

## 다변량분석방법을 이용한 미각 자극의 기본 맛과 강도에 따른 정서표상

Affective Representations of Basic Tastes and Intensity using Multivariate Analyses

박채리<sup>1</sup> · 김인익<sup>2</sup> · 김종완<sup>3†</sup>

Chaery Park<sup>1</sup> · Inik Kim<sup>2</sup> · Jongwan Kim<sup>3†</sup>

### Abstract

According to the core affect theory, affect consists of two independent dimensions of valence and arousal. Previous studies have found that various types of stimuli, such as pictures, videos, and music, are mapped onto the core affect space. However, the research on affect using gustatory stimuli has not been explored sufficiently. This study investigated whether the affects elicited by tastes could be mapped onto the core affect space. Stimuli were selected based on two factors (taste types and intensity). Participants were presented with each stimulus, evaluated the tastes, and rated their affective responses on taste and emotion scales. The data were analyzed using repeated-measures ANOVAs and multivariate analyses (multidimensional scaling and classification). The results of univariate analyses indicated that participants felt positive for sweet stimuli but negative for bitter and salty. Furthermore, participants reported high arousal with high intensity. Multidimensional scaling revealed that taste stimuli are also represented on the core affect dimensions. Specifically, it was confirmed that in the first dimension, sweetness was represented as a positive affect, while bitter and salty tastes were represented as a negative affect. In the second dimension, bitterness was represented as low arousal and sourness as high arousal. Classification analyses confirmed that the taste was identified consistently based on the affective responses within and across participants. This study showed that the taste stimuli in daily life are also located on core affect dimensions of valence and arousal.

**Key words:** Basic Taste, Core Affect, Multidimensional Scaling, Classification

### 요약

핵심정서(core affect) 이론에 따르면, 정서는 정서가(valence)와 각성가(arousal)의 독립적인 두 차원의 구성으로 이루어진다(Russell, 2003; Russell & Barrett, 1999). 기존 정서 연구에서는 정서를 유발하는 여러 시청각 자극들이 핵심정서 차원에 위치한다는 사실을 밝혀냈다. 하지만 기존 연구에서 사용된 대부분의 자극은 시각과 청각에 국한되어 있었으며, 미각 자극들을 활용한 연구는 많지 않았다. 이에 본 연구에서는 정서유발 자극으로서 미각 자극을 활용하여 유발된 정서가 미각 자극의 속성에 따라 핵심정서 차원에 표상되는지 알아보려고 하였다. 실험 자극으로 실생활에서 접할 수 있는 식품들을 4가지 기본 맛 유형(단맛, 쓴맛, 신맛, 그리고 짠맛), 그리고 2가지 맛의 강도 설계로

\* 이 논문은 한국연구재단 4단계 BK21사업(전북대학교 심리학과)의 지원을 받아 연구되었음(No.4199990714213).

<sup>1</sup> 박채리: 전북대학교 심리학과 학부

<sup>2</sup> 김인익: 전북대학교 심리학과 박사과정

<sup>3</sup> † (교신저자) 김종완: 전북대학교 심리학과 부교수 / E-mail: jongwankim80@jbnu.ac.kr / TEL: 063-270-2925

자극을 선정하였다. 참가자들에게 각 자극을 제시하고, 자극에 대한 맛 평정과 참가자가 느낀 정서를 평정하도록 하였다. 수집된 자료는 일변량분석방법인 반복측정변량분석과 다변량분석방법인 다차원척도법(multidimensional scaling) 및 분류분석(classification)으로 분석하였다. 변량분석 결과, 참가자들은 단맛을 지각할수록 긍정적인 정서를, 쓴맛 혹은 짠맛을 지각할수록 부정적인 정서를 경험하였다. 각성가 결과에서는 맛의 강도가 강할수록 더 높은 각성 경험이 보고되었다. 다차원척도법 분석 결과, 1차원에서 단맛 대 쓴맛 그리고 짠맛 대비를, 2차원에서 쓴맛과 짠맛 구분을 확인하였다. 벡터 피팅 결과는 핵심정서이론의 설명대로 1차원이 정서가, 2차원이 각성가 차원으로 구성되었음을 지지하였다. 분류분석 결과 참가자들의 정서 반응을 통해 미각 자극의 맛 유형을 유의미하게 예측할 수 있었다. 본 연구의 결과는 미각 자극도 자극 속성에 따라 핵심정서차원에 위치한다는 것을 시사한다.

## 주제어: 기본 미각, 핵심정서, 다차원척도법, 분류분석

### 1. 서론

민트초콜릿 음료를 마셨을 때, 사람들의 취향에 따라 ‘행복’, ‘편안’, ‘짜증’, ‘역겨움’ 등 다양한 정서 경험을 할 수 있다. 이처럼 무언가를 통해 유발된 사람들의 정서는 다양해 보일 수 있지만, 이 정서들이 더 근원적인 몇 가지 핵심 정서(core affect) 차원의 조합으로 구성된다는 주장이 핵심정서 이론이다(Russell, 2003; Russell & Barrett, 1999). 이 이론에 따르면, 사람들의 정서 경험은 선행하는 사건(antecedent)에 관계없이, 긍정과 부정 정서로 구분되는 정서가 차원과 고각성 및 저각성의 각성가 차원에 표상된다. 따라서, 표현되는 언어는 다를지라도(예: 공포와 두려움) 그 정서가 만일 부정적이고 높은 각성가를 지닌다면 두 정서는 유사하게, 즉 정서가 차원에서는 가깝게 표상된다.

정서연구에서 핵심정서이론이 주장된 이후로, 여러 정서 유발 자극들과 방법들을 활용해 측정된 다차원 데이터들이(예: fMRI 데이터) 핵심 정서 차원으로 표상되는지 연구되어 왔다. 정서 유발 자극으로서는 주로 시청각 자극들이 이용되었으며, 이러한 자극들이 유발한 정서적 반응들을 분석한 결과, 시청각 자극들이 핵심정서 이론과 일관적으로 두 정서 차원에 위치한다는 사실이 밝혀졌다(예: 사진; Baucom et al., 2012, 영상; Kim et al., 2020, 소리; Bradley & Lang, 2000, 음악; Kim & Wedell, 2016, 얼굴 자극; Kim, 2021, ASMR 자극; Kim & Kim, 2022). 그러나 대부분의 연구들이 시각과 청각이라는 두 가지의 감각양상에만 집중되었기 때문에 핵심정서차원 연구의 결과가 다른 감각 양상에도 잘 적용되는지는 불분명하다. 만일 정서 자극으

로 유발된 정서 경험이 핵심정서이론의 주장대로 선행하는 사건과 관계없이 정서가와 각성가 두 차원에 표상된다면, 선행 연구 결과와 마찬가지로 다른 감각 양상 자극인 맛 자극에서도 유사한 결과를 확인할 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 미각 자극들을 통해 유발된 참가자들의 정서 경험을 다차원 정서 문항으로 구성된 정서 척도를 통해 측정하였다. 또한, 미각 자극의 주요 속성인 맛 유형과 강도를 요인으로 하여 각 요인과 정서 및 각성가의 관계를 파악하고자 하였다.

미각 자극의 속성인 맛과 정서의 관련성을 연구한 선행 연구들은 기본 맛(단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛)의 단맛은 긍정적인 정서, 쓴맛은 부정적 정서를 유발한다고 보고하였다(Bredie et al., 2014; Gayler et al., 2019; Rousmans et al., 2000). Galyer et al.(2019)은 여러 실험실의 통제된 상황에서 발견한 단맛과 긍정 정서, 쓴맛과 부정 정서 간의 정적 관계 도식을 3D 프린터로 생성한 미각 자극을 통해 일상생활과 더 밀접한 상황에서도 지지됨을 발견하였다. 따라서, 단맛-긍정, 쓴맛-부정 정서의 관계는 엄격하게 통제된 미각 자극뿐만 아니라 실제 사용되고 있는 시제품에서도 잘 적용될 수 있을 것이라 기대할 수 있다. 그러나, 단맛을 제외한 쓴맛, 신맛, 짠맛이 야기하는 부정적 정서가 맛 유형에 따라 달라지는지에 대한 연구 결과는 분명하지 않았다. Rousmans et al.(2000)의 연구에서는 쓴맛의 퀴닌(quinine sulfate), 짠맛의 나트륨(sodium chloride), 그리고 신맛의 구연산(citric acid)의 순으로 강한 부정 정서가 야기된다고 주장하였다. 그러나 기본 맛 유형과 얼굴 표정을 연구한 Bredie et al.(2014)에서는 쓴맛, 신맛, 짠맛에 따라 부정 정서가 달라지는 결과는 보고되지 않았다.

따라서, 큰 틀에서는 부정 정서와 연합되는 쓴맛, 신맛, 짠맛도 각각이 유발하는 정서의 차이가 있는지 확인할 필요가 있다.

맛과 정서의 기존 연구에서 긍정 혹은 부정 정서의 정서가 측면에서 많이 연구되어 왔으나, 정서의 흥분과 이완 정도를 나타내는 각성가에 대한 연구는 많지 않다. 우리말 ‘심심하다’는 그 용도에 따라 사람들의 내적 상태를 표현할 때(‘하는 일이 없어 지루하고 재미가 없다’)와 음식에 대한 평가(‘음식 맛이 조금 싱겁다’)로 구분되어 사용된다(국립국어원 표준국어대사전). 정서 상태와 맛의 특성이라는 구분된 현상에 동일한 언어로 쓰이는 우리말 사례는 맛과 각성가의 관련성을 짐작할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 미각 자극이 유발하는 각성가도 연구에서 고려하여 진행하였다.

미각 자극의 또 다른 주요 변인은 맛의 강도이다. Bredie et al.(2014)에 따르면, 쓴맛, 신맛, 그리고 짠맛이 부정적인 정서를 불러일으키면서 동시에 그 강도가 강해질수록 부정적인 정서도 비례했다. 또한, Samant et al.(2017)은 지각된 맛의 강도와 선호도 사이에 부적 상관을 발견하였으며, 동시에 선호도와 긍정 및 부정 정서 간 유의미한 관련성도 발견하였다. 즉, 맛의 강도에 따라서도 긍정 혹은 부정 정서가 달라질 수 있음을 시사한다. 맛이 강할수록 부정, 약할수록 긍정 정서인 관계를 가정할 수 있는데, 본 연구에서는 이를 고려해 맛의 강도 또한 독립 변인으로 설정하였다.

본 연구에서는 실생활에서 활용되는 식품들을 정서 유발 자극으로 사용하였다. 그 이유는 기존 맛 연구에서 엄격한 실험실 환경에서 특정 성분(예: 과당)을 용해시킨 용액(solution)을 활용한 연구가 많았기 때문이다(Stevens et al., 2006). 이러한 방법은 연구의 내적일관성을 높이는 효과가 있지만, 상대적으로 일상생활에서 연구 결과가 잘 적용될 수 있는지(외적타당도)는 확실하지 않다. 따라서 본 연구에서는 쉽게 접할 수 있으면서, 연구 설계에 맞춰 맛과 강도를 내는 자극들을 선정하였다. 기존 연구에서 사용했던 맛 지각 척도와 정서 척도를 번안하여 사용했으며, 척도를 통해 참가자들의 맛 평정 및 정서 평정 자료를 수집하였다.

본 연구 목적을 위해 반복측정변량분석, 다차원척도법(multidimensional scaling; MDS), 그리고 분류분석(classification)을 실시하였다. 먼저, 반복측정변량분석

은 일변량 분석 방법의 하나로 후술할 다변량 분석과 달리 하나의 종속변인을 사용하기 때문에 독립변인들이 미치는 효과를 분명하게 알 수 있다. 본 연구에서는 분석을 통해 미각 자극의 기본 맛 유형과 강도 두 요인이 개별 기본 맛 문항 점수와 정서가 및 각성가에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 두 번째는, 다변량 분석 방법(multivariate analysis) 중 하나인 다차원척도법이다. 다변량 분석방법은 종속변인이 여러 개일 때(다차원) 활용할 수 있는 방법으로 특히 다차원척도법을 활용할 경우 데이터의 패턴을 통해 유추될 수 있는 심적 공간의 표상 정보를 확인할 수 있다(Shinkareva et al., 2013). 본 연구에서는 다차원척도법을 통해 맛 유형과 강도로 구별되는 미각 자극으로부터 맛 지각과 정서 표상 구조 및 차원을 추출하고자 하였다. 추가적으로 다차원척도법 결과의 해석을 위해 벡터 피팅(vector fitting)도 실시하였다(Stevens et al., 2006). 마지막으로, 기계 학습(machine learning) 기법인 분류분석을 실시하였다. 분류분석은 주로 뇌영상 데이터와 같은 복잡하고 다차원인 데이터에서 자료들의 패턴을 통해 유의미한 정보를 이끌어내기 위해 사용된다(Haynes & Rees, 2006; Pereira et al., 2009). 전통적인 분석 방법(예: 변량분석)이 설정한 독립변인에 따라 종속변인의 값이 달라지는 것을 보는 인코딩 분석방법이라면, 분류분석은 주어진 종속 변인의 자료의 패턴을 학습한 분류기(classifier)가 자료에 해당하는 독립변인(머신러닝 분석에서는 범주로 명명)을 분류하는 디코딩 분석방법이다. 본 연구에서는 맛 평정 자료와 정서 평정 자료를 통해 미각 자극 요인들을 분류하는 분류분석을 진행하였으며 도출된 결과를 다차원척도법 결과와 비교하여 해석하였다.

## 2. 연구방법 및 절차

### 2.1. 연구참가자

참가자들은 온라인 모집문을 통해 실험에 참여하였다. 실험에서 자극으로 사용한 식품을 섭취하는데 문제가 없고 미각과 후각에 이상이 없으며, 비흡연자인 만 18세 이상의 성인을 대상으로 하였다. 본 실험에는 총 30명의 참가자(남성 12명, 여성 18명)가 실험에 참여하

였다. 본 연구는 전북대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았다(2021-11-011-001).

## 2.2. 실험자극

실험자극은 맛 요인(단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛)의 4가지 기본 맛과 강도 요인인 강한 맛과 약한 맛 두 수준으로 요인 설계된 조건에 해당하는 자극들로 구성하였다. 각 실험조건에 자극을 두 개씩, 총 16개의 실험자극을 사용하였다. 또한 통제조건으로서 물을 추가하였는데, 이로써 본 실험에 이용된 자극의 수는 총 17개이었다. 각 자극들은 선행 연구를 참고하여 단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛을 유발하는 성분들을 포함하며 일상에서 쉽게 접할 수 있는 자극들로 선정하였다(Chikazoe et al., 2019; Gayler et al., 2019; Rolls et al., 2001; Samant et al., 2017; Swan et al., 2013). 그 후 6명의 참가자를 대상으로 파일럿 실험을 실시하여 맛 조건과 강도 조건에 적합하다고 판단한 자극들을 본 실험에 이용하였다. 모든 자극들은 용액으로 제시하기 위해 설탕, 소금, 녹차, 커피 가루와 같은 고체 물질들은 물에 녹여서 사용하였다(Table 1).

본 연구에서는 연구의 목적에 맞춰 맛 평정 척도와 정서 척도를 사용하였다. 먼저, 맛 척도는 Stevens et al.(2016)이 사용한 여러 맛 평정 척도를 번안하여 사용하였다(동전맛, 자극적인, 신맛, 금속맛, 풍미가 있는,

쇠맛, 기분이 좋은, 걸쭉한, 짠맛, 광물맛, 촉촉한, 단맛, 쓴맛, 향이 나는, 분필맛, 뒷맛이 강한). Stevens et al.(2016)의 연구에서 사용한 척도는 총 17개의 맛 문항이었으나, 본 실험에서는 자극을 삼키지 않았기 때문에 ‘목넘김이 좋은’을 제외한 16개의 문항을 사용하였다. 두 번째로 정서 평정 척도는 Desmet & Schifferstein (2008)의 연구에서 쓰인 22개의 정서 표현 중 부정 정서와 긍정 정서 두 수준과 저각성 및 고각성 두 수준 조합한 조건들에 균형을 맞춰, 10가지 정서표현을 번안해 사용하였다. 10가지 정서 표현 중 긍정 정서는 ‘갈망하는’, ‘감탄스러운’, ‘유쾌하게 놀라운’, ‘기쁜’, ‘만족스러운’이고 부정 정서는 ‘경멸하는’, ‘역겨운’, ‘불쾌하게 놀라운’, ‘실망스러운’, ‘따분한’이었다(Desmet & Schifferstein, 2008). 높은 각성가를 갖는 정서 표현에 ‘갈망하는’, ‘감탄스러운’, ‘유쾌하게 놀라운’, ‘경멸하는’, ‘역겨운’, ‘불쾌하게 놀라운’의 6가지 형용사로 낮은 각성가는 ‘기쁜’, ‘만족스러운’, ‘실망스러운’, ‘따분한’의 4가지 형용사로 분류하고 분석했다. 맛과 정서 척도 모두 7점 리커트 척도(1점= 전혀 그렇지 않다, 7점=매우 그렇다)이었다.

## 2.3. 연구절차

참가자는 실험 전에 맛 척도와 정서 척도의 문항에 대한 설명을 읽었으며, 한 가지 자극을 맛보고 난 후, 여러 문항들에 응답을 하게 될 것임을 안내받았다. 실험은 명확한 자극의 효과와 순서효과를 최소화하고, 참가자들의 휴식 시간 제공을 고려하여 두 세션으로 나누어 진행하였다. 한 세션당 맛과 강도 조건에 해당하는 자극들을 하나씩 배치하였으며, 첫 번째 세션은 물을 포함한 자극 9개, 두 번째 세션은 8개의 자극을 사용하였다. 물은 다른 자극 조건들과 비교하기 위해 통제조건으로 사용했는데, 본 실험에서는 항상 가장 먼저 제공하였으며, 물을 제외한 16개의 자극은 연구자가 미리 정해둔 순서(pseudo-random)대로 제공하였다. 이는 완전 무작위로 제시할 경우 동일한 맛을 지닌 자극이 연달아 제시될 가능성을 방지하기 위한 조치였다. 자극은 투명 계량컵에 10ml씩 제공되었다. 참가자는 제공된 자극을 3초 동안 입 안에 머금어 맛본 후 빨고, 즉시 해당 자극에 대한 맛과 본인이 느낀 정서를 평정하였다. 그 후 5초간 입

Table 1. Stimulus condition of taste and intensity

Taste	Intensity	Stimuli
Sweet	Strong	Sugar 1/2 table spoon + water 50ml
	Strong	Cafe syrup
	Weak	Chocolate milk
	Weak	Sik-hye
Bitter	Strong	Espresso
	Strong	Coffee powder .9g + water 50ml
	Weak	Green tea powder 1/4 table spoon + water 50ml
	Weak	Pu'er tea powder 1.8g + water 200ml
Sour	Strong	Lemon juice
	Strong	Calamansi juice
	Weak	Grapefruit vinegar
	Weak	Vitamin drink
Salty	Strong	Salt 1 table spoon + water 150ml
	Strong	Soy sauce
	Weak	Salt 1/4 table spoon + water 150ml
	Weak	Buckwheat soba sauce 10ml + water 50ml

안을 물로 헹궈서 빨고, 1분간 휴식을 취하도록 하였다. 해당 자극의 맛이 계속 남아 있을 경우 휴식 시간에 자유롭게 입 안을 더 헹궈거나 물을 마실 수 있도록 하였다. 첫 번째 세션 종료 후 5분간 휴식하고, 두 번째 세션도 위와 동일한 절차로 실시하였다.

## 2.4. 통계분석

### 2.4.1. 이원 변량분석

일변량분석은 하나의 종속변인을 사용하기 때문에, 특정 종속변인에 대한 독립변인들의 효과를 분명하게 알 수 있다. 본 연구에서는 두 가지 목적으로 변량분석을 활용하였다. 첫 번째는 자극들이 연구자의 의도대로 맞게 조작된 것인지 확인하기 위한 절차로, 맛(단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛)과 강도(약함, 강함) 요인에 따른 4가지 기본 맛 평정 점수 차이를 변량분석을 통해 분석하였다. 예컨대, 자극이 각 개별 4가지 맛에 잘 조작이 되었다면 단맛 자극에는 단맛이 가장 크게 평정되는 결과가 나타날 것이다. 또한 마찬가지로 자극의 강도에 대한 조작은 해당 맛을 내는 자극의 해당 맛 평정에서 맛 강도의 차이를 통해 확인할 수 있을 것이다.

두 번째로, 처치한 맛과 강도가 정서가와 각성가 각각에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 이를 위해 맛 척도의 문항들을 각각 사전에 지정한 긍정정서, 부정정서, 고각성, 그리고 저각성으로 분류하고 평균하여 변인들을 구성했다. 구성된 변인들을 각각 종속변인으로 하여 맛과 강도 요인에 따른 변량분석을 실시하였다. 본 연구의 변량분석에서는 통제조건으로서 사용된 물에 대한 반응은 분석 자료로 포함하지 않았다.

### 2.4.2. 다차원척도법

본 연구에서 측정된 여러 문항들의 값을 각각 맛 척도와 정서 척도에 맞춰 자료를 구분하였고, 다차원척도법을 활용하여 분석하였다. 이를 통해, 실험 자극들이 처치한 요인에 따라 맛 지각 혹은 정서 반응 차원에서 유사하게 표상되는지를 파악하고, 정서 반응 차원에서의 표상된 차원의 구조가 핵심정서이론의 설명대로 정서가와 각성가 두 차원으로 구성되는지 확인하고자 하였다.

다차원척도법은 다음과 같은 절차를 거쳐 수행하였다. 먼저, 모든 참가자들의 17개 자극에 대한 맛 평정

자료와 정서 평정 자료들을 활용해 참가자별 17×17 상관 행렬(correlation matrix)을 만들었다. 이후, 30명의 개별 행렬을 평균하여 17×17 참가자 그룹 상관 행렬을 도출하였다. 도출된 상관 행렬을 자극 간 유사성 자료로 활용하여 각각 맛 척도와 정서 척도 기반 3차원 MDS 분석을 실시하고 MDS 좌표 값을 저차원 공간상에 시각화하였다. 또한 표상된 자극들과 관련 있는 문항들을 확인하고, 차원을 해석하기 위해 벡터 피팅도 추가적으로 실시해 좌표상에 시각화하였다(Shinkareva et al., 2013). 본 연구의 벡터 피팅 절차는 다음과 같다. 먼저, 앞선 분석을 통해 구해진 자극들의 MDS 좌표값들을 예측변인으로 활용한다. 각 좌표값은 데이터의 변량을 가장 잘 설명하는 순서대로 축소된 차원에서 개별 자극들의 표상된 위치를 나타낸다. 이 세 차원의 좌표값을 예측변인으로, 각 자극들의 단일 문항에서 얻은 점수를 준거 변인으로 한 다중회귀분석을 실시한다. 이를 통해 자극들을 단일 문항으로 측정된 점수에 대한 각 척도들의 표준회귀계수를 알 수 있다. 회귀계수들과 회귀식의 설명량을 통해 값을 도출한 뒤, 벡터를 그려 선의 길이를 통해 문항의 설명력 정도와 방향을 통해 차원에서 어느 위치를 차지하는지 알 수 있다. 이러한 과정을 모든 문항들에 반복하여 회귀분석하고 저차원에 표상하였다.

### 2.4.3. 분류분석

다차원척도법의 주요 목적 중 하나는 자극 간 관계를 탐색적으로 표상하고 결과를 저차원 공간에서 시각화하는 것이기 때문에 자극들이 어느 정도 유사하고 구분되는지에 대한 정량화(quantification)하기 어렵다는 단점이 있다. 따라서 연구자가 지정한 범주에 데이터를 학습한 분류기가 검증 데이터를 얼마나 정확하게 분류하는지에 대한 지표를 제공해 줄 수 있는 분류분석을 추가로 실시하였다. 이를 통해 MDS 분석에서 부족했던 자극 간 관계에 대한 추가적인 정량화를 시도하였다.

참가자들의 맛 척도와 정서 척도 평정 자료를 이용해 실험 자극의 맛 유형과 강도 조건을 예측할 수 있는지 알아보기 위해 분류분석을 실시하였다. 본 연구에서는 참가자 내(within-participant classification)와 참가자 간(cross-participant classification) 분류분석으로 구분하여 실시하였는데, 이를 통해 각 자극들에 대한 참가자들의 반응이 개별 참가자 내적으로 일관적인지, 참가자들 간에

일관적인지를 확인하고자 하였다. 분류분석에는 SVM (support vector machine) 분류기 모델을 사용하였다.

분류분석에 앞서 모든 참가자의 데이터에서 물에 대한 반응을 제외하였다. 본 연구의 분류분석 절차는 다음과 같다. 개별 참가자들의 평정 패턴이 개인별로 일관적인지 파악하기 위해 참가자 내 분류분석을 실시하였다. 먼저, 참가자 한 명의 실험 자극 1개에 대한 반응을 제외한 나머지 15개를 분류기에 학습시킨다. 그 이후 학습된 분류기를 통해, 남아 있는 자극 1개의 값의 범주(예: 맛 유형 분류에서는 단맛이 하나의 범주가 됨)를 예측한다. 분류기가 예측한 범주가 실제 자극의 범주와 일치할 경우 정확반응으로, 그렇지 않으면 오반응으로 기록한다. 이 과정을 참가자 한 사람이 전부 평정한 16개 자극 모두에 반복한다. 그러면 참가자 한 명당 16번 시행의 정확 반응을 알 수가 있는데, 이를 평균하면 참가자 한 사람의 정확도(accuracy)를 얻게 된다. 이 과정을 참가자 전원에 반복하여 모든 참가자의 참가자 내 분류분석 정확도를 계산한다. 만일 참가자들이 개별 자극들과 관련된 여러 평정을 일관적으로 구별되게 반응했다면, 참가자 내 분류분석 정확도가 높게 나타난다. 또한, 분류분석을 하는 과정에서 참가자 개별 혼동행렬(confusion matrix)을 도출하였다. 혼동행렬은 검증 단계에서 실제 범주의 값과 분류기가 예측한 값을 토대로 범주 별 정오를 확인할 수 있는 행렬이다. 본 연구에서는 개별 범주가 얼마나 정확하게 분류되었는지 확인하기 위해 각 범주의 실제 전체 횟수를 분류기가 정확하게 맞춘 횟수로 나눠 범주 별 정확도를 구했다 (Saarimäki et al., 2016). 이후, 구해진 정확도는 이항확률분포를 이용해 각 분류분석의 시행 수(n)와 가정된 정확하게 맞출 확률(p)을 통해 우연수준을 구한 뒤, 모든 조건 별 정확도를 우연수준 값과 비교한 일표본 t검증을 실시하였다(Pereira et al., 2009).

다음으로, 각 자극에 대한 참가자들의 반응들이 참가자 간에 일관적으로 평정되었는지 확인하기 위해 참가자 간 분류분석을 실시하였다. 참가자 간 분류분석에서는 참가자 한 명을 제외한 나머지 참가자들의 자료를 분류기에 훈련시킨다. 이후 학습된 분류기로 제외된 참가자 한 명의 자료를 검증한다. 예측된 값이 참가자의 반응과 일치할 경우 정확반응으로 기록된다. 만일 이 참가자의 반응이 다른 참가자들 반응과 비교해 일관적으로

로 평정되었다면 분류기의 높은 수행을 기대할 수 있다. 이 분류 과정을 참가자 전원에 반복하여 실시하고 참가자 전원의 정확도를 계산한다. 앞선 참가자 내 분류분석과 마찬가지로, 전체 정확도와 혼동행렬을 활용한 각 개별 범주 별 정확도를 구하고 유의성 검증을 하였다.

### 3. 결과

#### 3.1. 이원 변량분석

맛 유형과 강도 두 요인이 개별 종속 변인들에 미치는 영향을 알아보기 위해 변량분석을 실시하였다. 종속 변인은 맛 척도에 포함되어 있는 기본 맛 4가지 문항 점수와 정서 척도의 부정 및 긍정 정서, 그리고 저각성 및 고각성 4개의 변인들이었다. 분석은 참가자 내 설계에 따라 반복측정변량분석을 하였으며, 구형성 가정을 만족하지 않는 경우 자유도와 유의 수준은 Greenhouse-Gassier 수정치를 보고했다. F검증이 유의한 경우, Bonferroni 비교를 통해 개별 비교를 실시하였다. 상호작용 효과가 관찰되는 경우, 개별 맛 유형들 수준의 강도 차이를 각각 대응표본 t검증하여 단순 주효과(simple effect) 분석을 하였다.

##### 3.1.1. 실험 변인 조작 확인(manipulation check)

자극들이 연구자가 의도한 맛과 강도 조건에 맞게 조작되었는지 확인하기 위해 맛 척도의 ‘단맛’, ‘쓴맛’, ‘신맛’, ‘짠맛’ 문항을 일변량으로 2요인 반복측정변량

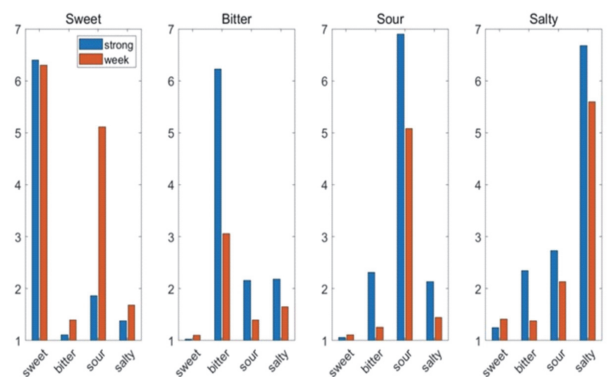


Fig. 1. Repeated-measures ANOVA results of two independent variables (taste and intensity) on basic taste ratings. The blue bars represent the strong intensity condition, and the red bars indicate the weak intensity condition

분석을 하였다(Fig. 1). ‘단맛’ 문항에 대한 맛과 강도의 주효과, 그리고 상호작용 효과가 각각 유의하였다, 맛;  $F(3, 87) = 378.416, p < .001, \eta_p^2 = .929$ , 강도;  $F(1, 29) = 90.582, p < .001, \eta_p^2 = .757$ , 맛 × 강도;  $F(2.289, 66.375) = 93.900, p < .001, \eta_p^2 = .764$ . 맛 요인의 대응 별 비교 결과, 단맛 조건의 자극( $M = 6.35$ )이 다른 자극들에 비해 더 단맛이 난다는 결과를 얻었으며( $ps < .001$ ), 신맛( $M = 3.49$ )도 다른 두 맛의 자극보다 더 단맛이 난다는 결과를 얻었다( $ps < .001$ ). 강도는 약한 맛( $M = 3.65$ )이 강한 맛( $M = 2.69$ )보다 더 단맛이 많이 난다고 보고되었다.

‘쓴맛’ 문항에 대한 변량분석 결과, 맛과 강도의 주효과, 그리고 상호작용 효과가 각각 유의하였다, 맛;  $F(3, 87) = 116.845, p < .001, \eta_p^2 = .801$ , 강도;  $F(1, 29) = 144.950, p < .001, \eta_p^2 = .833$ , 맛 × 강도;  $F(1.947, 56.472) = 55.940, p < .001, \eta_p^2 = .659$ . 맛 요인의 대응 별 비교 결과, 쓴맛 조건의 자극( $M = 6.35$ )이 다른 자극들에 비해 더 쓴맛이 난다는 결과를 얻었다( $ps < .001$ ). 또한, 짠맛( $M = 1.91$ ) 과 신맛( $M = 1.78$ )이 단맛( $M = 1.06$ )보다 더 쓴맛이 난다는 결과를 얻었다, 각각  $p = .004, p = .012$ . 강도는 강한 맛( $M = 2.90$ )이 약한 맛( $M = 1.90$ )보다 더 쓴맛이 많이 난다고 보고되었다.

‘신맛’ 문항에 대한 변량분석 결과, 맛과 강도의 주효과, 그리고 상호작용 효과가 각각 유의하였다, 맛;  $F(2.142, 62.124) = 271.122, p < .001, \eta_p^2 = .903$ , 강도;  $F(1, 29) = 47.262, p < .001, \eta_p^2 = .620$ , 맛 × 강도;  $F(2.281, 66.136) = 12.023, p < .001, \eta_p^2 = .293$ . 맛 요인의 대응 별 비교 결과, 신맛 조건의 자극( $M = 5.99$ )이 다른 자극들에 비해 더 신맛이 난다는 결과를 얻었다( $ps < .001$ ). 또한, 쓴맛( $M = 1.79$ )과 짠맛( $M = 1.79$ )이 단맛( $M = 1.09$ )보다 더 신맛이 난다는 결과를 얻었다, 각각  $p = .003, p = .004$ . 강도는 강한 맛( $M = 3.10$ )이 약한 맛( $M = 2.22$ )보다 더 신맛이 많이 난다고 보고되었다.

‘짠맛’ 문항에 대한 변량분석 결과, 맛과 강도의 주효과, 그리고 상호작용 효과가 각각 유의하였다, 맛;  $F(3, 87) = 111.793, p < .001, \eta_p^2 = .794$ , 강도;  $F(1, 29) = 18.359, p < .001, \eta_p^2 = .388$ , 맛 × 강도;  $F(3, 87) = 6.598, p = .001, \eta_p^2 = .185$ . 맛 요인의 대응 별 비교

결과, 짠맛 조건의 자극( $M = 6.14$ )이 다른 자극들에 비해 더 짠맛이 난다는 결과를 얻었다( $ps < .001$ ). 또한, 신맛( $M = 2.43$ )이 단맛( $M = 1.33$ )보다 더 짠맛이 많이 난다고 보고되었다,  $p = .017$ . 개별 맛 요인의 단순 주효과 분석 결과, 모든 맛 조건에서 강도의 차이가 있었다, 단맛;  $t(29) = -2.163, p = .039$ , 쓴맛;  $t(29) = 3.397, p = .002$ , 신맛;  $t(29) = 2.143, p = .041$ , 짠맛;  $t(29) = 4.307, p < .018$ .

개별 맛 문항 변량분석 결과, 자극의 해당 맛 조건의 맛 문항에서 각각 가장 높은 값을 보고했다. 이를 통해, 연구자의 의도대로 자극들이 잘 조작되었음을 확인할 수 있었다. 맛 강도는 단맛을 제외한 모든 맛에서 각 강도의 차이를 확인했다. 단맛의 경우 강도의 차이는 단맛 문항을 포함한 다른 기본 맛 문항에서도 차이가 없었다. 이를 통해, 본 연구의 단맛의 강도는 구별되지 않음을 나타낸다.

### 3.1.2. 정서가 및 각성가에 미치는 영향

긍정 정서, 부정 정서, 저각성, 고각성 변인들을 구성하기 위해 정서 척도의 문항들을 각각 평균하였다. 각각 긍정-부정 정서, 저-고각성으로 나눈 것은 두 변인을 양극단(bipolar)으로 가정하고 맛 유형 및 강도가 미치는 결과가 일관적으로 관찰되는지 확인하고자 4개의 개별 정서 변인을 종속 변인으로 한 2요인 반복측정 변량분석을 하였다(Fig. 2).

긍정 정서 변인에 대한 맛과 강도의 주효과, 그리고 상호작용 효과가 각각 유의하였다, 맛;  $F(3, 87) = 85.097, p < .001, \eta_p^2 = .746$ , 강도;  $F(1, 29) = 87.893,$

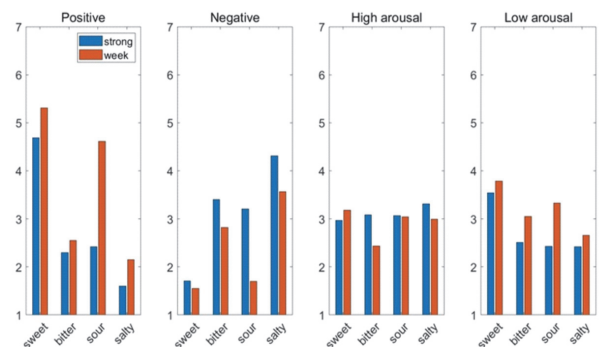


Fig. 2. Repeated-measures ANOVA results of two independent variables (taste and intensity) on the valence and arousal ratings. The blue bars represent the strong intensity condition, and the red bars indicate the weak intensity condition

$p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .752$ , 맛 × 강도;  $F(3, 87) = 15.445$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .348$ . 맛 요인의 대응 별 비교 결과, 단맛 조건의 자극( $M = 5.00$ )이 다른 자극들에 비해 더 긍정적인 결과를 얻었다( $ps < .001$ ). 또한, 신맛( $M = 3.52$ )도 다른 두 맛의 자극보다 더 긍정적인 결과를 얻었다( $ps < .001$ ). 강도는 약한 맛( $M = 3.65$ )이 강한 맛( $M = 2.75$ )보다 더 긍정적으로 보고되었다. 개별 맛 요인의 두 강도 수준을 대응표본 t검증한 결과, 쓴맛을 제외한 모든 자극들에서 약한 맛이 강한 맛보다 더 긍정적으로 보고되었다, 단맛;  $t(29) = -2.625$ ,  $p = .014$ , 신맛;  $t(29) = -8.642$ ,  $p < .001$ , 짠맛;  $t(29) = -3.732$ ,  $p = .001$ .

부정 정서 변인에 대한 맛과 강도의 주효과, 그리고 상호작용 효과가 각각 유의하였다, 맛;  $F(3, 87) = 56.685$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .662$ , 강도;  $F(1, 29) = 120.231$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .806$ , 맛 × 강도;  $F(3, 87) = 6.910$ ,  $p = .001$ ,  $\eta_p^2 = .192$ . 맛 요인의 대응 별 비교 결과, 모든 맛 유형별 유의미한 차이가 있었다,  $ps < .05$ . 짠맛( $M = 3.94$ )이 가장 부정적으로 보고되었고 쓴맛( $M = 3.11$ ), 신맛( $M = 2.45$ ), 단맛( $M = 1.63$ ) 순이었다. 강도는 강한 맛( $M = 3.16$ )이 약한 맛( $M = 2.41$ )보다 더 부정적으로 보고되었다. 개별 맛 요인의 단순 주효과 결과, 단맛을 제외한 모든 맛에서 강한 맛이 약한 맛보다 더 부정적으로 보고되었다. 쓴맛;  $t(29) = 2.275$ ,  $p = .030$ , 신맛;  $t(29) = 7.234$ ,  $p < .001$ , 짠맛;  $t(29) = 4.128$ ,  $p < .001$ .

고각성 변인에 대한 맛과 강도의 주효과, 그리고 상호작용 효과가 각각 유의하였다, 맛;  $F(3, 87) = 45.534$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .611$ , 강도;  $F(1, 29) = 57.679$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .665$ , 맛 × 강도;  $F(3, 87) = 5.118$ ,  $p = .005$ ,  $\eta_p^2 = .150$ . 맛 요인의 대응 별 비교 결과, 짠맛( $M = 3.15$ )과 단맛( $M = 3.08$ )이 쓴맛( $M = 2.76$ )보다 더 높은 각성을 보였다,  $p = .005$ ,  $p = .013$ . 맛 강도는 강한 맛( $M = 3.11$ )이 약한 맛( $M = 2.91$ )보다 더 높은 각성을 보였다. 개별 맛 요인의 단순 주효과 분석 결과, 쓴맛과 짠맛에서 강한 맛이 약한 맛보다 더 높은 각성을 보고하였다, 쓴맛;  $t(29) = 5.124$ ,  $p < .001$ , 짠맛;  $t(29) = 3.225$ ,  $p = .003$ .

저각성 변인에 대한 맛과 강도의 주효과, 그리고 상호작용 효과가 각각 유의하였다, 맛;  $F(3, 87) = 5.890$ ,  $p = .002$ ,  $\eta_p^2 = .169$ , 강도;  $F(1, 29) = 14.831$ ,  $p = .001$ ,

$\eta_p^2 = .338$ , 맛 × 강도;  $F(3, 87) = 11.680$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .287$ . 맛 요인의 대응 별 비교 결과, 단맛( $M = 3.66$ )은 다른 맛들보다 더 낮은 각성을 보였다( $ps < .001$ ). 맛 강도는 약한 맛( $M = 3.21$ )이 강한 맛( $M = 2.73$ )보다 더 낮은 각성을 보였다. 개별 맛 요인의 단순 주효과 결과, 짠맛을 제외한 모든 맛에서 약한 맛이 강한 맛보다 더 낮은 각성을 보고하였다, 단맛;  $t(29) = -2.250$ ,  $p = .032$ , 쓴맛;  $t(29) = -3.344$ ,  $p = .002$ , 신맛;  $t(29) = -6.149$ ,  $p < .001$ .

변량분석의 정서가 결과는 맛 유형과 강도의 일관적인 효과를 나타냈다. 단맛의 경우 다른 자극들보다 긍정적인 정서를 야기한 반면, 쓴맛과 짠맛은 단맛과 신맛보다 더 부정적인 정서를 유발했다. 정서가 결과와는 달리, 각성가에서는 강도의 요인만 일관되는 결과를 확인했다. 맛의 강도가 강할수록 더 높은 각성과 관련이 있었다. 맛 유형에서는 특히 단맛의 결과가 일관되지 않았다.

## 3.2. 다차원척도법

맛 척도(12 문항)와 정서 척도(10 문항)의 자료를 활용하여 다차원척도법 분석을 실시했다. 다차원척도법 분석을 위해 개별 문항들을 상관분석하여 얻은 참가자 집단의 상관 행렬 값을 유사성 자료로 활용했다. 추가로 자극들이 표상된 차원들의 해석을 위해 벡터 피팅도 실시하였다.

### 3.2.1. 맛 척도 기반 MDS 결과

참가자들이 자극들에 대해 평정한 맛 척도 문항들을 활용해 MDS 분석을 실시했다. 먼저, 맛 유형 별로 자극들이 서로 가깝게 위치한 것을 확인하였다(Fig. 3). 이를 통해 여러 맛 문항들을 통해 수집된 다차원 자료에서도 본 연구에서 처치한 대로 자극들이 구별되어 표상됨을 확인하였다. 또한, 1차원에 따라 단맛 자극과 나머지 자극의 대비가 뚜렷했다. 이는 단맛 자극이 다른 자극들과 비교해 맛 지각이라는 측면에서 구별됨을 나타낸다. 벡터 피팅 결과를 보면, 단맛 자극들은 ‘기분 좋은(pleasant)’, ‘촉촉한(wet)’, ‘퐁미있는(coats mouth)’, ‘겉쪽한(brothy)’, ‘단맛(sweet)’ 문항들에 높은 점수로 반응했다는 것을 알 수 있다. 2차원에서는 쓴맛과 나머



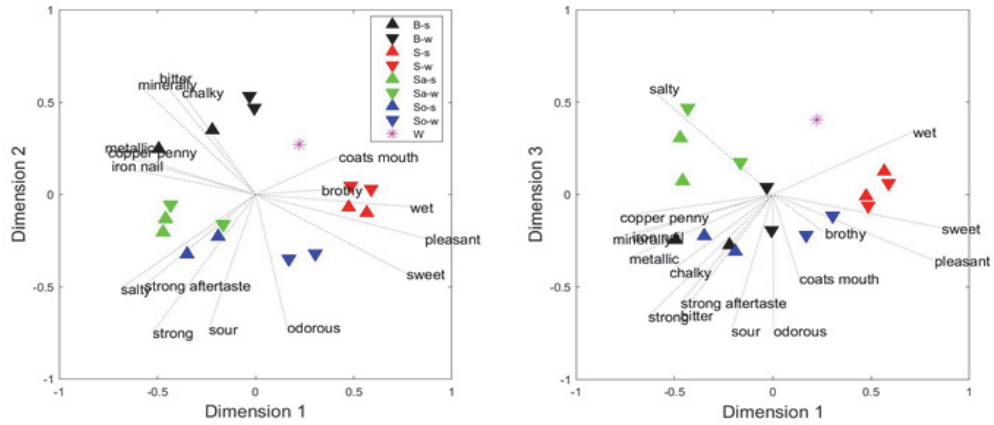


Fig. 3. Three-dimensional MDS solution based on taste ratings. The colors of the triangles represent each taste condition (black - bitter, red - sweet, green - salty, and blue - sour). The snowflake represents the water condition. The upright triangles are strong conditions, and the upside-down triangles are weak conditions

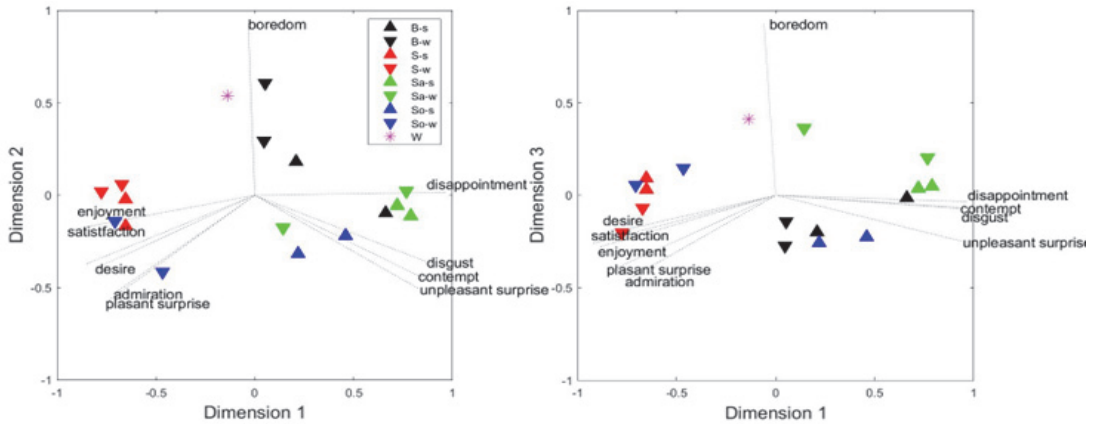


Fig. 4. Three-dimensional MDS solution based on emotion ratings. The colors of the triangles represent each taste condition (black - bitter, red - sweet, green - salty, and blue - sour). The snowflake represents the water condition. The upright triangles are strong conditions, and the upside-down triangles are weak conditions

지 자극들의 구분이 뚜렷하였다. 쓴맛 자극들은 ‘분필맛(chalky)’, ‘쓴맛(bitter)’, ‘쇠맛(metallic)’, ‘광물맛(minerally)’, ‘동전맛(copper penny)’ 등에 높은 점수로 반응했다. 이를 통해 쓴맛은 금속맛과 관련이 있음을 확인하였다. 3차원에서는 신맛과 짠맛의 구분을 확인하였다. 또한, 동일한 강도 조건의 자극이 다른 강도 조건의 자극보다 더 가깝게 위치하는 것을 확인하였다.

맛 평정 자료를 통해 다차원척도법 분석을 한 결과, 실험 자극들이 맛 유형 및 강도에 따라 구분되는 것을 확인하였다. 이는 실험 자극들이 다양한 맛을 넘어도 불구하고 기본 맛으로 설명할 수 있음을 나타낸다.

### 3.2.2. 정서 척도 기반 MDS 결과

참가자들이 자극으로 유발된 정서 반응을 활용해

MDS 분석을 실시했다. 먼저, 자극들은 맛 기반 MDS 결과와 비슷하게 자극 유형에 따라 가깝게 위치하는 경향이 있었다(Fig. 4). 개별 차원에 대한 결과로는 먼저 1차원에 따라 단맛 자극과 쓴맛 그리고 짠맛 자극의 대비가 뚜렷했다. 벡터 피팅의 결과를 참조하면, 단맛은 ‘만족스러운(satisfaction)’, ‘기쁜(enjoyment)’, ‘갈망하는(desire)’, ‘감탄스러운(admiration)’, ‘유쾌하게 놀라운(pleasant surprise)’과 같은 긍정 정서 문항에 높은 반응을 보였다. 2차원에서는 쓴맛과 신맛의 구별을 확인할 수 있었다. 특히, ‘따분한(boredom)’ 문항이 2차원 축에 따라 표상되어 2차원에서 저각성을 나타내는 벡터임이 확인되었다. 하지만 3차원의 결과는 1차원, 2차원 결과와는 구별되는 자극 간 구별이나, 차원에 대한 정보를 확인할 수 없었다. 강도 조건에 따라 자극들이

유사하게 표상되는 결과는 확인할 수 없었다(Fig. 4).

정서 평정 자료를 이용한 다차원척도법 분석 결과, 처치한 자극들이 1차원 및 2차원에서 맛 종류에 따라 각각 다르게 표상됨을 확인하였다. 1차원에서 단맛 대 쓴맛 그리고 짠맛의 대비, 2차원에서 쓴맛 대 신맛의 대비가 확인되었다. 각 자극이 구별되는 차원의 해석으로 벡터 피팅의 결과를 참조하면, 1차원에서는 긍정 정서 문항들이 왼쪽, 부정 정서 문항들이 오른쪽 방향으로 표상되는 것을 확인할 수 있다. 이는 1차원이 핵심 정서의 정서가 차원임을 지지한다. 또한 2차원 축에서 저각성으로 표상되는 문항은 ‘따분함’이었는데, 2차원 축성을 각성이 차원으로 해석할 수 있다.

MDS의 주요 목적 중 하나는 자극 간 관계를 탐색적으로 표상하고 결과를 시각화하는 것이기 때문에 정량화된 값들을 제공해주지 못한다는 단점이 있다. 따라서 각 개별 맛과 강도, 그리고 개별 자극에 따라 분류분석을 실시해 각 조건들이 얼마나 정확하게 분류되는지를 확인하였다.

### 3.3. 분류분석

본 연구에서는 분류분석을 데이터 학습과 검증하는 방식에 따라 구분되는 ‘참가자 내 분류분석’과 ‘참가자 간 분류분석’ 두 가지로 나눠 분석하였다. 각각을 통해, 참가자들의 개별 반응이 처치한 조건에 따라 내적으로 일관적인지, 그리고 다른 참가자들의 반응과 일관적인지를 알 수 있다. 앞선 MDS 분석과 마찬가지로 맛 평정 자료와 정서 평정 자료를 따로 구분하고 분석하였다. 먼저, 조건(맛 유형, 강도)별 참가자 전체 정확도를 우연수준과 비교하였다. 그 다음, 기본 맛 네 가지 유형의 각 정확도를 우연수준과 비교하였다.

#### 3.3.1. 맛 척도 평정 분류분석 결과

맛 평정 값들을 활용해, 참가자 내(within-participant) 맛 유형과 강도를 분류 범주로 하여 분석한 정확도를 각각의 우연수준 값들에 일표본 t검증한 결과는 다음과 같다(Fig. 5). 먼저, 맛 유형( $M = .80, SD = .14$ )의 전체 분류 정확도는 우연수준보다 유의미하게 높았다,  $t(29) = 20.459, p < .001$ . 이는 참가자들이 평정한 맛 지각이 개별 내적으로 자극 유형에 따라 일관되게 평

정했음을 의미한다. 맛 강도( $M = .54, SD = .16$ )는 우연수준보다 높게 분류되지 않았다,  $t(29) = 1.634, p = .112$ .

맛 유형 개별 조건의 정확도를 혼동행렬과 정확도를 통해 확인한 결과, 단맛( $M = .95, SD = .12$ ),  $t(29) = 31.671, p < .001$ , 쓴맛( $M = .73, SD = .20$ ),  $t(29) = 12.793, p < .001$ , 신맛( $M = .77, SD = .24$ ),  $t(29) = 11.562, p < .001$ , 그리고 짠맛( $M = .77, SD = .21$ ),  $t(29) = 13.614, p < .001$ , 모두 우연수준보다 더 정확하게 분류가 되었다(Fig. 6).

참가자 간(cross-participant) 맛 유형과 맛 강도를 분류 범주로 하여 분석한 정확도를 각각의 우연수준 값들에 일표본 t검증한 결과는 다음과 같다(Fig. 5). 맛 유형( $M = .91, SD = .09$ )와 맛 강도( $M = .71, SD = .08$ ) 조건 전부 우연수준보다 유의미하게 높았다, 맛 유형;  $t(29) = 39.985, p < .001$ , 맛 강도;  $t(29) = 13.034, p < .001$ . 이러한 결과는 참가자들이 맛 지각 평정은 참가자 간에 맛 유형과 강도에 따라 일관되게 평정되었음을 의미한다.

맛 유형 개별 조건의 정확도를 혼동행렬과 정확도를 통해 확인한 결과, 단맛( $M = .95, SD = .13$ ),  $t(29) = 27.840, p < .001$ , 쓴맛( $M = .92, SD = .14$ ),  $t(29) = 24.814, p < .001$ , 신맛( $M = .94, SD = .12$ ),  $t(29) = 30.066, p < .001$ , 짠맛( $M = .85, SD = .24$ ),  $t(29) = 13.719, p < .001$ 로 모두 우연수준보다 더 정확하게 분류가 되었다(Fig. 6). 참가자 내 분류분석의 결과와 부

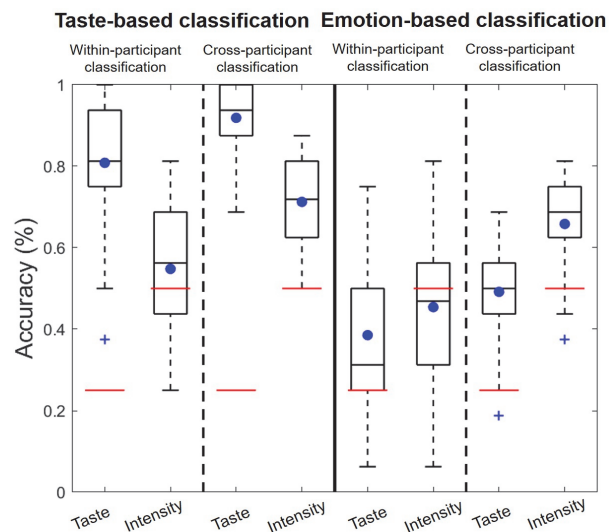


Fig. 5. Overall classification accuracies are indicated with the box plot graph. Blue dots onto each square are the average accuracies in the conditions. Red lines are chance levels of each condition, and blue crosses indicate outlier

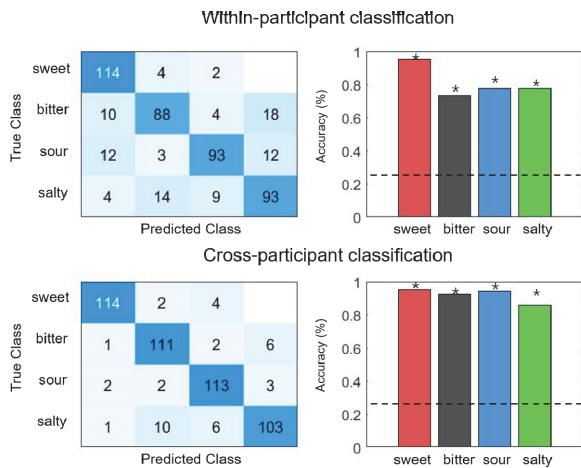


Fig. 6. The confusion matrices and bar graphs of within-participant (top) and cross-participant (bottom) classifications based on taste ratings. The results of bar graphs are each accuracy of the taste-type condition. The dashed lines denote the chance levels. The apostrophes are shown over the bars when the accuracy of the condition is significantly higher than the chance level

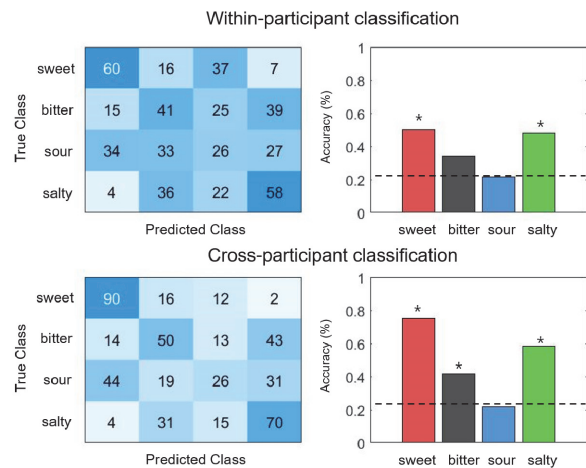


Fig. 7. The confusion matrices and bar graphs of within-participant (top) and cross-participant (bottom) classifications based on emotion ratings. The results of bar graphs are each accuracy of the taste-type condition. The dashed lines denote the chance levels. The apostrophes are shown over the bars when the accuracy of the condition is significantly higher than the chance level

합하는 결과이며, 각 조건 모두 맛 유형에 따라 잘 분류되었음을 확인할 수 있다. 맛 강도의 개별 조건 정확도 결과, 약한 맛( $M = .68, SD = .19, t(29) = 5.385, p < .001$ ), 강한 맛( $M = .73, SD = .13, t(29) = 6.862, p < .001$ )이었다. 따라서 모두 우연수준보다 더 정확하게 분류가 되었다.

맛 평정 자료를 활용해 분류분석을 실시한 결과, 처치한 맛 유형은 참가자 내와 참가자 간 모두 잘 분류됨을 확인하였다. 이러한 결과는 본 연구의 자극들이 맛 유형 조건에 따라 참가자들 내적으로 구별되게 지각되었으며, 이러한 구별이 참가자들 간 일관적임을 나타낸다. 맛 강도 분류는 참가자 내 분류분석에서 유의미한 결과를 얻지 못했지만 참가자 간 분류분석 결과에서는 맛 강도 분류가 결과가 유의미하였다.

### 3.3.2. 정서 척도 평정 분류분석 결과

정서 평정 값들을 활용해, 참가자 내 맛 유형과 강도를 분류 범주로 하여 분석한 정확도를 각각의 우연수준 값들에 일표본 t검증한 결과는 다음과 같다(Fig. 7). 맛 유형( $M = .38, SD = .17$ )의 분류 정확도만 우연수준보다 유의미하게 높았다, 맛 유형;  $t(29) = 4.287, p < .001$ . 이는 참가자들의 정서 반응이 개별 내적으로 자극 유형에 따라 일관되게 평정되었음을 의미한다. 맛

강도( $M = .45, SD = .17$ )는 우연수준보다 높게 분류되지 않았다,  $t(29) = -1.408, p = .169$ .

맛 유형 개별 조건의 정확도를 혼동행렬과 정확도를 통해 확인한 결과, 단맛( $M = .50, SD = .28; t(29) = 4.784, p < .001$ ), 과 짠맛( $M = .48; t(29) = 4.156, p < .001$ ), 조건이 유의수준보다 정확하게 분류되었다(Fig. 7). 그러나 쓴맛( $M = .34, SD = .24; t(29) = 2.009, p = .053$ ), 과 신맛( $M = .21, SD = .24, t(29) = -0.750, p > .05$ )의 경우, 유의하게 분류하지 못했다. 이는 참가자 개별 정서 평정에서 단맛, 짠맛과 달리 쓴맛과 신맛은 정서적으로 잘 구분되지 않았음을 의미한다.

참가자 간 맛 유형과 맛 강도를 분류 범주로 분석한 정확도를 각각의 우연수준 값들에 일표본 t검증한 결과는 다음과 같다(Fig. 5). 맛 유형( $M = .49, SD = .12$ )와 맛 강도( $M = .62, SD = .08$ ), 맛 유형;  $t(29) = 10.523, p < .001$ , 맛 강도;  $t(29) = 8.278, p < .05$ . 참가자들의 정서적 반응은 참가자 간에 맛 유형과 강도에 따라 일관되게 평정되었음을 의미한다.

맛 유형 개별 조건의 정확도를 혼동행렬과 정확도를 통해 확인한 결과, 단맛( $M = .75, SD = .29; t(29) = 9.327, p < .001$ ), 쓴맛( $M = .41, SD = .35, t(29) = 3.162, p = .003$ ), 짠맛( $M = .58, SD = .28, t(29) = 6.324, p < .001$ ), 조건이 각각 유의수준보다 정확하게 분류되었

다(Fig. 7). 앞선 참가자 내 분류분석 결과와 동일하게 신맛( $M = .21$ ,  $SD = .23$ )은 유의미하게 분류되지 않았다,  $t(29) = -.779$ ,  $p > .05$ . 혼동행렬을 참조했을 때, 실제 신맛임에도 신맛으로 분류한 횟수(26번)보다 단맛(44번)으로 분류한 횟수가 더 많았다. 이를 통해 참가자 간 정서평정을 비교했을 때, 신맛은 단맛과 잘 구별되지 않음을 알 수 있다. 맛 강도의 개별 조건 정확도 결과, 약한 맛( $M = .58$ ,  $SD = .17$ ),  $t(29) = 2.612$ ,  $p = .017$ , 강한 맛( $M = .73$ ,  $SD = .15$ ),  $t(29) = 8.165$ ,  $p < .001$ , 으로 모두 우연수준보다 더 정확하게 분류가 되었다.

정서 반응 자료를 활용해 분류분석을 실시한 결과, 처치한 맛 유형은 참가자 내와 참가자 간 분석 모두 유의수준보다 잘 분류됨을 확인하였다. 맛 강도는 참가자 간 분류분석에서만 유의미하게 분류되었다. 또한 참가자 간 분류분석에서 개별 맛 범주를 분석한 결과도 우연수준보다 유의미하게 잘 분류되었다. 맛 유형의 개별 수준의 분류 결과를 살펴보면, 참가자 내 분류분석에서는 신맛과 쓴맛이 유의하게 분류되지 않았으며, 신맛에서는 참가자 간 분류분석에서도 유의하게 분류되지 않았다. 이를 통해 신맛은 정서적으로 다른 맛들과 잘 구별되지 않음을 확인할 수 있다.

#### 4. 논의

본 연구는 실생활에서 쓰이는 식음료를 자극으로 활용해, 기본 맛(단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛)과 맛의 강도(강함, 약함)에 따른 참가자들의 정서 표상을 알아보고자 하였다. 이를 위해 맛 척도와 정서 척도를 활용해 물을 포함한 총 17개 자극들에 대한 참가자들의 맛 지각과 정서 반응을 측정하였다. 수집된 다차원 데이터를 맛 평정과 정서 평정 데이터로 구분하고 두 데이터셋으로 분석을 진행했다. 각 데이터셋을 자극의 요인 별 표상되는 양상과 구별되는 정도를 확인하기 위해 다차원척도법과 분류분석을 통해 분석하였으며, 각 요인들이 개별 정서적 변인들에 미치는 영향을 파악하기 위해 변량분석을 실시하였다.

참가자들의 여러 정서적 반응에 다차원척도법 분석을 실시한 결과, 단맛 대 쓴맛 그리고 짠맛의 1차원 상 구분, 쓴맛 대 짠맛의 2차원 상 구분을 확인하였으며

1차원이 긍정-부정 정서로 나뉘는 정서가(valence), 2차원이 저각성-고각성의 각성가(arousal)임을 확인하였다. 이는 미각 자극에서도 Russell & Barrett(1980)의 주장대로 1차원의 정서가, 2차원의 각성가로 정서가 표상됨을 의미한다. 또한 MDS 차원의 자극들과 벡터 피팅의 위치를 통해, 단맛이 긍정 정서, 쓴맛 그리고 짠맛이 부정 정서와 관련 있으며, 쓴맛이 짠맛에 비해 상대적으로 저각성과 관련 있음을 발견하였다. 단맛과 긍정 정서, 쓴맛과 신맛의 부정 정서가 연관이 있는 다차원 척도법 분석 결과는 여러 맛 유형과 정서의 관계를 연구한 선행 연구와도 부합한다(Gayler et al., 2019; Gayler & Sas, 2017; Rousmans et al., 2000; Steiner et al., 2001). 또한 이러한 결과는 본 연구에서 진행되었던 변량분석 결과와 일치한다.

변량분석 결과를 참조하면, 긍정 정서와 단맛, 그리고 부정 정서와 쓴맛, 그리고 짠맛의 관계를 더 명확히 알 수 있다. 선행 연구에서는 단맛과 감칠맛을 제외한 다른 기본 맛들은 주로 하나의 부정 정서 범주로 묶이거나, 쓴맛이 좀 더 부정적이라고 보고되었다(Rousmans et al., 2000). 그러나 본 연구의 결과에서는 짠맛의 부정 정서가 가장 큰 것으로 나타났다. 선행 연구와 다른 결과도 출된 이유는, 특정 맛을 내는 화학적 성분들을 실험 자극으로 썼던 기존 연구들과 달리 본 연구에서는 일상에서 쉽게 구할 수 있는 식품들을 자극으로 사용했기 때문으로 추측한다. 쓴맛의 경우 기호 식품인 커피 혹은 차 계열을 자극으로 사용한 반면에 짠맛은 소금을 용해 시키거나 조미료(간장) 등을 사용하였다. 자극물의 의미적인 추측이 가능하였다면, 자극물 내용에 따라서도 정서 경험의 차이가 있었을 수 있다. 추후 연구에서 본 연구의 쓴맛보다 짠맛이 더 큰 부정 정서를 야기한 결과가 저자들이 지적한 것처럼 일상 생활에서 쓰이는 식품에서는 야기된 차이인지, 실제 쓴맛 자체가 더 큰 부정 정서와 관련 있는지 다루어져야 한다.

2차원으로 분류되는 결과는 쓴맛과 짠맛의 대비를 확인할 수 있었다. 벡터 피팅의 개별 문항 중 ‘따분한’이 2차원 축으로 위치한 것을 알 수 있는데, 이를 통해 쓴맛이 저각성, 짠맛이 고각성으로 표상되었음을 알 수 있다. 이 결과는 변량 분석 결과에서도 ‘고각성 변인’에서 짠맛의 높은 값과 쓴맛의 낮은 값 대비를 통해 지지되었다. 그러나 MDS 차원에서 2차원과 나란히 표상되

는 정서 문항이 ‘따분한’ 정서 문항 한 가지밖에 없었기 때문에 차원을 해석할 때 더 신중할 필요가 있다. 예컨대, MDS의 2차원 구분에 핵심적인 문항인 ‘따분한’이 참가자들의 정서적으로 각성된 정도보다는 자극에 대한 익숙함 정도(친숙성)에 민감하게 반응했을 수도 있다. 쓴맛과 짠맛이 이야기하는 각성의 정도가 차이가 있는지는 더 추가적인 연구가 필요하다.

맛 유형 범주의 세부 정확도를 확인한 결과, 다른 맛들과 달리 신맛은 유의미하게 분류되지 않았다. 이는 신맛이 다른 맛들과 달리 이야기한 정서적 반응에서 일관된 차이가 나타나지 않았음을 의미한다. 본 연구의 변량분석 결과와 혼동행렬을 참조하면, 신맛으로 처리된 자극들이 신맛을 포함해 단맛도 내는 자극이었으며, 이로 인해 신맛 자극이 참가자들에게 이야기한 정서가 일관되지 않은 것으로 보인다.

본 연구의 맛 강도 요인은 참가자 간 분류분석에서 만 유의미한 결과를 확인했다. 즉, 참가자들의 맛의 강도 차이로 야기된 정서적 반응은 참가자 개별 내적으로는 유의미한 분류가 잘 되지 않은 반면, 참가자 간에는 구분되는 내적 표상을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 참가자 내 분류분석보다 참가자 간 분류분석의 정확률이 전반적으로 더 높았다. 본 연구의 강도 범주 분류분석 결과가 참가자 내와 간에 차이가 있는 것은 단순히 훈련에 쓰이는 자료의 수의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 맛 강도의 변량분석에서는 일관적으로 약한 맛일수록 긍정 정서와 그리고 낮은 각성과 관련이 있는 결과를 얻었다. 이러한 결과는 맛의 강도를 강하게 지각할수록 부정 정서의 정도가 강해진 결과를 얻은 Bredie et al.(2014)과 선호도와 지각된 맛의 부적 상관관계 결과를 보고한 Samant et al.(2017)의 연구 결과를 지지한다. 이는 부정적인 자극도 강도가 약하면 긍정적으로 받아들여질 수 있으며, 긍정적인 자극이라도 그 강도가 너무 강할 경우 오히려 반감을 불러일으킬 수 있다고 추측해볼 수 있다.

본 연구는 다차원 척도법을 통해 정서 차원 연구의 대부분을 차지하는 시각, 청각 자극들뿐만 아니라 미각 자극도 기본 맛 유형에 따라 핵심정서 차원(Russell, 2003; Russell & Barrett, 1999)에 표상된다는 사실을 밝혀냈다는 점에서 의의가 있다. 이는 미각 자극 또한 정서 유발 자극으로서 적합하며, 감각 양상 간 정서 표상

연구를 진행할 경우 시청각 뿐만이 아닌 미각도 주요 감각으로 다룰 필요가 있음을 시사한다.

본 연구의 한계로서, 앞서 언급한 각성가 차원 논의가 있다. 여러 정서 문항들을 활용해 정서가 차원의 구분을 분명하게 확인할 수 있었지만, 각성가에서 저각성에 민감한 문항은 ‘따분한’ 한 문항이었으며, 나머지 저각성으로 가정되었던 ‘기쁜’, ‘만족스러운’, ‘실망스러운’의 세 문항은 고각성 방향은 아니었지만, 저각성에 민감하지 않았다. 후속 연구에서는 저각성 상태를 더 잘 반영하는 정서 문항을 활용하거나, 각성가를 직접적으로 측정하는 방법(예: 생리측정)을 통해 미각 자극과 각성가의 관계가 연구되어야 한다. 또한 본문에서 언급한 신맛의 경우, 단맛을 내는 복합적인 영향이 있었기 때문에 오롯이 신맛을 내는 자극과 정서의 관계를 파악할 수 없었다. 추후 연구에서는 실생활 식품 미각 자극으로 활용한다면 이러한 점을 고려해 연구가 진행되어야 할 것이다.

## REFERENCES

- Baucom, L. B., Wedell, D. H., Wang, J., Blitzer, D. N., & Shinkareva, S. V. (2012). Decoding the neural representation of affective states. *NeuroImage*, 59(1), 718-727. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2011.07.037
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000). Affective reactions to acoustic stimuli.
- Bredie, W. L. P., Tan, H. S. G., & Wendin, K. (2014). A comparative study on facially expressed emotions in response to basic tastes. *Chemosensory Perception*, 7(1), 1-9. DOI: 10.1007/s12078-014-9163-6
- Chikazoe, J., Lee, D. H., Kriegeskorte, N., & Anderson, A. K. (2019). Distinct representations of basic taste qualities in human gustatory cortex. *Nature Communications*, 10(1), 1-8.
- Desmet, P. M., & Schifferstein, H. N. (2008). Sources of positive and negative emotions in food experience. *Appetite*, 50(2-3), 290-301.
- Gayler, T., & Sas, C. (2017). An exploration of taste-emotion mappings from the perspective of food design practitioners. MHFI 2017 - *Proceedings of the 2nd ACM SIGCHI International Workshop*

- on Multisensory Approaches to Human-Food Interaction*, Co-Located with ICMI 2017, 23-28. DOI: 10.1145/3141788.3141793
- Gayler, T., Sas, C., & Kalnikaite, V. (2019). Taste your emotions: An exploration of the relationship between taste and emotional experience for HCI. *DIS 2019 - Proceedings of the 2019 ACM Designing Interactive Systems Conference*, 1279-1291. DOI: 10.1145/3322276.3322336
- Haynes, J. D., & Rees, G. (2006). Decoding mental states from brain activity in humans. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(7), 523-534. DOI: 10.1038/nrn1931
- Kim, H., & Kim, J. (2022). Affective responses to ASMR using multidimensional scaling and classification. *Science of Emotion and Sensibility*, 25(3), 71-80.
- Kim, J. (2021). Representation of facial expressions of different ages: A multidimensional scaling study. *Science of Emotion and Sensibility*, 24(3), 71-80.
- Kim, J., & Wedell, D. H. (2016). Comparison of physiological responses to affect eliciting pictures and music. *International Journal of Psychophysiology*, 101, 9-17. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2015.12.011
- Kim, J., Weber, C. E., Gao, C., Schulteis, S., Wedell, D. H., & Shinkareva, S. v. (2020). A study in affect: Predicting valence from fMRI data. *Neuropsychologia*, 143. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2020.107473
- Pereira, F., Mitchell, T., & Botvinick, M. (2009). Machine learning classifiers and fMRI: A tutorial overview. *NeuroImage*, 45(1), S199-S209. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2008.11.007
- Rolls, E. T., O'Doherty, J., Francis, S., Bowtell, R., & McGlone, F. (2001). Representation of pleasant and aversive taste in the human brain. *Journal of Neurophysiology*, 85(3), 1315-1321.
- Rousmans, S., Robin, O., Dittmar, A., & Vernet-Maury, E. (2000). Autonomic nervous system responses associated with primary tastes.
- Russell, J. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110(1), 145-172. DOI: 10.1037/0033-295X.110.1.145
- Russell, J. A., & Barrett, L. F. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: Dissecting the elephant. *In Journal of Personality and Social Psychology*, 76(5).
- Saarimäki, H., Gotsopoulos, A., Jääskeläinen, I. P., Lampinen, J., Vuilleumier, P., Hari, R., Sams, M., & Nummenmaa, L. (2016). Discrete neural signatures of basic emotions. *Cerebral Cortex*, 26(6), 2563-2573. DOI: 10.1093/cercor/bhv086
- Samant, S. S., Chapko, M. J., & Seo, H. S. (2017). Predicting consumer liking and preference based on emotional responses and sensory perception: A study with basic taste solutions. *Food Research International*, 100, 325-334. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.07.021
- Shinkareva, S. V., Wang, J., & Wedell, D. H. (2013). Examining similarity structure: Multidimensional scaling and related approaches in neuroimaging. *Computational and Mathematical Methods in Medicine* (Vol. 2013). Hindawi Limited. DOI: 10.1155/2013/796183
- Steiner, J. E., Glaser, D., Hawilo, M. E., & Berridge, K. C. (2001). Comparative expression of hedonic impact: affective reactions to taste by human infants and other primates. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 25(1), 53-74. Retrieved from [www.elsevier.com/locate/neubiorev](http://www.elsevier.com/locate/neubiorev)
- Stevens, D. A., Smith, R. F., & Lawless, H. T. (2006). Multidimensional scaling of ferrous sulfate and basic tastes. *Physiology and Behavior*, 87(2), 272-279. DOI: 10.1016/j.physbeh.2005.10.013
- Swan, A. B., Cohen, A., Evans, S. R., & Drescher, B. A. (2013). Influence of taste quality on affective state. *Journal of Psychological Research*, 18(2).

원고접수: 2022.09.30

수정접수: 2022.11.25

게재확정: 2022.11.30