

응고제와 침지제의 pH 조절에 따른 곤약의 저장성 강화

최응규*

한국교통대학교 식품공학과

Enhancement of Konjac Storage by Controlling pH of Coagulant and Soaking Liquid

Ung-Kyu Choi*

Department of Food Science & Technology, Koera National University of Transportation, Jeungpyeong, Korea
(Received October 18, 2018/Revised January 17, 2019/Accepted January 23, 2019)

ABSTRACT - In this study, viable cells, coliforms and food poisoning bacteria were identified according to the pH levels of the coagulant and immersion liquid during each stage in the production of *konjac*, and storage stability was confirmed for 3 months. A considerable number of bacteria were found in the raw material, or powdered *konjac* (*Amorphophallus konjac*), as well as in the processing water. However, it has been shown that the plastic package were safe from microorganisms. Due to the high pH of the added coagulant [2.0% Ca(OH)₂], no contaminating bacteria were observed after konjac jelly formation. Coliforms were not detected any of the tested steps. During the molding process, the pH of konjac was adjusted to 9.5 ~ 12.5 at intervals of 0.5, and the number of bacteria was determined. As a result, no bacteria were detected in the alkaline range above pH 11.5. The pH of the immersion liquid was adjusted to 10.0 ~ 12.5, and after hardening, the *konjac* were stored at room temperature for 12 weeks. As a result, no bacteria, *Escherichia coli* or other food poisoning bacteria were detected at pH 11.5 or higher. Based on these results, it is expected that when the pH levels of the *konjac* and its immersion liquid are maintained at 11.5, it should be possible to keep the product for 3 months without additional sterilization process.

Key words: *Konjac* jelly, Molding process, pH 11.5, Soaking liquid

아시아에서 주로 생산 되는 토란과 또는 천남생과 식물인 구약감자(*Amorphophallus konjac*)는 양질의 수용성 다당류인 글루코만난이 주성분인 근경을 식용으로 사용하고 있으며¹⁾, 동아시아 지역에서 전통식품의 소재로 국수와 유제품 및 어육연제품 등의 첨가재료로 활용 되고 있다²⁻⁴⁾.

곤약 응고에 관한 연구로 곤약의 최적응고조건을 확립하고 응고조건에 따른 항미생물 활성이 연구된 바 있으며⁵⁾, Ca(OH)₂와 NaOH를 대상으로 곤약 가공의 응고제를 선정하고 물성의 변화특성을 확인하고, 응고제 농도를 조절함으로써 식중독균을 억제시킬 수 있다는 연구도 보고되어 있다⁶⁾. 곤약을 활용한 식품개발에 관한 연구로 글루코만난을 저지방 계육 패티에 첨가한 후 품질 및 저장성을 확인하였으며, 글루코만난과 유청칼슘의 혼합물을 흰쥐에 급여

시킨 후 혈청콜레스테롤 및 혈당에 미치는 영향이 보고된 바 있다^{7,8)}. 구약감자를 국수의 부원료로 1.5% 첨가시 기능성과 기호도가 증진된 국수의 개발이 가능하였으며⁹⁾, 곤약 국수 제조시 매생이 첨가에 따른 기호도 상승에 관한 연구도 보고되었다¹⁰⁾. 또한, 곤약 글루코만난을 첨가하여 제조한 국수가 고지방식을 급여하여 유도된 비만흰쥐의 체중 감소에 유의미한 영향이 있음이 확인되었으며³⁾, 구약감자에서 추출한 글루코만난으로 필름을 제조한 후 물리적 특성을 확인하는 등의 연구가 진행된 바 있다²⁾.

곤약은 제조과정 중에 살균을 위한 열처리 공정을 거치지 않아 미생물에 의한 오염의 위험성이 있으므로 이에 대한 안전성확보가 매우 중요한 품목이나 현재까지 곤약 제조과정에서의 위생안전성 확보를 위한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다 이에 본 연구진은 EVOP-factorial design을 활용하여 곤약의 항균활성을 위한 최적 조건을 확인한 결과 응고제[Ca(OH)₂]의 농도 0.8%, 침지액[Ca(OH)₂]의 농도 1.0 N 및 물 온도 65°C에서 획득될 수 있었음을 확인한 바 있으나¹¹⁾, 응고제와 침지액의 pH

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

에 따른 항균활성 및 저장성에 관한 연구는 현재까지 보고된바 없다.

이에 본 연구진은 곤약 제조시 응고제와 침지액의 pH 조절을 통하여 별도의 살균과정 없이 상온유통이 가능하다고 판단하고 곤약 유통의 안전성 확보를 위한 연구의 일환으로 응고제와 침지액의 pH 변화에 따른 제조단계별 미생물 변화를 확인하였다.

Materials and Methods

재료

본 실험에 사용된 구약감자 분말은 충청북도 진천군 소재의 삼진식품(주)(진천, 한국)으로부터 제공 받아 사용하였다. 그 외 실험에 사용된 시약은 모두 특급시약을 사용하였으며, 배지는 Difco(Waltham, MA, USA)사 제품을 구입하여 사용하였다.

곤약의 제조공정과 코드 표기 및 시료 샘플링

곤약의 제조공정과 각 공정별 미생물 변화를 확인하기 위한 코드는 Fig. 1에 나타내었다. 먼저 구약감자 분말을 제조하기 위하여 구약감자(A)를 깨끗이 세척한 후 건조시킨 다음, 외피를 완전히 제거하고 분쇄하였다(B). 분쇄된 분말은 80 mesh 체에 통과시켜 본 실험에 사용하였다(C). 곤약의 제조를 위해서는 구약감자 분말에 65°C 물을 3%(w/v)가 되게 첨가하여 실온에서 천천히 섞어준 후 1시간동안 방치시켜서 얻어진 gel type의 곤약(D)에 알칼리 응고제인 0.2% Ca(OH)₂ 용액을 천천히 첨가하면서 섞어주었다. 완전히 섞여진 곤약을 200 × 200 × 50 mm의 틀에서 성형(E)한 후 pH 12로 맞추어진 Ca(OH)₂ 응고용액에 4시간 이상 응고시켰다(F). 완전히 응고된 곤약을 판매용 크기로 절단(G)하고 침지액[0.2% Ca(OH)₂]을 넣고 포장한 후(H)

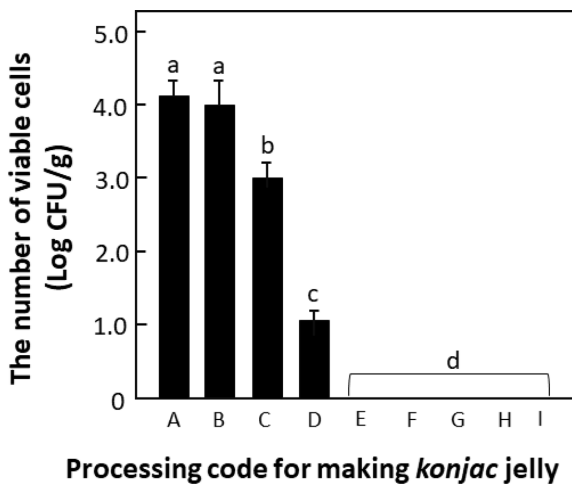


Fig. 1. Manufacturing process and sample code of *konjac* jelly.

금속탐지기(I)를 통과시켜 제품을 완성하였다. 제조 공정별 시료채취는 무균상태의 폴리프로필렌병에 5g씩을 취하였다.

응고제와 침지액의 pH 조정

성형공정 시 응고제의 pH에 따른 저장성을 확인하기 위하여 gel type의 곤약에 Ca(OH)₂를 pH 9.5~12.5까지 0.5간격으로 조정하여 응고시킨 후 일반 세균수와 대장균수 측정을 위한 시료로 사용하였다. 곤약 침지액의 pH에 따른 저장성을 확인하기 위해서는 침지액의 pH 범위를 10.5~12.5까지 0.5간격으로 조정하여 12주 동안 상온에서 저장하면서 일반세균수 확인을 위한 시료로 사용하였다.

일반세균수와 대장균군 측정

곤약제조 시 단계별로 일반세균수, 대장균군 및 식중독 균을 측정하였다. 일반세균수와 대장균군은 식품공전¹²⁾ 일반시험법 미생물시험법에 준하여 측정한다. 즉, 일반세균수 및 대장균군의 측정을 위한 전처리 시료는 5g을 취하고, 여기에 0.85% 멸균식염수를 가하여 50 mL로 맞추는 다음 stomacher (Bag Mizer 400VW, Interscience, France)로 30초간 균질화한 후 균질액을 단계희석하여 제조하였다. 이어서 일반세균수는 전처리한 시료와 표면 검체액을 plate count agar에 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.

식중독균 측정

식중독균은 *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus* 및 *Clostridium perfringens* 등 총 5종에 대하여 식품공전¹³⁾의 방법에 준하여 실시하였다.

L. monocytogenes 확인을 위해서는 시료 25g을 취하여 *Listeria* enrichment broth 225 mL에 혼합하여 증균 배양한 후 Oxford agar에 도말하여 30°C에서 24시간동안 배양하였다. 증균된 배양액은 면봉을 이용하여 PALCAM agar에 도말하고 30°C에서 24시간 동안 분리배양하였고, 생성된 집락은 API listeria kit (Biomérieux, France)로 생화학 적 확인시험을 실시하였다.

*S. aureus*는 시료 25g을 취하여 10% NaCl이 첨가된 tryptic soy broth 225 mL에 혼합하여 35~37°C에서 24시간 동안 증균배양한 후 Baird-Parker agar에 접종하고, 35~37°C에서 24시간 동안 재증균 배양한 후 투명한 환을 가진 검정색 집락을 확인한다. 이때, 분리 배양된 평판 배지상의

집락을 보통 한천배지에 옮겨 35~37°C에서 24시간동안 배양하고, 그람염색 및 생화학적 확인실험을 실시하였다.

Salmonella spp.는 시료 25 g을 취하여 tryptic soy broth 225 mL에 혼합하고 37°C에서 24시간동안 증균 배양한 후 0.1 mL를 취하여 Rappaport-Vassiliadis 10 mL에 접종한 다음 42°C에서 24시간동안 2차 배양하였다. 2차 배양액을 MacConkey agar에 접종하고 35°C에서 24시간동안 배양하여 확인된 무색의 유당 비분해균의 집락을 선택하여 보통 한천 배지에 재접종하여 35°C에서 24시간동안 배양한 후 의심되는 집락은 API 20E (Biomérieux, France)로 생화학적 확인시험을 하였다.

*V. parahaemolyticus*의 확인을 위해서는 시료를 2% NaCl이 첨가된 알칼리 펩톤 수(pH 8.6)에 혼합하여 37°C에서 18-24 시간동안 증균배양한 후 1 백금이를 TCBS 한천배지에 접종하고 37°C에서 24시간동안 배양하였다. 이때 청록색 집락이 생성되면 TSI사면배지에 배양 후 API 20E로 생화학적 확인시험을 하였다.

*C. perfringens*는 10%농도의 시료 1 mL를 cooked meat 배지의 아랫부분에 접종하고 35~37°C에서 18~24 시간 동안 혐기적으로 배양하여 증균시킨 후 난황이 첨가된 TSC 한천배지에 접종하여 35~37°C에서 18~24시간 혐기배양한 후 불투명한 환을 가지는 황회색 집락을 확인하였다.

통계처리

모든 실험의 결과는 3회 이상 반복실험에 대한 평균±표준 편차로 나타내었으며, 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package(version 12)를 이용하여 일원분산분석(one-way ANOVA)으로 유의성을 검증하고, $p < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

Results and Discussion

곤약 생산 원·부자재에 대한 미생물 분석

곤약은 열처리에 의한 별도의 살균과정이 없이 생산, 유

통되는 제품이므로 원료의 미생물학적 안전성이 완제품의 품질안전성에 상당한 영향을 미칠 것으로 판단되어 생산 원·부자재에 대한 미생물을 확인하였다. 곤약 생산의 주원료인 구약감자 분말과 가공용수 및 이를 포장하기 위한 플라스틱백의 일반세균, 대장균군 및 식중독균을 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 구약감자분말 원료의 일반세균수는 $4.1 \pm 0.3 \log \text{CFU/g}$ 이었고, 대장균군과 식중독균은 모두 검출되지 않았다. 곤약이 포함되는 목제품의 식품위생법 상 기준 및 규격에서 대장균은 ($n=5, c=1, m=0, M=10$)으로 규정되어 있다. 곤약 생산을 위한 가공용수의 일반세균수는 $1.2 \pm 0.0 \log \text{CFU/mL}$ 로 확인되었으며, 대장균군과 식중독균 5종은 모두 검출되지 않았다. 포장재에서는 일반세균과 대장균군 및 식중독균 5종이 모두 검출되지 않은 것으로 확인되었으며, 이는 환경부의 먹는 물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙의 수질기준인 일반세균수 $2.0 \log \text{CFU/mL}$ 이하와 100 mL당 총 대장균군 음성을 만족시키는 것이다. 위의 결과로 볼 때 곤약의 주원료인 구약감자 분말과 가공용수는 상당한 수의 일반세균을 포함하고 있으며, 비닐포장은 미생물학적으로 안전한 것으로 판단되었다. 곤약의 미생물에 관한 항균활성에 관한 연구에서 곤약 제조시 *S. aureus*, *E. coli* 및 *S. Typhimurium*을 각각 $1.0 \times 10^3 \text{ CFU/g}$ 수준으로 인위적으로 접종한 후 Ca(OH)_2 에 농도별로 침지하여 실온저장하면서 생균수를 확인한 결과 $1.0 \times 10^{-2} \text{ N Ca(OH)}_2$ 의 농도에서 배양 12시간째에는 대부분 식중독균이 사멸되는 결과를 보여 곤약 제품의 유통 시 초기 미생물 관리를 철저히 한다면 별도의 살균공정이 없더라도 안정적인 상온유통이 가능하다고 보고된바 있다⁶⁾.

곤약 제조단계별 미생물 변화

곤약 제조단계별 일반세균수 및 대장균군의 변화는 Fig. 2에 나타내었으며 이 후 각 공정에 해당하는 부분은 괄호 내에 공정코드로 나타내었다. 즉 곤약의 제조공정은 크게 원료입고(A), 분쇄(B), 선별(C), 가공용수와 혼합 및 방치(D), 겔 형태의 곤약 성형(E), 응고(F), 판매용 소형사이즈로 절단(G), 침지액 첨가(H), 내포장(I)으로 이루어진 제품화 공정으로 나눌 수 있다.

최초 입고된 원료인 구약감자 분말(A)의 일반세균수는 $4.1 \pm 0.3 \log \text{CFU/g}$ 이었고, 분쇄와 선별과정에서 각각 $4.0 \pm 0.4 \log \text{CFU/g}$ 와 $3.0 \pm 0.3 \log \text{CFU/g}$ 를 나타내었다. 65°C의 가공용수에 2.86%(w/v)이 되게 혼합하여 방치하는 과정(D)에서 일반세균수는 $1.0 \pm 0.2 \log \text{CFU/g}$ 로 나타나 원료인 구약감자 분말의 절반 수준으로 감소하였으며, 이는 가공용수의 높은 온도와 혼합에 따른 희석의 영향 때문인 것으로 추정된다. 이후 겔 형태의 곤약을 성형하는 E 단계에서 일반세균수가 검출되지 않았는데 이는 첨가된 응고제인 2.0% Ca(OH)_2 의 높은 pH의 작용에 기인하는

Table 1. The number of microorganisms in the raw and subsidiary materials for manufacturing *konjac* jelly [unit : log CFU/g]

Biological hazard	<i>konjac</i> powder	Water for processing	Plastic package
Viable cells	4.1 ± 0.3	1.2 ± 0.0	ND
Coliform groups	ND ¹⁾	ND	ND
<i>Listeria monocytogenes</i>	ND	ND	ND
<i>Staphylococcus aureus</i>	ND	ND	ND
<i>Salmonella</i> spp.	ND	ND	ND
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	ND	ND	ND
<i>Clostridium perfringens</i>	ND	ND	ND

것으로 판단되었다. 이후 응고(F), 판매용 소형사이즈로 절단(G), 침지액 첨가(H) 및 내포장(I) 공정 모두에서 일반세균수가 검출되지 않았으며 이 결과도 응고제와 침지액[pH 12.0 Ca(OH)₂]의 높은 pH에 의한 것으로 판단되었다. 대장균군은 시험 전 단계에서 검출되지 않음을 확인하였다.

본 연구진은 위의 결과를 바탕으로 pH 변화에 따른 곤약의 일반세균수를 확인할 필요성이 있다고 사료되어 pH를 9.5~12.5까지 0.5간격으로 변화시켜 곤약의 일반세균수를 확인하고자 하였다.

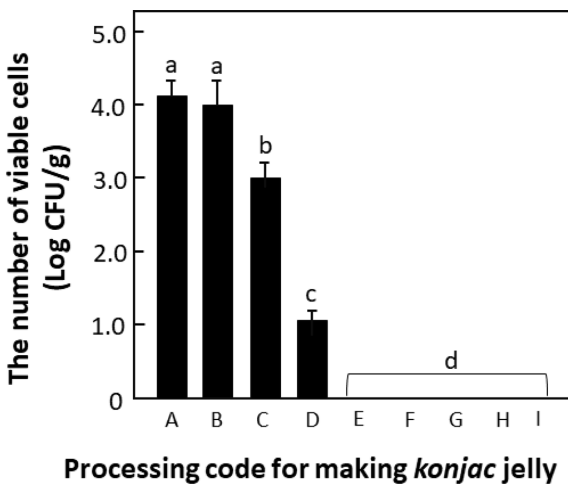


Fig. 2. Changes in the number of viable cells and coliform group during manufacture of *konjac* jelly. Process codes(A-I) are the same as shown in Fig. 1. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M.±S.D. of triplicate determinations.

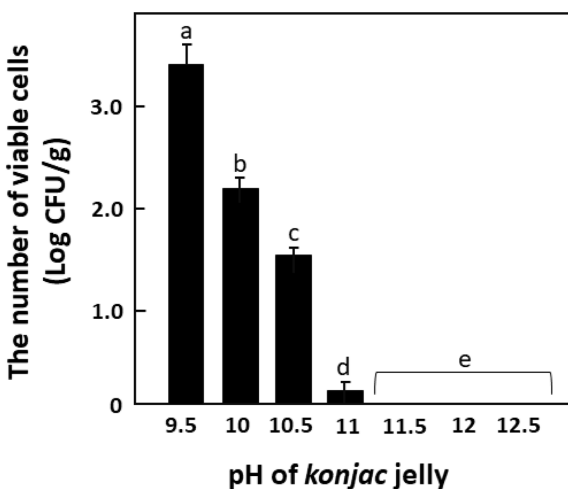


Fig. 3. Changes in the number of viable cells by the pH of *konjac* jelly in the molding process. Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level. Values are M.±S.D. of triplicate determinations.

성형공정시 곤약 pH조절에 따른 저장성

곤약 제조단계별 일반세균수와 대장균수를 확인한 결과 곤약의 형태를 만드는 성형공정(E)을 거치면서 일반세균이 전혀 검출되지 않음을 확인하고 이는 응고제로 첨가되는 Ca(OH)₂의 높은 pH에 기인하는 것으로 판단되었다. 본 연구진은 이를 확인하기 위하여 성형공정에서 응고제의 농도를 달리하여 곤약의 pH를 9.5~12.5까지 0.5간격으로 조정하여 굳힌 후 일반세균수를 확인한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. pH 9.5로 성형한 곤약의 미생물 수는 3.4 ± 0.3 log CFU/g으로 나타나 분쇄와 선별과정보다 유의적인 감소를 보이지 않은 것으로 나타났으나 그 이상의 범위에서는 pH의존적으로 감소하는 경향을 나타내어 pH 11.5보다 알카리 범위에서는 일반세균이 전혀 검출되지 않음을 확인할 수 있었다. 곤약은 제조과정에서 응고제와 침지액으로 강 알카리제인 Ca(OH)₂를 사용하여 최종 제품의 pH를 11 이상으로 유지함으로써 살균공정을 거치지 않고 출시하여도 3개월 이상 상온에서 유통이 가능한 특징을 가지고 있는 것으로 보고되어 있으나, 본 실험 결과 pH 11.0으로는 곤약의 미생물 안전성 확보가 어려운 것으로 보이며, 최소 pH 11.5 이상이 안정적으로 유지되어야 안전성이 확보될 것으로 사료된다. 대장균군과 식중독균은 검출되지 않음을 확인할 수 있었다. Lee 등¹¹⁾은 곤약의 항균활성 최적조건을 EVOP-factorial design을 이용하여 확인한 결과 응고제와 침지액[Ca(OH)₂]의 농도가 각각 0.8%와 0.01 N이었다고 보고한 바 있으나 정확한 pH 값을 제시하지는 못하였다. 따라서 본 연구결과는 곤약 제조 시 미생물학적 안전성 확보가 확인되었을 뿐만 아니라

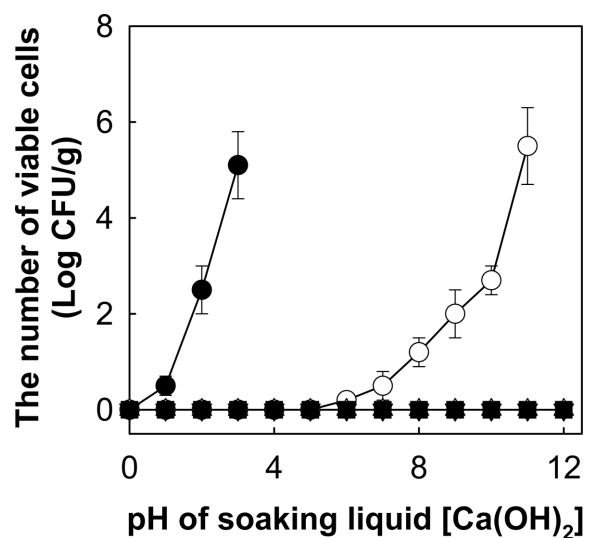


Fig. 4. Changes in the number of viable cells in the *konjac* jelly by the pH control of soaking liquid for at 25°C 12 weeks of storage. ●-●: pH 10.5, ○-○: pH 11.0, ▼-▼: pH 11.5, ▽-▽: pH 12.0, ■-■: pH 12.5

pH의 조절만으로 이를 가능하게 함으로써 공정의 간편 효과도 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

곤약 침지액의 pH에 따른 저장성

곤약생산의 최종단계인 침지액의 pH 범위를 10.5~12.5 까지 0.5간격으로 조정하여 곤약을 담근 후 12주 동안 상온에서 저장하면서 매 7일마다 일반세균수를 확인한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 침지액의 pH를 10.5로 조정된 곤약의 일반세균수는 저장 1주일째 $0.5 \pm 0.3 \log \text{CFU/g}$ 을 초과하였으며, 저장 3주째에 $5.1 \pm 0.7 \log \text{CFU/g}$ 에 도달하였다. 침지액의 pH를 11.0으로 조정된 곤약은 저장 5주째까지는 일반세균이 검출되지 않았으나, 저장 6주째부터 세균이 검출되어 저장 11주째에 $5.5 \pm 0.8 \log \text{CFU/g}$ 에 도달한 것으로 확인되었다. 침지액의 pH를 11.5이상으로 조정된 곤약은 저장 12주째까지 일반세균이 전혀 검출되지 않은 것으로 나타났으며, 대장균군과 식중독균은 검출되지 않았다.

본 연구결과를 종합할 때 곤약 생산시 겔 제조 단계에서 응고제로 Ca(OH)_2 를 pH 11.5가 되게 유지할 경우 충분한 살균효과를 얻을 수 있었으며, 대장균과 식중독균은 모든 과정에서 검출되지 않았다. 또한, 침지액으로 Ca(OH)_2 를 pH 11.5가 되게 유지함으로써 별도의 살균과정 없이 곤약제품의 저장 또는 유통기간을 상온에서 3개월 이상 확보할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이는 별도의 살균공정을 거치지 않고 유통되는 곤약제품의 품질안전성 확보라는 점에서 중요한 생산기준이 될 수 있을 것으로 판단된다. Sim 등⁶⁾는 응고제의 pH를 12.0 내외로 조정하여 곤약을 제조한 결과 조직감과 관능적 특성에서 우수함을 보고한 바 있으며, 곤약의 섭취 전에 물에 한번 끓이기 때문에 높은 pH가 곤약제품의 품질저하 요인은 되지 않는 것으로 판단된다. 본 연구결과 침지액과 응고제의 높은 pH가 미생물의 성장 억제에 주요 요인인 것으로 판단되나, 칼슘이온자체에 항미생물 활성이 있다는 보고¹⁴⁾를 바탕으로 이에 대한 추가연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

본 연구결과 곤약의 유통의 안전성을 확보하기 위하여 pH 11.5이상이라는 새로운 기준점을 제시하였을 뿐만 아니라 저장3개월까지의 미생물학적 안전성을 확보하였다는 점에서 상당한 의미가 있을 것으로 사료된다.

국문요약

본 연구에서는 곤약 제조시 각 생산단계별, 응고제 및 침지액의 pH에 따른 일반세균, 대장균군 및 식중독균을 확인하고 저장 3개월 동안의 저장안전성을 확인하였다. 곤약의 주원료인 구약감자 분말과 가공용수는 살균과정을 거치지 않아 상당한 수의 일반세균을 포함하고 있으며, 비닐포장은 미생물학적으로 안전한 것으로 판단되었다. 곤

약 제조단계별 미생물을 확인한 결과 겔 형태의 곤약 성형단계에서 일반세균이 검출되지 않았는데 이는 첨가된 응고제인 2.0% Ca(OH)_2 의 높은 pH의 작용에 기인하는 것으로 판단되었다. 이후 모든 공정에서 공정 모두에서 일반세균수가 검출되지 않았다. 대장균군은 시험 전 단계에서 검출되지 않았다. 성형공정에서 곤약의 pH를 9.5~12.5 까지 조정하여 균화 후 일반세균수를 확인한 결과 pH 11.5 보다 알칼리 범위에서는 일반세균이 전혀 검출되지 않았다. 침지액의 pH 범위를 10.0~12.5까지 조정하여 균화 후 12주동안 상온에서 저장하면서 미생물수를 확인한 결과 pH 11.5이상에서는 일반세균, 대장균 및 식중독균이 전혀 검출되지 않음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 응고시 곤약의 pH와 침지액의 pH를 11.5로 설정할 경우 별도의 살균과정 없이 3개월이상 유통이 가능할 것으로 기대되며, pH의 조절만으로 이를 가능하게 함으로써 공정의 간편 효과도 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

References

1. Kishida N.: Relationship between the quality of konjac flour and the molecular matter nature of konjac-mannan. *Agr. Biol. Chem. Tokyo*, **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. Tech.*, **29**, 255-260 (1997).
3. 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).
4. 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).
5. 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 Culture.*, **29**, 415-420 (2014).
6. Sim J.I., Choi S.J., Jeong J.H., Choi U.K.: Selection of the coagulant for processing and identification of antibacterial activity on foodborn pathogens of konjac Jelly. *Korean J. Food Nutr.*, **27**, 699-705 (2014).
7. Lee S.K., Sin G.L., Kim Y.H.: Effect of mixed glucomannan and whey calcium on the serum cholesterol and blood glucose in rats. *J. Fd. Hyg. Safety.*, **20**, 69-72 (2005).
8. 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).
9. 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).

10. 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).
11. Lee N.H., Choi W.S., Choi U.K.: Optimization for the antibacterial activity of konjac jelly using evolutionary operation-factorial design technique. *Korean J. Food Nutr.*, **31**, 272-277 (2018).
12. Ministry of Food and Drug Safety. 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/foodRvLv/foodRvLv.do> on Apr 3. (2016).
13. Ministry of Food and Drug Safety. Method of Investigation of cause in Food poisoning. Retrieved from <http://www.mfds.go.kr/index.do?searchkey=title:contents&mid=695&searchword=foodpoisoning&cd=&pageNo=1&seq=20737&cmd=v> on Apr (2015).
14. Oh S.W., Hong S.P., Kim H.J., Choi Y.J.: Antimicrobial effects of chitosans on *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 218-224 (2000).