Check for updates

Korean Journal of Human Ecology
2023. Vol. 32, No. 6, 783-796

http://dx.doi.org/10.5934/kjhe.2023.32.6.783
ISSN 1226-0851(Print)/ISSN 2234-3768(Online)

효소 및 초음파로 전처리한 가바쌀을 첨가한 국수의 품질특성

Quality Characteristics of Raw Noodles with GABA Rice (*Oryza sativa* L.) Powder by Enzyme and Ultrasound Treatment

이주영[1] • 유현희[2],*
전북바이오융합산업진흥원 연구원[1] • 군산대학교 식품영양학전공 교수[2],*

Lee, Juyoung[1] • Yu, Hyeonhee[2],*
Jeonbuk Institute for Food-Bioindustry[1] •
Major in Department of Food and Nutrition, Kunsan National University[2]

Abstract

In this study, we assessed the quality characteristics and antioxidant activity of raw and cooked noodles containing various concentrations(0%, 5%, 10%, 15% and 20%) of GABA(γ-aminobutyric acid) rice powder treated with Viscoflow MG and Protamex enzymes, and ultrasound treatment(GP). The moisture, crude ash, crude lipid, crude protein and pH, in raw noodles significantly increased as the amount of added GP increased. After cooking 50g of raw noodles, the weight, water absorption rate, and volume increased significantly as GP was added. Color L value and yellowness in raw and cooked noodles decreased significantly as the amount of added GP increased. The redness increased significantly in raw and cooked noodles as the amount of added GP increased. The texture and, adhesiveness showed no significant difference in raw noodles after adding GP, while hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, and chewiness decreased significantly after adding GP, in both raw and cooked noodles. The total polyphenol content and DPPH radical scavenging activities increased significantly as the amount of added GP increased. Finally, sensory evaluation of cooked noodles containing GP revealed that taste, color, flavor, appearance, texture and overall acceptance scores for the 10% addition group ranked significantly higher than those of the other groups. Taking the quality assessment and the sensory evaluation together, it is considered that the general tastes of GP noodles can be improved when the amount of added GP is 10%.

Keywords: Raw noodles, Quality characteristics, GABA(*Oryza sativa* L) rice powder, Enzyme, Ultrasound

Ⅰ. 서론

가바쌀(*Oryza sativa* L.)은 아미노산의 일종인 감마아미노부티르산(ɣ-amionobutyric acid, GABA)의 함량이 높은 것이 특징으로 GABA 함량이 가바쌀은 100 g당 6.65 mg으로 흑미의 1.52 mg, 현미의 0.84 mg에 비하여 월등히 높다(황은선 외, 2020). GABA는 항산화 및 AChE저해활성 효과(강수완, 2021; 김경희, 2019), 면역기능 상승(소주련, 2007), 통증 완화(전영훈 외, 2006), 혈압상승 억제(김영식, 1993), 항우울증(Mody et al., 1994), 항경련(허근

본 연구는 군산대학교 석사학위 논문과 2022년 한국생활과학회 하계 학술대회에서 포스터 발표한 것을 확장한 것임. 관능검사는 군산대학교 생명윤리위원회의 승인하에서 진행하였음(승인번호:1040117-202107-HR-017-01).

* Corresponding author: Yu, Hyeonhee
Tel: +82-63-469-4636, Fax: +82-63-469-7426
E-mail: youhh@kunsan.ac.kr

ⓒ 2023, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

외, 1995) 등 여러 생리작용이 있어 건강기능성 식품 소재 뿐만 아니라 의약품의 원료로도 사용되고 있다. 가바쌀 외에도 배아미, 녹차 및 뽕잎 등에 GABA 다소 함유되어 있으나 천연 식품에 들어 있는 GABA의 함량은 약리작용을 발휘하기에는 함량이 낮아 지난 수 년 동안 GABA의 대량생산에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 그러나, 합성 GABA의 경우 식욕 부진, 변비, 설사 등의 부작용이 있어 인위적으로 함량을 높이는 연구 대신 기존 식품의 GABA 함량을 증진시키는 연구가 진행되었다(맹소연 외, 2013). 천연 식품 중 GABA 함량을 증진시키는 전처리 방법으로 발아(안미경 외 2010; 오석홍, 최원규, 2000; 차미나 외, 2012; 한상익 외, 2014), 유산균 발효(황정은 외, 2018a), 발아와 유산균*(Lactobacillus brevis*) 공동 처리(황정은 외, 2018b), 차의 제다 방법 이용(강수완, 2021; 김경희, 2019), 질소가스 주입법(윤영수, 2012) 등이 보고되었다. 그러나 효소 및 초음파 전처리에 의해 GABA 함량이 증가한 연구는 이주영 외(2023) 외에는 매우 미비하다.

효소 처리 방법을 곡류 식품에 적용하여 기능성과 이용도를 증가시킬 수 있는데, 그 예로서 단백질 분해효소를 이용하여 천연 향미 소재를 개발(이혜영 외, 2011)하거나, 효소 첨가에 의해 맥주 품질 및 수율이 개선되었고(권영안 외, 2012), 메밀 알레르겐에 대해 7종의 상업용 프로테아제로 가수분해한 결과 알레르기성이 저하되었으며(Sung et al., 2014), 생쌀에 효소를 이용하여 제조한 막걸리의 발효특성이 증가된(배균호, 2014) 연구들이 있다. 효소 처리에는 Viscoflow MG와 Protamex를 사용하였는데, 기전은 다음과 같다. Viscoflow MG는 endo-beta-glucanase에 의해 beta-D-glucans의 (1,3)- 또는 (1,4)-결합을 분해 하며 alpha-amylase, cellulase, xylanase의 활성을 함께 함유하고 있는 복합 효소이다. 또한 Protamex는 serine endoprotease에 의해 펩티드 결합을 가수분해하여 가바 함량을 높여주는 기능을 할 수 있다.

초음파(ultrasound)는 20 kHz 이상 음파로 진단 초음파와 출력 초음파 2가지로 구분되며 진단 초음파는 의료 및 산업체에서 진단을 위하여, 출력 초음파는 물질 분산과 세포 파쇄 등에 이용된다(최은희, 이재권, 2017). 출력 초음파는 높은 에너지의 전단력과 압력을 액상에서 발생시켜 용매 분자 해리로 라디칼 생성, 고분자 화합물 분자 사슬이 분해되고 이로 인해 분자 구조가 약해진다. 효소와 초음파를 동시에 처리하면, 효소는 세포벽을 가수분해하고 세포 내 구성성분의 방출을 증가시키고(이부쿠놀루와폴라올라위, 2020), 여기에 초음파를 처리하면 입자를 더욱 작게 파괴하고 입자 간격과 생성 반응표면이 증대하는 것으로 보고되었으며(김혜진 외, 2015), 이주영 외(2023)의 연구결과 초음파 처리는 효소 활성을 증가시켜 항산화 활성, 유리아미노산 및 가바 함량이 증가되었다. 또한 다른 연구에서도 이러한 시너지 효과를 이용하여 Wang과 Wang(2004)에 의하면 초음파 및 Protease 효소의 병행처리가 쌀 전분의 추출에 더욱 효율적이라고 하였으며, 이부쿠놀루와폴라올라위(2020)는 효소 및 초음파로 추출한 오크라의 다당류가 높은 항산화능 및 항균력을 나타냈다고 하였고, 김혜진 외(2015)는 초음파와 당화 효소의 동시처리가 6조맥의 맥아 당화 시 환원당 생성량을 증가시키는 효과가 있음을 보고하였다.

생면은 면류 중 하나로 곡분 및 전분에 부재료를 가한 후 소금과 물 등을 넣어 반죽 및 제면한 후 포장한 것이거나 표면만 건조 시킨 것을 말한다(박경태 외, 2009). 현재 외식문화가 급속도로 발전하고 있는 가운데 소비자들의 선호도가 고급화됨에 따라 식생활에도 많은 변화를 가져와 면류의 경우에도 건면 중심 소비추세에서 수분과 영양을 함유한 저칼로리 생면에 대한 관심이 더 증가하고, 다양한 기능성 소재를 첨가한 생면들이 개발 및 연구되고 있다(전종근, 2013).

가바쌀을 이용한 가공식품에 대한 연구로는 쿠키(정해원, 정해정, 2013), 막걸리(신수정, 2012; 신수정 외, 2015), 마카롱(유경미, 2015; 최수영 외, 2015), 차(곽은정, 2010), 식혜(황은선 외, 2020) 등이 있으나 가바쌀을 이용한 생면에 관한 연구는 매우 적다. 가바쌀은 현미의 일종으로 쌀겨층을 많이 함유하고 있어 생면 제조에 어려움이 있으나 효소 및 초음파 전처리로 생면 가공적성이 증가할 것으로 보인다.

따라서 본 연구에서는 가바쌀(*Oryza sativa* L.)에 효소(Viscoflow MG와 Protamex) 및 초음파를 동시에 전처리한 가바쌀 분말을 첨가하여 제조한 생면의 품질 특성과 관능적 특성을 조사하여 가바쌀의 식품소재로서 활용성 증대를 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 시약

2021년 재배 후 수확한 가바쌀(농업회사법인 주식회사 힘찬농부, 경북 칠곡군)을 온라인 쇼핑몰에서 구입하였다. 구매한 가바쌀은 이물질 등을 제거한 후 폴리에틸렌 밀폐 봉

투에 500 g씩 넣고 냉장고(ZEO-SR152, ㈜제오필테크, 대전시)에 10℃로 보관하면서 사용하였다. 효소는 Viscoflow MG(Novozyme Nordisk, Bagsvaerd, Denmark)와 Protamex (Novozyme Nordisk)를 구입하였다. 생면의 재료인 중력분(CJ제일제당(주), 경기도 양산), 천일염(신의도 천일염(주), 전남 신안군), 물(삼다수, 제주시)은 지역 마트에서 구입하였다. 생면의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH radical 소거능에 사용한 Folin-ciocalteu reagent, DPPH 및 gallic acid는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA) 회사의 제품을 이용하였고 그 외 시약은 1급을 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말의 제조

선행연구(이주영 외, 2023) 결과 항산화 활성 및 유리 아미노산 함량이 증가가 가장 높게 나타난 효소와 초음파 전처리 방법으로 가바쌀 분말을 제조하였다. 즉 가바쌀의 중량 대비 1:1(w/v)의 증류수에 0.7% Viscoflow MG, 0.3% Protamex를 가한 후 초음파기(UIL-DHS15040, 유일초음파 주식회사, 안산시)를 사용하여 초음파 처리(150 W, 40 kHz, 30분)하였다. 그 후 진탕배양기(SI-100R, 한양과학기기산업(주), 서울)에서 3시간(50℃, 120 rpm) 동안 교반하며 효소를 반응시킨 후에 항온수조(SH-GWB11, ㈜대한과학, 원주시)에서 90℃, 10분간 가열하여 효소를 불활성화시켰다. 체를 이용하여 물기를 빼고 열풍건조기계(HB-501M, 한백주식회사, 부천시)에서 60℃, 2시간 동안 건조하였다. 건조가 끝난 가바쌀을 200 g씩 나누어 분쇄기(EV-GB6000, Zhongshan Long-Plus Electric Appliances Co., Ltd., Zhongshan, China)를 이용하여 분쇄를 2분 하였고, 체(35 mesh, 청계주식회사, 군포시)에 걸러낸 후 분말 시료로 사용하였다.

2) 생면 제조

생면 제조시 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말 첨가 비율은 중력분 300 g을 기준으로 0, 5, 10, 15 및 20%로 첨가하였고, 이때 생면 반죽에 가바쌀 분말을 첨가하지 않은 것을 대조군으로 하였다. 중력분과 가바쌀 분말을 각각 체(35 mesh, 청계주식회사, 군포시)에 내려 골고루 섞고, 천일염 6 g을 물 130 mL에 넣어 녹인 후 반죽기계(버티컬믹서, 대영, 서울)를 이용하여 1단에서 1분, 2단에서 9분으로 총 10분간 반죽하였다. 제조한 반죽을 밀폐봉투(크린백, 주식회사 크린랩, 김해시)에 넣고 저온 냉장고(ZEO-SR152, ㈜지오필테크, 대전, 한국)에서 10℃, 1시간 동안 숙성시켰다. 숙성된 반죽은 제면기계(BE-8500, 벧엘산업주식회사, 대전)를 이용하여 1단계 4.0 mm 두께의 면대 형성, 2단계 2.8 mm, 1.8 mm로 생면 두께 감소, 3단계 최종적으로 면의 두께를 1.8 mm, 너비는 4.0 mm, 길이는 30 cm로 3단계에 거쳐 제조한 생면을 시료로 사용하였다.

3) 생면의 일반성분

생면의 일반성분 분석은 AOAC법(AOAC 1996)에 따라 수분은 열풍건조기(HB-501M, 한백과학, 부천시)를 이용하여 상압가열 건조법으로, 조단백질은 분해장치(DT 208, Foss Analytical Co., Ltd., Hillerød, Denmark)와 증류장치(KT200 Kjeltec^{TM}, Foss Analytical Co., Ltd.)를 이용하여 semimicro-Kjeldahl법으로, 조지방은 조지방 추출장치(ST255, Soxte^{TM}, Foss Analytical Co., Ltd.)를 이용하여 Soxhlet's 추출법으로, 조회분은 600℃ 전기로(JSMF-120T, ㈜제이에스리서치, 공주시)를 이용하여 직접회화법으로 측정하였다. 탄수화물 함량은 시료의 무게를 100%로 하여 수분, 조단백질, 조지방, 조회분의 함량(%)을 감한 것으로 산출하였다.

4) 생면의 pH

pH는 생면 5 g을 45 mL의 증류수에 넣고 섞었다. 그 후 원심분리기(MF-80, 한일과학산업, 인천시)에서 900 ×g, 10분간 원심분리한 후 상층액을 채취하여 pH meter(A221, Orion Co., Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 이 방법으로 측정한 가바쌀 분말의 pH는 6.38, 중력분의 pH는 6.00이었다.

5) 생면의 조리특성

생면의 조리 특성은 조리한 면의 중량과 부피, 수분흡수율 및 국물의 탁도를 분석하였다. 조리면의 중량은 끓는 물(100℃) 500 mL에 생면 50 g을 넣어 3분간 조리한 다음 체를 이용하여 흐르는 냉수에 10초 정도 헹군 후 30～40초 동안 물을 빼고 5분 후에 저울을 이용하여 중량을 측정하였다. 조리면의 부피는 메스실린더에 300 mL의 증류수를 넣은 후 조리한 면을 넣어 증가한 물의 부피로 측정하였다. 조리면의 수분 흡수율은 다음의 공식에 의하여 계산하였다.

수분흡수율(%) = {(조리면의 중량-생면의 중량)/생면의 중량} ×100

국물의 탁도는 삶은 면을 건져내고 남은 물을 상온에서 식힌 후에 675 nm에서 분광광도계(Spectra MR, Dynex Technologies Inc., Chantilly, Virginia, USA)를 사용하여 흡광도를 측정하였다.

6) 색도

생면 및 조리면의 색도는 생면과 조리면을 10 mm로 자른 후 페트리디쉬(60 mm D, 15 mm L)에 담은 후 색차계(CM-2600d Chroma Meter, Konica Minolta Holdings Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness)값을 측정하였다. 이때 표준 백색판(Standard Plate)의 L값, a값, b값은 각각 97.10, -0.05, 0.16을 나타냈다.

7) 조직감

조직감 측정은 생면과 조리면 각각 10가닥을 길이 20 mm로 자른 후, 두 가닥씩 포개서 Texture analyzer(CT3, Brookfield Engineering Laboratories Inc., Middleborough, Massachusetts, USA)를 사용하여 경도, 부착성, 탄력성, 응집성, 검성 및 씹힘성을 3회 이상 반복하여 측정한 다음 평균값으로 나타내었으며, 측정조건은 <표 1>와 같다.

8) 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능

생면의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능 측정은 김요셉 외(2016)의 실험방법을 변형하여 측정하였다. 생면(10 g)의 4배에 해당하는 70% 에탄올을 가하여 2분간 분쇄 후 shaking incubator에서 16시간 동안 추출하여 288 ×g에서 15분간 원심분리한 후 얻은 상등액을 시료로 이용하였다. 총 폴리페놀 함량은 상등액 1 mL에 1 mL의 0.2 N Folin-ciocalteau's phenol reagent을 가하여 상온에서 3분간 반응시킨 후 1 mL의 7.5% sodium carbonate(Na_2CO_3)을 넣고 1시간 동안 암소에서 방치 후 분광광도계(Spectra MR, Dynex Technologies lnc., Chantilly, Virginia, USA)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. gallic acid를 표준물질로 하여 총 폴리페놀 함량의 산출하였다.

또한, DPPH 라디칼 소거능 측정은 상기 상등액 0.4 mL에 3mL의 0.4 mM DPPH 에탄올 용액를 가한 것을 교반한 후 어두운 곳에서 10분간 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하여 다음과 같은 공식에 의해 계산하였다.

DPPH 라디칼 소거능 (%) = {1-(시료첨가군의 흡광도/대조군의 흡광도)} × 100

9) 관능검사

관능검사는 20대 대학생 24명을 대상으로 실시하였다. 주중 오후 2시부터 진행하였으며 평가 1시간 전부터 물 이외의 음료나 음식물 섭취, 구강 세척제, 향이 진한 화장품, 향수 사용을 금하였다. 실험목적과 실험방법에 대해 교육한 후 관능 평가에 임하게 하였다. 시료의 평가는 3분간 조리한 생면을 냉수에 냉각시킨 후에 체에 건져 10분간 방치한 것을 사용하였고, 시료의 번호는 3자리 숫자로 표시한 난수표를 이용하였다. 모든 시료는 동시에 제공한 후 7점 척도법으로 평가하도록 하였다. 1회용 접시에 조리면을 5 g씩 담아 제공하였고 한 개의 시료를 평가하고 난 다음 물로 헹군 뒤에 다음의 시료를 평가하도록 하였다. 관능검사 항목은 색,

〈표 1〉 조직감 측정을 위한 분석조건

Measurement	Condition
Test mode and option	TPA(Texture Profile Analysis)
Pre-test speed	1.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	1.0 mm/s
Tigger load	5 g
Target value	3.0 mm
Probe	TA39(Cylinder, 2mm D, 20mm L)

맛, 향미, 외관, 조직감 및 전반적인 기호도로서 매우 좋다는 7점, 매우 싫다는 1점으로 하였다.

3. 통계처리

생면과 조리면의 실험결과는 SPSS(IBM SPSS Statistics 20.0, IBM SPSS Co., Armonk, New York, USA)을 사용하여 대조군 및 가바쌀 첨가군들 간의 차이 검증은 일원 배치 분산 분석(one-way ANOVA)을 사용하였고, 사후검증은 Duncan's test를 이용해 유의성을 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반성분

효소와 초음파 처리 가바쌀 분말을 첨가한 생면의 일반성분 결과는 <표 2>와 같다. 생면의 수분 함량은 대조군이 35.40%, 첨가군이 35.66～36.62%로 나타났다. 조회분 함량은 대조군이 1.41%, 첨가군이 1.44～1.57%로 나타났으며, 조지방 함량은 대조군 0.13%, 첨가군 0.30～0.53%로 나타났다. 조단백질 함량은 대조군 7.50%, 첨가군 7.55～7.86%로 나타났으며 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말의 첨가량이 증가함에 따라 수분, 조회분, 조지방, 조단백질 함량은 모두 증가하고, 탄수화물은 감소하는 경향을 나타냈다(p<0.001).

식품성분분석표(농촌진흥청 국립농업과학원, 2016)에서 중력분의 수분 함량은 11.21%, 조회분 0.43%, 조지방 1.01%, 조단백질 10.35%, 탄수화물 76.64%이었으며, 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말의 수분 함량은 12.35%, 조회분 1.47%, 조지방 3.92%, 조단백질 11.91%, 탄수화물 73.34%로 보고되었다(이주영 외, 2023). 중력분보다 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말의 수분, 조회분, 조지방, 조단백질의 함량이 높기 때문에, 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말의 첨가량이 증가함에 따라 생면에서 이들 값이 증가한 것으로 판단된다. 이는 효소 처리시 세포벽의 변형으로 인해 세포벽 및 조직 안의 기준 물질과 새로운 물질의 용출이 증가된다는 연구(성혜미 외, 2014; 장세진 외 2014; 전지민 외, 2011)와 마찬가지로 효소 처리에 의해 가바쌀 세포벽 및 조직 안에 있던 영양성분의 용출이 증가하여 나온 결과로 보인다. 인만진(2020)은 효소 처리에 의해 탈지 참깨박의 단백질 함량이 증가하였다고 하여 본 연구와 비슷한 결과였으나, 양우송 외(2022)은 누에 분말에 효소처리 후 단백질과 조회분은 대조군보다 감소하였으며, 수분과 조지방 함량은 유의한 차가 없다고 보고하여 본 연구와 다른 결과를 나타내었다. 이는 사용한 효소와 기질의 종류 및 전처리 조건이 달라서 나온 결과로 생각된다. 노재승, 박기홍(2013)은 슈퍼자미 분말의 첨가량이 증가할수록 생면 파스타의 수분이 유의적으로 높아졌다는데 이는 밀가루의 수분 함량보다 슈퍼자미 분말의 수분 함량이 높았기 때문이라고 보고 하여 본 연구과 비슷한 결과를 보였다.

2. pH

효소와 초음파 처리 가바쌀 분말을 첨가하여 제조한 생면의 pH를 측정한 결과는 <표 3>과 같다. 생면의 pH 함량은 대조군은 5.67로 나타났으며, 첨가군은 5.73～5.79로 가바쌀 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.001).

〈표 2〉 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말을 첨가한 생면의 일반성분

구분	대조군[1)]	5% GP	10% GP	15% GP	20% GP	F-value
수분(%)	35.40±0.34[2)a3)]	35.66±0.14[a]	36.13±0.08[b]	36.41±0.12[bc]	36.62±0.15[c]	21.521[***4)]
조회분(%)	1.41±0.02[a]	1.44±0.01[b]	1.48±0.03[c]	1.55±0.01[d]	1.57±0.01[d]	61.071[***]
조지방(%)	0.13±0.02[a]	0.30±0.01[b]	0.35±0.03[c]	0.45±0.01[d]	0.52±0.02[e]	233.409[***]
조단백질(%)	7.50±0.08[a]	7.55±0.02[a]	7.59±0.01[a]	7.70±0.05[b]	7.86±0.03[c]	27.313[***]
탄수화물(%)	55.59±0.13[d]	54.73±0.56[c]	54.46±0.02[bc]	54.07±0.33[b]	53.40±0.02[a]	22.244[***]

[1)] Noodles incorporated with 5, 10, 15, 20% GABA rice powder treated with enzyme and ultrasound treatment(GP)
[2)] Mean±SD(n=3)
[3)] [a-e] Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test(p<0.05).
[4)] [***] p<0.001

이는 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말의 pH가 6.38로 중력분의 pH 6.00보다 높기 때문에 가바쌀 분말의 첨가량이 증가할수록 생면의 pH가 증가한 것으로 판단된다. 김미선 외(2013)는 효소 처리 쌀 쿠키 반죽의 pH가 비효소 처리 쌀 쿠키 반죽에 비해 높게 나타났으며 대조군보다 유의적으로 높게 나타나 본 연구 결과와 비슷하였다. 또한 성리 외(2014)는 현미 및 수수 첨가 생면의 pH가 밀가루로만 만든 생면보다 높게 나타나 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 부재료의 pH가 생면의 pH에 영향을 주는 것으로 보고 되어 있는데(황현주 외, 2019; 김요셉 외, 2016; 김규민 외, 2015), 전분 호화와 팽윤은 알칼리성에서 촉진되며 산성에서는 지연된다(조재철, 1999; 채수규 외, 2003)고 한다. 본 연구에서 중력분보다 pH가 높은 가바쌀 분말 첨가로 생면의 pH가 높아져 이는 전분의 호화, 팽윤에 도움이 되어 면의 조리 시간 단축, 조직감 변화 등에 영향을 미칠 것으로 보인다.

3. 면의 조리 특성

효소 및 초음파로 전처리한 가바쌀 분말을 첨가하여 제조한 생면의 조리 특성은 <표 4>와 같다. 조리 후 중량은 대조군 88.63 g, 첨가군 78.10～88.13 g, 조리 후 부피는 대조군은 78.17 mL, 첨가군은 71.33～78.50 mL, 수분흡수율은 대조군 76.27%, 첨가군은 56.20～73.27%이었다. 조리 후 중량과 부피는 가바쌀 5% 첨가군은 대조군과 유의적인 차이가 없었으며 10% 이상 첨가군에서 가바쌀 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 수분흡수율은 가바쌀 분말 첨가량에 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.001). 조리면의 중량과 부피는 (+)의 상관관계가 있다고 하였는데(김성곤 외, 1996) 본 연구에서는 조리면의 중량 감소로 인해 부피 또한 감소한 것으로 보인다. 쌀가루(정경아 외, 2109), 메수수가루(김현영 외, 2013), 보리가루(이미자 외, 2013), 발아현미분(이지연, 이원종, 2011)을 넣은 연구에서 이들의 첨가량이 증가할수록 조리면의 수분 흡수율이 감소하였는데, 이지연, 이원종(2011)이 보고한 바와 같이 밀가루 외 부재료의 수분흡착능이 밀가루에 비해 적으며 글루텐 함량 감소로 조직 결합력이 낮아진 것이 원인이라고 생각되었다. 황인국 외(2011)는 면의 수분 흡수율은 밀가루 전분의 수분 흡수율과 연관이 있으며, 면 제조 시 첨가되는 재료의 종류 및 형태에 따라 면의 품질 특성이 상이하다고 보고하였다. 부재료의 첨가량이 증가할수록 면의 중량 및 부피, 수분 흡수율이 감소하였으며, 이는 첨가된 재료의 지방 및 섬유소 등의 성분이 밀가루 전분과 글루텐의 수화력을 저하시키기 때문이며, 수분의 흡수율에 따라 국수의 조직감 및 질감이 결정되고 수분 흡수가 과다하면 조직이 부드

〈표 3〉 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말을 첨가한 생면의 pH

구분	대조군[1)]	5% GP	10% GP	15% GP	20% GP	F-value
pH	5.67±0.04[2)a3)]	5.73±0.01[b]	5.76±0.01[b]	5.77±0.01[b]	5.79±0.01[c]	27.293[***4)]

[1)] Noodles incorporated with 5, 10, 15, 20% GABA rice powder treated with enzyme and ultrasound treatment(GP)
[2)] Mean±SD(n=3)
[3)] [a-c] Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test(p<0.05).
[4)] [***] p<0.001

〈표 4〉 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말을 첨가한 생면의 조리 특성

구분	대조군[1)]	5% GP	10% GP	15% GP	20% GP	F-value
조리 후 중량(g)	88.63±0.81[2)d3)]	88.13±0.65[d]	85.33±0.45[c]	83.47±1.10[b]	78.10±0.56[a]	80.404[***4)]
조리 후 부피(mL)	78.17±2.89[d]	78.50±0.50[d]	77.17±2.29[c]	74.83±0.76[b]	71.33±0.76[a]	170.789[***]
수분흡수율(%)	76.27±1.30[d]	73.27±1.63[c]	70.67±0.90[c]	69.93±2.20[b]	56.20±1.11[a]	80.424[***]
국물의 탁도(O.D.)	0.114±0.01[a]	0.127±0.01[b]	0.172±0.01[c]	0.213±0.01[b]	0.270±0.01[e]	322.943[***]

[1)] Noodles incorporated with 5, 10, 15, 20% GABA rice powder treated with enzyme and ultrasound treatment(GP)
[2)] Mean±SD(n=3)
[3)] [a-e] Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test(p<0.05).
[4)] [***] p<0.001

럽고 탄력성이 감소하여 국수의 질감을 저하시킨다(김현영 외, 2013; 박복희 외, 2020). 성리 외(2014)는 현미 및 수수가루와 함께 글루텐, 죽염을 첨가한 생면은 밀가루면보다 조리면의 중량과 부피, 수분흡수율이 증가하였다고 하였는데 이는 글루텐과 죽염이 조리특성에 영향을 주었을 것으로 보인다.

조리면의 국물 탁도 측정 결과, 대조군이 0.114, 첨가군이 0.127～0.270으로 가바쌀 분말의 첨가량이 증가할수록 국물의 탁도가 유의적으로 증가하였다(p<0.001). 박복희 외(2020)와 이정곤 외(2019)에 의하면 쌀가루 첨가면의 전분질이 조리 중 용출되어 국물의 탁도가 높아졌다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 탁도가 높은 것은 조리면에서 고형분의 유출이 많고 면이 쉽게 풀어지거나 끊어져 맛 저하와 외관이 좋지 않다는 것을 의미하므로(성리 외, 2014), 조리특성을 고려한 부재료의 적정한 함량 조절이나 이를 방지할 수 있는 첨가제 사용이 고려된다고 생각된다.

4. 색도

효소 및 초음파 처리한 가바쌀 분말을 첨가하여 제조한 생면과 조리면의 색도(L, a, b) 측정 결과는 <표 5>와 같다. 생면의 L(명도)값은 대조군이 75.56, 첨가군이 72.62～74.37, a(적색도)값은 대조군이 1.09, 첨가군이 1.82～2.43, b(황색도)값은 대조군이 10.52, 첨가군이 10.01～10.81이었다. 가바쌀 분말의 첨가량이 증가할수록 생면의 명도와 황색도는 유의적으로 감소하였으며(p<0.001), 적색도는 유의적으로 증가하였다(p<0.001). 이는 효소 및 초음파 처리 가바쌀 분말의 첨가량이 높을수록 생면의 색을 어둡게 만들며, 가바쌀이 붉은색을 띄어 적색도는 증가하고 황색도는 감소한다는 것을 알 수 있었다. 가바쌀은 갈색가바현미라고도 불리우며 국내 자생벼로부터 육종된 품종으로 붉은색에서 갈색을 띄고 있는 유색미이다(신수정, 2012; 황은선 외, 2020). 정해원, 정해정(2013)은 가바쌀 함유량이 증가할수록 쿠키의 명도와 황색도는 감소하고, 적색도는 증가하였다고 하여 본 연구와 같은 결과를 보였다. 그러나 황은선 외(2020)는 가바쌀로 제조한 식혜의 밥알이 백미나 현미로 제조한 식혜의 밥알보다 명도는 낮고, 적색도와 황색도는 가장 높았다. 그러나 국물의 경우에는 백미가 명도는 가장 낮고, 적색도는 백미, 황색도는 현미로 제조한 식혜가 가장 높았는데 이는 식혜 제조 과정의 변화의 결과로 보고하였다. 그리고 최수영 외(2015)는 가바쌀과 자일로스 함량을 달리한 마카롱 제조시 가바쌀 가루양이 많아질수록 명도는 감소, 적색도는 감소, 황색도는 증가 되었는데 이는 가바쌀가루의 아미노산과 자일로스가 마카롱 반죽내 머랭의 설탕과 반응하여 갈색물질을 생성하고 촉진시키는 것 보고하였다. 이로보아 같은 가바쌀이라도 다른 부재료와의 영향, 가공 공정의 온도, 제조 과정 등 제품 종류에 따라 색도에 서로 다른 영향을 미치는 것으로 생각된다. 이지연, 이원종

〈표 5〉 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말을 첨가한 생면과 조리면의 색도

구분		대조군[1)]	5% GP	10% GP	15% GP	20% GP	F-value
L (명도)	생면	75.56±0.01[2)e3)]	74.37±0.01^{d}	73.50±0.01^{c}	73.44±0.01^{b}	72.62±0.02^{a}	50881.909***[4)]
	조리면	65.06±0.01^{c}	65.59±0.01^{e}	65.45±0.01^{d}	64.19±0.01^{b}	62.27±0.01^{a}	120152.286***
t-value		1190.210***	1520.741***	2417.000***	2777.000***	1792.673***	-
a (적색도)	생면	1.09±0.01^{a}	1.82±0.01^{b}	2.08±0.01^{c}	2.20±0.01^{d}	2.43±0.01^{e}	23901.300***
	조리면	0.12±0.01^{a}	0.07±0.01^{b}	0.20±0.01^{c}	0.64±0.01^{d}	1.10±0.01^{e}	19134.000***
t-value		323.000***	526.000***	281.000***	270.200***	230.363***	-
b (황색도)	생면	10.52±0.02^{c}	10.81±0.01^{e}	10.60±0.01^{d}	10.23±0.01^{b}	10.01±0.01^{a}	3417.423***
	조리면	6.19±0.01^{e}	3.97±0.01^{a}	4.41±0.01^{b}	4.57±0.01^{c}	4.69±0.01^{d}	35364.722***
t-value		360.000***	1025.500***	1855.000***	1696.000***	1597.000***	-

[1)] Noodles incorporated with 5, 10, 15, 20% GABA rice powder treated with enzyme and ultrasound treatment(GP)

[2)] Mean±SD(n=3)

[3)] [a-e] Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test(p<0.05).

[4)] *** p<0.001

(2011)은 발아현미 첨가량이 증가할수록 생면의 명도는 낮아졌고 적색도는 증가하였으나, 황색도는 유의적 차이가 나타나지 않았다고 보고하였다. 이인철, 윤혜현(2021)의 흑미 분말 첨가량이 증가함에 따라 생 파스타면의 명도, 적색도, 황색도 모두 감소하였으며, 이미자 외(2013)는 보리가루 첨가군에서 모든 품종에서 명도 감소, 적색도는 증가하였으며, 황색도는 보리가루 품종에 따라 다른 결과를 보였다고 하였다. 공수현, 이준수(2010)는 대조군에 비해 발아 현미를 첨가한 국수에서 명도가 낮아졌으며 황색도 값은 증가한다고 하였으며, 김현영 외(2013) 메수수가루 첨가량이 증가할수록 생면의 명도 및 황색도는 감소하지만 적색도는 증가하는 경향을 보였다고 보고하였다. 이로 보아 첨가하는 곡물의 색도가 생면의 색도에 서로 다른 영향을 주는 것으로 보인다. 식품에 있어 색은 기호성에 영향을 주며 더 나아가 식품의 신선도, 성숙도, 품질 등을 판단하는 지표가 되므로(공수현, 이준수, 2010) 관능적 특성과 함께 기능적 특성을 고려해야 할 것으로 보인다.

조리면의 색도도 첨가량이 증가함에 따라 명도와 황색도는 감소하고, 적색도는 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 생면과 비교해 조리면의 명도, 적색도, 황색도 값이 낮은 값을 나타내었는데 이는 생면을 조리하는 과정에서 적색소의 용출 및 열에 의한 색의 변화, 면의 수분 흡수로 인한 결과로 판단된다.

5. 조직감

효소 및 초음파 처리한 가바쌀 분말을 첨가하여 제조한 생면과 조리면의 조직감 측정 결과는 <표 6>과 같다.

경도는 생면의 경우 대조군 46.00 g, 첨가군 24.83～38.83 g, 조리면은 대조군 65.67 g, 첨가군 27.50～46.00 g으로 생면과 조리면 모두 유의적으로 감소하였다(p<0.001). 부착성은 생면의 경우 대조군 0.03 mJ, 첨가군 0.02～0.01 mJ이었으며, 조리면은 대조군 0.18 mJ, 첨가군 0.08～0.15 mJ로 생면은 유의적 차이가 없는 반면 조리면은 가바쌀 첨

〈표 6〉 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말을 첨가한 생면과 조리면의 조직감

구분		대조군[1)]	5% GP	10% GP	15% GP	20% GP	F-value
경도 (g)	생면	46.00±0.50[2)e3)]	38.83±0.29^{d}	33.67±0.29^{c}	32.17±1.04^{b}	24.83±1.04^{a}	589.289$^{***4)}$
	조리면	65.67±5.51^{c}	46.00±0.87^{b}	41.67±1.76^{b}	29.67±3.55^{a}	27.50±0.50^{a}	74.883***
t-value		-5.922*	-16.252**	-9.238*	0.945	-8.000*	-
부착성 (mJ)	생면	0.03±0.02	0.02±0.01	0.01±0.01	0.02±0.02	0.01±0.01	1.632
	조리면	0.18±0.03^{c}	0.15±0.02^{bc}	0.13±0.02^{b}	0.12±0.02^{b}	0.08±0.03^{a}	7.762**
t-value		-11.926**	-8.510*	-8.030*	-14.500**	-3.591	-
응집성	생면	0.40±0.08^{c}	0.35±0.04^{bc}	0.34±0.04^{abc}	0.31±0.01^{ab}	0.26±0.02^{a}	4.102*
	조리면	0.54±0.02^{b}	0.50±0.05^{b}	0.53±0.11^{b}	0.52±0.10^{b}	0.28±0.09^{a}	5.438*
t-value		-2.783	-2.835	-2.947	-3.845	-0.210	-
탄력성 (mm)	생면	1.15±0.02^{bc}	1.25±0.03^{c}	1.22±0.08^{c}	1.03±0.15^{b}	0.77±0.05^{a}	18.522***
	조리면	2.18±0.04^{c}	2.06±0.05^{c}	1.76±0.12^{b}	1.75±0.24^{b}	0.96±0.09^{a}	40.247***
t-value		-38.930**	-20.984**	-4.766*	-3.223	-3.852	-
검성 (g)	생면	13.93±1.45^{cd}	14.60±0.92^{d}	12.87±0.87^{c}	8.70±0.30^{b}	6.53±0.55^{a}	45.620***
	조리면	33.50±2.13^{d}	23.93±3.65^{c}	21.93±4.19^{c}	13.53±1.27^{b}	8.33±0.46^{a}	49.134***
t-value		-11.950**	-3.887	-4.125	-8.485*	4.234	-
씹힙성 (mJ)	생면	0.16±0.02^{b}	0.17±0.03^{b}	0.15±0.02^{b}	0.08±0.01^{a}	0.05±0.01^{a}	26.194***
	조리면	0.72±0.05^{d}	0.46±0.08^{c}	0.41±0.11^{c}	0.24±0.05^{b}	0.05±0.01^{a}	38.805***
t-value		-18.330**	-4.848*	-4.274	-5.237*	-	-

[1)] Noodles incorporated with 5, 10, 15, 20% GABA rice powder treated with enzyme and ultrasound treatment(GP)

[2)] Mean±SD(n=3)

[3)] [a-e] Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test(p<0.05).

[4)] $^{***}p$<0.001, $^{***}p$<0.01, $^{*}p$<0.05

가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.01). 응집성은 생면의 경우 대조군 0.40, 첨가군 0.26～0.35, 조리면은 대조군 0.54, 첨가군 0.28～0.50으로 가바쌀 첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 탄력성은 생면의 경우 대조군 1.15 mm, 첨가군 0.77～1.25 mm였으며, 조리면은 대조군 2.18 mm, 첨가군 0.96～2.06 mm으로 가바쌀 첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다(p<0.001). 검성은 생면의 경우 대조군 13.93 g, 첨가군 6.53～14.60 g, 조리면은 대조군 33.50 g, 첨가군 8.33～23.93 g으로 가바쌀 첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다(p<0.001). 씹힘성은 생면의 경우 대조군 0.16 mJ, 첨가군 0.05～0.17 mJ이었으며, 조리면은 대조군 0.72 mJ, 첨가군 0.05～0.46 mJ으로 가바쌀 첨가량이 증가할수록 생면 및 조리면 모두 유의적으로 감소하였다(p<0.001). 가바쌀 첨가량이 증가함에 따라 생면 및 조리면의 경도가 감소하였는데, 노재승, 박기홍(2013)은 슈퍼자미 첨가량이 증가할수록 파스타 생면과 조리면의 경도, 씹힙성이 유의적으로 감소하였다고 보고하였으며, 정동식, 은종방(2003)은 흑미 가루 첨가량이 증가할수록 밀가루 반죽의 글루텐 함량이 낮아졌다고 보고하였다. 따라서 가바쌀 분말의 첨가량이 증가할수록 밀가루 양이 감소로 인해 글루텐 형성이 잘 일어나지 않아 경도가 점차 낮아진 것으로 판단된다. 가바쌀을 첨가한 쿠키에서도 가바쌀가루 양이 증가할수록 경도가 낮아지는 경향이었는데 이는 가바쌀가루 첨가량이 증가함에 따라 수분함량이 증가되었고 이로 인해 반죽형성에 필요한 글루텐 형성이 억제된 것이 원인(정해원, 정해정, 2013)으로 보고하여 본 연구결과와 같은 맥락으로 보인다. 생면의 부착성은 시료 간의 유의적 차이는 나타나지 않았으나, 조리면은 가바쌀 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 성리 외(2014)의 연구에 의하면 현미 첨가 조리면의 부착성이 대조군보다 증가하였고, 이인철, 윤혜현(2021)의 연구에서는 흑미분말 첨가량이 증가할수록 생면의 부착성 유의적으로 증가하는 반면 조리면은 유의적으로 감소하여 본 연구결과와 차이를 나타냈다. 응집성 및 탄력성은 국수류의 조직감에 가장 중요한 요인으로 탄력성이 클수록 국수의 선호도가 큰 경향을 나타낸다(성리 외, 2014). 응집성은 식품의 내부 결합 강도를 나타내는 지표로 보관 및 운반 시 국수의 외형이 변형되지 않도록 한다(김선영, 정장호, 2017). 가바쌀 분말의 첨가량이 증가함에 따라 생면과 조리면의 응집성은 대조군보다 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다(p<0.05). 성리 외(2014)의 연구에서 대조군보다 현미 또는 수수를 첨가한 생면의 응집성이 감소하여 본 연구결과와 유사하였다. 탄력성은 대조군이 가장 높은 값을 나타내었으며 첨가량이 증가할수록 생면과 조리면 모두 유의적으로 감소하였다(p<0.001). 이인철, 윤혜현(2021)의 연구에서도 흑미분말의 첨가량이 증가할수록 생면과 조리면의 탄력성이 유의적으로 낮아지는 경향을 보여 본 연구결과와 유사하였다. 검성 및 씹힘성도 생면과 조리면에서 대조군보다 가바쌀 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.001). 통보리가루 첨가 국수(이미자 외, 2013)는 밀가루 국수에 비해 보릿가루 첨가 국수의 검성이 다소 낮게 나타나 부드러운 특성을 나타내었으며, 슈퍼자미 첨가 파스타면(노재승, 박기홍, 2013)은 슈퍼자미 첨가량이 증가할수록 씹힘성이 낮아져 본 연구결과와 유사하였다. 이는 경도와 마찬가지로 가바쌀 분말의 첨가량이 증가할수록 생면 반죽의 글루텐 생성이 저하되기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

생면보다 조리면에서 경도, 부착성, 응집성, 탄력성, 검성, 씹힘성의 값이 증가하였는데 이인철, 윤혜현(2021)의 흑미 분말 첨가 생파스타 면과 유사한 결과를 나타내었다. 이는 면을 조리 시 수분 흡수에 의한 조직감의 변화로 판단된다.

6. 총 폴리페놀 함량 및 DPPH radical 소거능 측정

효소와 초음파 처리 가바쌀 첨가 생면의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH radical 소거능은 <표 7>에 나타내었다. 생면의 총 폴리페놀 함량은 대조군은 16.50 mg GAE/mL, 첨가군은 18.11～39.42 mg GAE/mL로 가바쌀 첨가량이 증가함에 따라서 유의적으로 증가하였다(p<0.001). 이주영 외(2023)는 가바쌀은 일반 백미나 현미보다 폴리페놀 성분이 더 높으며 효소와 초음파 처리 후 가바쌀의 폴리페놀 성분이 증가하였다고 보고하였다. 효소와 초음파 처리 후 콩나물(성혜미 외, 2014), 감태 줄기(이승홍 외, 2006), 사과 껍질(박민경, 김철현, 2009), 노니(김자민 외, 2020), 개두릅(강경명 외, 2012), 감태(김소정 외, 2013)에서 폴리페놀이 높아져 효소 및 초음파가 폴리페놀 함량 증가에 효과적인 전처리 방법이라고 보고하였다. 폴리페놀은 항산화, 항염증, 항암, 항균, 항알러지, 항고혈압 등 다양한 생리활성을 나타내는 고등식물에 의해 생산되는 2차 대사산물로(조지중 외 2017), 가바쌀은 항산화 효과가 우수한 phytic acid, phenolic acid, ɣ-oryzanol, ferulic acid, p-coumaric acid, hydrocinnamic acid 등의 폴리페놀을 함유하고 있다(황은선 외, 2020).

가바쌀 첨가 생면의 DPPH radical 소거능 측정 결과는

대조군은 14.57%이고, 첨가군은 24.76～49.73%로 가바쌀 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다(p<0.001). 최수영 외(2015)는 가바쌀 함량에 비례하여 마카롱의 DPPH와 ABTS radical 소거능이 증가하였는데 이는 가바쌀의 페놀 화합물 때문이라고 하여 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 가바쌀 생면은 폴리페놀 성분으로 인해 항산화 효과도 증가하는 것을 확인하였다.

7. 관능검사

효소 및 초음파 처리 가바쌀 분말을 첨가하여 제조한 조리면의 관능검사 결과는 <표 8>과 같다. 조리면의 맛, 색, 향미, 외관, 조직감 및 전체적인 기호도에서 시료 간에 유의적인 차이를 나타내었는데 모든 관능검사 항목에서 10% 첨가군이 높은 결과를 나타냈다. 맛은 20% GP (3.66), 15% GP (3.84), 대조군 (4.45), 5% GP (4.61), 10% GP (5.21) 순이었고, 색은 20% GP-20 (3.66), 15% GP (3.84), 대조군 (4.45), 5% GP (4.61), 10% GP-10 (5.21) 순이었다. 향미는 20% GP (3.66), 15% GP (3.84), 대조군 (4.45), 5% GP (4.61), 10% GP (5.21) 순이었고, 외관은 20% GP (3.66), 15% GP (3.84), 대조군 (4.45), 5% GP-5 (4.61), 10% GP (5.21) 순이었다. 대조군보다 가바쌀 5～10% 첨가군이 높게 평가되었는데, 성리 외(2014)의 연구에서는 대조군보다 수수를 첨가하여 만든 생면이 높게 평가되어 본 연구결과와 유사하였다. 최근 다양한 소재를 사용한 여러 종류의 국수들이 기호도가 높아 전통적인 국수에 대한 고정관념에서 벗어나고 있는 것으로 판단된다.

조직감은 20% GP (3.66), 15% GP (3.84), 대조군 (4.45), 5% GP (4.61), 10% GP-10 (5.21) 순이었다. 15% 이상으로 가바쌀을 첨가한 경우 조리 특성에서 조리면이 끊어지고 조직감이 감소하였는데 이같은 결과가 조직감의 기호도 평가에 좋지 않은 영향을 준 것으로 판단된다. 메수수가루를 5～20%로 생면에 첨가시 20% 첨가군은 대조구에 비해 인장강도 관련 수치들이 크게 감소하여 바람직하지 않다(김현영 외, 2013)고 보고하였다. 또한 현미와 수수가루를 첨가한 생면에서도 10% 첨가군이 씹힘성에 대한 기호도

〈표 7〉 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말을 첨가한 생면의 총 폴리페놀 함량 및 DPPH radical 소거능

구분	대조군[1)]	5% GP	10% GP	15% GP	20% GP	F-value
총 폴리페놀 함량 (mg GAE/mL)	16.50±1.30[2)a3)]	18.11±1.12[b]	24.31±1.22[c]	29.83±2.02[d]	39.42±1.27[e]	129.33[***4)]
DPPH radical 소거능(%)	14.57±2.48[a]	24.76±2.09[b]	34.29±2.71[c]	44.42±2.66[d]	49.73±1.37[e]	114.47[***]

[1)] Noodles incorporated with 5, 10, 15, 20% GABA rice powder treated with enzyme and ultrasound treatment(GP)
[2)] Mean±SD(n=3)
[3)] [a-e] Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test(p<0.05).
[4)] [***] p<0.001

〈표 8〉 효소와 초음파 처리 가바쌀 분말을 첨가한 조리면의 관능검사

구분	대조군[1)]	5% GP	10% GP	15% GP	20% GP	F-value
맛	4.19±0.06[2)b3)]	5.05±0.08[c]	5.46±0.22[d]	4.05±0.07[b]	3.60±0.09[a]	123.849[***4)]
색	4.69±0.10[b]	5.17±0.07[d]	5.52±0.14[e]	4.82±0.07[c]	4.49±0.37[a]	14.183[***]
향미	4.16±0.15[b]	4.94±0.06[d]	5.22±1.11[e]	4.62±0.21[c]	4.08±0.11[a]	38.751[***]
외관	4.60±0.11[c]	4.77±0.21[c]	5.79±0.10[d]	4.11±0.09[b]	3.75±0.13[a]	108.539[***]
조직감	4.45±0.14[c]	4.61±0.06[c]	5.21±0.09[d]	3.84±0.38[a]	3.66±0.18[a]	27.576[***]
전체적 기호도	4.35±0.15[b]	5.11±0.11[d]	5.59±0.13[c]	4.10±0.10[b]	3.30±0.52[a]	36.217[***]

[1)] Noodles incorporated with 5, 10, 15, 20% GABA rice powder treated with enzyme and ultrasound treatment(GP)
[2)] Mean±SD(n=3), Hedonic scales(1 : extremely dislike, 7 : extremely like)
[3)] [a-e] Means within row with different superscripts are significantly different by Duncan's test(p<0.05).
[4)] [***] p<0.001

가 가장 높았으며 반면에 20% 첨가군은 가장 낮아 씹힘성과 같은 조직감이 전체적 기호도에 많은 영향을 주는 요인(성리 외, 2014)이라고 하였다.

부재료의 적절한 비율의 첨가는 생면의 외관에 긍정적인 영향을 미치나 과도한 첨가는 기호도에 좋지 않은 결과를 초래한다. 알맞은 비율을 첨가한 생면은 적절한 수분을 보유하며, 조직이 단단하고 쫄깃하며 부착성이 적당하여 전반적인 조직감의 기호도를 높인다. 따라서 가바쌀 분말의 적절한 비율의 첨가가 생면의 기호도를 높일 수 있는 것으로 판단된다.

전체적인 기호도는 20% GP-20가 3.30으로 가장 낮았으며 15% GP가 4.10, 대조군이 4.35, 5% GP가 5.11, 10% GP가 5.59 순으로 10% GP가 가장 높은 평가를 받았다. 이지연, 이원종(2011)은 발아현미분을 10% 첨가하였을 경우 향, 색, 맛, 모양 및 전체적인 기호도에서 대조구와 큰 차이가 없었다고 하였다. 이인철, 윤혜현(2021)은 흑미 분말을 20%보다 높거나 낮게 첨가한 생면 파스타보다 20% 첨가군이 색, 맛, 조직감, 전체적인 기호도에서 가장 높은 평가를 받았으며, 노재승, 박기홍(2013)의 연구에서도 슈퍼자미 가루를 20% 첨가한 생면 파스타가 이보다 높거나 낮게 첨가한 생면보다 외관, 냄새, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도가 좋은 것으로 평가되었다. 정해원, 정해정(2013)은 쿠키 제조 시 가바쌀을 밀가루 중량 기준 0, 20, 40, 60%의 비율로 첨가한 경우 표면색은 가바쌀 첨가군이 낮았으나 냄새, 맛, 조직감, 전체적인 기호도는 모든 시료간에 유의적인 차이가 없었다고 하였다. 신수정 외(2015)는 가바쌀을 이용한 막걸리가 시중 시판되는 막걸리와 비교하여 향과 텍스처 면에서 뛰어난 것으로 나타났으며, 종합적 기호도가 높았다(신수정 외, 2015)고 하였다. 유경미(2015)는 가바쌀과 고춧가루를 이용한 마카롱 제조시 총당 함량은 낮추면서도 조직감과 종합적 기호도가 우수한 마카롱 제조가 가능하다고 하였다. 또한 최수영 외(2015)는 마카롱 제조시 가바쌀가루로 아몬드가루를 대체하여도 고소한 맛이 감소되지 않았으며 가바쌀가루 첨가 마카롱이 대조군에 비해 관능적으로 우수하다고 하여, 가바쌀을 이용한 다른 제품에서도 관능검사에서 좋은 결과를 보였다.

이상의 결과로 보아 효소 및 초음파 처리 가바쌀 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 생면의 경우 맛, 색, 향미, 외관, 조직감 및 전체적인 기호도에서 가바쌀 분말을 10% 첨가한 군이 유의적으로 가장 높이 평가되어 10% 첨가가 가장 적합한 것으로 사료된다.

Ⅳ. 요약

효소 및 초음파 처리 가바쌀 분말(GP)의 첨가량(0, 5, 10, 15, 20%)을 달리한 생면의 수분, 조회분, 조지방 및 조단백질 함량과 pH는 모두 가바쌀 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다(p<0.001). 조리 특성 측정 결과, 조리면의 중량, 수분흡수율, 부피는 GP 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, 조리면의 국물 탁도는 GP 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.001). 색도 측정 결과, 생면 및 조리면의 L(명도)값과 b(황색도)값은 GP 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, a(적색도)값은 증가하였다(p<0.001). 생면 및 조리면의 경도, 응집성, 탄력성, 검성 및 씹힘성은 GP의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다(p<0.001). 부착성은 생면에서 유의적 차이가 나타나지 않은 반면 조리면은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다(p<0.01). 항산화 특성을 나타내는 총 폴리페놀 함량 및 DPPH radical 소거능 측정결과, GP 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.001). 조리면의 관능검사 결과, 맛, 색, 향미, 외관, 조직감 및 전체적인 기호도 항목에서 5～10% 첨가군은 대조군보다 유의적으로 높았으며 특히, 10% GP가 가장 높게 평가되었다. 따라서 효소 및 초음파 처리 가바쌀 분말을 10% 첨가하여 생면을 제조하는 것이 품질특성 및 관능적으로 우수할 것으로 보인다. 이에 따라 본 연구는 가바쌀을 첨가한 생면은 항산화성이 증가할 것으로 보이며, 다양한 생리활성을 지닌 가바쌀의 소비 확대에 기여할 수 있을 것으로 기대되며, 10% 정도로 첨가하는 것이 기호도 면에서 바람직할 것으로 보인다.

주제어: 생면, 품질 특성, 가바쌀분말, 효소처리, 초음파 처리

REFERENCES

강경명, 노홍균, 박창수, 윤광섭, ... 이신호(2012). 추출 방법이 개두릅 추출물의 항산화 활성에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지, 41(12)*, 1686-1692.

강수완(2021). 殺靑 有無에 따른 가바(GABA)茶의 항산화 활성 및 AChE저해활성효과 比較. 성균관대학교 석사학위논문.

공수현, 이준수(2010). 발아현미 첨가에 따른 국수의 제조 특성과 GABA 함량 및 항산화 활성 변화. *한국식품영양과학회지, 39(2),* 274-280.

공수현, 최용민, 김영화, 김대중, 이준수(2009). 금종쌀 Methanol 추출물의 항산화 성분 및 항산화 효과. *한국식품영양과학회지, 38(6),* 807-811.

곽은정(2010). GABA 함량이 높은 갈색 유색미를 이용한 차 개발. *한국식품영양과학회지, 39(8)*, 1201-1205.

권영안, 이승주, 이광근, 홍광원(2012). 효소 및 아미노산 첨가에 의한 미맥주의 품질 개선. *산업식품공학, 16(2),* 151-156.

김경희(2019). 가바(GABA)홍차의 항산화 활성 및 AChE 저해 활성 효과. 원광대학교 석사학위논문.

김규민, 김현기, 홍주연, 최영준, ... 신승렬(2015). 참취 추출물을 첨가한 국수의 품질 특성. *한국식품저장유통학회지, 22(3),* 328-334.

김미선, 박종대, 이현유, 금준석(2013). 효소처리 쌀가루를 이용한 쌀 쿠키의 품질특성. *한국식품영양과학회지, 42(9),* 1439-1445.

김선영, 정장호(2017). 모링가 잎 분말을 이용하여 제조한 국수의 품질 특성. *동아시아식생활학회지, 27(3),* 321-331.

김성곤, 김홍래, 방정범(1996). 알칼리제가 밀가루의 리올로지와 국수의 성질에 미치는 영향. *한국식품과학회지, 28(1),* 58-65.

김소정, 김동균, 박종법, 이택견(2013). 초음파 추출법에 의한 감태 추출물의 페놀성 화합물 함량, DPPH 라디칼 소거 활성 및 tyrosinase 저해 활성 분석. *생명과학회지, 23(7)*, 913-918.

김영식(1993). 두개내압상승에 의한 혈압상승작용과 중추 GABA계 및 중추 α_2-아드레날린 수용체와의 관계. *대한약리학잡지, 29(1)*, 23-32.

김요셉, 박나영, 노홍균(2016). 양파분말을 첨가한 국수의 품질과 저장성. *한국식품저장유통학회지, 23(2),* 218-224.

김자민, 전연희, 정용진, 윤경영(2020). 효소처리 노니주스와 시판 노니주스의 기능성 성분, 산화방지 활성 및 NO 생성 억제 효과. *한국식품과학회지, 52(1),* 75-80.

김현영, 고지연, 김정인, 정태욱, ... 우관식(2013). 메수수가루 첨가에 따른 생면의 품질특성 및 라디칼 소거활성. *한국식품과학회지, 45(4),* 521-525.

김혜진, 김지현, 이승주, 김왕준, ... 홍광원(2015). 초음파와 효소처리가 국산 6조맥의 당화에서 환원당 생성에 미치는 영향. *산업식품공학, 19(1)*, 56-61.

노재승, 박기홍(2013). 슈퍼자미를 첨가한 생면 파스타의 품질특성. *한국조리학회지, 19(5),* 184-195.

농촌진흥청 국립농업과학원(2016). *제9개정판 국가표준 식품성분표.* 전북: 농촌진흥청 국립농업과학원.

맹소연, 김은아, 이가영, 김로의, ... 김동섭(2013). GABA 함량이 높은 청국장을 발효하는 균주의 분리 및 동정. 생명과학회지, 23(1), 102-109.

박경태, 김문용, 전순실(2009). 석류외피 분말을 첨가한 우리밀 생면의 조리 특성. *한국조리학회지, 15(1),* 128-136.

박민경, 김철현(2009). Cellulase와 Pectinase를 이용한 사과껍질 폴리페놀 추출 및 항산화 활성 평가. *한국식품영양과학회지, 38(5),* 535-540.

박복희, 고경미, 전은례(2020). 건식 쌀가루 첨가 반건면의 품질특성. *대한가정학회지, 58(1),* 121-130.

배균호(2014). 생쌀 전분 분해 효소를 이용한 생쌀막걸리 발효 특성. 단국대학교 석사학위논문.

성리, 김신정, 길정하, 박건영(2014). 현미 및 수수 첨가에 따른 생면의 품질특성과 항산화 효과. *한국식품영양과학회지, 43(4),* 530-536.

성혜미, 김숙정, 김경미, 윤수경, ... 위지향(2014). 효소 처리와 초고압 처리에 의한 콩나물 추출물의 항산화 활성. *한국식품영양과학회지, 43(8),* 1228-1235.

소주련(2007). 카르니틴 및 GABA 보강이 면역 기능에 미치는 효과. 전북대학교 박사학위논문.

신수정(2012). 가바(GABA)쌀을 이용한 막걸리 제조와 이화학 및 관능 특성. 영남대학교 석사학위논문.

신수정, 김상욱, 정현채, 한기동(2015). 전통 제주방법인 급청주법으로 제조한 가바쌀막걸리의 품질 특성. *한국식품영양과학회지, 44(4)*, 573-578.

안미경, 안준배, 이상화, 이광근(2010). 발아 유색미의 GABA (γ-aminobutyric acid) 함량 분석. *한국식품과학회지, 42(5),* 632-636.

양우송, 신경옥, 안규미, 이재림, ... 한경식(2022). 효소처리 누에 분말의 생리 활성에 관한 연구. *한국식품과학회지, 54(1),* 88-93.

오석홍, 최원규(2000). 키토산처리에 의한 γ-Aminobutyric acid 고함유 우량 발아현미 생산. *한국생물공학회지, 15(6)*, 615-620.

유경미(2015). 고추와 가바쌀을 첨가한 기능성 마카롱 개발

에 관한 연구. *한국식품영양학회지, 28(3),* 351-357.
윤영수(2012). 생물 전환 방법에 의한 밀과 밀 도정 부산물로부터 고부가가치 가바밀의 제조 및 효능 연구. 충남대학교 박사학위논문.
이미자, 김경순, 김양길, 최재성, ... 김형순(2013). 국내산 통보리가루 첨가에 따른 국수의 품질 특성 및 항산화활성. *한국작물학회지, 58(4),* 459-467.
이부쿠놀루와폴라올라위(2020). 효소-초음파 추출을 이용한 오크라 기능성 다당류의 추출 : 다당류의 특성과 식품 적용. 경북대학교 석사학위논문.
이승홍, 김길남, 차선희, 안긴내, 전유진(2006). 감태(Ecklonia cava) 줄기 및 잎의 효소적 추출물과 메탄올 추출물에 의한 항산화 활성비교. *한국식품영양과학회지, 35(9),* 1139-1145.
이인철, 윤혜현(2021). 흑미분말을 첨가한 생 파스타면의 품질특성. *한국식품조리과학회지, 37(4),* 253-261.
이정곤, 정경아, 정진이, 이창주(2019). 쌀가루와 패각분말을 첨가한 면류의 품질특성. *한국식품과학회지, 51(3),* 221-226.
이주영, 최은선, 유현희(2023). 효소 및 초음파로 전처리한 가바쌀의 품질특성. 한국생활과학회지, 32(1), 73-86.
이지연, 이원종(2011). 발아현미분을 첨가한 국수의 제조특성. *한국식품영양과학회지, 40(7),* 981-985.
이혜영(2011). 쌀 단백질 분해를 이용한 천연 향미 소재의 개발. 세종대학교 석사학위논문.
인만진(2020). 열 처리와 효소 처리에 의한 탈지 참깨박 단백질의 추출율 향상. *한국응용생명화학회지, 63(4),* 291-295.
장세진, 조용준, 서지형, 김옥미, 정용진(2014). 참외 저급과 주스의 청징화를 위한 효소처리 조건. *한국식품저장유통학회지, 21(4),* 506-511.
전종근(2013). 녹차가루를 첨가한 생면 파스타의 품질특성. 경희대학교 석사학위논문.
전영훈, 윤덕미, 남택상, 임중우, 백광세(2006). 백서에서 신경압박 손상에 의해 유발된 과민반응에서 척추 및 말초 GABA-A와 B 수용체 작용제에 의한 완화효과. *대한통증학회지, 19(1)*, 22-32.
전지민, 최성규, 김윤정, 장수진, 천종우, 이현상(2011). 유산균 발효에 의한 인삼열매 추출물의 항산화 및 항노화 효과. *대한화장품학회지, 37(1),* 75-81.
정경아, 한수희, 박지영, 신예림, ... 이창주(2019). 쌀가루와 알칼리제를 첨가한 국수의 품질특성, *한국식품과학회지, 51(3),* 237-242.
정동식, 은종방(2003). 흑미가루를 첨가한 밀가루 반죽의 물리적 특성. *한국식품과학회지, 35(1),* 38-43.
정해원, 정해정(2013). GABA 함량이 증가된 현미 첨가 쿠키의 품질특성과 아미노산 함량. *한국식품영양과학회지, 42(11)*, 1813-1820.
조재철(1999). NaCl이 국수의 조리특성에 미치는 영향. *한국조리학회지, 5(2),* 469-483.
조지중, 김혜수, 김철환, 조수정(2017). 폴리페놀 화합물과 항생제의 상호작용. *생명과학회지, 27(4),* 476-481.
차미나, 전현일, 송근섭, 김영수(2012). 발아조건에 따른 보리의 GABA 함량 및 영양성분 변화. *한국식품과학회지, 44(1)*, 41-47.
채수규, 김수희, 신두호, 오현근, ... 최웅(2003). *표준식품화학.* 서울: 도서출판효일.
최수영, 임수연, 정우석, 유경미, 황인경(2015). 마카롱 제조 시 가바쌀 가루와 자일로스의 첨가에 따른 품질 특성과 생리 활성에 대한 연구. *동아시아식생활학회지, 25(5)*, 822-829.
최은희, 이재권(2017). 초음파처리가 옥수수전분의 이화학 특성과 가공 형성에 미치는 영향. *한국식품과학회지, 49(5)*, 507-512.
한상익, 나지은, 서혜경, 박지영, ...남민희(2014). '눈큰흑찰'의 가바(GABA) 함량 증진을 위한 이화학적 처리 효과. *한국작물학회지, 59(4),* 398-405.
허근, 이수진, 신억섭, 박종민(1995). 천마의 항경련작용기전 연구. *응용약물학회지, 3(3)*, 199-204.
황은선, 손은명, 이시아(2020). 쌀 종류에 따른 식혜의 품질특성 및 항산화 활성. *한국식품영양과학회지, 49(6)*, 592-600.
황인국, 김하윤, 황영, 정헌상, 유선미(2011). 청양고추 착즙액 첨가에 따른 생면의 품질특성. *한국식품영양과학회지, 40(6),* 860-866
황정은, 김수철, 이진환, 홍수영, 조계만(2018a). 가바와 비당체 이소플라본이 증가된 *Lactobacillus brevis* 발효 콩-분말 두유의 생리활성 증진 효과. *한국응용생명화학회지, 61(3),* 245-255.
황정은, 모하메드 아지줄 하크만, 이진환, 주옥수, ... 조계만(2018b). 발아 고단백 콩의 Lactobacillus brevis 젖산발효에 의한 가바와 이소플라본 함량 및 라디칼 소거활성의 비교. *한국식품저장유통학회지, 25(1),* 7-18.

황현주, 박효남, 이승주(2019). 승검초분말을 첨가한 생면의 품질특성 및 항산화 활성. *한국식품과학회지, 51(2),* 120-126.

AOAC. (1996). *The Association of Official Methods of Analysis(16th ed.).* Arlington: Association of Official Analytical Chemist.

Mody, I., De Koninck, Y., Otis, T. S., & Soltesz, I. (1994). Bringing the cleft at GABA synapses in the brain. *Trends In Neurosciences, 17(12)*, 517-525.

Sung, D. E., Lee, J. G, Han, Y. S., Shon, D. H., ... & Do, J. R. (2014). Effects of enzymatic hydrolysis of buckwheat protein on antigenicity and allergenicity. *Nutrition Research and Practice, 8(3)*, 278-283.

Wang, L,F., & Wang, Y.J. (2004) Rice starch isolation by neutral protease and high intensity ultrasound. *Journal of Cereal Science, 39(2),* 291-296.

Received 20 July 2023;
1st Revised 9 October 2023;
Accepted 19 October 2023