

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0082695

(43) 공개일자 2023년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A23K 10/16 (2017.01) A01K 67/033 (2014.01)
 A23K 10/26 (2016.01) A23K 10/30 (2016.01)
 A23K 10/37 (2016.01) A23K 20/10 (2016.01)
 A23K 20/147 (2016.01) A23K 20/163 (2016.01)
 A23K 30/20 (2016.01) A23K 40/20 (2016.01)
 A23K 50/90 (2016.01)

(52) CPC특허분류

A23K 10/16 (2016.05)
 A01K 67/033 (2018.05)

(21) 출원번호 10-2021-0166648

(22) 출원일자 2021년11월29일

심사청구일자 2021년11월29일

(71) 출원인

그린테코 주식회사

경기도 화성시 동탄대로 677-12 (영천동) 효성아이씨티타워 612호, 613호

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

윤은영

경기도 성남시 분당구 정자로 56 109동 1401호

황두선

서울특별시 광진구 광나루로 382 아스하임 1309호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이준혁

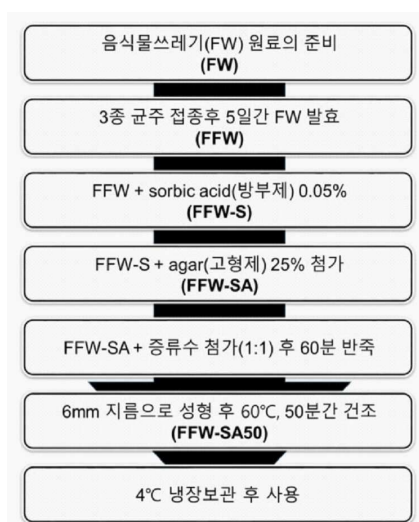
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 지방 함량 증대를 위한 아메리카왕거저리용 사료 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 발효된 밀기울과 음식물쓰레기를 소정 크기로 성형시켜 증체량, 지방함량 및 사육 효율을 높인 갈색거저리용 사료 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A23K 10/26 (2016.05)
A23K 10/30 (2016.05)
A23K 10/37 (2016.05)
A23K 20/10 (2016.05)
A23K 20/147 (2016.05)
A23K 20/163 (2016.05)
A23K 30/20 (2016.05)
A23K 40/20 (2021.08)
A23K 50/90 (2016.05)

(72) 발명자

이상훈

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

김인덕

경기도 군포시 용호2로 51(당동, 쌍용아파트) 101
동 2001호

이진안

충청남도 아산시 온천대로1605번길 22-3 동신빌라
나동 201호

이혜진

경기도 성남시 분당구 동판교로 155 봇들마을7단지
아파트 702동1703호

안재권

충청남도 공주시 왕릉로 10 동선빌딩 A동 404호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1545023272
과제번호	321096021SB010
부처명	농림축산식품부
과제관리(전문)기관명	농림식품기술기획평가원
연구사업명	유용농생명자원산업화기술개발(R&D)
연구과제명	곤충자원으로부터 고효율 지질과 지방산 추출 개발 및 산업화
기 여 율	30/100
과제수행기관명	그린테코(주)
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1545024102
과제번호	321096021HD020
부처명	농림축산식품부
과제관리(전문)기관명	농림식품기술기획평가원
연구사업명	유용농생명자원산업화기술개발(R&D)
연구과제명	발효를 통한 바이오디젤 생산용 곤충 사료 및 지질 활용 기능성 화장품 소재 개발
기 여 율	70/100
과제수행기관명	세종대학교산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

음식물쓰레기를 락토바실러스 퍼멘툼(*Lactobacillus fermentum*), 락토바실러스 아시도필루스(*Lactobacillus acidophilus*) 및 페디오코커스 에시디락티시(*Pediococcus acidilactici*) 중 어느 하나 이상의 균주를 접종하고 발효시키는 단계 ;

발효된 상기 음식물 쓰레기에 방부제, 고형제 및 물을 첨가하여 반죽하는 단계 ;

반죽된 상기 혼합물을 성형하고 건조시키는 단계를 포함하는 아메리카 왕거저리용 사료의 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 반죽단계는 상기 음식물 쓰레기에 0.01~0.5중량%의 방부제, 10~30중량%의 고형제 및 물을 첨가하여 반죽하는 것을 특징으로 하는 아메리카 왕거저리용 사료의 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 방부제는 소르빈산(*sorbic acid*) 또는 자몽종자 추출물(*grapefruit seed extract*, GSE)인 것을 특징으로 하는 아메리카 왕거저리용 사료의 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 고형제는 한천, 카라기난(*Carrageenan*), 전분, 알긴산, 젤라틴, 구아검, 그루틴, 소아렉틴 또는 카복시메틸셀룰로오스이고,

상기 성형단계는 상기 혼합물을 3mm 이상의 크기로 성형하는 것을 특징으로 하는 아메리카 왕거저리용 사료의 제조방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 발효단계는 4일 내지 28일 동안 발효시키는 단계인 것을 특징으로 하는 아메리카 왕거저리용 사료의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지방 함량 증대를 위한 아메리카왕거저리용 사료 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 발효된 음식물쓰레기를 소정 크기로 성형시켜 증체량, 지방함량 및 사육 효율을 높인 아메리카왕거저리용 사료 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 곤충자원의 탐색, 보전을 통한 생물자원 확보경쟁이 날로 치열해지고 있는 가운데 이들의 가치평가 및 이용개발 연구가 매우 활발히 수행되고 있다. 이러한 연구의 일환으로 국내외적으로 곤충으로부터 식품이나 의약 소재개발에 대한 연구도 진행되고 있다.

[0003] 거저리과(*Tenebrionidae*)는 딱정벌레목에 포함되는 곤충으로서, 따뜻하고 건조한 기후에서 흔하게 볼 수 있으며, 대부분 건조하고 부패된 식물이나 동물조직을 먹으며 살아간다. 이러한 거저리과(*Tenebrionidae*)의 유충은 길이가 약 25mm에 원통형으로 벌레모양을 하고 있으며, 흔히 밀웜(Mealworm)이라고도 불리우는데, 그 기간은 약 15 내지 20주이나, 변태기간이 비교적 짧아 성장이 빠르며, 번식률도 매우 높고, 곡식을 먹이로 하는 청결한 곤충이다.

[0004] 거저리와 유충의 대부분은 애완용 새나 물고기 또는 고슴도치 등의 먹이로 쓰이며, 그 중에서도 갈색거저리 (*Tenebrio molitor*, mealworm, TM), 아메리카 왕거저리 유충이 많이 이용된다. 아메리카왕거저리(*Zophobas atratus*)는 딱정벌레목에 속하는 곤충으로, 원래는 열대 중미와 남미 지역에서 서식하던 종이나 현재는 전세계에 도입되어 있다. 아메리카왕거저리는 대형 거저리로, 갈색거저리보다 몸집이 매우 커 영양학적 가치가 높고, 유충 자체를 설치류, 파충류, 조류, 애완동물 및 양식어류 사료용으로도 사용할 수 있다.

[0005] 아메리카왕거저리는 갈색거저리와 달리 크기가 최대 5cm까지 자라 유충은 슈퍼밀웜(super mealworm)이라 불리며, 지방과 인의 함량이 높아 사료용, 식용 등의 용도로의 활용이 점차 증대되는 추세이다.

[0006] 한편, 화석 연료를 대체할 수 있는 에너지원 중 하나로 바이오디젤이 연구 및 상용화되고 있다. 바이오디젤은 식물성 유지나 동물성 지방을 다양한 촉매와 반응조건에서 알코올과 화학적으로 에스테르 교환 반응시켜 제조하는 것으로, 기존의 석유제품인 디젤과 물성이 유사하여 디젤자동차에 직접 또는 일정비율로 혼합하여 사용이 가능한 에너지원일 뿐만 아니라 분자 내 산소를 포함하고 있는 친환경 석유대체 연료이다. 아메리카왕거저리를 포함한 곤충은 지방이 다량 함유되어 있어 이러한 바이오디젤을 생산하는 친환경 원료로 사용될 수 있다.

[0007] 다만, 곤충을 이용한 바이오디젤의 경제성과 효율성 향상을 위해서는 아메리카왕거저리의 지방 함량을 높일 수 있는 사료를 급여할 필요성이 있다. 또한, 기존의 곤충 사료의 대부분은 분말 형태로 공급되고 있어 (사료 분진으로 인해) 급여 작업이 번거로워 효율성이 떨어지는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 아메리카왕거저리의 증체량 및 지방 함량을 높일 수 있는 사료를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명은 분말이 아닌 소정 크기 이상으로 제형화된 아메리카왕거저리용 사료를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명은 음식물쓰레기를 락토바실러스 퍼멘툼(*Lactobacillus fermentum*), 락토바실러스 아시도필루스(*Lactobacillus acidophilus*) 및 페디오코커스 에시디락티시(*Pediococcus acidilactici*) 중 어느 하나 이상의 균주를 접종하고 발효시키는 단계, 발효된 상기 음식물 쓰레기에 방부제, 고형제 및 물을 첨가하여 반죽하는 단계, 반죽된 상기 혼합물을 성형하고 건조시키는 단계를 포함하는 아메리카 왕거저리용 사료의 제조방법에 관한 것이다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 아메리카왕거저리용 사료는 음식물 쓰레기를 3종의 균주로 발효시켜 갈색거저리의 증체량과 지방 함량을 높였다. 본 발명의 아메리카왕거저리용 사료는 밀기울만 급여한 사료에 비해 약 18% 정도의 지방 함량이 증가하였다.

[0012] 또한, 본 발명의 아메리카왕거저리용 사료는 증체량을 감소시키지 않거나 증체량을 증가시킬 수 있는 방부제와 고형제를 첨가하여 사료를 소정 크기로 제형화함으로써 급여 효율 및 편리성을 향상시켰다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 제조공정을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0015] 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[0016] 도 1은 본 발명의 제조공정을 나타낸 것이다. 도 1을 참고하면, 본 발명의 아메리카왕거저리용 사료 제조방법은 발효단계, 반죽단계 및 성형과 건조단계를 포함한다.

- [0017] 상기 음식물 쓰레기는 가정이나 음식점 및 단체급식소 등에서 배출되는 음식물 쓰레기를 수거하여 사용될 수 있다. 수거된 음식물 쓰레기를 이물질과 분리한 후 분쇄기로 잘게 절단한다. 분쇄된 음식물 쓰레기를 압착하여 수분을 제거한 후 건조하여 사용할 수 있다.
- [0018] 일반적으로 아메리카왕거저리용 사료는 밀기울과 농업 부산물(쌀겨, 옥수수대, 대두박, 참깨박, 들깨박, 비지박)과 커피박, 분변토 등이 사용되고 있다. 이들 사료 원료를 아메리카왕거저리에 20일간 급여한 후 증체량을 측정한 결과(실시에 참고), 밀기울 50.28%, 음식물쓰레기 48.61%, 들깨박 43.14%, 대두박 42.56%, 분변토 40.48%, 비지박 38.45%, 참깨박 32.87%, 쌀겨 30.71%로 나타났으며, 밀기울과 음식물쓰레기를 급여하였을 때 유의한 증체량 증대효과가 나타났다.
- [0019] 또한, 이들 사료 원료가 급여된 갈색거저리 유충의 성분 분석 결과, 음식물 쓰레기를 급여한 유충의 지방함량(46.33%)이 가장 높았으며, 대두박(42.92%), 쌀겨(40.06)가 그 뒤를 이었으며, 밀기울을 급여하였을 때 지방함량은 36.81%였다. 바이오디젤 생산용 곤충은 지방함량이 높을수록 효율적이고 증체량 또한 높아야 하므로 증체량과 지방함량이 모두 증가하였던 음식물쓰레기를 사료의 원료로 선정하였다.
- [0020] 상기 밀기울과 음식물의 혼합물은 락토바실러스 퍼멘툼(*Lactobacillus fermentum*), 락토바실러스 아시도필루스(*Lactobacillus acidophilus*) 및 페디오코커스 에시디락티시(*Pediococcus acidilactici*) 중 어느 하나 이상의 균주로 4~28일 동안 발효될 수 있다.
- [0021] 상기 발효단계는 음식물 쓰레기를 발효시키는 단계이다.
- [0022] 락토바실러스 퍼멘툼(*Lactobacillus fermentum*), 락토바실러스 아시도필루스(*Lactobacillus acidophilus*) 및 페디오코커스 에시디락티시(*Pediococcus acidilactici*) 균주는 단백질과 지질 발효 효능이 우수하다.
- [0023] 또한, 락토바실러스 퍼멘툼(*Lactobacillus fermentum*), 락토바실러스 아시도필루스(*Lactobacillus acidophilus*) 및 페디오코커스 에시디락티시(*Pediococcus acidilactici*) 균주를 이용하여 상기 음식물쓰레기를 발효시킨 경우, 기존 사료 발효에 사용되는 유용미생물(EM), 효모(Yeast)를 사용하는 것에 비해 아메리카왕거저리의 증체량이 더 증가하였다.
- [0024] 또한, 상기 아메리카왕거저리를 5일간 발효하였을 때 7일, 14일, 21일, 28일간 발효한 경우보다 증체량 증가 효과가 좀 더 우수하였다.
- [0025] 상기 반죽단계는 발효된 상기 음식물 쓰레기에 방부제, 고형제 및 물을 첨가하여 반죽하는 단계이다.
- [0026] 예를 들면, 상기 반죽단계는 밀기울, 음식물쓰레기, 방부제 및 고형제의 혼합물에 물을 1 : 1~2(w/v), 1 : 1(w/v)로 섞어 30분에서 2시간 정도 반죽한다.
- [0027] 상기 방부제는 사료로 급여되었을 때 갈색거저리의 증체량을 감소시키지 않아야 하고, 증체량을 증가시키는 것을 사용하는 것이 보다 바람직하다.
- [0028] 예를 들면, 상기 방부제로는 소르빈산(Sorbic acid), 벤조산나트륨(Sodium benzoate), 칼슘(Calcium) 또는 프로피온산나트륨(Sodium propionate), 포름알데히드(Formaldehyde), 메칠파라벤(Methylparaben) 또는 자몽추출물일 수 있고, 바람직하게는 소르빈산(sorbic acid) 또는 자몽종자 추출물((grapefruit seed extract, GSE))일 수 있다.
- [0029] 상기 방부제는 사료에 0.01%~0.5중량%, 바람직하게는 0.05%~0.2중량% 포함될 수 있다.
- [0030] 상기 고형제는 분말이나 액상 형태의 사료 조성물을 고체나 겔형상으로 만들 수 있다. 즉, 상기 고형제는 분말 사료나 액상 사료를 소정 크기로 제형화할 수 있다.
- [0031] 상기 고형제로는 한천, 카라기난(Carrageenan), 전분, 알긴산, 젤라틴, 구아검, 그루틴, 소야 렉틴, 카복시메틸 셀룰로오스 등이 있다.
- [0032] 상기 고형제는 사료에 10%~30중량%, 바람직하게는 15%~30중량%, 보다 바람직하게는 15~25중량% 포함될 수 있다.
- [0033] 성형단계는 반죽된 상기 혼합물을 성형하고 건조시키는 단계로서, 반죽된 아메리카왕거저리용 사료를 지름이 3mm 이상, 바람직하게는 3mm~100mm의 크기로 성형할 수 있다.
- [0034] 건조단계는 성형이 완료된 후 60℃에서 50분간 열을 가해 사료에 함유된 수분을 일정정도 제거할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 아메리카왕거저리용 사료는 음식물쓰레기, 방부제 및 고형제를 포함한다. 음식물쓰레기, 방부제 및

고형제는 앞에서 상술된 내용을 참고할 수 있다.

[0036] 본 발명의 아메리카왕거저리용 사료는 음식물 쓰레기를 3종의 균주로 발효시켜 갈색거저리의 증체량과 지방 함량을 높였다. 또한, 본 발명의 아메리카왕거저리용 사료는 증체량을 감소시키지 않거나 증체량을 증가시킬 수 있는 방부제와 고형제를 첨가하여 사료를 소정 크기로 제형화함으로서 급여 효율 및 편리성을 향상시켰다.

[0037]

[0038] 이하 실시예를 통해, 본 발명을 더욱 상술하나 하기 실시예에 의해 본 발명이 제한되지 아니함은 자명하다.

[0040] (가) 경제성 및 사육효율 증대를 위한 10종 원료 조성 분석

[0041] 경제성 및 사육효율을 높이기 위해 기존 아메리카왕거저리 사육에 사용되는 밀기울과 농업 부산물(쌀겨, 옥수수대, 대두박, 참깨박, 들깨박, 비지박)과 커피박, 분변토, 음식물쓰레기 건식 사료((주) 흰돌, 천안)의 10종 사료 원료를 하기 표 1과 같이 선정하였으며, 표 2에는 표 1의 조성분을 분석하여 나타내었다. 표 2를 참고하면, 10종 사료 원료의 조성분 분석 결과 원료에 포함된 지방의 양은 쌀겨(21.81%)가 가장 높았으며, 착유 후 부산물인 참깨박과 들깨박이 그 뒤를 이었으며, 음식물쓰레기도 8.10%의 지방 함량을 보였다.

표 1

처리구	사료	처리구	사료
1	쌀겨	6	들깨박
2	밀기울	7	비지박
3	옥수수대	8	커피박
4	대두박	9	분변토
5	참깨박	10	음식물쓰레기

표 2

(g/100g)

	칼로리	탄수화물	단백질	지방	회분
쌀겨	471.44±0.49 ^a	52.99±0.05 ^c	15.69±0.20 ^{ef}	21.81±0.13 ^a	9.51±0.03 ^b
밀기울	399.80±0.89 ^{cd}	76.17±0.33 ^a	14.99±0.02 ^f	3.95±0.24 ^d	4.89±0.07 ^f
옥수수대	378.05±12.35 ^{de}	78.56±4.33 ^a	8.26±1.38 ^g	3.41±0.11 ^d	6.53±0.19 ^d
대두박	383.79±1.75 ^{cde}	21.19±1.89 ^e	68.31±1.97 ^a	2.86±0.14 ^e	7.64±0.21 ^c
참깨박	403.71±0.17 ^c	26.47±1.94 ^e	51.84±2.53 ^b	10.02±0.26 ^c	11.66±0.33 ^a
들깨박	428.43±1.10 ^b	39.27±1.34 ^d	44.41±1.06 ^c	10.41±0.23 ^c	5.90±0.05 ^e
비지박	404.53±0.35 ^c	61.03±1.68 ^b	31.21±1.82 ^d	3.96±0.09 ^d	3.81±0.05 ^g
커피박	478.73±0.51 ^a	65.06±0.56 ^b	16.60±0.63 ^{ef}	16.94±0.10 ^b	1.40±0.02 ^h
분변토	362.23±15.77 ^e	68.08±3.51 ^b	20.09±0.22 ^e	1.07±0.06 ^f	6.60±0.37 ^d
음식물쓰레기	384.74±0.91 ^{cde}	61.43±1.28 ^b	16.53±1.91 ^{ef}	8.10±0.42 ^c	7.98±0.08 ^c

[0044] (나) 경제성 및 사육효율 증대를 위한 10종 원료 급여 후 유충 증체량 및 성분 분석

[0045] 10종의 원료로 사육된 아메리카왕거저리의 증체량을 비교하였다. 20일간 급여하여 증체량을 측정하여 표 3에 나타내었다. 표 3을 참고하면, 증체량은 밀기울 50.28%, 음식물쓰레기 48.61%, 들깨박 43.14%, 대두박 42.56%, 분변토 40.48%, 비지박 38.45%, 참깨박 32.87%, 쌀겨 30.71%로 나타났으며, 밀기울과 음식물쓰레기를 급여하였을 때 유의한 증체량 증대효과가 나타났다. 두 가지 원료의 가격은 1 kg당 밀기울이 200원 음식물쓰레기 사료가 50

원이므로 더 경제적인 사료는 음식물쓰레기였으며, 증체량 증대효과도 밀기울과 비슷한 것으로 나타났다.

표 3

	5 일후	10 일후	15 일후	20 일후
쌀겨	8.58 ± 1.27	12.61 ± 4.65	21.55 ± 12.25	30.71 ± 10.86 ^{de}
밀기울	10.41 ± 5.18	18.57 ± 8.92	33.81 ± 11.48	50.28 ± 13.17 ^a
옥수수	7.48 ± 2.86	16.85 ± 9.10	20.91 ± 8.21	30.18 ± 11.19 ^{de}
대두박	9.54 ± 2.48	19.97 ± 10.40	28.44 ± 9.86	42.56 ± 5.21 ^{ab}
참깨박	6.15 ± 3.25	20.79 ± 15.55	23.91 ± 13.82	32.87 ± 8.46 ^{cd}
들깨박	6.52 ± 3.61	18.52 ± 8.82	27.21 ± 21.65	43.14 ± 19.48 ^{ab}
비지박	8.89 ± 5.84	14.28 ± 5.93	29.94 ± 13.19	38.45 ± 10.24 ^c
커피박	4.24 ± 2.82	11.25 ± 9.06	22.61 ± 9.80	30.69 ± 16.21 ^{de}
분변토	8.18 ± 5.87	17.85 ± 10.48	29.42 ± 11.13	40.48 ± 10.52 ^b
음식물쓰레기	8.95 ± 8.89	19.21 ± 10.49	31.79 ± 10.78	48.61 ± 18.35 ^a

10종 원료로 사육된 아메리카왕거저리 유충의 성분 분석 결과를 표 4에 나타내었다. 표 4를 참고하면, 음식물쓰레기 급여 시 아메리카왕거저리 유충 체내 지방함량(46.33%)이 가장 높음을 확인할 수 있었으며, 대두박(42.92%), 쌀겨(40.06%)가 그 뒤를 이었으며, 밀기울을 급여하였을 때 지방함량은 36.81%였다. 바이오디젤 생산용 곤충은 지방함량은 높을수록 효율적이고 증체량 또한 높아야 하므로 증체량과 지방함량이 모두 증가하였던 음식물쓰레기를 사료 원료로 선정하였다.

표 4

(g/100g)

처리구	단백질	지방	탄수화물	회분	칼로리
쌀겨	43.66 ± 0.55 ^d	40.06 ± 0.55 ^{bc}	11.37 ± 0.23 ^{abc}	2.88 ± 0.02 ^{bc}	581.67 ± 2.08 ^b
밀기울	44.53 ± 0.79 ^{cd}	36.81 ± 0.59 ^{cd}	13.63 ± 1.02 ^a	3.09 ± 0.02 ^a	534.00 ± 2.65 ^c
옥수수	48.27 ± 0.44 ^{ab}	38.46 ± 2.57 ^{cd}	7.83 ± 2.18 ^c	3.19 ± 0.03 ^a	573.33 ± 12.50 ^{bc}
대두박	45.17 ± 1.33 ^{bcd}	42.92 ± 0.78 ^{ab}	7.54 ± 1.94 ^c	2.74 ± 0.03 ^d	597.33 ± 3.51 ^a
참깨박	46.81 ± 1.03 ^{bcd}	37.09 ± 1.11 ^{cd}	11.74 ± 1.22 ^{ab}	3.11 ± 0.01 ^a	568.00 ± 5.57 ^{bc}
들깨박	48.57 ± 0.51 ^{ab}	35.55 ± 0.32 ^d	11.13 ± 0.56 ^{abc}	2.78 ± 0.02 ^{cd}	558.57 ± 1.53 ^{cd}
비지박	47.07 ± 1.05 ^{abc}	38.89 ± 1.40 ^{cd}	8.78 ± 0.31 ^{bc}	3.01 ± 0.04 ^{ab}	573.33 ± 7.23 ^{bc}
커피박	50.11 ± 0.32 ^a	35.41 ± 0.39 ^d	8.89 ± 0.11 ^{bc}	3.10 ± 0.03 ^a	555.00 ± 2.00 ^{cd}
분변토	47.19 ± 0.75 ^{abc}	37.07 ± 0.82 ^{cd}	10.07 ± 1.22 ^{abc}	3.21 ± 0.03 ^a	562.33 ± 4.04 ^{bcd}
음식물쓰레기	39.01 ± 0.71 ^e	46.33 ± 0.37 ^a	9.71 ± 0.44 ^{bc}	2.71 ± 0.05 ^{cd}	548.27 ± 5.97 ^{de}

(다) 사료 효율 증대를 위한 발효 조건 확립

발효를 통해 바이오에너지 생산용 곤충의 사료 효율을 높이기 위해 기존에 보고된 사료의 발효에 사용되는 6종 균주(Park et al., 2005; Kim et al., 2018; Jeong et al., 2017)를 선정하여 발효능을 평가하여 표 5에 나타내었다. 표 5를 참고하면, 탄수화물(amylase, maltase, sucrase)의 발효능은 L. fermentum, L. acidophilus가 우수한 것으로 나타났으며, 단백질(protease)과 지질(lipase) 발효 효능은 L. fermentum, L. acidophilus, P.

acidilactici가 우수하여 사료 발효를 위한 균주로 *L. fermentum*, *L. acidophilus*, *P. acidilactici*를 선정하였다.

표 5

	Amylase	Maltase	Sucrase	Protease	Lipase
<i>L. plantarum</i>	3.47 ± 0.24 ^b	35.28 ± 3.84 ^b	44.09 ± 3.35 ^a	107.70 ± 0.48	0.086 ± 0.001 ^b
<i>L. fermentum</i>	4.01 ± 0.50 ^a	85.13 ± 6.89 ^a	24.94 ± 1.45 ^c	112.35 ± 0.82	0.094 ± 0.002 ^a
<i>L. acidophilus</i>	3.56 ± 0.12 ^b	15.58 ± 3.56 ^d	73.96 ± 0.12 ^a	116.87 ± 0.98	0.093 ± 0.001 ^a
<i>P. acidilactici</i>	2.77 ± 0.29 ^c	28.98 ± 7.34 ^c	43.24 ± 3.52 ^b	112.59 ± 0.74	0.093 ± 0.001 ^a
<i>B. subtilis</i>	3.11 ± 0.09 ^b	25.27 ± 1.01 ^c	46.31 ± 0.24 ^b	100	0.090 ± 0.001 ^a
<i>S. cerevisiae</i>	3.34 ± 0.12 ^b	42.68 ± 2.64 ^b	42.70 ± 0.80 ^b	106.85 ± 0.57	0.096 ± 0.002 ^a

선정된 3종의 발효균주(3 microorganisms, 3M)와 기존 사료 발효에 사용되는 유용미생물(effective microorganisms, EM), 효모(yeast, Y) 1×10⁶ CFU/mL를 밀기울/음식물쓰레기 혼합사료에 50 mL/kg 용량으로 첨가하여 5, 7, 14, 21, 28일간 발효한 후(days after fermentation, DAF) 아메리카왕거저리 유충에 급여하여 증체량을 확인하였다. 표 6은 EM, 표 7은 효모(yeast), 표 8은 3M(3종의 발효균주)로 발효된 사료를 급여한 아메리카왕거저리의 증체량을 나타낸 것이다. 표 6, 7, 8을 참고하면, 균주별로는 3종 발효균주를 이용하여 발효하였을 때 가장 높은 증체량 증대 효과를 보였으며, EM의 경우 7일, 효모는 14일, 3종균주는 5일 발효하였을 때 증체량 증대 효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 사료제작의 경제성을 고려하였을 때, 발효기간이 짧을수록 경제적이며, 효율성을 고려하였을 때는 증체량 증대효과가 높아야 하므로 증체량 증대효과가 가장 좋으며 가장 짧은 발효기간을 가지는 3종균주 5일 발효사료를 바이오에너지 생산용 아메리카왕거저리의 사료로 선정하였다.

표 6

처리구	5일후	10일후	15일후	20일후
FW	10.39 ± 3.59	27.81 ± 5.54	22.26 ± 5.09	30.59 ± 6.94
FW/EM/5일	10.43 ± 1.78	21.16 ± 6.55	17.18 ± 6.94	30.68 ± 10.06
FW/EM/7일	6.97 ± 3.99	37.41 ± 18.76	29.94 ± 11.88	37.95 ± 19.20
FW/EM/14일	10.28 ± 0.02	21.35 ± 4.42	16.20 ± 4.06	34.13 ± 5.31
FW/EM/21일	10.79 ± 0.70	20.46 ± 3.76	16.09 ± 2.07	30.39 ± 2.58
FW/EM/28일	12.93 ± 1.31	18.92 ± 4.55	11.98 ± 3.95	33.48 ± 5.13

표 7

처리구	5일후	10일후	15일후	20일후
FW	22.68 ± 2.86	26.65 ± 9.06	21.08 ± 9.39	30.62 ± 11.21
FW/Y/5일	21.40 ± 6.15	25.42 ± 5.82	19.03 ± 5.74	32.67 ± 7.21
FW/Y/7일	23.82 ± 3.11	22.94 ± 10.91	17.13 ± 6.23	30.59 ± 23.91
FW/Y/14일	30.49 ± 11.58	25.98 ± 2.61	20.09 ± 2.95	37.15 ± 3.59
FW/Y/21일	26.56 ± 2.79	28.28 ± 6.51	28.73 ± 6.70	37.79 ± 4.86
FW/Y/28일	12.93 ± 1.31	18.92 ± 4.55	11.98 ± 3.95	23.48 ± 5.13

표 8

처리구	5일후	10일후	15일후	20일후
FW	10.25 ± 5.41	27.34 ± 5.13	23.23 ± 6.02	31.54 ± 6.21
FW/3M/5일	6.02 ± 4.09	27.36 ± 3.94	24.44 ± 1.37	43.82 ± 7.51
FW/3M/7일	6.36 ± 5.66	26.72 ± 7.58	19.99 ± 6.85	40.05 ± 6.31

FW/3M/14일	11.14 ± 8.38	22.75 ± 3.08	17.85 ± 2.96	36.69 ± 5.14
FW/3M/21일	10.36 ± 6.64	25.06 ± 4.98	21.71 ± 4.12	41.70 ± 3.52
FW/3M/28일	12.93 ± 1.31	18.92 ± 4.55	11.98 ± 3.95	37.48 ± 5.13

[0056] (라) 대상원료에 방부제 첨가 조건 확립

[0057] 곤충사료에 보편적으로 사용되는 sorbic acid(S)와 천연 유래 방부제로 알려진 자몽종자추출물(grapefruit seed extract, GSE)을 발효음식물쓰레기 사료(fermented food waste, FFW)에 각각 0.05%, 0.10%, 0.15% 혼합한 후 아메리카왕거저리에 급여해 유충의 증체량을 비교 분석하여 표 9에 나타내었다. 표 9를 참고하면, sorbic acid 0.05%와 GSE 0.05%의 농도로 첨가하였을 때의 증체량이 각각 49.04%, 46.29%로 나타났다. 경제성을 고려하였을 때 1kg 기준 sorbic acid와 GSE의 가격은 각각 7,100원과 11,500원이었기 때문에 저렴한 sorbic acid의 경제성이 더 높으며 증체량 또한 sorbic acid가 더 높아 바이오에너지 생산용 아메리카왕거저리 사료의 방부제로는 sorbic acid를 선정하였다. 또한, 방부제를 첨가하지 않은 발효 음식물쓰레기 사료(43.82%)보다 높은 증체량을 나타내어 첨가된 방부제가 증체량 증대효과도 있는 것으로 생각된다

표 9

[0058]

	5일후	10일후	15일후	20일후
FW	12.93 ± 1.31	18.92 ± 4.55	11.98 ± 3.95	23.48 ± 5.13 ^b
FFW/S 0.05%	25.57 ± 7.51	33.04 ± 6.59	27.34 ± 6.33	49.04 ± 9.38 ^a
FFW/S 0.10%	19.26 ± 1.56	37.87 ± 5.01	34.09 ± 5.47	44.20 ± 4.14 ^a
FFW/S 0.15%	15.57 ± 0.63	27.99 ± 5.80	28.34 ± 9.42	44.67 ± 9.14 ^a
FFW/GSE 0.05%	18.00 ± 5.92	30.75 ± 9.92	21.23 ± 3.09	46.29 ± 2.61 ^a
FFW/GSE 0.10%	17.38 ± 5.30	27.72 ± 2.93	29.33 ± 4.10	40.24 ± 2.98 ^a
FFW/GSE 0.15%	15.82 ± 8.12	24.06 ± 2.93	26.14 ± 1.31	38.78 ± 5.74 ^a

[0059] (마) 아메리카왕거저리 인공사료의 고형화 조건 확립

[0060] 상기 아메리카왕거저리의 FFWS(fermented food waste with sorbic acid, FFWS)사료의 고형화 조건을 확립하기 위해 한천(agar, A), 카라기난(carrageenan, C), 감자전분(starch, S)을 사료량의 25%로 첨가하고 증류수를 사료량의 1:1(w/v)로 첨가하여 대용량 반죽기로 1시간 동안 반죽한 후 민서기를 활용하여 6mm 지름의 크기로 뽑아 내었다. 뽑아낸 사료는 60℃에서 각각 50, 100, 150분간 건조한 후 작두로 잘라 아메리카왕거저리에 급여하였다. 3가지 고형화 재료를 첨가한 사료를 급여한 아메리카왕거저리의 증체량을 측정하여 표 10에 나타내었다. 표 10을 참고하면, 고형화 재료에 따른 증체량은 유의미한 차이가 없었다. 그러나 건조시간이 짧을수록 증체량이 증가하는 것을 확인하였다. 이는 짧은 시간 건조하였을 때, 사료에 남아있는 수분이 증체량에 영향을 끼친 것으로 생각된다. 경제성을 고려하였을 때, 본 실험에 사용된 한천(6,380원/100 g), 카라기난(10,900원/100 g), 감자전분(7,900원/100 g)중 가격이 저렴하며 증체량 증대효과가 높았던 한천을 고형화 재료로 선정하였다.

표 10

[0061]

	5일후	10일후	15일후	20일후
WB	18.25 ± 8.16	28.60 ± 8.48	37.15 ± 6.63	45.57 ± 4.85
FW	12.60 ± 9.60	27.18 ± 8.42	35.47 ± 12.74	45.95 ± 2.39
FFW	19.14 ± 6.84	32.03 ± 8.42	43.15 ± 5.61	52.59 ± 7.91
FFW/S/A/50분	12.16 ± 7.38	30.60 ± 4.59	40.30 ± 3.29	55.95 ± 5.49
FFW/S/A/100분	10.39 ± 1.31	24.84 ± 4.02	36.00 ± 4.79	50.42 ± 8.51
FFW/S/A/150분	21.17 ± 14.54	27.96 ± 13.93	35.70 ± 14.55	48.88 ± 5.34
FFW/S/C/50분	10.63 ± 4.31	31.81 ± 10.55	42.10 ± 6.51	53.84 ± 10.08
FFW/S/C/100분	17.57 ± 11.33	29.27 ± 4.75	41.55 ± 11.72	51.48 ± 9.26

FFW/S/C/150분	15.56 ± 12.82	28.68 ± 7.94	36.06 ± 8.39	47.14 ± 3.93
FFW/S/S/50분	16.33 ± 10.34	32.10 ± 8.65	44.85 ± 15.05	53.47 ± 2.08
FFW/S/S/100분	21.89 ± 2.06	28.60 ± 2.00	37.96 ± 13.78	49.84 ± 1.61
FFW/S/S/150분	22.53 ± 9.49	32.00 ± 11.74	39.59 ± 11.72	46.80 ± 8.20

[0062] (바) 고형화된 사료와 밀기울로 사육된 아메리카왕거저리의 조성분 분석

[0063] 음식물쓰레기(FW) 원료를 준비하였다. 3종 균주(*L. fermentum*, *L. acidophilus*, *P. acidilactici*) 1×10^6 CFU/mL를 FW에 50 mL/kg 용량으로 음식물 쓰레기에 접종하여 5일간 발효하였다(FFW). 발효가 끝난 FFW에 방부제로써 sorbic acid 0.05%를 첨가하여 준 후(FFW-S), 고형제로써 agar 25%를 첨가하였다(FFW-SA). 그 후 혼합물과 증류수를 1:1(w/v)로 섞어 60분간 반죽기에서 반죽한다. 반죽이 끝난 FFWSA는 6mm 지름으로 성형한뒤 50분간 60℃에서 건조한 후(FFW-SA50) 4℃에서 냉장보관하였다.

[0064] 위에서 제조된 발효 음식물쓰레기(fermented food waste, FFW)/S/A/50분(FFWSA50) 사료를 급여한 아메리카왕거저리와 WB(밀기울)로 사육된 아메리카왕거저리의 지방함량을 비교한 결과를 표 11에 나타내었다. 표 11을 참고하면, FFWSA50 사료를 급여한 아메리카왕거저리의 지방함량이 유의미하게(18%) 증가한 것을 확인할 수 있었다. 따라서 본 발명의 사료는 바이오에너지 생산용 아메리카왕거저리의 증체량과 지방함량을 증가에 효과가 있는 것으로 나타났다.

표 11

[0065]

	조단백질	조지방	탄수화물	조회분	칼로리
밀기울	44.53 ± 0.79	36.81 ± 0.59	13.63 ± 1.02	3.09 ± 0.02	534.00 ± 2.65
FFWSA50	42.01 ± 0.32	43.46 ± 0.78 *	9.24 ± 0.11	2.42 ± 0.01	546.33 ± 5.53

[0066] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지능에 자명한 것이다.

도면

도면1

