

# 藕渣及芽菜格外品進行資源物加值再利用<sup>1</sup>

潘佳辰、簡芝楹<sup>2</sup>

## 摘 要

潘佳辰、簡芝楹。2023。藕渣及芽菜格外品進行資源物加值再利用。臺南區農業改良場研究彙報 82：51-61。

農業副產物經妥善處理後，將可提升價值並延長生命週期。本研究以藕粉製程之副產物以及有機芽菜製程之副產物為試驗材料，進行副產物再利用研究。以苜蓿苗、黃豆苗、綠豆苗評估蚯蚓族群、蚓糞成分分析；以藕渣作為堆肥材料評估對土壤及蔬菜產量影響。結果顯示，以黃豆苗、綠豆苗作為蚓糞堆肥原料分別有助於提升蚯蚓數量與重量，蚓糞堆肥酸鹼值略為下降，且總氮隨著添加材料而有差異。藕渣可以作為堆肥初期水分調整材料，搭配竹屑、米糠、豌豆苗等，可製成堆肥。施用配方 1 藕渣堆肥之盆栽試驗產量與市售堆肥相當。透過判斷原料特性並加以應用，有助於提高副產物價值，本研究依據此一原則完成副產物再利用。

**現有技術：**依據農業副產物之物化特性，進行堆肥化及製作蚓糞堆肥。

**創新內容：**前人研究中較少提到蓮藕產業的副產物再利用，其中藕渣含有較高含水量，可以減少堆肥初期調整水分時的用水量。

**對產業影響：**建立藕粉及芽菜副產物處理流程，必要時迅速提供再利用方式。

**關鍵字：**芽菜、蓮藕、蚓糞堆肥

接受日期：2023 年 10 月 25 日

1. 農業部臺南區農業改良場研究報告第 564 號。

2. 農業部臺南區農業改良場助理研究員、科技約用助理。712009 臺南市新化區牧場 70 號。

## 前 言

本研究以白河地區製作藕粉之藕渣副產物及芽菜副產物進行堆肥處理以及開發為蚓糞堆肥製作墊料，藉以提升副產物附加值及農業副產物再利用，基本上圍繞著「全農業」的思維進行發展，可以視為完全利用的概念<sup>(2)</sup>。農業副產物處理方式包含堆肥化或是再製成肥料、飼料、能源及材料等用途。調整副產物碳氮比及水分以進行堆肥化，可以去化大多數的副產物；另一方面若副產物蛋白質含量較高則可以開發為蚯蚓墊料或是作為蚯蚓食物來源，增添副產物運用的多樣性。臺南為國內重要蓮藕產區，種植蓮面積約 466 公頃<sup>(1)</sup>；產製藕粉品種為石蓮及湘蓮，種植面積約為 256 公頃。每年年底為主要藕粉製作季節。據估計每 1,000 公斤蓮藕將產製 100 公斤藕粉及 900 公斤藕渣副產物，而每年約有 2,670 公噸蓮藕做為藕粉原料，故預估約有 2,400 公噸藕渣產生。藕渣主要處理方式為收集後直接回歸田土。另一方面，轄區內有機芽菜業者每日約產生 50 公斤格外品（每年約 1 噸），處理方式包括回歸田土或是供應動物飼料。藕渣及芽菜格外品佔全國農業廢棄物比重雖不高，卻是部分地區產出之大量副產物。若透過適當的處理規劃，可達到提升副產物價值的目標。

## 材料與方法

### 一、芽菜格外品對蚯蚓生長及蚓糞堆肥製作評估

自 2021 年 7 月 28 日至 2021 年 8 月 27 日，於臺南區農業改良場玻璃溫室進行試驗。本次使用之芽菜格外品取自臺南市麻豆區有機芽菜工廠，取回之各式芽菜暫時存放於攝氏 4℃ 冰箱冷藏備用。試驗處理包括空白組（不加蚯蚓）、對照組（僅加蚯蚓，試驗過程中僅添加水維持濕度）、添加綠豆苗、添加苜蓿苗、添加黃豆苗等，共 5 種處理組。每處理 5 重複。

#### (一) 芽菜格外品對蚯蚓生長及蚓糞堆肥成分評估

試驗開始前將塑膠盒（規格：密林 400，面積約 0.11 平方公尺）添加 4 公升菇包（重量約 2,200 公克），並投入 10 隻蚯蚓（安卓愛勝蚓，*Eisenia andrei*），待蚯蚓適應 1～2 天後開始進行試驗。每處理每週添加 88 公克芽菜，添加前先充分打碎後再投入處理中，並適度調整各重複水分。持續 1 個月後，進行蚯蚓數量及重量，並採集蚓糞堆肥進行養分分析及發芽率試驗，試驗過程水分維持在 60～70%。

#### (二) 發芽率試驗

秤取 5 公克風乾堆肥加 100 毫升 60℃ 溫水，置於 200 毫升燒杯內，在 60℃ 水浴中經 3 小時後，以細紗布（或濾紙）過濾後備用。取 1 張濾紙置於培養皿中，取 25 粒皺葉白菜種子放在濾紙上面後，再加入 10 毫升濾液。將培養皿置於 25℃ 恆溫箱內，3 天後，觀察種子發芽率以及根生長情形，另外以蒸溜水代替濾液進行試驗，做為對照用，若試驗組的發芽率為對照組發芽率的 90% 以上，且根的伸長不受抑制，則該堆肥可視為已達腐熟程度。每處理 5 重複。

### 二、以藕渣開發堆肥及應用研究

#### (一) 堆肥配方開發

試驗共進行兩批次，第一批次自 2021 年 11 月 1 日至 12 月 1 日、第二批次自

2021 年 12 月 3 日至 2022 年 1 月 3 日。試驗地點為本場堆肥場域。主要材料為蓮藕渣 (取自臺南市白河區之製作藕粉農友) 再以竹粉、米糠及豌豆苗進行調製, 配方如表 1。堆肥堆置高度約 80 ~ 90 公分, 寬度約 70 ~ 80 公分, 每週翻堆 1 ~ 2 次, 製作時間約為 1 個月。試驗過程中以連續溫度記錄器紀錄堆肥及大氣溫度, 試驗完成後, 採集堆肥樣品進行堆肥成品養分分析、發芽率試驗及盆栽試驗。

表 1. 第一批藕渣堆肥配方 (2021.1101 ~ 1201)

Table 1. The recipe of Lotus rhizome compost (2021.1101-1201)

| 料源 (Source)                 | 配方 1, L<br>(Recipe 1) | 配方 2, L<br>(Recipe 2) |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 蓮藕渣 (Lotus rhizome residue) | 130                   | 130                   |
| 竹粉 (Bamboo residue)         | 60                    | 60                    |
| 米糠 (Rice bran)              | 60                    | —                     |
| 豌豆苗 (Pea residue)           | —                     | 60                    |

表 1. 第二批藕渣堆肥配方 (2021.1203 ~ 2022.0103) (續)

Table 1. The recipe of Lotus rhizome compost (2021.1203-2022.0103) (continued)

| 料源 (Source)                 | 配方 1, L<br>(Recipe 1) | 配方 2, L<br>(Recipe 2) | 配方 3, L<br>(Recipe 3) | 配方 4, L<br>(Recipe 4) |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 蓮藕渣 (Lotus rhizome residue) | 130                   | 130                   | 130                   | 130                   |
| 竹粉 (Bamboo residue)         | 60                    | 60                    | 100                   | 60                    |
| 米糠 (Rice bran)              | 60                    | —                     | —                     | 60                    |
| 豌豆苗 (Pea residue)           | —                     | 60                    | 60                    | 60                    |

## (二) 盆栽試驗

試驗土壤採集自臺南場試驗田, 土壤風乾後以篩選機篩選粒徑 2 mm 以下土壤進行盆栽試驗。秤取約 11 公斤過篩土壤置於盆栽中 (面積約 0.16 平方公尺), 再將肥料一次全量施用於盆栽中待用, 肥料施用計算以皺葉白菜施肥 (氮-磷-鉀: 140 - 90 - 100, 公斤/公頃) 建議之氮肥進行估算, 有機質肥料施肥量則依據每 0.1 公頃施用蔗渣 600 公斤 (乾重) 提供之氮源搭配各配方之總氮量進行估算 (如表 2)。

肥料處理包含 (1) 對照組 (不施有機質肥、化肥)、(2) 化肥組 (不施有機質肥)、(3) 配方 1、(4) 配方 2、(5) 配方 3、(6) 配方 4、(7) 市售有機質肥料 (蔗渣為主要原料, 三要素成分 1.5 - 0.9 - 1.5)。盆栽試驗自 2022 年 5 月 2 日至 6 月 6 日, 試驗作物為皺葉白菜 (事先育苗 2 ~ 3 週, 每盆 15 株), 每處理 5 重複。試驗結束後調查皺葉白菜鮮重。

## 三、數據統計

試驗數據以 R 程式進行 ANOVA 及 Tukey's HSD 分析。

表 2. 盆栽試驗肥料用量

Table 2. The fertilizer application rate in pot experiment

| 處理 (Treatments)              | 有機質肥料, g<br>(Organic fertilizer) | 化肥, g<br>(Chemical fertilizer) |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 對照組 (CK)                     | 0                                | 0                              |
| 化肥組 (Chemical fertilizer)    | 0                                | 13.2                           |
| 配方 1 (Recipe 1)              | 90                               | 13.2                           |
| 配方 2 (Recipe 2)              | 118                              | 13.2                           |
| 配方 3 (Recipe 3)              | 171                              | 13.2                           |
| 配方 4 (Recipe 4)              | 72                               | 13.2                           |
| 市售有機質肥料 (Commercial product) | 100                              | 13.2                           |

## 結果與討論

### 一、芽菜格外品對蚯蚓生長及蚓糞堆肥製作評估

有機芽菜格外品主要產自芽菜出貨前經清洗、選別後的產物以及收割後的剩餘物。苜蓿苗主要是以種皮為主，綠豆苗及黃豆苗則包括種皮及生長不良的芽菜，豌豆苗為採收可食部位後剩餘的莖、根及育苗用的泥炭土。經過養分分析結果 (表 3)，芽菜格外品主要以氮含量較高，苜蓿苗具有最高的氮含量達 5.35%，其次為黃豆苗 (4.09%)、豌豆苗 (3.44%)、綠豆苗 (3.31%)。根據養分及格外品型態評估後續再利用形式，苜蓿苗、黃豆苗、豌豆苗、綠豆苗基本上皆可以作為傳統好氧堆肥之堆肥原料；苜蓿苗、黃豆苗、豌豆苗氮含量較高且利於粉碎，加工後可以做為蚓糞堆肥過程中的添加物及提供蚯蚓生長所需；豌豆苗具有根系及泥炭土，不易粉碎處理，然作為有機質肥料的原料則可以提供類似粗纖維的成分。故將苜蓿苗、黃豆苗、豌豆苗作為蚯蚓養殖之食材，豌豆苗則與藕渣進行後續堆肥試驗。

表 3. 芽菜格外品成分分析

Table 3. The chemical properties of sprouts without commercial value

|                        | C/N  | 碳, %<br>(C) | 氮, %<br>(N) | 磷, %<br>(P) | 鉀, %<br>(K) |
|------------------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 黃豆苗 (Soybean sprouts)  | 11.5 | 47          | 4.09        | 0.41        | 1.39        |
| 綠豆苗 (Mungbean sprouts) | 13.3 | 44          | 3.31        | 0.32        | 0.80        |
| 豌豆苗 (Pea sprouts)      | 13.3 | 45          | 3.44        | 0.42        | 0.92        |
| 苜蓿苗 (Alfafa sprouts)   | 9.0  | 48          | 5.35        | 0.60        | 0.42        |

經 30 天處理後，蚯蚓族群變化如表 4 及 5。蚯蚓數量及重量在僅添加水的處理中較試驗初期個別增加為 16 隻及 4.1 公克，顯示試驗初期所添加的菇包有助於蚯蚓生長。添加芽菜處理組中，以黃豆苗處理之蚯蚓隻數相較於試驗初期增加 322% 最高，其次為

綠豆苗增加 176%、苜蓿苗增加 80%；蚯蚓重量結果顯示綠豆苗蚯蚓重量相較於試驗初期增加率最高達 177%，黃豆苗增加 99%、苜蓿苗增加 94%。由結果顯示，本試驗所選用之三種芽菜格外品皆有促進蚯蚓生長的趨勢，其中又以黃豆苗及綠豆苗分別對隻數及重量的促進較為明顯，顯示黃豆苗及綠豆苗當中可能含有促進蚯蚓生長之成分。此項結果與 Khwanchai 等人<sup>(4)</sup>以黃豆粕混合椰纖、牛糞結果相似；Cai 等人<sup>(3)</sup>於黃豆粕進行蚓糞研究亦發現黃豆粕與蔗渣混合後，黃豆粕比例亦會影響蚯蚓重量，除 100% 的黃豆粕將明顯抑制蚯蚓生長外，其餘比例將增加蚯蚓重量。

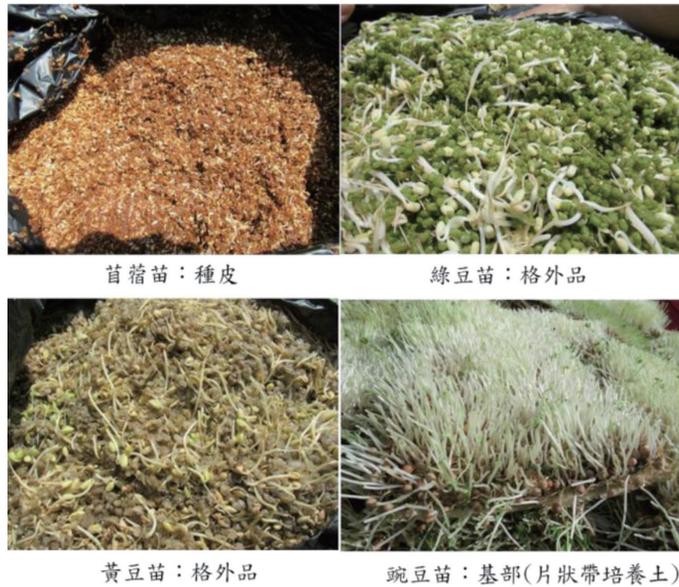


圖 1. 芽菜格外品樣態

Fig. 1. The exterior looking of four sprouts without commercial value

表 4. 芽菜種類對蚯蚓族群數量之影響

Table 4. The effect of sprout on the population of earthworm

| 處理 (Treatments)                       | 初期隻數<br>(Number of earthworm<br>at the beginning) | 結束隻數<br>(Number of earthworm<br>at the end) | 蚯蚓隻數變化 <sup>1</sup> , %<br>(Growth rate) |
|---------------------------------------|---|---|--|
| 空白組 (不加蚯蚓)<br>(BK, without earthworm) | 0   | 0   | 0c                                       |
| 對照組 (CK)                              | 10  | 15.8  | 58bc                                     |
| 苜蓿苗 (Alfafa sprouts)                  | 10  | 18.0  | 80bc                                     |
| 綠豆苗 (Mungbean sprouts)                | 10  | 27.6  | 176ab                                    |
| 黃豆苗 (Soybean sprouts)                 | 10  | 42.2  | 322a                                     |

<sup>1</sup> 蚯蚓隻數變化：( 結束隻數 - 初期隻數 ) / 初期隻數 × 100%

Means within a column followed by the same letters are not different significantly at 5% level by Tukey's HSD, respectively.

表 5. 芽菜種類對蚯蚓族群重量之影響

Table 5. The effect of sprout on the population weight of earthworm

| 處理 (Treatments)                       | 初期重量, g<br>(Weight of earthworm<br>at the begining) | 結束重量, g<br>(Weight of earthworm<br>at the end) | 蚯蚓重量變化 <sup>1</sup> , %<br>(Growth rate) |
|---------------------------------------|---|--|--|
| 空白組 (不加蚯蚓)<br>(BK, without earthworm) | 0.0   | 0.0  | 0c                                       |
| 對照組 (CK)                              | 3.6   | 4.1  | 15b                                      |
| 苜蓿苗 (Alfafa sprouts)                  | 3.8   | 7.2  | 94ab                                     |
| 綠豆苗 (Mungbean sprouts)                | 3.4   | 9.0  | 177a                                     |
| 黃豆苗 (Soybean sprouts)                 | 4.7   | 9.3  | 99ab                                     |

<sup>1</sup> 蚯蚓重量變化：(結束重量 - 初期重量) / 初期重量 × 100%

Means within a column followed by the same letters are not different significantly at 5% level by Tukey's HSD, respectively.

蚓糞堆肥成分分析結果如表 6，分析結果之 EC 值以苜蓿苗處理最高，達 5.8 dS m<sup>-1</sup>，依序為黃豆苗、綠豆苗、對照組及空白組；pH 值則以苜蓿苗處理最低，達 7.6，依序為黃豆苗、綠豆苗、空白組及對照組；總氮以苜蓿苗處理最高，達 2.39%，依序為黃豆苗、綠豆苗、對照組及空白組；有效性氮(以硝酸態氮表示)以苜蓿苗處理最高，達 3,350 mg kg<sup>-1</sup>，依序為黃豆苗、綠豆苗、空白組及對照組。由芽菜植體分析結果以及 EC、總氮、有效性氮含量顯示，添加之原料對於蚓糞成品養分有直接關係，苜蓿苗於植體分析中有最高的氮，成品結果亦以苜蓿苗有最高之 EC、總氮、有效性氮含量。蚓糞堆肥發芽率結果顯示於表 7，所有處理之發芽率皆達到 90% 以上，且與純水相比之相對發芽率，亦皆達 95% 以上，結果顯示以芽菜格外品作為蚓糞堆肥原料之成品對於種子發芽率未有抑制生長之影響。

表 6. 蚓糞堆肥製作後之養分分析結果

Table 6. The chemical properties of vermicompost

| 處理 (Treatments)                       | EC (1:5)<br>dS m <sup>-1</sup> | pH   | C/N   | 氮, %<br>(N) | 磷, %<br>(P) | 鉀, %<br>(K) | NO <sub>3</sub> -N<br>mg kg <sup>-1</sup> |
|---------------------------------------|--------------------------------|------|-------|-------------|-------------|-------------|---|
| 空白組 (不加蚯蚓)<br>(BK, without earthworm) | 3.2c                           | 7.9a | 18.8a | 1.92c       | 0.62c       | 0.69d       | 1,431d                                    |
| 對照組 (CK)                              | 3.4c                           | 8.0a | 18.6a | 1.98c       | 0.62c       | 0.64e       | 1,332d                                    |
| 苜蓿苗 (Alfafa sprouts)                  | 5.8a                           | 7.6c | 15.1d | 2.39a       | 0.77a       | 0.84c       | 3,350a                                    |
| 綠豆苗 (Mungbean sprouts)                | 4.6b                           | 7.8b | 16.8b | 2.18b       | 0.73ab      | 1.1a        | 2,097c                                    |
| 黃豆苗 (Soybean sprouts)                 | 5.3a                           | 7.7b | 16.2c | 2.23b       | 0.67bc      | 0.92b       | 2,841b                                    |

Means within a column followed by the same letters are not different significantly at 5% level by Tukey's HSD, respectively.

表 7. 蚓糞堆肥之白菜育苗發芽率結果

Table 7. The germination rate of pei-tsai by vermicompost medium

| 處理 (Treatments)                       | 發芽率, %<br>(Germination rate) | 相對發芽率, %<br>(Relative germination rate) |
|---------------------------------------|------------------------------|---|
| 空白組 (不加蚯蚓)<br>(BK, without earthworm) | 94                           | 98.3                                    |
| 對照組 (CK)                              | 96                           | 100                                     |
| 苜蓿苗 (Alfafa sprouts)                  | 94                           | 99.2                                    |
| 綠豆苗 (Mungbean sprouts)                | 97                           | 100                                     |
| 黃豆苗 (Soybean sprouts)                 | 98                           | 100                                     |
| 純水 (Water)                            | 95                           | —                                       |

二、以藕渣開發堆肥及應用研究

藕渣原料水分含量達 90% 以上，堆肥製作初期可作為調整水分的材料；而豌豆可提供氮源，也包含豌豆的根系及泥炭土，亦提供部分碳源。第一批堆肥試驗溫度變化結果顯示 (圖 2) 配方 1 在試驗前 10 天溫度保持在 40 ~ 50℃，並於第 11 天逐漸升溫至 60℃ 以上維持 5 天後，逐漸降至室溫。配方 2 於第 3 天即升溫至 58℃，唯維持在 50℃ 以上天數 3 ~ 4 天即逐漸降至室溫。第二批試驗新增配方 3、4 後 (圖 3)，經 1 個月後，配方 1、2 之溫度變化趨勢與第一批堆肥試驗相似，配方 3 於第 3 天後溫度維持在 50℃ 以上約 10 天，再逐漸降至室溫。配方 4 於第 3 天升溫至 50℃ 後，維持約 4 天即逐漸下降至室溫。試驗結束後進行養分及發芽率試驗，試驗結果如表 8，配方 1、4 由於添加米糠，試驗樣品之 EC 值均達 6 dS m<sup>-1</sup> 以上，酸鹼值分別為 7.1 及 7.0，碳氮比為 21.46 及 17.24，總氮 2.02 及 2.52%，總磷 1.53 及 1.32%，總鉀 2.16 及 2.15%；配方 2、3 EC 值為 3.82 及 3.01 dS m<sup>-1</sup>，酸鹼值分別為 7.8 及 7.9，碳氮比為 29 及 43，總氮 1.55 及 1.07%，總磷 0.31 及 0.18%，總鉀 1.41 及 1.10%，相對發芽率結果顯示配方 2、3 皆可達 100%，配方 1、4 則分別為 31 及 79%，顯示添加米糠後有助於提升堆肥養分及降低碳氮比，但 EC 值偏高，會直接對種子發芽產生影響，Tajima 等人<sup>(5)</sup> 研究結果亦顯示添加米糠後會降低堆肥成品碳氮比。

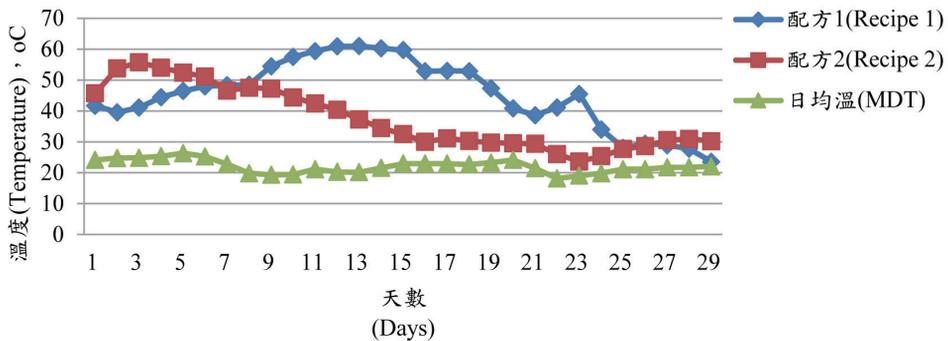


圖 2. 第一批堆肥製作過程溫度變化 (2021.1101 ~ 1201)

Fig. 2. The change of temperature during composting (2021.1101-1201)

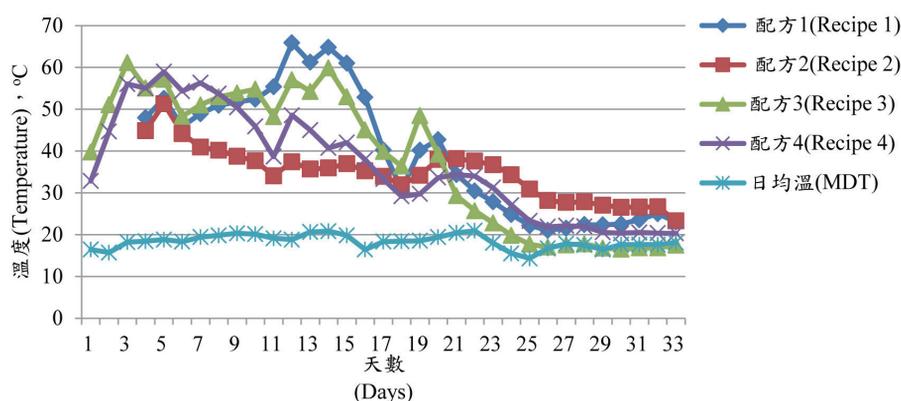


圖 3. 第二批堆肥製作過程溫度變化 (2021.1203 ~ 2022.0103)

Fig. 3. The monitoring of temperature during composting (2021.1203-2022.0103)

表 8. 不同配方堆肥養分分析及於白菜育苗相對發芽率

Table 8. The chemical properties and germination rate of pei-tsai in vermicompost medium

|                 | EC (1:5)<br>dS m <sup>-1</sup> | pH  | C/N | 氮, %<br>(N) | 磷, %<br>(P) | 鉀, %<br>(K) | 相對發芽率, %<br>(Relative germination rate) |
|-----------------|--------------------------------|-----|-----|-------------|-------------|-------------|---|
| 配方 1 (Recipe 1) | 6.48                           | 7.1 | 21  | 2.02        | 1.53        | 2.16        | 31                                      |
| 配方 2 (Recipe 2) | 3.82                           | 7.8 | 29  | 1.55        | 0.31        | 1.41        | 100                                     |
| 配方 3 (Recipe 3) | 3.01                           | 7.9 | 43  | 1.07        | 0.18        | 1.10        | 100                                     |
| 配方 4 (Recipe 4) | 6.96                           | 7.0 | 17  | 2.52        | 1.32        | 2.15        | 79                                      |

盆栽試驗土壤及產量分析結果如表 9，土壤 EC 值隨著施用化肥及堆肥施用而提高，其中配方 1 EC 值提升最高，應與堆肥原本 EC 值較高有關。土壤酸鹼值經過施肥處理後皆較不施肥處理低，又以化肥組最低，可能與施用化學肥料以及堆肥分解後產生有機酸有關。土壤有機質以市售有機質肥料最高，較不施肥高約 0.5%，值得注意的是配方 3 土壤有機質為 1.51%，與市售有機質肥料處理相當，配方 3 中竹粉添加量較其他配方高，故提升有機質能力也較高，然配方 3 之堆肥碳氮比高達 43 (有機質肥料品目 5 ~ 10 之碳氮比範圍為 10 至 25)，可能導致菜苗定植初期土壤微生物與菜苗進行搶氮作用，需要再進行調整配方內容。土壤有效性磷以配方 1 較高，而配方 1 及配方 4 則因原料當中有米糠，故試驗土壤有效性磷亦較其他處理高，此項趨勢於交換性鉀亦可觀察到。皺葉白菜平均產量部分，除配方 3 及不施肥處理以外，其餘處理之產量皆高於化肥組，其中以市售有機質肥料處理最高，配方 1、配方 2 和配方 4 次之。

表 9. 盆栽試驗土壤肥力及白菜產量結果

Table 9. The soil fertility and yield of pei-tsai in pot experiment

|                                 | EC (1 : 5)<br>dS m <sup>-1</sup> | pH    | O.M. <sup>1</sup><br>% | 總氮，%<br>(TN) | 有效性磷<br>mg kg <sup>-1</sup><br>(AP) | 交換性鉀<br>mg kg <sup>-1</sup><br>(Ex. K) | 產量<br>g plot <sup>-1</sup><br>(Yield) |
|---------------------------------|----------------------------------|-------|------------------------|--------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 對照組 (CK)                        | 0.09c                            | 6.9a  | 1.01b                  | 0.03c        | 66bcd                               | 86ab                                   | 287b                                  |
| 化肥組<br>(Chemical fertilizer)    | 0.20b                            | 5.8c  | 1.05b                  | 0.04bc       | 91b                                 | 44c                                    | 718a                                  |
| 市售有機質肥料<br>(Commercial product) | 0.27a                            | 5.9bc | 1.52a                  | 0.05a        | 50cd                                | 48c                                    | 792a                                  |
| 配方 1 (Recipe 1)                 | 0.29a                            | 6.0bc | 1.17b                  | 0.05a        | 124a                                | 93a                                    | 791a                                  |
| 配方 2 (Recipe 2)                 | 0.20b                            | 6.0bc | 1.14b                  | 0.04bc       | 43d                                 | 76abc                                  | 771a                                  |
| 配方 3 (Recipe 3)                 | 0.25ab                           | 6.1b  | 1.51a                  | 0.05a        | 44cd                                | 70abc                                  | 613a                                  |
| 配方 4 (Recipe 4)                 | 0.25ab                           | 6.0bc | 1.12b                  | 0.04bc       | 71bc                                | 56bc                                   | 768a                                  |

<sup>1</sup> O.M.: organic matter, TN: total nitrogen, AP: available phosphorus, Ex. K: exchange potassium. Means within a column followed by the same letters are not different significantly at 5% level by Tukey's HSD, respectively.

## 結論與建議

本次試驗將芽菜格外品及藕渣依據各材料特性分類，並使用於適合的再利用方式。將芽菜應用於製作蚓糞蚓糞，經本研究證實所產製之蚓糞堆肥成品對於蔬菜種子發芽有正向的影響，以及有助於蚯蚓生長。利用藕渣高含水分特性，進行堆肥製作調製，不僅再利用水資源，亦可幫助促進副產物的利用。未來研究中，須再針對藕渣製成堆肥成品的品質進行探討，進一步釐清本次試驗中對於堆肥溫度、發芽率及產量結果。

## 誌 謝

本研究感謝 110 年度科發基金計畫「農業生產技術優化及資源循環利用研發 (MOST110-3111-Y-067E-001)」經費支持，農業部臺南區農業改良場土壤肥料研究室團隊於試驗調查及樣品分析以及中興大學陳仁炫教授提供寶貴意見。

## 引用文獻

1. 徐振家。2021。蓮藕。國產農漁畜產品教材。
2. 蘇向豪。2020。循環農業之產業與技術發展模式－以環綠綜合與臺灣糖業為例。
3. Cai L. L., X. Q. Gong, H. Ding, S. Y. Li, D. Hao, K. F. Yu, Q. X. Ma, X. Y. Sun, and M. A.

- Muneer. 2022. Vermicomposting with food processing waste mixtures of soybean meal and sugarcane bagasse. *Environmental Technology & Innovation*. 28: 102699.
4. Khwanchai, K. and S. Kanokkorn. 2018. Effect of Agricultural Waste on vermicompost production and earthworm biomass. *Journal of Environmental Science and Technology*. 11: 23-27.
  5. Tajima, K., Y. Masataka, i K. Masayosh, T. Junya, and T. Koji. 2003. Enhancement of Composting Process by the Addition of Chiken Manure and Rice Bran to Tree Pruning Chips. *Japanese Journal of Farm Work Research*. 38: 207-213.

# Evaluating the reuse of the by-products in bean sprouts production and lotus rhizome processing<sup>1</sup>

Pan, C. C. and C. Y. Chien<sup>2</sup>

## Abstract

Agricultural by-products would improve value and extend their life cycle by being reused properly. In this study, the by-products of lotus root and organic bean sprouts production were used as materials. Alfalfa sprouts, soybean sprouts and mung bean sprouts were used to evaluate earthworm population and vermicompost composition. Lotus rhizome residue was used as compost material to evaluate the impact on soil properties and vegetable yield. The results showed that soybean sprout and mung bean sprout used for vermicompost would lead to increase the weight and quantity of earthworms. The pH of vermicompost decreased slightly, and the total nitrogen varied with the addition of materials. The lotus rhizome residue can be used as a material for adjusting moisture in the initial stage of composting. The yield of pei-tsai in the pot experiment using lotus root residue compost of formula 1 was comparable to that of the commercial organic compost. By judging the characteristics of raw materials and applying them, it is helpful to increase the value of by-products.

**What is already known on this subject?**

Let the agricultural by-product become compost or vermicompost by different the physical and chemical characteristics.

**What are the new findings?**

The total water use could be reduced in composting period due to the water content of Lotus rhizome by-product was high.

**What is the expected impact on this field?**

To evaluate the process of reusing the by-product from soybean sprout and lotus rhizome.

**Key words:** Soybean sprout, Lotus rhizome, Vermicompost

Accepted for publication: October 25, 2023

---

1. Contribution No.564 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

2. Assistant Researcher and Research Assistant, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712009, Taiwan, R.O.C.