



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

약주용 곰팡이 *Aspergillus oryzae* OF
5-20 종국용 배양을 위한 최적
곡물배지 선정 및 구연산 처리에 따른
중국 품질에 미치는 영향

2022년 2월

부경대학교 글로벌수산대학원

식품산업공학과

성 호 준

공학석사 학위논문

약주용 곰팡이 *Aspergillus oryzae* OF
5-20 종국용 배양을 위한 최적
곡물배지 선정 및 구연산 처리에 따른
중국 품질에 미치는 영향

지도교수 양지영

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2022년 2월

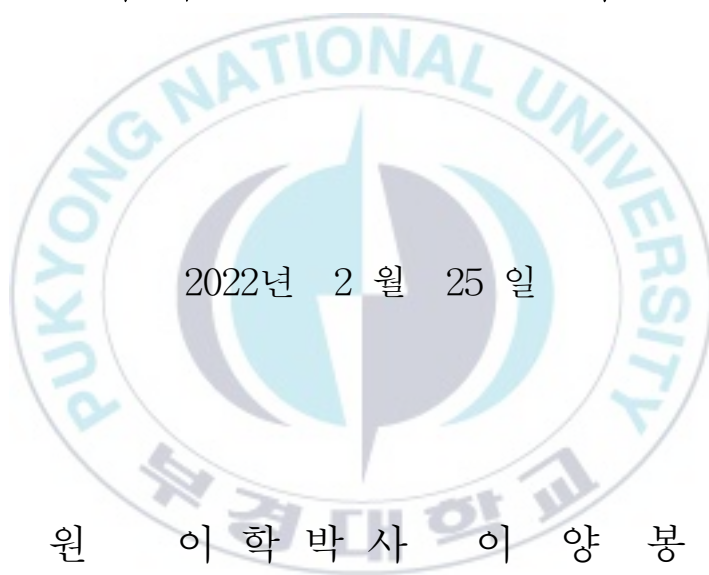
부경대학교 글로벌수산대학원

식품산업공학과

성 호 준

이 논문을 성호준의 공학석사

학위논문으로 인준함



위 원 이 학 박 사 이 양 봉 (인)

위 원 약 학 박 사 김 영 목 (인)

위 원 농 학 박 사 양 지 영 (인)

목 차

Abstract	iv
I. 서론	1
II. 재료 및 실험방법	4
1. 시험균주	4
2. 대상곡물	4
3. 시약 및 배지	5
4. 종국 제조방법	6
5. 종국의 포자수 측정	7
6. 구연산 첨가 따른 종국 제조	10

7. 중국의 대장균균수 측정	11
8. 중국의 당화력	11
9. 중국의 산도	13

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 배양시간에 따른 곡물배지 종류별 중국의 포자수	15
2. 구연산 농도에 따른 조 중국의 대장균균수	17
3. 구연산 농도에 따른 조 중국의 포자수	17
4. 구연산 농도에 따른 조 중국의 당화력	18
5. 구연산 농도에 따른 조 중국의 산도	19

IV. 요약	24
--------	----

V. 참고 문헌	27
----------	----

VI. 감사의 글	31
-----------	----

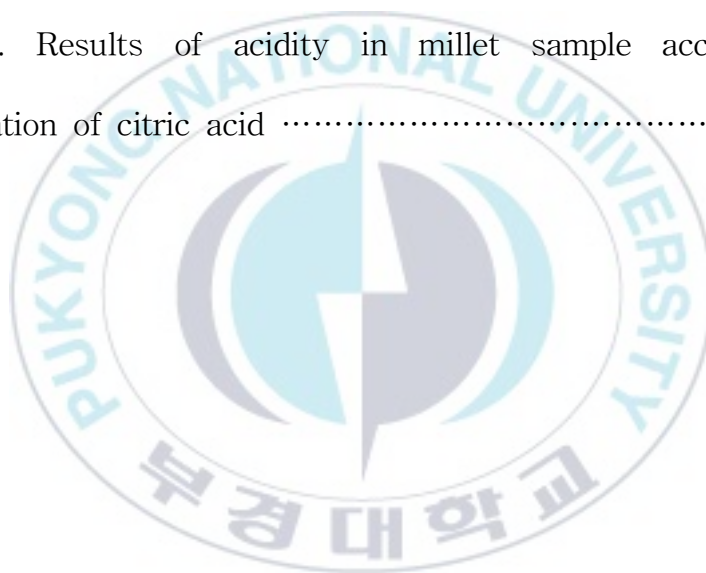


List of figures

Fig. 1. Schemic diagram of production <i>Aspergillus oryzae</i> OF 5-20 sample	9
Fig. 2. Results of <i>Aspergillus oryzae</i> OF5-20 spore count according to grain medium and cultivating periods at 35°C	16
Fig. 3. Results of coliforms counts in millet sample according to concentration of citric acid	20
Fig. 4. Results of <i>Aspergillus oryzae</i> OF5-20 spore counts in millet sample according to concentration of citric acid	21

Fig. 5. Results of saccharogenic power in millet sample according to concentration of citric acid 22

Fig. 6. Results of acidity in millet sample according to concentration of citric acid 23



Selection of Optimum Medium for Cultivating *Aspergillus oryzae*
OF 5-20 in Yakju and Quality Evaluation of Mold Starter with
Citric Acid Treatment

Ho-Jun Seong

Department of Food Industrial Engineering

Graduate School of Global Fisheries Pukyong National University

Abstract

This study contributes to industrialization of Korean traditional fermentation *Aspergillus oryzae* for Yakju by establishing mass production system. The optimal grain media for cultivation times and

the effect of reduction of coliforms colony count according to concentration of citric acid were presented. Also, the positive or negative effect on spore count, saccharogenic power and acidity according to the citric acid concentration was evaluated. The largest increase in spore count of *A. oryzae* was 36×10^8 CFU/mL for millet that was cultivated for 2 days. The largest decrease in coliforms colony count was 50 CFU/g when the concentration of citric acid was 0.4% or more. The result of spore count according to concentration of citric acid was that it produce a more spore count if the concentration of citric acid was higher. The result of saccharogenic power according to concentration of citric acid was that the largest result of saccharogenic power was 78 SP for 0.7% citric acid or more. The result of acidity according to concentration of citric acid was that the largest result of acidity was 16.66 mL 0.1N NaOH/g for 1.0% citric acid. These results showed that higher citric acid concentration had a positive effect on *A. oryzae* millet quality.

I. 서론

오늘날 발효식품업계는 발효 미생물의 다양성 분석과 중국 생산 등을 통해 균주, 배양, 생산물, 발효 기술 특허를 선점하기 위해 집중적으로 경쟁하고 있다. 전 세계적으로 2013년에서 2018년까지 종균시장의 성장률은 5.6%에 달하고 있을 정도로 가파르게 성장하고 있다(Yeo et al., 2016). 국내에도 이미 우수한 토종 발효 미생물이 존재하고 한국 발효업계 또한 여전히 성장하고 있는 시장이지만 발효 종균과 관련된 제품, 특히 스타터를 수입하는 것에 대해 외국에 사용료를 지불하고 있는 실정이다. 국내 종균 시장의 60%를 일본으로부터 수입하며 연간 로열티는 약 120억원에 달하고 있다(Moon et al., 2016).

중국 배양에 관한 연구로는 주로 전통 누룩에 유래하는 유용 곰팡이 및 효모균의 분리와 동정에 관한 연구 등과 각종 균주를 적용한 개량 누룩과 전통 누룩을 이용한 양조주의 품질 및 이화학적 특성에 관한 연구가 수행

되고 있다. 그러나 이러한 연구는 대부분 균주의 당화력과 알코올 생성에 초점을 맞추어졌지만, 중국 배양을 위한 최적 배지에 관련하여 체계적이고 정량적인 분석 연구는 미흡한 실정이다. 중국의 발효과정에서 품질에 영향을 미치는 인자는 대장균군을 비롯한 잡균, 포자수, 당화력 등으로 다양하며 약주의 맛과 향에 중대한 영향을 미치게 된다. 약주의 안정적인 발효와 균일한 품질 유지의 필요성으로 인하여 유기산 생산능이 강한 단일 분리균으로 제조한 개량 누룩에 대한 연구와 활발히 진행되고 있으며, 최근에는 전통 누룩을 저온 살균하여 잡균을 제거하여 사용하거나, 증자 처리한 소맥, 보리, 쌀 등의 전분질에 선별된 단일 또는 복합 미생물로 배양하여 특정 미생물이 대량 번식된 상태의 개량 누룩을 주로 제조하고 있다(Jung et al., 2018). 구연산은 주류 발효에 적합한 pH를 제공할 뿐만 아니라 청량감과 부드러운 신맛을 내는 역할을 한다고 알려져 있다. 이러한 이유로 현대식 양조공정에서 *Aspergillus oryzae*는 *Aspergillus luchuensis* 보다 유기산 생성능이 상대적으로 부족하여 안전한 발효를 위해 유기산을 보충하는 공정이 추가되는 것으로 알려져 있다(Bae et al., 2016). 이에 따라 국내 산업계는 산업용 고상발효 양산 체계에서 필요한

발효 미생물 종균을 제조하는데 필요한 공장 설비를 확충할 필요가 있다. 그리고, 토종 발효 종균의 자급화를 달성하기 위해 체계적이고 자동적인 고상발효 시스템의 기반이 필요하다.

본 연구에서는 약주제조에 쓰이는 *A. oryzae* OF 5-20의 산업화 및 양산을 위한 고상발효 시스템하에서 최적 조건과 방법을 적용 시키기 위하여 중국 배양공정에서 쌀, 현미, 밀쌀, 찰보리, 좁쌀, 콩을 각각 배양하여 포자수가 가장 많이 생성되는 최적의 곡물배지를 선정하였고, 유기산인 구연산을 첨가하여 대장균군 저감효과와 동시에 중국의 당화력 및 산도의 영향을 실험하였다.

Ⅱ. 재료 및 실험방법

1. 시험균주

실험에 사용한 균주는 전통발효식품(전통누룩)에서 분리하여 농촌진흥청 발효가공식품과에서 확보한 *A. oryzae* OF5-20를 이용하여 (주)충무발효(Ulsan, Korea)에서 대량생산하여 시판 중인 황국제품(*A. oryzae* 조제종국)을 시험균주로 사용하였다.

2. 대상곡물

실험에 사용한 곡물은 한국에서 전통주 제조에 오랜 기간 사용되어온 (Jeong et al., 2013) 백미(품종명 : 추청, 2020년산), 현미(품목명 : 추청현

미, 2020년산), 보리(품종명 : 나맥, 2020년산), 메조(품종명 : 황금조, 2020년산), 백태(품종명 : 선풍)는 언양농협 하나로마트에서 판매중인 국내 생산 제품을 구입하였다. 곡물 대조군은 사조동아원(주)에서 판매하는 2021년에 수입된 미국산 밀쌀제품(품목명 : soft white wheat)을 구입하여 사용하였다.

3. 시약 및 배지

각 곡물배지에서 발생한 포자수를 측정하기 위해 실험에 사용된 시약 tween 80 과 methylene blue 시약은 Sigma-aldrich 회사의 제품을 사용하였다.

구연산 농도에 따른 대장균군수 저감 실험을 위해 사용된 구연산은 Junsei 회사의 citric acid 99.5%(EP)를 사용하였고 대장균군수 측정에 사용한 배지는 3M 社의 Petrifilm E/C 건조필름배지를 사용하였고 포자수 측정에 사용한 혈구계수기는 marrienfeld 社의 blood counting chamber를 사용하였다.

당화력 측정에 사용한 기질용액은 Junsei 회사의 soluble starch 제품을 증류수 100 mL에 용해한 다음 끓는 증류수 300 mL에 가하여 1분간 처리하여 식힌 후 매스플라스크에 500 mL로 적정한 것을 사용하였다. 초산염 완충액에 사용한 시약은 대정화금 회사의 sodium acetate 98.5% anhydrous (GR) 제품과 acetic acid glacial 99.5% (EP) 제품을 사용하였다.

4. 종국 제조방법

시료의 제조방법은 각각의 곡물(백미, 현미, 밀, 보리, 메조, 백태)을 깨끗이 씻고 물에 3시간 침지한 후 채망에 받아 물기를 제거한 다음 autoclave에서 115℃, 10분 증자한 후 30℃까지 냉각시킨다. 냉각된 각 곡물배지 100 g당 *A. oryzae* 종균 1 g 비율로 접종하여 골고루 혼합하여 상온에 24시간 방치한 다음 통풍이 가능한 플라스틱 상자(30 cm × 50 cm × 5 cm)에 담아 온도 35℃, 습도

95% 환경에서 1~8 일 배양 하였다. 이 때, 시료의 품온이 42℃를 넘으면 성장이 저해되므로(Jeong et al., 2018) 1시간마다 품온을 확인하여 35℃를 넘지 않도록 하였다. 가습배양 과정이 종료된 후 45℃ 열풍 건조를 72시간 진행하였다. 건조된 덩어리진 종국을 100 mesh 입자 크기로 분쇄하여 분말 형태로 종국을 제조하여 실험에 사용하였다.

5. 종국의 포자수 측정

종국의 포자수 측정을 위하여 종국 시료 1 g을 측정하여 다음 5% tween 80 수용액 100 mL 및 1% 메틸렌블루시약 20 μ L를 가하여 shaking incubator에 넣고 4℃, 2시간, 100 rpm 교반하여 시험용액을 제조하였다. 그 후, 시험용액을 혈구계수기(marienfeld, hemocytometer)의 상부와 하부에 각각 10 μ L를 분주한 다음 커버글라스(18 mm $\times$ 18mm)로 덮고 알콜램프에 은근히 가열하여 혼합액을 고정하였다. 이를 광학현미경(olympus, CH-30)으로 400배 확대하여 혈구계수기 상, 하부 각 3회 반복 측정하였다. 측정값의 평균치를 A라 하고 다음 계산식에 따라 포자수를 구하였다.

$$\text{포자수 } (\times 10^8 \text{ spores}) = \frac{A \times \text{희석배수}}{\text{검체의 채취량(g)}}$$



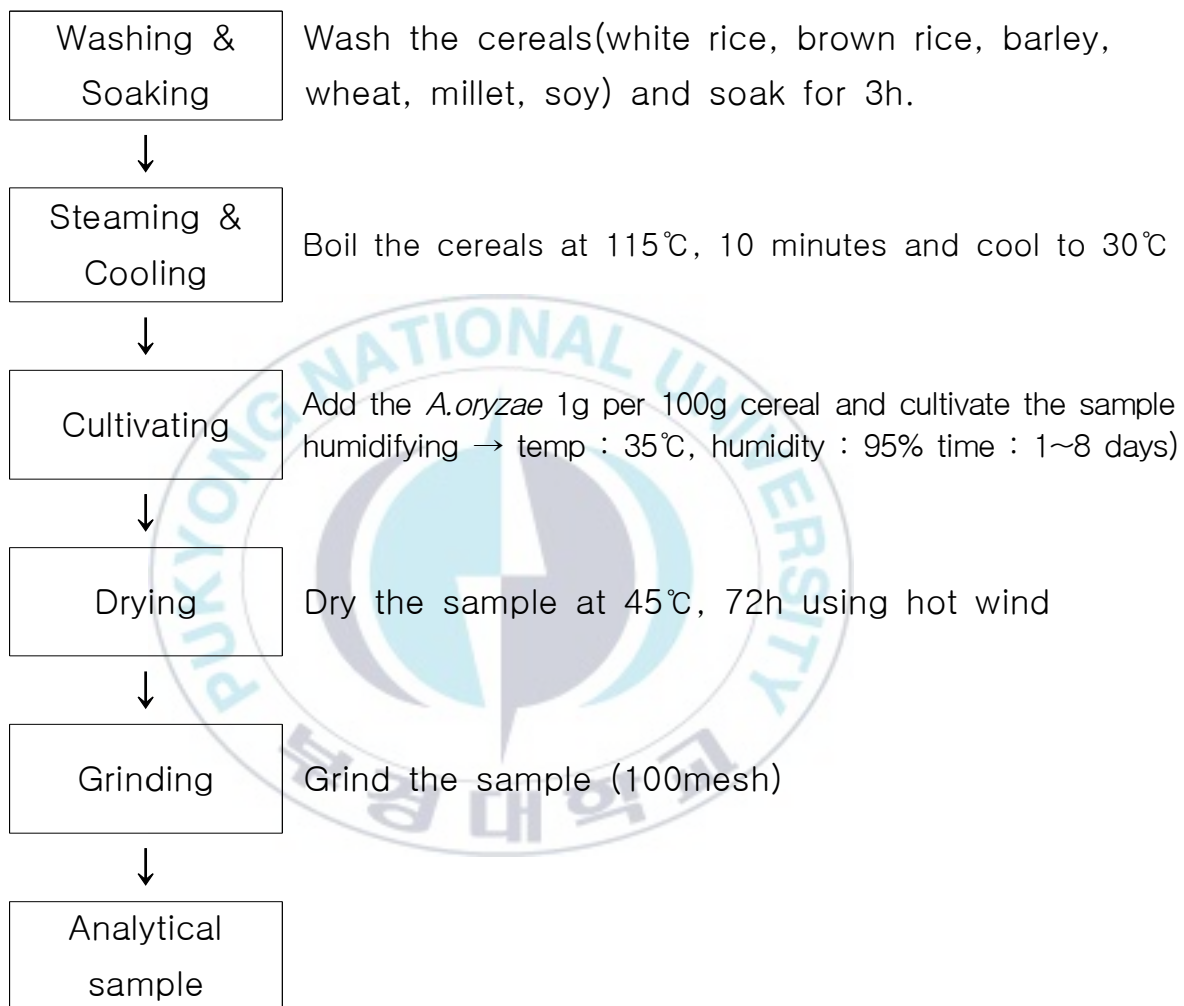


Fig. 1. Production diagram of *Aspergillus oryzae* OF 5-20 mold starter.

6. 구연산 첨가에 따른 중국 제조

곡물 종류별 중국 제조과정에서 얻은 시료 중 포자수가 가장 많이 발생한 곡물배지를 선정하여 해당 곡물배지 침수 시에 구연산 농도를 각각 0.1%, 0.4%, 0.7%, 1.0%로 3시간 침수시켰다. 그 후, 채망에 받아 물기를 제거한 다음 autoclave에서 115℃, 10분 증자한 후 30℃까지 냉각시켰다. 냉각된 각 곡물배지 100 g당 *A. oryzae* 종균 1 g 비율로 접종하여 골고루 혼합하여 상온에 24시간 방치한 다음 통풍이 가능한 플라스틱 상자(30 cm × 50 cm × 5 cm)에 담아 온도 35℃, 습도 95% 조건에서 2일간 배양 하였다. 이 때, 시료의 품온이 42℃를 넘지 않도록 1시간마다 품온을 확인하여 35℃를 넘지 않도록 하였다. 가습배양 과정이 종료된 후 45℃ 열풍 건조를 72시간 진행하였다. 건조된 덩어리진 중국을 100 mesh 입자 크기로 분쇄하여 분말 형태로 중국을 제조하여 실험에 사용하였다.

7. 종국의 대장균군수 측정

제조된 각 시료 1 g을 0.85% NaCl 멸균수용액에 단계별로 희석 및 교반한 후 Petrifilm E/C 건조필름배지에 각 1 mL씩 분주하여 35℃, 18시간 배양하여 가스 발생한 붉은 집락수를 관찰하여 계수하였다. 유효 집락수는 각 희석배수별 30~300개의 집락수로 하여 유효 집락수의 평균을 산정한 것으로 계수하였다.

8. 종국의 당화력

구연산 농도에 따른 종국의 대장균군수 측정에서 얻은 시료를 증류수에 30배 희석하여 삼각플라스크에 1 mL 취하고 1% 염화나트륨용액 200 mL를 가한 다음 30℃로 항온하여 3시간 정치한다. 이 과정에서 20분 간격으로 조용히 흔들어 주어 침출시킨 액을 여과하여 시험용액으로 한다. 기질용액 50 mL와 0.2M 초산염완충액(pH 5.0) 30 mL를 100 mL 메스플라스크에 넣고 55℃수욕조에서 10분간 방치한다. 이에 시험용액 10 mL를 가해주고 동시에

시간을 측정한다. 내용물을 흔들어 잘 혼합하고 수욕조에 방치한다. 반응시간이 정확히 60분이 되면 0.5 N 수산화나트륨용액 10 mL를 가하여 효소작용을 중지시킨 다음 흐르는 물로 상온으로 식히고 물을 가하여 100 mL로 한다. 이 액 10 mL와 대조액 10 mL를 각각 취하여 다음과 같이 환원당량을 측정한다. 대조액은 시험용액 10 mL 대신 물 10 mL를 취하여 시험용액의 경우와 동일하게 처리한다. 펠링시액 10 mL를 취하여 250 mL 삼각플라스크에 넣고 물 40 mL, 위의 환원당 생성에 따라 얻은 용액 10 mL와 포도당표준용액 10 mL를 정확히 취하여 가해주고 조용히 흔들어 내용물을 혼합해 준다. 이 혼합액을 석면이 부착된 망상위에서 1분간 끓여준 다음 계속 끓여주면서 포도당표준용액으로 적정한다. 다만, 황산동의 청색이 거의 없어지면 1% 메틸렌블루시약 4~5방울을 더 가하여 적정을 계속한다. 종말점은 메틸렌블루의 청색이 없어지는 시점으로 하고 이 때 소비된 포도당표준용액의 소비 mL수를 S라 한다. 따로, 펠링시액 10 mL, 물 40 mL, 대조액 10 mL 및 포도당표준용액 10 mL 를 사용하여 같은 방법으로 공시험을 행하고 이 때 소비된 포도당표준용액의 소비 mL수를 B로 하여 다음 계산식에 따라 당화력을 구하였다.

$$\text{당화력(SP)} = \frac{(B-S) \times f}{W \times t}$$

f : Factor(20/10)로서 포도당표준용액(2 mg/mL)과 사용된 표준용액 10 mL의 양에서 산출된 수치

W : 시험용액 10 mL에 함유된 검체의 양(g)

t : 반응시간(시간)

9. 종국의 산도

구연산 농도에 따른 종국의 대장균균수 측정에서 얻은 시료를 20 g 취하여 물 100 mL를 가해 30℃에서 3시간 이상 침출하고 여과하여 이 여액 10 mL에 혼합지시액 2~3방울을 가하여 0.1 N 수산화나트륨용액으로 담홍색에서 옅은 청색으로 될 때까지 적정하고 다음 계산식에 따라 산도를 구하였다.

$$\text{산도(mL 0.1N NaOH/g)} = a \times f$$

a : 0.1N 수산화나트륨용액의 소비 mL수

f : 0.1N 수산화나트륨용액의 factor



Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 배양 시간에 따른 곡물배지 종류별 종국의 포자수

곡물배지의 종류별 포자수 차이는 Fig. 2 와 같았다. 포자수 측정 결과 6종의 곡물 배지를 각각 배양하였을 때, 조>밀>백미>보리>현미>콩 순으로 포자수가 많은 결과를 보였다. 조에서 배양할 경우 포자 생산량이 가장 높았으며 포자 생산량이 가장 낮은 곡물배지는 콩이었다. 전체적인 곡물들의 결과를 보면 배양 2일까지는 포자수 증가율이 상승하다가 4일부터는 포자수가 감소하는 현상이 공통적으로 드러난다. *A. oryzae*의 액체 종국 접종량, 발효온도, 시간에 따른 포자수 변화 실험을 행한 결과 액체 종국의 접종량이 증가할수록 포자수가 증가하였고 발효온도는 40℃일 때 포자수가 가장 많이 생성되는 결과를 나타내었으며 발효 시간은 120 시간에서 포자수가 가장 많이 생성되다가 이후 감소하는 결과를 보였다는 다른 연구 결과와 유사한 결과를 나타내었다.(Baek et al., 2016)

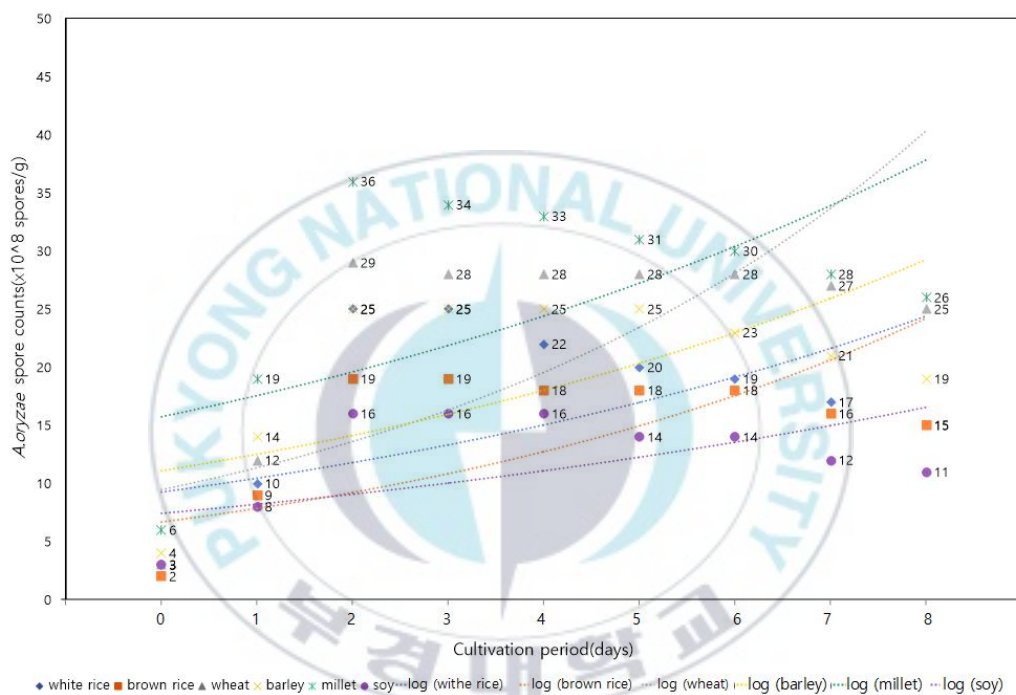


Fig. 2. Results of *Aspergillus oryzae* OF5-20 spore count according to grain medium and cultivating periods at 35°C.

2. 구연산 농도에 따른 조 종국의 대장균군수

구연산 농도에 따른 조 종국의 대장균군수의 차이는 Fig. 3 와 같았다. 공시험 시료의 대장균군수는 8,600 CFU/g였고 구연산 농도 0.1%에서 3,500 CFU/g, 0.4%에서 20 CFU/g, 0.7%에서 20 CFU/g, 1.0%에서 20 CFU/g의 결과를 나타내었다. 0.1% 구연산 첨가군에서 공시험 대비 59.3% 감소하였고 0.4%, 0.7%, 1.0%에서 공시험 대비 99.7% 감소하였다. 종국의 구연산 농도가 0.4% 이상일 경우 대장균군수 저감 효과가 줄어드는 현상을 확인할 수 있었고 구연산 농도 0.7% 이상에서는 대장균군수가 더 감소하지 않는 결과를 나타내었다. 특히, 구연산은 식품의 전처리 단계에서 많이 사용하는 식품첨가물로 채소에 구연산 1%, 30분간 처리하여 대장균군수를 측정하였을 때 평균 100배 감소되는 다른 연구 결과와 유사한 결과를 나타내었다(Cho et al., 2012).

3. 구연산 농도에 따른 조 종국의 포자수

구연산 농도에 따른 조 종국의 포자수의 차이는 Fig. 4 와 같았다. 공

시험값은 34×10^8 spores/g였고 구연산 농도가 0.1%일 때 37×10^8 spores/g로 측정되어 공시험 결과값에 비하여 8% 증가하였고 0.4%일 때 43×10^8 spores/g로 공시험 대비 26% 증가하였으며 0.7% 일 때 45×10^8 spores/g로 공시험 대비 32% 증가하였고 1.0%일 때 45×10^8 spores/g로 공시험 대비 32% 증가하였다. 조 종국의 구연산 농도가 0.7% 일 때 *A. oryzae* 포자수 증가율이 최대치에 달하였고 1.0% 에서는 포자수 변화가 없었다.

4. 구연산 농도에 따른 조 종국의 당화력

구연산 농도에 따른 조 종국의 당화력의 차이는 Fig. 5 와 같았다. 당화력 공시험 측정 결과 66 SP 였고 구연산 농도가 0.1%일 때 당화력은 66 SP로 공시험 결과와 차이가 없었다. 0.4%일 때 당화력은 72 SP가 나왔다. 구연산 농도 0.7%일 때 당화력이 78 SP가 나왔고 1.0%일 때 당화력이 78 SP가 나왔다. 구연산 농도 0.4% 이상 일 때 공시험에 비하여 당화력이 소폭 상승하는 경향을 확인하였다. 식품첨가물공전에서 정한 입국의 당화력은 60 SP/g 이상이어야 한다고 규정되어 있는데, 중국에 대한 당화력은 별도로 정해져 있지 않다.

5. 구연산 농도에 따른 조 종국의 산도

구연산 농도에 따른 조 종국의 산도의 차이는 Fig. 6 와 같았다. 산도 공시험 측정 결과 15.02 mL 0.1 N NaOH/g 였고 구연산 농도가 0.1% 일 때 15.02 mL 0.1 N NaOH/g 로 공시험 결과와 동일하였다. 0.4% 일 때 15.68 mL 0.1 N NaOH/g, 0.7% 일 때 16.00 mL 0.1 N NaOH/g, 1.0% 일 때 16.66 mL 0.1 N NaOH/g이 나왔다. 본 실험 결과를 보았을 때 구연산 농도가 높아질수록 산도 또한 높아지나, 품질에 크게 영향을 주는 요인으로 확인되지는 않았다. 쌀 품종에 따른 입국의 산도 측정 실험을 수행한 결과 산도가 평균 5.9 mL 0.1 N NaOH/g 로 나타내었다는 연구결과 보다 산도가 높은 결과를 나타내었다(Kwon et al., 2013).

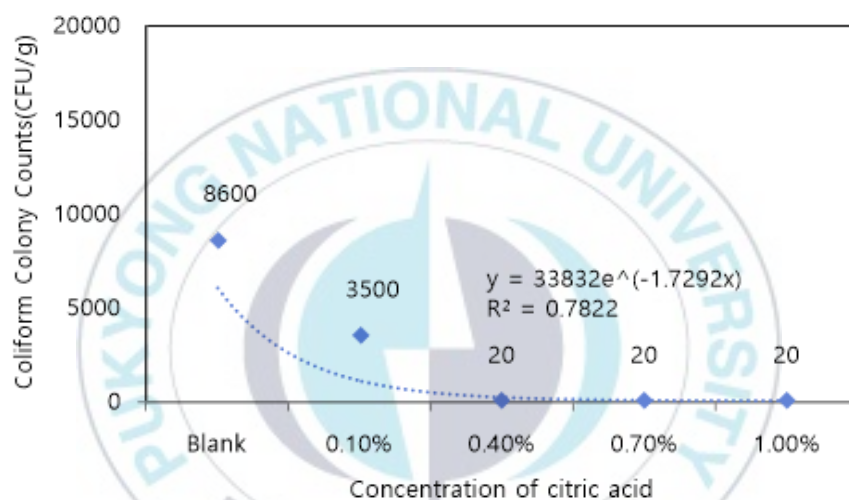


Fig. 3. Results of coliforms counts in millet sample according to concentration of citric acid.

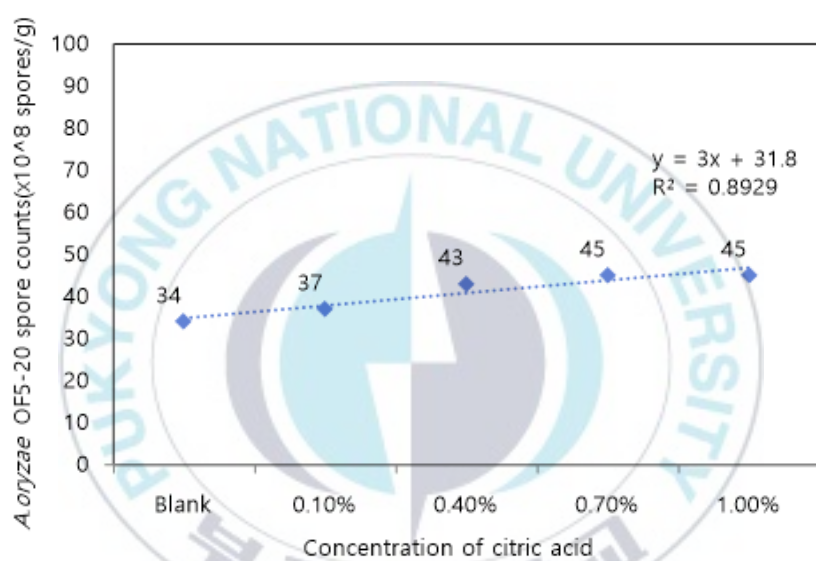


Fig. 4. Results of *Aspergillus oryzae* OF5-20 spore counts in millet sample according to concentration of citric acid.

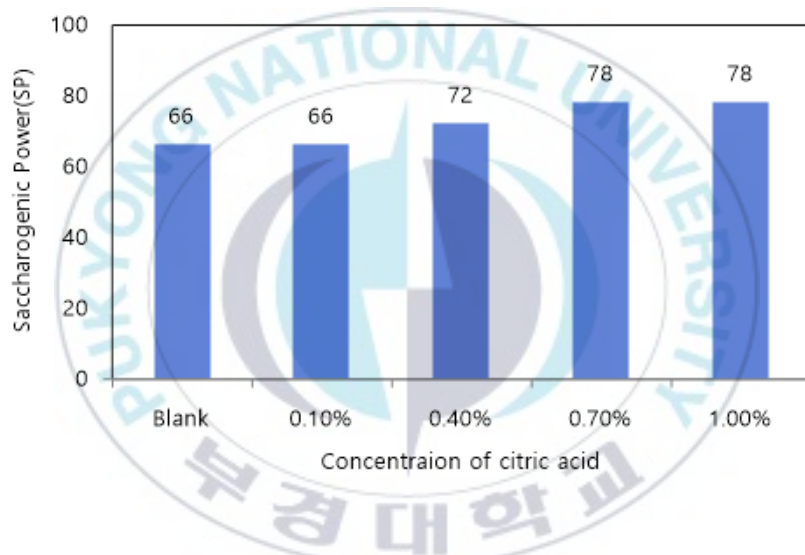


Fig. 5. Results of saccharogenic power in millet sample according to concentration of citric acid.

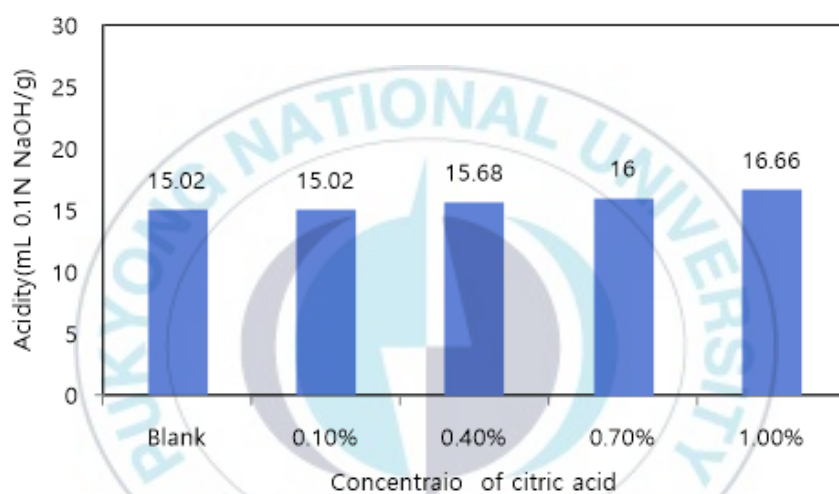


Fig. 6. Results of acidity in millet sample according to concentration of citric acid.

IV. 요 약

산업 현장에서 약주용 곰팡이 중국 *A. oryzae*를 대량생산 하고자 할 때 최적의 조건을 도출하기 위해 6종의 곡물배지(백미, 현미, 보리, 밀, 조, 콩) 중 포자수가 가장 많이 생산되는 곡물을 선정하고, 선정된 곡물배지에 구연산 농도를 달리하여 오염의 지표인 대장균군수의 감소 정도를 측정하고, 구연산 농도에 따른 포자수, 당화력, 산도를 비롯한 중국 품질에 미치는 영향을 실험하였다.

1. 곡물 배지 6종에 *A. oryzae*를 배양하여 시료를 제조한 후 곡물 종류에 따른 포자수 발생 정도를 측정한 결과, 6종의 곡물 배지를 각각 배양하였을 때, 배양시간 2일까지 포자수가 최대치로 증가하다가 3일 째에는 포자수 증가가 중단되었고 4일 이상일 경우, 포자수가 감소하는 경향을 6종의 곡물배지 전체에서 공통적으로 확인할 수 있었다. 2일 배양 기준으로 포자수가 많이 생성된 곡물배지는 조>밀>백미>보리>현미>콩 순으로 결과가 도출되었다. 배양 2일을 기준으로 비교했을 때 6종의 곡물배

지 중에서 조에서 배양할 경우 포자 생산량이 가장 높았으며 포자 생산량이 가장 낮은 곡물배지는 콩이었다.

2. 조 중국의 구연산 농도별 대장균군수 측정 실험에서는 6종의 곡물배지 중에서 포자 발생량이 가장 많은 조 중국의 구연산 농도가 0.1%일 때 공시험 대비 대장균군수가 59.3% 감소했고 구연산 농도가 0.4%, 0.7%, 1.0%일 때 공시험 대비 99.4% 감소했다. 이를 통해 구연산 농도 0.4% 이상일 경우 대장균군수 감소율이 높은 경향을 나타내었다.

3. 조 중국의 구연산 농도별 포자수 측정 실험에서는 구연산 농도가 0.1%일 때 공시험 결과에 비해 3×10^8 CFU/g 증가 했고, 0.4%일 때 9×10^8 CFU/g 증가했으며 0.7%와 1.0%일 때 11×10^8 CFU/g 증가했다. 이를 통해 구연산 농도가 높아짐에 따라 *A. oryzae* 조 중국의 포자수가 증가하는 결과를 나타내었다.

4. 조 중국의 구연산 농도별 당화력 측정 실험에서는 구연산 농도가 0.1%일 때 공시험 결과와 동일하였고, 0.4%일 때 공시험 대비 6 SP 증가하였으며 0.7%와 1.0%일 때 공시험 대비 12 SP 증가하였다. 이를 통해 구연산 농도가 높아질수록 당화력이 증가하는 결과를 나타내었다.

5. 조 중국의 구연산 농도별 산도 측정 실험에서는 구연산 농도가 0.1%일 때 공시험 결과와 동일하였고 0.4% 이상 일 때 소폭 상승하는 결과를 나타내었다.



V. 참 고 문 헌

- Baek CH. Baek SY. Mun JY. Choi. HS. Kang JE. Jung ST. Yeo SH. 2016. Quality characteristics and preparing of solid starter using fungal strains for Takju. The Korean Society of Food Preservation. 23, 793-803.
- Bae GH. Lee SH. Cheong C. 2016. Fermentation and Quality Characteristics of Korean Traditional Cheongju by Different Mashing Methods. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society. 17, 637-645
- Cho SK. Park JH. 2012. Bacterial Biocontrol of Sprouts through Ethanol and Organic Acids. Korean Journal of Food & Nutrition. 25, 149-155

Jeong ST. Kwak HJ. Kim SM. 2013. Quality Characteristics and Biogenic Amine Production of *Makgeolli* Brewed with Commercial nuruks. Korean Journal of Food Science Technology. 45, 727-734.

Jung EH. Kim YS. Jeon JA. Yeo SH. Jung ST. 2018. Properties of Yakju and pellet Nuruk inoculated with *Aspergillus oryzae*. The Korean Society of Food Preservation. 25, 722-729.

Jung EH. Kim YS. Jeon JA. Yeo SH. Jung ST. 2021. Trends and Prospects of International Grain Supply and Demand. Korea Rural Economic Institute. 319-351.

Kang JE SJ. Kim JY.. Lim BR. Choi HS. Jeong ST. 2020. Analysis of the Physicochemical Characteristics in Yakju with Variety Nuruk. Korean Journal of Community Living Science. 3, 15-24.

Kim JY. Kwon HM. Kim SY. Yeo SH. 2020. Quality characteristics of solid starters manufactured with *Aspergillus oryzae* OF5-20. The Korean Society of Food Preservation. 27, 915-924.

Kim SJ. 2010. Effects of Storage Temperature and Organic Acid Treatment on Indicative Bacteria in Commercial Edible sprouts. Dankook University. 47-52.

Kwon YH. Lee AR. Kim HR. Kim JH. Ahn BH. 2013. Quality Properties of Makgeolli Brewed with Various Rice and Koji. Korean Journal of Food Science. Technology. 45, 70-76.

Ministry of Food & Drug Safety. 2018. Korea Food Additives Public Code of Gook. 3, 131

Moon JY. Baek SY. Park HY. Ro HS. Yeo SH. 2016. Cultural Characteristics of Fungi Strains isolated from Korean Nuruk. East Asian Society Diet Life. 26, 125-140.

So MH. Lee YS. Han SH. No WS. 1999. Analysis of Major Flavor Compounds in takju Mash Brewed with a Modified nuruk. Korean Journal of Food & Nutrition. 12, 421-426.

Yeo SH. 2016. Development of starter microorganisms and their optimized mass production system for Takju and Wine. Final Report of NAAS PJ009439. 177-200.

VI. 감사의 글

2020년에 글로벌수산대학원에 입학하면서 양지영 교수님을 비롯하여 식품공학과 교수님들을 자주 뵙고자 했지만 코로나로 인하여 잦은 비대면 수업과 휴강으로 자주 찾아뵙지 못하고 졸업을 맞이하는 것에 대해 아쉬움이 많이 남습니다.

직장생활과 학업을 병행하기가 쉽지는 않았지만, 그동안 학업과 이 논문을 완수하는데 직·간접적으로 많은 도움을 주신 모든 분 덕분에 무사히 학업 생활을 보내게 되어 진심으로 감사의 인사를 올립니다.

특히, 대학원 입학 면접 때부터 논문 검토까지 인연을 맺어온 양지영 교수님, 바쁜 와중에도 틈틈이 공지사항을 올리고 행정업무에 도움을 주신 조효정 조교님께도 감사의 인사를 전합니다.

마지막으로 이 논문을 작성하는 데 큰 도움이 됐던 연구자료와 실험 편의를 제공해주신 (주)충무발효의 양승준 사장님, 최경선 이사님 그리고 사랑하는 우리 가족분들께도 감사하다는 말을 전합니다.

비록 대학원은 졸업하지만, 공부에는 끝이 없다는 마음가짐으로 앞으로 가겠습니다. 감사합니다.