

# 羽毛水解液肥對草莓生產之影響<sup>1</sup>

曾宥紘<sup>2</sup>、許明傑<sup>2</sup>

## 摘 要

本試驗應用巨大芽孢桿菌 TCPiA 水解 5%的羽毛後，調製成兩種液態肥料，分別為 F1 液態肥(添加 5%過磷酸鈣及 2%氯化鉀)與 F2 液態肥(添加 5%血粉)。進行草莓泥炭介質盆栽試驗，肥料處理為澆灌 F1、F2、台肥即溶 43 號複合肥料 (CF)及不施肥處理組 (BK)。試驗結果顯示，澆灌 F1 液態肥料可提高 2 月份草莓果實之大果比例，單果大於 25 g 占比例 43.3%。與 CF 處理組之比例 6.7%達顯著差異。澆灌 F2 液態肥可顯著降低果實糖度與酸度，提高整體果實糖酸比。草莓採收調查至 3 月 31 日，以澆灌 F1 與 F2 處理組之平均單果重約 21 g 最重，且與對照處理組達顯著差異，產量則以施用 F1、F2 及 CF 處理組無顯著差異，但顯著高於對照處理組。F1、F2 及 CF 處理組之葉片鉀含量顯著高於對照組，其他葉片養分含量則以 CF 處理組最高。

**關鍵字：**羽毛水解液、巨大芽孢桿菌、肥料、草莓、泥炭

## 前 言

草莓為薔薇科草莓屬植物，110 年全臺栽培面積約 509 公頃，產區集中於苗栗縣佔 451 公頃，臺中市、彰化縣及南投縣合計約 18 公頃，每公頃平均產量約 17.9 公噸，年總產量約 9,142 公噸 (110 年臺灣統計年報)，為臺灣重要的小漿果作物，具鮮食與加工用途，且含多種營養成分，如維生素、礦物質、有機酸和果膠及多酚類等。前人研究提及應用血粉水解物可提高草莓幼苗移植後之根系重量、花朵數及產量<sup>(9)</sup>，顯示蛋白質水解物具提高草莓產量之應用潛力。羽毛為高蛋白質含量之農業副產物，許多研究發現羽毛水解液亦具促進作物生產效果，如可提高香蕉產量<sup>(6)</sup>、增加小麥幼苗植株根長、乾重、葉綠素及胡蘿蔔素含量<sup>(5)</sup>，另研究指出較施用尿素處理組，可增加萵苣葉片乾重 33% 及根乾重 64%<sup>(14)</sup>，增加茶葉幼苗生長特性<sup>(11)</sup>等。本試驗探討應用羽毛分解菌 TCPiA 之水解羽毛液態肥料，應用於草莓介質生產試驗並探討對草莓生產效益之影響，並試驗羽毛水解液肥是否能於養分不過量供給條件下，提高草莓產量，以應用於減少化學肥料用量之生產模式。

<sup>1</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 1044 號。

<sup>2</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員。

<sup>3</sup> 行政院農業委員會臺中區農業改良場約僱技術員。

## 材料與方法

### 一、羽毛水解液肥配方調配

本試驗配製 1L 之羽毛培養基含 5%乾羽毛 (w/v)、0.5%磷礦石粉及 0.5%油棕灰，於滅菌釜 (121°C, 15 psi)滅菌 15 分鐘後備用。*Bacillus megaterium* TCPiA 接種於 50 mL nutrient broth 於室溫經 90 rpm 震盪培養 2 天後，接種至羽毛培養基，並於室溫經 90 rpm 震盪培養 6 天後，分別取 400mL 羽毛水解液調配為 F1 及 F2 兩種液態肥料，其中 F1 液態肥料，額外添加 5%過磷酸鈣及 2%氯化鉀。F2 液態肥料，額外添加 5%血粉，兩者皆於室溫經 90 rpm 震盪 2 天後，應用於草莓生產試驗。

### 二、草莓盆栽介質試驗

草莓盆栽(直徑 17 cm, 高度 20 cm)裝填泥炭，並於泥炭上方添加 5 cm 厚之鴨毛(DF)堆肥<sup>(2)</sup>，於 2020 年 10 月 22 日進行草莓 (品種:香水, Aroma)種植，每盆種植 1 株。每處理 4 重複，並施用不同液態肥料，分別為(1)澆灌 F1、(2)澆灌 F2、(3)澆灌台肥即溶 43 號複合肥料及(4)不額外施肥。草莓於 12/1、12/16、12/29、隔年 1/12、1/26、2/9、2/16、2/23、3/2、3/9、3/16、3/23 施肥，每株澆灌 200 倍稀釋之液態肥料 200 ml。盆栽試驗統一以滴灌方式進行水分補充。草莓生育期以游標卡調尺查葉片性狀、另定期採收果實以調查果粒數、果重、糖度、酸度、糖酸比及累積產量。糖度以糖度計(Palette digital refractometer, PR-101α, ATAGO)測量。果實酸度分析以當天各盆採收果實經榨汁，並取 1ml 果汁添加 9ml 去離子水，以 0.1N NaOH 滴定至酚酞指示劑轉為粉紅色，計算滴定的 NaOH 量以推算果汁所含檸檬酸當量，乘上稀釋倍數即可得到可滴定酸度。

### 三、羽毛水解液態肥、介質及植體養分分析

泥炭介質(1:10)水萃液及羽毛水解液態肥料 F1 與 F2 以電極測定 pH 及 EC，樣品之氮用微量擴散法測定<sup>(7)</sup>，磷用比色法定量<sup>(10)</sup>，鉀用火焰光度計測定(Sherwood flame photometer 410)，鈣、鎂及微量元素則用原子吸收光譜儀(Hitachi Polarized Zeeman Atomic absorption spectrophotometer Z-5000)分析。植體先以濃硫酸及雙氧水消化分解<sup>(8)</sup>，依上述方法測定氮、磷、鉀、鈣及鎂。而微量元素銅、錳、鋅及鐵則以 1 N 鹽酸反應<sup>(15)</sup>後以原子吸收光譜儀分析。

### 四、數據分析

以 SAS Enterprise Guide 7.1 軟體進行統計分析，以 Least Significance difference (LSD)法進行比較，表中相同字母表示彼此間無顯著差異( $p < 0.05$ )。

## 結果與討論

### 一、羽毛水解液態肥料養分分析

本試驗 F1 液態肥之全氮-磷酐-氧化鉀含量為 0.77(±0.05)-0.1(±0.01)-1.34(±0.04)，而 F2 液態肥

之全氮-磷酐-氧化鉀含量為 1.30(±0.16)-0.05(±0.01)-0.23(±0.02)。本試驗羽毛水解液態肥料之水溶性養分分析如表一所示，羽毛水解液添加化學肥料(F1)其酸鹼值較低而電導度值較高，因添加 2%氯化鉀，水溶性鉀含量可達 9,000 ppm，而添加過磷酸鈣至羽毛水解液中，會有明顯沉澱，可能因此導致水溶性磷含量不高，僅為 363.7 ppm。羽毛水解液添加血粉(F2)，可顯著提高水溶性鉍、錳及鐵濃度，其他養分較 F1 液肥低。

表一、羽毛水解液肥之水溶性養分分析

Table 1. Water soluble nutrients in feather hydrolysis fertilizer F1 and F2

Fertilizer	pH	EC dS/m	mg/L								
			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
F1	5.1	45.2	4380.3	363.7	9220.7	1213.0	117.0	0.25	1.82	2.77	0.29
	±0.5*	±2.9	±20.0	±7.6	±337.6	±35.2	±3.6	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01
F2	7.2	31.5	7141.7	65.7	1841.0	160.7	64.7	0.05	9.39	0.21	44.9
	±0.4	±1.1	±98.2	±2.1	±28.6	±4.5	±0.6	±0.00	±0.35	±0.03	±2.3

\*Mean±S.D.

## 二、草莓葉片與果實性狀調查

草莓葉片寬度以施用羽毛水解液肥 F2 最高，不施肥最低，葉長及葉柄長處理間無顯著差異(表二)。前人研究指出，施用堆肥可提高草莓生育與產量<sup>(4, 13)</sup>，因此本盆栽試驗先於泥炭介質表面鋪設堆肥，並探討不同液態肥料對草莓生產之影響，草莓 1 月份採收調查，各處理之平均單果重及果實重量分佈皆無顯著差異(表三、表四)，而澆灌台肥即溶 43 號肥料(CF)之果粒數與產量最高，且與不施肥處理組達顯著差異。

表二、不同液肥處理之草莓葉片性狀調查

Table 2. Leaf characteristics of strawberry drench with different fertilizers

Treatment	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Petiole length (cm)
F1*	7.1a	6.7ab	8.7a
F2	6.6a	6.9a	8.7a
CF	6.9a	5.7bc	8.9a
BK	6.4a	5.5c	8.7a

\*F1: 5% of calcium superphosphate and 2% of potassium chloride in feather hydrolysate, F2: 5% of blood meal in feather hydrolysate, CF: Taifer instant chemical fertilizer NO.43, and BK: no further fertilization.

表三、草莓 1 月份果實與產量調查

Table 3. Investigation of strawberry fruit and yield in different treatments in January

Treatment*	Fruit weight (g)	Fruit numbers	Yield (g/plant)
F1	32.1a**	1.7b	49.7ab
F2	32.5a	2.3ab	80.7ab
CF	26.2a	4.3a	113.4a
BK	16.0a	0.3b	16.0b

\*F1: 5% of calcium superphosphate and 2% of potassium chloride in feather hydrolysate, F2: 5% of blood meal in feather hydrolysate, CF: Taifer instant chemical fertilizer NO.43, and BK: no further fertilization.

\*\* Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test)

表四、草莓 1 月份果實重量分布

Table 4. Percentage of strawberry fruit grading by different fruit weight in January

Treatment*	Percentage (%)							
	<15g**	15-20g	20-25g	25-28g	28-33g	>33g	<25g	>25g
F1	0a***	0a	11.1a	11.1a	44.4a	33.3a	11.1a	88.9a
F2	0a	0a	41.7a	0a	25.0a	33.3a	41.7a	58.3a
CF	0a	11.1a	33.3a	19.4a	22.2a	13.9a	44.4a	55.6a
BK	0a	0a	0a	0a	0a	33.3a	0a	33.3a

\*F1: 5% of calcium superphosphate and 2% of potassium chloride in feather hydrolysate, F2: 5% of blood meal in feather hydrolysate, CF: Taifer instant chemical fertilizer NO.43, and BK: no further fertilization.

\*\*臺北農產運銷股份有限公司之草莓分級標準

\*\*\* Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test)

草莓 2 月果實調查如表五所示，果實大小分布如表六所示，平均單果重各處理間無顯著差異，草莓單果果實小於 15 g，以澆灌即溶肥料(CF)之占比 71.9%最高，澆灌 F2 液態肥料最低為 25.9%，彼此達顯著差異，且澆灌即溶肥料之草莓果重小於 25 g 達 93.3%，果實相對偏小，而澆灌 F1 與 F2 液態肥料，大於 25 g (中果)之比例可顯著提升，以澆灌 F1 液態肥料最高，達 43.3%與 CF 處理組達顯著差異，顯示化學肥料結合羽毛水解液，具有提高草莓果實大小之潛力。

草莓大果(大於 28 g)比例分布，F1 處理組為 29.1%、F2 處理組為 31.2%、CF 處理組為 3.3%而 BK 處理組為 13.9% (表六)，顯示施用羽毛水解液調配之肥料具有提高草莓大果比例之趨勢。草莓單株果粒數以 F2 處理組最高而不施肥處理組最低，累積產量則以 F1 處理組最高而不施肥處理組最低 (表五)。前人研究提及草莓澆灌有機液肥可提高草莓產量<sup>(3)</sup>，與本試驗澆灌 F1 與 F2 液態肥之產量較高，似有一致性。果實糖度以澆灌即溶肥料(CF)最高而 F2 處理組最低，酸度以 F2 處理組最

低，糖酸比以 F2 處理組最高，2 月份調查結果顯示，不施肥處理組之果粒數與產量過低，不符合生產效益，而施用 F1 與 F2 液肥之草莓大果比例較高，施用 F2 處理組糖度與酸度顯著下降而糖酸比最高，施用即溶肥料則小果比例偏高。

表五、草莓 2 月份果實與產量調查

Table 5. Investigation of strawberry fruit and yield in different treatments in February

Treatment*	Fruit weight (g)	TSS (° Brix)	Acid	TSS/acid	Fruit numbers	Yield (g/plant)
F1	24.7a**	8.3ab	0.6a	13.4b	7.7ab	193.8a
F2	24.0a	7.0b	0.4b	17.0a	8.0a	186.1a
CF	16.0a	9.6a	0.7a	13.8b	7.3ab	120.5a
BK	20.7a	8.0ab	0.6a	14.3ab	4.3b	94.4a

\*F1: 5% of calcium superphosphate and 2% of potassium chloride in feather hydrolysate, F2: 5% of blood meal in feather hydrolysate, CF: Taifer instant chemical fertilizer NO.43, and BK: no further fertilization.

\*\* Significance in comparison at P < 0.05 (LSD test)

表六、草莓 2 月份果實重量分布

Table 6. Percentage of strawberry fruit grading by different fruit weight in February

Treatment*	Percentage (%)							
	<15g**	15-20g	20-25g	25-28g	28-33g	>33g	<25g	>25g
F1	27.5ab***	14.3a	15.9a	13.2a	8.5a	20.6a	57.7b	43.3a
F2	25.9b	29.6a	9.3a	3.7a	9.3a	22.2a	64.8ab	35.2ab
CF	71.9a	13.3a	8.1a	3.3a	0a	3.3a	93.3a	6.7b
BK	38.9ab	8.3a	16.7a	22.2a	0a	13.9a	63.9ab	36.1ab

\*F1: 5% of calcium superphosphate and 2% of potassium chloride in feather hydrolysate, F2: 5% of blood meal in feather hydrolysate, CF: Taifer instant chemical fertilizer NO.43, and BK: no further fertilization.

\*\*臺北農產運銷股份有限公司之草莓分級標準

\*\*\* Significance in comparison at P < 0.05 (LSD test)

草莓 3 月份調查結果如表七所示，果實性狀以對照處理(BK)之糖度與酸度最高，其他性狀與產量各處理間無顯著差異。果實大小分佈以 BK 處理組小於 15 g 比例最高達 70.1%，而 CF 處理組於 15-20 g 占比最高與 BK 處理組達顯著差異 (表八)。除 CF 處理組外 3 月份草莓果實小於 25 g 占比顯著較 2 月份高 (表六)，大果(大於 28 g)比例偏低，雖 3 月份草莓果粒數較 2 月份有些微增加，然而 F1 與 F2 處理組之草莓單果重與中果(大於 25g)大小以上之比例皆較二月份低。或可藉由提高 3

月份草莓生產之施肥頻率，以提高草莓大果比例。如甜瓜種植於鴨毛堆肥 DF，每日持續滴灌營養液，較不施肥處理組，可提高甜瓜產量 15.1%<sup>(2)</sup>，而本試驗並未以連續滴灌方式供給草莓養分，因此 3 月份更改為每日連續給肥模式或可提高草莓大果比例。3 月份澆灌即溶肥料，果實小於 15g 占比較二月分低，然而大於 25 g 之比例僅由 2 月份 6.7%增加至 9.1%，增加幅度不高。可見草莓施肥管理適時搭配有機液肥或為提高草莓品質之關鍵。如前人研究發現草莓施用有機質肥料，可顯著提高植株高度及產量，具增進草莓生長功效<sup>(3)</sup>。

表七、草莓 3 月份果實與產量調查

Table 7. Investigation of strawberry fruit and yield in different treatments in March

Treatment*	Fruit weight (g)	TSS (° Brix)	Acid	TSS/acid	Fruit numbers	Yield (g/plant)
F1	16.6a**	5.0b	0.5ab	11.3a	9.3a	155.2a
F2	17.1a	4.3b	0.36b	12.2a	8.3a	143.3a
CF	18.1a	5.2b	0.40b	14.0a	9.0a	164.7a
BK	14.8a	8.7a	0.6a	15.4a	11.0a	164.0a

\*F1: 5% of calcium superphosphate and 2% of potassium chloride in feather hydrolysate, F2: 5% of blood meal in feather hydrolysate, CF: Taifer instant chemical fertilizer NO.43, and BK: no further fertilization.

\*\* Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test)

表八、草莓 3 月份果實重量分布

Table 8. Percentage of strawberry fruit grading by different fruit weight in March

Treatment*	Percentage (%)							
	<15g**	15-20g	20-25g	25-28g	28-33g	>33g	<25g	>25g
F1	42.2b***	15.9ab	33.8a	3.3a	4.8a	0b	91.9a	8.1a
F2	40.2b	20.6ab	35.4a	0a	3.7a	0b	96.3a	3.7a
CF	31.7b	34.0a	25.2a	9.1a	0a	0b	90.9a	9.1a
BK	70.1a	9.1b	8.9a	3.0a	2.8a	6.1a	88.1a	11.9a

\*F1: 5% of calcium superphosphate and 2% of potassium chloride in feather hydrolysate, F2: 5% of blood meal in feather hydrolysate, CF: Taifer instant chemical fertilizer NO.43, and BK: no further fertilization.

\*\*臺北農產運銷股份有限公司之草莓分級標準

\*\*\* Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test)

草莓整個生產期之果實性狀如表九所示，平均單果重以 F1 及 F2 處理組較重，且顯著高於對照 BK 處理組，糖度與酸度以 F2 處理組最低，其糖酸比最高，與 F1 及 CF 處理組達顯著差異，果粒數以即溶肥料處理組最高與 BK 處理組達顯著差異，而累積產量施肥處理組顯著高於對照組。試驗結果顯示，澆灌羽毛水解液添加化學肥料(F1)或添加血粉(F2)與澆灌即溶肥料在單果重、果粒數及產量並無統計差異，僅以 F2 處理組之糖酸比較澆灌即溶肥料處理組高，然而，經分析 2 月果實大小比例，澆灌含羽毛水解液之肥料有提高草莓大果比例之功效。

前人研究指出草莓於養分缺乏環境中，額外施用有機資材如幾丁聚糖具提高草莓產量之效果<sup>(12)</sup>。本試驗為瞭解羽毛水解液肥是否能於養分不過量供給條件下，提高草莓產量，以往後應用於減少化學肥料用量，因此在低施肥頻率下進行試驗。其草莓生產前期 2 週施一次肥，後期為 1 週施一次肥，整體試驗結果顯示雖兩種羽毛水解液肥之氮-磷-鉀-氧化鉀合計量介於 1.58-2.21%，但相較對照組仍具增產效果。然而，為提高 3 月份草莓果實大小，或可藉由提高施肥頻率，以增加果實重量。

表九、草莓果實與產量調查(1-3 月)

Table 9. Investigation of strawberry fruit and yield in different treatments from January to March

Treatment*	Fruit weight (g)	TSS (° Brix)	Acid	TSS/acid	Fruit numbers	Yield (g/plant)
F1	21.3a**	7.0ab	0.6a	12.6c	18.7ab	398.8a
F2	22.1a	5.8b	0.4b	15.0a	18.7ab	410.1a
CF	19.3ab	8.0a	0.7a	13.1bc	20.7a	398.5a
BK	17.5b	8.1a	0.6a	14.4ab	15.7b	274.4b

\*F1: 5% of calcium superphosphate and 2% of potassium chloride in feather hydrolysate, F2: 5% of blood meal in feather hydrolysate, CF: Taifer instant chemical fertilizer NO.43, and BK: no further fertilization.

\*\* Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test)

### 三、草莓葉片養分

草莓葉片養分分析如表十所示，澆灌 F2 肥料葉片氮含量較澆灌 43 號即溶肥料低 (CF)，而澆灌 F1 肥料葉片鈣含量及微量元素錳與鋅皆較澆灌 43 號即溶肥料低。施用本試驗兩種羽毛液肥，其草莓葉片養分彼此間無顯著差異，相較對照處理組(BK)，鉀含量皆顯著增加，而磷含量以 F1 處理組較高。泥炭介質表面添加堆肥，使其對照組葉片養分含量並未呈現極低狀況，其微量元素含量與澆灌 F1 與 F2 液態肥無顯著差異。澆灌即溶肥料，可顯著增加葉片錳及鋅含量。由於化肥水溶性鉀含量高進而協助錳吸收，及施用化肥條件下，可於短時間內促進草莓根系生長而增加整體養分吸收。本試驗 F2 處理組之水溶性鐵含量雖較高，然而葉片鐵含量並未增加，由於泥炭介質表面鋪放堆肥所致。

表十、不同處理之草莓葉片養分分析

Table 10. Leaf nutrient analysis of strawberry in different treatments

Treatment*	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	B
	%			ppm						
F1	1.44ab**	0.58a	1.48a	1.47b	0.62a	4.7b	32.3b	49.0b	134.7a	29.8b
F2	1.17b	0.53ab	1.42a	1.67ab	0.68a	5.0ab	36.7bc	49.7b	146.3a	30.5b
CF	1.65a	0.56a	1.53a	1.73a	0.73a	6.0a	48.7a	133.3a	130.7a	35.4a
BK	1.36ab	0.48b	0.91b	1.66ab	0.73a	5.7ab	41.3b	62.7b	213.0a	33.8ab

\*F1: 5% of calcium superphosphate and 2% of potassium chloride in feather hydrolysate, F2: 5% of blood meal in feather hydrolysate, CF: Taifer instant chemical fertilizer NO.43, and BK: no further fertilization.

\*\* Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test)

#### 四、試驗後介質養分分析

試驗後介質水溶性養分分析如表十一所示，施用即溶肥料 (CF)之酸鹼值最低，氮、磷、鉀及錳含量最高而鈣含量最低。本試驗以羽毛水解液調製之兩種肥料，經施用後，僅以 F1 處理組之介質鎂含量較高，且與對照處理組(BK)達顯著差異。而澆灌即溶肥料，其介質水溶性鉍離子、磷及錳含量顯著高於 BK 處理組。對照處理組 (BK)因泥炭表面有施用堆肥，釋放養分仍可供應草莓生長，惟供應量不足，導致草莓產量較低，吸收養分轉換為生質體較少，因此，未明顯降低介質水溶性養分含量，搭配葉片養分分析結果，對照處理組之鉀含量不足可能為限制草莓產量提升之關鍵因子。

表十一、試驗後水溶性介質養分分析

Table 11. Water soluble nutrient analysis of culture media in different treatments after experiment

Treatment*	pH	EC	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	(1:10)	(1:10)	ppm									
		dS/m										
F1	6.8a**	0.24a	19.3b	26.7b	39.0b	19.7bc	232.0a	67.3a	0.40a	0.07ab	0.11ab	1.08a
F2	6.8a	0.21a	19.7b	40.0ab	45.7b	15.7c	203.7a	50.3b	0.41a	0.04b	0.12a	1.05a
CF	5.2b	0.28a	55.0a	71.0a	60.0a	28.3a	159.3b	54.3ab	0.42a	0.11a	0.09ab	1.20a
BK	6.7a	0.21a	20.3b	55.0ab	41.3b	24.3ab	210.3a	51.3b	0.39a	0.04b	0.07b	0.97a

\*F1: 5% of calcium superphosphate and 2% of potassium chloride in feather hydrolysate, F2: 5% of blood meal in feather hydrolysate, CF: Taifer instant chemical fertilizer NO.43, and BK: no further fertilization.

\*\* Significance in comparison at  $P < 0.05$  (LSD test)



## 結 論

本試驗應用巨大芽孢桿菌 TCPiA 水解羽毛後，添加化學肥料過磷酸鈣與氯化鉀(F1)或添加血粉(F2)調配兩種液態肥料，相較台肥即溶 43 號複合肥料之養分含量(氮-磷-鉀=15-15-15)並不高。然而應用於草莓泥炭介質生產，其單果重、果粒數及產量與澆灌即溶 43 號複合肥料並無顯著差異，但可提高 2 月份草莓之果實重量。果實重量大於 25 g 達 35.2-43.3%顯著高於澆灌即溶肥料之 6.7%且達顯著差異。本試驗對照處理組雖草莓產量較低，但仍具生產力。因此，應用泥炭介質生產草莓，可於介質表面鋪設腐熟堆肥，提高肥力狀況，本試驗 3 月份草莓果實大小顯著低於 2 月份，建議可藉由提高施肥頻率，以增加 3 月份草莓大果比例。

## 參考文獻

1. 行政院農業委員會 2021 農業統計年報。
2. 曾宥縉、郭雅紋 2020 羽毛生物堆肥開發和應用 p.85-97 臺中區農業改良場特刊 141 號。
3. Ahmed, Z. F. R., A. Askri, A.K.H. Alnuaimi, A.S.H.R. Altamimi, and M.M.A. Alnaqbi. 2021. Liquid fertilizer as a potential alternative nutrient solution for strawberry production under greenhouse conditions. *Acta. Hortic*:1321, 165-172.
4. Arancon, N.Q., C.A. Edqards, P. Bierman, J.D. Metzger, S. Lee, and C. Welch. 2004. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiol.* 47:731-735.
5. Genc, E., and O. Atici. 2019. Chicken feather protein hydrolysate as a biostimulant improves the growth of wheat seedlings by affecting biochemical and physiological parameters. *Turk. J. Bot.* 43:67-79.
6. Gurav, R.G., and J. P. Jadhav. 2013. A novel source of biofertilizer from feather biomass for banana cultivation. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*:20, 4532–4539.
7. Keeney, D. R., and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen-Inorganic Form. p.659-663. In: Page A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney. (eds.). *Methods of Soil Analysis, Part 2*, 2nd edition. ASA, Madison, Wisconsin.
8. Lowther, J. R. 1980. Use of single sulfuric acid hydrogen peroxide digest for the analysis of *Pinus radiata*, needles. *Commun. Soil Sci. Plant Analysis* 11:175-188.
9. Marfà, O., R. Cáceres, J. Polo, and J. Ródenas. 2009. Animal protein hydrolysate as a biostimulant for transplanted strawberry plants subjected to cold stress. *Acta. Hortic*:842: 315-318.
10. Olsen, S. R., and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2*. Academic Press, Inc., New York.

11. Raguraj, S., S. Kasim, N. Md Jaafar, and M. H. Nazli. 2022. Growth of Tea Nursery Plants as Influenced by Different Rates of Protein Hydrolysate Derived from Chicken Feathers. *Agronomy* 12(2): 299.
12. Soppelsa, S., M. Kelderer, C. Casera, M. Bassi, P. Robatscher, A. Matteazzi, and C. Andreotti. 2019. Foliar Applications of biostimulants promote growth, yield and fruit quality of strawberry plants grown under nutrient limitation. *Agronomy* 9:483.
13. Shehata, S.A., A.A. Gharib, M. M. El-Mogy, K.F. Abdel Gawad, and E. A. Shalaby. 2011. Influence of compost, amino acid and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. *J. Med. Plant Res.* 5:2304-2308.
14. Sobucki, L., R. F. Ramos, E. Gubiani, G. Brunetto, D. R. Kaiser, and D. J. Daroit. 2019. Feather hydrolysate as a promising nitrogen-rich fertilizer for greenhouse lettuce cultivation. *Inter. J. of recycling of organic waste in agriculture*. DOI:10.1007/s40093-019-0281-7.
15. Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez. 1976. Procedures for routine analysis of zinc, copper, manganese, calcium, magnesium, potassium, and sodium by atomic absorption spectrophotometry and flame photometry. p. 27-34. In: Yoshida, S., D. A. Forno, J. H. Cock, and K. A. Gomez (eds.). *Laboratory manual for physiological studies of rice*. IRRI. Philippines.

# Influence of Feather Hydrolysates with Different Additives in Strawberry Production<sup>1</sup>

You-Hong Zeng<sup>2</sup> and Ming-Chich Hsu<sup>3</sup>

## ABSTRACT

In the experiment, *Bacillus megaterium* TCPiA was inoculated into 5% feather contained liquid medium for producing the feather hydrolysates. Two fertilizers were produced by using the feather hydrolysate included F1 fertilizer with further addition of 5% calcium superphosphate and 2% potassium chloride and F2 fertilizer with further addition of 5% blood meal. Four treatments included applying F1, F2, Taifer instant fertilizer NO.43 and no further fertilization (BK) were applied in the strawberry production grown in peat medium with surface covering of compost. Results showed application of F1 fertilizer can increase strawberry fruit size, for example fruit weight higher than 25 g by drench of F1 fertilizer was 43.3% and showed significant difference with drench of CF (6.7%). Drench of F2 fertilizer would decrease TSS and acidity of strawberry fruit, leading to increase ratio of TSS/acidity. Strawberry production was investigated to the end of March, the average fruit weight both in the F1 and F2 treatments (about 21 g) was significant higher than in the BK treatment. Among these treatments, the yield of strawberry in the F1, F2 and CF were no difference but the yield of the three treatments was significantly higher than the BK treatment. Compared with BK treatment, higher leaf potassium content was determined in the F1, F2 and CF treatment. Highest leaf nutrients were found in the CF treatment.

**Keywords:** feather hydrolysate, *Bacillus megaterium* TCPiA, fertilizer, strawberry, peat

---

<sup>1</sup> Contribution No.1044 from Taichung DARES, COA.

<sup>2</sup> Assistant researcher of Taichung DARES, COA.

<sup>3</sup> Technician of Taichung DARES, COA.

