



## 조랭이떡 저장 중 천연유래 프로피온산 생성 특성 분석

박희대 · 채정규 · 하상도\*

중앙대학교 식품공학과 식품안전연구실

### Analysis of Propionic acid Production in *Joraengyi* Rice Cake during Storage

Hee-Dae Park, Jung-Kyu Chae, and Sang-Do Ha\*

Department of food science technology, Advanced Food Safety Research Group, Brain Korea 21 Plus, Chung-Ang University, Ansung, Korea

(Received November 7, 2018/Revised November 28, 2018/Accepted December 11, 2018)

**ABSTRACT** - The objective of this study was to examine the natural origin of propionic acid in rice cakes by investigating the growth characteristics of the microflora and their production of propionic acid in the *Joraengyi* rice cake during storage period. The experiment was done in two stages within a period of three month: the rice cake fresh and contaminated with cocktail *propionibacterium*. The propionic acid production was analyzed according to the storage time and temperature by GC-FID (Gas chromatograph with flame ionization detector). During the storage of the fresh *Joraengyi* rice cake without alcohol at 30°C, about 95 mg/L of propionic acid was detected in 1st week, 330 mg/L in 4th week, 850 mg/L in 6th week, 970 mg/L in 8th week, and 1,040 mg/L in 12th week. During the storage of the *Joraengyi* rice cake which was contaminated with cocktail *propionibacterium* at 30°C, about 100 mg/L was detected from the rice cake with alcohol in the 1st week, 270 mg/L in 2nd week, about 470 mg/L in 4th week, and 660 mg/L in 8th week. This study demonstrated the natural production of propionic acid during storage of the *Joraengyi* rice cake. To prevent the production, it is necessary to thoroughly manage hygiene and store it at refrigerated temperature or below 20°C.

**Key words** : Propionic acid, *Joraengyi* rice cake, *Propionibacterium*, GC-FID

우리나라 쌀가공식품 매출은 급성장 중인데, 그 중 떡류가 1조 4,551억원(36.5%)으로 가장 큰 비중을 차지하고 있다<sup>1,2)</sup>. 가공떡 시장규모는 2014년 기준 약 820억 원으로 전년 대비 30.3% 증가하였으며, 주로 소매채널에서 유통되고 있다. 가공떡 중에서는 떡볶이떡이 약 70%의 높은 점유율을 보이고 있으며, 그 점유율이 지속적으로 증가하는 추세다<sup>3)</sup>.

떡류는 수분함량이 높고 수분활성도가 0.85이상이라 변질되기 쉬운 곡류가공식품이다. 또한 구입 후 별도의 조리과정 없이 섭취하기 때문에 잠재적 위해식품군(Potentially Hazardous Foods, PHFs)에 해당한다<sup>4)</sup>. 2014년 한국소비자원<sup>5)</sup>이 실시한 위생실태조사에서도 대형유통점과 재래시장, 프랜차이즈에서 판매되고 있는 떡류의 위생상태가 취약한 것으로 밝혀진 바 있다. 특히 조랭이떡은 무계당 표면적이 넓어 외부환경에 쉽게 오염되고 미생물 생장도 빠른

위험성이 있다.

식품산업에서는 미생물에 의한 위생문제 뿐만 아니라 허용되지 않거나 허용량 이상의 식품첨가물이 검출될 경우 법 위반일 뿐 아니라 건강상 문제도 되고 있다<sup>6)</sup>. 또한 한국농촌경제연구원에서 실시한 전국 20세 이상 남녀 5,983명을 대상으로 한 설문조사에서도 식중독균(7.9%)보다도 식품첨가물(9.6%)을 더욱 우려한다고 응답했다<sup>7)</sup>. 하지만 프로피온산과 벤조산, 소브산 등 일부 보존료는 인위적으로 첨가하지 않더라도 가공·유통·저장 중 원료 유래 또는 미생물의 발효과정에 의해 발생하기도 한다<sup>8-10)</sup>. 특히 식품의약품안전처에 등록되어 있는 식품첨가물 천연유래 정보 1,386건 중 프로피온산이 약 63%(873건)로 가장 큰 비중을 차지하고 있는 실정이다<sup>11)</sup>.

프로피온산은 치즈, 버터, 빵류 등에 사용되어 곰팡이의 성장을 제어하고 시럽, 사과 소스 및 신선한 과일에서는 세균과 효모의 성장을 억제하는 보존료이다<sup>18)</sup>. 프로피온산은 세계보건기구(WHO)에서도 일일섭취허용량(ADI)을 설정하고 있지 않으며<sup>19)</sup>, WHO의 국제암연구소(IARC)에서도 발암성이 없는 첨가물로 인정할 정도로 안전한 물질이

\*Correspondence to: Sang-Do Ha, School of Food Science & Technology, Chung-Ang University, Ansung 456-756, Korea  
Tel: 82-31-670-4831, Fax: 82-31-675-4853  
E-mail: sangdoha@cau.ac.kr

다<sup>20</sup>). 또한, 유럽연합(EU)과 미국, 일본 등의 많은 국가에서 식품첨가물로 허용하고 있으며<sup>21</sup>), 국내에서는 빵류와 잼류, 치즈류에 국한되어 허용되고 있다<sup>22</sup>). 하지만 프로피온산은 임의로 첨가하지 않더라도 치즈, 된장, 식초 등의 많은 발효식품에서 천연유래로 검출되며<sup>23-26</sup>), 쌀가공품인 쌀국수<sup>23</sup>)와 많은 곡류가공식품<sup>21</sup>)에서도 검출된다.

본 연구는 떡류에 존재하는 자연균총의 성장특성과 이에 따른 프로피온산의 생성량을 조사하여 떡류에서 프로피온산의 천연유래를 입증하고자 한다.

## Materials and Methods

### 미생물 생육실험

조랭이떡은 주정처리된 제품과 처리되지 않은 제품을 (주) 송학식품(파주, 경기도, 대한민국)에서 제공받아 사용하였다. Cocktail *Propionibacterium*을 임의로 오염시킨 것과 그렇지 않은 것으로 나누어 실험을 진행하였다. Cocktail *Propionibacterium*은 사전연구인 Park 등<sup>27</sup>)의 조랭이떡 미생물 균집 분석 결과로 조사된 프로피온산 생성균을 사용하였다. 약 5 Log<sub>10</sub>CFU/mL 수준에서 Cocktail한 후 10 g 당 100 µL를 접종한 조랭이떡은 각각 20°C와 30°C에서 8주간(3, 7, 14, 21, 28, 42, 56일) 혐기조건에서 저장하였고, 신선한 조랭이떡은 각각 30°C와 40°C에서 12주간(14, 28, 42, 56, 84일) 호기조건에서 저장하였다.

저장 후 조랭이떡을 잘게 자르고 0.1% peptone water (PW, Oxoid, USA) 90 mL와 함께 Filter bag (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA)에 넣고 stomacher (Bagmixer 400, Interscience, France)를 이용하여 균질화하였다. 이 후 고형물을 제외한 100 µL를 취하여 Tryptic soy agar (TSA, Difco., Detroit, MI, USA)에 접종 후 37°C에서 24시간 동안 호기배양하여 일반세균수를 측정하였다.

### 프로피온산 분석

#### 시약 및 표준품

실험에 사용된 물은 비저항치가 18.2 Ω.cm인 3차 증류수를 이용하였다. 표준물질인 propionic acid (99.5%)와 trans-Crotonic acid (98%)는 Sigma-Aldrich (St. Louis, USA) 제품을 사용하였다. 그 외 분석에는 Acetone (for HPLC, GC and residue analysis, 99.9%), Sodium chloride (99%, Sigma-Aldrich, St. Louis, USA), 인산 (85%, Wako, Japan), Ethyl ether(대정화학사, Shiheung, Korea)를 사용하였다.

#### 표준용액 조제

프로피온산 0.2 g을 정확히 취하여 아세톤 100 mL에 녹여 표준원액으로 하고, 이를 1, 2, 3, 5, 15, 30, 60, 120, 240, 480, 960, 1920 mg/L 수준이 되도록 아세톤으로 희

**Table 1.** The analytical conditions of the GC-FID for propionic acid

Instruments	GC (Agilent 6890, USA) with FID
Column	HP-FFAP (30.0 m × 320 µm × 0.25 µm)
Injector temperature	180°C
Detector temperature	230°C
Oven temperature	80°C → 10°C ↑ → 150°C (5 min) → 20°C ↑ → 230°C
Injection volume	1 µL
Carrier gas flow rate	1 mL/min (N <sub>2</sub> )
Split ratio	5:1

석하여 표준용액으로 사용하였다. 내부표준물질로는 trans-crotonic acid를 사용하였고, 표준용액 중 내부표준물질의 최종농도가 100 mg/L 수준이 되도록 조제하여 사용하였다.

#### 시험용액 조제 및 기기분석

프로피온산 분석은 Son 등<sup>26</sup>)의 방법을 일부 수정하여 시료 5 g을 conical tube에 정밀히 취하고, 0.05 M 인산 10 mL, NaCl 2 g, trans-crotonic acid (2000 mg/L) 1 mL를 가한 후 30분간 초음파 처리하고 10분간 voltexing 하였다. 여기에 Ethyl ether 20 mL를 가한 후 2분간 voltexing하여 추출하였다. 층 분리가 완료된 후 ethyl ether 층을 취하여 0.2 µm PVDF filter (Agilent technologies, Santa Clara, California, USA)로 filtering한 후 이를 시험용액으로 하였다. 기기분석에는 Agilent 6890 GC-FID (Gas chromatograph with flame ionization detector)를 사용하였는데, 그 분석조건은 Table 1과 같다.

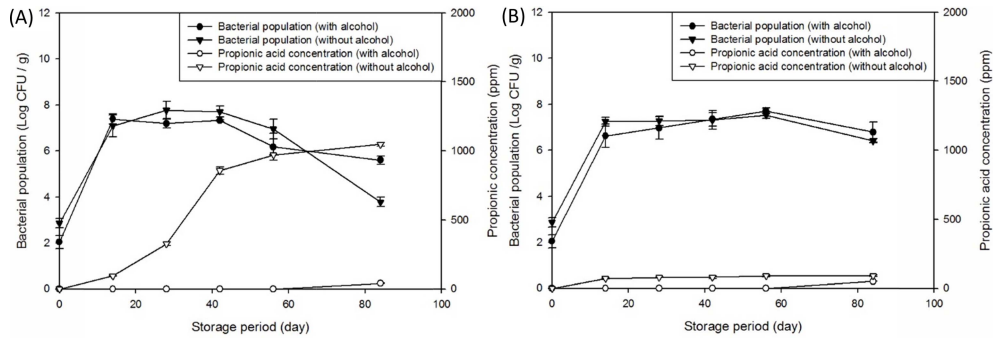
## Results and Discussion

### 시험법 유효성 검증

프로피온산 표준용액의 머무름 시간(retention time)은 GC-FID 크로마토그램 상에서 7.3분으로 확인되었고, 프로피온산의 직선성은 상관계수(R<sup>2</sup>) 값이 0.9996로 우수한 직선성을 나타내었다. 검출한계와 정량한계는 각각 0.24 µg/mL, 0.73 µg/mL로 측정되었고, 회수율은 74.68-100.17%로 양호한 결과를 보였다. 이러한 결과는 본 연구에서 사용한 분석법이 타당하다는 증거가 된다. 분석결과 중 불검출은 정량한계에 회색배수를 곱한 값을 적용하였는데, 회색배수 4배를 적용하여 2.93 µg/mL이하를 불검출(not detected, ND)로 처리하였다. 시험법은 식품의약품안전평가원의 '식품 등 시험법 마련 표준절차에 관한 가이드라인'<sup>28</sup>)에 따라 검증하였다.

### 저장 중 조랭이떡의 프로피온산 생성량

신선한 조랭이떡의 저장 중 주정 처리한 떡에서는 8주



**Fig. 1.** Growth characteristics and propionic acid production of the microflora in the fresh *Joraengi* rice cake during storage at 30°C (A) and 40°C (B).

**Table 2.** Growth characteristics and propionic acid production of the microflora in the fresh *Joraengi* rice cake during storage at 30°C

Storage period (day)	Bacterial population (Log <sub>10</sub> CFU/g)		Propionic acid production (mg/L)	
	With alcohol	Without alcohol	With alcohol	Without alcohol
0	2.04 ± 0.28	2.86 ± 0.20	ND <sup>1)</sup>	ND
14	7.39 ± 0.21	7.09 ± 0.48	ND	94.52 ± 0.79
28	7.19 ± 0.20	7.76 ± 0.38	ND	327.35 ± 12.04
42	7.33 ± 0.03	7.70 ± 0.24	ND	856.91 ± 26.83
56	6.18 ± 0.59	6.95 ± 0.43	ND	971.32 ± 1.99
84	5.60 ± 0.17	3.78 ± 0.20	41.14 ± 0.42	1047.73 ± 11.43

<sup>1)</sup>ND; Not detected (< 2.93 mg/L).

**Table 3.** Growth characteristics and propionic acid production of the microflora in the fresh *Joraengi* rice cake during storage at 40°C

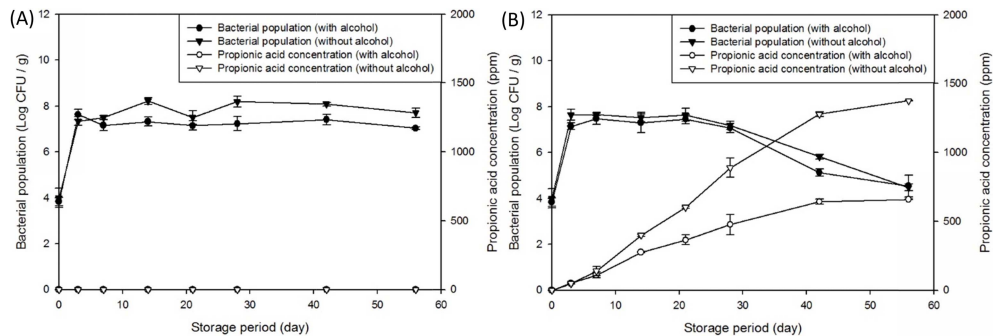
Storage period (day)	Bacterial population (Log <sub>10</sub> CFU/g)		Propionic acid production (mg/L)	
	With alcohol	Without alcohol	With alcohol	Without alcohol
0	2.04 ± 0.28	2.86 ± 0.20	ND <sup>1)</sup>	ND
14	6.62 ± 0.51	7.24 ± 0.19	ND	69.48 ± 3.59
28	6.97 ± 0.49	7.27 ± 0.20	ND	78.81 ± 1.47
42	7.34 ± 0.30	7.31 ± 0.40	ND	79.93 ± 8.69
56	7.71 ± 0.13	7.53 ± 0.14	ND	89.17 ± 7.53
84	6.79 ± 0.44	6.41 ± 0.10	49.50 ± 0.09	89.76 ± 6.16

<sup>1)</sup>ND; Not detected (< 2.93 mg/L).

동안 프로피온산이 검출되지 않았고, 12주차에는 30°C에서 약 40 mg/L, 40°C에서 약 50 mg/L이 형성되었다. 주정처리하지 않은 떡에서는 30°C 보관 시 2주만에 약 100 mg/L이 생성되었으며, 4주 후에 약 330 mg/L, 6주 후에 약 850 mg/L, 8주 후에 약 970 mg/L, 12주 후에 약 1,040 mg/L의 프로피온산이 검출되었다. 40°C에서는 30°C와 비슷한 수준의 미생물의 생장이 관찰됐지만, 프로피온산 생성량은

2주 후에 약 70 mg/L, 6주 후에 약 80 mg/L, 12주 후에 약 90 mg/L으로 오히려 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1, Table 2, 3).

Cocktail한 프로피온산 생성균을 오염시킨 조랭이떡은 30°C에서 세균이 3일만에 약 7 Log<sub>10</sub>CFU/g 수준까지 성장했으며, 주정처리 조랭이떡에서도 1주 후에 약 100 mg/L, 2주 후에 270 mg/L, 4주 후에 약 470 mg/L, 8주 후에 약 660 mg/L의 프로피온산이 검출된 것으로 나타났다. 20°C



**Fig. 2.** Growth characteristics and propionic acid production of the microflora in the *Joraengi* rice cake which was inoculated by cocktail *Propionibacterium* during storage in the anaerobic jar at 20 (A) and 30°C (B).

**Table 4.** Growth characteristics and propionic acid production of the microflora in the *Joraengyi* rice cake which was inoculated by cocktail *Propionibacterium* during storage at 20°C

Storage period (day)	Bacterial population (Log <sub>10</sub> CFU/g)		Propionic acid production (mg/L)	
	With alcohol	Without alcohol	With alcohol	Without alcohol
0	3.84 ± 0.18	4.00 ± 0.42	ND <sup>1)</sup>	ND
3	7.63 ± 0.23	7.35 ± 0.19	ND	ND
7	7.17 ± 0.24	7.49 ± 0.09	ND	ND
14	7.33 ± 0.19	8.22 ± 0.15	ND	ND
21	7.15 ± 0.20	7.50 ± 0.30	ND	ND
28	7.23 ± 0.30	8.19 ± 0.24	ND	ND
42	7.41 ± 0.23	8.08 ± 0.08	ND	ND
56	7.03 ± 0.06	7.70 ± 0.20	ND	ND

<sup>1)</sup>ND; Not detected (< 2.93 mg/L).

<sup>2)</sup>The rice cakes store in the anaerobic jar.

에서는 주정처리와 관계없이 8주간 프로피온산이 생성되지 않는 흥미로운 결과를 보였다(Fig. 2, Table 4, 5).

본 연구에서 조랭이떡 내의 미생물은 20, 30, 40°C 모두에서 2주만에 7-8 Log<sub>10</sub>CFU/g 수준으로 성장했으나, 20°C와 40°C에서는 프로피온산이 생성되지 않거나 100 mg/L 미만의 낮은 농도가 생성되었다. 프로피온산 생성균인 *Propionibacterium* spp.의 생육 최적온도인 30°C<sup>29-33)</sup>에서는 시간 경과에 따라 프로피온산의 생산이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 조랭이떡의 균총에는 사전연구인 Park 등<sup>27)</sup>의 연구결과와 같이 프로피온산 생성균이 존재하며, Kusano 등<sup>33)</sup>의 연구와 같이 *Propionibacterium* spp.는 포도당을 이용하여 프로피온산을 생성할 수 있기 때문에, 대부분이 탄수화물로 이루어져 있는 떡류 제품에서는 프로피온산의 천연유래 위험이 항상 존재한다. 국내에서는 떡류 중 프로피온산의 사용은 허용돼 있지 않으나 천연유래 발생의 경우 허용 여부와 상관없이 문헌 등 입증자료가 있으면

문헌상의 농도 내에서 허용이 된다.

## 국문요약

본 연구는 저장 중 조랭이떡에 존재하는 자연균총의 생장특성 및 프로피온산 생성능을 조사하여 떡류에서 프로피온산의 천연유래를 입증하고자 한다. 실험은 저장 중 신선한 조랭이떡과 cocktail *Propionibacterium*을 오염시킨 조랭이떡 두 가지를 약 3개월까지 저장하여 진행하였다. 저장온도와 저장기간에 따른 조랭이떡에서의 프로피온산 생성량을 측정하였으며, 프로피온산 분석은 GC-FID (Gas chromatograph with Flame ionization detector)를 사용하였다. 30°C에 저장한 주정처리하지 않은 신선한 조랭이떡에서는 1주만에 프로피온산이 약 95 mg/L 검출되었고, 4주 후에 약 330 mg/L, 6주 후에 약 850 mg/L, 8주 후에 약 970 mg/L, 12주 후에 약 1,040 mg/L이 검출되었다. Cocktail *Propionibacterium*에 오염시킨 조랭이떡은 30°C에서 1주만에 프로피온산이 약 100 mg/L이 검출되었고, 2주 후에 270 mg/L, 4주 후에 약 470 mg/L, 8주 후에 약 660 mg/L이 검출되었다. 본 연구는 조랭이떡에 존재하는 자연균총인 프로피온산 생성균이 조랭이떡 저장 중 프로피온산을 생성하는 것을 증명하였으며, 이러한 떡류 중 천연유래 프로피온산 생성을 예방하기 위해서는 철저한 위생관리와 20°C 이하에서의 보관이 필요한 것으로 판단된다.

## Reference

1. Korea Rice Processed Food Association. Rice processing food industry sales. Available at: [http://www.krfa.or.kr/information/graphicsView.do?brd\\_seq=2012&rnum=15&searchVal2=&tab\\_info=&pageIndex=2&searchType=TITLE&searchKeyword=](http://www.krfa.or.kr/information/graphicsView.do?brd_seq=2012&rnum=15&searchVal2=&tab_info=&pageIndex=2&searchType=TITLE&searchKeyword=) (2018.10.31).
2. Korea Rice Processed Food Association; 2013 Rice processing food industry sales. Available at: <http://www.krfa.or.kr/>

**Table 5.** Growth characteristics and propionic acid production of the microflora in the *Joraengyi* rice cake which was inoculated by cocktail *Propionibacterium* during storage at 30°C

Storage period (day)	Bacterial population (Log <sub>10</sub> CFU/g)		Propionic acid production (mg/L)	
	With alcohol	Without alcohol	With alcohol	Without alcohol
0	3.84 ± 0.18	4.00 ± 0.42	ND <sup>1)</sup>	ND
3	7.15 ± 0.15	7.64 ± 0.23	49.36 ± 0.04	46.35 ± 3.77
7	7.48 ± 0.26	7.66 ± 0.05	108.73 ± 20.89	137.02 ± 34.88
14	7.30 ± 0.44	7.52 ± 0.17	274.88 ± 6.49	397.69 ± 9.21
21	7.45 ± 0.20	7.64 ± 0.28	364.02 ± 35.93	600.92 ± 6.45
28	7.07 ± 0.20	7.18 ± 0.18	475.96 ± 73.76	889.36 ± 69.63
42	5.13 ± 0.16	5.81 ± 0.11	641.92 ± 19.50	1278.06 ± 16.88
56	4.54 ± 0.48	4.48 ± 0.14	658.74 ± 2.71	1376.39 ± 2.91

<sup>1)</sup>ND; Not detected (< 2.93 mg/L).

<sup>2)</sup>The rice cakes store in the anaerobic jar.

- information/graphicsView.do?brd\_seq=2011&rnum=16&searchVal2=&tab\_info=&pageIndex=2&searchType=TITLE&searchKeyword= (2018.10.31).
3. Korea Agricultural & Fish Food Distribution Corporation; 2015 Processed Food Subdivision market status - Rice cake market, 1-6 (2016).
  4. Jeong, S.H., Choi, S.Y., Cho, S.H., Hwang, I.G., Na, H.J., Oh, D.H., Bahk, G.J., & Ha, S.D.: Microbiological contamination levels in the processing of Korea rice cakes. *J.Fd. Hyg. Saf.*, **27**(2), 161-168 (2012).
  5. Jin, H.J., Lim, J.Y., & Lee, K.I.: The sentiment index of consumers about food safety and analysis for influential factors. *J. Consumer Policy Studies*, **45**(2), 1-21 (2014).
  6. Food safety information portal Food safety country; Domestic food incompatibility. Available at: [https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/fooddanger/testUnfitDom.do?menu\\_grp=MENU\\_NEW02&menu\\_no=2710&menu\\_no=2710&menu\\_grp=MENU\\_NEW02](https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/fooddanger/testUnfitDom.do?menu_grp=MENU_NEW02&menu_no=2710&menu_no=2710&menu_grp=MENU_NEW02) (2018.10.31).
  7. Korea Rural Economic Institute (KREI); 2017 Statistical Report on Food Consumption Behavior Survey, 489-490 (2017).
  8. Mensah, P.: Fermentation—the key to food safety assurance in Africa?, *Food Control.*, **8**, 271-27 (1997).
  9. Kim, J.K. & Kim, C.S.: The taste components of ordinary Korean soy sauce. *J. Kor. Agric. Chem. Soc.*, **23**, 89-105 (1980).
  10. Lee, S.H., Lee, M.Y., Lim, S.R., & Bae, J.H.: Determination of amounts of benzoic acid and propionic acid in fermented soybean products. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **45**(5), 565-570 (2013).
  11. Pihlsgard, P., Larsson, M., Leufven, A., & Lingnert, H.: Volatile compounds in the production of liquid beet sugar. *Agric. Food Chem.*, **48**, 4844-4850 (2000).
  12. Kanavouras, A., Gazouli, M., Tzouveleki Leonidas, L., & Petrakis, C.: Evaluation of black table olives in different brines. *Grasas y Aceites*, **56**(2), 106-115 (2005).
  13. Thierry, A., Maillard, M., Hervee, C., Richoux, R., & Ortal, S.: Varied volatile compounds are produced by *Propionibacterium freudenreichii* in Emmental cheese. *Food Chem.*, **87**, 439-446 (2004).
  14. Manolaki, P., Katsiari, M.C., & Alichanidis, E.: Effect of a commercial adjunct culture on organic acid contents of low-fat Feta-type cheese. *Food Chem.*, **98**, 658-663 (2006).
  15. Park, E.R., Lee, S.K., Hwang, H.S., Mun, C.S., Gwak, I.S., Kim, O.H., & Lee, K.H.: Monitoring of natural preservative levels in food products, *J. Kor. Soc. food Sci. Nutr.*, **37**(12), 1640-1646 (2008).
  16. Gonzalez-Garcia, R., McCubbin, T., Navone, L., Stowers, C., Nielsen, L., & Marcellin, E.: Microbial Propionic Acid Production. *Fermentation*, **3**(2), 21 (2017).
  17. Food safety information portal Food safety country; Food additive natural origin information. Available at: [https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/openSrchLmitStdrSrLedg.do?menu\\_no=3613&menu\\_grp=MENU\\_NEW01](https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/openSrchLmitStdrSrLedg.do?menu_no=3613&menu_grp=MENU_NEW01) (2018.10.31).
  18. Ray, Bibek; Fundamental food microbiology, Library of congress, 3rd edition, 227&488 (2004).
  19. World Health Organization (WHO); Toxicological evaluation of some food additives including anticaking agents, antimicrobials, antioxidants, emulsifiers and thickening agents, Food additives series 5 (1974).
  20. International agency for research on cancer (IARC); Agents classified by the IARC monographs, 1-122. Available at: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications-volumes/> (2018.10.31).
  21. Kim, M.K., Choi, J.C., Lee, G.Y., Lim, H.S., Park, S.J., Choi, H.J., Yun, S.S., Lim, D.Y., & Lee, S.J.: Monitoring of preservatives produced naturally in cereal grains, nuts and seeds, MFDS research report (2016).
  22. Ministry of food and drug safety (MFDS); Food code (Notice 2018-18).
  23. Jang, Y.M., Cho, W.J., Chung, Y.J., Shin, Y.W., Lee, S.M., Lee, C.H., Jang, M.R., Yoo, H.J., & Won, S.R.: The naturally occurring levels of food preservatives in raw materials and fermented foods, MFDS research report (2010).
  24. Lee, S.H., Lee, M.Y., Lim, S.R., & Bae, J.H.: Determination of amounts of benzoic acid and propionic acid in fermented soybean products, *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **45**(5), 565-570 (2013).
  25. Lee, H.J., Ahn, H.J., Kang, C.S., Choi, J.C., Choi, H.J., Lee, K.G., Kim, J.I., & Kim, H.Y.: Naturally occurring propionic acid in foods marketed in South Korea, *Food Control*, **21**, 217-220 (2010).
  26. Son, Y.J., Chang, M.S., Jung, S.Y., Shin, J.M., Kim, N.Y., Lee, J.I., Kim, B.S., Lee, S.M., Kim, J.H., & Chae, Y.Z.: Monitoring of naturally occurring propionic acid in fermented food products, Report of S.I.H.E., **47**, 3-10 (2011).
  27. Park, H.D., Chae, J.K., & Ha, S.D.: Genetic analysis of natural microflora in the stored *Joraengyi* rice cake and their capability of propionic acid production. *J.Food Hygi. Saf.*, **33**(5), 375-382 (2018).
  28. Food and Drug Safety Evaluation Center; Guidelines on standard procedures for preparing test methods such as food (2016).
  29. KCTC Biological Resources Center, KCTC No. 5340 *Propionibacterium jensenii*. Available at: [https://kctc.kribb.re.kr/jsearch/j\\_sview.aspx?sn=5340](https://kctc.kribb.re.kr/jsearch/j_sview.aspx?sn=5340) (2018.10.31).
  30. KCTC Biological Resources Center, KCTC No. 5343 *Propionibacterium thoenii*. Available at: [https://kctc.kribb.re.kr/jsearch/j\\_sview.aspx?sn=5343](https://kctc.kribb.re.kr/jsearch/j_sview.aspx?sn=5343) (2018.10.31).
  31. KCTC Biological Resources Center, KCTC No. 5753 *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii*. Available at: p 10.31).
  32. KCTC Biological Resources Center, KCTC No. 5755 *Propionibacterium cyclohexanicum*. Available at: [https://kctc.kribb.re.kr/jsearch/j\\_sview.aspx?sn=5755](https://kctc.kribb.re.kr/jsearch/j_sview.aspx?sn=5755) (2018.10.31).
  33. Kusano, K., Yamada, H., Niwa, M., & Yamasato, K.: *Propionibacterium cyclohexanicum* sp. nov., a new acid-tolerant omega-cyclohexyl fatty acid-containing *propionibacterium* isolated from spoiled orange juice. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **47**(3), 825-831 (1997).