

ISSN 1738-8058

ISSN 1738-8058

Vol. 44 No. 1 Serial No. 52

44

제44권 1호 2024. 12. 31

智慧人類生態研究

학술논문

자기꾸밈을 통한 워킹맘의 우울감 치유 가능성 제안
:네트워크 분석을 중심으로
/김지윤, 이규혜

패션 팝업스토어와 백화점 방문 목적과 경험의 차이
/박예림·이규혜

루테인/제아잔틴이 풍부한 달걀 노른자 분말의 분무 건조 및 동결 건조
방법 비교, 마요네즈 제형에서의 적용
/중화음, 우정초, 오영진주, 신원선

식사 유형, 성별 및 체중 상태가 저작 특성에 미치는 영향
/장유경, 오영진주, 강민정, 신원선

수비드 및 조리 냉각 시스템으로 준비된 한국 전통 "사태찜"의 품질 평가
(소사태)
/오지은·오영진주, 박정현, 신원선

한양대학교 지능형인간환경연구소

HIHE

2024. 12. 31. 통권 52

HIHE

The Journal of Intelligent Human Ecology

Seoul 04763 城東區 往十里路 222 智慧人類生態研究院
Tel. 82-2-2220-1500
<http://kls.hanyang.ac.kr> h5eaha@hanyang.ac.kr

The Journal of Intelligent Human Ecology

<http://kls.hanyang.ac.kr> h5eaha@hanyang.ac.kr
2024년 12월 31일 발행 04763 서울시 성동구 왕십리로 222 한양대학교 지능형인간환경연구소

Vol.44

목 차

학술논문

1 자기꾸밈을 통한 워킹맘의 우울감 치유 가능성 제안: 네트워크 분석을 중심으로
김지윤·이규혜

8 패션 팝업스토어와 백화점 방문 목적과 경험의 차이
박예림·이규혜

14 루테인/제아잔틴이 풍부한 달걀 노른자 분말의 분무 건조 및 동결 건조 방법 비교,
마요네즈 제형에서의 적용
중화음·우정초·오영진주·신원선

26 식사유형, 성별 및 체중 상태가 저작 특성에 미치는 영향
장유경·오영진주·강민정·신원선

39 수비드 및 조리 냉각 시스템으로 준비된 한국 전통 '사태짬'의 품질 평가 (소사태)
오지은·오영진주·박정현·신원선

발행인 / 김우승(한양대학교 총장)

편집인 / 신원선(한국생활과학연구소 소장)

자문위원 / 박명자(한양대) 남경숙(한양대)

이현규(한양대) 엄애선(한양대)

박용순(한양대) 황연숙(한양대)

감 사 / 황연숙(한양대)

운영위원장 / 이규혜(한양대)

운영위원 / 고광웅(한양대) 배지현(한양대)

현경훈(한양대)

연구위원장 / 장순각(한양대)

연구위원 / 이광연(한양대) 서민정(한양대)

이지수(한양대)

편집위원장 / 이연희(한양대)

편집위원 / 민아람(한양대) 이지연(한양대)

Hyun Sook Kim(한양대)

이 책은 2024년도 한양대학교 교내 지원에 의하여 출판되었음.

제 호 / 제44권 1호

발행처 / 한양대학교 출판부

서울 성동구 왕십리로 222

전 화 / 02-2220-1432~4

전 송 / 02-2220-1435

발행년월일 / 2024년 12월 31일

CONTENTS

- 1** Proposal for the Possibility of Treating Depression in Working-mom through Self-adornment:
Focusing on Network Analysis
Kyu-Hye Le · Kyu-Hye Lee
- 8** Differences in Purpose and Experience Between Fashion Pop-up Stores and Department Store
Visits
Yerim Park · Kyu-Hye Lee
- 14** Comparison of spray-drying and freeze-drying methods for lutein/zeaxanthin-enriched
egg yolk powder and their application in mayonnaise formulation
Hexin Zeng · Jingchao Yu · Yingjinzhu Wu · Weon-Sun Shin
- 26** The meal type, gender and weight status can affect the masticatory properties
Yukyung Jang · Minjung Kang · Yingjinzhu Wu · Weon-Sun Shin
- 39** Quality Evaluation of Korean traditional "Satae-jjim" prepared by sous-vide and cook chill system
(Beef shine shank)
Ji-Eun Oh · Jeonghyun Park · Yingjinzhu Wu · Weon-Sun Shin

Publisher/ Woo-seung Kim
Editor/ Weon-Sun Shin
Operator Board/ Kyu-Hye Lee
Editor Board/ Yeon-Hee Lee

Printing No. / Vol. 44 No. 1
Publishing Office /
Hanyang University Press
Address / 222 Wangsimniro,
Seongdong-gu, Seoul, Korea
Tel / 82-2-2220-1432~4
Fax / 82-2-2220-1435
<http://www.press.hanyang.ac.kr>
Date / Dec. 31, 2024

자기꾸밈을 통한 워킹맘의 우울감 치유 가능성 제안 - 네트워크 분석을 중심으로 -

Proposal for the Possibility of Treating Depression in Working-mom through Self-adornment - Focusing on Network Analysis -

김 지 윤, 이 규 혜*

한양대학교 의류학과

Ji Yoom Kim, Kyu-Hye Lee*

Dept. of Clothing & Textiles, Hanyang University, Seoul, Korea

Abstract

Married women are facing increasing burdens as they have to do not only social activities but also housework and childcare due to their lives as working-moms. If this situation continues, working-moms will eventually choose to stop economic activities, resulting in social losses, or even lead to the problem of low fertility rates. Accordingly, this study sought to suggest ways to improve the mental health of working-moms and to confirm the possibility of healing through self-adornment in relation to appearance, which women are most sensitive to. Network analysis was conducted to investigate issues related to depression and embellishment among working-moms, and the analysis period was set to the COVID-19 pandemic period when social restrictions were most severe. The results of the analysis showed that the most stressful factors for working-moms were work and child care. This was found to be the result of irregular working hours and a lack of proper division of roles due to both work and housework being handled at home due to restrictions on external activities during the COVID-19 period. It was found that working-moms use decorating behaviors to relieve the depression caused by these causes. According to the results of this study, the government or companies should encourage participation by planning programs or events to help working-moms heal through self-adornment, and ensure that working-moms' emotions and feelings are maintained stably. As a result, women should be able to improve their negative perception of working-moms and reduce their resistance to becoming working-moms.

Key words : working-mom, depression, COVID-19, self-adornment, network analysis

주제어 : 워킹맘, 우울감, 코로나-19, 자기꾸밈, 네트워크 분석

I. Introduction

현대 사회로 들어서면서 산업 구조의 변화와 지속적인 경제성장으로 여성의 경제 활동 참가율은 점차 증가하고 있다. 하지만 이러한 현상 속에 결혼한 여성들은 사회활동과 더불어 과거 여성의 몫이었던 가사와 육아 등을 병행해야 하는 부담이 가중되고 있다. 특히 가부장적인 이데올로기에 의해 가사 활동에 대한 역할 부담이 공평하게 재조정되지 못하고 여전히 여성의 몫으로 남아있으며, 더불어 제도적

뒷받침마저 충분하지 못한 상황에 매우 큰 어려움을 느끼고 있는 현실이다. 또한, 현대 사회에 팽배하게 퍼져 있는 슈퍼맘 신드롬 즉, 워킹맘은 가사와 육아와 사회활동에서 완벽해야 한다는 사회적 시선의 부담이 워킹맘들의 스트레스를 가중하고 있다. 워킹맘들은 늘 시간적 및 정신적 여유 부족으로 불안정한 삶이 지속되고 있으며, 이에 따라 유발된 스트레스는 정신적 건강뿐만 아니라 신체적 건강까지 위협하고 있다. 또한 더 나아가 가정에서의 건강까지도 위협하고 있다. 이러한 상황이 지속되면 결국 워킹맘들은 사회적 손실을 낳는 경제 활동 중단을 선택하거나 저출산 문제에까지

* Corresponding Author : Kyu-Hye Lee

Tel : 82-2-2220-1191, E-mail : khlee@hanyang.ac.kr

이르게 된다.

또한 이와 더불어 여성은 남성보다 자기 외모를 판단하는 데 있어 타인과의 비교를 더 많이 한다. 이는 대중매체의 발달에 의한 외적인 아름다움을 추구하는 외모지상주의 현상과 자기 신체를 대상화하여 바라보는 시각에 의한 것이다. 이러한 현상에 의해 여성들은 사회적 기준이 만든 이상적 아름다움에 근접하지 않았을 때 나타나는 정신적 고통도 꾸준히 증가하고 있는데 비단 미혼의 여성에게서만 나타나는 것이 아니라 워킹맘도 마찬가지이다. 특히 이러한 비교는 타인과의 비교뿐만 아니라 자신의 이전 모습과의 괴리에 의해서도 가능하다. 이는 자신을 부정적인 시각으로 바라보게 되고 자아 존중감이 손상되며 우울증도 유발하게 된다. 우울증은 갑작스러운 환경의 변화나 원하지 않은 규범의 통제에 의해 발생할 수도 있다. 실제로 COVID-19 기간에 공포, 불안, 우울의 감정을 경험한 사람도 있었으며(Kang et al., 2020), 그 이전에도 SARS 등의 유행성 질병에 대해 외상 후 스트레스성 장애, 우울 장애 등 정신적 장애가 발생한 사례가 있다(Shin et al., 2019). 따라서 팬데믹 기간의 우울감에 대한 현상을 파악하는 것은 중요하다.

이러한 정신적 문제는 병리적 약물치료가 효과적이기는 하지만 한국 사회의 만연한 정신과 치료 기피 현상으로 워킹맘들의 접근이 쉽지 않다. 따라서 개인의 자아상에 대한 문제 요인들을 해결하기 위해서는 심리적인 치료가 병행되어야 한다. 최근 정신적인 건강을 회복하는 방법으로 다양한 심리치료가 등장하였으며 음악치료(music therapy), 무용치료(dance therapy), 미술치료(art therapy), 향기치료(aroma therapy) 등 다양한 형태로 계속 발전하고 있다. 따라서 꾸밈을 활용한 패션 분야에서도 이와 같은 현상에 발맞춰 접근할 필요성이 있다. 꾸밈을 테라피 도구로 사용할 수 있는 이유는 패션을 활용한 행동이 사회적 인간 행동이기 때문이다. 또한, 의류 착용이나 외모 관리 행위는 누구에게나 제2의 피부로 항상 공존하는 현실이며, 미적 경험과 직접적인 관련을 맺고 있기 때문이다. 그러므로 패션을 도구로 하여 패션을 경험하도록 하고, 패션과 타인과의 다양한 관계를 맺어가면서 변화를 도와준다. 패션을 활용한 치료는 일상에서 다수의 소비자가 자아 존중감 및 자기 효능감 향상, 자기만족 등 패션의 긍정적인 효과를 체험하는 것에서 확인할 수 있다(Wood-Barcalow et al., 2010). 또한, 최근에는 미국의 'Extreme Makeover', 영국의 'What not to Wear', 한국의 'Let미인'과 같은 TV 프로그램에서 패션 테

라피로 개인의 자존감, 사회적 수용(social acceptance)과 주관적 안녕감(subjective well-being) 향상 등 문제 해결 사례가 있다.

워킹맘들이 처한 환경이 바뀔 수 없다면 다른 방법으로 정신 건강을 향상할 필요성이 있다. 특히 COVID-19와 같이 사례가 없는 질병으로 인해 장기간 제약을 받게 될 때 우울감이 가중되지 않기 위한 대책을 마련해야 한다. 워킹맘의 일상 및 정서에 대한 부정적인 인식이 감소할 수 있다면 여성들이 워킹맘이 되는 것에 대한 거부감이 줄어들 수 있을 것이며, 이는 국내의 출산율 문제를 해결하는 데 긍정적인 효과로 작용할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 가부장적 이데올로기, 슈퍼맘 신드롬과 사회적 외모 비교 등에 의하여 정신적 고통에 시달리는 워킹맘이 패션의 꾸밈 행동을 통해 자존감 회복과 우울감 개선을 할 수 있도록 방향성을 제안하고자 한다. 특히 환경의 변화가 가장 크게 나타나는 팬데믹 기간에 집중하여 확인하고자 한다. 이를 통해 일차적으로는 워킹맘 개인의 정신 건강 향상을 도모하고 더 나아가, 사회적 건강 향상에 도움을 줄 수 있을 것이다.

II. Method

최근의 정보량이 증가하는 추세는 규모나 속도에 있어서 “정보의 쓰나미”라고 할 정도가 되면서(Mayer-Schönberger, 2013), 빅데이터는 정보를 탐색하는데 중요한 요인이 되었다. 빅데이터는 다양한 형태의 비정형 자료들이 서로 연결되어 정보가 생산되고, 측정 및 기록되면서 이전과는 다른 결과가 도출되는 잠재력을 가진다(Han, 2015). 따라서 본 연구는 COVID-19 기간에 발생한 워킹맘의 이슈 및 감정과 꾸밈의 관계성을 확인하기 위해 데이터 마이닝(data mining)을 통한 네트워크 분석(network analysis)을 실시하였다.

COVID-19 관련 정신 건강 사례들에 대한 빅데이터 분석을 활용한 주요 연구는 다음과 같다. Lim(2021)의 연구에서는 ‘코로나 블루’에 대한 이슈와 의미를 알아본 결과 상위 핵심 키워드로 우울감, 극복, 장기화, 마음, 불안 등이 나타났다. Yoo and Lim(2021)의 연구에서는 COVID-19 감정과 관련된 뉴스 데이터를 수집하여 분석한 결과 중국, 불안, 상황, 마음, 사회, 건강과 같은 단어의 빈도가 높게 나타났다. Kim(2023)의 연구에서는 ‘코로나 우울’과 관련된 전반적인

이슈와 사회적 반응을 탐색한 결과 상위 핵심 키워드로 극복, 불안, 사람, 마음, 장기, 증상, 스트레스, 후유증 등이 나타났다.

이에 본 연구는 “워킹맘”, “직장맘”, “꾸맘”, “치유”, “패션”을 키워드로 설정하여 네이버와 다음을 대상으로 카페 및 블로그의 데이터를 수집하였다. 블로그는 정보성, 감정, 특정 주제에 대한 의견 등을 모두 보유하고 있으며, 카페는 특정 집단에서의 이슈, 인식 파악에 유용하다. 수집 기간은 COVID-19 팬데믹 집중 기간인 2020년 3월부터 2021년 7월로 설정하였으며, 수집한 데이터는 텍스트(textom)을 활용하여 TF-IDF, 연결중심성, CONCOR 분석을 통해 결과를 도출하고 시각화하였다.

III. Results

1. TF-IDF 분석

TF-IDF(Term Frequency-inverse document frequency)는 특정한 단어가 문서 내에서 등장하는 빈도를 나타내는 TF와 단어가 전체 문서 중 몇 개의 문서에서 등장하는지를 나타내는 IDF(문서빈도의 역수)를 곱한 값으로 어떤 단어가 특정 문서에서 얼마나 중요한지를 나타낸다(Ryu & Cho, 2020). 본 연구에서 TF-IDF를 실시한 결과는 <표 1>과 같으며, 시각화 결과는 <그림 1>과 같다.

검색 키워드인 ‘워킹맘’과 ‘패션’을 제외한 상위 핵심 키워드로는 ‘우울’, ‘직장’, ‘일’, ‘사람’, ‘아이’ 등이 나타났다. COVID-19 기간에 워킹맘들은 우울한 감정을 경험했으며, 직장 혹은 육아에서 오는 스트레스가 원인으로 작용했을 것으로 보인다. 또한 외부 활동에 제약이 생기다 보니 사람간의 관계에서도 우울감이 발생했을 수도 있다고 예측해 볼 수 있다. 이는 COVID-19 이후 기혼 직장여성의 스트레스에 유의한 영향을 미치는 변수로 배우자와의 관계, 불규칙한 근로 시간, 과도한 근로 시간, 업무량에 대한 시간 압박감, 부적절한 작업 자세, 직장 내 차별, 자녀 양육 부담감이 나타났다는 Jeong and Han(2022)의 연구와 일치한다.

치유와 관련된 키워드 중 상위 키워드는 ‘옷’으로 확인되었고, 다음으로 ‘영화’, ‘친구’, ‘일반소설’, ‘드라마’가 나타났다. 워킹맘들은 팬데믹 동안 우울한 감정을 경험했을 때, 일차적인 수단으로 타인과의 직접적인 교류가 없어도 되는 의복 행동을 통해 기분을 전환하는 것으로 해석할 수 있다.

이후 이차적인 수단으로 친구를 통해 위로받거나 영화 혹은 소설 등 경험적 행동을 통해 치유하는 것으로 판단할 수 있다.

<표 2> TF-IDF 분석 결과

순위	Keyword	TF-IDF
1	패션	191.25
2	우울	180.06
3	직장	173.48
4	일	168.59
5	사람	152.77
6	워킹맘	146.13
7	맘	125.63
8	아이	118.74
9	엄마	113.41
10	우울증	103.56
11	옷	102.57
12	생각	99.91
13	육아	98.28
14	오늘	95.55
15	집	89.72
16	마음	88.64
17	영화	88.23
18	친구	84.99
19	일상	84.76
20	일반소설	80.55
21	말	75.25
22	드라마	73.40
23	회사	71.08
24	사랑	70.00
25	추천	69.08
26	힘들	66.82
27	이야기	63.39
28	마스크	62.21
29	시간	61.08
30	시작	61.08



<그림 3> TF-IDF 분석 시각화 결과

2. Centrality analysis

자기꾸밈을 통한 워킹맘의 우울감 치유 가능성 제한 -네트워크 분석을 중심으로-

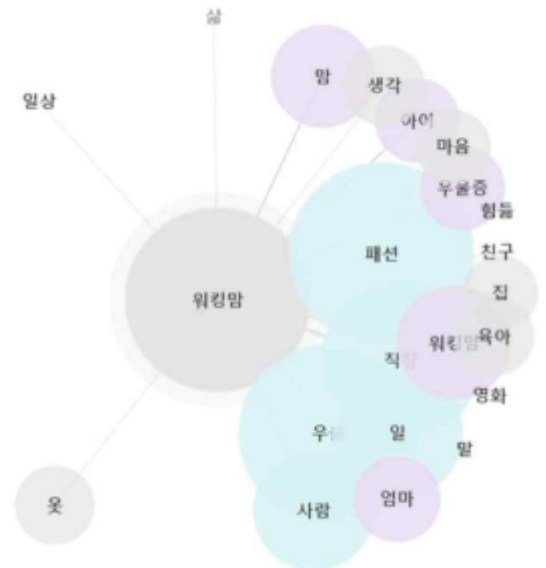
연결중심성(centrality)은 특정 노드(node)가 얼마나 중요한지를 측정하는 방법으로 해당 노드가 다른 노드들과 얼마나 많은 연결을 가졌는지를 나타낸다(Cheung, 2022). 이를 통해 네트워크 내에서의 중요성을 파악할 수 있으며, 연결중심성이 높은 노드는 네트워크 내에서 중심적인 역할을 하는 것으로 해석할 수 있다. 단어가 등장한 빈도만으로는 키워드 간 연계성을 확인하기 어렵기 때문에 연결중심성 분석을 통해 이를 확인하고자 하였다. 본 연구에서 연결중심성 분석을 시행한 결과는 <표 2>와 같으며, 시각화 결과는 <그림 2>와 같다.

연결중심성에 관한 상위 키워드로는 ‘우울’, ‘패션’, ‘직장’이 나타나 TF-IDF와 비슷한 결과가 도출되었다. COVID-19 기간에 워킹맘들은 자신이 처한 상황 및 환경에서 우울감을 느꼈으며, 직장 및 일과 관련된 스트레스가 가장 큰 원인으로 확인되었다. 또한 육아에서 오는 스트레스도 워킹맘들의 우울증을 유발하는 원인 중 하나로 나타났다. 이는 COVID-19로 인한 가족생활의 변화가 기혼 직장 여성의 일-가정 양립 갈등을 악화시키고, 직무만족도에 부정적인 영향을 미친다는 Shin(2022)의 연구와 일치한다.

연결중심성 분석 결과에서 치유와 관련된 단어를 살펴보면 우울증이 발생하는 원인보다 연결성이 낮게 나타났다. 치유는 우울한 감정이 생기고 우울증으로 인지된 이후 이루어지는 단계이기 때문에, 치유보다 앞선 우울증이 발생하는 원인에 대한 연결중심성이 더 높게 나타난 것으로 보인다. 또한 치유와 관련하여 TF-IDF 분석 결과와의 차이를 살펴보면 ‘집’, ‘친구’는 순위가 올라갔지만 ‘옷’은 순위가 내려갔다. 치유를 위한 행동은 발생하는 순서와는 다르게 패션제품 쇼핑이나 꾸밈보다 집에서 휴식과 친구와의 교류가 더 중요한 요인이라는 것을 예측해 볼 수 있으며, 의복을 통한 치유는 어느 정도 감정이 회복된 이후에 동반될 수 있는 행동으로 판단된다.

<표 3> 연결중심성 분석 결과

순위	Keyword	Degree centrality
1	우울	0.051
2	패션	0.049
3	직장	0.045
4	일	0.030
5	맘	0.028
6	사람	0.025
7	워킹맘	0.023
8	엄마	0.016
9	생각	0.016
10	아이	0.016
11	우울증	0.015
12	집	0.014
13	마음	0.014
14	친구	0.013
15	육아	0.012
16	일상	0.012
17	옷	0.012
18	힘들	0.009
19	요즘	0.009
20	드라마	0.009
21	시작	0.009
22	회사	0.009
23	사랑	0.008
24	영화	0.008
25	삶	0.007
26	시간	0.007
27	직장생활	0.007
28	말	0.007
29	여성	0.007
30	이야기	0.007



<그림 4> 연결중심성 분석 시각화 결과

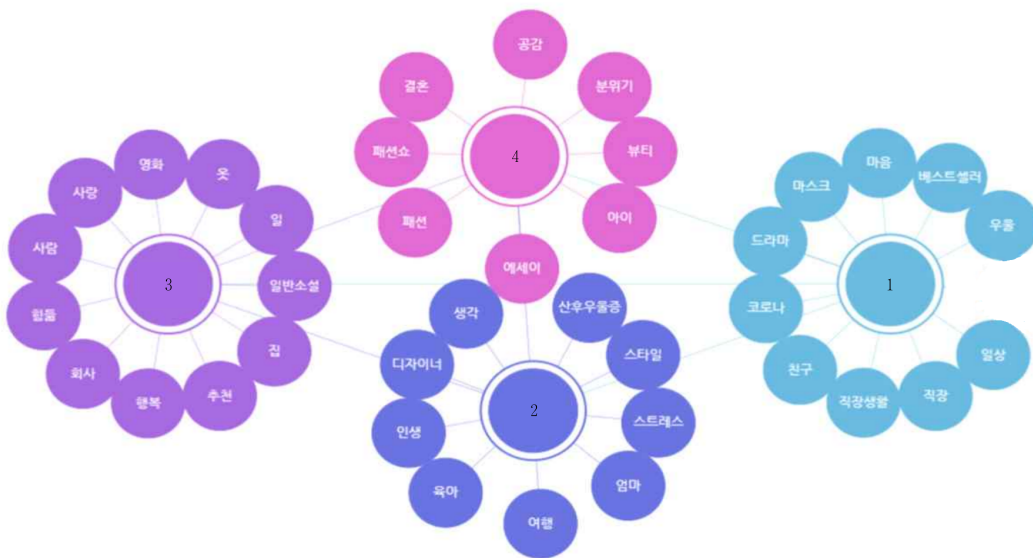
3. Concor analysis

Concor 분석은 주요 단어들의 연관성을 분석하여 동시 출현 빈도가 높은 단어들을 같은 군집(cluster)으로 구분하여 주제어의 유형을 소수의 그룹으로 분류하는 것이다(Han & Hwang, 2023). 이를 통해 네트워크의 특성과 패턴을 분석하여서 관련된 정보를 추출하고 시각적으로 표현할 수 있다. 본 연구에서 concor 분석을 실시한 결과는 <표 3>과 같으며, 시각화 결과는 <그림 3>과 같다.

군집 1은 우울, 직장, 마음, 친구, 일상, 직장생활, 마스크, 코로나 등의 단어들로 구성되어 있다. 이는 우울한 기분이 드는 원인 중 직장에서 오는 스트레스와 관련이 있으므로 '직장 스트레스'로 명명하였다. 군집 2은 육아, 엄마, 인생, 산후우울증, 스트레스 등의 단어들로 구성되어 있다. 이는 우울한 기분이 드는 원인 중 육아에서 오는 스트레스와 관

련이 있으므로 '육아 스트레스'로 명명하였다. 군집 3는 사람, 사랑, 옷, 영화, 일반소설, 집, 행복, 추천 등의 단어들로 구성되어 있다. 이는 일상에서 경험할 수 있으며, 휴식을 취하며 할 수 있는 것들이 포함되어 있어 '일상에서의 치유'로 명명하였다. 군집 4은 뷰티, 패션, 패션쇼, 공감, 분위기 등의 단어들로 구성되어 있다. 이는 꾸밈의 대표적인 요인인 뷰티와 패션이 포함되어 있으며, 기분 전환과 관련된 것들이 포함되어 있어 '꾸밈을 통한 치유'로 명명하였다.

Concor 분석에서 시각화 결과를 보면 군집 1 및 군집 2가 비교적 군집 4보다 군집 3과의 거리가 가까운 것을 확인할 수 있다. 스트레스와 치유의 범주로 보면, 팬데믹 동안 워킹맘들에게 직장 및 육아와 관련하여 우울증이 발생했을 때, 자신을 꾸밈으로써 치유의 효과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.



<그림 5> Concor 분석 시각화 결과

<표 4> 연결중심성 분석 결과

구분	Cluster	Keyword
1	직장 스트레스	우울, 직장, 마음, 친구, 일상, 직장생활, 마스크, 코로나, 드라마, 베스트셀러
2	육아 스트레스	육아, 엄마, 인생, 산후우울증, 스트레스, 생각, 여행, 인생, 스타일
3	일상에서의 치유	사람, 사랑, 옷, 영화, 일반소설, 집, 행복, 추천, 일, 회사, 힘들
4	꾸밈을 통한 치유	뷰티, 패션, 패션쇼, 공감, 분위기, 에세이, 결혼, 아이

IV. Conclusion

본 연구는 워킹맘들의 정신 건강을 완화하려는 방법으로 꾸밈을 활용한 치료의 방향성을 제시하고자 하였다. 특히 팬데믹 기간과 같은 사회적 제약이 발생하는 경우 우울증 등 정신 건강에 이상 신호가 나타날 수 있으므로 COVID-19 기간에 초점을 맞추었다. 팬데믹 동안 발생한 워킹맘의 이슈 및 감정과 꾸밈의 관계성을 확인하고자 데이터 마이닝을 통한 네트워크 분석을 실시하였으며, 이에 대한 결론 및 시사점은 다음과 같다.

우선 TF-IDF 분석 및 연결중심성 분석을 통해 COVID-19 팬데믹 집중 기간에 워킹맘 대부분이 우울증을 경험한 것으로 나타났다. 이 당시에는 사회적 거리 두기가 강화되었기 때문에 공간 제약으로 인한 육아 및 가사 부담 뿐만 아니라 재택근무로 인한 불규칙한 근무 시간 등에서 오는 스트레스가 주된 원인이 된 것으로 보인다. 활동의 제약으로 워킹맘들은 혼자 할 수 있는 것들을 찾기 시작했고, 타인과의 직접적인 교류 없이도 가능한 쇼핑이나 꾸밈 등을 통해 우울한 감정을 해소한다는 것을 알 수 있었다. 하지만 의복과 관련된 행동만으로는 우울증이 온전히 회복되기는 힘들며, 친구를 통한 위로나 집에서의 휴식이 함께 필요하다. 따라서 COVID-19와 같은 질병으로 인한 사회적 규제가 발생했을 때, 스트레스를 해결하고 우울증을 완화할 수 있도록 정부에서는 패션테라피, 미술테라피 등과 같이 부담 없이 찾을 수 있는 치유 프로그램을 개발하여 워킹맘의 참여를 유도할 수 있어야 한다. 또한 무조건적인 활동의 제약보다 융통성 있는 대처로 우울감을 느낄 수 있는 상황을 최소화할 수 있어야 한다. 이와 더불어 패션 기업에서는 정기적인 이벤트 혹은 쿠폰 제공 등으로 꾸밈을 통한 치유를 유

도할 수 있도록 해야 한다. 동시에 과도한 구매나 쇼핑 증독과 같은 부작용이 발생하지 않는 선에서 패션을 통한 행복감을 추구할 수 있도록 마케팅을 진행해야 한다.

다음으로 CONCOR 분석을 통해 워킹맘의 스트레스는 크게 직장과 육아, 이에 따른 치유 방식은 일상에서의 치유와 꾸밈을 통한 치유 두 가지로 분류되었다. 워킹맘은 직장과 육아를 동시에 감당해야 하는 부담이 있으므로 두 가지의 경우에서 오는 스트레스는 필연적일 것이다. 하지만 COVID-19 발생 이전에는 일과 가사가 이루어지는 시간과 공간이 확실하게 구분되어 있었던 반면, COVID-19 발생 이후에는 일과 가사가 집이라는 한 가지 장소로 한정되었다. 또한 어린이집이나 키즈카페 등 아이를 위한 시설도 잠정적 운영 정지로 아이를 맡길 수 있는 곳이 사라지면서 일과 육아가 동시에 이루어질 수밖에 없었다. 이러한 결과로 워킹맘들은 자신이 지켜오던 일상이 깨지는 것에 지속적인 스트레스를 받았다. 친구 등 가까운 관계에 있는 사람들과 보내는 시간이 사라지고, 여행은커녕 가까운 곳에 나들이조차 생각할 수 없었기에 이전보다 스트레스가 가중되면서 결국 우울증까지 이어지게 된 것이다. 회복을 위한 행동이라고는 집 안에서 할 수 있는 영화 보기, 소설 읽기 등 일상을 틈틈이 활용하거나, 화장품이나 의복을 통해 자신을 꾸밈으로써 내적 위로를 할 수 있었지만, 이 또한 공감해주는 상대가 없다 보니 한계가 있었을 것이다. 앞으로 COVID-19와 같은 이례적인 질병이 발생했을 때 워킹맘들이 우울감을 회복할 수 있는 대책을 세워 여성들이 워킹맘으로 사는 삶에 거부감을 느끼지 않도록 해야 한다. 심각한 질병으로 인해 사회적 격리가 찾아왔을 때, 기업이나 정부에서는 혼자서 할 수 있는 프로그램을 개발하여 집 안에만 갇혀있는 워킹맘들이 기분 전환할 수 있는 요인을 제공해야 한다. 또한 워킹맘들은 자신을 꾸밈으로써 감정 회복의 기회를 가질 수 있으므로 이와 연관성이 있는 패션 기업들이 시간이나 공간의 제약을 고려하여 온라인에서의 꾸밈과 관련된 이벤트를 진행하는 등 쇼핑이나 구매에서 끝나지 않고 이후 할 수 있는 것들을 제안할 수 있어야 한다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, COVID-19 시기에 따른 워킹맘이 느끼는 우울감에 대한 정도의 차이를 알아볼 필요가 있다. 본 연구에서 도출된 직장 및 육아에 대한 스트레스는 워킹맘에게는 당연한 결과일 수 있다. 팬데믹 기간 외에 발생 전후 우울감이 생기는 주요 원인의 차이 혹은 스트레스 항목의 차이가 나타날 수 있으며, 우울증을

회복하기 위한 수단과 방법에도 차이가 나타날 수 있다. 따라서 추후 연구에서는 워킹맘들을 대상으로 심층 면접을 진행하여 COVID-19 발생 전후를 포함한 COVID-19 기간의 행동 및 감정의 차이를 확인할 필요가 있다. 둘째, 꾸밈에 대한 행동을 구체화할 필요가 있다. 본 연구에서는 워킹맘이 느끼는 스트레스와 우울감을 회복하기 위한 수단 중 하나로 꾸밈이 도출되었다. 하지만 꾸밈에도 화장, 의복 등 다양한 행동들이 존재하기 때문에 우울증이 발생하는 원인 혹은 우울증을 느끼는 정도에 따라 꾸밈 행동의 차이가 나타날 수 있다. 따라서 추후 연구에서는 설문 조사 및 심층 면접을 통해 워킹맘들이 치유의 수단으로 사용하는 꾸밈 행동이 상황이나 환경에 따라 어떻게 달라지는지 분석할 필요가 있다. 셋째, 인구통계학적 특성 혹은 개인적 특성에 따른 차이를 알아볼 필요가 있다. 워킹맘의 연령이나 직업군에 따라 스트레스나 우울감을 느끼는 정도가 달라질 수 있으며, 회복을 위한 행동에도 차이가 나타날 수 있다. 또한 성격과 같은 개인적 성향에 따라서도 달라질 수 있다. 따라서 추후 연구에서는 워킹맘들을 대상으로 설문 조사를 진행하여 COVID-19 기간에 따른 우울증에 대해 이러한 특성들과의 인과관계를 밝혀낼 필요가 있다.

본 연구는 COVID-19와 같은 이례적인 질병에 대비하여 특정 기간 워킹맘들의 우울감과 치유에 대한 이슈를 확인한 것에 의의가 있다. 또한 사회적 문제인 출산율을 해결하는 방안으로 워킹맘들의 정신 건강 회복을 제안함으로써 여성들의 워킹맘에 대한 부정적인 인식을 낮추고자 한 것에 의미가 있다. 본 연구는 워킹맘들이 받는 스트레스를 치유하는 방안으로 꾸밈 행동을 제시함으로써 패션 분야에서도 워킹맘의 우울증과 관련된 연구 가능성을 확인한 것에 의의가 있다.

References

- Cheung, T. C. (2022). Quantitative Study of Soft Masculine Trends in Contemporary Menswear Using Semantic Network Analysis. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 46(6), 1058-1073.
- Han, S. K. (2015). Doing Social Sciences in the Age of Big Data: Rethinking Analytical Strategy in the Changing Data Environment. *Korean Journal of Sociology*, 49(2), 161-192.
- Han, Y., & Hwang, J. (2023). Use of Metaverse and User Perception through Big Data Analysis. *Journal of Digital Contents Society*, 24(12), 3023-3035.
- Jeong, Y. R., & Han, S. S. (2022). Stress experienced by married working women after the COVID-19 pandemic. *The Korean Journal of Health Service Management*, 16(4), 85-95.
- Kang, J. H., Bak, A. R., & Han, S. T. (2020). A phenomenological study of the lifestyle change experiences of undergraduate due to COVID-19. *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*, 14(5), 289-297.
- Kim, Y.-J. (2023). Analysis of Issues on COVID-19 Blues Using Big data. *Health and Social Welfare Review*, 43(2), 29-47.
- Lim, Y. H. (2021). COVID-19 Blues: A Big Data Analysis. *Korean Journal of Counseling and Psychotherapy*, 33(2), 829-852.
- Mayer-Schönberger, V. (2013). *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*(Vol. 2). Houghton Mifflin Harcourt google schola.
- Shin, H.-J. (2022). Study on the Relationship between Changes in Family Life due to COVID-19, Daily Stress, Work-Family Balance Conflict and Job Satisfaction of Married Working Women. *The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)*, 8(6), 251-260.
- Ryu, M. H., & Cho, H. (2020). An Analysis of IoT Service using Sentiment Analysis on Online Reviews: Focusing on the Characteristics of Service Providers. *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, 25(5), 91-102.
- Shin, J., Park, H. Y., Kim, J. L., Lee, J. J., Lee, H., Lee, S. H., & Shin, H. S. (2019). Psychiatric morbidity of survivors one year after the outbreak of Middle East respiratory syndrome in Korea, 2015. *Journal of Korean Neuropsychiatric Association*, 58(3), 245-251.
- Wood-Barcalow, N. L., Tylka, T. L., & Augustus-Horvath, C. L. (2010). "But I like my body": Positive body image characteristics and a holistic model for young-adult women. *Body image*, 7(2), 106-116.
- Yoo, S. Y., & Lim, G. G. (2021). Analysis of news agenda using text mining and semantic network analysis: Focused on COVID-19 emotions. *Journal of Intelligence and Information Systems*, 27(1), 47-64.

패션 팝업스토어와 백화점 방문 목적과 경험의 차이

Differences in Purpose and Experience Between Fashion Pop-up Stores and Department Store Visits

박 예 립, 이 규 혜*

한양대학교 의류학과 휴먼테크융합전공, 한양대학교 의류학과 휴먼테크융합전공 교수*

Yerim Park, Kyu-Hye Lee*

Master's Student, Human-Tech Convergence Program, Dept. of Clothing & Textiles, Hanyang University, Seoul, Korea

Professor, Human-Tech Convergence Program, Dept. of Clothing & Textiles, Hanyang University, Seoul, Korea*

Abstract

The purpose of this study is to investigate the differential characteristics of the two shopping environments of pop-up stores and department stores. Therefore, the differences in consumer experiences in different shopping environments in the two spaces were compared and analyzed using text mining techniques. The subjects of the study were "Burberry Street" pop-up stores conducted at the same time and Burberry stores in major department stores in Seoul. The data consisted of a total of 2,000 cases based on consumer reviews, and were collected from Naver, Daum blogs, cafes, and Google's Facebook and web documents based on the portal. Textom, an analysis tool that can utilize text mining techniques, was used for the analysis method, and TF-IDF frequency analysis and clustering (Lubane) techniques were used.

As a result of the analysis, it can be seen that the purpose of visiting the two spaces was remarkably different. The pop-up store was confirmed to be particularly effective for the MZ generation, which values emotional experience as a space that fixes emotional ties with the brand through experiential events and limited-edition product provision. On the other hand, the department store was able to confirm that it visited to receive help in purchasing decisions through products with guaranteed quality and professional services. It represents recognition as a space that focuses on practical purchase and information search. Therefore, this study emphasized the differential characteristics of the two shopping environments and the importance of consumer experience, and based on this, it was intended to provide basic data for fashion brands to establish marketing strategies suitable for each of the two spaces.

Key words : pop-up store, department store, consumer experience, purpose of visit, text mining

주제어 : 팝업스토어, 백화점, 소비자 경험, 방문 목적, 텍스트 마이닝

1. Introduction

소비자는 패션 제품을 선택할 때 가격이나 품질, 디자인만 고려하는 것이 아니라 브랜드가 제공하는 경험과 감성적인 측면의 체험적 요소들에 주목한다. 특히 MZ세대는 제품 구매 자체보다 브랜드가 전달하는 스토리와 체험적 요소를 더 중시하며, 이에 따라 패션 브랜드들은 소비자와의 상호작용 방식을 변화시키고 있다(권한울 & 유하연, 2024). 최근에는 오프라인 리테일 환경에서 MZ세대의 적극적인 참여를 유도하기 위해 감각적 요소를 활용한

경험 디자인 전략이 중요한 마케팅 수단으로 제시되고 있다(임환희&구유리, 2022). 소비자의 경험을 중시하는 소비 트렌드는 소비자와 브랜드의 관계를 형성하는 방식에 영향을 미치며 기존 거래 중심의 소비 형태에서 벗어나 브랜드와 소비자의 감성적인 유대와 연결을 강화하는 방향으로 변화하고 있다.

패션 브랜드들은 팝업스토어를 브랜드의 스토리와 정체성을 소비자가 직접 체험할 수 있도록 구성하여 브랜드 충성도를 강화하는 전략적인 방법으로 사용한다. 팝업스토어는 이러한 변화를 반영한 대표적인 사례로 일정 기간 동안 한정적으로 운영되면서 소비자들에게 차별화된 브랜드 경험을 제공하는 마케팅 전략으로

* Corresponding Author : Kyu-Hye Lee

Tel : 82-2-2220-1191, E-mail : khlee@hanyang.ac.kr

활용되고 있다(Surchi, 2011). 소비자들은 팝업스토어에서 한정판 상품 구매 및 체험, 브랜드와 각 시즌 제품의 정체성을 담은 독특한 공간 연출, 이벤트 참여 등을 통해 브랜드의 가치를 직접적으로 경험할 수 있다. 따라서 팝업스토어는 소비자에게 독특한 경험을 제공하며, 브랜드와의 감성적 연결을 강화하는 데 특히 효과적이며 이는 브랜드의 충성도를 높이고 긍정적인 이미지를 형성하는 데 기여한다(Kim et al., 2011). 반면, 백화점은 구매와 정보 탐색을 중심으로 한 실용적 경험을 제공한다. 소비자들은 백화점에서 다양한 브랜드와 상품을 직접 비교할 수 있고 패션 제품의 전문가와 함께 구매 결정을 내릴 수 있으며 품질이 보장된 상품을 제공하여 소비자가 구매 결정을 내리는 데 중요한 역할을 한다(Eighmey & McCord, 1998). 기존 연구는 각 유통 채널에 대한 논의는 많았지만 팝업스토어와 백화점의 방문 목적과 경험 차이를 비교 분석한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 두 채널의 특성을 비교하는 연구는 브랜드 경험의 관점에서 학문적인 가치가 있다.

II. Background

소비자 동기 이론(consumer motivation theory)에 따르면, 소비자는 내적 동기와 외적 동기에 따라 특정 공간을 방문한다(Holbrook & Hirschman, 1982). 내적 동기는 재미와 감성적 경험을 추구하는 목적을 포함하며, 외적 동기는 편리성과 구매 같은 실용적 목적을 포함한다(Schmitt, 1999). 팝업스토어는 내적 동기를 충족시키는 대표적인 공간으로, 소비자들에게 브랜드 경험과 감성적 체험을 제공하며 매력적인 공간으로 인식된다(Surchi, 2011). 반면, 백화점은 외적 동기에 따라 실용적 구매를 추구하는 소비자들에게 선호되는 장소로 작용한다(Kim & Lee, 2019).

체험 마케팅 이론(experiential marketing theory)에 따르면, 소비자는 단순한 상품 구매를 넘어 브랜드와의 감성적 교류를 통해 독특한 경험을 쌓고자 하며, 이러한 경험은 브랜드 충성도와 긍정적인 구전 효과로 이어질 수 있다(Addis & Holbrook, 2001; Pine & Gilmore, 1999). 팝업스토어는 체험 마케팅 이론의 감성적 교류 요소를 구현한 대표적 사례로, 소비자들에게 독창적인 공간 연출과 한정판 상품을 제공하며 브랜드에 대한 긍정적인 이미지를 형성한다.

소비자 참여 이론(consumer engagement theory)에 따르면, 소비자는 브랜드와의 정서적 및 행동적 상호작용을 통해 브랜드 가치를 체감하고, 이 과정에서 브랜드 충성도가 높아진다(Brodie et al., 2011). 팝업스토어는 이러한 참여를 유도하는 공간으로, 브랜드가 소비자에게 전달하고자 하는 이야기를 담은 이벤트 참여 공간과 제품을 체험할 수 있는 공간을 제공한다. 반면, 백화점은 소비자에게 신뢰할 수 있는 품질과 전문적인 서비스를 제공하며, 구

매 결정을 돕는 데 초점을 맞춘다(Kim & Lee, 2019). 다양한 연령대와 소비자층을 대상으로 감성적이고 정서적인 측면보다는 여러 브랜드를 입점시켜 소비자들이 더 쉽고 빠르게 물건을 비교하고 구매할 수 있는 실용적인 장소이다.

앞선 이론들에 따르면, 소비자가 브랜드와 상호작용을 할 때 체험 마케팅의 요소는 감성적 충족을 넘어 소비자의 자기표현과 정체성 형성에도 영향을 미친다(Smith & Wheeler, 2002). 특히 팝업스토어는 이러한 감성적 체험을 구현하며, 소비자들에게 브랜드의 스토리와 정체성을 직접 경험할 기회를 제공한다. 이는 소비자가 브랜드에 대한 깊은 이해와 정서적 유대감을 형성하도록 돕는다(Cho & Park, 2023).

반면, 백화점은 구매 과정에서 소비자들에게 실용적 가치를 제공하며, 다양한 제품과 정보를 비교하고 구매 결정을 내릴 수 있는 편의성을 강조한다(Kim & Lee, 2019). 하지만 이러한 실용적 환경도 체험적 요소를 보완적으로 포함할 때 소비자 만족도를 더욱 높일 수 있다. 최근 연구에 따르면, 백화점 내에서의 체험 마케팅 전략이 단순한 구매 편의성 제공을 넘어 소비자 참여와 긍정적 브랜드 이미지 형성에 기여할 수 있는 가능성을 보여주었다(Lee & Choi, 2023).

팝업스토어와 백화점이라는 두 공간의 마케팅 전략 및 소비자 경험에 관한 선행 연구를 살펴보면, 팝업스토어의 효과와 체험적 요소에 초점을 맞춘 연구(Surchi, 2011; 이승훈, 2021)와 백화점에서의 소비자 구매 행동 및 만족도에 대한 연구(Kim & Lee, 2019; 김진영, 2020)가 진행되어 왔다. 또한, 소비자 동기 이론을 기반으로 내적 동기와 외적 동기가 소비자의 행동에 미치는 영향을 다룬 연구(Holbrook & Hirschman, 1982; Schmitt, 1999)와 소비자 참여 이론을 통해 소비자와 브랜드 간의 정서적 유대와 행동적 참여의 중요성을 강조한 연구(Brodie et al., 2011)도 활발히 논의되고 있다.

그러나 기존 연구는 팝업스토어와 백화점이라는 상이한 공간이 소비자 경험과 브랜드 충성도에 미치는 영향을 체험 마케팅 이론과 소비자 참여 이론의 관점에서 체계적으로 비교 분석한 사례가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 소비자 동기 이론, 체험 마케팅 이론, 소비자 참여 이론을 중심으로 두 공간 간 소비자 경험의 차이를 보다 구조적이고 심층적으로 분석할 수 있는 근거를 마련하고자 한다. 특히, 두 공간이 소비자의 감성적인 체험을 뜻하는 내적 동기와 실용적 가치를 뜻하는 외적 동기에 따라 어떤 방식으로 브랜드와의 상호작용을 유도하며, 정서적 및 행동적 참여가 브랜드에 어떤 영향을 미치는지에 대한 논의가 부족하다.

따라서 팝업스토어와 백화점이라는 두 쇼핑 환경에서 소비자 경험의 차이를 소비자 동기 이론과 소비자 참여 이론을 바탕으로 비교 분석하고자 한다. "버버리 스트리트" 팝업스토어와 동일 시기에 운영된 백화점 내 버버리 매장을 대상으로 소비자들의 방문 동기와 경험을 비교 분석하여 브랜드가 각각의 쇼핑 환경에 어울리는 마케팅 전략을 수립할 수 있는 기초 자료를 제공하고자 한다.

또한 팝업스토어와 백화점이라는 서로 다른 쇼핑 환경의 차별화된 소비자 경험을 분석하여 패션 브랜드가 소비자와 소통할 때

고려해야 할 마케팅의 전략적 요소를 제안하고자 한다. 이를 통해 두 쇼핑 환경의 특성을 이해하여 소비자와 브랜드 간의 감성적인 가치와 실용적인 방식이 조화를 이룰 수 있는 마케팅 전략 개발에 기여하고자 한다.

III. Research Method

본 연구에서는 팝업스토어와 백화점의 각 공간에서 소비자가 어떻게 브랜드와 상호작용 하는지 알아보고 서로 다른 쇼핑 환경에서 발생하는 소비자의 방문 목적과 경험의 차이를 비교 분석하고자 한다. 또한 이러한 차이가 소비자가 브랜드를 어떻게 인식하는지와 제품을 구매할 때의 의도에 미치는 영향을 탐구하고자 한다.

시기는 2023년이며 장소는 성수동에서 진행된 “버버리 스트리트” 팝업스토어와 동일한 시기의 서울 시내 주요 백화점 내에 위치한 버버리 매장을 선정하였다.

연구 대상은 두 공간이 동일한 브랜드이면서 소비자에게 제공하는 경험과 방문 목적에 차이가 존재하는 곳으로 두 가지의 선정 기준에 따라 선택하고자 하였다. 따라서 2023년 성수동에서 진행된 “버버리 스트리트” 팝업스토어와 동일한 시기에 서울 시내의 주요 백화점 내에 위치한 버버리 매장을 선정하였다. 특히 “버버리 스트리트”는 다양한 체험 공간과 이벤트는 물론 브랜드가 가진 정체성에 대한 스토리텔링을 통해 소비자에게 감성적인 가치를 전달하고자 한 팝업스토어이기에 연구 대상으로 적합하다고 판단하였다.

데이터 수집은 두 공간 모두에서 소비자의 방문이 활발히 이루어진 시점인 2023년 10월 7일부터 2023년 11월 5일까지 약 1개월 동안 진행되었다. 또한 수집된 데이터가 최신 소비자 반응을 반영할 수 있도록 설정하였다.

데이터 수집 범위는 팝업스토어와 백화점의 방문 후기 및 경험을 중심으로, 온라인상에서 활발히 공유된 포털의 텍스트 데이터를 활용하였다. 한국에서 소비자 리뷰가 가장 많이 작성되는 네이버와 다음의 블로그와 카페를 중심으로 수집하였고 구글의 페이스북에 게시된 소비자의 방문 후기 또한 포함하였다. 수집된 데이터는 팝업스토어와 백화점 각각 1,000건씩으로 구성되었으며, 두 공간에서 소비자 경험과 브랜드 인식의 차이를 비교 분석하는 데 활용하였다. 또한 데이터 수집 과정은 텍스트 마이닝 기법을 활용하여 수행되었으며, 이를 통해 소비자가 남긴 텍스트를 체계적으로 분석하고 주요 키워드를 추출하였다.

텍스톰(Textom)을 활용하여 데이터 전처리를 하였고 텍스트 데이터를 세분화하기 위해 Mecab 형태소 분석기를 사용하였다. 유사한 의미를 가진 단어는 하나의 키워드로 통합 정제하여 분석의 정확도를 높였다. 또한 유의미한 키워드 추출을 위해

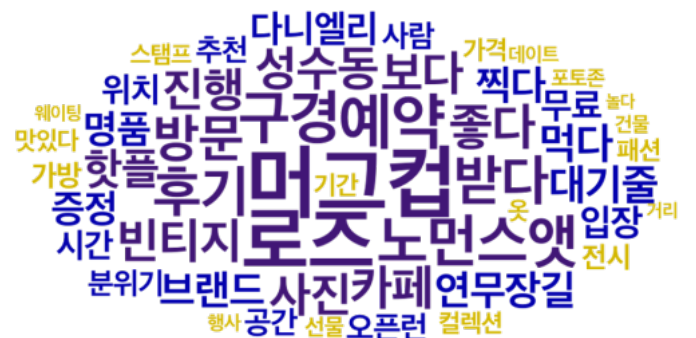
Espresso K를 활용하여 분석하였고 무의미한 조사, 감탄사, 숫자, 특수 문자 등 분석에 불필요한 요소를 제거하였다.

TF-IDF 빈도 분석과 클러스터링(루베인) 기법을 사용하여 데이터를 분석하였다. TF-IDF 분석은 텍스트 데이터 내에서 자주 등장하지만, 전체 문서에서는 드문 단어를 높게 평가하기에 특정 키워드의 빈도와 중요도를 계산하여, 팝업스토어와 백화점에서 소비자들이 중요하게 여긴 요소를 도출하는 데 활용되었다. 이를 통해 각 매장에서 소비자들이 주로 언급한 키워드를 추출하였다. 또한 이러한 키워드를 바탕으로 소비자의 경험에 대해 집중적으로 분석하였다. 클러스터링(루베인) 기법은 네트워크 분석 기반으로 단어와 문서 간의 관계를 파악하고 서로 밀접한 키워드를 그룹화해 주기에 소비자 방문 목적과 경험의 차이를 두 가지의 군집으로 나누어 보다 체계적으로 도출할 수 있었다. 이러한 그룹화를 통해 각 공간에 대한 소비자의 반응 패턴을 분석하였다.

이에 대한 결과는 시각적으로 쉽게 이해하고 볼 수 있도록 그래프와 차트를 사용하여 시각화하였다. 팝업스토어와 백화점이라는 상이한 쇼핑 환경에서 소비자의 경험이 어떤 차이를 제공하는지 분석한 것이다. TF-IDF 빈도 분석 결과를 바탕으로 각 공간에서 소비자가 언급한 주요 키워드의 빈도수를 고려한 중요도를 그래프 형태로 제시하였다. 또한 클러스터링 기법에 대한 결과는 네트워크 형태의 차트를 통해 각 공간이 가지는 관계에 대해 보여주고자 하였다.

IV. Results

“버버리 팝업스토어”를 중심으로 워드클라우드 키워드 빈도분석을 해보았다. Figure 1의 TF-IDF 분석 시각화 결과, ‘머그컵’, ‘로즈’, ‘예약’, ‘구경’, ‘노먼스랫’, ‘카페’, ‘성수동’, ‘사진’, ‘대기줄’, ‘연무장길’, ‘오픈런’, ‘핫플’, ‘밭다’, ‘보다’, ‘진행’ 순으로 빈도가 높게 나타났다. 그 중 ‘머그컵’이 가장 높은 빈도를 보였으며 ‘증정’, ‘선물’ 등의 키워드는 팝업스토어에 참여한 방문객들이 브랜드가 제공하는 특정한 미션 수행을 통해 무료로 제공되는 상품을 받는 과정에 대한 관심이 높다는 것을 보여준다. 브랜드가 소비자에게 전달하고자 하는 경험과 체험적 요소가 중요하다는 것을 의미한다.

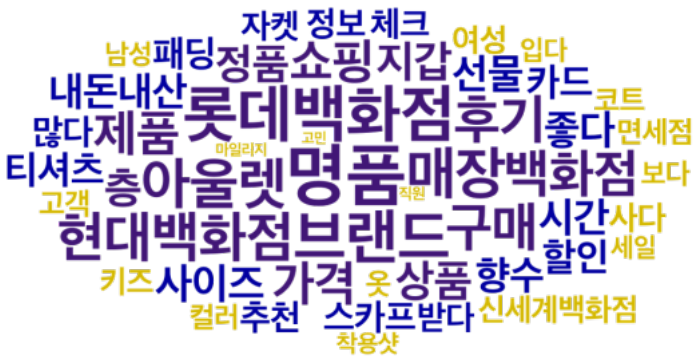


다.

이에 더해 ‘다니엘리’, ‘컬렉션’, ‘로즈’와 같은 키워드는 해당 팝업스토어가 브랜드의 새로운 아이덴티티와 컬렉션을 소개하는 공간으로 활용되었음을 보여준다. 또한 ‘데이트’, ‘포토존’, ‘놀다’, ‘전시’, ‘분위기’, ‘공간’과 같은 키워드는 소비자들이 브랜드의 콘셉트와 전시 공간에 대한 것을 경험하고 이를 공유하는 것에 관심을 가진다는 것을 의미한다. 이는 팝업스토어가 가지는 감성적 소비를 촉진하는 역할을 한다는 점을 보여준다.

<Figure 1> 버버리 팝업스토어 TF-IDF 분석

Figure 2의 TF-IDF 분석 시각화 결과, ‘롯데백화점’, ‘현대백화점’, ‘후기’, ‘매장’, ‘아울렛’, ‘쇼핑’, ‘명품’, ‘브랜드’, ‘매장’, ‘구매’, ‘상품’, ‘사이즈’, ‘선물’, ‘가격’, ‘층’, ‘직원’ 순으로 나타났다. ‘후기’,

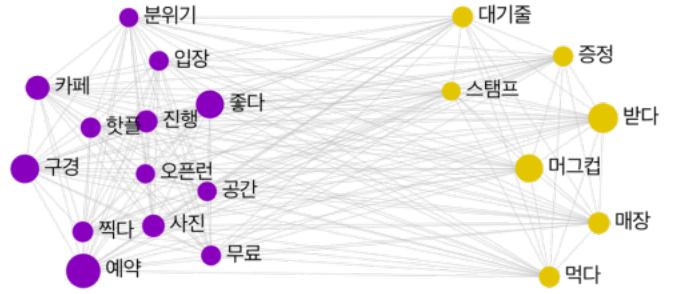


‘내돈내산’, ‘추천’ 등의 키워드를 통해 소비자들이 제품을 구매한 후에 직접적으로 온라인상에 경험을 공유하려는 성향과 백화점의 방문 목적이 실질적인 쇼핑 활동과 연결되어 있음을 보여준다. 또한 ‘가격’, ‘사이즈’, ‘직원’, ‘고민’이라는 키워드는 소비자들이 백화점에서 상품을 직접 확인하고 판매원의 도움을 받아 결정을 내리는 과정을 중요하게 생각한다는 점을 시사한다. 이는 백화점이 실용적인 쇼핑 공간으로서 소비자들에게 신뢰성과 편리성을 제공하는 역할을 수행하고 있음을 보여준다.

<Figure 2> 버버리 백화점 TF-IDF 분석

이러한 결과를 통해 팝업스토어는 브랜드 체험과 공간적 요소, 이벤트 참여가 중심이 되는 공간으로 소비자들에게 인식되고 있으며, 백화점은 제품 구매와 정보 탐색 중심의 실질적인 쇼핑 공간으로 기능하고 있음을 알 수 있었다. 이러한 차이는 두 공간이 소비자의 기대와 방문 목적에 따라 차별화된 역할을 수행하고 있음을 의미한다. 팝업스토어와 백화점은 소비자에게 제공하는 경험의 차이가 뚜렷하게 나타남을 보여준다.

Figure 3의 팝업스토어 클러스터링 기법 시각화 결과, 첫 번째 군집에서는 소비자들이 감각적인 경험과 더불어 경쟁적인 요소도 함께 고려한다는 것을 보여준다. ‘분위기’, ‘사진’, ‘카페’, ‘공간’ 등의 키워드는 소비자들이 팝업스토어의 독특한 공간 연출과 감각적 경험을 중요하게 여긴다는 점을 의미한다. 특히 ‘오픈런’, ‘예약’ 등의 키워드는 소비자들이 한정된 체험 기회를 얻기 위해 적

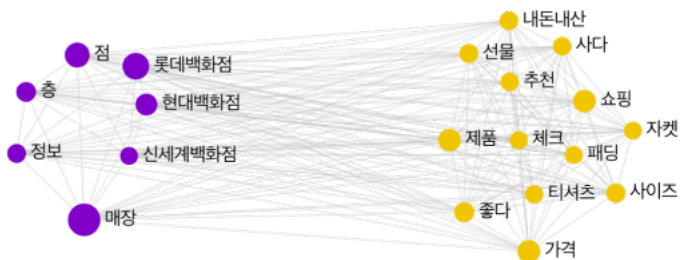


극적으로 참여하고 경쟁적인 요소를 수용하는 경향이 있음을 시사한다.

두 번째 군집에서는 팝업스토어가 소비자들에게 구매하는 공간 뿐 아니라 브랜드가 제시하는 체험과 보상을 제공하는 공간으로 인식되고 있음을 나타낸다. 그 중 ‘머그컵’, ‘대기줄’, ‘스탬프’의 키워드는 방문객들이 특정 상품 증정 이벤트나 미션 수행을 위해 적극적으로 참여하고 있음을 의미한다.

<Figure 3> 버버리 팝업스토어 클러스터링 (루베인) 분석

Figure 4의 팝업스토어 클러스터링 기법 시각화 결과, 첫 번째 군집에서는 백화점이 소비자들에게 브랜드별 매장이 체계적으로 구성된 공간으로 인식되고 있음을 나타낸다. ‘백화점 명칭’, ‘층’,



‘정보’ 등의 키워드에서는 소비자들이 다양한 제품을 쉽게 비교하고 탐색할 수 있는 백화점의 구조적 특징이 반영된 결과이다.

두 번째 군집에서는 가격 비교와 품질 확인 및 소비 행위와 관련되어 있음을 나타낸다. ‘내돈내산’, ‘가격’, ‘사이즈’ 등의 키워드에서는 소비자들이 제품 구매 과정에서 가격 비교와 품질 확인을 중시하고 있음을 보여준다. 또한, ‘추천’, ‘쇼핑’, ‘자켓’, ‘패딩’ 등의 키워드는 백화점 방문이 특정 제품 구매와 관련된 실질적인 소비 행위와 연결되어 있음을 시사한다.

<Figure 4> 버버리 백화점 클러스터링 (루베인) 분석

이러한 결과를 통해 팝업스토어와 백화점은 소비자의 방문 목적에 따라 차별화된 역할을 수행하고 있으며 브랜드가 각 공간의 특성을 반영한 마케팅 전략을 수립하는 것이 중요함을 알 수 있었다. 팝업스토어는 브랜드 경험과 감성적 체험이 강조되는 공간으로 소비자들에게 인식되었으며, 백화점은 실질적인 제품 구매와 쇼핑 편의성이 중요한 요소로 작용하는 공간임을 나타낸다.

IV. Conclusion

본 연구는 실제 소비자 리뷰 데이터를 기반으로 한 텍스트 마이닝 기법을 활용하여 팝업스토어와 백화점이라는 서로 다른 쇼핑 환경에서의 소비자 방문 목적과 경험의 차이를 분석하고자 하였다. 연구 결과, 팝업스토어는 소비자들이 단순한 상품 구매보다는 특정 브랜드의 아이덴티티를 경험하고 체험적 활동을 통해 브랜드와의 유대감을 형성하는 공간으로 인식되는 반면, 백화점은 실질적인 상품 구매와 정보 탐색을 중점으로 하는 구매 공간으로 인식되었다. 특히 팝업스토어의 경우 이벤트 참여, 한정판 제품 증정, 공간적 경험 등 감성적 요소가 강조됐지만 백화점은 제품 비교, 가격 확인, 품질 평가 등 실용적 쇼핑 경험이 핵심이라는 점에서 두 쇼핑 환경의 차별성이 뚜렷하게 나타났다. 이러한 결과는 각 쇼핑 환경이 소비자에게 전달하는 경험과 가치를 차별화하고 있으며, 브랜드가 소비자와 소통하는 방식이 쇼핑 환경에 따라 다르게 나타난다는 점을 시사한다.

일반적으로 소비자 인식 조사는 설문 조사 혹은 인터뷰와 같은 방법을 통해 이루어지는 경우가 많지만, 본 연구는 비정형 텍스트 데이터를 분석하여 소비자의 자연스러운 의견을 반영했다는 점이 선행 연구와의 차별점이다.

패션 브랜드의 마케팅 전략 수립 시 고려해야 할 중요한 요소는 소비자가 팝업스토어와 백화점에 가지는 인식이 다르다는 점이다. 실무적인 관점에서 팝업스토어는 브랜드의 독특한 정체성과 이야기를 소비자에게 체험할 기회를 제공하여 브랜드와의 감성적인 유대감을 형성해야 함을 알 수 있다. 특히 경험 중심적 소비를 중요하게 여기는 MZ세대에게 더욱 효과적일 것으로 사료된다. 따라서 브랜드는 팝업스토어의 방문객이 직접 참여할 수 있는 다양한 이벤트가 포함된 전시를 기획해야 하며 체험형 콘텐츠를 제공할 필요가 있다.

반면 백화점은 운영되어 왔던 방식에서 더욱 체계적인 매장 구성과 신뢰할 수 있는 직원 서비스를 제공하는 전략이 필요하다. 특히 백화점에 방문한 고객은 제품의 품질과 가격 비교를 중시하고 정보를 탐색하는 것을 중요하게 여기기 때문에 이를 반영하여 세분된 서비스 전략이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 한계점은 언어적 표현에 의존하여 소비자의 세부적

인 심리 상태나 경험의 깊이를 충분히 반영하지 못했을 가능성이 존재한다는 것이다. 이를 더욱 정교하게 분석하기 위해서는 감성 분석(sentiment analysis) 기법을 추가로 적용하는 것을 고려해볼 수 있다.

또한 연구 대상이 “버버리 스트리트” 팝업스토어가 진행된 시간과 특정 브랜드에 국한되었다는 점에서 한계를 지닌다. 일부 특정한 소비자 리뷰를 대상으로 하고 있어 모든 소비자 집단의 일반적인 행동을 설명하는 데 한계가 존재한다.

따라서 향후 연구에서는 더욱 다양한 브랜드와 쇼핑 환경을 대상으로 확장하여 연구 결과의 일반화를 진행해 볼 필요가 있다. 또한 버버리와 같은 명품 브랜드뿐 아니라 SPA 브랜드, 컨템포러리 브랜드 등 다양한 브랜드와 제품군으로 확장해 볼 수 있을 것이다. 앞으로의 연구는 더욱 다양한 데이터와 방법론을 활용하여 패션 브랜드의 마케팅 전략 수립에 실질적인 도움을 줄 수 있는 방향으로 확장될 필요가 있다.

References

- Addis, M., & Holbrook, M. B. (2001). On the conceptual link between mass customisation and experiential consumption: An explosion of subjectivity. *Journal of Consumer Behaviour, 1*(1), 50-66.
- Brodie, R. J., Hollebeek, L. D., Jurić, B., & Ilić, A. (2011). Customer engagement: Conceptual domain, fundamental propositions, and implications for research. *Journal of Service Research, 14*(3), 252-271.
- Cho, H., & Park, J. (2023). Exploring the effects of experiential marketing on Generation Z consumers: The mediating role of emotional engagement. *Journal of Retailing Studies, 25*(2), 132-149.
- Eighmey, J., & McCord, L. (1998). Adding value in the information age: Uses and gratifications of sites on the World Wide Web. *Journal of Business Research, 41*(3), 187-194.
- Holbrook, M. B., & Hirschman, E. C. (1982). The experiential aspects of consumption: Consumer fantasies, feelings, and fun. *Journal of Consumer Research, 9*(2), 132-140.
- Kim, J., & Lee, M. (2019). Investigating the role of trust in department store shopping: A focus on consumer loyalty and satisfaction. *Journal of Retailing and Consumer Services, 46*, 45-54.
- Klein, J. F., Falk, T., Esch, F.-R., & Gloukhovtsev, A. (2016).

- Linking pop-up brand stores to brand experience and word of mouth: The case of luxury retail. *Journal of Business Research*, 69(12), 5761-5767.
- Kwon, H. W., & Yoo, H. Y. (2024). A study on experiential marketing characteristics in department store pop-up stores: Focusing on The Hyundai Seoul case. *Journal of Product Research*, 42(5), 9-18.
- Lee, H., & Choi, S. (2023). The impact of experiential marketing strategies on department store consumers' brand perceptions. *Korean Journal of Marketing*, 39(1), 77-92.
- Lim, H. H., & Koo, Y. R. (2022). A study on the strategic direction of experience design for MZ generation engagement: Focusing on cultural-complex retail spaces. *Journal of Brand Design*, 20(3), 425-440.
- Pine, B. J., & Gilmore, J. H. (1999). The experience economy: Work is theatre & every business a stage. *Harvard Business Review Press*.
- Schmitt, B. H. (1999). Experiential marketing. *Journal of Marketing Management*, 15(1-3), 53-67.
- Surchi, M. (2011). The temporary store: A new marketing tool for fashion brands. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, 15(2), 257-270.
- Smith, M., & Wheeler, J. (2002). Managing the customer experience: Turning customers into advocates. *FT Press*.

루테인/제아잔틴이 풍부한 계란 노른자 분말의 분무 건조 및 동결 건조 방법 비교: 마요네즈 제형에서의 적용

Comparison of spray-drying and freeze-drying methods for lutein/zeaxanthin-enriched egg yolk powder and their application in mayonnaise formulation

중화음, 우정초, 오영진주, 신원선*

한양대학교 식품영양학과

Hexin Zeng, Jingchao Yu, Yingjinzhu Wu, Weon-Sun Shin*

Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University

Abstract

The absence of carotenoids in the diet leads to ocular issues, such as cataracts, which may be mitigated by supplementing foods with lutein and zeaxanthin (L/Z), the macular pigments. This study investigated the impact of spray-drying (SD) and freeze-drying (FD) on the physicochemical properties of L/Z-enriched egg yolk (SDE, FDE). The results revealed that FDE contained a significantly higher concentration of L/Z ($33.05 \pm 1.62 \mu\text{g/g}$) compared to SDE ($25.59 \pm 0.09 \mu\text{g/g}$). Although SDE exhibited superior solubility than that in FDE, the latter demonstrated higher oil holding capacity (OHC, $3.34 \pm 0.23 \text{ g/mL}$) and emulsifying stability index (ESI, $493.92 \pm 68.46 \text{ min}$) across all samples. Additionally, sensory evaluation indicated that mayonnaise prepared with L/Z-enriched yolk powder (SDE, FDE) was more acceptable to panelists than those made with control yolk powder (SD, FD), suggesting that L/Z-enriched yolk powders could be effectively used as emulsifying agents in food products.

Key words : lutein, zeaxanthin, freeze-drying, spray-drying, egg yolk powder, emulsion

주제어 : 루틴, 제아잔틴, 동결건조, 분모건조, 계란 노른자 분말, 에멀전

I. Introduction

Lutein and zeaxanthin (L/Z) are carotenoids commonly referred to as macular pigments (MPs). These pigments selectively accumulated in the macula of the human retina (Landrum & Bone, 2001), where they provide protective effects against light-induced retina damage (Roberts & Dennison, 2015). MPs function as natural filters of blue light, reducing phototoxicity caused by high-energy blue light (Junghans et al., 2001). Zeaxanthin is concentrated in the central macula, while lutein is distributed more broadly across the retina (Bernstein et al., 2016). However, as L/Z cannot be synthesized endogenously in humans, they must be obtained through dietary intake (Kim & Shin, 2022; Xu et al., 2022).

Green leafy vegetables, including kale, spinach, broccoli, peas and lettuce as well as egg yolks, are significant

dietary sources of L/Z (Abdel-Aal et al., 2017). Although egg yolks contain relatively lower concentrations of MPs compared to some plant sources, they are considered superior due to their enhanced bioavailability of L/Z. The high-fat content and lipid matrix of egg yolks facilitate the absorption of carotenoids, making them an optimal medium for delivering L/Z in the human diet (Tsiaka et al., 2018). Regular consumption of eggs has been shown to significantly elevate serum L/Z levels, suggesting that eggs could play a role in preventing cataracts and age-related macular degeneration (AMD)—the leading cause of irreversible blindness in adults (Kishimoto et al., 2017, Ma et al., 2016).

MP-enriched eggs can be produced by supplementing the diet of the laying birds with natural carotenoids sources, such as alfalfa concentrate, tomato powder and marigold

* Corresponding Author : Weon-Sun Shin

Tel : 82-2-2220-4204, E-mail : hime@hanyang.ac.kr

extracts (Karadas et al., 2006) (Jeon et al., 2012). Among these, microalgae offer distinct advantages, including rapid growth rates, year-round availability, and reduced labor intensity, making them a cost-effective source of lutein (Fernández-Sevilla et al., 2010). For instance, supplementing hen diets with a small amount (0.3%) of dried *Chlamydomonas reinhardtii* mutant has been reported to double the MP concentration in egg yolks (Baek et al., 2018). Additionally, *Dunaliella* species characterized by the absence of indigestible cell walls, are promising feed sources for carotenoid enrichment (Ben-Amotz, 1980). Mutants of *Dunaliella tertiolecta* generated by ethyl methanesulfonate (EMS) treatment have demonstrated enhanced zeaxanthin content, offering potential for both egg enrichment and commercial zeaxanthin production (Kim et al., 2017).

Egg yolks are widely used in food industries for their functional properties, including foaming, coagulation, emulsification, and coloring. However, the fresh egg yolks are perishable and challenging to transport. To address these issues, the food industry increasingly favors dried egg products over liquid eggs due to their extended shelf life, reduced microbial risks, and elimination of refrigeration requirements (Miranda et al., 2015, Jesús et al., 2013). Egg yolk powder is particularly valued in bakery products, mayonnaise, salad dressings, ice cream, pasta, and various convenient foods due to its stability, emulsifying capacity, and ability to enhance product texture (Asghar & Abbas, 2012). Mayonnaise, a semi-solid oil-in-water emulsion typically prepared with eggs, vinegar, and mustard, is among the most widely consumed products incorporating egg yolks (Kishk & Elsheshetawy, 2013). While efforts to develop healthier mayonnaise formulations have often focused on reducing fat content, limited research has explored the enrichment of L/Z in egg yolks to enhance the nutritional value of mayonnaise and potentially mitigate AMD risk (Motta-Romero et al., 2017).

Among various food preservation techniques, drying is one of the most widely accepted methods due to its ability to extend shelf life, reduce weight, and enhance convenience (Chhabra et al., 2024). Spray-drying and freeze-drying are two commonly employed drying methods, each with distinct mechanisms and outcomes. Spray-drying involves atomizing a liquid feed into a hot drying medium, where rapid moisture evaporation produces a free-flowing powder (Marante et al., 2020). However, this method often causes degradation of

volatile and heat-sensitive compounds (Samborska et al., 2019). To address these limitations, freeze-drying has emerged as an advanced alternative. This method freezes the material and removes water through sublimation (primary drying) and desorption (secondary drying), preserving heat-sensitive compounds more effectively while maintaining the structural integrity of the product (Meera et al., 2016).

Despite significant advancements in understanding the effects of pasteurization, drying, and storage on xanthophyll content in egg yolks (Wenzel et al., 2010, Franke & Kießling, 2002), limited research has focused on the comparative impact of different drying methods on lutein and zeaxanthin (L/Z) retention. Additionally, the influence of these drying methods on the physicochemical properties of egg yolk powder, such as solubility, water/oil holding capacity, and emulsion stability upon reconstitution, remains underexplored.

Given the rising interest in MP-enriched foods, this study aimed to evaluate the effects of spray-drying and freeze-drying on the L/Z content and physicochemical properties of MP-enriched egg yolk powder. Furthermore, our study investigated the application of these powders in mayonnaise, to assess how drying methods influence functional performance and sensory attributes. Our research seeks to optimize both nutritional and functional properties of MP-enriched yolk powder for broader food industry applications.

II. Materials and Methods

2.1 Materials and reagents

Laying hens (Hy-line Brown, aged 29 weeks) were sourced from a local farm in Seoul, Korea. The hens were randomly divided into two groups: a control group fed a standard commercial diet and an experimental group fed a diet supplemented with 0.2% *Dunaliella tertiolecta* mp3 powder. The feeding experiment was conducted over a period of three weeks, and eggs were collected daily from both groups. All eggs used for the four experimental sample groups were obtained within the same period to ensure consistency across treatments.

The *Dunaliella tertiolecta* mp3 powder used in this study was provided by Prof. Eon-Seon Jin of Hanyang University. This microalga is an ethyl methanesulfonate

(EMS)-induced mutant strain with enhanced zeaxanthin content, as reported by Kim et al. (2017). The strain was cultivated, harvested, and freeze-dried into powder form before use. The supplementation level of 0.2% was determined based on prior studies (Baek et al., 2018), which demonstrated its efficacy in enriching egg yolks with lutein and zeaxanthin while maintaining the health and productivity of the hens. Safety assessments for the use of this microalga as a feed supplement have been reported in previous research. The safety of this algae for animal consumption has been previously evaluated in accordance with established guidelines, and the resulting eggs were processed under pasteurization conditions (60 °C, 3.5-5 min) before any sensory evaluation to ensure food safety.

Because the study involved only dietary changes under standard farming conditions and did not involve animal testing procedures or drug administration, it did not require ethical approval from an Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC). In addition, the use of these egg yolk samples in sensory evaluation was approved by the Institutional Review Board (IRB) of Hanyang University, confirming their safety for human consumption.

2.2 Egg yolk drying

2.2.1 Freeze-drying

Freeze-drying was performed using a laboratory freeze dryer (ILSHIN BIOBASE, freeze dryer-FD 850). Eggs from both the control and L/Z-enriched groups were washed with water, cracked open, and the yolks were manually separated from the egg whites. The egg yolks were homogenized using an Ultra-Turrax T25 (IKA, Staufen, Germany) at 3,000 rpm for 30 s and transferred into sterilized bottles. The homogenized samples were pasteurized in a water bath at 60 °C for 3.5 min, rapidly cooled in an ice-water bath, and subsequently transferred into sterilized containers. The samples were then frozen at -80°C for 24 h and freeze-dried under conditions of approximately -80°C and 5.33 Pa. The freeze-dried control group (FD) and enriched group (FDE) were ground to a fine powder using a mortar, packed in sealed plastic bags, and stored under refrigerated until further analysis.

2.2.2 Spray-drying

For spray-drying, the control and enriched egg yolks were processed to prepare spray-dried enriched egg samples (SDE). In the SDE preparation, gelatin (2.27% w/w), lactose, distarch phosphate, Arabic gum, dextrin (12 DE) at concentrations of 1.81% (w/w) were added as carrier substances. In contrast, no carrier substances were added to the control sample (SD). Each sample was homogenized at 3,000 rpm and 60 °C for 5 min (Ultra-Turrax T25, IKA, Staufen, Germany) and subsequently sterilized in a water bath for 15 min. Prior to drying, the sample temperatures were kept at 40 °C. The powder was obtained using a spray dryer (Ohkawara L-8; Ohkawara Kakohki Co., Ltd., Yokohama, Japan) with inlet and outlet air temperatures set to 155-170 °C and 90-105 °C, respectively. The resulting powders were packed into commercial bags (approximately 200 g) and stored under refrigerated until further utilization.

Four yolk powders were prepared using different drying methods and enrichment conditions. SD (spray-dried yolk powder (non-enriched)), FD (Freeze-dried yolk powder (non-enriched)), SDE (Spray-dried lutein/zeaxanthin-enriched yolk powder), FDE (Freeze-dried lutein/zeaxanthin-enriched yolk powder).

2.3 Extraction of lutein/zeaxanthin

To extract the pigments, fresh egg yolks (0.5 g) were mixed in 10 mL acetone (90% v/v) and mixed adequately with continuous stirring. The solution was then centrifuged at 2,500 × *g* for 2 min, and the supernatants were filtered with 0.2 μm nylon filters (Sigma Aldrich Inc, St. Louis, Missouri, USA) and subjected to high-performance liquid chromatography (HPLC) analysis. Aliquots (0.5 g) of egg yolk powder were placed directly into falcon centrifuge tubes (50 mL), then 13 mL of methanol was added and covered to avoid solvent evaporation. The solution was immediately treated with ultrasound for 60 s to improve extraction. Subsequently, the samples were homogenized using an Ultra-Turrax T25 (IKA, Staufen, Germany) at 4,000 rpm for 2 min. After an incubation of 20 min, the samples were centrifuged (Combi R-514, Hanil Scientific Inc., Incheon, Korea) at 2,500 × *g* at 20 °C for 5 min. Then the aliquots of the supernatants were directly placed in HPLC vials using a plastic syringe (1 mL) and a nylon filter (0.2 μm) (Wenzel et al., 2010). The mobile phase for HPLC

analysis system consisted of 0.1 M Tris-HCl (pH 8.0)-acetonitrile-methanol (14:84:2, v/v/v) for the first 15 min and acetonitrile-methanol (32:64, v/v) for the last 5 min. The injection volume was 20 μ L and the flow rate was 1.2 mL/min. The column oven temperature was set to 40 °C, and L/Z were detected at 445 nm.

2.4 Solubility

Twenty-five milliliters of distilled water was added to the egg yolk powder sample (0.25 g) and transferred into a centrifuge tube. The solution was homogenized at 5,000 rpm for 5 min followed by centrifugation at $3,000 \times g$ for 5 min. An aliquot of 5 mL of the supernatant was then transferred to a pre-weighed beaker and immediately oven-dried at 105 °C for 5 h. The solubility (%) was calculated as the weight difference using Eq. (1).

$$\text{Solubility}(\%) = \frac{W1}{W2} \times 100 \quad (1)$$

W1: Weight of powder in the supernatant (g)

W2: Weight of powder in the solution (g)

2.5 Determination of water holding capacity and oil holding capacity (WHC/OHC)

The WHC/OHC was measured using a method described in a previous study with a slight modification (Zhang & Li, 2009). Briefly, 0.5 g (M_1) sample was transferred to a pre-weighed centrifuge tube (M), and 7 mL of distilled water was added. The sample containing centrifuge tubes were then placed in a water bath at 60 °C and held for 10 min, followed by centrifugation at $2,500 \times g$ for 15 min. The supernatant was removed, and the centrifuge tubes with the wet powders were weighed (M_2). WHC was calculated using Eq. (2).

$$\text{WHC}(g/g) = \frac{M2 - (M1 + M)}{M1} \quad (2)$$

To measure OHC, 1 g sample (M) was mixed with 10 mL rapeseed oil (V_1) in a 50 mL centrifuge tube. The solution was stirred with a vortex mixer (Vortex-Genie 2) for 30 s every 5 min and continued for 30 min. Subsequently, the solution was centrifuged at $3,000 \times g$ for 25 min. The free oil (V_2) in the centrifuge tube was removed, and the absorbed oil

was determined by the difference between V_1 and V_2 . The oil holding capacity was calculated using Eq. (3).

$$\text{OHC}(mL/g) = \frac{V1 - V2}{M} \quad (3)$$

2.6 Preparation of mayonnaise

Mayonnaise was prepared based on the recipe described by Jeong et al. (2021) with a slight modification. The formulation consisted of the following ingredients (in percentages): corn oil (70%, w/v), egg yolk powder (SD, FD, SDE, FDE) (5%, w/w), water (15%, w/v), sugar (5%, w/w), vinegar (3.5 %, w/v), and salt (1.5%, w/w). SD and FD are egg yolk powders from non-enriched yolks (spray-dried and freeze-dried, respectively) and were used to prepare control mayonnaise. SDE and FDE are from *Dunaliella tertiolecta*-enriched yolks and were used to prepare L/Z-enriched mayonnaise. All ingredients, except for corn oil, were mixed and homogenized at 3,000 rpm for 60 s. Subsequently, corn oil was gradually incorporated into the mixture while homogenizing was continued at 4,000 rpm for 5 min. After the complete addition of the oil, the emulsion was further homogenized at 5,000 rpm for additional 2 min to ensure uniformity.

2.7 Emulsifying activity index (EAI) and emulsion stability index (ESI)

EAI and ESI were determined according to the method of Hernández-García et al. (2016) and Jeong et al. (2021) with a slight modification. Briefly, the emulsion was prepared by mixing 1 g yolk powder with 10 mL distilled water and 10 mL corn oil in a calibrated centrifugal tube. The emulsion was homogenized at 13,600 rpm for 2 min using a homogenizer (Ultra-Turrax T25 IKA, Staufen, Germany). An aliquot of the emulsion (20 μ L) was pipetted from the bottom of the tube at 0 and 10 min after homogenization and diluted to 2 mL with 0.1% SDS solution (1:100 dilution). The absorbance of the diluted solution was read at 500 nm using a spectrophotometer (Thermo Scientific Genesys 10S UV-Vis Spectrophotometer, Berryville, Virginia), and 0.1% SDS solution was used as the blank. The EAI and ESI were calculated by Eq. (4) and Eq. (5), respectively.

$$EAI(m2/g) = \frac{2 * 2.303 * dil * A_0}{c * 10000 * \theta} \quad (4)$$

Where 'dil' is the dilution factor (100); 'A' is the absorbance at 500 nm; 'c' is the egg powder concentration (g/mL), 0.01; and θ is the dispersed phase volume fraction (0.5).

$$ESI(\text{min}) = A_0 * \frac{\Delta t}{\Delta A} \quad (5)$$

where $\Delta A = A_0 - A_{10}$ and $\Delta t = 10$ min, A_{10} and A_0 represent the absorbance after 10 min and time zero, respectively, at 500 nm.

2.8 Color measurement

Color values (L^* , a^* , b^*) of freeze-dried yolk powder, spray-dried yolk powder and mayonnaise prepared with powdered yolk were measured in triplicate by a colorimeter (Konica Minolta Chroma Meter CR-400, Minolta Italia S.p.A., Milano, Italy) using illuminant source C. The equipment was calibrated using a white standard ceramic tile (Reference No. 1353123. $Y=92.7$, $x=0.3133$, and $y=0.3193$).

2.9 Sensory analysis

The sensory acceptability of the formulated mayonnaise was evaluated by a panel of 20 participants (10 males and 10 females) aged from 20 to 50 years. To ensure the reliability of the data, the panelists received a brief orientation and training session prior to the sensory evaluation. The sensory attributes assessed included color, aroma, taste, stickiness, flavor and overall acceptability. Mayonnaise samples were served in disposable cups, each containing a standardized amount of 5 g. The samples were coded with three-digit random numbers to ensure anonymity, and mineral water was offered for cleaning the palate between the evaluations. Sensory evaluation was conducted using a 9-point hedonic scale, where 1 represented dislike extremely, and 9 represented like extremely.

2.10 Statistical analysis

Each experiment was performed in triplicate, and data are presented as mean \pm standard deviation (SD). The mean values from the three separate experiments or replicate analysis were

reported. Statistical comparisons of the means were performed using Duncan's post-hoc test ($p < 0.05$) with SPSS software 23.0 (IBM SPSS Statistics, USA).

III. Results and discussion

3.1 Quantification of L/Z in fresh and processed egg yolk samples

The concentrations of L/Z in yolk powder from the control and L/Z-enriched groups are shown in <Table 1>. To better assess the enhancement effect of *Dunaliella tertiolecta mp3* powder supplementation, reference values from non-enriched fresh egg yolks were considered. According to Chung et al. (2004), control fresh yolk typically contains approximately 0.7 $\mu\text{g/g}$ of lutein and 0.4 $\mu\text{g/g}$ of zeaxanthin, which are significantly lower than those found in the enriched fresh yolk used in this study (12.53 ± 0.40 $\mu\text{g/g}$ for lutein and 12.87 ± 0.67 $\mu\text{g/g}$ for zeaxanthin). This clearly demonstrates that dietary supplementation with 0.2% *Dunaliella tertiolecta mp3* powder substantially enhances yolk carotenoid levels, consistent with previous studies (Baek et al., 2018; Jeon et al., 2012).

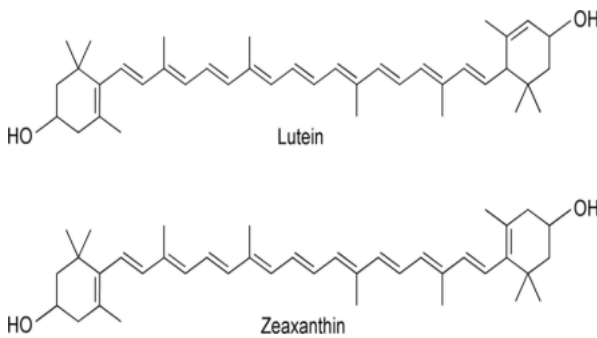
	Enrich ed fresh yolk	Control dried powder		Enriched dried powder	
		SD	FD	SDE	FDE
Lutein ($\mu\text{g/g}$)	12.53 $\pm 0.40^c$	18.12 $\pm 0.33^b$	19.51 $\pm 0.45^a$	25.59 $\pm 0.09^b$	33.05 $\pm 1.62^a$
Zeaxanthin ($\mu\text{g/g}$)	12.87 $\pm 0.67^c$	15.39 $\pm 0.88^b$	18.51 $\pm 1.03^a$	23.97 $\pm 0.09^b$	31.25 $\pm 1.60^a$

<Table 1> Lutein and zeaxanthin concentrations in fresh enriched egg yolk, control dried samples and enriched dried samples

The loss of L/Z during freeze-drying (FDE) was lower compared to spray-drying (SDE) in both the control and L/Z-enriched groups. The recovery rate, defined as the yield of egg yolk powder from the weight of fresh liquid yolk (%), was higher in FDE (46.8%) than in SDE (43.5%). Theoretical L/Z contents per gram of dried powder were estimated based on the L/Z contents in fresh enriched egg yolk and the recovery rates of each drying method. When compared to these theoretical values, the actual L/Z contents in SDE were reduced by 11.16% and 18.98%, respectively. Conversely, the actual L/Z contents in FDE exceeded the theoretical values by 23.39% and 13.59%, respectively.

Lutein and zeaxanthin naturally occur as all-trans isomers <Figure 1>; however, under thermal processing and storage conditions, trans-isomers are prone to isomerization into cis-forms, resulting in reduced bioactivity (Sui et al., 2014). The observed losses in SDE can be attributed to thermal degradation and volatilization during high-temperature spray-drying. These changes not only lower L/Z content but also reduce pigment intensity, as reflected in the color analysis.

Interestingly, the L/Z contents in FDE exceeded theoretical estimates. This may be due to improved retention and stabilization of carotenoids during freeze-drying, which minimizes degradation by avoiding high temperatures. In addition, the structural disintegration of yolk components during freezing may enhance pigment extractability during analysis, leading to higher measured concentrations (Franke & Kießling, 2002; Wenzel et al., 2010). The porous structure of freeze-dried powders may also promote the preservation and recovery of hydrophobic compounds like lutein and zeaxanthin (Sogi et al., 2015). Taken together, these findings suggest that freeze-drying is not only effective at preserving thermolabile compounds but may also improve carotenoid recovery during subsequent extraction and quantification. However, its practical application may be limited by long processing times and high operational costs (Sagar & Kumar, 2010).



<Figure. 1> Chemical structures of lutein and zeaxanthin (L/Z)

3.2 Physicochemical characteristics analysis

3.2.1 Solubility

Solubility is a critical property of food powders, as poor solubility can lead to processing challenges and economic losses (Sharma et al., 2012). As shown in <Table 2>, the solubility of spray-dried powder in water (0.17 ± 0.00 %) is

significantly higher than that of freeze-dried powder (0.09 ± 0.00 %). This difference could be attributed to variations in beads size produced by the spray-drying process and the porous microstructure of the resulting powders. The enhanced solubility of spray-dried powder is likely due to its increased specific surface area, which facilitates improved interaction with water compared to freeze-dried powder (Nandiyanto et al., 2019). Conversely, the lower solubility of freeze-dried samples may be explained by the prolonged processing time required for freeze-drying, during which moisture removal occurs at a markedly slower rate than in the rapid evaporation process of spray-drying (Jadhav et al., 2024). In addition, Cai and Croke (2000) demonstrated that freeze-dried powders exhibit higher hygroscopicity than spray-dried powders. As a result, freeze-dried powders readily absorb moisture from the surrounding environment, leading to surface wetting and lump formation, which further reduces their solubility.

<Table 2> Comparison of solubility, WHC/OHC, EAI, and ESI among different egg yolk powders

	Solubility (%)	WHC (g/g)	OHC (g/mL)	EAI (m ² /g)	ESI (min)
SD	0.17 ± 0.00 ^a	1.32 ± 0.09 ^a	1.66 ± 0.21 ^d	3.85 ± 0.05 ^{ab}	167.84 ± 25.49 ^e
FD	0.09 ± 0.00 ^b	1.40 ± 0.07 ^a	2.03 ± 0.07 ^{cd}	4.00 ± 0.07 ^a	497.64 ± 30.02 ^a
SDE	0.18 ± 0.03 ^a	0.99 ± 0.03 ^b	2.26 ± 0.23 ^b	3.72 ± 0.07 ^{bc}	321.81 ± 11.36 ^b
FDE	0.11 ± 0.05 ^b	1.11 ± 0.03 ^b	3.34 ± 0.23 ^a	3.60 ± 0.10 ^c	493.92 ± 68.46 ^a

3.2.2 Water/Oil holding capacity (WHC/OHC)

The WHC and OHC values of all egg yolk powder are presented in <Table 2>. Among the four groups, the SD and FD samples exhibited significantly higher WHC than the L/Z enriched FDE and SDE. However, no direct correlation was observed across the individual samples ($p > 0.05$), indicating that the drying method does not influence the WHC of the powder. The lower WHC observed in the L/Z-enriched group compared to the unenriched group can be attributed to the lipophilic nature of lutein, a carotenoid that has limited affinity for water, thereby reducing water-binding capacity (Kim & Shin, 2022).

OHC is a critical factor influencing emulsification ability, a desirable attribute for proteins and protein-based products such as mayonnaise (Sai-Ut et al., 2009). The OHC

of freeze-dried samples was significantly higher than that of spray-dried samples ($p < 0.05$). Among the control groups, FD showed significantly greater OHC compared to SD. In the L/Z-enriched groups, FDE demonstrated the highest OHC, followed by SDE. This trend could be attributed to the loose structure of freeze-dried samples, which enhances the protein-lipid interaction and the facilitates the incorporation of hydrophobic fractions, resulting in improved oil retention (Mirhosseini & Amid, 2013).

3.2.3 Emulsifying activity index (EAI) and emulsion stability index (ESI)

As shown in <Table 2>, <Figure 3>, EAI for SD and FD were $3.85 \pm 0.05 \text{ m}^2/\text{g}$ and $4.00 \pm 0.07 \text{ m}^2/\text{g}$, respectively, indicating that the drying methods had no significant on the EAI of egg yolk powder. L/Z as fat-soluble carotenoids with low water compatibility, are typically incorporated into water-based systems through emulsions. The slightly lower EAI observed in FDE compared to FD can be attributed to the high L/Z content, which is challenging to emulsify and prone to instability post-emulsification. Similarly, the EAI of SD and SDE did not differ significantly (3.85 and $3.72 \text{ m}^2/\text{g}$, respectively) even with the added wall material glucose. Egg yolk is widely used as an emulsifying agent in a variety of food products, such as mayonnaise, salad dressings and sauces (Ma & Boye, 2013). Our findings demonstrate that enriching of egg yolk with L/Z does not affect its emulsification properties, indicating that L/Z-enriched egg yolk can be effectively used in the food and pharmaceutical industries.



<Figure 3> Mayonnaises prepared using SD (spray-dried), FD (freeze-dried), SDE (spray-drying-enriched), and FDE (freeze-drying-enriched egg yolk powders) egg yolk powders

On the contrary, the drying methods revealed a significant impact on the ESI. Freeze-dried samples exhibited significantly higher ESI compared to spray-dried samples ($p <$

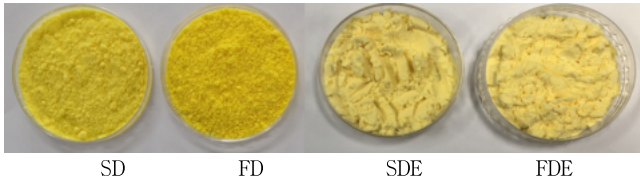
0.05), indicating greater interfacial stability and the ability to form strong interfacial membranes, thereby enhancing emulsion stability (Mundi & Aluko, 2012). These differences can be attributed to variations in water removal efficiencies and chemical alterations induced by the drying processes. Spray-drying involves rapid water removal through continuous spraying, mixing, and drying, leading to structural shrinkage and potential intermolecular interactions such as hydrogen bonding (Anwar & Kunz, 2011). In contrast, freeze-drying removes water under frozen conditions, facilitating the formation of thermally stable protein conjugates that improve oil emulsification and enhance emulsion interfacial area formation (Ratti, 2008).

In L/Z-enriched spray-dried powders, the ESI of SDE was significantly higher than that of SD, which could be due to differences in the carriers used. Arabic gum is widely used in spray-drying due to its excellent emulsifying capacity, which are attributed to its negatively charged molecular structure, abundant hydroxyl and carboxyl groups, and its ability to stabilize active substances and improve particle flow properties (Golkar et al., 2018). Arabic gum, has been reported allowing hydrophobic polypeptide chains to adsorb onto oil droplet surfaces while hydrophilic carbohydrate blocks extend outward, creating a steric barrier that prevents droplet agglomeration and coalescence (Guadarrama-Lezama et al., 2012). Additionally, maltodextrin, another commonly used carrier in spray-drying, offers benefits such as low hygroscopicity, minimal agglomeration, high solubility in cold water and low cost-effectiveness (Matioli & Rodriguez-Amaya, 2002). Maltodextrin also provides oxidative protection, depending on its dextrose equivalent. Overall, it can be inferred that despite the low emulsifying ability of SDE, it can be effectively used in the food industries by combining it with Arabic gum or other carriers that possess superior emulsifying properties (Costa et al., 2015).

3.3 Color determinations of yolk powder and mayonnaise

The representative samples of SD, FD, SDE, and FDE powders are shown in <Figure 2> Color values were measured using the $L^*a^*b^*$, where L^* indicates lightness, a^* represents red-green intensity (positive values indicate

redness), and b^* corresponds to yellow-blue intensity (positive values indicate yellowness) (Pathare et al., 2013).



<Figure 2> Visual appearance of SD (spray-dried), FD (freeze-dried), SDE (spray-drying-enriched), and FDE (freeze-drying-enriched) egg yolk powders

The L^* , a^* , b^* values of the samples are presented in <Table 3>. Between the two control groups of yolk powder, SD showed higher L^* values as well as lower a^* and b^* values, indicating a lighter color compared to FD. This difference is likely due to the high temperatures employed during spray-drying, which may degrade pigments and result in reduced color intensity (Jiménez-González & Guerrero-Beltrán, 2021). These findings are further supported by the increased color values observed in SDE samples compared to SD samples. Similarly, FDE samples displayed lower L^* and a^* values but higher b^* values than FD. These results suggest that the enhanced yolk color intensity in SDE and FDE samples can be attributable to the increased L/Z content achieved through dietary supplementation of hens with microalgae.

<Table 3> Chroma values of different egg yolk powder and mayonnaise samples

		L^*	a^*	b^*
Powder	SD	52.95 ± 0.62 ^a	-1.42 ± 0.16 ^c	17.00 ± 0.45 ^c
	FD	51.08 ± 0.67 ^b	-0.88 ± 0.06 ^b	17.94 ± 0.64 ^b
	SDE	51.11 ± 0.12 ^b	-0.91 ± 0.09 ^b	18.53 ± 0.25 ^{ab}
	FDE	48.37 ± 0.11 ^c	-0.13 ± 0.03 ^a	19.28 ± 0.52 ^a
Mayonnaise	SD	53.12 ± 1.01 ^a	-2.94 ± 0.06 ^c	8.32 ± 0.07 ^c
	FD	52.34 ± 0.41 ^{ab}	-2.32 ± 0.01 ^{bc}	8.64 ± 0.06 ^c
	SDE	51.24 ± 1.05 ^b	-1.86 ± 0.38 ^{ab}	15.80 ± 1.47 ^a
	FDE	49.20 ± 0.64 ^c	-1.57 ± 0.14 ^d	15.82 ± 0.53 ^a

A similar trend was observed in the mayonnaise samples. The L^* values of SD- and FD-based mayonnaise were higher than those of L/Z-enriched formulations. The

darker appearance of enriched samples is expected due to the presence of lutein and zeaxanthin, which contribute to a more intense yellow-orange hue (Xu et al., 2022). Similarly, enriched samples exhibit higher b^* values (SDE: 15.80, FDE: 15.82) compared to unenriched ones (SD: 8.32, FD: 8.64). The significant increase in b^* values in the enriched mayonnaise formulations suggests that the pigments are well incorporated into the emulsion system, resulting in intensified yellow coloration.

Color is an important attribute in food products, significantly influencing consumer preferences as it serves as an indicator of freshness, quality and overall appeal. Moreover, it is also a key contributor to decide the taste acceptability of a product (Maskan, 2001). The color intensity of egg yolk, in particular, plays a critical role in consumer perception of freshness and quality. Deeper, more intense yolk color is generally preferred, as it is associated with better nutrition and natural feeding practices (Karadas et al., 2006). Color acceptability has also been shown to influence overall liking and purchase intent in mayonnaise and other egg-based products (Berkhoff et al., 2020). Consequently, producing egg yolk powders with consistent quality and intensified coloration is a priority for mayonnaise manufacturers to meet consumer demands and preferences.

3.4 Sensory evaluation

To ensure the reliability of the data, panelists were given brief training prior to evaluation, including clear definitions and evaluation guidance for each attribute. Aroma was assessed based on the intensity and pleasantness of the smell, flavor referred to the perceived taste and aftertaste, and stickiness was defined as the degree of tackiness felt on the tongue and palate. A 9-point hedonic scale was used <Table 4>.

Given the high fat content of mayonnaise samples, panelists were instructed to cleanse their palate not only with water but also with plain unsalted crackers between samples to eliminate residual oil and minimize carryover effects. Samples were presented in randomized order to reduce bias. Among the four sample groups, SDE and FDE (L/Z-enriched powders) exhibited the highest color scores, indicating that lutein and zeaxanthin contribute to a more intense yellow-orange hue, enhancing the visual appeal of mayonnaise. These samples also received the highest taste scores,

suggesting that enrichment improves the overall flavor profile. Additionally, their flavor scores (SDE: 6.00, FDE: 5.65) were higher than those of the unenriched samples, confirming the positive impact of carotenoid enrichment on flavor perception. In terms of stickiness, SDE (6.10) and FDE (4.80) exhibited higher scores than their unenriched counterparts, implying that lutein and zeaxanthin may influence textural properties, potentially by enhancing emulsion stability (Jeong et al., 2021). The overall acceptability scores were also the highest for SDE (6.30) and FDE (5.85), indicating that L/Z enrichment improves the sensory quality of mayonnaise.

These results are consistent with the instrumental color measurements presented in Table 3. SDE and FDE mayonnaise exhibited significantly higher b^* values (SDE: 15.80, FDE: 15.82), indicating greater yellowness. The higher b^* values of SDE and FDE confirm the deeper yellow hue observed by the panelists, aligning with their higher color and acceptability scores. These findings are also in line with previous studies reporting that consumers tend to prefer egg-based products with a deeper yellow color, perceiving them as more natural and nutritious (Karadas et al., 2006; Amagloh et al., 2024). Therefore, L/Z-enriched mayonnaise developed in this study may offer enhanced appeal and potential for consumer acceptance in the market. FD samples received a higher color score than SD (spray-dried yolk powder), suggesting that freeze-drying better preserves natural yolk pigments, as demonstrated in Table 1. The flavor score of FD (5.20) was also higher than that of SD (4.10), implying that freeze-drying helps retain desirable flavor compounds more effectively than spray-drying. The stickiness score of FD (4.40) was slightly higher than SD (4.05), further supporting the idea that freeze-drying maintains better textural properties. SD samples exhibited the lowest scores in most sensory attributes, particularly in color, flavor, and overall acceptability. The lower flavor score (4.10) suggests that spray-drying may degrade flavor compounds to a greater extent than freeze-drying. However, aroma scores were relatively similar across all samples, indicating that neither drying method nor L/Z enrichment had a significant impact on aroma perception (Wang et al., 2023).

Overall, L/Z-enriched yolk powders (SDE, FDE) demonstrated superior sensory qualities in color, taste, and overall acceptability, making them preferable choices for food

formulations. Additionally, freeze-drying emerged as the superior drying method for preserving the sensory attributes of egg yolk. These findings suggest that incorporating enriched egg yolk powders could enhance consumer acceptance and marketability of mayonnaise products.

<Table 4> Sensory evaluation of mayonnaise made with yolk powder

	Color	Aroma	Taste	Stickiness	Flavor	Overall
SD	4.95 ± 0.31 ^b	5.05 ± 0.24 ^{ab}	4.35 ± 0.48 ^c	4.05 ± 1.23 ^c	4.10 ± 1.37 ^b	4.40 ± 0.24 ^b
FD	6.00 ± 0.13 ^{ab}	4.95 ± 0.52 ^b	5.10 ± 0.26 ^{bc}	4.40 ± 0.13 ^c	5.20 ± 1.36 ^a	5.15 ± 0.76 ^{ab}
SDE	6.45 ± 1.76 ^a	6.05 ± 1.76 ^a	6.30 ± 1.76 ^a	6.10 ± 1.76 ^a	6.00 ± 1.76 ^a	6.30 ± 1.76 ^a
FDE	6.40 ± 1.76 ^a	6.00 ± 1.76 ^a	5.65 ± 1.76 ^{ab}	4.80 ± 1.76 ^{bc}	5.65 ± 1.76 ^a	5.85 ± 1.76 ^a

All values are expressed as a mean ± SD of triplicate estimations. ^{a,b,c}Means within columns with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

IV. Conclusion

This study demonstrated the efficacy of *Dunaliella tertiolecta* mp3 in enriching egg yolks with lutein and zeaxanthin (L/Z), thereby enhancing the color intensity of egg yolk powders and mayonnaise. The L/Z content in yolk was well-preserved during the freeze-drying but showed a notable reduction in spray-drying due to the high-temperature involved. Overall, the findings suggest that L/Z-enriched dried egg yolk powder could be used as an emulsifying agent in food products such as mayonnaise, offering both functional and sensory benefits. However, the inherent instability of L/Z warrants further research to develop strategies for improving their chemical stability during storage.

References

- Abdel-Aal, E.-S. M., Akhtar, H., Chambers, J. R., & Zaheer, K. (2017). Lutein and Zeaxanthin Carotenoids in Eggs. In *Egg Innovations and Strategies for Improvements* (pp. 199-206). Elsevier.
- Amagloh, F. K., et al. (2024). *Yellowness of egg yolks influences consumer preference for eggs in Ghana*. *International Food Research Journal*, 31(2), 486-495
- Anwar, S. H., & Kunz, B. (2011). The influence of drying methods on the stabilization of fish oil microcapsules: Comparison of spray granulation, spray drying, and freeze drying. *Journal of food engineering*, 105(2), 367-378.

- Asghar, A., & Abbas, M. (2012). Dried egg powder utilization, a new frontier in bakery products. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 3(13), 493-505.
- Baek, K., Yu, J., Jeong, J., Sim, S. J., Bae, S., & Jin, E. (2018). Photoautotrophic production of macular pigment in a *Chlamydomonas reinhardtii* strain generated by using DNA-free CRISPR-Cas9 RNP-mediated mutagenesis. *Biotechnology and bioengineering*, 115(3), 719-728.
- Ben-Amotz, A. (1980). Glycerol production in the alga *Dunaliella*. *Biochemical and Photosynthetic aspects of energy production*, 191-208.
- Berkhoff, J., Alvarado-Gilis, C., Keim, J. P., Alcalde, J. A., Vargas-Bello-Pérez, E., & Gandarillas, M. (2020). Consumer preferences and sensory characteristics of eggs from family farms. *Poultry science*, 99(11), 6239-6246.
- Bernstein, P. S., Li, B., Vachali, P. P., Gorusupudi, A., Shyam, R., Henriksen, B. S., & Nolan, J. M. (2016). Lutein, zeaxanthin, and meso-zeaxanthin: The basic and clinical science underlying carotenoid-based nutritional interventions against ocular disease. *Progress in retinal and eye research*, 50, 34-66.
- Cai, Y.-Z., & Corke, H. (2000). Production and properties of spray-dried *Amaranthus betacyanin* pigments. *Journal of Food Science*, 65(7), 1248-1252.
- Chhabra, N., Arora, M., Garg, D., & Samota, M. K. (2024). Spray freeze drying—a synergistic drying technology and its applications in the food industry to preserve bioactive compounds. *Food Control*, 155, 110099.
- Chung, H. Y., Rasmussen, H. M., & Johnson, E. J. (2004). Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men. *The Journal of nutrition*, 134(8), 1887-1893.
- Costa, S. S., Machado, B. A. S., Martin, A. R., Bagnara, F., Ragadalli, S. A., & Alves, A. R. C. (2015). Drying by spray drying in the food industry: micro-encapsulation, process parameters and main carriers used. *African Journal of Food Science*, 9(9), 462-470.
- Fernández-Sevilla, J. M., Fernández, F. A., & Grima, E. M. (2010). Biotechnological production of lutein and its applications. *Applied microbiology and biotechnology*, 86(1), 27-40.
- Franke, K., & Kießling, M. (2002). Influence of spray drying conditions on functionality of dried whole egg. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(15), 1837-1841.
- Golkar, A., Taghavi, S. M., & Aghili Dehnavi, F. (2018). The emulsifying properties of Persian gum (*Amygdalus scoparia* Spach) as compared with gum Arabic. *International journal of food properties*, 21(1), 416-436.
- Guadarrama-Lezama, A. Y., Dorantes-Alvarez, L., Jaramillo-Flores, M. E., Pérez-Alonso, C., Niranjana, K., Gutiérrez-López, G. F., & Alamilla-Beltrán, L. (2012). Preparation and characterization of non-aqueous extracts from chilli (*Capsicum annum* L.) and their microencapsulates obtained by spray-drying. *Journal of food engineering*, 112(1-2), 29-37.
- Hernández-García, S., Salazar-Montoya, J. A., & Totosaus, A. (2016). Emulsifying properties of food proteins conjugated with glucose or lactose by two methods (spray-drying or freeze-drying). *International journal of food properties*, 19(3), 526-536.
- Jadhav, K., Kole, E., Singh, R., Rout, S. K., Verma, R. K., Chatterjee, A., Naik, J. (2024). A critical review on developments in drying technologies for enhanced stability and bioavailability of pharmaceuticals. *Drying technology*, 1-27.
- Jeon, J.-Y., Kim, K.-E., Im, H.-J., Oh, S.-T., Lim, S.-U., Kwon, H.-S., Kang, C.-W. (2012). The production of lutein-enriched eggs with dietary *Chlorella*. *Food Science of Animal Resources*, 32(1), 13-17.
- Jeong, S.-J., Kim, S., Echeverria-Jaramillo, E., & Shin, W.-S. (2021). Effect of the emulsifier type on the physicochemical stability and in vitro digestibility of a lutein/zeaxanthin-enriched emulsion. *Food Science and Biotechnology*, 30(12), 1509-1518.
- Jesús, M. N. d., Zanqui, A. B., Valderrama, P., Tanamati, A., Maruyama, S. A., Souza, N. E. d., & Matsushita, M. (2013). Sensory and physico-chemical characteristics of desserts prepared with egg products processed by freeze and spray drying. *Food Science and Technology*, 33(3), 549-554.
- Jiménez-González, O., & Guerrero-Beltrán, J. Á. (2021). Extraction, microencapsulation, color properties, and

- experimental design of natural pigments obtained by spray drying. *Food Engineering Reviews*, 13(4), 769-811.
- Junghans, A., Sies, H., & Stahl, W. (2001). Macular pigments lutein and zeaxanthin as blue light filters studied in liposomes. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 391(2), 160-164.
- Karadas, F., Grammenidis, E., Surai, P. F., Acamovic, T., & Sparks, N. H. C. (2006). Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *British poultry science*, 47(5), 561-566.
- Kim, M.-J., & Shin, W.-S. (2022). Stability of zeaxanthin/lutein in yolk oil obtained from microalgae-supplemented egg under various storage conditions. *Lwt*, 155, 112899.
- Kim, M., Ahn, J., Jeon, H., & Jin, E. (2017). Development of a *Dunaliella tertiolecta* strain with increased zeaxanthin content using random mutagenesis. *Marine drugs*, 15(6), 189.
- Kishimoto, Y., Taguchi, C., Saita, E., Suzuki-Sugihara, N., Nishiyama, H., Wang, W., Kondo, K. (2017). Additional consumption of one egg per day increases serum lutein plus zeaxanthin concentration and lowers oxidized low-density lipoprotein in moderately hypercholesterolemic males. *Food Research International*, 99, 944-949.
- Kishk, Y., & Elsheshetawy, H. E. (2013). Effect of ginger powder on the mayonnaise oxidative stability, rheological measurements, and sensory characteristics. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(2), 213-220.
- Kurniawan, J. M., Yusuf, M. M., Azmi, S. S., Salim, K. P., Prihastyanti, M. N. U., Indrawati, R., Brotsudarmo, T. H. P. (2019). Effect of drying treatments on the contents of lutein and zeaxanthin in orange-and yellow-cultivars of marigold flower and its application for lutein ester encapsulation. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,
- Landrum, J. T., & Bone, R. A. (2001). Lutein, zeaxanthin, and the macular pigment. *Archives of biochemistry and biophysics*, 385(1), 28-40.
- Ma, L., Liu, R., Du, J. H., Liu, T., Wu, S. S., & Liu, X. H. (2016). Lutein, zeaxanthin and meso-zeaxanthin supplementation associated with macular pigment optical density. *Nutrients*, 8(7), 426.
- Ma, Z., & Boye, J. I. (2013). Advances in the design and production of reduced-fat and reduced-cholesterol salad dressing and mayonnaise: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(3), 648-670.
- Marante, T., Viegas, C., Duarte, I., Macedo, A. S., & Fonte, P. (2020). An overview on spray-drying of protein-loaded polymeric nanoparticles for dry powder inhalation. *Pharmaceutics*, 12(11), 1032.
- Maskan, M. (2001). Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of food engineering*, 48(2), 169-175.
- Matioli, G., & Rodriguez-Amaya, D. (2002). Licopeno encapsulado em goma arábica e maltodextrina: Estudo da estabilidade. *Braz. J. Food Technol.*, 5, 197-203.
- Meera, V., Ved, S., & Vino, S. A. (2016). Development of value added Probiotic freeze-dried papaya juice powder. *Journal of Foodservice*, 3, 38-48.
- Miranda, J. M., Anton, X., Redondo-Valbuena, C., Roca-Saavedra, P., Rodriguez, J. A., Lamas, A., Cepeda, A. (2015). Egg and egg-derived foods: effects on human health and use as functional foods. *Nutrients*, 7(1), 706-729.
- Mirhosseini, H., & Amid, B. T. (2013). Effect of different drying techniques on flowability characteristics and chemical properties of natural carbohydrate-protein Gum from durian fruit seed. *Chemistry Central Journal*, 7(1), 1.
- Motta-Romero, H., Zhang, Z., Tien Nguyen, A., Schlegel, V., & Zhang, Y. (2017). Isolation of egg yolk granules as low-cholesterol emulsifying agent in mayonnaise. *Journal of food science*, 82(7), 1588-1593.
- Mundi, S., & Aluko, R. (2012). Physicochemical and functional properties of kidney bean albumin and globulin protein fractions. *Food Research International*, 48(1), 299-306.
- Nandiyanto, A. B. D., Ogi, T., Wang, W.-N., Gradon, L., & Okuyama, K. (2019). Template-assisted spray-drying method for the fabrication of porous particles with tunable structures. *Advanced Powder Technology*, 30(12), 2908-2924.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed

- foods: A review. *Food and bioprocess technology*, 6, 36-60.
- Ratti, C. (2008). Freeze and vacuum drying of foods. *Drying technologies in food processing*, 225-251.
- Roberts, J. E., & Dennison, J. (2015). The photobiology of lutein and zeaxanthin in the eye. *Journal of ophthalmology*, 2015.
- Sagar, V., & Kumar, P. S. (2010). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of food science and technology*, 47(1), 15-26.
- Sai-Ut, S., Ketnawa, S., Chaiwut, P., & Rawdkuen, S. (2009). Biochemical and functional properties of proteins from red kidney, navy and adzuki beans. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 2(4), 493-504.
- Samborska, K., Jedlińska, A., Wiktor, A., Derewiaka, D., Woźosiak, R., Matwijczuk, A., Białowski, Ł. (2019). The effect of low-temperature spray drying with dehumidified air on phenolic compounds, antioxidant activity, and aroma compounds of rapeseed honey powders. *Food and Bioprocess Technology*, 12, 919-932.
- Sharma, A., Jana, A. H., & Chavan, R. S. (2012). Functionality of milk powders and milk-based powders for end use applications—a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(5), 518-528.
- Sogi, D. S., Siddiq, M., & Dolan, K. D. (2015). Total phenolics, carotenoids and antioxidant properties of Tommy Atkin mango cubes as affected by drying techniques. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 564-568.
- Sui, X., Kiser, P. D., Che, T., Carey, P. R., Golczak, M., Shi, W., Palczewski, K. (2014). Analysis of carotenoid isomerase activity in a prototypical carotenoid cleavage enzyme, apocarotenoid oxygenase (ACO). *Journal of Biological Chemistry*, 289(18), 12286-12299.
- Tsiaka, T., Lantzouraki, D. Z., Siapi, E., Sinanoglou, V. J., Heropoulos, G. A., Calokerinos, A. C., & Zoumpoulakis, P. (2018). Macular carotenoids in lipid food matrices: DOE-based high energy extraction of egg yolk xanthophylls and quantification through a validated APCI (+) LC-MS/MS method. *Journal of Chromatography B*, 1096, 160-171.
- Wang, Z., Nie, T., Zhang, H., Wang, W., Chen, H., Wang, S., & Sun, B. (2023). Correlation analysis between volatile compounds and quality attributes in pork tenderloin in response to different stir-frying processes. *Foods*, 12(23), 4299.
- Wenzel, M., Seuss-Baum, I., & Schlich, E. (2010). Influence of pasteurization, spray-and freeze-drying, and storage on the carotenoid content in egg yolk. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(3), 1726-1731.
- Xu, L., Echeverria-Jaramillo, E., & Shin, W.-S. (2022). Physicochemical properties of muffins prepared with lutein & zeaxanthin-enriched egg yolk powder. *Lwt*, 156, 113017.
- Zhang, L.-h., & Li, S.-f. (2009). Effects of micronization on properties of Chaenomeles sinensis (Thouin) Koehne fruit powder. *Innovative food science & emerging technologies*, 10(4), 633-637.

식사 유형, 성별 및 체중 상태가 저작 특성에 미치는 영향

The meal type, gender and weight status can affect the masticatory properties

장유경 오영진주, 강민정, 신원선*
한양대학교 식품영양학과

Yukyung Jang, Yingjinzhu Wu, Minjung Kang, Weon-Sun Shin*
Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University

Abstract

The masticatory performances on bibimbap and hamburger including chewing number, chewing rate, chewing frequency and bite size were investigated under gender, and weight status among 41 panels. Results shows that, the chewing time on bibimbap exhibit s a longer period comparing to the hamburger group. In addition, the males shows a less chewing number and time and than females among the two meals. For the obese groups, they tend to eat faster than non-obese groups. This study implies that the gender and weight status has significantly effect on chewing behavior among the diverse meal types, emphasize the importance of chewing behavior on weight-control and obesity prevention.

Key words: Obesity, Mastication, Behavior, BMI

주제어: 비만, 저작, 행동, BMI

I. 서론

이전에 많은 연구들은 1) 음식 구조의 정도와 2) 점도 정도에 의해 저작 특성이 크게 영향을 받을 수 있다고 말한다(Hutchings et al., 1988; Loret et al., 2011). 수십 년 동안 다양한 유형의 식품의 저작 특성을 밝히기 위해 많은 연구가 수행되었다. 균질하지만 이질적인 식품 샘플을 사용한 샘플 간의 차이를 조사하기 위해 일부 연구가 수행되었다.

저작 기능은 영양에도 강한 영향을 미친다(Nakata et al., 1998). 저작 기능은 성별과 비만과 같은 여러 요인에 의해 크게 영향을 받는다. 일반적으로 딱딱한 음식 섭취를 피하는 경향(Tada et al., 2018; Chao et al., 2017) 과식(Ranawana et al., 2011; Aranha et al., 2008), 빠르고 충동적인 식사 습관(Ranawana et al., 2011), 부드럽고 기름진 음식을 많이 섭취하는 경향(Tada et al., 2018; Chao et al., 2017; Heshmat et al., 2011; Mahoney et al., 1975), 그리고 저작 횟수 감소(Campbell et al., 2017)와 같은 특성은 저작 기능에 영향을 미칠 수 있다.

비만인의 식습관의 경우, 음식을 충분히 씹지 않고 입안에 많

은 양의 음식을 넣어 빠르게 섭취하는 경향이 있는 것으로 보고 되었다. 충분히 씹지 않고 빨리 먹으면 포만감을 느끼기 전에 과식하는 경향이 있다. 그 결과 음식을 더 많이 섭취하게 되어 비만으로 이어진다. 그럼에도 불구하고, 비만의 저작 기능에 대한 정보는 지금까지 일관성이 없었다. 일부 연구(Spiegel et al., 2000; Ruijschop et al., 2011)에서는 비만 그룹에서 저작 기능이 감소한다는 결론을 내렸지만 다른 연구(Sondang et al., 2003; Isip et al., 2022; Nakamichi et al., 2014)에서는 비만 그룹 간 저작 기능에 차이가 없는 것으로 나타내었다.

비만과 관련된 식습관 중에서 빠르게 먹는 것은 이전 연구의 주제였다(Sasaki et al., 2003; Otsuka et al., 2006; Otsuka et al., 2008; Maruyama et al., 2008). 연구에 따르면, 식사 속도와 현재 개인의 BMI (Sasaki et al., 2003), 20세 이후 BMI 변화(Otsuka et al., 2006), 그리고 인슐린 저항성 (Otsuka et al., 2008) 간에 연관성이 있다. 또한, 배가 부를 때까지 먹는 것과 빠르게 먹는 것이 과체중과 관련이 있으며, 두 행동의 조합이 과체중에 상당한 영향을 미칠 수 있다는 제안도 있었다(Maruyama et al., 2008). 식사 행동과 관련하여 Portion size(Burger et al., 2011), 식사 비율 (Martin et al., 2007; Scisco et al., 2011; Ekuni et al., 2012;

* Corresponding Author : Weon-Sun Shin

Tel : 82-2-2220-4204, E-mail : hime@hanyang.ac.kr

Higgs et al., 2013), 한 입 크기 (Ranawana et al., 2011) (Spiegel et al., 1993; Spiegel et al., 2000; Zijlstra et al., 2009; Ruijschop et al., 2011; Zijlstra et al., 2011; Aranha et al., 2008; Forde et al., 2013), 그리고 얼마나 많은 음식을 씹는지 (Li et al., 2011; Fukuda et al., 2013; Heshmat et al., 2011; Sonoki et al., 2013)와 같은 식습관에 대해서는 비만인이 더 큰 크기의 음식을 먹으며 (Mahoney et al., 1975), 음식을 많이 씹지 않아 구강 내 노출 시간이 짧아져 포만감이 감소하여 (Campbell et al., 2017) 과도한 에너지 섭취가 발생하는 것으로 나타났다(Zijlstra et al., 2009; Ruijschop et al., 2011; Zijlstra et al., 2011). 음식의 한입 크기를 줄이고 잘 씹는 것이 포만감을 증가시키는 방법으로 제안되었다(Ruijschop et al., 2011; Forde et al., 2013). 그러나 한입 크기 (Sondang et al., 2003)와 씹는 횟수의 상대적인 관계는 아직 명확하지 않다. 우리는 작은 한입 크기(Isip et al., 2022)가 씹는 횟수를 개인 간뿐만 아니라 개인 내에서도 증가시킬 수 있다는 가설을 세웠다.

정신 생리학적 상태는 각각 음식 섭취를 억제하거나 유도한다고 말한다(Allirot et al., 2014). 음식 섭취 조절 메커니즘에 따라, 충분한 시간과 천천히 먹는 저작 방법은 식욕을 억제하고 포만감을 증가시키는데 영향을 미쳐, 결과적으로 음식 섭취량 감소에 영향을 미친다(Argyropoulou et al., 2020). 충분한 시간과 천천히 먹는 저작 훈련을 통해 음식 섭취를 조절하는 것은 일상 식사에서 포만감과 만족감을 느끼며 식습관을 바꾸고 체중을 감량하는 가장 근본적이고 효율적인 방법으로 간주된다. 위의 연구에서 알 수 있듯이 저작은 식욕을 조절하고 포만감을 정상화하는데 중요한 생리적 기능을 담당하며 음식 섭취량 조절에 탁월한 효과를 보일 수 있다. 그러나 국내에서는 비만 예방 및 개선을 위한 식단과 관련된 저작에 대한 연구가 아직 발표되지 않았다.

Portion size는 식사나 간식에서 한 번에 제공되는 단일 식품의 양을 의미한다(Livingstone et al., 2014). 즉, portion size는 일반적으로 식당에서 사람에게 제공되는 양이나 식품 포장에 제공되는 양을 말한다. 또한 먹기 위해 그릇에 넣는 양으로도 정의할 수 있다. 미국에서 portion size 또는 포장당 양은 꾸준히 증가하고 있으며(Benton et al., 2015), 이는 비만 인구 증가에 영향을 미치는 주요 요인 중 하나로 보고되고 있다(Malik et al., 2013).

수십 년 동안, 균질하고 이질적인 질감을 가진 다양한 음식에 대해 저작 특성에 대한 많은 보고가 이루어졌지만, meal type에 대해서는 아무런 결과가 없으며 본 연구에서는 대표적인 간편식으로 잘 알려진 비빔밥, 햄버거 등 다양한 식사 유형을 모델 샘플로 선정하여 각 샘플을 자유롭게 먹거나 완전 저작하는 동안에 수집된 저작 특성에 대한 정보를 수집하였다. 한 논문에서, 비빔밥 1인 분량으로부터 얻을 수 있는 총 에너지 섭취량이 비빔밥 한 그릇 기준 약 638 kcal이다. 또한, 분석 식품표에 의한 비빔밥 한 그릇당 성분함량은 레티놀 및 베타카로틴의 사용량이 매우 규

칙적이며, 식이섬유, 비타민 B₁, B₁₂ 및 엽산의 정도로만 공급함으로써 건강증진 효과가 있을 수 있다고 보고되었다(박정은 & 차연수, 2024). 이 연구를 통해 빠른 섭취 습관을 개선하고 저작 횟수를 증가시킴으로써 비만을 예방할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 더불어, 성별과 체중이 저작 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 설계

서울 한양대학교 캠퍼스와 한양여자대학교 캠퍼스에서 온라인 광고, 포스터, 개인 커뮤니케이션을 통해 41명의 대상자를 모집하였다. 대상자는 non-obese male (NM), obese male (OM), non-obese female (NF), obese female (OF)의 네 그룹으로 분류했다. 이 실험은 체내 기기에서 직접 보고한 키와 체중을 기준으로 진행되었으며, BMI는 '체중(kg)을 제곱 키(m)로 나눈 값'으로 계산되었다(Bener et al., 2013). 여러 논문에서 BMI 23 이상은 과체중으로 간주되었다(Weir et al., 2019; Okorodudu et al., 2010). 따라서 본 연구에서는 이 기준에 해당하는 사람들을 비만 그룹으로 분류했다. 비만 대상자는 21명(남성: 11, 여성: 10)과 정상 체중 범위 내 속한 대상자는 20명(남성: 10, 여성: 10)으로, 모두 19~29세 사이로 이 연구에 참여했다. BMI 지수가 23 이상인 경우 '비만 군'으로 분류했으며, BMI 지수가 23 미만인 경우 '비비만 군'으로 분류했다. NM의 평균 연령은 23.30세, BMI 지수는 21.95였고, OM의 평균 연령은 23.27세, BMI 지수는 26.18이었다. NF의 평균 연령은 21.20세, BMI 지수는 20.26이었으며, OF의 평균 연령은 21.10세, BMI 지수는 27.81이었다. 비흡연자, 기능성 건강식품을 포함한 특정 약물을 복용하지 않고, 교정기를 착용하지 않는 사람을 피험자로 선정했다. 연구를 시작하기 전 모든 참가자로부터 서면 동의를 받았으며, 연구 프로토콜은 윤리위원회의 승인을 받았다.

2. 샘플 준비

1) 햄버거 식단

각 햄버거 식단은 불고기 햄버거 1개(160g)의 일부로 구성되었다. 불고기 햄버거 준비를 위해 햄버거 빵(Shany co., Korea), 불고기버거 패티(Back-sul Co., Ltd, Korea), 불고기버거 소스(Ottogi, Korea), 양상추(E-Mart, Korea), 마요네즈(Ottogi, Korea)를 지역시장에서 구입하였다. 햄버거 준비 과정은 다음과 같았다: 간단히 말해 양상추를 세척하고 손질한 후 마요네즈 10 g과 섞었다. 해동된 패티는 1분 30초 동안 팬에 구운 후 사용할 때까지 보온 용기에 보관하였다. 햄버거 빵 한 면을 기름 없이 팬에 완전히 구운 후 햄버거 소스 5g을 발랐다. 그 위에 패티를 올리고, 5단계에서 준비한 남은 소스(14 mL)를 발랐다. 2단계에서 준비한 상추

를 넣고, 빵의 윗면에 마요네즈 5 mL를 바른 후 햄버거 위에 올렸다. 저작 테스트를 위해 불고기버거(160 g)를 접시에 담아 대상자에게 제공하였다.

2) 비빔밥 식단

비빔밥은 밥과 여러 종류의 나물(각종 양념 채소)에 고추장, 참기름을 넣어 비벼 먹는 한국의 일품요리 중 하나이며, 맛과 영양이 우수한 균형 음식이다. 또한 우리 전통식품 중 외국인의 인지도가 높은 식품 중 하나이기도 하다. (오석홍 et al., 2013) 이에 최근 비빔밥은 다양한 채소가 들어간 건강식품으로 인기를 끌다가 대표적인 즉석식품으로 상용화되고 있다. 비빔밥 준비를 위해 취나물, 당근, 달걀, 콩나물, 표고버섯 등 비빔밥용 나물 5종을 선정하였다: 간단히 말해, 표준 레시피를 정하기 위해 2장의 문서를 참고하고, 비빔밥 3종을 편의점(Seven Eleven, GS25, E-Mart)에서 구입한 후 실험 조리를 거쳐 최종 레시피를 결정했다. 아래 비빔밥 샘플의 재료는 이마트와 홈플러스에서 햇반(CJ, Korea), 취나물(Home-Plus, Korea), 당근(E-mart, Korea), 달걀(E-mart, Korea), 표고버섯(Hanbyeol, Korea), 콩나물(E-mart, Korea), 고추장(Haechandle, Korea), 다진 소고기(E-mart, Korea), 다진 마늘(Gana, Korea), 파(E-mart, Korea), 참기름(Ottogi, Korea), 식용유(E-mart, Korea), 소금(1001salt, Korea), 설탕(TS Corporation, Korea), 간장(Chungjungone, Korea), 알코올(E-mart, Korea), 후추(Ottogi, Korea) 등 구입했다.

비빔밥 만드는 방법은 첫째, 가공된 쌀 한 팩, 햇반(198g)을 전자레인지에 2분간 넣는다. 둘째, 콩나물(35 g)을 준비하여 씻은 다음 냄비에 넣고 김이 나기 시작하면 5분 후 꺼내어 물기를 제거하고, 소스 1(다진 마늘 0.5 g, 다진 파 0.5 g, 소금 0.4 g, 참기름 0.5 ml)을 넣고 완전히 섞는다. 셋째, 취나물(20 g)을 씻어서 데친(소금 0.5 g, 5분) 후 4 cm 크기로 잘라 찬물로 헹구고 물기를 뺀다. 취나물에 소스 2(다진 파 0.3 g, 다진 마늘 1 g, 참기름 0.5 mL, 참깨 0.5 g)를 넣고 중간 불에 기름 1.5 g을 넣고 4분간 볶는다. 넷째, 생 당근을 씻고 껍질을 벗긴 뒤, Julienne (0.3*4*0.3 cm³)으로 썰어준 다음 소스 3(소금 0.3 g, 참기름 0.5 mL, 다진 마늘 0.5 g)을 넣고 중간 불에 기름 1.5 g과 함께 3분간 볶아준다. 다섯째, 표고버섯은 찬물에 2시간 동안 담가둔 후 줄기를 잘라 2 mm 두께로 자른 뒤, 소스 4(간장 0.8 ml, 다진 마늘 0.2 g, 참기름 0.5 mL, 참깨 0.3 g, 설탕 0.2 g)를 넣고 중간 불에 기름 1.5 g과 함께 3분간 볶는다. 여섯째, 달걀(25 g)을 깨서 흰자와 달걀 노른자를 섞은 다음 약한 불에서 기름 2 g을 후라이팬에 두르고 얇게 부쳐 Julienne (0.2*4*0.2cm³)으로 썰어준다. 일곱째, 다진 소고기(10 g), 소스 5(간장 0.5 mL, 다진 마늘 0.2 g, 참기름 0.5 mL, 참깨 0.3 g, 설탕 0.2 g)을 넣고 골고루 양념이 배도록 치댄다. 중간 불에서 3분간 볶는다. 재료를 2, 3, 4, 5, 6의 순서로 그릇에 담고, 가운데에 고추장(10 mL)과 다진 소고기(10 g)를 올린 후 참

기름(2 mL)을 뿌린다.

비빔밥 한 그릇(340 g)을 통째로 제공했고, 모든 샘플을 짓가락으로 약 2분간 섞었다.

3. 화학적 성분 분석

각 샘플의 성분과 저작 특성을 밝히기 위해 조수분 함량, 지방, 조단백질, 회분, 탄수화물 및 식이섬유 등 화학적 조성 분석을 수행하였다. 실험은 한국식품규격 Codex(2011)에 따라 진행되었다.

수분은 상압가열건조법에 의하여 측정하였으며 지방은 에테르 추출법에 의하여 측정하였다. 단백질은 kjeldahl법으로 측정하였으며 회분은 회분 측정법으로 분석하였다. 식이섬유는 총 식이섬유 측정법으로 측정하였으며 탄수화물과 에너지는 계산법으로 측정하였다. 각 실험은 3회 반복하여 얻은 평균값으로 나타내었다.

4. 저작 테스트

참가자들은 실험을 시작하기 전 3시간 동안 물 외에는 아무것도 섭취하지 않은 상태로 실험실에 도착한 후, 동의서에 서명하고 안내서를 읽었다.

이전 연구(제출된 자료)를 바탕으로 참가자들은 질문의 시각적 아날로그 척도로 배고픔의 정도를 표시하도록 지시받았다. 이후 제공된 샘플을 한입에 삼킬 수 있는 양만큼 섭취하였으며, 여러 번의 실험을 위해 샘플을 삼키지 않도록 지시하였다. 실험은 'free-chewed'와 'mean-chewed'로 구성되었다. free-chewed 테스트에서는 참가자들이 샘플을 자유롭게 씹으며 여러 변수를 스스로 보고하였고, mean-chewed 테스트에서는 free-chewed에서 나타난 평균 저작 횟수만큼 씹도록 요청하였다. Full-chewed 테스트에서는 평균 저작 횟수의 두 배로 저작 하도록 요구하였다. 본 연구에서는 볶음밥을 Usual/Double chewing로 씹었을 때 섭취량 차이를 조사했다(Argyarakopoulou et al., 2020). 각 테스트는 샘플 유형에 따라 분류되었으며, 샘플은 햄버거 식단과 비빔밥이었다. 총 6번의 실험이 수행되었다.

참가자들이 샘플을 씹는 동안, chewing times은 한입 씹는 시간을 불리며 타이머로 기록되었고, 동시에 chewing number는 한입 씹는 횟수를 열거하였다. 한입 씹은 시간과 횟수는 참가자가 제공된 샘플의 양을 다 먹을 때까지 매번 기록하였다. 또한, 참가자들은 일부를 섭취한 후 VAS를 사용하여 포만감 정도를 확인하였다. 자가 보고 참가자들은 총 식사 시간을 측정하기 위해 실험의 시작 시간과 종료 시간을 기록하도록 요청하였다.

음료는 대상자의 포만감에 영향을 미칠 수 있기 때문에 테스트 중 제공되지 않았다. 각 샘플의 portion 양이 다르기 때문에 이를 100 g으로 변환하여 분석하여 사용하였다.

$$\frac{\text{Variable}}{\text{a portion of sample}(g)} = \frac{X}{100g} \quad (1)$$

5. 통계 분석

이 연구 결과로부터 평균값과 표준편차는 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences 18.0)를 사용하여 얻었다. 남성/여성 그룹과 비만/정상 체중 그룹 간의 총 식사 시간, 포만감 변화율의 차이를 독립 t-test를 사용하여 조사하여 유의성을 검증하였다. 샘플 유형 간의 저작 특성 및 화학 조성 분석의 유의성은 one-way ANOVA(Analysis of variance)를 사용하여 테스트한 다음 Duncan의 다중 범위 검정을 수행하여 각 샘플 간의 유의한 차이를 $p < 0.05$ 수준에서 테스트하였다. 샘플 유형 간 비교, 성별 및 샘플 유형과 성별 간의 상호 관계 비교를 조사하기 위해 two-way ANOVA(Analysis of variance)를 수행하였으며, 각 샘플 간의 유의미한 차이를 검증하기 위해 유의수준 $p < 0.05$ 에서 Duncan의 다중 범위 검정을 실시했다.

III. 결과 및 고찰

1. 화학적 조성

햄버거와 비빔밥의 100 g당 일반 성분 분석 및 열량비교 결과는 유의적인 차이가 있었다($p < 0.01$). 수분은 햄버거(47.01 g)보다 비빔밥(64.73 g)이 높았으며 비빔밥의 나물(Namul)에 수분을 많이 함유하고 있어 이와 같은 결과를 나타낸 것으로 사료된다. Soxhlet 법 (Thiex et al., 2003)으로 분석한 지방 함량은 햄버거(13.22g)보다 비빔밥(3.90 g)이 낮았으며, 비빔밥의 나물 함량이 높기 때문에 햄버거(1.54 g)보다 높았다. 에너지는 탄수화물, 지방, 단백질 함량이 높은 햄버거(271.20 kcal)가 비빔밥(156.70 kcal)보다 높은 것으로 나타났다(<Table 1>).

22 g)가 비빔밥(3.90 g)보다 높았는데, 그 이유로는 기름에 튀긴 쇠고기 패티(beef patty) 때문인 것으로 보인다(Kim, 2017). Kjeldahl 법 (Hwang et al., 2020)으로 평가한 조단백질 함량은 햄버거(8.22 g)가 비빔밥(4.74 g)보다 높았으며 회분은 각종 채소가 들어 있는 비빔밥(4.74 g)이 햄버거(1.71 g)보다 많이 들어있었다. 탄수화물은 비빔밥(25.67 g)보다 햄버거(29.85 g)가 높았으며, 식이섬유는 비빔밥(3.58 g)이 나물 함량이 높기 때문에 햄버거(1.54 g)보다 높았다. 에너지는 탄수화물, 지방, 단백질 함량이 높은 햄버거(271.20 kcal)가 비빔밥(156.70 kcal)보다 높은 것으로 나타났다(<Table 1>).

간식 가열법으로 분석한 수분 함량은 비빔밥과 햄버거가 각각 6.473 g, 47.01 g이었다. Soxhlet 법(Thiex et al., 2003)으로 분석한 조지방 함량은 햄버거가 13.22g, 비빔밥이 3.90 g이었으며, Kjeldahl 법(Hwang et al., 2020)으로 평가한 조단백질 함량은 햄버거가 8.22 g, 비빔밥이 4.74 g이었다. 회분의 경우, 햄버거와 비빔밥이 각각 1.71 g과 0.98 g을 함유하고 있었다.

<Table 1> Analysis of chemical composition

Component	Hamburger (g)	Bibimbap (g)	t	P
Moisture	47.01±0.12 ¹⁾	64.73±0.32	-73.67	<.001
Fat	13.22±0.16	3.90±0.08	75.82	<.001
Protein	8.22±0.16	4.74±0.21	19.15	.003
Ash	1.71±0.01	0.98±0.02	40.77	<.001
Carbohydrate	29.85±0.18	25.67±0.42	12.85	.006
Dietary fiber	1.54±0.13	3.58±0.11	-16.94	.004
Energy	271.20±1.32 ²⁾	156.70±1.58	78.9	<.001

¹⁾Mean±SD, ²⁾kcal

그리고 탄수화물 계산 방법을 이용하여 계산한 결과 햄버거(29.85 g)가 비빔밥(25.67 g)보다 탄수화물 함량이 높았다. 이는 햄버거 번의 밀가루 함량 때문이라고 생각한다. 예상대로 비빔밥은 나물과 함께 먹는 식사로 식이섬유가 3.58 g으로 가장 풍부했으며, 햄버거는 1.54 g이었다.

2. 식사 유형에 따른 저작 특성

Meal types에 따른 저작 특성 비교 결과는 <Table 2>와 같다.

Chewing number, eating rate에서 햄버거와 비빔밥의 차이

가 있었다($p < 0.05$). 햄버거(236.54 times chewing/100 g)보다 비빔밥(303.36 times chewing/100 g)을 더 많이 씹은 것으로 나타났으며, 햄버거(49.01 g/min)보다 비빔밥(38.76 g/min)을 섭취하였을 때 저작하는 속도가 오래 걸리는 것으로 나타났다. Chewing time은 햄버거(148.02 sec/100 g)보다 비빔밥(179.07 sec/100 g)을 더 오래 씹는 것으로 나타났으나 유의적이지는 않으며($p > 0.05$), 이는 음식에 따라서 저작 횟수에 비례하는 것으로 생각된다.

Bite size는 햄버거(16.22 g)보다 비빔밥(17.09 g)의 크기가 조금 더 컸으나 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$).

Chewing number에 있어서 Non-obese는 햄버거(276.08 times chewing/100 g)보다 비빔밥(337.35 times chewing/100 g)을 더

많이 씹었고 obese에서도 마찬가지로 햄버거(198.89 times chewing/100 g)보다 비빔밥 (274.65 times chewing/100 g)을 더 많이 씹는 경향을 보였다. 이는 비빔밥에 다양한 나물이 들어가 있어 더 많이 씹게 되는 것으로 사료 된다.

이를 종합해 보면 전체적으로 비빔밥을 더 많이 저작하는 경향이 있으나 non-obese 그룹에서는 유의적인 차이는 없었다($p>0.$

05).

반면에 obese 그룹에서는 유의적인 차이를 보였는데($p<0.05$), 다음과 같은 결과로 볼 때 obese 그룹은 햄버거보다 비빔밥을 더 많이 씹는 경향인 반면 non-obese 그룹의 씹는 횟수 차이는 미미한 것으로 보이며, non-obese 그룹은 식사나 음식에 관계없이 많이 씹는 습관을 가지고 있는 것으로 생각된다(Hidaka et al., 2023).

Table 2. Masticatory characteristics by meal type and gender

	Male		t	p	Female		t	p	Total		t	p
	Hamburger	Bibimbap			Hamburger	Bibimbap			Hamburger	Bibimbap		
Chewing number (times chewing g/100g)	179.70±67.5 ₅	236.42±80.8 ₂	-2.4 ₇	.018	296.23±114.88	373.64±119.83	-2.0 ₉	.044	236.54±109.67	303.36±122.10	-2.6 ₁	.011
Chewing time (sec/100g)	108.60±40.0 ₃	133.01±38.6 ₀	-2.0 ₁	.051	189.41±70.6 ₃	227.44±66.91	-1.7 ₅	.088	148.02±69.59	179.07±71.80	-1.9 ₉	.050
Eating rate (g/min)	61.74±20.84	48.58±13.51	2.43	.020	35.64±12.00	28.45±7.71	2.26	.030	49.01±21.4 ₅	38.76±14.9 ₄	2.51	.014
One bite size (g)	19.22±3.31	19.18±3.86	.04	.970	13.07±3.22	14.90±3.87	-1.6 ₂	.112	16.22±4.48	17.09±4.39	-.89	.377

^{a-c}: Values with different alphabets within the meal types are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

3. 무게 상태에 따른 저작 특성

Weight status에 따른 저작 특성 비교 결과는 <Table 3>와 같다.

가 chewing number에 비례하여 더 오래 씹는 것으로 나타났다. Eating rate는 그룹 간에 차이가 있었으며($p<0.05$), obese(49.57 g/min)가 non-obese(37.92 g/min)보다 빠르게 섭취하는 것으로 나타났다. 이를 종합해 보면 음식을 섭취할 때 obese 그룹은 non-obese에 비해 덜 씹고 빨리 섭취하는 것을 알 수 있었다(Spiegel e

<Table 3> Analysis of differences of the masticatory properties by weight

	Hamburger		t	p	Bibimbap		t	p	Total		t	p
	non-obese	obese			non-obese	obese			non-obese	obese		
Chewing number (times chewing g/100g)	276.08±119.18	198.89±86.67	2.38	.022	337.35±130.56	270.98±106.62	1.79	.082	306.71±127.23	234.94±102.67	2.82	.006
Chewing time (sec/100g)	169.22±75.65	127.83±58.07	1.97	.056	198.18±74.61	160.88±65.65	1.70	.097	183.70±75.60	144.35±63.46	2.56	.012
Eating rate (g/min)	41.83±16.94	55.85±23.38	-2.19	.035	34.01±11.15	43.28±16.86	-2.09	.044	37.92±14.70	49.57±21.11	-2.91	.005
One bite size (g)	16.11±5.61	16.32±3.21	-.15	.883	17.99±4.22	16.23±4.47	1.30	.202	17.05±4.99	16.27±3.85	.79	.432

Chewing number, chewing time의 non-obese와 obese의 차이가 있었다($p<0.05$). Obese(234.94 times chewing/100 g)보다 non-obese(306.71 times chewing/100 g)이 더 많이 씹은 것으로 나타났다. 또한, obese(144.35sec/100 g)보다 non-obese(183.70 sec/100 g)

t al., 2000). 추후 좀 더 다양한 음식을 통한 비교가 필요할 것으로 사료된다.

특히 weight status에 따른 비교에 있어서 male이 female에 비해 차이가 있는 것으로 나타났으며($p<0.05$), male은 모든 저작 특성 비교에서 non-obese와 obese와의 차이를 나타냈다. 이러한

결과를 통해 보면 (Male) non-obese 가 obese 에 비해 bite size 를 크게 하여 많이 씹고 오래 저작하며 천천히 먹는 것으로 보인다(Spiegel et al., 1993). 반면에 female 은 non-obese 와 obese 그룹에 따른 저작 특성에 차이가 없는 것으로 사료된다. 이에 비만한 사람은 오래 저작하며 천천히 먹는 것이 좋을 것으로 예상된다.

4. 성별에 따른 저작 특성

Gender에 따른 Masticatory properties 비교 결과는<Table 4>와 같다. 저작 특성 비교에 있어서 gender에 따라 모두 유의적인 것으로 나타났다($p<0.05$). Chewing number, chewing time의 male과 female 간에 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). Male(208.06 times chewing/100 g)보다 female(334.93 times chewing/100 g)이 더 많이 씹은 것으로 나타났으며, male(120.81 sec/100 g)보다 female(208.42 sec/100 g)이 chewing number에 비하여 더 오래 씹는 것으로 분석되었다. 이는 여성이 남성보다 더 작은 입으로 먹고 씹는 힘이 약해 철저히 씹는 경향이 있다고 보고하였다.(Park et al., 2015).

Eating rate, bite size 의 경우에도 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). male(55.16 g/min)보다 female(32.05 g/min)이 느리게 섭취하는 것으로 나타났으며, male(19.20 g)보다 female(13.98 g)의 한입 크기가 더 작다(Hill et al., 1984).

<Table 4> Analysis of differences of the masticatory properties by gender

	non-obese		t	p	obese		t	p	Total		t	p
	Male	Female			Male	Female			Male	Female		
Total												
Chewing number (times chewing/100g)	243.15±87.07	370.27±130.91	-3.62	.001	176.16±55.47	299.59±104.61	-4.71	<.001	208.06±78.97	334.93±122.32	-5.55	<.001
Chewing time (sec/100g)	140.80±44.10	226.59±76.89	-4.33	<.001	102.63±27.51	190.25±60.17	-5.97	<.001	120.81±40.76	208.42±70.58	-6.84	<.001
Eating rate (g/min)	46.47±14.26	29.36±9.28	4.50	<.001	63.06±18.79	34.73±11.38	5.97	<.001	55.16±18.58	32.05±10.60	6.96	<.001
One bite size (g)	20.49±2.87	13.61±4.23	6.02	<.001	18.02±3.76	14.35±2.98	3.48	.001	19.20±3.55	13.98±3.63	6.57	<.001
Hamburger												
Chewing number (times chewing/100g)	214.84±77.77	337.31±124.92	-2.63	.017	147.75±36.39	255.15±92.23	-3.45	.005	179.70±67.55	296.23±114.88	-3.93	<.001
Chewing time (sec/100g)	127.25±45.48	211.19±78.09	-2.94	.011	91.65±26.07	167.63±58.12	-3.93	.001	108.60±40.03	189.41±70.63	-4.48	<.001
Eating rate (g/min)	51.92±16.54	31.74±10.30	3.27	.004	70.68±20.92	39.55±12.81	4.06	.001	61.74±20.84	35.64±12.00	4.94	<.001
One bite size (g)	20.54±3.11	11.68±3.61	5.88	<.001	18.01±3.14	14.46±2.14	3.00	.007	19.22±3.31	13.07±3.22	6.02	<.001
Bibimbap												
Chewing number (times chewing/100g)	271.46±90.42	403.24±134.76	-2.57	.019	204.57±57.98	360.30±92.24	-4.61	<.001	236.42±80.82	382.90±115.53	-4.68	<.001
Chewing time (sec/100 g)	154.35±40.36	242.00±76.51	-3.20	.007	113.61±25.39	212.88±55.92	-5.33	<.001	133.01±38.60	227.44±66.91	-5.50	<.001
Eating rate (g/min)	41.03±9.47	26.99±7.95	3.59	.002	55.44±13.25	29.19±7.67	5.25	<.001	48.58±13.51	28.03±7.68	5.83	<.001
One bite size (g)	20.44±2.77	15.54±4.06	3.15	.006	18.02±4.45	13.47±3.02	2.61	.018	19.18±3.86	14.56±3.67	3.87	<.001

<Table 5>. Comparison of masticatory characteristics based on meal types, weight status, and gender.

	non-obese male	obese male	non-obese female	obese female	F	p
Hamburger						
Chewing number (times chewing/100 g)	214.84±77.77 ^{bc}	147.75±36.39 ^c	337.31±124.92 ^a	255.15±92.23 ^b	8.51	<.001
Chewing time (sec/100 g)	127.25±45.48 ^{bc}	91.65±26.07 ^c	211.19±78.09 ^a	167.63±58.12 ^b	9.25	<.001
Eating rate (g/min)	51.92±16.54 ^b	70.68±20.92 ^a	31.74±10.30 ^c	39.55±12.81 ^{bc}	12.14	<.001
One bite size (g)	20.54±3.11 ^a	18.01±3.14 ^a	11.68±3.61 ^c	14.46±2.14 ^b	16.45	<.001
Bibimbap						
Chewing number (times chewing/100 g)	271.46±90.42 ^{bc}	204.57±57.98 ^c	403.24±134.76 ^a	360.30±92.24 ^{ab}	7.96	<.001
Chewing time (sec/100 g)	154.35±40.36 ^b	113.61±25.39 ^b	242.00±76.51 ^a	212.88±55.92 ^a	12.62	<.001
Eating rate (g/min)	41.03±9.47 ^b	55.44±13.25 ^a	26.99±7.95 ^c	29.19±7.67 ^c	17.85	<.001
One bite size (g)	20.44±2.77 ^a	18.02±4.45 ^{ab}	15.54±4.06 ^{bc}	13.47±3.02 ^c	5.15	0.004

5. 식사 유형, 체중 상태 및 성별에 따른 저작 특성 비교

Meal types별 weight status와 gender에 따른 저작 특성 비교는 모두 유의적인 차이가 있었으며 <Table 5>와 같다($p < 0.01$).

Hamburger를 섭취할 때 Chewing number는 Non-obese female(337.31 times chewing/100 g)이 씹는 횟수가 가장 많은 것으로 나타났고 그 다음으로는 obese female(255.15 times chewing/100 g)인 것으로 나타났다.

obese male(147.75 times chewing/100 g)은 가장 씹는 횟수가 적었다. 전체적으로 보았을 때 Male은 female보다 chewing number가 적은 것으로 보여진다. 이와 같은 결과는 chewing time에서도 같은 경향성을 보이는데 non-obese female(211.19 sec/100 g)이 가장 오래 천천히 씹었으며 그 다음으로는 obese female(167.63 sec/100 g)인 것으로 나타났다.

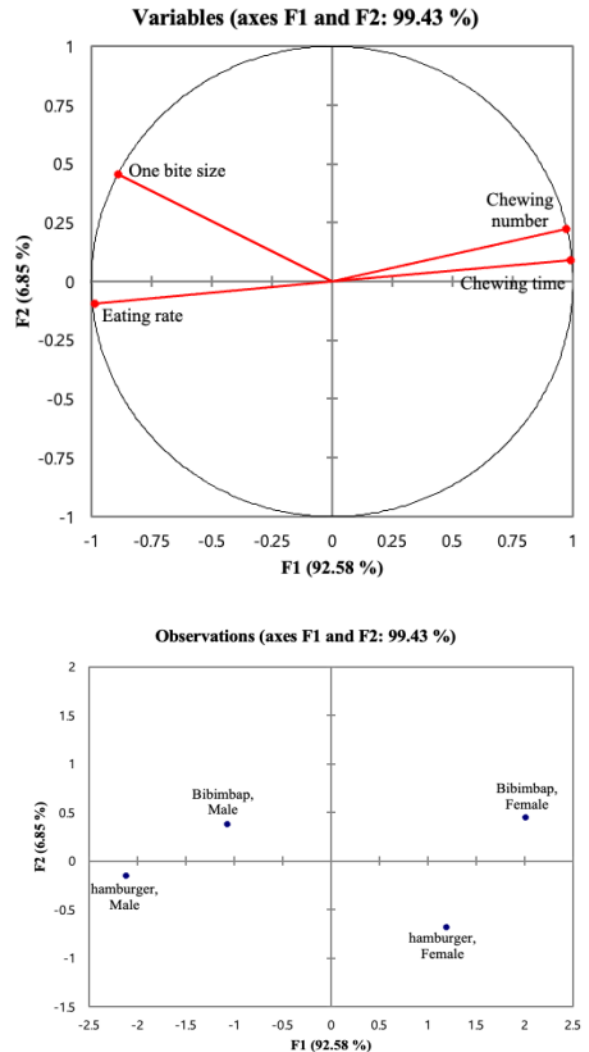
obese male(91.65 sec/100 g)은 가장 빨리 먹는 것으로 나타났다. Bibimbap의 경우에는 female의 chewing time은 weight status에 따라 유의적인 차이가 없었으며, non-obese female(242.00 sec/100 g)이 가장 천천히 섭취하였고 그 다음으로는 obese-female(212.88 sec/100 g)이었다(Park et al., 2015). Male의 경우에도 마찬가지로 weight status에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, non-obese male(154.35sec/100g)이 obese male(113.61 sec/100 g)보다 천천히 섭취하는 것으로 나타났다. Eating rate는 obese male(55.44 g/min)이 씹는 속도가 가장 빠른 것으로 나타났으며 그 다음으로는 non-obese male(41.03g/min)인 것으로 나타났다(Coyle et al., 1989). 반면 female은 male보다 씹는 속도가 느린 것으로 분류되었는데 유의적인 차이는 없었지만, 씹는 속도가 비만과 연관이 있는 것으로 보여지고 있다.

6. 성별과 식사 유형 간의 저작 특성을 기반으로 한 주 성분 분석 결과

Meal types과 gender에 따른 저작 특성을 시각적으로 제시하기 위해 주성분 분석을 실시한 결과 제 1 주성분과 2 주성분이 총 분산의 약 99.43%의 높은 설명력을 갖는 것으로 분석되었다 <Figure 1-a, b>.

총 분산 중 92.58%를 설명한 제 1 주성분은 양의 방향으로 chewing number, chewing time이 감지되었고 bibimbap-female이 이러한 특성에 강한 것으로 분석되었고 그 다음으로는 hamburger-female이 이러한 특성을 관련이 있는 것으로 분석되었다. 또한 음의 방향으로 eating rate가 감지되었고 hamburger-male이 이러한 저작과 관련이 있었다. 제 2 주성분은 6.85%의 설명력을 갖고 양의 방향으로 부하 할수록 bite size, chewing number, chewing time 감지되었고 이중 one bite size가 강하게 부하되었다. 또한, one bite size의 경우, Bibimbap-male이 이러한 특성과 관련이 있는 것으로 분석되었다. 전체적으로 male은 음식과

관계없이 eating rate, bite size와 같은 저작 특성과 관련이 있는 반면에 female은 chewing number, chewing time과 같은 저작 특성과 관련이 있는 것으로 분석되었다.



<Figure 1-a, b> Principal Component Analysis results based on masticatory characteristics between gender and meal types

7. 체중 상태와 식사 유형 간의 저작 특성을 기반으로 한 주 성분 분석 결과

Meal types과 weight status에 따른 저작 특성을 시각적으로 제시하기 위해 주성분 분석을 실시한 결과 제 1 주성분과 2 주성분이 총 분산의 약 99.27%의 높은 설명력을 갖는 것으로 분석되었다 <Figure 2-a, b>.

총 분산 중 87.44%를 설명한 제 1 주성분은 양의 방향으로 chewing number, chewing time이 감지되어 non-obese female이 이러한 특성에 강한 것으로 분석되었고 그 다음으로는 non-obese female이 이러한 특성에 관련이 있는 것으로 분석되었다. 또한 음의 방향으로 eating rate가 감지되었고 obese male이 이러한 저작과 관련이 있었다(Isabel et al., 2015).

제 2 주성분은 11.83%의 설명력을 갖고 양의 방향으로 부하할 수록 bite size, chewing number, chewing time 감지되었고 이중 bite size 가 강하게 부하되었다(Bradbury et al., 1996). 또한, bite size 의 경우, non-obese male 이 이러한 특성과 관련이 있는 것으로 분석되었다. 전체적으로 male 은 음식과 관계없이 eating rate, bite size 와 같은 저작 특성과 관련이 있는 반면에 female 은 chewing number, chewing time 과 같은 저작 특성과 관련이 있는 것으로 분석되었다.

전체적으로 두 figure 를 비교해 보았을 때 서구의 대표적인 패스트푸드인 햄버거는 남성과 여성 비만군의 특성과 비슷한 특성을 보였으며, 간편하게 다른 음식 없이 먹을 수 있는 한국의 전통 음식인 비빔밥은 정상군 남성 및 여성과 유사한 특성을 보이는 것으로 나타났다.

비빔밥은 맛과 영양이 우수한 균형 잡힌 음식으로, 우리 전통 식품 중 외국인의 인지도가 높은 일품요리 중 하나이다. 이에 반해 햄버거는 간편하고 빠르게 섭취할 수 있는 서구식 음식으로 현대인의 식습관을 대변하는 상징적인 음식으로 자리 잡고 있다. 본 연구에서는 이러한 두 가지 대표적인 식사유형을 성별과 체중 상태가 저작 특성에 미치는 영향을 분석하였다. 결과적으로, 비빔밥을 섭취할 때 저작 횟수와 시간이 햄버거보다 더 길었으며, 비빔밥의 경우에는 non-obese 여성이 가장 천천히 섭취하였고, 그 다음으로는 obese 여성이었다. 성별에 따른 분석에서는 남성이 여성보다 한입 크기가 크고, 저작 횟수와 시간이 적은 반면, 여성은 더 많이 씹고 더 오랜 시간 씹는 경향을 보였다. 또한, 비만군은 정상 체중군에 비해 빠른 속도로 음식을 섭취하는 경향이 있었으며, 이는 저작과 섭취 속도에서 유의미한 차이를 보였다. 이 연구는 성별과 체중 상태가 식사 유형에 따라 저작 및 섭취 속도에 중요한 영향을 미친다는 점을 시사하며, 식습관 개선과 관련된 새로운 통찰을 제공한다. 특히, 비만군의 경우 빠른 섭취 습관이 과식으로 이어질 가능성이 높아 체중 관리에 부정적인 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 따라서, 저작 횟수와 섭취 속도를 조절하는 것이 체중 관리와 비만 예방에 중요한 요소가 될 수 있음을 강조한다. 결론적으로, 본 연구는 성별과 체중 상태를 고려한 맞춤형 식사 전략의 가능성을 열어준다. 이를 통해 저작 습관을 개선하고 섭취 속도를 조절함으로써, 개인의 체중 관리뿐만 아니라 전반적인 건강 증진에 기여할 수 있는 잠재력을 기여한다.

References

- Allirot, X., Saulais, L., Disse, E., Nazare, J. A., Cazal, C., & Laville, M. (2014). Integrating behavioral measurements in physiological approaches of satiety. *Food Quality and Preference, 31*, 181-189.
- Aranha, A. C., Eduardo, C. D. P., & Cordás, T. A. (2008). Eating disorders. Part I: Psychiatric diagnosis and dental implications. *J Contemp Dent Pract, 9(6)*, 73-81.
- Argyropoulou, G., Simati, S., Dimitriadis, G., & Kokkinos, A. (2020). How important is eating rate in the physiological response to food intake, control of body weight, and glycemia?. *Nutrients, 12(6)*, 1734.

Bener, A., Yousafzai, M. T., Darwish, S., Al-Hamaq, A. O., Nasralla, E. A., & Abdul-Ghani, M. (2013). Obesity index that better predict metabolic syndrome: body mass index, waist circumference, waist hip ratio, or waist height ratio. *Journal of obese*

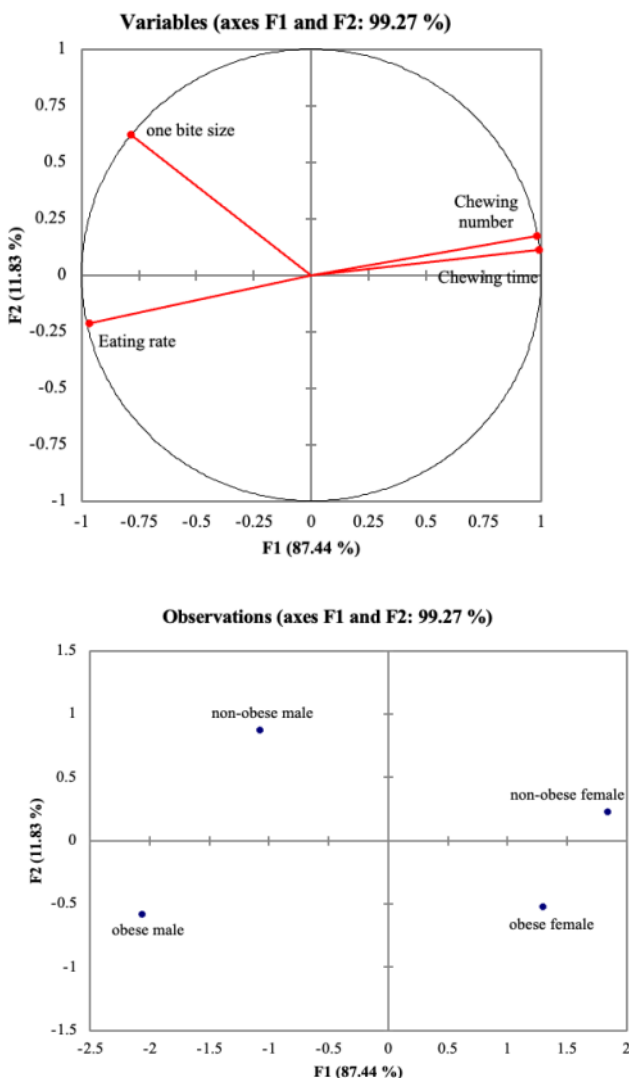


Figure 2-a, b. Principal Component Analysis results based on masticatory characteristics between weight status and meal types

IV 결론

Benton, D. (2015). Portion size: what we know and what we need to know. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(7), 988-1004.

Burger, K. S., Fisher, J. O., & Johnson, S. L. (2011). Mechanisms behind the portion size effect: visibility and bite size. *Obesity*, 19(3), 546-551.

Bradbury, J. W., Vehrencamp, S. L., Clifton, K. E., & Clifton, L. M. (1996). The relationship between bite rate and local forage abundance in wild Thomson's gazelles. *Ecology*, 77(7), 2237-2255.

Campbell, C. L., Wagoner, T. B., & Foegeding, E. A. (2017). Designing foods for satiety: The roles of food structure and oral processing in satiation and satiety. *Food Structure*, 13, 1-12.

Chao, A. M., Loughead, J., Bakizada, Z. M., Hopkins, C. M., Geliebter, A., Gur, R. C., & Wadden, T. A. (2017). Sex/gender differences in neural correlates of food stimuli: a systematic review of functional neuroimaging studies. *Obesity Reviews*, 18(6), 687-699.

Coyle, J. A. (1989). The effects of weight, gender and social situation on eating behaviour.

Ekuni, D., Furuta, M., Takeuchi, N., Tomofuji, T., & Morita, M. (2012). Self-reports of eating quickly are related to a decreased number of chews until first swallow, total number of chews, and total duration of chewing in young people. *Archives of oral biology*, 57(7), 981-986.

Ekuni, D., Furuta, M., Tomofuji, T., Irie, K., Azuma, T., Iwasaki, Y., & Morita, M. (2013). Effects of eating behaviors on being overweight in Japanese university students: a cross-sectional survey at the Okayama University. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 25(4), 326-334.

Forde, C. G., Van Kuijk, N., Thaler, T., De Graaf, C., & Martin, N. (2013). Oral processing characteristics of solid savoury meal components, and relationship with food composition, sensory attributes and expected satiation. *Appetite*, 60, 208-219.

Forde, C. G., Bolhuis, D., Thaler, T., De Graaf, C., & Martin, N. (2013). Influence of meal texture on eating rate and food intake. Results from three ad-libitum trials. *Appetite*, 71, 474.

Fukuda, H., Saito, T., Mizuta, M., Moromugi, S., Ishimatsu, T., Nishikado, S., ... & Konomi, Y. (2013). Chewing number is related to incremental increases in body weight from 20 years of age in Japanese middle-aged adults. *Gerodontology*, 30(3), 214-219.

Heshmat, S. (2011). Eating behavior and obesity: Behavioral economics strategies for health professionals. Springer publishing company.

Hidaka, N., Kurose, S., Takao, N., Miyauchi, T., Nakajima, S., Yoshiuchi, S., ... & Kimura, Y. (2023). Effect of mastication evaluation and intervention on body composition and biochemical indices in female patients with obesity: a randomized controlled trial. *BMC Endocrine Disorders*, 23(1), 134.

Higgs, S., & Jones, A. (2013). Prolonged chewing at lunch decreases later snack intake. *Appetite*, 62, 91-95.

Hill, S. W., & McCutcheon, N. B. (1984). Contributions of obesity, gender, hunger, food preference, and body size to bite size, bite speed, and rate of eating. *Appetite*, 5(2), 73-83.

Hutchings, J. B., & Lillford, P. J. (1988). The perception of food texture—the philosophy of the breakdown path. *Journal of texture studies*, 19(2), 103-115.

Hwang, S. H., Koo, M., Jo, S., & Cho, Y. S. (2020). A comparison study of crude protein contents obtained utilizing the Kjeldahl method and Dumas combustion method in foods. *Analytical Science and Technology*, 33(3), 143-150.

Isip, J. E., Jones, M. E., & Cooper, N. (2022). Clade-wide variation in bite-force performance is determined primarily by size, not ecology. *Proceedings of the Royal Society B*, 289(1969), 2021249.

Isabel, C. A. C., Moysés, M. R., van der Bilt, A., Gameiro, G. H., Ribeiro, J. C. R., & Pereira, L. J. (2015). The relationship

between masticatory and swallowing behaviors and body weight. *Physiology & Behavior*, 151, 314-319.

Kim, H. (2017). Effect of Spinach on the quality of beef hamburger patties. *The Korean Journal of Community Living Science*, 28(3), 403-413.

Korean Food Standards Codex (2011), <https://mfds.go.kr/index.do>

Li, J., Zhang, N., Hu, L., Li, Z., Li, R., Li, C., & Wang, S. (2011). Improvement in chewing activity reduces energy intake in one meal and modulates plasma gut hormone concentrations in obese and lean young Chinese men. *The American journal of clinical nutrition*, 94(3), 709-716.

Livingstone, M. B. E., & Pourshahidi, L. K. (2014). Portion size and obesity. *Advances in nutrition*, 5(6), 829-834.

Loret, C., Walter, M., Pineau, N., Peyron, M. A., Hartmann, C., & Martin, N. (2011). Physical and related sensory properties of a swallowable bolus. *Physiology & Behavior*, 104(5), 855-864.

Mahoney, M. J. (1975). The obese eating style: Bites, beliefs, and behavior modification. *Addictive Behaviors*, 1(1), 47-53.

Malik, V. S., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2013). Global obesity: trends, risk factors and policy implications. *Nature reviews endocrinology*, 9(1), 13-27.

Maruyama, K., Sato, S., Ohira, T., Maeda, K., Noda, H., Kubota, Y., ... & Iso, H. (2008). The joint impact on being overweight of self reported behaviours of eating quickly and eating until full: cross sectional survey. *Bmj*, 337.

Martin, C. K., Anton, S. D., Walden, H., Arnett, C., Greenway, F. L., & Williamson, D. A. (2007). Slower eating rate reduces the food intake of men, but not women: implications for behavioral weight control. *Behaviour research and therapy*, 45(10), 2349-2359.

Nakamichi, A., Matsuyama, M., & Ichikawa, T. (2014). Relationship between mouthful volume and number of chews in young Japanese females. *Appetite*, 83, 327-332.

Nakata, M. (1998). Masticatory function and its effects on general health. *International dental journal*, 48(6), 540-548.

Otsuka, R., Tamakoshi, K., Yatsuya, H., Wada, K., Matsushita, K., OuYang, P., ... & Toyoshima, H. (2008). Eating fast leads to insulin resistance: findings in middle-aged Japanese men and women. *Preventive medicine*, 46(2), 154-159.

Otsuka, R., Tamakoshi, K., Yatsuya, H., Murata, C., Sekiya, A., Wada, K., ... & Toyoshima, H. (2006). Eating fast leads to obesity: findings based on self-administered questionnaires among middle-aged Japanese men and women. *Journal of epidemiology*, 16(3), 117-124.

Okorodudu, D. O., Jumean, M. F., Montori, V. M., Romero-Corral, A., Somers, V. K., Erwin, P. J., & Lopez-Jimenez, F. (2010). Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. *International journal of obesity*, 34(5), 791-799.

Ranawana, V. (2011). The Influence of the Physical State and Habitual Mastication on the Glycaemic Response and Satiety (Doctoral dissertation, Oxford Brookes University).

Ruijschop, R. M., Zijlstra, N., Boelrijk, A. E., Dijkstra, A., Burgering, M. J., de Graaf, C., & Westerterp-Plantenga, M. S. (2011). Effects of bite size and duration of oral processing on retro-nasal aroma release-features contributing to meal termination. *British Journal of Nutrition*, 105(2), 307-315.

Ruijschop, R. M., Zijlstra, N., Boelrijk, A. E., Dijkstra, A., Burgering, M. J., de Graaf, C., & Westerterp-Plantenga, M. S. (2011). Effects of bite size and duration of oral processing on retro-nasal aroma release-features contributing to meal termination. *British Journal of Nutrition*, 105(2), 307-315.

Sasaki, M., Adschiri, T., & Arai, K. (2003). Production of cellulose II from native cellulose by near- and supercritical water solubilization. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(18), 5376-5381.

Scisco, J. L., Muth, E. R., Dong, Y., Hoover, A. W., O'Neil, P., & Fishel-Brown, S. R. (2011, September). Usability and acc

eptability of the “bite counter” device. *InProceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting(Vol. 55, No. 1, pp. 1967-1969)*. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Sondang, P., Kumagai, H., Tanaka, E., Ozaki, H., Nikawa, H., Tanne, K., & Hamada, T. (2003). Correlation between maximum bite force and craniofacial morphology of young adults in Indonesia. *Journal of oral rehabilitation*, 30(11), 1109-1117.

Sonoki, K., Iwase, M., Takata, Y., Nakamoto, T., Masaki, C., Hosokawa, R., ... & Inoue, H. (2013). Effects of thirty-times chewing per bite on secretion of glucagon-like peptide-1 in healthy volunteers and type 2 diabetic patients. *Endocrine journal*, 60(3), 311-319.

Spiegel, T. A. (2000). Rate of intake, bites, and chews—the interpretation of lean-obese differences. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(2), 229-237.

Spiegel, T. A., Kaplan, J. M., Tomassini, A., & Stellar, E. (1993). Bite size, ingestion rate, and meal size in lean and obese women. *Appetite*, 21(2), 131-145.

Park, S., & Shin, W. S. (2015). Differences in eating behaviors and masticatory performances by gender and obesity status. *Physiology & behavior*, 138, 69-74.

Tada, A., & Miura, H. (2018). Association of mastication and factors affecting masticatory function with obesity in adults: a systematic review. *BMC oral health*, 18, 1-8.

Thiex, N. J., Anderson, S., Gildemeister, B., & Collaborators: Adcock W Boedigheimer J Bogren E Coffin R Conway K DeBaker A Frankenius E Gramse M Hogan P Knese T MacDonald JM Iler J Royle R Russell M Shafiee F Shreve B Sieh J Spann M Töpler E Watts M. (2003). Crude fat, hexanes extraction, in feed, cereal grain, and forage (Randall/soxtec/submersion method): collaborative study. *Journal of AOAC International*, 86(5), 899-908.

Weir, C. B., & Jan, A. (2019). BMI classification percentile and cut off points.

Zijlstra, N., De Wijk, R., Mars, M., Stafleu, A., & de Graaf, C. (2009). Effect of bite size and oral processing time of a semisolid food on satiation. *The American journal of clinical nutrition*, 90(2), 269-275.

Zijlstra, N., Bukman, A. J., Mars, M., Stafleu, A., Ruijschop, R. M., & de Graaf, C. (2011). Eating behaviour and retro-nasal aroma release in normal-weight and overweight adults: a pilot study. *British journal of nutrition*, 106(2), 297-306.

Zijlstra, H., Boeije, H. R., Larsen, J. K., van Ramshorst, B., & Geenen, R. (2009). Patients' explanations for unsuccessful weight loss after laparoscopic adjustable gastric banding (LAGB). *Patient education and counseling*, 75(1), 108-113.

박정은, & 차연수. (2024). 비빔밥의 영양 및 건강기능적 가치 평가를 위한 자연과학적 고찰. *Journal of Nutrition and Health*, 57(6), 547-559.

오석홍, 유진주, 김수근, 조문구, 최동성, 오찬호, ... & 우자원. (2013). 비빔밥의 우수성과 기능성. *식품산업과 영양*, 18(1), 29-36.

수비드 및 조리 냉각 시스템으로 준비된 한국 전통 “사태짬”의 품질 평가 (소사태)

Quality Evaluation of Korean traditional “Satae-jjim” prepared by sous-vide and cook chill system (Beef shine shank)

오지은, 오영진주, 박정현, 신원선*
한양대학교 식품영양학과

Ji-Eun Oh, Yingjinzhu Wu, Jeong-hyeon Park, Weon-Sun Shin*
Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University

Abstract

As society becomes industrialized, dietary habits shift toward convenience and frozen foods. Beef consumption has surged, with growing interest in cooking methods that enhance flavor and nutrition. “Satae,” a less popular, tough beef cut near the bovine patellar region, shows improved taste when slow-cooked. In Korea, domestic beef contains higher vitamin A, E, and flavor-enhancing nucleic acids than imported beef. This study examines the storability of “Satae” using sous-vide cook-chill methods under temperature abuse conditions. Samples were vacuum-sealed, cooked at 90°C for 120 minutes, rapidly cooled to 3°C, and stored at 5°C or 15°C for 36 days. Physicochemical properties (pH, water activity, color parameters, salinity, texture profile analysis, volatile basic nitrogen and microorganism analyses (aerobic bacteria, *E. coli*, *coliforms*) were performed. Results showed significant changes in physicochemical properties during storage, though no substantial differences were observed. Volatile basic nitrogen values, however, increased rapidly after day 27, surpassing decomposition limits in the national Food Code. Microbial growth was insignificant at both temperatures. Based on Volatile basic nitrogen data, the product’s storability was estimated at 31.7 days at 5°C and 23.8 days at 15°C, demonstrating the Sous-vide/cook-chill method’s potential for extending shelf life while preserving quality.

Key words: Sous-vide/cook-chill methods, *Storability*, *Satae*, Volatile basic nitrogen

주제어: 수비드/냉각 법, 저장성, 사태, 휘발성 염기성 질

I. Introduction

Economic and societal developments have not only improved the quality of life but also transformed the dietary habits of households. As part of this transformation, consumer interest in precooked meals has grown significantly. Among these, frozen convenience foods have become increasingly popular among domestic consumers, prompting the food service industry to recognize their necessity (Lyu & Lee, 2001). In

Western food service industries, partially processed foods are commonly packaged and stored frozen using the cook-chill method to achieve cost reduction, improved storability, and enhanced preparation efficiency (Greathouse et al., 1989; Spears, 2000). One notable advancement in this field is the sous-vide cooking technique, first developed by Georges Pralus in 1970s France, which involves vacuum-sealing food in heat-resistant plastic bags and cooking it at precise, low temperatures. This method is known for preserving food juices, ensuring even cooking, and enhancing tenderness, quality, and nutritional

* Corresponding Author : Weon-Sun Shin
Tel : 82-2-2220-4204, E-mail : hime@hanyang.ac.kr

content (Varoquaux et al., 1995).

The sous-vide cook-chill system (SV/CC) has been widely adopted in internationally renowned restaurants, where fresh ingredients are vacuum-sealed with appropriate seasonings, cooked at below-boiling temperatures, rapidly cooled to below 3°C, and stored at low temperatures. The vacuum-sealing process eliminates oxygen, preventing lipid oxidation and allowing the natural flavors of ingredients to be preserved. Transparent films with low oxygen permeability are crucial for maintaining food quality, color, and nutritional value (Bailey, 1998; Church & Parsons, 2000). Additionally, vacuum packaging inhibits microbial decomposition, and cooking at sub-boiling temperatures serves as a sterilization process, effectively eliminating harmful bacteria such as Salmonella. For instance, cooking chicken breast at 71°C for 5 s or beef at 54°C for 86 min has been shown to eradicate bacterial contamination. To ensure food safety and longevity, proper freezing and refrigeration protocols must be strictly followed. While sous-vide technology has been extensively utilized in Western countries, its application in Korea remains relatively recent, with research focusing on recipe development and quality assessment for SV/CC traditional dishes such as instant steamed short ribs (Kim et al., 2009) and steamed chicken (Jeong, 2011). The growing interest in frozen convenience foods highlights the need for continued research and development in this field (Kim & Song, 2007; Song et al., 2007; Lyu & Lee, 2002; Lyu & Lee, 2004).

As national food consumption increases, meat consumption has also risen proportionally. Beef is an excellent source of animal protein and essential vitamins, including A, B1, and B2, and is widely consumed worldwide. In Korea, beef is highly valued for its low fat content, superior flavor, and tenderness. However, certain cuts, such as shin shanks, are less preferred due to their high connective tissue content, resulting in a tougher texture. Despite this, the SV/CC method effectively breaks down connective tissues, modifying the protein structure to enhance both flavor and texture. This process overcomes the disadvantages of shin shanks, increasing their usability and making them a cost-effective ingredient for processed foods.

Satae-jjim is a traditional Korean dish made from beef shank, requiring long cooking times to achieve tenderness due to its high muscle and tendon content. Recently, sous-vide techniques have been applied to its preparation, allowing

precise temperature control to enhance texture and moisture retention. Protein denaturation occurs at different temperatures myosin at 50°C, collagen at 40°C, and actin at 66°C making sous-vide an effective method for optimizing tenderness. Additionally, rapid cooling after cooking is crucial for food safety and maintaining quality by preventing bacterial growth. The integration of sous-vide and cooling systems modernizes Satae-jjim while preserving its traditional flavors.

Building on previous studies, this study applies a modern SV/CC system to the traditional Korean dish "Satae-jjim," examining the effects of refrigeration temperatures and temperature fluctuations on its storability through physicochemical and biological analyses. Various storage conditions (5°C, 15°C) and durations were tested, with seven physicochemical and microbial experiments conducted to assess quality changes. By applying sous-vide techniques to an underutilized beef cut, this study aims to enhance its value and consumer appeal. The findings provide scientific evidence for developing high-quality, ready-to-eat traditional dishes, contributing to the growing demand for convenient, nutritious food options in modern society.

II. Materials and Methods

1. Sample preparation

The material chosen for this study was Korean traditional "Satae-jjim". "Satae", a specific beef cut, was obtained by purchasing Korean beef from Seoul market square and the rest of the ingredients were acquired on the same day of the experiments and were immediately, maintaining the freshness. The recipe used for Korean traditional "Satae-jjim" were adjusted and supplemented with appropriate ingredients, quantities, duration, and temperatures established by preliminary experiments. The ingredients are as shown in <Table 1>.

<Table 1> Formulation of *Satae-jjim*

Ingredients	Contents(%)
Korean soy sauce	13.79
Water	22.99
Green leaves	3.45

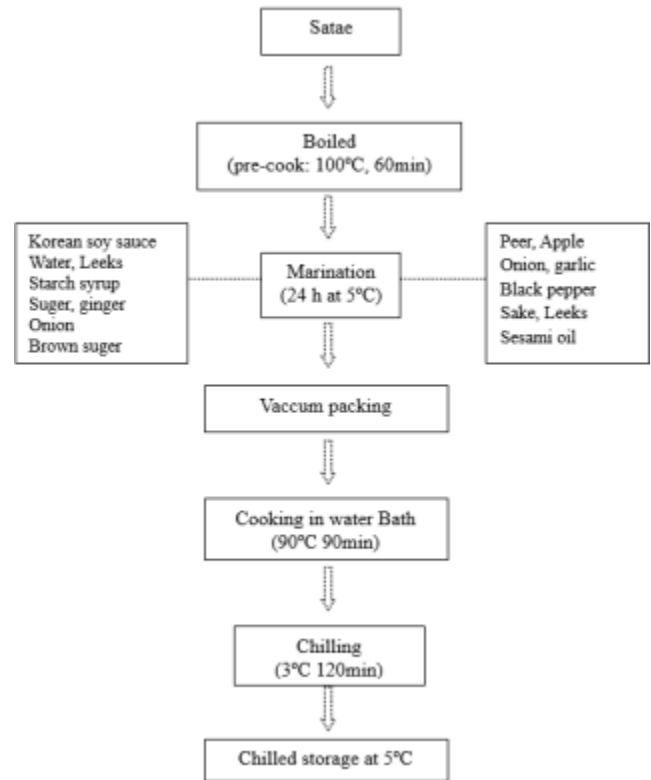
Starch syrup	2.30
Suger	2.30
Ginger (Sliced)	1.15
Onion (Sliced)	2.87
Brown suger	2.87
Korean pear	17.24
Koean apple	17.24
Onion (puree)	2.30
Garlic (puree)	2.30
Black pepper	0.57
White leaves	3.45
Sake	2.87
Sesame oil	2.30
Total	100

2. SV/CC processing of “Satae-jjim”

The cooking process for SV/CC-prepared Korean traditional “Satae-jjim” is illustrated in <Figure 1> “Satae” cuts obtained from the market were removed of blood by submerging in water for 2 h, replacing the water every 30 min. The rinsed “Satae” cuts were cooked for 60 min in boiling water and the sauce to be used for Korean traditional “Satae-jjim” was prepared with vegetables, fruits, and seasoning in Table 1. The cooked beef and sauce were both cooled down, and the “Satae” cuts were marinated in the sauce in the refrigerator (FRB-4230N, Daewoo, Seoul, Korea) at 5°C for 24 h. The marinated cuts were then vacuum-sealed in polyamide-polypropylene (Sealed Air Packaging Co., Ltd, China) using a sealing machine (SH-100/SMV-206T, Samhosa Co., Ltd., Seoul, Korea), and were subsequently cooked at 90°C for 120 minutes in a water bath (JSWB-11T, JS Research INC., Gongju, Korea). The cooked samples were rapidly chilled at 3°C for 2 h within 30 min of cooking, and the procedures were carried out per microorganism quality guidelines to ensure protection against contamination.

The European Chilled Food Federation (ECFF, 1996) recommends that heat treatment equivalent to the 90°C for 10 min (a z value of 7°C) process are

52 min at 85°C or 270 min at 80°C, and according to the Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food (ACMFS, 2004) equivalent to the 9 0°C for 10 min (a z value of 9°C) process are 36 min at 85°C 129 min at 80°C, 464 min at 75°C or 1,675 min at 70°C.



<Figure 21> Preparation of Korean traditional “Satae -jjim” by SV/CC system

3. Physicochemical and microbiological Experiment

Quality assessment in this study using physico-chemical experimentation (proximate composition, pH, volatile basic nitrogen, color, water activity, TPA) was performed following previous domestic or international publications and codes.

All experiments excluding the ones for water activity (a_w) were spaced out in 3-day increments (Day 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36) for a total of 13 storage experiments and a_w measurements were done in 5-day increments for a total of 8 times. All experiments were repeated 3 or 6 times.

1) Proximate composition

Proximate composition of “*Satae*” was analyzed according to MFDS (2011). Briefly, moisture content was measured with atmospheric pressure heated drying method, protein with Kjeldahl method, crude fat with Soxhlet extraction method, and ash using a furnace with ash test and calculation method

2) Water activity (a_w)

Water activity (a_w) was measured with Conway unit method (Sibata Scientific Technology Ltd., Tokyo, Japan), and the experimental method was as following: 2 reagents of different a_w , potassium dichromate (reagent A, a_w 0.980) and potassium nitrate (reagent B, a_w 0.924), were placed into the internal chamber with 3g of each sample, and upon rapid collection, 1g of sample was placed into the external chamber at $25\pm 2^\circ\text{C}$ for 2 hours, and the resulting sample was weighed and calculated for a_w .

3) pH

For measuring pH, 5g of the food sample and 25ml of distilled water were homogenized using a blender (HMF-505, Hanil Electric Inc., Bucheon, Korea). The homogenized sample was filtered through Whatman No. 2 filter papers (Advantec No.2/TY2, Tokyo, Japan) and measured with a pH meter (Model M530 Pinnacle, Corning, USA).

4) Color

Colorimeter (Minolta CR-400, Minolta Co., Ltd., Japan) was used to assess the color of the sample surface after removing the packaging. A sample of Korean traditional “*Satae jjim*” was placed onto the analyzer. L^* (darkness to lightness), a^* (redness), and b^* (yellowness) values were measured in triplets and averages were obtained. Calibration plate values for L^* , a^* , and b^* were 34.21, 94.50, and 31.93, respectively.

5) Volatile basic nitrogen (VBN)

Following Korean Food Codes (MFDS 2011), VBN measurements were carried out with the microdiffusion method using Conway unit. 10 g of sample were mixed with 50ml of distilled water and were filtered after leaching for 20 min. The filtrate was neutralized with weak acid H_2SO_4 and filled to 100 mL of experimental solution with distilled water. Slightly tilting the Conway unit, 1ml of the solution was placed into the bottom of the exterior chamber and 1 mL of 0.01 N H_2SO_4 was placed into the interior chamber in the same way. To provide an airtight seal, glycerin was evenly spread around the unit lid, and 1ml of K_2CO_3 saturation solution was added near the top of the exterior chamber quickly followed by the lid closure, which was then with fixed with a clip. The diffuser was tilted side-to-side to mix the experimental and saturating solutions well inside the exterior chamber and was left at 25°C for 1 h. Extra caution is needed to keep the solutions in the exterior chamber from mixing with the solutions in the interior chamber. After 1 h, the unit was reopened, one drop of Brunswik test solution was added into the H_2SO_4 solution in the interior chamber, which gave it a pink color, and the solution was then titrated using 0.01 N-NaOH solution until the color turned green. Distilled water instead of the experimental solution was also used for a blank test, and calculations were carried out as the following:

$$VBN(\text{mg}/\%) = \frac{0.14(\text{mg}/\text{mL}) \cdot (b - a) \cdot 100 \cdot d}{W(\text{g})} \quad (1)$$

W : Weight of specimen collected (g)

a : Mol of 0.01 N NaOH solution consumed in titration

b : Mol of 0.01 N NaOH solution consumed in titration for blank test

F : 0.01 N NaOH titer

d : Dilution factor

0.14 : Quantity (mg) of volatile basic nitrogen (VBN) equivalent to 1ml of 0.01 N H₂SO₄ solution

6) Texture profile analysis (TPA)

To determine the textural properties of Korean traditional “*Satae-jjim*”, TA.XT 2i/25 (TA.XT 2i/25, Stable Microsystem, London, UK) was used. Samples for measurement were cut into sizes of 1.5 x 1.5 x 1.5 cm³. Properties measured in increments of 3 days for a total of 13 times were: hardness, fracturability, adhesiveness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness, and resilience, a total of 8 properties. Measurements were conducted using an aluminum cylinder probe P/50 diameter, and measuring conditions are followed as below: pretest speed 3.00 mm/s, test speed 1.00 mm/s, post-test speed 1.00 mm/s, strain 80%, time 2.00 sec and force 5.00 g.

7) Microbiological analysis

Microorganism analysis was performed using petrifilm (PEC) (3M, St. Paul, MN, USA) according to instructions of manufacturer. Aerobic bacteria measurement was done with petrifilm Aerobic Count Plate, coliform bacteria with petrifilm Coliform Count Plate, and *E. coli* with petrifilm *E. coli*/ coliform Count Plate. To confirm the presence of microorganisms, 225ml of 0.1% sterile peptone water (Difco, USA) was homogenized with 25 g of sample for 2 min using a grinder (BagMixer®400, Interscience, France), and the homogenate was diluted with 0.1% sterile peptone water. To measure aerobic bacteria, the overlying film was removed, and 1 mL of the drying medium was aliquoted for each sample dilution, for which the inoculated sites were then pressed with the pressor and subsequently cultured at 35°C for 24 h. Generated red colonies were then calculated based on the

dilution to obtain the actual number of aerobic bacteria. coliform bacteria and *E. coli* were quantified and corrected for dilution in the same way except that the red colonies with observed gas bubble production were used for coliform bacteria and green colonies with observed gas bubble production were used for *E. coli*.

8) Shelf-life determination

In order to obtain the shelf-life, product quality was assessed at different dates after setting the two storage temperatures at 5°C and 15°C with a large difference of 10°C between them. At both temperatures, pH, VBN, and other physicochemical characteristics were measured, and ones with significant changes were selected as product quality indicators. The shelf-life of “*Satae-jjim*” was, therefore, defined by multiplying the experimentally determined period of edibility by a safety factor of 0.8.

9) Statistic analysis

Statistical significance for the results from 36 days of experimentation was assessed with analysis of variance (ANOVA) using SPSS version 18.0 (SPSS Inc., Chicago IL, USA). In the case of significance with $p < 0.05$, results were further verified with Duncan’s multiple range test.

III. Results and Discussion

1. Proximate composition

Proximate composition of the specific cut, “*Satae*”, from Korean beef was as shown in <Table 2> Moisture, protein content, fat content and ash were obtained as 73.72%, 20.55%, 4.01%, and 0.99%, respectively. Bovine muscles alter in their moisture content under stress, thereby also affecting the beef

quality, and freeze-thaw processes may also produce changes in the beef quality. Therefore, it can be suggested that the relationship between moisture and beef quality is a rather close one.

<Table 2> Proximate composition of *Satae*

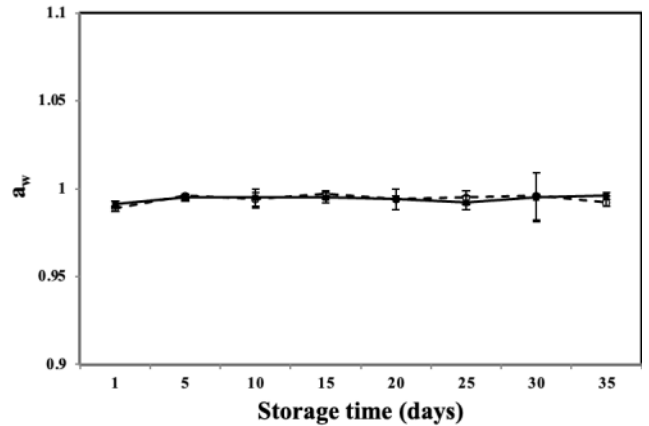
Moisture	Protein	Fat	Ash
73.72±0.58	20.55±0.60	4.01±0.47	0.99±0.02

2. Water activity(a_w) and pH

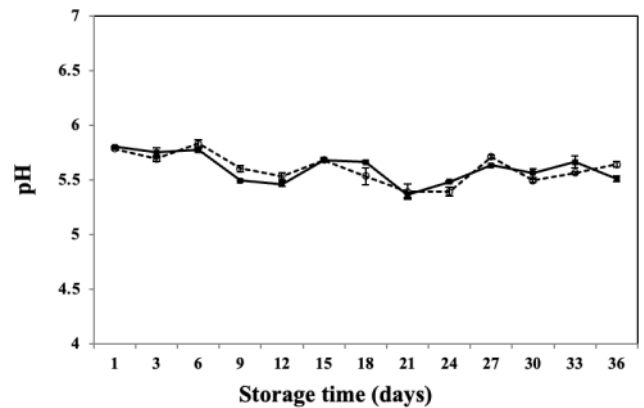
Water activity was measured from day 1 in 5-day increments and pH was measured at days 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36. The changes in water activity and pH values between 5°C and 15°C are shown in <Figure 2>.

Initial a_w values at 5°C and 15°C were 0.989 and 0.991, respectively. At 5°C, day 15 showed the highest a_w , and at 15°C, a_w was 0.996 on the day 35. With regards to a_w , the optimal level for aerobic bacteria growth is 0.85. In this study, a_w ranged from 0.989 to 0.997 and since it is still within the range viable for bacterial growth, it suggests that there is risk for microorganism proliferation (Gilbert et al., 1997).

Results from pH changes are shown in <Figure 3>. At 5°C, the highest pH measurement was obtained on day 6 with the value of 5.83 and at 15°C, a maximum of 5.8 was obtained on day 1. Based on a previous study, a pH between the range of 5.5-5.8 would be considered of a fresh condition but would be considered undergoing decomposition at pH beyond 8.0 (James MJ, 1972). In this study, the range of pH throughout the duration of storage at 5°C and 15°C was 5.39-5.83, and thus fell into neither the range of possible decomposition nor the range of 6.8-7.2 that favors microorganism growth.



<Figure 22> Change in a_w of Korean traditional “*Satae-jjim*” by sous-vide and cook-chill system during storage at 5°C (○) and 15°C (■) vertical bars indicate standard deviations.



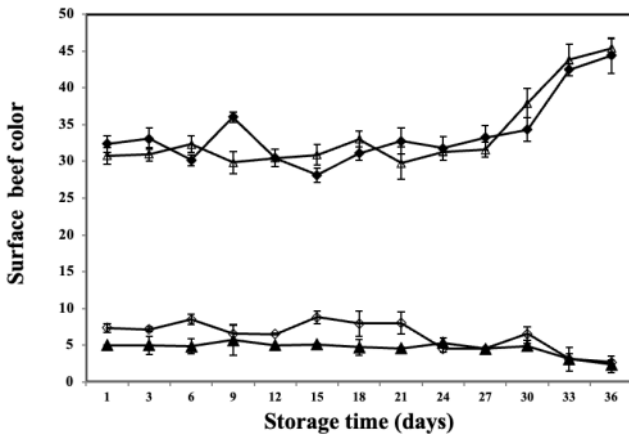
<Figure 23> Change in pH of Korean traditional “*Satae-jjim*” by sous-vide and cook-chill system during storage at 5°C (○) and 15°C (■) vertical bars indicate standard deviations.

3. Color

Results from the surface appearance of “*Satae-jjim*”, the traditional Korean plate cooked by SV/CC system, are shown in <Figure 4>.

Changes in the heat-cooked meat color have been demonstrated to be related to levels of nitric oxide and myoglobin, degrees of globin or hemo-chrome production, presence/levels of oxygen, storage temperature, packaging method, pH, and pressure (Cornforth et al., 1994). L^* values, at both 5°C and 15°C, were significantly different from baseline in association to the duration ($p < 0.05$). At 5°C, L^* values repeatedly increased and decreased until the 33rd day, on which it increased to 42.47 and at 15°C, it increased from the 30th day until the

last day (36th) on which it was measured at 45.45. Redness represented by a^* did not show significant changes but as time progressed beyond the storage period, they trended downward until the last day on which the values were 2.7 and 2.39 at 5°C and 15°C, respectively. Yellowness represented by b^* values also repeatedly increased and decreased at both 5°C and 15°C. At 5°C, the final value on the 36th day was lower at 9.30 than the initial value of 10.74. In contrast at 15°C, the value on the last day was higher at 13.03 than the initial value of 9.03 (b values data not shown).



<Figure 24> Change in surface color of Korean traditional “Satae-jjim” by sous-vide and cook-chill system during storage. ‘L*’ value at 5°C (◆), 15°C (△); ‘a*’ value at 5°C (◇), 15°C (▲). Vertical bars indicate standard deviations.

4. Volatile basic nitrogen (VBN)

Changes in the VBN measurements of “Satae-jjim”, the traditional Korean plate cooked by SV/CC system, are as shown on <Figure 5>. VBN is commonly used as a standard method to determine the freshness of meat or fish protein and also serves as an indicator of quality. In varying storage temperatures and durations, VBN measurements were similar early on but displayed greater differences as storage duration progressed. At 5°C, the measurement on the first day was 8.51 mg/%, the lowest of all measurements at either temperature, and last day was 17.81mg/% ($p<0.05$). At 15°C, from the 27th day of storage, VBN rapidly

increased to 24.88 mg/%, a value exceeding the levels of early decomposition ($p<0.05$). According to a previous study, as VBN increases, nonprotein nitrogen compounds that are produced upon aging provide a particular taste and scent (Dierick et al., 1974), and another study reported that VBN compounds are produced as ammonia and elements degraded by *Pseudomonas spp.* and other Gram negative bacteria that often contaminate meat products (Lefebvre et al., 1994). Day 36, the last day of storage, showed a value of 25.85 mg/%, which was the highest in the experiment.

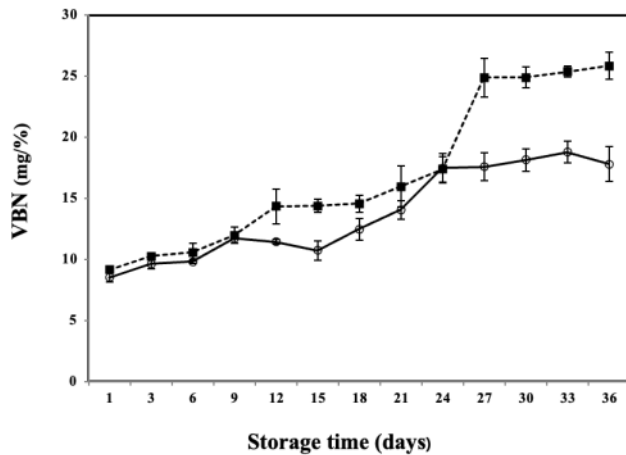
When the freshness in meat or fish drops, VBN significantly increases, and the national Food Code has set the approved maximum value of VBN at 20% for raw meat or packaged meat. It also reported that at VBN levels above 15 mg/%, detecting the decomposition of beef becomes possible.

Furthermore, it has been previously reported that at VBN levels above 15 mg/%, decomposition can be sensed, but in this study, the level after which an ordinary person could detect decomposition was not reached even with VBN above 20 mg/%. To evaluate the detection of decomposition more accurately, the addition of an electric nose device may be necessary.

5. TPA

Results of the TPA measurements of “Satae-jjim”, the traditional Korean plate cooked by SV/CC system, on days 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, and 36 are as shown in <Figure 6>. Throughout the storage duration at 5°C, hardness significantly changed from the initial value of 16.55 to 11.40 by the 36th day ($p<0.05$). From the 9th day, it appeared to increase, but it began to decrease again from the 15th day. Similar to hardness, gumminess and chewiness values also decreased significantly compared to their baseline. fracturability, adhesiveness, springiness, cohesiveness, and resilience did not change

significantly. At 15°C, hardness continuously decreased without an up-going trend ($p < 0.05$). Adhesiveness, springiness, cohesiveness, and resilience did not show significant changes. Díaz et al., (2008) have reported that these changes are influenced by connective tissue content, sarcomere lengths, and degree of protein degradation.



<Figure 25> Change in VBN of Korean traditional “Satae-jjim” by sous-vide and cook-chill system during storage at 5°C (○) and 15°C (■) vertical bars indicate standard deviations.

6. Microorganism

Microorganism analysis of “Satae-jjim”, the traditional Korean plate cooked by SV/CC system, were carried out on day 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, and 36 under 5°C and 15°C. Microorganism counts of 1.0×10^6 CFU/cm² or 1.0×10^7 CFU/cm² in vacuum-sealed meats are considered to represent early stages of decomposition and counts of 1.0×10^8 CFU/cm² or 1.0×10^9 CFU/cm² allow for formulation of mucous substances along with changes in color and strong signs of decomposition (Brown, 1982; Nottingham, 1982).

Throughout the entire storage duration at 5°C or 15°C, the presence of coliform or *E.coli* bacteria was not detected. This showed that the packaging and storage processes of “Satae-jjim” were carried out aseptically. Even if heat treatments were

performed following the ACMSF (2004) and ECFF (1996) guidelines, various bacteria (*L. monocytogenes*, *Y. enterocolitica*, and *Aeromonas*) can lead to re-contamination and the microorganism proliferation can differ based on their type, storage temperature, composition of food, and form of packaging.

Based on a published study (Kim, 1998), as a result of vacuum-packaging marinated ribs, the product quality was preserved throughout the entire storage duration. In common, marinated meats sealed in vacuum could be stored for over 30 days without proliferation of microorganism and thus extend the shelf-life. However, while these systems may extend food shelf-life, they may still increase microbiological risk. Thus, such systems should be controlled by Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP).

7. Shelf-life determination

Shelf-life is considered as the period from point of product packaging to point of viable consumer purchase. It is necessary to determine the appropriate shelf-life of products because it identifies the point after which a manufacturer’s product can no longer be sold. Factors that affect shelf-life of a product can be divided into internal and external factors. Internal factors include product formulation, composition, a_w , pH, and oxygen availability whereas external factors include level of sanitation, packaging materials, packaging method, distribution, and storage (temperature, humidity) conditions. According to a study by Newton and Rigg (Newton et al., 1979), shelf-life of a packaged meat is determined by storage temperature, storage duration, and packaging gas permeability.

VBN measurements showing in <Figure 5> demonstrate that values increase as storage duration increases. At 15°C, from day 27, the value exceeded the standardized threshold of 20 mg/% per national Food Codes, and it was reasonable to

consider VBN as a quality indicator of “*Satae-jjim*”.

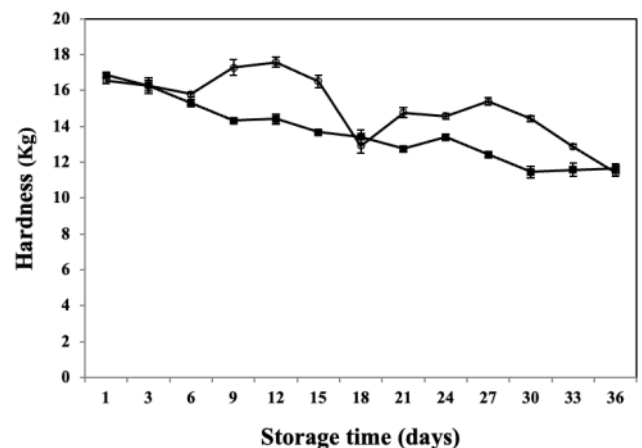
- (1) $Q_{10} = \text{storage duration at } 15^{\circ}\text{C (days)} / \text{storage duration at } 5^{\circ}\text{C (days)}$
- (2) Shelf-life at standard temperature (10°C) $D = \text{storage duration at each temperature (days)} \times a^n$
- (3) Edible period $\times 0.8$ (safety factor) = shelf-life

As shown above, formula (1) and (2) are used to calculate the edible period, finding 39.6 days at 5°C , and 29.7 days at 15°C . However, for better assurance of safety, determined storability is typically adjusted to a shorter period than the measured duration by using the safety index of 0.7–0.9 for calculation. In this experiment, to calculate the appropriate shelf-life for storage or sale, the safety index of 0.8 was multiplied to the measured duration, resulting with 31.7 days at 5°C and 23.8 days at 15°C . Furthermore, according to studies on the traditional Korean dishes, “Galbi-jjim” (Kim et al., 2009) and “JJim-dak” (Jeong, 2011), prepared with the SV/CC system, the storability was determined to be 15 days without using the safety index factor, and this observed disparity from our study may be due to the difference in the material used for packaging.

The expiration dates reported on products are, however, representative of the storability for sale, not consumption, and thus suggests that our intake of foods slightly beyond the reported dates may not be significantly affected. In 2009, the Korea Consumer Agency experimented on the changes in the product quality beyond the expiration date using milk (3 types), dairy beverages (4 types), and cheese (2 types). Aerobic bacteria and coliform bacteria were not detected in milk even 50 days beyond the expiration date. Similarly, dairy beverages or cheeses were not positive for aerobic or coliform bacteria even at 30 days and 70 days, respectively, beyond the expiration date. This

experiment demonstrated that the expiration date does not necessarily indicate the time point at which the product quality alters. Nonetheless, manufacturers still set the expiration dates to be relatively short because of the consumers’ preference. According to the research by Korea National Council of Consumer Organization, the most important indicator that the consumer examines prior to purchase is the expiration date as reported by 25.4% among 1,500 people, and was higher than the cost of the products. In overseas markets as in the U.S., aside from truly sensitive products such as powdered milk for infants, companies determine the expiration date as they see fit, and instead of the phrase, expiration date, they often utilize various expressions to describe storability.

Thus, in Korea also, other phrases such as consumable period or product quality period should be applied to indicate storability with less rigid or negative overtones.



<Figure 26> Change in hardness of Korean traditional “*Satae-jjim*” by sous-vide and cook-chill system during storage at 5°C (○) and 15°C (■) vertical bars indicate standard deviations.

IV. Conclusion

This study demonstrated that the sous-vide (SV) and cook-chill (CC) systems effectively preserved the quality and extended the shelf life of the traditional Korean dish, Satae-jjim (braised beef shank). Physicochemical and microbiological analyses confirmed that the safety and quality of the product were consistently maintained under controlled conditions.

By cooking at 90°C for 120 min under vacuum packaging, the sous-vide process minimized moisture loss and oxidation while effectively preserving the natural flavor of the meat. The SV process also significantly influenced the physical properties of Satae-jjim. Hardness measurements showed a gradual decrease from an initial value of 16.55 to 11.40 over 36 days of storage at 5°C, indicating the breakdown of connective tissues and muscle structures. Notably, tenderness increased significantly after 15 days of storage, suggesting that the SV process optimized texture by maintaining a balance between protein denaturation and water retention.

In terms of physicochemical properties, pH and water activity (Aw) did not exhibit significant ($p < 0.05$) effects on storability at either 5°C or 15°C, and salinity remained consistent with baseline levels throughout the storage period at both temperatures. Regarding volatile basic nitrogen (VBN), levels during storage at 5°C increased slightly but never exceeded the threshold level of 20 mg% set by the National Food Codes. However, at 15°C, VBN levels rapidly increased to 24.88 mg/% after 27 days, surpassing the threshold. Microbial experiments confirmed the absence of aerobic bacteria, coliforms, and *E. coli* at both storage temperatures throughout the study.

In conclusion, the storability of Satae-jjim was determined to be 31.7 days at 5°C and 23.8 days at 15°C, demonstrating the effectiveness of the sous-vide and cook-chill systems in preserving its quality and ensuring food safety under controlled conditions.

References

ACMSF(2008). Discussion paper. *In: Advisory Committee on the Microbiological Safety Food (ACMSF), HMSO, London, UK.*

Bailey J.D.(1998). Sous-Vide past, present and future. In Principles of Modified-Atmosphere and

Sous-Vide Product Packaging, *Farber, J.M and Dodds, K.L. Technomic Publishing Lancaster, PA, pp 2.*

Brewer, M.S., Harbers, C.A.Z. (1991). Effect of Packaging on Color and Physical Characteristics of Ground Pork in Long-term Frozen Storage. *Journal of Food Science, 56*, 363-366.

Brown, M.H. (1982). Meat Microbiology. *Applied Science Publishers Ltd., New York and London.* pp.287

Cornforth D.P., Vahabzadeh F., Carpenter C.E., Bartholomew D.T. (1986). Role of reduced hemochromes in pink color defect of cooked Turkey rolls. *Journal of Food Science, 51*, 1132-1138.

Cha, Y. S., Choi, O. S., & Rho, J. O. (2008). A study on the purchase patterns of processed foods and perception of school dietitians on nutrition labelling in Chonbuk area of Korea. *The Korean Journal of Food And Nutrition, 21*(1), 87-96.

Church, I.J., Parsons, A.L.(2000). The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and *sous vide* methods. *International journal of food science & technology, 35*(2), 155-162.

Dierick, N., Vandekerckhove, P., & Demeyer, O. (1974). Changes in nonprotein nitrogen compounds during dry sausage ripening. *Journal of Food Science, 39*(2), 301-304.

Díaz, P., Nieto, G., Garrido, M.D. & Bañón, S. (2008). Microbial, physical-chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the *sous vide* method. *Meat Science, 80*(2), 287-292.

DHSS. (2003). Policy for Food Hygiene, Pest Control, Safety & Quality/Code of Practice No 9, Process Control Cook Chill. *In: Department of Health and Social Security Guidelines (DHSS), Version 3, London, UK, pp. 1*

ECFF. (1996). Guidelines for the hygienic

manufacture of chilled foods. *In: European Chilled Food Federation (ECFF), London, UK.*

Greathouse K.R., Gregoire M.B., Spears M.C (1989). Comparison of conventional, cook-chill, and cook-freeze foodservice systems. *Journal of the American Dietetic Association, 89*, 1606-1611.

James, M. J. (1972). Mechanical and detection of microbial spoilage in meat at low temperature. *J Milk Food Technol, 35*, 467-471.

Jang, J.D., Seo, G.H., Lyu, E.S., Yam, K.L., & Lee, D.S., (2006). Hurdle effect of vinegar and sake on Korean seasoned beef preserved by sous vide packaging. *Food Control, 17(3)*, 171-175.

Jeong, J.H. (2011). Development of Optimal Recipe and Evaluation of Storage Quality for Korean Traditional “Dac-jjim” Using the Sous-Vide/Cook-Chill System. Doctoral dissertation, Hanyang University

Kim, H.Y., Song, S.M. (2007). Changes in the Microbial Qualities and Sensory Characteristics of Boiled Potatoes and Imitation Crab Sticks in Soy Sauce as Prepared by the Cook-Chill System and Sous Vide Cook-Chill System. *Korean Journal of Food and Cookery Science, 23*, 252-260.

Ko, M.S., Yang J.B. (2001). Effects of Wrap and Vacuum Packaging on Shelf Life of Chilled Pork. *Journal of food nutrition, 14*, 225-262.

Kim, K. M., Park, J. H., & Shin, W. S. (2009). Optimized conditions of model processing for ready-to-eat style Galbi-jjim prepared by sous-vide and cook-chill system. *Food Science of Animal Resources, 29(6)*, 673-679.

Lyu, E.S., Lee D.S (2001). Dietitians' Perception on Usage of Cook/chill Vegetables in Institution Foodservice. *Journal of food science and nutrition, 30*, 1293-1300.

Lyu, E.S., Lee, D.S., (2002). Sensory Quality Assessment of Reheated Cook/Chill and Sous-Vide Spinach Soup for Foodservice Operations. *Korean*

Journal of Food and Cookery Science, 18, 325-332.

Lyu, E.S., Lee, D.S., (2004). Vitamin Retention and Acceptance Evaluation of Cook-Chill and Sous-vide Soybean Sprouts Products. *Korean Journal of Food and Cookery Science, 33*, 730-735.

MFDS (2011). Food Code. In: Ministry of Food and Drug Safety (MFSF), South Korea. <http://www.mfds.go.kr>.

Newton, K. G., & Rigg, W. J. (1979). The effect of film permeability on the storage life and microbiology of vacuum-packed meat. *Journal of Applied Bacteriology, 47(3)*, 433-441.

N. Lefebvre., Chantal Thibault., R. Charbonneau., J.-P.G. Piette (1994). Improvement of shelf-life and wholesomeness of ground beef by irradiation. *Meat scienc, 32*, 371-383.

Nottingham, P. M. (1982). Microbiology of carcass meats. *Meat microbiology., 46-55*.

Song, S.M., Kim, H.Y., Ko, S.H.(2007). Changes in the Microbial Qualities and Sensory Characteristics of Boiled Quail Egg and Fish Paste in Soy Sauce as Prepared with the Cook-Chill System and Sous Vide Cook-Chill System. *Korean Journal of Food and Cookery Science, 23(2)*, 261-269.

Spears M.C. (2000). Foodservice organizations: a managerial and systems approach. *4th ed. Prentice-Hall. Inc. New Jersey.* pp.187-192

Varoquaux, P., Offant, P., Varoquaux. F.(1995). Firmness, seed wholeness and water uptake during the cooking of lentils (*Lens culinaris* cv. anicia) for 'sous vide' and catering preparations. *International Journal of Food Science & Technology, 30*, 215-220.

Yang, S.Y., Lim, S.D., Jeon, K.H., Nam, K.B., Kwon, S.A., Park, J.E. (2007). Comparison of Vitamin A, E, and Cholesterol Contents and the Sensory Properties of chilled Hanwoo and Australian Beef. *Korean journal for food science of animal Resource, 27*, 262-266.