

발아보리를 이용한 고추장 당화물의 품질특성

차미나 · 윤 영 · 장선아 · 송근섭¹ · 김영수*
전북대학교 식품공학과, ¹전북대학교 바이오식품공학과

Quality Characteristic of Saccharified Materials Manufactured from Germinated Barley

Mi-Na Cha, Young Yoon, Seon-A Jang, Geun-Seoup Song¹, and Young-Soo Kim*

Department of Food Science & Technology, Chonbuk National University

¹Department of Food Science & Biotechnology, Chonbuk National University

Abstract Germination conditions were evaluated to obtain barley containing a high content of gamma-aminobutyric acid (GABA), and quality characteristics of saccharified materials manufactured using germinated barley were investigated. Water absorption content of barley increased but pH of the steeping solution decreased with increasing steeping time at all steeping temperatures. The changes in water absorption content and pH were highest at a steeping temperature of 25°C. The highest GABA content was obtained at a steeping condition of 25°C for 20 h. The highest GABA content was obtained for a germination condition of 5°C for 36 h after steeping, resulting in an increase of 7.4 times more GABA contents than that in raw material. The pH of saccharified materials decreased but titratable acidity, amino type nitrogen content, and ammonia type nitrogen content increased during the saccharification period. GABA content of saccharified materials increased with increasing saccharification period, resulting in the highest GABA content from saccharified materials containing germinated barley.

Keywords: GABA, germinated barley, saccharified materials, steeping

서 론

보리는 세계 4대 작물 중 하나로 예로부터 주식으로 활용(혼반용 또는 보리밥)되어 왔을 뿐만 아니라 다양한 가공제품(보리차, 엿기름, 보리된장 및 미숫가루 등)으로 이용되어 온 작물이다(1). 또한 보리의 총 식이섬유(19.86%) 및 β-glucan(4.45%)은 다른 맥류(귀리, 밀, 호밀)보다 높고 전분함량(55.73%)은 낮아 최근 들어 기능성 식품소재로 관심이 높아지고 있다(2). 보리는 맥아로 제조되어 이용되기도 하는데, 이 때 세포벽을 분해하는 다양한 효소가 합성되고 비타민을 비롯하여 식이섬유, γ-aminobutyric acid(GABA) 등의 생리 기능성 물질의 함량이 증가된다(3,4). 일반적으로 보리는 현미보다 Ca 함량이 높아서 glutamate decarboxylase(GAD) 활성이 높은 곡물로 알려져 있으며, 발아에 의해 GABA 함량이 상당히 증가한다(5).

최근에 GABA가 혈압상승, 혈중 콜레스테롤 및 중성지방 증가 억제, 뇌의 혈류개선, 항비만, 항불안, 통증 완화, 알코올 대사 증진효과 및 항암효과 등의 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 보고되고 있으며(6-11), 식물과 곡물 등에서 GABA는 외부적인 요

인(수분, 온도, 칼슘제제, 키토산 제제, glutamate, 기계적 자극, 산소결핍 등)에 의하여 생성에 영향을 받는 것으로 보고되고 있다(12-16).

한편 고추장은 우리나라 고유의 발효식품으로써 간장, 된장 및 청국장과 함께 옛날부터 각 가정의 식탁에서 중요한 위치를 차지하여 온 기호식품이다(17). 제래식 고추장은 일반적으로 메주, 고춧가루, 찹쌀 및 식염 등을 혼합하여 자연 상태에서 오랜 기간 숙성시켜 제조하지만, 공장식 고추장은 메주대신 밀가루로 제조한 koji를 사용하고, 짧은 기간에 당화물을 제조한 후 여기에 고춧가루와 물엿 등을 후첨하여 제조 공정을 단축시킴으로써 생산비를 절감시키고 품질을 향상시켜 판매하고 있다(18,19). 고추장에 관한 연구로는 주로 고추장의 저장성을 향상시키고 전분질원의 종류(보리, 찹쌀, 잡곡류)와 배합을 달리하여 품질을 개선하기 위한 연구가 진행되어 왔고(20-26), 최근에는 기능성 소재(석류분말, 산사추출분말, 은행잎추출분말, 홍국분말, 마늘유, 키토산, 송이버섯 및 동아분말 등)를 첨가하여 생리 기능성이 보다 강화된 고추장 제조에 관한 연구가 진행되고 있다(17).

따라서 본 연구에서는 기능성 물질인 GABA 함량이 높은 발아보리 제조조건(수침 및 발아)을 선정하고, 고추장 당화물 제조에 주로 사용되어온 찹쌀 및 보리 대신 발아보리를 전분질원으로 사용함으로써 기능성 고추장의 제조 가능성을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 쌀보리는 부안 등롱 RPC에서 제공하였고,

*Corresponding author: Young-Soo Kim, Department of Food Science & Technology, Chonbuk National University, Jeonju, Jeonbuk 561-756, Korea

Tel: 82-63-270-2569

Fax: 82-63-270-2572

E-mail: ykim@jbnu.ac.kr

Received January 28, 2011; revised March 22, 2011;

accepted March 23, 2011

Table 1. Mixing ratio of saccharified materials for *kochujang*

	Mixing ratio (%)
Wheat powder	25.92
Starch sources (Glutinous rice, barley, germination barley)	25.41
Wheat	5.98
Salt	11.52
A. oryzae	0.07
Water	31.10

sieve(aperture 3.35 mm)로 체질하여 얻은 균일한 보리를 사용하였다. 소맥분과 정제염은 롯데마트에서 구입하여 사용하였고, 밀쌀 및 중국은 토박이(주)(Sunchang, Korea)에서 제공하여 사용하였다. 당화물은 토박이(주)의 공장식 고추장 제조조건에 따라 27°C에서 15일간 당화하였으며, 배합비는 Table 1과 같다.

수침 및 발아 조건

수침은 증류수 400 mL을 포함하는 beaker에 보리 64 g을 넣어 각각 다른 온도(5, 15, 25°C)에서 24시간 수침하였다. 발아는 sieve(20 cm×20 cm)에 moist cotton을 깔고 수침한 보리를 얇게 깔아 각각 다른 온도(5, 15, 25°C)에서 72시간 발아시켰다. 수침 및 발아시킨 보리는 열풍건조(60°C, 24 h)하고 roll mill(Single type stainless roller, Shinpoong Eng. Ltd., Gwangju, Gyeonggi, Korea)로 5회 제분하였다.

수침조건에 따른 특성 변화 분석

수분흡수량은 conical tube에 보리 4 g과 증류수 25 mL을 넣고 수침하며 4시간마다 꺼내어 filter paper(Whatman No. 2)위에 놓고 표면수를 제거하고 무게를 측정하였다. 수침 후 무게증가량을 이용하여 수분흡수율을 산출하였고, 수침용액의 pH는 pH meter(Orion Model 420A+, Thermo Orion, USA)로 측정하였다. 또한 Becker의 확산방정식(27)($M-M_0=k_0 \times t^{1/2}$)을 이용하여 수분흡수속도상수(k_0)를 계산하였다. 여기서 M은 수침 후 수분의 증가량(g H₂O/g dry matter), M₀은 초기 수분함량(g H₂O/g dry matter), t는 수침시간(min)이다.

GABA 함량 측정

GABA 함량은 Zhang 등의 방법(28)을 이용하여 비색법으로 측정하였다. 즉, Eppendorf tube에 시료 0.1 g을 취한 후 methanol 400 µL를 가하고 항온수조(75°C)에서 완전히 건조시켰다. 여기에 70 mM LaCl₃ 1 mL을 가하여 교반(10 min)한 후 원심분리(15,000×g, 15 min)하여 상등액 700 µL를 0.1 M KOH 160 µL를 미리 넣어둔 eppendorf tube에 취한 후, 교반(5 min)하고 원심분리(15,000×g, 10 min)하였다. 상등액 550 µL를 새로운 Eppendorf tube에 취하여 0.5 M K₄P₂O₇ 200 µL, 4 mM NADP 150 µL, GABase(2 unit/1 mL) 50 µL를 각각 혼합한 후 UV spectrophotometer(UV-1650PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 340 nm에서 흡광도를 측정하고 20 mM α-KG(Ketoglutaric acid sodium salt) 50 µL를 첨가하여 실온에서 1시간 방치한 후 340 nm에서 흡광도를 측정하여 GABA함량을 구하였다. 이때 표준물질로는 GABA(γ-aminobutyric acid, 99%, SIGMA)를 사용하여 표준곡선을 구하였다.

pH 및 산도 측정

pH는 시료 5 g을 증류수 45 mL로 희석하여 실온에서 진탕시킨

후 pH meter를 이용하여 측정하였고, 0.1 N NaOH로 pH 8.3까지 적정하여 산도를 구하였다.

아미노태 질소 및 암모니아태 질소 측정

아미노태 질소는 Formol법으로 측정하였다. 시료 2 g을 삼각 flask에 취하여 증류수 100 mL을 첨가하고 1시간 교반한 다음 0.1 N NaOH용액으로 적정하여 pH 8.4로 한다. 여기에 중성 formalin 20 mL을 가하고 다시 0.1 N NaOH용액으로 pH 8.4가 될 때까지 적정 하였다.

암모니아태 질소는 아미노태 질소 측정과 동일한 시료액 0.1 mL을 취해 phenol-hypochloride 반응에 의하여 A용액(증류수 1,000 mL에 phenol 10 g과 sodium nitroprusside dihydrate 0.05 g 이 혼합된 용액)과 B용액(증류수 1,000 mL에 Na₂HPO₄·12H₂O 9 g, NaOH 6 g, 그리고 NaOCl 10 mL이 혼합된 용액)을 각각 2 mL씩 넣어 반응시켰다(37°C, 20 min). 630 nm에서 반응액의 흡광도를 측정하고, 표준곡선은 (NH₄)₂SO₄를 사용하여 작성하였다.

결과 및 고찰

수침 조건에 따른 보리의 흡습특성 및 GABA 함량 변화

수침 조건에 따른 보리의 수분흡수율은 Fig. 1A와 같다. 보리의 수분흡수율은 모든 수침 온도 조건에서 수침 시간이 경과할수록 증가하였고, 수침온도가 높을수록 수분흡수율도 35.02%(5°C), 46.69%(15°C) 및 59.85(25°C)로 높아졌다. 이와 같은 결과는 보리에서 수침 24시간 까지 수분흡수율이 증가하였고 수침 온도가 높을수록 수분흡수율(5°C 38%, 15°C 43%, 35°C 51%)이 높게 나타난 Chung 등(14)의 결과와 일치하였다. 수침 온도별로 산출한 보리의 수분흡수속도상수(K_0)는 5°C에서 0.0079 min^{-1/2}, 15°C에서 0.0104 min^{-1/2}, 25°C에서 0.0124 min^{-1/2}로 온도의존성이 높은 것으로 나타났다(Table 2).

보리 수침 조건에 따른 수침 용액의 pH 변화는 Fig. 1B와 같다. 모든 수침 온도 조건에서 수침 시간이 경과함에 따라 수침용액의 pH는 감소하였고, 수침온도가 높을수록 수침용액의 pH가 낮아 24시간 경과 후 5°C에서 6.35, 15°C에서 5.89, 25°C에서 5.56으로 감소하였다. Choi 등(12)의 GABA 생성에 필요한 효소(GAD)의 최적 pH는 5-6이라는 보고와 Saikusa 등(29)의 쌀의 GABA 생성을 위한 최적 수침조건을 pH 5.5라는 보고를 고려할 때, 이와 같은 수침 중의 pH 감소는 GABA 생성에 영향을 준 것으로 판단되었다.

보리의 수침온도(5-25°C) 및 수침시간(0-24 h)에 따른 GABA 함량 변화는 Fig. 2와 같다. 수침 온도 25°C의 경우 2.12 mg/100 g에서 수침 시간이 경과함에 따라 계속 증가하여 20시간 후 GABA 함량이 11.90 mg/100 g으로 가장 크게 증가하였으며, 5°C와 15°C 수침 시에는 큰 변화가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과로 Choi 등(12)은 수침온도(10-50°C)와 수침시간(1-8시간)별로 처리한 현미의 GABA 함량이 수침 온도 40°C에서 침치 8시간 후 3.38 mg/100 g으로 가장 크게 증가하였으며, 수침 온도에 의해 GAD의 활성이 크게 영향을 받았다는 보고와는 온도에서 차이가 보였으나, Jeon 등(13)의 발아현미 제조 시 수침온도(25-35°C)와 시간(0-48 h)에 따라 발아처리 하였을 때 25°C에서 24시간 처리한 현미가 2209.4 nmol/g으로 가장 높은 GABA함량을 보였고, 40°C 이상에서는 GABA 함량의 증가를 확인할 수 있었으나 부패취가 심하여 식품으로 이용하기 힘든 상태라고 한 보고와는 유사한 경향을 나타내었다.

이상의 결과를 종합할 때 수침 온도 조건에 따라 수침 용액의

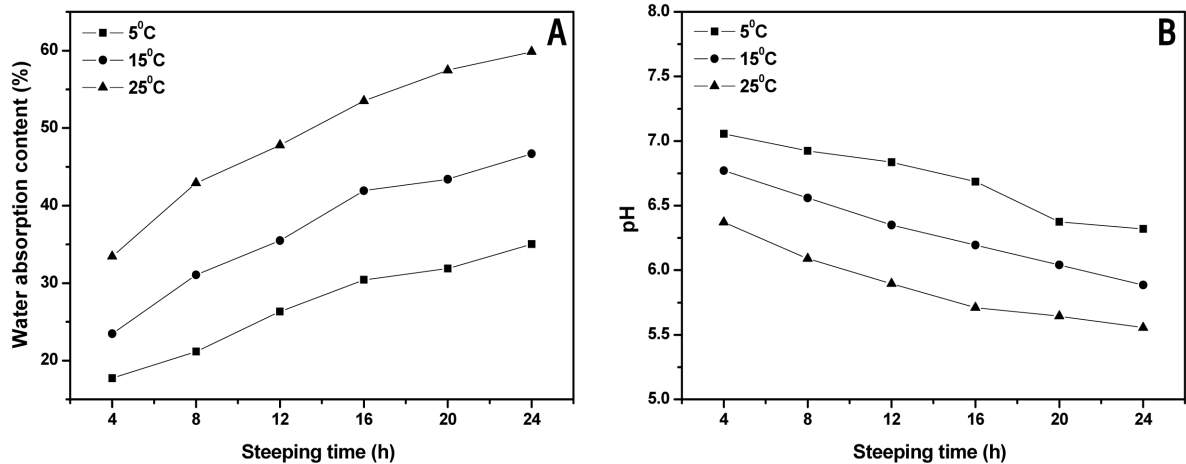


Fig. 1. Water absorption content and pH of steeping solution during steeping at different temperatures and times (A: water absorption content, B: pH of steeping solution).

Table 2. Water absorption rate constant of barley steeped in water

Temperatures (°C)	K_0 (min ^{-1/2})
5	0.0079±0.0005 ^{1)c²}
15	0.0104±0.0006b
25	0.0124±0.0006a

¹⁾Values are mean±SD (n=3)

²⁾Values with different superscript within the same columns are significantly different at 5% level by Duncan's multiple test ($p < 0.05$)

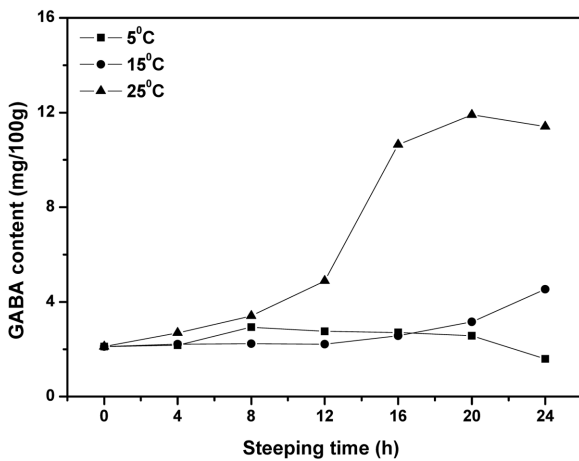


Fig. 2. Changes in GABA contents of barley at different steeping temperatures and times.

pH가 달라짐으로서, GAD의 활성화에 영향을 주어 GABA 생성이 다르게 나타남을 알 수 있었고, GABA 함량이 가장 많은 25°C, 20시간을 최적 수침조건으로 선정하였다.

발아 조건에 따른 GABA 함량 변화

발아 보리를 제조 시 온도조건에 따른 GABA 함량 변화는 Fig. 3과 같다. 발아 온도 15°C, 25°C에서는 24시간까지 큰 변화가 없이 유지 되다가 그 이후부터 현저하게 감소되었으나, 5°C에서는 36시간까지 15.06 mg/100 g로 약간 증가되다가 이후 11.15 mg/100

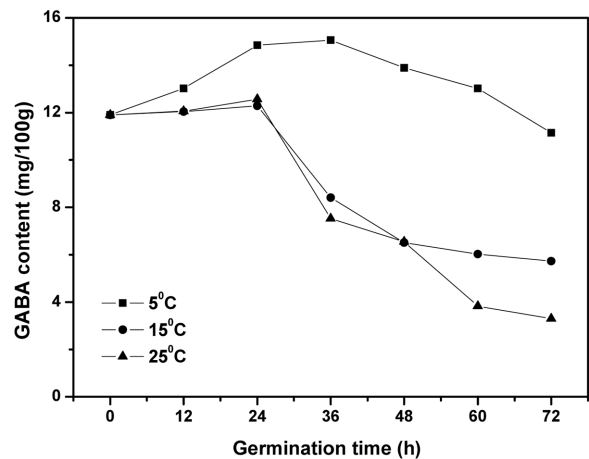


Fig. 3. Changes in GABA contents of barley at different germination temperatures and times.

g로 감소됨으로써 발아 온도 조건에 따라 큰 차이를 보였다. 발아한 곡물의 종류와 전처리(도정 등)가 다르기 때문에 직접적으로 비교하기는 어렵지만, 발아 현미의 발아 온도(25-35°C)와 시간에 따른 GABA 함량은 48시간까지 비례적으로 증가하고 온도가 높을수록 높게 나타난 Jeon 등(13)의 연구와 차이가 있었고, 발아온도(20-35°C)에 따른 현미의 GABA 함량이 25°C에서 424.7 nmole/g로 가장 높게 나타났고 발아 시간(0-96 h)이 증가 할수록 GABA 함량이 증가한다고 보고한 Jung 등(30)의 연구와도 차이가 있었다.

따라서 보리의 발아조건은 GABA 함량이 가장 많은 5°C, 36 시간 발아하는 것으로 선정하였으며, 선정된 발아보리 제조조건(수침 및 발아)으로 제조 시 원맥(2.12 mg/100 g)보다 발아보리의 GABA 함량이 15.06 mg/100 g로 약 7.4배 높은 것으로 나타났다.

전분질원에 따른 고추장 당화물의 품질 특성

전분질원에 따른 고추장 당화물의 pH와 산도의 변화는 Fig. 4와 같다. 당화물의 pH는 당화 시간에 따라 감소하였다. 찹쌀, 보리, 발아보리 첨가구에 따라 0일에 pH 5.76, 5.66, 5.57에서 당화 15일에 pH 5.32, 5.55, 5.44까지 감소하였다. 산도는 pH가 감소함

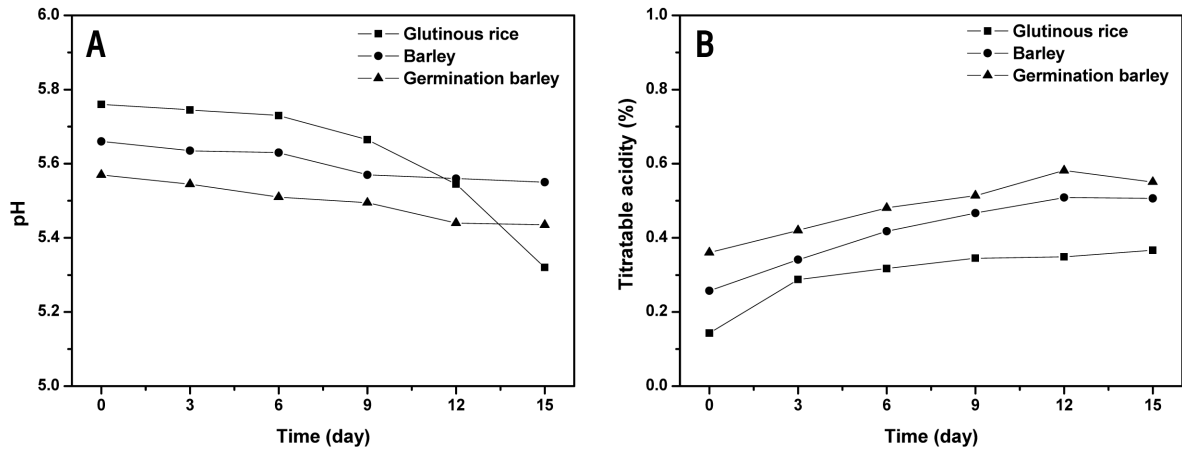


Fig. 4. Changes in pH and titratable acidity of saccharified materials on various starch sources (A: pH, B: titratable acidity).

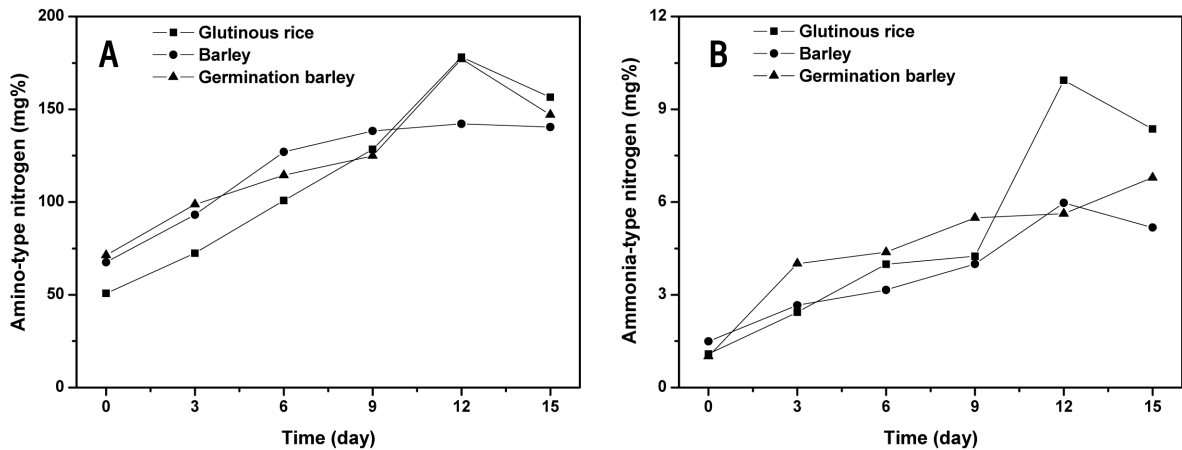


Fig. 5. Changes in amino-type nitrogen content and ammonia-type nitrogen content of saccharified materials on various starch sources (A: amino-type nitrogen content, B: ammonia-type nitrogen content).

에 따라 유의적으로 증가하였다. 찹쌀, 보리, 발아보리 첨가구에 따라 당화 0일에 0.14%, 0.26%, 0.36%에서 당화 15일에 0.37%, 0.51%, 0.55%로 증가하였다. 이와 같은 결과는 고추장 숙성기간에 따라 pH 5.87-5.67로 pH가 저하되었다고 한 Lim 등(17)의 연구와 유사하였으며, 고추장의 숙성 중 pH 감소와 산도의 증가는 주로 산 생성균의 생육으로 여러 종류의 유기산이 생성되기 때문이다(18,21).

전분질원에 따른 고추장 당화물의 아미노태 질소와 암모니아태 질소 함량 변화는 Fig. 5와 같다. 고추장 당화물의 아미노태 질소 함량은 초기에는 찹쌀, 보리, 발아보리 첨가구에 따라 각각 50.75, 67.55, 71.40 mg%로 발아보리를 이용한 고추장 당화물이 가장 높게 나타났다. 보리보다 발아보리 첨가구의 아미노태 질소 함량이 높은 것은 발아보리 제조(수침 및 발아)시 세포벽 구성 물질을 분해하는 다양한 효소의 활성이 증가되는데, protease 활성의 증가로 단백질 분해가 촉진되어 아미노태 질소 함량이 높게 나타난 것이라고 생각된다. 찹쌀 첨가구에서 당화 12일에 178.15 mg%로 가장 높았으며 당화 15일에는 156.45 mg%로 감소하였는데 이러한 경향은 보리와 발아보리 첨가구에서도 유사하게 나타났다. Kim과 Hwang(26)은 전분질원(찹쌀, 율무, 보리, 기장 및 조)의 종류에 관계없이 고추장 숙성 중 아미노태 질소가 330.9-370.8 mg%로 증가하는 경향을 보였다고 하여 본 연구결과와 유사하였으나 함량에서는 많은 차이를 나타냈다. 이는 본 연

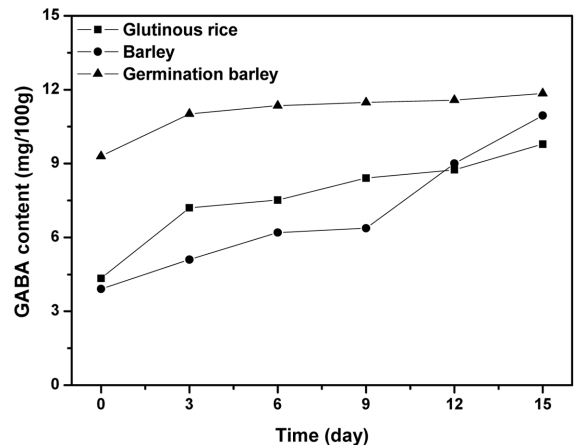


Fig. 6. Changes in GABA contents of saccharified materials on various starch sources.

구에서 제조한 고추장 당화물의 경우 메주가루가 첨가되지 않은 당화물 이므로 단백질 함량이 낮아 기존의 고추장에 비해 낮은 아미노태 질소 함량을 보인 것으로 여겨진다. 암모니아태 질소 함량은 당화 초기 1.01-1.49 mg%에서 12일 이후 5.97-9.94 mg%까지 증가하였다. 암모니아태 질소는 식품 내에 과량으로 축적되

면 부패취로 작용(31)하는데 본 실험에서 암모니아태 질소 함량은 전통고추장(32 mg%)(32)에 비하여 낮게 나타났으며, 이것 역시 메추가루가 첨가되지 않은 영향인 것으로 생각된다.

전분질원에 따른 고추장 당화물의 GABA 함량 변화는 Fig. 6과 같다. 당화 초기 발아보리(9.30 mg/100 g), 찹쌀(4.34 mg/100 g) 및 보리(3.91 mg/100 g) 첨가구 순의 GABA 함량을 보였다. 당화 15일에 찹쌀 첨가물의 경우 9.79 mg/100 g, 보리 첨가구의 경우 10.95 mg/100 g까지 증가하였으나 발아보리 첨가구는 11.85 mg/100 g으로 가장 높은 GABA 함량을 나타내었다.

따라서 GABA 함량이 높은 발아보리를 첨가한 당화물을 이용하여 고추장을 제조하면 기존 찹쌀 및 보리고추장보다 생리활성이 우수한 기능성 고추장을 제조할 수 있을 것이라고 판단된다.

요 약

본 연구는 GABA 함량이 높은 발아보리 제조조건을 선정하고, 발아보리를 이용한 고추장 당화물의 품질특성을 분석하였다. 수침온도(5, 15 및 25°C)에 관계없이 수침시간이 경과함에 따라 보리의 수분흡수율은 증가하고 수침용액의 pH는 감소하였으며, 25에서 수분흡수율(33.46-59.86%)과 pH의 변화(6.37-5.56)가 가장 크게 나타났다. 보리의 GABA 함량은 25°C, 20시간 수침 시켰을 때 11.90 mg/100 g으로 가장 높았다. 수침 후 발아조건(5, 15 및 25°C, 0-72 h)별 보리의 GABA 함량에 있어서는 5°C에서 36시간 발아시켰을 때 15.06 mg/100 g으로 가장 높아 원백보다 GABA 함량이 약 7.4배 증가하였다. 전분질원으로서 찹쌀, 보리 또는 발아보리 첨가에 관계없이 모든 고추장 당화물의 pH는 당화기간 동안 감소하였고, 산도, 아미노태 질소 함량 및 암모니아태 질소 함량은 증가하였다. 고추장 당화물의 GABA 함량도 전분질원 종류에 관계없이 당화기간이 경과함에 따라 증가되었고, 발아보리 첨가 당화물의 GABA 함량이 11.89 mg/100 g으로 가장 높았다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지역연구산업진흥사업(순창장류RIS사업)의 연구비 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Son YK, Son JR, Kim SL, Song J, Baek SB, Kim JK, Nam JH. Effect of storage method on seed chemical and germination traits in barley. *Korean J. Crop Sci.* 47: 201-205 (2002)
2. Lee YT. Dietary fiber composition and viscosity of extracts from domestic barley, wheat, oat, and rye. *Korean J. Food Nutr.* 14: 233-238 (2001)
3. Lee YT. Effects of malt modification on β -glucan solubility and beer viscosity. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 360-363 (2008)
4. Bamforth CW, Barclay AHP. Malting technology and the uses of malt. pp. 297-354. In: *Barley: Chemistry and Technology*. Macgregor AW, Bhatti RS (eds). American Association of Cereal Chemistry, Inc., St. Paul, MN, USA (1993)
5. Oh SH, Moon YJ and Oh CH. γ -Aminobutyric acid (GABA) content of selected uncooked foods. *Nutraceuticals Food* 8: 75-78 (2003)
6. Mayer RR, Cherry JH, Rhodes D. Effects of heat shock on amino acid metabolism of cowpea cells. *Plant Physiol.* 94: 796-810 (1990)
7. Narayan YS, Nair PM. Metabolism enzymology and possible roles of α -aminobutyrate in higher plants. *Phytochemistry* 29: 367-375 (1990)
8. Omori MT, Tano J, Okamoto T, Tsushida T, Higuchi MM. Effect

- of anaerobically treated tea (Gabaron tea) on blood pressure of spontaneously hypertensive rats. *Nippon Nogeik. Kaishi* 61: 1449-1451 (1987)
9. Oh CH, Oh SH. Effect of germinated brown rice extracts with enhanced level of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis. *J. Med. Food* 7: 19-23 (2004)
10. Oh SH. Effects and applications of germinated brown rice with enhanced level of GABA. *Food Sci. Indus.* 40: 41-46 (2007)
11. Kim LH, Jang IS, Song JM. A clinical trial about anti-anxiety and anti-stress effect of a modified formula consisted with several herbs. *Korean J. Ori. Med. Physiol. Pathol.* 17: 1533-1537 (2003)
12. Choi HD, Park YK, Kim YS, Chung CH, Park YD. Effect of pretreatment conditions on γ -aminobutyric acid content of brown rice and germinated brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 761-764 (2004)
13. Jeon GU, Lee MY, Yoon JM, Jang SH, Jung MR, Jeong HS, Lee JS. Effects of heat treatment and selected medicinal plant extracts on GABA content after germination. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 154-158 (2010)
14. Chung HJ, Jang SH, Cho HY, Lim ST. Effect of steeping and anaerobic treatment on GABA content in germinated waxy hull-less barley. *LWT-Food Sci. Technol.* 42: 1712-1716 (2009)
15. Li H, Cho JY, Gao TC, Choi CR, Lee KD, Cho JE, Cho GS, Ham KS. Increment of physiologically active compounds in germinated brown rice treated with chitosan and its effect on obesity of rat fed a high fat diet. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 985-991 (2008)
16. Yun SJ, Yoo NH. Changes of free amino acid and free sugar contents on barley seedlings in response to anaerobic or cold treatment. *Korean J. Crop Sci.* 41: 139-144 (1996)
17. Lim SI, Choi SY, Cho GH. Effects of functional ingredients addition on quality characteristics of *gochujang*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 779-784 (2006)
18. Shin DH, Kim DH, Choi U, Lim MS, An EY. Changes in microflora and enzymes activities of traditional *gochujang* prepared with various raw materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 901-906 (1997)
19. Kwon DJ, Jung JW, Kim JH, Park JH, Yoo JY, Koo YJ, Chung KS. Studies on establishment of optimal aging time of Korean traditional *gochujang*. *Agric. Chem. Biotechnol.* 39: 127-133 (1996)
20. Ham SS, Kim SH, Yoo SJ, Oh HT, Choi HJ, Chung MJ. Quality characteristics of *gochujang* added deep sea water salt and sea tangle. *Korean J. Food Preserv.* 15: 214-218 (2008)
21. Lee EY, Park GS. Quality characteristics of *gochujang* with addition of apple juices. *Korean J. Food Cookery Sci.* 25: 747-757 (2009)
22. Park WP, Cho SH, Lee SC, Kim SY. Changes of characteristics in *gochujang* fermented with *maesil* powder or concentrate. *Korean J. Food Preserv.* 14: 378-384 (2007)
23. Seo JE, Han HK, Chung MS, Kim GH. Sensory characteristics of traditional *gochujang* containing essential oils. *Korean J. Food Cookery Sci.* 26: 180-187 (2010)
24. Moon TW, Kim ZU. Some chemical physical characteristics and acceptability of *gochujang* from various starch sources. *Korean J. Agric. Chem. Soc.* 31: 387-393 (1988)
25. Park WP. Quality changes of *gochujang* with different mixing ratio of raw starch materials during aging. *Korean J. Soc. Food Nutr.* 22: 433-436 (1993)
26. Kim YS, Hwang SJ. Quality characteristics of traditional *gochujang* added with concentrations of Korean various grain. *Korean J. Food Cookery Sci.* 21: 677-684 (2005)
27. Becker HA. On the absorption of liquid water by the wheat kernel. *Cereal Chem.* 37: 309-311 (1960)
28. Zhang G, Brown AW. The rapid determination of γ -aminobutyric acid. *Phytochemistry* 44: 1007-1009 (1997)
29. Saikusa T, Horino T, Mori Y. Distribution of free amino acids in the rice kernel and kernel fractions and the effect of water soaking on the distribution. *J. Agr. Food Chem.* 42: 1122-1125 (1994)
30. Jung GH, Park NY, Jang SM, Lee JB, Jeong YJ. Effects of germination in brown rice by addition chitosan/glutamic acid. *Korean J. Food Preserv.* 11: 538-543 (2004)

31. Park SJ, Kim DH. Effect of combined use of various anti-microbial materials on brewing of low salted *gochujang*. Korean J. Soc. Appl. Biol. Chem. 50: 287-294 (2007)
32. Cho HO, Kim JG, Lee HJ, Kang JH, Lee TS. Brewing method and composition of traditional *gochujang* (red pepper paste) in Jeollabukdo area. Korean J. Agric. Chem. Soc. 24: 21-28 (1981)