

# 餐余蚓粪的基质配方及对小白菜育苗的影响

董青君<sup>1</sup>, 杨 凯<sup>1</sup>, 王 剑<sup>2</sup>, 查建农<sup>2</sup>, 李辉信<sup>1</sup>, 焦加国<sup>1\*</sup>

(1. 南京农业大学资源与环境科学学院, 江苏省有机固体废弃物资源化协同创新中心, 江苏 南京 210095; 2. 江苏大硕源环保科技有限公司, 江苏 扬中 212200)

**摘 要:** 将餐余废弃物进行滤干、脱油、脱盐处理, 与菌渣按一定比例复配进行蚯蚓堆肥, 形成餐余蚓粪。将餐余蚓粪与泥炭、珍珠岩、蛭石按不同比例进行复配, 进行小白菜育苗基质试验研究, 通过分析小白菜生长情况, 筛选出适合小白菜育苗的最佳基质配方。结果表明, 经过不同流程的处理后, 餐余废弃物的 EC 值逐渐降低, 有机质、养分含量均很高, 可以作为蚯蚓饲料; 与常规基质相比, 添加不同比例的餐余蚓粪均不同程度地促进小白菜出苗率、株高、茎粗、地上部生物量、根系活力等。所有处理中, 以 40% 餐余蚓粪 +20% 泥炭 +15% 珍珠岩 +25% 蛭石的综合效果最好, 是适宜小白菜生长的最佳基质配方。

**关键词:** 餐余废弃物; 蚓粪; 小白菜; 育苗基质

餐余废弃物是餐厨废弃物和菜场废弃物的总称。餐厨废弃物是指餐饮行业以及学校、机关等公共食堂集体供餐后产生的食物和废料<sup>[1-2]</sup>; 菜场废弃物是指蔬菜生产及收获、运输、销售与加工处理过程中被丢弃的的固体废弃物<sup>[3-4]</sup>。餐余废弃物具有产量大、易腐烂、发酵、发臭等特点, 若处置不当会对环境造成很大的威胁, 给人们的生活带来危害<sup>[5-7]</sup>。但同时, 餐余废弃物有机质及总养分十分丰富, 资源化利用空间大, 是极其宝贵的有机资源<sup>[8]</sup>。因此, 如何将餐余废弃物无害化、资源化是亟待解决的问题。

利用蚯蚓堆肥技术将餐余废弃物中的有机物转化为可利用的营养物质, 不仅可以实现餐余废弃物的无害化处理, 并且得到的餐余蚓粪是一种良好的有机肥, 能够促进植物生长<sup>[9-12]</sup>, 在蔬菜育苗和生产方面有较高的利用价值<sup>[13-14]</sup>。张婷婷<sup>[15]</sup>、曹瑞琪<sup>[16]</sup>、Arancon 等<sup>[17]</sup>通过将餐余蚓粪复配成基质后种植的蔬菜均比普通基质中的蔬菜生长要好。因此, 用餐余废弃物进行蚯蚓堆肥, 得到的蚓粪作为植物生长基质具有巨大发展潜力。

本研究通过对不同来源的餐余废弃物脱水、脱盐 and 脱油处理后, 将菌渣与餐余废弃物按一定比例复配进行蚯蚓堆肥, 得到餐余蚓粪。对不同工艺流程的餐余废弃物进行营养成分分析, 并在此基础上进行餐余蚓粪的小白菜育苗试验, 根据小白菜的生长状况筛选出最佳的育苗基质配方, 为餐余废弃物的资源化利用提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 餐余废弃物的不同工艺流程

餐厨废弃物、菜场废弃物处理及蚯蚓堆肥在江苏大硕源环保科技有限公司基地进行, 供试蚯蚓品种为大平 2 号。将收集的餐余废弃物通过无害化处理, 与菌渣 (作为粗饲料) 按照一定比例复配形成蚯蚓堆肥综合饲料, 通过蚯蚓堆肥最终得到餐余蚓粪。餐余废弃物具体的工艺流程见表 1。

表 1 餐余废弃物不同工艺流程的具体描述

| 工艺流程     | 具体描述                            |
|----------|---------------------------------|
| 餐厨废弃物原料  | 餐厨废弃物原料分解, 除去牙签、纸巾、一次性筷子等不可降解杂质 |
| 餐厨废弃物滤干  | 餐厨废弃物原料的水分过滤                    |
| 一次脱油、脱盐  | 餐厨废弃物粉碎、浸泡 2 h、脱水               |
| 二次脱油、脱盐  | 餐厨废弃物再次浸泡 2 h、脱水                |
| 菜场废弃物粉碎  | 菜场废弃物分解、粉碎                      |
| 蚯蚓堆肥综合饲料 | 餐厨废弃物和菜场废弃物混合物与菌渣、蚓粪按照一定体积比复配   |

收稿日期: 2019-11-19; 录用日期: 2020-01-03

基金项目: 2019 年度江苏省研究生创新工程项目“餐余废弃物的蚯蚓养殖及基质产品开发”(SJCX19\_0121)。

作者简介: 董青君 (1995-), 女, 山东菏泽人, 硕士研究生, 主要研究餐余废弃物的蚯蚓堆肥及餐余蚓粪的基质开发。E-mail: 1512660056@qq.com。

通讯作者: 焦加国, E-mail: jiaguojiao@njau.edu.cn。

## 1.2 餐余蚓粪基质应用于小白菜育苗试验

### 1.2.1 试验设计

穴盘育苗试验于南京市蔬菜科学研究所温室内进行。供试小白菜品种为“矮精灵 F1”。泥炭、珍珠岩、蛭石均由南京市蔬菜花卉研究所提供。育苗容器选用美式黑塑 50 孔 (10×5 孔) 穴盘, 规格为 28 cm×54 cm, 穴孔体积为 50 mL。

试验共设 6 组处理, 每个处理设置 3 个重复, 每个重复为一个 50 孔穴盘。CK 为市场常规基质配比, T1 至 T5 处理的珍珠岩和蛭石体积配比不变, 分别添加不同比例的餐余蚓粪或菌渣, 具体处理见表 2。将不同处理的基质按体积比例配好、混匀、预湿后装入穴盘内进行小白菜育苗试验, 育苗期间定期浇水。

表 2 试验处理

| 处理 | 不同物料的体积比                                   |
|----|--------------------------------------------|
| CK | 市场常规育苗基质 (50% 有机肥 +30% 蛭石 +15% 珍珠岩 +5% 草炭) |
| T1 | 60% 泥炭 +15% 珍珠岩 +25% 蛭石                    |
| T2 | 20% 蚓粪 +40% 泥炭 +15% 珍珠岩 +25% 蛭石            |
| T3 | 40% 蚓粪 +20% 泥炭 +15% 珍珠岩 +25% 蛭石            |
| T4 | 60% 蚓粪 +15% 珍珠岩 +25% 蛭石                    |
| T5 | 40% 菌渣 +20% 泥炭 +15% 珍珠岩 +25% 蛭石            |

### 1.2.2 样品采集及测定

餐余废弃物不同流程的性质及育苗基质的全氮、全

磷、全钾、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾、容重、pH、电导率 (EC)、孔隙状况等采用常规方法测定<sup>[18]</sup>。

待幼苗完全生长出来, 统计各处理基质小白菜的出苗数, 并测定其出苗率。期间, 对幼苗的生长情况进行观察, 育苗 35 d 后进行采样, 分别对各处理基质小白菜植株的株高、茎粗、根系活力等进行测定, 采用根系扫描仪对根部形态进行测定。

### 1.3 数据分析

试验采用 Excel 2016 进行数据的统计和图表处理, 用 SPSS 20.0 统计分析软件进行单因素方差分析和显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理流程的餐余废弃物养分变化特征

从餐余废弃物的养分特征 (表 3) 来看, 各处理的有机质含量均较高。不同处理的餐厨废弃物、蚯蚓堆肥综合饲料 pH 均呈酸性, 而菜场废弃物、菌渣均呈碱性。在没有处理之前, 餐厨废弃物的 EC 值最高达到 11.06 mS/cm, 经过脱水、脱油、脱盐等流程之后, 餐厨废弃物的 EC 值逐渐降低。不同物料的 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 养分含量均较高, 其中, 菌渣的养分含量高达 6.37%。餐余蚓粪趋于中性, EC 值降至 3.66 mS/cm, 且有机质、N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 养分含量仍较高, 其总养分含量达到 67.98 g/kg, 适合作为蔬菜的基质材料。

表 3 不同处理流程的餐余废弃物养分变化

| 处理       | pH 值 | EC 值<br>(mS/cm) | 有机质<br>(g/kg) | N<br>(g/kg) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(g/kg) | K <sub>2</sub> O<br>(g/kg) | 速效钾<br>(g/kg) | 有效磷<br>(g/kg) | 碱解氮<br>(g/kg) |
|----------|------|-----------------|---------------|-------------|-----------------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 餐厨废弃物原料  | 5.61 | 11.06           | 438.90        | 25.71       | 23.66                                   | 4.36                       | 3.40          | 0.50          | 2.25          |
| 餐厨废弃物滤干  | 5.49 | 9.22            | 726.00        | 40.21       | 24.47                                   | 8.93                       | 4.85          | 0.46          | 2.57          |
| 一次脱油、脱盐  | 5.33 | 5.38            | 722.99        | 27.09       | 23.15                                   | 4.24                       | 3.93          | 0.40          | 2.51          |
| 二次脱油、脱盐  | 5.58 | 4.62            | 679.29        | 35.02       | 20.64                                   | 2.11                       | 1.80          | 0.51          | 2.65          |
| 粉碎的菜场废弃物 | 7.61 | 9.08            | 697.55        | 16.73       | 20.60                                   | 2.40                       | 3.51          | 0.65          | 1.67          |
| 蚯蚓堆肥综合饲料 | 5.01 | 8.52            | 436.41        | 23.52       | 21.88                                   | 7.98                       | 5.53          | 1.31          | 3.20          |
| 菌渣       | 7.82 | 1.77            | 641.23        | 24.49       | 31.21                                   | 7.95                       | 3.11          | 0.56          | 1.23          |
| 餐余蚓粪     | 7.26 | 3.66            | 456.13        | 25.30       | 37.19                                   | 5.49                       | 2.87          | 0.96          | 1.31          |

注: 从餐厨废弃物原料 - 蚯蚓养殖综合饲料 - 餐余蚓粪需 5 ~ 10 d, 平均 1.67 kg 的综合饲料能生产 1 kg 蚓粪。

### 2.2 不同配比的育苗基质对小白菜幼苗的影响

#### 2.2.1 不同配比的育苗基质基本物理性质

如表 4 所示, 育苗基质的总孔隙度为 52.49% ~ 74.05%, 容重为 0.22 ~ 0.48 g/cm<sup>3</sup>, 且各处理间的差异显著。其中, T1 的总孔隙度最大, 容重最小,

T3 处理的孔隙度与容重处于中等水平, 符合育苗基质的要求。随着餐余蚓粪添加比例的增加, 基质的总孔隙度、持水孔隙度呈现出下降的趋势, 通气孔隙度、大小孔隙比、容重均呈现出上升的趋势。

表4 育苗基质基本物理性质

| 处理 | 总孔隙度 (%)                 | 通气孔隙度 (%)                 | 持水孔隙度 (%)                | 大小孔隙比                   | 容重 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) |
|----|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| CK | $59.33 \pm 1.03\text{c}$ | $8.67 \pm 0.06\text{ab}$  | $50.66 \pm 0.98\text{c}$ | $0.17 \pm 0.00\text{b}$ | $0.47 \pm 0.01\text{a}$       |
| T1 | $74.05 \pm 1.52\text{a}$ | $7.86 \pm 0.42\text{b}$   | $66.19 \pm 1.75\text{a}$ | $0.12 \pm 0.01\text{b}$ | $0.22 \pm 0.00\text{d}$       |
| T2 | $66.34 \pm 0.83\text{b}$ | $9.09 \pm 1.94\text{ab}$  | $57.25 \pm 1.28\text{b}$ | $0.16 \pm 0.04\text{b}$ | $0.28 \pm 0.01\text{c}$       |
| T3 | $60.48 \pm 1.31\text{c}$ | $10.22 \pm 3.44\text{ab}$ | $50.26 \pm 2.15\text{c}$ | $0.21 \pm 0.07\text{b}$ | $0.39 \pm 0.01\text{b}$       |
| T4 | $52.49 \pm 1.97\text{d}$ | $15.01 \pm 1.95\text{a}$  | $37.48 \pm 0.68\text{d}$ | $0.40 \pm 0.05\text{a}$ | $0.48 \pm 0.01\text{a}$       |
| T5 | $66.01 \pm 0.46\text{b}$ | $8.45 \pm 1.68\text{b}$   | $57.56 \pm 1.70\text{b}$ | $0.15 \pm 0.03\text{b}$ | $0.28 \pm 0.00\text{c}$       |

注：表中数据为平均值  $\pm$  标准差， $n=3$ ；同一列数据小写字母不同表示处理之间差异达到  $P<0.05$  显著水平，下同。

### 2.2.2 不同配比的育苗基质基本化学性质

如表5所示，除T1处理pH值为酸性之外，其余处理均接近中性，适合作物生长。EC值在0.98 ~ 3.66 mS/cm之间，除CK处理较高之外，其余均在安全范围之内。随着餐余蚓粪添加比例的增

加，基质的有机质含量呈先上升后降低的趋势，N、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、有效磷含量呈上升趋势， $\text{K}_2\text{O}$ 含量呈下降趋势，对速效钾、碱解氮含量的影响无明显规律性。其中，CK的总养分含量最高，为21.14 g/kg，其次为T3、T4处理。

表5 育苗基质基本化学性质

| 处理 | 含水率 (%) | pH 值 | EC 值 (mS/cm) | 有机质 (g/kg) | N (g/kg) | $\text{P}_2\text{O}_5$ (g/kg) | $\text{K}_2\text{O}$ (g/kg) | 速效钾 (g/kg) | 有效磷 (g/kg) | 碱解氮 (g/kg) |
|----|---------|------|--------------|------------|----------|-------------------------------|-----------------------------|------------|------------|------------|
| CK | 28.42   | 7.13 | 3.66         | 315.23     | 0.82     | 9.64                          | 10.78                       | 5.73       | 0.42       | 0.65       |
| T1 | 23.29   | 4.42 | 0.98         | 388.01     | 0.38     | 2.11                          | 11.71                       | 4.15       | 0.33       | 0.29       |
| T2 | 36.50   | 6.02 | 2.24         | 425.01     | 0.92     | 5.68                          | 10.61                       | 4.05       | 0.53       | 0.51       |
| T3 | 41.93   | 6.48 | 2.09         | 336.94     | 0.96     | 7.86                          | 10.19                       | 3.40       | 0.91       | 0.62       |
| T4 | 50.57   | 7.27 | 2.21         | 301.83     | 1.19     | 9.15                          | 10.02                       | 3.93       | 0.97       | 0.59       |
| T5 | 31.79   | 6.88 | 1.19         | 338.90     | 0.95     | 5.00                          | 9.82                        | 4.20       | 0.25       | 0.64       |

### 2.2.3 不同配比的育苗基质对小白菜地上部生长的影响

如表6所示，CK的出苗率、株高、茎粗、地上部生物量均最低，T3处理均较高，且与CK处理

相比差异显著，生长态势比较好。总体来看，随着餐余蚓粪体积比例的增加，小白菜的各项指标呈现出先上升后下降的趋势。

表6 不同配比的育苗基质对小白菜地上部生长的影响

| 处理 | 播种粒数 | 出苗数 | 出苗率 (%)                  | 株高 (cm)                 | 茎粗 (mm)                  | 地上部生物量 (g)                |
|----|------|-----|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| CK | 50   | 34  | $67.33 \pm 5.81\text{b}$ | $5.10 \pm 0.25\text{c}$ | $0.63 \pm 0.04\text{b}$  | $0.13 \pm 0.01\text{c}$   |
| T1 | 50   | 46  | $92.67 \pm 1.33\text{a}$ | $8.33 \pm 0.20\text{a}$ | $0.92 \pm 0.11\text{a}$  | $0.29 \pm 0.05\text{ab}$  |
| T2 | 50   | 49  | $97.33 \pm 0.67\text{a}$ | $8.47 \pm 0.29\text{a}$ | $0.92 \pm 0.03\text{a}$  | $0.36 \pm 0.09\text{ab}$  |
| T3 | 50   | 49  | $98.00 \pm 0.00\text{a}$ | $8.37 \pm 0.35\text{a}$ | $1.06 \pm 0.07\text{a}$  | $0.42 \pm 0.04\text{a}$   |
| T4 | 50   | 46  | $92.67 \pm 0.67\text{a}$ | $7.07 \pm 0.30\text{b}$ | $0.85 \pm 0.06\text{ab}$ | $0.28 \pm 0.01\text{abc}$ |
| T5 | 50   | 45  | $90.00 \pm 2.31\text{a}$ | $5.37 \pm 0.09\text{c}$ | $1.04 \pm 0.10\text{a}$  | $0.24 \pm 0.03\text{bc}$  |

### 2.2.4 不同配比的育苗基质对小白菜地下部生长的影响

从表7可知，各处理之间的根系形态特征差异不显著。T3处理根长、根系表面积、根尖数最低，T4处理根体积最低，T5处理根长、根系表面

积、根体积最高，可能是由于育苗前期连续阴天、小白菜幼苗没有得到充足的光照，导致幼苗出现徒长现象，从而使小白菜幼苗根系发育不良。T3处理根系活力最强，CK根系活力最差，但无显著性差异。

表 7 不同配比的育苗基质对小白菜地下部生长的影响

| 处理 | 根长 (cm)       | 根系表面积 (cm <sup>2</sup> ) | 根体积 (cm <sup>3</sup> ) | 根尖数       | 根系活力 [mg/(g·h)] |
|----|---------------|--------------------------|------------------------|-----------|-----------------|
| CK | 1.47 ± 1.15ab | 1.47 ± 0.20ab            | 0.012 ± 0.002a         | 102 ± 14a | 0.18 ± 0.00a    |
| T1 | 1.34 ± 3.89ab | 1.34 ± 0.39ab            | 0.012 ± 0.004a         | 109 ± 30a | 0.20 ± 0.02a    |
| T2 | 1.33 ± 1.98ab | 1.33 ± 0.22ab            | 0.011 ± 0.002a         | 51 ± 3ab  | 0.19 ± 0.02a    |
| T3 | 0.71 ± 0.96b  | 0.71 ± 0.07b             | 0.007 ± 0.002a         | 30 ± 12b  | 0.21 ± 0.01a    |
| T4 | 0.72 ± 2.50b  | 0.72 ± 0.23b             | 0.005 ± 0.002a         | 46 ± 23ab | 0.18 ± 0.03a    |
| T5 | 1.57 ± 3.23a  | 1.57 ± 0.26a             | 0.012 ± 0.001a         | 78 ± 20ab | 0.18 ± 0.00a    |

### 3 讨论与结论

餐余废弃物经过不同流程的处理后, 有机质、总养分含量依然较高, 电导率逐渐下降, 然后与菌渣复配进行蚯蚓堆肥, 是一种较为科学有效的方式, 可实现餐余废弃物无害化以及资源化利用, 这与武佳韵等<sup>[19]</sup>、魏佳伦<sup>[20]</sup>的研究结果相似。产生的蚓粪具有优良的性质, 适合作为基质材料, 促进植物的生长发育<sup>[21-23]</sup>。

本研究发现添加不同比例餐余蚓粪替代泥炭复配成的育苗基质, 其容重、pH、EC 值等均在较适宜的范围内。当添加一定比例的餐余蚓粪后, 小白菜的出苗率、株高、茎粗、地上部生物量、根系活力等性状得到了提高, 均优于常规基质, 这与黄忠阳等<sup>[24]</sup>、常大丽等<sup>[25]</sup>、Arancon 等<sup>[26]</sup>研究结果相同。但随着餐余蚓粪含量的增加, 基质的容重过大, 总孔隙度变低, 持水性能也开始变小, 含盐量增加, 导致小白菜的生长受到抑制, 这与沈卫月<sup>[27]</sup>、高海等<sup>[28]</sup>、Atiyeh 等<sup>[29]</sup>的研究结果一致。总之, 小白菜的生长随着餐余蚓粪添加比例的增加总体呈现出先上升后减少的趋势, 当餐余蚓粪添加比例高于 40% 时, 小白菜的生长受到抑制, T3 处理 (40% 餐余蚓粪 +20% 泥炭 +15% 珍珠岩 +25% 蛭石) 的综合表现效果最好, 推荐餐余蚓粪添加比例为 40% 作为小白菜育苗基质, 应用于小白菜育苗的工厂化生产。

### 参考文献:

- [1] Yang L J, Li F S, Chu H X. Effects of food waste compost on soil microbial populations, tomato yield, and tomato quality [J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2014, 45 (8): 1049-1058.
- [2] 宋雪英, 郭畔, 宋晗, 等. 利用新鲜餐厨垃圾进行蚯蚓堆肥的试验 [J]. 沈阳大学学报 (自然科学版), 2016, 28 (6): 452-456.
- [3] 秦渊渊, 郭文忠, 李静, 等. 蔬菜废弃物资源化利用研究进展 [J]. 中国蔬菜, 2018 (10): 23-30.
- [4] 韩雪, 常瑞雪, 杜鹏祥, 等. 不同蔬菜种类的产废比例及性状分析 [J]. 农业环境科学学报, 2015, 32 (4): 377-382.
- [5] 崔亚伟, 陈金发. 厨余垃圾的资源化现状及前景展望 [J]. 中国资源综合利用, 2006, 24 (10): 31-32.
- [6] Ali M, Griffiths A J, Williams K P, et al. Evaluating the growth characteristics of lettuce in vermicompost and green waste compost [J]. European Journal of Soil Biology, 2007, 43: 316-319.
- [7] 王晓君, 温文霞, 潘松青, 等. 辅料比例对餐厨垃圾好氧堆肥及微生物特性的影响 [J]. 环境工程学报, 2016, 10 (6): 3215-3222.
- [8] 农传江, 徐智, 汤利, 等. 餐厨垃圾特性及处理技术分析 [J]. 环境工程, 2014, 32 (S1): 626-629, 692.
- [9] Wang H X, Xu J L, Sheng L X. Study on the comprehensive utilization of city kitchen waste as a resource in China [J]. Energy, 2019, 173: 263-277.
- [10] 胡新军, 张敏, 余俊锋, 等. 中国餐厨垃圾处理的现状、问题和对策 [J]. 生态学报, 2012, 32 (14): 4575-4584.
- [11] 王清威, 张松林, 臧兰兰, 等. 餐厨垃圾堆肥处理的蚯蚓适应性研究 [J]. 环境工程, 2014, 32 (9): 119-124.
- [12] Joshi R, Singh J, Vig A P. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants [J]. Rev Environ Sci Biotechnol, 2015, 14 (1): 137-159.
- [13] Zaller J G. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties [J]. Scientia Horticulturae, 2006, 112 (2): 191-199.
- [14] Vo Manha H, Wang C H. Vermicompost as an important component in substrate: Effects on seedling quality and growth of muskmelon (*Cucumis melo* L.) [J]. Apcebee Procedia, 2014, 8: 32-40.
- [15] 张婷婷. 餐厨垃圾不同模式堆肥化处理效果及产品应用研究 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.
- [16] 曹瑞琪. 蚯蚓堆肥对餐厨垃圾的肥料化处理和生态综合利用评估 [J]. 实验技术与管理, 2013, 30 (11): 83-86.
- [17] Arancon N Q, Edwards C A, Atiyeh R, et al. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields



- of greenhouse peppers [J]. *Bioresource Technology*, 2003, 93 (2): 139–144.
- [18] 鲍士旦. 土壤农化分析 (第3版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000. 30–165.
- [19] 武佳韵, 赵智远, 刘明, 等. 餐厨垃圾与菌渣混合发酵养殖蚯蚓的试验研究 [J]. *生物学杂志*, 2016 (2): 110–112.
- [20] 魏佳伦. 利用蚯蚓堆肥处理羊粪和菇渣及蚓粪肥效的研究 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2017.
- [21] 张舒玄, 聂欣, 常江杰, 等. 牛粪蚯蚓堆肥基质对草莓生长的影响 [J]. *中国土壤与肥料*, 2017 (3): 61–68.
- [22] Atiyeh R M, Arancon N Q, Edwards C A, et al. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds [J]. *Bioresource Technology*, 2002, 81 (2): 103–108.
- [23] 刘忠华, 赵帅翔, 刘会芳, 等. 蚯蚓粪复合基质对番茄穴盘育苗影响的试验研究 [J]. *中国土壤与肥料*, 2019 (4): 208–212.
- [24] 黄忠阳, 杨巍, 常义军, 等. 茶渣蚓粪基质对小白菜幼苗生长的影响 [J]. *土壤*, 2015, 47 (5): 863–867.
- [25] 常大丽, 余碧霞, 陈运动, 等. 蚯蚓堆肥用作苹果育苗基质的应用研究 [J]. *土壤*, 2018, 50 (5): 917–923.
- [26] Arancon N Q, Edwards C A, Bierman P, et al. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. effects on growth and yields [J]. *Bioresource Technology*, 2004, 93 (2): 145–153.
- [27] 沈卫月. 不同比例蚓粪混配基质对黄瓜育苗效果的影响 [J]. *浙江农业科学*, 2019, 60 (3): 403–405.
- [28] 高海, 王彦靖, 崔彦如, 等. 蚓粪育苗复合基质在番茄穴盘育苗中的应用研究 [J]. *现代农业科技*, 2015 (21): 63–64, 66.
- [29] Atiyeh R M, Arancon N, Edwards C A, et al. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes [J]. *Bioresource Technology*, 2000, 75 (3): 175–180.

### Substrate formula of food waste vermicomposting and its effects on Chinese cabbage seeding

DONG Qing-jun<sup>1</sup>, YANG Kai<sup>1</sup>, WANG Jian<sup>2</sup>, ZHA Jian-nong<sup>2</sup>, LI Hui-xin<sup>1</sup>, JIAO Jia-guo<sup>1\*</sup> (1. College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University, Jiangsu Collaborative Innovation Center for Solid Organic Waste Resource Utilization, Nanjing Jiangsu 210095; 2. Jiangsu Dashuoyuan Environmental Protection Technology Co. Ltd, Yangzhong Jiangsu 212200)

**Abstract:** In this paper, the food waste was filtered, de-oiled and desalinated, and vermicomposted in a certain proportion with mushroom residue to produce the vermicompost. Then the food waste vermicompost, peat, perlite, and vermiculite were mixed with different proportions to select the best substrate for Chinese cabbage seedlings through the analysis of Chinese cabbage growth. The results showed that, the EC value of the food waste gradually decreased after treatment, and the organic matter and nutrient content were high, which could be used as food of earthworms. Compared with the conventional substrate, the addition of different proportions of food waste vermicompost promoted the emergence rate, plant height, stem diameter, above-ground biomass and root activity of Chinese cabbage in different degrees. In all treatments, the comprehensive effect of 40% food waste vermicompost, 20% peat, 15% perlite and 25% vermiculite is the best, which is the best substrate formula for the growth of Chinese cabbage.

**Key words:** food waste; vermicompost; Chinese cabbage; seeding substrates