



☒ 公開
☐ 密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：0406010200

農業部苗栗區農業改良場113年度科技計畫研究報告

計畫名稱：**耐病蟲害高產蜜西方蜂種選育 (第2年/全程2年)**

(英文名稱) **Breeding of the high-yielding honey bee and resistant to pests and diseases**

計畫編號：113農科-4.6.1-苗-02

全程計畫期間：自 112年1月1日 至 113年12月31日

本年計畫期間：自 113年1月1日 至 113年12月31日

計畫主持人：**黃子豪**

研究人員：**吳姿嫻、陳本翰**

執行機關：**農業部苗栗區農業改良場**



1131054



一、執行成果中文摘要：

本年度於春季進行蜜蜂地方品系F2採蜜能力調查，篩選地方品系中採蜜能力較佳之5個蜂群A2-3(總採蜜量6.68 kg)、A3-1(總採蜜量6.63 kg)、B3-4(總採蜜量6.21 kg)、B6-2(總採蜜量5.81 kg)、C-2(總採蜜量5.72 kg)以作為培育F3處女王之移蟲母本，另於夏季進行各地方品系F2蜂群清潔能力調查，篩選出各品系清潔能力最佳者選出A2-4(清潔力73.3%)、B3-1(清潔力70.5%)、B5-3(清潔力73.2%)、B6-2(清潔力70.2%)、L-2(清潔力90.0%)，進行雄蜂培育，接續於秋季進行閉鎖集團雜交選育，完成5個優勢品系人工育王，每品系至少培育4隻蜂王，合計25隻，可供繁殖F3蜜蜂種群25群。另外從112年度所篩選之優良品系F2子代蜂挑出數群及1組人工授精蜂群分別作為處理組(FA、FB)，再加入2組對照組蜂群(CKA、CKB)，進行蜂蟹蟎寄生率之品系比較試驗，同時使用糖粉法及雄蜂蛹法調查。糖粉法寄生率：CKA(0.63%)、CKB(1.09%)、FA(1.73%)、FB(0.77%)；雄蜂房觀察法寄生率：CKA(11.8%)、CKB(22.1%)、FA(24.1%)、FB(14.8%)。後續進行清潔能力比較試驗，各蜂群清潔能力：CKA(52.4%)、CKB(43.9%)、FA(69.9%)、FB(21.1%)。完成繁殖F3蜜蜂種群後，挑選數群作為處理組(T)，加入2組對照組蜂群(C1、C2)，進行產卵量比較試驗：C1(60%)、C2(35%)、T(46%)；後續進行白垩病致病性比較試驗，每個蜂群上有3種處理：對照組N為0.5% triton X-100、處理組L(1.255*10⁷/mL)及處理組H(6.275*10⁷/mL)。每個蜂群每種藥劑接種30個幼蟲，在24小時後觀察幼蟲存活率：C1-N(48%)、C1-L(31%)、C1-H(33%)、C2-N(20%)、C2-L(17%)、C2-H(24%)、T-N(53%)、T-L(41%)、T-H(14%)。預計明年將高產抗病蜂種技術移轉，推出高產抗病蜜蜂品系。

二、執行成果英文摘要：

We investigated the honey collected ability of the F2 local bee strains, and the five of them, A2-3 (whole honey harvested 6.68 kg), A3-1 (whole honey harvested 6.63 kg), B3-4 (whole honey harvested 6.21 kg), B6-2 (whole honey harvested 5.81 kg) and C-2 (whole honey harvested 5.72 kg) are used as the female parent for rearing the queen of F3. We also investigated the hygiene behavior in those local strains of F2 bee colonies and carried them out in the summer. The bee strains A2-4 (hygienic ability 73.3%), B3-1 (hygienic ability 70.5%), B5-3 (hygienic ability 73.2%), B6-2 (hygienic ability 70.2%), L-2 (hygienic ability 90.0%) were screened out had better hygiene ability. The breeding of drones was continued conducted in the autumn with closed group hybridization, and then the better 5 local strains had be bred. We succeed reared at least 4 queen bees for each strain and got a total of 25 queen bees, which can be used to develop 25 F3 colonies in 5 local strains. We further investigated the *Varroa destructor* infestation rate in selected F2 colonies. The colonies included one group of selected F2 colonies and one group of artificially inseminated colonies as experimental groups (FA and FB), and two control groups (CKA and CKB). Infestation rates were assessed using two methods: 1. powdered sugar shake method, and 2. drone brood cells method. The results of powdered sugar shake method were CKA(0.63%), CKB(1.09%), FA(1.73%), FB(0.77%). The results of drone brood cells method were CKA(11.8%), CKB(22.1%), FA(24.1%), FB(14.8%). Subsequently, a comparison of hygiene behavior was conducted among the groups, with the following results: CKA (52.4%), CKB (43.9%), FA (69.9%), and FB (21.1%). After propagating the F3 bee colonies, several were selected as the experimental group (T), along with two control groups (C1 and C2), for an egg production comparison trial. The results were C1(60%), C2(35%), T (46%). Subsequently, a pathogenicity comparison trial for chalkbrood disease was



1131054



conducted. Each colony was subjected to three treatments: Control (N): 0.5% Triton X-100; Low Challenge (L): 1.255×10^6 /mL; High Challenge (H): 6.275×10^6 /mL. Each treatment was applied to 30 larvae per colony, and larval presence rate were observed after 24 hours: C1-N(48%), C1-L(31%), C1-H(33%), C2-N(20%), C2-L(17%), C2-H(24%), T-N(53%), T-L(41%), T-H(14%). Plans for the following year include the transfer of technology for breeding high-yield, disease-resistant bee strains, with the launch of honeybee varieties exhibiting both high productivity and strong disease resistance.

三、計畫目的：

完成優選潛力品系子代產量及抗病能力比較試驗，選育高產抗病西方蜜蜂一種。

四、重要工作項目及實施方法：

一、進行蜜蜂雜交F2子代採蜜能力、清潔能力及蜂蟹蟎寄生率品系比較試驗，建立F2雜交品系性狀資料庫1式，並篩選出具高產及抗病能力之潛力品系。

1. 蜂群整備：將112年度所篩選之優良品系F2子代及數個地方品系進行蜂勢調整，餵食人工蜂糧誘導蜂王產卵，將群勢擴增至8脾蜂量。
2. 採蜜能力比較試驗：採蜜調查前一個月，以隔王板限制蜂王產卵，調整為4脾產卵區，4脾蛹脾。待採蜜前2週，調整為2脾產卵區，6脾蛹脾，待蛹脾出房成為存蜜脾。調查前一週將蜂群遷移至採蜜調查場地，遷入後3~5日進行第一次搖蜜作業，將巢片內殘糖搖出，準備進行採蜜能力調查。大流蜜開始後每隔3日進行採蜜能力調查，取每箱6脾存蜜脾，搖蜜前稱量巢脾重量，搖出蜂蜜後再稱量空脾重量，相減得出每箱採蜜單次重量，採收至少3次以上（視氣候狀況調整），加總每次採蜜量以評估各蜂群採蜜能力，並篩選出高採蜜能力之蜂群，以作為之後蜜蜂雜交之母本。
3. 清潔能力比較試驗：採蜜能力調查後，調整群勢8脾蜂量以上後，進行清潔能力調查，將蜂王限制於兩巢脾間產卵2日後，將巢脾調整至存糧區，讓工蜂哺育之封蓋。待封蓋約一週後每個蜂群取一完整封蓋蛹脾，以200ml液態氮冷凍處理一定面積之封蓋蛹，再插回蜂箱中24小時，紀錄每群蜂24小時工蜂清除封蓋蛹比例，評估各蜂群清潔能力，並篩選出高清潔能力之蜂群，以作為之後蜜蜂雜交之父本。
4. 蜂蟹蟎比較試驗：清潔能力調查後，調整群勢8脾蜂量以上，以福化利搭配甲酸處理後，同時使用糖粉法及雄蜂房觀察法調查，每2週調查一次，進行品系間蜂蟹蟎寄生率調查，比對不同品系間蜂蟹蟎寄生率增長狀況。

二、進行蜜蜂雜交F2篩選，培育雜交F3種群。

1. 以各品系清潔能力最優者為父本，插入雄蜂片培育大量雄蜂，以雄蜂數量優勢提高與目標蜂王成功雜交機率，建立西方蜜蜂性狀保留技術。
2. 以各品系採蜜能力最優者為母本，每品系人工培育數隻蜂王，和上述培育之大量雄蜂自然交尾，以產出新的F3種群後代，

三、進行致病性比較試驗、生產率及產卵量調查，並選育出高產抗病西方蜜蜂一個品系。

1. 致病性比較試驗：將新的F3種群後代及地方品系，調整群勢4脾蜂量以上，從蜂群中分離白堊菌株，於實驗室培養孢子後混入糖水中，將含孢子糖水餵飼於健康蜂群上，並另以未接種孢子之蜂群為對照組，進行品系間致病性調查，每週從蜂群中隨機挑取巢片內5隻幼蟲，以qPCR檢測，比對不同品系及與對照組之表現。
2. 生產率及產卵量調查：將新的F3種群後代及地方品系，調整群勢4脾蜂量以上，調查巢內封蓋蛹片，計算巢片上25cm*15cm長方形範圍內空蜂房以外蜂房所佔比例作為生產



1131054



率；另外在巢內插入一片空巢片，放置48小時讓蜂群適應，再經過72小時後抽出巢片，計算巢片上25cm*15cm長方形範圍內有卵或幼蟲的蜂房數作為產卵量。

3. 對比F2種群清潔能力、蜂蟹蟎寄生率及F3種群致病性、生產率及產卵量，確認F3種群保留父本高清潔能力之性狀，選育出高產抗病西方蜜蜂一個品系。

五、結果與討論：

一、進行蜜蜂雜交F2子代採蜜能力、清潔能力及蜂蟹蟎寄生率品系比較試驗，建立F2雜交品系性狀資料庫1式，並篩選出具高產及抗病能力之潛力品系。

1. 蜜蜂雜交F2子代採蜜量調查，篩選F3之雜交母本。

本年度於春季完成調查蜂群整備，繁殖至每群8脾蜂量，遷移至於南投縣名間鄉進行採蜜能力調查，於4月6日、4月10日、4月14日及4月19日進行4次採蜜調查，每次調查秤量蜜片巢片總重量及搖蜜後空巢片重量，以得出每群每次採蜜量，並總和4次調查之採蜜量。因今年度氣候因素，蜂蜜產量大減，各地方品系總採蜜量平均為3.94 kg，以A2品系最高為5.38kg，最低為K-3為1.51 kg。各地方品系表現以A2品系最佳平均可達5.38 kg（圖一）。將挑選採蜜能力較高之5個蜂群A2-3(總採蜜量6.68 kg)、A3-1(總採蜜量6.63 kg)、B3-4(總採蜜量6.21 kg)、B6-2(總採蜜量5.81 kg)、C-2(總採蜜量5.72 kg)作為秋季人工育王雜交之母群（圖二）。完成各地方品系68群雜交F2種群之採蜜能力調查一式。

2. 蜜蜂雜交F2子代清潔能力調查，篩選F3之雜交父本

採蜜後之蜂群遷移回飼育基地，調整群勢回復8脾蜂量以上後，進行清潔能力調查，以200ml液態氮冷凍處理相同面積之封蓋蛹，再插回蜂箱中24小時，紀錄每群蜂24小時工蜂清除封蓋蛹比例(Çakmak, 2010)。本試驗清潔能力以L-2表現最佳達90.0%，最差為H-2為0.0%（圖三），同品系不同種群間差異甚大，因蜂群之清除死亡個體之效率可能受到氣候、內勤蜂數量、死亡個體狀態、工蜂嗅覺靈敏度等多種因子影響，本方法在控制蜂勢、及封蓋蛹齡期狀態下，移除死亡個體效率應可反應工蜂嗅覺靈敏度，而此性狀為可遺傳性狀(Mcafee et al., 2017)。為達抗病高產之選育目標，採閉鎖集團雜交方法時因蜂王空中交尾父系來源無法完全確定，本試驗採以清潔能力高於70%以上蜂群作為F3雜交父本，並需汰除清潔能力不佳之種群競爭交尾之可能，另考量種群基因多樣性及避免與移蟲母本來自同一蜂群產出雙倍體雄蜂，因此取各品系清潔能力最佳者進行比較，以清潔力排序前5之品系蜂群作為培育優勢雄蜂之種群。選出A2-4(清潔力73.3%)、B3-1(清潔力70.5%)、B5-3(清潔力73.2%)、B6-2(清潔力70.2%)、L-2(清潔力90.0%)。

3. 蜜蜂雜交F2子代蜂蟹蟎比較試驗及清潔能力比較試驗

將112年度所篩選之優良品系F2子代蜂勢調整完畢，並加入對照組蜂群及人工授精蜂群，調整群勢8脾蜂量以上，於5月17日開始進行蜂蟹蟎寄生率之品系比較試驗，蜂群試驗前先以草酸及甲酸處理後，每2週調查一次，調查2個月，每次同時使用糖粉法(Pietropaoli et al., 2021)及雄蜂房觀察法調查(Akyol et al., 2007)。糖粉法：每蜂群取一批工蜂，秤重並放入裝有糖粉之罐子中加蓋搖晃，洗下工蜂身上之蜂蟹蟎，計算蜂蟹蟎寄生率；雄蜂房觀察法：每蜂群中挑選20個雄蜂房，挑出雄蜂蛹觀察蜂蟹蟎數量及寄生率（表一）。糖粉法寄生率：CKA(1.06%)、CKB(1.88%)、FA(2.88%)、FB(2.00%)；雄蜂房觀察法寄生率：CKA(16.3%)、CKB(25.0%)、FA(11.7%)、FB(8.3%)。後續進行清潔能力比較試驗，各蜂群清潔能力：CKA(52.4%)、CKB(43.9%)、FA(69.9%)、FB(21.1%)。本次試驗發現不論是糖粉法或是雄蜂房觀察法，各品系間蜂蟹蟎寄生率在統計上未達顯著差異，甚至在糖粉法上觀察到FA相較對照組CKA、CKB，蜂蟹蟎寄生率有較高的趨勢，觀察數據發現初期FA、CKA和CKB在糖粉法下蜂蟹蟎寄生率皆不高，但在雄蜂房觀察法下FA蜂蟹蟎寄生率有較高的趨勢，因此推測FA初期蜂蟹蟎數量相較CKA、CKB多，隨著時間進行，蜂蟹蟎寄生率逐漸增加，到調查中期達到高峰，後期又逐漸下降。CKA、FA清潔能力和FB相比有顯著差異(表二)，因FB為人工授精蜂王，蜂群群勢相對較



1131054



弱，然而蜂蟹蟎寄生率會受到蜂群大小、雄蜂房數量、蜂群清潔能力、起始蜂蟹蟎族群數量等因素影響，因此即使FB清潔能力較差，其蜂蟹蟎寄生率也沒有顯著高於其他處理。

二、進行蜜蜂篩選F2雜交，培育雜交F3種群。

以地方品系採蜜能力平均較佳之5個品系其中最採蜜量最高者作為移蟲培育處女王之母本（A2-3、A3-1、B3-4、B6-2、C-2），各品系清潔能力最優者為父本（A2-4、B3-1、B5-3、B6-2、L-2），本年度秋季以閉鎖集團選育方式（吳等人，2011）進行人工育王工作，計完成5個優勢品系人工育王，每品系至少培育4隻蜂王，合計25隻，可供繁殖F3蜜蜂種群25群（表三），預計繁殖工蜂後進行致病性及產卵量比較試驗。

三、進行致病性比較試驗及產卵量比較試驗，並選育出高產抗病西方蜜蜂一個品系。

1. 產卵量比較試驗

完成繁殖F3蜜蜂種群後，挑選數群F3作為處理組(T)，加入2組對照組蜂群(C1、C2)，調整群勢4脾蜂量以上，插入空片，扣除24小時蜂群適應期後，計算72小時卵量後空片上15cm*10cm範圍之產卵數（扣除封蓋、幼蟲、蜜、粉），產卵量可視為蜂王繁殖能力的指標，產卵量比較試驗：C1(60%)、C2(35%)、T(46%)（表四），結果發現F3蜂群產卵量和對照組相比並沒有顯著差異，顯示F3蜂群蜂王可正常生產。

2. 致病性比較試驗

完成產卵量比較試驗後，後續進行白垩病致病性比較試驗，每個蜂群上施用3種處理：對照組N(0.5% triton X-100)、處理組L(1.255*10⁷/mL)及處理組H(6.275*10⁷/mL)。每個蜂群每種處理接種30個幼蟲，在24小時後觀察幼蟲存在率：C1-N(48%)、C1-L(31%)、C1-H(33%)、C2-N(20%)、C2-L(17%)、C2-H(24%)、T-N(53%)、T-L(41%)、T-H(14%)（表五）。品系間或藥劑處理間在統計上皆無顯著差異，從數據發現C1和C2品系在3種處理中，幼蟲存在率差異不大，而T品系在3種處理中，幼蟲存在率有逐漸下降的趨勢，尤其在H處理下有大幅下降的趨勢，另外C1和C2品系在H處理有發現發病的幼蟲，T品系則未發現，顯示因T品系為經選育後具有較高的清潔能力，可快速清理發病幼蟲，使得在H處理中幼蟲存在率大幅減少，具抗病之潛力。

六、結論：

本年度完成蜜蜂68群雜交F2種群之採蜜能力調查及清潔能力調查各一式，完成F2種群蜂蟹蟎及清潔能力比較試驗一式，建立雜交品系性狀資料庫一式，並依照性狀調查結果篩選高產抗病優勢種群進行F2閉鎖集團雜交選育，培育雜交F3種群共5個品系25群。完成F3種群致病性及產卵量比較試驗各一式，建立西方蜜蜂性狀保留技術1式，確認具抗病高產的蜜蜂品系，未來可提供蜜蜂育王場技術參考。

七、參考文獻：

1. 吳輝虎，宋一鑫，吳登楨，& 盧美君. (2011). 高產蜂蜜種群選育. 苗栗區農業專訊, 55. <https://doi.org/10.29551/ZHWHGX.201109.0009>
2. Akyol, E., Yeninar, H., Karatepe, M., Karatepe, B., & Özkök, D. (2007). Effects of queen ages on Varroa (*Varroa destructor*) infestation level in honey bee (*Apis mellifera caucasica*) colonies and colony performance. *Italian Journal of Animal Science*, 6(2), 143-149. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.143>
3. Çakmak, I. (2010). The over wintering survival of highly *Varroa destructor* infested honey bee colonies determined to be hygienic using the liquid nitrogen freeze killed brood assay. *Journal of Apicultural Research*, 49(2), 197-201. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.2.09>



1131054



4. Evans, J. D., & Spivak, M. (2010). Socialized medicine: Individual and communal disease barriers in honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, S62-S72. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.019>
5. Gregorc, A., Knight, P., & Adamczyk, J. (2017). Powdered sugar shake to monitor and oxalic acid treatments to control varroa mites (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Apicultural Research*, 56, 1-5. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1278912>
6. Harris, J. (2008). Effect of Brood Type on Varroa-Sensitive Hygiene by Worker Honey Bees (Hymenoptera: Apidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 101. <https://doi.org/10.1603/0013-8746-101.6.1137>
7. James, R. R., & Skinner, J. S. (2005). PCR diagnostic methods for *Ascosphaera* infections in bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 90(2), 98-103. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2005.08.004>
8. Martin, S. J., Hawkins, G. P., Brettell, L. E., Reece, N., Correia-Oliveira, M. E., & Allsopp, M. H. (2020). *Varroa destructor* reproduction and cell re-capping in mite-resistant *Apis mellifera* populations. *Apidologie*, 51(3), 369-381. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00721-9>
9. McAfee, A., Collins, T. F., Madilao, L. L., & Foster, L. J. (2017). Odorant cues linked to social immunity induce lateralized antenna stimulation in honey bees (*Apis mellifera* L.). *Scientific Reports*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/srep46171>
10. Mondet, F., Kim, S. H., de Miranda, J. R., Beslay, D., Le Conte, Y., & Mercer, A. R. (2016). Specific Cues Associated With Honey Bee Social Defence against *Varroa destructor* Infested Brood. *Scientific Reports*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/srep25444>
11. Parker, R., Guarna, M. M., Melathopoulos, A. P., Moon, K.-M., White, R., Huxter, E., Pernal, S. F., & Foster, L. J. (2012). Correlation of proteome-wide changes with social immunity behaviors provides insight into resistance to the parasitic mite, *Varroa destructor*, in the honey bee (*Apis mellifera*). *Genome Biology*, 13(9), R81. <https://doi.org/10.1186/gb-2012-13-9-r81>
12. Pietropaoli, M., Tlak Gajger, I., Costa, C., Gerula, D., Wilde, J., Adjlane, N., Aldea-Sánchez, P., Smodiš Škerl, M. I., Bubni, J., & Formato, G. (2021). Evaluation of Two Commonly Used Field Tests to Assess *Varroa destructor* Infestation on Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies. *Applied Sciences*, 11(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/app11104458>
13. Spivak, M., & Reuter, G. S. (2001). Resistance to American foulbrood disease by honey bee colonies *Apis mellifera* bred for hygienic behavior. *Apidologie*, 32(6), 555-565. <https://doi.org/10.1051/apido:2001103>
14. Spivak, M., & Reuter, G. S. (2001). *Varroa destructor* infestation in untreated honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies selected for hygienic behavior. *Journal of Economic Entomology*, 94(2), 326-331. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-94.2.326>





15. Uzunov, A., Brascamp, E. W., & Büchler, R. (2017). The Basic Concept of Honey Bee Breeding Programs. *Bee World*, 94(3), 84-87. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2017.1345427>
16. Wu, M.-C., Lu, T.-H., & Lu, K.-H. (2017). PCR-RFLP of mitochondrial DNA reveals two origins of *Apis mellifera* in Taiwan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(5), 1069-1074. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.12.008>



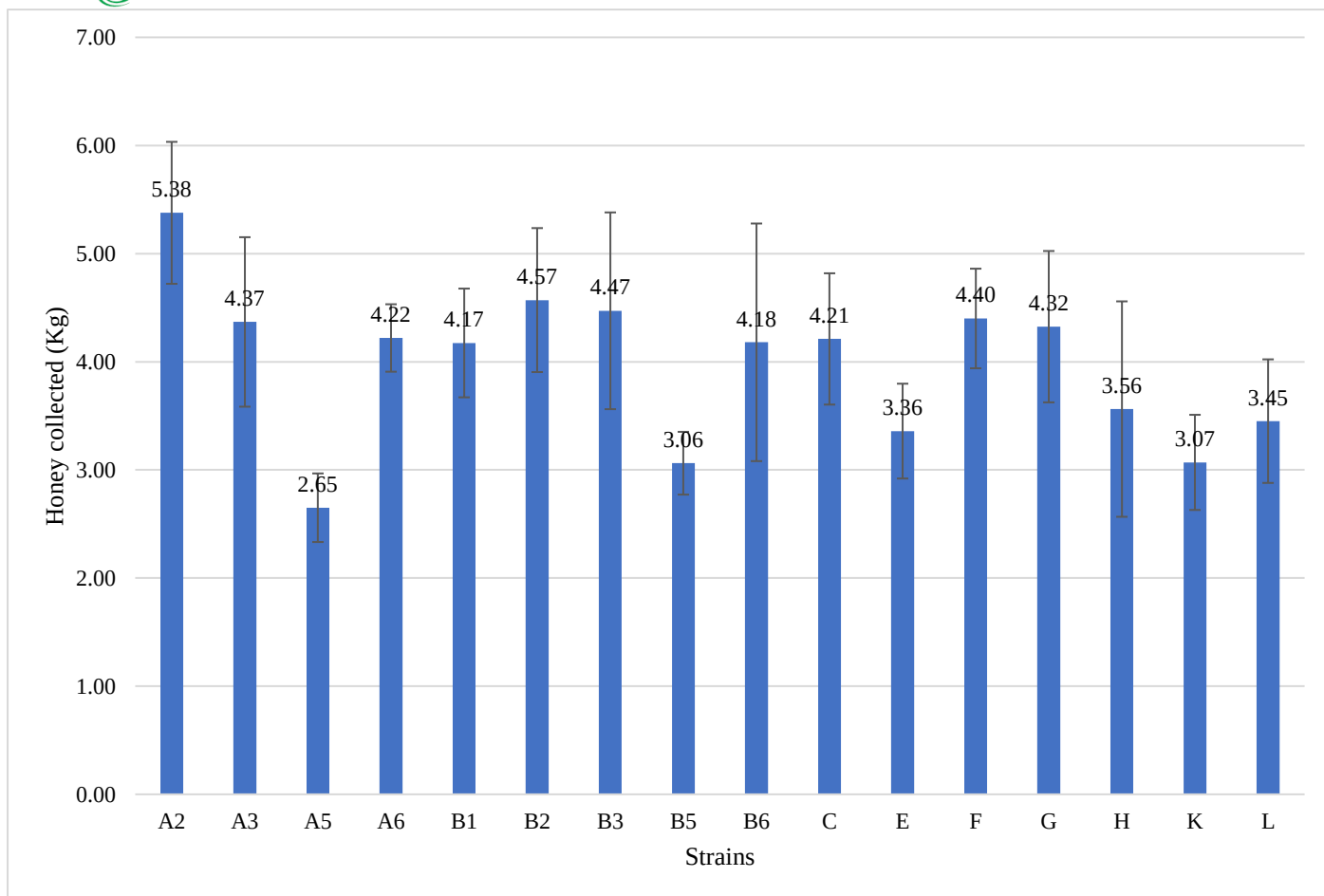


Fig. 1 The average of total honey collected by different local honey bee strains F2 colonies. There is no significant difference at the 5% level within each strain by Dunnett's T3 test.

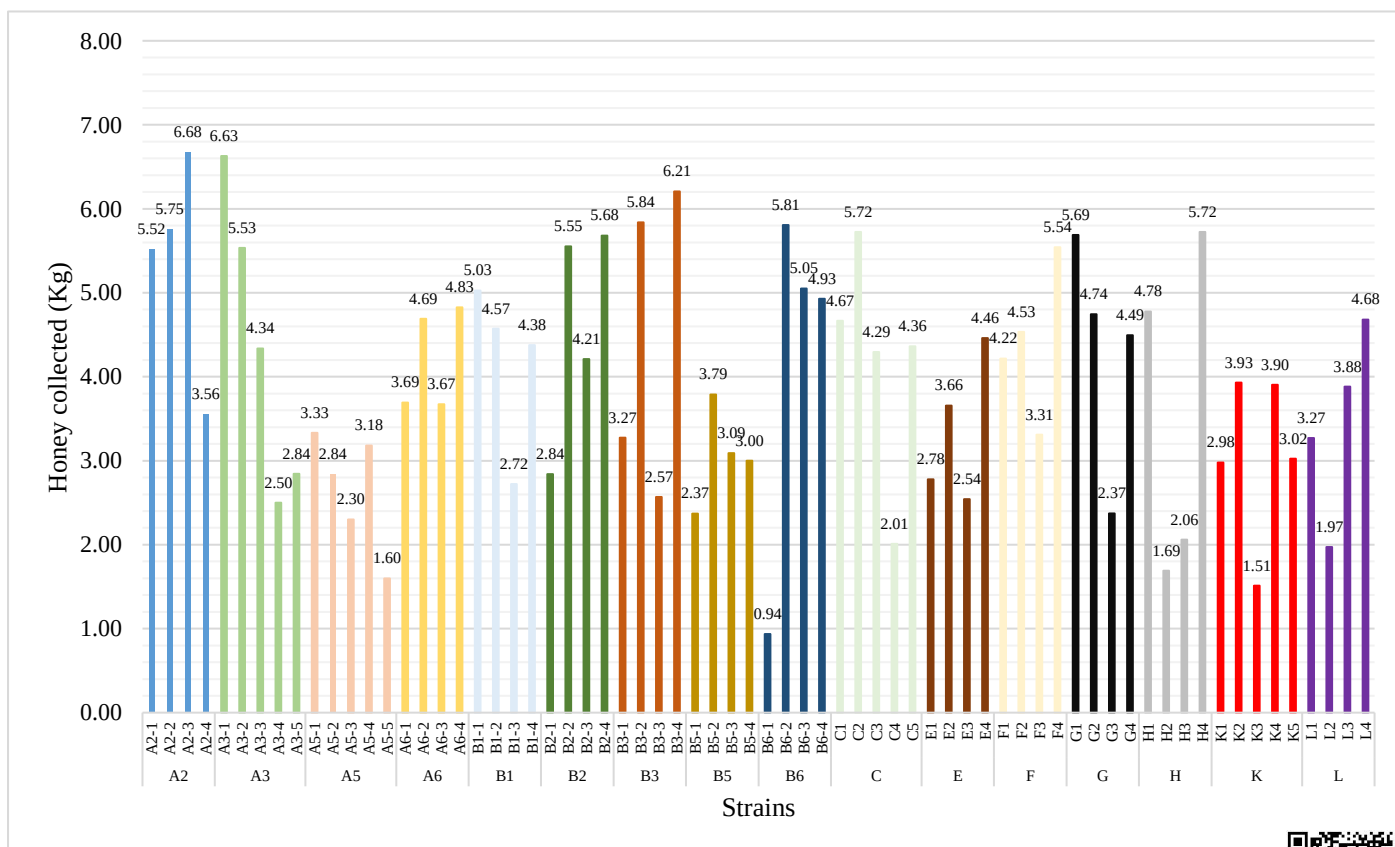


Fig. 2 The amount of total honey collected by different local honey bee strains F2 colonies.



1131054

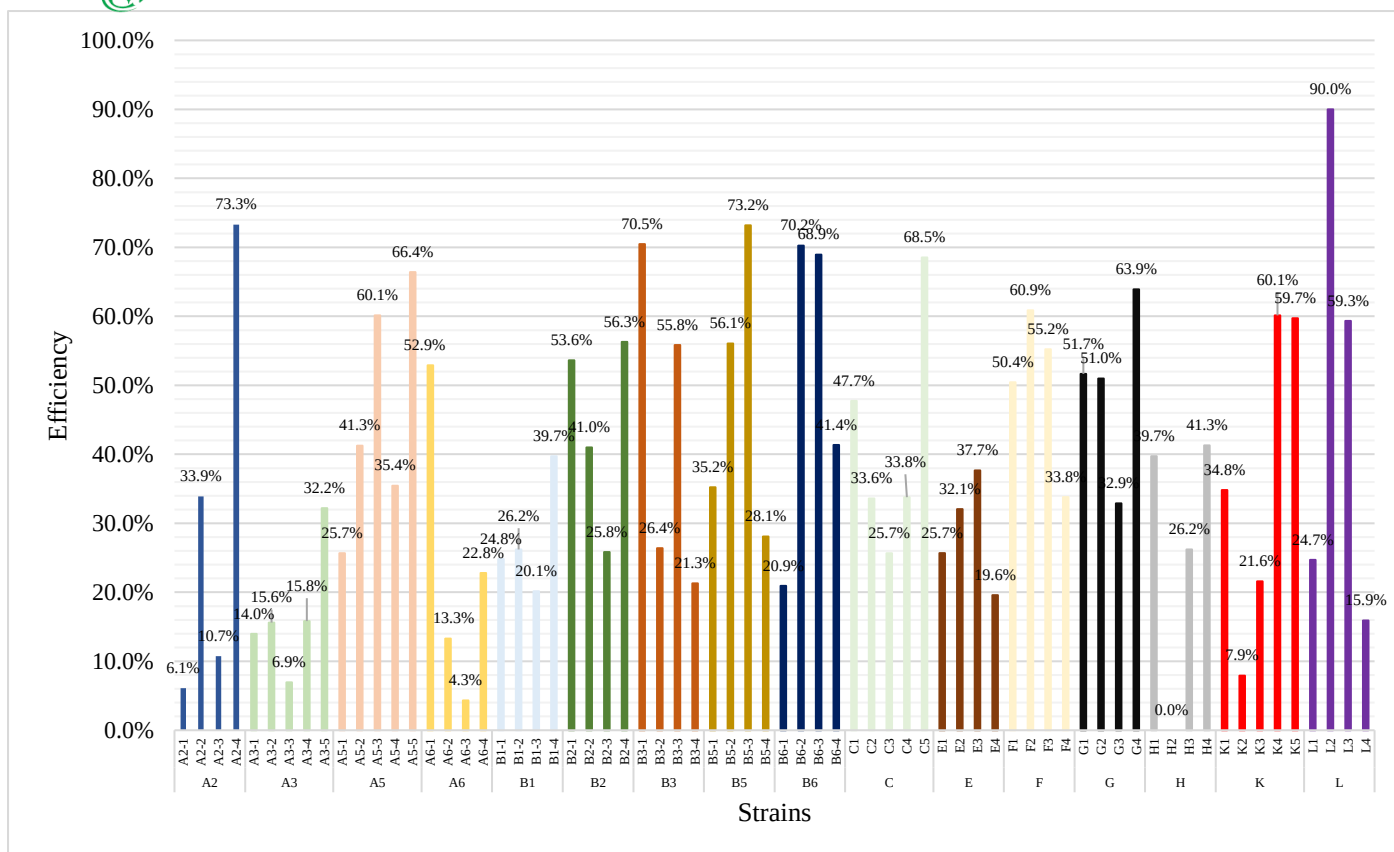


Fig. 3 The hygiene behavior test after 24 hours with freeze killed by different local honey bee strains F2 colonies.

Table 1 The average of *Varroa destructor* infestation rate by two control groups (CKA, CKB), F2 colonies(FA), and artificially inseminated bee colony(FB).

Strains	Powdered sugar shake method (%)	Drone brood cells method (%)
CKA	0.63 ± 0.32 a ^z	11.8 ± 5.6 a
CKB	1.09 ± 0.30 a	22.1 ± 5.3 a
FA	1.73 ± 0.37 a	24.1 ± 4.0 a
FB	0.77 ± 0.34 a	14.8 ± 3.0 a

^zMeans $\pm$ standard error (CKA, CKB, FB: n = 4; FA: n=6). Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at P < 0.05 by Fisher's protected LSD test.

Table 2 The average of hygiene behavior test by control groups (CKA, CKB), F2 colonies(FA), and artificially inseminated bee colony(FB).

Strains	hygiene behavior (%)
CKA	52.4 ± 6.9 a ^z
CKB	43.9 ± 9.4 ab
FA	69.9 ± 6.3 a
FB	21.1 ± 10.5 b

^zMeans $\pm$ standard error (n=3). Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P < 0.05 by Fisher's protected LSD test.



1131054



Table 3 Number of F3 colonies in each local honey bee strains after group hybridization

Strains	A2-3	A3-1	B3-4	B6-2	C-2
Number of F3 colonies	5	5	4	5	6

Table 4 The average of egg production by control groups(C1, C2) and F2 colonies(T).

Strains	Egg production (%)
C1	60 ± 8 a ^z
C2	35 ± 9 a
T	46 ± 12 a

^zMeans $\pm$ standard error (n=4). Means followed by the same letter(s) are not significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

Table 5 The average of prevalence rate of Chalkbrood disease by control groups(C1, C2) and F2 colonies(T). Each colony was inoculated with three different spore concentrations. The spore concentration of the spore suspension was N: 0.5% triton X-100; L: 1.255×10^7 spores /mL; and H 6.275×10^7 spores /mL respectively.

Strains	Larval presence rate after 24 hours (%)		
	N	L	H
C1	48 ± 13 aA ^z	31 ± 10 aA	33 ± 12 aA
C2	20 ± 4 aA	17 ± 6 aA	24 ± 6 aA
T	53 ± 17 aA	41 ± 15 aA	14 ± 7 aA

^zMeans $\pm$ standard error (n=4). Means within a column (in small letter) and within a row (in capital letter) followed by the same letter(s) are not significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

