

# 버섯 균사체로 제조된 반려동물용 개 껌

정용현<sup>1</sup> · 임호성<sup>1</sup> · 송진희<sup>2</sup> · 허희원<sup>2</sup> · 신현재<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 대학원 화학공학과

<sup>2</sup>주식회사 오션

## Chewable pet treats made from mushroom mycelia

Yong-Hyeon Jeong<sup>1</sup>, Ho-Seong Im<sup>1</sup>, Jin-Hee Song<sup>2</sup>, Hui-Won Heo<sup>2</sup>, and Hyun-Jae Shin<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department Chemical Engineering, Graduate School of Chosun University, 60 Chosundae 5 gil, Donggu, Gwangju 61452, Republic of Korea

<sup>2</sup>Ocean Co., Ltd R&D Center, 42-157, Gyeongbokdae-ro baramgol-gil, Jinjeop-eup, Namyangju-si, Gyeonggi-do 12070, Republic of Korea

**ABSTRACT:** Mushroom-based vegan meat has thus far been used as a food for humans instead of pets. However, based on its texture and nutritional content, it is considered suitable for processing into pet treats. In the present study, we developed a prototype dog chew with a sweetening coating added to a fungal mycelium mat obtained by culturing the Basidiomycetous fungus *Trametes orientalis*. The palatable coating applied to the mycelium mat by plasticizing the mat with glycerol improved the taste and aroma of the existing mat, and the dog consumed it without difficulty. Future improvements may include a softening process to reduce the chewiness level and a procedure to reduce the crude fiber content. Mycelium-mat-based dog chews, manufactured using eco-friendly materials and processes that are not harmful to the environment are expected to enter the market as eco-friendly alternatives to conventional pet treats. Controlling their physical properties require further study.

**KEYWORDS:** Mushroom, Mycelium, Pet, Chewing gum, *Trametes orientalis*, Meat substitute

### 서 론

전 세계적인 노령화 인구 증가, 1인 가구의 증가에 따른 반려동물 관련 산업은 꾸준히 증가하고 있다(Leiva *et al.*, 2019; Kim and Chun 2021). 현재 반려동물 연관 산업의 시장 규모는 2019년 기준 3조원을 넘어서고 있으며 가장 높은 비중을 차지하는 것은 사료와 간식이 포함된 펫 푸드(pet food) 시장이며, 전반적으로 사료보다는 간식의 비중이 더

높다(Lee *et al.*, 2018). 강아지 껌은 대체로 뼈나 소가죽을 주재료로 만들어지며, 소를 키우는 단계에서 상당량의 메탄 가스가 발생하여 지구온난화에 영향을 줄 수 있으며, 동물 윤리 관련 문제도 떠오르고 있다(Rollin, 2006). 또한, 껌 제조 과정에서 표백 및 염색 공정에서의 화학약품 사용, 색소 첨가제의 무분별한 사용, 그램 수 조작, 인증마크의 부착 및 곰팡이의 검출 등 다양한 문제가 발생할 수 있어 안전성, 친환경성, 건강, 디자인을 모두 고려한 반려견을 위한 껌 제품의 개발이 요구되는 상황이다(Buff *et al.*, 2014; Arhant *et al.*, 2021; Craig, 2021). 또한, 개 껌은 반려견의 구강 청결에도 직결되는 간식이며, 반려동물의 건강 상태에 따라 저작 활동에 차이가 있어 범용적인 물성의 간식이 필요하다(Carroll *et al.*, 2020). 이러한 상황에서 다양한 대체재의 탐색이 이루어지고 있으며, 대체육으로 활용 가능한 소재인 버섯이 주목받고 있다(Cerimi *et al.*, 2019). 버섯은 단백질, 미네랄, 비타민, 무기질 등 다양한 영양소를 함유하고 있어 건강한 식재료로, 최근 콩 등의 재료와 혼합하여 압출성형을 통해 대체육으로 개발되는 실정이다(Ahlborn *et al.*, 2019; Cho and Ryu, 2020). 혼합 대체육에 활용되는 버섯은 자실체 단계로서, 배양단계의 광도를 조절함에 따라 자실체와 균사체로 성장단계를 조절할 수 있다(Jeong *et al.*, 2022; Raman *et al.*, 2022). 버섯 균사체는 성장 환경에 따라 균막

J. Mushrooms 2024 March, 22(1):17-21  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2024.22.1.17>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853

© The Korean Society of Mushroom Science  
 Yong-Hyeon Jeong (Researcher), Ho-Seong Im (Researcher),  
 Jin-Hee Song (Principal Researcher), Hui-Won Heo (Researcher),  
 Hyun-Jae Shin (Professor)

\*Corresponding author  
 E-mail : shinhj@chosun.ac.kr  
 Tel : +82-62-230-7518, Fax : +82-62-230-7226

Received December 21, 2023

Revised February 8, 2024

Accepted February 29, 2024

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

을 형성하며, 이 균막은 배지에서 분리된 후 물리/화학적 처리를 통해 대체육, 대체 가죽 소재로도 연구가 진행되고 있다(Bustillos *et al.*, 2020; Gandia *et al.*, 2020; Choi and Lee, 2021; Jones *et al.*, 2021). 이러한 특성을 바탕으로 자실체가 아닌 버섯 균사체를 배양시켜 균막(버섯 균사 매트)을 생산한 뒤 가공 단계를 거쳐 온전히 버섯만을 활용한 대체육도 개발되고 있다(Winiski *et al.*, 2021). 그러나, 이러한 버섯 기반 대체육은 반려동물이 아닌 인간을 위한 식재료로 활용되고 있으며, 식감과 영양 성분을 고려하였을 때, 반려동물용 간식으로 가공하기에 적합하다고 판단되어 본 연구에서는 버섯 균사체를 배양시켜 획득한 균막에 감미 성분을 첨가한 개 짹 제품 개발을 목표로 하였다.

## 재료 및 방법

### 사용 균주

본 실험에 사용된 균주는 시루송편버섯(*Trametes orientalis*, JF82-01)으로 전라남도 산림자원연구소에서 분양받아 사용하였다. 분양 받은 균주는 균사의 활력을 회복시키기 위하여 yeast malt agar(YMA; yeast extract 3 g/L, malt extract 3 g/L, peptone 5 g/L, dextrose 10 g/L, agar 15 g/L)배지에 계대배양을 3회 진행하였고, 저온 보관고(4°C)에 보관하며 사용하였다(Kim *et al.* 2020; Jeong *et al.* 2022; Raman *et al.*, 2022).

### 버섯 균사 매트 배양

참나무 톱밥과 미강을 혼합(8:2 ratio v/v)한 바이오매스 배지의 수분함량을 55~60%로 조절하였다. 배양용기(155 × 155 × 87 mm, HPL822D, LOCK & LOCK, Korea)에 배지를 채워 121°C, 60분간 고온고압멸균한 뒤 냉각시켰다(Jeong *et al.*, 2022; Raman *et al.*, 2022). 또한, yeast malt broth(YMB) 액상 배지에서 14일간 배양한 *T. orientalis* 균사체를 blender로 5,000 rpm, 20초간 잘게 분쇄하여 접종용 균액을 제조하였다(Jeong *et al.* 2022). 냉각된 배지에 접종용 균액을 접종한 뒤, 27°C, 습도 80-90%인 암실 조건에서 4주간 배양하였다(Bae *et al.*, 2021; Jeong *et al.* 2022.). 이때 배양용기의 뚜껑에는 지름 1 cm의 구멍을 6개 내어 필터를 부착한 뚜껑으로 밀봉하였다(Jeong *et al.*, 2022; Raman *et al.*, 2022). 4주간 배양된 균막을 바

이오매스 배지 표면에서 분리하여 잔여 톱밥을 제거한 뒤, 저온 보관고(4°C)에 보관하며 사용하였다.

### 균사 매트 기반 개 짹 제조

*T. orientalis* 균사 매트에 가소성을 부여하기 위해 농도별(0, 5% 10%, 15%, 30%) glycerol 용액을 제조한 뒤 25°C에서 24시간 침지하였다(Appels *et al.*, 2020; Raman *et al.*, 2022). 이후 60°C에서 2시간 건조시켜 전처리하였다. Glycerol 처리된 균사매트를 길게 절단한 뒤, 기호성 향상을 위해 땅콩버터와 그릭 요거트를 코팅하여 시제품을 제조하였다 (Fig. 1). 이때, 땅콩버터 코팅 샘플은 황태육수에 침지시킨 균사 매트를 사용하였다.

### 균사 매트 기반 개 짹의 특성 분석

농도별 glycerol 처리를 통해 균사 매트에 부여되는 가소성 수준을 판단하기 위해 구부렸을 때의 탄력을 미흡(+), 보통(++), 우수(+++)로 표기하였으며, 건조 시간별 수분함량을 수분 분석기(MA100, Sartorius™, Germany)로 측정하였다. 기계적 물성은 강도(hardness), 탄력(springiness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 인장강도(tensile strength), 연신율(elongation rate)항목으로 구분하였으며, 식품물성분석기(TAPlus, Lloyd Instruments Ltd. UK)로 측정되었다(Santos *et al.*, 2014). 강도, 탄력, 점착성, 씹힘성 4가지 항목은 균사 매트 샘플을 80×80×2 mm 사이즈로 잘라 double compression test를 활용하였으며, 인장강도와 연신율은 균사 매트 샘플을 80×20×2 mm 사이즈로 잘라 mechanical property test를 활용하였다(Santos *et al.*, 2014). 또한, 제조된 개 짹의 성분 분석은 한국사료협회 사료기술연구소(325, Sandan-ro, Danwon-gu, Ansan-si, Republic of Korea)에 의뢰하여 분석되었다.

### 균사 매트 기반 개 짹의 기호성 평가

기호성 성분으로 코팅 처리된 균사 매트 개 짹은 기본적인 향과 맛을 평가한 뒤 정리하였다. 또한, 강아지 유치원을 섭외한 뒤, 12마리의 강아지(말티푸 1, 보더콜리 1, 푸들 3, 쉽독 3, 포메라니안 4)를 대상으로 식후 식이 테스트를 진행하여 강아지별 개 짹 반응성을 관찰하였다.

## 결과 및 고찰

### 버섯 균사매트 배양

27°C, 습도 80-90%인 암실 조건에서 4주간 배양된 바이오매스 배지의 표면에서 화염 멸균된 blade로 균사 매트를 분리하였으며, 배지와의 접촉면에 잔여 톱밥이 남아있어 증류수를 분사하여 헹구내었으며, 균막 표면의 물기를 제거하기 위해 40°C에서 30분간 건조시켰다. 또한, 짹으로 가공하기 위해 가장자리의 갈 변된 얇은 막을 blade로 제거하였으며, 오염을 방지하기 위해 냉장보관하였다(Fig. 2). 균막의 두께는 일정한 생장환경(온도, 습도, CO<sub>2</sub> 농도)이 유지될 시, 두꺼워지고 조밀해진다. 따라서, 개 짹 제조를 위해 비교적 부드러운 물성을 가지는 균막은 짧은 배

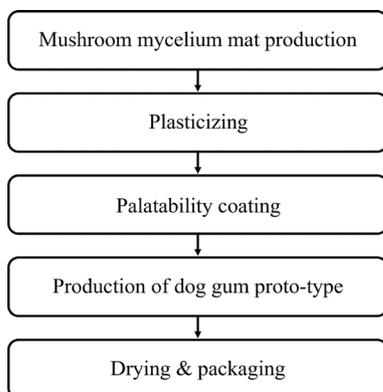


Fig. 1. Mycelium mat-based dog chew production flow chart.



**Fig. 2.** Fully cultivated mushroom mycelium mat. (*Trametes orientalis*, 150×150 mm<sup>2</sup>, cultivated by 28°C, 80~90% relative humidity).

양기간(3주), 가죽 등 소재화를 위해 질긴 물성의 균막은 긴 배양 기간(4주 이상) 이후 수거하는 것이 바람직해 보인다.(Kim *et al.*, 2020; Jeong *et al.*, 2022; Raman *et al.*, 2022).

**균사 매트 기반 개 껌의 특성 분석**

1) 균사 매트의 기계적 특성 분석

버섯 균사 매트의 유연성을 검토하기 위하여 glycerol 5%, 10%, 15% 용액으로 24시간 침지 후 60°C에서 1시간 건조하여 접힘 테스트를 실시하였다. 건조 후 가소제가 처리되지 않은 샘플은 20회 이상 접힘 시 균열이 발생하였으며, 5% 처리군은 평균 55회, 10% 처리군은 평균 100회, 15% 처리군은 150회 이상의 접힘테스트에도 균열이 관찰되지 않았다. Glycerol 처리 농도가 증가할수록 유연성이 증가하였으며, 5% 처리 시, 미흡(+), 10%는 보통(++), 15%는 유연성이 우수한(+++)것으로 판단하였

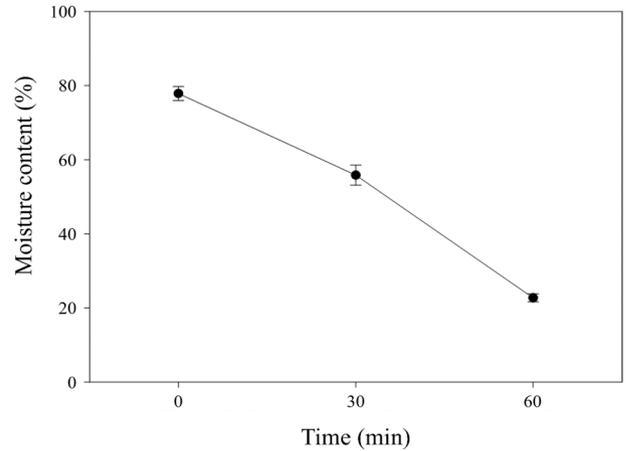
**Table 1.** Evaluation of flexibility levels in mycelium mats with glycerol concentrations.

	Glycerol concentration			
	0%	5%	10%	15%
flexibility levels	-	+	++	+++

**Table 2.** Mechanical properties of mushroom mycelium mat and commercial product

Sample	Hardness (N)	Springiness	Gumminess (N·s)	Chewiness	Tensile strength (N/mm <sup>2</sup> )	Elongation rate (%)
Dog chew (Commercial product)	1.41±0.11 <sup>b</sup>	0.90±0.04 <sup>a</sup>	119.44±9.42 <sup>a</sup>	115.86±5.95 <sup>a</sup>	0.42±0.05 <sup>b</sup>	10.44±1.12 <sup>b</sup>
Mushroom mycelium	2.46±0.23 <sup>a</sup>	0.88±0.04 <sup>a</sup>	123.83±4.37 <sup>a</sup>	120.19±7.45 <sup>a</sup>	1.13±0.23 <sup>a</sup>	14.76±1.34 <sup>a</sup>

(The statistical analysis of each group was performed through LSD test in R. “a-b” was used to distinguish the statistical significance of each data)



**Fig. 3.** Changes in mycelium mat moisture content by drying time.

다. 그러나 glycerol의 처리농도가 증가할수록 연신율은 강화되지만, 인장강도가 감소하는 경향이 있어 10% glycerol 용액에 침지하는 것이 가장 효율적인 것으로 판단된다(Appels *et al.*, 2020) (Table 1).

또한, 균사 매트의 수분함량을 분석하기 위해 건조 시간별 수분함량을 수분분석기로 측정하였다. 건조 전 균사 매트의 수분함량은 77.86±1.88%로 측정되었으며, 40°C에서 30분간 건조된 균사 매트의 수분함량은 55.85±2.71%, 1시간 건조된 균사 매트의 수분함량은 22.75±1.09%로 측정되었다. 시중에 유통 중인 개 껌의 수분함량은 대부분 14~27%에 범위에 있으며, 14% 이하의 개 껌은 단단하고 거친 물성을 가지고 있어 소형 견종 또는 고령의 반려견들의 저작 활동에 어려움이 발생할 수 있으므로, 비교적 부드러운 물성을 가지는 20% 이상의 수분함량으로 조절하기 위한 건조 조건을 확립해야 한다(Fig. 3).

기계적 물성은 식품물성분석기(TAPlus, Lloyd Instruments Ltd. UK)로 3회 측정되었으며, 균사 매트의 강도(hardness)는 2.46±0.23, 탄력(springiness) 0.88±0.04, 점착성(gumminess) 123.83±4.37, 씹힘성(chewiness) 120.19±7.45, 인장강도(tensile strength) 1.13±0.23, 연신율(elongation rate) 14.76±1.34로 측정되었다. 무작위로 선정된 개 껌 기성품 1종의 물성은 강도(hardness) 1.41±0.11, 탄력(springiness) 0.90±0.04, 점착성(gumminess) 119.44±9.42, 씹힘성(chewiness) 115.86±5.95, 인장강도(tensile strength) 0.42±0.05, 연신율(elongation rate) 10.44±1.12로 측정되었으며, 버섯 균사 매트의 물성이 비교적

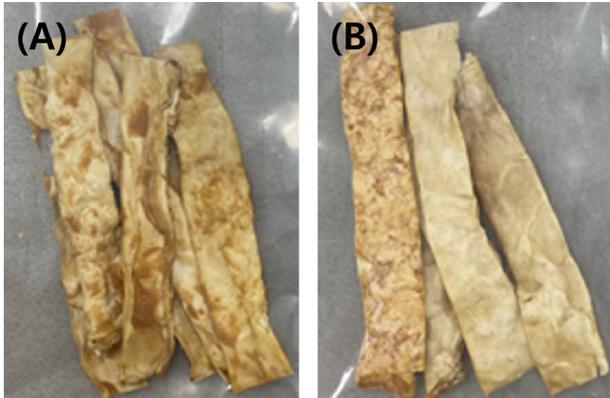


Fig. 4. Proto-type chew with palatability coating. (A) Peanut butter, (B) Greek yogurt.

높았다(Santos *et al.*, 2014). 강도(hardness), 인장강도(tensile strength), 연신율(elongation rate)이 높을 경우 가공된 개 껌이 질길 수 있으므로 소형 및 중형, 고령 반려견의 식이를 위해 물성이 저하된 부드러운 식감이 필요하다.

2) 군사 매트 개 껌의 성분 분석

군사 매트를 길게 절단한 뒤, 기호성 향상을 위해 땅콩버터와 그릭요거트를 코팅한 시제품 2건을 제작하였다(Fig. 4). 땅콩버터가 코팅된 군사 매트 개 껌은 고소한 향과 달콤한 맛이 부여되었으며, 그릭 요거트가 코팅된 군사 매트 개 껌의 경우 달콤한 향이 부여되었으나, 요거트 특유의 맛은 강하게 느껴지지 않았다. 기호성 코팅이 적용되지 않은 군사 매트 개 껌은 버섯 향과 맛이 남아있어 반려견의 반감이 있을 수 있다. 또한, 반려동물의 내력에 따라 기호성을 고려해야 하며, 일반적으로 강아지들은 고대 늑대의 후손으로 이어진 경우가 많아 육류의 맛과 향을 선호할 수 있어, 추후 기호성 코팅을 적용할 시, 이러한 육류 베이스의 맛과 향을 가미할 수 있다(Samant *et al.*, 2021).

일반 성분 및 유해 성분의 함량을 분석하기 위해 한국사료협회 기술연구소에 의뢰하여 품질검사를 수행하였다. 군사 매트 개 껌의 일반 성분함량 수치는 무작위로 선정된 개 껌 기성품(Dr. Dental, 더잇츄엘로우, 덴탈솔루션, smart bones)의 일반성분과 비교하여 수분, 조단백질, 조지방, 조회분의 함량 수준과 유사하였으나 조섬유의 함량이 높았다. 이는 군사 매트 개 껌이 기성품에 비해 질기다는 것을 의미한다. 조직감이 질기다는 것은 소화흡수가 낮다는 것을 의미하는 것은 아니고, 추후 펩신 소화를 등의 추가적인 자료가 보완되어야 할 것으로 사료된다. 군사 매트 개 껌의 위해성분은 함량 기준을 모두 만족하는 수치를 보였으며, 반려동물 대상 식용 소재로 활용하기 위한 안전성을 확보하였다(Table 3).

군사 매트 기반 개 껌의 기호성 평가

10% glycerol 처리 후 수분함량 18~25%수준으로 제조한 군사 매트의 경우 강아지가 시식을 하였으나, 버섯 고유의 맛과 향으로 인해 기호도가 떨어져 많은 양을 섭취하지는 않았다. 그러나 땅콩버터와 그릭 요거트가 코팅된 샘플은 12마리의 강아지 모두가 관심을 보이며 충분히 시식하였다. 그 중, 땅콩버터가 코팅된 개껌의 경우 맛과 향이 비교적 강해 높은 기호성을 보였다(Fig. 5).



Fig. 5. Dog chew (proto-type) eating test.

Table 3. The ingredient analysis of proto-type gums and commercial gum product

Ingredient analysis		Proto-type chew 1 (Peanut Butter)	Proto-type chew 2 (Greek Yogurt)	Commercial Product
General ingredients (%)	Moisture content	19.06	18.48	≤ 27
	Crude protein	20.65	15.24	≥ 5
	Crude fat	7.86	5.78	≥ 4
	Crude fiber	16.65	15.61	≤ 4
	Crude ash	2.38	1.93	≤ 6
Hazardous ingredients (ppm)	Lead (Pb)	Not detected	Not detected	< 5
	Cadmium (Cd)	Not detected	Not detected	< 2
	Arsenic (As)	Not detected	Not detected	< 10
	Mercury (Hg)	0.0020	0.0353	< 0.4
	Salmonella	Not detected	Not detected	Not detected

강아지의 경우 미뢰에서 짠맛, 단맛, 쓴맛, 신맛을 감지할 수 있으며, 짠맛과 단맛의 기호도가 높아 땅콩버터가 코팅된 개 껌의 선호도가 높은 것으로 보인다(Koppel *et al.* 2015). 이를 통해, 균사 기반 개 껌의 기호성 코팅은 단맛과 짠맛을 고려한 첨가물을 활용하는 것이 바람직해 보인다.

## 적 요

균사 매트를 글리세롤로 가소화 하여 기호성 코팅을 적용한 개 껌은 기존의 균사 매트의 맛과 향이 모두 개선되어 강아지가 무리 없이 시식하는 결과를 보였다. 향후 개선방향으로 질감 수준을 저하시키기 위해 연육 공정이 포함될 수 있으며, 조섬유 함량을 낮추는 공정도 고려할 수 있다. 환경에 유해하지 않은 친환경 소재 및 공정으로 제조된 균사 매트 기반 개 껌은 물성이 조절되어 출시할 경우 친환경 반려동물용 간식으로써 시장 진입이 가능할 것으로 보인다.

## 감사의 글

본 연구는 중소벤처기업부(중소기업기술정보진흥원)의 ‘산학연 Collabo R&D 사업 (S3301274)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

## REFERENCES

- Ahlborn J, Stephan A, Meckel T, Maheshwari G, Rühl M, Zorn H. 2019. Upcycling of food industry side streams by basidiomycetes for production of a vegan protein source. *Int J Recycl Org* 8: 447-455.
- Antinori ME, Ceseracciu L, Mancini G, Heredia-Guerrero JA, Athanassiou A. 2020. Fine-tuning of physicochemical properties and growth dynamics of mycelium-based materials. *ACS Appl Bio Mater* 3: 1044-1051.
- Antinori ME, Contardi M, Suarato G, Armirotti A, Bertorelli R, Mancini G, Debellis D, Athanassiou A. 2021. Advanced mycelium materials as potential self-growing biomedical scaffolds. *Sci Rep* 11: 1-14.
- Appels FV, van den Brandhof JG, Dijksterhuis J, de Kort GW, Wösten HA. 2020. Fungal mycelium classified in different material families based on glycerol treatment. *Commun Biol* 3: 1-5.
- Arhant C, Winkelmann R, Troxler J. 2021. Chewing behaviour in dogs—A survey-based exploratory study. *Appl Anim Behav Sci* 241: 105372.
- Bae B, Kim M, Kim S, Ro HS. 2021. Growth characteristics of polyporales mushrooms for the mycelial mat formation. *Mycobiology* 49: 280-284.
- Buff PR, Carter RA, Bauer JE, Kersey JH. 2014. Natural pet food: A review of natural diets and their impact on canine and feline physiology. *J Anim Sci* 92: 3781-3791.
- Bustillos J, Loganathan A, Agrawal R, Gonzalez BA, Perez MG, Ramaswamy S, Benjamin B, Agarwal A. 2020. Uncovering the mechanical, thermal, and chemical characteristics of biodegradable mushroom leather with intrinsic antifungal and antibacterial properties. *ACS Appl Bio Mater* 3: 3145-3156.
- Carroll MQ, Oba PM, Sieja KM, Alexander C, Lye L, De Godoy MR, He F, Somark AJ, Keating SC, Sage AM, Swanson, KS. 2020. Effects of novel dental chews on oral health outcomes and halitosis in adult dogs. *J Anim Sci* 98: skaa274.
- Cerimi K, Akkaya KC, Pohl C, Schmidt B, Neubauer P. 2019. Fungi as source for new bio-based materials: a patent review. *Fungal Biol Biotechnol* 6: 1-10.
- Cho SY, and Ryu GH. 2020. Effects of mushroom composition on the quality characteristics of extruded meat analog. *Korean J Food Sci Technol* 52: 357-362.
- Choi YH, Lee KH. 2021. Ethical consumers' awareness of vegan materials: Focused on fake fur and fake leather. *Sustainability* 13: 436.
- Craig JM. 2021. Additives in pet food: are they safe? *J Small Anim Pract* 62: 624-635.
- Gandia A, Montalti M, Babbini S. 2020. Method of producing fungal mats and materials made therefrom. PCT/WO/2020/115690.
- Jeong YH, Kim DS, Kim HS, Oh DS, Shin HJ. 2022 Effect of culture method and medium components on *Trametes orientalis* mycelium mat formation (Yasuda) Imazeki. *J Mushrooms* 20: 69-77
- Jones M, Gandia A, John S, Bismarck A. 2021. Leather-like material biofabrication using fungi. *Nat Sustain* 4: 9-16.
- Kim HS, Oh CJ, Jeong KJ, Choi MH, Shin HJ, Oh DS. 2020. Culture and mycelim-mat formation characteristics of mutant strains by gamma-ray treatment. *J Mushroom* 18: 393-397.
- Kim J and Chun BC. 2021. Association between companion animal ownership and overall life satisfaction in Seoul, Korea. *PLoS One* 16: e0258034.
- Koppel K, Monti M, Gibson M, Alavi S, Donfrancesco BD, Carciofi AC. 2015. The effects of fiber inclusion on pet food sensory characteristics and palatability. *Animals* 5: 110-125.
- Leiva A, Molina A, Redondo-Solano M, Artavia G, Rojas-Bogantes L, Granados-Chinchilla F. 2019. Pet food quality assurance and safety and quality assurance survey within the Costa Rican pet food industry. *Animals* 9: 980.
- Lee HS, Kang WG, An HC, Do HT, Yoon YC, Kim GH, Jo YO, Yang ES, Kim MH, Kim OJ. 2018. A proposal for the evolution and current status of companion animal culture. *J Korean Assoc Anim Ass Psychother* 7: 51-63.
- Rollin BE. 2006. The regulation of animal research and the emergence of animal ethics: a conceptual history. *Theor Med Bioeth* 27: 285-304.
- Raman J, Kim DS, Kim HS, Oh DS, Shin HJ. 2022. Mycofabrication of mycelium-based leather from brown-rot fungi. *J Fungi* 8: 317.
- Santos MG, Carpinteiro DA, Thomazini M, Rocha-Selmi GA, da Cruz, AG, Rodrigues CE, Favaro-Trindade CS. 2014. Coencapsulation of xylitol and menthol by double emulsion followed by complex coacervation and microcapsule application in chewing gum. *Food Res Int* 66: 454-462.
- Samant SS, Crandall PG, Jarma Arroyo SE, Seo HS. 2021. Dry pet food flavor enhancers and their impact on palatability: a review. *Foods* 10: 2599.
- Winiski JM, Kaplan-Bie JH, Mcintyre GR, Mueller P, Obrien M, Carlton A, Bayer E, Hazen R, Lomnes S, Snyder AT. 2021. Edible mycelia and methods of making the same. *US Patent Application* PCT/US/2020058934.