

含芽孢桿菌及胺基酸複合肥料對蔬果類作物生長之影響

朱盛祺^{*1}、鄭哲皓¹、林鈺荏¹、吳鴻均²、謝仁哲²、潘詩怡²、曾柏瑄²

¹ 農業部苗栗區農業改良場

² 臺灣肥料股份有限公司

摘 要

MLBV19-3 微生物菌種具優異的溶磷與溶鉀活性，經食品工業研究所菌種鑑定為貝萊斯芽孢桿菌 *Bacillus velezensis*，進一步開發成三合一微生物肥料產品：(1) 生長肥 (AG) 成分為氮 (N)：29%、磷 (P)：9.5%、鉀 (K)：6.5%，供前期營養生長期使用；(2) 結果肥 (AF) 成分為氮 (N)：3.5%、磷 (P)：8.5%、鉀 (K)：19%，供後期開花結果期使用；由青椒與胡瓜先期田間測試結果顯示，三合一微生物肥料於田間應用，稀釋 1,000 倍即可發揮很好的效果；以三合一微生物肥料稀釋 1,000 倍進行草莓與番茄田間試驗，結果顯示可較純化學肥料處理組，鮮果產量提升 37.7% 與 43.5%、糖酸比分別提升 28.6% 與 22.9%。期望未來能商品化以提供農民新型生物性資材之選擇。

關鍵詞：貝萊斯芽孢桿菌、胺基酸、微生物肥料

*論文聯繫人

e-mail: 7124@mdares.gov.tw

前 言

臺灣蔬菜種植面積達 141,796 公頃，產量達 2,620,760 公噸，其中果菜類：胡瓜種植面積為 1,949 公頃、產量達 47,975 公噸，番茄種植面積為 4,123 公頃、產量達 98,340 公噸，青椒種植面積為 2,598 公頃、產量達 28,028 公噸。苗栗地區胡瓜種植面積為 95 公頃、產量達 1,618 公噸，番茄種植面積 43 公頃、產量達 637 公噸，青椒種植面積 18 公頃、產量達 157 公噸。此外，國內草莓生產面積約 509 公頃，產

量約 9,1412 公噸，主要產地包括苗栗、南投、新竹等縣，其中苗栗縣生產面積 451 公頃，約占 88.6%，為最重要之產區 (農業統計年報，110)；草莓與番茄屬於高經濟價值作物，市場價值除產量外，品質與甜度同樣為消費者所重視。隨著環保意識抬頭與安全農產品觀念的提升，對於友善環境及食品安全的重視日與俱增，為改善長期使用化肥養分容易固定於土壤中，造成浪費資源之外更會破壞土壤，最終造成減產、土壤板結、鹽鹼化等問題 (朱等，2021)，以生物性農業資材替代部分傳統化學肥料，即成為農業生產中受重視的課題。

「微生物肥料」係指人工培養之微生物製劑，在土壤中利用活體生物之作用以提供作物營養分來源，增進土壤營養狀況或改良土壤之理化、生物性質，藉以增加作物產量及品質者。因此，微生物肥料管理法規明訂微生物肥料「係指其成分含有活性微生物或休眠孢子，如細菌 (含放線菌類)、真菌、藻類及其代謝產物之特定製劑，應用於作物生產具有提供植物養分或促進養分利用等功效之微生物物品」(楊，2010)。微生物施入土壤，容易受土壤理化性質影響其活性，為維持微生物活性，土壤需有足夠有機質及適宜的土壤水分、空氣、溫度、酸鹼度，(曾等，2014)。微生物肥料能提升作物養分吸收能力，因此在肥料減量下，能達到作物施用全量肥料的效果。但是如果土壤養分不平衡，缺少的養分將成為作物生長限制因子，必須補充缺少的養分，維持土壤養分平衡，避免養分供應成為限制因子 (蔡，2019)。

胺基酸代謝是果實發育的核心，像是丙胺酸與乙酯形成有關 (Perez *et al.*, 1992)，苯丙胺酸和酪胺酸會通過莽草酸途徑生物合成花青素苷和類黃酮的前體；Galili *et al.* (2008) 指出四種核心胺基酸，麩醯胺酸、麩胺酸、天門冬胺酸和天門冬醯胺酸 (Gln, Glu, Asp 和 Asn)，先在 TCA 循環 (tricarboxylic acid cycle) 中衍生自 α -酮戊二酸和草醯乙酸，再通過各種生化過程轉化所有其他胺基酸。研究指出萬苳施用 9 mmol/L 甘胺酸 4 週，雖不會增加鮮重，但可增加花青素、維生素 C、黃酮類之營養含量 (Yang *et al.*, 2018)；而草莓定植後 30 天施用 500 μ M 的精胺酸會提升品質 (總糖、還原糖、有機酸、花青素苷、酚類、維生素 C) 和產量 (第一、二期單株總產量) Fariba *et al.* (2017)。

微生物肥料可以改良土壤的微生物環境，增加土壤生物菌量，改善土壤中的一

些固定營養元素，促進農作物根部對養分的吸收 (曾，2014)，近年來受農委會高度重視，農糧署補助農民購買微生物肥料，補助金額為售價二分之一、每公頃最高可達 5,000 元，本文進一步開發適合蔬果類作物營養健康之胺基酸微生物肥料，並測試其使用方法與應用效果，期望未來能商品化以提供農民新型生物性資材之選擇。

材料與方法

一、芽孢桿菌菌種鑑定

本研究自苗栗縣大湖鄉之草莓根圈土壤，分離篩選出一株生長快速、並能產生内生孢子之 MLBV19-3 菌株，進一步抽取基因體 DNA 後，再根據 Sandström *et al.* (2001) 報告中所設計之 universal 16S rDNA 引子對，10F: 5'-AGTTTGATCATGGCTCAGATTG-3'、1507R: 5'-TACCTTGTTACGACTTCACCCCAG-3' 進行增幅，PCR 條件為 10X enzyme buffer, 250 μ M dNTP, 250 nM primer pairs, 100 ng DNA, 0.25U Taq DNA polymerase (Dream Taq, Thermo Fisher Scientific Inc.)，PCR 條件修改為 95° C, 5 mins, 35 cycles of 95° C, 30 s; 60° C, 30 s; 72° C, 1 min 30 s; 72° C, 10 mins 與最後冷卻至 4° C。

DNA gyrase subunit B (*gyrB*) 基因引子對，則是參考 Yamamoto *et al.* (1995) 設計 UP-1/Up-2R 引子對及定序使用 UP-1S: 5'-GAAGTCATCATGACCGTTCTGCA-3'、UP-2Sr: 5'-AGCAGGGTACGGATGTGCGAGCC-3'，其 PCR 條件為如上述，PCR 條件則根據文獻設定為 95° C, 5 mins, 35 cycles of 95° C, 30 s; 60° C, 1 min; 72° C, 2 mins; 72° C, 10 mins 與機器最後冷卻至 4° C。將 PCR 產物進行 gel elution 套組回收後，所得 PCR 產物送交源資國際生物股份有限公司 (Tri-I biotech Inc. Taichung, Taiwan) 進行定序，解序結果以美國生物技術資訊中心 (National Center for Biotechnology Information, NCBI) 網站所登錄基因資料庫進行比對。

二、三合一微生物肥料之調製

MLBV19-3 菌株經由本場測試出最適化發酵條件與配方後，委外生產高濃度之菌粉，並調製適合蔬果類作物生長之特殊胺基酸配方及混合化學肥料 (由產學合作廠商：臺灣肥料股份有限公司生產提供)，開發成兩種產品：(1) 生長肥 (AG) 成分為氮：29%、磷：9.5%、鉀：6.5%，供前期營養生長期使用；(2) 結果肥 (AF) 成分為氮：

3.5%、磷：8.5%、鉀：19%，供後期開花結果期使用，生產樣品各 100 公斤提供後續作物田試驗所用 (內含 MLBV19-3 芽孢桿菌菌數為 1×10^8 CFU/g)。

三、三合一微生物肥料於青椒與胡瓜先期測試

試驗田土壤性質分析如 (表一)，定植前施用燕子牌十全基肥有機質肥料 (臺益工業股份有限公司，氮：3.8%、磷：2.8%、鉀：3.5%、有機質：72%)，依據每公頃推薦用量：12,000 公斤；試驗採單因子，完全逢機區集設計 (RCBD)，A 處理：三合一微生物肥料稀釋 500 倍、B 處理：三合一微生物肥料稀釋 1,000 倍、C 處理：三合一微生物肥料稀釋 2,000 倍、D 處理：化學肥料稀釋 1,000 倍之對照組 (CK1)、E 處理：施用水之對照組 (CK2) 等 5 處理、共 4 重複，每重複共 10 株；生長期每 2 周使用生長肥 (AG)1 次共 3 次，開花期後即每 2 周使用結果肥 (AF) 1 次同樣共 3 次，鮮果重量調查：為每小區採收 10 株之加總重量；供試青椒品種為翠綠星、供試胡瓜品種為秀燕。

四、三合一微生物肥料於草莓與番茄應用測試

試驗田土壤性質分析如 (表一)，定植前同樣施用燕子牌十全基肥有機質肥料 (臺益工業股份有限公司，氮：3.8%、磷：2.8%、鉀：3.5%、有機質：72%)，依據每公頃推薦用量：12,000 公斤；試驗採單因子，完全逢機區集設計 (RCBD)，A 處理：三合一微生物肥料稀釋 1,000 倍、B 處理：芽孢桿菌 + 化學肥料 (MLBV + CF) 稀釋 1,000 倍、C 處理：胺基酸 + 化學肥料 (AA + CF) 稀釋 1,000 倍、D 處理：純化學肥料稀釋 1,000 倍之對照組 (CK1)、E 處理：施用水之對照組 (CK2) 等 5 處理，其中 A、B、C 處理之化學肥料成分含量均相同，生長期每 2 周使用生長肥 (AG)1 次共 3 次，開花期後每 2 周使用結果肥 (AF) 1 次共 3 次，供試草莓品種為香水。試驗區每 1 種處理共 4 重複，每重複 15 株，株距 25 cm，栽種密度 4,500~5,000 株 / 分地。調查鮮果重量為每小區取樣 50 粒之加總重量、糖酸比為每小區取樣 20 粒量測糖度與酸度之比例；供試番茄品種為玉女，番茄試驗區調查鮮果重量為每小區採收 10 株之加總重量，並於每小區取樣 20 粒量測糖度。

表一、供試作物試驗田區土壤性質分析

Table 1. Soil properties of test crop's fields

	pH	EC (ds/m)	OM (ds/kg)	Bray1 P (ds/kg)	Exg. K (ds/kg)	Exg. Ca (ds/kg)	Exg. Mg (ds/kg)
Pepper	6.53	0.07	23.2	55	90	1,770	210
Courgette	6.35	0.05	24.2	53	95	1,680	220
Tomato	6.23	0.07	24.5	50	93	1,800	210
Strawberry	6.62	0.08	25.6	50	92	1,850	215

Field location: 24.42649399559438, 120.87010667663039, Take topsoil depth: 15 cm, analysis after sieving

pH: pH value, EC: Electrical conductivity, OM: Organic matter, Exg. K: Extractable K

結果與討論

一、芽孢桿菌菌種鑑定與登記要件齊備

本研究自苗栗縣大湖鄉之草莓根圈土壤分離篩選之芽孢桿菌 MLBV19-3，由定序結果可以得知，於 *Bacillus* 菌群中，16S *rDNA* 基因並非為一個好的判別菌種之鑑定基因，相較 *gyrB* 基因，則較為能區別菌種，MLBV19-3 菌株之 *gyrB* 基因序列於 NCBI 資料庫比對，結果與 *Bacillus velezensis* AL7(accession number: CP045926.1) 相似度高達 99.41%；進一步委託食品工業研究所進行菌種鑑定結果同樣為貝萊斯芽孢桿菌 *B. velezensis* (報告書號碼 :2016D153)；再利用中央研究院生物多樣性研究中心之臺灣物種名錄網站查詢 (<https://taibnet.sinica.edu.tw/>)，貝萊斯芽孢桿菌 *B. velezensis* 編號為 422896，微生物肥料登記證申辦須知公告，係屬存在於國內自然環境者之菌種，得免附環境生態試驗報告；也委託藥物毒物試驗所完成 GLP 口服與肺呼吸急毒性之動物毒理試驗中英文報告 (報告編號：0994G19MAO 與 0994G19MAP)，證實無生物毒性。MLBV19-3 也具溶磷、溶鉀及促進植物生長等微生物肥料的功能，溶

磷活性經國立中興大學土壤調查檢驗中心檢測達 1,117.3 $\mu\text{g/ml/day}$ (磷酸三鈣)(報告編號 :105F0795)、溶鉀活性達 25.0 $\mu\text{g/ml/day}$ (鉀長石)(報告編號 : 107F0270)，微生物肥料登記所需之相關要件均已齊備。

二、三合一微生物肥料於青椒與胡瓜先期測試

由青椒與胡瓜先期田間測試結果顯示，每小區採收 10 株之加總平均重量，以 A 處理：三合一微生物肥料 (3-in-1 microbial fertilizer) 稀釋 500 倍及 B 處理：三合一微生物肥料稀釋 1,000 倍均表現優於 C 處理：三合一微生物肥料稀釋 2,000 倍及 D 處理：化學肥料稀釋 1,000 倍之對照組 (CK1)，經統計分析達顯著差異 (表二)，而施用水之對照組 (CK2)，因為未追加補充營養元素與肥份平均鮮果重量最差；由結果初步證實添加芽孢桿菌 MLBV19-3 及胺基酸有助於提升肥料的功效，可增加蔬果類作物的產量。三合一微生物肥料於田間應用建議施用倍數為稀釋 1,000 倍可發揮很好的效果，也較符合農民使用的成本考量，並相較於純化學肥料處理組，青椒與胡瓜鮮果產量可分別提升 36.5% 與 17%。

表二、比較不同濃度的三合一微生物肥料對青椒與胡瓜鮮果重量之差異 (CF：化學肥料)

Table 2. Comparison of 3-in-1 microbial fertilizers with different concentrations on fruit weight of green pepper and courgette (CF: Chemical fertilizer)

Treatments	Fruit weight (g/FW)	
	Pepper	Courgette
A. 3-in-1 microbial fertilizer 500× dilution	1,880.8 ± 109.9 a ^z	3,522.5 ± 81.5 a
B. 3-in-1 microbial fertilizer 1,000× dilution	1,850.5 ± 104.0 a	3,577.5 ± 91.5 a
C. 3-in-1 microbial fertilizer 2,000× dilution	1,491.3 ± 147.2 b	2,996.9 ± 133.1 b
D. CF 1,000× dilution (CK1)	1,355.3 ± 154.9 bc	3,056.7 ± 154.9 b
E. water treatment (CK2)	1,055.6 ± 91.3 c	2,167.5 ± 148.1 c

^z Mean ± standard error (n = 4). Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

三、三合一微生物肥料於草莓與番茄測試結果

草莓測試結果顯示，每小區 50 粒之加總平均鮮果重量，以 A 處理：三合一微生物肥料稀釋 1,000 倍及 B 處理：芽孢桿菌 + 化學肥料稀釋 1,000 倍處理組表現最優異，分別為 1,122.5 g、1,089.2 g，推測三合一微生物肥料及芽孢桿菌 + 化學肥料對草莓鮮果產量有明顯提升的效果，比較 C 處理：胺基酸 + 化學肥料稀釋 1,000 倍的平均鮮果重量 853.5 g 及 D 處理：純化學肥料稀釋 1,000 倍對照組 (CK1) 的 815.3 g，經統計分析均達顯著差異 (表三)，而施用水處理對照組 (CK2) 的平均鮮果重量為 635.2 g，因未追加補充營養元素與肥份而平均鮮果重量最差；進一步測試每小區 20 粒草莓平均糖酸比之結果，A 處理：三合一微生物肥料稀釋 1,000 倍及 C 處理：胺基酸 + 化學肥料稀釋 1,000 倍，草莓平均糖酸比 (° Brix/g acid) 分別為 9.9 及 9.5，表現同等優異，其中胺基酸的添加對草莓糖酸比提升，增加鮮果品質具有正面的幫助，比較 B 處理：芽孢桿菌 + 化學肥料稀釋 1,000 倍處理組及 D 處理：純化學肥料 1,000 倍對照組 (CK1) 的平均糖酸比分別為 8.1 及 7.4，經統計分析達顯著差異 (表三)，而施用水處理對照組 (CK2) 的平均糖酸比為 6.3，同樣因未追加補充營養元素與肥份而草莓品質 (糖酸比) 最差。綜合結果比較分析，三合一微生物肥料中的芽孢桿菌與胺基酸具有加乘作用，可同時提升草莓鮮重與糖酸比品質。

番茄試驗結果顯示，每小區採收 10 株之加總平均鮮果重量，同樣以 A 處理：三合一微生物肥料 1,000 倍及 B 處理：芽孢桿菌 + 化學肥料 1,000 倍處理組表現最優異，分別為 1,867.5 g、1,750.6 g，可得知三合一微生物肥料及芽孢桿菌 + 化學肥料也對番茄鮮果產量有明顯提升的效果；比較 C 處理：胺基酸 + 化學肥料 1,000 倍的平均鮮果重量 1,305.3 g 及 D 處理：純化學肥料 1,000 倍對照組 (CK1) 的平均鮮果重量 1,301.2 g，經統計分析均達顯著差異 (表四)；而施用水處理對照組 (CK2) 的平均鮮果重量為 935.2 g，平均鮮果重量最差。進一步測試每小區 10 粒番茄鮮果平均糖度 (° Brix)，結果顯示 A 處理：三合一微生物肥料 1,000 倍及 C 處理：胺基酸 + 化學肥料 1,000 倍的平均糖度分別為 8.6 及 8.5，表現同等優異，其中胺基酸的添加對增加番茄糖度品質也具有正面幫助；比較 B 處理：芽孢桿菌 + 化學肥料 1,000 倍處理組與 D 處理：純化學肥料 1,000 倍對照組 (CK1) 平均糖度分別為 7.2 與 7.0，經

統計分析達顯著差異 (表四)，而施用水處理對照組 (CK2) 的平均糖度為 5.6，同樣因未追加肥份與補充營養元素導致番茄糖度品質最差。

表三、比較不同配方肥料對草莓鮮果重量與糖酸比之差異 (MLBV：MLBV19-3、AA：胺基酸、CF、化學肥料)

Table 3. Comparison of fruit weight and sugar-acid ratio of strawberry applied with different formulas of fertilizers (MLBV: MLBV19-3, AA: Amino acid, and CF: Chemical fertilizer)

Treatments	Fruit weight (g/FW)	Sugar-acid ratio (°Brix/g acid)
A. 3-in-1 microbial fertilizer 1,000× dilution	1,122.5 ± 25.1 a ^z	9.95 ± 0.33 a
B. MLBV + CF 1,000× dilution	1,089.2 ± 35.2 a	8.12 ± 0.27 b
C. AA + CF 1,000× dilution	853.5 ± 28.9 b	9.52 ± 0.29 a
D. CF 1,000× dilution (CK1)	815.3 ± 28.1 b	7.72 ± 0.31 b
E. water treatment (CK2)	635.2 ± 20.6 c	6.31 ± 0.42 c

^z Mean ± standard error (n = 4). Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表四、比較不同配方肥料對番茄鮮果重量與糖度之差異 (MLBV：MLBV19-3、AA：胺基酸、CF、化學肥料)

Table 4. Comparison of fruit weight and sugar content of tomato with different formulas of fertilizers (MLBV: MLBV19-3, AA: Amino acid, and CF: Chemical fertilizer)

Treatments	Fruit weight (g/FW)	°Brix
A. 3-in-1 microbial fertilizer 1,000× dilution	1,867.5 ± 50.1 a ^z	8.62 ± 0.33 a
B. MLBV + CF 1,000× dilution	1,750.6 ± 54.5 a	7.23 ± 0.27 b
C. AA + CF 1,000× dilution	1,305.3 ± 48.7 b	8.52 ± 0.28 a
D. CF 1000× dilution (CK1)	1,301.2 ± 42.7 b	7.03 ± 0.31 b
E. water treatment (CK2)	935.2 ± 62.8 c	5.62 ± 0.42 c

^z Mean ± standard error (n = 4). Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

結 論

由於臺灣地理環境特殊，微生物相具多樣性，且國內學研界在微生物方面的研究上具有高度能量，因此國內極具有發展微生物農業資材的潛力。胺基酸肥料可為蔬果類作物葉片直接吸收，在光合作用下被動或滲透吸收，使用後短期內即可觀察到明顯效果，本研究結合兩項資材之優勢，開發成新型三合一微生物肥料，測試蔬果類作物以稀釋 1,000 倍即可發揮良好效果，未來期望盡速商品化上市應用，並推廣至多種高經濟農作物，以提升產量與品質，增加農民收益。

誌 謝

本研究感謝農業部產學合作計畫 (109 農科 -1.2.2- 苗 -M1) 經費支持，並感謝產學合作廠商：臺灣肥料股份有限公司於計畫執行期間的配合，及生物防治分場退休技工羅玉滿小姐、計畫助理黃玟菁小姐協助田間種植與試驗調查，特此致謝。

引用文獻

- 朱盛祺、蔡正賢、林鈺荏。2021。胺基酸微生物肥料於草莓營養健康之應用。苗栗區農業專訊 97: 1-2。
- 曾宥紘、賴文龍、郭雅紋、陳鴻堂。2014。微生物肥料介紹與應用。臺中區農業專訊 87: 16-19。
- 蔡正賢。2019。微生物肥料田間施用要領。苗栗區農業專訊 85: 1-2。
- 楊秋忠。2010。土壤與肥料第 9 版。542 頁。農世股份有限公司。
- Fariba, M., P. Zahra, and P. Bahman. 2017. Arginine impact on yield and fruit qualitative characteristics of strawberry. *Agric. Conspec. Sci.* 82: 19-26.
- Galili, S., R. Amir, and G. Galili. 2008. Genetic engineering of amino acid metabolism in plants. *Adv. Plant Biochem. Mol Biol.* 1: 49-80.

- Lu, N. N., Z. Z. Shen, and D. S. Wang. 2018. Effects of amino acid organic fertilizer on cucumber yield and soil biological characters. *J. Nanjing Agric. Univ.* 41: 456-464.
- Perez A. G., J. J. Rios, C. Sanz, and J. M., Olias. 1992. Aroma components and free amino acids in strawberry variety Chandler during ripening. *J. Agric. Food Chem.* 40: 2232-2235.
- Sandström, J. A., J. Russell, J. P. White, and N. A. Moran. 2001. Independent origins and horizontal transfer of bacterial symbionts of aphids. *Mol. Ecol.* 10: 217-228.
- Yamamoto, S. and S. Harayama. 1995. PCR amplification and direct sequencing of *gyrB* genes with universal primers and their application to the detection and taxonomic analysis of *Pseudomonas putida* strains. *Appl. Environ. Microbiol.* 61: 1104-1109.
- Yang, X., L. Feng, L. Zhao, X. Liu, D. Hassani, and D. Huang. 2018. Effect of glycine nitrogen on lettuce growth under soilless culture: a metabolomics approach to identify the main changes occurred in plant primary and secondary metabolism. *J. Sci. Food Agric.* Jan. 98: 467-477.

Effect of amino acid fertilizer with *Bacillus velezensis* on fruit vegetables

Sheng-Chi Chu*¹, Che-Hao Cheng¹, Yu-Ren Lin¹, Hung-Chun Wu²,
Ren-Che Hsieh², Shih-Yi Pan², Bo-Shiuan Tseng²

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Ministry of Agriculture

² Taiwan Fertilizer company

ABSTRACT

MLBV19-3, a *Bacillus velezensis* strain isolated from strawberry rhizosphere soil, has great phosphorus-dissolving and potassium-dissolving activity. To evaluate the efficacy of a new formulation of fertilizer containing MLBV19-3, amino acids, and chemical fertilizer on fruit vegetables, two types of multi-nutrient microbial fertilizers were developed: (1) The growth fertilizer (AG) for the early vegetative period, which contains 29% N, 9.5% P, and 6.5% K; (2) The resultant fertilizer (AF) for the later flowering and fruiting stage, which contains 3.5% N, 8.5% P, and 19% K. The field trials showed that the use of multi-nutrient microbial fertilizers application with 1,000 times dilution was able to increase the weight of green pepper and courgette significantly. Furthermore, the effect of multi-nutrient microbial fertilizer on field trials showed that 1,000 times dilution was able to increase 37.7% and 43.5% of fruit yield, and 28.6% and 22.9% of sugar-acid ratio in strawberry and tomato, respectively, as compared to chemical fertilizer. Thus, the new formulation of fertilizer containing MLBV19-3 can greatly enhance the yield and quality of fruit vegetables and could be an alternative fertilizer for farmers.

Keywords: *Bacillus velezensis*, amino acid, microbial fertilizer

*Corresponding author email: 7124@mdares.gov.tw