5	60	520	232.5	292.5
locustbean	0.005	59.7	301.7	233.3	68.3	550	267.5	316.7
	0.01	60	286.7	235	51.7	553.3	230	318.3
	0.02	61	263.3	206.7	56.7	500	240	300
guar	0.005	60	297.5	237.5	60	565	248.3	325
	0.01	60	306.7	233.3	73.3	536.7	266.7	303.3
	0.02	60	300	233.3	66.7	540	236.7	303.3
xanthan	0.005	60	300	240	60	540	240	300
	0.01	60	310	250	60	566.7	256.7	316.7
	0.02	60	310	243.3	71.7	543.3	228.3	316.7

1) gel. T. : gelatinization Temperature(°C).

2) peak. vis. : peak viscosity

3) H. strength : Holding strength.

4) setback : change in viscosity from holding strength to 50°C viscosity.

5) B.U.: Brabender Unit.

Level(%) is the amounts of hydrocolloids added in wheat flour dough.

Table 7. Duncan's multiple range test for texture characteristics of wheat flour dough with hydrocolloids

sample	level(%)	Har ¹⁾	Adh ²⁾	Spr ³⁾	Coh ⁴⁾	Gum ⁵⁾	Chew ⁶⁾
none	0	8.938 ^{ef}	-0.77	0.973 ^a	0.532 ^{abcd}	4.664 ^{cd}	4.547 ^{cde}
alginate	0.005	11.086 ^{cdef}	-1.163	0.938 ^a	0.527 ^{abcd}	6.063 ^{bcd}	5.744 ^{bcd}
	0.01	8.792 ^{ef}	-1.369	0.948 ^a	0.551 ^{abc}	4.659 ^{cd}	4.413 ^{cde}
	0.02	10.903 ^{cdef}	-0.815	0.827 ^{bcd}	0.495 ^{bcd}	5.437 ^{bcd}	4.658 ^{cde}
carrageenan	0.005	8.942 ^{ef}	-0.668	0.903 ^{ab}	0.514 ^{bcd}	4.545 ^{cd}	4.192 ^{de}
	0.01	14.046 ^{bcd}	-0.967	0.890 ^{abc}	0.480 ^{cd}	6.680 ^{bc}	6.078 ^{bcd}
	0.02	15.099 ^{bc}	-1.105	0.910 ^{ab}	0.484 ^{cd}	7.458 ^{ab}	6.897 ^{abc}
CMC	0.005	10.276 ^{def}	-0.746	0.918 ^a	0.468 ^{cd}	4.637 ^{cd}	4.268 ^{de}
	0.01	12.155 ^{cdef}	-0.704	0.815 ^{cd}	0.456 ^d	5.518 ^{bcd}	4.548 ^{cde}
	0.02	17.375 ^{ab}	-1.788	0.928 ^a	0.521 ^{abcd}	8.958 ^a	8.416 ^a
guar	0.005	8.460 ^{ef}	-1.205	0.951 ^a	0.578 ^{ab}	4.941 ^{cd}	4.803 ^{bcd}
	0.01	8.643 ^{ef}	-1.143	0.929 ^a	0.601 ^a	5.253 ^{bcd}	4.954 ^{bcd}
	0.02	20.211 ^a	-1.102	0.935 ^a	0.464 ^{cd}	9.299 ^a	8.787 ^a
locustbean	0.005	12.077 ^{cdef}	-0.851	0.975 ^a	0.452 ^d	5.443 ^{bcd}	5.303 ^{bcd}
	0.01	14.559 ^{bc}	-1.231	0.938 ^a	0.504 ^{bcd}	7.414 ^{ab}	7.058 ^{ab}
	0.02	17.240 ^{ab}	-1.289	0.920 ^a	0.463 ^{cd}	7.460 ^{ab}	6.905 ^{abc}
xanthan	0.005	7.859 ^f	-0.377	0.790 ^d	0.464 ^{cd}	3.756 ^d	3.118 ^e
	0.01	11.648 ^{cdef}	-1.126	0.826 ^{bcd}	0.473 ^{cd}	5.874 ^{bcd}	5.226 ^{bcd}
	0.02	12.884 ^{cde}	-0.889	0.913 ^{ab}	0.479 ^{cd}	5.837 ^{bcd}	5.351 ^{bcd}
F-value		6.09***	1.31	4.67***	2.68***	4.12***	3.82***

***p<0.001

Each value represents mean of triplicates, and different alphabets within a column indicate statistical difference with significance(P<0.05).

1)Har: Hardeness 2)Adh: Adhesiveness 3)Spr: Springiness

4)Coh: Cohesiveness 5)Gum: Gumness 6)Chew: Chewiness

Level(%) is the amounts of hydrocolloids added in wheat flour dough.

서만 증가하였고 guar는 첨가에 따른 큰 영향을 보이지 않았다. 최고 점도는 전분이 붕괴되기 전의 최대 팽윤 능력을 나타내는 값으로 일본식 우동의 식미와 강한 점의 상관관계를 보이는 것으로 알려져 있다⁶⁾. 점도붕괴도는 carrageenan, guar, xanthan에서 증가하여, Sudhakar 등의⁹⁾ 결과와는 다른 양상을 보였으나 이는 농도수준을 비교했을 때 (0-0.2% Sudhakar⁹⁾, 0-20% Bahnassey²³⁾) 낮았기 때문일 것이라고 생각된다. 점도붕괴도는 최대 팽윤 되었던 입자가 붕괴되면서 점도의 감소를 가져오는 값으로 조리의 용이성(easiness of cooking)을 보여주는 값으로 이 값이 작으면 조리시간을 길게 하여야 함을 의미하고²⁴⁾, 중국식 면의 단단한 정도(firmness)와 부의 상관관계가 있고 매끄러운 정도(smoothness)와는 점의 상관관계가 있다고 하며 전체적인 식미와도 점의 상관관계가 있다고 하였다^{25,26)}. 노화도(setback)는 carrageenan, guar, locustbean, xanthan에서 모두 증가하여 식미에 좋은 영향을 줄 것으로 생각되었다²⁷⁾.

호화양상을 관찰함에 있어 최고점도, 점도붕괴도는 중국식 면(yellow alkaline noodle)과 일본식 면(white

salted noodle)모두의 식미와 관련이 깊은 것으로²³⁾ 알려져 있으므로 위 실험 결과로부터 carrageenan, guar, xanthan등이 면에 첨가 될 경우 식미에 좋은 영향을 줄 것으로 판단되었다.

5. 텍스처 측정결과

반복 압착시험에 의한 텍스처 측정결과는 Table 7에 나타나 있다. 견고성(hardness)은 hydrocolloid첨가에 따라 모두 증가하는 양상을 보였으며, 특히 CMC, locustbean은 0.01%부터, carrageenan, guar는 0.02%수준에서 유의적으로(p<0.001) 증가하였다. 부착성(Adhesiveness)은 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 탄성(springiness)은 guar, locustbean에서는 hydrocolloid를 첨가하지 않은 것과 차이를 보이지 않았으나, xanthan을 포함한 다른 군에서는 감소하는 양상을 보였다. 겹섬성(gumness)은 carrageenan, CMC, guar, locustbean의 0.02%에서 현저히(p<0.001) 증가하였고, 씹힘성(chewiness)은 CMC, guar의 0.02%에서 역시 크게(p<0.001) 증가하였다.

Table 8. Duncan's multiple range test for cutting forces of wheat flour dough with hydrocolloids

sample	level(%)	force(N)	Area(N.s)
none	0	8.349 ^{hi}	5.818 ^{efg}
alginate	0.005	8.135 ^{hi}	6.187 ^{defg}
	0.01	13.202 ^{de}	8.615 ^c
	0.02	10.988 ^{efg}	7.796 ^{cd}
carrageenan	0.005	8.554 ^{hgi}	5.591 ^{fg}
	0.01	10.972 ^{efg}	7.169 ^{cdef}
	0.02	11.655 ^{cf}	7.813 ^{cd}
CMC	0.005	7.478 ⁱ	4.880 ^g
	0.01	10.793 ^{efg}	7.141 ^{cdef}
	0.02	11.314 ^{cf}	7.700 ^{cd}
guar	0.005	12.305 ^{def}	8.053 ^{cd}
	0.01	15.885 ^{bc}	10.297 ^{ab}
	0.02	16.388 ^b	10.399 ^{ab}
locustbean	0.005	8.791 ^{ghi}	6.304 ^{defg}
	0.01	14.084 ^{cd}	8.947 ^{bc}
	0.02	18.735 ^a	11.914 ^a
xanthan	0.005	6.977 ⁱ	4.844 ^g
	0.01	10.002 ^{fgh}	6.621 ^{defg}
	0.02	11.271 ^{cf}	7.595 ^{cde}
F-value		17.81***	11.80***

***p<0.001

Each value represents mean of triplicates, and different alphabets within a column indicate statistical difference with significance(P<0.05).

Level(%) is the amounts of hydrocolloids added in wheat flour dough.

절단실험을 한 결과(Table 8)를 보면 절단력이 hydrocolloid 첨가에 따라 유의적으로(p<0.001) 증가하는 경향을 보이는 것을 알 수 있었다. 특히 guar의 경우는 첨가한 모든 수준에서 절단력이 크게 증가하였다. 또한 같은 농도 수준에서 비교해 보았을 때는 0.005%에서는 guar만이, 0.01%에서는 alginate, carrageenan, CMC, guar, locustbean이, 0.02%에서는 모두 유의적(p<0.001)으로 크게 증가하였다. 위의 결과로부터 guar, locustbean, CMC, carrageenan에서 hydrocolloid첨가에 따른 텍스처에 대한 효과가 크게 나타나는 것을 알 수 있었다. 상관관계를 보았을 때는 첨가수준에 따라 절단력과 약한 정의 상관관계(0.489, p<0.001)를 보여 농도가 높아짐에 따른 절단력의 증가를 반영하였다.

IV. 요약

여러가지 종류의 hydrocolloid를 0.005%, 0.01%, 0.02% 수준으로 첨가하여 면제조를 위한 밀가루 반죽의 성질을 살펴본 결과, 색도에 있어서는 hydrocolloid

첨가에 따라 모두 L값은 감소하면서 b값은 증가하는 경향을 보였다. 첨가수준이 높아질수록 효과는 크게 나타났으며, alginate, guar, locustbean등이 원래의 반죽과 비슷하거나 약간의 개선효과를 보였다. 호화도 양상에 있어서는 호화개시온도에는 영향이 없었으나, 최고점도는 carrageenan, xanthan이 증가하였고, guar는 별다른 영향을 보이지 않았다. 점도붕괴도는 carrageenan, guar, xanthan에서 증가하였고, 노화도는 carrageenan, guar, locustbean, xanthan에서 모두 증가하였다. 텍스처측정 결과 hydrocolloid첨가에 따라 견고성은 증가하였고 탄성은 guar, locustbean만이 감소하지 않았다. 이차인자인 점성은 carrageenan, CMC, guar, locustbean의 0.002%에서, 썩힘성은 CMC, guar의 0.002%에서 증가하였다. 절단력은 농도수준이 높아질수록 증가하였고, 그 효과는 guar에서 현저하였다. 이상의 결과로 볼 때, 면류의 품질에 있어 색도 및 견고성, 응집성 및 탄력성이 중요하고 우리나라 사람들의 국수에 대한 선호도는 탄력성이 크고 쫄깃쫄깃한 성질과 탄력성이 크면서도 부드러운 성질의 면에 대해 크다는 것을 고려해보면²⁸⁻³⁰ 견고성, 점성, 썩힘성의 증가가 큰 guar와 locustbean이 가장 국수의 성질에 바람직한 영향을 줄 것으로 사료되며, 이에 따라 반죽의 성질뿐 아니라 실제 국수를 만들었을 때 텍스처 변화와 관능평가등에 대한 더 많은 연구결과가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 지수경, 김남수: 구약감자 glucomannan 현탁액의 유동 특성. 한국 식품과학회지, 27(2): 246-250(1995).
2. 김영수, 하태열, 이상효, 이현유: 미강식이섬유 추출물이 밀가루의 호화 및 노화에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 29(3): 464-469(1997).
3. 김성곤: Overview of Korean noodle industry. *Foods and Biotechnology*, 6(3): 125-130(1997).
4. Anderson, W.K., Crosbie, and G.B., Lambe, W.J.: Production practices in western australia for wheats suitable for white, salted noodles. *Aust. J. Agric. Res.* 48: 49-58(1997).
5. Peterson, C.J., Graybosch, B. and Morris, C.F.: New noodle making wheat in the works. *Agricultural Res. March*: 9(1997).
6. Batey, I.L., Curtin, B.M. and Moore, S.A.: Optimization of Rapid-visco Analyzer test conditions for predicting asian noodle quality. *Cereal Chem.* 74(4): 497-501(1997).
7. 김성곤: Instant Noodle Technology. *Cereal Foods World.* 41(4): 213-218(1996).
8. Sudhakar, V., Sigal, R.S., and Kulkarni, P.R.:

- Starch-galactomannan interactions: functionality and rheological aspects, *Food Chem.* **55**(3): 259-264 (1996).
9. Brennan, C.S., Blake, D.E., Ellis, P.R. and Schofield, J.D.: Effects of guar galactomannan on wheat bread microstructure and on the in vitro and in vivo digestability of starch in bread. *J. Cereal Sci.* **24**: 51-160(1996).
 10. Rho, K.L., Chung, O.K. and Seib, P.A.: Noodle VIII. The effect of wheat flour lipids, gluten and several starches and surfactants on the quality of oriental dry noodles. *Cereal Chem.* **66**(4): 276-282(1989).
 11. Wang, L., and Seib, P.A.: Australian salt-noodle flours and their starches compared to U.S. wheat flours and their starches, *Cereal chem.* **73**: 167-175(1996).
 12. Morwitz, W.: AOAC methods of analysis, 15th ed, Washington (1990).
 13. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS.: Approved methods of the AACC, 8th ed. Method 38-10, approved 1992, revised 1994, The association, St. Paul, MN.(1995).
 14. 김선경: 국산밀 국수의 품질 특성과 유청 분말 첨가의 영향, 세종대학교 박사학위논문(1998).
 15. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS.: Approved methods of the AACC, 8th ed. Method 76-31, approved 1992, revised 1994, The association, St. Paul, MN.(1995).
 16. 장은희, 손혜숙, 고봉경, 임승택: 한국산 밀의 품종별 제면 특성과 밀가루의 이화학적 성질과의 관계, 한국식품과학회지, **31**(1): 138(1999).
 18. Medcalf, D.G., and Gills, K.A.: Wheat starch I comparison of physicochemical properties *Cereal chem.*, **42**: 558(1965).
 17. 김영수, 하태열, 이상효, 이현유: 미강식이섬유가 밀가루의 리올로지와 생국수의 품질특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, **29**(1): 90(1997).
 19. Oh, N.H., Seib, P.A. Ward, A.B. and Deyoe, C. W.: Noodle IV. Influence of flour protein, extraction rate particle size, and starch damage on the quality characteristics of dry noodles. *Cereal Chem.* **62**(6): 441-446(1985).
 20. Mimi, J., Siripron, P., Mark, W.K., Guoguan, H. and Mina, R.M.: Developing noodles from us wheat varieties for the far east market: sensory perspective *Food quality and preferences* **9**(6): 406-412 (1998).
 21. Miskelly. D.M. and Moss, H.J.: Flour quality requirements for chinese noodle manufacture, *J. Cereal Sci.* **3**: 379(1985).
 22. 박우포, 김재욱: 대두분 첨가 압출면의 제면 특성. 한국농화학회지, **33**(3): 209-215(1990).
 23. Bahnassey, Y.A., and Breene, W.M.: Rapid visco analyzer pasting profiles of wheat, waxy corn, tapioca and amaranth starches in the presence of konjac flour, gellan, guar, xanthan and locustbean gums, *Starch*, **46**(4): 134(1994).
 24. Rojas, J.A., Rosell, C.M. and Benedicto de barber, C.: pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems, *Food Hydrocolloids*, **13**(1): 27 (1999).
 25. Ross, A.S., Quail, K.J. and Crosbie, G.B.: Physicochemical properties of Australian flours influencing the texture of yellow alkaline noodles. *Cereal Chem.* **74**(6): 814-820 (1997).
 26. Oda, M., Yasuda, Y., Okazaki, S., Yamauchi. Y. and Yokoyama, Y.: A method of flour quality assessment for Japanese noodles. *Cereal Chem.* **57**(4): 253-254(1980).
 27. Konik, C.M. and Moss, R.: Relationship between *Japanese noodle quality and RVA pasting viscosity*, pages 209-212 in 42nd Royal Australian Chem. Institute Cereal Chem. Conf. Christchurch, New Zealand. RACI, Parkville, Australia.
 28. Lee, C.H., Gore, P.J. and Lee, H.D., Yoo, B.S. and Hong, S.H.: Utilization of australian wheat flour for Korean style dried noodle making. *J. Cereal. Sci.* **6**: 283-297(1987).
 29. Toyokawa, H., Rubenthaler, G.L., Powers, J.R. and Schanus, E.G.: Japanese noodle qualities. I. flour components. *Cereal Chem.* **66**(5): 382-386(1989).
 30. Toyokawa, H., Rubenthaler, G.L., Powers, J.R. and Schanus, E.G.: Japanese noodle qualities. II. starch components. *Cereal Chem.* **66**(5): 387-391(1989).
 31. Konik. C.M., Mikkelsen, Lene. M., Moss. R.,and Gore. P.J.: Relationships between physical starch properties and yellow alkaline noodle quality. *Starch.* **46**(8): 292-299(1994).

(1999년 4월 19일 접수)