

보리 β -glucan 강화 국수의 품질 특성

이영택* · 정지영
경원대학교 식품생물공학과

Quality Characteristics of Barley β -Glucan Enriched Noodles

Young-Tack Lee* and Ji-Young Jung

Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University

This study was conducted to evaluate quality characteristics of noodles containing barley flour and β -glucan enriched fraction. Compared to 100% wheat flour, composite flours containing barley flour and β -glucan enriched fraction decreased initial pasting temperature and increased maximum peak viscosity. The noodles containing β -glucan enriched fraction exhibited somewhat darker color and lower values in cooked weight, volume, moisture content, and cooking loss. From the textural properties measured by texture analyzer, the noodles with 30% barley flour and β -glucan enriched fraction were similar to 100% wheat noodle in springiness value and significantly higher in gumminess, hardness, and chewiness. The results of sensory evaluation indicated that barley flour or β -glucan enriched fraction at levels up to 30% could be substituted for wheat flour without seriously depressing noodle quality. Cooking of raw noodle with β -glucan enrichment slightly increased total, insoluble, and soluble β -glucan content.

Key words: barley, β -glucan, noodle, cooking properties

서 론

보리는 우리 식생활에서 쌀 다음으로 중요한 기본 식량으로서 보리쌀, 압맥, 할맥의 형태로 주로 혼반용으로 이용되고 있으며 맥아 형태로는 식혜나 맥주 등을 만들 때 이용되고 있다. 또한 보리는 가루로 만들어져 밀가루에 대체 가능한 복합분 이용제품인 빵류, 과자류, 면류 및 조리식품 등의 다양한 가공식품으로 이용되고 있다⁽¹⁾. 보리는 특히 식이섬유로서 β -glucan의 함량이 높아 체내 혈중 콜레스테롤 수치를 저하시킴으로써 심장질환을 예방할 뿐 만 아니라 체지방의 축적을 억제하여 비만에 수반되는 증상을 완화하는 등 성인병의 예방에 탁월한 효과가 있는 것으로 알려져 있다^(2,3). 보리 β -glucan은 곡립의 세포벽을 구성하고 있는 mixed-linked (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan으로서 보리 곡립의 약 3~7%를 차지하고 있다⁽⁴⁾.

이와같이 식이섬유원으로서 β -glucan 함량이 높은 보리는 영양생리학적인 기능이 우수하여 보리로부터 β -glucan 함량이 높은 소재를 따로 생산하여 활용할 수 있다. 이를 위해 β -glucan 함량이 높은 중간소재로 식이섬유가 강화된 식품이

나 식품첨가제로 응용하기 위하여 제분분획에 의한 β -glucan의 농축 또는 강화 획분으로 분리하는 방법들이 연구되었다⁽⁵⁻⁷⁾. β -Glucan의 효율적인 활용을 위해 β -glucan 함량을 강화시킨 획분을 사용하여 이를 제빵, 미숫가루, 음료, 재성형 혼합쌀 등에 적용한 예가 있다⁽⁸⁻¹⁰⁾.

보리국수를 제조할 때 보리가루만으로는 면대를 형성하기 어려워 보통 보리와 밀혼합분으로 제조되었으나, 피스톤식 압출제면법 및 extruder에 의한 압출제면법을 이용하여 보리만을 사용한 국수의 제조도 가능하였다⁽¹⁰⁾. 보리를 밀가루와 복합분 형태로 사용한 국수시험에서 보리가루의 첨가량이 증가함에 따라 국수의 품질이 떨어지는 것으로 조사되었다⁽⁸⁾.

본 연구에서는 보리국수의 품질측면에서 보리만을 전량 사용한 생면 제품은 한계가 있으므로 보리의 혼합비율을 30% 선으로 낮추는 한편 β -glucan이 농축된 획분을 사용하여 β -glucan이 강화된 국수로 제조하여 그 품질 특성을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

시료 제조

보리국수 제조에는 2000년산 메성 쌀보리를 도정한 보리쌀을 정원산업으로부터 제공받아 pin mill(경창기계, model SC-1B)을 사용하여 분쇄한 보리가루를 사용하였으며, 밀가루는 시판 일등 중력분(대한제분)을 사용하였다. 또한 보리가

*Corresponding author : Young-Tack Lee, Department of Food and Bioengineering, Kyungwon University, Seongnam 461-701, Korea
Tel: 82-31-750-5565
Fax: 82-31-750-5273
E-mail: ytleee@mail.kyungwon.ac.kr

루를 325 mesh의 표준체(20 cm-diam.)를 사용하여 Ro-Tap sieve shaker(W.S. Tyler Co., USA)에서 1시간 동안 체질한 다음 체에 남은 부분을 다시 한번 분쇄 및 체질하여 표준체에 남은획분으로 β -glucan 강화분을 조제하였다. 보리가루와 β -glucan 강화분의 총 β -glucan 함량은 각각 3.50%와 6.87%였다.

β -Glucan의 분석

시료의 수용성 β -glucan은 Aman과 Graham의 방법⁽⁴⁾에 준하여 추출하였으며 총 β -glucan 함량 및 불용성 β -glucan 함량은 McCleary와 Glennie-Holmes⁽¹¹⁾의 효소적 방법에 의하여 β -glucan assay kit(Megazyme, Ireland)를 사용하여 측정하였다. 수용성 β -glucan의 함량은 총 β -glucan 함량에서 불용성 β -glucan의 함량을 뺀 수치로 계산하였다.

복합분의 호화 특성 측정

밀가루에 보리가루 및 보리 β -glucan 강화분을 각각 30%씩 첨가한 복합분의 호화 특성은 AACCC 방법⁽¹²⁾(AACCC 22-10)에 따라 Brabender amylograph(C.W. Brabender Instruments Inc., USA)를 사용하여 시료 농도 10%(d.b.)로 하여 측정하였다.

국수의 제조

200 g 밀가루(수분 13%), 밀가루에 대하여 보리가루와 β -glucan 강화분을 각각 30%씩 대체한 혼합분을 혼합기(Atlas, Macato OCM., Italy)에 넣고 소금 4 g과 증류수를 80 mL(100% 밀가루 국수), 95 mL(30% 보리가루 첨가 국수), 105 mL(30% β -glucan 강화분 첨가 국수)를 첨가한 후 10분간 반죽하였다. 반죽을 지퍼백에 넣고 밀봉하여 25°C incubator에서 1시간 휴지시킨 후 roll 간격을 3단계(4.5 mm, 3.0 mm, 2.0 mm)로 조절하여 dough sheet를 형성하였으며 폭이 4.0 cm, 두께가 2.0 mm인 국수로 제조하였다.

국수의 색도

국수의 색도는 생면과 조리한 국수를 세절한 후 표면 색도를 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 사용하여 3회 반복 측정하였으며 그 값을 Hunter's L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 표시하였다.

국수의 중량, 부피, 함수율 및 국물의 탁도

국수의 중량은 생면 50 g을 500 mL의 끓는 물에 넣고 6분간 조리 후 건져서 흐르는 냉수에 30초간 냉각시킨 후 10분간 물을 뺀 무게로 계산하였다. 국수의 부피는 50 g의 국수

를 500 mL의 증류수를 담은 1 L의 mess cylinder에 담근 후 증가하는 물의 부피로 계산하였다. 조리면의 함수율은 삶아서 건져낸 국수를 10분간 물기를 제거한 후 측정된 국수의 중량에서 생면의 중량을 빼고 다시 생면의 중량으로 나누어 준 후 100을 곱하여 구하였다. 조리가 끝난 국물의 탁도는 spectrophotometer(UV-1201, Shimadzu, Japan)를 사용하여 675 nm에서 흡광도로 나타내었다.

국수의 텍스처

조리한 국수의 텍스처는 TA-XT2 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro System)를 사용하여 측정하였다. 직경 4 cm, 두께 0.5 cm의 원형 probe를 이용하여 생면과 삶은 국수의 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였다.

관능평가

보리국수의 관능평가는 10명의 패널을 구성하여 국수의 외관, 향미, 맛, 텍스처, 종합적 기호도의 평가항목에 대해 9점 기호척도로 평가하도록 하였다. 각 항목에 대한 바람직한 정도인 기호도는 1로 갈수록 낮고 9로 갈수록 큰 것으로 나타내었다.

통계분석

통계분석은 SAS 통계 package를 이용하여 Duncan's multiple range test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

보리 β -glucan 강화 복합분의 amylograph 호화 특성

밀가루에 보리가루와 β -glucan 강화분을 각각 30% 첨가한 복합분으로 제조한 국수의 품질 특성을 알아보기 위하여 각각의 호화 특성을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 대조구인 중력분의 호화개시온도 69°C에 비해 보리가루 첨가구는 67.5°C, β -glucan 강화분 첨가구는 64.5°C로 점차 호화개시온도가 낮아지는 경향이였다. 최고점도는 보리가루 첨가구와 β -glucan 강화분 첨가구에서 각각 740 B.U., 710 B.U.로 나타나 중력분의 600 B.U.에 비해 높게 나타났으며, 이는 보리와 β -glucan 강화분의 첨가에 의한 β -glucan의 증가가 호화과정에서 전분의 점도상승에 기여했기 때문⁽¹⁰⁾인 것으로 사료되었다. 최고점도가 550~880 B.U.인 밀가루가 국수용으로 적합하며 최고점도가 높으면 국수가 단단해지지만 국수의 품질에는 큰 영향이 없으나 최고점도가 아주 낮은 것은 효소

Table 1. Amylograph characteristics of wheat flour containing barley flour and β -glucan enriched fraction¹⁾

	Control	+Barley flour	+ β -Glucan enriched fraction
Gelatinization temperature (°C)	69.0	67.5	64.5
Peak viscosity (B.U.)	600.0	740.0	710.0
Peak viscosity temperature (°C)	89.3	90.00	89.3
50°C viscosity (B.U.)	960.0	1020.0	970.0
Set back (B.U.)	360.0	280.0	260.0

¹⁾Values are means of duplicate determinations.

Table 2. Color values of noodles containing barley flour and β-glucan enriched fraction¹⁾

Color	Control		+Barley flour		+β-Glucan enriched fraction	
	Raw noodle	Cooked noodle	Raw noodle	Cooked noodle	Raw noodle	Cooked noodle
L	82.48	78.08	82.04	73.23	76.01	66.74
a	-0.49	-1.32	+1.47	+1.20	+2.45	+2.24
b	+16.94	+14.59	+15.17	+15.00	+15.92	+13.93

¹⁾Values are means of triplicate determinations.

Table 3. Cooking properties of noodles containing barley flour and β-glucan enriched fraction¹⁾

	Cooked weight (g)	Cooked volume (mL)	Water absorption (%)	Turbidity of soup (A _{675nm})
Control	88.77	79.33	77.54	0.55
+Barley flour	83.50	70.57	67.00	0.65
+β-Glucan enriched fraction	81.40	70.38	62.80	0.51

¹⁾Values are means of triplicate determinations.

발생이 강해 면대가 약해지고 삶을 때 쉽게 풀어지고 탄성이 약하게되며 외관과 맛 또한 나빠지게 된다고 하였다¹³⁾. 또한 아밀로그래프 상에서 호화개시온도가 낮고, 최고점도가 높을수록 면의 식미에 좋은 영향을 준다고 하였다. Paste의 안정도를 측정하는 breakdown은 β-glucan 강화분 첨가구가 대조구 보다 높게 나타나 paste의 안정도가 낮은 것으로 나타났다. 최종점도와 최종점도에서 최고점도를 뺀 값인 set back은 노화 경향이나 겔 형성력을 예측할 수 있는 것으로 최종점도는 대조구가 가장 낮았고 보리가루 첨가구가 가장 높았다. Set back의 경우 대조구가 360 B.U.였으나 보리와 β-glucan 강화분 첨가구로 갈수록 그 값이 감소하였다. 즉 이 결과는 β-glucan 강화분 첨가구가 대조구에 비해 노화 진행 속도가 느리다는 것으로 해석되었다.

β-Glucan 강화 국수의 조리특성

밀가루에 보리가루와 β-glucan 강화분을 각각 30%씩 대체하여 제조한 국수의 색도를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 보리가루와 β-glucan 강화분 첨가구의 L값은 대조구에 비해 낮아 어두워졌으며 보리가루 첨가구보다 β-glucan 강화분 첨가구에서 더 큰 차이를 보여주었다. 이때 L값의 차이는 조리전 생면에서 보다 조리후에 더 큰 것으로 나타났다. 적색도를 나타내는 a값은 보리가루 첨가구와 β-glucan 강화분 첨가구에서 다소 높았으며, 황색도를 나타내는 b값의 경우 대조구 생면에 비해 보리가루 첨가구와 β-glucan 강화분 첨가구에서는 약간 낮아지는 경향을 보여주었다. 국수의 L, a, b 값은 조리전에 비해 조리후 감소함을 나타내었다. 국수의 색상 소비자들의 구매력에 영향을 미치는 가장 중요한 요인이며 국수의 밝기 정도는 밀가루의 단백질 함량과 dough sheet의 b 값과 부의 상관관계를 이루며^{14,15)} 소비자들은 어두운 색보다 밝고 흰색의 국수를 선호하는 것으로 조사된 바 있다¹⁶⁾.

보리가루와 β-glucan 강화분을 첨가하여 제조한 국수의 조리특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 조리 후 국수의 중량, 부피, 함수율은 대조구에 비해 보리가루 첨가구, β-glucan 강화분 첨가구 순으로 점차 감소하였다. 전반적인 조리면의 특성은 조리후의 중량이 작을수록 부피도 감소하는 경향을

나타냈으며 이러한 결과는 조리한 국수의 무게증가는 부피 증가와 정의 상관관계를 보인다는 보고¹⁷⁾와 일치하였다. 조리하는 동안 국수의 수분흡수 정도는 전분의 호화나 단백질의 수화에 의해 일어나며 입자의 크기와의 관련이 있다. 조리시 다량의 수분 흡수는 국수의 조직감을 부드럽게 하고 탄력성을 감소시켜 국수의 질감을 떨어뜨리는 원인이 된다. 보리가루나 β-glucan 강화분을 첨가한 국수의 함수율이 낮게 나타난 것은 식이섬유소의 함량이 증가함에 따라 상대적으로 전분의 함량이 감소되어 전분의 수분 흡수에 의한 팽윤 정도가 적기 때문으로 사료되었다.

조리중의 고형분의 손실 정도를 나타내는 국물의 탁도는 보리가루 첨가구에서 가장 높아 용출 성분의 양이 많은 것으로 나타났으며 β-glucan 강화분 첨가구의 경우가 대조구보다 용출량이 적어 국물로 빠져나가는 고형분의 손실이 적은 것으로 여겨졌다. 이는 β-glucan 강화분에 의한 점성의 증가로 인하여 국수의 고형분의 유출이 어렵게 되기 때문인 것으로 사료되었다. 국물의 탁도가 높다는 것은 고형성분의 유출이 많을 뿐 만 아니라 조리된 국수가 쉽게 풀어지고 끊어지기 쉽다는 것을 의미한다고 보고된 바 있어¹³⁾, β-glucan 강화분을 첨가한 국수가 조리후에도 쉽게 풀어지거나 끊어지지 않으며 동시에 좋은 외관을 가질 수 있음을 나타내 주었다.

β-Glucan 강화 국수의 텍스처 및 관능특성

보리가루와 β-glucan 강화분을 첨가한 국수를 조리한 후 texture analyzer를 사용하여 텍스처를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 조리한 국수를 씹었을 때 느끼는 조직감을 기계적인 방법으로 측정했을 때 보리가루와 β-glucan 강화분을 첨가한 국수의 물성은 밀가루 국수와 유사하게 나타났다. 보리가루와 β-glucan 강화분을 첨가한 국수의 조리후 견고성, 검성, 씹힘성은 밀가루 국수에 비해 높아 보리국수는 단단해지고 질기찬 씹힘성이 높아지는 것으로 나타났다. 그러나 국수의 탄성과 응집성은 대조구에서 약간 높게 나타났다. 부착성의 경우 보리가루 첨가 국수, 대조구, β-glucan 강화분을 첨가한 국수의 순으로 낮았으나 유의적인 차이는 없는 것으로 분석되었다.

보리가루와 β-glucan 강화분을 첨가한 국수의 조리후 관능

Table 4. Texture profiles of noodles containing barley flour and β -glucan enriched fraction¹⁾

		Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness (g mm)	Hardness (g)	Chewiness (g)
Control	Raw noodle	0.347 ^a	581.984 ^a	0.242 ^a	-30.566 ^a	2420.790 ^a	202.495 ^a
	Cooked noodle	0.931 ^a	819.659 ^a	0.527 ^a	-45.737 ^a	1562.41 ^a	756.766 ^a
+Barley flour	Raw noodle	0.369 ^b	609.668 ^b	0.271 ^b	-23.695 ^a	2262.867 ^b	224.669 ^b
	Cooked noodle	0.928 ^a	906.276 ^b	0.511 ^b	-52.776 ^a	1775.293 ^b	848.0735 ^b
+ β -glucan enriched fraction	Raw noodle	0.4026 ^c	674.311 ^c	0.288 ^c	-47.255 ^b	2406.387 ^c	280.027 ^c
	Cooked noodle	0.913 ^a	912.260 ^c	0.496 ^c	-44.960 ^a	1826.947 ^b	826.902 ^b

¹⁾Values are means of fifteen measurements. Means with the same letter in each column are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple test.

Table 5. Sensory evaluation of cooked noodles containing barley flour and β -glucan enriched fraction¹⁾

	Appearance	Flavor	Taste	Texture	Overall Palatability
Control	8.24 ^a	7.67 ^a	7.83 ^a	8.33 ^a	7.83 ^a
+Barley flour 30%	7.16 ^b	6.33 ^b	5.83 ^b	6.67 ^a	6.53 ^a
+ β -Glucan enriched fraction 30%	6.66 ^b	6.33 ^b	5.67 ^b	5.90 ^b	5.83 ^b

¹⁾Means with the same letter in each column are not significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple test.

Table 6. Total, insoluble and soluble β -glucan contents of noodles with β -glucan enrichment¹⁾

	β -Glucan Content (%)			Solubility (%)
	Total	Insoluble	Soluble	
Raw noodle	2.20 \pm 0.35	1.39 \pm 0.10	0.81 \pm 0.29	36.82
Cooked noodle	2.47 \pm 0.08	1.51 \pm 0.07	0.96 \pm 0.01	38.87

¹⁾Values are means of triplicate determinations.

검사를 실시한 결과는 Table 5에 나타나 있다. 보리가루 첨가 국수는 밀가루 국수에 비해 외관, 향미, 맛, 텍스처의 평가항목에 있어서 관능점수가 다소 낮았으나 9점 척도에서 약 6~7 점으로 관능적 기호성이 양호한 것으로 나타났다. 또한 β -glucan 강화분을 첨가한 국수는 보리가루 첨가 국수와 관능적으로 유의적인 차이성이 크지 않았다. 그러나 밀가루에 보리가루 40% 이상 첨가한 국수에서는 대조구와 큰 차이를 보이며 색깔, 맛, 조직감 등 관능적인 기호도가 점차 떨어지는데 특히 조직감이 다소 거칠고 단단해져 식감이 떨어지는 것으로 평가되었다. 보리가루의 첨가수준이 60%일 때까지 면대형성과 조리국수의 형성에는 큰 문제가 없었으나 그 이상에서는 보리 특유의 향과 씹히는 촉감이 깔깔해서 식미를 저하시키는 것으로 조사된 바 있다⁶⁾. 따라서 β -glucan 강화분을 첨가한 국수는 20~30% 첨가 수준에서 조리특성과 관능특성에서 품질이 다소간 떨어지게 되나 보리의 영양적인 측면을 고려할 때 보리 식이섬유소의 강화에 의한 건강면의 제 조라는 매우 긍정적인 제면방법으로 평가되었다.

β -Glucan의 국수조리에 따른 변화

밀가루에 β -glucan 강화분을 30% 첨가하여 제조한 국수와 이를 조리한 후의 조리면에 대하여 총, 불용성 및 수용성 β -glucan 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. β -Glucan 강화 국수의 총 β -glucan 함량은 2.20%로 원료 보리가루 β -glucan 함량 3.5%의 약 63% 수준이었다. 이는 원료 보리가루가 함유하고 있는 β -glucan 함량을 3배 정도로만 강화한 획분을

사용한다면 보리획분의 혼합비율을 30%선으로 하더라도 β -glucan 함량면에서 보리가루를 거의 전량 사용하여 국수를 제조한 것과 유사한 효과가 있음을 제시해 주었다.

조리후 β -glucan 강화 국수의 불용성 및 수용성 β -glucan 함량은 각각 1.51%, 0.96%로 조리전 국수에 비해 약간씩 증가하였으며, 국수의 β -glucan 용해성은 조리전의 36.82%에서 조리후의 38.87%로 별 차이를 나타내지 않았다. β -Glucan의 용해성은 체내에서의 β -glucan 생리활성 정도와 밀접한 관련이 있는 요소로 가공처리에 의해 영향을 받으며 특히 열, 수분, 압력 등에 의한 가공 처리시 β -glucan의 구조 및 형태등에 변화를 초래할 수 있다.

요 약

생리적 활성이 큰 보리 β -glucan을 효율적으로 활용하기 위한 방안으로 보리가루와 보리 β -glucan 강화분을 30% 수준으로 첨가하여 제조한 고식이섬유 국수의 품질 특성에 관하여 조사하였다. 보리가루와 보리 β -glucan 강화분을 첨가한 복합분은 중력분에 비해 호화개시온도가 낮았고 최고점도가 약간 높았으며 set back은 감소하여 노화속도가 느릴 것으로 해석되었다. 보리가루와 β -glucan 강화분을 첨가한 국수의 L값과 b값은 약간 낮았으며 조리했을 때 L, a, b값이 모두 감소하는 경향을 보였다. 보리 β -glucan 강화분을 첨가한 국수는 조리시의 체적, 중량, 함수율, 고형분 용출량이 대조구 보다 낮게 나타났다. 보리 β -glucan 강화분을 첨가한 국

수의 조리후 텍스처에서 탄성은 대조구보다 떨어지나 감성, 견고성, 씹힘성은 더 높았으며 관능평가에서 대조구보다 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 보리 β -glucan 강화 국수는 조리후 총, 불용성, 수용성 β -glucan의 함량이 약간 증가하였다.

문 헌

1. Newman, R.K. and Newman, C.W. Barley as a food grain. *Cereal Foods World* 36: 800-805 (1991)
2. Newman, R.K., Newman, C.W. and Graham, H. Hypocholesterolemic function of barley β -glucans. *Cereal Foods World* 34: 883-886 (1989)
3. Newman, R.K., Newman, C.W., Boik, R.J. and Ramage, R.I. Hypocholesterolemic effect of barley foods on healthy men. *Nutr. Rep. Int.* 39: 749-760 (1989)
4. Åman, P. and Graham, H. Analysis of total and insoluble mixed-linked (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -glucan in barley and oats. *J. Agric. Food Chem.* 35: 704-709 (1987)
5. Knuckles, B.E., Chiu, M.M. and Betschart, A.A. β -Glucan-enriched fractions from laboratory-scale dry milling and sieving of barley and oats. *Cereal Chem.* 69: 198-202 (1992)
6. Victor, Y., Stringfellow, A.C. and Inglett, G. Protein and β -glucan enriched fractions from high-protein, high β -glucan barleys by sieving and air-classification. *Cereal Chem.* 71: 220-223 (1994)
7. Lee, Y.T., Seog, H.M. and Cho, M.K. β -Glucan enrichment from pearled barley and milled barley fractions. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 888-894 (1997)
8. Seog, H.M. Studies on the development of fiber-enriched flour fractions and new food product by utilizing domestic barley. *Korea Food Research Institute Report* (1996)
9. Lee, Y.T., Jung, J.Y. and Won, J.H. Quality characteristics of barley β -glucan enriched grains fabricated by extrusion forming. *Food Sci. Biotechnol.* 9: 335-340 (2000)
10. Seog, H.M. Development of barley-based convenience foods to enhance Korea's self-sufficiency with its crops. *Korea Food Research Institute Report* (1997)
11. McCleary, B.V. and Glennie-Holmes, M. Enzymatic quantification of (1 \rightarrow 3),(1 \rightarrow 4)- β -D-glucan from barley and malt. *J. Inst. Brew.* 91: 285-295 (1985)
12. AACC. *Approved Methods of the AACC*. 8th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA (1983)
13. Kim, H.K. and Kim, S.K. *Wheat Flour and Milling Industry*. Korea Milling Industry Association, Seoul, Korea (1985)
14. Moss, H.J. The quality of noodles prepared from the flours of some Australian wheats. *Aust. J. Expt. Agric. Animal Husb.* 11: 243-247 (1971)
15. Miskelly, D.M. Flour components affecting paste and noodle color. *J. Sci. Food Agric.* 35: 463-471 (1974)
16. Lee, C.D. and Lee, C.H. The quality of Korean dried noodle made from Australian wheats. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17: 163-169 (1985)
17. Kim, S.K., Kim, H.B. and Bang, J.B. Effect of alkaline reagent on the rheological properties of wheat flour and noodle property. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 58-65 (1996)

(2003년 3월 20일 접수; 2003년 6월 6일 채택)