

118006-1

보안 과제( ), 일반 과제( ○ ) / 공개( ○ ), 비공개( )발간등록번호( )

고부가가치식품기술개발사업 제1차 연도 최종보고서

11-1543000-002822-01

수박  
초코파이  
의 품질  
안정성  
및  
상품성  
개선  
연구

# 수박 초코파이의 품질안정성 및 상품성 개선 연구 최종보고서

최  
종  
보  
고  
서

2019.06.10.

2019

주관연구기관 / (주)에스에프씨바이오  
협동연구기관 / 한국식품연구원

농  
림  
축  
산  
식  
품  
부  
농  
림  
식  
품  
기  
술  
기  
획  
평  
가  
원

농 립 축 산 식 품 부  
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “수박 초코파이의 품질안정성 및 상품성 개선 연구”(개발기간 : 2018. 04. 27 ~ 2019. 04. 26)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 06. 10.

주관연구기관명 : (주)에스에프씨바이오 (대표자) 김 성 규 (인)

협동연구기관명 : 한국식품연구원 (대표자) 박 동 준 (인)

참여기관명 : (대표자) (인)

주관연구책임자 : 김 성 규

협동연구책임자 : 김 범 근

참여기관책임자 :

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에  
동의합니다.

## 보고서 요약서

|                  |                       |                            |                           |               |   |
|------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---|
| 과제고유번호           | 118006-1              | 해 당 단 계<br>연 구 기 간         | 12개월                      | 단 계 구 분       | 1/1   |
| 연구사업명            | 단 위 사 업               | 농식품기술개발사업                  |                           |               |   |
|                  | 사 업 명                 | 고부가가치식품기술개발사업              |                           |               |   |
| 연구과제명            | 대 과 제 명               | (해당 없음)                    |                           |               |   |
|                  | 세부 과제명                | 수박 초코파이의 품질안정성 및 상품성 개선 연구 |                           |               |   |
| 연구책임자            | 김성규                   | 해당단계<br>참여연구원<br>수         | 총: 8명<br>내부: 3명<br>외부: 5명 | 해당단계<br>연구개발비 | 정부: 100,000천원<br>민간: 33,400천원<br>계: 133,400천원 |
|                  |                       | 총 연구기간<br>참여연구원<br>수       | 총: 8명<br>내부: 3명<br>외부: 5명 | 총<br>연구개발비    | 정부: 100,000천원<br>민간: 33,400천원<br>계: 133,400천원 |
| 연구기관명 및<br>소속부서명 | (주)에스에프씨바이오<br>연구개발본부 |                            |                           | 참여기업명         |   |
| 국제공동연구           | 상대국명:                 |                            |                           | 상대국 연구기관명:    |   |
| 위탁연구             | 연구기관명:                |                            |                           | 연구책임자:        |   |

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

|                      |  |
|----------------------|--|
| 연구개발성과의<br>보안등급 및 사유 | 보안등급: 일반<br>「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4에 따른 분류에서 보안과제로 분류된 항목에 해당되지 아니함 |
|----------------------|--|

9대 성과 등록·기탁번호

| 구분          | 논문 | 특허 | 보고서<br>원문 | 연구시설<br>·장비 | 기술요약<br>정보 | 소프트<br>웨어 | 화합물 | 생명자원     |          | 신품종 |    |
|-------------|----|----|-----------|-------------|------------|-----------|-----|----------|----------|-----|----|
|             |    |    |           |             |            |           |     | 생명<br>정보 | 생물<br>자원 | 정보  | 실물 |
| 등록·기탁<br>번호 |    |    |           |             |            |           |     |          |          |     |    |

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

| 구입기관 | 연구시설·<br>장비명 | 규격<br>(모델명) | 수량 | 구입연월일 | 구입가격<br>(천원) | 구입처<br>(전화) | 비고<br>(설치장소) | NTIS<br>등록번호 |
|------|--------------|-------------|----|-------|--------------|-------------|--------------|--------------|
|      |              |             |    |       |              |             |              |              |
|      |              |             |    |       |              |             |              |              |

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

- 수박향의 포집 안정성 개선을 위해 다양한 공정 변수의 조절을 통해 지용성 및 수용성 수박향 유화액을 제조하고 이를 최적화하였음.
- 유화액의 안정성을 평가하기 위하여 사진 또는 현미경을 통한 성상 관찰, 입도 및 제타 전위 분석, 광학적 분산 안정성 및 열 안정성 측정 등의 분석기법들을 활용함.
- 지용성 수박향 O/W 유화액의 경우, 초고압 균질기를 도입하고 총 중량 대비 1%의 Span80 계면활성제를 활용하여 수박향 원액을 20%를 함유한 실험군이 입도 ( $0.55 \pm 0.02 \mu\text{m}$ ), 제타전위 ( $-50.1 \pm 9.2 \text{ mV}$ ) 및 광학적 분산안정성 (TSI 5.1%)이 우수하였으며, 열 안정성 또한 확보됨을 확인함.
- 수용성 수박향 W/O/W 유화액의 경우, 초고압 균질기를 도입하고 총 중량 대비 각각 1%의 Tween80 및 PGPR 계면활성제를 활용하여 수박향 원액을 8%를 함유한 실험군이 입도 ( $0.25 \pm 0.02 \mu\text{m}$ ), 제타전위 ( $-30.6 \pm 3.7 \text{ mV}$ ) 및 광학적 분산 안정성 (TSI 1.0%)이 우수하였으며, 열 안정성 또한 확보됨을 확인함.
- 본 연구를 통해 제조한 유화액을 수박 초코파이에 적용하여 품질 안정성 및 상품성이 개선되었음. 더 나아가 음료 및 아이스크림 등 다양한 제품군에서 안정화 된 수박향 제형의 응용성이 기대됨.

보고서 면수

## 〈요약문〉

|                           |   |        |        |      |      |
|---------------------------|---|--------|--------|------|------|
| 연구의<br>목적 및 내용            | <p>수박 초코파이의 수박향 포집 안정성 개선을 통한 풍미(flavor) 증진 및 상품성 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유화를 통한 수박향 성분의 가용화</li> <li>○ 유화 안정성 개선을 통한 수박향 성분의 향미 유지</li> <li>○ 수박 초코파이의 풍미 증진</li> <li>○ 수박 초코파이의 관능 평가를 통한 상품성 개선</li> </ul>   |        |        |      |      |
| 연구개발성과                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 상품성 (수박향 포집능 및 물리적 특성 개선)이 우수한 수박초코파이 개발 : 수박 flavor가 풍부하고 초코파이 형태가 일정한 균질한 제품 양산 가능</li> <li>○ 개발된 수박향 유화기술을 바탕으로 수박음료, 수박 아이스크림 등 다양한 제품개발이 가능한 핵심기술 확보</li> </ul>   |        |        |      |      |
| 연구개발성과의<br>활용계획<br>(기대효과) | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 개발된 수박향 유화기술을 바탕으로 수박음료, 수박 아이스크림 등 다양한 제품개발을 통한 수박 전문기업으로서의 이미지 제고 및 매출 증대를 꾀하고자 함</li> <li>○ 차별화 된 컨셉의 수박초코파이의 상품성이 개선됨으로써 SFC가 같고 국내 편의점 및 마트, 코스트코 입점을 통해 시장점유율을 확대해 나갈 예정임</li> <li>○ 현재 초기단계의 중국 수출 및 일본 수출을 더욱 확대해 나가고, 새로이 동남아 시장 개척을 통해 해외수출시장을 꾸준히 확대 나갈 예정임</li> <li>○ 국내 및 해외시장 확대로 사내 전문인력 양성 및 품질관리, 마케팅, 제품개발 관련 신규 인력을 채용함으로써 고용창출 증대에도 기여하리라 예상함</li> </ul> |        |        |      |      |
| 국문핵심어<br>(5개 이내)          | 수박초코파이  | 수박향 포집 | 상품성 개선 | 관능평가 | 유화기술 |
| 영문핵심어<br>(5개 이내)          |   |        |        |      |      |

## 목 차 >

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 제 1 장 연구개발과제의 개요 .....         | 7  |
| 제 1 절 연구개발 목적 .....            | 7  |
| 제 2 절 연구개발의 필요성 .....          | 7  |
| 제 3 절 연구개발의 범위 .....           | 8  |
| 제 2 장 연구수행 내용 및 결과 .....       | 9  |
| 제 1 절 연구 재료 및 방법 .....         | 9  |
| 제 2 절 연구개발 내용 .....            | 10 |
| 제 3 절 연구 결론 .....              | 35 |
| 제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ..... | 36 |
| 제 1 절 목표 .....                 | 36 |
| 제 2 절 목표 달성여부 .....            | 36 |
| 제 4 장 연구결과의 활용 계획 .....        | 37 |
| 붙임. 참고 문헌 .....                | 37 |
| 〈별첨〉 주관연구기관의 자체평가의견서           |    |

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발 목적

1. 수박 초코파이의 수박향 포집 안정성 개선을 통한 풍미(flavor) 증진 및 상품성 개선
  - 가. 유화를 통한 수박향 성분의 가용화
  - 나. 유화 안정성 개선을 통한 수박향 성분의 향미 유지
  - 다. 수박 초코파이의 풍미 증진
  - 라. 수박 초코파이의 관능 평가를 통한 상품성 개선

## 제 2 절 연구개발의 필요성

1. 제품개발(수박통통) 개요 및 콘셉트

### ◆ 수박통통 개요 및 컨셉



2. 제품 콘셉트의 구현에 따른 문제점 및 현상애로 기술

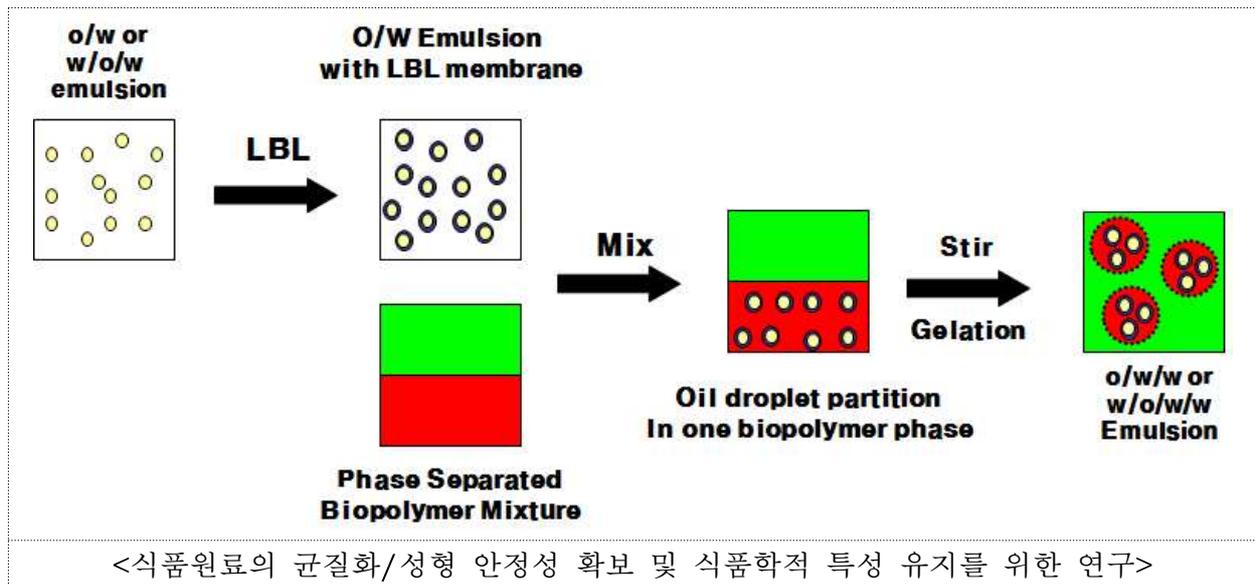
- 가. 수박초코파이(수박통통™)의 수박 풍미와 맛을 증진하기 위해 마시멜로우에 수박농축액 및 수박향 첨가시 마시멜로우가 내려앉는 현상 발생함.
- 나. 수박향을 도우(빵)에 첨가시 빵을 구워내며 flavor 소실로 풍미 감소 현상 발생하며, 도우에 쓴 맛이 나타나 관능이 저하되어 전체적인 상품성이 저하됨.



### 3. 문제점 및 현장애로 기술 극복을 위한 핵심 기술

#### 가. 난용성 식품소재의 가용화를 위한 nano-emulsification 기술

- (1) 수박향 소재를 도우에 첨가 시 조리공정에 의해 향미 소실 우려가 있으므로 마시멜로우에 향미성분을 넣는 것이 바람직함
- (2) 수박향 소재의 낮은 용해도는 마시멜로우 내 균일한 분산을 어렵게 하며, 이로 인해 향미성분의 유지가 어려움



- (3) 이러한 문제점 극복을 위해 nano-emulsification 기술이 필요하며, 이를 통해 마시멜로우 내 향미성분의 균일한 분산은 물론 손실 제어도 가능함
- (4) 포집되는 성분의 특성에 따라 o/w, w/o/w, o/w/o 등 다양한 형태의 에멀전을 제조할 수 있으며, 에멀전의 형태에 따라 포집 물질의 용출 속도 제어가 가능함

### 제 3 절 연구개발 범위

1. 수박향 성분의 분산/포집 안정성 개선
  - 가. 유화기술을 활용한 수박향 성분의 분산 안정성 개선
  - 나. 수박향 성분의 포집능 극대화를 통한 향미 유지
2. 수박향이 유지된 수박 초코파이의 제조 및 상품성 개선
  - 가. 마쉬멜로우의 물리적 특성 제어
  - 나. 관능평가를 통한 상품성 개선

## 제 2 장 연구수행 내용 및 결과

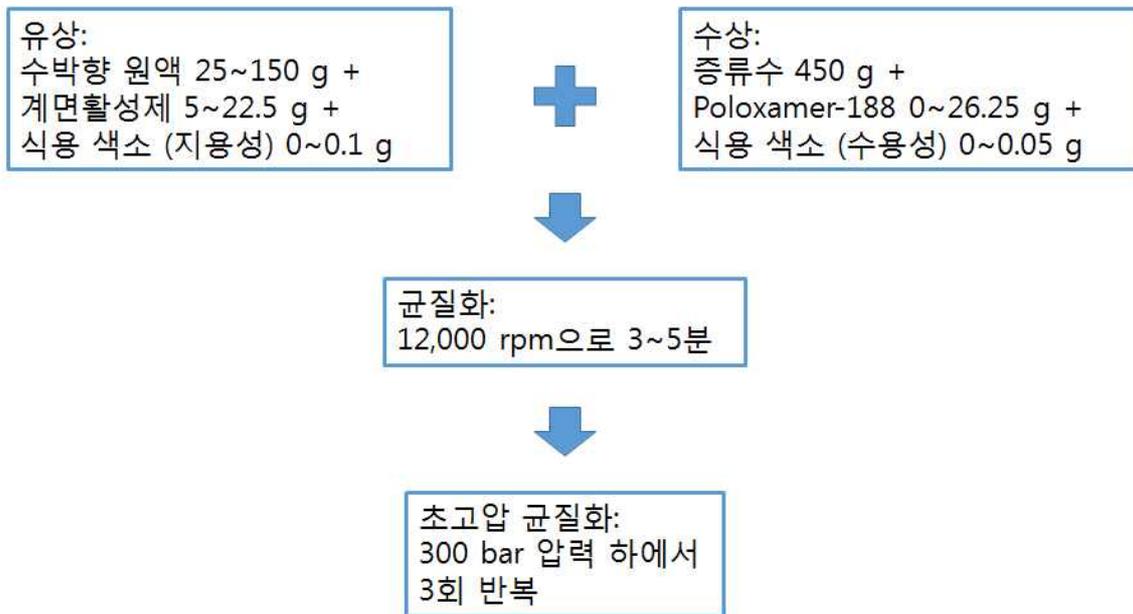
### 제 1 절 연구 재료 및 방법

#### 1. 연구 재료

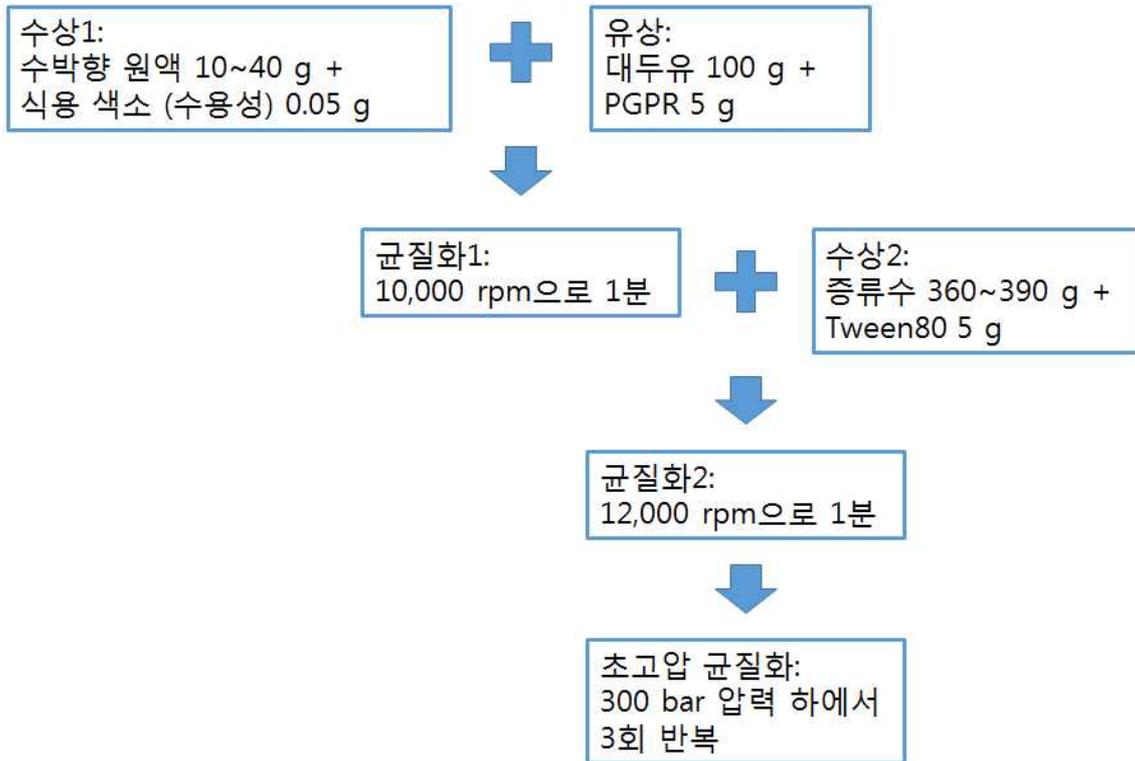
- 가. 지용성 수박향: 수박향 #11 (SK-J3132, 서울향료주식회사, 혼합제제 식품첨가물, 합성향료, 트리아세틴, 정제가공유지, 프로필렌글리콜, 천연향료)
- 나. 수용성 수박향: 수박향 #7 (SK-J7862, 서울향료주식회사, 혼합제제 식품첨가물, 합성착향료, 천연착향료, 프로필렌글리콜, 트리아세틴, 주정)
- 다. 계면활성제: PGPR (Polyglycerol polyricinoleate, 일신웰스), Poloxamer-188 (시그마알드리치코리아), Tween80 (Polyoxyethylene sorbitan monooleate, 덕산약품), Span80 (Sorbitan monooleate, 덕산약품)
- 라. 유지: 대두유 (백설콩기름, CJ제일제당)
- 마. 식용 색소: 적색 제102호 (수용성, 오정상사), 파프리카올레오레진 (지용성, 이에스식품원료)

#### 2. 연구 방법

- 가. 지용성 수박향 포집 O/W 유화액 제조법 (25℃)



나. 수용성 수박향 포집 W/O/W 유화액 제조법 (25 °C)



## 제 2 절 연구 개발 내용

### 1. 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 계면활성제 효과 확인

본 실험에서는 지용성 수박향을 식품에 적용하고자 가공 적합성(식품 조직 내에서의 분산성 및 안정성) 향상을 위한 연구를 위해 우선 2종의 계면활성제를 활용하여 O/W 유화액을 제조하고 그 특성을 살펴보았다. 유화액은 섞이지 않는 서로 다른 두 액체에 의해 만들어지는데, 우유처럼 액체가 다른 액체에 콜로이드 상태로 작은 방울처럼 퍼져있는 용액이다.<sup>1)</sup> 이때 용매의 역할을 하는 액체를 분산의 매개체, 연속상이라 하고 용질의 역할을 하는 액체를 분산상이라 한다. 분산된 작은 액체 입자들이 안정되어 에멀전 상태를 오래 유지하기 위해서는 제 3의 물질을 첨가해야하는 데 그것이 바로 계면활성제이다. 본 실험에서 활용한 계면활성제 중 하나인 PGPR은 글리세롤과 지방산 (대개 피마자유뿐만 아니라 대두유에서도 생산)으로 만든 유화제이며, 지용성으로서 고함량의 지용성 수박향 원액의 유화에 적절할 것으로 예상되어 선정하였으며, 식품산업에서는 주로 초콜릿 또는 이와 유사한 코팅에서 점도를 낮추기 위해 레시틴과 같은 다른 물질과 함께 사용된다.<sup>2)</sup> 또 다른 계면활성제인 Poloxamer-188 (P-188)은 양친매성 유화제로 다른 유화제들 중에서도 소수성 물질의 수용성을 높이는 능력이 탁월하여 선정하였으며, 산업적으로는 화장품 및 의약품에 일반적으로 사용되고 있다.<sup>3)</sup> 이러한 계면활성제의 유화 안정성 효과를 알아보기 위하여 지용성 수박향

1) IUPAC (1997). Compendium of Chemical Terminology (The "Gold Book"). Oxford: Blackwell Scientific Publications.

2) Hasenhuettl, Gerard L; Hartel, Richard W, eds. (2008). Food Emulsifiers and Their Applications. Springer Science & Business Media. p. 294.

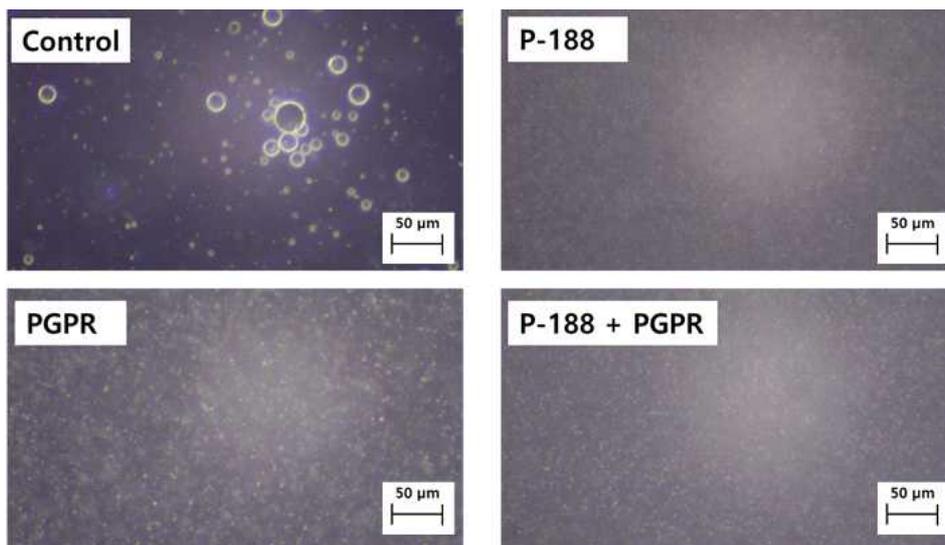
3) A. G. Denkova; E. Mendes; M.-C. Coppens (2010). "Non-equilibrium dynamics of block copolymer micelles in solution: recent insights and open questions". Soft Matter. 6 (11): 2351-2357.

원액을 10% 분산상으로 하여 유화액을 제조하였다. 부가적으로 유화액의 광학적 특성 확인의 용이성을 위하여 미량의 식용 색소를 유화액 제조 시 첨가하여 관찰하였다.



(그림1) 지용성 수박향 포집 O/W 유화액 사진

그림 1의 사진에서 확인 할 수 있듯이 계면활성제 무첨가 대조군의 경우, 균질화 이후 대부분 빠르게 물과 수박향 원액간의 층분리가 일어났다. P-188 첨가군은 균질화 이후 거품 층이 상대적으로 많이 생성되었으며, PGPR의 경우 동일한 양의 색소 첨가 시에도 적색보다는 다소 불투명한 분홍색을 나타내어 마이크로 입자 크기의 유화가 이루어졌음을 간접적으로 확인하였다 일반적인 유화액은 유화 입자의 계면에서 발생하는 광산란으로 인하여 불투명한 성상을 보이게 된다.<sup>4)</sup> P-188 및 PGPR 혼합 첨가군의 경우, 거품 생성량은 적었으며 PGPR 단일 첨가군과 유사한 불투명한 분홍색을 나타내었다.

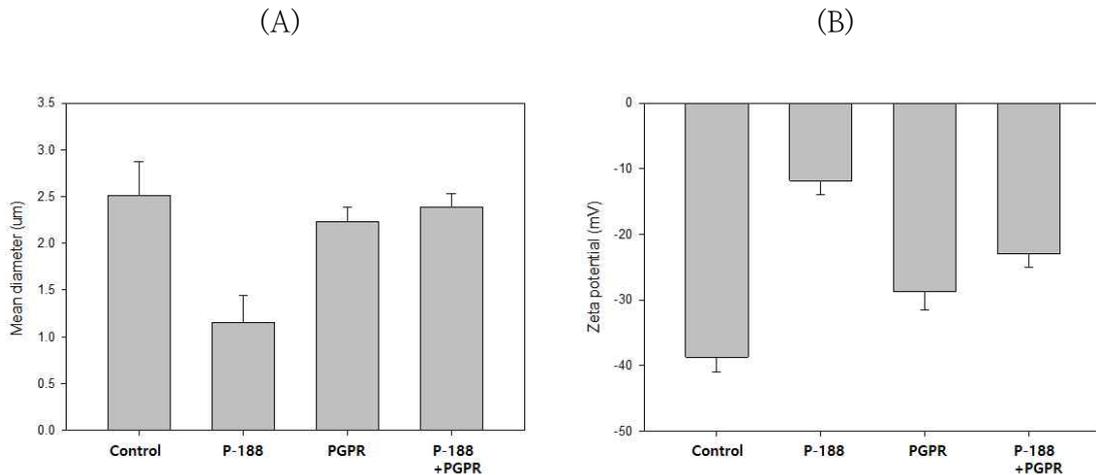


(그림2) 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 광학 현미경 관찰 (x 45)

계면활성제 미첨가 대조군의 경우, 그림2의 현미경 사진 상에서 층분리 후 물 층에 일부 존재하는 수박향 원액 방울이 10 µm 이상의 크기로 존재하는 것들이 주로 관찰 되었으며, 대부분 입자가 크고 불균일하게 분포하였다. 하지만 계면활성제 P-188 ,PGPR, P-188 및 PGPR 혼합 첨가군

4) Leong TS, Wooster TJ, Kentish SE, Ashokkumar M (2009). "Minimising oil droplet size using ultrasonic emulsification". *Ultrasonics Sonochemistry* 16 (6): 721-7.

의 경우, 상대적으로 작고 균일한 입자 분포가 관찰되어 유화에 의한 입자의 미립화가 잘 이루어졌음을 확인하였다.



(그림3) 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 입도 (A) 및 제타전위 (B)

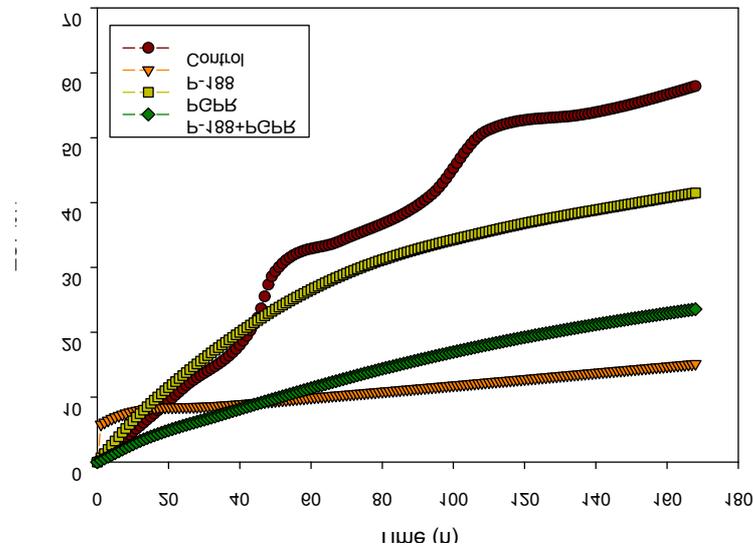
수박향 유화액의 안정성을 수치상으로 평가하기 위하여 2가지 지표를 우선적으로 선정하여 평가를 수행하였다. 먼저 수박향 유화 입자의 크기를 측정하기 위해 Nanosizer (Microtrac Nanotrac 250; Microtrac Inc., Largo, FL, USA) 기기를 활용하였다. 일반적으로 유화액 입자의 크기가 작을수록 보다 열역학적으로 안정한 상태라고 알려져 있으며, 이를 통해 본 유화액의 안정성 또한 가늠해 보고자 하였다.<sup>5)</sup> 또 다른 지표인 제타전위란, 입자사이의 반발력과 인력의 크기를 단위로 나타낸 것으로 분산 메커니즘을 구체적으로 이해할 수 있도록 제타전위의 측정이 도움을 줄 수 있으며, 이를 통해 정전기적인 분산을 제어할 수 있는 중요한 요소가 되기도 한다. 일반적으로 제타전위의 절댓값이 30mV 이상이면 안정한 분산 상태라고 문헌상에서 보고된 바 있다.<sup>6)</sup> 제타전위의 측정은 ZetaPlus (Brookhaven Instruments Corp., Holtsville, NY, USA) 기기를 활용하였다.

그림3에서 나타난 수박향 유화액의 입도 및 제타전위 측정 결과를 살펴보기에 앞서 그림1에서 확인하였듯이 육안 상으로 보기에 대부분 층분리가 일어난 대조군의 값을 비교대상에서 제외하고 평가하였다. P-188 첨가군은 다른 실험군에 비해 상대적으로 작은 입도 수준 (1.15 µm)을 나타내었으며, PGPR 및 P-188, PGPR 혼합 첨가군의 경우 2.23~2.28 µm 정도의 입도 크기가 관찰되었다. 제타전위 결과는 PGPR (-28.69 mV) > P-188+PGPR (-22.95 mV) > P-188 (-11.8 mV) 순으로 절댓값이 측정되었으나, 충분한 분산 안정성 (절댓값 30 mV 이상)을 위해서는 초고압균질기 등의 추가적인 유화 기술 활용이 필요할 것으로 사료되었다.

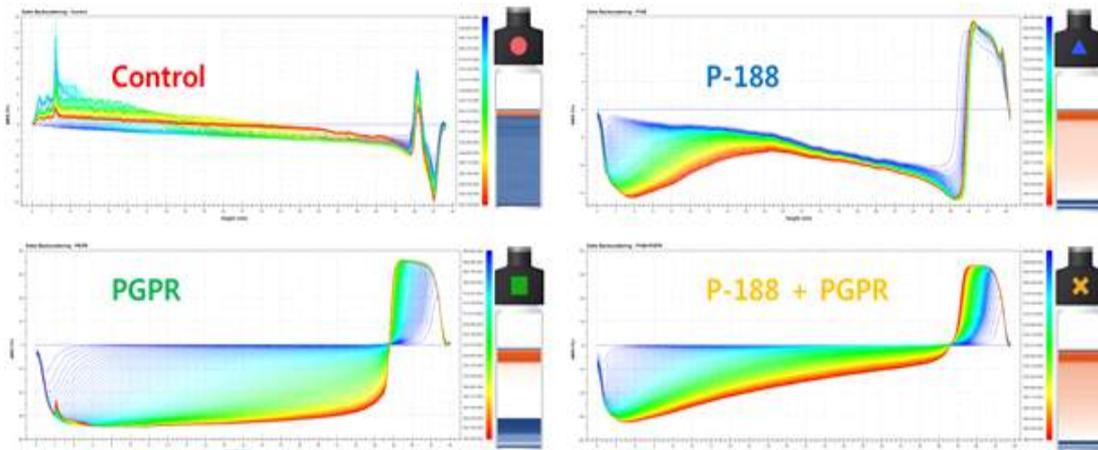
5) J. A. K. Horwitz and A. Mani, Accurate calculation of Stokes drag for point-particle tracking in two-way coupled flows, J. Comput. Phys., 318, 85-109 (2016).

6) Kim, E.-A., Kim, J.-Y., Chung, H.-J., & Lim, S.-T. (2012). Preparation of aqueous dispersions of coenzyme Q 10 nanoparticles with amylo maize starch and its dextrin. LWT-Food Science and Technology, 47(2), 493-499.

(A) Turbiscan stability index (TSI)



(B) Illustration



(그림4) 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 광학적 분산 안정성

저장기간 중 일어나는 유화액의 분산 안정성의 미세한 변화를 광학적으로 측정하기 위하여 Turbiscan tower (Formulacion<sup>®</sup>, L'Union, France) 기기를 활용하였다. 측정 원리는 유화액 시료를 높이 약 50 mm 정도의 투명한 전용 유리 용기에 담아 정온 (4~80 °C) 상태에서 설정한 측정 시간마다 용기의 전체 높이를 40 μm 간격으로 잘게 나누어 근적외선을 조사하여 그에 따른 근적외선의 투과율 (180 °) 및 후방 산란 (45 °) 값을 두 개의 동기 광학 센서를 통해 수신하여 그 값의 변화를 수치화하는 것이다.<sup>7)</sup> 특히 TSI (turbiscan stability index) 값이란, 초기 용액의 상태에 비해 저장 기간 동안 전체적으로 얼마만큼 용액의 성상이 광학적으로 변화 (입자간 응집에 따른 층분리, 침전, 크리밍 등)하였는지를 수치화하여 직관적으로 확인할 수 있도록 한 결과이며, 이를 통해 여러 용액간의 광학적 분산 안정성의 차이를 한눈에 비교할 수 있다는 장점이 있다.<sup>8)</sup>

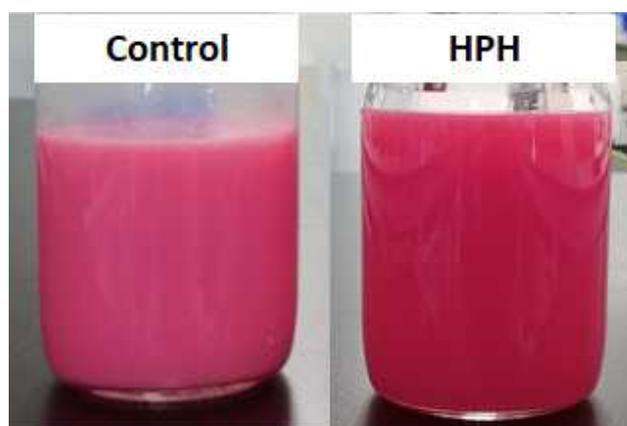
7) C. Celia, E. Trapasso, D. Cosco, D. Paolino, M. Fresta. Turbiscan Lab<sup>®</sup> Expert analysis of the stability of ethosomes (R) and ultradeformable liposomes containing a bilayer fluidizing agent. Colloid Surf. B, 72 (2009), pp. 155-160.

8) Kang W, Xu B, Wang Y, Li Y, Shan X, An F, Liu J. 2011. Stability mechanism of W/O crude oil emulsion stabilized by polymer and surfactant. Colloids and surfaces A: Physicochemical and engineering aspects 384(1-3):555-60.

수박향 유화액을 25 °C에서 장기간 보관할 경우를 대비한 광학적 분산 안정성 실험을 수행하였다. 먼저, 대조군의 물층에 존재하던 일부 불안정하게 유화된 수박향 원액 또한 불안정한 유화 상태를 유지하지 못하고 지속적으로 층분리가 일어남을 그림 4 (A)의 TSI값의 가파른 증가율을 통해 확인할 수 있었다. 계면활성제 첨가군의 경우, P-188 (최대 15.1%) < P-188+PGPR (23.6%) < PGPR (41.5%) 순으로 용액의 광학적 변화율이 관찰되었으나, P-188은 균질화 직후 상층에 거품이 다량 생성되는 등, Turbiscan 측정에 앞서 사진 (그림1) 상으로 불안정한 유화액의 성상을 보인 바 있었다. 또한 용액의 상태를 그림으로 모사한 그림4 (B)를 통해 저장 기간 중 용액의 성상을 살펴보면, 대조군의 경우 앞서 살펴본 바와 같이 균질화 직후 대부분 층분리 (주황색: 수박향 원액 층, 청색: 물층)가 있어났으며, 이러한 현상에 의해 TSI값이 높게 측정되었다. 계면활성제 사용 군의 경우에도 160시간의 장기간 실온 보관 중 층분리가 지속적으로 진행되었다. 앞선 입도 및 제타 전위 그리고 광학적 분산 안정성 결과를 통해서도 보다 안정한 유화액의 제조를 위해 추가적인 공정 도입의 필요성을 재확인할 수 있었다.

## 2. 초고압 균질기 활용에 따른 효과

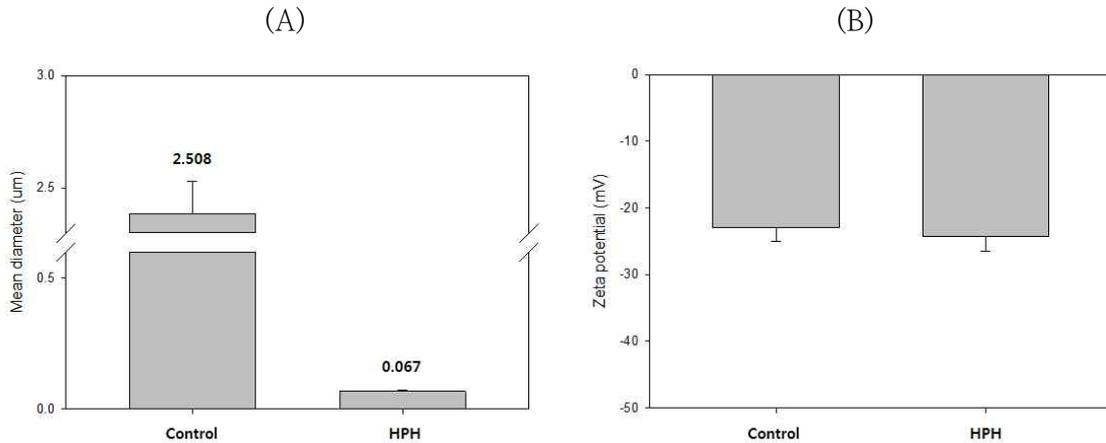
본 실험에서는 일반적 균질화 방법으로 제조한 유화액의 안정성 향상을 위하여 초고압 균질화 기술을 도입하고 그 효과를 알아보려고 하였다. 초고압 균질화 (HPH)란, 유체를 초고압으로 가압한 상태에서 미세 오리피스 모듈(판에 구멍을 뚫어서 통로를 연결하는 구조가 많음)을 통과시키면 압력의 급격한 저하에 따른 초음파 유속이 형성되며, 이때 유체는 전단력 (초음속으로 관로를 통과하는 유체는 속도차 및 마찰과 같은 저항에 의해 유체 내 전단력이 작용하여, 입자 또는 입적이 끊어지는 현상 발생), 충격 (유체 내 입자는 관로의 벽면, 입자간 충돌이 이루어지며, 이러한 입자들의 충격으로 미세하게 파쇄), 공동화 (초고압에 의해 발생된 초음속 유체는 압력차에 의해 공동화 현상이 발생하며, 이로 인해 유체의 분자간 응집력이 파괴) 현상 등에 의해 미립화 되는 것을 말한다.<sup>9)</sup> 앞서 수행한 실험군 중 P-188 + PGPR을 활용한 10% 수박향 유화액을 대조군으로 선정하고 초고압 균질화 전후 결과를 비교하였다.



(그림5) 지용성 수박향 포집 O/W 유화액 사진 (초고압 균질기 활용 전 후)

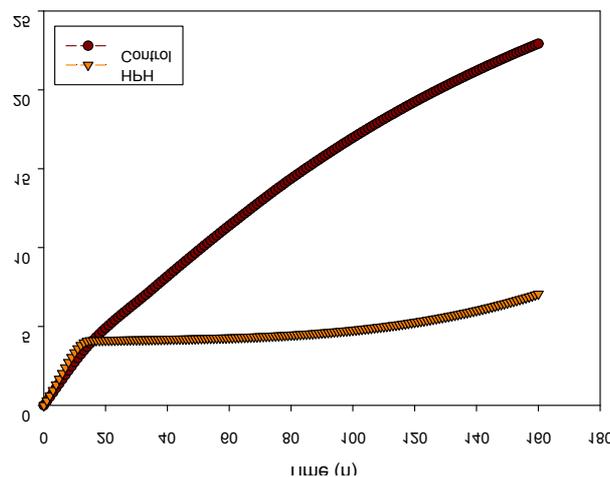
9) J.M. Gutierrez, C. Gonzalez, A. Maestro, I. Sole, C.M. Pey, J. Nolla. Nano-emulsions: new applications and optimization of their preparation. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 13 (4) (2008), pp. 245-251.

수박향 유화액에 초고압 균질기를 도입 한 경우를 그림5에서 확인 할 수 있듯이 육안상으로 불투명도가 다소 감소하여 보다 선명한 색상을 나타내게 되었다. 일반적으로 유화액은 연속상과 분산상의 경계에서 빛의 산란이 일어나기 때문에 우리 눈에 뿌옇게 보이게 된다. 빛의 산란은 입자의 크기가 입사광의 파장의 1/4보다 클 때 일어난다. 가시광선 영역의 빛은 390~750 nm의 파장을 갖기 때문에, 유화액의 방울 크기가 약 100 nm 이하인 경우 빛은 산란 없이 유화액을 통과한다.<sup>10)</sup> 이러한 유화액의 광학적 특성을 통해 초고압 균질화에 의한 불투명도의 감소는 유화액 입자 크기의 감소와 관련이 있을 것으로 예측하였다.



(그림6) 초고압 균질기 활용에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 입도 (A) 및 제타전위 (B)

초고압 균질기를 활용하여 제조한 유화액의 입자 크기 및 제타전위를 그림6에서 살펴 본 결과, 2 μm 수준의 에멀전 입자가 초고압 균질기에 의해 6~70 nm 수준으로 미립화 되었다. 이러한 결과는 앞서 사진 상으로 관찰하여 예상한 것과 같이 입자 크기의 나노화에 의해 투명도가 증가한 것을 뒷받침 할 수 있었다. 다만, 입자 크기의 감소에도 불구하고, 제타전위 값은 -22~-24 mV 수준으로 처리 전 후 큰 차이를 나타내지 않았다.



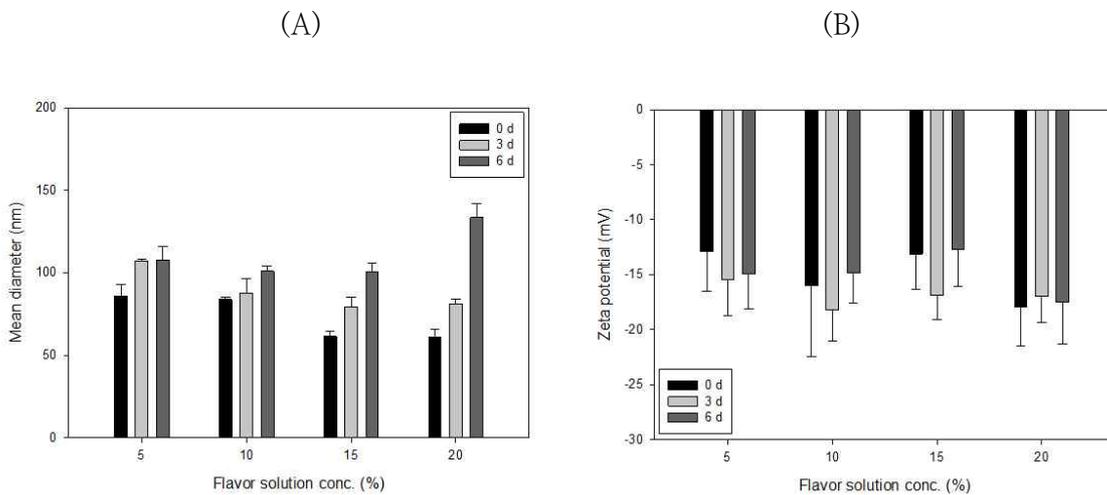
(그림7) 초고압 균질기 활용에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 분산 안정성

10) Mason TG, Wilking JN, Meleson K, Chang CB, Graves SM (2006). "Nanoemulsions: Formation, structure, and physical properties". Journal of Physics: Condensed Matter. 18 (41): R635-R666.

Turbiscan을 활용하여 초고압 균질화 전 후 광학적 분산안정성을 측정하고 그 결과를 그림7에 나타내었다. 대조군의 경우, 일정한 속도로 용액의 광학적 특성이 변화하고 그 변화율 또한 커서 지속적으로 유화액의 안정성이 낮아짐을 알 수 있었으나, 초고압 균질화 처리군은 초기 12시간까지는 대조군과 유사한 변화를 보이다가 그 이후로 25 °C 에서 160시간까지 낮은 변화율을 보이며 비교적 일정하게 광학적 특성이 유지되어 안정적인 유화액이 제조되었음을 확인하였다.

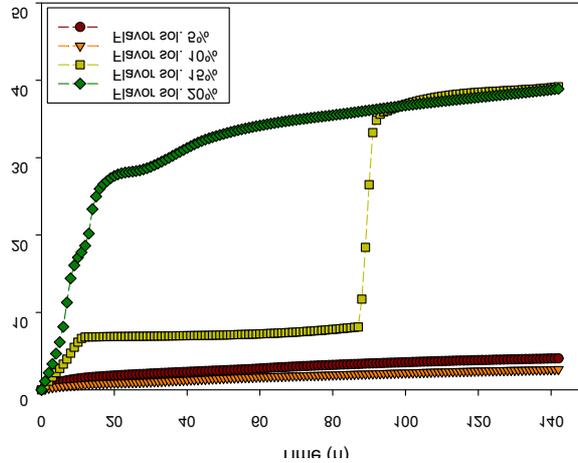
### 3. 수박향 원액의 함량 (5~20%)에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 안정성

식품 활용적 측면에서 고함량의 수박향을 포함하는 수박향 유화액을 제조하는 것이 보다 경제적이고, 효율적일 것이라 예상하여, 유화액 내 수박향 원액의 함량을 증가시키고자 본 실험을 수행하였다.



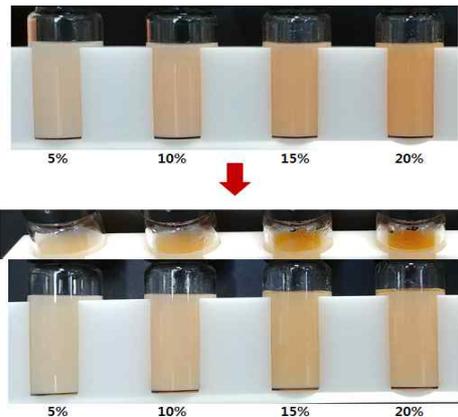
(그림8) 수박향 원액의 함량에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 저장 기간 중 입도 (A) 및 제타전위 (B) 변화 (25 °C)

수박향 원액의 함량에 따른 유화액의 안정성 평가를 위해 수박향 원액을 5%에서 20%까지 증가시켜 4종의 수박향 유화액을 제조하였으며, 그에 따른 입도 및 제타 전위의 차를 그림 8에서 살펴 보았다. 5~10% 저함량 수박향 실험군의 경우 초기 80 nm 수준의 입도를 보였으며, 6일간의 25 °C 저장 후에도 100 nm 수준으로 큰 변화 없이 안정적인 입도를 나타내었다. 하지만 고함량 (15~20%) 수박향 실험군은 초기에는 60 nm 수준으로 저함량군보다 다소 낮은 입도분포를 보였으나 저장기간 중 100~133 nm 수준까지 입도가 증가하여 상대적으로 불안정한 성상을 나타내었다. 제타전위의 경우, 모든 함량의 실험군에서 -15 mV 내외의 제타 전위 값이 측정되었으며, 저장 기간에 따른 제타전위의 증감 경향성은 뚜렷하게 보이지 않았다.



(그림8) 수박향 원액의 함량에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 분산안정성

수박향 유화액 제조시, 지용성 수박향의 함량에 따른 유화액의 광학적 분산안정성 차이를 그림8을 통해 살펴보았다. 저함량 (5~10%) 실험군의 경우, 140시간 동안의 25 °C 저장기간 중에도 큰 변화 없이 안정적인 광학적 특성을 보였으나, 고함량 (15~20%) 실험군의 경우에는 앞서 살펴본 입도의 증가보다 더 큰 폭으로 광학적 특성이 변화하는 특징을 나타내었다. 이러한 결과를 통해 고함량의 지용성 수박향 원액을 함유한 유화액을 제조하기 위해서는 추가적인 공정변수의 조절이 필요할 것으로 판단하고 추후 실험을 설계하였다.

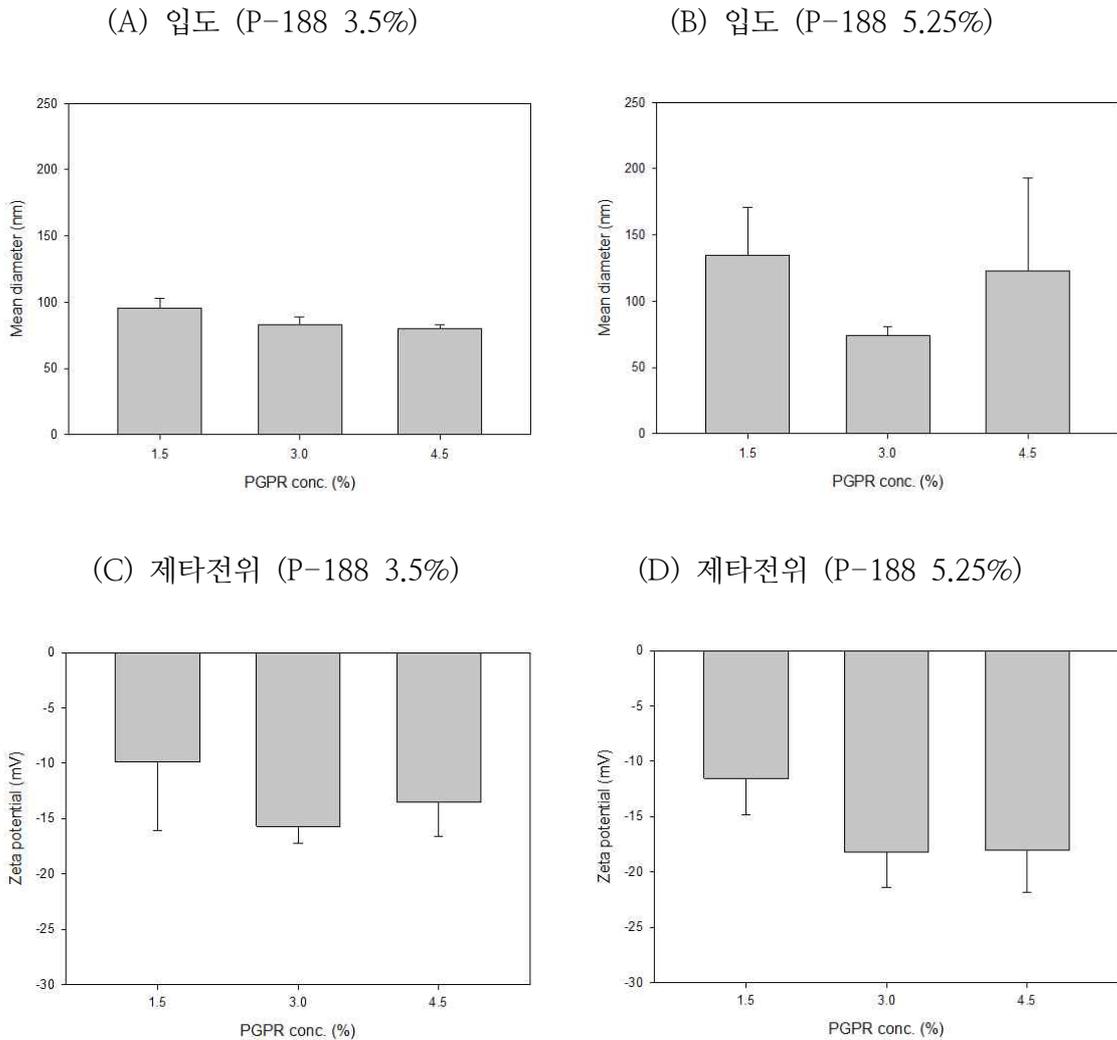


(그림9) 수박향 원액의 함량에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 가공 안정성 (80 °C, 1시간 중탕 열처리)

수박향 유화액을 마시멜로우 등의 가벼운 열처리 공정이 필요한 식품군에 적용하기 위해서는 일정 온도 이상에서의 가공 안정성이 확보되어야 하기 때문에, 앞서 제조한 유화액의 열 안정성을 확인하기 위하여 80 °C에서 1시간 동안 중탕 처리하여 그 성상을 살펴보았다 (그림9). 수박향 함량 5-10% 수준의 유화액에서는 열처리 이후에도 안정적인 성상이 관찰되었으나, 15% 이상의 실험군에서 상층부에 약간의 층분리 현상이 나타나며 다소 불안정한 유화액의 상태가 관찰되었다.

4. 계면활성제의 함량 및 비율에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 안정성  
 고함량 (30%)의 수박향 원액을 포함하는 유화액의 제조를 위해, 계면활성제의 함량 및 비율을 조

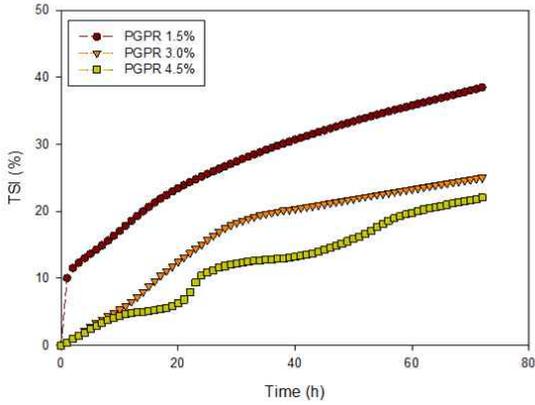
절하여 그 효과를 알아보려고 본 실험을 수행하였다. 기존 방법에서는 계면활성제의 양을 PGPR은 총 유화액 대비 약 1%, P-188은 약 1.75% 사용하였으나 이번 실험에서는 그 양을 1.5배 이상 증가시켜 고함량의 수박향 원액 유화액을 제조하였다.



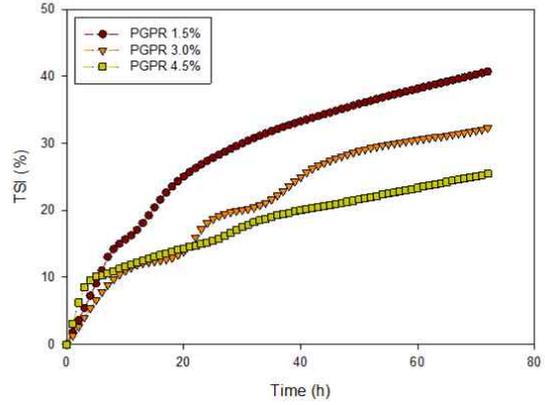
(그림10) 계면활성제 함량에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 입도 및 제타전위

수박향 원액의 함량을 30%로 고정하고, 계면활성제의 함량 및 비율을 조정하여 유화액의 입도 및 제타전위를 측정하여 그림10에 나타내었다. P-188의 함량을 3.5%로 고정하고 PGPR의 함량을 1.5%에서 4.5%까지 증가시키자, 초기 입도는 96 nm 에서 80 nm까지 감소하였다. 하지만 P-188의 함량이 5.25%일 경우에는 PGPR 함량의 증가에 따른 입도 감소효과는 나타나지 않았으며, 입도의 편차가 크게 나타나는 특징이 관찰되었다. 제타전위의 절댓값은 PGPR의 함량을 1.5%에서 3.0% 또는 4.5%까지 증가시키기에 따라 10 mV에서 17 mV 수준으로 다소 증가하였으나, P-188의 함량과는 뚜렷한 경향성을 나타내지 않았다.

(A) TSI (P-188 3.5%)

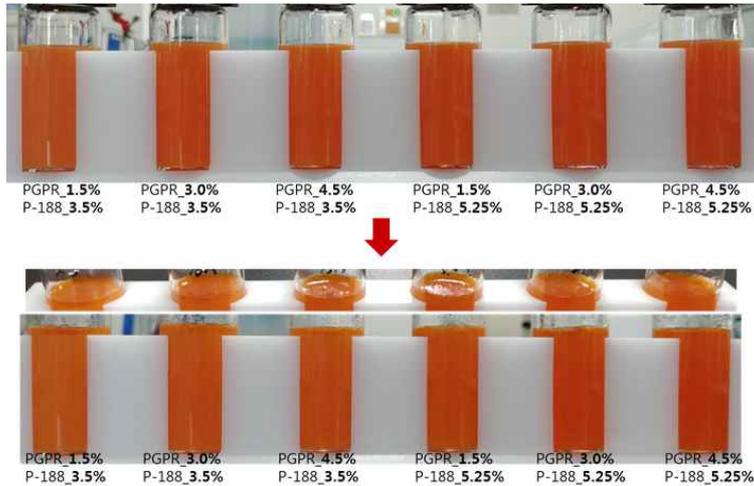


(B) TSI (P-188 5.25%)



(그림11) 계면활성제의 함량에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 분산안정성

그림11에서는 계면활성제의 함량 및 비율을 조절하여 제조한 유화액을 Turbiscan을 통하여 광학적 분산안정성을 측정한 결과를 나타내었다. PGPR의 함량이 증가함에 따라 유화액의 광학적 분산안정성이 증가 (TSI 값의 변화율이 감소)하는 경향이 관찰되었으나, P-188의 함량 증가에 따라서는 분산안정성과의 뚜렷한 경향성이 나타나지 않았다. 위 결과들을 바탕으로 분산안정성 향상에 효과를 주지 못하는 P-188의 함량을 낮추거나 배제하고, PGPR 및 다른 계면활성제 탐색을 통해 장기기간의 실온 보관을 위한 분산안정성을 향상시키는 방향으로 다음 실험을 수행하였다.



(그림12) 계면활성제의 함량 및 비율에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 가공 안정성 (80 °C, 1시간 증탕 열처리)

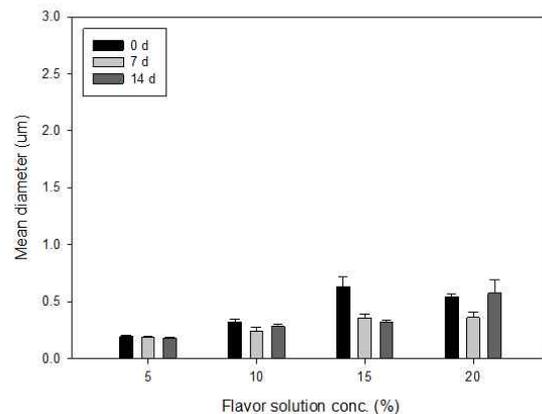
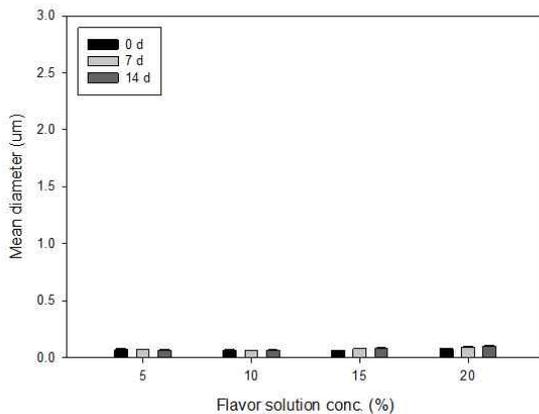
수박향의 함량을 30%로 고정하고, 계면활성제의 함량을 달리하여 열처리를 수행 한 후, 육안 및 사진을 통해 성상을 관찰하였다. 그림 12의 사진 상으로 보면 모든 실험군에서 열처리 이후에도 층분리 현상 없이 안정한 성상이 관찰되었다. 하지만 보다 개선된 유화액 제조를 위하여, 계면활성제 함량의 저감화 및 실온 저장기간 중 안정성 확보를 위한 추가적인 계면활성제 탐색을 시도하였다.

5. 계면활성제의 종류에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액내 수박향 원액의 함량별 특성 평가

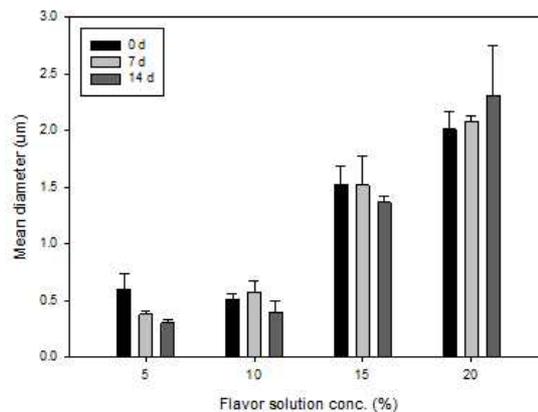
수박향 원액의 함량을 5~20% 까지 증가시키면서, 계면활성제의 종류 (Tween80, Span80, PGPR)에 따른 저장 안정성 및 열 안정성 효과를 알아보기 위한 실험을 수행하였다. 저장 기간은 25 °C에서 2주간 수행하였으며, 계면활성제의 함량은 모든 실험군에서 총 유화액 대비 1%로 고정하였다.

(A) Tween80

(B) Span80



(C) PGPR



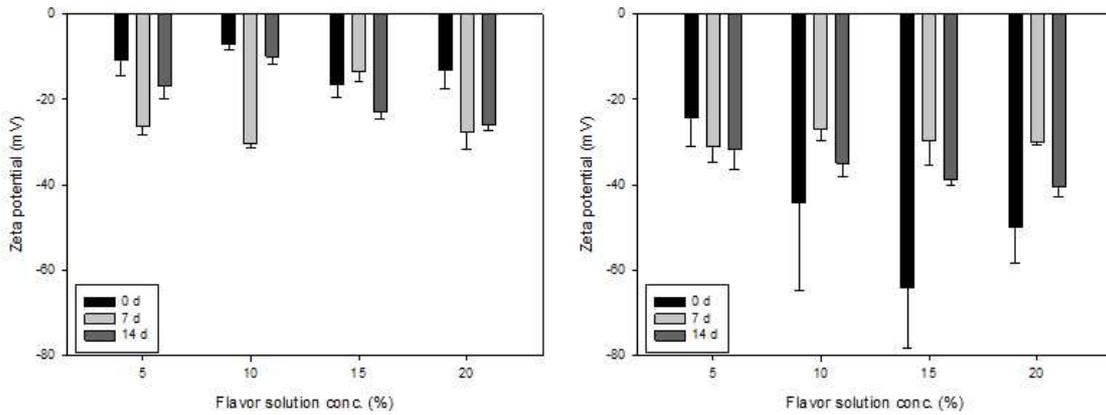
(그림13) 계면활성제의 종류에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 수박향 원액 함량 별 저장 기간 중 입도 변화

계면활성제의 종류에 따른 수박향 유화액의 입도 변화에 관한 결과는 그림13에 나타내었다. Tween80을 활용한 유화액의 경우 (그림13 A), 특징적으로 수박향 함량에 따라서는 입도가 큰 차이 없이 초기 0.06~0.08 µm 수준으로 다른 계면활성제 실험군보다 매우 작은 수십 나노 크기의 입도 분포를 보였다. 5~10% 수박향 원액 함량의 실험군은 저장 기간 중 입도가 비교적 안정적으로 유지되었으나, 15~20% 함량 실험군은 초기 0.06~0.08 µm 수준에서 0.09~0.1 µm 까지 입도가 다소 증가하는 경향을 나타내었다. Span80 활용 유화액 (그림13 B)의 초기 입도는 수박향 원액의 함량이 증가함에 따라 0.2 µm에서 0.6 µm 까지 증가하였다. Span80 실험군의 경우에도 5~10% 저함

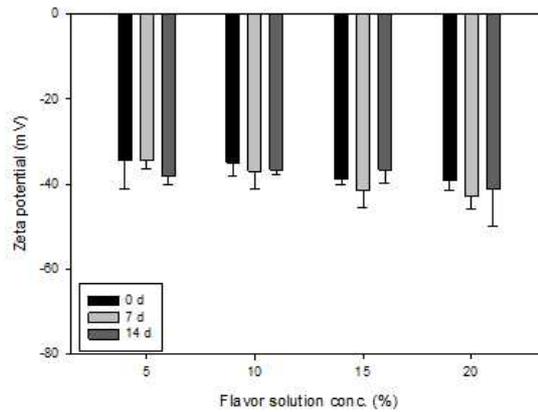
량 유화액의 경우 저장 기간 동안 안정적으로 입도가 유지되었으나, 15~20% 고함량 유화액의 경우 저장 기간 동안 측정되는 입도의 편차가 크게 증가하였다. PGPR 활용 유화액 (그림13 C)의 초기 입도는 다른 유화액에 비해 가장 컸으며, 또한 수박향의 함량에 큰 영향을 받는 것으로 측정되었다. 5~10% 유화액은 초기 입도 0.5~0.6  $\mu\text{m}$  수준이었으나, 15~20% 고함량 유화액은 초기 입도 1.5~2.0  $\mu\text{m}$  수준으로 매우 크게 나타났다. 저장 기간 중 입도 변화는 20% 함량에서 2주 저장 후 2.3  $\mu\text{m}$ 까지 증가하였으나 나머지 5~15% 함량에서는 입도가 유지되었다.

(A) Tween80

(B) Span80



(C) PGPR



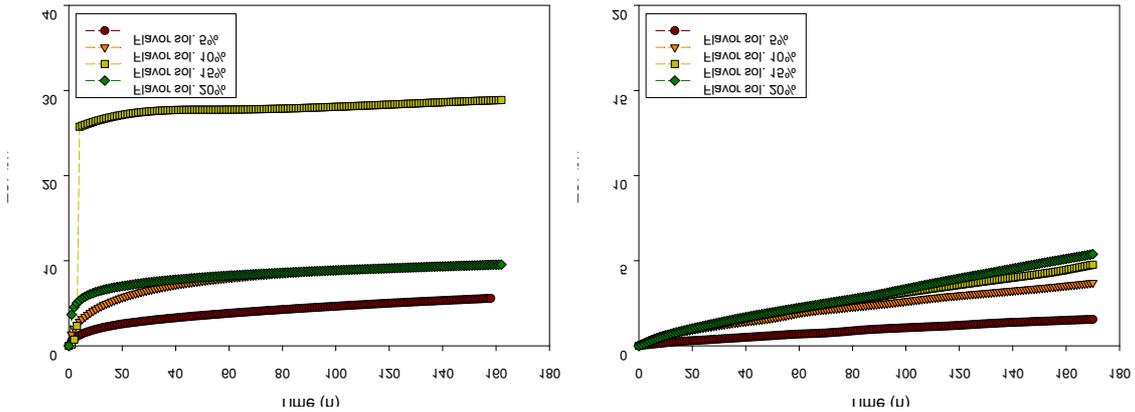
(그림14) 계면활성제의 종류에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 수박향 원액 함량 별 저장 기간 중 제타전위 변화

계면활성제의 종류를 달리하여 제조한 유화액을 25 °C에서 2주간 저장하며 제타전위의 변화를 살펴보았다. 그림14 (A)에서 나타난 Tween80 계면활성제를 사용한 유화액의 경우, 제타전위가 수박향의 함량에 따른 뚜렷한 경향성을 보이지 않았으며, 초기 -7~-16 mV 수준에서 2주 후 -10~-25 mV 까지 저장기간이 지남에 따라 절댓값이 다소 증가하는 경향성을 나타내었다. Span80 계면활성제 실험군 (그림14 B)은 수박향 원액의 함량이 증가함에 따라 초기 제타전위가 5%일 때 -24 mV에서 15% (-64 mV)까지 절댓값이 증가 후 20% (-50 mV)에서 다시 감소하는 양상을 보였으며, 저장 기간이 증가함에 따라 수박향 용액의 함량에 상관없이 -30~-40 mV 수준으로 절

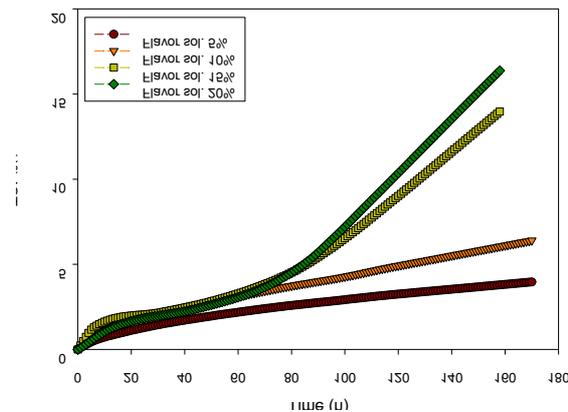
뒀값이 감소하였으나, Tween80 계면활성제 사용군에 비해서는 안정적인 분산액의 제타전위 값 분포를 나타내었다. 마지막으로 PGPR 실험군 (그림14 C)의 경우, 초기 제타전위가 수박향 원액의 함량에 따라 절뒀값이 다소 증가 (-34~-39mV)하였으나, 저장 기간 동안의 변화를 살펴보면 수박향의 함량에 상관없이 모든 실험군에서 일정하게 유지되며 PGPR 사용군 또한 Span80처럼 비교적 안정적인 유화액이 제조되었음을 확인하였다.

(A) Tween80

(B) Span80



(C) PGPR



(그림15) 계면활성제의 종류에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 수박향 원액 함량별 저장 기간 중 분산안정성 (25 °C)

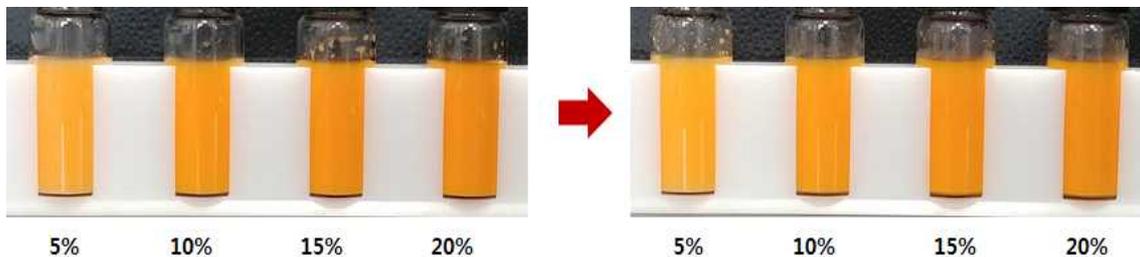
계면활성제의 종류에 따른 수박향 유화액의 광학적 분산안정성을 살펴보기 위하여 Turbiscan 기기를 활용하여 25 °C에서 약 7일간 저장 보관하며 그 결과를 관찰 후, 그림15에 나타내었다. Tween80 계면활성제를 활용한 유화액 (A)의 경우, 수박향의 함량이 가장 낮은 5% 유화액에서 저장 기간 동안 가장 높은 분산안정성 (낮은 TSI값 변화율, 5.6%)이 관찰되었으며 20% 수박향 유화액은 160시간의 저장 후 약 9.5%의 TSI값을 나타내었다. 특이적으로 15% 수박향 유화액은 초기 상태에서는 4시간 저장 후 유화 입자의 광산란 유무 (불투명 또는 투명) 경계 수준에서 입도가 변화 (약 65~80 nm)하여 급격한 광학적 변화가 관찰되었다. Span80 실험군 (B) 또한 수박향 원액의 함량이 증가할수록 저장 기간에 따른 분산안정성이 감소 (높은 TSI값 변화율)하였으나, 최대

20% 유화액의 경우에도 160시간 저장 후 5.1%의 TSI값을 보여 Tween80 실험군보다 우수한 분산안정성이 측정되었다. PGPR 실험군 (C)의 경우도 앞선 계면활성제 실험군과 마찬가지로 수박향 원액의 함량이 증가할수록 분산안정성이 감소하였으며, 특히 15~20% 유화액의 경우 80시간 이후로 급격하게 광학적 안정성이 감소하여 수박향 원액의 함량에 따른 분산안정성 감소효과가 큰 것으로 확인하였다. 이는 입도 측정시 급격하게 입도가 커지는 결과와 유사한 경향성을 나타내었다.

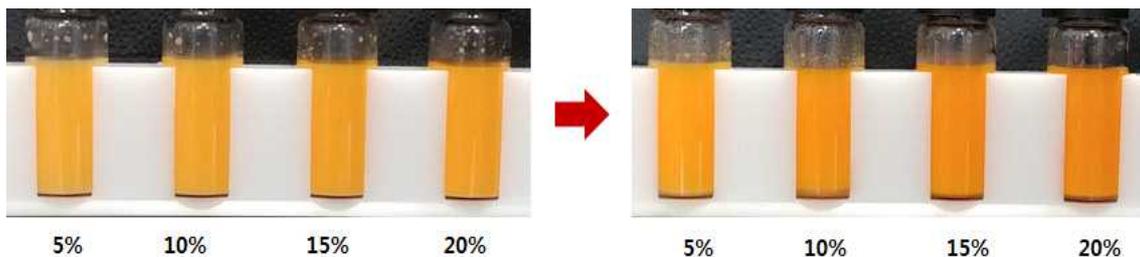
(A) Tween80



(B) Span80



(C) PGPR



(그림16) 계면활성제의 종류에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 수박향 원액 함량 별 열 안정성 (80 °C, 1시간 중탕)

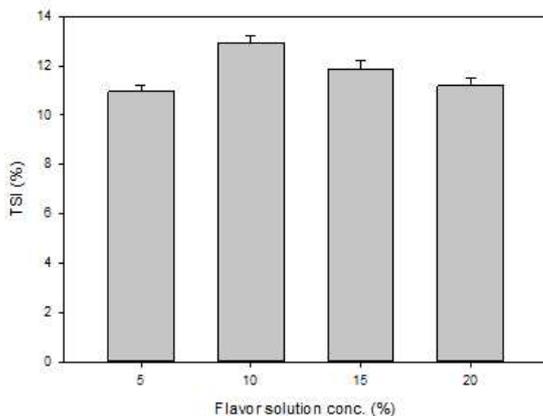
계면활성제를 달리한 수박향 유화액의 열 안정성을 확인하기 위하여 열처리 (80 °C, 1시간) 전 후 사진을 비교하였다 (그림16). Tween80 계면활성제를 활용한 유화액 (A)은 열처리 후 수박향의 함량에 관계없이 유화액 모두 상층에 소량의 수박향 원액이 층분리 되는 현상이 관찰되었다. Span80 실험군 (B)은 열처리 이후에도 육안 상으로 보기에 다소 탁도가 증가한 정도의 변화 외에 층분리 현상은 전 함량에서 관찰되지 않았다. PGPR 활용군의 경우에도 약간의 탁도 증가 이외에 층분리 현상은 관찰되지 않았으며, 이를 통해 열처리 공정이 포함되는 제품의 경우에는 계면활성제로 Span80 또는 PGPR을 활용하여 가공 안정성을 확보 할 수 있을 것으로 사료되었다.

(표1) 계면활성제의 종류에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 수박향 원액 함량 별 열처리 전후 입도 및 제타전위

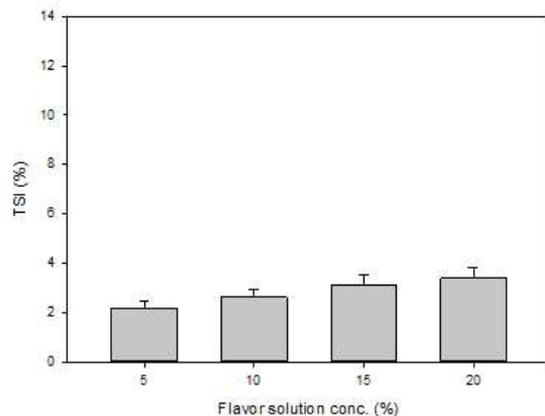
| 계면활성제 종류 | 수박향 원액 함량 (%) | 열처리 전 입도 ( $\mu\text{m}$ ) | 열처리 후 입도 ( $\mu\text{m}$ ) | 열처리 전 제타전위 (mV)  | 열처리 후 제타전위 (mV) |
|----------|---------------|----------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|
| Tween80  | 5             | $0.07 \pm 0.01$            | $0.54 \pm 0.01$            | $-10.8 \pm 3.7$  | $-28.1 \pm 2.0$ |
| Tween80  | 10            | $0.06 \pm 0.01$            | $0.67 \pm 0.18$            | $-7.0 \pm 1.5$   | $-25.4 \pm 4.2$ |
| Tween80  | 15            | $0.06 \pm 0.00$            | $0.76 \pm 0.12$            | $-16.6 \pm 2.9$  | $-24.6 \pm 4.1$ |
| Tween80  | 20            | $0.08 \pm 0.00$            | $1.06 \pm 0.15$            | $-13.0 \pm 4.5$  | $-20.4 \pm 3.6$ |
| Span80   | 5             | $0.20 \pm 0.01$            | $0.91 \pm 0.29$            | $-24.3 \pm 7.5$  | $-37.0 \pm 1.6$ |
| Span80   | 10            | $0.32 \pm 0.03$            | $2.56 \pm 0.74$            | $-44.2 \pm 22.4$ | $-43.4 \pm 2.4$ |
| Span80   | 15            | $0.63 \pm 0.09$            | $3.36 \pm 0.70$            | $-64.2 \pm 15.2$ | $-47.0 \pm 2.6$ |
| Span80   | 20            | $0.55 \pm 0.02$            | $4.30 \pm 0.62$            | $-50.1 \pm 9.2$  | $-46.2 \pm 4.1$ |
| PGPR     | 5             | $0.60 \pm 0.14$            | $2.30 \pm 0.51$            | $-34.4 \pm 7.2$  | $-45.0 \pm 2.6$ |
| PGPR     | 10            | $0.51 \pm 0.05$            | $2.76 \pm 0.35$            | $-35.0 \pm 3.3$  | $-42.4 \pm 4.3$ |
| PGPR     | 15            | $1.52 \pm 0.16$            | $4.64 \pm 0.83$            | $-38.7 \pm 1.5$  | $-40.7 \pm 6.0$ |
| PGPR     | 20            | $2.01 \pm 0.15$            | 측정범위<br>(6.00) 초과          | $-39.2 \pm 2.3$  | $-43.2 \pm 1.9$ |

계면활성제의 종류를 달리한 수박향 유화액의 열 안정성을 열처리 전 후 입도 및 제타전위를 통해 살펴보았다 (표1). 계면활성제의 종류 및 수박향 원액의 농도에 상관없이 모든 실험군에서 열처리 후 입도가 크게 증가하는 것을 확인 할 수 있었으나, 제타전위의 경우 Tween80 실험군 및 Span80 5% 유화액과 같이  $0.2 \mu\text{m}$  이하 수준의 초기 입도를 갖는 유화액의 경우 열처리 후 제타전위의 절댓값이 다소 증가하는 경향성을 보였으며, 다른 실험군에서는 열처리 후에도 제타전위의 값이 비교적 안정적으로 유지되는 것을 확인하였다.

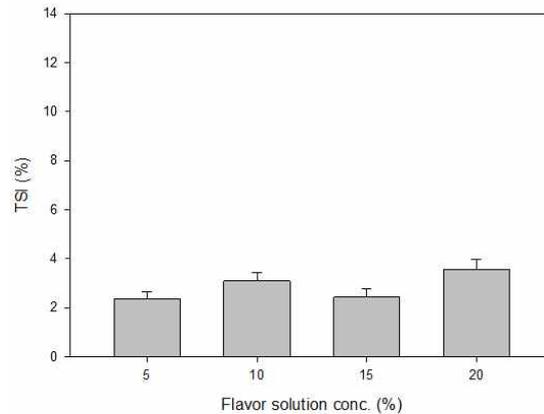
(A) Tween80



(B) Span80



(C) PGPR

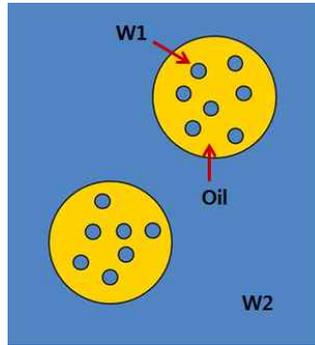


(그림17) 계면활성제의 종류에 따른 지용성 수박향 포집 O/W 유화액의 수박향 원액 함량 별 열처리 후 분산안정성 (25 °C 측정)

계면활성제의 종류에 따른 수박향 유화액의 열처리 전후 용액의 광학적 특성 변화를 살펴보기 위하여 다음과 같은 방법으로 실험을 수행하였다. 먼저 유화액을 제조하고 열처리 전 Turbiscan 전용 용기에 시료를 각각 담아 대조군으로 광학적 특성을 측정하여 이를 0으로 설정한 뒤, 각각의 유화액을 80 °C에서 1시간 증탕 열처리 후 실온으로 냉각하고 다시 광학적 특성을 측정하여 초기 측정값과 비교한 수치를 그림17로 나타내었다. Tween80 실험군의 경우, 첨가한 수박향의 함량에 관계없이 10~13% 수준의 상대적으로 높은 광학적 변화율 (TSI)을 보였다. 하지만 Span80 및 PGPR을 계면활성제로 사용한 실험군에서는 수박향의 함량에 관계없이 2~4% 수준의 낮은 TSI값을 나타내었다. 이를 통해 계면활성제 Span80 및 PGPR의 사용이 열처리를 필요로 하는 식품군 제조에 수박향 유화액을 도입 할 경우, Tween80보다 안정적으로 수박향을 포집 할 수 있을 것으로 사료되었다.

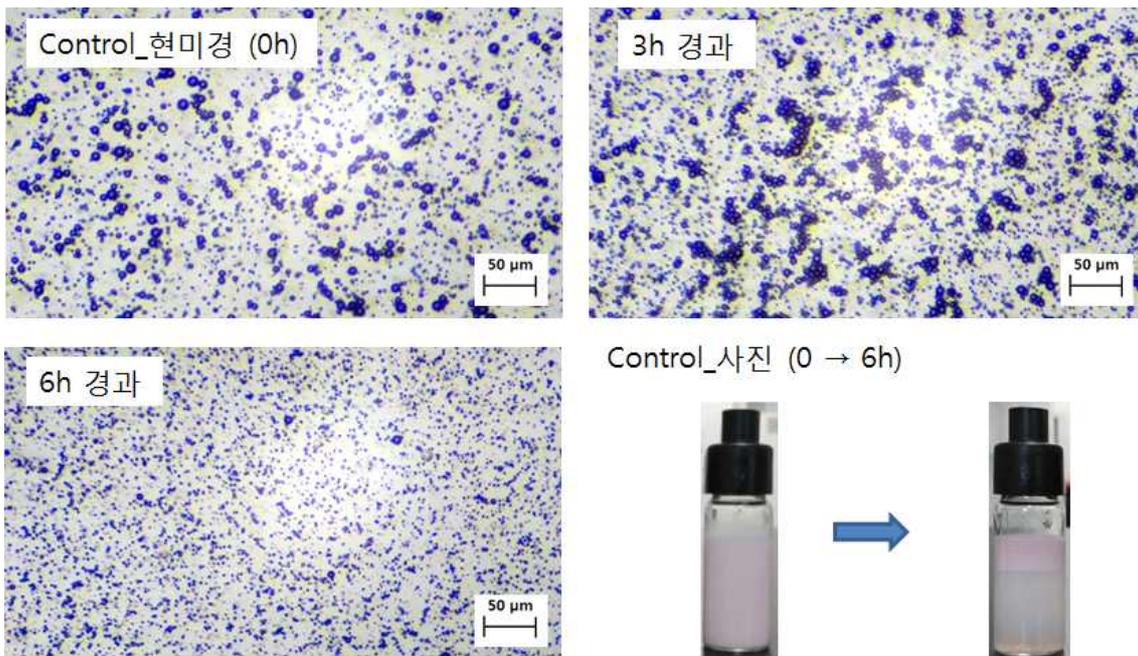
6. 수용성 수박향 포집 W/O/W 유화액의 제조 및 초고압 균질 효과

수용성 수박향은 대기 중에 노출 될 경우, 쉽게 휘발하여 식품 내 함유된 향이 빠르게 손실되기 쉽다는 단점이 존재하여 이를 극복하기 위한 유화기술을 수용성 수박향에 도입하고자 하였다. 다양한 유화 기술 중 W/O/W 다중유화법은 손실되거나 변질되기 용이한 수용성 물질을 안정하게 이중구조로 포집하여 수용액상에서 잘 분산될 수 있는 형태로 전환하는 유화기술이다. 그 제조 방법은 먼저 포집하고자 하는 성분을 W1층에 용해시키고, 지용성 계면활성제와 유지를 활용하여 균질화시켜 W1/O 유화액을 만든다. 그 후 이 유화액을 다시 수용성 계면활성제가 포함된 W2층에 첨가하여 균질화 후 W1/O/W2 유화액을 완성하게 된다(그림18).



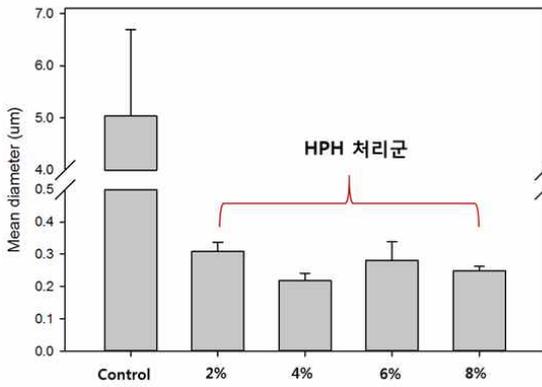
(그림18) W/O/W 유화액의 다중 구조

앞서 설명한 방법을 통해 수용성 수박향 유화액을 제조하였으며, W1층을 수용성 수박향 원액으로 하고, 오일층의 유지는 대두유를 활용하였으며, 지용성 계면활성제로는 PGPR를 사용하였고, 수용성 계면활성제로는 Tween80을 사용하였다. 이렇게 제조된 유화액은 현미경 및 사진으로 유화액 제조 직후부터의 성상을 그림19를 통해 살펴보았다. 제조 직후에는 이중 구조의 수박향 유화액이 비교적 잘 분산되어 있는 성상이 관찰되었으나, 3시간 정도 단기간 실온 저장 중에서도 이러한 이중 구조의 유화액 입자들이 서로 응집되어 덩어리를 이루어 분산 안정성이 낮아지는 형태가 관찰되었으며, 6시간 이후에는 이중 구조 형태의 유화액이 대부분 붕괴되어 W1/O 형태의 상층과 O/W2 형태의 하층으로 층분리가 일어나는 것을 현미경 및 사진으로 확인 할 수 있었다. 이러한 일반적인 균질화 유화 기법의 저장 안정성을 개선하기 위하여 추가 실험으로 초고압 균질기를 도입하여 유화액을 제조하였다.

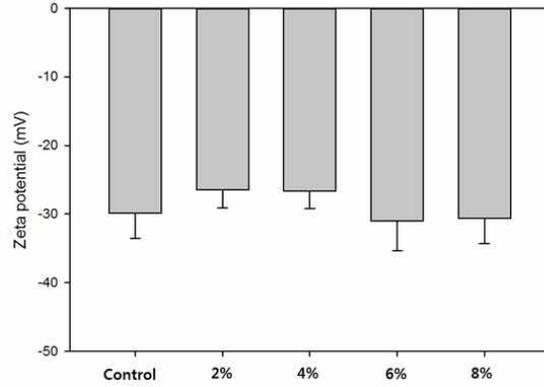


(그림19) 수용성 수박향 포집 W/O/W 유화액의 사진 및 광학 현미경 관찰 (x 45)

(A)



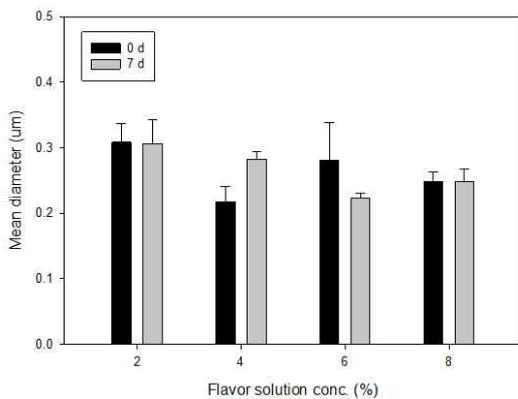
(B)



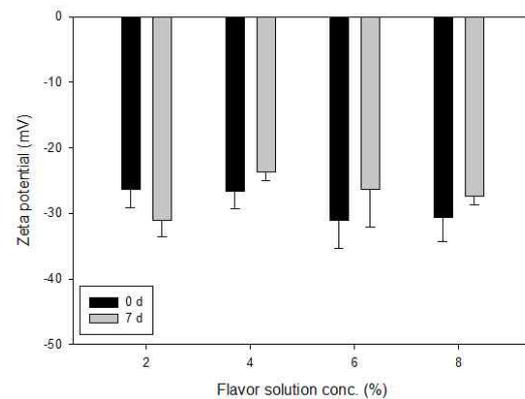
(그림20) 초고압 균질기 활용에 따른 수박향 함량 별 수용성 수박향 포집 W/O/W 유화액의 입도 (A) 및 제타전위 (B)

일반적인 균질화 기법으로 제조한 수용성 수박향 유화액의 입도는 평균 5 μm 수준이었으나, 초고압 균질기를 활용 (300 bar 압력 하에서 3회 반복)하여 평균 입도를 0.3 μm 수준으로 미립화 하였으며, 수박향의 함량을 2%에서 8%까지 증가시킨 경우에도 함량에 따른 입도 차이를 보이지 않았다. 하지만 초고압 균질화에 의한 입도 차이에도 불구하고 대조군과 실험군 사이에 제타전위 값은 큰 차이를 나타내지 않았으며, 대조군 및 실험군 모두 절댓값이 30 mV 수준으로 비교적 안정적인 유화액의 제타전위를 나타내었다. 또한 수박향 함량의 차이에 관계없이 유사한 제타전위 값을 보였다.

(A)

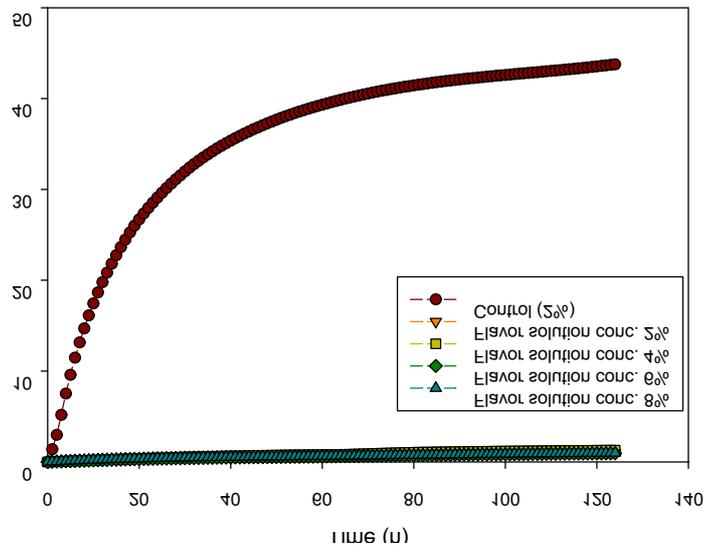


(B)



(그림21) 수박향의 함량에 따른 수용성 수박향 포집 W/O/W 유화액의 저장 기간 동안 입도 (A) 및 제타전위 (B) 변화

수박향 함량을 2~8%까지 달리한 유화액 4종을 제조하였고, 실온에서 7일간 저장하며 입도 및 제타 전위의 변화를 측정하여 그 결과를 그림21에 나타내었다. 그 결과 수박향의 함량에 관계없이 초기 입도인 0.2~0.3 μm 수준을 유지하였으며, 제타전위 또한 -30 mV 수준으로 비교적 안정적인 분산액 수준의 제타전위 값을 유지하였다.



(그림22) 초고압 균질기 활용에 따른 수박향 함량 별 수용성 수박향 포집 W/O/W 유화액의 분산안정성 (25 °C)

초고압 균질화 효과 및 수박향 원액의 함량에 따른 유화액의 광학적 분산안정성을 살펴본 결과를 그림22에 나타내었다. 초고압 균질기 미사용 대조군의 경우, 25 °C 저장 초기부터 급격하게 광학적 변화 (층분리)가 일어나 120시간 이후 TSI값이 44% 수준까지 상승하는 것을 확인하였으나, 초고압 처리 실험군의 경우 수박향 원액의 함량에 관계없이 120시간까지 TSI값이 1% 내외로 매우 안정적인 광학적 분산안정성을 나타내었다. 이러한 결과는 유화 입자의 미립화에 의해 계면의 면적이 넓어지고 입자간의 반발력이 증가하여 이에 따라 분산안정성이 향상되었다는 문헌의 주장과 일치하였다.<sup>11)</sup>

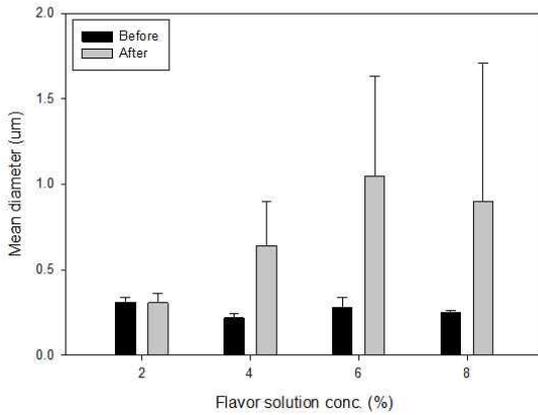


(그림23) 수박향의 함량에 따른 수용성 수박향 포집 W/O/W 유화액의 가공안정성 (80 °C, 1시간 증탕 열처리)

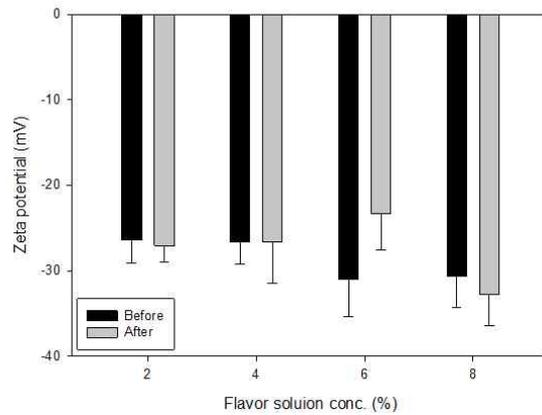
수용성 수박향 유화액의 열 안정성을 평가하기 위해 80 °C에서 증탕 1시간 처리하여, 열에 의한 층분리 등의 유무를 사진 또는 육안으로 관찰하였고 이를 그림 23에 나타내었다. 열처리 후, 약간의 탁도 증가가 관찰되었으나 층 분리 등의 분산 안정성 저하 결과는 나타나지 않아, 이를 통해 식품군에 도입 시 열처리 공정을 포함하는 가공이 가능할 것으로 예측하였다.

11) Abismail B, Canselier JP, Wilhelm AM, Delmas H, Gourdon C. 1999. Emulsification by ultrasound: drop size distribution and stability. Ultrasonics sonochemistry 6(1-2):75-83.

(A)

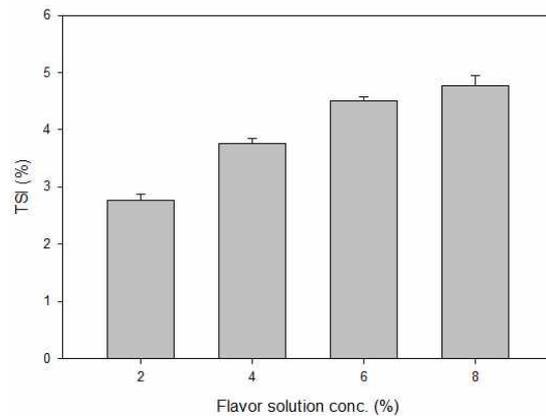


(B)



(그림24) 수박향의 함량에 따른 수용성 수박향 포집 W/O/W 유화액의 열처리 전후 입도 (A) 및 제타전위 (B)

수용성 수박향 유화액의 열 안정성 평가를 위하여 열처리 전 후 유화액의 입도 및 제타전위를 측정하고 그 결과를 그림24에 나타내었다. 열처리 전 입도는 수박향 원액의 함량에 관계없이 0.2~0.3 μm 수준이었으나, 열처리 후에는 수박향의 함량이 증가 할수록 입도 또한 0.3 μm에서 1.0 μm 수준까지 증가하고 입도의 편차 또한 커지는 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 제타전위의 경우 열처리 후에도 전과 큰 차이 없이 비교적 안정적인 분산액 수준의 값을 유지하였다.



(그림25) 수박향 함량에 따른 수용성 수박향 포집 W/O/W유화액의 열처리 후 분산안정성 (25 °C 측정)

그림 25에서는 수박향 원액을 열처리 전과 후 Turbiscan 기기에서 광학적 특성을 각각 측정하여 비교한 결과를 나타내었다. 그 결과를 살펴보면, 수박향 원액의 함량이 증가함에 따라 열처리 후 광학적 변화율 (TSI값) 또한 2.8%에서 4.8%까지 증가하였다. 이를 통해 수박향 함량을 공정변수로 하여 수용성 수박향 유화액의 가공 안정성을 조절할 수 있을 것으로 사료되었다.

## 7. 수박초코파이 시생산 결과

### 가. 1차 시생산 수박 초코파이

#### (1) 개요

- 마시멜로우의 무너짐을 개선하기 위하여 지용성 수박향(P-188+PGPR 사용, 수박향 원액 10%)을 지질전달체를 적용하여 수박향의 유화 및 포집하고 이를 활용한 수박 초코파이 시생산
- 수박 초코파이 원재료명  
밀가루, 준초콜릿, 혼합분유, 물엿, 설탕, 쇼트닝1, 전란액, D-솔비톨액, 혼합제제1, 전분, 기타 가공품, 젤라틴, 발효주정, 탄산수소암모늄, 혼합제제2, 탄산수소나트륨, 정제소금, 수박농축액, 혼합제제3, 제1인산칼슘, 쇼트닝2, 올리고당, 수박향, 레시틴, 락색소, 바닐린 등

#### (2) 제품 생산 방법

- 웨미리식품의 제조방법에 따라 제조
- 합성향료(수박향)의 사용량 허용기준은 없으며, 식품첨가물 일반사용기준에 따라 사용 목적을 달성할 수 있는 최소 필요량(0.02%)을 사용

#### (3) 시생산 제품의 결과

수박 초코파이 개선을 위한 시제품 생산 결과는 표 1에 나타내었다. 대조구로 오O 초코파이를 선정하여 초코파이 사이즈, 마시멜로우 사이즈, 초코파이 대비 마시멜로우 사이즈, 제품의 특징 등을 분석하여 수박통통 1차 시생산 제품과 비교하였다. 오O 초코파이의 경우 제품 두께는  $2.00 \pm 0.07$  cm, 마시멜로우 두께는  $0.71 \pm 0.02$  cm로 제품이 균일하게 생산되고 있으며, 초코파이 대비 마시멜로우의 두께는  $36 \pm 2\%$ 를 차지하였다. 이에 반해 수박통통 1차 시생산 제품의 경우 제품 두께는  $1.46 \pm 0.05$  cm, 마시멜로우 두께는  $0.12 \pm 0.04$  cm로 제품이 균일하나 마시멜로우 두께가 초코파이의  $8 \pm 3\%$ 를 차지하고 있어 제품이 개선되지 않았다. 1차 시생산을 위해 지용성향을 지질전달체에 포집하였으나 기존 제품과 유사한 형태로 생산되어 이를 개선할 수 있는 다른 지질전달체를 사용하여야 할 것으로 사료된다.

| 제품명               | 오O 초코파이  | 수박통통 1차 시생산   |
|-------------------|--|---|
| 초코파이 사이즈          | $2.00 \pm 0.07$ cm   | $1.46 \pm 0.05$ cm  |
| 마시멜로우 사이즈         | $0.71 \pm 0.02$ cm   | $0.12 \pm 0.04$ cm  |
| 초코파이 대비 마시멜로우 사이즈 | $36 \pm 2\%$   | $8 \pm 3\%$   |
| 제품 특징             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 절단 및 섭취 시 부스러짐이 없음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 절단 및 섭취 시 부스러짐이 없음</li> <li>• 수박향이 강함</li> </ul> |

나. 2차 시생산 수박 초코파이

(1) 개요

- 마시멜로우의 무너짐을 개선하기 위하여 1차에서 사용된 지질전달체가 아닌 다른 후보 지질전달체를 지용성 수박향(P-188+PGPR 사용, 수박향 원액 30%)에 적용하여 수박향의 유화 및 포집을 진행하고 이를 활용한 수박 초코파이 2차 시생산
- 수박 초코파이 원재료명  
밀가루, 준초콜릿, 혼합분유, 물엿, 설탕, 쇼트닝1, 전란액, D-솔비톨액, 혼합제제1, 전분, 기타 가공품, 젤라틴, 발효주정, 탄산수소암모늄, 혼합제제2, 탄산수소나트륨, 정제소금, 수박농축액, 혼합제제3, 제1인산칼슘, 쇼트닝2, 올리고당, 수박향, 레시틴, 락색소, 바닐린 등

(2) 제품 생산 방법

- 웨미리식품의 제조방법에 따라 제조

(3) 시생산 제품의 결과

수박 초코파이 개선을 위한 2차 시제품 생산 결과는 표 2에 나타내었다. 대조구로 오O 초코파이를 선정하여 초코파이 사이즈, 마시멜로우 사이즈, 초코파이 대비 마시멜로우 사이즈, 제품의 특징 등을 분석하여 수박통통 2차 시생산 제품과 비교하였다. 오O 초코파이의 경우 제품 두께는  $2.00 \pm 0.07$  cm, 마시멜로우 두께는  $0.71 \pm 0.02$  cm로 제품이 균일하게 생산되고 있으며, 초코파이 대비 마시멜로우의 두께는  $36 \pm 2\%$ 를 차지하였다. 이에 반해 수박통통 2차 시생산 제품의 경우 제품 두께는  $1.77 \pm 0.17$  cm, 마시멜로우 두께는  $0.16 \pm 0.04$  cm로 제품이 균일하나 마시멜로우 두께가 초코파이의  $9 \pm 2\%$ 를 차지하고 있어 제품이 개선되지 않았다. 1차 시생산 제품에 비해 초코파이의 두께 및 마시멜로우 두께가 커졌으나 초코파이 대비 여전히 낮은 마시멜로우 두께로 생산되어 이를 개선할 수 있는 다른 지질전달체를 사용하여야 할 것으로 사료된다.

| 제품명               | 오O 초코파이   | 수박통통 2차 시생산  |
|-------------------|---|--|
| 초코파이 사이즈          | $2.00 \pm 0.07$ cm  | $1.77 \pm 0.17$ cm   |
| 마시멜로우 사이즈         | $0.71 \pm 0.02$ cm  | $0.16 \pm 0.04$ cm   |
| 초코파이 대비 마시멜로우 사이즈 | $36 \pm 2\%$  | $9 \pm 2\%$  |
| 제품 특징             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 절단 및 섭취 시 부서짐이 없음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 절단 및 섭취 시 부서짐이 없음</li> <li>• 수박향이 강함</li> </ul> |

다. 3차 시생산 수박 초코파이

(1) 개요

- 마시멜로우의 무너짐을 개선하기 위하여 1, 2차에서 사용된 지질전달체가 아닌 다른 후보 지질 전달체를 지용성 수박향(Span80 사용, 수박향 원액 20%)에 적용하여 수박향의 유화 및 포집을 진행하고 이를 활용한 수박 초코파이 3차 시생산

- 수박 초코파이 원재료명

밀가루, 준초콜릿, 혼합분유, 물엿, 설탕, 쇼트닝1, 전란액, D-솔비톨액, 혼합제제1, 전분, 기타 가공품, 젤라틴, 발효주정, 탄산수소암모늄, 혼합제제2, 탄산수소나트륨, 정제소금, 수박농축액, 혼합제제3, 제1인산칼슘, 쇼트닝2, 올리고당, 수박향, 레시틴, 락색소, 바닐린 등

(2) 제품 생산 방법

- 웨미리식품의 제조방법에 따라 제조

(3) 시생산 제품의 결과

수박 초코파이 개선을 위한 시제품 생산 결과는 표 3에 나타내었다. 대조구로 오O 초코파이를 선정하여 초코파이 사이즈, 마시멜로우 사이즈, 초코파이 대비 마시멜로우 사이즈, 제품의 특징 등을 분석하여 수박통통 3차 시생산 제품과 비교하였다. 오O 초코파이의 경우 제품 두께는  $2.00 \pm 0.07$  cm, 마시멜로우 두께는  $0.71 \pm 0.02$  cm로 제품이 균일하게 생산되고 있으며, 초코파이 대비 마시멜로우의 두께는  $36 \pm 2\%$ 를 차지하였다. 이에 반해 수박통통 3차 시생산 제품의 경우 제품 두께는  $1.92 \pm 0.04$  cm, 마시멜로우 두께는  $0.31 \pm 0.07$  cm로 기존에 비해 많이 개선되었으나 제품이 불균일하여 마시멜로우 두께가 일정하지 않았다. 초코파이 대비 마시멜로우 두께는  $16 \pm 3\%$ 로 2차 시생산에 비해 많은 부분이 개선되었으나, 대조구(오O 초코파이) 대비 마시멜로우 두께가 낮아 개선이 필요하다. 수박통통을 지용성향으로 3차 시생산을 진행하였으나, 지질전달체로 지용성향을 포집하였으나 시생산으로 제품화할 시 문제해결이 어렵다는 결론을 내렸다. 이는 지용성향의 용제에 의해 발생하는 것으로 포집 기술을 적용하여도 초코파이의 마시멜로우 내려앉는 현상은 개선되기 어렵다고 판단하여 수용성향을 이용하여 이를 개선하고자 하며, 수용성향의 경우 제품화 시 향이 상당 부분 소실되는 단점이 있어 이를 해결하기 위하여 포집 제형 기술을 적용하고자 한다.

| 제품명               | 오O 초코파이  | 수박통통 3차 시생산   |
|-------------------|--|---|
| 초코파이 사이즈          | $2.00 \pm 0.07$ cm   | $1.92 \pm 0.04$ cm  |
| 마시멜로우 사이즈         | $0.71 \pm 0.02$ cm   | $0.31 \pm 0.07$ cm  |
| 초코파이 대비 마시멜로우 사이즈 | $36 \pm 2\%$   | $16 \pm 3\%$  |
| 제품 특징             | <ul style="list-style-type: none"> <li>절단 및 섭취 시 부스러짐이 없음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>절단 및 섭취 시 부스러짐이 상당 부분 있음</li> <li>수박향이 일부 소실됨</li> </ul> |

라. 4차 시생산 수박 초코파이

(1) 개요

- 마시멜로우의 무너짐을 개선하기 위하여 지질전달체를 수용성 수박향(Tween 80+PGPR 사용, 수박향 원액 2%(초고압 균질화 미처리))에 적용하여 수박향의 유화 및 포집을 진행함
- 이를 활용한 수박 초코파이 4차 시생산
- 수박 초코파이 원재료명

밀가루, 준초콜릿, 혼합분유, 물엿, 설탕, 쇼트닝1, 전란액, D-솔비톨액, 혼합제제1, 전분, 기타 가공품, 젤라틴, 발효주정, 탄산수소암모늄, 혼합제제2, 탄산수소나트륨, 정제소금, 수박농축액, 혼합제제3, 제1인산칼슘, 쇼트닝2, 올리고당, 수박향, 레시틴, 락색소, 바닐린 등

(2) 제품 생산 방법

- 웨미리식품의 제조방법에 따라 제조

(3) 시생산 제품의 결과

수박 초코파이 개선을 위한 시제품 생산 결과는 표 3에 나타내었다. 대조구로 오O 초코파이를 선정하여 초코파이 사이즈, 마시멜로우 사이즈, 초코파이 대비 마시멜로우 사이즈, 제품의 특징 등을 분석하여 수박통통 시생산 제품과 비교하였다. 오O 초코파이의 경우 제품 두께는  $2.00 \pm 0.07$  cm, 마시멜로우 두께는  $0.71 \pm 0.02$  cm로 제품이 균일하게 생산되고 있으며, 초코파이 대비 마시멜로우의 두께는  $36 \pm 2\%$ 를 차지하였다. 이에 반해 수박통통 4차 시생산 제품의 경우 제품 두께는  $1.92 \pm 0.04$  cm, 마시멜로우 두께는  $0.59 \pm 0.02$  cm로 기존에 비해 많이 개선되었으나 제품이 불균일하여 마시멜로우 두께가 일정하지 않았다. 초코파이 대비 마시멜로우 두께는  $31 \pm 1\%$ 로 대조구( $36 \pm 2\%$ )와 유사한 정도로 두께가 개선되었다. 기존 지용성향에 비해 수박향이 낮아 수용성 수박향의 포집이 잘 이루어지지 않은 것으로 판단되어 포집 안정성이 높은 다른 후보 물질의 개발이 필요하다.

| 제품명               | 오O 초코파이  | 수박통통 4차 시생산  |
|-------------------|--|--|
| 초코파이 사이즈          | $2.00 \pm 0.07$ cm   | $1.92 \pm 0.04$ cm   |
| 마시멜로우 사이즈         | $0.71 \pm 0.02$ cm   | $0.59 \pm 0.02$ cm   |
| 초코파이 대비 마시멜로우 사이즈 | $36 \pm 2\%$   | $31 \pm 1\%$   |
| 제품 특징             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 절단 및 섭취 시 부스러짐이 없음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 절단 및 섭취 시 부스러짐이 상당 부분 있음</li> <li>• 수박향이 상당 부분 소실됨</li> </ul> |

마. 5차 시생산 수박 초코파이

(1) 개요

- 마시멜로우의 무너짐을 개선하기 위하여 지질전달체를 수용성 수박향(Tween 80+PGPR 사용, 수박향 원액 8%(초고압 균질화 처리))에 적용하여 수박향의 유화 및 포집을 진행함
- 이를 활용한 수박 초코파이 시생산
- 수박 초코파이 원재료명  
밀가루, 준초콜릿, 혼합분유, 물엿, 설탕, 쇼트닝1, 전란액, D-솔비톨액, 혼합제제1, 전분, 기타 가공품, 젤라틴, 발효주정, 탄산수소암모늄, 혼합제제2, 탄산수소나트륨, 정제소금, 수박농축액, 혼합제제3, 제1인산칼슘, 쇼트닝2, 올리고당, 수박향, 레시틴, 락색소, 바닐린 등

(2) 제품 생산 방법

- 웨미리식품의 제조방법에 따라 제조

(3) 시생산 제품의 결과

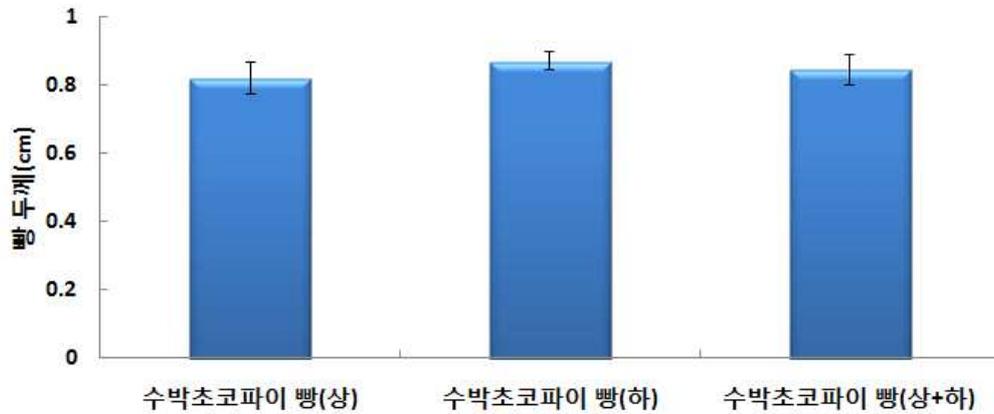
수박 초코파이 개선을 위한 시제품 생산 결과는 표 3에 나타내었다. 대조구로 오O 초코파이를 선정하여 초코파이 사이즈, 마시멜로우 사이즈, 초코파이 대비 마시멜로우 사이즈, 제품의 특징 등을 분석하여 수박통통 시생산 제품과 비교하였다. 오O 초코파이의 경우 제품 두께는  $2.00 \pm 0.07$  cm, 마시멜로우 두께는  $0.71 \pm 0.02$  cm로 제품이 균일하게 생산되고 있으며, 초코파이 대비 마시멜로우의 두께는  $36 \pm 2\%$ 를 차지하였다. 이에 반해 수박통통 5차 시생산 제품의 경우 제품 두께는  $2.12 \pm 0.11$  cm, 마시멜로우 두께는  $0.70 \pm 0.00$  cm로 제품 및 마시멜로우 두께가 일정하게 유지된다. 초코파이 대비 마시멜로우 두께는  $33 \pm 2\%$ 로 대조구( $36 \pm 2\%$ )와 유사한 정도로 두께가 개선되었으며, 기존 제품과 맛과 향이 유사한 것으로 최종적으로 초기 문제가 해결되었다.

| 제품명               | 오O 초코파이  | 수박통통 4차 시생산   |
|-------------------|--|---|
| 초코파이 사이즈          | $2.00 \pm 0.07$ cm   | $2.12 \pm 0.11$ cm  |
| 마시멜로우 사이즈         | $0.71 \pm 0.02$ cm   | $0.70 \pm 0.00$ cm  |
| 초코파이 대비 마시멜로우 사이즈 | $36 \pm 2\%$   | $33 \pm 2\%$  |
| 제품 특징             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 절단 및 섭취 시 부스러짐이 없음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 절단 및 섭취 시 부스러짐이 있음</li> <li>• 수박향이 기존 제품과 유사함</li> </ul> |

바. 수박 초코파이의 빵두께

개선된 수박 초코파이의 빵두께의 균일성을 알아보기 위해 빵두께를 측정한 결과는 다음과 같다. 수박 초코파이의 빵두께는 수박 초코파이 5개를 윗부분과 아랫부분을 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 수박초코파이의 빵(상)은  $0.82 \pm 0.04$ , 빵(하)이  $0.87 \pm 0.03$ , 빵의 상하

를 모두 포함한 빵두께는  $0.85 \pm 0.04$ 로 빵두께는 대체로 균일하였다.



### 사. 관능평가 결과

수박통통 기존 제품과 개선 제품에 대한 관능평가 결과는 다음과 같다. 기존제품과 개선제품에 대하여 맛과 향, 조직감, 종합적인 기호도에 대하여 이점비교 검사법으로 분석한 결과 각 관능평가 요소에서 유의적인 차이를 보이지 않았다.

|       | 맛               | 향               | 조직감             | 종합적인 기호도        |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 기존 제품 | $0.67 \pm 0.48$ | $0.71 \pm 0.46$ | $0.43 \pm 0.51$ | $0.62 \pm 0.50$ |
| 개선 제품 | $0.57 \pm 0.51$ | $0.62 \pm 0.50$ | $0.71 \pm 0.46$ | $0.57 \pm 0.51$ |
| 유의확률  | 0.537           | 0.524           | 0.064           | 0.760           |

## 제 3 절 연구 결론

### 1. 지용성 수박향 O/W 유화액

다양한 공정 변수의 조절, 또한 지용성 수박향 원액의 함량 및 계면 활성제의 종류에 따른 수박향 O/W 유화액을 제조하고 식품 가공에 적합한 제조 조건을 찾기 위해 유화액의 여러 특성들을 살펴보았다. 그 결과, 초고압 균질기를 활용하고 계면활성제는 Span80을 적용하여 수박향 원액 20% 함량으로 제조한 유화액이 25℃ 저장 2주간 안정적인 입도 ( $0.4 \sim 0.5 \mu\text{m}$ ), 제타전위 ( $-30 \sim -50 \text{ mV}$ ) 및 광학적 분산안정성 (TSI 최대 4.8%)을 나타내었으며, 가공 안정성 (열 안정성) 측면에서도 80℃ 1시간 증탕 열처리 이후에도 안정적인 제타전위 ( $-46 \text{ mV}$ ) 및 분산안정성 (3.4%)을 보였다. 이러한 조건으로 제조한 수박향 O/W 유화액을 식품군에 도입한다면 가벼운 열처리 공정을 포함하더라도 식품 조직 내에 우수한 분산성을 갖으며 안정적으로 수박향을 보존할 수 있을 것이다.

### 2. 수용성 수박향 W/O/W 유화액

초고압 균질기 도입 및 수용성 수박향 원액의 함량에 따른 수박향 W/O/W 유화액을 제조하고

식품 가공에 적합한 제조 조건을 찾기 위하여 유화액의 다양한 특성들을 살펴보았다. 그 결과, 초고압 균질기를 활용하고, 수박향 함량을 8%로 설정한 유화액이 25 °C 저장 1주간 비교적 안정적인 입도 (0.25 μm), 제타전위 (-27~-31 mV) 및 광학적 분산안정성 (최대 1%)을 나타내었다. 또한 가공 안정성과 관련된 특성에서도 열처리 후 비교적 안정적인 제타전위 (-33 mV) 및 분산안정성 (4.8%)이 측정되었다. 이를 통해 상기 조건으로 제조한 수박향 W/O/W 유화액을 식품군에 적용한다면 가벼운 열처리 공정을 포함하여도 식품 조직 내에서 수박향의 손실을 최소화하면서 안정적으로 향을 보존 할 수 있을 것이다.

### 3. 결론

지용성 수박향을 이용한 시제품과 수용성 수박향을 이용한 시제품의 관능과 풍미, 마시멜로우의 무너짐 등을 비교했을 때 관능과 풍미 면에서는 지용성 수박향의 결과가 우수했으나 마시멜로우의 무너짐 현상이 심했다. 수용성 수박향을 사용한 시제품의 경우 마시멜로우의 무너짐 현상이 개선됐으나, 향이 빨리 휘발되어 관능과 풍미 면에서 다소 부족한 감이 있었다. 그 점을 개선하기 위해 수용성 수박향 W/O/W 유화액을 제조해 시제품을 생산했고, 그 결과 관능과 풍미도 개선됨을 확인할 수 있었다. 지용성 수박향과 수용성 수박향을 이용한 시제품을 단국대학교 내의 사람들에게 관능평가하여 통계분석을 했을 때 결과에서 유의적인 차이가 없음을 확인하였다. 개발된 수박향 유화기술을 바탕으로 당사는 수박음료, 수박 아이스크림 등 다양한 제품개발을 통한 수박 전문기업으로서의 이미지 제고 및 매출 증대를 꾀하고자 하며, 차별화 된 컨셉의 수박초코파이의 상품성이 개선됨으로써 SFC가 같고 국내 편의점 및 마트, 코스트코 입점을 통해 시장점유율을 확대해 나갈 예정이다. 현재 초기단계의 중국 수출 및 일본 수출을 더욱 확대해 나가고, 새로이 동남아 시장 개척을 통해 해외수출시장을 꾸준히 확대 나갈 예정이다.

## 제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

### 제 1 절 목표

1. 수박 초코파이의 수박향 포집 안정성 개선을 통한 풍미(flavor) 증진 및 상품성 개선
  - 가. 유화를 통한 수박향 성분의 가용화
  - 나. 유화 안정성 개선을 통한 수박향 성분의 향미 유지
  - 다. 수박 초코파이의 풍미 증진
  - 라. 수박 초코파이의 관능 평가를 통한 상품성 개선

### 제 2 절 목표 달성여부

수박 초코파이의 수박향 포집 안정성 개선을 통하여 기존의 초코파이 내 마시멜로우 무너짐 현상을 개선하였으며, 시제품 개발 시 낮아지는 수박향 풍미를 개선하였다. 최종적으로 수박 초코파이 제품의 애로사항인 풍미 개선과 마시멜로우 형태 무너짐을 개선함으로써 본 연구 과제의 최종 목표를 달성하였다.

또한, 지용성 수박향을 첨가한 기존 수박 초코파이는 수박 풍미가 뛰어난 반면 마시멜로우 형태가 견고하지 못한 단점을 가졌다. 수용성 수박향을 첨가한 수박 초코파이는 마시멜로우 형태

가 견고한 반면 수박 풍미가 낮았다. 수박 초코파이의 풍미 개선을 위해 수용성 수박향 W/O/W 유화액을 첨가하여 수박 초코파이의 마시멜로우 형태가 견고해졌고 수박 풍미가 뛰어난 제품으로 개발되었다. 수박 초코파이의 마시멜로우 형태 견고성과 뛰어난 수박 풍미를 마케팅 포인트로 활용하여 수박 초코파이의 판매 촉진이 이루어질 것으로 보인다.



또한, 마시멜로우 무너짐이 개선된 방법으로 수박 초코파이를 생산하여 현재 일본에 수출 중에 있으며, 제품화가 이루어졌다는 증빙자료로 아래와 같이 품목제조보고서를 첨부하였다.

발급번호 : 1178-30308-0361-0098-P01F

### 식품(식품첨가물) 품목제조보고서

|            |                              |   |         |  |
|------------|------------------------------|---|---------|--|
| 보고인        | 영양(영양) (대표이사) 최승연            | 생년월일(영양) (영양) 1985년 09월 07일   |         |  |
| 주소         | 전라북도 전주시 덕진구 팔곡정로 216(팔곡동4가) | 영양번호  |         |  |
| 영양(영양) 소재지 | 전라북도 전주시 덕진구 팔곡정로 216(팔곡동4가) | 유대번호  |         |  |
| 제품정보       | 식품의 유형                       | 초콜릿가공품  | 영양등록번호  | 19820481021  |
|            | 제품명                          | 수용성 수박향초콜릿  |         |  |
|            | 유통기한                         | 제조일로부터 6개월  |         |  |
|            | 품질유지기한                       |   |         |  |
|            | 위생 또는 안전성 및 위해 내용            | 무엇에 기재  |         |  |
|            | 용도 용법                        | 무엇에 기재  |         |  |
|            | 부패방지 및 안전성                   | 무엇에 기재  |         |  |
|            | 포장형태 및 포장단위                  | 블리스크랩(내포) 용량 포장 / 20g, 116g, 174g, 290g, 340g   |         |  |
|            | 연상                           | 연상의 비스킷에 수박맛 마시멜로우를 생성하고 초콜릿을 코팅한 제품  |         |  |
|            | 고품질·저지방 식품 해당 여부             | <input type="checkbox"/> 예 <input checked="" type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당 없음 | 합법인증 여부 | <input type="checkbox"/> 예 <input checked="" type="checkbox"/> 아니오 |
| 기타         |                              |   |         |  |

『식품위생법』 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다. 2019년 01월 21일  
보고인 대표이사 최승연

전라북도 전주시 덕진구청장 귀하

|        |                 |
|--------|-----------------|
| 품목보고번호 | 19820481021-276 |
| 처리부서   | 덕진구 자원개발과       |
| 처리자성명  | 김주익             |
| 처리일자   | 2019년 01월 21일   |

본 증명서는 영단어(영단어) 식품안전정보포털(<http://www.foodsafe.go.kr>) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

## 제 4 장 연구결과의 활용 계획

| 구분            | 구체적인 내용  |
|---------------|--|
| 형태/규모         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 상용화 형태 : 수박초코파이</li> <li>○ 수요처 : (1) 국내 : 편의점, 마트, 코스트코<br/>(2) 해외 : 중국, 일본, 대만, 동남아시아</li> <li>○ 예상 단가 : 8,000(12p)</li> <li>○ 개발 투입인력 및 기간 : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 개발 투입인력 : 8명</li> <li>- 개발 기간 : 12개월</li> </ul> </li> </ul> |
| 상용화 능력 및 자원보유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ (주)웨이리식품과 OEM 계약을 통해 수박초코파이 생산</li> <li>○ 편의점(CU, GS 디테일, 세븐일레븐), 코스트코 입점 코드 보유</li> <li>○ 일본 및 중국 수출 개시하여 현지 유통망 확보</li> </ul>   |
| 상용화 계획 및 일정   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시제품개발 완료 : 2019년 3월</li> <li>○ 대량생산 및 상품화 : 2019년 4월</li> <li>○ 판매 개시 : 2019년 5월</li> </ul>   |

### 제1절 식품 관능검사

연구 수행 중 수박 초코파이 관능평가 인원수가 적어 차후 마케팅자료로 활용하기 위하여 관능평가 인원수를 증가시켜 수박 초코파이의 관능검사를 수행한다.

#### 1. 수박 초코파이 관능검사 방법

기존제품(지용성 수박향 사용)과 개선제품(수용성 수박향 W/O/W 유화액 사용)에 대하여 맛과 향, 조직감, 종합적인 기호도에 대하여 소비자 기호도 검사(이점비교 검사법)로 최소 인원 100명에 대하여 관능평가를 수행한다. 소비자는 10대부터 50대까지 다양한 연령대에 대하여 관능평가를 수행하고 결과를 SPSS 통계분석하여 마케팅 자료로 활용한다.

### 제2절 수박향 포집 유화 기술의 활용

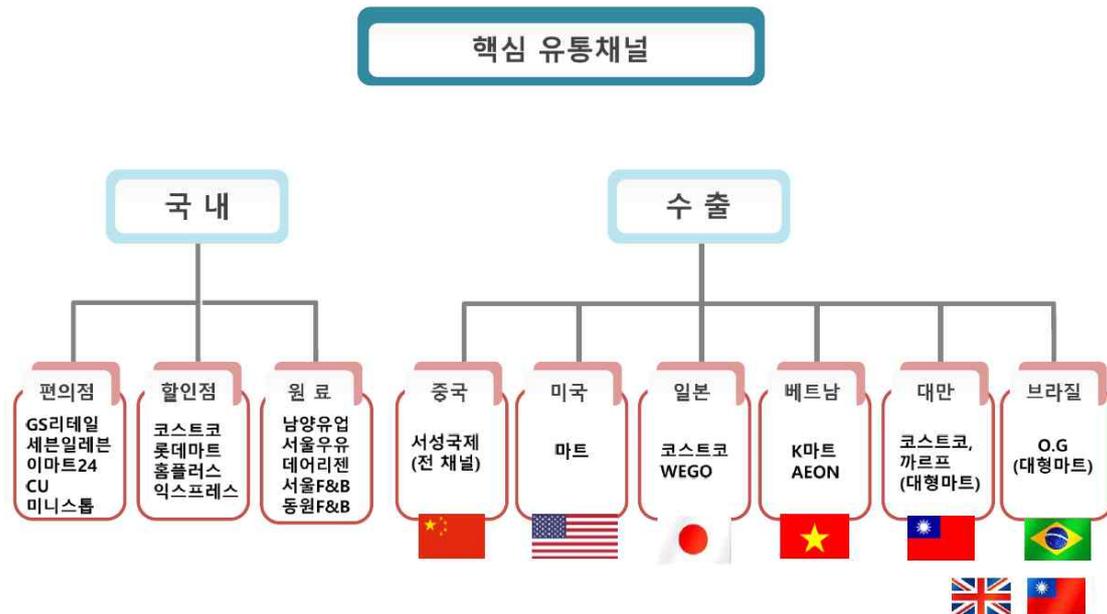
#### 1. 수박을 활용한 음료, 아이스크림, 과자 등에 적용

당사는 수박착즙액, 수박농축분말, 수박과피추출물 등 수박 원료를 전문적으로 취급하는 업체로써 당사가 가지고 있는 원료를 활용하여 수박 음료, 아이스크림, 어린이 과자 등을 수박향 포집 유화액을 활용하여 개발하고자 한다.

또한, 수박착즙액, 수박농축분말, 수박과피추출물 등 기존 수박 원료에 수박향 포집 유화액을 신규 수박 원료로 수박관련 제품을 개발하고자 하는 식품업체들에게 원료로써 판매할 계획이다.

## 2. 수박향 포집 유화액 적용 제품의 사업화 계획

수박 음료 및 수박 아이스크림, 수박 웨하스 등 제품을 개발하여 기존 거래처인 편의점(GS, CU 등)과 대형마트(코스트코), 온라인으로 국내에서 판매할 계획이며, 브라질, 중국, 일본 등 기존 바이어들과 지속적인 해외박람회 참가로 신규바이어 발굴을 통해 해외 시장에 진출할 계획이다.



## 붙임. 참고문헌

- 1) IUPAC (1997). Compendium of Chemical Terminology (The "Gold Book") . Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- 2) Hasenhuettl, Gerard L; Hartel, Richard W, eds. (2008). Food Emulsifiers and Their Applications. Springer Science & Business Media. p. 294.
- 3) A. G. Denkova; E. Mendes; M.-C. Coppens (2010). "Non-equilibrium dynamics of block copolymer micelles in solution: recent insights and open questions". Soft Matter. 6 (11): 2351-2357.
- 4) Leong TS, Wooster TJ, Kentish SE, Ashokkumar M (2009). "Minimising oil droplet size using ultrasonic emulsification". 《Ultrasonics Sonochemistry》 16 (6): 721-7.
- 5) J. A. K. Horwitz and A. Mani, Accurate calculation of Stokes drag for point-particle tracking in two-way coupled flows, J. Comput. Phys., 318, 85-109 (2016).
- 6) Kim, E.-A., Kim, J.-Y., Chung, H.-J., & Lim, S.-T. (2012). Preparation of aqueous dispersions of coenzyme Q 10 nanoparticles with amylo maize starch and its dextrin. LWT-Food Science and Technology, 47(2), 493-499.
- 7) C. Celia, E. Trapasso, D. Cosco, D. Paolino, M. Fresta. Turbiscan Lab® Expert analysis of the stability of ethosomes (R) and ultradeformable liposomes containing a bilayer fluidizing agent. Colloid Surf. B, 72 (2009), pp. 155-160
- 8) Kang W, Xu B, Wang Y, Li Y, Shan X, An F, Liu J. 2011. Stability mechanism of W/O crude oil

emulsion stabilized by polymer and surfactant. *Colloids and surfaces A: Physicochemical and engineering aspects* 384(1-3):555-60.

- 9) J.M. Gutierrez, C. Gonzalez, A. Maestro, I. Sole, C.M. Pey, J. Nolla. Nano-emulsions: new applications and optimization of their preparation. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 13 (4) (2008), pp. 245-251.
- 10) Mason TG, Wilking JN, Meleson K, Chang CB, Graves SM (2006). "Nanoemulsions: Formation, structure, and physical properties". *Journal of Physics: Condensed Matter*. 18 (41): R635-R666.
- 11) Abismail B, Canselier JP, Wilhelm AM, Delmas H, Gourdon C. 1999. Emulsification by ultrasound: drop size distribution and stability. *Ultrasonics sonochemistry* 6(1-2):75-83.