

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-化學科

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：EM + 垃圾 = 黃金！

關 鍵 詞：EM 菌、有機堆肥、腐化發酵

編 號：080212

學校名稱：

彰化縣芳苑鄉民權國民小學

作者姓名：

洪郡憶、劉佩珊、洪俊祥、洪嘉維

指導老師：

洪榮炎、呂宜樺



EM + 垃圾=黃金！

一、摘要

環保是未來人類生活勢必面對主要課題，在本次的研究中，研究者主要係針對堆肥腐化過程 EM 菌對水質及堆肥腐化的影響 EM 菌有機堆肥對植物生長的影響等問題作深入的探討，其主要目的除了有助相關學習課程內容之釐清，另一方面，對環境問題的了解及人類生活的改善亦頗有助益。其研究結果茲摘要說明如下：

一般堆肥自然腐化過程的速度大部分都非常慢，有時甚至需要一年以上的時間才可能完全腐化完成。

廚餘及 EM 菌對於堆肥的腐化醱酵有明顯加速的現象。

落葉堆肥加入 EM 菌後，其腐化醱酵的速度加快很多，甚至在三個月內即可完全腐化，比一般自然腐化快好幾倍以上。

EM 菌可以明顯改善水質的臭味、PH 值、TDS 值及水的顏色等。

EM 菌可以使堆肥腐化後的體積大大的減少，對降低垃圾量及環境改善有非常大的幫助。

EM 菌堆肥，可以幫助植物的根葉發展，並強化植物的生命力。

EM 菌堆肥，可以加速植物生長速度，並強化植物枝葉發展。

EM 菌可以使原本沒有價值的垃圾變成極富價值的有機肥料，對環境問題的解決及人類生活的改善頗有助益！

二、研究動機：

最近學校正在如火如荼的推動「資源垃圾分類再利用」的運動，尤其是佔學校垃圾量最多、也最令師生頭痛的部分-----「廚餘」及

「落葉」，就在這樣的因緣下，我們在老師的指導下展開了一系列有關「資源垃圾再利用」的相關研究，希望能藉由這樣的科學的研究、理論及實務的探討，用「科學的方法」來解決學校的垃圾問題

三、研究目的：

探討廚餘及堆肥腐化過程的現象。

研究腐化發酵過程是否有發熱的現象。

比較各類廚餘及堆肥腐化過程之異同。

分析廚餘及 EM 菌對堆肥腐化發酵的影響。

探討 EM 菌對水質的影響。

研究加入 EM 菌的堆肥在腐化過程時，其 PH 值及 T D S 值的變化。

研究「EM 菌堆肥」在腐化過程時體積的變化。

探討「EM 菌堆肥」對植物根葉發展的影響

討論 EM 菌有機堆肥對雜草的影響

分析 EM 菌有機堆肥對植物生長的影響。

四、研究工具及器材：

PH 值測試器 T D S 值測試器。

50cm×50cm×50cm 長方體木製堆肥槽。

60cm×30cm×20cm 長方體塑膠花盆。

EM 菌、甘藍菜種子、牛筋草種子。

各類廚餘、落葉堆肥、稻草牛糞堆肥等。

標籤、塑膠桶、塑膠堆肥槽、水龍頭等。

五、研究結果與討論:

研究一：廚餘在一般腐化過程中會有什麼現象？

步驟：

用塑膠桶裝入白飯、肉骨、葉菜類及綜合類等各種不同種類的廚餘各 5 公升。

統一放置在自然教室的陰涼處。

觀察記錄其變化。

結果：

種類 時間	白飯	肉骨	葉菜	綜合
3 天	變化小	變化小	變化小	酸味
6 天	變化小	變化小	有汁液	發臭
9 天	發霉	變化小	發霉有汁液	很臭
12 天	發霉	變化小	汁液多	長蛆
15 天	發霉多	稍有臭味	臭味、腐爛	長蛆
20 天	發霉很多	稍有臭味	臭味、腐爛	長蛆

討論：

廚餘的腐化速度很快。

廚餘的腐化過程大致有發霉、發臭、產生汁液、腐爛、長蛆等現象

有湯、水分多的廚餘，例如：綜合類廚餘，較容易發臭、長蛆。

白飯、肉骨較乾，較不會發臭，甚至也不會產生汁液。

研究二：堆肥的自然腐化過程和廚餘有何不同？

步驟：

觀察記錄學校垃圾堆肥，以及同學家中的稻草牛糞堆肥、雞糞堆肥之自然腐化過程。

將堆肥的自然腐化過程與廚餘自然腐化過程的情形做比較

結果：

種類 時間	學校落葉堆肥	稻草牛糞堆肥	雞糞堆肥
第一週	樹葉變乾黃	稍臭	稍臭
第三週	樹葉乾黃	發臭	發臭
第五週	稍臭、有螞蟻	發臭、長蟲	變乾、發臭
第七週	稍臭、有螞蟻	發臭、長蟲	發臭、蒼蠅多

討論：

落葉堆肥自然腐化的速度比廚餘慢，尤其是學校落葉堆肥及稻草牛糞堆肥中的稻草，自然腐化速度都非常慢。

堆肥腐化時會發臭，而且容易有螞蟻、小蟲等寄生其中，但沒有發現長蛆等現象，但廚餘則有嚴重長蛆的現象。

堆肥腐化時會有發臭的現象，其中以雞糞堆肥發臭最明顯，最臭，稻草牛糞堆肥次之，學校落葉堆肥較無臭味。

研究三：廚餘、堆肥在腐化過程中會放熱嗎？

步驟：

準備一桶學校午餐後的綜合廚餘五公升，其中包括豬肉、白飯、高麗菜、魚翅及豬肝湯。

堆肥的部分則選定學校西北角的垃圾堆（大部分是落葉）、家中稻草牛糞堆肥及同學家的雞糞堆肥作為堆肥測量的樣本。

每週分別測量一次各類堆肥及廚餘的溫度。

測量時以堆肥的內部的中心點為測量的基準點。

結果：

	第一週	第二週	第三週	第四週	第五週	第六週	第七週	第八週
室溫 (度)	21	23	23	25	25	24	22	23
綜合 廚餘	22	25	×	×	×	×	×	×
學校落 葉堆肥	18	18	18	20	23	27	29	29
稻草牛 糞堆肥	35	37	36	39	40	39	40	41
雞糞 堆肥	32	32	30	33	34	32	34	35

×：綜合廚餘已嚴重長蛆，為了環境衛生，未再繼續測量。

測量單位：度

討論：

不管是廚餘，或是堆肥，它們在腐化的過程中，都會有放熱使

溫度升高的現象產生，只是因種類不同，溫度升高的快慢或高低有所不同而已。

學校落葉堆肥中，以乾的樹葉居多，剛開始因為未腐化，而且堆肥內沒有照射到陽光，所以所測到溫度反而比溫室低。

在測量時，所找到的稻草牛糞堆肥及雞糞堆肥測量樣本，因為已經腐化多時，所以測量的第一週，溫度早已有升高的現象(比室溫高很多)，但是往後再升高的速度就不快了。

綜合廚餘再測量的第二週就已經開始長蛆，為了環境整潔，所以未再繼續測量。

研究四：在堆肥中加入廚餘，可不可以加快堆肥腐化醱酵的速度？

步驟：

將學校落葉堆肥區分或 A、 B 、 C 、 D 四個區域。

在 A、 B、 C 三個區域的落葉堆肥中，每天固定分別埋入 3 公升、 2 公升、 1 公升的綜合廚餘（學校午餐吃剩的）。

D 區域中的落葉堆肥則不加任何廚餘。

觀察 A、 B 、 C、 D 四個區域的落葉堆肥之腐化醱酵情形。

結果：

A 區的落葉堆肥腐化速度最快， B 區次之， C 區再次之， D 區則腐化最慢。

D 區一直都沒很明顯的腐化現象，加入廚餘的堆肥則有非常明顯的腐化現象（觀察時間：六週）。

討論：

廚餘可以加速堆肥的腐化醱酵的速度。

所加入的廚餘數量愈多，堆肥腐化醱酵的速度就變得愈快。

研究五：EM 菌對堆肥的腐化醱酵過程有何影響？

步驟：

釘置一個木製堆肥槽，並將堆肥槽以木板區隔成 A、B、C、D、E、F 等六個區域，每個區域的堆肥槽長、寬、高分別都是 50cm。

每個區域的堆肥槽內都放入 80 公升的學校落葉堆肥。

每個區域分別加入不同種類及數量的添加物：

A 區：不加任何添加物，讓其堆肥自然腐化。

B 區：每天固定灑 1 公升的水。

C 區：每天固定埋入 1 公升的綜合廚餘。

D 區：每天灑入 1 公升水，且埋入 1 公升的綜合廚餘。

E 區：每天灑入 1 公升水、埋入 1 公升的綜合廚餘，且每週再灑入 100 公克的 EM 菌。

F 區：每天灑入 1 公升水、埋入 1 公升的綜合廚餘，且每週灑入 100 公克的 EM 菌，並翻攪 1 次。

結果：

區 域	A 區	B 區	C 區	D 區	E 區	F 區
開始腐化的時間	沒有明顯的變化	第 4 週	第 2 週	第 2 週	第 1 週	第 1 週
腐化速度	6(最慢)	5	4	3	2	1(最快)
臭味	4	2	1(最臭)	3	5	6
腐化後的體積	1(最多)	2	3	4	5	6(最少)
溫度(第八週)	6	4	3	2	1	5
蚊蠅孳生量	2	1	1	1	3	3

觀察時間共八週

討論：

A 區是任其自然腐化，其腐化的速度非常緩慢，溫度上升最少。

水、廚餘、EM 菌都可以幫助堆肥腐化醱酵，其中以加入 EM 菌的效果最為顯著，廚餘次之、水再次之。

將堆肥中加入水、廚餘及 EM 菌，並定期翻攪，則可以堆肥的腐化醱酵過程加速。

F 區加 EM 菌及定期翻攪的堆肥，較少產生臭味，其溫度亦不高（僅比 A 區高）。

有加入 EM 菌的 E 區及 F 區，其蚊蠅孳生較少。

研究六：EM 菌對改善水質有幫助嗎？

步驟：

取學校廚餘排水溝的水 5 公升，並將水的樣本平分成 A、B 兩份，分別置於塑膠器皿中。

每週在 A 桶的水樣中加入 20 克的 EM 菌，而 B 桶的水樣中則保持不變，不加任何物質。

連續十二週觀察比較兩桶水樣本的變化，並分別測量其 PH 值及 TDS 值的變化。

結果：

類 型 水 樣	PH 值 (實驗前)	TDS 值 (實驗前)	顏色 變化	臭味 變化	PH (實驗後)	TDS 值 (實驗後)
A 桶	8.5	35	混濁漆黑 藍綠色 清澈	稍臭 不臭	7.3	18
B 桶	8.5	35	混濁漆黑 更黑	稍臭 很臭	8.4	35

討論：

EM 菌對水質的改善有幫助。

廚房排水溝的水在加入 EM 菌一段時間後，顏色明顯變得比較清澈且乾淨。

EM 菌對廚房排水溝水的臭味有明顯改善。

水溝水在加入 EM 菌一段時間後，PH 值漸趨中性，TDS 值明顯下降。

研究七：加 EM 菌的堆肥，在其腐化過程中，它的 PH 值及 TDS 值會有什麼變化呢？

步驟：

在塑膠堆肥槽的側面下方裝置一個水龍頭。

在塑膠堆肥槽中置入學校落葉堆肥 50 公升。

在堆肥槽中每天置入綜合廚餘 1 公升，每週並灑入 EM 菌 30 公克。

每週從下方水龍頭收集堆肥的汁液，並測量 PH 值及 TDS 值。

結果：

時間	第一週	第二週	第三週	第四週	第五週	第六週	第七週	第八週	第九週	第十週	第 週	第 週
PH 值	6.1	6.3	6.7	6.7	6.8	6.8	7.4	7.2	7.3	7.2	7.2	7.1
TDS 值	42	42	40	40	37	34	30	27	26	22	20	18

討論：

在落葉堆肥中加入 EM 菌及廚餘後，其腐化過程中的 PH 值會從原本的酸性轉趨中性附近。

加 EM 菌及廚餘的落葉堆肥，其腐化過程中，它的 TDS 值有下降的趨勢。

研究八：加入 EM 菌的堆肥，它在腐化過程中，其體積會有何變化？

步驟：

在甲、乙兩區木製堆肥槽中分別置入 80 公升的學校落葉堆肥。

甲、乙兩區的堆肥槽中，每天都一樣灑 500 cc 的水，埋入 1 公升綜合廚餘。

在甲區，每週另外灑入 100 公克 EM 菌並翻攪，乙區則不加 EM 菌。

觀察測量並比較甲、乙兩區堆肥體積的變化。

結果：

區域 \ 週次	1	4	8	10	12
甲	78	65	40	29	24
乙	79	70	61	55	50

單位：公升

討論：

落葉堆肥腐化時，其體積有逐漸變小的現象。

加 EM 菌的落葉堆肥，其體積變得更少，且變少的速度較快。

堆肥在腐化時，其體積有越來越少的趨勢，但在剛開始幾週變化較大，後來則變化較慢。

研究九：加 EM 菌的堆肥，對植物的根絮發展有何影響？

步驟：

取 3 公斤完全腐化的 EM 菌落葉堆肥與 3 公斤的土壤，攪拌成 6 公斤的 EM 菌落葉堆肥土壤。

準備一個 60 cm×30 cm×20 cm 的長方體透明塑膠桶，左半部放入 6 公斤的一般土壤，右半部則置入 6 公斤的 EM 菌落葉堆肥攪拌的土壤。

在塑膠桶中間植入一顆甘藍菜種子。

觀察甘藍菜根絮的發展情形。

結果：

桶 底 桶	第 5 天	第 10 天	第 15 天	第 20 天	第 25 天	第 30 天
左邊根絮 (平均長度)	種子剛發芽	3 cm	5 cm	7 cm	8 cm	11 cm
右邊根絮 (平均長度)	種子剛發芽	4 cm	9 cm	15 cm	19 cm	24 cm

討論：

甘藍菜的左半部根絮生長較慢，而且根較細。

甘藍菜的右半部的根絮生長較快速，且根絮較粗。

EM 菌落葉堆肥的土壤對植物的根絮生長有明顯的幫助，不但可以使得根絮發展更快速，而且可以使甘藍菜的根絮長得更健康。

研究十：EM 菌堆肥的土壤會比較容易長雜草嗎？

步驟：

準備長 60 cm、寬 30 cm、高 20 cm 的長方體塑膠盆 3 個，A 盆置入一般土壤 12 公斤，B 盆則是置入一般土壤和 EM 菌堆肥土壤各 6 公斤攪拌，C 盆則是置入 12 公斤全部都是 EM 菌的堆肥。

在三個塑膠盆中分別種下一顆甘藍菜種子及 10 顆牛筋草種子。

觀察三盒中甘藍菜、牛筋草以及其他雜草生長情形。

結果：

C 盆的甘藍菜長得最高、最快、最茂盛，A 盆中的甘藍菜長得最差。

A 盆的雜草長的越多，B 盆的雜草長得比 A 盆少，C 盆則長得最少。

C 盆的牛筋草發芽的情形也最少。

討論：

EM 菌堆肥的土壤，不會比一般土壤更容易長雜草，反而有比一般的土壤更不容易長雜草的現象。

加入 EM 菌的土壤，不但雜草長得較少，它的甘藍菜也長得最好。

研究十一：加 EM 菌的堆肥，對植物的生長有沒有幫助，是不是可以使植物長得更好呢？

步驟：

準備長 60cm、寬 30cm、高 20cm 的長方體塑膠花盆 5 個，並分別以 A、B、C、D、E 的標示來區分。

各盆中分別置入不同比例的一般土壤及 EM 菌堆肥土壤，其置入的比例分配如下表：

區 域 比 例	A 盒	B 盒	C 盒	D 盒	E 盒
EM 菌堆肥土壤	0	3	4	6	12
一般土壤	12	9	8	6	0

單位：公斤

在每一盆中種下一顆甘藍菜種子。

觀察甘藍菜生長情形。

結果：(長度單位：公分)

高 度 時 間	A 盒	B 盒	C 盒	D 盒	E 盒
5 天	2	2	2	3	3
10 天	5	7	8	10	11
15 天	7	11	15	16	17
20 天	9	15	18	22	25
25 天	11	18	22	26	29
30 天	12	20	25	30	33

討論：

EM 菌堆肥土壤的比例愈高，甘藍菜就長得愈高、愈壯。

E 盆的甘藍菜除了長得最快以外，它的枝葉也長的最茂盛、看起來最健康。

六、結論：

- (1) 廚餘腐化的速度比堆肥腐化的速度快，而且廚餘較容易發霉、發臭、且很容易有長蛆等現象。
- (2) 落葉堆肥的自然腐化過程的速度非常慢，有時甚至需要一年以上的時間才可能完全腐化完成。
- (3) 廚餘及堆肥的腐化過程都有放熱的現象。
- (4) 廚餘可以幫助堆肥進行腐化醱酵。
- (5) 加入 EM 菌的堆肥，其腐化醱酵的速度比未加入 EM 菌的堆肥快很多。
- (6) 一般的落葉堆肥在加入 EM 菌後，其腐化醱酵的速度加快很多，甚至在三個月內即可完全腐化，比一般自然腐化快好幾倍以上。
- (7) EM 菌對水質改善有幫助，可以明顯改善水質的臭味、PH 值、TDS 值等，水的顏色最後也變得更清澈了。
- (8) 加入 EM 菌的有機肥料，其 PH 值會漸趨中性，TDS 值的大小則有下降趨勢。
- (9) 加入 EM 菌可以使堆肥腐化後的體積大大的減少，對降低垃圾量及環境改善有非常大的幫助，此點是一個重大的發現。
- (10) 加入 EM 菌的堆肥土壤，可以幫助植物的根葉發展，並強化植物的生命力。
- (11) 加入 EM 菌的堆肥土壤，可以加速植物生長速度，並強化植物枝葉發展。

(12) EM 菌不但可以解決垃圾問題，使原本沒有價值的垃圾變成極富價值的有機肥料，對植物的生長有加速及強化生命力的影響，真是一舉多得！

(13) 加入 EM 菌的堆肥，如果加以定期的翻攪，則可以使堆肥的腐化速度加快、垃圾量及體積變得更少。

七、未來發展：

(1) 從本次的研究中發現：EM 菌不但可以改善水質，更可以將垃圾變成黃金（有機堆肥），不但可以解決學校垃圾問題，更可以為學校開發另一筆財源。

(2) 環保是未來人類勢必面臨的問題，藉由此次的研究結果，我們絕對相信：環保問題是可以用「科學的方法」來解決的，共勉之！

八、參考資料：

柯秀雪（民 82）。十萬個為什麼。台北：鐘文出版社。

鄒紀萬（民 89）。有趣的科學實驗。台北：錦德圖書事業有限公司。

劉公裕（民 81）。有趣的科學問題。台南：大夏出版社。

陳慶飛（民 82）。理化教室。台北：華一書局。

陳慶飛（民 82）。科學樂園。台北：華一書局。

國立編譯館（民 90）。國民小學自然科學第十冊(五下)。台北：國立編譯館。

國立編譯館（民 90）。國民小學自然科學第十一冊(六上)。台北：國立編譯館。

國立編譯館（民 90）。國民小學自然科學第十二冊(六下)。台北：國立編譯館。