



# 저염 Sauerkraut (fermented cabbage)의 정량적 묘사분석 및 기호도 연구

지혜인 · 김다미\*

덕성여자대학교 식품영양학전공

## Quantitative Descriptive Analysis and Acceptance Test of Low-salted Sauerkraut (fermented cabbage)

Hye-In Ji, Da-Mee Kim\*

Department of Food and nutrition, Duksung Women's university

### Abstract

This study evaluated the sensory characteristics of sauerkraut prepared by adding 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, and 2.5% (w/w) sea salt to cabbage. The quantitative descriptive analysis (QDA) and acceptance test of sauerkraut were determined for each salt concentration, and the principal component analysis (PCA) and partial least square regression (PLSR) analysis were performed to confirm the correlation between each factor. Results of the QDA determined 14 descriptive terms; furthermore, brightness and yellowness of appearance and the sour, salty, and bitter flavors differed significantly according to the salt concentration. Results from the PCA explained 22.56% PC1 and 65.34% PC2 of the total variation obtained. Sauerkraut prepared using 0.5, 1.0, and 1.5% sea salt had high brightness, moistness, sour odor, green odor, sour flavor, carbonation, hardness, chewiness, and crispness, whereas sauerkraut prepared with 2.0 and 2.5% sea salt had high yellowness, glossiness, salty flavor, sweet flavor, and bitter flavor. Hierarchical cluster analysis classified the products into two clusters: sauerkraut of 0.5, 1.0, and 1.5%, and sauerkraut of 2.0 and 2.5%. Results of PLSR determined that sauerkraut of 1.0 and 1.5% were the closest to texture, taste, and overall acceptance. We, therefore, conclude that sauerkrauts prepared using 1.0 and 1.5% sea salt have excellent characteristics in appearance, taste, and texture.

**Key Words:** Sauerkraut, quantitative descriptive analysis (QDA), acceptance test, principle component analysis (PCA), partial least square regression (PLSR)

## 1. 서 론

Sauerkraut (사우어크라우트)는 양배추(*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)의 부패를 방지하고 유통기한을 늘리기 위해 제조한 독일의 전통 발효식품이다(Steinkraus 2002). 심지를 제거한 양배추를 채썰어 양배추 무게의 2-3%의 소금을 첨가하고 국물이 생기도록 잘 섞은 후 혐기적 조건의 상온에서 발효하며(Xiong et al. 2016; Yang et al. 2019), 기호에 따라 양파, 마늘, 비트와 같은 향신료 등을 추가하여 제조하기도 한다(Zubaidah et al. 2020). 제조 방법이 간단하여 가정에서 쉽게 만들어 먹을 수 있으며, 샐러드처럼 섭취하거나 소시지, 핫도그 등에 곁들여 섭취한다(Raak et al. 2020).

최근 Sauerkraut의 풍부한 유산균이 인체 내 영양소의 흡수를 증가시켜 소화율과 영양가가 높은 점이 알려지면서 국내에서 Sauerkraut의 섭취가 증가하고 있다(Frias et al.

2016; Orgeron II 2016; YouTube 2020). Sauerkraut의 발효는 양배추의 착생 미생물과 첨가되는 소금의 삼투작용을 통해 일어나며, 이때 생성된 비타민, 미네랄, 폴리페놀 및 생물학적 활성 화합물인 glucosinolates (GLS)가 Sauerkraut의 독특한 관능 특성을 부여하는 것으로 알려져 있다(Martinez-Villaluenga et al. 2009; Berger et al. 2020; Zubaidah et al. 2020).

Sauerkraut 발효를 위해 첨가되는 소금의 농도는 맛과 향미를 내는 미생물의 증식과 발효 대사산물에 영향을 미쳐 최종적으로 Sauerkraut 품질을 좌우하는 중요한 요소로 작용한다(Park et al. 2016; Kim et al. 2017). 한편 Sauerkraut의 나트륨 함량은 평균 661 mg (USDA 2011)으로 우리나라 전통 발효식품인 김치의 나트륨 함량 593 mg (Rural Development Administration 2020)보다 높은 편이다. 우리나라의 나트륨 섭취량은 2019년 3,289 mg/day로 여전히 권고

\*Corresponding author: Da-Mee Kim, Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University, 33 Samyang-ro 144-gil, Dobong-gu, Seoul, Korea  
Tel: +82-2-901-8374 Fax: +82-2-901-8372 E-mail: dmkim1@duksung.ac.kr

량인 2,000 mg/day의 1.6배 이상 높다(Ministry of Food and Drug Safety 2021). 따라서 최근 소비자의 저염 식품 요구도를 반영한 나트륨 저감화 연구가 활발해지고 있는 점을 고려해 볼 때, 우리나라 입맛에 맞고 나트륨 함량도 줄인 Sauerkraut의 관능 연구가 필요하다.

관능검사(sensory evaluation)는 시각, 후각, 촉각, 미각 및 청각을 통해 지각되는 제품에 대한 반응을 확인하고, 측정하고, 분석하고, 해석하는데 사용되는 과학적인 방법이다(Stone & Sidel 1993). 관능검사 방법 중 묘사분석(descriptive analysis)은 훈련된 패널에 의해 제품에서 감지되는 관능적 특성을 출현 순서에 따라 질적 및 양적으로 평가하는 방법으로 묘사분석의 결과는 제품의 주요 관능적 특성의 설정이나 원료나 배합 비율의 차이에 따른 특성 변화 등 많은 분야에 유용한 정보를 제공해준다(Chung et al. 2008). 개발된 제품의 품질에 대한 최종 판단은 소비자들에 의해 이루어지기 때문에 소비자의 제품에 대한 욕구를 정확히 파악하고 이를 제품에 반영시키기 위해서는 훈련된 패널에 의한 제품의 객관적이고 정확한 품질 측정이 매우 중요하다(Suh et al. 2001).

현재까지 Sauerkraut에 관한 연구는 유산균 스타터 및 대체염 첨가 시의 품질 특성, 항산화 활성과 바이오제닉 아민 함량(Majcherczyk & Surówka 2019; Monteiro 2020; Zubaidah et al. 2020)이 대부분으로 Sauerkraut의 관능 특성에 대한 연구가 부족하며 특히, 정량적 묘사분석에 관한 연구는 매우 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내산 양배추에 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5% (w/w)의 천일염을 첨가·제조 후 4일간 발효한 Sauerkraut의 정량적 묘사분석을 연구하여 우리나라 저염 Sauerkraut의 감각적 특성 용어 개발과 평가 절차를 확립하고자 한다. 또한 기호도 검사를 실시하여 소비자 선호도가 높은 농도의 Sauerkraut를 확인하고, Sauerkraut가 가지고 있는 관능적 특성과 소비자 기호도 사이의 상관성을 분석하여 향후 Sauerkraut의 관능적 특성 향상 및 소비 증대에 기여하고자 한다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. Sauerkraut 제조

본 연구의 Sauerkraut 제조는 양배추와 천일염을 이용하였다. 양배추(*Brassica oleracea* var. *capitata* L.)는 무농약 양배추(Yeaju-si, Kyunggi-do, Korea)로 천일염(Beksul; CJ Cheiljedang, Korea)과 함께 서울 창동 소재의 농협에서 구입하였다. Sauerkraut를 혐기적 조건으로 발효하기 위해 외부 공기를 차단하는 발효용기(INL 412, LocknLock, Korea)를 사용하였다.

Sauerkraut 제조는 Yang et al. (2020) 연구를 바탕으로 제조 방법을 수정하여 사용하였다. 총 3.5 kg 양배추의 겉껍질과 심지를 제거하고 세척한 후 길이 5 cm, 두께 0.5 cm로

채썰었다. 채 썬 양배추를 각 볼에 넣고 양배추 무게의 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5% (w/w)의 소금과 각 농도의 소금물 17.5 mL를 넣어 시료 국물의 최종 염도가 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5%가 되도록 총 30분간 주물렸다. 완성된 시료를 700 g씩 용기에 넣고 누름판으로 누른 후 완전히 공기와 차단되도록 밀봉하여 20°C의 저온 배양기(J-IB02, JISICO, Korea)에서 4일간 발효시켰다. 발효를 마친 각 시료는 4°C 온도에서 1시간 냉장 보관한 후 실험에 사용하였다.

### 2. 정량적 묘사분석(quantitative descriptive analysis; QDA)

소금 농도에 따른 Sauerkraut의 관능적 특성을 평가하기 위해 정량적 묘사분석을 실시하였고, Kim & Kim(2014) 및 Jung & Yoon(2020)의 방법을 수정하여 진행하였다. 정량적 묘사분석의 절차는 총 3단계로 진행되었으며, 1단계에서 차이식별검사를 통해 패널들의 예민도를 측정하여 최종 패널을 선발한 후, 2단계에서 선발된 패널들을 중심으로 Sauerkraut의 특징을 대표할 수 있는 용어들을 도출하여 묘사하고, 3단계에서 Sauerkraut 특성의 강도를 측정하는 과정으로 진행하였다. 본 정량적 묘사분석은 덕성여자대학교 생명윤리위원회(Duksung woman university institutional review board; IRB)의 심의 및 승인과정을 거쳐서 실시되었다[Approval Number: 2021-001-002-A].

#### 1) 패널의 선발

Sauerkraut의 관능적 특성을 평가하기 위하여 평소 식품에 대한 관심이 많고, 관능검사에 흥미가 있는 덕성여자대학교 식품영양학과 학부 및 대학원생 14명을 모집하여 연구에 관한 설명을 듣고 동의서를 작성하였다. 모집된 각각의 패널들을 대상으로 단맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛의 기본 맛을 식별할 수 있는 차이식별검사(이점비교검사; paired comparison test)를 실시하여 관능검사에 필요한 예민도를 평가하였다. 차이식별검사에 사용된 샘플의 농도는 <Table 1>과 같다. 검사 결과 정답률이 80% 이상인 11명을 최종 패널로 선발하였다.

#### 2) 패널의 훈련 및 용어 개발

Sauerkraut의 묘사분석을 위한 패널 훈련은 한 주당 3-4회씩 약 3개월간 이루어졌으며, 매회 훈련에 소요된 시간은 약 1시간이었다. 정량적 묘사분석 용어 개발은 패널들에게 Sauerkraut를 제공한 후 외관, 향, 맛, 조직감 등의 관능적 특성을 파악하여 시료의 특성을 잘 나타낼 수 있는 용어를 도출하도록 하였다. 이후 반복 또는 상관관계가 큰 용어는 제외하여 최종적으로 용어를 선정하였다. 선정된 용어와 이에 따른 정의는 <Table 2>에 나타내었다. Kim(2014) 및 Jung & Yoon(2020)의 연구를 참고하여 훈련된 패널들과 정량적 묘사분석 용어 개발 과정에서 도출된 묘사용어에 상응하는 기준시료를 확립하는 단계를 거쳤다. 정량적 묘사분석 방법

<Table 1> The concentration of samples used in the paired comparison test for panel selection

Attributes	Samples
Sweetness	0.8% and 1.6% Sucrose solution (Beksul; CJ CheilJedang, Korea)
Saltiness	0.1% and 0.2% Sea salt solution (Beksul; CJ CheilJedang, Korea)
Sourness	0.25% and 0.5% Vinegar (Beksul; CJ CheilJedang, Korea)
Bitterness	0.02% and 0.04% Green tea (Teazen, Korea)
Umami	0.075% and 0.15% MSG solution (CJ CheilJedang, Korea)

<Table 2> Definitions of quantitative descriptive analysis (QDA) of Sauerkraut by salt concentration

Sensory Attributes	Descriptors	Abbrev.	Definitions	References
Appearance	Brightness	BrightA	Intensity of brightness of <i>Baikkimchi</i> 's surface	<i>Baikkimchi</i> (CJ Cheiljedang, Korea)
	Yellowness	YellowA	Intensity of yellowness of <i>Baikkimchi</i> 's surface	
	Glossiness	GlossA	Intensity of glossiness of <i>Baikkimchi</i> 's surface	
	Moistness	MoistA	Intensity of moistness of <i>Baikkimchi</i> 's surface	
Odor	Sour odor	SourO	Intensity of sour when smells acetic acid	0.4% Acetic acid (Daejung, Korea)
	Green odor	GreenO	Intensity of green when smells cabbage	5% Cabbage (Yeoju-si, Kyunggi-do, Korea)
Flavor/ Taste	Sour flavor	SourF	Intensity of sourness when tastes vinegar	1% Vinegar (Beksul; CJ CheilJedang, Korea)
	Salty flavor	SaltyF	Intensity of saltiness when tastes sea salt	1.5% Sea salt (Beksul; CJ CheilJedang, Korea)
	Sweet flavor	SweetF	Intensity of sweetness when tastes sugar	2% Sugar (Beksul; CJ CheilJedang, Korea)
	Bitter flavor	BitterF	Intensity of bitterness when tastes green tea	1% Green tea (Teazen, Korea)
	Carbonated flavor	CarbonationF	Intensity of carbonation when tastes sparkling water	30% Sparkling water (Victoria plain; Woongjin Foods, Korea)
Texture	Hardness	HardT	Intensity of hardness when mouth feels <i>Baikkimchi</i>	<i>Baikkimchi</i> (CJ Cheiljedang, Korea)
	Chewiness	ChewyT	Intensity of chewiness when mouth feels <i>Baikkimchi</i>	
	Crispness	CrispyT	Intensity of crispness when mouth feels <i>Baikkimchi</i>	

에 대한 용어의 정의와 강도에 대한 일정한 판단기준이 확립될 때까지 기준시료를 제시하여 패널들을 충분히 훈련시킨 후 본 정량적 묘사분석을 진행하였다.

3) 시료의 준비 및 제시

20°C에서 4일 동안 발효한 Sauerkraut 시료는 냉장 온도(4°C)에서 1시간 저장 후 20 g의 건더기와 5 g의 국물을 섞어 세 자리 난수가 표시된 흰색 원형의 용기(반경 3.5 cm)에 담아 나무젓가락과 함께 제공하였으며, 순서는 패널마다 무작위로 제공하였다. 패널들은 평가 진행 1시간 전부터 생수를 제외한 음료, 음식물 섭취를 제한하였고, 향수 및 향이 진한 화장품의 사용도 제한하였다. 평가하는 동안 미각의 둔화를 억제하기 위해 시료 사이 20°C의 생수(SamDaSoo, Kwangdong, Korea)와 5×5 cm의 흰식빵(tous les jours, CJ CheilJedang, Korea)으로 입안을 행구도록 하였다.

4) 평가 내용 및 절차

선정된 관능적 특성을 이용하여 5종의 Sauerkraut 시료를 평가하는 본 실험을 진행하였다. 본 실험은 적합한 조명시설을 갖추고 있고 안락하고 조용한 환경이 마련된 실온

(20±1°C)에서 이루어졌으며, 패널들 간에는 칸막이를 설치하였다. 시료의 평가는 이틀 동안 오전과 오후 총 4회 반복하여 진행하였고, 1회 40분에서 1시간 정도 소요되었다. 시료 평가 시 관능적 특성은 외관, 냄새, 맛, 조직감 순으로 평가하였다. 평가에 사용된 척도는 15 cm 선척도로 중심 및 양쪽 끝에서 1.25 cm가 들어간 지점에 양극의 강도를 표시하였고, 특성의 강도는 좌측에서 우측으로 갈수록 증가하였다. 패널은 각 특성에 해당하는 강도에 수직선을 그어 표시하고 시료 번호를 기록하도록 하였다. 왼쪽 끝에서 패널이 표시한 지점까지의 길이를 재서 이를 소수점 첫째 자리의 숫자로 나타내었고, 가장 큰 값과 가장 작은 값을 제외한 나머지 값을 분석에 사용하였다.

3. 기호도 검사(acceptance test)

기호도 검사의 패널은 식품영양학과 학부 및 대학원생 50명을 선정하여 실시하였으며, 소정의 보상을 하여 기호도 검사의 참여를 유도하였다. 정량적 묘사분석에서와 마찬가지로 20°C에서 발효 중인 4일째 소금 농도별 Sauerkraut 시료를 4°C 저온 인큐베이터에서 1시간 보관한 후 20 g의 건더기와 5 g의 국물을 섞어 세 자리 난수가 표시된 흰색 원형의 용기

(반경 3.5 cm)에 담아 차갑게 제공하였으며, 순서는 패널마다 무작위로 제공하였다. 평가하는 동안 미각의 둔화를 억제하기 위해 시료 사이에 20°C의 생수(SamDaSoo, Kwangdong, Korea)와 5×5 cm의 흰식빵(tous les jours, CJ CheilJedang, Korea)으로 입안을 행구도록 하였다. 각 시료의 외관(appearance), 냄새(odor), 맛(flavor/taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptance)에 대한 기호도 평가는 Kwak(2016)의 연구를 참고하여 9점 척도법(9점, 매우 좋음; 5점, 보통; 1점, 매우 싫음)으로 점수를 부여하였다.

#### 4. 통계 분석

정량적 묘사분석 결과는 SPSS 26.0 statistics (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 평균±표준편차 (Mean±SD)로 나타내었다. 시료 간 평균치 차이 유무와 유의성을 검증하기 위해 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 시료 간 차이 검증은 Duncan의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 사용하였으며, 가설검증수준은  $p < 0.05$ 로 하였다. 각 시료와 관능적 특성 간의 관계를 알아보기 위해 주성분 분석(principal component analysis; PCA)을 수행하였고, PCA 결과에 따라 위계적 군집분석(hierarchical cluster analysis; HCA)을 실시하여 특성에 따른 시료들을 구분하였다. 정량적 묘사분석의 결과와 소비자 기호도 사이의 관련성을 확인하기 위하여 부분최소평방 회귀분석(partial least square regression; PLSR)을 실시하였다. 이때 독립변수(dependent variables)는 소비자 기호도 결과를, 설명변수(explanatory variables)는 정량적 묘사분석 결과를 투입하였다. PCA, HCA 및 PLSR의 분석은 XLSTAT 프로그램(XLSTAT ver. 2022, Addinsoft, USA)을 사용하여 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 정량적 묘사분석(quantitative descriptive analysis; QDA)

선행연구(Ji & Kim 2022)에서 소금 농도를 달리하여 제조한 Sauerkraut의 발효기간에 따른 품질 특성을 측정된 결과, 발효 4일째의 Sauerkraut가 최적 총 산도인 0.4-0.75%에 포함되면서 섭취가 가능하여 가장 적숙기라 판단하였다. 이때의 Sauerkraut를 이용하여 정량적 묘사분석을 실시한 결과를 <Table 3>에 나타내었다. 선정된 묘사용어는 외관(appearance) 항목에서 밝은 정도(brightA), 노란 정도(yellowA), 윤기(glossA), 촉촉한 정도(moistA)이며, 냄새(odor) 항목에서 신냄새(sourO), 풋냄새(greenO)이며, 맛(flavor) 항목에서 신맛(sourF), 짠맛(saltyF), 단맛(sweetF), 쓴맛(bitterF), 탄산감(carbonationF)이며, 조직감(texture) 항목에서 단단함(hardT), 씹힘성(chewyT), 아삭함(crispyT)으로 총 14개가 도출되었다.

외관(appearance) 항목에서 밝은 정도(brightA)는 0.5-2.5%의 Sauerkraut가 각각 8.37, 7.60, 7.29, 6.44, 6.16으로 0.5%의 Sauerkraut가 가장 밝았고, 2.5%의 Sauerkraut가 가

장 어두웠다( $p < 0.01$ ). 노란 정도(yellowA)는 2.0과 2.5%의 Sauerkraut가 각각 9.19, 8.80로 유의적으로 높았다( $p < 0.001$ ). 이는 선행연구(Ji & Kim 2022)의 색도 측정 결과에서 소금 농도가 낮을수록 명도가 더 높았고, 소금 농도가 높을수록 황색도가 높게 측정된 것과 비슷한 결과를 보였다. 윤기(glossA)와 촉촉한 정도(moistA)는 시료 간의 유의차가 나타나지 않아 낮은 농도의 Sauerkraut가 일반적인 소금 농도인 2.5%의 Sauerkraut와 차이가 없음을 알 수 있다.

냄새(odor) 항목에서 신냄새(sourO)는 0.5%의 Sauerkraut가 8.92로 유의적으로 가장 강했다( $p < 0.01$ ). 풋냄새(greenO)는 시료 간의 유의차가 나타나지 않아, 제조 시 첨가되는 소금의 농도가 영향을 끼치지 않았음을 알 수 있다. Sauerkraut의 향기 성분은 양배추 조직 내의 효소 반응에 의해 생성되는 esters, aldehyde, ketones, ITCs, alcohols와 acids에 의한 것이며, 이러한 향기 화합물은 중요한 향미 화합물로 소화를 도와주고 다른 생리활성 화합물로 전환되는 것으로 알려져 있다(Swain & Ray 2016; Lee et al. 2017).

맛(flavor) 항목에서 신맛(sourF)은 0.5%의 Sauerkraut가 9.33으로 유의적으로 가장 강했고, 2.0과 2.5%의 Sauerkraut가 가장 약했다( $p < 0.05$ ). 이는 선행연구(Ji & Kim 2022)의 총 산도 측정 결과에서 소금 농도가 낮을수록 총 산도가 더 높아 유기산 함량이 높게 측정된 것과 비슷한 결과를 보였다. 짠맛(saltyF)은 2.5%의 Sauerkraut가 8.52로 유의적으로 가장 높았으며, 0.5와 1.0%의 Sauerkraut가 각각 5.57, 5.81로 유의적으로 가장 낮았다( $p < 0.001$ ). 쓴맛(bitterF)은 2.5%의 Sauerkraut가 유의적으로 가장 강했고, 1.0과 1.5%의 Sauerkraut가 가장 약했다( $p < 0.001$ ). 단맛(sweetF)과 탄산감(carbonationF)은 시료 간의 유의차가 나타나지 않아 소금 농도에 따라 차이가 없음을 알 수 있다.

조직감(texture) 항목에서 단단함(hardT)과 아삭함(crispyT) 모두 0.5, 1.0과 1.5%의 Sauerkraut가 2.0과 2.5%의 Sauerkraut에 비해 유의적으로 높았다( $p < 0.01$ ). 이는 선행연구(Ji & Kim 2022)의 경도 측정 결과, 소금 농도가 낮을수록 경도가 높게 나온 결과와 유사하였다. 또한 Sauerkraut의 조직감은 소금의 양에 크게 영향을 받으며, 염도가 높을수록 아삭함이 감소한다는 연구 결과와 일치하였다(Thakur & Kabir 2015).

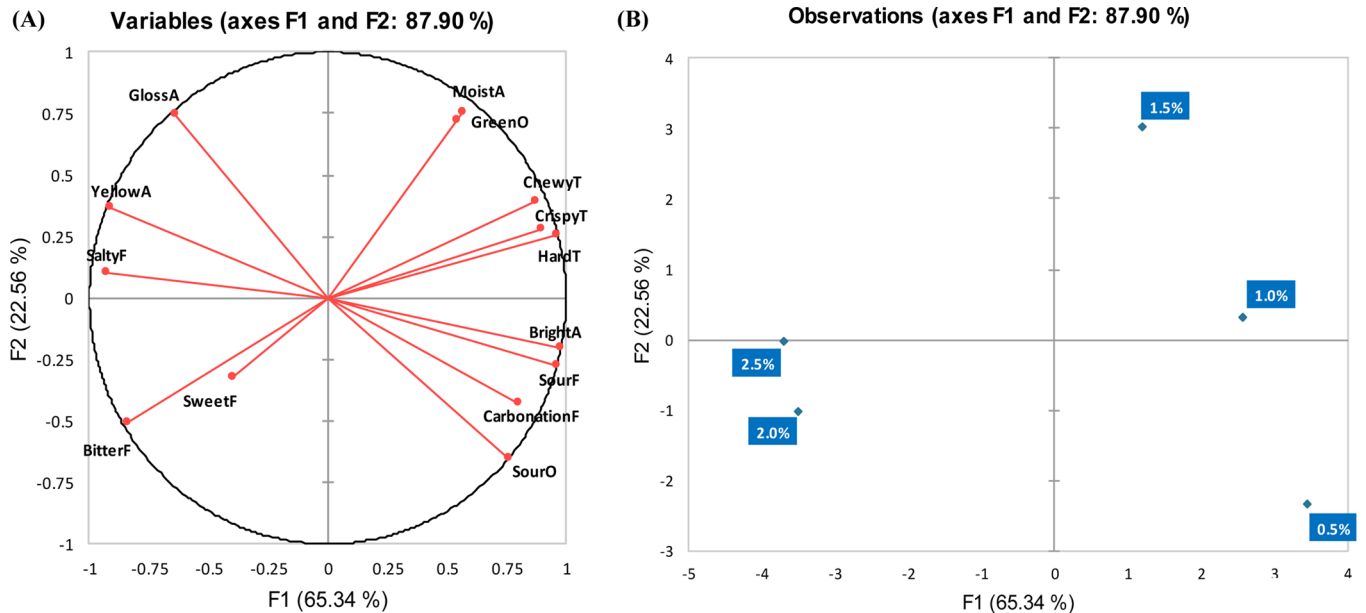
#### 2. 주성분 분석(principle component analysis; PCA)

정량적 묘사분석의 결과는 소비자 기호도에 영향을 미치는 인자를 알 수 있는 장점이 있으나 도출된 용어와 시료의 종류가 다양하여 중요한 변수를 결정하는 어려움이 있어 주성분 분석이 주로 이용되고 있다(Shin & Lee 2010). 주성분 분석은 정량적 묘사분석 결과에서 도출된 여러 독립변수에 대한 결과값을 작은 수의 주성분(principle component; PC)으로 함축시키고, 주성분과 독립변수에 대한 결과값의 상관성을 분석하는 것을 기본으로 한다(Maaser DL et al. 1988; Borgognone et al. 2001).

<Table 3> Quantitative descriptive analysis (QDA) of Sauerkraut by salt concentration on the 4<sup>th</sup> day of fermentation

Sensory Attributes	Abbrev.	Salt Concentration (%)					F-value
		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	
Appearance	BrightA	8.37±2.80 <sup>a1)2)</sup>	7.60±2.29 <sup>ab</sup>	7.29±2.54 <sup>abc</sup>	6.44±2.66 <sup>bc</sup>	6.16±1.94 <sup>c</sup>	4.32 <sup>**3)</sup>
	YellowA	6.81±2.82 <sup>c</sup>	7.61±2.10 <sup>bc</sup>	8.45±2.31 <sup>ab</sup>	9.19±2.64 <sup>a</sup>	8.80±2.02 <sup>a</sup>	5.61 <sup>***</sup>
	GlossA	5.58±2.93	5.89±2.32	6.50±2.48	6.15±2.26	6.44±2.04	1.06 <sup>NS4)</sup>
	MoistA	5.96±3.42	6.05±2.20	6.59±2.71	5.46±2.27	5.87±2.28	1.00 <sup>NS</sup>
Odor	SourO	8.92±1.79 <sup>a</sup>	8.22±1.99 <sup>ab</sup>	7.50±1.60 <sup>b</sup>	7.68±1.82 <sup>b</sup>	7.42±1.99 <sup>b</sup>	3.69 <sup>**</sup>
	GreenO	6.13±2.76	6.38±2.66	6.57±2.68	6.11±2.81	5.94±2.49	0.37 <sup>NS</sup>
Flavor/Taste	SourF	9.33±1.63 <sup>a</sup>	8.95±1.93 <sup>ab</sup>	8.49±2.21 <sup>ab</sup>	7.99±2.39 <sup>b</sup>	7.94±2.67 <sup>b</sup>	2.84 <sup>*</sup>
	SaltyF	5.57±2.30 <sup>c</sup>	5.81±2.36 <sup>c</sup>	6.45±2.19 <sup>bc</sup>	7.17±2.17 <sup>b</sup>	8.52±2.41 <sup>a</sup>	11.36 <sup>***</sup>
	SweetF	4.29±2.65	5.18±2.74	4.10±1.96	5.61±5.30	4.54±2.40	1.62 <sup>NS</sup>
	BitterF	4.96±2.48 <sup>bc</sup>	4.38±1.96 <sup>c</sup>	4.09±2.11 <sup>c</sup>	6.01±2.51 <sup>ab</sup>	6.25±2.67 <sup>a</sup>	5.47 <sup>***</sup>
	CarbonationF	7.10±3.19	6.48±3.29	6.50±2.57	6.39±3.05	6.28±2.77	0.48 <sup>NS</sup>
Texture	HardT	10.02±1.47 <sup>a</sup>	10.15±1.33 <sup>a</sup>	10.02±1.70 <sup>a</sup>	9.07±1.52 <sup>b</sup>	9.22±1.49 <sup>b</sup>	3.59 <sup>**</sup>
	ChewyT	9.75±1.33 <sup>ab</sup>	10.36±1.54 <sup>a</sup>	10.01±1.43 <sup>a</sup>	8.91±1.82 <sup>c</sup>	9.06±1.56 <sup>bc</sup>	5.24 <sup>**</sup>
	CrispyT	9.42±2.02 <sup>a</sup>	10.17±1.93 <sup>a</sup>	9.53±1.67 <sup>a</sup>	8.39±1.96 <sup>b</sup>	8.44±2.27 <sup>b</sup>	4.82 <sup>**</sup>

1) Mean±SD.  
 2) Different letters in the same row (a-c) are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).  
 3) \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001.  
 4) NS Not significant.



<Figure 1> Principle component analysis (PCA) map of sensory characteristics (A) and product (B) of Sauerkraut by salt concentration on the 4<sup>th</sup> day of fermentation

소금 농도별 5가지 Sauerkraut의 관능적 특성별로 주성분 분석을 실시한 결과를 <Figure 1>에 나타내었다. 제1 주성분(PC1)과 제2 주성분(PC2)이 각각 65.34%와 22.56%를 설명하여 총 변동의 87.90%를 설명한다. 제1 주성분(PC1)에 대해 0.5, 1.0과 1.5%의 Sauerkraut가 양(+)의 방향에 위치하여 외관의 밝은 정도(brightA), 촉촉한 정도(moistA), 신냄새

(sourO), 풋냄새(greenO), 신맛(sourF), 탄산감(carbonationF), 단단함(hardT), 씹힘성(chewyT), 아삭함(crispyT)이 높게 나타나 이러한 특성을 주로 나타내고 있음을 알 수 있다. 2.0과 2.5%의 Sauerkraut는 음(-)의 방향에 위치하여 외관의 노란 정도(yellowA), 윤기(glossA), 짠맛(saltyF), 단맛(sweetF), 쓴맛(bitterF)이 높게 나타나 짠맛과 쓴맛이 강하게 나타났음

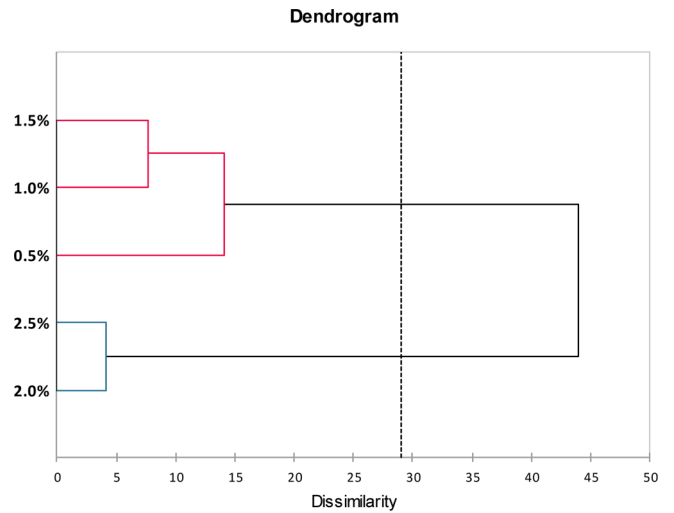
을 알 수 있다. 제2 주성분(PC2)에 대해 1.0과 1.5%의 Sauerkraut가 양(+)의 방향에 위치하여 외관의 노란 정도(yellowA), 윤기(glossA), 촉촉한 정도(moistA), 풋냄새(greenO), 짠맛(saltyF), 단단함(hardT), 씹힘성(chewyT), 아삭함(crispyT) 특성이 강하게 나타나고 있음을 알 수 있고, 0.5와 2.0%의 Sauerkraut가 음(-)의 방향에 위치하여 외관의 밝은 정도(brightA), 신냄새(sourO), 신맛(sourF), 단맛(sweetF), 쓴맛(bitterF), 탄산감(carbonationF) 특성이 강하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 2.0%와 2.5%의 Sauerkraut는 단맛(sweetF), 쓴맛(bitterF) 특성, 1.0%와 1.5%의 Sauerkraut는 촉촉한 정도(moistA), 풋냄새(greenO), 씹힘성(chewyT), 아삭함(crispyT), 단단함(hardT) 특성, 0.5% Sauerkraut는 밝은 정도(brightA), 신냄새(sourO), 신맛(sourF), 탄산감(carbonationF) 특성과 가까이 위치하였다. 이는 관능적 묘사분석에서 0.5% Sauerkraut가 밝은 정도(brightA), 신냄새(sourO), 신맛(sourF)의 특성, 1.0와 1.5% Sauerkraut가 단단함(hardT), 아삭함(crispyT) 특성, 2.0와 2.5% Sauerkraut가 쓴맛(bitterF) 특성이 강한 것과 유사하였다. 배추의 절임 조건을 달리하여 관능적 특성을 확인한 연구에서 절임 시 소금의 농도가 높은 경우 외관 기호 특성은 높았으나, 조직감 및 전반적인 기호 특성이 낮다고 보고하였다(Lee et al. 2002). 절임 식품에서 소금의 농도는 물리적 특성뿐 아니라 외관, 냄새, 맛, 조직감과 같은 관능적 특성을 결정하는 중요한 인자로 작용하며, 본 연구에서도 소금 농도별 Sauerkraut의 주요 관능 특성이 명확히 구분되었다. 소금 농도별 Sauerkraut의 관능 특성을 적용하여 Sauerkraut의 최적 소금 농도를 찾고, 품질 및 기호도 향상에 기여할 것으로 생각한다.

3. 위계적 군집분석(hierarchical cluster analysis; HCA)

주성분 분석(PCA) 결과에 따라 위계적 군집분석을 실시하여 특성에 따른 시료들을 구분한 결과를 <Figure 2>에 나타내었다. 밝은 정도, 촉촉한 정도, 신냄새, 풋냄새, 신맛, 짠맛, 단맛, 쓴맛, 탄산감, 단단함, 씹힘성, 아삭함의 특성을 나타내는 0.5, 1.0과 1.5%의 Sauerkraut가 한 군집으로 분류되어 비슷한 양상을 나타내는 것으로 평가되었으며, 노란 정도, 윤기, 짠맛, 단맛, 쓴맛의 특성을 나타내는 2.0과 2.5%의 Sauerkraut가 한 군집으로 분류되는 것을 알 수 있다. 이는 정량적 묘사분석과 주성분 분석에서 나타낸 특성과 일치하는 결과를 보여 소금 농도에 따른 Sauerkraut 특성 해석에 타당성이 확보되었다고 볼 수 있다.

4. 기호도 검사(acceptance test)

발효 4일째 Sauerkraut의 기호도 검사 결과를 <Table 4>에 나타내었다. 외관(appearance), 냄새(odor), 맛(flavor/taste), 조직감(texture), 전반적인 기호도(overall acceptance) 모두 시료 간에 유의적인 차이가 나타났다. 외관에 대한 기호도는 0.5% Sauerkraut가 가장 낮게 나타났다(p<0.01). 냄새에 대



<Figure 2> Dendrogram of hierarchical cluster analysis (HCA) of Sauerkraut by salt concentration on the 4th day of fermentation

한 기호도는 0.5%의 Sauerkraut가 가장 높았고, 2.0과 2.5%의 Sauerkraut가 가장 낮았다(p<0.05). 맛에 대한 기호도는 1.0, 1.5와 2.0%의 Sauerkraut가 가장 높았고, 2.5%의 Sauerkraut가 가장 낮았다(p<0.05). 조직감에 대한 기호도는 0.5, 1.0과 1.5%의 Sauerkraut가 각각 5.84, 5.96, 6.10점으로 가장 높았고, 2.0와 2.5%의 Sauerkraut가 각각 4.88, 4.96점으로 가장 낮았다(p<0.01). 전반적인 기호도는 1.0과 1.5%의 Sauerkraut가 각각 5.36, 5.60점으로 가장 높았고, 2.5%의 Sauerkraut가 4.18점으로 가장 낮았다(p<0.001). 기호도 검사를 종합한 결과 0.5%의 Sauerkraut는 외관 기호도, 2.0% Sauerkraut는 냄새와 맛의 기호도, 2.5% Sauerkraut는 냄새, 맛, 조직감, 전반적 기호도의 점수가 낮았다. 반면에 1.0과 1.5% Sauerkraut는 맛, 조직감, 전반적 기호도가 높은 점수를 받았다. Son(2020)에 의하면 한국인들은 경도가 바람직하다고 여겨졌을 때 전반적인 기호도에 더 높은 점수를 주는 것으로 보고하였으며, Moon et al. (2018)의 따르면 김치는 단맛과 탄산미로 인한 청량감이 느껴지는 경우 전반적 기호도가 높게 나타나고, 쓴맛과 균덕내 등 부정적 관능 특성이 나타나면 전반적 기호도는 낮아진다고 보고하였다. 또한, 맛에 대한 기호도가 전반적인 기호도에 영향을 미치기 때문에 전반적인 기호도를 높이기 위해서는 쓴맛을 줄여야 한다(Kim et al. 2018). 본 연구의 1.0과 1.5% Sauerkraut도 높은 조직감 기호도와 맛 기호도가 최종적으로 전반적인 기호도를 높이는 데 기여한 것으로 판단된다.

5. 부분최소평방 회귀분석(partial least square regression; PLSR)

정량적 묘사분석의 결과로 나타난 5가지 Sauerkraut 시료들의 관능적 특성과 기호도 간의 상관관계를 알아보기 위해

<Table 4> Acceptance test of Sauerkraut by salt concentration on the 4<sup>th</sup> day of fermentation

Sensory Attributes	Salt Concentration (%)					F-value
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	
Appearance	4.28±1.93 <sup>b1)2)</sup>	5.04±1.96 <sup>a</sup>	5.52±1.79 <sup>a</sup>	5.52±1.58 <sup>a</sup>	5.62±1.54 <sup>a</sup>	5.02 <sup>**3)</sup>
Odor	5.40±1.71 <sup>a</sup>	4.88±1.91 <sup>ab</sup>	5.06±1.75 <sup>ab</sup>	4.62±1.82 <sup>b</sup>	4.34±1.78 <sup>b</sup>	2.55 <sup>*</sup>
Flavor/Taste	4.52±2.07 <sup>ab</sup>	4.86±1.88 <sup>a</sup>	5.14±2.11 <sup>a</sup>	4.84±1.66 <sup>a</sup>	3.86±1.70 <sup>b</sup>	3.35 <sup>*</sup>
Texture	5.84±1.82 <sup>a</sup>	5.96±2.04 <sup>a</sup>	6.10±2.04 <sup>a</sup>	4.88±2.06 <sup>b</sup>	4.96±2.42 <sup>b</sup>	3.89 <sup>**</sup>
Overall acceptance	4.62±1.61 <sup>bc</sup>	5.36±1.80 <sup>a</sup>	5.60±1.63 <sup>a</sup>	4.98±1.36 <sup>ab</sup>	4.18±1.61 <sup>c</sup>	6.23 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD.

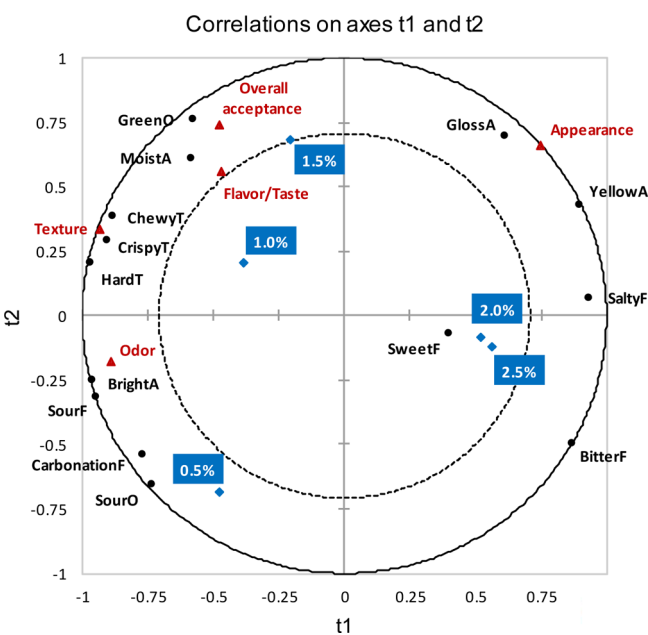
<sup>2)</sup>Different letters in the same row (a-c) are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

<sup>3)</sup>\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001.

<Table 5> Variable importance in the projection (VIP) values of Sauerkraut by salt concentration on the 4<sup>th</sup> day of fermentation

Abbrev.	VIP <sup>1)</sup>	
	t1	t2
GreenO	0.922	1.363
BitterF	1.163	1.154
CarbonationF	0.945	1.058
SourO	0.840	1.038
YellowA	1.013	1.026
SaltyF	1.253	1.017
BrightA	1.196	1.011
SourF	1.122	0.996
ChewyT	1.062	0.964
HardT	1.170	0.963
GlossA	0.700	0.950
CrispyT	1.082	0.942
MoistA	0.743	0.818
SweetF	0.450	0.447

<sup>1)</sup>Variable importance in the projection (VIP) values for each attribute by partial least square regression (PLSR) by 14 descriptive attributes and overall acceptance ratings



<Figure 3> Partial least square regression (PLSR) result indicating the relationship between sensory characteristics and acceptance of Sauerkraut by salt concentration on the 4<sup>th</sup> day of fermentation

부분최소평방 회귀분석(PLSR)을 실시한 결과를 <Figure 3>에 나타내었다. 맛, 조직감과 전반적인 기호도 항목과 가장 근접해 있는 시료는 1.0과 1.5%의 Sauerkraut로 상대적으로 저염의 Sauerkraut이다. 이는 QDA의 단단함(hardT), 씹힘성(chewyT), 아삭함(crispyT)의 특성이 기호도에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다. 밝은 정도(brightA), 신냄새(sourO), 신맛(sourF)의 특성과 근접해 있는 0.5%의 Sauerkraut는 전반적인 기호도와 멀리 떨어져 있어 너무 밝거나 강한 신냄새 및 신맛이 전반적인 기호도에 부정적인 영향을 끼쳤음을 알 수 있다. 전반적인 기호도와 멀리 위치한 시료는 2.0과 2.5%의 Sauerkraut로 상대적으로 고염의 Sauerkraut들이 기호도와 낮은 상관관계를 보였다. 이는 짠맛(saltyF)과 쓴맛(bitterF)의 특성이 강할수록 기호도를 낮추는 요인으로 작용함을 알 수 있다.

또한 각각의 묘사 특성이 기호도 결정에 얼마나 영향을 미치는지를 알아보려고 VIP(variable importance in the projection) 값을 구하여 <Table 5>에 나타내었다. Azizan et al. (2012) 연구에서 2개의 VIP 값이 1 이상인 경우에는 기호도에 부정적인 영향을 주며, 1개의 VIP 값이 1 이상인 경우에는 긍정적인 영향을 준다고 보고하였다. 따라서 본 연구 결과를 볼 때, 두 개의 VIP 값에서 1이 넘는 묘사 특성은 밝은 정도(brightA), 노란 정도(yellowA), 짠맛(saltyF), 쓴맛(bitterF)으로 기호도에 부정적인 영향을 주는 특성이며, 두 축 중에서 하나의 VIP 값만 1 이상인 묘사 특성은 신냄새(sourO), 풋냄새(greenO), 신맛(sourF), 탄산감(carbonationF), 단단함(hardT), 씹힘성(chewyT), 아삭함(crispyT)으로 기호도

결정에 긍정적인 영향을 주는 것임을 알 수 있다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 소비자들은 단단한 조직감을 가진 Sauerkraut를 선호하는 것으로 나타났고, 발효를 통해 생성된 쓴맛은 선호하지 않는 것으로 나타났다. 따라서 Sauerkraut 제조 시에 기호도가 높은 1.0과 1.5% Sauerkraut의 특징을 제품 연구와 개발에 참고하여 외관과 냄새를 개선한다면 관능적 특성을 향상시킨 Sauerkraut를 생산할 수 있을 것이라 생각한다. 본 연구의 결과는 훈련을 거친 패널들에 의해 도출된 결과와 훈련되지 않은 패널들의 기호도 평가를 통해 나타난 결과로 실제 소비자의 섭취 상황이 브랜드, 포장, 개인의 특성 등의 매우 다양한 점을 고려할 때(Jee et al. 2008), 향후 Sauerkraut의 관능적 특성을 제외한 소비자의 선택 요인에 대해 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 국내산 양배추에 0.5, 1.0, 1.5, 2.0와 2.5% (w/w)의 천일염을 첨가하여 제조한 5종의 Sauerkraut의 관능 특성을 정량적 묘사분석과 기호도 검사를 통해 분석하였다. 5종의 Sauerkraut에 대해 훈련된 11명의 관능 검사원이 정량적 묘사분석(QDA)을 실시한 결과, 도출된 총 14개의 묘사 용어 중 9개의 특성이 유의적인 차이를 보였다. 외관의 밝은 정도는 소금 농도가 낮을수록, 노란 정도는 소금 농도가 높을수록 유의적으로 높게 나타났다. 신냄새 및 신맛은 0.5%의 Sauerkraut가 높았고, 짠맛 및 쓴맛은 2.5%의 Sauerkraut가 가장 높아 유의적 차이를 보였다. 조직감의 단단함, 씹힘성과 아삭함 모두 0.5, 1.0과 1.5%의 Sauerkraut가 유의적으로 높았다. 정량적 묘사분석 결과를 토대로 시료와 관능적 특성 간의 상관관계를 알아보기 위한 주성분 분석(PCA) 결과, 0.5, 1.0과 1.5%의 Sauerkraut가 외관의 밝은 정도, 촉촉한 정도, 신냄새, 풋냄새, 신맛, 탄산감, 단단함, 씹힘성, 아삭함의 특성이 높은 상관성을 지니는 것으로 나타났으며, 2.0과 2.5%의 Sauerkraut는 외관의 노란 정도, 윤기, 짠맛, 단맛, 쓴맛에 대한 특성이 높게 부하되었음을 알 수 있다. 이러한 주성분 분석 결과에 따라 위계적 군집분석(HCA)을 실시한 결과, 0.5, 1.0과 1.5%의 Sauerkraut와 2.0과 2.5%의 Sauerkraut 두 군집으로 분류되어 정량적 묘사분석 결과와 유사하였다. 정량적 묘사분석의 결과로 나타난 5가지 Sauerkraut 시료들의 관능적 특성과 기호도 간의 상관관계를 알아보기 위해 부분최소평방 회귀분석(PLSR)을 실시한 결과, 짠맛(saltyF)과 쓴맛(bitterF)이 기호도에 부정적인 영향을 주는 특성이며, 신냄새(sourO), 신맛(sourF), 단단함(hardT), 씹힘성(chewyT), 아삭함(crispyT)이 기호도 결정에 긍정적인 영향을 주었다. 따라서 소금 농도별 Sauerkraut의 관능적 특성, 기호도 검사 및 각 요인 간의 상관관계를 종합해 볼 때 1.0과 1.5%의 Sauerkraut가 외관, 맛 및 조직감에서 우수한 특

성을 나타냈다. 향후 향신료 첨가 등의 관능적 기호도를 높일 수 있는 연구를 진행한다면 우리나라의 Sauerkraut 소비 증대에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 저자정보

지혜인(덕성여자대학교 식품영양학과, 조교, 0000-0003-0314-2138)

김다미(덕성여자대학교 식품영양학과, 강사, 0000-0002-6097-1533)

#### Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

#### References

- Azizan KA, Baharum SN, Resson HW, Noor NM. 2012. GC-MS analysis and PLD-DA validation of the trimethyl silyl-derivatization techniques. *Ame. J. Appl. Sci.*, 9:1124-1136
- Berger MD, Vakula A, Horecki AT, Rakić D, Pavlić B, Malbaša R, Šumić Z. 2020. Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) fermentation: Variation of bioactive compounds, sum of ranking differences and cluster analysis. *LWT-Food Sci. & Technol.*, 133:110083
- Borgognone MG, Bussi J, Hough G. 2001. Principal component analysis in sensory analysis: covariance or correlation matrix? *Food Qual. Prefer.*, 12(5-7):323-326
- Chung SJ, Lim CR, Noh BS. 2008. Understanding the sensory characteristics of various types of milk using descriptive analysis and electronic nose. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 40(1):47-55
- Frias J, Martinez-Villaluenga C, Peñas, E. 2016. Fermented foods in health and disease prevention. Elsevier Academic Press, USA, pp 557-569
- Jee JH, Lee HS, Lee JW, Suh DS, Kim HS, Kim KO. 2008. Sensory characteristics and consumer liking of commercial soju marketed in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 40(2):160-165
- Ji HI, Kim KH. 2022. Microbiological and physicochemical quality characteristics of low-salted sauerkraut (fermented cabbage). *J. Korean Soc. Food Cult.*, 37(1):61-72
- Jung YS, Yoon HH. 2020. Quantitative descriptive analysis and consumer acceptance of commercial dry fermented sausages. *J. East Asian Soc. Diet. Life*, 30(4):306-315
- Kim DM. 2014. Quality characteristics of Kimchi prepared with various salt type and concentration. Master's degree thesis, Duksung Women's University, Korea, pp 21-23
- Kim DM, Kim KH. 2014. Growth of lactic acid bacteria and quality characteristics of baechu kimchi prepared with various salts and concentration. *J. Korean Soc. Food*



- Cult., 29(3):286-297
- Kim DW, Kim BM, Lee HJ, Jang GJ, Song SH, Lee JI, Kim HJ. 2017. Effects of different salt treatments on the fermentation metabolites and bacterial profiles of kimchi. *J. Food Sci.*, 82(5):1124-1131
- Kim HG, Lee SY, Lee JG, Lee YJ, Cho YJ, Choi MJ. 2018. Effect of salinity of fermented squid sauce on physicochemical properties and sensory test. *Food Eng. Prog.*, 22(3):228-234
- Kwak HS. 2016. Precautions for Sensory Evaluation. *Food Ind. Nutr.*, 21(1):11-14
- Lee KA, Koo NS, Kim MJ, Yoon HH, Go EM. 2017. Food science. Powerbook, Korea, pp 216-249
- Lee MH, Lee GD, Son KJ, Yoon SR, Kim JS, Kwon JH. 2002. Changes in organoleptic and rheological properties of chinese cabbage with salting condition. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 31(3):417-422
- Maasert DL, Vandeginste BGM, Deming SN, Michotte Y, Kaufman L. 1988. Principal components and factor analysis. In *chemometrics: A text book*. Elsevier, Netherlands, pp 339-369
- Majcherczyk J, Surówka K. 2019. Effects of onion or caraway on the formation of biogenic amines during sauerkraut fermentation and refrigerated storage. *Food Chem.*, 298:125083
- Martinez-Villaluenga C, Peñas E, Frías J, Ciska E, Honke J, Piskula MK, Vidal Valverde C. 2009. Influence of fermentation conditions on glucosinolates, ascorbigen, and ascorbic acid content in white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* cv. Taler) cultivated in different seasons. *J. Food Sci.*, 74(1):C62-C67
- Ministry of Food and Drug Safety. 2021. 2021 Ministry of food and drug safety white paper. Ministry of Food and Drug Safety, Korea, pp 198
- Monteiro P. 2020. Influence of partial substitution of sodium chloride by potassium chloride in cabbage fermentation. *Bol. Cent. de Pesqui. de Process. de Aliment.*, 36(2):1-10
- Moon SH, Kim EJ, Kim EJ, Chang HC. 2018. Development of fermentation-storage mode for kimchi refrigerator to maintain the best quality of kimchi during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 50(1):44-45
- Orgeron II RP, Corbin A, Scott B. 2016. Sauerkraut: A probiotic superfood. *Funct. Food Health Dis.*, 6(8):536-543
- Park S, Ji Y, Park H, Lee K, Park H, Beck BR, Shin H, Holzapfel WH. 2016. Evaluation of functional properties of *Lactobacilli* isolated from Korean white kimchi. *Food Control*, 69:5-12
- Raak N, Dürschmid K, Rohm H. 2020. Textural characteristics of world foods: Textural characteristics of German foods. Wiley Online Library, USA, pp 335-351
- Shin MG, Lee GH. 2010. Sensory and anti-oxidative properties of the spice combinations as salty taste substitute. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 39(3):428-434
- Son ES. 2020. Sensory characteristics of noodles by descriptive analysis. *J. Korea Acad.-Ind. Coop. Soc.*, 21(7):292-302
- Steinkraus KH. 2002. Fermentations in world food processing. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 1(1):23-32
- Stone H, Sidel JL. 1993. Sensory evaluation practices. Academic Press, USA, pp 338
- Suh DS, Kim SH, Hong JH, Kim KO. 2001. Application of quantitative descriptive analysis to commercial soybean curd. *J. Korean Soc. Food Cult.*, 16(1):58-64
- Swain MR, Ray RC. 2016. Nutritional values and bioactive compounds in lactic acid fermented vegetables and fruits. CRC Press, USA, pp 37-52
- Thakur PK, Kabir J. 2015. Effect of salt concentration on the quality of sauerkraut. *J. Crop Weed*, 11(1):46-48
- Xiong T, Li J, Liang F, Wang Y, Guan Q, Xie M. 2016. Effects of salt concentration on Chinese sauerkraut fermentation. *LWT-Food Sci. Technol.*, 69:169-174
- Yang X, Hu W, Jiang A, Xiu Z, Ji Y, Guan Y, Yang X. 2019. Effect of salt concentration on quality of Chinese northeast sauerkraut fermented by *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum*. *Food Biosci.*, 30:100421
- Yang X, Hu W, Xiu Z, Jiang A, Yang X, Saren G, Feng K. 2020. Effect of salt concentration on microbial communities, physicochemical properties and metabolite profile during spontaneous fermentation of Chinese northeast sauerkraut. *J. Appl. Microbiol.*, 129(6):1458-1471
- Zubaidah E, Susanti I, Yuwono SS, Rahayu AP, Srinta I, Blanc PJ. 2020. Effect of *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures in lower salt concentration fermentation on the sauerkraut quality. *Food Res.*, 4(4):1038-10443
- Rural Development Administration. 2020. Korean food composition table (9.3 revision). Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctFoodSrch/list>, [accessed 2021.11.16]
- USDA. 2011. National nutrient database for standard reference. Available from: <https://data.nal.usda.gov/dataset/usda-national-nutrient-database-standard-reference-legacy-release>, [accessed 2021.12.09]
- YouTube. 2020. Sauerkraut. Available from: [https://www.youtube.com/results?search\\_query=%EC%82%AC%EC%9A%B0%EC%96%B4%ED%81%AC%EB%9D%BC%EC%9A%B0%ED%8A%B8&sp=CAM%253D](https://www.youtube.com/results?search_query=%EC%82%AC%EC%9A%B0%EC%96%B4%ED%81%AC%EB%9D%BC%EC%9A%B0%ED%8A%B8&sp=CAM%253D), [accessed 2022.02.10]