



국산 수벌번데기 분말이 첨가된 음료의 영양성분 및 품질특성

김효영, 우순옥, 김세건, 최홍민, 김성국, 김선미, 이해진, 한상미*

농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부

Nutritional Compositions and Quality Characteristics of Beverages with Added Drone Pupae Powder in Korea

Hyo Young Kim, Soon Ok Woo, Se Gun Kim, Hong Min Choi, Sung Kuk Kim, Seon Mi Kim, Hye Jin Lee and Sang Mi Han*

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

Abstract

In this study, the nutritional compositions and quality characteristics of beverages based on drone pupae (DP) powder and acacia honey that are produced in Korea were investigated and evaluated. DP powder was added at different amounts to beverages [study group: B-1 (0 g, control), B-2 (1 g), B-3 (3 g), and B-4 (5 g)]. The protein content of the beverages increased with an increase in the addition of DP powder. An analysis of the calorie and carbohydrate contents showed that B-3 (94.77 Kcal, 15.43 g/100 g) was the highest. The total bacteria and yeast & mold counts were 4.50~4.70 log CFU/g and 2.01~2.22 log CFU/g respectively. On the other hand, coliform, *Listeria monocytogenes*, enterohemorrhagic *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Salmonella* spp. were not detected in any of the samples. The rotational viscosity ranged from 72.23 to 113.28 cP (100, 1/s, 25°C): the lowest with B-1 and highest with B-3. Overall, our results provides a perspective on use of new food materials (Korean DP powder and acacia honey) as a beverages for potential nutritional supplementation.

Keywords

Acacia honey, Freeze-dried drone pupae powder, Beverage, Nutritional component, Quality characteristics

서론

우리나라는 2018년도에 65세 이상 고령자 인구가 전체 인구의 14%를 넘어 고령사회로 진입하였고, 2025년에는 초고령사회에 진입할 것으로 전망된다(Korean Statistical Information Service, 2019). 고령사회의 문제 중 하나는 영양섭취 부족으로 특히, 저작능력이 상대적으로 어려운 고령자의 경우 영양섭취가 열악한 것으로 보고된 바 있다(Kim, 2018a). 섭취가능한 식품에 제한으로 인해 정상군

에 비해 총 식품섭취량이 부족하고 특히 육류, 견과류 등의 섭취가 유의적으로 낮게 나타났다(Park *et al.*, 2013). 총 영양섭취 부족은 영양상태 불량으로 인하여 전신 및 정신건강 악화를 초래하므로 저작능력이 떨어진 고령자에게 충분한 영양분을 공급 하는 것이 중요해지고 있다.

한편, 고령자의 식품 구입시 최우선 고려 사항으로 영양균형이었으며, 개발 요구가 높은 식품형태는 음료가 선정되었다. 이는 구강건강이 식품 구입에 영향을 미치는 것으로 확인되었다(Lee and Han, 2015). 반면, 부드럽고

Table 1. The mixing ratio for beverages added with different amount of drone pupae powder

(unit: g)

| Raw material | Sample ID | | | |
|----------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| | BP-1 ¹⁾ | BP-2 | BP-3 | BP-4 |
| Water | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Milk | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Soybean powder | 10 | 9 | 7 | 5 |
| Sweet pumpkin powder | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Korean acacia honey | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Sweet potato powder | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Xanthan Gum | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Drone pupae powder | 0 | 1 | 3 | 5 |
| Total | 240.2 | 240.2 | 240.2 | 240.2 |

¹⁾BP-1, 2, 3 and 4 stand for beverages added with 0, 0.41%, 1.24% and 2.08% of the drone pupae powder for the total weight basis.

저작능력이 용이한 제품은 영양 밀도가 낮은 경우가 있어 영양적으로 균형 잡힌 음료 형태의 식품 개발이 중요해지고 있다.

벌꿀에는 각종 유기산과 플라보노이드를 포함한 페놀성 화합물, 비타민 그리고 미네랄 등이 함유되어 있으며 (Chang *et al.*, 1988), 생리적 기능은 항산화, 항균 그리고 간보호 효과 등을 나타낸다 (Deng *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2018; Shen *et al.*, 2019). 수벌번데기의 연구현황을 살펴보면 영양성분을 비롯해 항산화 및 혈당강화, 수벌 유충, 번데기, 성충의 항당뇨 활성 등 기능성 연구가 보고된 바 있다 (Kim *et al.*, 2018b; Kim *et al.*, 2020; Pyo *et al.*, 2020). 또한, 수벌번데기는 제도적으로 한시적 식품원료에서 일반식품으로 전환된 만큼 수벌번데기의 활용도를 높이고 양봉농가의 소득향상에 기여하기 위해 다양한 식품 소재 개발이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국산 아카시아꿀과 수벌번데기의 우수한 영양성분을 바탕으로 음료를 개발하고자 하였으며, 영양성분과 품질특성을 비교 분석하여 수벌번데기의 영양보충 식품소재로서 활용 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

수벌번데기 (17~23일령)는 2022년 전라북도 완주군 양봉농가에서 생산한 것으로 보관 및 운반 공정 모두

-20°C 냉동상태를 유지하였다. 수벌번데기 분말은 Kim *et al.* (2019)에 따라 제조하였다. 음료 제조에 사용한 볶음 콩가루 (Nabigo nonghyup, Hampyeong, Korea)와 단호박 분말 (Malgeundeul, Hongcheon, Korea), 고구마 분말 (Yugijigi, Sunchang, Korea), 아카시아꿀 (Yangbongnh, Anseong, Korea), 우유 (Maeil, Seoul, Korea) 그리고 잔탄검 (ES food, Gunpo, Korea)은 시중에서 구입하여 사용하였다.

2. 음료 제조

음료는 첨가량을 달리한 수벌번데기 분말과 아카시아꿀 그리고 기타 재료를 Table 1의 배합비에 따라 제조하였으며, 믹서기 (BL4258KR, Tefal, France)를 이용하여 분쇄모드로 균질화 (30초, 2회)하였다. 완성된 시료는 냉장보관 (4°C 이하)하며 사용하였다 (Fig. 1).

3. 9대 영양소 분석

음료의 9대 영양소 분석은 식품공전 식품성분시험법에 따라 측정하였으며, 중요 내용만 일부 발췌하였다 (식품의약품안전처, 2023).

1) 열량의 계산

식품, 축산물의 에너지는 에트워터 계수를 사용하여 검체 100 g 중의 조단백질, 조지방 및 탄수화물 또는 당질의 함량에 단백질 4, 지방 9, 당질 4의 계수를 곱하여 각각의 에너지를 킬로칼로리 (Kcal) 단위로 산출하고 그 총계로



Fig. 1. Photographs of beverages added with different amount of drone pupae powder.

나타내고 단위는 킬로칼로리 한다.

2) 나트륨 함량

유도결합플라즈마-질량분석법: 표준용액 및 시험용액을 ICP-MS에 주입하여 시험용액의 농도를 구하고 계산 방법은 검량선에서 얻어진 표준물질과 내부표준물질의 분석강도에 대한 비[AS/AIS]를 Y축으로 하고 표준물질의 농도를 X축으로 하여 검량선을 작성하고 시험용액의 분석강도 비[ASAM/ASAMIS]를 Y축에 대입하여 분석원소의 농도를 계산한다.

A_S: 검량선 표준용액의 표준물질 분석강도

A_{IS}: 검량선 표준용액의 내부표준물질 분석강도

A_{SAM}: 시험용액의 분석원소 분석강도

3) 탄수화물 함량

검체 100 g 중에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분의 양을 감하여 얻은 양으로서 표시한다.

4) 당류

- 표준용액(Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose, Lactose)의 조제

표준품 1 g을 달아 10 mL 부피플라스크에 넣고 물을 가하여 정용한 것을 각각의 표준원액으로 한다(100,000 mg/L). 각각의 표준원액을 혼합하고 물로 희석하여 1,000~10,000 mg/L로 제조하여 검량선작성용 표준용액으로 한다.

- 시험용액의 조제

시료 중 지방 제거: 균질화된 검체 5 g에 25 mL 석유에테르를 분산시키고 2,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후,

석유에테르를 제거한다.

당류의 추출: 지방이 제거된 시료에 증류수 25 mL 혹은 50% 에탄올 용액을 가하여 무게를 확인하고 85°C 수조에서 25분간 가온하여 당류를 추출하고 실온으로 냉각하여 최초 기록한 추출용매의 무게가 될 수 있도록 추출용매를 첨가한다. 이를 0.45 μm의 나일론 막 여과지로 여과하여 시험용액으로 한다.

- 액체크로마토그래프 조건

칼럼: 300 mm, 안지름 4 mm, μ-Bondapak Carbohydrate, 온도: 30°C, 이동상: 80% acetonitrile, 유속: 1.0 mL/min, 검출계: 시차굴절계(RI).

- 정량시험

시험용액과 표준용액을 각각 10 μL씩 주입하여 앞의 조건에서 시험한다. 표준용액의 피크 넓이 또는 높이에 의해 구한 검량선을 사용하여 시험용액 중 각각의 당류의 농도(mg/mL)를 구하고, 다음 식에 의해 검체 중 당류의 함량(g/100g)을 산출한다.

$$\text{당 함량(g/100 g)} = S \times \frac{a \times b}{\text{시료채취량(g)}} \times \frac{100}{1,000}$$

S: 시험용액 중의 당류농도(mg/mL),

a: 시험용액의 전량(mL), b: 희석배수

5) 지방 함량

시료 1~10 g을 달아 지방추출관에 넣어 물을 가하여 약 11 mL로 하고 40~50°C로 가온한 후 흔들어 완전히 혼합한 후 암모니아수 1.5 mL를 가하여 혼합한 후 알코올 10 mL를 가하여 혼합한다.

다음 에테르 25 mL를 가하여 가볍게 섞고 마개를 열어 에테르증기를 날려 보낸 후 다시 마개를 닫고 약 1분간 흔들여 준 뒤 600 rpm에서 원심분리하거나 방치하여 상층액이 완전히 투명하게 되면 상층액을 미리 항량으로 한 삼각플라스크에 옮기고 100±2°C의 건조기에 넣고 항량이 될 때까지 건조하고 조지방의 항량을 산출한다.

6) 포화지방 및 트랜스 지방

- 기체크로마토그래프 조건

칼럼: SP-2560 (100 m×0.25 mm×0.2 μm), 주입부온도: 225°C, 칼럼온도: 100°C에서 4분간 유지 후 3°C/min의 비율로 240°C까지 온도를 상승 후 15분 이상 유지한다(검출기온도: 285°C, 유량: 헬륨 0.75 mL/min, split ratio: 200 : 1).

포화지방: C4:0 (Butyric acid), C6:0 (Caproic acid), C8:0 (Caprylic acid) 등 이중결합이 없는 지방산, 트랜스 지방: C18:1 (Elaidic acid), C18:2 (Linoleic acid) 등 트랜스 구조를 1개 이상 가지고 있는 모든 불포화지방산

$$\text{포화지방(g/100 g)} = \frac{\sum \text{포화지방산}_i \times 100}{W_{\text{spl}}}$$

(W_{spl}: 검체량(mg))

$$\text{트랜스지방(g/100 g)} = \frac{\sum \text{트랜스지방산}_i \times 100}{W_{\text{spl}}}$$

(W_{spl}: 검체량(mg))

7) 콜레스테롤

- 기체크로마토그래프의 측정조건

칼럼: HP-5 (25 m×0.32 mm×0.17 μm), 검출기: FID, 주입부 온도: 250°C, 검출기 온도: 300°C, 오븐온도: 190°C에서 2분간 유지 후 20°C/min의 비율로 230°C까지 상승시켜 3분간 유지한다. 40°C/min로 270°C 상승 후 25분간 유지한다(캐리어 가스: 질소, 유속: 2.0 mL/min).

검량선의 작성: 유도체화한 6개의 콜레스테롤 표준용액을 1 μL 취하여 GC에 각각 주입후 얻어진 크로마토그램상의 콜레스테롤 피크면적을 5α-콜레스탄(Cholestane) 피크면적으로 나눈 값(Y축)과 콜레스테롤 농도(mg/mL, X축)로 검량선을 작성한다.

8) 단백질 함량

단백질 분석기: 분해된 시험용액에 80 mL의 증류수 첨

가 후 25 mL의 혼합지시약이 섞인 포집용액을 삼각 플라스크에 넣고 이를 증류장치에 넣고 삼각플라스크 받침대를 들어 올려주고 증류시 증류액이 포집용액으로 들어간 후 40% NaOH 50 mL를 분해튜브에 넣고 증류장치에서 3~4분간 증류한다. 증류장치의 삼각 플라스크에 있는 포집용액이 증류액에 함유되어 있는 알칼리를 포집하면서 녹색으로 변하면 증류액을 염산용액을 이용하여 종말점이 옅은 핑크빛에 도달할 때까지 적정하며, 적정에 사용된 산의 양을 기록한다.

4. 점도 측정

음료의 점도분석은 40 mm plate에 시료 2 mL을 넣고, 회전형 레오미터 점도계 (ARES-G2, TA instrument Ltd, USA)를 이용해 온도 25°C, 회전속도 1, 10, 100 (1/s)에서 점도를 측정하였다.

5. 미생물학적 분석

음료의 위생지표균 및 병원생미생물 분석은 식품공전 미생물시험법에 따라 측정하였다(식품의약품안전처, 2023).

간략히, 일반세균수(표준평판법)는 집락수의 계산은 확산집락이 없고(전면의 1/2 이하일 때에는 지장이 없음) 1개의 평판당 15~300개의 집락을 생성한 평판을 택하여 집락수를 계산하는 것을 원칙으로 하고 전 평판에 300개 초과 집락이 발생한 경우 300에 가까운 평판에 대하여 밀집평판 측정법에 따라 계산하며, 전 평판에 15개 미만의 집락만을 얻었을 경우에는 가장 희석배수가 낮은 것을 측정한다. 진균수는 일반세균수(표준평판법)에 준하여 시험하며, 배지는 포테이토 텍스트로오즈 한천배지(배지 12)를 사용하여 25°C에서 5~7일간 배양한 후 발생한 집락수를 계산하고 그 평균집락수에 희석배수를 곱하여 진균수로 한다. 대장균군(Coliforms)은 시험액 1 mL를 듀람관을 넣은 brilliant green lactose bile broth (BGLB, Hardy diagnostics, USA)에 접종하고 37°C에서 48시간 배양하여 가스의 발생이 확인되면 endo agar에 획선 배양한 후 대장균군을 확인하였다. 살모넬라(*Salmonella* spp.) 분석은 시료 25 g에 펩톤수 225 mL의 배양액을 가한 후 균질기를 이용하여 1분간 균질화시킨 다음 35~37°C에서 18~24시간 배양하였다. 배양액 0.1 mL를 10 mL rappaport-vassiliadis 배지에 접종하여 42°C에서 24시간 배양한 후

2차 배양액을 XDL (xylose lysine desoxycholate) agar에 배양하여 배지에서 분홍색 집락형성 여부를 확인하였다. 황색포도상구균 (*Staphylococcus aureus*) 분석은 시료 25 g에 10% 염화나트륨 용액을 첨가한 TSB (tryptone soy broth)배지 225 mL를 넣고 35~37°C에서 18~24시간 배양하였다. 배양액을 난황첨가 만니톨 식염한천배지에 배양한 후 황색 불투명 집락과 백색환의 집락형성 여부를 확인하여 황색포도상구균의 검출 여부를 판단하였다. 장출혈성대장균 (*Enterohemorrhage Escherichia coli*) 시험은 mTSB (modified tryptone soya broth)배지 225 mL에 시료 25 g을 첨가하고 35~37°C에서 18~24시간 배양하였다. 배양액 1 mL를 취하여 멸균증류수와 혼합한 후 10분간 끓인 다음 원심분리하여 상등액을 주형 DNA로 사용하였다. PCR 분석은 VT1, VT2 프라이머를 사용하였고 최종 산물 반응액을 2% agarose로 전기영동한 다음 반응생성물 (VT1: 180 bp, VT2: 255 bp)을 확인하여 장출혈성대장균의 검출여부를 판단하였다. 리스테리아 모노사이토제네스 (*Listeria monocytogenes*) 확인시험법은 그람염색 후 그람양성 간균이 확인되면 hemolysis, motility, catalase, CAMP test와 mannitol, rhamnose, xylose의 당분해시험을 실시하며, 이 결과 β -hemolysis를 나타내고 catalase 양성, motility 양성을 나타내며 CAMP test 결과 *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923)에서 양성, *Rhodococcus equi* (ATCC 6939)에서 음성으로 나타나는 동시에 당분해시험 결과 mannitol 비분해, rhamnose 분해, xylose 비분해의 결과를 보일 경우 *Listeria monocytogenes* 양성으로 판정한다. 바실러스 세레우스 (*Bacillus cereus*) 확인시험법은 각 배지에서 전형적인 집락을 선별하여 보통한천배지(배지 8)에 접종하고 30°C에서 24시간 배양한 후 그람염색을 실시하여 포자를 갖는 그람양성 간균을 확인하고, 확인된 균은 nitrate 환원능, VP, β -hemolysis, tyrosine 분해능, 혐기 배양시의 포도당 이용 등의 생화학시험을 실시하며, 추가로 30°C, 24시간 그리고 상온, 2~3일 추가 배양하여 곤충독소단백질 (Insecticidal crystal protein) 생성 확인시험도 실시한다. 클로스트리디움 퍼프린젠스 (*Clostridium perfringens*)는 그람양성간균으로 확인된 집락은 glucose, lactose, inositol, raffinose를 1% 가한 4종의 GAM 배지(배지 34)에 옮겨 35~37°C에서 3일간 배양 후 BTB-MR지시약(시액 4)을 가해서 붉은 색으로 변하는 것을 양성으로 판정하며, 운동성은 GAM 배지(배지 34)에서 35~37°C에

서 1~2일간 배양하여 운동성의 유무를 관찰한다. 장염비브리오 (*Vibrio parahaemolyticus*) 분석은 분리배양된 평판 배지상의 집락을 LIM 반유동배지(배지 18), 2% NaCl을 첨가한 보통한천배지(배지 8)에 각각 접종한 후 35~37°C에서 18~24시간 배양한 후 장염비브리오는 LIM배지에서 Lysine Decarboxylase 양성, Indole 생성, 운동성 양성, Oxidase시험 양성이며, 장염비브리오는 0% 및 10% NaCl 포함한 배지에서 발육 음성, 6% NaCl을 포함한 배지에서는 발육 양성, Arginine 분해 음성, ONPG 시험 음성으로 확인한다.

6. 통계처리

실험결과는 SPSS 프로그램 (Version 25.0, Chicago, IL, USA)을 이용하여 실험군당 평균값 \pm 표준편차로 나타내었다. 각 군의 통계적 유의성 검정은 one-way analysis of variance (ANOVA)로 분석한 뒤, 실험군 간의 사후 검증은 신뢰구간 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 다중 검정법을 이용하였다.

결과 및 고찰

수벌번데기(원물)에는 일반성분 중 생물체 영양에 중요한 탄수화물, 지방, 단백질이 각각 5.6%, 8.19%, 11.05%로 단백질 함량이 가장 높으며, 19종의 아미노산이 함유되어 있어 양질의 단백질원이라 할 수 있다(Kim *et al.*, 2018b). 단백질은 생명 활동 유지를 위한 필수 영양소로 Na *et al.* (2022)에 의하면 65세 이상 남녀를 대상으로 근감소증과 체중당 단백질 섭취량을 분석한 결과 단백질 섭취량이 1.2 g/kg 이상인 그룹보다 낮은 그룹에서 근감소증의 위험이 높다고 보고하였다. 특히 고령인구는 단백질 이용효율이 저하되고 체중당 근육의 비율이 감소하게 되어 단백질 섭취 증량을 제안하고 있다. 이에 본 연구진은 고단백 국산 수벌번데기 분말을 이용하여 음료를 제조하였고, 9대 영양성분을 분석한 결과 Table 2와 같다. 단백질 함량은 수벌번데기 첨가량에 따라 증가하였으며, BP-1군 대비 BP-4군에서 5.7% 상승하였다. 음료의 열량은 80.94~94.77 Kcal, 나트륨 함량은 18.90~26.64 mg/100 g, 탄수화물 함량은 12.67~15.43 g/100 g의 범위를 나타내었다. 특히, BP-3군은 나머지군보다 열량과 탄수화물, 불포

화지방 그리고 콜레스테롤 함량이 가장 높았으며, 단백질 함량은 3.65 g/100 g으로 BP-4군(3.70 g/100 g) 다음으로 높은 값을 나타내었다. 따라서 본 연구에서 개발한 음료는 영양보충(단백질)이 필요한 이들에게 새로운 대안이 될 것으로 판단된다.

곡물가루를 기반한 음료들은 층 분리 현상을 낮추기 위해 안정제인 검(gum)물질이 사용되고 있으며, 잔탄검은 수용액상에서 높은 점도를 바탕으로 식품산업에서 다양하게 활용되고 있다(Cho *et al.*, 2011). Park *et al.* (2015)에 따르면 검물질을 첨가하지 않은 단호박 페이스트군은 5분이 지나면서 층분리가 시작되어 90분이 지나자 페이스트가 완전히 가라 앉았고, 구아검(0.2%)첨가군은 60분 이후부터 가라 앉았다. 잔탄검(0.2%)첨가군은 90분이 지난

뒤에도 층분리가 일어나지 않고 안정적인 것으로 나타나 부유안정성에 큰 효과가 있는 것으로 보고 하였다. 본 연구 음료에 잔탄검을 첨가 후 90분 동안 부유안정성을 확인한 결과 층분리는 일어나지 않았다(데이터 미표시). 이는 시료에 첨가한 잔탄검이 음전하 이온의 다당류로 입자간 반발력을 증가시켜 부유안정성을 높인 것으로 판단된다. 음료의 점도 분석 결과 회전속도 100 (1/s) 조건에서 BP-1군이 72.23 cP로 유의적으로 가장 낮았으며, BP-3군에서 113.28 cP로 가장 높은 점도를 보였다. 이를 통해 수별변데기 분말은 곡물기반 음료의 점도 향상에 영향을 주는 것으로 판단되며, 일정 수준에서 점도 값이 낮아지는

Table 2. Nutrient analysis of beverages based on beekeeping products

| Nutrients | Sample ID | | | |
|------------------------------|-----------|-------|-------|-------|
| | BP-1 | BP-2 | BP-3 | BP-4 |
| Calories (Kcal) | 83.76 | 80.94 | 94.77 | 85.44 |
| Sodium (mg/100 g) | 18.90 | 26.64 | 19.52 | 21.50 |
| Total Carbohydrate (g/100 g) | 12.67 | 12.88 | 15.43 | 12.89 |
| Sugars (g/100 g) | 6.89 | 7.36 | 6.94 | 7.00 |
| Total fat (g/100 g) | 2.12 | 1.70 | 2.05 | 2.12 |
| Saturated fat (g/100 g) | 0.82 | 0.91 | 1.14 | 0.83 |
| Trans fat (g/100 g) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Cholesterol (mg/100 g) | 2.88 | 2.90 | 3.75 | 3.34 |
| Protein (g/100 g) | 3.50 | 3.53 | 3.65 | 3.70 |

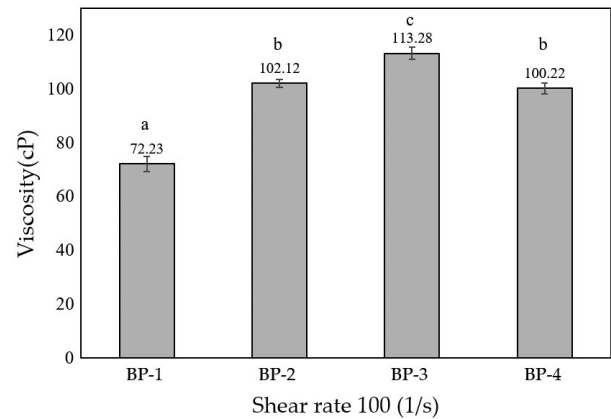


Fig. 2. Viscosity of beverages added with beekeeping products. All values are means \pm SD (n = 3). Means with different letters above the bars are significantly different at duncan multiple range test ($p < 0.05$).

Table 3. Evaluation of hygiene indicator bacteria and pathogenic microorganisms of beverages based on beekeeping products

| Bacteria (log CFU/g) | Sample ID | | | |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | BP-1 | BP-2 | BP-3 | BP-4 |
| Total aerobic bacteria | 4.54 \pm 0.04 ^{a1)2)} | 4.70 \pm 0.01 ^b | 4.50 \pm 0.02 ^a | 4.70 \pm 0.02 ^b |
| Yeast & mold | 2.22 \pm 0.02 ^b | 2.01 \pm 0.03 ^a | 2.04 \pm 0.02 ^a | 2.06 \pm 0.02 ^a |
| Coliforms | ND ³⁾ | ND | ND | ND |
| Salmonella spp. | ND | ND | ND | ND |
| S. aureus | ND | ND | ND | ND |
| Enterohemorrhage E. coli | ND | ND | ND | ND |
| Listeria monocytogenes | ND | ND | ND | ND |
| Bacillus cereus | ND | ND | ND | ND |
| Clostridium perfringens | ND | ND | ND | ND |
| Vibrio parahaemolyticus | ND | ND | ND | ND |

¹⁾All samples were tested in a set of triplicated experiment.

^{2)a-b}Duncan multiple range test in samples (rows) $p < 0.05$.

³⁾ND: Not detected.

결과는 추후 연구가 필요할 것으로 사료된다.

위생지표세균 중 일반세균수는 인체에 대한 유해성과 직접적으로 연관되지는 않지만 식품의 제조과정과 저장 중의 위생 상태를 알 수 있다(Jeong, 2005). 대장균군과 살모넬라를 비롯한 병원성미생물은 인체에 여러 질병을 초래하는 유해미생물로 식약처에서는 식품별 기준 및 규격을 설정하여 미생물학적 위해요소를 사전에 관리하고 있다. 본 연구 시료의 미생물 오염도를 분석 결과 일반세균수 오염 수준은 4.50~4.70 log CFU/g으로 검출되었고, 효모 및 곰팡이는 2.01~2.22 log CFU/g의 수준을 보였다(Table 3). 대장균군과 병원성미생물 7종(*Salmonella* spp., *S. aureus*, Enterohemorrhage *E. coli*, *L. monocytogenes*, *B. cereus*, *C. perfringens*, *Vibrio parahaemolyticus*)의 오염도 결과 모든 시료에서 불검출로 나타났다. 본 연구의 시료는 식품공전 식품별 분류에서 음료류에 해당되어 세균수(M=1,000~50,000) 및 대장균군(M=10) 기준 및 규격에 적합되어 미생물 품질에 대해 안전한 것으로 확인되었다.

적 요

본 연구에서는 동결건조 수벌번데기 분말에 따른 음료의 영양성분과 품질특성에 미치는 영향을 조사하였다. 제조된 음료는 냉장보관(4°C 이하)하며 시료로 사용하였다. 음료의 9대 영양소 분석 결과 단백질 함량은 동결건조 수벌번데기 분말 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보였고, BP-4군에서 3.70 g/100 g으로 가장 높게 나타났다. 회전형 레오미터 분석으로 점도를 확인한 결과 대조군에 비해 동결건조 수벌번데기 분말 첨가군에서 유의적으로 높았고, BP-3군에서 113.28 cP로 가장 높은 값을 보였다. 위생지표세균 및 병원성미생물(7종) 분석 결과 일반세균수는 4.50~4.70 log CFU/g, 효모 및 곰팡이는 2.01~2.22 log CFU/g 검출되었고, 대장균군을 포함한 병원성미생물 7종에서는 모두 검출되지 않았다. 따라서 본 연구 결과로 미루어 볼 때, 동결건조 수벌번데기 분말 첨가군의 경우 대조군에 비해 단백질 함량이 증가 하였고 점도 값의 차이를 보였다. 이러한 점도의 차이는 수벌번데기 분말의 단백질, 탄수화물, 지질 함량 등이 점도에 영향을 준 것으로 판단된다. 또한, 모든 시료에서 미생물 안전성을 확보하였기에 향후 영양보충 식품(음료) 소재 개발에 동결건조 수벌번데기 분말이 응용 될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 어젠다연구사업(과제번호: PJ01512901)의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

- 식품의약품안전처. 2023. 식품공전 일반시험법-식품성분시험법, 미생물시험법, 2023-13호.
- Chang, H. G., M. K. Han and J. G. Kim. 1988. The chemical composition of Korean honey. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 631-636.
- Cho, H. J., Y. J. Yoo, M. Y. Kang and I. C. Um. 2011. Study on noodle making properties of rice added with natural polymers. Agric. Rex. Bull Kyungpook Natl. Univ. 29(1): 55-62.
- Deng, J., R. Liu, Q. Lu, P. Hao, A. Xu, J. Zhang and J. Tan. 2018. Biochemical properties, antibacterial and cellular antioxidant activities of buckwheat honey in comparison to manuka honey. Food Chem. 252: 243-249.
- Jeong, G. J. 2005. Picture book to the microbiology. Seoul National University Press, Seoul, Korea. 124-132.
- Kim, H. Y., S. O. Woo, S. G. Kim, K. W. Bang, H. M. Choi, H. J. Moon and S. M. Han. 2019. Analysis of oxidative stability in drone pupae (*Apis mellifera* L.). J. Apiculture. 34(1): 63-66.
- Kim, H. Y., S. O. Woo, S. G. Kim, H. M. Choi, H. J. Moon and S. M. Han. 2020. Antioxidant and antihyperglycemic effects of honeybee drone pupae (*Apis mellifera* L.) extracts. J. Apiculture. 35(1): 33-39.
- Kim, J. S. 2018a. Customized food and meal service for the elderly: its management and policy implications. Health and Welfare Policy Forum. 264: 57-69.
- Kim, S. G., S. O. Woo, K. W. Bang, H. R. Jang and S. M. Han. 2018b. Chemical composition of drone pupa of *Apis mellifera* and its nutritional evaluation. J. Apiculture. 33(1): 17-23.
- Korean Statistical Information Service. 2019. Estimated size distribution of age.
- Lee, G. Y. and J. A. Han. 2015. Demand for elderly food development: Relation to oral and overall health-focused on the elderly who are using senior welfare centers in Seoul. Korean J. Food & Nutr. 44: 370-378.
- Na, W. R., D. Y. Oh, S. H. Hwang, B. H. Chung and C. M. Sohn. 2022. Association between sarcopenia and energy and protein intakes in community-dwelling elderly. Korean J. Community Nutr. 27(4): 286-295.
- Park, B. R., N. J. Kim, S. M. Yoo, G. J. Han, H. Y. Kim, H. M. Han, D. S. Shin and M. S. Shin. 2015. Quality charac-

- teristics of sweet-pumpkin paste with different thermal condition and sweet-pumpkin latte with various gums. Korean J. Food Cook. Sci. 31(3): 304-317.
- Park, J. E., H. J. An, S. U. Jung, Y. Lee, C. I. Kim and Y. A. Jang. 2013. Characteristics of the dietary intake of Korean elderly by chewing ability using data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007-2010. J. Nutr. 46: 285-295.
- Pyo, S. J., C. E. Jung and H. Y. Sohn. 2020. Platelet aggregatory and antidiabetic activities of larvae, pupae, and adult of honeybee drone (*Apis mellifera*). J. Apiculture. 35(1): 41-48.
- Shen, S., J. Wang, X. Chen, T. Liu, Q. Zhuo and S. Q. Zhang. 2019. Evaluation of cellular antioxidant components of honeys using UPLC-MS/MS and HPLC-FLD based on the quantitative composition-activity relationship. Food Chem. 293: 169-177.
- Zhao, H., N. Cheng, L. He, G. Peng, Q. Liu, T. Ma and W. Cao. 2018. Hepatoprotective effects of the honey of *Apis cerana* Fabricius on bromobenzene-induced liver damage in mice. J. Food Sci. 83: 509-516.