

보리압출생면의 품질개선 및 저장성 향상

목철균

경원대학교 공과대학 식품생물공학과

Quality and Storage Stability Improvement of Extruded Barley Noodle

Chulkyoon Mok

Department of Food and Bioengineering, College of Engineering, Kyungwon University

Abstract

Extruded barley noodle containing relatively high moisture had a limited shelf-life even with a cold distribution system. The increase in salt content, the addition of propylene glycol and the application an active packaging system with oxygen scavenger were applied in order to increase the shelf-life and improve the quality of the extruded barley noodle. The extruded barley noodle showed water activity of 0.9615. No reduction in water activity was achieved by the increase of salt addition to 2.0% and the addition of propylene glycol at 1.1% level. The increase of salt to 4.0% reduced the water activity to 0.9428. The increase in salt content improved the shelf-life, the elasticity, the color and the flavor and taste, but deteriorated the texture of the extruded barley noodle after cooking. The addition of propylene glycol at 1.1% improved the storage stability and the sensory properties of the extruded barley noodle after cooking. The active packaging with the oxygen scavenger in ON/PE package endowed the shelf-life greater than 1 month at 4°C.

Key words: extruded barley noodle, quality, shelf-life, salt, propylene glycol, oxygen scavenger

서 론

보리는 2-8%의 베타글루칸을 함유하고 있으며(이영택, 1996) 베타글루칸은 수용성 식이섬유로서 혈중 콜레스테롤을 저하시키고(Newman *et al.*, 1989a, 1989b) glycemc index를 낮추는 등(Wood *et al.*, 1994) 인체에 대한 생리적 기능성이 큰 성분으로 알려짐에 따라 쌀의 대용 식량으로 사용되어 오다가 1980년대 이후 경제수준의 향상에 따라 식생활에서 기피되어 왔던 보리가 최근 건강식품소재로서 다시 주목받기 시작하고 있다.

우리 나라에서의 국수는 쌀 이외의 잡곡을 재료로 간편하게 제조할 수 있는 식품으로 밥 대신 식사로 애용되어온 식품으로서 제면방법에 따라 선질면, 신면

면, 압출면으로 나뉘고(김재욱, 1996), 제면 후 처리 및 유통형태에 따라 생면, 건면, 증숙면, 냉동면, 즉석면 등으로 구분한다(송재철과 박현정, 1997). 마카로니나 스파게티로 대표되는 압출면은 듀럼밀 제분에 의해 얻어지는 세몰리나를 원료로 저전단 압출성형공정을 통하여 50°C이하의 비교적 저온에서 성형 후 건조하여 제조된다. 우리 나라에서는 중전단 압출성형공정을 통하여 배럴과 스크류의 마찰열 및 압력을 이용하여 60-95°C의 고온에서 가공함으로써 전분의 부분적인 호화를 유도하고 토출구를 통과시켜 면의 성형을 유도하는 방식이 주로 사용된다. 이러한 방식으로 가공된 압출면은 치밀하고 단단한 구조를 형성하여 조리 후에도 특유의 쫄깃쫄깃한 조직감을 부여할 수 있으므로 글루텐을 함유하지 않는 곡류를 원료를 대상으로 면을 가공할 수 있는 방법으로 쫄면 가공에 널리 활용되고 있으며 대부분 생면 형태로 소비되고 있다. 보리는 글루텐을 함유하지 않으므로 일반적인 제면방법으로는 면대형성이 불가능하므로 압출면으로 가공될 수

Corresponding author: Chulkyoon Mok, Department of Food and Bioengineering, College of Engineering, Kyungwon University, San 65 Bokjung-Dong, Sujung-Gu, Sungnam, Kyunggi-Do 461-701, Korea

있는 대표적인 소재이다.

최근 냉장유통 시스템이 보편화되고 건조 등 열을 이용한 조작에 의한 영양성분, 향, 맛, 조직감 등의 변화를 최소화하며 조리시간을 단축할 수 있는 편의성을 제공하고 가공비용을 절감할 수 있는 장점 때문에 생면 형태 제품의 냉장 유통이 점차 확대되고 있다. 그러나 생면은 고수분 함유식품이므로 미생물의 번식에 의한 변질 및 부패가 유통 상 가장 큰 장애로 대두되고 있다. 면등의 곡류제품에 주로 발생하는 미생물은 수분활성도가 낮은 제품에서는 *Rhizopus* 등의 곰팡이가 주종을 이루며 수분활성도가 높은 제품에서는 *Bacillus*가 번식하는 것으로 알려져 있다(Jay, 1992). 棚田과 内田(1974)은 면의 저장성 증진을 위하여 다양한 식품첨가물의 항균력을 조사한 결과 ethanol, glycine, propylene glycol, malic acid 등이 효과적임을 보고하였다.

생면은 저온 유통이 필연적인데 성수기가 하절기이므로 냉장유통을 하더라도 품질수명(유통가능기간)은 매우 짧기 때문에 냉장과 병용한 품질수명 연장 기법의 결합, 즉 hurdle technology의 도입이 요구된다. 보리압출생면의 변질에 관여하는 주요 미생물인 곰팡이는 호기성 미생물이므로 보리압출생면을 탈산소제(산소흡수제)와 함께 산소투과도가 낮은 포장재를 사용하여 포장하는 활성포장기법을 활용하여 저온 유통하면 품질수명을 늘릴 수 있다. 탈산소제는 산화철 분말, 제1탄산철, glucose oxydase, alcohol oxidase 등이 있는데 주로 산화철 분말 형태의 금속환원제가 주로 사용되고 있다(박무현 등, 1997).

본 연구에서는 보리를 원료로 하여 증전단 압출성형 공정에 의해 가공한 압출생면의 저장성을 증진시킬 수 있는 방안을 모색하고자 산소흡수제를 이용한 활성포장기법으로 품질수명을 연장하고자 하였으며, 아울러 식염과 propylene glycol의 저장성 증진효과를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 보리는 쌀보리였으며 250°C에서 5분간 볶은 후 제분하여 50mesh 체로 사별하여 사용하였다. 밀가루는 중력분(대한제분)을, 식염은 정제염(해표, 제일염업)을 사용하였다. 탈산소제는 Ageless(Z-100, Mitsubishi Chemical Co., Japan)를 사용하였다. 포장재는 가로 15 cm, 세로 17 cm의 OPP/PE(25/25 µm) film 및 ON/PE(15/50 µm) film으로 된 플라스틱 백을 사용하였다.

보리압출생면 제조

보리압출생면은 보리가루:밀가루 : 물의 비율을 90 : 45 : 100으로 고정하고 부원료를 Table 1과 같이 달리하여 증전단 압출성형 제면기로 제조하였다. 사용한 제면기는 단축 압출성형기로서 배럴은 길이 220 mm, 안지름 37 mm이었고, 스크류는 길이 200 mm, 지름 35 mm, 뿌리지름 27 mm이었으며, 높이 4 mm, 너비 42 mm, helix angle 20°인 날(flight)이 16 mm 간격으로 설치되었으며, 다이스는 8개의 1×4 mm의 직방형 토출구가 방사형으로 배열된 것을 사용하였다. 가열 및 냉각장치는 부착하지 않고 사용하였으며 원료를 투입하여 제면을 시작한 후 일정 시간이 경과하여 조업이 평형상태에 도달한 다음 시료를 회수하였다. 제면 후 상온에서 냉각한 다음 100 g 단위로 일부는 OPP/PE (25/25 µm) 백에 포장하고 일부는 탈산소제(Ageless)와 함께 ON/PE(15/50 µm) 백에 넣어 열접착하여 포장하였다.

일반성분 및 열량 분석

보리압출생면의 일반성분은 A.O.A.C.방법(Association of Official Analytical Chemists, 1990)의 마카로니 제품 분석방법에 준하여 분석하였으며 열량은 보리국수를 건조시킨 후 제분하여 Adiabatic Bomb Calorimeter (Parr, U.S.A.)로 측정하여 열량을 건조전 시료량 100 g 당 열량으로 환산하였다.

수분활성도, pH 및 색도

보리압출생면의 수분활성도는 manometric method (Troller와 Christian, 1978)로 측정하였으며 Lewicki *et*

Table 1. Ingredients and packaging states of extruded barley noodles

Sample codes	Ingredients (%)					Packaging
	Barley flour	Wheat flour	Salt	Water	Propylene glycol	
0-0	38.1	19.1	0.6	42.2	-	OPP/PE
0-A	38.1	19.1	0.6	42.2	-	ON/PE w/Ageless
1-0	37.6	18.8	2.0	41.6	-	OPP/PE
1-A	37.6	18.8	2.0	41.6	-	ON/PE w/Ageless
2-0	36.8	18.4	4.0	40.8	-	OPP/PE
2-A	36.8	18.4	4.0	40.8	-	ON/PE w/Ageless
3-0	37.7	18.9	0.6	41.7	1.1	OPP/PE
3-A	37.7	18.9	0.6	41.7	1.1	ON/PE w/Ageless

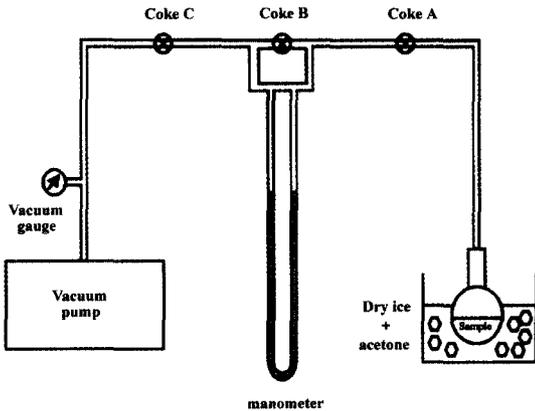


Fig. 1. Water activity measurement apparatus set-up.

al. (1978)의 장치를 약간 변형하여 사용하였다. 즉 Fig. 1과 같은 장치내의 manometer에 oil을 채우고 50 mL 환저 플라스크에 시료 약 5 g을 넣고 장치의 연결부분을 vacuum grease로 밀봉한 후 코크 A를 막고 드라이 아이스와 아세톤의 혼합액에 플라스크를 담가 급속 동결시켰다. 다음 코크 A, B, C를 모두 열고 진공 펌프를 작동시켜 10^{-2} mmHg이하의 진공상태에 도달케 한 후 코크 B와 C를 닫고 드라이 아이스와 아세톤 혼합액 용기를 장치로부터 제거한 후 $25 \pm 0.02^\circ\text{C}$ 로 유지된 수조를 대신 장치하여 약 1시간 방치시켜 플라스크 내부의 온도가 평형상태에 도달한 다음 시료 내부의 물의 25°C 에서의 수증기압을 manometer의 액체 기둥 높이 차이로부터 측정하였으며 이 값을 순수한 물의 25°C 에서의 수증기압으로 나누어 수분활성도를 산출하였다.

보리압출생면의 pH는 시료 10 g에 40 mL의 증류수를 가하여 homogenizer(Yamato LR500B, Japan)를 사용하여 5분간 균질화한 후 pH meter(Accumet 50, Fisher Scientific Co., U.S.A.)로 측정하였다. 색택은 보리국수를 길이 0.5 mm 정도로 잘게 썰어 색차계(Minolta, CR-200, Japan)로 L, a, b값을 측정하였다.

저장시험

제조된 보리압출생면을 4°C 에서 저장하면서 외관변화, 특히 곰팡이 발생 여부를 육안으로 조사하였다.

조리시험

보리압출생면 10 g을 끓는 증류수 40 mL에 가하고 boiling water bath에서 5분간 조리하여 국수의 중량, 부피, 지름, 국물의 탁도 및 조직감을 다음과 같이 측정하였다. 조리 후 중량은 조리한 후 국수를 건져내어

냉수로 1분간 냉각시킨 후 1분간 체에 받쳐 물을 빼고 중량을 측정하였다. 조리 후 면의 부피는 중량을 잰 국수를 일정량의 물을 채운 메스실린더에 가한 후 증가하는 물의 부피를 측정하였다.

조리중의 국물의 탁도는 분광광도계(UV-1201, Shimadzu Co., Japan)를 사용하여 675 nm에서 흡광도로 측정하였다. 조리 후 면의 조직감은 조리한 시료를 지름 53 mm, 높이 20 mm인 원통형 용기에 채우고 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems, England)를 사용하여 지름 20 mm의 실린더형 plunger를 이동속도 2 mm/s로 clearance 0.8 mm까지 진행시키는 texture profile analysis를 행하여 경도, 응집성, 부착성, 탄력성, 저작성을 측정하였다. 조리 후 면의 색택은 유발로 갈아 색차계로 측정하였다.

관능검사

조리한 면 5g에 식염 1%, 멸치 1.64%, 조미료(MSG) 0.07%, 물 97.29%의 조성으로 제조한 육수 30 mL를 가한 후 향미, 색, 조직감에 대한 관능검사를 7점 채점법으로 측정하였다. 관능검사 결과는 Statistical Analysis System(SAS Inc., 1985)를 사용하여 분산분석을 행한 후 유의성을 Duncan의 중범위 검정으로 확인하였다.

결과 및 고찰

보리압출생면의 제품특성

기본 원료배합(Table 1의 sample code 0)에 의해 제조한 보리압출생면의 일반성분 및 열량은 Table 2와 같이 수분함량은 41.2%이었고 당질 50.5%, 조단백 6.4%, 회분 1.0%, 조섬유 0.8%, 조지방 0.8%이었으며 100g당 열량은 249.78 kcal이었다.

원료 배합비를 달리하여 제조한 보리압출생면의 pH, 수분활성도 및 색도는 Table 3과 같이 pH는 5.23-5.37

Table 2. Chemical composition and calorie of extruded barley noodle (sample code 0)

Composition	Content
Moisture	41.2%
Ash	1.0%
Protein	6.4%
Fat	0.1%
Crude fiber	0.8%
Sugars	50.5%
Calorie	249.78 kcal/100 g

Table 3. pH, water activity and color of extruded barley noodles

Sample code	pH	Water activity at 25°C	Color		
			L	a	b
0	5.37	0.9615	30.4	4.6	11.1
1	5.26	0.9615	27.0	6.3	10.4
2	5.23	0.9428	28.5	6.3	11.4
3	5.26	0.9615	30.5	6.4	11.9

범위의 값을 보였다. 수분활성도는 기본 배합비에 의하여 제조한 시료(시료 0)는 0.9615이었으며, 식염함량을 2.0%로 증가시킨 시료 1의 경우도 같은 수분활성도를 보인 반면 식염함량을 증가시키고 수분첨가량을 줄인 시료 2의 경우는 0.9428로 낮아졌다. Propylene glycol을 첨가한 시료 3의 경우 수분활성도 저하효과가 나타나지 않아 대조구와 같은 0.9615를 보였다. 보리압출생면의 색택은 식염첨가에 의해 L값의 감소 및 a값의 증가가 확인되었으며 propylene glycol을 첨가한 시료 3의 경우는 a값이 대조구에 비하여 약간 높아졌다.

저장시험

생면은 저온에서 유통되는 상품이므로 식품 위생학적 측면의 지표를 곰팡이 발생여부로 설정하였다. 제조된 보리압출생면을 4°C에서 저장하면서 저장 기간에 따른 곰팡이 발생을 토대로 산출한 품질수명은 Table 4와 같다.

식염 농도를 각각 2.0%와 4.0%로 높인 시료 1과 2의 경우 유통가능기간이 대조구(시료 0)에 비하여 각각 2일, 14일간 연장됨을 알 수 있었으며, 연장효과는 식염의 농도에 비례하여 식염의 곰팡이 발생억제 효과는 뚜렷하였다. 일반적으로 제면시 권장되는 식염 첨가량은 밀가루의 2~3%이며(김재욱, 1996), 식염은 밀가루 반죽의 점탄성과 안정성을 높이고 미생물의 번식 또는 발효를 억제하며 제품이 변질되는 것을 방지

Table 4. Allowable shelf-life of extruded barley noodles

Sample codes	Allowable shelf-life at 4°C (day)
0-0	4
0-A	>30
1-0	6
1-A	>30
2-0	18
2-A	>30
3-0	6
3-A	>30

하는 것으로 알려져 있다(송재철과 박현정, 1997; 김성근 등, 1996).

한편 propylene glycol을 첨가한 경우 대조구에 비하여 유통가능기간이 2일 정도 연장되어 6일간 유통이 가능한 것으로 나타났다. 棚田과 内田(1974)은 면류의 저장성 향상을 위하여 다양한 첨가물의 항균력을 측정 한 결과 ethanol, glycine, propylene glycol, malic acid가 우수한 항균력을 나타냈다고 보고하였는데, 압출생면의 경우 제조시 마찰열에 의한 온도 상승 때문에 ethanol은 적용할 수 없었고, glycine은 가공 중 Maillard 반응을 촉진시켜 제품의 색택(L값=21.1, a값=3.9, b값=5.7)을 극도로 어둡게 함으로써 상품성이 상실되었으며, malic acid는 맛에 영향을 주기 때문에 적용이 불가능하였다. 보고된 첨가물 중 생면에 적용 가능한 propylene glycol을 사용한 결과 1.1% 첨가 시 유통가능기간을 50% 정도 연장할 수 있었다.

또한 탈산소제를 첨가하여 ON/PE 포장한 것은 모든 처리구에서 유통가능기간이 1개월 이상으로 확인되어 탈산소제의 저장기간 연장 효과는 매우 큰 것으로 나타났으며, 포장내의 산소를 제거함으로써 생면의 품질 저하를 유발하는 곰팡이의 생육을 억제할 수 있었다.

조리 시험

전술한 바와 같이 모든 처리구에서 보리압출생면의 유통가능기간 연장 효과는 인정되었다. 그러나 저장성 이외에 색택, 향미, 조직감등 종합적인 품질 또한 중요한 품질인자이므로 각 처리방법의 품질에 미치는 영향을 보기 위하여 조리시험을 실시하였다. 조리 후 면의 중량 및 부피는 Table 5와 같이 식염 첨가량을 달리한 처리구 간의 중량은 유의차가 없었으며 평균 140%의 물을 흡수하였으나 propylene glycol을 첨가한 경우(시료 3)는 조리 후 중량이 유의적으로 높아졌다. 한편 조리 후 부피는 식염농도를 증가시킨 처리구가 다른 처리구에 비해 작은 값을 보여 조리 시 덜 풀리는 경향을 보였으며, 이는 식염에 의해 밀가루의 점탄

Table 5. Cooked weight and cooked volume of extruded barley noodles

Sample code	Initial weight (g)	Cooked weight (g)	Cooked volume (cm ³)
0	10.0	24.01 a	22.5 b
1	10.0	23.82 a	20.0 a
2	10.0	24.05 a	20.0 a
3	10.0	24.75 b	22.5 b

Values with same letter are not significantly different ($\alpha=0.05$).

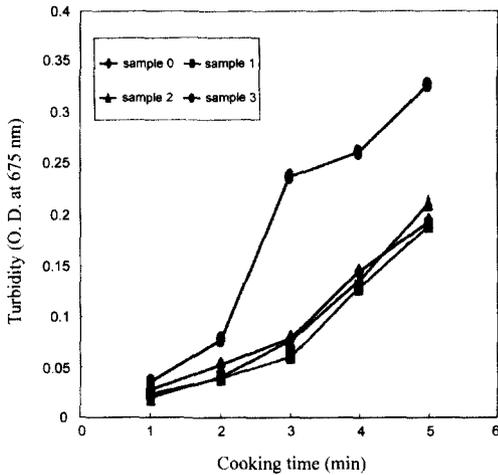


Fig. 2. Change in turbidity of cooking water during cooking of extruded barley noodle.

성이 증가함에 따른 것으로 여겨진다. 식염은 글루텐의 물성을 변화시켜 보다 강인하게 하며 반죽 형성시간과 안정성을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Matz, 1989; 김성곤 등, 1996).

한편 보리압출생면 조리 중 용출되는 고형물의 양을 측정하기 위하여 조리시간에 따른 국물의 탁도 변화를 보면 Fig. 2와 같다. 식염 농도를 높인 시료 1과 2의 경우 대조구(시료 0)에 비해 국물의 탁도가 낮았는데 이 역시 식염에 의해 치밀한 조직을 형성하여 점탄성을 증가시킨다는 사실을 뒷받침 해주고 있다. 그러나 propylene glycol이 첨가된 시료 3의 경우는 상당히 높은 탁도를 보여 첨가된 propylene glycol이 조리 중에 용출됨을 알 수 있었다.

또한 조리한 면의 조직감 측정 결과는 Table 6과 같이 대조구(시료 0)가 가장 큰 경도를 나타내었으며 시료 3, 시료 1, 시료 2의 순서로 경도가 작아졌다. 식염 또는 propylene glycol 첨가에 의하여 압출면의 조리 후 경도가 저하된 것은 조리 중 이들 성분이 용출되기 때문으로 생각되며 이에 관한 체계적인 연구가

필요하다.

부착성은 처리구 간에 유의적인 차이가 없었으며 응집성은 식염과 propylene glycol의 첨가에 의해 증가되었으며, 식염 첨가량에 따른 응집성의 변화는 2.0% 첨가한 경우(시료 1)가 4.0% 첨가한 경우(시료 2)에 비하여 높은 응집성을 나타내었다. 탄력성은 시료 2의 경우 가장 큰 값을 보여 식염에 의한 점탄성의 상승 효과가 확인되었다. 반면에 propylene glycol의 첨가는 조리 후 면의 탄력성을 저하시키는 것으로 나타났다. 저장성은 대조구의 경우가 가장 큰 값을 보여 가장 길 긴 것으로 나타났고 식염 또는 propylene glycol을 첨가한 시료는 동일한 값을 보여 조리 후의 조직감을 부드럽게 하는 효과가 있었다.

한편 조리 후의 보리국수 색택 측정 결과는 Table 7과 같이 조리 후 밝기는 시료 3>시료 1>시료 2>대조구 순서를 보여 식염 및 propylene glycol의 첨가는 면의 색을 밝게 하는 것으로 나타났으며, 적색도 및 황색도를 약간 상승시키는 것으로 나타났다.

관능검사

보리 생면을 전술한 기법으로 처리한 결과는 정도에 따라 차이는 있으나 모든 처리구에서 저장 기간의 연장 효과를 거둘 수 있었다. 그러나 식품은 영양학적, 위생학적, 기호적 품질이 모두 요구되므로 조리 후의 기호도를 관능 검사로 평가한 결과 Table 8에서 보는 바와 같이 색택은 시료 2>시료 3>대조구(시료 0)>시료 1의 순으로 나타났으며 향미는 시료 3>시료 2>시

Table 7. Color of cooked barley noodles

Sample code	L	a	b
0	45.4 a	1.7 a	10.2 a
1	47.1 b	2.5 b	11.7 b
2	46.1 b	2.8 b	12.1 b
3	47.4 b	2.7 b	12.1 b

Values with same letter are not significantly different ($\alpha=0.05$).

Table 6. Texture of cooked barley noodles

Sample code	Hardness (kg)	Adhesiveness ((kg)	Cohesiveness	Elasticity (mm)	Chewiness (J)
0	2.125 c	0.013 a	0.718 a	10.5 b	0.016 b
1	1.177 a	0.010 a	0.809 b	10.5 b	0.010 a
2	1.143 a	0.013 a	0.738 a	11.8 c	0.010 a
3	1.537 b	0.010 a	0.780 b	8.2 a	0.010 a

Values with same letter are not significantly different ($\alpha=0.05$).

Table 8. Sensory scores of cooked barley noodles

Sample code	Color	Flavor and taste	Texture
0	4.83 a	4.81 a	5.29 b
1	4.62 a	4.83 a	4.76 a
2	5.24 b	4.90 b	4.79 a
3	4.90 a	4.95 b	5.33 b

Values with same letter are not significantly different ($\alpha=0.05$).

료 1>대조구 순으로 propylene glycol을 첨가한 경우가 향미 면에서 가장 우수하였으며 식염농도를 높인 경우도 대조구 보다 향미 면에서 우수한 것으로 판명되었다. 또한 조직감에 있어서는 시료 3>대조구>시료 2>시료 1의 순으로 나타나 propylene glycol의 첨가에 의한 조직감의 열화는 없었으며, 식염 첨가량의 증가는 조직감을 저하시키는 것으로 나타났다.

요 약

식염 첨가량 조절, propylene glycol 첨가 및 탈산소제를 이용한 활성포장기법을 사용하여 고수분 함유 식품인 보리압출생면의 유통가능기간을 연장하기 위한 실험을 행하였다. 중전단 압출성형기로 제조한 보리 생면의 수분 활성도는 0.9615이었으며 식염을 4.0% 첨가하였을 때 수분활성도는 0.9428로 낮아졌으나 식염 2.0% 첨가 또는 propylene glycol 1.1% 첨가에 의한 수분활성도의 저하는 기대할 수 없었다. 보리 생면의 식염 첨가량을 높이면 저장성, 탄성, 색택, 향미가 높아 졌으나 조리 후 조직감은 저하되었다. Propylene glycol을 1.1% 수준으로 처리한 결과 저장성이 향상되었으며 색택, 향미, 조직감도 개선되었다. 탈산소제를 첨가하여 ON/PE 포장한 경우 보리 생면은 4°C에서 1개월 이상 유통이 가능하였다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 경원대학교 학술연구비의 지원을 받아 이루어졌으며 지원에 감사드립니다.

문 헌

- 김성곤, 김홍래, 방정범. 1996. 알칼리제가 밀가루의 리올로지와 국수의 성질에 미치는 영향. 한국식품과학회지 **28**(1): 58-65
- 김재욱. 1996. 농산식품가공학. 향문사, 서울, 대한민국. pp92-98
- 박무현, 이동선, 이광호. 1997. 식품포장학. 형설출판사, 서울, 대한민국. pp268-273
- 송재철, 박현정. 1997. 최신 식품가공학. 유림문화사, 서울, 대한민국. pp412-418
- 이영택. 1996. 보리와 귀리의 β -glucan 및 가공에 의한 용해성의 변화. 한국농화학회지 **39**(6): 482-487
- Association of Official Analytical Chemists. 1990. 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, U.S.A. pp796-797
- Jay, J.M. 1992. Spoilage of miscellaneous foods. In: *Modern Food Microbiology*. Chapman & Hall, New York, U.S.A. pp234-248
- Lewicki, P.O., G.C. Busk, P.L. Peterson and T.P. Labuza. 1978. Determination of factors controlling accurate measurement of Aw by the vapor pressure manometric technique. *J. Food Sci.* **43**: 244-246
- Matz, S.A. 1989. Salt. In: *Technology of the Materials of Baking*. Elsevier Science Publishers, Essex, U.K. pp122-141
- Newman, R.K., S.E. Lewis, C.W. Newman, R.J. Boik and R.T. Pamage. 1989. Hypocholesterolemic effect of barley foods on healthy men. *Nutr. Rep. Int.* **39**: 749-760
- Newman, R.K., C.W. Newman and H. Graham. 1989. Hypocholesterolemic function of barley β -glucan. *Cereal Foods World* **34**: 883-886
- Troller, J.A. and J.H.B. Christian. 1978. Methods. In: *Water Activity and Food*. Academic Press Inc. New York, U.S.A. pp13-47
- SAS Institute, Inc. 1985 *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, U.S.A.
- Wood, P.J., J.T. Braaten, F.W. Scott, K.D. Riedel, M.S. Wolynetz and M.W. Collins. 1994. Effect of dose and modification of viscous properties of oat gum on blood glucose and insulin following an oral glucose load. *Brit. J. Nutr.* **72**: 731-743
- 棚田益夫, 内田晴彦. 1974. めん類に関する研究. 第7報. めん類に対する添加物の抗菌力について. 日本食品工業學會誌 **21**(7): 345-350