
**臺灣原生愛玉品質評鑑平台建立及感官特
性評估**

**Establishment of Taiwan Indigenous Jelly
fig. quality certification platform and
assessment of sensory characteristics**

成果報告

執行單位：國立中興大學

執行期間：113 年 02 月 14 至 113 年 12 月 31 日

計畫主持人：蔣慎思 助理教授

研究人員：江立宇、林長鴻、顏翊展、鄭子軒、張聖明

行政院農業部農村發展及水土保持署 編印

中華民國 113 年 12 月

（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考）

目次

目次.....	I
表次.....	IIII
圖次.....	V
中文摘要.....	VII
英文摘要.....	IX
第一章 緒論.....	1-1
第二章 工作執行方法與步驟	2-1
一、愛玉子外觀型態特性觀察.....	2-1
二、不同品種愛玉子之一般成分及鈣、鎂離子濃度分析.....	2-1
三、不同品種愛玉子之果膠含量及果膠酯酶活性分析.....	2-1
四、以傳統手洗法製備愛玉籽凍.....	2-2
五、愛玉凍之外觀顏色觀察.....	2-2
六、愛玉凍之總固形物含量、糖度及pH值測定.....	2-2
七、愛玉凍之物理性分析試驗.....	2-3
八、台灣不同產地紅九愛玉凍之消費者感官品評試驗.....	2-5
九、統計分析方法.....	2-6
第三章 工作進度與交付項目	3-1
第一節 計畫甘特圖	3-1
第二節 計畫交付項目	3-2
一、不同產地及品種愛玉子粒之一般成分及鈣、鎂離子含量 分.....	3-2
二、不同產地及品種愛玉子粒之外觀大小特徵分析.....	3-4
三、不同產地及品種愛玉子荔枝果膠含量及果膠酯酶活性...	3-5
四、不同產地及品種愛玉凍之外觀顏色及色差儀分析結果..	3-6

五、不同產地及品種愛玉凍之總固形物含量、糖度及 pH 值分析結果.....	3-7
六、不同產地及品種愛玉凍之質地分析結果.....	3-7
七、不同產地及品種愛玉凍物化及質地分析參數之皮爾森相關性分析.....	3-10
八、不同產地及品種愛玉凍物化及質地分析參數之 PCA 分析結果.....	3-13
九、台灣不同產地紅九愛玉凍之消費者感官品評試驗.....	3-15
十、112 年台屋原生愛玉品質評鑑比賽結果解析及品質平台參數建議.....	3-17
第四章 結論及建議.....	4-1
第一節 結論.....	4-1
第二節 建議.....	4-3
參考文獻.....	參-1
附錄.....	附錄-1
附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形	附錄-1
附錄二、期中審查會議紀錄暨回復辦理情形.....	附錄-3
附錄三、期末審查會議紀錄暨回復辦理情形.....	附錄-6

表次

表 1-1 去年度(112 年度)使用之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境及取得日期資料表	1-9
表 1-2 本年度(113 年度)使用非紅九品系之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境、乾燥加工方式及取得日期資料表	1-10
表 1-3 本年度(113 年度)使用非紅九品系之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境、乾燥加工方式及取得日期資料表(續)	1-11
表 1-4 本年度(113 年度)使用紅九品系之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境、乾燥加工方式及取得日期資料表	1-12
表 1-5 本年度(113 年度)使用紅九品系之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境、乾燥加工方式及取得日期資料表(續)	1-13
表 3-1 25 個不同產地及品種愛玉子之物化分析及質地分析參數間之皮爾森相關性分析結果	3-52
表 3-2 11 個不同產地紅九愛玉子之物化分析及質地分析參數間之皮爾森相關性分析結果	3-53
表 3-3 14 個不同產地及品種(非紅九)愛玉子之物化分析及質地分析參數間之皮爾森相關性分析結果	3-54
表 3-4 消費者感官品評試驗使用之不同產地愛玉凍樣品的中英文名稱、代號及外觀特徵圖示	3-55
表 3-5 不同產地愛玉凍之消費者喜好性品評受試者基本資料、愛玉喜好性及購買意願	3-56

圖次

圖 1-1 台灣常見愛玉凍之定量描述分析感官特性風味輪.....	1-14
圖 3-1 25 個不同產地及品種愛玉子之脂肪及水分含量分析結果.....	3-20
圖 3-2 25 個不同產地及品種愛玉子之灰分及蛋白質含量分析結果....	3-21
圖 3-3 25 個不同產地及品種愛玉子之碳水化合物含量分析結果.....	3-22
圖 3-4 25 個不同產地及品種愛玉子之鈣離子濃度分析.....	3-23
圖 3-5 25 個不同產地及品種愛玉子之鎂離子濃度分析.....	3-24
圖 3-6 不同產地及品種愛玉子之鈣及鎂離子含量分析數值之主成分分析環狀分布點散圖.....	3-25
圖 3-7 25 個不同產地及品種愛玉子外觀特徵長度大小之分析結果.....	3-26
圖 3-8 25 個不同產地及品種愛玉子外觀特徵寬度大小之分析結果.....	3-27
圖 3-9 不同產地及品種愛玉子之外觀長寬大小分析數值之主成分分析環狀分布點散圖.....	3-28
圖 3-10 25 個不同產地及品種愛玉子之果膠含量分析結果.....	3-29
圖 3-11 25 個不同產地及品種愛玉子之果膠酯酶活性分析結果.....	3-30
圖 3-12 不同產地及品種愛玉子之果膠含量及果膠酯酶活性分析數值之主成分分析環狀分布點散圖.....	3-31
圖 3-13 25 個不同產地及品種愛玉凍之外觀顏色特徵 L 值之分析結果..	3-32
圖 3-14 25 個不同產地及品種愛玉凍之外觀顏色特徵 a 值之分析結果...	3-33
圖 3-15 25 個不同產地及品種愛玉凍之外觀顏色特徵 b 值之分析結果..	3-34
圖 3-16 25 個不同產地及品種愛玉凍色度分析參數值(L, a,b)之主成分分析環狀分布點散圖.....	3-35
圖 3-17 25 個不同產地及品種愛玉凍之 pH 值之分析結果.....	3-36
圖 3-18 25 個不同產地及品種愛玉凍之總固形物含量及糖度之分析結果.	3-37
圖 3-19 不同產地及品種愛玉凍之 TDS 及 pH 分析參數值之主成分分析環狀分布點散圖.....	3-38

圖 3-20 25 個不同產地及品種愛玉凍之質地(硬度、膠著性及咀嚼性)分析結果.....	3-39
圖 3-21 25 個不同產地及品種愛玉凍之質地(彈性、內聚性及回復性)分析結果.....	3-40
圖 3-22 不同產地紅九愛玉凍質地分析儀(TPA)參數值之主成分分析環狀分布點散圖.....	3-41
圖 3-23 不同產地及品種愛玉凍(非紅九)質地分析儀(TPA)參數值之主成分分析環狀分布點散圖.....	3-42
圖 3-24 不同產地及品種愛玉子及凍之物化及質地分析參數值主成分分析環狀分布點散圖.....	3-43
圖 3-25 不同產地紅九愛玉子及凍之物化及質地分析參數值主成分分析環狀分布點散圖.....	3-44
圖 3-26 不同產地及品種愛玉凍(非紅九)之物化及質地分析參數值主成分分析環狀分布點散圖.....	3-45
圖 3-27 不同產地愛玉凍之消費者喜好性感官品評分析之評分結果.....	3-46
圖 3-28 不同產地愛玉凍之消費者喜好性品評感官特性之主成分分析環狀分布點散圖.....	3-47
圖 3-29 112 年度台灣原生愛玉子評鑑活動流程.....	3-48
圖 3-30 112 年度台灣原生愛玉子評鑑活動參賽入選品評樣品之分析參數值主成分分析環狀分布點散圖.....	3-49
圖 3-31 112 年度台灣原生愛玉子評鑑活動參賽紅九品系樣品之分析參數值主成分分析環狀分布點散圖.....	3-50
圖 3-32 112 年度台灣原生愛玉子評鑑活動參賽非紅九品系樣品之分析參數值主成分分析環狀分布點散圖.....	3-51

臺灣原生愛玉品質評鑑平台建立及感官特性評估

摘要

愛玉為台灣得天獨厚的氣候與地理環境下造就出獨一無二特有變種的中低海拔作物，其籽粒所洗出來的愛玉凍口感 Q 彈滑嫩，爽口宜人，是台灣夏天最熱門的消暑聖品。在林試所等農政單位的努力下，目前台灣全島幾乎都有愛玉的種植，但針對台灣各地區所生產之愛玉子凝膠特性及口感質地等品質指標皆多所未明，本年度已將台灣地區主要愛玉生產地區具代表性愛玉子進行收集後，利用外觀特性、物化分析、凝膠質地分析及感官品評方法之應用，再依原有或新增測定方法進行分析評估，並以統計分析加以歸納出適合用來作為台灣原生愛玉產業品質評鑑平台之標準。

結果顯示，不同產地及品種愛玉籽粒外觀型態差異頗大，以紅九品系而言，鈣及鎂離子含量較高，亦對應其愛玉凍之色澤呈現透亮的琥珀色，另外 pH 及 TDS 含量偏低，使得其凝凍品質較佳，具有高的內聚性、回復性、咀嚼感及膠著性，口感較為 Q 彈緊實，適合做為愛玉子凍型產品之原料來源。透過台灣原生愛玉評鑑活動及本研究兩年期創新研究計畫之成果歸納可知，未來擬舉辦之評鑑方式各項配分占比應調整為水洗倍數(25%)、果膠含量(25%)、果膠酯酶活性(30%)及口感評分(20%)之評測比例及檢測標準較為適當，期望本研究結果對愛玉產業品質提升有所助益。

Establishment of Taiwan Indigenous Jelly fig. quality certification platform and assessment of sensory characteristics

ABSTRACT

Aiyu is a unique variant of mid- and low-altitude crops created in Taiwan, which grows in subtropical climates and geographical environments. The Aiyu jelly washed from its seeds has a smooth, tender, and refreshing taste. It is the most popular product in Taiwan during the summer. According to the efforts of the Ministry of Agriculture, such as the Forestry Laboratory, Aiyu is now commonly grown in Taiwan. However, the characteristics, taste, and texture of Aiyu jelly produced in various regions of Taiwan are still unclear. We collected representative Aiyu seeds from major producing areas in Taiwan. We also evaluated the appearance characteristics, physical and chemical analysis, gel texture analysis, and sensory evaluation methods for different Jelly fig. Statistical analysis was conducted to summarize standards suitable as a quality evaluation platform for Taiwan's indigenous Jelly fig industry.

The results show that the appearance of Aiyu seeds in different origins and varieties is quite different. For the Hongjiu strain, the calcium and magnesium ions are higher, corresponding to the translucent amber color of its Aiyu jelly. In addition, pH and TDS content give it better jelly quality, high cohesiveness, resilience, chewiness, and gumminess properties. It also showed more elasticity and firmness for a suitable texture as a raw material for Aiyu jelly products. Through the summary of these results from the evaluation activities of Taiwan native jelly fig and the innovative research of this study, it can be postulated that the proportions of this evaluation method to be held in the future by adjusting the washing procedure is 25%, pectin content of test sample is 25%, pectin esterase activity of test sample

is 30% and sensory taste score is 20% are more appropriate. We hope this study's results will improve the quality and development of the Aiyu industry.

第一章 緒論

本計畫為延續性計畫，前期計畫為以定量描述分析及消費者感官品評法評估紅九品種愛玉凍及新式香料配方之風味特徵與感官品質分析，今年度則以建立台灣原生愛玉之品質評鑑平台為首要目標，112年度已選擇前期收集之五個愛玉品種，包含苗栗1號、苗栗2號、南投紅九、雲林紅九及阿里山野生種等，先利用高倍電子顯微鏡檢視愛玉子粒大小、形狀及外觀特性，亦將上述愛玉子粒進行一般成分分析、果膠含量及果膠酯酶活性分析，並以傳統手工揉洗方式製備不同品種愛玉凍，再利用質地分析儀、定量描述分析法及消費者感官品評試驗之執行，評估不同品種愛玉子其參數特性間之差異。結果顯示，由消費者感官品評結果及定量描述分析數據彙整可得知，南投紅九、苗栗2號及阿里山野生種等三個樣品，在愛玉凍口感特性上較為相近且受消費者喜愛，所有特性之數值範圍應可作為未來愛玉品質評鑑標準化之參考。其中表1-1為去年度(112年度)所使用之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境及取得日期原料資料表。今年度目前已完成收集不同地區紅九純系樣品及不同地區與品種之非紅九品系樣品，主要將各品種愛玉之中英文名稱、簡稱代號、產地、經緯度、海拔高度、年雨量、年均溫、加工方式及取得日期羅列如表1-2~1-5，後續待研究結果完整呈現後，應可由其研究數據進一步了解其產地、經緯度、海拔高度、年雨量及年均溫等因素與愛玉品質特性是否具相關性。

112年度重要成果彙整如下: (1)已完成不同品種愛玉子粒之外觀型態、果膠含量及果膠酯酶活性分析，結果顯示，阿里山野生種之愛玉瘦果其帶有不脫落的花梗及花被片且子粒長度明顯較長，而南投

紅九籽粒長度最短，寬度部分則是苗栗一號、苗栗二號及南投紅九三品種子粒之寬度明顯較大。在果膠含量分析結果顯示，紅九品種之果膠含量(227.8~252.3 mg AGA/g)較其他品種為高(133.2~187.7 mg AGA/g)，且有顯著性($p < 0.05$)，而果膠酯酶 - 2 - 113/04/25 10:23:50 活性方面，則是苗栗一號及二號之活性最高(1.12及1.33 meq COOH/min/g)，紅九品系之活性次之(0.41~0.45 meq COOH/min/g)，而阿里山野生種之活性最低(0.08 meq COOH/min/g)，皆有顯著性差異($p < 0.06$)。但在果膠及酵素分析上，經參考許多文獻 發現大多數研究者在方法之使用及單位之換算上常發生誤用之情形，導致於公定標準及品質評鑑平台之評分方法產生偏差，極不適合做為評鑑標準之依據，此部分未來在今年度將著眼於公定分析方法之建立及評判標準與使用單位之統一規格化為首要目標。(2)已完成不同品種愛玉凍之外觀、物化及質地分析，利用色差儀、導電度計及pH meter分析愛玉凍樣品之L、a、b、TDS、糖度及pH等參數值，結果顯示所有樣品之L值皆高，其愛玉凍樣品之亮度高且偏白，在a值部分數值很低且趨近1，而b值部分數值僅苗栗二號之數值高於10，表示五個樣品之色調不偏紅及綠，僅苗栗二號之黃色度較高。在不同品種愛玉凍之質地分析參數值顯示，苗栗二號之硬度(36.66 ± 3.29 g)、膠著性(8.99 ± 2.19)及咀嚼性(7.60 ± 0.05)最低；雲林紅九之彈性最高(1.06 ± 0.10)；苗栗一號之硬度(70.49 ± 2.79)、膠著性(44.73 ± 0.25)及咀嚼性(39.74 ± 0.00)最高，但黏性最低(-1.52 ± 0.35)，而阿里山野生種之黏性最高(-0.02 ± 0.00)。由於膠著性為硬度與內聚性之乘積，而咀嚼性為硬度、彈性與內聚性三者之乘積，故可知硬度最高的苗栗一號，其膠著性及咀嚼性亦強，苗栗二號剛好呈現相反之趨勢。(3)已完成不同品種愛玉凍之定量描述分析感官品

評描述語庫建立及強度分析，結果以平均值繪製成雷達圖，將所有定量描述分析訓練過程中，品評員所感受與建立之描述語庫，反覆確認其再現性後，將所有描述語匯整為圖1-1台灣常見愛玉凍之定量描述分析感官特性風味輪。在定量描述分析結果顯示，苗栗一號樣品之Q彈度及彈性之特性最高且柔軟程度最低；而苗栗二號在琥珀色度、混濁度及柔軟特性的口感特性上最強，而Q彈度及彈性最低；在南投紅九愛玉凍之品評特性表現則為具有最高的Q彈質地與彈性的口感；而阿里山野生種在Q彈質地與彈性口感之特性上僅次於南投紅九；在雲林紅九愛玉上，其琥珀色最淡且混濁度最低。由圖1-2之結果可知，主要可依其感受部位區分為門齒部位之質地、咀嚼過程之口感及味道、嗅覺之香氣、材料本身之光澤顏色與質感及吞嚥後喉嚨部位所感受之餘後感等特性，而每種特性接呈現出多樣及特殊之描述語庫，其中黑色字型為主導研究人員參考愛玉凍本身固有之感官特性初步建立之描述語庫，而紅色字型部分為由品評團成員測試後新增的描述語。(4)已完成不同品種愛玉凍樣品各項分析參數之主成分分析，其中重要結果在愛玉凍色度及質地分析上，發現苗栗二號樣品之琥珀黃色較深與b值相關，而南投及雲林紅九與阿里山野生種之愛玉凍較透明亮度較高與L值相關，故可透過PCA分析不同品種愛玉凍在色度分析參數值之不同與差異，可將五個品種愛玉加以明顯區隔。在質地分析部分，可將不同品種愛玉凍分為二大區塊，其中第一區塊為苗栗一號、南投紅九及阿里山野生種之樣品組，其黏性、內聚力、膠著性、咀嚼性及回復性之物理特性皆明顯較高，另外苗栗一號還兼具硬度高的特性；而第二區塊則為雲林紅九及苗栗二號的樣品，尤其是雲林紅九之彈性特性最為明顯。(5)已完成不同品種愛玉凍定量描述描述語評分之主

成分分析結果顯示，透過琥珀色、懸浮感及混濁度可將苗栗二號之愛玉樣品與其他四個樣品區隔開來，而表面光滑度及水嫩感則為阿里山野生種之特徵，而可與紅九品系有明顯區隔。透過Q彈緊實的質地及口感可將南投紅九、阿里山野生種及苗栗一號之愛玉樣品與其他樣品區隔開來，而苗栗二號則表現出軟爛的質感而自成一區。就愛玉凍之香氣與味道等描述語為主變異數之環狀分布點散圖顯示南投紅九之回甘味及微酸味特性較明顯，可自成一區；苗栗一號具藥草香；苗栗二號有明顯之麥茶香及清爽餘後感；而雲林紅九有顯著的糯米香氣；但阿里山野生種在香氣及味道尚無明顯特徵。(6)已完成不同品種愛玉凍之消費者感官品評試驗分析，其結果顯示針對愛玉凍之琥珀色、明亮度、水嫩感、糯米香、微酸味、Q彈度、柔軟的、滑溜的、回甘味及整體喜好性等十個感官特性之消費者感官品評特性之七分法評分結果可知，在外觀部分，苗栗二號及南投紅九具有較明顯的琥珀色澤，苗栗二號的水嫩感分數較高，雲林紅九得分最低；在香氣表現上，苗栗二號及雲林紅九的糯米香氣濃郁，苗栗二號酸味表現較強而苗栗一號最弱；在質地及口感上，南投紅九具較高之Q彈度與滑溜感，阿里山野生種的滑溜感較明顯，而苗栗二號則表現出柔軟的口感及最低的Q彈度；南投紅九及苗栗二號皆有明顯的回甘味，在整體喜好性部分則是南投紅九的分數最高。依受測者特性分群後，可看出喜歡吃愛玉的人喜歡吃南投紅九愛玉凍，而選擇不喜歡也不討厭的人則較喜好阿里山野生種；男性受測者較喜歡阿里山野生種，而女生則喜歡南投紅九愛玉；所有年齡層及血型之受測者皆喜歡南投紅九愛玉凍；而火象及土象星座的受測者較喜歡南投紅九愛玉，而風象及水象星座的受測者則喜歡阿里山野生種。(7)統整上述結果可知，不同品種愛玉凍依果

膠含量(pectin)及酵素活性(PE)高低趨勢，結合質地分析參數(Hardness, Springiness, Gumminess及Chewiness)、定量描述分析感官特性強度(Q彈度、彈性的及柔軟的)及消費者感官品評質地口感(Q彈的、滑溜的及整體喜好性)之評分等特性，進一步以主成分分析法評估上述樣品間不同特性之相關性，由結果所示，第一主成分(PC1)之解釋能力為56.18%，第二主成分(PC2)之解釋能力為26.10%，二者合計能力達82.28%；其中與第一主成分顯著相關之參數為 Hardness, Springiness, Gumminess, Chewiness，Q彈度、彈性的、柔軟的、Q彈的及整體喜好性等，其相關係數分別為0.499, 0.379, 0.963, 0.933, 0.844, 0.904, 0.939及0.749，與第二主成分顯著相關之參數則為果膠含量、果膠酯酶活性及Q彈度等特性，其相關係數分別為0.591, 0.834及0.766。各參數相對應之樣品則顯示南投紅九及阿里山野生種之彈性的、Q彈度、滑溜感及整體喜好性等特性較為相近，而苗栗一號則具有明顯的硬度及咀嚼性，苗栗二號及雲林紅九則顯現柔軟的特性；各樣品間在果膠酯酶活性及果膠含量上，雖數值上有明顯不同，但結合其他參數一起比較，其重要性則不明顯，此結果可能因為目前僅檢測五個樣品，數目過少而不具代表性，後續會以今年度台灣原生愛玉品質評鑑平台之建立，將所蒐集至少25種以上不同地區、品種來源及加工方式之愛玉子，進行大規模之初篩及分析，再依照上述方式進行統計分析，將樣品數量加大後，再行評估其不同品種間之相關性。

經由計畫執行人蔣慎思助理教授於112年度執行之計畫成果報告，並參與協助擔任農村發展及水土保持署台北分署委辦之111~112年台灣原生愛玉產業加值計畫之審查會議委員後發現，目前台灣愛玉產業之發展仍屬侷限於山地部落地區及原生品種為主要大宗生產來源，雖

然上述產業加值計畫已完成愛玉產業加值產業鏈之部分場域設施補助及舉辦愛玉季行銷活動等項目，但針對台灣各地區所生產之愛玉子凝膠特性及口感質地等品質指標皆多所未明，再加上各地區之生長環境、海拔高度、氣候條件及是否使用有機肥料等因素之不同，皆會影響愛玉子凍品質之好壞，如何透過更多相關學術研究建立愛玉品質評鑑平台實為必要之措施，故透過112年度計畫之初步研究成果可歸納出下列幾個面向之問題：(1)目前文獻指出台灣地區之愛玉品種約有200種以上，但並未見有相關研究報告指出其品種間之果膠含量及果膠酯酶活性差異、主要凝膠之影響物質種類(如二價離子濃度、可溶性固形物含量、pH與使用之水樣影響等因素)、凝膠後愛玉凍之外觀型態、質地口感與香氣特徵之差異等，皆因品種不同而有極大之差異。(2)再者，每個農民皆宣稱其愛玉凍之獨特性，但實際上卻無法精確描述其特色為何？其顏色、口感質地與其他產品差異可能之原因亦皆無法考究。故本年度已將台灣地區主要愛玉生產地區具代表性愛玉子進行收集後，利用外觀特性、物化分析、凝膠質地分析及感官品評方法之應用，並參考去年度計畫中先行完成之五個台灣較知名愛玉品種之特性研究成果為基礎，進一步以北中南之不同栽種地區、海拔高度與氣候條件或品種等可以明顯區分之樣品先行分類後，再依原有或新增測定方法進行分析評估，並以統計分析加以歸納出適合用來作為台灣原生愛玉產業品質評鑑平台之標準，期望對愛玉產業品質提升有所助益。

本年度計畫期中期程之主要方向為以112年計畫成果為範本，擴大採樣個數及地區，並依據其是否屬紅九純種品系，或是其他培育品系(如苗栗一號及苗栗二號)，亦或是於中央山脈兩側(嘉義阿里山區、

高雄桃源區及台東海端與關山等地)之原生愛玉生產區為分類方式，其中紅九品系樣品由北往南之收集點分別為桃園復興鄉之周舍農園(TZH-9)及三民花園(TSH-9)；南投鹿谷鄉之蔡登富農園(NTH-9)；雲林斗六之弘九愛玉園(YLH-9)及古坑余家愛玉園(YGH-9)；再來為嘉義阿里山特富野(ATH-9)、梅山梅仔坑(CMH-9)及中埔龍隆愛玉園(CZH-9)；屏東高樹愛玉森林(PGH-9)與新園鄉林傳貴先生(PXH-9)；最後為東部台東海端余志仁先生(THH-9)等11個樣品。另外包含其他品系的由東部往北部再往南部分別為台東海端野生種(THN)、關山癡愛玉五節芒品系(TGS)；花蓮玉里范振海農園的苗栗一號(ML-1)；新竹關西綠谷愛玉園的苗栗二號(ML-2)；南投國姓的新品莊園混種(SPF)；嘉義阿里山鄉野生種(AWS)、達邦野生小果(ADN)、特富野小果(ATS)及特富野大果(ATB)；高雄桃源鄉野生小果(KTS)及大果(KTB)；屏東高樹鄉之霧台13號(PGW-13)、台東關山種(PGG)及嘉義太和種(PGT)等14個非紅九品系樣品，共計25個樣品進行後須分析檢測。

將收集之所有樣品利用高倍電子顯微鏡進行愛玉子外觀型態之觀察，接著進行手洗愛玉凍之樣品製備，再依其試驗需求盛裝於不同大小容器中，以便後續進行pH值、總可溶性固形物、導電度、外觀顏色及質地分析等項目之測定，並利用變方分析(ANOVA)及主成分分析(PCA)之統計方法加以呈現分析項目與各樣品間之變異性與相關特性分群能力，並參考112年度所建立之愛玉風味輪描述語庫為依據，選擇適當描述語，再結合下半年度以不同品種及地區生產愛玉子於標準狀況下製備各種不同的愛玉凍，進行消費者喜好性感官品評試驗，透過問卷中設計以性別、年齡與血型星座等特徵，用來評估產品之族群喜好特性，其相關結果應可作為後續品質評鑑平台參數選擇與標準制

定可行性之參考依據。期望透過上述傳統型愛玉子凍產品感官特性描述語之結果與儀器分析物化特性數據加以綜合比較後，建立愛玉子凍品質特性評估判斷參考標準之平台，協助政府單位及農友提出客觀公平的評比方式，作為未來愛玉品評活動之評鑑準則。亦可據此產品感官評估方法建立適用於不同地區及品系愛玉籽之品質標準，未來應可在全台各鄉鎮(包含平地及野生種植區)以愛玉為種植生產之農民，強化推展愛玉成為林下經濟作物之發展特殊性，持續結合農村發展及水土保持署之永續多元輔導方案，鎖定核心愛玉農民或運銷合作社，導入專業技術團隊，協助發展愛玉經濟產業之推展。

表 1-1 去年度(112 年度)使用之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境及取得日期資料表

樣品名稱	苗栗一號	苗栗二號	南投紅九	雲林紅九	阿里山野生種	新品莊園	豐盛紅九
英文名稱	Miao Li No. 1	Miao Li No. 2	Nan Tou Taitung Guanshan Hongshi District No.9	Yun Lin Taitung Guanshan Hongshi District No.9	Alishan wild species	Sin Ping Fig	Rich Taitung Guanshan Hongshi District No.9
簡稱代號	ML-1	ML-2	NTH-9	YLH-9	AWS	SPF	RTH-9
品種	苗栗一號	苗栗二號	紅石九號	紅石九號	野生種	混種	紅石九號
產地	花蓮縣玉里鎮	新竹縣關西鎮	南投縣鹿谷鄉	雲林縣斗六市	嘉義縣阿里山鄉	南投縣國姓鄉	宜蘭縣員山鄉
經緯度	23°32N	24°76N	23°81N	23°65E	23°44N	24°10N	24°69N
	121°34E	121°16E	120°79E	120°53N	120°78E	120°86E	121°63E
海拔(公尺)	約 125	約 271	低於 100	低於 100	約 920	約 718	大約 101
111 年雨量(mm)	1404.0	2062.0	2066.0	1568.0	2833.5	1608.0	3519.5
111 年均溫度(°C)	23.1	23.1	23.6	23.3	11.2	22.9	22.3
樣品取得日期	112.05.11	112.05.08	112.04.05	112.02.18	112.05.10	112.05.15	112.05.16

表 1-2 本年度(113 年度)使用非紅九品系之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境、乾燥加工方式及取得日期資料表

臺灣原生愛玉品質評鑑平台建立及感官特性評估

樣品名稱	苗栗一號	苗栗二號	新品莊園愛玉	臺東關山五節芒	嘉義阿里山 野生種	阿里山達邦 野生種小果	阿里山特富野 小果
英文名稱	Miao Li No. 1	Miao Li No. 2	Sin Ping Fig	Taitung Guanshan Silver-grass	Alishan wild species	Alishan Dabang Native small fruit	Alishan Tfuya Small fruit
簡稱代號	ML-1	ML-2	SPF	TGS	AWS	ADN	ATS
品種	苗栗一號	苗栗二號	混種	五節芒	野生種	野生種	野生種
產地	花蓮縣玉里鎮	新竹縣關西鎮	南投縣國姓鄉	臺東縣關山鎮	嘉義縣阿里山鄉	嘉義縣阿里山鄉	嘉義縣阿里山鄉
經緯度	23.32N 121.34E	24.76N 121.16E	24.10N 120.86E	25.02N 121.33E	23.44N 120.78E	23.44N 120.78E	23.27N 120.46E
海拔(公尺)	約 167	約 271	約 718	約 222	約 1175	約 1175	約 1391
112 年雨量(mm)	2610.5	1635.5	1836.5	2189.0	2956.5	2956.5	2956.5
112 年均溫(℃)	22.7	22.9	23.2	22.9	11.7	11.7	11.7
乾燥加工方式	日曬+機器	機器	日曬+機器	日曬+機器	日曬	日曬	日曬+機器
樣品取得日期	112.11.22	112.05.08	112.05.15	112.08.31	112.05.1	112.09.30	112.10.08

表1-3 本年度(113年度)使用非紅九品系之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境、乾燥加工方式及取得日期資料表

樣品名稱	阿里山特富野 大果	臺東海端 野生種	高雄桃源 小果	高雄桃源 大果	屏東高樹 霧台 13 號	屏東高樹 臺東關山	屏東高樹 嘉義太和種
英文名稱	Alishan Tfuya Big fruit	Taitung Haiduan Native species	Kaohsiung Taoyuan Small fruit	Kaohsiung Taoyuan Big fruit	Pingtung Gaoshu Wutai No. 13	Pingtung Gaoshu Taitung Guanshan	Pingtung Gaoshu Chiayi Taihe
簡稱代號	ATB	THN	KTS	KTB	PGW-13	PGG	PGT
品種	野生種	野生種	野生種	野生種	霧台十三號	臺東關山種	嘉義太和
產地	嘉義縣阿里山鄉	台東縣海端鄉	高雄市復興里	高雄市復興里	屏東縣高樹鄉	屏東縣高樹鄉	屏東縣高樹鄉
經緯度	23.27N 120.46E	23.05N 121.10E	23.13N 120.48E	23.13N 120.48E	22.46N 120.35E	22.46N 120.35E	22.46N 120.35E
海拔(公尺)	約 1391	約 290	約 693	約 693	低於 100	低於 100	低於 100
112 年雨量(mm)	2956.5	2346.5	2008.5	2008.5	2385.0	2385.0	2385.0
112 年均溫(℃)	11.7	22.6	21.8	21.8	25.1	25.1	25.1
乾燥加工方式	日曬+機器	機器	日曬	日曬	日曬	日曬	日曬
樣品取得日期	112.10.08	112.11.05	112.10.03	112.10.03	112.07.18	112.07.18	112.07.18

表 1-4 本年度(113 年度)使用紅九品系之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境、乾燥加工方式及取得日期資料表

臺灣原生愛玉品質評鑑平台建立及感官特性評估

樣品名稱	桃園復興周舍	桃園復興三民	南投鹿谷蔡登富	雲林斗六弘久	雲林古坑余家	阿里山特富野
英文名稱	Taoyuan Zhoushe Hongshi District No.9	Taoyuan Sanmin Hongshi District No.9	NanTou Lugu Hongshi District No.9	YunLin Douliu Hongshi District No.9	YunLin Gukeng Hongshi District No.9	Alishan Tfuya Hongshi District No.9
簡稱代號	TZH-9	TSH-9	NTH-9	YLH-9	YGH-9	ATH-9
品種	紅石九號	紅石九號	紅石九號	紅石九號	紅石九號	紅石九號
產地	桃園市復興區	桃園市復興區	南投縣鹿谷鄉	雲林縣斗六市	雲林縣古坑鄉	嘉義縣阿里山鄉
經緯度	23°49 N 121°20 E	24°50 N 121°20 E	23°81 N 120°79 E	23°65 E 120°53 N	23°35 N 120°34 E	23°16 N 120°28 E
海拔(公尺)	約 369	約 338	約 227	低於 100	約 133	約 1391
112 年雨量(mm)	2190.5	2190.5	2699.0	1202.0	1910.0	2956.5
112 年均溫(°C)	20.6	20.6	21.7	23.9	23.8	11.7
乾燥加工方式	日曬+機器	機器	機器	機器	日曬+機器	日曬+機器
樣品取得日期	113.2.25	113.3.2	112.04.05	112.10.2	113.2.25	113.2.25

表 1-5 本年度(113 年度)使用紅九品系之愛玉子名稱、品種、產地、生長環境、乾燥加工方式及取得日期資料表(續)

樣品名稱	嘉義梅山梅仔坑	嘉義中埔龍隆	屏東高樹愛玉森林	屏東新園	臺東海端
------	---------	--------	----------	------	------

英文名稱	Chiayi Meishan. Hongshi District No.9	Chiayi Zhongpu Hongshi District No.9	Pingtung Gaoshu Hongshi District No.9	Pingtung Xinyuan Hongshi District No.9	Taitung Haiduan Hongshi District No.9
簡稱代號	CMH-9	CZH-9	PGH-9	PXH-9	THH-9
品種	紅石九號	紅石九號	紅石九號	紅石九號	紅石九號
產地	嘉義縣梅山鄉	嘉義縣中埔鄉	屏東縣高樹鄉	屏東縣新園鄉	臺東縣海端鄉
經緯度	23.64N 120.48E	23.43E 120.51N	22.46N 120.35E	22.31N 120.26E	23.05N 121.10E
海拔(公尺)	低於 100	低於 100	低於 100	低於 100	約 290
112 年雨量(mm)	2178.5	2077.5	2358.0	1880.5	2346.5
112 年均溫(°C)	23.5	23.6	25.1	25.8	22.6
乾燥加工方式	機器	機器	日曬	機器	機器
樣品取得日期	113.2.25	113.2.25	112.07.18	112.11.04	112.11.05

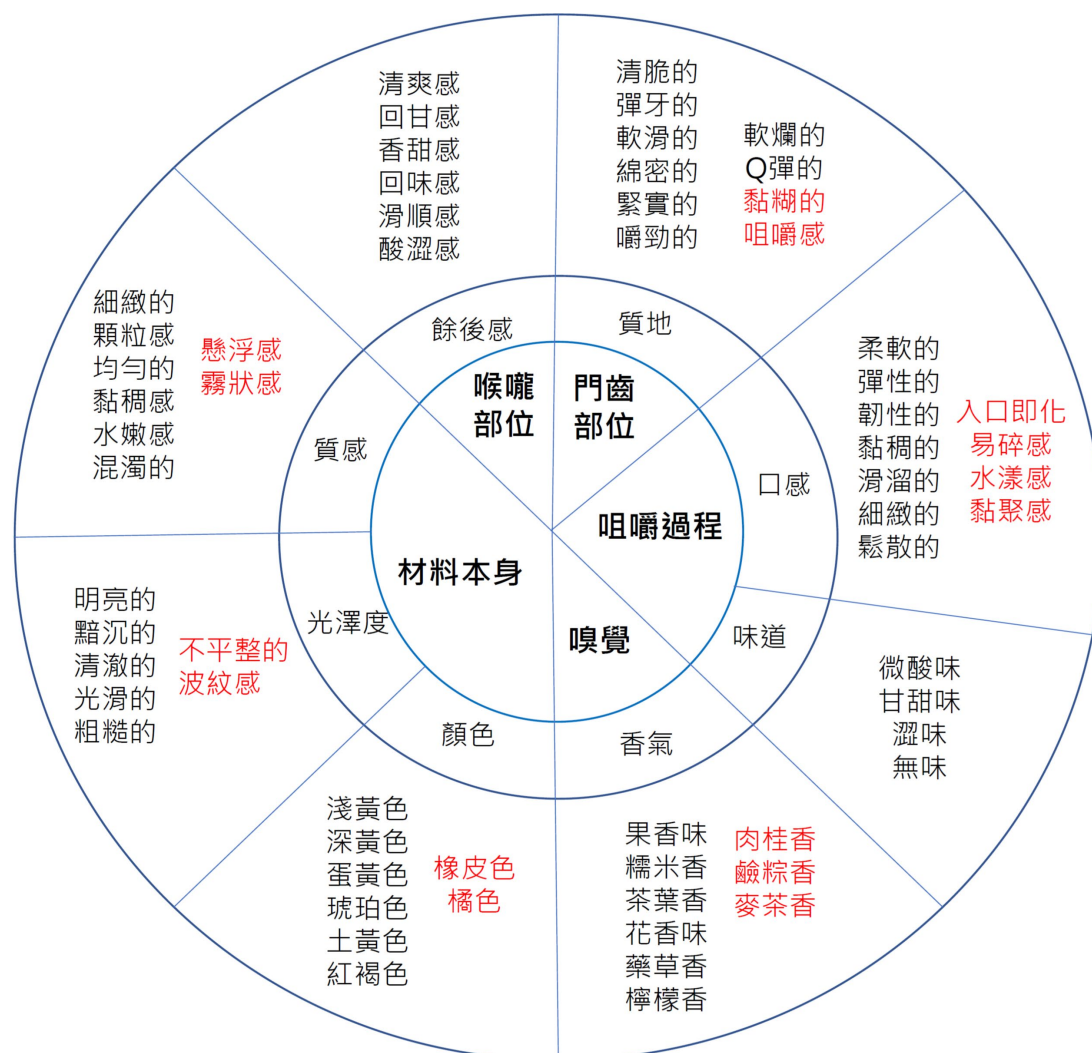


圖1-1 台灣常見愛玉凍之定量描述分析感官特性風味輪

第二章 工作執行方法與步驟

一、愛玉子外觀型態特性觀察

將收集所得如表 1-2~1-5 之紅九品系(11 個)及非紅九品系(14 個)等共計 25 個樣品以解剖顯微鏡(VHS-7020, Keyence CO., Osaka, Japan)進行外觀型態之觀察，放大倍率為 20 倍，照片上之比例尺大小為 1 mm，標記任選 10 粒愛玉籽粒進行大小之量測，所得結果以長及寬之平均值±標準偏差計算表示之。

二、不同品種愛玉子之一般成分及鈣、鎂離子濃度分析

秤取不同品種之愛玉子(苗栗一號、苗栗二號、南投紅九、雲林紅九及阿里山野生種)100 克，經粉碎機磨粉後，裝入真空密封袋於 4℃ 冰箱中冷藏，分別依造 AOAC 標準方法進行水分(AOAC 14.091,1990)、灰分(AOAC 14.103,1990)、粗蛋白(AOAC 14.108,1990)及粗脂肪(AOAC 14.093,1990)分析，並利用下列公式計算碳水化合物(Carbohydrate)之含量。

$$\text{碳水化合物}(\%) = (100 - \text{水分} - \text{灰分} - \text{粗脂肪} - \text{粗蛋白}) \times 100$$

愛玉子中鈣、鎂離子以霧化進樣器結合感應耦合電漿原子發射光譜元素分析儀(ICP-AES)進樣系統進行上機測定，將不同品種愛玉子消化液與檢量線標準液透過 2% HNO_3 混和 0.5% HCl 調整基質濃度，以 317.933 nm 波長進行測定，測定鎂則以 285.213 nm 波長進行測定，每個樣品皆會再分析儀內部進行三重複試驗。

三、不同品種愛玉子之果膠含量及果膠酯酶活性分析

參考 Blumenkrantz 和 Asboe-Hansen(1973)之方法進行果膠含量分析，精秤秤量前處理後不同品種愛玉子樣品 0.25 g 溶於 100 mL 二

次蒸餾水中，於加熱攪拌器搖晃 2 小時後 4°C 靜置 22 小時，將上述果膠溶液抽氣過濾後，將濾液稀釋 10 倍，倒入血清瓶中備用。

取 0.1 g anhydrogalacturonic acid (AGA) 與二次蒸餾水以 0/20/40/60/80 ppm 濃度製作標準品，各取 0.5 mL 稀釋後之愛玉樣品濾液和各濃度之標準品，在冰浴中入 2.5 mL 0.0125 M Na-tetraborate 混和均勻後，將混和液置於沸水浴中加熱 5 分鐘後，再度置於冰浴中直至冷卻置室溫，再加入 0.05 mL 0.15 % m-Phenylphenol 鹼性溶液混和均勻後靜置 5 分鐘，於 520 nm 波長下測定其吸光值，並以 AGA 之標準液製作標準曲線進行定量，每種樣品進行三重複測試，結果以 AGA 含量推算出果膠含量進行表示。

參考林及盧(2020)之方法進行果膠酯酶活性測定，精秤秤量前處理後不同品種愛玉子樣品 3 g 與 45 mL 4% 氯化鈉溶液混和均勻，於搖床搖晃 2 小時後室溫靜置 22 小時，將上述果膠溶液抽氣過濾後，收集濾液倒入樣品瓶中，此濾液為粗酵素溶液。

取 30 mL 0.5% 柑橘果膠液以 0.01 N 氫氧化鈉滴定至 pH 6.5，加入 2 mL 粗酵素液後計時 30 分鐘，持續以 0.01 N 氫氧化鈉滴定至 pH 6.5 直至時間結束，並記錄 0.01 N 氫氧化鈉之滴定量，每種樣品進行三重複測試，另取 3 mL 粗酵素液於沸水中煮 5 分鐘，作為對照組，並重複上述步驟，紀錄 0.01 N 氫氧化鈉之滴定量。

果膠酯酶單位活性計算公式如下：

$$\mu\text{eq COOH min}^{-1} \text{ g}^{-1} = (A - A^0) \times 0.01 \times F \times 1000 / (T \times W)$$

A 為試驗組滴定量(mL)

A⁰ 為對照組滴定量(mL)

0.01 為氫氧化鈉當量；F 為力價(NaOH=1)；

1000 為換算 μmole 之係數；

T 為總反應時間

W 為反應中愛玉液重量 = (加入愛玉子實際乾重 g) / 45 mL × 加入酵素反應液量(mL)。

四、以傳統手洗法製備愛玉籽凍

本試驗之材料使用購買自不同地區及品種之愛玉子共計 25 個樣品，分別將不同品種愛玉秤取 12.5 克裝入平面糖果襪 (NO.1504-1，永林針織 Co., Ltd., Changhua, Taiwan) 與水中總溶解固體量 (Total Dissolved Solids, TDS) 為 70-80 ppm 的波爾礦泉水 1000 克，以重量比 1:80 的比例，利用配戴手套的雙手進行搓洗 5 分鐘，待搓洗時間結束後，將愛玉溶液過濾到塑膠量筒中，再倒入事先準備好之塑膠容器中，置於 7℃ 冰箱中 24 小時，等待其凝膠後即可得到不同品種之愛玉籽凍，上述完成之愛玉籽凍樣品部分進行外觀顏色、總固形物含量、pH、糖度及質地分析，其他則做為定量描述分析及消費者試驗用之試吃樣品。

五、愛玉凍之外觀顏色觀察

秤取上述傳統手洗製備之不同地區及品種愛玉凍各 15 克，利用鐵製叉子加以攪碎備用，以 Lab 色差儀 (NE-4000, Hunter Colorimeter, NIPPON DENSHOKU Co., Ltd., Japan) 進行愛玉凍之三原色色度坐標分析，測試項目包括 Hunter L、a 及 b 值，利用穿透原理 (Transmittance) 加以測量，以標準光源 (c/2) 及 30 mm 透鏡 (30Φ)，結合測量標準白版 (X/Y/Z 92.81/94.83/111.71) 穿透率來進行校正，校正完畢後依序將上述攪碎之愛玉凍倒入 5 mm 石英觀測管中，再將石英觀測管置入色差儀槽座中進行分析，測得各愛玉樣品之 L、a 及 b 值，所有樣品皆進行三重複測試。其中 L 值為亮度 (數值介於 0 ~ 100 之間)，數值越大

代表顏色越亮越白，越小代表顏色越暗越黑；a 值為紅綠值(數值介於-128~+128 之間)，正值越高表示越趨近紅色，負值越大表示越接近綠色；b 值為黃藍值(數值介於-128~+128 之間)，正值越高表示越接近黃色，負值越大表示越接近藍色。

六、愛玉凍之總固形物含量、糖度及 pH 值測定

秤取上述傳統手洗製備之不同地區及品種愛玉凍各 50 克，利用鐵製叉子加以攪碎備用，先以導電計(MET-TDSEC, 錫特工業，高雄，台灣)測定總固形物含量，利用總固形物含量換算為糖度($^{\circ}\text{Brix} = \text{TDS}/0.85$)，再使用 pH meter (SP-701, SUNTEX, 新北市，台灣)測定 pH 值，得到不同品種愛玉凍的總固形物含量、糖度及 pH 值，所有分析皆進行三重複測試。

七、愛玉凍之物理性分析試驗

以物性測定儀(TA-XT2i, Texture analyzer, Stable Microsystems Ltd, Surrey, UK)進行愛玉樣品之質地分析，原理為透過球型探頭 (P/0.5S) 進行二次下壓測試，對愛玉凍施予一定應力，使其產生形變以模擬人類口腔之咬合型式，並藉由形變程度之參數變化換算為愛玉凍之物理凝膠特性，包括硬度(Hardness)、黏性(Adhesiveness)、彈性(Springiness)、內聚力(Cohesiveness)、膠性(Gumminess)、咀嚼性(Chewiness)及回復性(Resilience)等，以傳統手洗製備之不同地區及品種愛玉凍作為測試樣品，質地分析儀測試條件如下：前測和後測速度(Pre and Post-test Speed)為每秒 10.00 mm，測試速度(Test Speed)為每秒 1.0 mm，觸發力(Trigger Force)設定為 1.5 g，目標模式(Target Mode)選項設定形變(Strain)為 50.0 %，觸發形式(Trigger Type)設為自動(Auto)模式，待設定完成後，即可將不同品種愛玉凍樣品放置於測定儀上進行分析，不

同品種愛玉凍樣品皆進行三重複測試，並計算樣品之質地參數，以平均值±標準差表示之。

八、台灣不同產地紅九愛玉凍之消費者感官品評試驗

本研究為比較台灣不同地區所產紅九品系愛玉凍口感特性之差異，進行不同產地愛玉凍之消費者感官品評測試，由本研究蒐集之 11 個紅九加上苗栗一號樣品進行篩選，由台灣東部及北中南各主要產地，依地區不同選取一個樣品為代表，各地區代表則依其果膠含量、果膠酯酶活性、TPA 測試之質地及口感分析結果中選擇表現最佳者，最終選取五個樣品，其分別為花蓮地區苗栗一號(ML-1)、桃園復興周舍紅九(TZH-9)、南投鹿谷紅九(NTH-9)、嘉義梅仔坑紅九(CMH-9)及屏東高樹紅九(PGH-9)等樣品，各樣品以手洗方式製成愛玉凍，盛裝於標有三位數亂碼之塑膠果凍杯中，置於冰箱中冷藏至隔天備用。

問卷內容主要分三大部分，第一部分為受試者背景資料、詢問受試者之飲食習慣及品評方法之說明，背景資料內容包括性別、年齡、血型、星座；受試者之飲食習慣則針對其是否喜歡吃愛玉凍為主要問題；品評方法說明則主要強調如何針對各感官特性強度進行評分；消費意願調查部分，則詢問該受試者若將各品評樣品中最喜歡之愛玉凍產品製成市售商品之購買意願及理想價格範圍。

品評方式及程序如下：

試驗執行於民國 113 年 11 月 5 日(二)中午 12 點 30 分於國立中興大學食生大樓一樓教室舉行，以中興大學食生系、生技學程及生技所師生為測試對象，受試者年齡介於 19~50 歲之間，受試者入座後，不得與鄰座受試者交談，由現場工作人員提供盛物盤，其中包括五款樣品、一瓶水、一空杯為吐杯、小湯匙及衛生紙。受試者掃描品評問

卷 QR code 後，先填答第一及第二部分，並閱讀第三部分品評方法後進行測試，受試者隨機拿取樣品，並於問卷中選擇樣品編號後進行品評，依據不同產地愛玉凍之感官特性(外觀顏色、甜味、酸味、Q 彈的、黏稠的、軟滑的及整體喜好性等)喜好程度進行 1~7 分之評分，品評完成後須立即記錄每個樣品之品評結果，樣品品評間須以白開水漱口，以確保樣品間風味不受影響，若品評過程中需要再提供瓶裝水，可由現場人員協助。最後進行第四部分之消費意願之調查，受訪者經由連結網址填答後送出，結果將自動回傳至雲端硬碟空間，待問卷關閉回應後，再以 excel 檔加以下載統計，檔案結果將包含問卷回覆內容及填答時間。問卷收集共計 60 份，扣除部分資料填寫不完整及毫無鑑別度之無效問卷計 15 份，剩餘之有效問卷 45 份。

九、統計分析方法

實驗數據以 $\text{mean} \pm \text{standard deviation (SD)}$ 表示，使用 XLSTAT System 2021 (Lumiveron Co., CO, USA) 統計軟體進行分析，成分分析及物化分析則採用單因子變異數分析(One-way ANOVA)，並使用 Duncan's Multiple Test 比較組間的變異數是否有顯著差異， $p < 0.05$ 表示在統計學上有顯著差異。針對不同產地及品種愛玉子及愛玉凍之一般組成分、鈣鎂離子濃度、種子大小及愛玉凍外觀及色度分析、凍體物理特性等數據間，則利用主成分分析(Principal Components Analysis, PCA)及皮爾森相關性分析(Pearson correlation)來探討不同產地及品種愛玉樣品間之歧異程度與特徵加以分類之。

第三章 工作進度與交付項目

第一節 計畫甘特圖

重要工作項目	工作比重及預定進度累進百分比(%)								備註
	112年								
	1-3月		4-6月		7-9月		10-12月		
收集台灣不同產地及海拔高度生產之愛玉子原料									
愛玉子粒及愛玉凍外觀、顏色、導電度及總固形物含量分析									
不同產地及品種愛玉凍之物理性分析試驗(質地分析儀)									
不同產地及品種愛玉籽之一般成分分析									
不同產地及品種愛玉子之果膠含量及果膠酯酶活性分析									
不同產地及品種愛玉凍樣品之消費者喜好性評估與接受度試驗									
重要業務推動及計畫執行相關討論會議之舉行									
數據分析及統計資料									
計畫報告撰寫及討論									

第二節 計畫交付項目

一、不同產地及品種愛玉子粒之一般成分及鈣、鎂離子含量分析

圖 3-1 至 3-5 為本研究蒐集所得之不同產地及品種愛玉子粒之一般成分及鈣、鎂離子濃度分析結果，由圖 3-1 結果可知，圖形中左半邊為 25 個愛玉子之脂肪含量，脂肪含量最低者則為苗栗 1 號樣品 (ML-1) 的 3.90%，其次則為新品莊園 (SPF) 之 5.37 % 及阿里山野生種 (AWS) 之 7.29 %；大多數非紅九品系樣品之脂肪含量均高於 10 % 以上，尤其是嘉義 (ADN, ATS 及 ATB)、高雄 (KTS 及 KTB) 及屏東地區 (PGW-13, PGG 及 PGT) 所產之野生種愛玉子其脂肪含量則高達 14.10~19.44 % 之間。一般所熟知在愛玉凝膠過程當中，若樣品之脂肪含量越高，其凝膠效果越差，故在本研究中亦發現，上述地區野生種愛玉子因其脂肪含量較高，其凝膠效果皆不理想且愛玉凍所呈現之顏色皆較淡。在紅九品系之愛玉子的脂肪含量上，台東海端紅九樣品 (THH-9) 之脂肪含量最低 (2.00 %)，而北部地區所產於桃園復興周舍農園 (TZH-9) 及三民花園 (TSH-9) 兩個紅九品系之脂肪含量亦較低 (介於 3.10~3.70% 之間)，所有紅九品系中，油脂含量最高者為南投鹿谷蔡登富 (NTH-9) 樣品為 9.02 %，次高者為雲林斗六弘久愛玉園 (YLH-9) 之脂肪含量為 7.8 %，其餘六個紅九樣品之脂肪含量則介於 5.50~6.50 % 之間。

圖 3-1 中右半邊之不同產地紅九愛玉子之水分含量間均無明顯差異，所有樣品之水分含量皆介於 8.30~11.60 % 之間，不同產地及品種之非紅九品系愛玉子之水分含量範圍介於 5.80~11.03 % 之間；圖 3-2 為不同產地及品種愛玉子之灰分及蛋白質含量分析結果，其中紅九品系樣品灰分含量介於 3.14~4.20 % 之間，蛋白質含量則為

8.50~11.50 %之間；非紅九品系愛玉子之灰分含量則介於 3.09~4.40 % 之間，蛋白質含量則為 7.68~12.50 %之間，所有樣品間之灰分及蛋白質含量間均無明顯差異。圖 3-3 為不同產地及品種愛玉子之碳水化合物含量分析結果發現，大部分樣品之碳水化合物含量皆介於 57.52~71.87 %之間，非紅九品系樣品間之含量差異較紅九品系為低。由於碳水化合物之含量計算方式為 100 %減去水分、灰分、蛋白質及脂肪含量，故上述脂肪含量高之樣品，其碳水化合物含量則較低，而脂肪含量較低之樣品其碳水化合物含量則較高。

於愛玉凝膠過程中，鈣及鎂之二價金屬離子為愛玉凝膠架橋結構之主要貢獻因子，故在鈣及鎂離子含量部分之分析結果如圖 3-4 及 3-5，於紅九品系樣品中，以南投鹿谷蔡登富愛玉子樣品(NTH-9)其鈣及鎂離子含量皆為最高(分別為 464.33 ± 3.44 及 171.54 ± 1.21 ppm)，而雲林古坑余家紅九愛玉子(YGH-9)其鈣離子含量最低(298.25 ppm)；在鎂離子含量部分，則以屏東新園(PXH-9)及台東海端(THH-9)紅九品系之鎂離子含量最低，分別為 105.98 ± 0.94 及 104.67 ± 0.53 ppm。在非紅九品系樣品之分析結果可知，以高雄桃源之大果(KTS)及小果(KTB)品系之鈣離子含量最高，分別為 408.62 ± 1.29 及 424.45 ± 3.93 ppm，含量最低者則為嘉義阿里山野生種(AWS)的 205.83 ± 1.03 ppm；在鎂離子含量部分，則以嘉義特富野小果(ATS)之含量最高(140.18 ± 0.54 ppm)，屏東高樹嘉義太和品系(PGT)之含量最低(98.89 ± 0.89 ppm)。

針對不同樣品之鈣及鎂離子含量上，後續應可做為不同產地及品種愛玉凍品質好壞之重要參考因子。再以上述總計 25 個愛玉子樣品之鈣及鎂離子含量分析數據進行主成分分析後，可利用此二參數將所有樣品進行分群得其環狀分布點散圖如圖 3-6 所示，由結果可知，

第一及第二主成分之解釋能力分別為 72.23 %及 27.77 %，總和解釋能力高達 100%，其中南投鹿谷紅九樣品(NTH-9)，因其鈣鎂離子含量皆高，故其自成一區；而阿里山特富野紅九(ATH-9)、小果(ATS)及大果(ATB)之鎂離子含量較高自成一區，推測其可能原因應為當地土壤內鎂離子含量較高所致；在鈣離子含量部分，則以高雄桃源大果(KTB)及小果(KTS)、嘉義梅山(CMH-9)及中埔地區(CZH-9)紅九品系愛玉子所含鈣離子濃度較高且自成一區，其可能原因亦為當地土壤環境中含量較高所致。由於當初採樣時，並未針對其栽種方法進行了解，故無法做精準判斷其原因，未來可再將表 1-2~1-5 中相關資訊彙整欄位酌增加栽種及施肥狀況列入，以便後續探討及說明。

二、不同產地及品種愛玉子粒之外觀特徵及長寬大小分析

圖 3-7 及圖 3-8 為 25 個不同產地及品種愛玉子以高倍顯微鏡所觀察之外觀特徵照片經比例尺對照後之長寬大小分析結果，其中籽粒長度數據中，二圖中不同產地紅九品系愛玉子長度介於 1.99~3.36 mm 之間，寬度介於 0.81~1.01 mm 之間，多數樣品屬於短小圓胖型態；在非紅九品系愛玉子長寬大小結果顯示，長度介於 2.52~3.48 mm 之間，寬度則介於 0.77~1.00 mm 之間，多數個頭較長，但寬度與紅久相似。由上述結果可知，紅九品系中南投鹿谷愛玉子(NTH-9)長度最小，台東海端野生種(THN)之長度最長，阿里山野生種(AWS)之寬度最小，屏東愛玉森林紅九品系(PGH-9)之寬度最大。特別是在培育的紅九品系中，因個頭屬短小圓胖型，相對其在相同重量下，愛玉子粒個數較多且總表面積大，故其可能含有附著於愛玉子粒表面之果膠含量亦會較多，造成其於凝膠特性上能呈現較佳之品質。

將上述不同品系樣品之長度及寬度數值進行主成分分析，其結果如圖 3-9 所示，其中第一及第二主成分之解釋能力分別為 60.37 % 及 39.63 %，總和解釋能力高達 100%；詳細觀察可看出，生產於屏東(PGH-9, PGG 及 PGT)、台東(TGS)及嘉義(CZH-9)之愛玉子樣品，其寬度數值較高而自成一區；生產於屏東(PXH-9)、高雄(KTS 及 KTB)、台東(THN 及 THH-9)、嘉義地區(ATH-9)及雲林(YGH-9)樣品，其長度數值較高自成一區；而南投鹿谷紅九樣品(NTH-9)及阿里山野生種(AWS)之長度及寬度較小而自成一區。由此結果顯示，生長於台灣南部及東部年均溫度較高(22.6~25.8°C)的地區，生長地區之環境對愛玉子顆粒大小有顯著之影響效果。

三、不同產地及品種愛玉子粒之果膠含量及果膠酯酶活性

圖 3-10 及圖 3-11 分別為 25 個不同產地及品種愛玉子之果膠含量及果膠酯酶活性分析結果，其中紅九品系之果膠含量皆高於 10%，最高者為台東海端(THH-9)含量為 17.12%，最低者為嘉義中埔(CZH-9)的 11.69%，而非紅九品系中，以苗栗 1 號(ML-1)之果膠含量最高，佔 15.40%，其次為阿里山野生種(AWS)、苗栗 2 號(ML-2)及台東海端野生種(THN)，其含量介於 10~11%之間，其餘非紅九品系之果膠含量皆低於 10%。

圖 3-11 果膠酯酶活性分析結果顯示，一半以上之紅九品系(CZH-9, ATH-9, TZH-9, YGH-9, THH-9 及 PGH-9)等樣品之酵素活性較高，數值介於 $1.15 \sim 1.75 \mu\text{eq COOH min}^{-1} \text{g}^{-1}$ 之間，其他紅九樣品之活性則介於 $0.44 \sim 0.96 \mu\text{eq COOH min}^{-1} \text{g}^{-1}$ 之間；而非紅九品系中僅阿里山地區樣品(ATB 及 AWS)、苗栗 1 號(ML-1)及新品莊園混種(SPF)之酵素活性高於 $1 \mu\text{eq COOH min}^{-1} \text{g}^{-1}$ ，大多數樣品之酵素活性較低，

甚至高雄桃源區之野生大果(KTB)之酵素活性僅為 $0.21 \mu\text{eq COOH min}^{-1} \text{g}^{-1}$ 。

將上述不同品系樣品之果膠含量及果膠酯酶活性數值進行主成分分析，其結果如圖 3-12 所示，其中第一及第二主成分之解釋能力分別為 67.23 %及 32.77 %，總和解釋能力高達 100%；詳細觀察可看出，生產於屏東(PGH-9 及 PXH-9)、台東(THH-9)、南投(NTH-9)及苗栗 1 號(ML-1)之愛玉子樣品果膠含量較高而自成一區；生產於桃園復興(TZH-9)、嘉義地區(ATH-9、CZH-9 及 AWS)及雲林(YGH-9)樣品，其果膠酯酶活性數值較高自成一區。由此結果顯示，紅九品系樣品及苗栗 1 號有較佳之果膠酯酶活性及果膠含量，再次證明目前台灣種植品系仍以紅九品系為主要建議之栽培品系。

四、不同產地及品種愛玉凍之外觀顏色及色差儀分析結果

圖 3-13 至圖 3-15 為 25 個不同產地及品種愛玉凍之外觀視覺顏色特徵及利用色差儀進行 L, a 及 b 值之分析結果，其中 L 值為亮度值，介於 0~100 之間，其數值越高代表顏色亮白，越低代表越暗黑；a 值則為紅綠值，介於-128~128 之間，正值越大表示顏色越接近紅色，負值越高表示顏色接近藍色；而 b 值則為黃藍值，數值介於-128~128 之間，正數越大越接近黃色，負數越大越接近藍色。由結果發現在 11 個紅九品系愛玉凍其外觀顏色會依其生長地區不同而有差異，如位於北部桃園復興鄉之周舍農園(TZH-9)及三民花園(TSH-9)所製成之愛玉凍，L 值分別為 71.39 及 75.88，凍體顏色明顯較淡且透亮，南投鹿谷(NTH-9)愛玉凍之 L 值 46.94 最低，其他八個紅九樣品之 L 值，則介於 56.86~63.60 之間且各樣品間差異不大。在紅九品系樣品之 a 值皆為正值，但以桃園復興周舍農園樣品(TZH-9)之值最低(1.13)，南投

鹿谷(NTH-9)最高(3.93)；在樣品 b 值部分亦皆為正值，最低則為屏東新園(PXH-9)的 8.80，最高則為南投鹿谷(NTH-9)的 15.11，其中 a 及 b 值最高之樣品皆為南投鹿谷(NTH-9)之紅九品系愛玉凍樣品。在非紅九品系結果部分，以台東海端(THN)及關山(TGS)樣品、高雄桃源大果(KTB)與屏東高樹之三個品系(PGW-13, PGG 及 PGT)樣品 L 值較高，分別介於 51.03~81.42 之間，這幾個樣品之共同特徵為愛玉凍顏色較為光澤透亮，而 L 值較低的樣品為嘉義特富野大果(ATB)、小果(ATS)及高雄桃源小果(KTS)等三個愛玉凍，其顏色較深且有明顯之離水現象。在 a 值部分，則以嘉義達邦小果(ADN)、特富野大果(ATB)及小果(ATS)與高雄桃源小果(KTS)愛玉凍之數值較高(4.22~5.68 之間)而紅色較深，其他樣品之 a 值較低，介於 1.18~2.82 之間，多呈現微淺色調；在 b 值部分，除高雄桃源大果(KTB)之數值較低(8.39)外，其餘樣品之 b 值則介於 9.25~16.01 之間，屬於顏色偏黃色系列之愛玉凍樣品。

將上述 25 個愛玉凍之色差儀分析結果(L, a 及 b 值)進行主成分分析，其環狀分布點散圖如圖 3-16 所示，其中第一及第二主成分之解釋能力分別為 89.86%及 8.22%，總和解釋能力高達 98.08%，在第一主成分之解釋能力高達 89.86%，且三個變因(L, a 及 b 值)之貢獻度分別為 32.93、35.61 及 31.46%，顯示此三者對愛玉凍外觀顏色之影響程度相似；由結果可之，以屏東(PGW-13, PGG, PGT 及 PGH-9)及台東(TGS 及 TSH-9)所生產愛玉凍之 L 值較高亮度較大；南投鹿谷紅九(NTH-9)及阿里山地區樣品(ADN 及 ATH-9)之黃色度較高；另外阿里山特富野大果及小果(ATB 及 ATS)與高雄桃源小果(KTS)愛玉凍則呈現較明顯的紅色。

五、不同產地及品種愛玉凍之總固形物含量、糖度及 pH 值分析結果

在不同產地及品種愛玉凍之 pH 值、總可溶性固形物含量及糖度之分析結果如圖 3-17 及圖 3-18 所示，其中紅九品系樣品之 pH 值以嘉義梅山梅仔坑(CMH-9)之 7.02 最高，雲林斗六(YLH-9)的 4.08 最低，在非紅九品系之 pH 值部分，則以苗栗 1 號(ML-1)及苗栗 2 號(ML-2)的 4.30 及 4.61 最低，其他地區(如嘉義、高雄及屏東)所產愛玉凍之 pH 值皆高於 7.34 以上，於手工揉洗愛玉凍過程中發現，pH 值較低的樣品其凝膠效果較佳，反之 pH 大於 7 以上偏弱鹼性之條件下，其凝膠效果較差，故在後續不同產地與品種愛玉凍之質地分析結果應可再進一步加以檢視其相關性。在可溶性固形物含量部份，紅九品系中，最高者為雲林古坑余家(YGH-9)之 252 ppm，最低者為雲林斗六弘久愛玉園(YLH-9)之 147 ppm；非紅九品系部份，所有樣品之可溶性固形物含量皆介於 175~243 ppm 之間。因糖度數值計算為總可溶性固形物含量除以 0.85，其趨勢與總可溶性固形物含量相似，故不贅述。

將所有樣品之總可溶性固形物含量及 pH 值為變因進行主成份分析，其環狀分布點散圖如圖 3-19 所示，其中第一及第二主成分之解釋能力分別為 68.43 %及 31.57 %，總和解釋能力高達 100%；結果顯示大部分紅九品系樣品均在圖 3-19 的左半邊，此現象說明大部分紅九品系樣品其 pH 值及總可溶性固形物含量較低，凝膠效果較為明顯；反之非紅九系列愛玉手工揉洗液之 pH 值及可溶性固形物含量較高，其凝膠效果反因酵素活性受抑制且干擾因子過多而變差。

六、不同產地及品種愛玉凍之質地分析結果

在質地分析部分，25 個不同產地及品系愛玉凍樣品質地分析之硬度(Hardness)、膠著性(Gumminess)及咀嚼性(Chewiness)等特性分

析結果如圖 3-21 所示，因膠著性及咀嚼性皆為硬度特性之二次參數，其趨勢與硬度相似，不同產地及品種非紅九品系愛玉凍之質地變化差異較大。在硬度部份結果顯示，所有紅九品系樣品之硬度介於 31.09~59.96 之間，非紅九品系之硬度結果顯示，新品莊園(SPF)及高雄桃源小果(KTS)之硬度分別高達 84.40 及 83.82 g，相較在高雄桃源大果(KTB)之硬度則趨近於零，其值僅為 0.89 g。

圖 3-22 則為 25 個不同產地及品系愛玉凍樣品質地分析之彈性(Springiness)、內聚性(Cohesiveness)及回復性(Resilience)等特性分析結果可之，紅九品系之彈性數值大多介於 0.94~0.99 之間，非紅九品系樣品之數值大多介於 0.85 至 0.97 之間，較紅九品系的數值為低；在內聚性上，紅九品系樣品除桃園復興三民花園(TSH-9)、嘉義中埔隆龍(CZH-9)與屏東新園(PXH-9)三樣品之數值較低(0.22~0.25)外，其他樣品數值則介於 0.63~0.71 之間；在回復性參數上，上述內聚性較低的樣品其回復性亦偏低，反觀其他紅九樣品之回復性則介於 0.43~0.55 之間；在非紅九品系樣品之內聚性及回復性之數值顯示，兩者之變化趨勢相同，亦即內聚性高的樣品其回復性亦高，如高雄桃源小果(KTS)、屏東高樹霧台 13 號(PGW-13)及台東關山五節芒(TGS)樣品之內聚性數值分別為 0.73、0.68 及 0.67，其回復性數值則分別為 0.46、0.51 及 0.49，在質地特徵表現上，即為口感之 Q 彈特性較為明顯。另由於高雄桃源大果(KTB)因硬度為零，造成在彈性之計算(兩個峰長度之比值， $L2/L1$)上無法計算，而有非常大之誤差(其值高達 2.08，一般數值應接近 1 為其彈性好)，由於其在凝膠後幾乎呈現如黏稠膏狀物的型態，故在後續其他參數上之數值皆無法做正確之判定與說明，

在後續試驗分析中，會將其特性應用於其他方面之產品開發，而不進行感官特性之比較分析。

依據 112 年度計畫成果可知，透過質地分析儀所測得之硬度、彈性、內聚性及回復性參數數值高低，與口感評測上之Q 彈度、緊實度、軟嫩感與滑順感等感官特性相關，故可依此作為後續消費者感官品評時，如何選擇樣品適當描述語之參考依據。

將上述 25 個樣品(分紅九及非紅九兩組)之質地分析數據進行主成分分析，其環狀分布點散圖如圖 3-22 及 3-23 所示，於圖 3-22 可知，第一及第二主成分之解釋能力分別為 67.20 %及 25.86 %，總和解釋能力為 93.06%；圖中顯示大部分紅九品系樣品均在圖 3-22 的右半邊，此現象說明大部分紅九品系樣品(包含 CMH-9、YLH-9、TZh-9、NTH-9、YGH-9、PGH-9 及 ATH-9 等)在硬度、膠著性(Gumminess)、咀嚼性(Chewiness)、內聚性及回復性皆較高，凝膠效果較為明顯，尤其 CMH-9 及 YLH-9 之硬度最高；反之在彈性參數上，僅屏東新園的 PXH-9 及台東海端的 THH-9 較為明顯，但總括而言，大部分紅九品系愛玉凍皆具有好的質地特性。在圖 3-23 中顯示非紅九品系愛玉凍於 PCA 環狀分布點散圖中其第一及第二主成分之解釋能力分別為 63.28 %及 26.78 %，總和解釋能力為 90.06%，較紅九品系圖 3-22 之解釋能力稍低；其中大多樣品直接分布在圖形右半邊，而高雄桃源大果(KTB)樣品與其他樣品差異極大，獨自位於圖形之左側，其特性僅與彈性參數有關，由右側圖中樣品分佈狀況可知，多數樣品之硬度特性明顯，導致其膠著性與咀嚼性亦強(如 SPF、KTS、ATS、ATB、AWS、PGG、ML-1 及 TGS 等)，這些樣品亦表現明顯的回復性而自成一區。

七、不同產地及品種愛玉凍物化及質地分析參數之皮爾森相關性分析

就不同產地及品種愛玉子及愛玉凍物化分析及質地分析參數兩兩對應，利用皮爾森相關性分析方法探討參數間之相關特性，一般認為相關係數 0.3 以下為低相關，0.3~0.7 為中等相關，0.7 以上為高度相關，由表 3-1 所示，若不分產地及品種而言，25 個愛玉子樣品中，愛玉子之鎂離子濃度與鈣離子成中度正相關，其相關係數為 0.445 ($p=0.026$)；在愛玉子之果膠含量則與愛玉溶液之 pH 成高度負相關，其相關係數為-0.733($p=0.003$)；在果膠酯酶活性則與愛玉凍之 L 值成高度負相關，其相關係數為-0.727($p=0.003$)，與愛玉凍之 a 值及硬度呈正相關，其相關係數為 0.604 及 0.792 ($p=0.022$ 及 0.001)；在愛玉凍之特性結果顯示，其顏色參數 L, a 及 b 值間，L 值與 a 及 b 值呈現高度負相關，其相關係數分別為 -0.918 ($p<0.0001$) 及 -0.758 ($p<0.0001$)，而 a 值與 b 值呈現高度正相關，其相關係數為 0.865 ($p<0.0001$)；愛玉子中之鎂離子含量則與 L 值呈現中度負相關，其相關係數為-0.445 ($p=0.026$)，另外鎂離子含量則與 a 及 b 值呈現中度正相關，其相關係數分別為 0.477 ($p=0.016$)及 0.471 ($p=0.017$)；在愛玉凍之質地參數上，僅選取一次參數進行分析，結果顯示，愛玉凍之硬度與 L 值呈現中度負相關，其相關係數為-0.594 ($p=0.002$)，硬度與 a 值呈現中度正相關，其相關係數為 0.494 ($p=0.012$)，質地參數的彈性與 L 值呈現中度正相關，其相關係數為 0.451 ($p=0.024$)，彈性與 b 值呈現中度負正相關，其相關係數為-0.430 ($p=0.032$)，彈性與硬度呈現中度負正相關，其相關係數為-0.609 ($p=0.001$)，在內聚性上，其與彈性呈現高度正相關，其相關係數為 0.761 ($p<0.0001$)，在回復性上，其與鎂離子含量呈現中度正相關，其相關係數為 0.433 ($p=0.031$)，其與

彈性呈現中度負相關，其相關係數為-0.405 ($p=0.045$)。若探究目前參數中，具有高度正相關之參數則為愛玉子之鎂離子含量及果膠酯酶活性、愛玉凍之紅、黃色度值及質地之硬度與回復性等特性，而上述參數與愛玉凍之亮度、彈性及內聚性等特性則呈現反比關係。

另將上述皮爾森相關性分析法應用於不同品種差異之區分，再將單純 11 個紅九品系及 14 個非紅九品系愛玉子及愛玉凍之參數再進行一次相關性分析，其結果如表 3-2 及 3-3 所示。

由表 3-2 所示，在不同產地紅九愛玉子之鈣離子含量與愛玉凍外觀顏色之 L 值與 a 及 b 值分別呈現中度負相關與正相關，其相關係數為-0.625 ($p=0.040$)及 0.646 ($p=0.032$)，另外鎂離子含量則與 a 及 b 值呈現中度正相關，其相關係數分別為 0.661 ($p=0.027$)及 0.648 ($p=0.031$)；在愛玉子之果膠含量則與愛玉凍之內聚力成中度正相關，其相關係數為 0.598($p=0.052$)；在果膠酯酶活性則與愛玉凍之彈性呈中度正相關，其相關係數為 0.523($p=0.099$)，與愛玉凍之硬度成中度負相關，其相關係數為-0.560($p=0.073$)；在愛玉凍之顏色特性上，其顏色參數之 L 值與 a 及 b 值呈現高度負相關，其相關係數分別為-0.908 ($p=0.000$)及 -0.802 ($p=0.003$)，而 a 值與 b 值之間則呈現高度正相關，其相關係數為 0.931 ($p<0.0001$)；在愛玉凍之質地參數上，就一次質地參數而言，愛玉凍之硬度與彈性呈現中度負正相關，其相關係數為-0.672 ($p=0.024$)，而其回復性與內聚性則呈現高度正相關，其相關係數為 0.952 ($p<0.0001$)，綜合上述結果可知，在紅九品系樣品中，鈣及鎂離子含量與愛玉凍之外觀紅黃色度間有明顯正比效應，但與明亮度成反比；果膠含量則與愛玉凍之內聚性及回復性趨勢一致；果膠酯酶活性

則與彈性呈正向相關而與硬度特性相反；明亮度越高之愛玉凍其紅黃色度較低，且較為透亮。

在表 3-3 之非紅九愛玉子中，籽粒之鎂離子含量與 L 值呈現高度負相關，其相關係數為-0.700 ($p=0.005$)，而與 a 值呈現中度正相關，其相關係數分別為 0.695 ($p=0.006$)；在愛玉子之果膠含量則與愛玉溶液之 pH 成高度負相關，其相關係數為-0.733($p=0.003$)；果膠酯酶活性則與愛玉凍之 L 值及彈性成負相關，其相關係數為-0.727 及-0.525($p=0.003$ 及 0.054)，另酵素活性與愛玉凍之 a 值、b 值及硬度呈正相關，其相關係數為 0.604、0.0501 及 0.792 ($p=0.022$ 、0.068 及 0.001)；在愛玉凍之特性上，其顏色參數 L 值與 a 及 b 值呈現高度負相關，其相關係數分別為-0.922 ($p<0.0001$)及-0.775 ($p=0.001$)，L 值則與彈性呈正相關，相關係數為 0.522 ($p=0.056$)；而 a 值與 b 值間則呈高度正相關，相關係數為 0.878 ($p<0.0001$)；在 TDS 方面則顯示其與愛玉凍之明亮度呈中等負相關，相關係數為-0.602 ($p=0.023$)，而與 a 及 b 值呈中等正相關，相關係數為 0.615 ($p=0.019$)及 0.633 ($p=0.015$)；在愛玉凍之質地參數之結果顯示，愛玉凍之硬度與鎂離子及 a 值呈中度正相關，其相關係數為 0.549 ($p=0.042$)及 0.541 ($p=0.046$)，與 L 值呈中度負相關，其相關係數為-0.681 ($p=0.007$)，質地參數的彈性與 b 值及硬度皆呈中度負相關，其相關係數為-0.573 ($p=0.032$)及-0.652 ($p=0.012$)，而內聚性與彈性則為高度正相關，其相關係數為 0.831 ($p=0.000$)。總歸而言，非紅九品系愛玉子之鎂離子含量高者，其果膠酯酶活性及 TDS 含量高，愛玉凍體較不透明、偏紅黃色且硬度高，而其彈性及內聚性則呈現相反較低的趨勢。

八、不同產地及品種愛玉凍物化及質地分析參數之 PCA 分析結果

圖 3-24 為不同產地及品種愛玉子及凍之物化及質地分析參數值主成分分析環狀分布點散圖，而圖 3-25~3-26 則為分別再將上述參數以純紅九品系或非紅九品系樣品愛玉子及凍之物化及質地分析參數值主成分分析環狀分布點散圖，

於圖 3-24 可知，第一及第二主成分之解釋能力分別為 25.97 % 及 20.60 %，總和解釋能力僅為 46.58%；圖中顯示所有紅九品系樣品均位在圖 3-24 的上半邊，此現象說明紅九品系樣品在果膠含量、果膠酯酶活性、回復性、鎂離子含量、種子寬度及愛玉凍亮度等特性皆較明顯，另外苗栗 1 號及 2 號等選種品系亦位於該區，在新品莊園 (SPF) 因其屬於紅九與嘉義太和種之混合樣品，故亦呈現相類似之特性，在台東關山五節芒 (TGS) 樣品因其屬於自有命名產品，無法認定其來源詳細資訊，由上述資訊可推估其應與紅九品系有一定相關連性；其他品系樣品均分布於圖 3-24 的下半邊，其現象顯示野生種源之愛玉子其硬度、彈性、內聚性、脂肪含量、Ph、籽粒長度及凍體顏色等特性較為明顯，但總括而言，紅九品系較非紅九品系愛玉凍具良好的物化及質地特性且有顯著差異。

圖 3-25 顯示紅九品系愛玉特性參數於 PCA 環狀分布點散圖中，其第一及第二主成分之解釋能力分別為 35.87 % 及 20.64 %，總和解釋能力為 56.52%，較圖 3-24 之解釋能力稍高。其中南投紅九 (NTH-9) 自成一區，其內聚性、回復性、顏色參數 a 及 b、鈣鎂離子及脂肪含量上明顯較高；嘉義梅仔坑 (CMH-9) 及雲林弘久 (YLH-9) 之樣品硬度較高自成一區；阿里山特富野 (ATH-9) 及屏東高樹 (PGH-9) 則為果膠

含量最多為一區；而嘉義中埔(CZH-9)、桃園復興三民(TSH-9)及桃園復興周舍(TZH-9)則有較高的亮度及可溶性固形物而自成一區。

圖 3-26 為非紅九品系愛玉特性參數於 PCA 環狀分布點散圖之結果，其中第一及第二主成分之解釋能力分別為 32.10 % 及 20.11 %，總和解釋能力為 52.21%，較圖 3-24 之解釋能力高，但較圖 3-25 為低。由於野生品系除苗栗 1 號及苗栗 2 號兩樣品外，其他多為嘉義阿里山、高雄桃源、屏東霧台及台東關山海端山區之野生品系，酸然大多樣品之位置分散且凌亂，但仍可看出高屏及台東地區樣品多分布於圖形之右半邊，尤其高雄桃源大果(KTB)樣品與其他樣品差異極大，獨自位於圖形之最右側，其特性僅與彈性、內聚性及亮度參數有關；而在圖性之左半邊則主要為嘉義阿里山地區(ATB、ATS、AWS 及 AND)及高雄桃源小果(KTS)之樣品，其硬度、果膠酯酶活性、膠體顏色 a 及 b 值、回復性及鎂離子含量特性明顯而自成一區。

九、台灣不同產地紅九愛玉凍之消費者感官品評試驗

本研究以篩選各地區(東部及北、中、南區)之代表愛玉子樣品(分別為花蓮地區苗栗一號(ML-1)、桃園復興周舍紅九(TZH-9)、南投鹿谷紅九(NTH-9)、嘉義梅仔坑紅九(CMH-9)及屏東高樹紅九(PGH-9)等五個)製成愛玉凍進行消費者感官品評，上述五個樣品於質地分析儀檢測之一級口感質地參數項目結果顯示，在硬度表現上，數值均落在 36.41~57.25 g 之間，彈性數值落在 0.89~0.97 之間，內聚性及回復性參數值則落在 0.50~0.71 及 0.42~0.53 之間；而五個樣品之果膠含量皆屬於高於 10 % 之樣品，數值落在 12.18~16.67 % 之間，果膠酯酶活性則介於 0.81~1.58 $\mu\text{eq COOH min}^{-1} \text{g}^{-1}$ 之間，在質地參數上五個樣品間，以 ML-1 質地偏硬、內聚性及回復性低，但彈性好；CMH-9 之彈性較

差且硬度排名第二；TZH-9 及 NTH-9 在許多特性表現上較為接近；而 PGH-9 有最低的硬度及較高的內聚性及回復性。

表 3-4 為本次消費者感官品評試驗使用之不同產地愛玉凍樣品的中英文名稱、代號及外觀特徵圖示，就五個樣品外觀比較而言，苗栗 1 號愛玉凍(ML-1)為五個樣品中離水現象最少者，凍體顏色為土黃色，呈均勻細緻的霧狀感，幾乎沒有花被碎片殘留；桃園復興周舍愛玉凍(TZH-9)體顏色最深呈暗沉的琥珀色，具懸浮顆粒感，有許多花被片的碎片存在且表面呈光滑微水漾感；南投鹿谷蔡登富愛玉凍(NTH-9)之凍體較為透明呈淺褐色，表面具霧狀感，內部微混濁亦有花被碎片分布；嘉義梅山梅仔坑愛玉凍(CMH-9)離水現象最明顯，凍體表面光滑呈淺咖啡色，內部則呈現均勻霧狀感；屏東高樹愛玉森林的愛玉凍(PGH-9)之顏色呈現透明淺褐色，為五個樣品中顏色最淡者，表面較光滑但內部呈雲霧狀且花被碎片較少。

表 3-5 為消費者喜好性品評受試者之基本資料、愛玉喜好性及購買意願等統計結果，經剔除無效問卷後得 45 分的有效問卷進行統計分析，針對性別、年齡、血型、星座、是否喜好愛玉凍及購買意願調查部分之統計資料顯示，受測者男女人數為 22:23(49%:51%)；年齡分布上，21~30 歲人數最多，有 25 位，佔 56%，20 歲以下的有 15 位，佔 33%，而 31 歲以上合計 5 位，佔 11%；血型部分，以 O 型為最多，有 19 人，佔 42.3%，其次分別為 B 型的 14 位(31%)及 A 型的 11 位(25%)，最少者為 AB 型，有 1 位，佔 4%；在星座統計上，以 火象星座人數最多，有 14 位，佔 31%，其次為土象、水象及風象，分別有 12、10 及 9 位，各佔 27、22 及 20%。在愛玉凍喜好性上，有 28 位喜歡，佔 62%；17 位不喜歡也不討厭，佔 38%，而沒有討厭的人

數。最後在購買意願及願購價格上，高達 7 成的受測者願意購買該項產品且其願購價格以選擇 31~35 元的人最多為 29 位(佔 65%)，12 人(27%)願意接受 36~40 元的價格。

在消費者感官品評受測者對五個愛玉凍樣品，針對顏色、酸味、甜味、Q 彈的、黏稠的、軟滑的及整體喜好性之評分結果如圖 3-27 所示，由於五個樣品皆為篩選所得各區較佳樣品，其中四個屬於紅九品系，一個為苗改場培育之苗栗一號，在上述感官特性項目下，其顏色、酸味、甜味、Q 彈的、黏稠的、軟滑的及整體喜好性之評分分別為 4.33~5.09、3.42~4.09、3.33~3.76、4.01~4.64、3.69~4.11、4.42~5.04 及 3.91~4.51，於五個樣品的七個參數中，僅有顏色及軟滑的兩個感官特性於樣品喜好性上有顯著差異存在，在顏色部分，ML-1 及 CMH-9 兩個在顏色上顯著優於呈現較透明凍體的 NTH-9 及 PGH-9，而 TZh-9 之顏色最深且偏暗，故在分數表現尚無法取得優勢；在軟滑的口感上，僅 TZh-9 顯著優於 ML-1，其原因可能是苗栗 1 號的硬度為五個樣品中最高者，相對於軟滑口感上則較無法呈現該特性；其他五項評分上，各樣品間無顯著差異性。

將上述七個感官評測參數中，差異較小且分數偏低的兩個參數(甜味及黏稠的)扣除後，其餘五個參數為變量因子進行主成分分析，以評估其感官特性與樣品間之分群效果及差異，結果如圖 3-28 所示，由圖中可知，TZH-9 及 CMH-9 兩者在顏色上明顯與其他樣品不同，再加上兩者在 Q 彈的、軟滑的及整體喜好性上趨勢一致，而自成一區；而 ML-1 則表現明顯的酸味特性與其他樣品有所區隔；最後在 NTH-9 及 PGH-9 於五個感官特性上皆無明顯高低而位在同一區。

綜合上述結果可知，以全台灣所種植之紅九品系愛玉子而言，所製成之愛玉凍在味道及質地口感特性上，樣品間差異不大，皆屬於高果膠含量(10%以上)、凍體色深、不易離水、硬度、Q 彈特性、滑嫩口感及微帶酸味的優質產品，相較其他非紅九品系愛玉凍(除苗栗 1 號外)多為淡色系凍體、口感偏軟且彈性尚可，但內聚性及回復性較差的產品，相較之下，目前普遍於平地種植的紅九品系實有其特色而值得多加推廣，以拓展台灣愛玉產業成為台灣具在地性及特殊性的農特產品。

十、112 年台灣原生愛玉品質評鑑比賽結果解析及品質平台參數建議

在愛玉品質評鑑平台評估標準之建立上，以 112 年度台灣愛玉子產業評鑑比賽之評估方式如圖 3-29 所示，由全台各地愛玉農戶提供自有場域生產之愛玉子，該年度共計收到 21 個紅九品系及 18 個非紅九品系，合計 39 個樣品。所有樣品經送實驗室檢驗分析果膠含量(佔比 30%)及果膠酯酶活性(30%)參數，另進行水洗倍數測試(80~100 倍，30%)，於評鑑頒獎當日由三位委員(廚師、網紅及食品所研究員)針對上述三項測試中之前 23 名進行感官品評測試(10%)，再以總方合計最高之前六名進行頒獎。在口感評測之執行方式上，本研究室曾於 112 年 9 月份建議台北分署採用品評樣品由前述佔比合計 90%分數之計算結果中，選出前 10 名的愛玉子後製成愛玉凍作為品評測試樣品，由當日活動現場約 30 位消費者進行上述 10 個樣品之口感評測，每位消費者皆有五張貼紙可貼在最喜歡的前五名參賽者名牌版上，最後結果以得票數最高者依序排名作為頒獎依據，但此建議方法最後並未被台北分署採納，取而代之為上述三位委員之評分法，此法因委員於一次品嚐 23 個樣品，較易造成口感疲乏及無法分辨樣品之差異性。針

對 112 年愛玉評鑑之所有評分結果可知，以目前現有標準中，水洗倍數、果膠酯酶活性及果膠含量各佔 30%，較粗略之感官品評結果佔 10%之方式，較易導致口感實測分數高的樣品並無法取得優勝；反觀前五名皆是果膠酯酶活性及果膠含量高的樣品，故易導致評判失據。

圖 3-30 為 112 年台灣原生愛玉評鑑活動參賽入選品評樣品之分析參數值主成分分析環狀分布圖，由圖中結果可知，所有得名者皆位於圖形之左半邊，代表口感評測分數及水洗倍數表現好之樣品無法表現其優勢而進入決選，而四個參數分別之貢獻度分別為水洗倍數 17.7%、果膠含量 12.64%、果膠酯酶活性 18.28%及口感評分佔 15.01%，總計僅有 63.63%之代表性，由此可知，以此方式評分標準較無法將品質好的愛玉凍特性完整呈現。再將所有參賽樣品中 21 個紅九樣品，因部分樣品未經口感評測，故刪除口感評測項目後進行主成分分析，其結果如圖 3-31 所示，結果顯示前四名皆為紅九品系(九如、蔡登富、豐盛及新品莊園)，四者皆具有高的果膠含量及果膠酯酶活性，同樣出現水洗倍數高者，無法有突出之表現。在 18 個非紅九品系之主成分分析結果如圖 3-32，其結果顯示，有得名者卻為水洗倍數較高之參賽者(綠谷)，其愛玉子之果膠含量及果膠酯酶活性則無明顯較高。

透過 112 年度台灣原生愛玉評鑑活動排名結果結合本研究之初步成果歸納可知，建議未來之評鑑方式應調整佔比如下：(1)水洗倍數 - 25 %；(2)果膠含量 - 25 %；(3)果膠酯酶活性 - 30 %；(4)口感評分 - 20 % 之評測佔分比例及檢測標準較為適當。

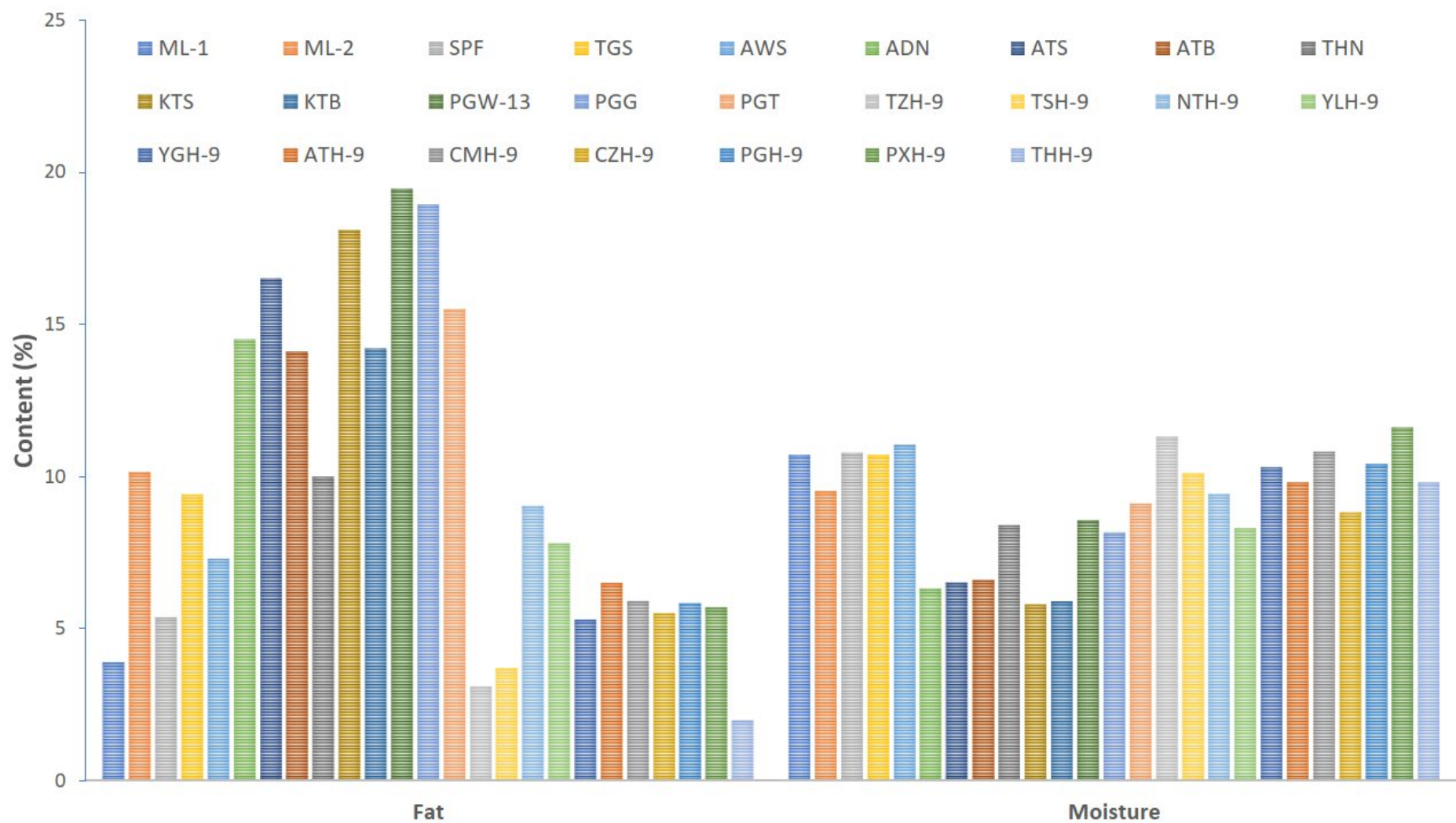


圖 3-1 25 個不同產地及品種愛玉子之脂肪及水分含量分析結果

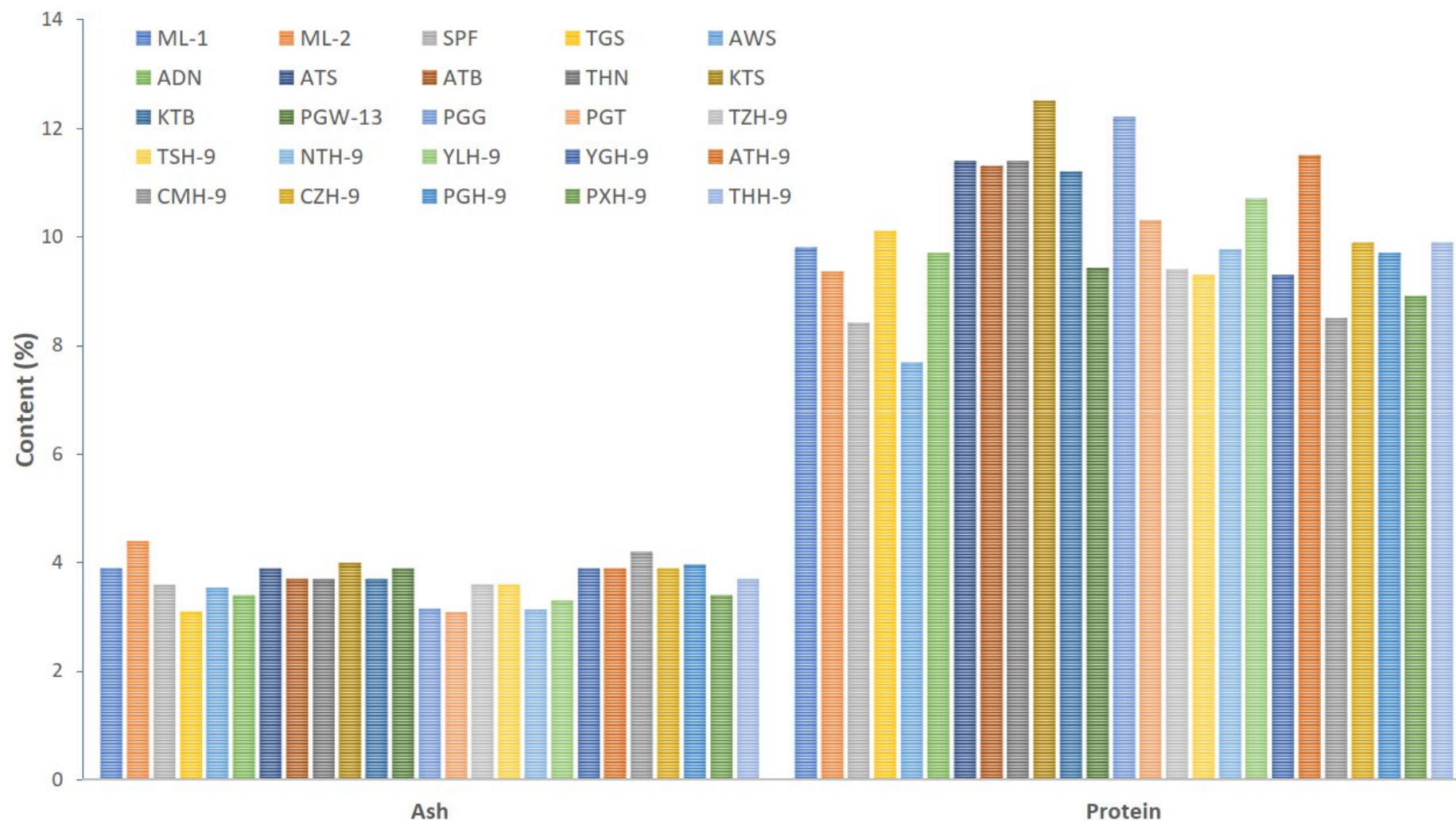


圖 3-2 25 個不同產地及品種愛玉子之灰分及蛋白質含量分析結果

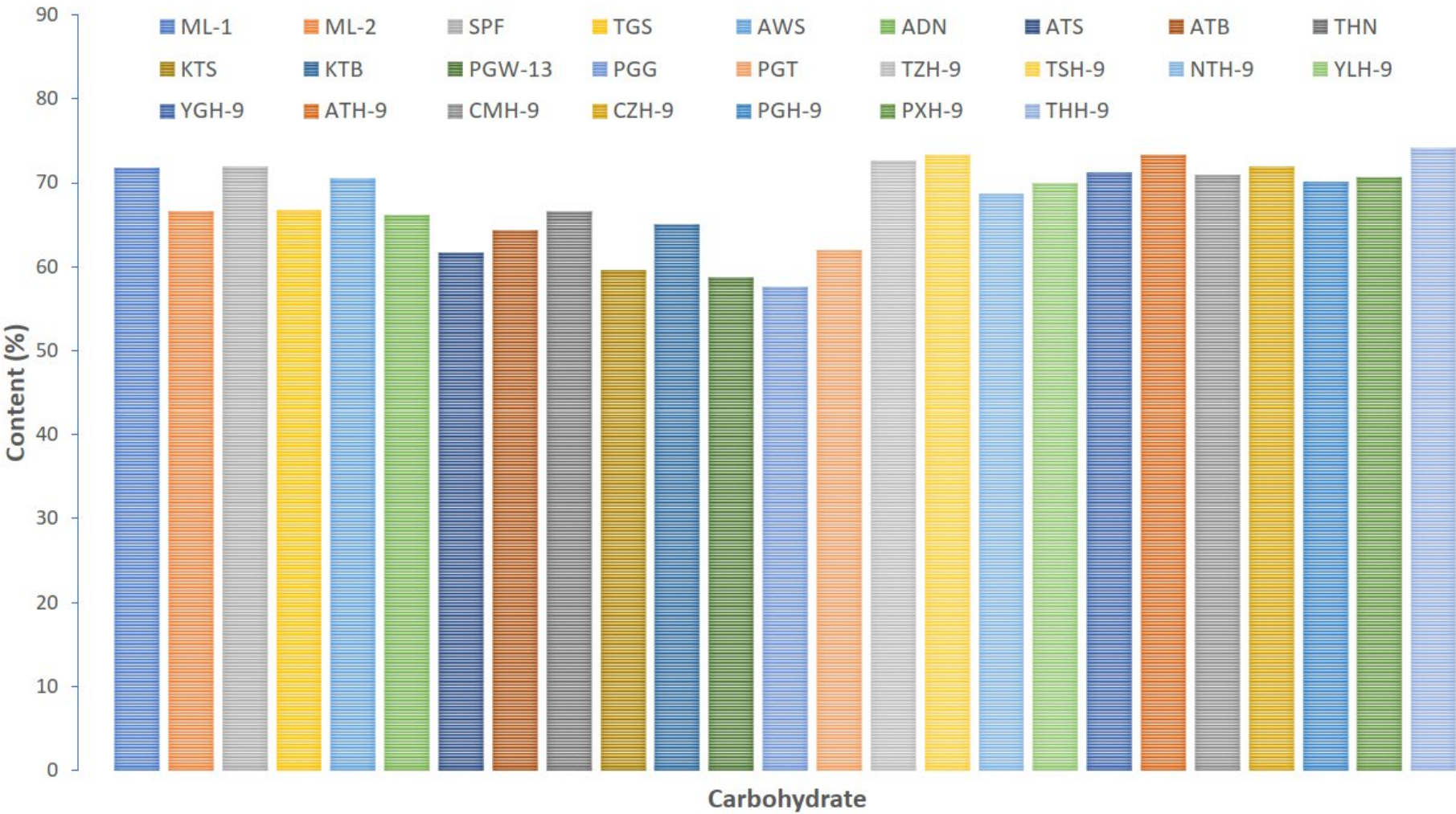


圖 3-3 25 個不同產地及品種愛玉子之碳水化合物含量分析結果

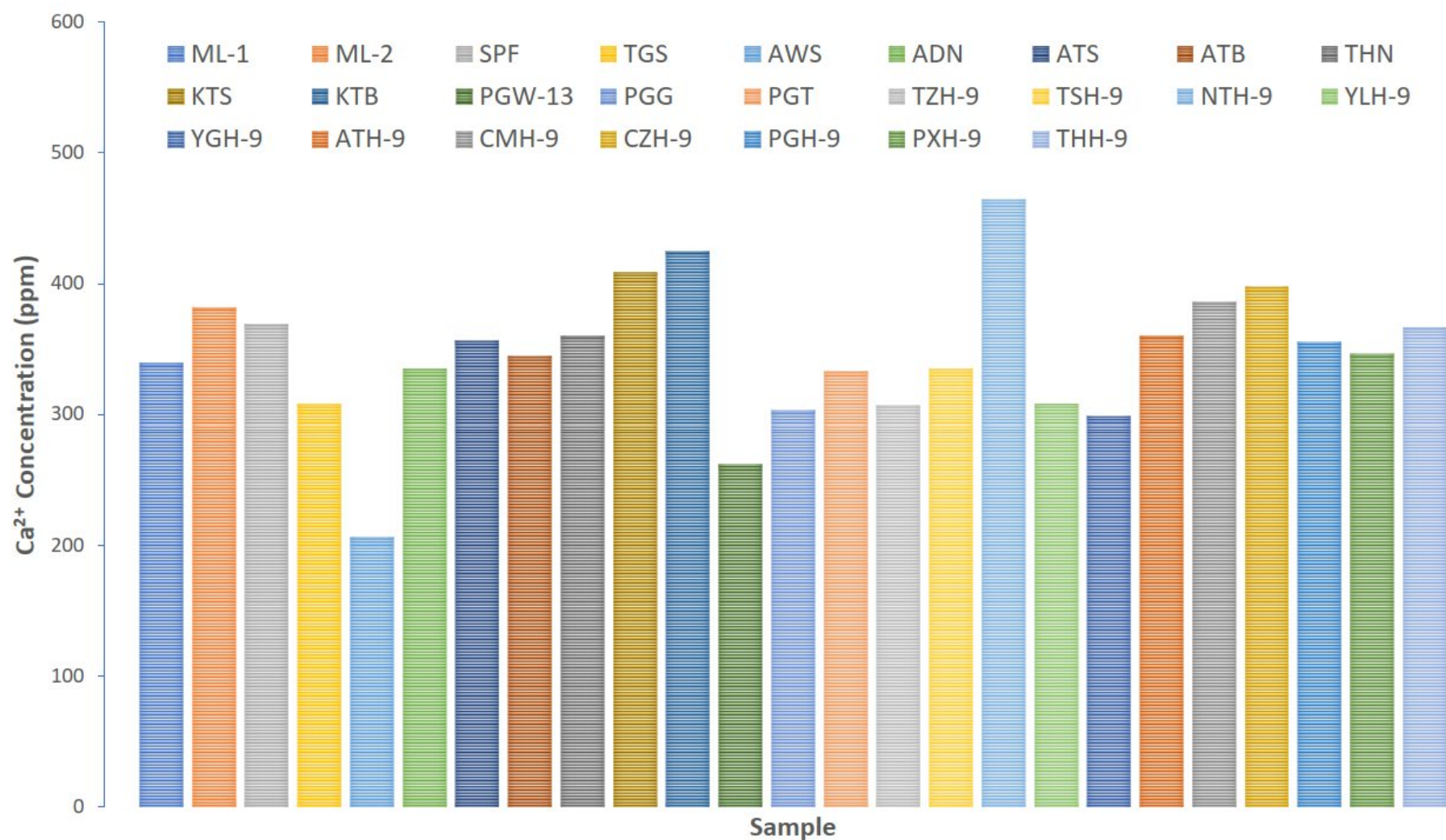


圖 3-4 25 個不同產地及品種愛玉子之鈣離子濃度分析

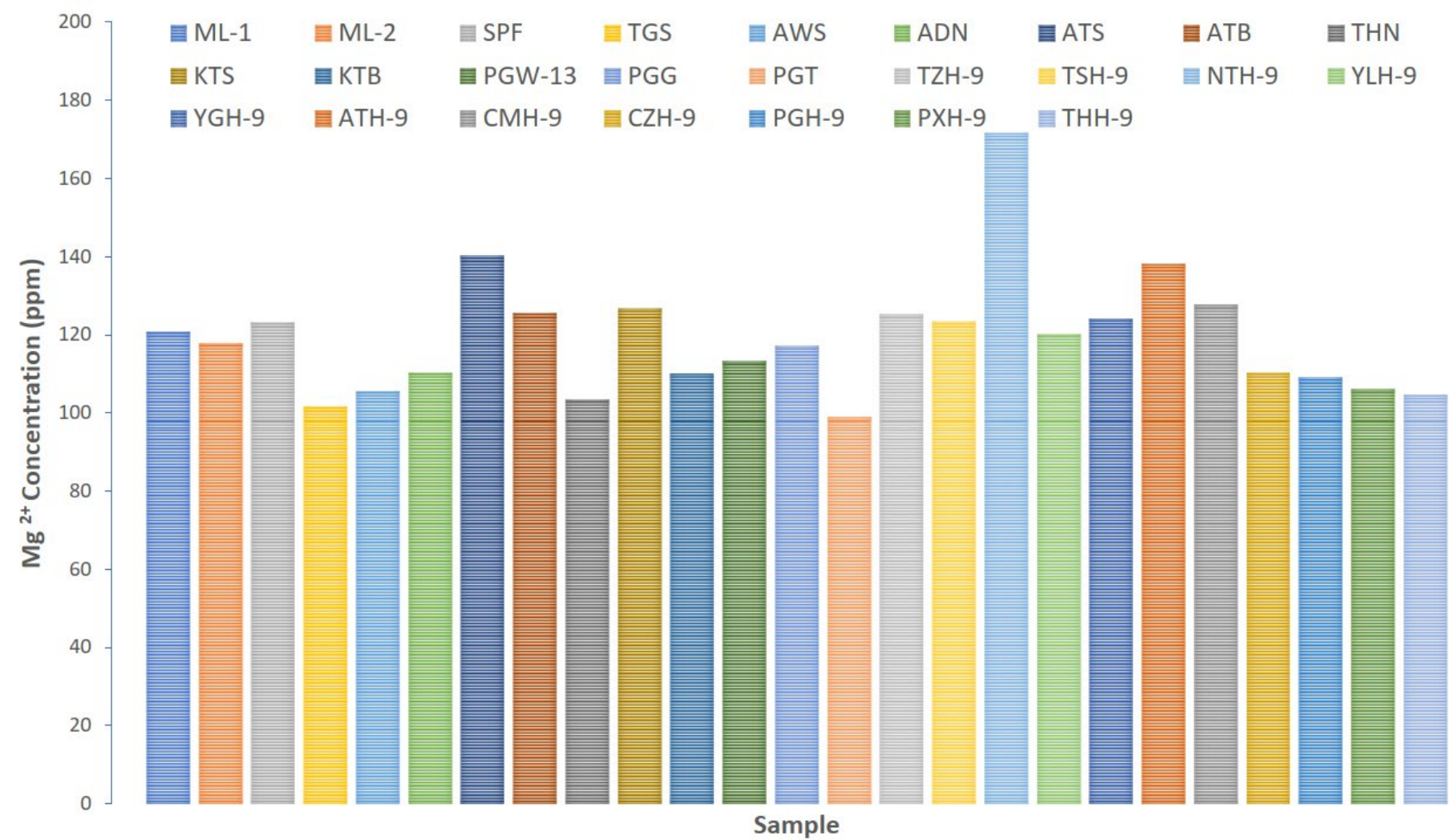


圖 3-5 25 個不同產地及品種愛玉子之鎂離子濃度分析

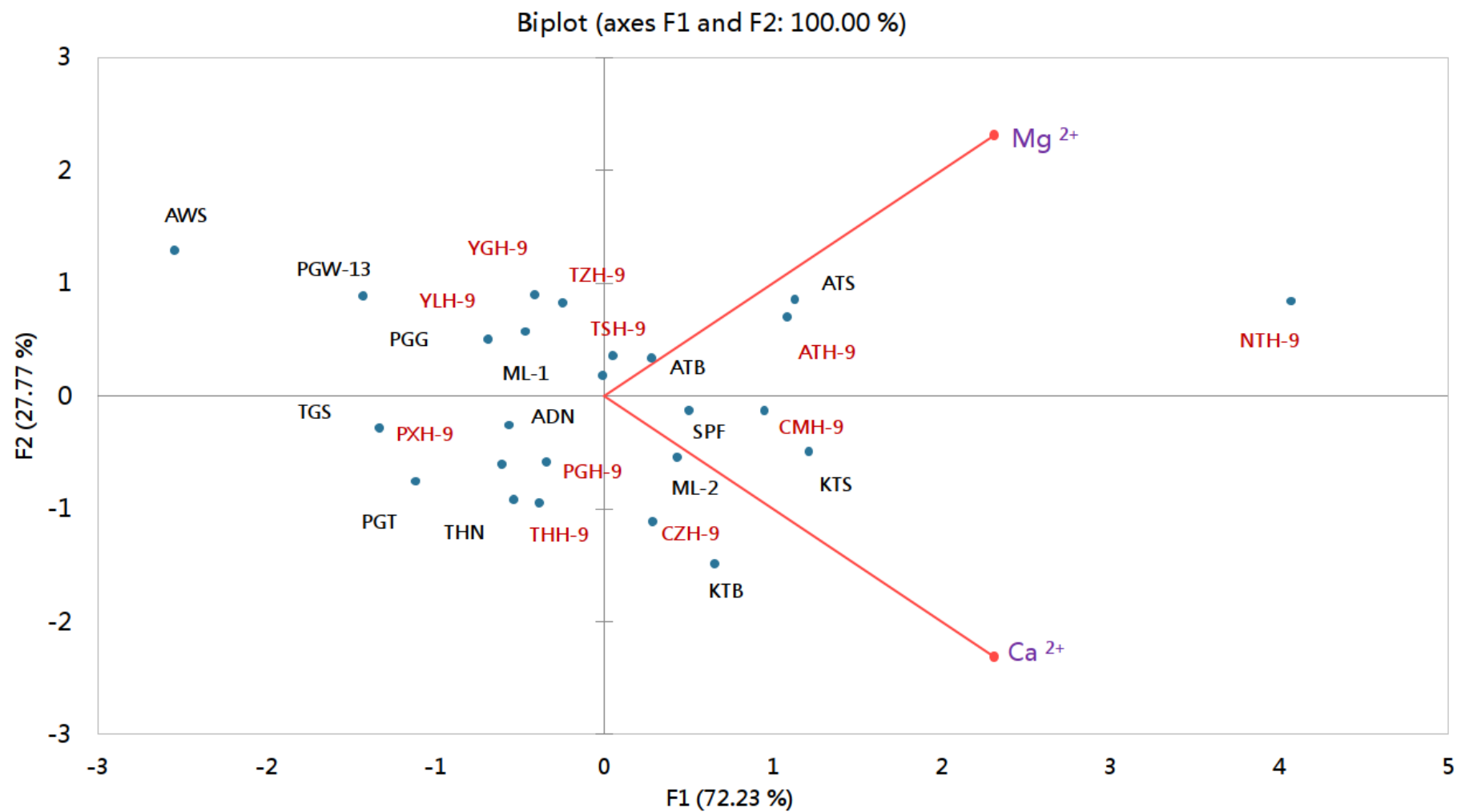


圖 3-6 不同產地及品種愛玉子之鈣及鎂離子含量分析數值之主成分分析環狀分布點散圖

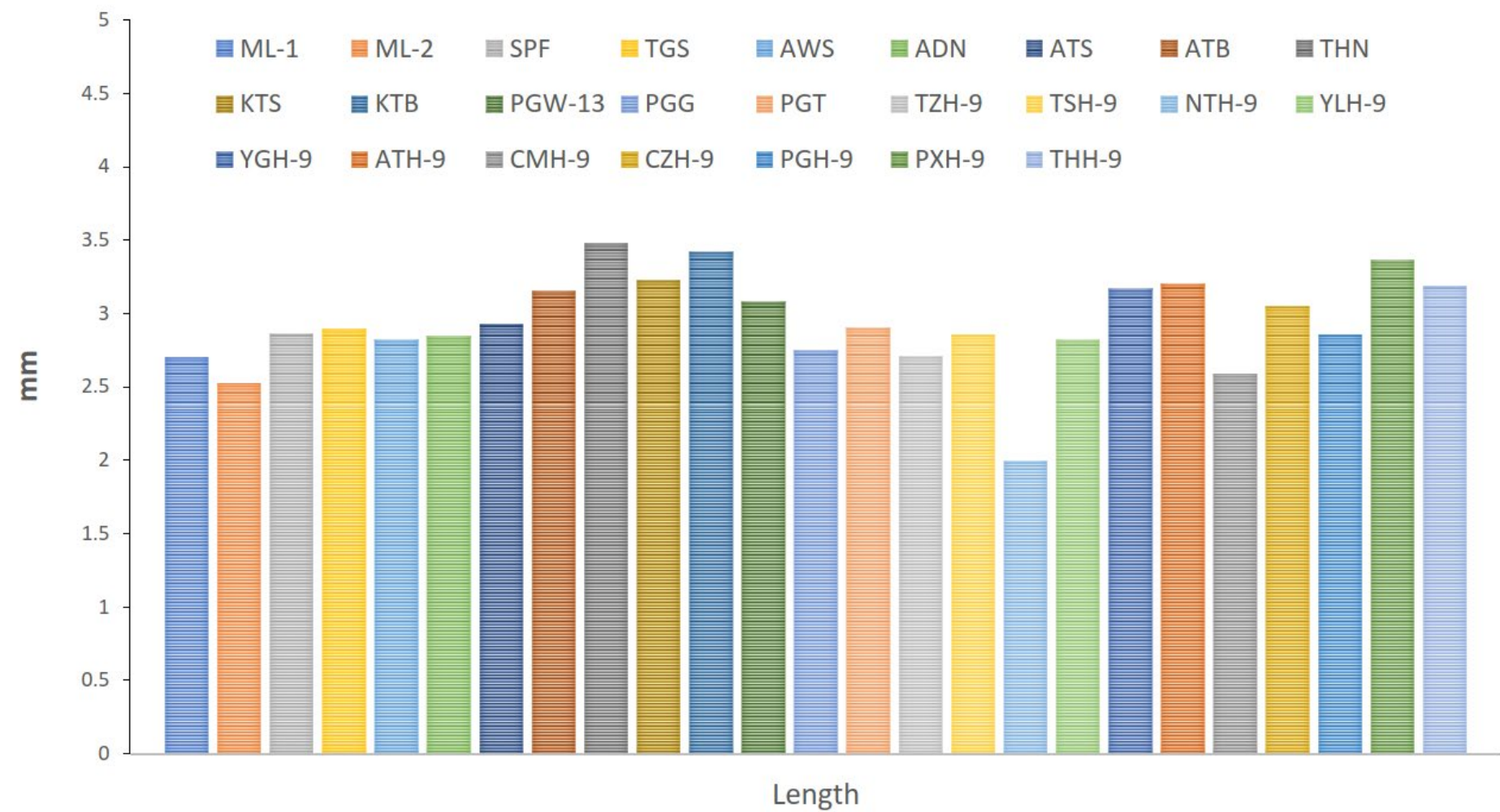


圖 3-7 25 個不同產地及品種愛玉子外觀特徵長度大小之分析結果

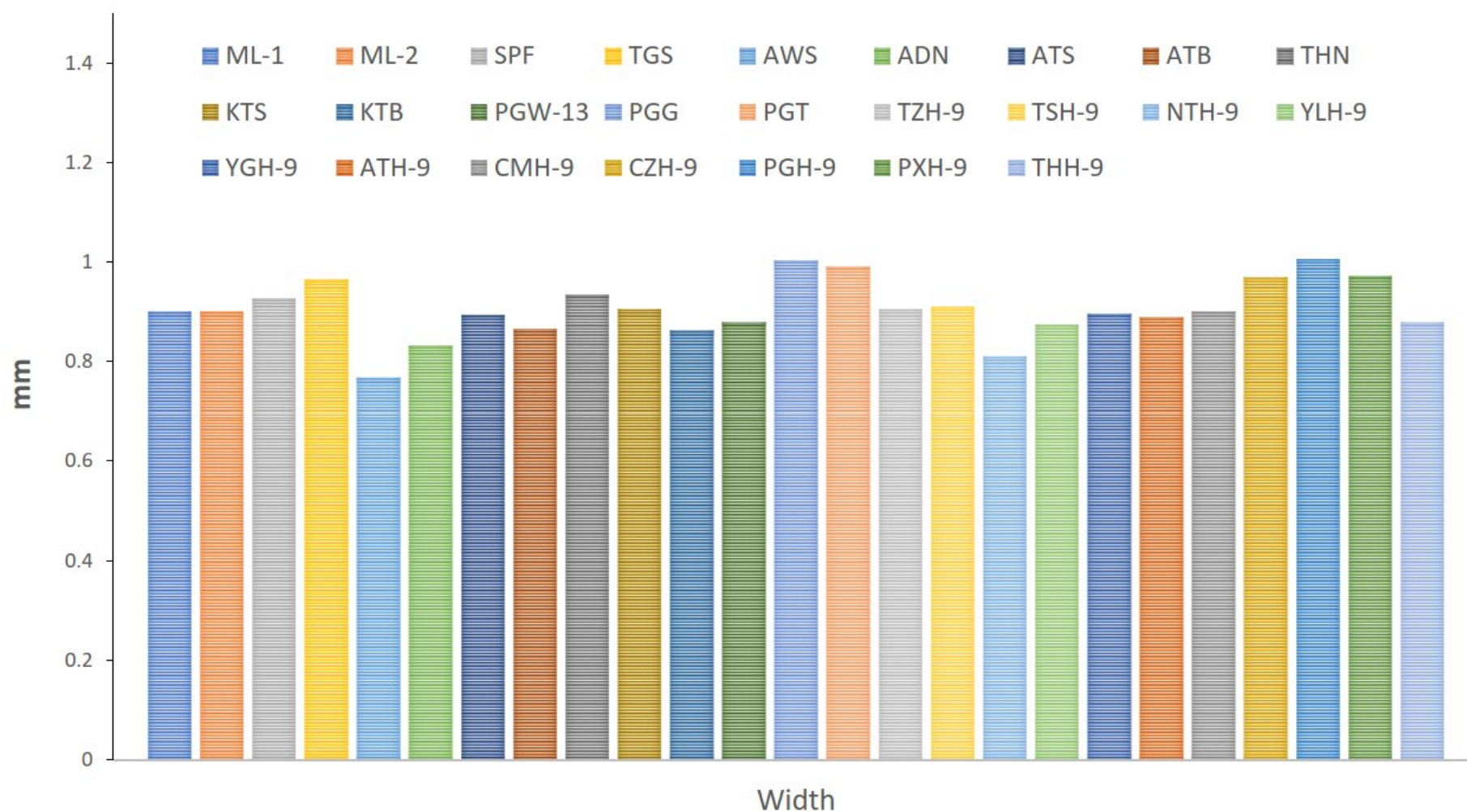


圖 3-8 25 個不同產地及品種愛玉子外觀特徵寬度大小之分析結果

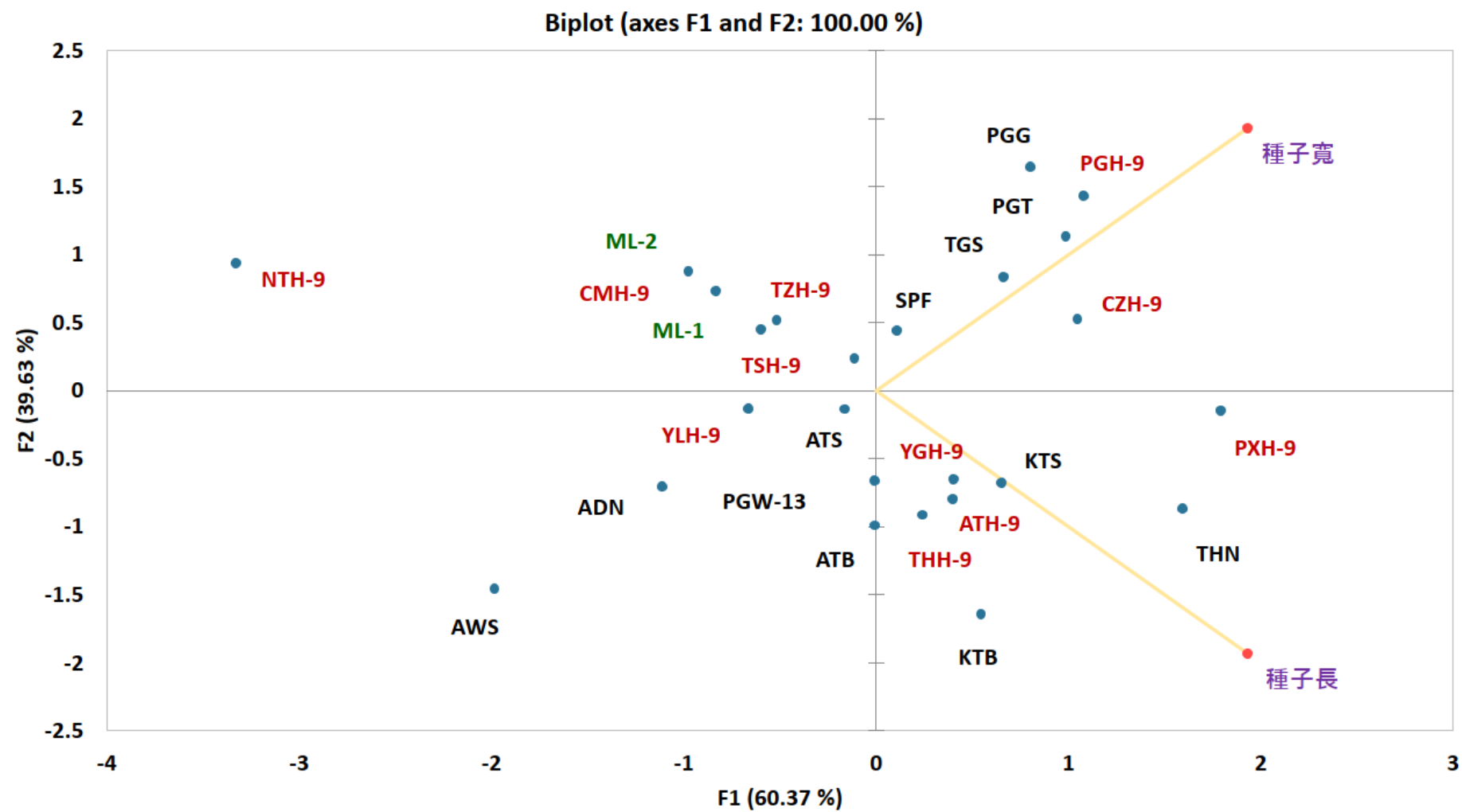


圖 3-9 不同產地及品種愛玉子之外觀長寬大小分析數值之主成分分析環狀分布點散圖

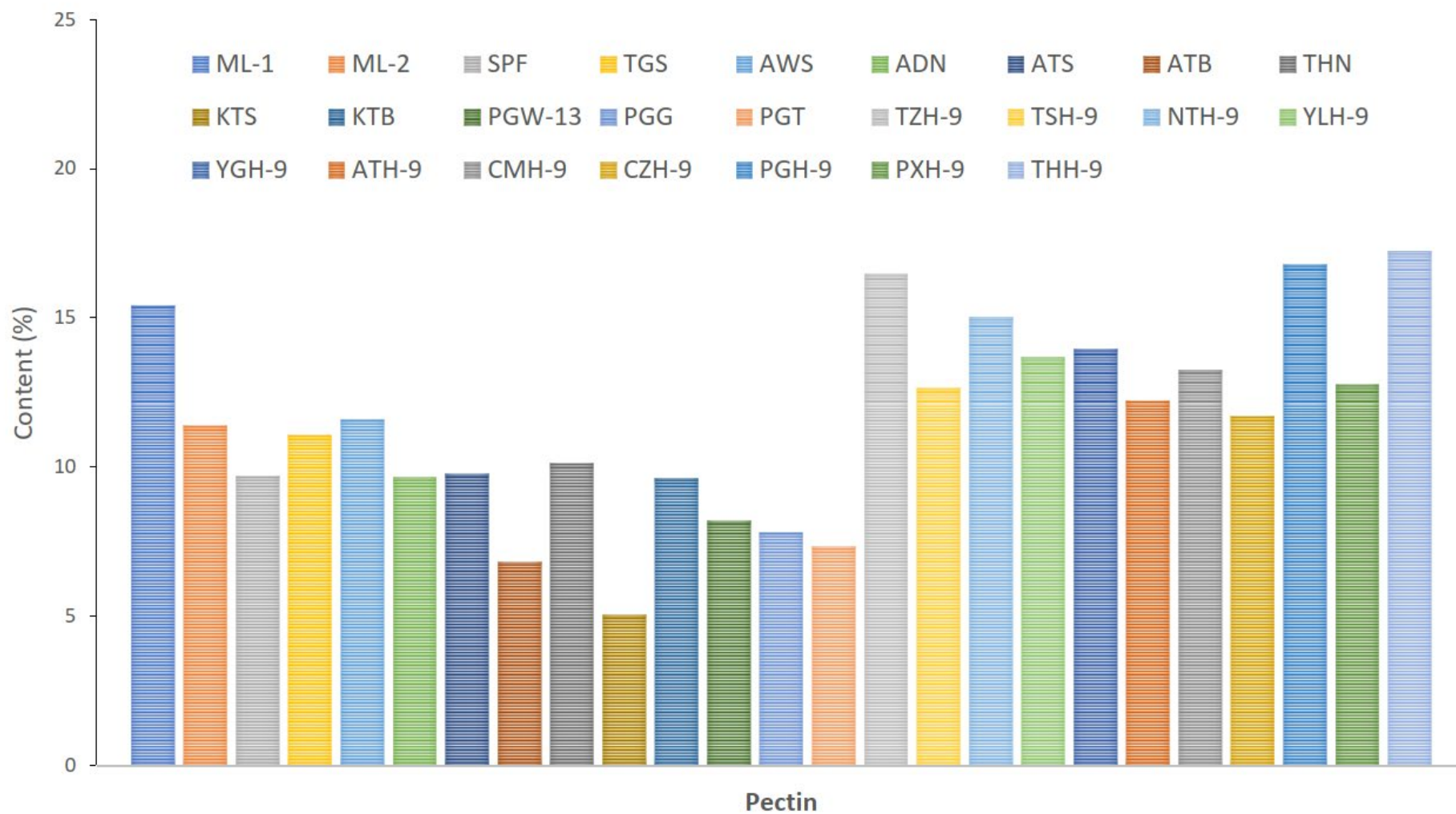


圖 3-10 25 個不同產地及品種愛玉子之果膠含量分析結果

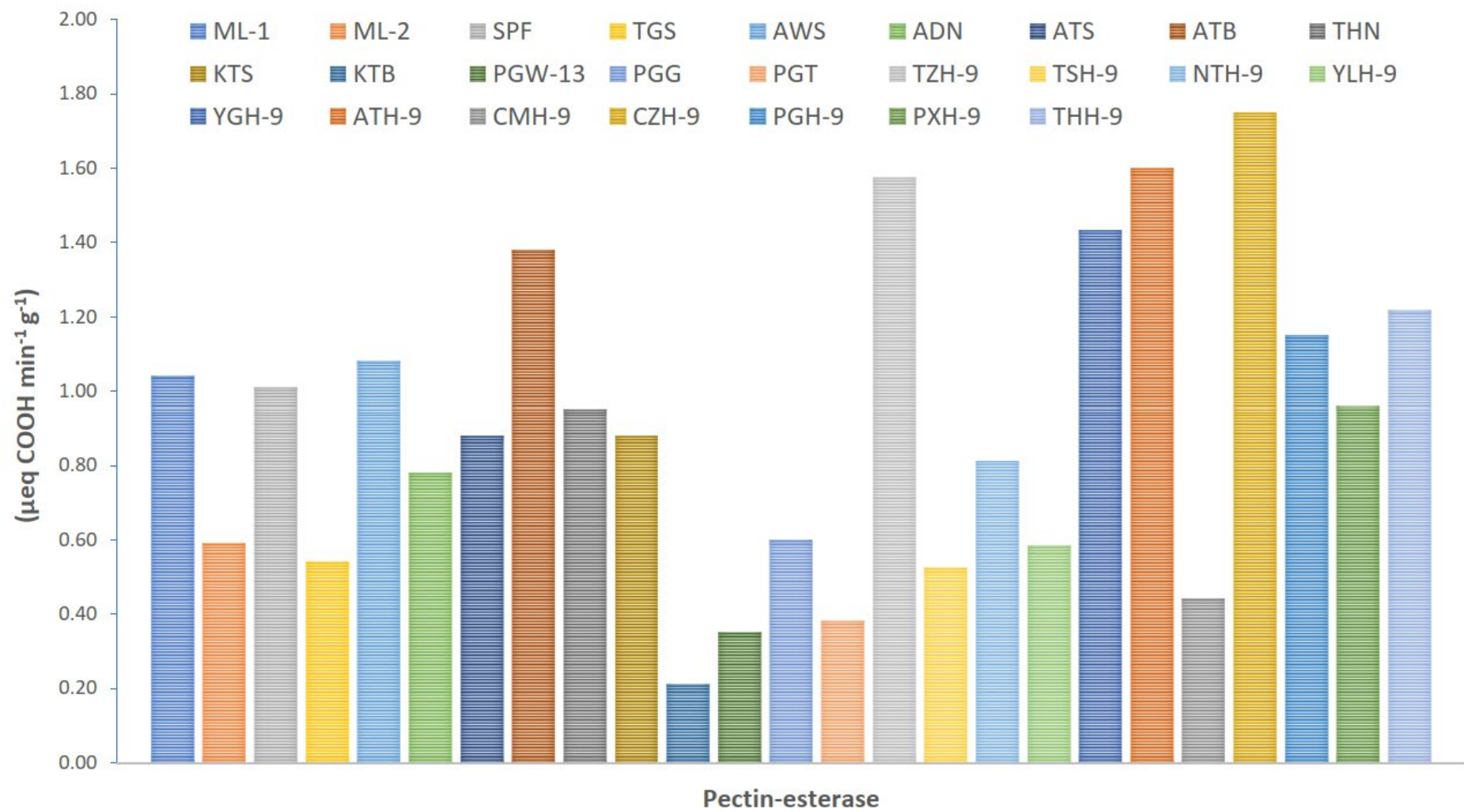


圖 3-11 25 個不同產地及品種愛玉子之果膠酯酶活性分析結果

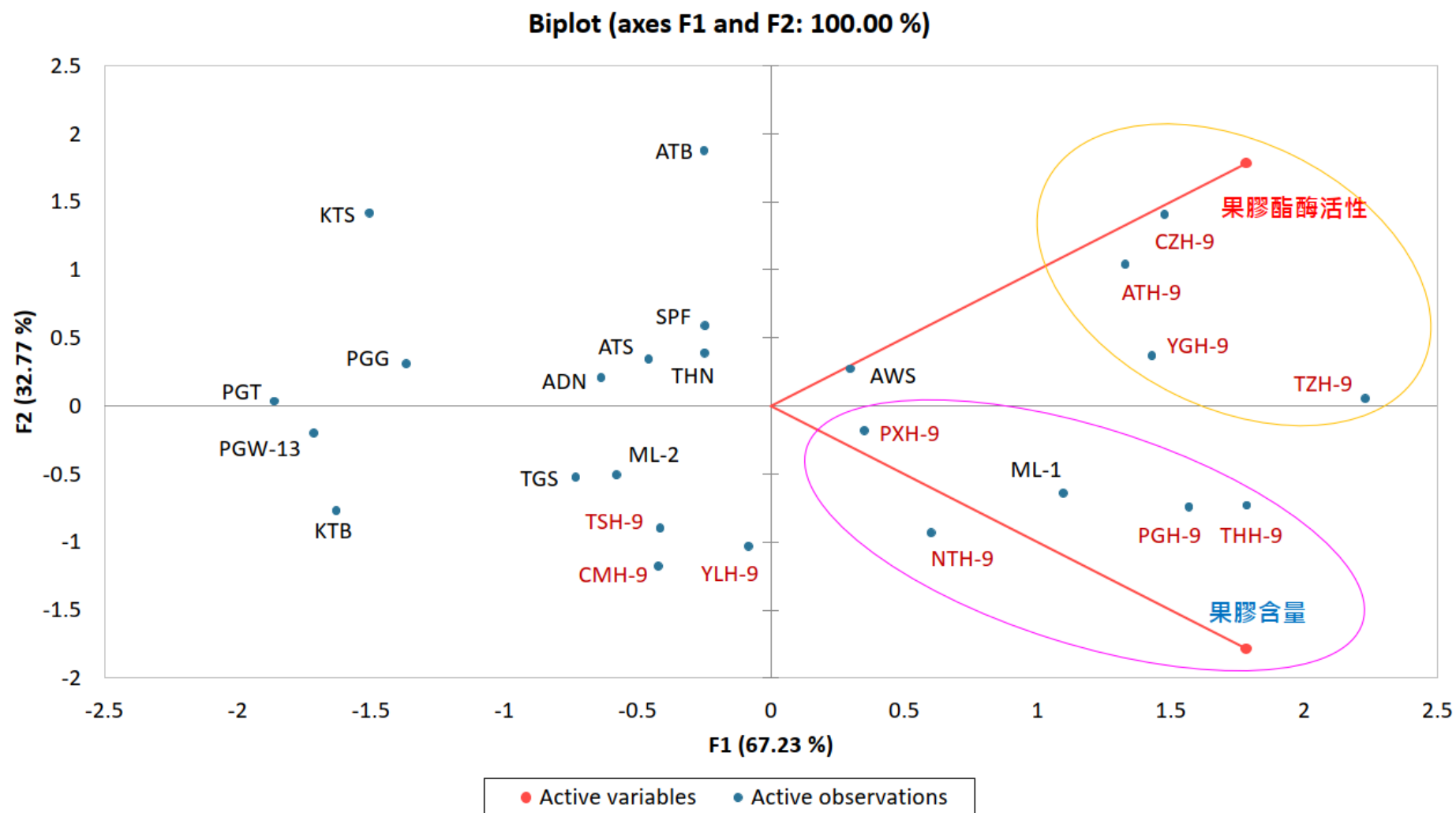


圖 3-12 不同產地及品種愛玉子之果膠含量及果膠酯酶活性分析數值之主成分分析環狀分布點散圖

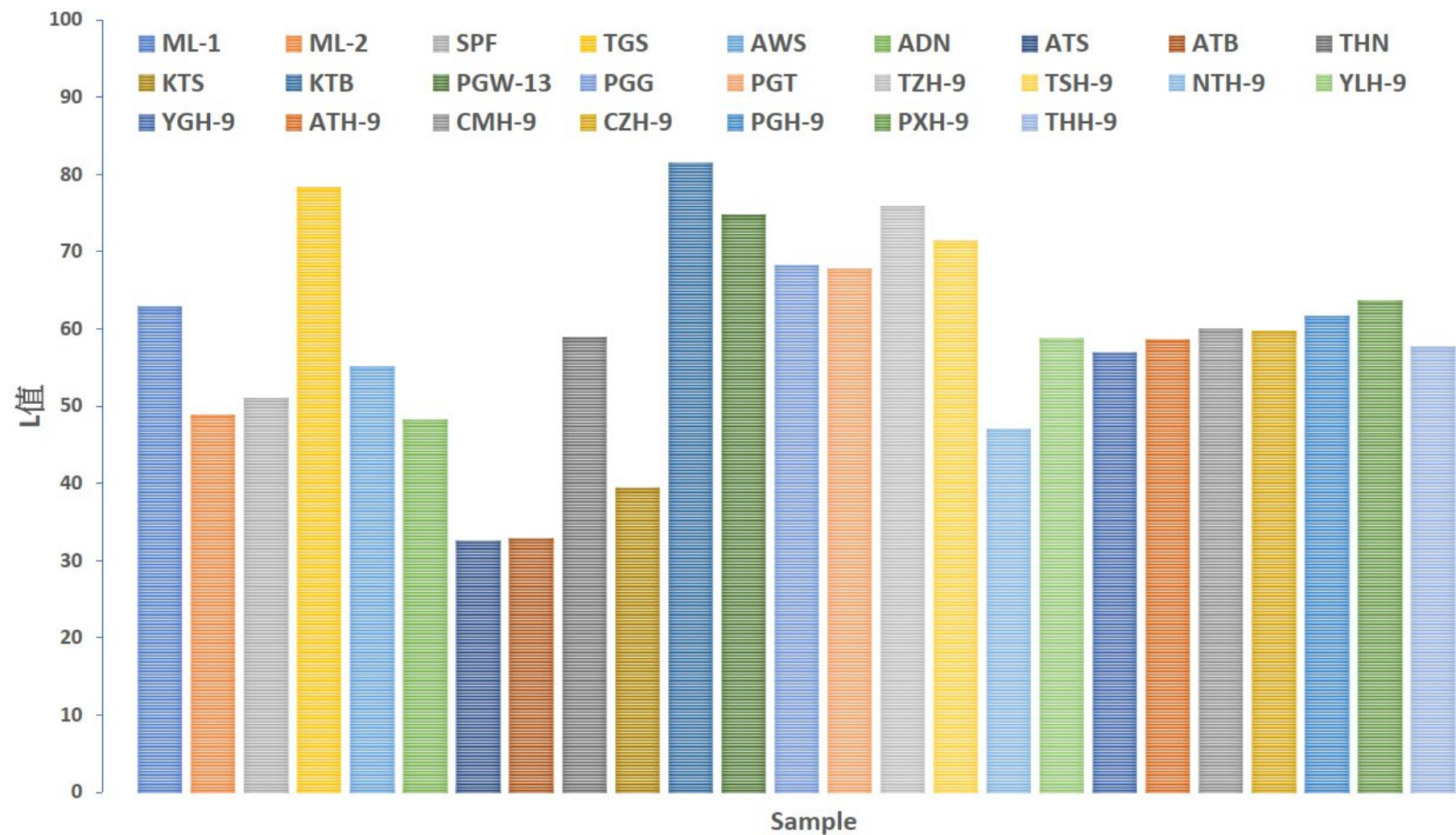


圖 3-13 25 個不同產地及品種愛玉凍之外觀顏色特徵 L 值之分析結果

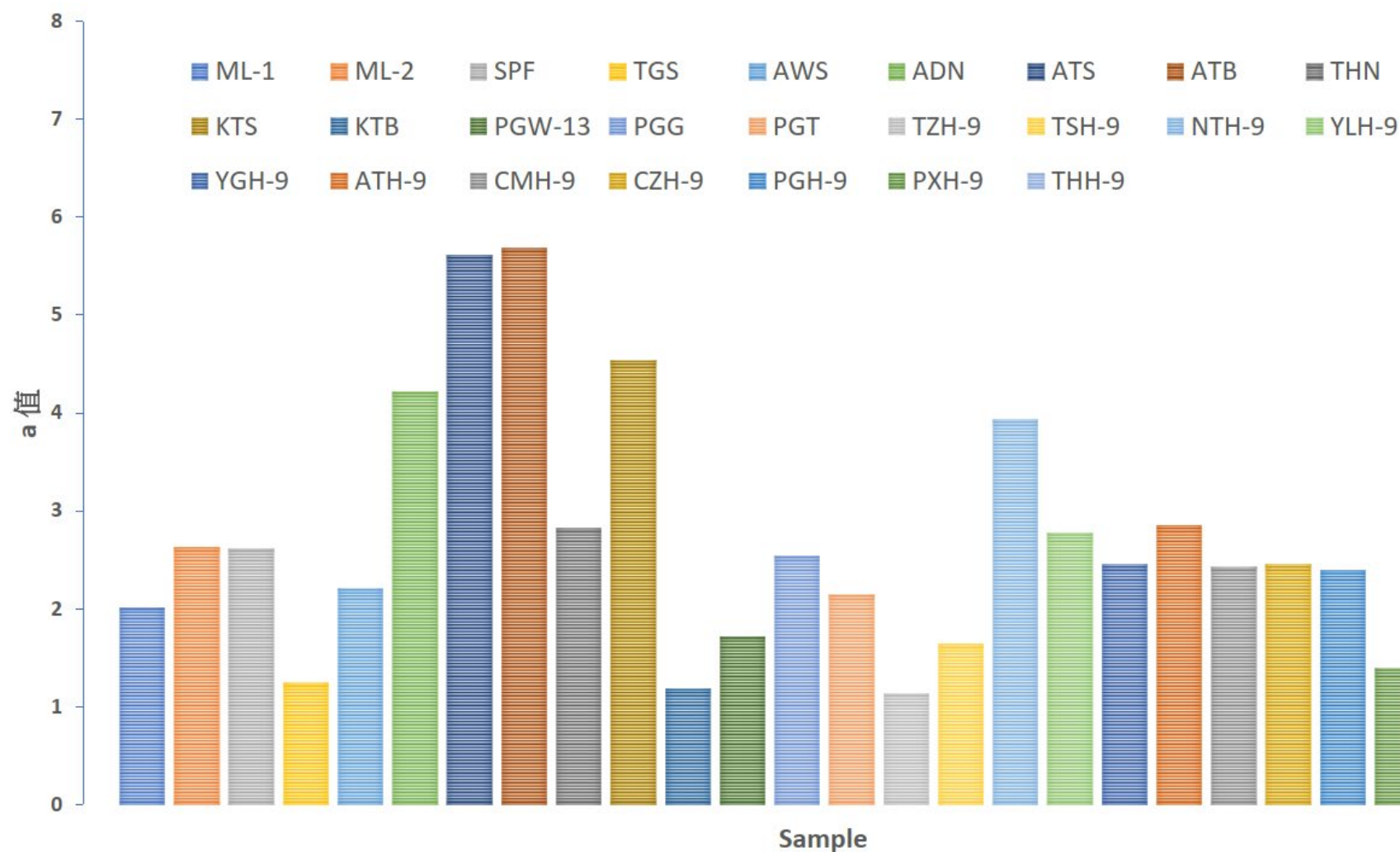


圖 3-14 25 個不同產地及品種愛玉凍之外觀顏色特徵 a 值之分析結果



圖 3-15 25 個不同產地及品種愛玉凍之外觀顏色特徵 b 值之分析結果

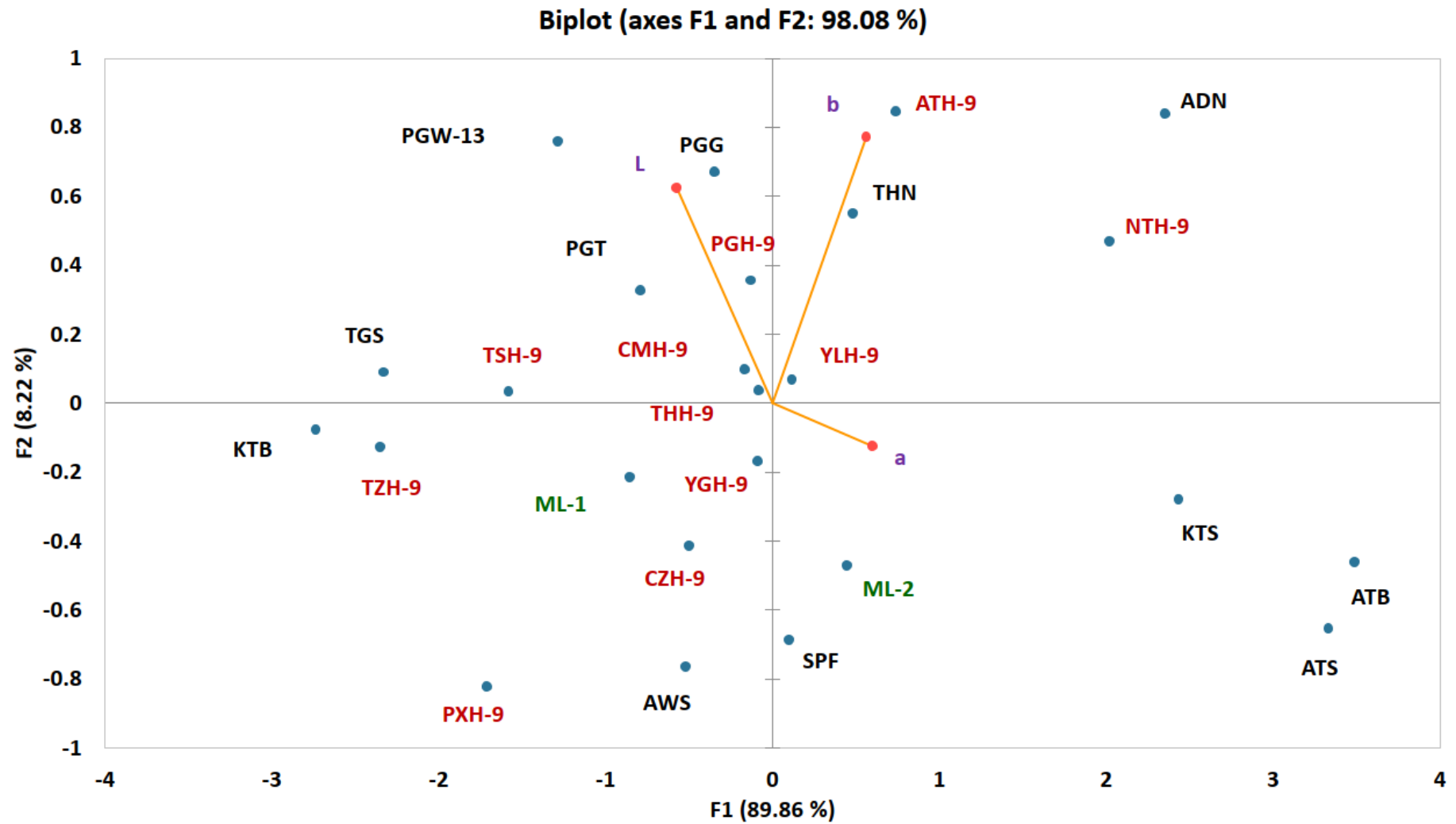


圖 3-16 25 個不同產地及品種愛玉凍色度分析參數值(L, a,b)之主成分分析環狀分布點散圖

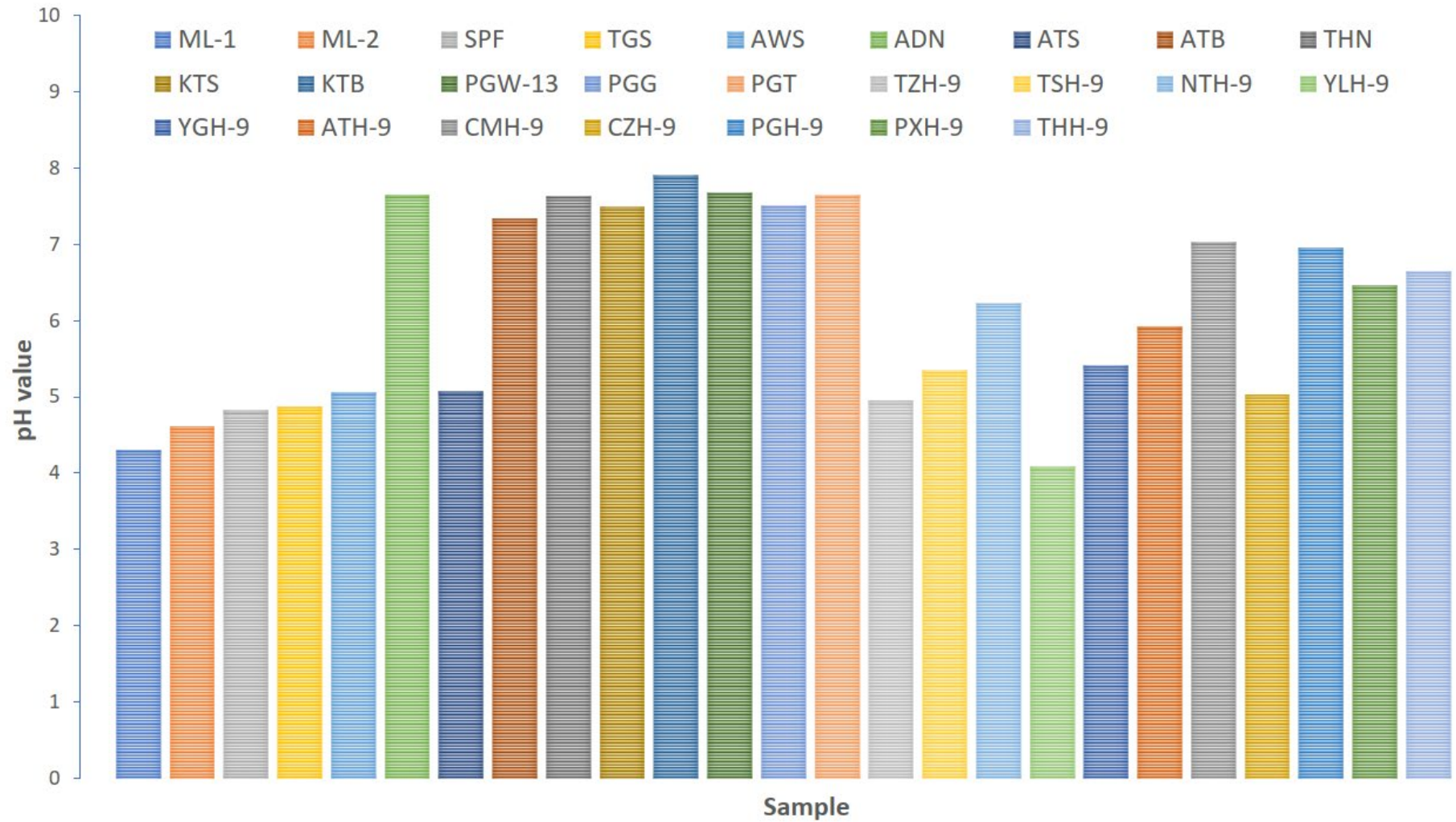


圖 3-17 25 個不同產地及品種愛玉凍之 pH 值之分析結果

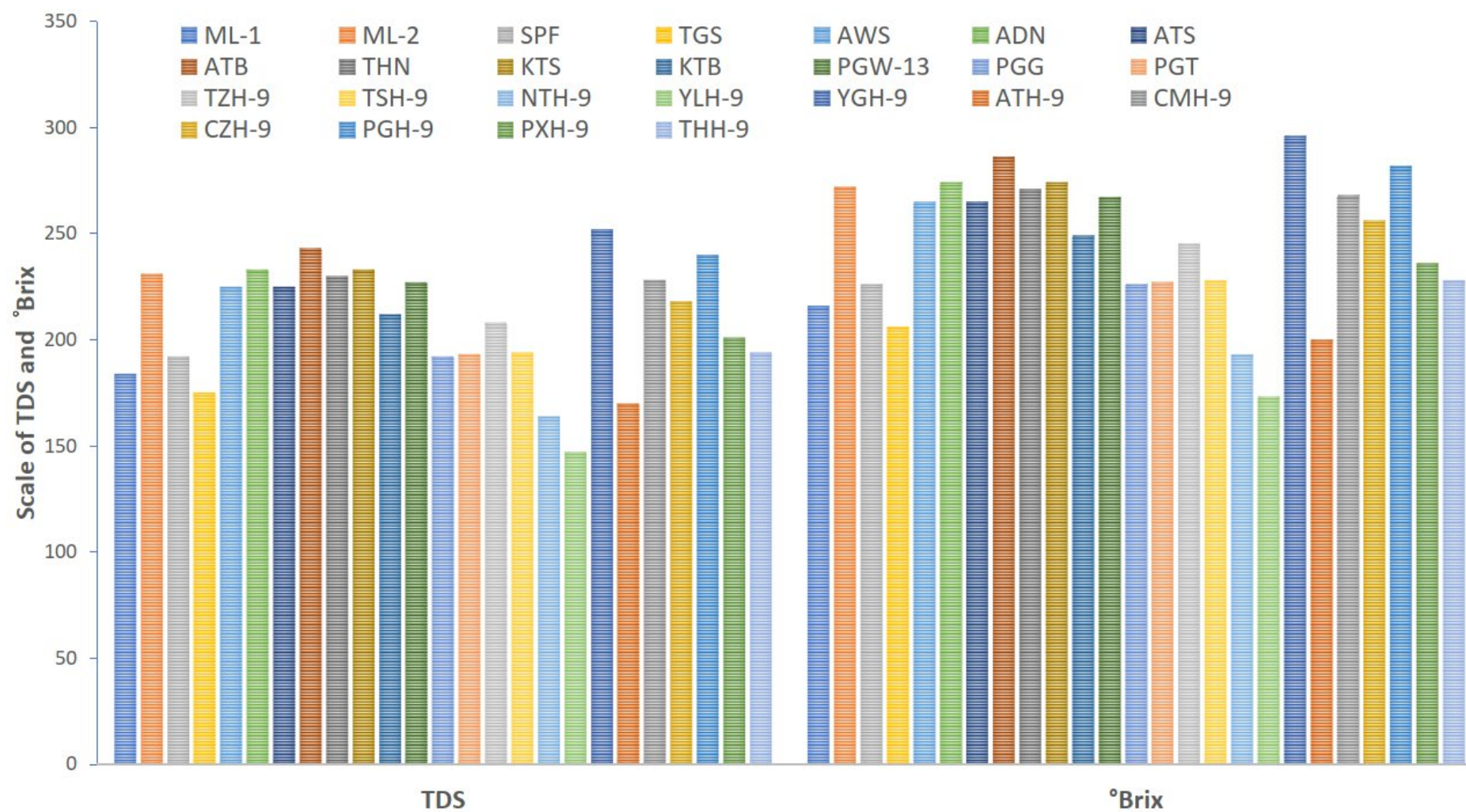


圖 3-18 25 個不同產地及品種愛玉凍之總固形物含量及糖度之分析結果

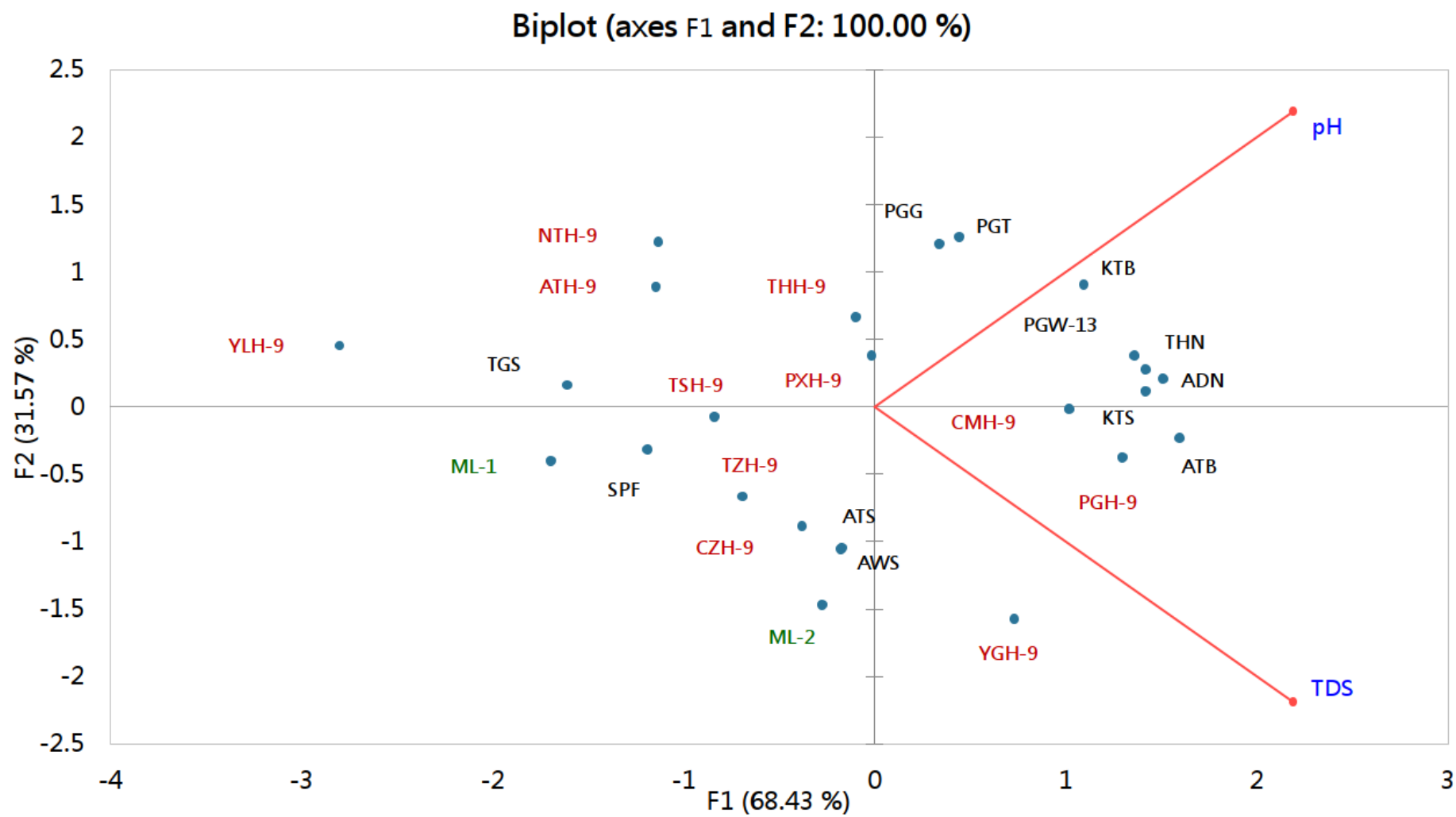


圖 3-19 不同產地及品種愛玉凍之 TDS 及 pH 分析參數值之主成分分析環狀分布點散圖

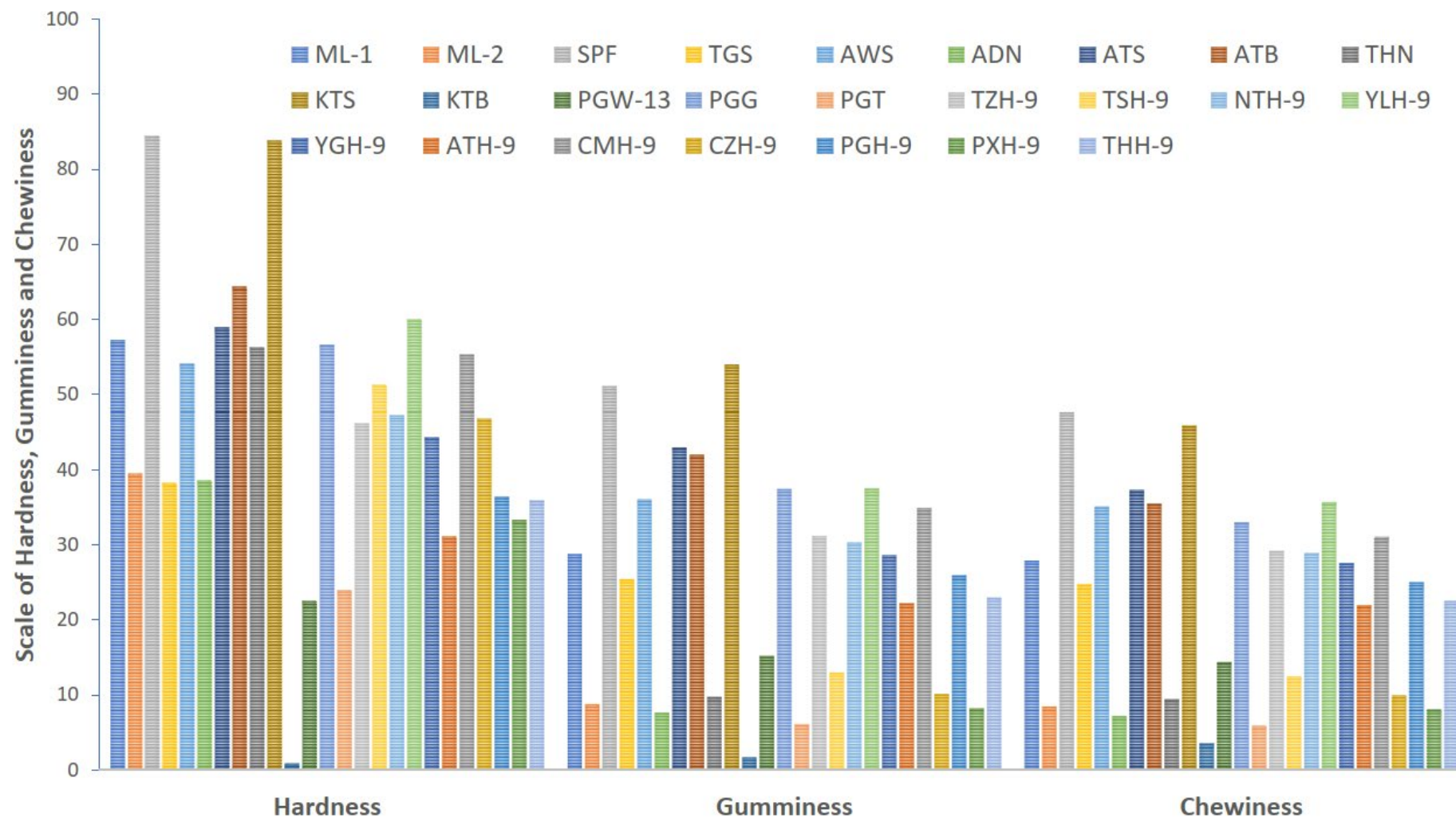


圖 3-20 25 個不同產地及品種愛玉凍之質地(硬度、膠著性及咀嚼性)分析結果

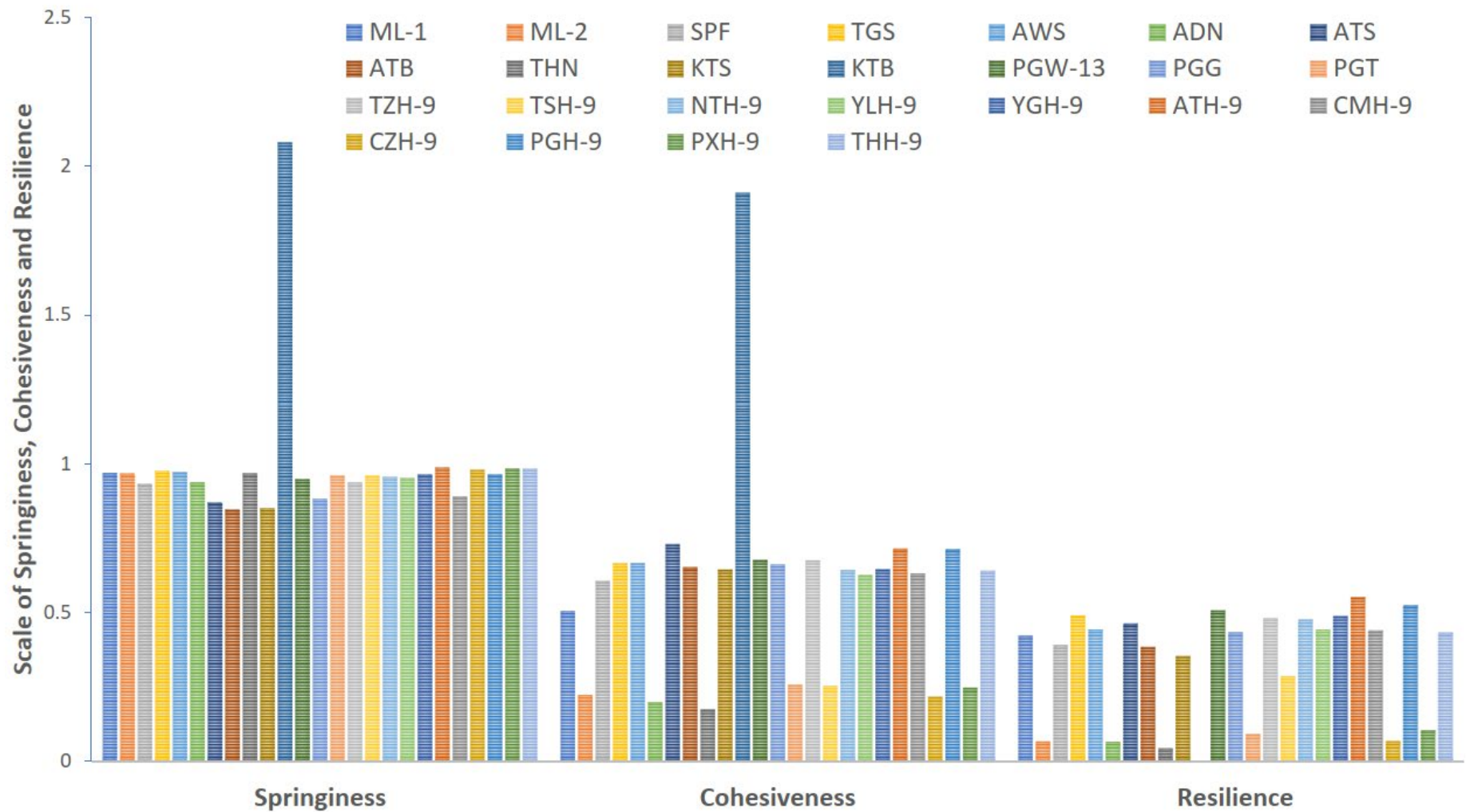


圖 3-21 25 個不同產地及品種愛玉凍之質地(彈性、內聚性及回復性)分析結果

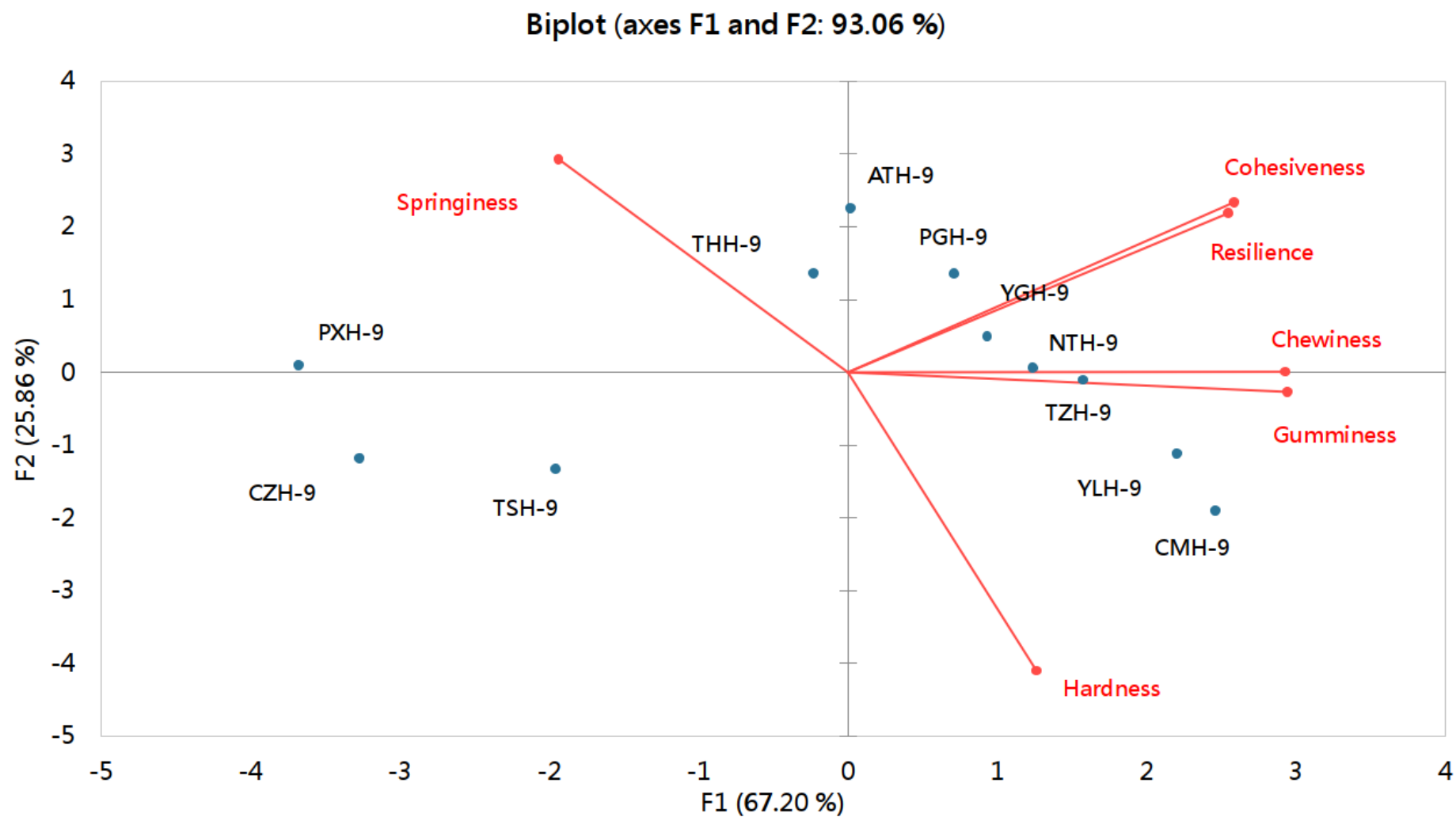


圖 3-22 不同產地紅九愛玉凍質地分析儀(TPA)參數值之主成分分析環狀分布點散圖

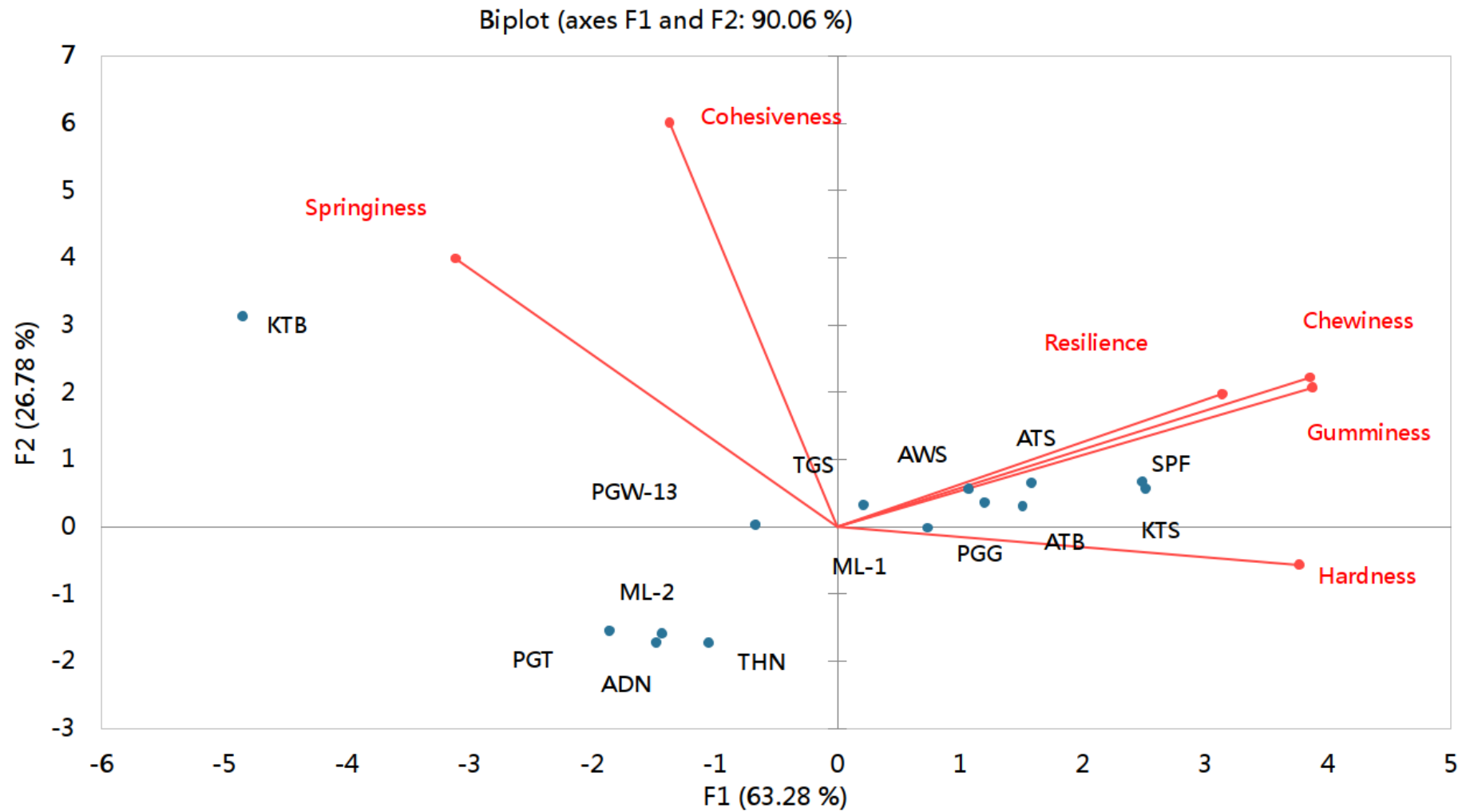


圖 3-23 不同產地及品種愛玉凍(非紅九)質地分析儀(TPA)參數值之主成分分析環狀分布點散圖

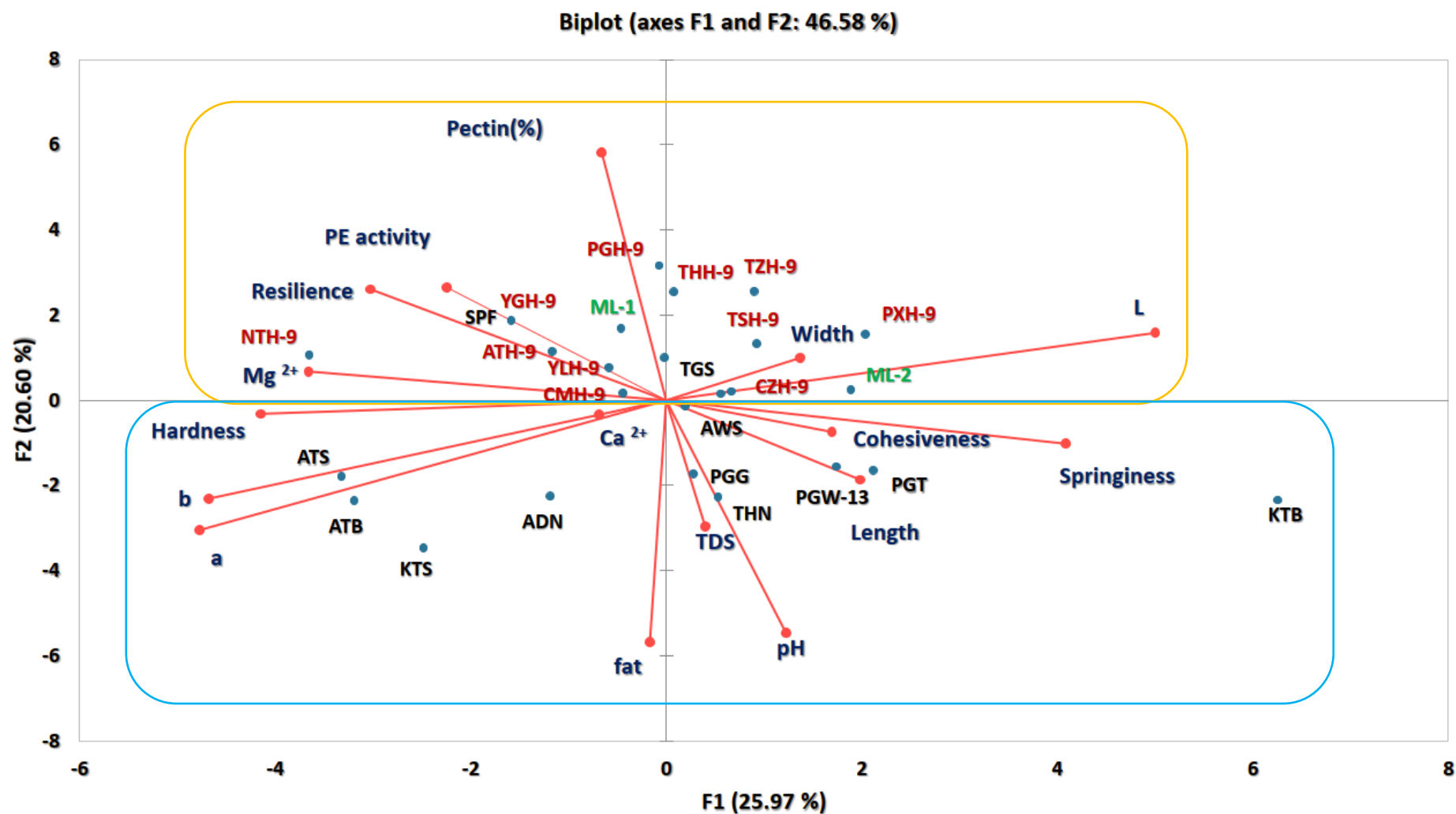


圖 3-24 不同產地及品種愛玉子及凍之物化及質地分析參數值主成分分析環狀分布點散圖

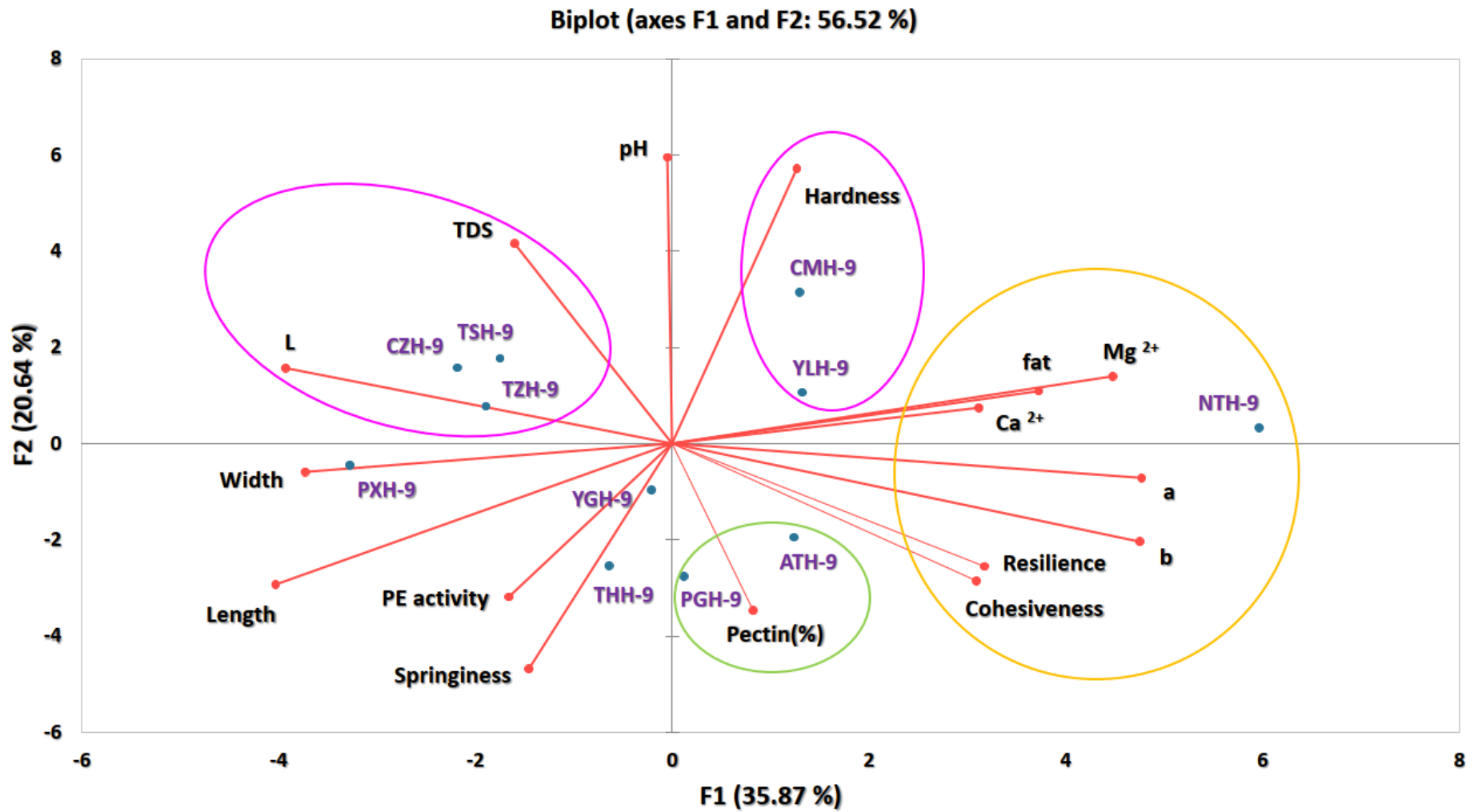


圖 3-25 不同產地紅九愛玉子及凍之物化及質地分析參數值主成分分析環狀分布點散圖

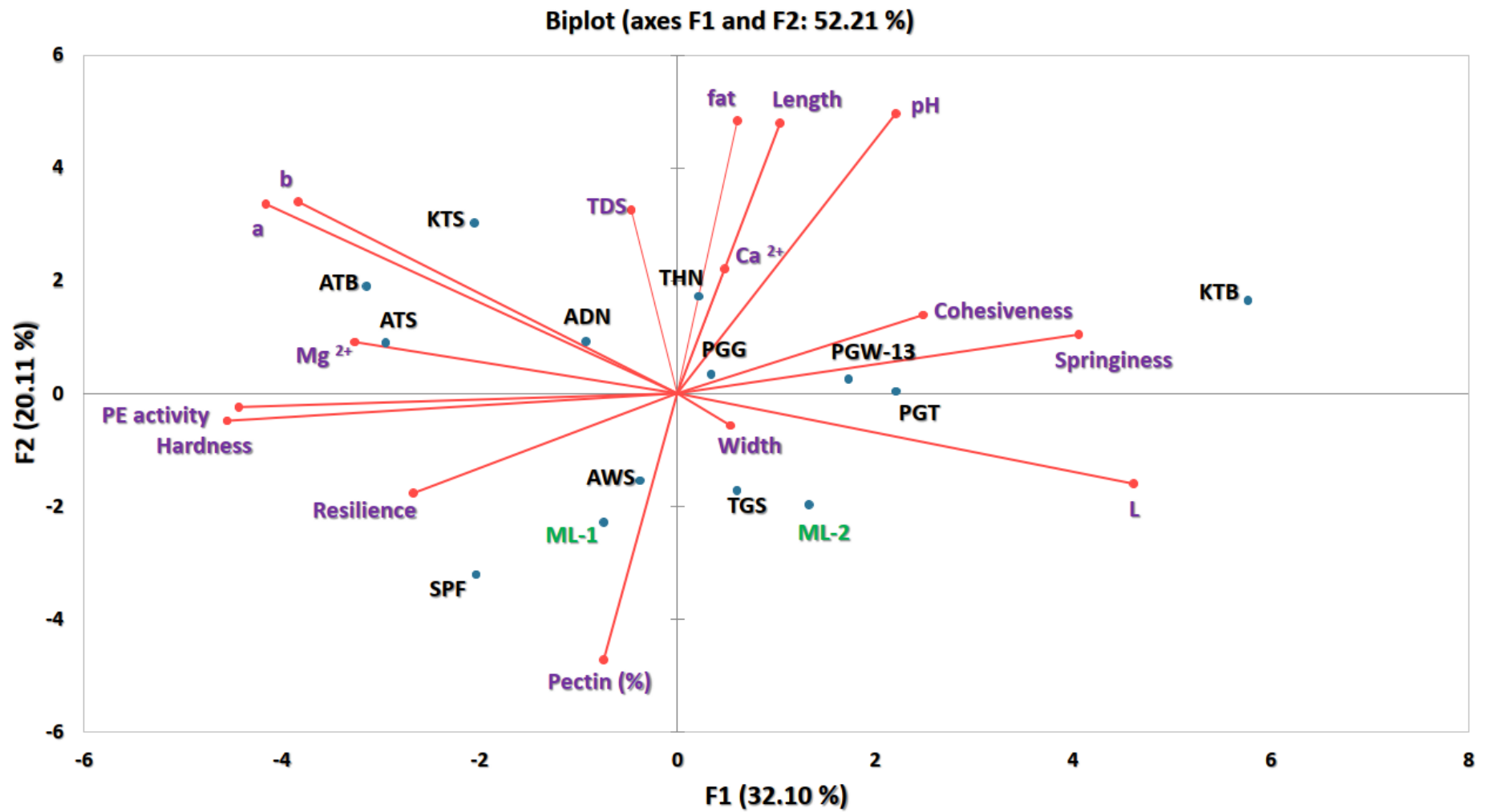


圖 3-26 不同產地及品種愛玉凍(非紅九)之物化及質地分析參數值主成分分析環狀分布點散圖

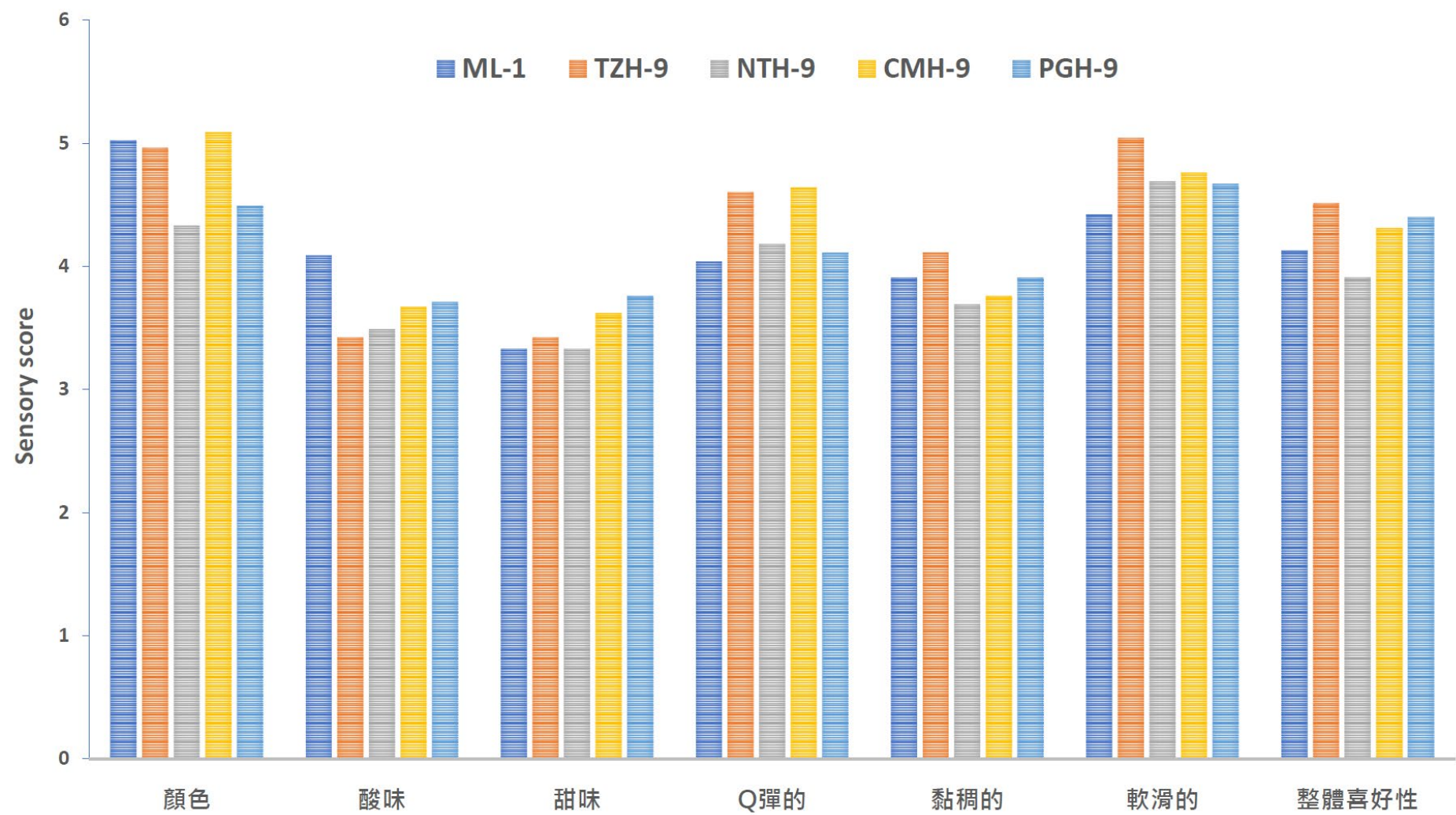


圖 3-27 不同產地愛玉凍之消費者喜好性感官品評分析之評分結果

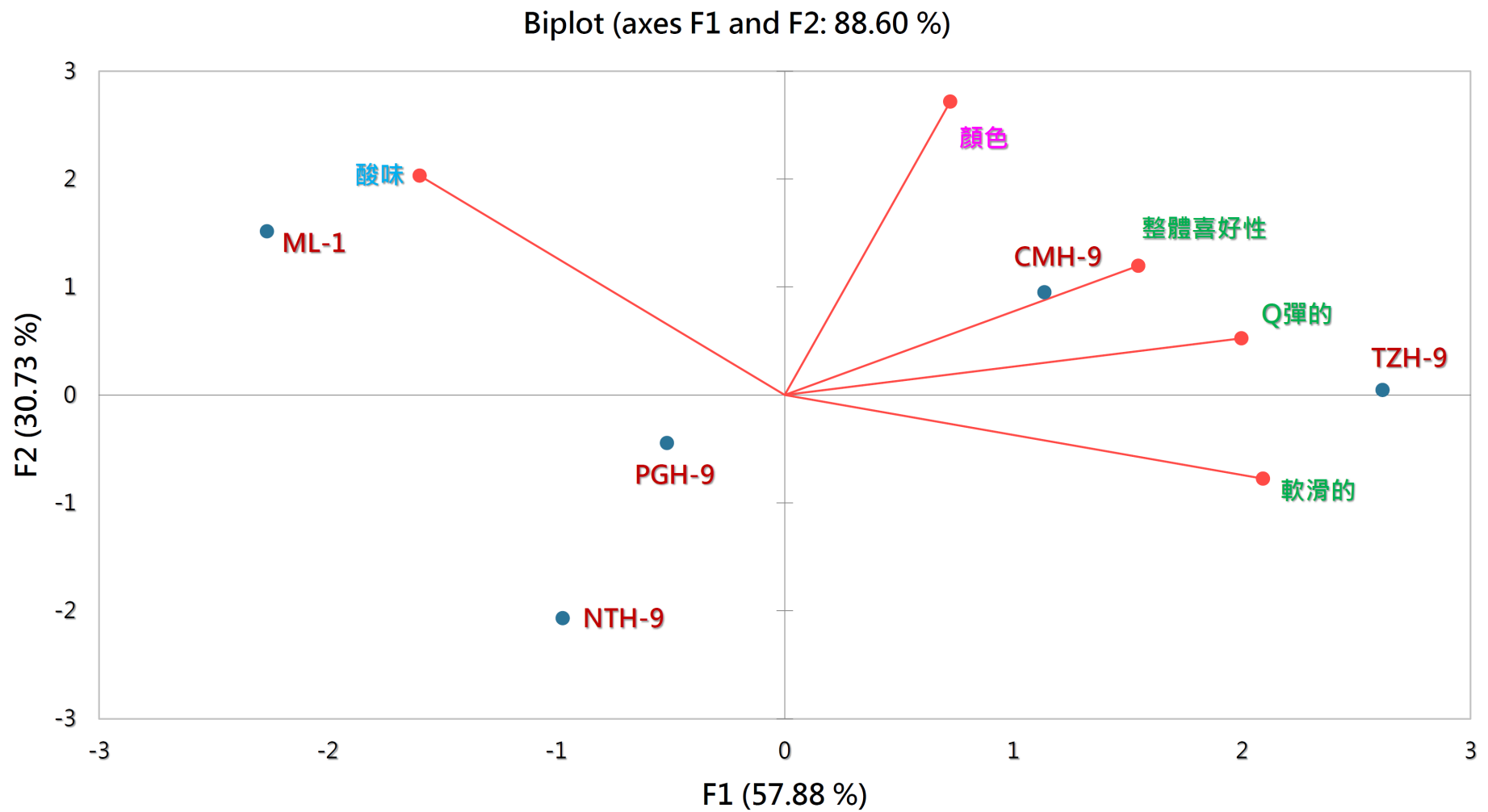


圖 3-28 不同產地愛玉凍之消費者喜好性品評感官特性之主成分分析環狀分布點散圖

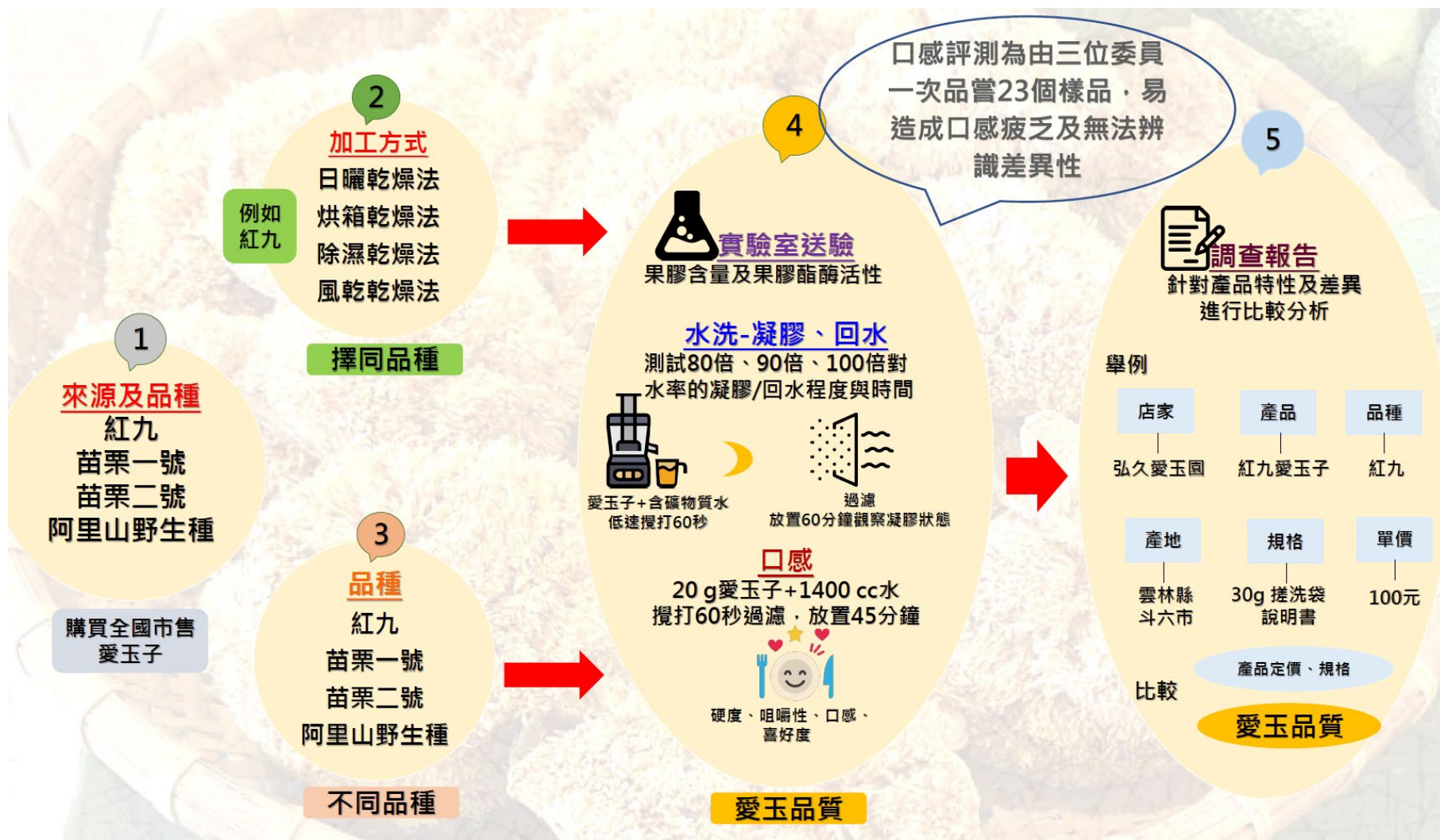


圖 3-29 112 年度台灣原生愛玉子評鑑活動流程

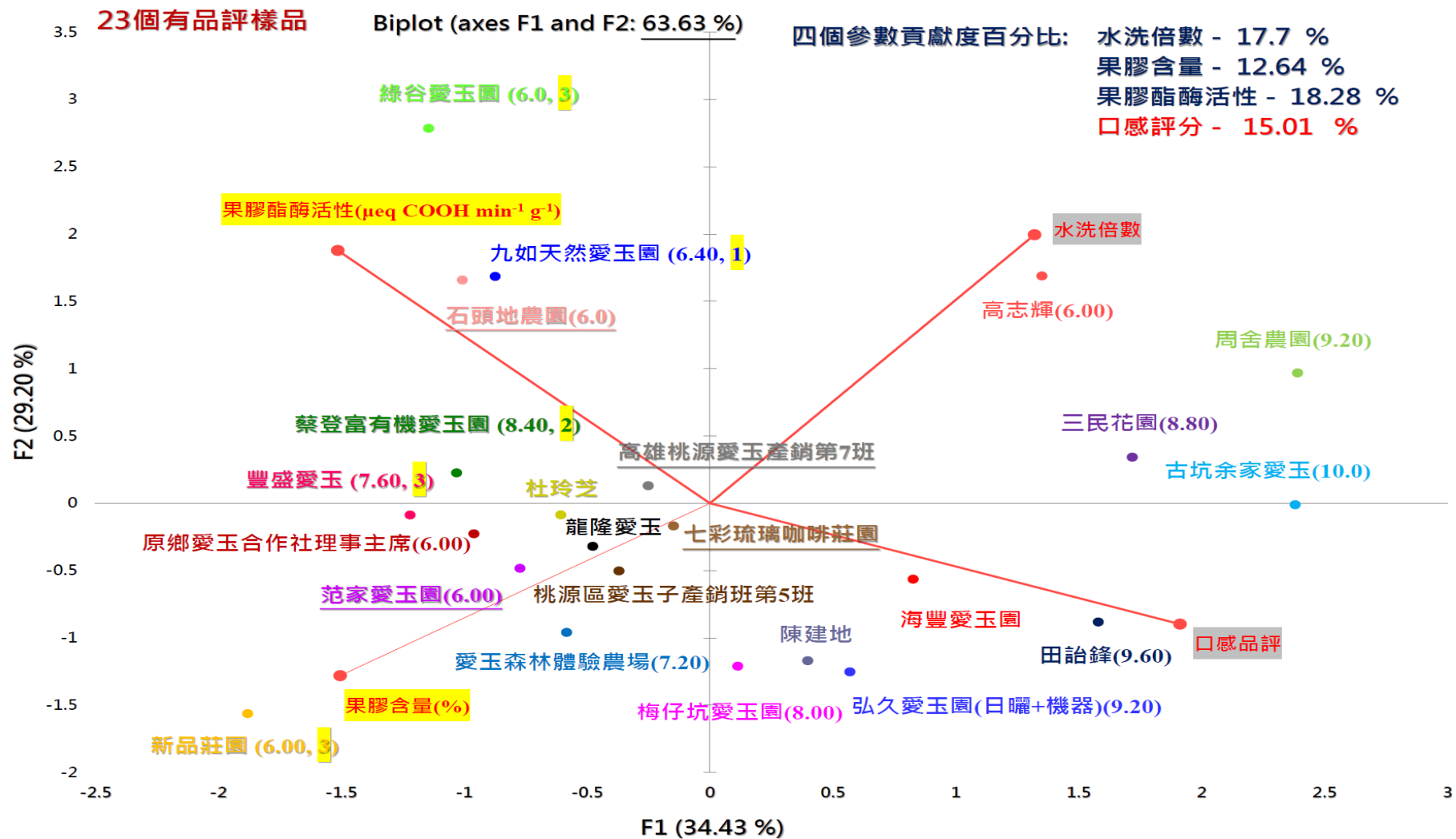


圖 3-30 112 年度台灣原生愛玉子評鑑活動參賽入選品評樣品之分析參數值主成分分析環狀分布點散圖

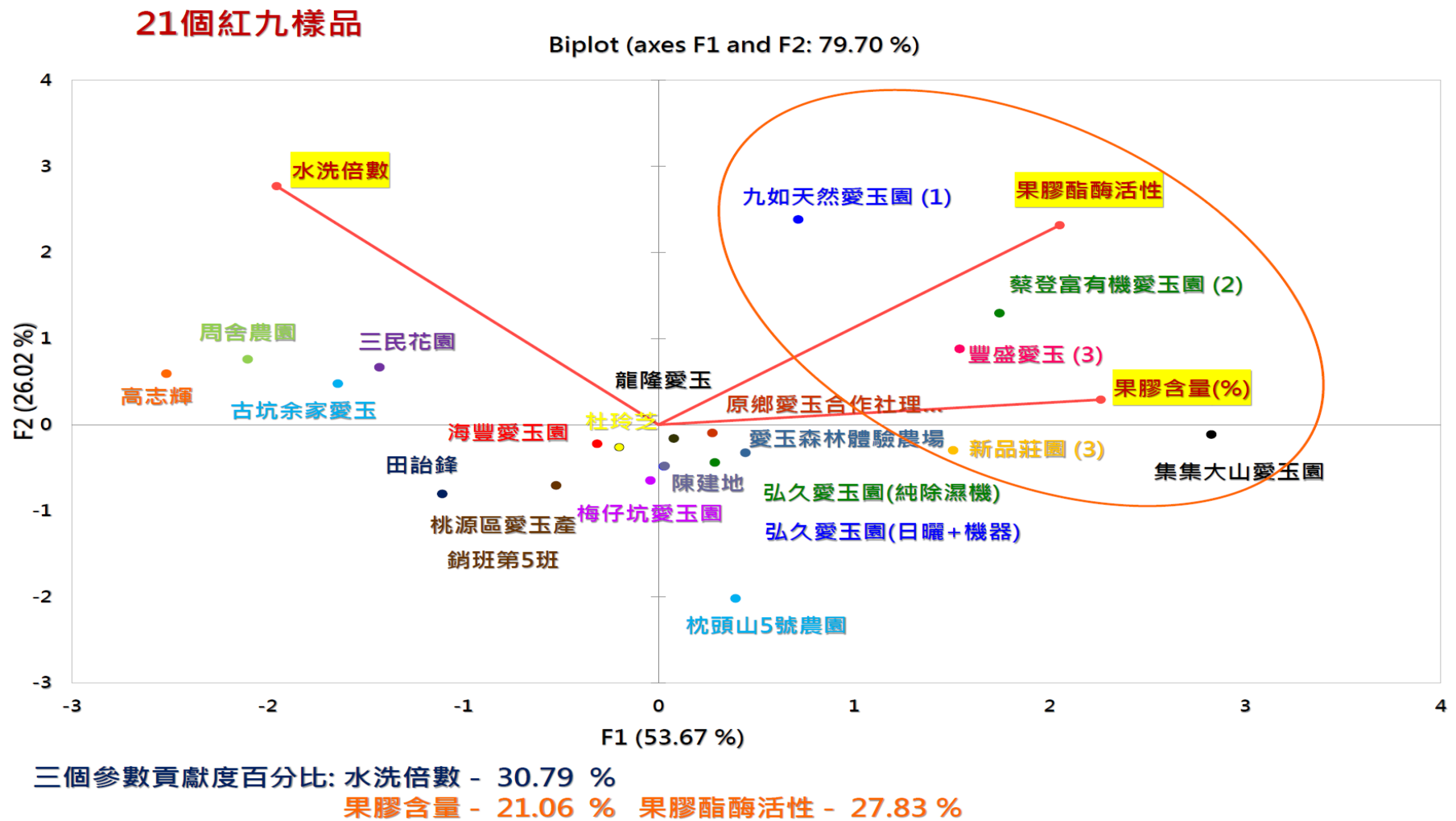


圖 3-31 112 年度台灣原生愛玉子評鑑活動參賽紅九品系樣品之分析參數值主成分分析環狀分布點散圖

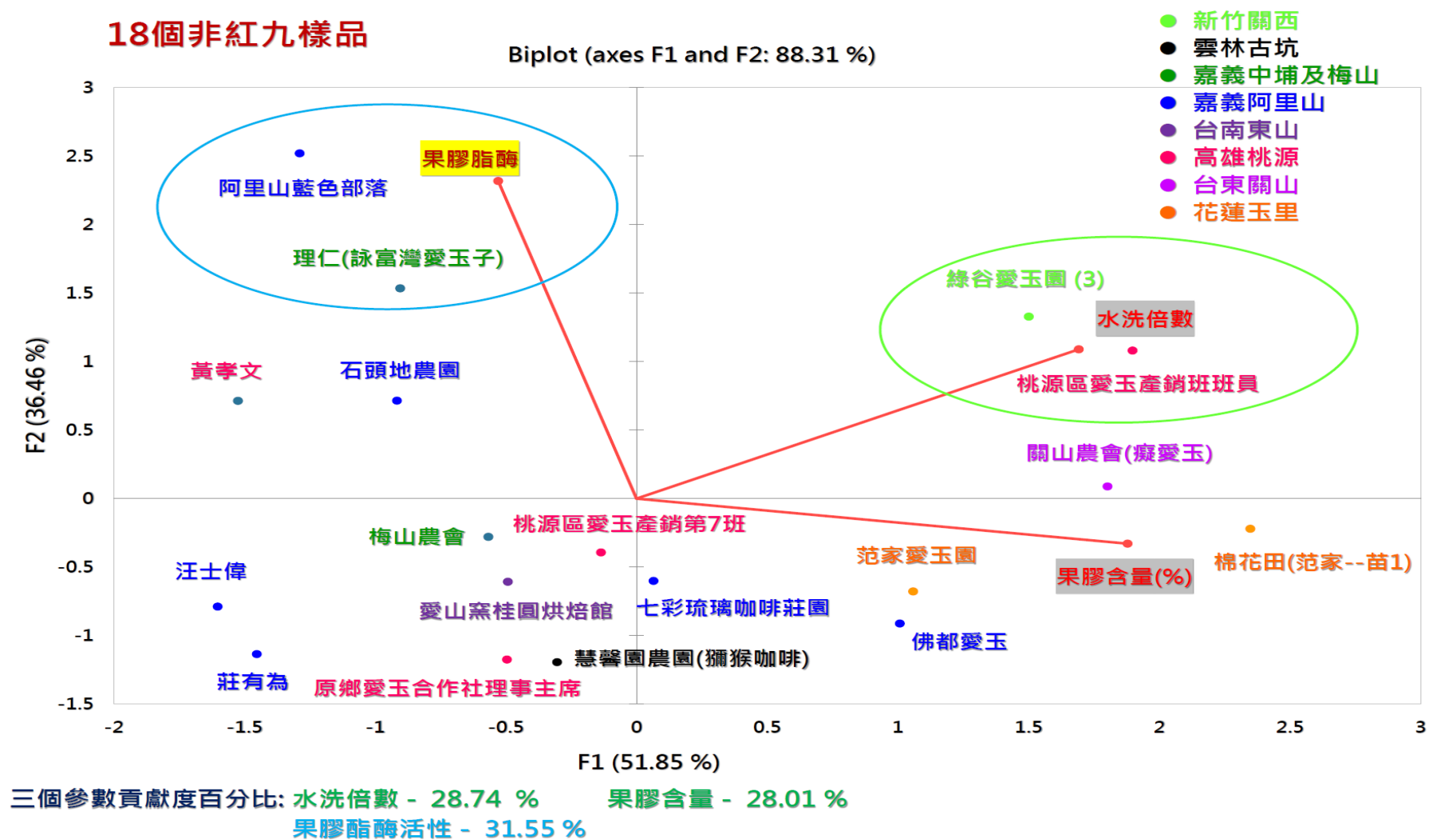


圖 3-32 112 年度台灣原生愛玉子評鑑活動參賽非紅九品系樣品之分析參數值主成分分析環狀分布點散圖

表 3-1 25 個不同產地及品種愛玉子之物化分析及質地分析參數間之皮爾森相關性分析結果

Variables <i>r</i> <i>p</i> -values	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Pectin	PE activity	L	a	b	TDS	pH	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Resilience
Ca ²⁺		0.445	-0.012	-0.100	0.212	0.192	0.207	-0.095	0.189	0.010	0.278	0.148	-0.314
Mg ²⁺	0.026		0.100	0.427	-0.445	0.477	0.471	-0.224	-0.186	0.303	-0.176	0.132	0.433
Pectin	0.967	0.733		0.164	-0.076	-0.103	-0.156	-0.328	-0.733	0.078	0.052	0.026	0.087
PE activity	0.734	0.127	0.576		-0.727	0.604	0.501	0.380	-0.408	0.792	-0.525	-0.342	0.317
L	-0.259	0.026	0.796	0.003		-0.918	-0.758	-0.299	0.041	-0.594	0.451	0.245	-0.070
a	0.270	0.016	0.727	0.022	<0.0001		0.865	0.270	0.160	0.494	-0.368	-0.116	0.088
b	0.261	0.017	0.594	0.068	<0.0001	<0.0001		0.162	0.309	0.332	-0.430	-0.229	0.139
TDS	0.653	0.281	0.252	0.180	0.146	0.191	0.438		0.369	0.030	-0.034	-0.042	-0.209
pH	0.365	0.373	0.003	0.148	0.846	0.445	0.133	0.070		-0.305	0.225	0.179	-0.281
Hardness	0.960	0.141	0.791	0.001	0.002	0.012	0.105	0.885	0.138		-0.609	-0.323	0.287
Springiness	0.178	0.401	0.860	0.054	0.024	0.070	0.032	0.872	0.281	0.001		0.761	-0.405
Cohesiveness	0.481	0.531	0.930	0.232	0.237	0.581	0.271	0.842	0.392	0.115	<0.0001		0.205
Resilience	0.126	0.031	0.768	0.270	0.740	0.674	0.507	0.317	0.174	0.165	0.045	0.325	

表 3-2 11 個不同產地紅九愛玉子之物化分析及質地分析參數間之皮爾森相關性分析結果

Variables <i>r</i> <i>p</i> -values	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Pectin	PE activity	L	a	b	TDS	pH	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Resilience
Ca ²⁺		0.535	-0.049	-0.064	-0.625	0.646	0.553	-0.212	0.463	-0.061	-0.037	-0.062	-0.115
Mg ²⁺	0.090		-0.112	-0.176	-0.459	0.661	0.648	-0.413	-0.013	0.211	-0.250	0.342	0.425
Pectin	0.885	0.851		0.067	0.033	-0.040	0.086	-0.414	-0.425	-0.181	-0.084	0.598	0.535
PE activity	0.742	0.604	0.845		0.080	-0.115	-0.074	0.149	-0.041	-0.560	0.523	0.075	-0.035
L	0.040	0.156	0.923	0.815		-0.908	-0.802	0.219	-0.262	0.052	-0.141	-0.273	-0.183
a	0.032	0.027	0.907	0.736	0.000		0.931	-0.360	0.098	0.128	0.016	0.388	0.364
b	0.077	0.031	0.802	0.829	0.003	<0.0001		-0.348	0.239	-0.053	0.024	0.586	0.598
TDS	0.531	0.206	0.206	0.662	0.517	0.277	0.294		0.359	-0.163	-0.193	-0.039	-0.072
pH	0.151	0.969	0.192	0.905	0.436	0.774	0.479	0.278		-0.506	-0.114	0.181	0.134
Hardness	0.858	0.533	0.595	0.073	0.880	0.708	0.877	0.631	0.112		-0.672	-0.064	-0.009
Springiness	0.915	0.459	0.806	0.099	0.679	0.962	0.945	0.569	0.738	0.024		-0.286	-0.290
Cohesiveness	0.856	0.303	0.052	0.827	0.417	0.239	0.058	0.908	0.595	0.851	0.394		0.952
Resilience	0.737	0.192	0.090	0.920	0.589	0.271	0.052	0.833	0.694	0.979	0.387	<0.0001	

表 3-3 14 個不同產地及品種(非紅九)愛玉子之物化分析及質地分析參數間之皮爾森相關性分析結果

Variables <i>r</i> <i>p</i> -values	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Pectin	PE activity	L	a	b	TDS	pH	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Resilience
Ca ²⁺		0.340	-0.012	0.100	-0.204	0.233	0.139	0.091	0.151	0.059	0.384	0.247	-0.528
Mg ²⁺	0.235		-0.100	0.427	-0.700	0.695	0.450	0.279	-0.255	0.549	-0.240	0.112	0.395
Pectin	0.967	0.734		0.164	-0.076	-0.103	-0.156	-0.328	-0.733	0.078	0.052	0.026	0.087
PE activity	0.733	0.127	0.576		-0.727	0.604	0.501	0.380	-0.408	0.792	-0.525	-0.342	0.317
L	0.485	0.005	0.796	0.003		-0.922	-0.775	-0.602	0.159	-0.681	0.522	0.356	-0.097
a	0.422	0.006	0.727	0.022	<0.0001		0.878	0.615	0.113	0.541	-0.453	-0.244	0.099
b	0.635	0.106	0.594	0.068	0.001	<0.0001		0.633	0.317	0.446	-0.573	-0.520	-0.066
TDS	0.757	0.334	0.252	0.180	0.023	0.019	0.015		0.363	0.080	-0.082	-0.097	-0.253
pH	0.605	0.378	0.003	0.148	0.587	0.700	0.270	0.203		-0.318	0.241	0.159	-0.394
Hardness	0.842	0.042	0.791	0.001	0.007	0.046	0.110	0.787	0.268		-0.652	-0.378	0.440
Springiness	0.175	0.408	0.860	0.054	0.056	0.104	0.032	0.780	0.406	0.012		0.831	-0.474
Cohesiveness	0.395	0.704	0.930	0.232	0.211	0.401	0.057	0.741	0.588	0.182	0.000		0.031
Resilience	0.053	0.162	0.768	0.270	0.741	0.737	0.824	0.383	0.163	0.115	0.086	0.915	

表 3-4 消費者感官品評試驗使用之不同產地愛玉凍樣品的中英文名稱、代號及外觀特徵圖示

樣品	苗栗一號	桃園復興周舍	南投鹿谷蔡登富
英文代號	ML-1 (956)	TZH-9 (426)	NTH-9 (327)
外觀			
樣品	嘉義梅山梅仔坑	屏東高樹愛玉森林	
英文全名(代號)	CMH-9 (924)	PGH-9 (581)	
外觀			

表 3-5 不同產地愛玉凍之消費者喜好性品評受試者基本資料、愛玉喜好性及購買意願 (n = 45)

基本資料 -- 分類及類別		人數	百分比例 (%)
性別	男	22	49
	女	23	51
年齡	20 歲以下	15	33
	21-30 歲	25	56
	31-40 歲	3	7
	41-50 歲	2	4
血型	A 型	11	25
	B 型	14	31
	AB 型	1	2
	O 型	19	42
星座	風象星座	9	20
	水象星座	10	22
	土象星座	12	27
	火象星座	14	31
是否喜歡吃愛玉	喜歡	28	62
	不喜歡也不討厭	17	38
	討厭	0	0
做成商品是否願意購買	是	31	69
	否	14	31
可接受的價格範圍	31~35 元	29	65
	36~40 元	12	27
	41~45 元	2	4
	46~50 元	2	4

第四章 結論及建議

第一節 結論

- 一、本計畫研究人員於112年10月份開始擴大樣本收集區至113年3月25日止，自台灣本島之北中南地區逐步蒐集不同產地及品種之愛玉籽，並針對其籽粒大小、一般成分及鈣鎂離子含量進行分析，再以傳統加工手揉製程完成不同品種愛玉凍之製作，並進行愛玉凍之外觀顏色大小與質地參數之分析，透過統計分析方法先行評估不同產地及品種愛玉子與愛玉凍之特性比較分析。
- 二、在不同產地及品種愛玉籽粒之外觀、長度及愛玉凍型態特徵上，結果顯示不同產地及品種愛玉籽粒外觀型態差異頗大，尤其是種植於屏東、高雄、台東及嘉義等地區之愛玉瘦果，無論為何種品種其籽粒較長且寬。在不同產地及品種愛玉籽粒鈣及鎂離子含量上，南投鹿谷(NTH-9)紅九品系樣品為所有樣品之冠，亦可對應其愛玉凍之色澤為稍具透亮及琥珀色明顯之愛玉凍，另外如幾個阿里山野生種品系愛玉凍，其色澤亦屬於偏深黃紅色系愛玉凍。
- 三、在不同產地紅九品系愛玉凍之 pH 及 TDS 含量上皆偏低，此現象亦顯示品質較佳及穩定之愛玉子及其凍型產品，皆在適當 TDS 濃度與 pH 下，其果膠凝膠過程及酵素活性皆較穩定。
- 四、不同產地及品種愛玉凍之質地分析結果顯示，多數紅九品系愛玉凍具有最高的內聚性、回復性、咀嚼感及膠著性，使得其口感較為 Q 彈緊實；而非紅九系列中，僅高雄桃源小果(KTS)樣品之彈性特徵較為明顯。

五、紅九品系愛玉籽粒大小與鈣、鎂離子含量有明顯相關性，當濃度較高時，其所製備之愛玉凍顏色較不透亮且黃紅色度較高，但同為紅九品系在質地口感特性上，僅有硬度高者其彈性、回復性及內聚性等特性較低，但上述特性與或學分析數據間較無關聯性，代表同一品系紅九愛玉凍雖然有不同產地，但不因不同產地愛玉子凍間有明顯之差異存在。但在不同產地及品種非紅九品系樣品間則發現，鎂離子含量高者其可溶性固形物含量多，但透明度較差、偏黃紅色凍體且硬度低，具 Q 彈特性、高內聚及回復性。

六、在不同產地及品種愛玉凍物化及質地分析參數之 PCA 分析結果顯示，紅九品系樣品在果膠含量、果膠酯酶活性、回復性、鎂離子含量、種子寬度及愛玉凍亮度等特性較明顯；野生種源之愛玉子則於硬度、彈性、內聚性、脂肪含量、pH、籽粒長度及凍體顏色等之特性較明顯，相較之下，紅九品系較非紅九品系愛玉凍具良好的物化及質地特性。

七、在消費者感官品評試驗結果顯示，評測參數中僅顏色及軟滑的兩個感官特性於樣品喜好性上有顯著差異存在，其他項目於各樣品間無顯著差異，以紅九品系愛玉子製成之愛玉凍在味道及質地口感特性上，樣品間差異不大，皆屬於高果膠含量、凍體色深、不易離水、硬度、Q 彈特性、滑嫩口感及微帶酸味的優質產品。

第二節 建議

一、透過 112 年度台灣原生愛玉評鑑活動排名結果結合本年度研究之初步成果歸納可知，建議未來之評鑑方式應調整佔比如下：(1)水洗倍數 - 25 %；(2)果膠含量 - 25 %；(3)果膠酯酶活性 - 30 %；(4)口感評分 - 20 %(或替代方案)之評測佔分比例及檢測標準較為適當，而口感評測方式則可參考本研究之試驗方式辦理，針對評分方式可採較活潑及增加消費者參與度為設計原則。

二、上述口感評測替代方案為可考慮(1)以剛洗完愛玉膠體進行測量 pH 值，若其數值較低表示口感較佳；或以(2)質地分析儀(TPA)進行分析，選擇所得數據之硬度介於 40~60g，彈性數值介於 0.95~0.99 之間，內聚性參數值介於 0.6~0.7 之間，而回復性數值介於 0.4~0.6 間之樣品為口感最佳樣品，以此兩個替代方案進行全數據分析評鑑方式亦為一可行之方案。

三、由本計畫 112 及 113 年度之輔導訪視過程及研究結果可知，目前台灣愛玉子產業仍舊屬於農戶各自經營小本規模型式，透過政府相關單位經費支持添購簡易加工設備之農戶亦有限，在愛玉子生產規模及加工方式無法有效以 SOP 方式生產下，對於愛玉小農之愛玉子品質仍有參差不齊，每年皆不盡相同的狀況。再加上氣候及環境影響，目前平地生產的紅九品系愛玉雖較其他山地部落生產之愛玉籽粒品質較為穩定，但是愛玉小蜂的不足實為一大生產困境。故本研究除執行 113 年度計畫外，於 8 月份接獲宜蘭隱愛玉園王萬富董事長邀請至該園進行訪視及輔導，亦有林業試驗所曾彥學所長及本校森林系曾喜育主任同行，由於該園目前植株種

植量及場地面積雖為全國之冠，但至今日仍無法進行小量生產，故希望透過團隊人員協助解決生產上的困境，目前已委請曾喜育主任配合今年創新研究計畫項下，擬以多年期計畫來尋求愛玉小蜂定殖與擴大生產規模的方向進行相關計畫的研提。

四，另外對於目前許多農民除以衛福部核可使用之愛玉子凍為加工原料之生產外，亦有許多農民利用愛玉籽粒、愛玉殼及愛玉鮮果果皮為材料，進行許多加工產品之生產，甚至於這兩年的輔導訪視過程中，有非常多的愛玉農民詢問上述部位是否可以作為產品生產及適合與那些素材進行搭配，但受限於法規制度層面的考量，答案都是否定的，因此誠摯建議貴署於愛玉產業的發展與推廣上，除在愛玉行銷活動的舉辦與推廣以外，愛玉基礎的安全性試驗及相關質地特性於加工過程變化的相關研究，亦須進行大規模的試驗，也希望能獲得貴署大力支持，以便後續在多元化產品開發上，更能讓愛玉產業走出自己的特色與創新。

參考文獻

- (1) 行政院環境部，2023，環境資訊探索儀表板資料查詢，
<https://env.moenv.gov.tw/LBS/>
- (2) 經濟部水利署，2023，水文資訊網整合系統
<https://gweb.wra.gov.tw/Hydroinfo/>
- (3) 農業部農水署台北分署，2023，112年度台灣原生愛玉產業增值計畫輔導成果，農水署台北分署輔導計畫成果節錄。
- (4) 蔣慎思，江立宇，張聖明，黃冠威，陳品睿，2023，以定量描述分析及消費者感官品評法評估紅九品種愛玉凍及新式香料配方之風味特徵與感官品質分析，農村發展及水土保持署112年度創新研究計畫結案報告。
- (5) 李柏宏(2000)。愛玉子凝膠性質及愛玉凍品質之研究。博士論文。
國立臺灣大學農業化學研究所。台北市。
<https://hdl.handle.net/11296/4k5h83>。
- (6) 劉哲政，林讚標，黃吳清標，1994，不同營養系愛玉子之生長表現-太和區試區五年生結果，林業試驗所研究報告季刊，9(1):29-38。
- (7) 黃永傳、陳文彬（1979）。愛玉凍原料植物—愛玉之回顧與前瞻。
中國園藝，25(4)，103-111。
- (8) 黃永傳、陳文彬、邵雲屏（1980）。愛玉凍凝膠機構之研究。中國園藝，26(5&6)，117-126。
- (9) 劉哲政(1991)。愛玉子之研究簡史、型態性狀與果實之生產。載於林讚標(主編)，愛玉子專論(頁 1-16)。臺北市：臺灣省林業試驗所。

- (10)劉哲政、林讚標、黃吳清標(1994)。不同營養系愛玉子之生長表現
-太和區試區五年生結果，林業試驗所研究報告季刊，9(1):29-38。
- (11)劉哲政、林讚標、黃瑞祥、李茂松（1990）。愛玉雌隱花果發育之
生物學研究－隱花果、瘦果、果膠酯酶、果膠及甲氧基之變化。
林業試驗所研究報告季刊，5(3)，209-216。
- (12)蔡書憲，張景輝，2020，109 年愛玉加工製程優化和加工剩餘物
高值化產品開發推廣輔導計畫，財團法人工業技術研究院。
- (13) 區少梅，2016，食品感官品評學及實習(四版)，華格納出版有限
公司，台中，台灣。

附錄

附錄一、期初審查會議紀錄暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	本計畫第一年成果(品評特性評分雷達圖、風味輪...)，不知是否已與本署臺北分署專案結合？或納入農村(例：新竹照門休區)的特色產業品質提升計畫中(例：愛玉評鑑)。	<u>意見答覆</u> :感謝委員指正，擬依建議參考辦理。
二	本計畫研究目標與本署臺北分署愛玉推廣應可搭配執行，實施項目尚屬完整。	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議及鼓勵。
三	臺北分署執行愛玉品質評鑑及相關競賽建議參與本計畫，並可參考咖啡、茶等飲品產業建立風味輪。	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議，已依建議修正。
四	愛玉除了品種外，受環境影響也非常大，未來在研究分析上建議同品種也應在不同產地種植，以利分析出遺傳(品種)與環境的交互影響。	<u>意見答覆</u> :感謝委員指正，已依建議修正參酌產地位置及加工方法之整理於計畫內容中。

項次	審查意見	回覆辦理情形
五	1.本計畫請以補助經費 687 仟元調整編列，請調整相關經費內容之規劃。 2.本年度執行期限請修正為自 113 年 2 月 7 日至 113 年 12 月 31 日。(10.9 個月)。薪俸、保險、退休離職儲金、主持人費、兼任研究助理，請以計畫執行期限 10.9 個月內編列。年終獎金亦配合計畫期程。	意見答覆：感謝委員建議，已依建議修正。

附錄二、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	期初所提與台北分署專案結合(愛玉)，不知 112 年研究結果對台北分署專案的助益為何？今年 113 年是否仍維持合作討論？	<u>意見答覆</u> :感謝委員指正，112 年 9~10 月已將建議提供台北分署委辦之大將公司參考，但未獲採納執行，113 年度因已非該專案之審查委員且據消息得知 113 年度不舉辦相關評鑑活動，故亦無法將本計畫之研究成果進行推廣及合作，但計劃書中已將 112 年執行愛玉評鑑活動之結果進行分析，提出適當方式及規則比例供參。
二	從不同區域的同品種產生很大差異，建議今年可針對所收集的 25 個品系建立”遺傳家系”，若未來有機會延續計畫，可加入育種及不同區域及海拔的選種，透過 GXE interaction(遺傳與環境交互作用)研究分析，選拔出能適合不同區域環境的”最佳遺傳家系”。	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議及鼓勵，但因本人專長非做遺傳品系建立等相關研究，也許未來台北分署或總署認有必要，應可尋求相關專長領域專家協助研提計畫。

項次	審查意見	回覆辦理情形
三	請再補充結論後的”具體建議”，尤其對於未來社區推動愛玉產業的實質建議。	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議，已增加於計畫內容中。。
四	期末補充中英文摘要。	<u>意見答覆</u> :感謝委員指正，已增加於計畫內容中。
五	本案期中報告未列出研究中有無遇到困窘處及其建議事項為何?	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議，已增加於計畫內容中。
六	p. 1-8 倒數第三行文字誤繕(水保局已改制農業部農村發展及水土保持署)	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議，已依建議修正。
七	p.3-1 消費者喜好評估及接受度試驗，目前進度為何?報告書上未敘明。	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議，目前已完成及數據資料已填列於報告中。
八	消費者喜好試驗因每個人感官不同，有無區分年齡或性別?	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議，原有試驗模式皆有設計年齡、性別、血型及星座等參考資訊。
九	研究成果未來有無辦法建立愛玉子品質特性評估判斷參考標準之平台，以利發展愛玉經濟產業。	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議，目前結合本計畫兩年度之研究成果，佐以 112 年愛玉評鑑計畫結案報告數據彙整，已增加品質評鑑平台參數之參考標準及

項次	審查意見	回覆辦理情形
		執行方式建議於計畫書之結論及建議項目中。
十	請檢視並修正計畫書內本署名稱，刪除本署改制前名稱。	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議，已依建議修正。
十一	建議增加本案未來推動方向及發展性之實質建議。	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議，已依建議增修於計畫書中。

附錄三、期末審查會議紀錄暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	1. 受試者的星座、血型與品評項目的相關性?另建議擴大受試者範圍至較具消費能力的族群。	<u>意見答覆:</u> 感謝委員提問，由於許多研究指出星座血型與人格特質有關，常見會影響之情境如顏色偏好、味嗅覺與香氣喜好及決策能力等許多特性，先前本研究室於許多品評研究中皆發現星座及血型於某些嗜好性產品上有明顯之差異特性存在，因此將其音字納入考量。另目前受限於經費及計畫時程過於緊迫無法將試驗規模拓展至全台灣不同地區，未來若有相關研究計畫或經費可再考慮擴大試驗規模。
二	2. 受試者評鑑過程中對愛玉外觀特徵的觀測亦為重要因子,未納入評鑑方式的原因為何?	<u>意見答覆:</u> 感謝委員的提問，在消費者感官品評部分的第一個顏色喜好度部分即為外觀特徵觀測項目，如所附問卷說明。
三	3. 建議考慮不同愛玉品種於栽培期間的影響因子以減少品種間差異的變因。	<u>意見答覆:</u> 感謝委員建議，但目前全台灣各地區種植愛玉並無標準之建議栽種方式，於栽培期間影響因子眾多，包含土壤成分、肥料施用、日照長短、公母株比

項次	審查意見	回覆辦理情形
		例、小蜂來源……等，較不易掌控；但就採收後愛玉子加工條件之資料收集則有相關資訊參考，未來應可作為分析依據。
四	4. 建議所有圖表的樣本排序一致、說明與前期計畫之評鑑差異/精進之處。	<u>意見答覆</u> :感謝委員建議，已依建議修訂於計畫書中。