

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0141309

(43) 공개일자 2023년10월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A01K 67/033 (2014.01) A23K 10/30 (2016.01)

A23K 20/158 (2016.01) A23K 50/90 (2016.01)

(52) CPC특허분류

A01K 67/033 (2018.05)

A23K 10/30 (2016.05)

(21) 출원번호 10-2022-0040698

(22) 출원일자 2022년03월31일

심사청구일자 2022년03월31일

기술이전 희망 : 기술양도

(71) 출원인

동아대학교 산학협력단

부산광역시 사하구 낙동대로550번길 37, 동아대학교 내 (하단동)

(72) 발명자

진병래

전북 완주군 이서면 출판로 25 혁신도시 에르코1단지 101동 1905호

이광식

부산시 사하구 하신번영로 400 102동 2502호

김보연

부산시 사하구 하신번영로 400 102동 2502호

(74) 대리인

위병갑

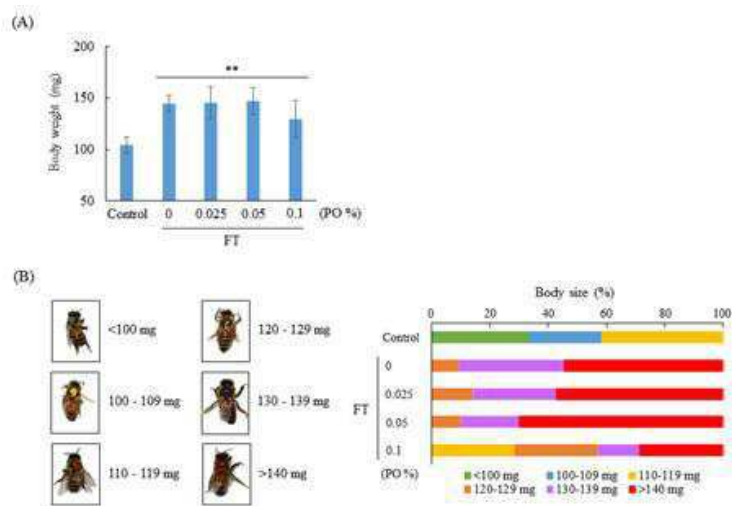
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 꿀벌 일벌의 체중을 증가시키는 식이 및 페퍼민트 오일이 첨가된 식이 방법

(57) 요약

본 발명은 꿀벌 일벌의 체중을 증가시키는 식이 및 페퍼민트 오일이 첨가된 식이 방법에 관한 것으로서, 본 발명의 식이 조절 방법이, 꿀벌의 전용, 번데기 및 성충의 크기를 증가시키는 것을 확인하였으며, 꿀벌의 AmILP2의 발현을 증가시키는 것을 확인하였다. 또한, 유충 식이에 페퍼민트 오일을 첨가하면, 꿀벌의 전용, 번데기 및 성충의 크기가 유의적으로 증가하는 것을 확인하였다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

A23K 20/158 (2016.05)

A23K 50/90 (2016.05)

A01K 2227/706 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1395074138
과제번호	PJ015755012022
부처명	농촌진흥청
과제관리(전문)기관명	농촌진흥청
연구사업명	공동연구사업/농업정책기술개발
연구과제명	꿀벌 분자유전육종 기반조성 및 유전체 기반 대체사료 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	동아대학교
연구기간	2021.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

유충 발달 후기의 꿀벌 유충을 배양 접시에 이충하는 단계; 및

상기 유충 이충 후 1 내지 5일간 식이를 조절하는 단계;를 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 체중을 증가시키는 식이 조절 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 유충 발달 후기는, 부화 후 4 내지 6일령의 유충인 것인, 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 식이를 조절하는 단계는,

1) 이충 후 1 내지 3일에 0 내지 50 μ l의 식이를 공급하고,

2) 이충 후 4 내지 6일에 90 내지 160 μ l의 식이를 공급하는 것인, 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 배양 접시에 이충하는 단계는, 이충 전 유충에 10 내지 30 μ l의 식이를 공급하는 것인, 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 꿀벌 일벌은 전용(pre-pupa), 번데기 또는 성충인 것인, 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 방법은 꿀벌 인슐린 유사 펩타이드(*A. mellifera* insulin-like peptide 2, AmILP2, ncbi accession number: NM_001177903)의 발현을 증가시키는 것인, 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 방법은, 꿀벌의 체중을 증가시키는 것인, 방법.

청구항 8

페퍼민트 오일(peppermint oil)을 유효성분으로 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 몸 크기 및 체중을 증가시키기 위한 사료용 조성물.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 꿀벌은 전용(pre-pupa), 번데기 또는 성충인 것인, 조성물.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 페퍼민트 오일은 조성물 내 0.01 내지 0.2 중량비로 포함되는 것인, 조성물.

청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 조성물은, 꿀벌의 체중을 증가시키는 것인, 조성물.

청구항 12

제 6항에 있어서,

상기 조성물은, 꿀벌의 무게를 증가시키는 것인, 조성물.

청구항 13

유충 발달 후기의 꿀벌 유충을 배양 접시에 이충하는 단계; 및

상기 유충 이충 후 1 내지 5일간, 제 8항의 조성물을 급여하는 단계;를 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 체중을 증가시키는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 꿀벌 일벌의 체중을 증가시키는 식이 및 페퍼민트 오일이 첨가된 식이 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계적으로 중요한 화분매개곤충인 꿀벌은 현재 살충제, 기생충, 질병 및 영양과 같은 스트레스 요인으로 인하여, 꿀벌 개체수 감소의 심각한 문제와 꿀벌 건강에 대한 부정적인 영향을 보여주고 있으며(Vanbergen et al., 2013; Fairbrother et al., 2014; Staveley et al., 2014), 꿀벌에서 이러한 문제가 최근 주목받고 있다. 또한, 꿀벌은 군집 내 다른 개체들이 같은 유전자형을 가지고 있지만 일벌은 행동, 수명, 발달, 형태 및 생리에서 차이가 있으며, 일벌은 몸집이 다양하다는 것이 보고되었다(Chole et al., 2019). 일반적으로 동물은 몸집이 클수록 활동능, 경쟁력, 불리한 환경 조건을 극복할 수 있는 능력과 같은 몇 가지 이점이 있는 것으로 알려져 있다(Blanckenhorn, 2000).

[0003] 신체 크기와 관련하여, 동물의 체력에 영향을 미치는 요인들은 신체 크기를 조절하는 기본 메커니즘과 긍정적인 관련이 있다. 꿀벌에서 흔히 볼 수 있는 신체 크기 변화는 온도, 유충 세포 크기 및 유충의 식단과 같은 환경 요인과 밀접한 관련이 있다(Chole et al., 2019). 특히 유충 발달을 위한 식단은 인슐린 유사 펩티드(ILP) 및 라파마이신 표적(TOR) 경로를 포함한 영양 경로에 영향을 미친다(Martin and Hall, 2005; Koyama and Mirth, 2018). 꿀벌에서 식이 관련 발달 조절은 로열 젤리(royal jelly, RJ)에 의해 조절되며, 이는 애벌레 단계에서 여왕벌이나 일개미의 발달을 결정한다. RJ 내의 주요 단백질과 생리활성 화합물이 유충 발달 과정을 조절하는 것이 보고되었으며(Kucharski et al., 2008; Kamakura, 2011; Shi et al., 2011, 2015; Søvik et al., 2015), 꽃가루에 존재하는 파이토케미컬은 일벌 발육 및 유충 발달에 영향을 미친다는 것이 보고되었다(Mao et al., 2015). 또한 꿀벌의 장내 미생물 대사는 성장, 호르몬 신호 및 행동에 영향을 미친다고 보고되고 있다(Zheng et al., 2017).

[0004] 꿀벌의 몸 크기를 결정하는 특정 영양소와 생리 활성 분자를 확인하기 위해 많은 연구가 수행되었지만 유충 발달과 몸 크기에 영향을 미치는 요인은 아직 보고되지 않았다. 또한, 일벌 유충에게 먹이는 사료량이 유충 발달과 신체 크기에 어떤 영향을 미치는지는 아직 설명되지 않았다.

[0005] 따라서 본 연구에서는 *A. mellifera* 성장 중 체중 증가 및 ILP 유전자 발현에 대한 영향을 확인하기 위해 식이량에 따른 일벌의 발달을 조사하여 본 발명을 완성하게 되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 목적은 유충 발달 후기의 꿀벌 유충을 배양 접시에 이충하는 단계; 및
- [0007] 상기 유충 이충 후 1 내지 5일간 식이를 조절하는 단계;를 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 체중을 증가시키는 식이 조절 방법을 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명의 다른 목적은 페퍼민트 오일(peppermint oil)을 유효성분으로 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 몸 크기 및 체중을 증가시키기 위한 사료용 조성물을 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은 유충 발달 후기의 꿀벌 유충을 배양 접시에 이충하는 단계; 및
- [0010] 상기 유충 이충 후 1 내지 5일간, 상기의 조성물을 급여하는 단계;를 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 체중을 증가시키는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 유충 발달 후기의 꿀벌 유충을 배양 접시에 이충하는 단계; 및
- [0012] 상기 유충 이충 후 1 내지 5일간 식이를 조절하는 단계;를 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 체중을 증가시키는 식이 조절 방법을 제공한다.
- [0013] 또한, 본 발명은 페퍼민트 오일(peppermint oil)을 유효성분으로 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 몸 크기 및 체중을 증가시키기 위한 사료용 조성물을 제공한다.
- [0014] 또한, 본 발명은 유충 발달 후기의 꿀벌 유충을 배양 접시에 이충하는 단계; 및
- [0015] 상기 유충 이충 후 1 내지 5일간, 상기의 조성물을 급여하는 단계;를 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 체중을 증가시키는 방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 식이 조절 방법은, 꿀벌의 전용, 번데기 및 성충의 크기를 증가시키는 것을 확인하였으며, 꿀벌의 AmILP2의 발현을 증가시키는 것을 확인하였다. 또한, 유충 식이에 페퍼민트 오일을 첨가하면, 꿀벌의 전용, 번데기 및 성충의 크기가 유의적으로 증가하는 것을 확인하여, 관련 산업에 유용하게 이용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 식이조절에 따른 전용의 크기 및 AmILP2의 발현을 확인한 도이다(A: 몸무게 차이에 따른 분류 [FT-L(90~199 mg), FT-XL(210~219 mg), B: AmILP2 발현 분석 결과).
- 도 2는 본 발명의 식이조절에 따른 번데기의 크기 및 AmILP2의 발현을 확인한 도이다(A: 번데기 3일째 대조군, FT-L 및 FL-XL, B: AmILP2 발현 분석 결과).
- 도 3은 본 발명의 식이조절에 따른 체중이 증가되고 몸 크기가 커진 성충, 흉부 무게 및 AmILP2 발현을 나타낸 도이다.(A: 식이조절에 의한 대조군, FT-L 및 FT-XL 성충 일벌 사진, B: 식이조절에 의한 대조군, FT-L 및 FT-XL 성충 일벌의 체중과 흉부 무게).
- 도 4는 본 발명의 페퍼민트 오일(Peppermint oil, PO) 처리에 의한 꿀벌 전용의 변화를 확인한 도이다(A: 체중 변화 확인, B: 몸 크기 변화 확인).
- 도 5는 본 발명의 PO가 첨가된 식이를 투여한 꿀벌 번데기의 크기 변화를 확인한 도이다(A: 체중 변화 확인, B: 몸 크기 변화 확인).
- 도 6은 본 발명의 PO가 첨가된 식이를 투여한 꿀벌 성충의 크기를 확인한 도이다(A: 체중 변화 확인, B: 몸 크기 변화 확인).

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 본 발명은 유충 발달 후기의 꿀벌 유충을 배양 접시에 이충하는 단계; 및
- [0019] 상기 유충 이충 후 1 내지 5일간 식이를 조절하는 단계;를 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 체중을 증가시키는 식이 조절 방법을 제공한다.
- [0020] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 유충발달 후기는, 후화 후 4 내지 6일령의 유충인 것일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 식이를 조절하는 단계는,
- [0022] 1) 이충 후 1 내지 3일에 0 내지 50 μ l의 식이를 공급하고,
- [0023] 2) 이충 후 4 내지 6일에 90 내지 160 μ l의 식이를 공급하는 것일 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 배양 접시에 이충하는 단계는, 이충 전 유충에 10 내지 30 μ l의 식이를 공급하는 것일 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 꿀벌은 전충(prepupa), 번데기(pupa) 또는 성충(imago)인 것일 수 있다.
- [0026] 본 발명의 “전충(prepupa)”은 곤충에 있어서, 유충기간의 마지막으로서, 번데기가 되기 전 섭식도 하지 않는 부동영충의 기간을 의미한다.
- [0027] 본 발명의 “번데기”는 완전변태 곤충류에서 나타나는 유충기와 성충기 사이의 정지적 발육단계로, 섭식을 하지 못하고 운동 및 배설을 하지 않는 단계로서, 유충조직의 퇴화와 성충의 형질이 완성되어 가는 시기를 뜻한다.
- [0028] 본 발명의 “성충(imago)”은 곤충류 일생 중 최종적으로 성숙한 개체를 가리키며, 생식기가 발달되어 교미, 산란이 가능한 시기를 뜻한다.
- [0029] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 방법은 꿀벌 인슐린 유사 펩타이드(*A. mellifera* insulin-like peptide 2, AmILP2)의 발현을 증가시키는 것일 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 방법은, 꿀벌의 체중을 증가시키는 것일 수 있다.
- [0032] 또한, 본 발명은 페퍼민트 오일(peppermint oil)을 유효성분으로 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 몸 크기 및 체중을 증가시키기 위한 사료용 조성물을 제공한다.
- [0033] 본 발명의 사료 조성물은 동물체 및 충체의 건강상태를 양호하게 하고, 가축 및 충체의 증체량과 육질을 개선시키며, 산유량 및 면역력을 증가시키는 효과를 기대할 수 있다. 본 발명의 사료 조성물은 발효사료, 배합사료, 펠렛 형태 및 사일레지 등의 형태로 제조될 수 있다. 상기 발효사료는 본 발명의 유효성분 이외의 여러 가지 미생물균 또는 효소들을 첨가함으로써 유기물을 발효시켜 제조할 수 있으며, 배합사료는 여러 종류의 일반사료와 본 발명의 펩타이드를 혼합하여 제조할 수 있다. 펠렛 형태의 사료는 상기 배합사료 등을 펠렛기에서 열과 압력을 가하여 제조할 수 있으며, 사일레지는 청에 사료를 본 발명에 따른 미생물로 발효시킴으로써 제조할 수 있다. 습식발효사료는 음식물 쓰레기 등과 같은 유기물을 수집 및 운반하여 살균과정과 수분조절을 위한 부형제를 일정비율로 혼합한 후, 발효에 적당한 온도에서 24시간 이상 발효하여, 수분함량이 약 70%으로 포함되도록 조절하여 제조할 수 있다. 발효건조사료는 습식 발효사료를 건조과정을 추가로 거쳐 수분함량이 30% 내지 40% 정도 함유되도록 조절하여 제조할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 사료 조성물은 종래 사료에 첨가되는 성분을 더 포함할 수 있다. 이러한 사료에 첨가되는 성분의 일례로서 곡류분말, 고기분말, 및 두류 등을 포함할 수 있다. 상기에서 곡류분말은 쌀가루, 밀가루, 보리가루, 및 옥수수가루 중에서 선택된 1종 이상을 사용할 수 있다. 상기에서 고기분말은 닭고기, 소고기, 돼지고기, 및 타조고기 중에서 선택된 어느 하나 이상을 분말화한 고기분말을 사용할 수 있다. 상기에서 두류는 대두, 강낭콩, 완두콩, 및 검정콩 중에서 선택된 1종 이상을 사용할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 사료 조성물은 상기에서 언급한 종래 사료에 첨가되는 성분인 곡류분말, 고기분말, 및 두류 이외에도 사료의 영양성을 증대시키기 위해 영양제, 및 무기물 중에서 선택된 어느 하나 이상을 첨가할 수 있으며, 사료 품질의 저하를 막기 위해 항곰팡이제, 항산화제, 항응고제, 유화제, 및 결착제 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 페퍼민트 오일은 조성물 내 0.01 내지 0.2 중량비로 포함되는 것일 수

있고, 바람직하게는 0.025 내지 0.1 중량비일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0037] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 조성물은 꿀벌의 체중 및 무게를 증가시키는 것일 수 있다.

[0039] 또한, 본 발명은 유충 발달 후기의 꿀벌 유충을 배양 접시에 이충하는 단계; 및

[0040] 상기 유충 이충 후 1 내지 5일간, 상기의 조성물을 급여하는 단계;를 포함하는, 꿀벌(*Apis mellifera*) 일벌의 체중을 증가시키는 방법을 제공한다.

[0042] 이하, 본 발명을 실시예에 의하여 더욱 상세하게 설명한다. 이들 실시예는 단지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 국한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

[0044] <준비예 1> 유충 식이 조성물

[0045] <1-1> 유충 식이 조성물

[0046] 본 발명의 꿀벌 일벌 체중 증가용 식이 조성물을 준비하였다. 구체적으로, 유충의 체중 증가를 위한 식이 조성물로서, 로얄젤리 44.25%, 포도당 5.30%, 과당 5.30%, 효모 추출물 0.90% 및 물 44.25%를 혼합하여, 유충 식이 조성물을 제조하였다.

[0047] <1-2> 페퍼민트 오일 첨가 식이

[0048] 본 발명의 꿀벌 일벌 체중 증가에 대한 페퍼민트 오일(peppermint oil, PO)의 영향을 확인하기 위하여, 페퍼민트 오일이 첨가된 식이를 준비하였다. 구체적으로 상기 제조예 1-1의 유충 식이 조성물에 페퍼민트 오일을 0.025, 0.05 또는 0.1% 첨가하여, 페퍼민트 오일 첨가 식이(PO)를 준비하였다.

[0050] <준비예 2> 꿀벌 유충 준비

[0051] 본 발명의 식이 조절 및 페퍼민트 오일 식이의 급여에 따른 꿀벌 일벌의 체중증가를 확인하기 위하여, 꿀벌 유충을 준비하였다. 구체적으로 꿀벌(*Apis mellifera*)은 동아대학교에서 사육한 개체를 이용하였으며, 일벌 유충과 번데기는 96-well plate 또는 48-well plate에서 35℃의 암실에서 배양하였다.

[0053] <실시예 1> 식이 조절에 의한 꿀벌 체중 변화

[0054] 꿀벌 일벌의 체중에 식이 조절(Feeding treatment, FT)이 영향을 미치는지 확인하고자 시험관 내 사육 방법으로 유충을 사육하였다. 구체적으로 일벌의 유충 중에서 4, 5, 6일령의 후기 유충의 발달 단계 동안 식이를 조절하였다. 대조군 유충은 시험관 내 사육 방법에 따라서 식이를 공급하였으며, 식이 공급 일정은 각각의 plate에 유충을 이충하기 전 20 μ l를 급여하고, 이충 후 1일 0 μ l, 이충 후 2일 20 μ l, 이충 후 3일 30 μ l, 이충 후 4일 40 μ l 및 이충 후 5일 50 μ l로 식이를 급여하였다. 대조군 유충은 상기의 시험관 내 사육 방법(각 처리에 대하여 n = 14)의 식이량 및 일정에 따라 96-well plate에서 유충 발달 전반에 걸쳐 유충 식이를 공급하였다. 식이조절(FT) 처리를 한 유충은 4, 5, 6일령의 후기 유충 발달 단계 동안 48-well plate(각 처리에 대해 n = 21-24)에서 유충이 먹고 남을 때까지 충분한 양의 유충 식이를 급여하였으며, 각각의 plate에 유충을 이충하기 전 20 μ l를 급여하고, 이충 후 1일 0 μ l, 이충 후 2일 20 μ l, 이충 후 3일 100 μ l, 이충 후 4일 150 μ l 및 이충 후 5일 150 μ l로 식이를 급여하였다.

[0056] 그 후 번데기로의 변태 전 단계인 전용(전용 2 일째), 번데기(번데기 3 일째) 및 성충의 체중을 측정하였다. 또한 성체 일벌로부터 날개와 다리를 포함한 가슴 부위를 해부하여 무게를 측정하였으며, 꿀벌의 인슐린 유사 펩티드 2(*A. mellifera* insulin-like peptide 2, AmILP2, NM_001177903.1)의 발현을 RT-PCR을 이용하여 분석하였고, 발현 분석을 위한 대조 유전자로 β -액틴을 이용하였다. RT-PCR에 사용한 프라이머 서열은 하기 표 1에

나타내었다.

표 1

Gene	sequence (5' - 3')
AmILP2	F: ATGTTTGCAAATAGATTATAC
	R: TTAACGGGCACCGCAATAGGA
β -actin	F: ATGTGTGACGACGAAGTA
	R: GTACACGGTCTCGTGGAT

그 결과, 식이를 조절한 FT 군에서는 대조군과 비교하여, 유의적으로 체중이 증가한 것을 확인하였다(도 1A).

또한, 식이 조절에 대한 효과를 확인하기 위하여, 꿀벌을 체중에 따라 대조군(~150 mg), FT-L(190~199 mg) 및 FT-XL(210~219 mg)으로 분류하고, 전용(prepupa) 2일 째 AmILP2의 발현을 비교하였다.

그 결과 식이를 조절한 FT 군에서는 대조군과 비교하여, AmILP2의 발현이 유의적으로 증가한 것을 확인하였으며, 특히 FT-XL 군에서 AmILP2의 발현이 가장 높은 것을 확인하였다(도 1B).

또한 각 군의 전용의 크기를 확인하여 본 결과, FT-L 및 FT-XL의 전용은 대조군과 비교하여 유의적으로 크기가 증가된 번데기 및 성충 일벌로 발육하는 것을 확인하였으며(도 2A 및 도 3A), AmILP2의 발현 또한 유의적으로 증가되어 있는 것을 확인하였다(도 2B 및 도 3B). 또한, 대조군의 총 체중에 대한 가슴 무게의 비율과 비교하여, FT 군에서는 성충 일벌의 가슴 무게 비율이 유의적으로 증가(34%)한 것을 확인하였다(도 3A).

<실시예 2> 페퍼민트 오일 첨가에 따른 꿀벌 체중 변화

본 발명의 페퍼민트 오일 첨가 식이가, 꿀벌 일벌의 체중을 증가시키는지 확인하고자 하였다. 구체적으로, 페퍼민트 오일이 첨가된 식이를, 자유 공급하였으며, 상기 실시예 1과 동일하게 체중 및 충체의 크기를 확인하였다.

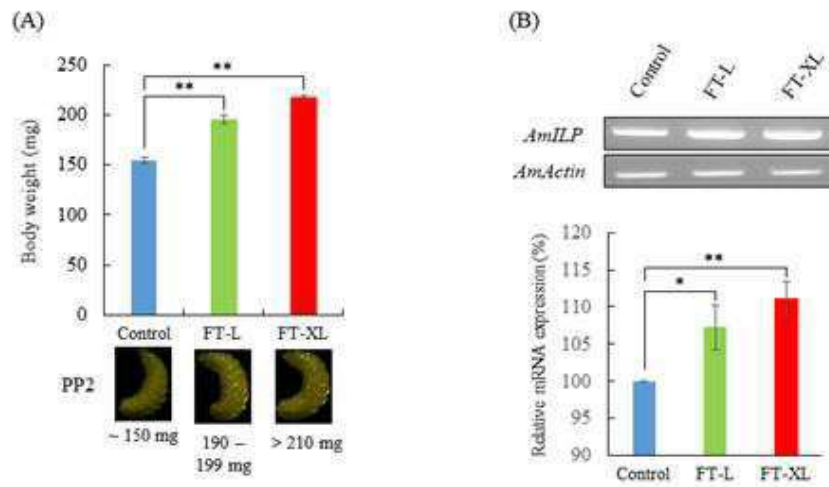
그 결과, 페퍼민트 오일이 첨가된 PO군에서는 대조군과 비교하여, 체중이 유의적으로 증가하였으며, 0.05% PO 군에서 가장 높은 체중 증가를 확인하였다(도 4A). 또한 PO 처리된 전용의 신체 크기를 비교한 결과, 0.05% PO로 처리된 전용의 신체 크기가 다른 PO 처리군(0.025 % 및 0.1 % PO)보다 210 mg에서 225 mg의 범위로 유의적으로 증가된 것을 확인하였다(도 4B).

또한, PO 처리 시 전용 단계도 더 큰 크기를 가진 번데기 및 성충으로 발달하는 것을 확인하였으며(도 5A 및 도 6A) 140 mg 내지 166 mg 범위에 속하는 더 큰 신체 크기를 가진 성충의 비율은 0.05% PO 처리군에서 유의적으로 가장 높은 것을 확인하였다(도 6B).

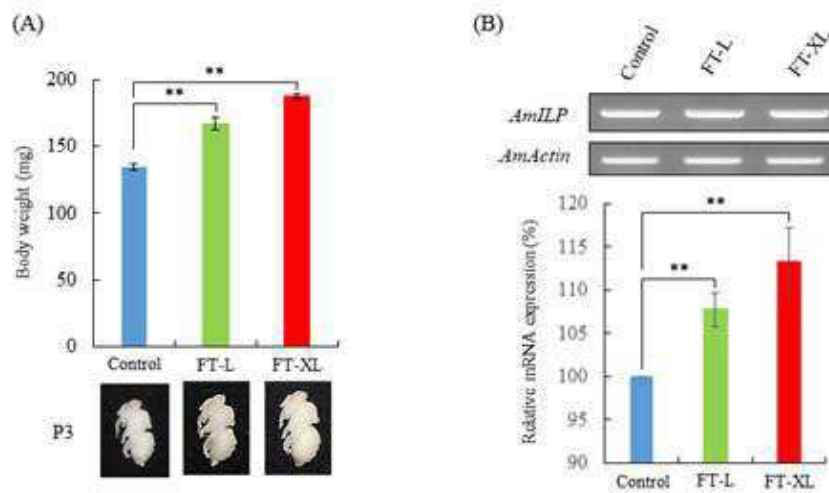
따라서, 본 발명의 식이 조절 방법은, 꿀벌의 전용, 번데기 및 성충의 크기를 증가시키는 것을 확인하였으며, 꿀벌의 AmILP2의 발현을 증가시키는 것을 확인하였다. 또한, 유충 식이에 페퍼민트 오일을 첨가하면, 꿀벌의 전용, 번데기 및 성충의 크기가 유의적으로 증가하는 것을 확인하였다.

도면

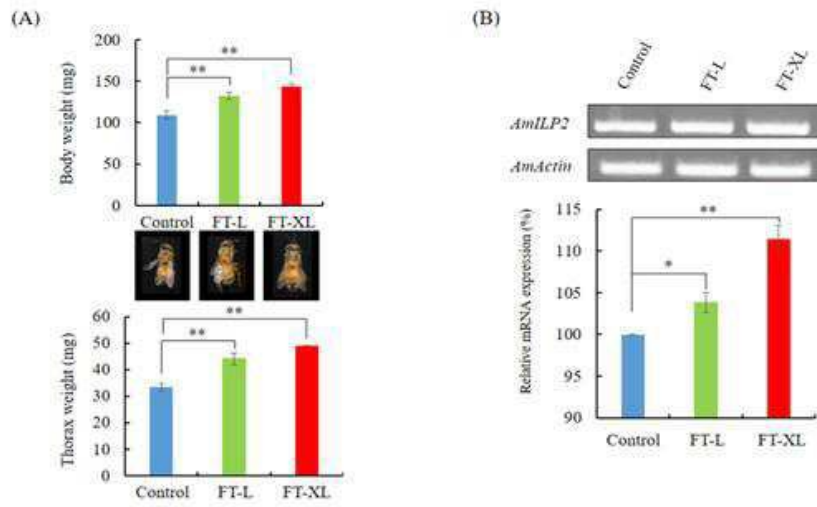
도면1



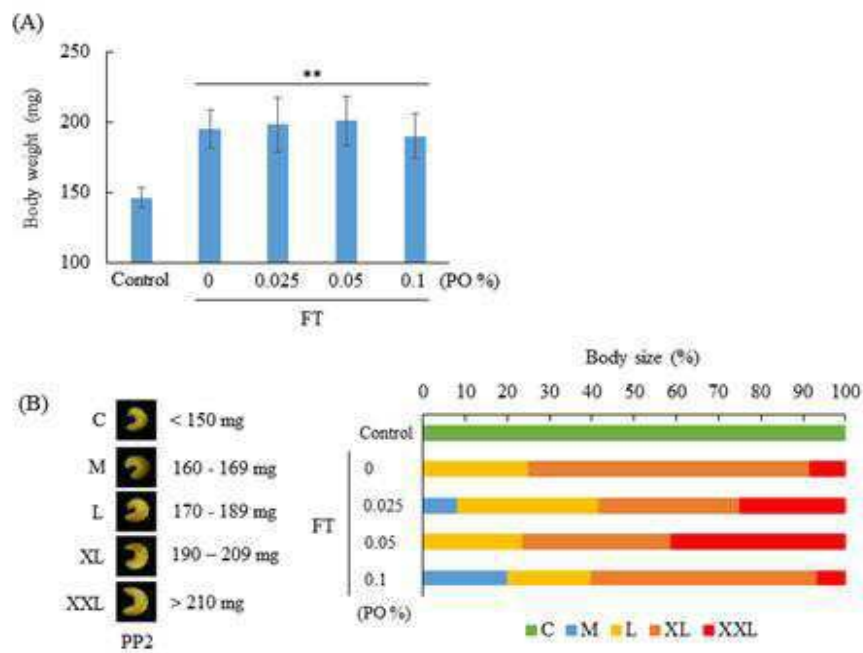
도면2



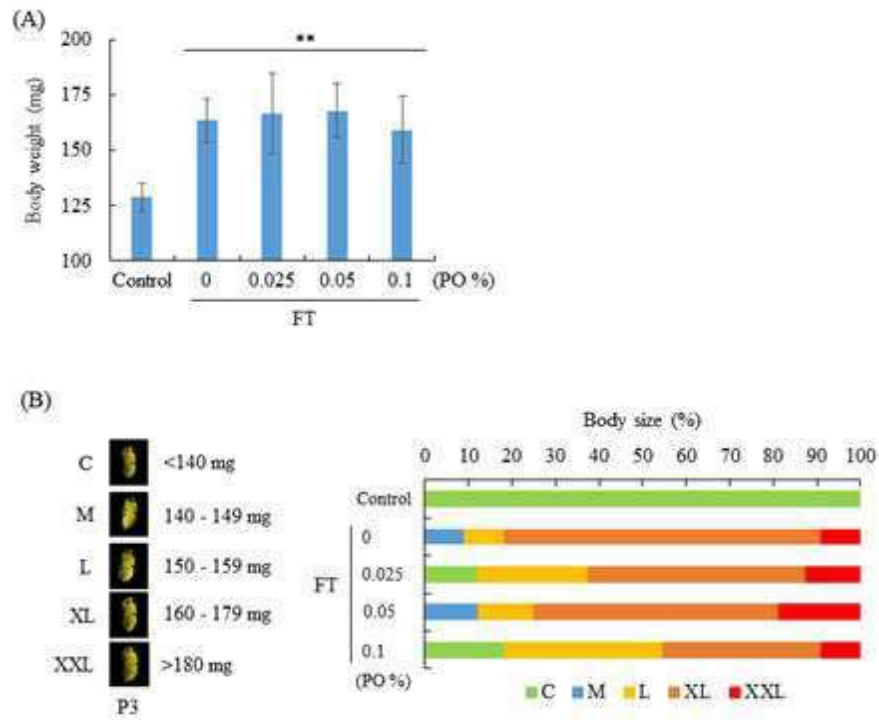
도면3



도면4



도면5



도면6

