

곤약 가공을 위한 응고제 선정 및 식중독균에 대한 항균 활성 확인

심재인^{*,**} · 최선정^{**} · 정재현^{**} · †최웅규^{**}

^{*}삼진식품(주), ^{**}한국교통대학교 식품공학과

Selection of the Coagulant for Processing and Identification of Antibacterial Activity on Foodborn Pathogens of *Konjac* Jelly

Jae-In Sim^{*,**}, Seon-Jeong Choi^{**}, Jae-Hyun Jeong^{**} and †Ung-Kyu Choi^{**}

^{*}Sam Jin Food Co., Ltd, Jincheon 365-841, Korea

^{**}Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 368-701, Korea

Abstract

This study was conducted to select the coagulant for *konjac* processing and to identify the antibacterial activity on foodborn pathogens by concentration of $\text{Ca}(\text{OH})_2$. In rheological properties such as hardness, gumminess and chewiness, *konjac* jelly were increased by progressing coagulation regardless of coagulant. In mineral contents, the Ca content of *konjac* jelly made with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ was significantly higher than that of NaOH. On the contrary, the Na content of *konjac* jelly made with NaOH coagulant was significantly higher than that of $\text{Ca}(\text{OH})_2$. There were no significant differences in the Mg and P contents according to coagulant. In sensory evaluation, there were no significant differences in the color, flavor, taste, texture and overall quality according to coagulant. The antimicrobial activities of *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Salmonella typhimurium* were inhibited in proportion to the concentration of $\text{Ca}(\text{OH})_2$. According to the manufacturing process of *konjac* jelly, the change in microorganism was not found after molding.

Key words: *konjac* jelly, coagulation, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, mineral, rheological property

서 론

구약감자(*Amorphophallus konjac*)는 아시아에서 주로 생산되는 토란과 또는 천남생과 식물로써 양질의 수용성 다당류인 glucomannan이 주성분으로 되어 있는 식물로써 근경을 식용으로 사용하고 있으며(Kishida N 1979), 동아시아 지역에서 전통식품의 소재로 국수와 어육제품 등의 첨가재료로 활용되고 있다(Yoo 등 1997; Bark & Kang 2005; Bark & Kang 2003).

구약감자의 근경부분을 건조시켜 분쇄하면 glucomannan을 주성분으로 한 구약감자 분말이 만들어지며, 이는 물을 흡수하여 특유의 겔을 형성할 뿐만 아니라, 증점특성, 필름형성능력, 다른 검류와의 상호작용 및 유동성을 가지고 있어, 식품업계에 널리 사용되고 있다(Tye RJ 1991; Kim 등 2007). 뿐만

아니라 구약감자는 혈중 콜레스테롤 농도를 저하시키고, 식후 포만감을 지속시켜 체중 감소를 용이하게 하는 등 다이어트 소재로 활용되고 있다(Lee SK 1991).

구약감자의 주요 식이섬유인 glucomannan(Fig. 1)은 독특한 점탄성을 갖는 물질로서 mannose와 glucose가 β -1,4 결합으로 연결되어 있으며, mannose의 C3 위치에 가지가 달려져 있고, 소량의 acetyl group을 가지고 있는 복합다당류이다(Kim & Kim 1992). Glucomannan의 주 사슬을 구성하는 반복단위는 G-G-M-M-M-G-M 또는 G-G-M-G-M-M-M-M이며, 3몰의 glucose와 5몰의 mannose로 구성되어 있다(Kato & Matsuda 1969).

구약감자는 이러한 glucomannan에 의해 저칼로리성 식품원료로써, 최근 식품업계에서 다이어트 보조식품으로써 상당한

† Corresponding author: Ung-Kyu Choi, Dept. of Food Science & Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 368-701, Korea. Tel: +82-43-820-5242, Fax: +82-43-820-5240, E-mail: ukchoi@ut.ac.kr

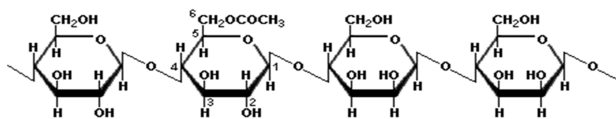


Fig. 1. The shape of *Amorphophallus konjac* and the chemical structure of glucomannan. A portion (GGMM) of the glucomannan repeating unit and the second glucose has an acetate group.

관심을 받고 있다. 구약감자를 활용한 연구로 Kim 등(2007)은 계육 패티 제조 시 지방 대체제로 glucomannan을 첨가하여 저지방 패티를 제조하고, 품질과 저장성을 확인하였으며, Choi 등(2012)은 대왕오징어 어묵 제조 시 구약감자 분말을 첨가하여 상업적 활용 가능성을 보고한 바 있다. 구약감자를 가공하여 만든 곤약은 97%의 수분을 함유하고 있으므로 열량이 거의 없고, 섭취 시 포만감을 유지하여 음식물의 과잉섭취를 억제한다. 이와 같이 구약감자 분말은 식품소재로서의 활용 가능성이 매우 다양한 우수한 원료임에 반해, 구약감자를 식품소재로 활용하고자 한 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 연구진은 구약감자를 활용한 식품소재 개발 연구의 일환으로 본 논문에서는 곤약가공을 위한 응고제와 침지액을 선정하고, 침지액의 농도에 따른 식중독균에 대한 항균 활성을 확인하였다. 또한, 최근까지 식품업계에서는 구약감자와 곤약을 혼용하여 사용하고 있으나, 본 연구진은 가공전의 분말은 구약감자로 표기하며, 구약감자 분말과 물을 혼합하여 젤리 형태로 가공한 제품을 곤약으로 구분하여 표기하였다.

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, 배지는 Difco(USA)사 제품을 구입하여 사용하였다.

2. 곤약의 제조

곤약은 삼진식품(주)의 곤약 제조방법을 참고하여 제조하였으며, Fig. 2에 나타내었다. 먼저 구약감자 분말을 제조하기 위하여 구약감자를 깨끗이 세척한 후 건조시킨 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 1시간동안 방치시켜서 얻어진 gel type의 곤약에 알칼리 응고제인 0.2% Ca(OH)₂ 용액을 천천히 첨가

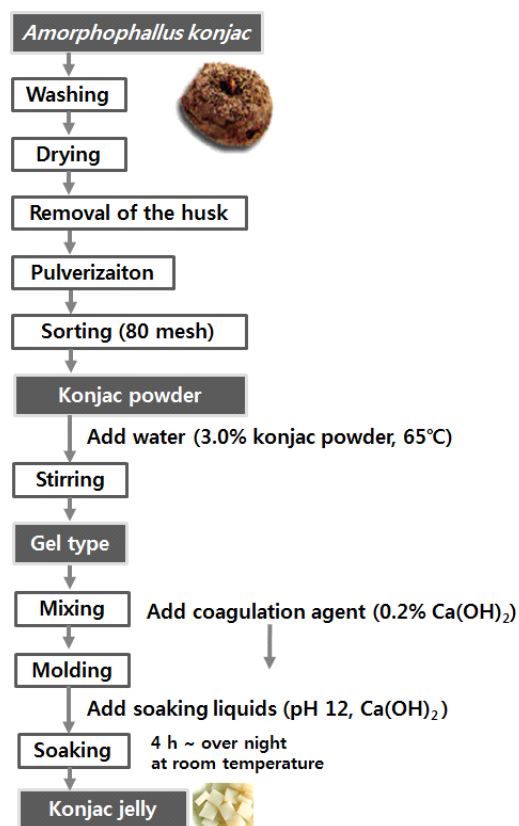


Fig. 2. Protocol for the preparation of konjac jelly.

하면서 섞어주었다. 완전히 섞여진 곤약을 200×200×50 mm의 틀에서 성형한 후 pH 12로 맞추어진 Ca(OH)₂ 응고용액에 4시간 이상 응고시켜 곤약을 완성하였다. Glucomannan은 물을 잘 흡수·팽윤하여 점도가 높은 교질상태가 되지만, 이것에 알칼리를 가하면 반투명의 덩어리로 되기 때문에 응고제를 사용한다. 이러한 응고제는 실제로 수산이온농도나 알칼리 정도에 따라 곤약의 물성과 품질에 영향을 미친다. 이에 따라 본 연구진은 알칼리 응고제로 Ca(OH)₂와 NaOH를 사용하였으며, 각각 응고제를 gel type의 곤약에 첨가하여 굳힌 후 시료로 사용하였다. Kim SJ(2013)은 곤약 분말에 물을 첨가하여 겔화를 일으키는 곤약 분말의 농도는 0.5% 이상, 탄성 겔로서의 취급이 가능한 농도는 1.5% 이상이라고 보고된 바 있다.

3. 곤약의 조직감 측정

곤약의 물성 측정은 곤약의 가로, 세로, 높이를 각각 20×20×20 mm로 자른 시료에 대해서 Texture analyzer (TA-XT2, Stable Micro System Co. Ltd., Surrey, England)를 이용하여 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)를 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 9명의 한국교통대학교 식품공학과 관능평가원을 대상으로 실시하였다. 검사 시 시료는 알칼리 응고제인 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 와 NaOH 를 이용하여 제조한 곤약을 약 $20 \times 20 \times 20$ mm로 자른 다음, 끓는 물에 한번 데친 후 제공하였다. 검사 항목은 색(color), 냄새(Flavor), 맛(taste), 조직감(texture) 및 종합적 기호도(overall preference)를 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.

5. 무기질 함량 측정

무기질 종류 중 Ca, Na, Mg 함량 분석은 유도결합 플라즈마 원자방출분광분석기(ICP-OES, Optima8300, PerkinElmer, USA)를 이용하여 측정하였다. 시료 약 0.5 g을 취하여 비커에 넣고 질산(HNO_3) 10 mL를 넣고 microwave(MARS 5, CEM, USA)를 이용하여 분해하였다. 분해액을 방냉시키고 100 mL 용량 플라스크에 옮겨 정용하여 시험용액으로 하였으며, 이때 시험용액은 약 0.5 M 질산이 되도록 하였다. 표준용액은 multi element calibration standard 21(100 $\mu\text{g}/\text{mL}$, Perkin Elmer, ICP grade)을 0.5 M 질산으로 희석하여 원하는 농도로 조제하였으며, 표준용액과 시험용액을 ICP-OES에 주입하여 시험용액의 농도를 구하였다. 이때 측정된 무기질 분석을 위한 각 원소별 흡수파장은 Ca 317.933 nm, Na 589.592 nm, Mg 285.213 nm이었다. 각 분석은 한 시료에 대해 3회씩 반복하여 실시하였다. P의 함량 분석은 폴리브덴칭 비색법을 이용하여 측정하였다. 시료 약 0.5 g을 취하여 질산 10 mL를 넣고 Microwave를 이용하여 분해하였다. 분해액을 방냉시키고, 50 mL 용량 플라스크에 옮겨 정용하여 시험용액으로 하였다. 시험용액 1 mL를 25 mL 용량 플라스크에 정확히 취하고, 따로 인 표준용액들을 25 mL 용량 플라스크에 취한다. 각각의 플라스크에 폴리브덴산 암모늄용액 2 mL씩 가하고 혼합한 후, 수분간 방치한다. 각각의 플라스크에 하이드로퀴논 용액 2 mL씩 가하고 혼합한 후, 이황산 나트륨 용액 2 mL를 가한다. 여기에 물을 가해 25 mL로 하고 혼합하여, 정확히 30분 방치 후 분광광도계(Optizen 2120UV Plus, Mecasys, Korea)를 이용하여 파장 650 nm에서 흡광도를 측정한다. 같은 조작으로 공시험을 행한다.

6. 항균력 측정

응고제의 농도에 따른 pH의 상승에 대한 미생물 성장 억제 효과를 확인하기 위해 항미생물 활성 측정하였다. 실험에

사용한 균주는 그람 양성균 1종(*Staphylococcus aureus* KCTC 1621), 그람 음성균 2종(*Escherichia coli* KCTC 1039와 *Salmonella typhimurium* KCCM11862)을 사용하였다. 곤약 제조 과정 중 1시간 동안 팽윤시킨 gel type의 구약감자 분말에 0.2% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 용액을 첨가하면서 혼합시킬 때 균주를 접종하였다. 실험에 사용한 미생물은 곤약에 접종하기 전에 활성화시킨 후 초기 균수를 약 10^3 cfu/g 정도로 조절한 후 증류수에 희석하여 접종하였으며, 제조된 곤약은 응고액의 pH를 7.0~12.0까지 조절한 1.0×10^{-2} , 3.0×10^{-3} , 1.0×10^{-3} , 3.0×10^{-4} 및 1.0×10^{-4} N 농도의 응고액에 침지시킨 후 실온 저장하면서 3시간 간격으로 시료를 채취하여 생균수를 측정하였다.

7. 통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치로 나타내었으며, 관능검사 결과는 한국교통대학교 식품공학과 관능평가원 9명의 평균치로 나타내었다. 두 처리군 간의 유의성에 대한 검증은 Student *t*-test를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 응고제 종류에 따른 곤약의 응고 시간별 물성 변화

응고제 종류에 따른 곤약의 응고 시간별 물성 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 응고액의 종류에 관계없이 공통적으로 응고 시간이 진행될수록 견고성이 높아져 단단해지고 검성과 씹힘성이 증가하였고, 점착성도 비슷한 패턴을 나타내었다. NaOH 용액으로 응고시킨 곤약의 경우, 경도는 응고 4시간째 이후부터 급격하게 증가하였으며, 12~18시간 사이에서 가장 높은 값을 보였다. 응고 18시간 이후부터는 경도의 증가가 멈춘 것으로 확인되어, 응고액이 NaOH 인 경우 응고 18시간 정도면 응고가 완료되는 것으로 판단되었다. 검성, 씹힘성도 응고 시간에 따른 증가 패턴이 경도와 유사한 패턴을 보였다. 점착성의 경우는 응고 0시간째부터 2시간째까지는 급격한 증가를 보였지만, 그 이후에는 변화가 미비하였다(Fig. 3A). 방치 시간에 따른 응고 정도를 형태학적으로 확인한 결과는 Fig. 4A에 나타내었다. 시간이 지날수록 바깥쪽에서 안쪽으로 서서히 응고되는 것을 확인할 수 있었으며, 응고 12시간째 이후부터 거의 대부분이 응고가 이루어져 응고 15시간째에는 완벽하게 응고되었다. 이는 texture analyzer로 측정된 경도 값과도 일치하는 것으로 곤약을 NaOH 용액으로 응고시킬 경우, 최대 18시간 이후에는 응고가 완전히 이루어진 것으로 판단할 수 있었다.

응고액으로써 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 용액을 이용한 경우도 NaOH 와 유사한 패턴을 보였다. 경도는 응고 2시간째 이후부터 급격히 증가하였으며, 응고 12시간째부터는 경도의 증가율이 감소

A : NaOH

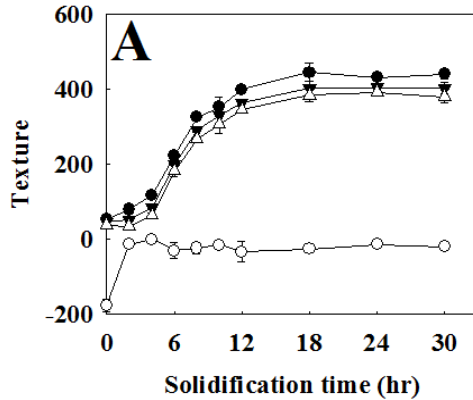
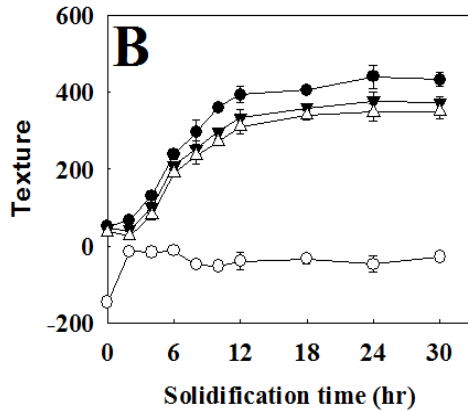
B : Ca(OH)₂

Fig. 3. Changes in rheological properties of *konjac* jelly during coagulation period according to types of coagulant. ○-○, adhesiveness; △-△, chewiness; ▼-▼, gumminess; ●-●, hardness

하였다. NaOH 용액과 마찬가지로 응고 12시간 이후부터는 대부분의 응고가 이루어진 것으로 확인되었다. 점성과 씹힘성의 경우도 경도와 유사한 패턴을 보였다(Fig. 3B). 형태학적으로 확인한 결과는 응고 12시간째에는 안쪽 부분이 약간 응고가 덜 된 것을 확인할 수 있었으며, 완벽한 응고는 15시간째에 이루어짐을 확인할 수 있었다(Fig. 4B). 위의 결과를 종합해 볼 때, 곤약은 NaOH와 Ca(OH)₂ 용액 모두에서 12~15시간 사이에 응고가 완전히 이루어지면 그 이후부터는 응고 용액에 계속 침지하여도 더 이상 단단해지지 않고, 12시간째의 물성을 계속 유지하는 것으로 판단되었다. 또한, 두 응고액의 첨가시 곤약의 응고 정도를 비교한 결과, 경도의 경우 NaOH 용액으로 응고시킨 곤약의 경도는 12시간째에 399.1±24.5 g이었으며, Ca(OH)₂ 용액에서는 393.5±20.5 g으로 NaOH 용액으로 응고시킬 경우보다 약간 더 단단하였으나, 그 차이는

A : NaOH

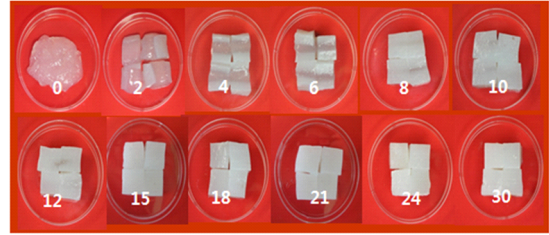
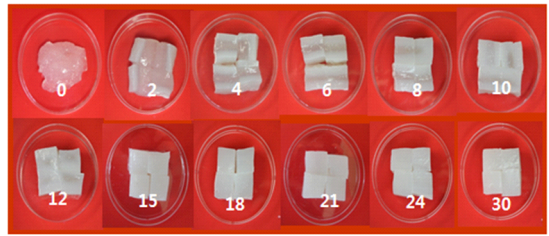
B : Ca(OH)₂

Fig. 4. Changes of *konjac* jelly during coagulation period (hr) according to types of coagulant.

오차범위 내에 있음을 확인할 수 있었다. 점성을 비교한 결과, NaOH 용액에서의 점성은 응고 12시간째에 363.2±3.9를 나타낸 반면, Ca(OH)₂ 용액으로 응고시킬 경우에는 18시간째에 358.9±5.0으로 나타나, 점성을 기준으로 볼 때는 NaOH 용액에서 응고시킬 경우 응고시간을 조금 더 단축시킬 수 있는 것으로 확인되었다. 씹힘성의 경우, NaOH 용액에서 12시간 응고시킨 경우 344.7±9.5로 Ca(OH)₂로 응고시킬 경우, 18시간에서의 씹힘성(340.0±10.8)보다 더 높은 것을 확인하였다. 따라서, 곤약을 응고시킬 경우, NaOH 용액에서 응고시키는 것이 Ca(OH)₂로 응고시키는 것보다 6시간 정도의 시간을 단축시킬 수 있을 것으로 판단되었다. 하지만 Ca(OH)₂로 응고시킬 경우에도 시간적인 차이는 있었으나, 18시간 이후에는 충분한 경도를 보이는 것으로 나타나, 두 응고액 모두 곤약의 경화에 사용하는 것은 가능할 것으로 판단되었다. 실제 곤약 생산시 곤약 응고를 위하여 하룻밤을 방치하므로 두 응고액 모두 곤약 응고에는 활용이 가능할 것으로 사료되었다. 또한 곤약의 제조방법을 체계화하고 품질을 최적화하고자 한 시도는 현재 미비한 상태이며, 유사 연구로 Kim SJ(2013)는 썩 첨가 곤약국수의 최적 제조 조건을 확립하고자 응고제의 종류에 따른 물성 변화를 비교 분석한 결과, 응고제로 Na₃PO₄, K₂CO₃, NaOH, Ca(OH)₂를 사용하였을 때 Na₃PO₄가 견고성, 탄력성, 응집성, 점성이 전반적으로 우수하였다고 보고된 바 있으며, NaOH가 Ca(OH)₂ 용액보다 견고성, 점성이 높다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. 또한, 곤약 겔의 물성은

응고시킬 때 알칼리의 힘과 밀접한 관계가 있다고 보고하였다. Kim 등(2013)은 미더덕 껍질 추출물을 첨가하여 곤약을 제조한 뒤 강도와 경도를 측정된 결과, 미더덕 껍질 추출물의 농도가 증가할수록 강도와 경도가 증가하였고, 이는 미더덕 껍질에 존재하는 다양한 무기질 성분들에 의한 것이라고 보고한 바 있다.

2. 응고제 종류에 따른 곤약의 무기질 함량

응고제 종류에 따른 곤약의 무기질 함량에 대해서는 Fig. 5에 나타내었다. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 이용하여 응고한 곤약의 Ca 함량은 42.51 mg%로 나타나, NaOH로 응고한 곤약(2.41 mg%)보다 20배 가량 높은 함량을 나타내었으며, NaOH를 이용하여 응고한 곤약의 경우에는 Na 함량이 35.03 mg%로 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (0.64 mg%)보다 50배 이상 높은 함량을 나타내었다. Mg와 P의 경우에는 응고제의 종류에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다. 곤약의 응고제 종류에 따른 Ca과 Na의 함량 차이는 응고제의 무기질 성분이 곤약의 내부로 침투하였기 때문으로 판단된다.

칼슘은 인체에서 가장 풍부한 무기질로서, 몸무게의 1.5~2.0% 정도를 차지하는 중요한 구성요소이다(Gropper 등 2009). 한국인의 칼슘 섭취는 주로 우유로부터 이루어지며, 서양에 비해 상당히 낮아 칼슘의 섭취를 늘리는 다양한 방안이 필요하다(Yu 등 2013). 또한, 한국인의 나트륨 섭취는 약 4,800 mg으로 성인의 충분 섭취량인 1,500 mg을 3배 이상 초과 섭취하는 양이며, WHO에서 제시하는 권고 상한치 값인 2,000 mg을 2배 이상 초과하는 양이다(Yoon & Lee 2013). 이러한 한국인의 Ca과 Na의 섭취 불균형을 고려할 때 곤약의 응고제는 NaOH보다는 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

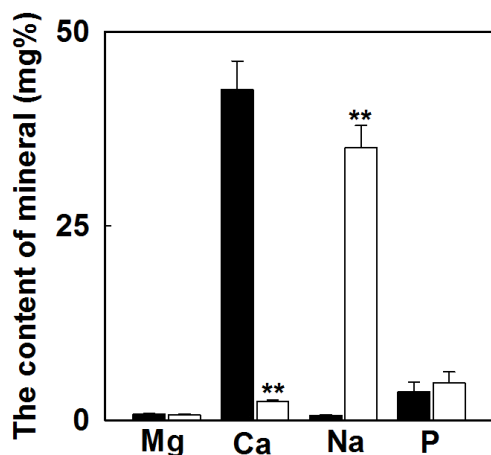


Fig. 5. Mineral contents in konjac jelly according to types of coagulant. ■, Konjac jelly made with $\text{Ca}(\text{OH})_2$; □, Konjac jelly made with NaOH, ** $p < 0.01$.

3. 응고제 종류에 따른 곤약의 관능검사

응고제 종류에 따른 곤약의 관능적 특성을 9명의 패널을 대상으로 검사하여 비교한 결과는 Table 1에 나타내었다. 색, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에서 응고제의 종류에 따른 유의적 차이는 없었지만, 향과 조직감에서 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 이용한 곤약이 NaOH를 이용한 곤약보다 높은 점수를 얻었다. 실제로 소비자가 곤약 구매 시 큰 영향을 끼치는 항목은 향과 조직감이며, 무기질 함량 결과를 고려할 때 응고제로서 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 사용하는 것이 적합하다고 판단되었다.

4. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 농도에 따른 곤약의 식중독균에 대한 항균 활성

곤약의 응고제로서 알칼리 용액인 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 사용할 경우, pH의 상승에 따른 미생물 성장 억제 효과를 기대할 수 있다. 따라서, 곤약을 제조하면서 식중독 미생물의 초기 균수가 약 $3.0 \log \text{cfu/g}$ 이 되도록 접종한 후, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 응고제 농도에 따라서 항미생물 활성을 확인하였으며, 그 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 곤약의 제조과정 중 응고액인 0.2% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 첨가하고 혼합시키는 과정에 *Staphylococcus aureus*를 접종하여 응고 농도에 따른 항균 활성을 본 결과, $1.0 \times 10^{-2} \text{ N}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 용액에 저장한 곤약의 경우는 배양시간이 진행됨에 따라서 급격하게 감소하였으며, 배양 12시간째에는 거의 사멸됨을 확인할 수 있었다(Fig. 5A). $3.0 \times 10^{-3} \text{ N}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 용액에 저장한 곤약의 경우는 배양 3시간 이후부터는 감소하는 패턴을 보였으며, $1.0 \times 10^{-3} \text{ N}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 용액에 저장한 곤약은 배양 3시간째에는 약간 줄어들었으나, 그 이후부터는 증가하는 패턴을 보였다. 3.0×10^{-4} , $1.0 \times 10^{-4} \text{ N}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 용액에 저장한 곤약도 0.001 N의 결과와 비슷한 패턴을 보였으나, $1.0 \times 10^{-4} \text{ N}$ 용액에 저장한 곤약이 가장 항균 활성이 적었으며, $1.0 \times 10^{-2} \text{ N}$ 농도가 가장 항균 활성이 높았다. 곤약의 제조과정 중 *E. coli*를 접종하여 응고액 농도에 따른 항균 활성을 본 결과, $1.0 \times 10^{-2} \text{ N}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 에 저장한 곤약은 배양 0시간째에서 3시

Table 1. Sensory evaluation in konjac according to types of coagulant

Sensory parameters	Type of coagulants	
	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	NaOH
Color	3.5±1.0 ^{1)NS}	4.0±1.2 ^{NS}
Flavor	4.0±1.2 ^{NS}	3.5±1.0 ^{NS}
Taste	3.3±0.5 ^{NS}	3.0±0.2 ^{NS}
Texture	4.8±0.5 ^{NS}	4.0±2.0 ^{NS}
Overall quality	3.5±1.0 ^{NS}	3.5±1.9 ^{NS}

Each vale indicates the average of sensory scores in the range from 1 (dislike extremely) to 5 (like extremely) that 9 panels recorded.

¹⁾ Values are expressed as means±S.D.

^{NS}: Not significantly different among groups.

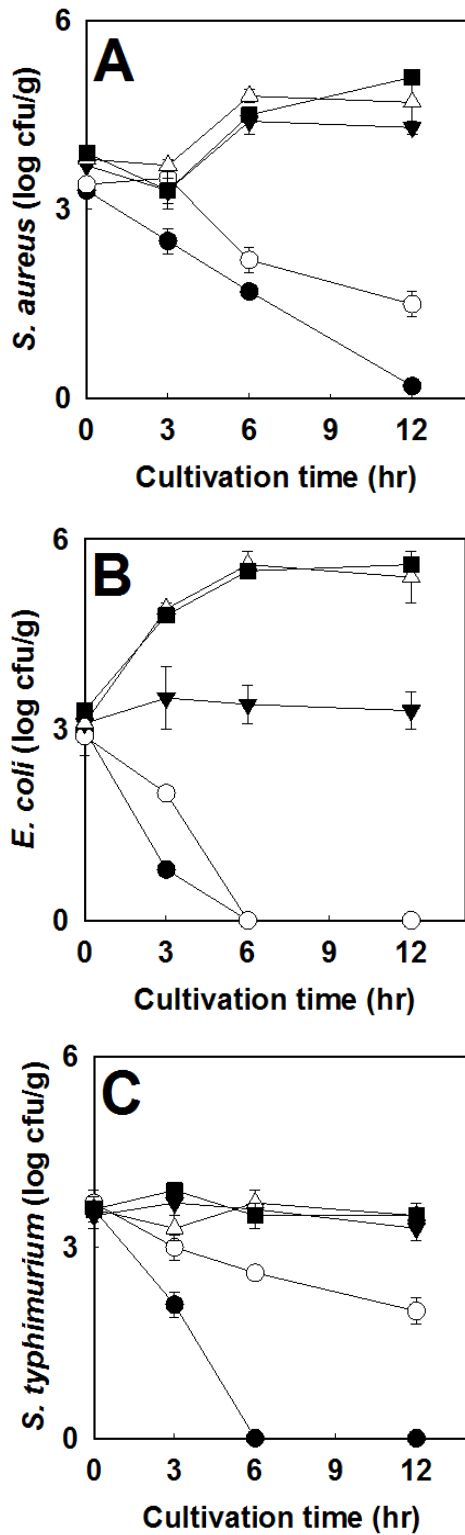


Fig. 6. Antimicrobial activity of konjac jelly by concentration of coagulant (Ca(OH)²). ●-●, 1.0×10⁻² N; ○-○, 3.0×10⁻³ N; ▼-▼, 1.0×10⁻³ N; △-△, 3.0×10⁻⁴ N; ■-■, 1.0×10⁻⁴ N

간째 사이에 급격하게 감소하였으며, 6시간째에는 거의 사멸되어 항균성이 가장 높았으며, 3.0×10⁻³ N Ca(OH)₂에 저장한 곤약 역시, 배양 3시간째 이후 급격히 감소하여 6시간째에 거의 사멸되었다. 1.0×10⁻³ N Ca(OH)₂에 저장한 곤약은 배양시간에 따른 미생물 수의 변화는 미비하였으며, 3.0×10⁻⁴, 1.0×10⁻⁴ Ca(OH)₂에 저장한 곤약은 배양시간이 진행함에 따라 급격히 증가하였다. 곤약 제조과정 중 *S. typhimurium*을 접종하여 응고액 농도에 따른 항균 활성을 본 결과, 1.0×10⁻² N Ca(OH)₂에 저장한 곤약은 급격히 감소하여 배양 6시간째 이후부터는 사멸되어 항균 활성이 가장 뛰어난 것으로 확인되었으며, 3.0×10⁻³ N Ca(OH)₂의 경우는 배양시간에 따라 서서히 감소하였다. 1.0×10⁻³, 3.0×10⁻⁴, 1.0×10⁻⁴ N Ca(OH)₂에 저장한 곤약이 배양 6시간 이후부터 비슷한 패턴을 보였다. 곤약의 침지 응고액의 농도에 따른 식중독균의 항균 활성을 본 연구는 현재까지 보고되고 있지 않으며, 1.0×10⁻² N Ca(OH)₂의 농도에서 배양 12시간째에는 대부분 식중독균이 사멸되는 결과를 보여 곤약제품의 유통 시 초기 미생물 관리를 철저히 한다면 별도의 살균공정이 없더라도 안정적인 상온유통이 가능할 것으로 사료된다.

5. 제조 공정 별 미생물 변화

위 실험결과, 1.0×10⁻² N Ca(OH)₂ 용액에서 곤약을 응고시킬 경우, 식중독균에 대한 항균 활성을 확인할 수 있었다. 이를 실 생산에 활용하였을 경우, 미생물의 성장 억제 효과를 기대할 수 있는지 여부를 확인하기 위하여 곤약 전문 생산업체인 삼진식품(주)에서 현장적용실험을 수행하였다.

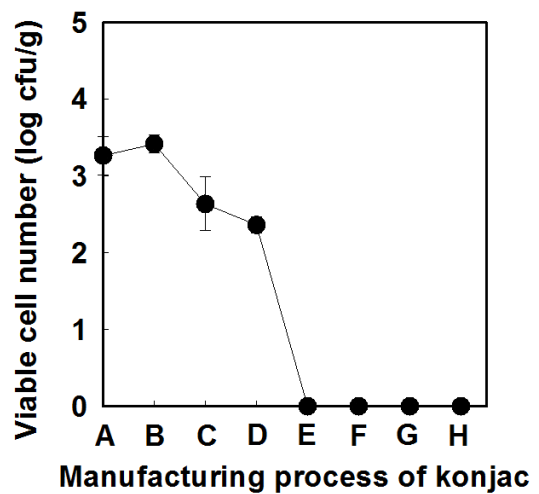


Fig. 7. Changes in amount of live cells (log cfu/g) by manufacturing processes of konjac jelly. A, incoming; B, storage; C, weighing; D, discharge; E, molding; F, large cutting; G, curing; H, small cutting

원료의 입고에서부터 보관, 계량, 토출, 성형, 대절단, 양생, 소절단까지의 제조 공정별 미생물의 변화는 Fig. 7에 나타내었다. 구약감자 분말을 입고하여 저장시켰을 때 미생물 수가 약간 증가하지만, 그 이후 공정부터는 미생물 수가 급격하게 감소되며, 성형 이후부터는 검출되지 않는 것으로 확인되었다. 즉, 0.2% Ca(OH)₂ 용액을 첨가하는 단계인 계량, 토출단계에서는 미생물 수가 약간 감소하며, 만들어진 곤약을 Ca(OH)₂ 용액에 담그는 시기인 성형 이후부터는 완전히 사멸되는 것으로 확인되었다. 이는 Ca(OH)₂ 용액이 pH가 12인 강알칼리 용액으로 인해 미생물의 생육조건을 충족시키지 못하여 제조공정 마지막 단계에서는 완전히 사멸되는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 곤약 제품의 생산 시 별도의 살균공정을 행하지 않고 응고제의 농도 조절을 통한 pH 관리만으로도 미생물에 대한 항균 효과를 기대할 수 있다는 점에서 곤약제품의 HACCP 기준 설정 시 미생물학적 한계기준 설정을 위한 중요한 자료가 될 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 곤약 가공을 위한 응고제와 침지액을 선정하고, 침지액 농도에 따른 식중독균에 대한 항균 활성을 확인하였다. 응고제 종류에 따른 곤약의 응고시간별 물성 변화는 응고액의 종류에 관계없이 응고시간이 진행될수록 경도, 검성 및 씹힘성이 증가하였다. 응고제 종류에 따른 곤약의 무기질 함량은 응고제가 Ca(OH)₂일 경우, NaOH를 이용한 곤약보다 유의적으로 높은 Ca 함량을 나타내었으며, 응고제가 NaOH일 경우에는 Ca(OH)₂보다 유의적으로 높은 Na 함량을 나타내었다. Mg와 P의 경우에는 응고제의 종류에 따른 유의적 차이는 보이지 않았다. 관능검사에서 색, 향, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도는 응고제의 종류에 따른 유의적 차이는 없었다. 곤약의 제조과정 중 식중독균인 *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Salmonella typhimurium*을 접종하여 Ca(OH)₂ 농도에 따른 항균 활성을 본 결과, 1.0×10^{-4} N 용액에 저장한 곤약이 가장 항균 활성이 적었으며, 1.0×10^{-2} N 농도가 가장 항균 활성이 높았다. 즉, 응고액의 농도에 비례하여 균 성장이 억제됨을 확인할 수 있었다. 제조 공정 별 미생물 변화는 구약감자 분말을 입고하여 저장시켰을 때 미생물 수가 약간 증가하지만, 그 이후 공정부터는 미생물 수가 급격하게 감소되며, 성형 이후부터는 검출되지 않는 것으로 확인되었다.

References

Bark SJ, Kang MH. 2003. 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
- Bark SJ, Kang MH. 2005. 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
- 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* 44:422-427
- Gropper SS, Smith JL, Groff JL. 2009. Advanced Nutrition and Human Metabolism. 5th ed. Wadsworth, Cengage Learning. Canada. pp.431-437
- Kato K, Matsuda K. 1969. Studies on the chemical structure of konjac mannan. *Agric Biol Chem* 33:1446-1453
- Kim NH, Kim KY. 1992. Study on the rheological properties of glucomannan. *J Basic Science* 9:7-14
- Kim SJ, Choi WS, You S, Min YS. 2007. Effect of glucomannan on quality and shelf-life of low-fat chicken patty. *Korean J Food Sci Technol* 39:55-60
- Kim SJ. 2013. Preparation and characteristics of konjac noodle-added mugwort. *J East Asian Soc Diet Life* 23:613-619
- Kim SK, Kim SW, Noh SJ, Kim YJ, Kang JH, Lee SC. 2013. Qualities of konjac containing tunic extract from *Styela clava*. *J Korean Soc Food* 42:410-419
- Kishida N. 1979. Relationship between the quality of konjac flour and the molecular matter nature of konjac-mannan. *Agr Biol Chem Tokyo* 43:2391-2397
- Lee SK. 1991. Studies on the substances contained in glucomannan lowering liver and serum cholesterol levels. *Kor J Food Hygiene* 6:73-78
- Tye RJ. 1991. Konjac flour, properties and applications. *Food Technol* 45:87-92
- Yoo MH, Lee HG, Lim ST. 1997. Physical properties of the films prepared with glucomannan extracted from *Amorphophallus konjac*. *Korean J Food Sci Technol* 29:255-260
- Yoon JS, Lee MJ. 2013. Calcium status and bone mineral density by the level of sodium intake in young women. *Korean J Community Nutr* 18:125-133
- Yu R, Yang YJ, Jeong S, Kim J, Kim YJ, Kwon O, Oh SY, Kim J. 2013. Calcium intakes in Korean and American populations. *J Korean Diet Assoc* 19:46-58

접 수 : 2014년 5월 20일
최종수정 : 2014년 8월 12일
채 택 : 2014년 8월 19일