

## 곤약의 최적 응고 및 항미생물 활성을 위한 조건 확립

심재인<sup>1,2</sup> · 최선정<sup>2</sup> · 정재현<sup>2</sup> · 최웅규<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>삼진식품(주), <sup>2</sup>한국교통대학교 식품공학과

### Establishment of Optimum Condition for the Coagulation and Antimicrobial Activity of *Konjac* Jelly

Jae-In Sim<sup>1,2</sup>, Seon-Jeong Choi<sup>2</sup>, Jae-Hyun Jeong<sup>2</sup>, Ung-Kyu Choi<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Sam Jin Food Co., Ltd.

<sup>2</sup>Department of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation

#### Abstract

This study was conducted to establish optimum conditions for coagulation of *konjac* jelly as well as antimicrobial activity by concentration of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Hardness, gumminess, and chewiness of *konjac* jelly increased according to concentration of *konjac* powder, the key material of *konjac* jelly. The highest sensory evaluation score was acquired with *konjac* jelly made with 3% *konjac* powder. A  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  concentration of 0.4-0.6% as a coagulation agent was optimum for coagulation of *konjac* jelly. Further, sensory score was highest at a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  concentration of 0.6%. All populations of bacteria, yeast, and mold in *konjac* jelly were restrained by  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  in a concentration- dependent manner. Furthermore, all tested microorganisms were strictly restrained at  $1.0 \times 10^{-2}$  N of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Key Words: *Konjac* jelly, coagulation, microorganisms,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

## 1. 서 론

우리나라 전통식품인 묵은 세계에서 유래를 찾을 수 없는 우리 고유의 민속식품으로 gel 형성력이 뛰어난 뿐만 아니라 표면이 매끈하고 탄성이 크고 부드러운 질감을 가지고 있는 우수한 식품이다(Joo & Choi 2014). 우리나라 묵의 종류는 도토리묵(Kim 등 2012b), 메밀묵(Lee & No 2001), 청포묵(Kim 등 2011), 곤약묵(Choi & Kim 2012) 등으로 이들은 서양의 젤리와 유사한 물성을 보이지만 낮은 열량으로 최근 다이어트 식품으로써의 관심이 증가되고 있다(Kim 등 2012a).

곤약의 주원료인 구약감자(*Amorphophallus konjac*)에는 양질의 수용성 식이섬유 소재인 glucomannan이 다량 함유되어 있으며, 국수, 유제품, 어육연제품 등에 사용되고 있는 소재이다(Yoo 등 1997). 곤약은 구약감자의 근경부분을 건조시켜 분쇄하여 얻어진 glucomannan이 주성분인 분말로써는 물을 흡수하여 특유의 겔을 형성할 뿐만 아니라 증점특성, 필름형성능력, 다른 검류와의 상호작용 및 유동성을 가지고 있어 식품업계에 널리 사용되고 있다(Tye 1991; Kim 등 2007).

곤약의 주성분인 glucomannan과 같은 난소화성 다당류는 식품의 저장성을 높이고(Yoo 등 1997) 포도당의 흡수를 억

제하여 성인의 당뇨병, 혈당증, 비만증의 예방 및 치료에 매우 유용한 것으로 알려져 있을 뿐만 아니라 곤약은 소화흡수가 거의 되지 않는 저칼로리 식품으로써 특유의 팽윤성에 의하여 공복감을 채워주면서 장내에서 유해물질을 빨리 흡수시켜 배설하여 정장작용을 하는 등의 기능성을 가진 것으로 보고되고 있다(Kishida 1979; Lee & Lee 1996).

최근 곤약을 식품에 활용하고자한 연구로 곤약 글루코만난을 저지방 계육 패티에 첨가한 후 품질 및 저장성을 확인하고 곤약 글루코만난과 유청칼슘의 혼합물을 흰쥐에 급여시킨 후 혈청콜레스테롤 및 혈당에 미치는 영향이 보고되었다(Lee 등 2005; Kim 등 2007). 또한, 곤약 글루코만난을 첨가하여 제조한 국수가 고지방식이를 급여하여 유도된 비만흰쥐의 체중감소에 미치는 영향(Park & Kang 2003), 곤약 감자분말에서 추출한 곤약 글루코만난을 원료로 제조된 필름의 물리적 성질(Yoo 등 1997) 등의 연구가 진행된 바 있다.

하지만, 구약감자 분말을 주원료로 한 곤약의 최적 물성 확보를 위한 연구는 현재까지 보고되고 있지 않으며, 이에 본 연구진은 곤약 응고를 위한 최적조건을 확인하고 상온 저장시 응고제의 농도에 따른 항미생물 활성을 확인하였다. 이는 곤약의 대량생산 시 안정적인 상온유통을 위한 목적이다. 또한, 최근까지 식품업계에서는 구약감자와 곤약을 혼용하여

\*Corresponding author: Ung-Kyu Choi, Department of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Daehak-ro 61, Jeungpyeong-gun, Chungbuk 368-701, Korea Tel: 82-43-820-5242 Fax: 82-43-820-5240 E-mail: ukchoi@ut.ac.kr

사용하고 있으나 본 연구진은 가공전의 분말은 구약감자로 표기하며, 구약감자 분말과 물을 혼합하여 젤리형태로 가공한 제품을 곤약으로 구분하여 표기하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시 재료

본 실험에 사용된 구약감자 분말은 삼진식품(주)으로부터 제공 받아 사용하였다. 그 외 실험에 사용된 시약은 모두 특급시약을 사용하였으며, 미생물의 생육측정을 위한 배지는 Difco(USA)사 제품을 구입하여 사용하였다.

### 2. 곤약의 제조

곤약 제조를 위한 주원료인 구약감자 분말을 제조하기 위하여 구약감자를 깨끗이 세척한 후 건조 시킨 다음 외피를 완전히 제거하고 분쇄하였다. 분쇄된 분말은 80 mesh 체에 통과시켜 본 실험에 사용하였다. 곤약의 제조를 위해서는 구약감자 분말에 65°C 물을 3%(w/v)가 되게 첨가하여 실온에서 천천히 섞어준 후 1시간 동안 방치시켜서 얻어진 gel type의 곤약에 0.2% 농도가 되게 천천히 첨가하면서 섞어주었다. 완전히 섞여진 곤약을 200×200×50 mm의 틀에서 굳힌 후 pH 12로 맞추어진 Ca(OH)<sub>2</sub> 응고용액에 4시간 이상 응고시켜 곤약을 완성하였다. 구약감자 분말 농도에 따른 물성 및 관능검사 분석을 위한 곤약 시료는 곤약 분말 농도가 1, 2, 3, 4, 5%가 되도록 제조하였으며, 응고제 농도에 따른 곤약의 물성을 비교하기 위한 시료는 gel type의 곤약에 Ca(OH)<sub>2</sub>를 각각 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.0%가 되게 첨가하여 제조하였다. 침지액 농도에 따른 저장기간별 미생물 변화를 위한 시료는 3% 곤약을 제조 한 뒤 곤약 침지액인 Ca(OH)<sub>2</sub>의 농도를 1.0×10<sup>-2</sup>, 3.0×10<sup>-3</sup>, 1.0×10<sup>-3</sup>, 3.0×10<sup>-4</sup> 및 1.0×10<sup>-4</sup> N로 달리한 후 곤약과 함께 포장하여 사용하였다.

### 3. 곤약의 조직감 측정

곤약의 물성측정은 곤약의 가로, 세로, 높이를 각각 20×20×20 mm로 자른 시료에 대해서 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro System, England)를 이용하여 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 측정조건은 예비실험을 거쳐 변형속도(cross-head speed) 1.0 mm/sec, 압착율(compression ratio) 30%로 하여 지름 5 cm인 평판원형 stainless-steel 재질 탐침을 이용하여 측정하였다.

### 4. 관능검사

곤약의 관능검사는 훈련된 15명의 한국교통대학교 식품공학과 관능평가원을 대상으로 곤약의 조직감(texture)에 대해서 5점 채점법으로 평가하였다. 그 기준은 아주 싫다(dislike extremely)를 1점, 보통이다(neither like nor dislike)를 3점,

아주 좋다(like extremely)를 5점으로 평가하였다.

### 6. 미생물 수 측정

곤약의 저장기간에 따른 미생물수를 측정하기 위하여 1.0×10<sup>-2</sup>, 3.0×10<sup>-3</sup>, 1.0×10<sup>-3</sup>, 3.0×10<sup>-4</sup> 및 1.0×10<sup>-4</sup> N 농도의 Ca(OH)<sub>2</sub>용액에 침지된 곤약을 충분히 분쇄한 후 1g을 멸균생리식염수로 단계희석한 후 호기성 세균은 aerobic count petri film plate (3M, St. Paul, MN, USA)에 접종하여 30°C에서 48시간 동안 배양한 후 붉은색으로 염색된 것을 colony로 하여 측정하였다(Ha 1996). 효모는 희석된 시료액을 Yeast and Mold count petri film plate (3M)에 접종하여 25°C에서 72시간 동안 배양한 후 맑은 청색을 나타내는 것을 colony로 하여 균수로 측정하였다(Ha 1996). 곰팡이는 potato dextrose agar를 사용하여 spread plate method로 25°C에서 3일간 배양한 후 계수하였다(Difco Laboratories).

### 7. 주사전자현미경

구약감자 분말의 농도를 달리하여 제조한 곤약의 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 촬영하였다. 곤약을 0.2 mm 두께로 잘라 동결 건조한 다음 백금으로 도금한 후 SEM (Scanning Electron microscope, JSM-6700F, GEOL, Japan)을 이용하여 가속 전압 10.0 kV의 조건에서 100배, 500배 배율로 확대하여 관찰하였다.

### 8. 통계처리

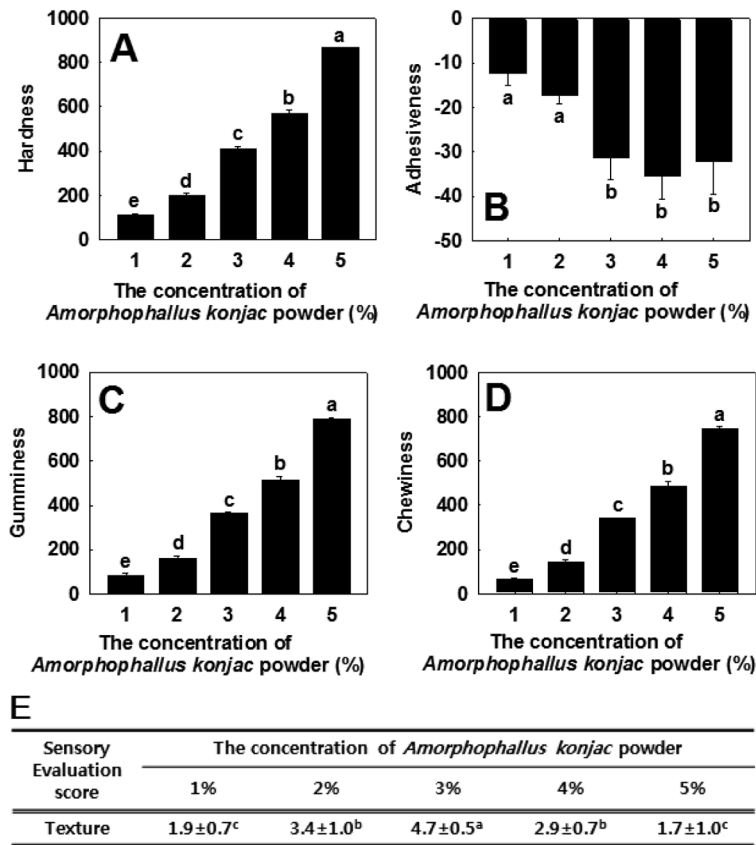
모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치와 표준편차로 나타내었으며, 관능검사 결과는 관능검사자 15명의 평균치와 표준편차로 나타내었다. 유의성검정은 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package (version 12)를 이용하여 p<0.05 수준으로 Duncan's multiple range test (Tye 1991)로 검증하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 구약감자 분말의 농도에 따른 곤약의 물성비교

곤약의 주원료인 구약감자 분말의 농도에 따른 곤약의 물성의 변화를 확인한 결과는 <Figure 1>에 나타내었다. 경도, 검성 및 씹힘성의 경우 구약감자분말의 농도에 비례하여 높아짐을 알 수 있었으며, 점착성은 구약감자분말의 농도가 3% 첨가될 때 유의적인 감소(p<0.05)를 보였으나 그 이상의 농도에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 구약감자 분말의 첨가가 강도 등 조직감을 증가시킨다고 보고한 Yoo & Lee(1997)의 연구결과와 유사한 경향이였다.

가장 최적의 조직감을 갖는 곤약을 생산할 수 있는 구약감자 분말의 적정농도를 확인하기 위해서는 곤약 고유의 물성을 유지하면서 최적의 관능치를 갖는 농도를 찾아내어야

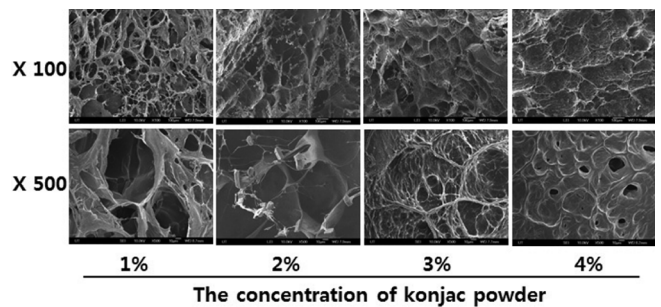


<Figure 1> The comparison of rheological properties and the sensory evaluation score for *konjac* jelly by the concentration of the *konjac* powder. Values are mean±SD, Mean with different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test (p<0.05).

하므로 물성의 측정과 함께 관능검사를 병행하였다<Figure 1E>. 곤약의 조직감에 대한 관능검사를 실시한 결과 구약감자 분말을 3% 농도로 사용하였을 때 4.7±0.5로 가장 높은 점수를 얻었으며, 2% 이하의 농도와 4% 이상의 농도에서는 조직감에 대한 기호도가 유의적(p<0.05)으로 감소하는 것으로 확인되었다. 따라서 곤약의 적절한 조직감 확보를 위하여 구약감자 분말은 3%를 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다. 가장 높은 점수를 얻은 3%에서의 경도, 점성 및 씹힘성은 각각 411.4±10.6, 365.0±4.1 및 338.9±1.3으로 확인되었으며, 이는 향후 곤약의 최적 물성을 연구하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다. 구약감자 분말의 농도를 1-4%까지 달리하여 곤약을 제조한 후 표면을 주사전자현미경(SEM)으로 촬영한 결과는 <Figure 2>에 나타내었다. 구약감자 분말을 1% 사용한 곤약의 경우 공극이 매우 많이 확인되었으며, 분말의 농도가 높아짐에 따라 공극도 줄어들음을 확인할 수 있었다. 곤약의 제조방법을 체계화하고 품질을 최적화하고자 한 시도는 미비한 실정이다.

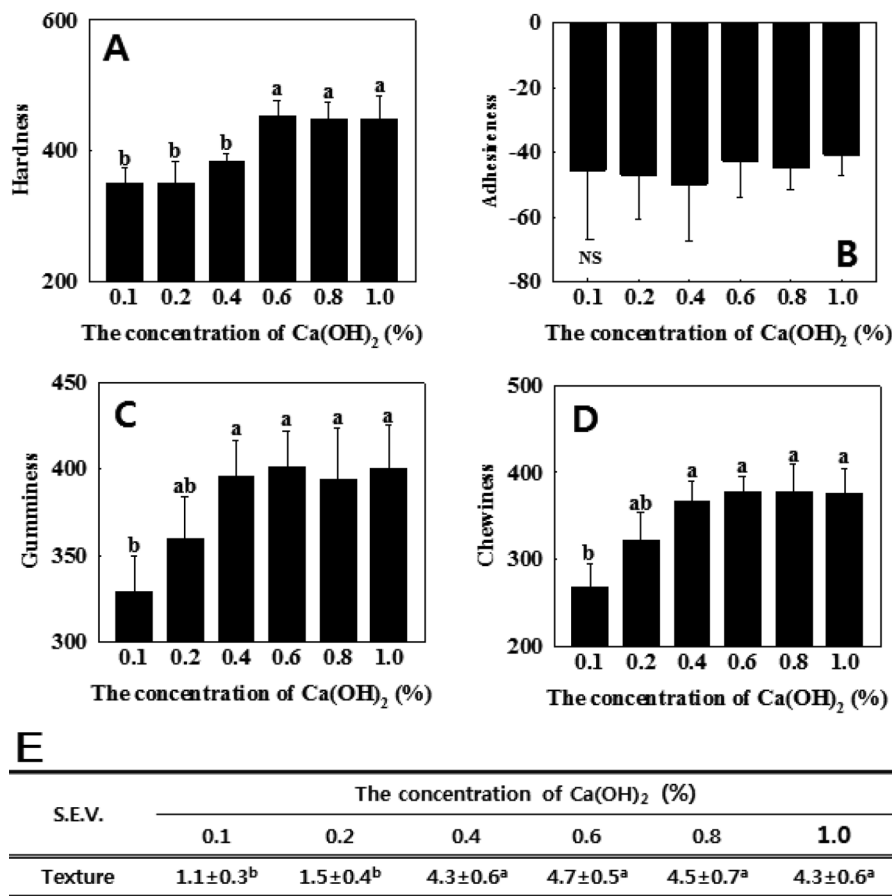
2. 응고제 농도에 따른 곤약의 물성비교

응고제로 사용되는 Ca(OH)<sub>2</sub>의 농도에 따른 곤약의 물성을 비교한 결과는 <Figure 3>에 나타낸 바와 같다. 구약감자 분



<Figure 2> Scanning electron micrograph of *konjac* jelly.

말에 65 물을 3%(w/v)가 되게 첨가하여 실온에서 천천히 섞어준 후 1시간 동안 방치시킨 다음 gel type의 곤약에 Ca(OH)<sub>2</sub>를 각각 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.0%가 되게 첨가하여 제조하였다. 경도는 응고제의 농도가 0.4%까지는 350.2-383.7 사이의 값으로 응고제의 농도에 따른 유의적인 변화가 없었으나 0.6% 이상의 농도에서는 452.2±25.7로 급격히 증가하는 경향을 보였다<Figure 3A>. 하지만 0.6% 이상의 농도에서는 유의적 차이가 없는 것으로 확인되어 곤약의 응고시 적절한 경도를 얻기 위해서는 0.6%의 Ca(OH)<sub>2</sub> 농도를 유지하는 것이 적합할 것으로 판단되었다. 점착성은 유의적



<Figure 3> The comparison of rheological properties and the sensory evaluation score for *konjac* jelly by the concentration of the Coagulant (Ca(OH)<sub>2</sub>).

Values are mean±SD, NS; Not significant, Mean with different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test (p<0.05).

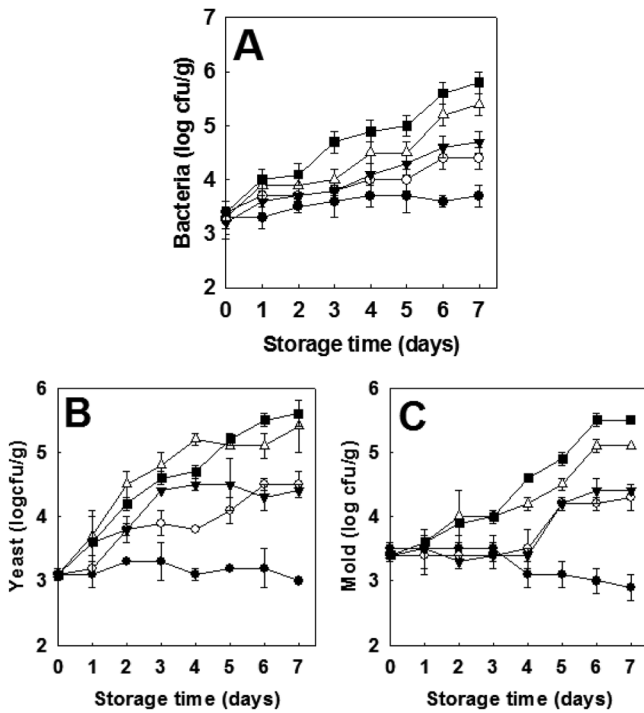
인 차이를 보이지 않았으며<Figure 3B>, 검성과 씹힘성은 0.4% 농도까지는 점차 증가하였으나 그 후는 응고제의 농도가 높아짐에 따른 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 검성의 경우 0.1%와 0.2% 농도에서 각각 329.3±20.5와 359.6±24.1을 나타내었으며, 0.4%에서 395.3±21.4%까지 증가한 후 그 이상의 농도에서는 증가하지 않았다<Figure 3C>. 씹힘성의 경우도 0.4%까지는 농도 의존적으로 증가하였으나 그 이상의 농도에서는 응고제의 농도를 높여도 변화하지 않았다<Figure 3D>. 이상의 결과로 볼 때 곤약의 적절한 응고를 위한 응고제로서 0.6% Ca(OH)<sub>2</sub>를 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

곤약의 최적 물성을 찾아내기 위해서는 구약감자 분말의 적정농도와 응고제의 적정농도를 찾는 실험과 병행하여 이에 따른 최적의 관능치를 갖는 농도를 찾아내는 실험이 수행되어야 한다. 따라서, 응고제의 농도에 따른 곤약의 최적 물성을 확인하기 위해 관능검사 항목 중 조직감에 대해 실시하였다. 그 결과 응고제의 농도를 각각 0.4와 0.6% 사용하였을 경우 조직감이 각각 4.3±0.6과 4.7±0.5를 나타내어 0.4점 높은 값을 얻은 0.6%가 가장 최적의 농도로 판단되었으

나 두 구간사이의 유의적인 차이는 없었으므로 0.4-0.6%가 가장 최적임을 확인할 수 있었다. 0.4% 이하의 농도에서는 조직감에 대한 기호도가 급격히 감소하였으며, 0.6% 이상의 농도에서는 유의적인 증가를 확인할 수 없었다. 이러한 결과로 볼 때 곤약의 응고를 위한 응고제 Ca(OH)<sub>2</sub>의 농도는 0.6%로 결정하는 것이 바람직할 것으로 판단하였다. 곤약의 응고제에 관한 연구는 미비한 실정이며, 실제로 시판되는 곤약 제품의 응고제는 Ca(OH)<sub>2</sub>나 NaOH 두 종류를 사용하는 것으로 알려져 있다. Kim (2013)은 썩 첨가 곤약국수의 최적 제조 조건을 확립하고자 구약감자 분말의 농도에 따른 물성 변화를 비교 분석한 결과, 5, 7, 9, 11% 중에서 9% 첨가 곤약의 견고성, 탄력성, 응집성 및 점착성이 각각 960 g, 0.79%, 0.62%, 595.2 g로 국수를 만들 경우 가장 적합하다고 보고한 바 있다. 또한, Choi & Kim(2012)는 10% 구약감자 분말 첨가시 우수한 대왕오징어 어묵 겔 조직감이 나온다고 보고한 바 있다.

### 3. 침지액 농도에 따른 저장기간별 미생물 변화

곤약은 상온에서 응고시킨 후 공기와 직접 접촉할 경우 표



<Figure 4> Antimicrobial properties of *konjac* jelly by soaked in the Ca(OH)<sub>2</sub> concentration.

A: Bacteria, B: Yeast, C: Mold. ●-●, 1.0×10<sup>-2</sup> N Ca(OH)<sub>2</sub>; ○-○, 3.0×10<sup>-3</sup> N Ca(OH)<sub>2</sub>; ▼-▼, 1.0×10<sup>-3</sup> N Ca(OH)<sub>2</sub>; △-△, 3.0×10<sup>-4</sup> N Ca(OH)<sub>2</sub>; ■-■, 1.0×10<sup>-4</sup> N Ca(OH)<sub>2</sub>.

면의 수분이 증발하여 물성에 나쁜 영향을 미치게 되며, 이를 방지하기 위하여 곤약의 제조 후 일정농도의 침지액에 침지한 상태에서 포장하여 유통하게 된다. 이때 침지액으로는 곤약의 제조시 물성을 그대로 유지하기 위하여 응고제로 Ca(OH)<sub>2</sub>를 사용하는 것이 바람직하다. 사용되는 Ca(OH)<sub>2</sub>는 알칼리성을 띠게 되므로 침지액의 농도가 높아질 경우 pH 상승에 의한 항균효과를 기대할 수 있다. 따라서, 구약감자 분말에 65°C 물을 3%(w/v)가 되게 첨가하여 실온에서 천천히 섞어준 후 1시간 동안 방치시켜서 얻어진 gel type의 곤약에 0.2% Ca(OH)<sub>2</sub>를 첨가하여 제조한 다음 곤약 침지액인 Ca(OH)<sub>2</sub>의 농도를 1.0×10<sup>-2</sup>, 3.0×10<sup>-3</sup>, 1.0×10<sup>-3</sup>, 3.0×10<sup>-4</sup> 및 1.0×10<sup>-4</sup> N로 달리한 후 곤약과 함께 포장하여 상온에서 저장하면서 미생물수의 변화를 확인한 결과는 <Figure 4>에 나타내었다. 세균의 경우 저장 직후 3.2-3.4 log CFU/g을 나타내었으며, 응고액의 농도가 높아짐에 따라 의존적으로 세균의 수가 감소하여, 응고액이 세균의 성장 억제에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다<Figure 4A>. 즉 1.0×10<sup>-4</sup> N에서는 저장 7일째 5.8±0.2 log CFU/g를 나타낸 반면 1.0×10<sup>-2</sup> N에서는 3.7±0.2 log CFU/g를 나타내어 99% 이상의 균 성장 억제효과를 확인할 수 있었다. 효모와 곰팡이의 경우도 세균과 유사한 패턴을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 효모의 경우 1.0×10<sup>-4</sup> N에서는 저장 7일째

5.6±0.2 log CFU/g를 나타낸 반면 1.0×10<sup>-2</sup> N에서는 3.0±0.1 log CFU/g를 나타내었으며<Figure 4B>, 곰팡이의 경우 1×10<sup>-4</sup> N에서는 저장 7일째 5.5±0.1 log CFU/g를 나타낸 반면 1×10<sup>-2</sup> N에서는 2.9±0.1 log CFU/g를 나타내어 모두 99% 이상의 성장 억제능을 보였다<Figure 4C>. 특히 1.0×10<sup>-2</sup> N의 Ca(OH)<sub>2</sub>는 세균과 효모 및 곰팡이 모두 성장을 불가능하게 하는 결과를 보였으며, 이는 곤약의 대량생산 시 초기 미생물 관리를 철저히 한다면 별도의 살균공정이 없더라도 안정적인 상온유통이 가능함을 의미한다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 곤약의 최적 응고조건을 확립하고 침지액의 농도에 따른 항미생물 활성을 확인하였다. 곤약의 주원료인 구약감자 분말의 농도에 따른 곤약의 경도, 감성 및 씹힘성은 구약감자분말의 농도에 비례하여 높아졌다. 곤약의 조직감에 대한 관능검사를 실시한 결과 구약감자 분말을 3% 농도로 사용하였을 때 4.7±0.5로 가장 높은 점수를 얻었다. 따라서 곤약의 적절한 물성 확보를 위하여 구약감자 분말은 3%를 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다. 응고제로 사용되는 Ca(OH)<sub>2</sub>의 농도에 따른 곤약의 물성을 비교한 결과, 적절한 응고를 위한 응고제로서는 0.4-0.6% 농도로 사용하는 것이 바람직하였다. 관능검사 결과 Ca(OH)<sub>2</sub> 0.6%에서 가장 높은 점수를 얻어 최적조건임을 확인할 수 있었다. 침지액인 Ca(OH)<sub>2</sub>의 농도를 달리한 후 곤약과 함께 포장하여 상온에서 저장하면서 미생물수의 변화를 확인한 결과 세균, 효모 및 곰팡이 모두 Ca(OH)<sub>2</sub>농도 의존적으로 억제되었다. 특히 1.0×10<sup>-2</sup> N의 Ca(OH)<sub>2</sub>는 세균과 효모 및 곰팡이 모두 7일 동안 저장시 성장을 불가능하게 하였다. 이는 곤약의 대량생산시 초기 미생물 관리를 철저히 한다면 별도의 살균공정이 없더라도 안정적인 상온유통이 가능함을 의미한다. 곤약의 제조와 유통시 HACCP 적용시 한계기준 설정을 위해 응고제의 농도는 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대되며, 향후 안정적인 상온유통을 위하여 1년 이상의 저장실험을 통한 저장 안전성 확보가 필요할 것으로 사료된다.

#### References

Choi SH, Kim SM. 2012. Quality properties of giant squid (*Dosidicus gigas*) surimi-based product manufactured with *Amorphophallus konjac* flour. Korean J. Food Sci. Technol., 44(4):422-427

Difco Laboratories. 1984. Difco Manual. 10th ed. Detroit, MI, USA, pp 689-1131

Ha SD. 1996. Evaluation of dryfilm method for isolation of microorganisms from foods. Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol., 24(2):178-184

Joo SY, Choi HY. 2014. Antioxidant activity and quality

- characteristics of mung bean starch gel prepared with ginkgo nut powder. *Korean J. Food Culture*, 29(1):84-90
- Kim AJ, Han MR, Rho JO. 2011. Quality characteristics of *cheongpomook* prepared with different levels of mungbean powder. *Korean J. Hum. Ecol.*, 20(6):1229-1237
- Kim AJ, Jung JJ, Lee MS, Joo NM, Jung EK. 2012a. Quality characteristics of mungbeanmook added with Gugija (*Lycii fructus*) infusion. *J. Korean Diet. Assoc.*, 18(3):213-221
- Kim SH, Lee WK, Choi CS, Cho SM. 2012b. Quality characteristics of muffins with added acorn jelly powder and acorn ethanol extract powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(3):369-375
- Kim SJ. 2013. Preparation and characteristics of konjac noodle-added mugwort. *J. East. Asian. Soc. Dietaty Life*, 23(5): 613-619
- Kim SJ, Choi WS, You SG, Min YS. 2007. Effect of glucomannan on quality and shelf-life of low-fat chicken patty. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 39(1):55-60
- Kishida N. 1979. Relationship between the quality of konjac flour and the molecular matter nature of konjac-mannan. *Agr. Biol. Chem.*, 43(11):2391-2397
- Lee HD, Lee JI. 1996. Analysis of chemical components of elephant foot (*Amorphophallus konjac*). *Korean J. Medicinal Crop. Sci.*, 4(3):261-264
- Lee SK, Sin GL, Kim YH. 2005. Effect of mixed glucomannan and whey calcium on the serum cholesterol and blood glucose in rats. *J. Fd. Hyg. Safety*, 20(1):69-72
- Lee KH, Park HC, Her ES. 1998. Statistics and data analysis method. Hyoil Press. Seoul, Korea., pp 253-296
- Lee MH, No HK. 2001. Effect of chitosan on shelf-life and quality of buckwheat starch jelly. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30(5):865-869
- Park SJ, Kang MH. 2003. The effect of dietary noodle with glucomannan on the weight loss in high fat diet-induced obese rats. *J. Korea Soc. Food. Sci. Nutr.*, 32(6):893-898.
- Tye RJ. 1991. Konjac flour, properties and applications. *Food Technol.*, 45(3):87-92
- Yoo MH, Lee HG, Lim ST. 1997. Physical properties of the films prepared with glucomannan extracted from *Amorphophallus konjac*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(2):255-260

---

Received May 27, 2014; revised September 3, 2014; accepted September 15, 2014