

不同液肥製作及棗田間運用

蘇博信¹

摘要

經簡易發酵製作而成的液態肥料，具快速吸收、提高品質及增加收穫量等特點。為了解不同材料製作之液態肥料對棗果實發育之影響，本研究開發不同種類之液肥，於棗果實膨大期進行田間灌注試驗，結果得知，果實膨大期補充液肥，可有效增進果實品質及提高產量，利用魚精及糖蜜簡易發酵之魚精液肥及由農業資材行購置之胺基酸液肥，棗果實膨大期施用可增加土壤有效氮及鉀含量；其中澆灌胺基酸液肥及魚精液肥可維持較高產量，而魚精及豆漿液肥後期果實偏小，故使用魚精及豆漿液肥時需增加澆灌次數，以維持果實品質；而供應魚精液肥之棗果實可提供較穩定品質，其次為豆漿液肥，而胺基酸液肥對可溶性固形物之提升較無幫助；豆漿液肥、魚精液肥及胺基酸液肥成本分別約為 234 元/0.1ha、4,020 元及 6,030 元/0.1ha，液肥之開發，可提供棗植株養分吸收，有助提高果實品質，此液肥製作技術之建立將有效增進肥料利用效率，值得推廣運用以受惠於農民。

關鍵語:液肥、豆漿、魚精、胺基酸、棗

前言

液肥可供作物快速補充養分，目前液肥之製作方式為使用安全資材，經由簡易發酵製作而成；液肥使用優點包括液態肥料可供作物快速吸收，適時供應養分；提高品質，增加收穫量並補足缺肥情形；液態肥料進行葉面噴施，可促使作物即早回復生長勢；作物發生根部障礙時，可快速回復樹勢等^(5,6)，然液肥使用缺點包括液態肥料供應作物吸收較不持久，需持續進行澆灌作業；液態肥料所使用之濃度過高則易產生肥傷；使用液態肥料所花工時較長，較費工。

液態肥料之使用需考量因子包括施用時機，包括晴天、雨天、熱天及雨天使用倍數需有所調整；依照作物種類及葉片種類，包括生長勢及葉片角質層厚度等需調整稀釋倍數；按照作物生長時期，包括營養生長期、開花結果、小果期及果實膨大期需施用不同三要素比例之液態肥料⁽¹⁾；目前液態肥料因資材種類與製造方法不同⁽⁴⁾，功效不同，一般可依肥份多寡分成高氮、高磷及高鉀液肥^(2,3)，市面液肥琳琅滿目，價差甚鉅，一般液態肥料單桶(20kg 裝)價格約介於 1,000 至 2,000 元之間，有些售價甚至高達 12,000 元，本研究為開發具經濟效益之液態氮質肥料，並於棗園區果實膨大期進行田間測試，同

¹高雄區農業改良場助理研究員

時說明利用氮質及鉀質肥料進行液態氮/氧化鉀比之調和，加以推廣運用。

材料與方法

一、液肥材料之收集及製作

本研究用來製作液肥所需材料包括黃豆、魚精、糖蜜及酵母菌，黃豆購自屏東市新大發飼料行，魚精、糖蜜及酵母菌購自屏東市嘉峰農業資材行，魚精廠牌為美果牌美國寶；魚精液肥為利用魚精 80L 加入 20L 糖蜜、25L 水量及 0.3kg 酵母菌；豆漿液肥製作為將黃豆先浸泡至水中，黃豆及水比例為 1:1，待一天時間後，利用研磨機加以磨成豆漿，每 3kg 泡過水之黃豆顆粒製成豆漿時，需額外添加 20L 水量，取自行磨製好之豆漿 80L 加入 20L 糖蜜、25L 水量及 0.3kg 酵母菌，上述 2 種液態肥料皆以曝氣方式進行好氧發酵約 3 個星期，魚精及豆漿液肥與購置嘉峰農業資材行之胺基酸液肥於棗田區進行施用。

二、魚精、研磨豆漿及製作完成之液肥基本元素分析

試前材料及液肥的基本特性分析包括氮(N)、磷(P)、鉀(K)、鈣(Ca)、鎂(Mg)、鐵(Fe)、錳(Mn)、銅(Cu)、鋅(Zn)及鈉(Na)，以感應耦合電漿光譜儀(Inductively Coupled Plasma with Atomic Emission Spectroscopy(ICP-AES)；ULTIMA2 HORIBA JOBIN YVON)測定魚精、研磨豆漿及製作完成之液肥組成元素含量。

三、氮質液態肥料田間施用

本研究於高雄區農業改良場後方栽植棗果園進行液肥灌注試驗，座標(22.7089465；120.5291769)，田區土壤性質屬於砂質壤土，地面排水狀況良好。棗植株為 7-8 年生植株，試區面積為 0.4ha，棗栽植行距為 6m 寬，株距為 6m，行草生栽培之田區；液肥試驗之進行為為魚精液肥、豆漿液肥及胺基酸液肥各別加水稀釋 50 倍，並加入化學肥料即溶 5 號(N-P₂O₅-K₂O-MgO=5-18-18-4)100 倍、硫酸鉀 500 倍(N-P₂O₅-K₂O =0-0-50)、硫酸鎂(MgO=16%) 500 倍、硼酸 10,000 倍，進行田間澆灌，單株澆灌 20L，五重複處理，從果實停滯期開始，灌注至採收期結束，每 7 天灌注一次，共計澆灌次數為 10 次，單株液態肥料施用量共計約為 4 公升，化學肥料共計約 2.8 公斤。對照組為僅施用化學肥料之處，共計化學肥料施用量約 2.8 公斤，之後取土壤進行基本性質分析，並調查果實品質，計算成本及收益，棗果實品質調查則依農民出貨需求區分為三級，並依台北農產運銷公司販售當年度均價進行計算，獲得單位面積總收益。

四、棗田區土壤性質分析

棗園區土壤分析包括 pH 值、有機質含量(O.M.)、氮(N)、磷(P)、鉀(K)、鈣(Ca)、鎂(Mg)、鈉(Na)及電導度(electric conductivity, EC) ，其測定方法如下：

- (一) 土壤 pH 值測定:水土比 1:1，以 pH 測定儀測定⁽¹⁰⁾。
- (二) 棗田區有機質含量測定:以 Walkley Black 溼式氧化法測定⁽¹²⁾。
- (三) 土壤氮含量之測定:以擴散法測定。
- (四) 土壤有效性磷的測定:以 Bray No.1 測定⁽¹¹⁾。
- (五) 土壤交換性鉀(K)、鈣(Ca)、鎂(Mg)及鈉(Na)測定：以 1N 中性醋酸銨抽取土壤中後，以感應耦合電漿光譜儀(ICP-AES；ULTIMA2 HORIBA JOBIN YVON)測定鉀(K)、鈣(Ca)、鎂(Mg)及鈉(Na)含量。
- (六) 土壤電導度(EC 值)測定：水土比 1：5，以 EC meter CM-25R 儀器測定。

結果與討論

一、試前材料及液肥之基本特性分析

表 1 為試前材料之基本性質分析，試前材料魚精之氮素、磷酐及氧化鉀分別為 8.08%、0.02%及 1.8%，魚精氮含量較高，為氮素提供重要來源之一；自行研磨豆漿之氮素、磷酐及氧化鉀分別為 0.27%、0.04%及 0.2%，其氮素含量偏低，含有些許之氧化鉀，另外，魚精及研磨豆漿中鈣含量分別為 5,861 及 2,089 mg/L，鎂含量分別為 2,020 及 1,066 mg/L，將魚精及研磨豆漿製作有機液態肥料時，將可同時補充鈣及鎂。

表 1、試前材料之基本元素分析

Table 1. The analysis of material properties

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	Na
	%			mg/L						
fish essence	8.08	0.02	1.8	5,861	2,020	8.2	42	7.2	49	9,468
soy milk	0.27	0.04	0.2	2,089	1,066	5.8	31	0.8	123	59

分析結果得知魚精液肥、豆漿液肥及胺基酸液肥，所測 pH 值分別為 5.5、4.8 及 4.7，皆為酸性，因魚精及豆漿液肥分別為動物性及植物性蛋白質所發酵而成，液肥皆呈現為酸性，表 2 為不同種類液肥之基本性質分析，分析結果得知市售胺基酸液肥之氮含量較高，其值為 3.15%，其次為自製魚精液肥 (2.65%)，然而自製豆漿液肥氮含量則偏低，僅 0.35%，說明當使用豆漿液肥澆灌時可能需增加其施用量，三種液肥所含之磷含量介於 0.09-0.23%，皆偏低，故在調配液肥時，可額外添加磷質肥料；另外由表中得知，市售胺基酸

液肥所測得之含鉀量最高，達 5.03%，其次為豆漿液肥(1.95%)與魚精液肥(1.88%)，此說明三種液肥中鉀肥之提供也不容小覷；市售胺基酸液肥之鉀含量(K₂O)較高，高達 5.0%，其氧化鉀高於氮素，適合用於果實膨大期，而魚精液肥之鉀含量分別為 1.88%，其氮素高於氧化鉀，則適合用於營養生長期及小果期，豆漿液肥之鉀含量為 1.95%，其氧化鉀高出氮素許多，適合用於糖度累積期，另外值得注意為魚精液肥所含之鈉含量高達 6,863 mg/L，胺基酸液肥之鈉含量也有 13,296 mg/L，故使用上需多加注意，特別是於溫室田區長期耕作，使用魚精液肥或胺基酸液肥可能造成鹽害情形。

表 2、不同種類液肥之基本性質分析

Table 2. The analysis of different organic liquid fertilizers

treatments	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Na
	%			mg/L					
fish essence liquid fertilizer	2.65 ^a	0.09 ^b	1.88 ^b	2,730 ^b	742 ^c	3.5 ^b	0.5 ^b	5.0 ^b	6,432 ^b
soy milk liquid fertilizer	0.35 ^b	0.09 ^b	1.95 ^b	1,221 ^c	1,217 ^b	32 ^b	0.6 ^b	5.9 ^b	230 ^c
amino acid liquid fertilizer	3.15 ^a	0.23 ^a	5.03 ^a	5,196 ^a	1,720 ^a	252 ^a	2.5 ^a	23 ^a	13,296 ^b

Values within the column by different letter are significantly different(P<0.05) by Duncan's multiple range test.

二、不同種類之有機液肥對棗田區土壤營養元素之變化

表 3 為不同種類液肥施用於棗田區之土壤分析，其液肥於棗園施用頻率為 7 天施用 1 次，連續施用 10 次後進行土壤採樣分析，由分析資料得知，施用液肥使土壤 pH 值有下降之趨勢，pH 值由 7.0 下降至 6.0-6.8，其中以魚精液肥較為明顯，約下降一個單位；施用液肥於棗田區則可增加土壤有效性氮含量，另外，三種液肥中鉀含量達 1.88-5.03%，因此施用 10 次液肥後，土壤中鉀含量也隨之上升，約增加 20-80 mg/kg，其中以魚精液肥及胺基酸液肥灌注對於土壤中有效性鉀提升最為顯著，土壤中有效性鉀之提昇將有助於棗植株吸收，增加果實可溶性固形物。

由於胺基酸液肥中鈣及鎂含量分別為 5,197 及 1,720 mg/L，將有助於土壤中鈣及鎂含量提升，土壤鈣含量之增加將可增進細胞組織的強度；而土壤鎂含量之增加可有助於光合作用之進行，增進糖度累積；土壤鈉含量隨液肥施用則有增加之情形，由 9 mg/kg 增加至 12-20 mg/kg，由此可知，使用液肥進行灌注 10 次後，不會對土壤造成鹽害現象。

表 3、不同種類液肥施用於棗田區之土壤分析

Table 3. The soil survey of jujube orchard by different organic liquid fertilizers

treatments	pH ^a	O.M.	N _{in}	P ₁	K _{ex}	Ca _{ex}	Mg _{ex}	Na _{ex}	E.C. ^b
		%	mg/kg						mS/cm
pretest soil	7.0 ^a	2.18 ^b	53 ^b	76 ^b	95 ^c	1,482 ^b	133 ^c	9.3 ^c	0.07 ^c
fish essence liquid fertilizer	6.0 ^c	2.39 ^a	60 ^b	117 ^a	179 ^a	1,418 ^b	165 ^b	22 ^a	0.36 ^a
soy milk liquid fertilizer	6.6 ^b	1.98 ^b	73 ^a	77 ^b	119 ^b	1,206 ^b	142 ^c	12 ^b	0.15 ^c
amino acid liquid fertilizer	6.8 ^a	2.74 ^a	67 ^a	129 ^a	178 ^a	1,947 ^a	177 ^b	20 ^a	0.22 ^b
CK	7.2 ^a	2.02 ^b	50 ^b	124 ^a	103 ^b	1,817 ^a	212 ^a	14 ^b	0.11 ^c

^a. The ratio of experiment material and deionized water is 1:1(w/v). ^b. The ratio of experiment material and deionized water is 1:5(w/v). N_{in} is total nitrogen in soil, includes of ammonium nitrogen (NH₄⁺) and nitrate nitrogen (NO₃⁻). P₁ is phosphorus content in soil. the test method of P₁ is Bray NO.1. K_{ex} in soil. Ca_{ex}, Mg_{ex}, and Na_{ex} are exchangeable potassium, exchangeable calcium, exchangeable magnesium, and exchangeable sodium in soil. ^cCK group only applied the chemical fertilizer. ^dValues within the column by different letter are significantly different(P<0.05) by Duncan's multiple range test.

三、不同種類之有機液肥對棗果實品質影響

表 4 為棗園區地面灌注液肥之果品分級與收益及成本估算，液肥加入化學肥料及微量元素進行灌注，灌注次數為 10 次，進行果品調查，魚精液肥及胺基酸液肥之灌注可提升產量，約可增加 20-25kg/plant，而利用魚精液肥、豆漿液肥及胺基酸液肥灌注之單株採收果實達 120g 以上各別占 12%、19%及 19%，而單株採收果實 85-120g 則分別占 45%、45%及 58%，單株採收果實 85g 以下則占 43%、36%及 23%，結果得知果實膨大期補充有機液肥，可增進產量。

由上述結果得知，胺基酸液肥及魚精液肥可維持較高產量，單株產量約 157-166kg，豆漿液肥單株產量約 131kg，對照組(不施有機液肥)單株產量約 137 公斤；果品分級得知澆灌胺基酸液肥之棗平均單果重較高，而使用魚精液肥及豆漿液肥則小果(小於 85g)較，而隨採收日期拉長，魚精液肥及豆漿液肥出現小果重量有增加之趨勢，由表 5 可知 2 月 6 日以後施用魚精液肥及豆漿液肥所採收之單果重降低，說明魚精液肥及豆漿液肥可讓棗植株快速吸收，供應果實生長，然所供應的氮肥無法持久，故魚精液肥及豆漿液肥於田間進行灌注時需增加澆灌次數，以維持果實品質，故使用魚精液肥及豆漿液肥時

需增加澆灌次數 2-5 次(10 次變 12-15 次)，以維持果實品質。

施用三種氮質肥料魚精液肥、豆漿液肥及胺基酸液肥總收益分別約 198,000 元/0.1ha、172,000 元/0.1ha 及 215,000 元/0.1ha，相較於對照組(僅灌注化學肥料)約可增加 21,000-38,000 元/0.1ha 收益，惟豆漿液肥製作成本較低，僅需 234 元/0.1ha，魚精液肥及胺基酸液肥成本約為 4,020 元及 6,030 元/0.1ha，因此收益扣除液肥成本支出，使用魚精液肥或胺基酸液肥約可增加 17,000 元/0.1ha 及 32,000 元/0.1ha 淨收益。結果得知，魚精液肥及胺基酸液肥適合於果實膨大期使用，增加產量及單果重量，可增加農民收益。表 6 為棗園區地面灌注不同液肥之可溶性固形物調查，調查結果得知，澆灌魚精液肥之蜜棗果實可維持較佳之品質，平均可溶性固形物達 13.3 °Brix，其次為豆漿液肥(13 °Brix)，而胺基酸液肥較無幫助，另外灌注魚精液肥者於 1 月 8 日至 2 月 15 日採收期間，共計 6 次調查，可溶性固形物表現也皆相當較佳，說明魚精液肥在果實甜度表現較為出色；上述結果得知，於棗田區施用液肥具有提供產量、增進並穩定果品之作用，其中以魚精液肥及胺基酸液肥進行灌注之效果對於產量及果實大小之提升較為顯著，而魚精液肥則對於棗之可溶性固形物提升較有幫助。

表 4、棗園區地面灌注液肥(灌注次數 10 次)之產量(kg/plant)及果品分級

Table 4. The survey of fruit quality of jujube orchard by different organic liquid fertilizers

treatments	fruit grading (kg/plant) (the ratio of fruit weight, %) ^f				estimated total revenue ^d (NT dollar/0.1ha)	the cost of liquid fertilizer and product cost ^e (NT dollar /0.1ha)
	Above 120g ^a	85- 120g ^b	below 85g ^c	total weight		
fish essence liquid fertilizer	20.7 ^c (12)	74.8 ^b (45)	70.9 ^a (43)	166.4 ^a	198,425 ^a	4,020 (6,111)
soy milk liquid fertilizer	24.7 ^b (19)	59.3 ^c (45)	47.8 ^b (36)	131.8 ^b	171,725 ^b	234 (2,325)
amino acid liquid fertilizer	29.5 ^a (19)	91.3 ^a (58)	36.3 ^c (23)	157.1 ^a	215,100 ^a	6,030 (8,121)
CK	18.9 ^c (14)	82.4 ^a (60)	35.7 ^c (26)	137.0 ^b	177,025 ^b	2,091

^aThe price is NT 100 dollars per kilogram. ^bThe price is NT 50 dollars per kilogram. ^cThe price is NT 30 dollars per kilogram. ^dThe density of planting is 25 plant per 0.1 ha. ^eThe number of trials is 10, the product cost includes of liquid fertilizer and chemical fertilizer. The product cost of CK group only calculates the chemical fertilizer. ^fThe ratio of fruit weight is test weight divide by total weight. ^gValues within the column by different letter are significantly different(P<0.05) by Duncan's multiple range test.

表 5、棗田區灌注魚精液肥、豆漿液肥及胺基酸液肥之果實重量分布(灌注次數 10 次)
Table 5. The fruit weight survey of jujube orchard by different organic liquid fertilizers

fruit grading	treatments	fruit weight (kg)							
		12/27 ¹	1/8	1/15	1/22	1/28	2/6	2/13	2/17
above 120g	fish essence liquid fertilizer	0.1 ^a	0.6 ^a	1.4 ^b	1.7 ^b	10.6 ^a	3.1 ^b	2.6 ^b	0.8 ^b
	soy milk liquid fertilizer	0 ^a	0.9 ^a	5.9 ^a	2.0 ^b	9.1 ^a	3.8 ^b	3.1 ^a	0.1 ^b
	amino acid liquid fertilizer	0 ^a	0.6 ^a	5.4 ^a	4.5 ^a	4.4 ^b	8.8 ^a	4.2 ^a	1.75 ^a
85-120g	fish essence liquid fertilizer	0.3 ^a	3.0 ^a	14.0 ^a	18.8 ^a	14.8 ^c	13.4 ^a	8.2 ^a	2.4 ^a
	soy milk liquid fertilizer	0 ^a	1.2 ^b	10.4 ^b	12.2 ^b	18.3 ^b	12.0 ^b	4.8 ^b	0.5 ^b
	amino acid liquid fertilizer	0.1 ^a	1.4 ^b	15.5 ^a	19.4 ^a	22.6 ^a	22.3 ^a	8.1 ^a	2.0 ^a
below 85g	fish essence liquid fertilizer	0 ^a	1.2 ^b	7.9 ^a	14.2 ^a	14.4 ^a	16.1 ^a	14.2 ^a	3.0
	soy milk liquid fertilizer	0 ^a	0.3 ^c	3.2 ^b	4.5 ^b	6.2 ^b	14.0 ^a	13.0 ^a	7.6 ^b
	amino acid liquid fertilizer	0 ^a	2.5 ^a	1.6 ^c	3.8 ^b	4.5 ^b	9.6 ^b	4.6 ^b	9.7 ^a

¹harvest date (month/date)

²Values within the column by different letter are significantly different(P<0.05) by Duncan's multiple range test.

表 6.棗園區地面灌注不同液肥之可溶性固形物調查

Table 6. The fruit survey of jujube by different organic liquid fertilizers

treatments	soluble solid (°Brix)						
	1/8 ¹	1/15	1/22	1/28	2/6	2/15	average
fish essence liquid fertilizer	13.7 ^a	12.7 ^a	13.4 ^a	13.1 ^a	13.8 ^a	13.1 ^a	13.3 ^a
soy milk liquid fertilizer	11.9 ^b	12.5 ^a	13.6 ^a	12.8 ^a	14.1 ^a	13.0 ^a	13.0 ^a
amino acid liquid fertilizer	13.1 ^a	12.1 ^a	12.6 ^b	12.1 ^a	14.1 ^a	12.2 ^b	12.7 ^a
CK	12.9 ^a	12.5 ^a	13.4 ^a	12.7 ^a	12.4 ^b	12.3 ^b	12.9 ^a

¹harvest date (month/date)

²Values within the column by different letter are significantly different(P<0.05) by Duncan's multiple range test.

結論

本研究為開發液態肥料，並於棗田區進行施用，測定施用不同液肥後對土壤性質及果實品質之影響，計算液肥施用成本及相關收益。結果得知，果實膨大期補充液肥，可有效增進果實品質及提高產量，施用3種液態氮肥可增加土壤有效氮及鉀之含量，澆灌胺基酸液肥及魚精液肥可維持較高產量，而魚精及豆漿液肥後期果實偏小，而供應魚精液肥之棗果實可提供較穩定之品質，其次為豆漿液肥，胺基酸液肥則對於可溶性固形物之提供較無幫助；豆漿液肥、魚精液肥及胺基酸液肥所需成本分別為 234 元/0.1ha、4,020 元/0.1ha 及 6,030 元/0.1ha，魚精液肥或胺基酸液肥棗田區施用每分地約可增加 17,000 元及 32,000 元之淨收益，魚精液肥於棗園區施用之可維持果實較穩定之品質且測得其可溶性固形物較高。

參考文獻

1. 邱祝櫻、林永鴻、蘇博信、陳明昭、陳昱初. 2013. 棗之健康管理. 102 年度重點作物作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集. 行政院農業委員會農業試驗所編印.p.11-17.
2. 黃瑞彰、江汶錦. 2014. 有機液肥製作及運用. 臺南區農業改良場技術專刊. p.2-8.
3. 楊秋忠. 2004. 液態有機資材之生產及應用. 國際有機資材認證及應用研討會. 財團法人全方位農業振興基金會編印.p.143-152.
4. 謝慶芳. 1998. 台灣有機農業生產資材特性之調查. 農作物有機栽培技術專刊. 行政院農業委員會農業試驗所編印.p.11-25.
5. 簡宣裕、張明暉、劉禎祺. 2005. 有機液肥介紹與使用. 合理化施肥專刊. 行政院農業委員會農業試驗所編印.p.305-313.
6. 簡宣裕、江志峰、張明暉、鄭金滿、林美娟、陳怡甄. 2006. 有機液肥之製作與應用. 豐年社 56: 50-55.
7. 蘇博信、林永鴻. 2012. 不同種類生質碳之特性分析及其對金屬離子吸附之研究.高雄區農業改良場研究彙報 20:12-22.
8. 蘇博信. 2013. 棕櫚灰高鉀質液肥製作方法及性質分析. 高雄區農業改良場農業專訊 86:20-21.
9. Bould, C. and R. I. Parfitt. 1972. Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops. IX. Effects of initial and supplementary levels of N and P on black currents (*Ribes nigrum* L.) grown in sand culture. J. Sci. Fd. Agri. 23: 959-968.

10. Mclean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. *Methods of Soil Analysis* 2th ed. American Society of Agronomy.
11. Murphy, J. and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem. Acta.* 27:31-36.
12. Nelson, D. W. and L. E. Sommer. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of Soil Analysis.* 9:383-411.
13. Tserling, U.V. 1969. Diagnosis of plant nutrition by plant chemical analysis. *Agrochemical Method in Study of Soil.* Eurasian Soil Science.