(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111436399 B
(45)授权公告日 2021.11.23

(21)申请号 202010162866.8
(22)申请日 2020.03.10
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111436399 A
(43)申请公布日 2020.07.24
(73)专利权人 广州无两生物科技有限公司
地址 510000 广东省广州市天河区天源路180号之一209B-1号铺位
专利权人 广州丰晟生态环境有限公司
(72)发明人 胡文锋 印剑 黎凯 庞旭 李楚君
(74)专利代理机构 广州正明知识产权代理事务所(普通合伙) 44572
代理人 成姗
(51)Int.Cl.
A01K 67/033(2006.01)
(56)对比文件
CN 110432230 A,2019.11.12
CN 105145496 A,2015.12.16
CN 208836835 U,2019.05.10
CN 109221021 A,2019.01.18
CN 107801693 A,2018.03.16
CN 207531712 U,2018.06.26
CN 103461284 A,2013.12.25
CN 101622972 A,2010.01.13
CN 105906390 A,2016.08.31
CN 110074007 A,2019.08.02
CN 205030365 U,2016.02.17
CN 205962411 U,2017.02.22
CN 208836834 U,2019.05.10
CN 109757440 A,2019.05.17
林嘉聪等.不同光照条件下蚯蚓避光性运动与蚓粪机械化分离参数量化.《农业工程学报》.2018,(第02期),
李慧琴等.黑水虻养殖装置翻转器的优化设计.《工艺设备》.2019,第40卷(第17期),第12-16页.
审查员 段虎

权利要求书1页 说明书9页

(54)发明名称

一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法

(57)摘要

本发明属于黑水虻养殖技术领域,具体涉及一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法,根据黑水虻幼虫的避光特性,利用光照刺激黑水虻幼虫,当给予高于一定光照强度的光照时,黑水虻幼虫钻入原料内,从而由内向外采食;当给予低于一定光照强度的光照或完全没有光照时,黑水虻幼虫爬出原料,并由内向外采食,从而通过调节不同的光照强度,强迫其改变采食的位置和原料深度,最终达到提高原料采食效率的目的。

CN 111436399 B

1.一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法，其特征在于，在黑水虻养殖槽的上方或/和下方增设光照设备，在黑水虻幼虫采食的过程中通过调整光照设备的光照强度，从而改变黑水虻幼虫采食的位置和原料深度；所述养殖槽中配有翻抛设备，待翻抛设备在养殖槽中完成翻抛后，再调整光照设备的光照强度；当所述原料的含水量高于60％时，将光照设备的光照强度调节至大于1000 Lux，并且采用翻抛设备每天对原料翻抛3-5次。

2.根据权利要求1所述的一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法，其特征在于，还包括调整养殖槽内原料底部和/或表面的温度的步骤。

3.根据权利要求1所述的一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法，其特征在于，所述养殖槽的上方和/或底部还设有温控设备。

4.根据权利要求1所述的一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1.待幼虫投放到原料上，采食3-5 h后启动翻抛设备；

S2.按照常规养殖规程完成一次翻抛；

S3.将光照设备的光照强度调节至大于1000 Lux，照射1-2 h；

S4.重复步骤S2和S3，直到完成采食。

5.根据权利要求3所述的一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1.待幼虫投放到原料上，采食3-5 h后启动翻抛设备；

S2.按照常规养殖规程完成一次翻抛；

S3.将光照设备的光照强度调节至大于1000 Lux，照射1-2 h；或/和打开温控设备进行循环控温处理，每隔10-30 min控温一次，每次控温1-10min；

S4.重复步骤S2和S3，直到完成采食。

6.根据权利要求5所述的一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法，其特征在于，当养殖槽内的原料变成蓬松、颗粒状，且2-4h内不发生量的变化时，即可判断原料被采食完毕。

7.一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法，其特征在于，在黑水虻养殖槽的上方或/和下方增设光照设备，在黑水虻幼虫采食的过程中通过调整光照设备的光照强度，从而改变黑水虻幼虫采食的位置和原料深度；所述养殖槽中配有翻抛设备，待翻抛设备在养殖槽中完成翻抛后，再调整光照设备的光照强度；当所述原料的含水量低于60％，且内部温度高于35℃时，将光照设备的光照强度调节至大于1000 Lux，并且采用翻抛设备每天对原料翻抛2-3次。

一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法

技术领域

[0001] 本发明属于黑水虻养殖技术领域，具体涉及一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法。

背景技术

[0002] 黑水虻(Hermetia illucens L.)是一种腐生性的水虻科昆虫，原产于美洲，目前已经广泛分布于全世界，主要分布在南北纬40度之间。黑水虻幼虫可以取食原料，例如餐厨垃圾和畜禽粪便等，并把原料转化为高营养虫体和虫粪。虫粪是天然的有机肥。虫体含有高蛋白高能量，不仅可以直接做养殖业的饲料原料，并且还可以提取抗菌肽、甲壳素等生物活性物质，提升价值。因此，大批量饲养黑水虻幼虫，不仅有利于环保，还能产生新的饲料蛋白与能量，因此具有很好的社会、环保和经济效益。

[0003] 黑水虻的生命历时约为40-45天，分别经过卵、幼虫、预蛹、蛹和成虫5个阶段。黑水虻在从虫卵孵化为幼虫之后，采食量非常大，是黑水虻的“黄金”采食阶段，通常利用这个阶段的黑水虻来处理有机废弃物或提供丰富营养的原料，以保障黑水虻幼虫的正常生长。黑水虻在采食过程中，除去自身能耗外，经过它们的生物转化，可以让原料的80％变成自身的高质量昆虫蛋白和脂肪，20％则成为富含养分的虫粪有机肥。

[0004] 但由于原料的来源不同，干湿程度、膨松程度以及营养成分分布差异较大，黑水虻幼虫在采食时，会具有选择性：如果垃圾的湿度太高，或者温度偏高，幼虫会从原料的最外面向里面采食，并且采食的过程中会不断将垃圾原料摊开，直到将垃圾全部采食完为止；如果垃圾较干，或者温度较低，幼虫会由里向外采食；以上两种采食过程虽然都能消耗掉这些原料里面的大部分营养物质，但由于采食的选择性，会导致原料消耗不彻底。

[0005] 为提高幼虫的采食效率和均匀性，现有的养殖方法一般会在原料里面添加辅料将原料处理成统一的干湿度标准，但这样会导致养殖成本过高。因此，为节约成本，现有的养殖设备增加了翻抛设备来缓解采食不彻底的问题，但翻抛设备在翻抛原料时，会把已经采食过的和没有采食过的原料搅拌在一起，从而也增大了待处理量和采食难度，所以并不能从根本上解决采食不彻底的问题。

[0006] 因此，有必要提供一种成本低，且有利于提高原料采食效率和均匀性的黑水虻采食调控方法。

发明内容

[0007] 为了克服上述现有技术的不足，本发明所要解决的技术问题是提供一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法，根据黑水虻幼虫的避光特性，利用光照刺激黑水虻幼虫，从而强迫其改变采食的方式，最终达到提高垃圾采食效率的目的。

[0008] 为实现上述目的，本发明所采用的技术方案为：

[0009] 本发明提供一种调控黑水虻幼虫采食原料的方法，具体为：在黑水虻养殖槽的上方或/和下方增设光照设备，在黑水虻幼虫采食的过程中通过调整光照设备的光照强度，从

而改变黑水虻幼虫采食的位置和原料深度。

[0010] 由于黑水虻幼虫对光线比较敏感，当光线强度超过一定程度后，幼虫会找一个比较避光的地方进行隐匿，即黑水虻幼虫的避光特性。利用这一特性，可以在养殖槽的上方或/和下方增加具有一定光照强度的光照设备来调整黑水虻幼虫的采食方式。利用光照刺激黑水虻幼虫，当给予高于一定光照强度的光照时，黑水虻幼虫会为了躲避光照，钻入原料内，从而由内向外采食；当给予低于一定光照强度的光照或完全没有光照时，黑水虻幼虫爬出原料，并由内向外采食，因此可以通过调节不同的光照强度，改变黑水虻幼虫的不同采食位置和原料深度，以此达到调控黑水虻幼虫采食过程，彻底采食原料的目的。

[0011] 优选的，所述光照设备产生小于500Lux的光照强度，或/和产生大于1000Lux的光照强度，所述光照设备产生的光照的波长为380-780nm。

[0012] 当光照强度高于1000Lux时，可以保证养殖槽内各个位置的光照均处于黑水虻幼虫的光照敏感区，由于黑水虻幼虫的避光特性，从而可以使养殖槽内的黑水虻幼虫钻到原料里面从内到外进行采食；而当光照强度低于500Lux时或者不给予光照时，养殖槽内各个位置的光照均处于黑水虻幼虫的非光照敏感区，此时养殖槽内的黑水虻幼虫会从原料的表面从外到内进行采食。

[0013] 优选的，所述养殖槽中配有翻抛设备，待翻抛设备在养殖槽中完成翻抛后，再调整光照设备的光照强度。

[0014] 更多情况下，为促进原料的通风散热，不至于温度过高影响黑水虻幼虫的存活，一般需要采用翻抛设备对养殖槽内的原料进行翻抛处理，翻抛虽然能在一定程度上增加了原料的透气性，降低其温度，但也会导致黑水虻幼虫的采食积极性下降，同样会出现采食不彻底的问题，原因在于：养殖槽经翻抛设备进行翻抛后，会将幼虫没有采食的原料和已经完成采食的原料混合在一起，这个时候黑水虻幼虫就不喜欢采食了，即黑水虻幼虫的采食积极性下降很多，这时候，可以利用黑水虻幼虫的避光特性，在常规黑水虻养殖过程中配合使用翻抛设备的前提下，再在养殖槽上方增设光照设备，当给予高于一定光照强度的光照后，能强迫黑水虻幼虫钻到垃圾里面进行采食，从而解决采食不彻底的问题。

[0015] 优选的，在其他一些实施方式下，当所述原料的含水量高于60％时，将光照设备的光照强度调节至大于1000Lux，并且采用翻抛设备每天对原料翻抛3-5次。

[0016] 原料的含水量过高，会导致透气性不好，而且堆放过程中很容易发生发酵热，导致温度过高，对于这种湿垃圾，黑水虻幼虫一般采食表面层后会跑掉不吃，也会导致采食不彻底的问题，此时同样利用上述方法，能强迫黑水虻幼虫钻到原料里面进行采食，从而解决采食不彻底的问题。

[0017] 优选的，在另外一些实施方式下，当所述原料的含水量低于60％，且内部温度高于35℃时，将光照设备的光照强度调节至大于1000Lux，并且采用翻抛设备每天对原料翻抛2-3次。

[0018] 原料的投放量有一定厚度(10cm以上)，一般需要8天以上才能吃完，对于较干的原料，黑水虻幼虫从表面采食进去3cm左右后就不再继续往里采食了，因为里面的原料透气性不好，此时同样可以利用黑水虻幼虫的避光特性，改变黑水虻幼虫的采食深度，解决采食不彻底的问题。

[0019] 利用黑水虻幼虫的避光特性，可以在养殖槽的上方增加具有一定光照强度的光照

设备来调整黑水虻幼虫的采食方式。

[0020] 利用上述特性调控黑水虻幼虫采食原料的方法，具体包括以下步骤：

[0021] S1.待幼虫投放到原料上，采食3-5h后启动翻抛设备；

[0022] S2.按照常规养殖规程完成一次翻抛；

[0023] S3.将光照设备的光照强度调节至大于1000Lux，照射1-2h；

[0024] S4.重复步骤S2和S3，直到完成采食。

[0025] 然后利用黑水虻幼虫的避光特性进行虫料分离：将光照设备的光照强度调节至大于1000Lux，幼虫就会躲避到养殖槽内虫料混合物的最下层，然后把上层的废料剔除，剩下的虫料混合物可使用机械筛进行虫料分离。

[0026] 在一些特殊情况下，黑水虻幼虫对温度也比较敏感，当温度超过或低于一定程度后(一般31℃以上或者15℃以下)，幼虫会找一个温度比较舒适的地方(15-30℃之间)进行隐匿。在气温较高的天气(30℃以上)，当原料内部的温度过高时，即使对幼虫给予超过一定光照强度的光照，仍然会有很大一部分幼虫不钻进原料里面采食，或者仅聚集在较浅的原料表层进行采食；在气温较低的天气(15℃以下)，黑水虻幼虫会聚集在原料底部采食，造成采食不彻底，这个时候在进行光照处理的同时还需要对原料的表面和/或底部进行升温或降温处理，使原料表面和/或底部的温度不在幼虫的舒适区，从而使幼虫钻到原料的中部进行采食，提高采食的效率。

[0027] 针对上述情况，本发明还包括调整养殖槽内原料底部和/或表面的温度的步骤。

[0028] 优选的，所述养殖槽的上方和/或底部还设有温控设备，所述温控设备为加热设备(如地暖、电热毯、电热丝、红外加热器、电加热、暖风机)，或者制冷设备(如循环水管、半导体制冷片、立式空调、冷风机等)，待翻抛设备在养殖槽中完成翻抛后，通过所述温控设备调整原料底部和/或表面的温度，从而改变黑水虻幼虫采食的位置和原料深度。

[0029] 利用黑水虻幼虫对温度敏感的特性调控黑水虻幼虫采食原料的方法，具体包括以下步骤：

[0030] S1.待幼虫投放到原料上，采食3-5h后启动翻抛设备；

[0031] S2.按照常规养殖规程完成一次翻抛；

[0032] S3.将光照设备的光照强度调节至大于1000Lux，照射1-2h，或/和打开温控设备进行循环控温处理，每隔10-30min控温一次，每次控温1-10min；

[0033] S4.重复步骤S2和S3，直到完成采食。

[0034] 最后再利用黑水虻幼虫的避光特性进行虫料分离。

[0035] 优选的，完成原料采食的标准为：当养殖槽内的原料变成蓬松、颗粒状，且2-4h内不发生量的变化时，即可判断原料被采食完毕。

[0036] 优选的，所述原料为餐厨垃圾、豆渣、过期食品、食品加工副产物、畜禽粪便等。

[0037] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0038] 黑水虻幼虫在采食原料过程中，会由于温度和/或湿度的原因，或者翻抛设备的处理，使得其对原料进行选择性采食，从而导致原料处理不彻底，为此，本发明提供一种调控黑水虻幼虫采食的方法，根据黑水虻幼虫的避光特性，利用光照刺激黑水虻幼虫，当给予低于一定光照强度的光照或完全没有光照时，黑水虻幼虫由外向内采食；当给予高于一定光照强度的光照时，黑水虻幼虫由内向外采食，从而通过调节不同的光照强度，强迫其改变采

食的位置和原料深度，最终达到提高原料采食效率的目的。采用该方法采食的过程中，所述黑水虻幼虫投进去采食5天后，平均每天加料3次，能够保证黑水虻幼虫对原料的充分采食。本发明提供的方法与往原料中添加辅料相比，不仅可以节约成本，而且能提高采食的效率，既更有利于环保，又具有更好的经济效益。此外，在外界温度过高或过低的情况下，采用控温处理辅助光照刺激可以更有效的提高黑水虻幼虫的采食效果。

具体实施方式

[0039] 下面对本发明的具体实施方式作进一步说明。在此需要说明的是，对于这些实施方式的说明用于帮助理解本发明，但并不构成对本发明的限定。此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0040] 下述实验例中所使用的试验方法如无特殊说明，均为常规方法；所使用的材料、试剂等，如无特殊说明，为可从商业途径得到的试剂和材料。

[0041] 实施例1采用本发明方法和常规方法调控黑水虻幼虫采食1吨湿度低的垃圾

[0042] (1)采用本发明方法调控黑水虻幼虫分别采食1吨含水量分别为25％、40％、55％的餐厨垃圾

[0043] 本实验的养殖设备包括养殖槽(长宽高为2m×2m×0.75m)，设置在养殖槽槽口附近的翻抛设备(公告号为CN110432229A的专利中涉及的翻抛设备)以及设置在养殖槽中心位置的正上方或/和正下方的可调节灯泡，灯泡距离养殖槽槽口0.75m，灯泡的光照强度至少包括400Lux和1200Lux两个档位。调控黑水虻幼虫采食的方法具体包括以下步骤：

[0044] S1、先将餐厨垃圾投放到养殖槽中，投放厚度为15cm，然后往养殖槽中投放3日龄的黑水虻幼虫，黑水虻幼虫的投放量与餐厨垃圾的投放量的质量比为3:100，采食5个小时后(采食3cm左右，此时餐厨垃圾内透气性不好且温度过高，黑水虻幼虫产生逃食现象)启动翻抛设备；

[0045] S2、参照专利公告号为CN110432230A的专利方法(一种基于养殖设备的黑水虻养殖方法)，按照常规养殖规程完成一次翻抛；

[0046] S3、将灯泡的光照强度调节至大于1200Lux，照射1.5h；

[0047] S4、按照步骤S2和S3的方法对餐厨垃圾进行翻抛和光照处理，每天翻抛3次；

[0048] S5、当黑水虻幼虫投进去采食5天，平均每天加料3次，每次加料量为黑水虻幼虫投放量的25倍，投完1吨餐厨垃圾后，定时观察养殖槽内餐厨垃圾的变化情况，当养殖槽内的原料变成蓬松、颗粒状，且3h内不发生量的变化时，即可判断原料被采食完毕；

[0049] S6.利用黑水虻幼虫的避光特性进行虫料分离：将光照设备的光照强度调节至大于1000Lux，幼虫就会躲避到养殖槽内虫料混合物的最下层，然后把上层的废料剔除，剩下的虫料混合物可使用机械筛进行虫料分离。

[0050] 最后对采食完毕的原料进行筛分后，统计养殖槽内餐厨垃圾的残余重量(以未降解的大块残料为统计标准)，并按照以下公式计算餐厨垃圾的采食效率；同时，统计饲养得到的黑水虻幼虫的总鲜重。

[0051] 采食效率＝(餐厨垃圾的总投放量-餐厨垃圾的残余量)/餐厨垃圾的总投放量×100％。

[0052] (2)采用常规方法调控黑水虻幼虫分别采食1吨含水量分别为25％、40％、55％的

餐厨垃圾

[0053] 常规方法的养殖设备同上，调控黑水虻幼虫采食的方法同上，唯一不同的是不施加光照，具体包括以下步骤：

[0054] S1、先将餐厨垃圾投放到养殖槽中，投放厚度为15cm，然后往养殖槽中投放3日龄的黑水虻幼虫，黑水虻幼虫的投放量与餐厨垃圾的投放量的质量比为3:100，采食5个小时后(采食3cm左右，此时餐厨垃圾内透气性不好且温度过高，黑水虻幼虫产生逃食现象)启动翻抛设备；

[0055] S2、参照专利公告号为CN110432230A的专利方法(一种基于养殖设备的黑水虻养殖方法)，按照常规养殖规程完成一次翻抛；

[0056] S3、按照步骤S2的方法对餐厨垃圾进行翻抛处理，每天翻抛3次；

[0057] S4、当黑水虻幼虫投进去采食5天，平均每天加料3次，每次加料量为黑水虻幼虫投放量的25倍，投完1吨餐厨垃圾后，定时观察养殖槽内餐厨垃圾的变化情况，当养殖槽内的原料变成蓬松、颗粒状，且3h内不发生量的变化时，即可判断原料被采食完毕。

[0058] 进行虫料分离后对采食完毕的原料进行筛分处理，统计养殖槽内餐厨垃圾的残余重量(以未降解的大块残料为统计标准)，并计算餐厨垃圾的采食效率和黑水虻幼虫的总鲜重。

[0059] 由表1的实验结果可以看出，采用本发明方法调控黑水虻幼虫的采食，既更有利于环保，又可以获得更好的经济效益。

[0060] 表1黑水虻幼虫对低湿度垃圾的采食情况

[0061]

处理方法	垃圾的湿度	采食效率（%）	获得鲜虫重（kg）/1 吨垃圾	处理时间（d）
本发明方法	25%	97.65	221.64	11
	40%	95.45	210.57	12
	55%	93.74	203.41	14
常规方法	25%	83.27	155.43	16
	40%	80.46	152.65	18
	55%	77.83	148.53	20

[0062] 实施例2采用本发明方法和常规方法调控黑水虻幼虫采食1吨湿度高的垃圾

[0063] (1)采用本发明方法调控黑水虻幼虫分别采食1吨含水量分别为60％、70％、80％的餐厨垃圾

[0064] 本实验的养殖设备同实施例1，调控黑水虻幼虫采食的方法具体包括以下步骤：

[0065] S1、先将餐厨垃圾投放到养殖槽中，投放厚度为10cm，然后往养殖槽中投放3日龄的黑水虻幼虫，黑水虻幼虫的投放量与餐厨垃圾的投放量的质量比为3:100，采食3个小时后(湿度高，餐厨垃圾的透气性不好，黑水虻幼虫采食后很快就出现逃食现象)启动翻抛设备；

[0066] S2、参照专利公告号为CN110432230A的专利方法(一种基于养殖设备的黑水虻养殖方法)，按照常规养殖规程完成一次翻抛；

[0067] S3、将灯泡的光照强度调节至大于1200Lux，照射1.5h；

[0068] S4、按照步骤S2和S3的方法对餐厨垃圾进行翻抛和光照处理，每天翻抛5次；

[0069] S5、当黑水虻幼虫投进去采食5天后，平均每天加料3次，每次加料量为黑水虻幼虫投放量的20倍，投完1吨餐厨垃圾后，定时观察养殖槽内餐厨垃圾的变化情况，当养殖槽内的原料变成蓬松、颗粒状，且3h内不发生量的变化时，即可判断原料被采食完毕；

[0070] S6.利用黑水虻幼虫的避光特性进行虫料分离：将光照设备的光照强度调节至大于1000Lux，幼虫就会躲避到养殖槽内虫料混合物的最下层，然后把上层的废料剔除，剩下的虫料混合物可使用机械筛进行虫料分离。

[0071] 最后对采食完毕的原料进行筛分后，统计养殖槽内餐厨垃圾的残余重量(以未降解的大块残料为统计标准)，并计算餐厨垃圾的采食效率和黑水虻幼虫的总鲜重。

[0072] (2)采用常规方法调控黑水虻幼虫分别采食1吨含水量分别为60％、70％、80％的餐厨垃圾

[0073] 常规方法的养殖设备同上，调控黑水虻幼虫采食的方法同上，唯一不同的是不施加光照，具体包括以下步骤：

[0074] S1、先将餐厨垃圾投放到养殖槽中，投放厚度为10cm，然后往养殖槽中投放3日龄的黑水虻幼虫，黑水虻幼虫的投放量与餐厨垃圾的投放量的质量比为3:100，采食3个小时后(湿度高，餐厨垃圾的透气性不好，黑水虻幼虫采食后很快就出现逃食现象)启动翻抛设备；

[0075] S2、参照专利公告号为CN110432230A的专利方法(一种基于养殖设备的黑水虻养殖方法)，按照常规养殖规程完成一次翻抛；

[0076] S3、按照步骤S2的方法对餐厨垃圾进行翻抛处理，每天翻抛5次；

[0077] S4、当黑水虻幼虫投进去采食5天后，平均每天加料3次，每次加料量为黑水虻幼虫投放量的20倍，投完1吨餐厨垃圾后，定时观察养殖槽内餐厨垃圾的变化情况，当养殖槽内的原料变成蓬松、颗粒状，且3h内不发生量的变化时，即可判断原料被采食完毕。

[0078] 进行虫料分离后对采食完毕的原料进行筛分处理，统计养殖槽内餐厨垃圾的残余重量(以未降解的大块残料为统计标准)，并计算餐厨垃圾的采食效率和黑水虻幼虫的总鲜重。

[0079] 由表2的实验结果可以看出，采用本发明方法调控黑水虻幼虫的采食，既更有利于环保，又可以获得更好的经济效益。

[0080] 表2黑水虻幼虫对高湿度垃圾的采食情况

[0081]

处理方法	垃圾的湿度	采食效率（%）	获得鲜虫重（kg）/1 吨垃圾	处理时间（d）
本发明方法	60%	92.54	202.43	12
	70%	89.37	194.56	13
	80%	85.78	185.75	15
常规方法	60%	70.53	140.65	17
	70%	65.45	133.97	19
	80%	60.36	126.75	21

[0082]

[0083] 实施例3在气温较高或较低的天气(外界温度分别为32℃和10℃)采用本发明方法和常规方法调控黑水虻幼虫采食1吨含水量为40％的餐厨垃圾

[0084] 方法1:仅给予光照处理

[0085] 具体实验方法同实施例1。

[0086] 方法2:同时给予光照处理和控温处理

[0087] 本实验的养殖设备同实施例1,同时在养殖槽正上方设有红外加热器,和/或在养殖槽底部设有循环水管。调控黑水虻幼虫采食的方法具体包括以下步骤:

[0088] S1、先将餐厨垃圾投放到养殖槽中,投放厚度为15cm,然后往养殖槽中投放3日龄的黑水虻幼虫,黑水虻幼虫的投放量与餐厨垃圾的投放量的质量比为3:100,采食5个小时后启动翻抛设备;

[0089] S2、参照专利公告号为CN110432230A的专利方法(一种基于养殖设备的黑水虻养殖方法),按照常规养殖规程完成一次翻抛;

[0090] S3、将灯泡的光照强度调节至大于1200Lux,照射1.5h,在气温较高的天气(32℃)同时打开红外加热器对原料表面进行循环控温处理,每隔15min控温一次,每次控温3-5min,使原料表面的温度维持在33-35度之间;在气温较低的天气(10℃)同时往循环水管中通入冷却水,对原料的底部进行循环控温处理,每隔10min控温一次,每次控温2-3min,使原料底部的温度维持在7-9度之间;

[0091] 在气温较高的天气,原料底部的温度最高,原料中部的温度次之,原料表面的温度则最低,黑水虻幼虫一般会聚集在原料表面进行采食,即便给予光照刺激也只是聚集在原料表层较浅的位置采食,因此需要对原料表面进行升温处理,这时原料中部的温度相对是最低的,从而使黑水虻幼虫集中在原料的中部进行采食,提高采食的效率;在气温较低的天气,由于原料底部的温度最高,黑水虻幼虫一般会聚集在原料的底部进行采食,当对原料的底部进行降温处理后,原料中部的温度相对是最高的,从而也能使黑水虻幼虫集中在原料的中部进行采食。

[0092] S4、按照步骤S2和S3的方法对餐厨垃圾进行翻抛、光照和控温处理,每天翻抛3次;

[0093] S5、当黑水虻幼虫投进去采食5天,平均每天加料3次,每次加料量为黑水虻幼虫投放量的25倍,投完1吨餐厨垃圾后,定时观察养殖槽内餐厨垃圾的变化情况,当养殖槽内的原料变成蓬松、颗粒状,且3h内不发生量的变化时,即可判断原料被采食完毕;

[0094] S6.利用黑水虻幼虫的避光特性进行虫料分离:将光照设备的光照强度调节至大于1000Lux,幼虫就会躲避到养殖槽内虫料混合物的最下层,然后把上层的废料剔除,剩下的虫料混合物可使用机械筛进行虫料分离。

[0095] 最后对采食完毕的原料进行筛分后,统计养殖槽内餐厨垃圾的残余重量(以未降解的大块残料为统计标准),并计算餐厨垃圾的采食效率和黑水虻幼虫的总鲜重。

[0096] 方法3:仅给予控温处理

[0097] 本实验的养殖设备同实施例1,同时在养殖槽正上方设有红外加热器,和/或在养殖槽底部设有循环水管。调控黑水虻幼虫采食的方法具体包括以下步骤:

[0098] S1、先将餐厨垃圾投放到养殖槽中,投放厚度为15cm,然后往养殖槽中投放3日龄的黑水虻幼虫,黑水虻幼虫的投放量与餐厨垃圾的投放量的质量比为3:100,采食5个小时后(采食3cm左右,此时餐厨垃圾内的温度超过35℃且黑水虻幼虫产生逃食现象)启动翻抛设备;

[0099] S2、参照专利公告号为CN110432230A的专利方法(一种基于养殖设备的黑水虻养

殖方法)，按照常规养殖规程完成一次翻抛；

[0100] S3、在气温较高的天气(32℃)打开红外加热器对原料表面进行循环控温处理，每隔15min控温一次，每次控温3-5min，使原料表面的温度维持在33-35度之间；在气温较低的天气(10℃)往循环水管中通入冷却水，对原料的底部进行循环控温处理，每隔10min控温一次，每次控温2-3min，使原料底部的温度维持在7-9度之间；

[0101] 在气温较高的天气，原料底部的温度最高，原料中部的温度次之，原料表面的温度则最低，黑水虻幼虫一般会聚集在原料表面进行采食，因此需要对原料表面进行升温处理，这时原料中部的温度相对是最低的，从而使黑水虻幼虫集中在原料的中部进行采食，提高采食的效率；在气温较低的天气，由于原料底部的温度最高，黑水虻幼虫一般会聚集在原料的底部进行采食，当对原料的底部进行降温处理后，原料中部的温度相对是最高的，从而也能使黑水虻幼虫集中在原料的中部进行采食。

[0102] S4、按照步骤S2和S3的方法对餐厨垃圾进行翻抛和控温处理，每天翻抛3次；

[0103] S5、当黑水虻幼虫投进去采食5天，平均每天加料3次，每次加料量为黑水虻幼虫投放量的25倍，投完1吨餐厨垃圾后，定时观察养殖槽内餐厨垃圾的变化情况，当养殖槽内的原料变成蓬松、颗粒状，且3h内不发生量的变化时，即可判断原料被采食完毕；

[0104] S6.利用黑水虻幼虫的避光特性进行虫料分离：将光照设备的光照强度调节至大于1000Lux，幼虫就会躲避到养殖槽内虫料混合物的最下层，然后把上层的废料剔除，剩下的虫料混合物可使用机械筛进行虫料分离。

[0105] 最后对采食完毕的原料进行筛分后，统计养殖槽内餐厨垃圾的残余重量(以未降解的大块残料为统计标准)，并计算餐厨垃圾的采食效率和黑水虻幼虫的总鲜重。

[0106] 方法4：常规方法

[0107] 具体实验方法同实施例1中的常规方法。

[0108] 由表3的实验结果可以看出，在气温过高或过低的天气下，即使对黑水虻幼虫进行光照刺激，幼虫对餐厨垃圾的采食效率仍然没能达到较好的效果，当同时对原料的表面或底部进行控温处理后，可以进一步提高幼虫的采食效率，但单独给予温控处理对采食效率的提高不显著；说明在外界温度过高或过低的情况下，采用控温处理辅助光照刺激可以更有效的提高黑水虻幼虫的采食效果，有效解决原料处理不彻底的问题，而且可以获得更好的黑水虻饲养效果，获得更高的鲜虫重，并且可以缩短垃圾处理的时间。

[0109] 表3气温较高情况下黑水虻幼虫的采食情况

[0110]

处理方法	垃圾的湿度	采食效率（%）	获得鲜虫重（kg）/1 吨垃圾	处理时间（d）
仅给予光照处理	40%	85.37	197.63	13
同时给予光照处理和控温处理	40%	97.51	223.27	11
仅给予控温处理	40%	79.54	151.47	17
常规方法	40%	71.63	136.74	20

[0111] 表4气温较低情况下黑水虻幼虫的采食情况

[0112]

处理方法	垃圾的湿度	采食效率（%）	获得鲜虫重（kg）/1 吨垃圾	处理时间（d）
仅给予光照处理	40%	81.46	190.47	14
同时给予光照处理和控温处理	40%	94.63	219.36	12
仅给予控温处理	40%	73.71	146.52	18
常规方法	40%	66.57	131.43	21

[0113] 以上对本发明的实施方式作了详细说明，但本发明不限于所描述的实施方式。对于本领域的技术人员而言，在不脱离本发明原理和精神的情况下，对这些实施方式进行多种变化、修改、替换和变型，仍落入本发明的保护范围内。