

## 곤약의 제조공정 및 최적 저장조건 확립

이난희<sup>2,3</sup> · 최응규<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국교통대학교 식품공학과

<sup>2</sup>대구한의대학교 메디푸드 HMR산업학과

<sup>3</sup>청도군 어린이급식관리지원센터

## Establishment of *Konjac* Manufacturing Process and Optimum Storage Conditions at Room Temperature

Nan-Hee Lee<sup>2,3</sup>, Ung-Kyu Choi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Medi-food HMR industry, Daegu Hanny University, Gyeongsan, Korea

<sup>3</sup>Cheongdo Center for Children's Food service Management, Cheongdo, Kroea

(Received March 9, 2020/Revised March 16, 2020/Accepted April 14, 2020)

**ABSTRACT** - The manufacturing process for *konjac* jelly is largely divided into the three processes of powder manufacturing, a coagulation and finishing. It was found that the number of aerobic bacteria in *konjac* jelly decreases as the concentration of coagulation agent and soaking liquid increases. The temperature of the water has no significant effect. When the concentration of coagulation agent was maintained at 1.0%, the tensile strength was also maintained without significant change for up to 10 months. When the concentration was kept below 0.8%, however, the tensile strength showed a tendency to sharply decrease. After fixing the coagulant concentration to 1.0%, the effect by the soaking liquid was confirmed. At all concentrations of soaking, it was found that both tensile strength and bacterial numbers are unchanged until 10 months of storage.

**Key words** : *Konjac* jelly, Manufacturing process, Storage condition, Coagulation agent

동북아시아에서 주로 재배되는 토란 또는 천남생과 식물인 구약감자(*Amorphophallus konjac*)는 glucomannan이 주성분으로 되어 있는 식물로써<sup>1)</sup> 주로 근경을 식용하며 국수와 어육제품 등의 첨가재료로 활용 되고 있다<sup>2,4)</sup>.

구약감자를 활용한 가공식품의 개발 연구로 Kim 등<sup>5)</sup>은 닭고기 패티 제조시 지방 대체제로 glucomannan을 첨가하여 지방함량이 낮은 패티를 제조하고 품질과 저장성을 확인하였으며, Choi 등<sup>6)</sup>은 대왕오징어를 이용한 어묵 제조 시 구약감자 분말을 첨가하여 상업적 활용 가능성을 보고한 바 있다. 소면 제조시 구약감자를 밀가루 대비 1.5% 첨가할 경우 기능성과 기호도가 증진된 면의 개발이 가능하였으며<sup>7)</sup>, 해조류의 일종인 매생이 첨가에 따른 기호도

상승에 관한 연구도 보고된 바 있다<sup>8)</sup>. 그 뿐만 아니라 곤약은 비만 흰쥐의 체중 감소에 유의미한 영향이 있음이 확인되었으며 마우스 레벨에서 혈청콜레스테롤 및 혈당에 유의미한 영향을 미치는 것<sup>3)</sup>으로 보고된 바 있어 기능성 식품소재로의 개발을 위한 연구도 활발히 진행되고 있다.

곤약은 제조공정 중에 열처리를 통한 살균 공정을 거치지 않아 각종 미생물에 의한 오염의 가능성이 있으므로 엄격한 품질관리를 통한 안전성확보가 매우 중요한 품목이다. 곤약의 항균활성과 저장안전성 확보에 관한 연구로 심 등은 구약감자와 곤약 명칭을 구분하여 표기하고 곤약의 최적응고조건이 확립되었으며<sup>9)</sup>, 침지액의 농도에 따른 식중독균에 대한 항균활성이 보고된 바 있다<sup>10)</sup>. 이 등<sup>11)</sup>은 응고제와 물의 온도 및 침지액의 농도를 조정함으로써 대조구 대비 1,000배 이상의 항균효과를 얻을 수 있다고 보고한 바 있으며, 침지액과 응고제의 pH를 11.5로 설정할 경우 상온에서 3개월 이상 품질유지가 가능하다는 선행연구<sup>12)</sup>로 볼 때 곤약은 가열 살균과정을 거치지 않음에

\*Correspondence to: Ung-Kyu Choi, Department of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea.  
Tel: +82-43-820-5242, Fax: +82-43-820-5240  
E-mail: ukchoi@ut.ac.kr

도 불구하고 장기간 상온에서의 유통이 가능할 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서는 곤약 상온유통에서의 안전성 확보를 위한 연구의 일환으로써 곤약의 제조공정을 확립하고 응고제와 침지액의 농도를 달리하여 곤약을 제 10개월 동안 저장하면서 인장강도와 일반세균수 및 대장균수의 변화를 확인하였다.

## Materials and Methods

### 공시 재료

본 실험에 사용된 구약감자 분말은 충북 진천군 소재의 삼진식품(주)로부터 제공받아 사용하였다. 그 외 실험에 사용된 시약은 모두 특급시약을 사용하였으며, 미생물의 생육측정을 위한 배지는 Difco (Detroit, MI, USA)사 제품을 구입하여 사용하였다.

### 곤약 제조

곤약의 제조를 위해서 삼진식품(주)에서 제공받은 구약감자 분말을 80 mesh 체에 통과시켜 사용하였다. 구약감자 분말에 55-85°C 용수를 2.86% (w/v)가 되게 첨가하여 실온에서 100 rpm으로 천천히 섞어준 후 1시간 동안 방치시켜서 얻어진 gel type의 곤약에  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 0.2% 농도가 되게 천천히 첨가하면서 섞어주었다. 완전히 섞어진 곤약을 200×200×50 mm의 틀에서 굳힌 후  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  응고용액에 4시간 이상 응고 시킨 후 제성과정과 금속담지기 통과과정을 거쳐 곤약을 완성하였다. 곤약의 항균활성에 응고제 농도가 미치는 영향을 확인하기 위하여 gel type의 곤약에  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 각각 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0%가 되게 첨가하였다. 침지액 농도에 따른 미생물 저항성을 확인하기 위하여 곤약 침지액으로 사용되는  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 농도를  $4 \times 10^3$ ,  $6 \times 10^3$ ,  $8 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^2$ , 및  $1.2 \times 10^2$  N으로 달리하여 곤약과 함께 포장하여 사용하였다.

### 응고제와 첨가 용수 및 침지액의 농도에 따른 항 미생물 활성 확인

성형 공정시 응고제의 농도에 따른 미생물 활성을 확인하기 위하여 gel type의 곤약에  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 및 1.0% 간격으로 조정하여 응고시킨 후 일반세균 수 확인을 위한 시료로 사용하였다. 용수온도에 따른 항미생물 활성을 확인하기 위하여 용수의 온도를 55, 65, 75 및 85°C로 첨가하여 응고시킨 후 일반세균 수 확인을 위한 시료로 사용하였다. 곤약 침지액의 pH에 따른 미생물 활성을 확인하기 위해서는 침지액의 농도를  $4 \times 10^3$ ,  $6 \times 10^3$ ,  $8 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^2$ , 및  $1.2 \times 10^2$  N으로 달리하여 곤약과 함께 포장하여 10개월 동안 상온에서 저장하면서 일반세균 수 확인을 위한 시료로 사용하였다.

### 일반세균수와 대장균군 측정

일반세균수와 대장균군은 식품공전<sup>13)</sup> 일반실험법 미생물시험법에 준하여 측정한다. 즉, 일반세균수 및 대장균군의 측정을 위한 전처리 시료 5g을 취하고, 0.85% 멸균식염수를 가하여 50 mL로 맞춘 다음 stomacher (Bag Mizer 400 VW, Interscience, Nom la Bretèche, France)로 30초간 균질화한 후 균질액을 단계희석하여 제조하였다. 이어서 일반세균수는 전처리한 시료와 표면 검체액을 aerobic count petrifilm plate (3M, St. Paul, MN, USA)에 접종하고 35±1°C에서 48시간 동안 배양한 후 집락수를 세었다. 대장균군은 시료 1g을 100 mL 생리식염수에 녹인 시험용액을 각 단계별로 희석하여 Petrifilm *E. coli*/Coliform Count Plate (3M, Maplewood, MN, USA)에 접종한 후, 35-37°C에서 24-48시간 배양하여 생성된 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 집락수를 측정하여 희석배수에 따라 계산하였다.

### 인장강도 측정

곤약의 조직감은 Texture analyser (TA-XT2i, Stable Micro System Ltd., Godalming, Surrey, U.K.)와 accessory로 Spaghetti/Noodle Tensile Rig를 이용하여 곤약의 인장(Tensile) 강도를 측정하였다. 측정 arm 사이를 15 mm의 간격으로 하여 국수면이 늘어지거나, 너무 세게 잡아 끊어지지 않을 정도로 위, 아래의 arm에 각각 세 바퀴를 감아 측정하였다. 측정 조건은 pre-test speed: 1.0 mm/s, test speed: 3.0 mm/s, post-test speed: 10.0 mm/s, distance: 100 mm, Trigger type: Auto-5g으로 설정<sup>14)</sup> 하여 최소 10회 이상 반복하여 실험하였다.

### 통계처리

모든 실험은 3회 반복 측정하여 평균±표준편차로 나타내었으며, 결과의 통계 처리는 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, version 12, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package를 이용하여, one-way ANOVA로 유의성을 검증하고, Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정( $P < 0.05$ )하였다.

## Results and Discussion

### 곤약의 제조공정 확립

곤약의 제조공정을 조사한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 곤약의 제조는 크게 분말제조과정, 응고과정 및 제성과정으로 나눌 수 있었다. 분말제조과정에서는 구약감자 분말 제조를 위해서 구약감자를 깨끗이 세척한 후 저온에서 완전히 건조시킨 다음, 외피를 깨끗이 제거하고 분쇄하고 80 mesh 체를 통과한 분말을 구약감자 분말로 하여 곤약 제조의 원료로 사용하였다. 응고과정에서는 구약감자 분말

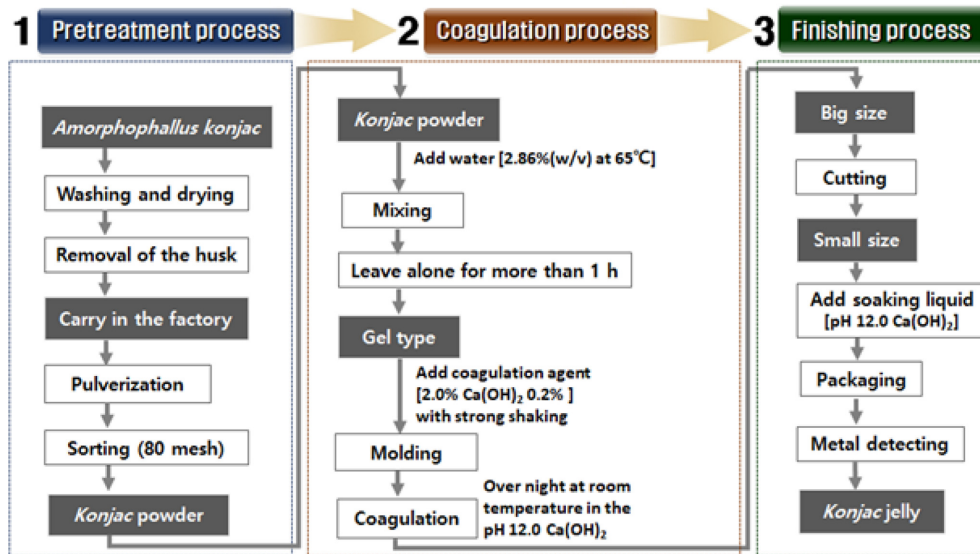


Fig. 1. Manufacturing process for the preparation of konjac jelly.

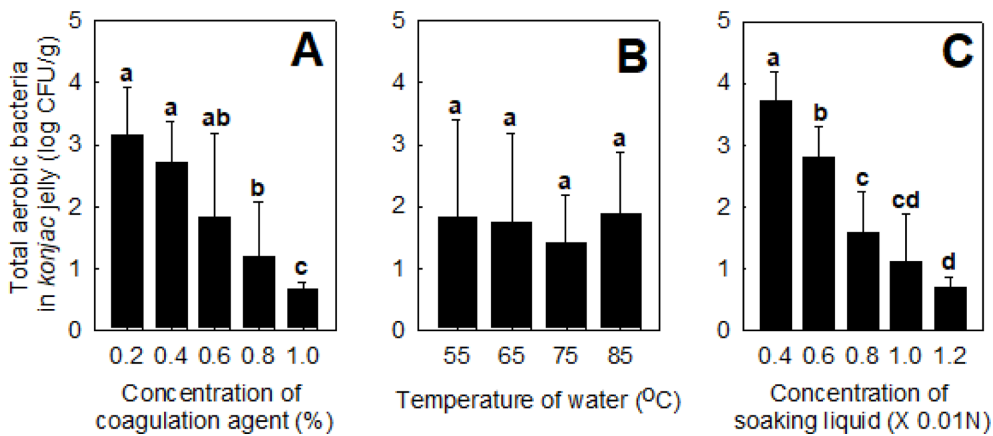


Fig. 2. Antimicrobial properties of konjac jelly under different level of coagulation agent [Ca(OH)<sub>2</sub>], temperature of water and concentration of soaking liquid. Different superscripts indicate significant difference at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Values are means±standard deviations of triplicate determinations.

에 65°C 내외의 물을 2.86% (w/v)가 되게 첨가하여 실온에서 100 rpm으로 천천히 섞어준 후 1시간 이상 방치시켜서 얻어진 gel에 0.2% Ca(OH)<sub>2</sub> 용액을 천천히 첨가하면서 섞어주었다. 완전히 혼합된 곤약을 성형 틀에 넣은 후 pH 12.0으로 조절된 Ca(OH)<sub>2</sub> 용액에 4시간 이상 침지시켜 응고시켰다. 제성과정에서는 완전히 응고된 곤약을 적절한 크기로 절단하여 침지액과 함께 포장한 후 금속 탐지기를 통과시켜 곤약제품을 완성하였다. 구약감자 분말이 겔화를 일으키기 위해서는 0.5% 이상의 농도가 필요하며, 탄성 겔로서 취급가능한 농도는 1.5% 이상으로 보고된 바 있어<sup>15)</sup>, 본 연구에서는 사용된 3.0%의 구약감자 분말은 충분한 탄성을 확보할 수 있는 양으로 판단된다.

**응고제, 용수 온도 및 침지액 조건에 따른 항미생물 활성**  
 곤약의 제조과정에서 최종제품 품질의 변수로 활용할 수 있을 것으로 판단되는 응고제 농도, 물 온도 및 침지액의 농도에 따른 항 미생물 활성을 확인한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 응고제의 농도를 0.2-1.0%까지 달리하여 곤약의 일반세균수를 측정된 결과 Fig. 2A에서와 같이 응고제 농도의존적인 뚜렷한 감소 경향을 나타내었다. 즉 응고제 0.2%에서는 3.2±0.8 log CFU/g로 나타났으나 1.0%에서는 0.7±0.1 log CFU/g으로 최소 100배 이상 감소되는 것으로 확인되었다. 첨가되는 용수의 온도를 55-85°C로 달리하여 항미생물 활성을 확인한 결과 Fig. 2B에서와 같이 물의 온도는 곤약의 항미생물 활성에 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 즉 55°C와 85°C의 물을 첨가하였을 때 세균수가 각각 1.8±1.6와 1.9±1.0 log CFU/g으로

차이가 없는 것으로 확인되었다. 침지액의 농도를  $4 \times 10^{-3}$ - $1.2 \times 10^{-2}$  N로 달리하여 항미생물 활성을 확인한 결과는 Fig. 2C에서와 같이 침지액 농도 의존적으로 뚜렷한 감소 경향을 나타냄을 확인할 수 있었다. 즉 응고제  $4 \times 10^{-3}$  N에서는  $3.7 \pm 0.5 \log \text{ CFU/g}$ 으로 나타났으나  $1.2 \times 10^{-2}$  N에서는  $0.7 \pm 0.2 \log \text{ CFU/g}$ 으로 일반세균수가 최소 100배 이상 감소되는 것으로 확인되었다. EVOP-fs를 활용하여 곤약의 항균활성을 위한 최적조건을 확인한 연구<sup>16)</sup>에서 응고제 농도 0.8%, 침지액 농도 0.01 N에서 최적의 항균활성을 얻을 수 있었으며, 용수의 온도는 곤약의 항균활성에 유의적 영향을 미치지 못하였다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 패턴을 보였으나, 이는 단기간에 측정된 결과이며, 장기 저장을 위한 조건의 설정에 관한 연구가 필요할 것으로 판단되었다. 곤약의 제조과정 중  $\text{Ca(OH)}_2$  농도에 따른 *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Salmonella* Typhimurium에 대한 항균 활성을 확인한 연구에서  $1.0 \times 10^{-2}$  N 농도로 첨가시 식중독균이 사멸되었으며<sup>9)</sup>, 일반세균과 효모 및 곰팡이 모두 7일 동안 저장시 성장이 완전히 억제된다고 보고한 바 있어<sup>10)</sup>  $\text{Ca(OH)}_2$  농도의 조절은 곤약의 상온저장에 상당한 영향을 미칠 수 있다고 판단된다.

**응고제 농도에 따른 저장기간 별 인장강도와 세균수 변화**

곤약의 장기저장을 위한 실험으로 항미생물 활성에 유의적인 영향을 미치는 독립변수 중 한가지인 응고제  $[\text{Ca(OH)}_2]$ 의 농도를 달리하여 10개월 동안 상온에서 저장하면서 인장강도와 일반세균수를 확인한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 응고제 농도에 따른 저장기간별 인장강도는 Fig. 3A에 나타낸 바와 같이 응고제 농도를 1.0%로 유지할 경우 인장강도는 10개월까지 큰 변화 없이 유지되는 것으로 나타났으나 0.8% 이하로 유지할 경우 급격한 감소를 나타내는 경향을 보였다. 특히 0.6% 이하에서는 저장 2개월 이내에 인장강도를 측정할 수 없을 정도로 조직이 분해되는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는  $\text{Ca(OH)}_2$ 가 강한 염기성을 띠는 것으로 볼 때 0.8% 이하에서는 미생물을 억제할 수 있는 pH를 유지하지 못하기 때문인 것으로 사료된다. 저장기간별 일반세균수(Fig. 3B)도 인장강도의 변화와 유사한 패턴을 보이는 것으로 나타났다. 즉, 응고제 농도를 1.0%로 유지할 경우 저장 10개월째 까지 일반세균이 전혀 검출되지 않았다. 대장균은 실험 전 과정에서 검출되지 않았다(data not shown). 이는 곤약의 제조공정에서 살균과정이 없다는 점에서  $\text{Ca(OH)}_2$ 의 농도만으로 10개월간의 유통기한 확보가 가능하다는 사실을 의미하는 것으로 인장강도 유지와 항 미생물 활성의 메커니즘을 밝히는 연구가 추가되어야 할 것으로 사료된다. 곤약의 제조시 응고제인  $\text{Ca(OH)}_2$  농도를 달리하여 곤약의 응고특성을 조사한 연구<sup>10)</sup>에서 응고제의 농도를 0.6% 이상 유지하는 것이 필요한 것으로 보고되었으나 이는 저장

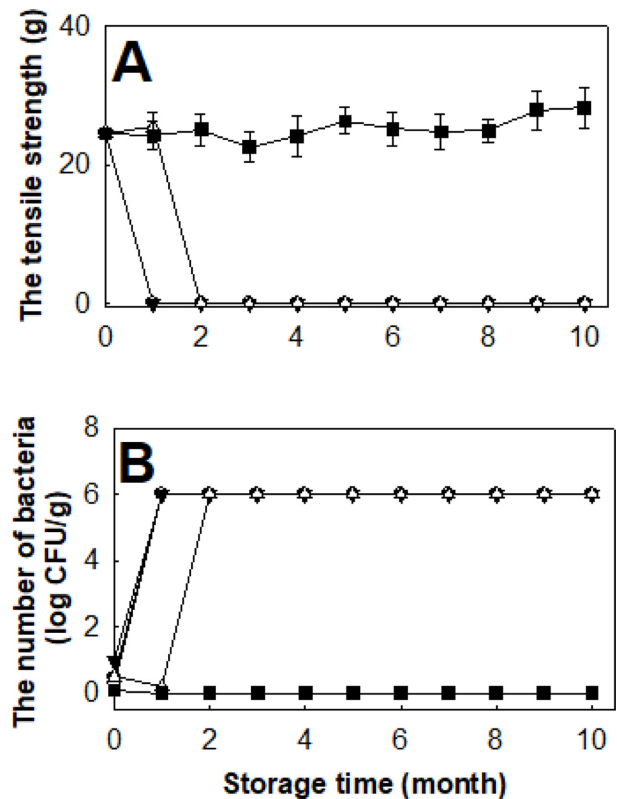
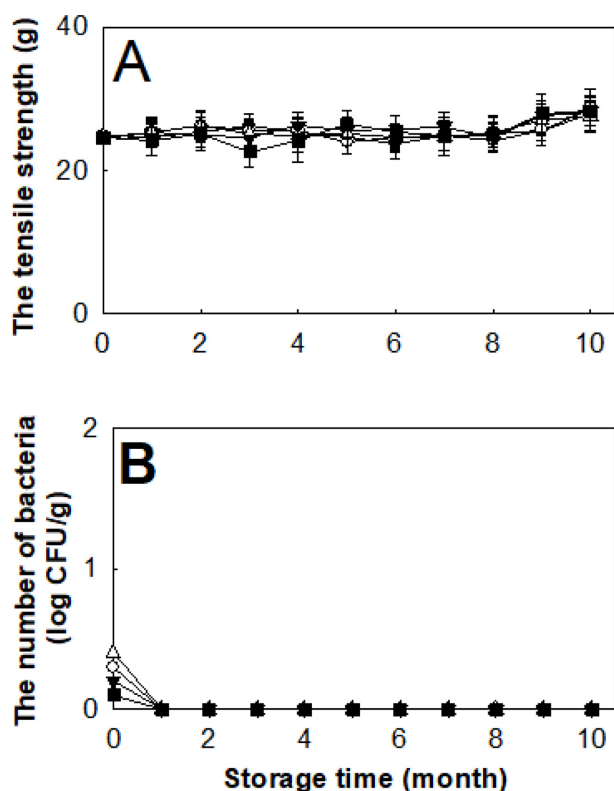


Fig. 3. Effect of the concentration of coagulation agent on the tensile strength and the number of bacteria in the konjac jelly stored at 25°C for the 10 month. A : the tensile strength, B : the number of bacteria, ●-●: 0.2%, ○-○: 0.4%, ▼-▼: 0.6%, ▽-▽: 0.8%, ■-■: 1.0%.

특성을 반영하지 않은 것으로 본 실험 결과 고품질의 곤약 제조와 10개월 이상의 장기 저장 및 유통을 위해서는 1.0%를 유지하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 곤약 제조시 미생물로부터 안전한 한계 pH는 11.5인 것으로 보고되어 있으며, 응고시 곤약의 pH와 침지액의 pH를 각각 11.5로 조정하여 별도의 살균과정 없이 3개월의 유통이 가능한 것으로 보고된 바 있으나<sup>12)</sup> 본 연구에서는  $\text{Ca(OH)}_2$ 를 1.0%로 유지함으로써 10개월 동안 상온에서 안정적으로 저장할 수 있음을 최초로 확인하였다.

**침지액 농도에 따른 저장기간 별 인장강도와 세균수 변화**

응고제의 농도를 1.0%로 결정한 후 침지액의 농도를  $4 \times 10^{-3}$ - $1.2 \times 10^{-2}$  N로 달리하여 10개월 동안 상온에서 저장하면서 인장강도와 일반세균수를 확인한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 시험된 모든 침지액 농도( $4 \times 10^{-3}$ - $1.2 \times 10^{-2}$  N)에서 인장강도는 저장 10개월까지 큰 변화없이 유지되는 것으로 나타났다. 이는 곤약의 저장시 응고제의 농도를 1.0%로 유지시킬 경우 침지액의 농도를 광범위하게 설정하여도 곤약의 저장에 지장이 없음을 의미하는 것으로 곤약의 저장에는 응고제의 농도가 매우 중요하다는 것을 의미한



**Fig. 4.** Effect of the concentration of coagulation agent on the tensile strength and the number of bacteria in the *konjac* jelly stored at 25°C for the 10 month. A : the tensile strength, B : the number of bacteria, ●-● :  $4.0 \times 10^{-3}$  N, ○-○ :  $6.0 \times 10^{-3}$  N, ▼-▼ :  $8.0 \times 10^{-3}$  N, ▽-▽ :  $1.0 \times 10^{-2}$  N, ■-■ :  $1.2 \times 10^{-2}$  N.

다. 대장균은 실험 전 과정에서 검출되지 않았다(data not shown). 이러한 결과를 바탕으로 상온에서 곤약을 10개월 이상 유지하기 위해서는 응고제의 농도를 1.0% 이상 유지할 필요성이 있으며, 침지액의 농도는 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 다양한  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  농도에서 곤약을 7일간 저장하면서 미생물의 변화를 확인한 결과  $1.0 \times 10^2$  N에서는 세균과 효모 및 곰팡이 모두 성장이 불가능하다는 보고<sup>10)</sup>와 같은 경향을 보이는 것이며, 10개월 동안 일반세균의 수가 전혀 검출되지 않았다는 점(Fig. 4B)에서 본 연구의 의미가 있다고 판단된다. Choi<sup>12)</sup>는 곤약 제조시 응고제와 침지액의 pH를 11.5로 조정함으로써 살균과정 없이 3개월간 상온저장이 가능하다고 보고한 바 있으나 본 연구결과 응고제의 농도를 정확히 조정할 경우 침지액의 농도는 항미생물 활성에 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 확인되었다.

종합적으로 본 연구결과에서는 응고제의 농도를 1.0%로 유지할 경우, 용수의 온도와 침지액의 농도에 상관없이 별도의 멸균과정을 거치지 않고도 10개월간 일반세균의 번식을 억제하고 물성을 유지할 수 있다는 사실을 확인하였다.

## Acknowledgement

본 연구는 중소벤처기업부에서 지원하는 2019년도 맞춤형 기술파트너 지원사업(No. S2762028)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

## 국문 요약

곤약의 제조 공정은 크게 분말제조과정, 응고과정 및 제성과정으로 나눌 수 있었다. 곤약의 일반세균수는 응고제와 침지액의 농도가 높아질수록 뚜렷한 감소 경향을 나타낸 반면 용수의 온도는 유의미한 영향을 미치지 못하였다. 곤약의 저장성 실험에서 응고제  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  농도를 1.0%로 유지할 경우 인장강도는 10개월까지 큰 변화 없이 유지되는 것으로 나타났으나 0.8% 이하로 유지할 경우 급격한 감소를 나타내는 경향을 보였다. 일반세균수도 인장강도의 변화와 유사한 패턴을 보였다. 응고제 농도를 1.0%로 고정된 후 침지액에 의한 영향을 확인한 결과 시험된 모든 침지액 농도( $4 \times 10^{-3}$ - $1.2 \times 10^{-2}$  N)에서 인장강도와 일반세균수 모두 저장 10개월까지 큰 변화없이 유지되는 것으로 나타났다. 이는 곤약의 저장시 응고제의 농도가 결정적 영향을 미치는 것을 의미하는 것으로 상온에서 응고제의 농도를 1.0% 이상 유지할 경우 침지액의 농도에 상관없이 상온에서 10개월 동안 물성을 유지할 수 있다는 것을 의미한다.

## References

1. Kishida, N., Relationship between the quality of konjac flour and the molecular matter nature of konjac-mannan. *Agr. Biol. Chem.*, **43**, 2391-2397 (1979).
2. Yoo, M.H., Lee, H.G., Lim S.T., Physical properties of the films prepared with glucomannan extracted from *Amorphophallus konjac*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 255-260 (1997).
3. Bark, S.J., Kang, M.H., The dietary effect of patty made with added glucomannan in high fat diet-induced obese rats. *J. East Asian Soc. Diet Life*, **15**, 40-48 (2005).
4. Bark, S.J., Kang, M.H., The effect of dietary noodle with glucomannan on the weight loss in high fat diet-induced obese rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **32**, 893-898 (2003).
5. Kim, S.J., Choi, W.S., You, S.G., Min, Y.S., Effect of glucomannan on quality and shelf-life of low-fat chicken patty. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **39**, 55-60 (2007).
6. Choi, S.H., Kim, S.M., Quality properties of giant squid (*Dosidicus gigas*) surimi-based product manufactured with *Amorphophallus konjac* flour. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **44**, 422-427 (2012).
7. Choi, H.E., Park, H.Y., Jo, Y.I., Kim, N.Y., Lee, N.H., Choi,

- U.K., Effect on the characteristics of noodle by the addition of *konjac* powder. *Korean J. Food Nutr.*, **30**, 282-289 (2017).
8. Choi, H.E., Park, H.Y., Kim, N.Y., Jang, H.S., Lee, N.H., Choi, U.K., Cooking characteristics of noodle containing *konjac* powder and *Capsosiphon fulvescens*. *Korean J. Food Nutr.*, **30**, 847-851 (2017).
  9. Sim, J.I., Choi, S.J., Jeong, J.H., Choi, U.K., Selection of the coagulant for processing and identification of antibacterial activity on food-born pathogens of *konjac* jelly. *Korean J. Food Nutr.*, **27**, 699-705 (2014).
  10. Sim, J.I., Choi, S.J., Jeong, J.H., Choi, U.K., Establishment of optimum condition for the coagulation and antimicrobial activity of *konjac* jelly. *Korean J. Food Nutr.*, **29**, 415-420 (2014).
  11. Lee, N.H., Choi, W.S., Choi, U.K., Optimization for the antibacterial activity of konjak jelly using evolutionary operation-factorial design technique. *Korean J. Food Nutr.*, **31**, 272-277 (2018).
  12. Choi, UK., Enhancement of *konjac* storage by controlling pH of coagulant and soaking liquid. *J. Food Hyg. Saf.*, **34**, 100-105 (2019).
  13. Ministry of Food and Drug Safety, (2019, April 3). Korean Food. Code. Chapter 9. General analytical method. 9-3-3.5~9-3-3.25. Retrieved from <http://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/foodRvIv/foodRvIv.do>
  14. Liman, L., Thomas, J., Herald, Donghai Wang, Jeff, D., Wilson, Scott R., Bean, Fadi M., Aramouni., Characterization of sorghum grain and evaluation of sorghum flour in a Chinese egg noodle system. *J. Cereal Sci.*, **55**, 31-36 (2012).
  15. Kim, S.J., Preparation and characteristics of *konjac* noodle-added mugwort. *J. East Asian Soc. Dietaty Life*, **23**, 613-619 (2013).
  16. Lee, N.H., Choi, W.S., Choi, U.K., Optimization for the antibacterial activity of konjak jelly using evolutionary operation-factorial design technique. *Korean J. Food Nutr.*, **31**, 272-277 (2018).