



國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝暨景觀學系

碩士論文

Department of Horticulture and Landscape Architecture College of

Bio-Resources and Agriculture

National Taiwan University Master Thesis

墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim.)枝梢生長

及氰糖苷含量之變動

Shoot Growth and Cyanogenic Glycosides Contents of

Prunus phaeosticta (Hance) Maxim.

劉炳志

Bing-Jhih Liou

指導教授：陳右人 博士

Advisor : Iou-Zen Chen, Ph.D.

中華民國一百零三年七月

July, 2014

致謝

昨日 所完成的崎嶇

已是眼前 明媚的風光



大屯山、七星山、象山、和美山、劍南山、福州山、中埔山、劍潭山、烘爐地及碧山巖。陪我走到這些地方的是自己的心，沒有自己愛爬山的心，不會看到這麼精彩的台北景色。

在這兩年研究的生涯中，不管是獨自作實驗配音樂的孤單，還是出差大家一起做事的感覺難以忘記。在實驗室做實驗或許不需忍受外頭的雨打太陽曬，在外面出差就是要經歷冬天冷夏天熱，但所經歷的一切都讓自己學習到很多，了解我們經過練習都是會有所成長。感謝家人做我最大的靠山，讓我可以無後顧之憂完成學業。感謝指導教授給我一個有興趣的題目，並在我做實驗的過程適時的提點教導。感謝走在我前面的前輩、口試委員及學長姐，教給我許多寶貴的經驗。感謝這片土地孕育這麼有意思的植物。

以下感謝：

我的家人爸爸劉德旺、媽媽鄭惠文、姊姊劉純嘉。指導教授陳右人老師。口試委員：李金龍老師、石正中老師、李國譚老師及阮素芬老師。實驗室的美玲姊、曾阿姨。學長姐：書妍學姊、于瑩學姊、于姍學姊、可馨學姊、怡伶學姊、柏安學長、毓翔學長、鼎峰學長、聖峰學長。我的同學：侑橋、千惠、郁琿。學弟妹：利巧、弼丞、旻叡、萌芬。蓮華池的黃志堅先生、林試所的陳國章先生。我的朋友們：琬珊、宏文、佩蓉、培民、閔涵以及超出名單外的中興保育社夥伴。

光陰似箭，兩年的時光很快就到了。在這段期間除了自己的想完成學業的心，還有大家，不管是陪伴、幫忙、建議亦或是批評指教。這本論文要獻給在這段間幫助過我的你們。最後，參考這本書的人，也感謝你。

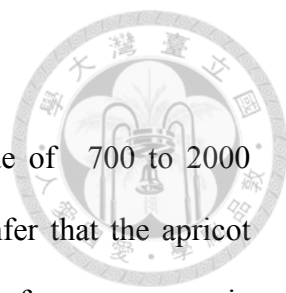
中文摘要



墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim.)為臺灣原生樹種，廣泛分布全臺海拔 700 至 2000 公尺的林地。其最大特色為葉片搓揉後會造成氰糖苷受到水解酶催化產生苯甲醛及氫氰酸，產生杏仁味。墨點櫻桃葉片所含的氰糖苷種類包括野黑櫻糖苷(prunasin)及苦杏仁苷(amygdalin)。目前食品加工業中主要的杏仁味來源為杏樹的種仁，如能開發墨點櫻桃葉作為杏仁味的來源，就能較方便取得具有濃郁杏仁味的材料。本試驗主要分為四個部分，第一部分為墨點櫻桃植株生育調查，以了解植株基本生育特性。調查結果顯示在地區方面，臺大校園內，一年會抽出三次枝梢，陽明山竹子湖地區，一年會抽出二次枝梢；墨點櫻桃枝條、葉片長寬、葉綠素計讀值及單位葉片之乾物重累積，在枝梢萌出後，均有一快速生長時期，其後會達至恆定狀態。第二部分為墨點櫻桃葉片年齡與氰糖苷含量關係，以了解最適合採集葉片的時機及含量變化與植物生育之關係。以苦味酸鈉法分析葉片總氫氰酸含量回推氰糖苷含量。結果顯示，在葉片快速生長時期，葉片內總氰糖苷含量有上升的趨勢，於葉片完全展開後，總氰糖苷含量約有 21 天停滯期，而後含量累積與葉片乾物累積具有相同的趨勢，兩者關係是一典型雙 S 型曲線；由此推估適宜採集葉片的時機為葉片完全展開前，葉背墨點尚未大量形成的階段及葉齡超過一年的葉片。第三部分為高杏仁味植株篩選，以篩選葉片揮發性杏仁味較濃的植株。第四部分為墨點櫻桃果實性狀調查，目的為建立未來應用之基礎。墨點櫻桃果實於每年 10 月至隔年 1 月成熟，成熟果實中果肉重占 59.8%，種子重占 40.2%，果實高約 0.7 至 0.8 公分，寬約 0.8 至 0.9 公分，果實總重約 0.45g，果實體積約 0.36 cm³，果肉味道像櫻桃。

關鍵字：杏仁味、苦杏仁苷、苯甲醛、野黑櫻糖苷、氰糖苷、墨點櫻桃

Abstract



Prunus phaeosticta (Hance) Maxim. is a native to the altitude of 700 to 2000 meters height in Taiwan. Leaves generate apricot scent. We can infer that the apricot scents are the benzyaldehyde and hydrogencyanid originated from cyanogenic glycosides catalyzed by the enzyme reaction. The cyanogenic glycosides in *Prunus phaeosticta* are amygdalin and prunasin. The source of apricot scent in food-processing industry is obtained mainly from apricot seeds. If we can develop a method to get the apricot scent from the leaves of *Prunus phaeosticta*, it will be more convenient to get the source with strong apricot scent. There are four parts in this study. In the first part, we investigated the growth and development of *Prunus phaeosticta* plants. The plants we investigated in NTU grew flushes three times and in Jhuzihhu grew flushes two times. The numbers of branch length, leaf length, leaf width, leaf SPAD value, and dry weight increased sharply and then they leveled off. In the second part, we analysed the cyanogenic glycoside contents of leaves in different ages to infer the suitable picking moment. The result showed that the cyanogenic glycoside contents of a leaf increase sharply as leaf grew. After the blade fully extended, the cyanogenic glycoside contents of a leaf remain steady for at least 21 days. After 21 days, the cyanogenic glycoside contents of a leaf increased sharply as leaf dry weight increased. According to the result, there are two suitable picking moments. One is when leaves expanded fully or around that time; the other is when leaves ages are over 1 year. In the third part, we selected the plants whose leaves generate strong apricot scent. In the fourth part, we investigated the fruit characteristics of *Prunus phaeosticta* in order to establish the basis for future applications.

Key words : apricot scent · amygdalin · benzyaldehyde · prunasin · cyanogenic glycoside ·

Prunus phaeosticta

目錄



致謝.....	i
中文摘要.....	ii
Abstract.....	iii
圖目錄.....	vi
表目錄.....	vii
第一章 前言.....	1
第二章 文獻回顧.....	2
2.1. 墨點櫻桃介紹.....	2
2.1.1. 植物特徵.....	2
2.1.2. 分類地位.....	3
2.1.3. 相關病蟲害.....	3
2.1.4. 繁殖方法.....	4
2.1.5. 目前應用.....	4
2.2. 杏仁味物質之研究.....	5
2.2.1. 種子中之杏仁味物質.....	5
2.2.2. 葉片中之杏仁味物質.....	6
2.3. 氰糖苷之介紹.....	6
2.3.1. 氰糖苷之介紹.....	6
2.3.2. 氰糖苷之生合成與代謝.....	7
2.3.3. 氰糖苷之運移.....	8
2.3.4. 產氰之現象(cyanogenesis).....	8
2.3.5. 水解產物氫氰酸之毒性.....	9
第三章 材料與方法.....	11
3.1. 材料.....	11
3.1.1. 植物材料.....	11
3.1.2. 試驗藥品.....	11

3.1.3. 試驗器材.....	11
3.2. 試驗方法.....	11
3.2.1. 生育調查.....	12
3.2.2. 葉片氰醣苷含量分析.....	13
3.2.3. 高杏仁味植株篩選.....	16
3.2.4. 墨點櫻桃果實調查.....	17
3.2.5. 統計方法.....	17
第四章 結果與討論.....	18
4.1. 墨點櫻桃生育調查.....	18
4.1.1. 墨點櫻桃枝梢發育.....	18
4.1.2. 葉片生長調查.....	21
4.2. 葉片氰醣苷含量.....	42
4.2.1. 氰醣苷及其衍生物氫氰酸之分析條件.....	42
4.2.2. 葉齡對葉片氰醣苷含量之影響.....	44
4.3. 高杏仁味植株篩選.....	58
4.4. 墨點櫻桃果實調查.....	69
第五章 結論.....	73
參考文獻.....	75
附錄.....	82



圖目錄

圖 1、	墨點櫻桃芽自萌發至抽出枝條不同階段.....	24
圖 2、	墨點櫻桃當年生一次梢開花及結果節位.....	25
圖 3、	2013 年臺大地區，墨點櫻桃枝條生長曲線	26
圖 4、	2013 年陽明山竹子湖地區，墨點櫻桃枝條生長曲線.....	27
圖 5、	墨點櫻桃不同節位芽萌出第一次梢比例之變化.....	25
圖 6、	陽明山地區，不同節位芽於萌發第一次梢比例.....	26
圖 7、	2014 年陽明山竹子湖地區，墨點櫻桃枝條一次梢生長曲線.....	30
圖 8、	2013 陽明山竹子湖地區一、二次梢葉片數及總節位之關係.....	31
圖 9、	墨點櫻桃萌定芽後，不同葉齡葉片狀態.....	32
圖 10、	陽明山地區，2013 年一次梢第 3 至 5 節葉之平均長及寬生長曲線.....	33
圖 11、	陽明山地區，2013 年一次梢第 3 至 5 節上葉片之葉綠素計讀值.....	34
圖 12、	陽明山地區，2013 年二次梢第 3 至 5 片葉之葉長及葉寬生長曲線.....	35
圖 13、	陽明山地區，2013 年二次梢第 3 至 5 片葉片葉綠素計讀值.....	36
圖 14、	陽明山地區，2014 年一次梢第 1 至 6 節葉之葉長及葉寬生長曲線.....	37
圖 15、	陽明山地區，2014 年一次梢第 1 至 6 節葉之葉綠素計讀值變化曲線.....	38
圖 16、	陽明山地區，2013 年一次梢第 3 至 5 節葉片，葉片乾重變化.....	39
圖 17、	陽明山地區，2013 年二次梢第 3 至 5 節葉片，葉片乾物重變化.....	40
圖 18、	陽明山地區，2014 年一次梢第 3 至 5 節葉片，葉片乾重變化.....	41
圖 19、	墨點櫻桃葉片節位與苦杏仁苷含量.....	47
圖 20、	烘乾溫度對葉片苦杏仁苷含量之影響.....	47
圖 21、	烘乾溫度(50°C)對葉片氰糖苷水解酶活性之影響.....	48
圖 22、	pH 值對墨點櫻桃葉片氰糖苷水解酶活性之影響.....	48
圖 23、	氰糖苷水解酶反應時間與氫氰酸之關係.....	49
圖 24、	2013 年陽明山竹子湖地區一次梢葉齡與苦杏仁苷含量之關係.....	51
圖 25、	2013 年陽明山竹子湖地區一次梢上葉片年齡與平均葉片苦杏仁苷含量之關係.....	52
圖 26、	2013 年陽明山竹子湖地區，葉片生長曲線及平均葉片苦杏仁苷含量之關係.....	53

圖 27、	2014 年陽明山竹子湖地區，標定後一次梢上葉片生長曲線及葉片苦杏仁苷之關係.....	54
圖 28、	2013 年一次梢上，葉片苦杏仁苷含量與葉片長及寬之關係.....	55
圖 29、	2014 年一次梢上，葉片苦杏仁苷含量與葉片長及寬之關係.....	55
圖 30、	2013 年陽明山竹子湖地區一次梢，葉齡與苦杏仁苷含量之關係.....	56
圖 31、	2013 年陽明山竹子湖地區，一次梢葉片乾物重累積曲線及苦杏仁苷含量之關係.....	57
圖 32、	2013 年葉片苦杏仁苷含量與乾重之關係.....	58
圖 33、	2014 年葉片苦杏仁苷含量與乾重之關係.....	58
圖 34、	2014 年 3 月 29 日陽明山竹子湖地區墨點櫻桃，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷總量.....	66
圖 35、	陽明山竹子湖地區墨點櫻桃個體，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷總量.....	67
圖 36、	臺大地區墨點櫻桃個體，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷總量.....	68
圖 37、	感官品評與每單位氫氰酸生成所需時間之關係.....	69
圖 38、	陽明山竹子湖地區，同一植株上墨點櫻桃果實.....	72
圖 39、	果實不同階段果肉及種子重量比例變化.....	73

表目錄

表 1、	陽明山竹子湖地區墨點櫻桃個體，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷總量.....	62
表 2、	陽明山竹子湖地區墨點櫻桃個體，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷總量.....	63
表 3、	臺大地區墨點櫻桃個體，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷含量.....	64
表 4、	陽明山竹子湖地區及臺大地區的植株，感官品評之平均分數.....	65
表 5、	陽明山地區，墨點櫻桃果實性狀調查.....	70
表 6、	蓮華池地區，墨點櫻桃果實性狀調查.....	71

第一章 前言

墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim.) 屬於薔薇科(Rosaceae)桃李屬(*Prunus*)小喬木。原生於臺灣及中國華南地區，臺灣分佈在海拔 700 至 2000 公尺的地區，最大特色為葉片搓揉後有杏仁味，但目前應用上只限於作為香菇椴木，也木材具有抗白蟻特性。

目前食品加工業主要的杏仁味來源為杏樹(*Prunus armeniaca* L.)的種仁，由於種仁的獲得，需經過較長時間開花結果過程，且臺灣並無生產僅能依靠進口，每年自國外進口約 7549 公噸(2013 年)。除了杏樹果實種仁外，許多植物的葉片即具有杏仁味，例如與杏樹同屬的墨點櫻桃、黃土樹(*Prunus zippeliana* Miq.)、刺葉桂櫻(*Prunus spinulosa* Sieb et Zucc.)或是茶科的烏皮茶(*Pyrenaria shinkoensis* (Hayata) Keng)等，都因杏仁味而受到注意，而臺灣原生的墨點櫻桃葉片具有更濃郁的杏仁味，值得建立完整的生長資訊，與杏仁味物質於葉片生長期間變化，以作為未來利用之基礎。

墨點櫻桃在臺灣有紀錄的發現的地點有北部陽明山、福山；中部蓮華池、日月潭；南部扇平、大武山等地(呂等，1999)。在陽明山竹子湖族群，屬於第二層林相，上有較高的柳杉遮蔽，下有矮灌木像燈秤花、山桂花雜生，以接近公路易於標記的植株作為墨點櫻桃族群生長的調查標的。

墨點櫻桃葉片內產生杏仁味的前趨物為野黑櫻醣苷及苦杏仁苷，瞭解枝條抽梢習性及葉片成熟過程中杏仁味前驅物的變化，就能提供開發墨點櫻桃葉做為杏仁味新來源的材料品質依據。

第二章 文獻回顧



2.1. 墨點櫻桃介紹

2.1.1. 植物特徵

墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim.)，屬於薔薇科，桃李屬(*Prunus*)。種名中的 phaeo-表示褐色，-sticta 表示為細點，為其葉部的特徵(劉與郭，1971)；英名為 brown punctate cherry-laurel 或 dark-spotted cherry (應，1991)，俗名有桃仁、黑星櫻、山杏仁等(陳與簡，2002)。

墨點櫻桃原生於中國華南地區及臺灣全島海拔 700 至 2000 m 地區，臺灣有紀錄的發現的地點有北部的陽明山、福山；中部的蓮華池、日月潭；南部的扇平、大武山等地(呂等，1997)。墨點櫻桃多分布在向陽地區，性喜溫暖、潮濕。生育適溫 15-28°C，日照充足，在高冷地生育較為良好，平地的高溫易造成生長遲緩(薛，2006)。

墨點櫻桃為常綠小喬木(附錄圖 1)，全株無毛。葉革質，長橢圓狀卵形至長橢圓狀披針形，長 7-12 cm，寬 2-4 cm，先端漸尖，全緣具波浪狀；葉上表面具蠟質，下表面佈有褐色細點(附錄圖 2 及 3)；側脈 10 至 12 對，葉柄長 0.5 cm。葉片具有褐色斑點，此褐色細點由解剖同屬植物野黑櫻(*Prunus serotina* Ehrh.)的葉片後，Halarewicz (2011)認為是聚合單寧所造成，聚合單寧主要於海綿組織及維管束的單寧細胞中生合成；托葉披針型，早落；葉搓揉後富有杏仁香味，為本種之特色；花期 3 至 5 月，總狀花序，著生於葉腋，花序長 2.5 至 7 cm；小花花徑 0.6 -0.8 cm，雄蕊數 16-24，心皮數 1；花瓣 5 瓣，呈圓形白色，花萼卵形，先端鈍，呈白色；果實為核果，成熟果實由綠色轉為紫黑色，果徑 0.7-1.0 cm，於十月至十二月成熟，果實內之種仁含油率達 35%，是具潛力的油脂原料(大橋與謝，1996；鄭，1998)

墨點櫻桃樹皮灰色，皮孔顯著，髓心充實，木材由淡黃白色、淡黃土色至淡褐色，心邊材界限不明顯，鮮材與葉片一樣具有濃郁的杏仁味，多具髓斑。墨點櫻桃之木材為散孔材或紋樣孔材，導管管孔單獨或 2-3 個，多呈徑向複合，平均弦



向直徑 $32.4 \pm 43.4 \mu\text{m}$ ，平均長度 $404.6 \pm 50.3 \mu\text{m}$ ，螺旋加厚紋明顯，穿孔單一，穿孔板端壁傾斜，導管側壁紋孔互生，平均值徑 $2.47 \pm 0.19 \mu\text{m}$ 。木質線與導管間紋孔平均直徑 $2.51 \pm 0.19 \mu\text{m}$ ，具豐富結晶(黃等，2006)。

2.1.2.分類地位

薔薇科(Rosaceae)約有 124 屬 3375 種，主要分布北半球溫帶地區(林，2006)；主要特徵為花萼 5、花瓣 5、雄蕊 10 個至多數，雌蕊 1、2、5 個或多數。心皮及子房位置種屬間雖有變化，但都具有花托筒的構造。根據子房上下位、心皮離合生、數目和果實形態，可將薔薇科分為四個亞科，分別為珍珠梅亞科(Spiraeoideae)、薔薇亞科(Rosoideae)、李(櫻或桃)亞科(Prunoideae or Amygdaloideae)和蘋果亞科(Maloideae)。臺灣有 24 屬原生之薔薇科植物，計 170 餘種(呂等，2000)。其中，臺灣原生的墨點櫻桃歸屬為李亞科。

李亞科下種類約有 12 種。目前對於李亞科植物分類的界定上尚有爭論。大橋與謝(1996)編撰的台灣植物誌針對台灣李亞科植物有 2 屬即扁核木屬(*Prinsepia*)和李屬(*Prunus*)，墨點櫻桃為歸屬於李屬之一種；Li(1963)主張應分為 3 屬，即扁核木屬、李屬及櫻屬(*Cerasua*)；林(2006)則主張應分為 5 屬，分別為櫻屬(*Cerasus*)、桂櫻屬(*Laurocerasus*)、稠李屬(*Padus*)、扁核木屬(*Prinsepia*)及腎果木屬(*Pygeum*)。呂(2000)則主張分為 2 屬 6 亞屬，兩屬為李屬及扁核木屬，在李屬下又分為桂櫻亞屬(*Laurocerasus*)、稠李亞屬(*Padus*)、櫻亞屬(*Cerasus*)、李亞屬(*Prunus*)、杏亞屬(*Armeniaca*)、桃亞屬(*Amygdalis*)。在這些分類中，墨點櫻桃屬於李屬(應，1991；大橋與謝，1996)或桂櫻亞屬(林，2006；呂，2000)。目前，墨點櫻桃的學名多以 *Prunus phaeosticta* (應，1991；大橋與謝，1996)為主，因分類系統差異也有書寫為 *Laurocerasus phaeosticta* (呂，2000；林，2006)。

2.1.3.相關病蟲害

李(1990)發現子囊菌 *Microcyclus pruni* 會寄生在冬青葉桃仁(*Prunus phaeosticta* var. *ilicifolia*)上，*M. pruni* 造成的病徵是在葉片表面佈滿黑色病斑。由於冬青葉桃

仁為墨點櫻桃的變種，雖尚無文獻提出此兩種子囊菌會寄生於墨點櫻桃的紀錄，但值得注意其在墨點櫻桃上的可能危害(附錄圖 4a)。

野外的墨點櫻桃常見的蟲害有金斑龜金花蟲(*Cassida crucifera* Kraatz)。金斑龜金花蟲的危害對象還包括山櫻花等其他櫻花類植物(Kimoto and Chu, 1996)。主要取食葉片，取食後會在葉面留下一條一條褐色的啃食後的條紋，造成啃食處乾枯(附錄圖 4b)。

2.1.4. 繁殖方法

目前墨點櫻桃種苗生產多以實生苗為主，較少使用無性繁殖的方法。桃李屬植物，包括桃、梅及櫻花，種子皆具有休眠性，須經由低溫或暖溫處理後，再低溫層積處理 1-5 個月，才能打破休眠。通常山櫻花種子置於經過 25/15°C 存放 2 個月後，再於 5°C 層積處理三個月後，種子發芽率可達 100% (簡，2004)。

陳和簡(2002)欲建立打破墨點櫻桃種子休眠使之整齊萌發的適合條件，將種子在 5°C 低溫濕冷層積 4 個星期，種子發芽率即可達 90%，如延長到 12 或 16 星期，種子發芽率均可以達 94% 以上，但其發芽速率(germination speed)較層積 4 個星期者快。簡(2011)進一步將種子先在 30/20°C 分別處理 4、6 及 8 星期，再以 5°C 分別層積 4、6 及 8 星期，結果顯示加入暖溫處理，可使未成熟的種子繼續發育生長；因此暖溫後再層積處理，不僅會提高發芽率，也會加快種子的發芽速率。最後的結論認為 30/20°C 處理 4 星期，再以 5°C 層積 4 星期，就足以解除種子休眠，且發芽率可達 98.9%，此適合做為種子萌芽整齊且打破休眠的方法。

2.1.5. 目前應用

墨點櫻桃目前最常見的應用，是用作為商用菇木，最常見的是栽培香菇。黃等(1990)比較 29 種速生樹種與 11 種已知的商用菇木，記錄用於生產香菇時的產量及品質。結果顯示以墨點櫻桃作菇木，可生產 24.64 公斤乾菇(公斤(乾重)/噸(木材鮮重))，產量為商用菇木的前 5 名；所培養出的傘徑約 6.51±0.28 cm、表面淺灰褐

色，肉厚約 1.16 ± 0.17 cm，菇柄長約 5.54 ± 0.29 cm，菇傘較大且香菇品質屬於上等，為生產香菇的良好菇木。

林與尹(1992)等以墨點櫻桃等 10 種闊葉樹材，進行抗白蟻抗性與醇苯(Alcohol-Benzene)抽出物(%)及木材比重(W/V)間的關係，並以臺灣二葉松作為對照組(對白蟻無抗性)，分析結果顯示，墨點櫻桃的木材比重為 0.56，在十一種樹種中排名第七，木材結構上並不為良好的抗白蟻木材，不過其木材醇苯抽出物高，仍是一種良好的抗家白蟻木材選擇。

2.2. 杏仁味物質之研究

雖然李亞科很多植物具杏仁味，但目前商用的天然杏仁味多來自種仁，而墨點櫻桃全株均具有杏仁味，可能是杏仁香味的良好來源。這些杏仁味主要來自苯甲醛。植物體內的苯甲醛，主要是自其體內氰糖苷經水解後的產物。李亞科植株所有之氰糖苷主要有野黑櫻糖苷(prunasin)及苦杏仁苷(amygdalin) (附錄圖 5a、b) (Conn, 1980; Frehner et al., 1990; Santamou, 1998)。

2.2.1. 種子中之杏仁味物質

杏仁(apricot kernel)為杏樹(*Prunus armeniaca* L.)的種仁，具有特殊的風味，受到消費者喜愛。杏仁可分為甜杏仁與苦杏仁兩類，事實上，只有苦杏仁帶有杏仁味，甜杏仁並無杏仁特有的氣味，而是帶有堅果的香味及甜味(林與葉，2003)。商業宣傳上，常用作零食用的「杏仁」，實為扁桃果實的種仁。扁桃(*Prunus dulcis* (Mill.) D. A. Webb)也有甜品種與苦品種之分，主要差別為種仁中苦杏仁苷(amygdalin)含量高低(Raquel et al., 2008)。

Raquel 等(2008)藉由分析及切片組織定位法觀察甜品種扁桃種子種皮氰糖苷水解酶活性，較苦扁桃品種之種子高；並指出種皮上水解酶活性高，會水解由植體運移至種子的野黑櫻糖苷，使之含量降低；由於，野黑櫻糖苷為苦杏仁苷的前趨物，當前趨物野黑櫻糖苷含量降低，種子能生合成的苦杏仁苷含量亦降低。苦杏仁含有醣類、纖維素、不飽和脂肪酸、維生素、苯甲醛及苦杏仁苷等成分(張，

2007)，其中苦杏仁苷受到酶催化裂解，產生的最終產物為苯甲醛及氫氰酸(Swain and Poulton, 1994)；即是杏仁味的來源。Guichard 與 Souty (1988) 分析杏仁揮發性化合物，共鑑定出 82 種化合物，其中以苯甲醛及萜烯醇類含量較高，其中苯甲醛為杏仁香氣的主要成分。

2.2.2. 葉片中之杏仁味物質

在扁桃植株中，野黑櫻糖苷多在根、葉以及內果皮中生合成，而苦杏仁苷則多於種子內生合成(Dicenta et al., 2002)。Santamou (1998)分析野黑櫻(*Prunus serotina* L.)葉片，發現葉中除野黑櫻糖苷外，亦會存有苦杏仁苷，苦杏仁苷含量會隨著氣溫降低及準備開花而相對增加；Santamou 等(1998)利用濾紙層析法(paper chromatogram)分析葉中野黑櫻糖苷與苦杏仁苷的含量後，於層析濾紙上加入水解酶，使糖苷分解生成氫氰酸及苯甲醛，再利用苦味酸鈉法來對氫氰酸進行定量分析；分析結果顯示，野黑櫻嫩葉所產生的氫氰酸量以3月中最高達 7432 $\mu\text{g/g}$ D.W.，隨著葉齡增加，葉中野黑櫻糖苷含量有下降的趨勢；但苦杏仁苷的含量則會逐漸上升。Lúcia 等(2013)分析野黑櫻(*Prunus serotina* L.)葉片，糖苷種類與含量與上述結果相同。

利用純水蒸餾法(Hydrodistillation)萃取墨點櫻桃葉片精油後，利用頂空氣相層析法(headspace gas chromatography)，並使用 Kovats 指數(Kovats retention index)及部分標準品，比對鑑定分析精油的成分、含量及產量，共可鑑定出 76 個揮發性化合物；精油內最主要的成分分別為苯甲醛(相對含量 73.3%)、桉油酚 (1.8-cineole, 5.4%)和乙酸- α -松油醇酯(α -terpinyl acetate, 4.4%)，而精油產量方面，每 100g 的墨點櫻桃葉片可以萃取出 0.9 ± 0.03 mL 的精油(Ho et al., 2009)。

2.3. 糖苷之介紹

2.3.1. 糖苷之介紹

Lechtenberg 與 Nahrstedt(1999)指出，1802 年德國藥劑師 Bohm 發現苦扁桃種仁會產出氫氰酸；加上 1830 年，Robiquet 和 Boutron-Chalard 故將之命名為

amygdalin，為第一個被發現的氰糖苷，中文因這個成分以苦杏仁含量最高，而譯成苦杏仁苷，否則應定名為苦扁桃苷。

氰糖苷為含氮及結構具有氰基(nitrile, $C\equiv N$)的二次代謝物，主要結構式含有配糖基的羥腓。羥腓(cyanohydrin)是醛或酮分子中羰基發生氰化氫加成反應生成的化合物，但結構並不穩定，故植物體內存在較多的是羥腓與糖類鍵結形成氰糖苷，少部分是與脂質鍵結形成的氰脂基(cyanolipid)物質(附錄圖 6)。目前，在植物中已發現超過 75 種氰糖苷，約有超過 2500 種植物會於植物體內合成氰糖苷，包括許多重要的作物，例如杏仁、樹薯、高粱等 (Bak et al., 2006; Seigler and Brinker, 1993)，而氰脂基只在無患子科(Sapindaceae)、七葉樹科 (Hippocastanaceae)及紫草科 (Boraginaceae)植物的種子中發現(Møller and Seigler, 1999; Seigler et al., 1970)。

2.3.2. 氰糖苷之生合成與代謝

氰糖苷主要由必需胺基酸如 Phenylalanine、Tyrosin、Leucine 等，少部分由其他胺基酸(2-(2-cyclopentenyl) glycine)或菸酸(nicotinic acid)為原料所生成(Seigler, 1991)；氰糖苷的種類則根據胺基酸種類、接上的糖基數量及掌性結構差異(chiral construction)來決定(Conn, 1980; Nahrstedt et al., 1987; Tower, et al., 1964)。

苦杏仁苷及野黑櫻糖苷皆由苯丙胺酸(phenylalanine)生合成，不過苦杏仁苷具兩個糖基結構，野黑櫻糖苷只具有一個；蜀黍氰糖苷(dhurrin)及紫杉氰糖苷(taxiphyllin)皆由酪胺酸(tyrosine)生合成，不過兩者互為光學異構物。氰糖苷裂解後會產生氫氰酸、單糖及醛類或酮類(饒, 1999)。

在薔薇科植物中，主要會生成兩種氰糖苷，分別為苦杏仁苷和野黑櫻糖苷(Conn, 1980)。Mentzer and Favre-Bonvin (1961)利用同位素標定法，了解野黑櫻糖苷及苦杏仁苷生合成路徑，最初是從苯丙胺酸開始生合成。苯丙胺酸受到內質網膜上酶催化而生成扁桃腓(mandelonitrile)。扁桃腓為羥腓的結構，與一分子葡萄糖鍵結，生成野黑櫻糖苷；若野黑櫻糖苷再進一步鍵結一分子葡萄糖，則生成苦杏仁苷(Dewick, 1984)。苦杏仁苷、野黑櫻糖苷及扁桃腓分別受到 amygdalin hydrolase、



prunasin hydrolase 及 mandelonitrile lyase 催化，會裂解出最終產物為葡萄糖、苯甲醛及氫氰酸(Swain and Poulton, 1994)，整個苦杏仁苷與野黑櫻糖苷之生合成與代謝途徑見附錄圖 7。

2.3.3. 氰糖苷之運移


苦扁桃品種之果實於生育前期，具有一定含量的野黑櫻糖苷，生育中後期含量開始下降至無；隨著野黑櫻糖苷的下降，苦杏仁苷含量則開始上升；苦扁桃品種中野黑櫻糖苷含量的上升，主要是由種皮新生合成，而後藉由共植體運移至種仁生合成苦杏仁苷 (Raquel et al., 2008)。

樹薯 (*Manihot esculenta* Crantz) 葉片所生合成的亞麻苦苷 (linamarin 及 lotaustralin)，會藉由篩管運移至塊根貯藏 (Jørgensen et al., 2005) 由氰糖苷裂解的產物糖類可供植物利用，而氫氰酸及醛類或酮類即可作為植物本身防禦生物逆境之用 (Jones, 1962)。

2.3.4. 產氰之現象 (cyanogenesis)

植物於生合成乙烯過程，在 1-氨基環丙烷-1-羧酸 (aminocyclopropane-1-carboxylic acid, ACC) 氧化形成乙烯時，會產生微量的氫氰酸約 5.4×10^{-3} mg/g (Yang et al., 1984)；由於大部植株具有此生合成路徑，故大部分植物皆會產生氫氰酸。不過在定義上，所謂具產氰現象的植物，為每公斤植體鮮重，會產生 10 mg 氫氰酸以上的量者 (Shore and Obrist, 1992)。大部分具產氰現象的植物，是能生合成大量氰糖苷或氰脂基的植物。

在未受任何外力傷害的自然情況下，完整的組織並無產氰現象，主要是因為氰糖苷與水解氰糖苷的 β -glucosidase 及 hydroxynitrile 存在部位不同，而被區隔 (compartment)，並無法反應生成氫氰酸。例如高粱葉片所生合成的蜀黍氰糖苷 (dhurrin)，主要貯存於葉片表皮細胞中的液泡內 (Saunders and Conn, 1978)，而水解酶則存在於葉肉細胞的液泡中 (Kojima et al., 1979)。Elisabeth 等 (1994) 利用免疫法，了解野黑櫻葉片中氰糖苷水解酶 (prunasin hydrolase 及 mandelonitrile lyase) 主要



是位於維管束的薄壁細胞的液泡中，當植物遭受逆境或外力破壞，例如昆蟲取食，導致細胞破裂，氰糖苷與水解酶因接觸而被催化生成氫氰酸；氫氰酸會抑制呼吸作用，而導致侵害的外來生物因缺氧而死亡(Cheeke and Shell, 1985)。

植株必須同時能生合成氰糖苷及水解酶，才易具備大量產氰能力。自然情況下，氰糖苷種類多且水解酶的專一性差異，造成產氰現象的多型性(polymorphism)(Jones, 1972)。另外，產氰現象的多型性還受到植物年齡、部位之影響。薔薇科植物果實隨著成熟度增加，會累積苦杏仁苷於種子中，但由實證年輕的種子並不具有產氰現象(Frehner et al., 1990)；而紫杉氰糖苷(taxiphyllin)只在竹筍頂芽生合成，使竹筍具有產氰能力，成熟竹子中並不生合成紫杉氰糖苷，故亦不具有產氰現象(張與孫, 1989)。苜蓿(*Trifolium repens* L.)中有發現具有產氰及非產氰的族群，此現象主要是受基因控制，其中 Ac 基因決定氰糖苷 linamarin 及 lotaustralin 的生合成，Li 基因則控制 β -glucosidase 之生合成與否(Jones, 1972)。

2.3.5. 水解產物氫氰酸之毒性

氫氰酸的毒性，主要是因為氫氰酸易與細胞內血紅蛋白(hemeoprotein)結合，尤其是與細胞色素氧化酶(cytochrome oxidase)作用，因而抑制細胞之呼吸作用(Cheeke and Shell, 1985)。人若暴露在有氫氰酸的環境中，會出現頭痛、暈眩、噁心、嘔吐及顫抖等典型的中毒症狀，但只要遠離此環境，這些症狀就會慢慢減緩，低劑量的氫氰酸不會在人體內累積，而會被硫氰酸酶(rhodanase, EC.2.8.1.1)轉化成硫氰根離子(SCN⁻, thiocyanate)，再隨尿液排出。由於硫氰酸酶效率高，故氫氰酸在動物體內可以很快被解毒，只有當毒性超過解毒作用之負荷時，才發生中毒反應。氫氰酸對人體的致死劑量為每單一口服劑量公斤體重 0.5-3.5 mg (Conn, , 1981a)，75 公斤成年人之致死計量約在 37.5 mg 至 265.5 mg 間。

微量的氫氰酸，能輕度抑制呼吸中樞，使呼吸加深，減輕咳嗽症狀，達到鎮咳平喘之作用(張與蔡, 1984)。苦杏仁苷及野黑櫻糖苷水解產物除氫氰酸外，還有苯甲醛，兩產物皆具有杏仁味，苯甲醛被廣泛用作商業食品調味品和工業溶劑，

也是生產香水、香料和合成某些苯胺染料的重要中間產物。兩物質皆具有杏仁味，但為了避免氫氰酸中毒的疑慮，可以利用氫氰酸沸點低(26°C)的特性，來去除氫氰酸。

植物也具有特有的機制來避免氫氰酸危害。在植物體中氫氰酸會受到 β -cyano-L-alanine synthase 催化與 cysteine 結合形成 3-cyano-L-alanine；3-cyano-L-alanine 會再進一步受到酶催化生成 L-asparagine 或 ammonium 和 L-aspartate 供植物利用(Rodgers and Knowles, 1978)。

第三章 材料與方法



3.1. 材料

3.1.1. 植物材料

植物材料採用位於臺大實生盆栽苗及竹子湖及蓮華池野生族群。盆栽苗購自彰化田尾鄉田尾玫瑰園。2013 年 1 月將植株換至七吋塑膠盆，栽植於國立臺灣大學。介質配方為泥炭苔：根基旺=1:1，並施用好康多 1 號(Hi-control 180 天型，N:P₂O₅:K₂O=14:12:14，臺和園藝企業有限公司)1 kg/m³ (附錄表一)。

野生族群位於陽明山國家公園竹子湖頂湖地區，海拔約 700 m。分布於竹子湖路 0+900 m (25°10'27.3" N 121°32'15.8" E)至 0+1000 m (25°10'29.8"N 121°32'13.7" E)間，路旁北側的柳杉林地內。總共標定墨點櫻桃植株共 20 棵，分布區如附錄表二。果實採集地區，除陽明山地區之外還包括蓮華池(23°55'05.9"N 120°53'19.9"E)處兩株植株。

3.1.2. 試驗藥品

3.1.2.1. 苦味酸鈉法測定所需藥品

苦味酸(Picric acid, C₆H₃N₃O₇)：購自 Fluka 公司。GR 等級。

碳酸鈉(Sodium carbonate, Na₂CO₃)：購自 Merck 公司。Pro analysis 等級。

醋酸(Acetic acid, CH₃COOH)：購自 Merck 公司。GR 等級。

氰化鉀(Potassium cyanide, KCN)：購自 Alfa Aesar 公司。GR 等級。

氫氧化鈉(Sodium hydroxide, NaOH)：購自 Merck 公司。GR 等級。

3.1.3. 試驗器材

直尺：PASS 30 公分直尺

游標尺：Mitutoyo Absolute Digimatic 500-196-20

分光光度計(Spectrophotometer)：Prema Pro-729

葉綠素計(Chlorophyll meter)：SPAD-502, Konica Minolta INC., Japan

3.2. 試驗方法



3.2.1. 生育調查

生育調查主要目的為觀察墨點櫻桃枝梢及葉片發育情形，以期了解枝梢及葉片生長與葉片氰醣苷含量之關係。調查地點為竹子湖及臺灣大學。調查期間由 2013 年 2 月至 2014 年 6 月。將春季由去年枝條上所萌發的枝條定義為一次梢；一次梢上萌發的枝條定義為二次梢，依此類推。

3.2.1.1. 調查方式：

臺灣大學：

2013 年 2 月 14 日標定四株植株，每株標定四枝枝條。調查枝條上芽萌發後枝梢之生長，節數及葉片生長節位，及當年萌發枝梢次數。2014 年 1 月 27 日標定五株植株，每株標定三枝枝條，調查項目如 2013 年，再加入萌發枝條上葉片長、葉寬及葉綠素讀值。

竹子湖地區：

2013 年 2 月 21 日標定九棵植株共 720 個芽，標定標準為已露白的芽。待芽抽出枝條(約標定後 30 天)，且枝條上葉片可供調查後，於葉片快速生長階段(標定後 30 至 75 天)每 14 天進行調查，快速生長階段過後，每 30 天調查一次。每次採十枝枝條上，調查枝條長度、總節位數、葉片生長的節位數，枝條上三至五節上葉片的葉長、寬及葉綠素計讀值。

2014 年 1 月 24 日選定 4 株植株(編號 16、17、18 及 19)，各標定 30 枝枝條，枝條上芽體尚未露白，調查包括頂芽算起 1 至 6 節芽體萌發情形，比較節位間萌芽率差異。從標定的 30 枝枝條，挑選固定 10 枝枝條調查 1 至 6 節上已萌發的新梢長度。將生長狀態(植株高度、萌芽情況)相近的植株分為同組(編號 16、17 為 A 組；編號 18、19 為 B 組)，各組於萌芽極大期，標定 200 個已露白的芽。B 組於 2014 年 2 月 16 日；A 組於 2014 年 2 月 22 日標定。

3.2.1.2. 調查項目介紹：



- a. 枝條長度：測量芽體及枝梢基部至頂端之長度。
- b. 枝條節位：計算枝條上總節位及生長葉片的節位
- c. 葉片數。
- d. 葉片長寬：葉長為直尺測量葉片基部至葉尖之長度；葉寬為直尺測量葉片最寬處之長度。
- e. 葉綠素計讀值：以葉綠素讀值儀器(Chlorophyll meter, Konica Minolta INC., Japan)測量，每片葉測 10 次，將數值取平均，作為一片葉片之讀值。
- f. 葉片乾物重比例：測定葉片鮮重及乾重，以公式計算葉片乾物重。
公式：葉片含水量： $(\text{葉片乾重}/\text{葉片鮮重})\times 100\%$
- g. 葉片含水量：測定葉片鮮重及乾重，以公式計算葉片含水量。
公式：葉片含水量： $100-(\text{葉片乾重}/\text{葉片鮮重})\times 100\%$

3.2.2. 葉片氰醣苷含量分析

3.2.2.1. 苦味酸鈉法分析

本研究所使用的方法為苦味酸鈉法(Picric acid method)，方法修改自 AOAC (1984)及 Bradbury 等 (1999)之方法。本分析原理是利用氰醣苷裂解後產生氫氰酸，以苦味酸(Picric acid, $C_6H_3N_3O_7$)吸收氫氰酸後，形成異氰紫酸鈉(isopurpuric acid)，顏色會由黃色變為橘色至磚紅色，變色深淺與氫氰酸含量多寡有顯著相關，因此可利用分光光度計測定吸光值，並以標準品製作檢量線，推估氫氰酸含量(附錄圖 8)。

- a. 苦味酸鈉溶液配置：秤取 1.5g 苦味酸(Picric acid)及 2.5g 碳酸鈉(Sodium carbonate, Na_2CO_3)，並將兩藥品分別溶於約 30 mL 去離子水中。將碳酸鈉水溶液緩慢加入苦味酸水溶液中。混和均勻後，以定量瓶定量至 100 mL。
- b. 苦味酸鈉試紙製作：將試紙(Whatman[®] NO.1)浸漬到苦味酸鈉溶液，取出後於室溫下陰乾，即為苦味酸鈉試紙。將苦味酸鈉試紙裁成 3×3 cm 後，

放置低溫下以備分析。分析時，將裁切後的試紙放入 LC vial (Agilent Co.) 中。


- c. 分析：乾燥磨粉之樣品稱取約 0.1 g；鮮葉樣品則稱取 0.05 g，並放入玻璃離心管，加入 0.3 M pH 值 3.73 醋酸緩衝溶液，每管加入 2 mL，並把裝有試紙的 LC vial 倒扣於離心管瓶口，使兩者密合。為了增加接合處的密合，以石蠟膜(Parafilm)包裹接合處。將分析裝置置入 30°C 水浴，至少反應一天 (附錄圖 9)。
- d. 配置 100 mL 0.3 M 的醋酸緩衝液。首先，取 1.76 mL 冰醋酸加入定量的水中。再加入 2.56 mL 1 N 的氫氧化鈉。將溶液定量至 100 mL。
- e. 製作檢量線：本實驗以氰化鉀標準品製作檢量線。精稱 0.1g 氰化鉀，以去離子水溶解後定量至 100 mL，配置成 1000 mg/L 之氰化鉀標準液。將標準液稀釋成 500、250、125、61.5、31.25、15.125 mg/L 之氰化鉀標準液，分別取 2 mL 標準液於離心管中，再加入 2 mL 緩衝液，將離心管與樣品一同放置於 30°C 水浴，利用氰離子(CN⁻)於 26°C 即到達沸點，苦味酸鈉試紙可與汽化的氰離子產生顏色變化。
- f. 分光光度計測定：取平底試管，將反應後的試紙放入，加入 10 mL 去離子水，靜置 30 min.。以波長 510 nm 測定吸光值。

3.2.2.2. 氰糖苷及其衍生物氫氰酸之分析條件

3.2.2.2.1. 葉片節位與氰糖苷含量之關係

於 2013 年 11 月 9 日採集位於陽明山竹子湖地區同一株墨點櫻桃枝葉片，採集未萌發二次梢的枝梢，依葉片所屬節位分為 1 至 7 節上之葉片 (由枝條頂芽開始計算)，並以 50°C 熱風烘乾至恆重，將乾燥葉片磨粉，將乾燥葉片磨粉經 20 目篩，精稱 0.1±3% g。以苦味酸鈉法(見 3.2.2.1)分析其總氫氰酸含量。

3.2.2.2.2. 烘乾溫度對葉片氰糖苷含量之影響



葉片採集自同一株墨點櫻桃植株，取植株最新生長且成熟的枝條上第 3 至 5 片葉，並將葉片以 50、60、70、80 及 90°C 熱風烘乾至恆重，將乾葉分為一半，其中一半以 105°C 烘乾至恆重秤取乾重，了解不同溫度烘乾後剩餘含水量。一半乾燥葉片磨粉後經 20 目篩，精秤 0.1±3% g。以苦味酸鈉法(見 3.2.2.1)分析其總氫氰酸含量，並於分析時，加入額外的水解酶以確保氰糖苷能完全反應生成氫氰酸。

3.2.2.2.3. 烘乾溫度對葉片氰糖苷水解酵素活性之影響

葉片狀態及採集方式如 3.2.1.2 節。樣品分為鮮葉與乾葉兩部分，採集後直接以鮮葉秤取 0.05 g；將同批葉片以 50 °C 烘乾至恆重將乾燥葉片磨粉經 20 目篩，精秤 0.1±3% g 間。兩份樣品以苦味酸鈉法分析(見 3.2.2.1)，分析樣品中氰糖苷水解酵素活性。

3.2.2.2.4. 氰糖苷水解酵素反應最適 pH 值

葉片狀態及採集方式如 3.2.1.2 節。葉片以 50°C 熱風烘乾至恆重，將乾燥葉片磨粉經 20 目篩，精秤 0.1±3% g。並分別加入 pH 值 1.11、2.11、3.11、3.78、4.78、5.7 及 6.8，並以苦味酸鈉法(見 3.2.2.1)分析其總氫氰酸含量。緩衝溶液配置如下：pH 值 1.11、2.11、3.11 及 6.8，利用磷酸配置，將 0.3 mL 的磷酸加入 30 mL 的水中，利用 pH 酸鹼度計測定溶液 pH 值，並以 1 N 的氫氧化鈉 調整至目標 pH 值，後定量至 50 mL，配置成 0.3 N 的磷酸緩衝溶液；pH 值 3.78、4.78 及 5.7 利用醋酸配置，將約 0.9 mL 的冰醋酸加入 30 mL 的水中，利用 pH 酸鹼度計測定溶液 pH 值，並以 1 N 的氫氧化鈉 調整至目標 pH 值，後定量至 50 mL，配置成 0.3 N 的醋酸緩衝溶液(王等, 1987)。

3.2.2.2.5. 氰糖苷水解酵素活性測定

酵素活性以測定初始反應速率(V_0)作為代表，初始反應速率以接近反應起始點($t=0$)的產物生成速率。葉片狀態及採集方式如 3.2.1.2 節。鮮葉以



葉圓片稱取 0.05 g，在反應 10、20、40、60、80、160、320、640 及 1280 min.後，以苦味酸鈉法分析(見 3.2.2.1)其總氫氰酸含量。

3.2.2.3.葉齡與葉片總氰糖苷含量之影響

目的為了解葉片年齡與氰糖苷含量之影響，以期得到適宜採集葉片之時機。調查時間由 2013 年 3 月至 2014 年 7 月，調查 2013 年萌發之一次及二次梢，2014 年萌發之一次梢上之葉片，葉片年齡與氰糖苷之關係。葉片採自陽明山竹子湖頂湖地區已標定之芽。2013 年一、二次梢標定的時間點分別在 2013 年 2 月 21 日及 2013 年 9 月 6 日；2014 年一次梢標定時間，B 組為於 2 月 16 日，A 組為 2 月 22 日。標定後，待芽體抽出枝條後，採集枝條中段 3 至 5 節上的葉片。

將採集之葉片調查葉長寬後，以去離子水擦拭乾淨並稱取鮮重，放入烘箱以 50°C 烘乾至恆重(約需兩天)，稱取乾重，以磨粉機打碎至可以通過 20 目篩網。過篩之粉末以塑膠連接盒封裝後放置於-20°C 凍箱保存，以供後續分析工作之用。另有以鮮葉分析，則將葉片擦拭乾淨後，以打洞機打出葉圓片(0.34 cm²)，稱取定量的葉圓片進行分析。本研究之分析方法分為苦味酸鈉法(見 3.2.3.2 節)。

3.2.3.高杏仁味植株篩選

本試驗調查葉片杏仁味濃淡，並以苦味酸鈉法(見 3.2.3.2 節)分析氫氰酸生成速率、氰糖苷總量及感官品評，並以上述三種指標期望可篩選出葉片揮發較濃郁杏仁味的植株。氫氰酸生成速率的分析方式為精秤 0.05±3% g 的鮮葉，加入 pH 值 3.73 的醋酸緩衝液，並以冷凍破壞細胞以模擬葉片受到搓揉，並以苦味酸鈉法分析氫氰酸於五小時內的釋放量。

氫氰酸總量之分析方法與生成速率相同，不同的地方為此分析為使氰糖苷會被完全反應產生氫氰酸，會使反應至少一天。感官品評的方式為稱取 0.5 g 鮮葉，後加入定量去離子水，冰入-20°C 凍箱，藉由冷凍破壞細胞以模擬葉片受到搓揉，

而產生杏仁味。品評依其杏仁味濃淡進行排名，依其排名給予積分，品評結束將各品評員給予的積分平均作為單株之評分。

試驗採集竹子湖地區及臺大地區的植株，分別 10 及 15 株。於 2014 年 3 月 29 日及 2014 年 5 月 20 採集陽明山地區同一群植株；臺大地區於 2014 年 5 月 10 日採集一次。3 月 29 日採集陽明山地區植株於 2013 年萌發最後一次梢上第三片葉；5 月 10 日及 5 月 20 則採集 2014 年一次梢上第三片葉。

3.2.4. 墨點櫻桃果實調查

本試驗調查果實基本性狀，以期作為未來應用之基礎。調查時間於果實成熟階段(約 10 月至隔年 1 月)，採集陽明山地區及蓮華池，採集有成熟果的果串，並將果實依紫黑色佔果皮的比例分為未熟(0-30%)、半熟(30-60%)及全熟(60-100%)。調查項目：果高、果寬、果肉重(外及中果皮)、內果皮重、種子重、果實體積及果核(內果皮與種子)體積。

3.2.5. 統計方法

實驗數據是使用 SAS 軟體，進行變異數分析(analysis of variance, ANOVA)，以 LSD's multiple range test 進行調查及樣品內容物含量之差異顯著性分析。作圖則以 SigmaPlot 10.0 繪圖與分析回歸方程式及其差異顯著性。

第四章 結果與討論

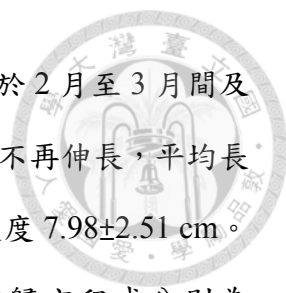


4.1. 墨點櫻桃生育調查

4.1.1. 墨點櫻桃枝梢發育

墨點櫻桃萌芽至抽出枝梢可分為四個時期。第一個時期，芽的褐色鱗片將芽包裹緊密，芽外觀顏色偏向褐色。第二個階段，為本試驗定義芽開始發育的起始階段，此階段芽會膨大且鱗片間開始產生綠色稱為露白；隨後完全褐色的鱗片脫落，保留下端綠色，但尖端為褐色之鱗片葉，此時芽呈現綠白色的狀態稱為萌芽。第二階段大約經過 7 日，芽進入第三個階段。第三階段初期殘存的鱗片展開，枝條開始快速抽長，可見正常葉與枝梢；墨點櫻桃為典型抽梢生長模式，此時期初期已可見當次梢所有完整葉片，此階段葉片及枝條皆呈紅色稱為新梢生長期。第二階段再經過約 7 日會進入第四個時期，此階段枝條已完全抽出，可見明顯的葉片、托葉及鱗片葉、葉片仍呈現紅色，而枝條已轉為綠色。枝條由頂芽算起上端約 3 至 11 個節位會生長葉片，靠近基部的 5 個節位著生基部綠色尖端褐色之鱗片葉，並不生長正常葉片，此階段枝條葉片及總節位已固定，枝條長度還持續生長。有些枝梢在此階段，不生長葉片之節位上萌生花序(圖 1、2)。枝條長度長至恆定後，鱗片葉及托葉會脫落，枝條會逐漸木質化，芽體長至飽滿，葉片生長恆定，等待抽出下一次的枝梢。

墨點櫻桃植株於臺大，即平地的環境下，一年會萌發三次枝梢，分別於 2 月至 3 月間、5 月至 6 月間及 7 月至 8 月間(圖 3)。由圖 3 結果顯示，在平地生長的墨點櫻桃植株，萌出第一次枝梢後 15 日，枝條長度不再伸長，平均有 9.85 ± 1.56 cm；第二次枝條萌出後 15 日，枝條即達到最大長度為 11.12 ± 1.17 cm；第三次枝條萌出後 15 日，枝條即達到最大長度為 10.48 ± 2.55 cm。三次枝梢之生長曲線均為典型的 S 型曲線(sigmoidal curve)，迴歸方程式分別為 $y=9.85/(1+\exp(-(x-7.1)/3.13))$ ； $y=11.12/(1+\exp(-(x-78.04)/1.54))$ 及 $y=10.48/(1+\exp(-(x-199.77)/2.79))$ ； R^2 皆為 0.99，P 值均小於 0.01，亦即均達極顯著水準。



陽明山地區之墨點櫻桃植株在 2013 年萌發二次枝梢，分別於 2 月至 3 月間及 7 月至 8 月間(圖 4)。植株於萌出第一次枝梢後 37 日，枝條長度不再伸長，平均長度 9.15 ± 2.20 cm；第二次枝條萌出後 60 日，枝條即達到最大，長度 7.98 ± 2.51 cm。兩次枝梢之生長曲線亦均為 S 型曲線(sigmoidal curve)，迴歸方程式分別為 $y=9.15/(1+\exp(-(x-21.13)/7.38)$ 及 $y=7.98/(1+\exp(-(x-237.08)/13.8)$ ， R^2 分別為 0.94 及 0.94，P 值均小於 0.01，均達極顯著水準。

2014 年觀察陽明山竹子湖墨點櫻桃植株，植株 2013 年生長的二次梢上，由頂端向下算起 1 至 6 節芽，著生正常葉之節位，會萌發當年一次梢，而芽序與萌出一次梢之狀態，如圖 5 所示。狀態除第二芽之外，在標定後 23 天始見萌芽，其餘節位均開始萌芽，標定後 36 天新梢發育即達到穩定狀態，第二節位芽在標定後 29 天見萌芽，標定後 44 天新梢發育達至恆定狀態。標定後 64 天統計，不同節位芽之萌芽率顯然有差異，因此將最終萌芽率進行變方分析及組別間顯著性比較，結果如圖 6。圖 6 的結果顯示 1 至 6 節芽的萌芽比率分別為 86.67、3.33、60、76.6、63.33 及 63.33。第 1 節芽之萌芽率顯著高於其他節位，第 2 節位芽之萌芽率顯著低於其他節位，可能受到頂芽優勢的抑制，3、4、5 及 6 節上芽的萌芽率則無差異。

2014 年調查陽明山地區之墨點櫻桃植株，枝梢上由頂端數起 1 至 6 節位芽所萌發的一次梢生長曲線均為 S 型曲線(圖 7)。依據枝條長至恆定時枝條長度，將同一節位所有萌發的枝條根據長度分為長枝條及短枝條兩組。其中，枝條長度高於所有枝條的平均值者為長枝條及低於平均值者為短枝條，再將兩組分別製作生長曲線。1 至 6 節位芽萌發不論長枝條或短枝條，皆於標定後 21 天開始萌發抽出枝條。其中，第 2 節位芽之萌出短枝條，其餘各節位萌出之新梢兩者均有。長枝條組 1 至 6 節芽去除第 2 節，分別於芽開始萌發後 61、56、58、59 及 56 日新梢長至恆定，長度分別為 11.19 ± 1.89 、 10.18 ± 2.28 、 10.07 ± 1.73 、 11.57 ± 2.04 及 8.99 ± 2.73 cm。短枝條組別 1 至 6 節芽，分別於芽萌發後 56、66、57、58、57 及 48 日長至恆定，長度分別為 5.24 ± 1.82 、3.17、 4.41 ± 1.33 、 4.57 ± 1.66 、 5.98 ± 1.38 及 3.88 ± 0.10

cm。1 至 6 節位的芽所抽出的枝條於長至恆定後，長枝條間與短枝條間枝條長度並無顯著差異，迴歸方程式如圖 7 上所示，P 值均小於 0.01，均達極顯著水準。

墨點櫻桃新梢基部通常不生長葉片，而主要著生基部綠色，尖端褐色之鱗片；這些非正常葉在枝梢生長至恆定後即脫落。由圖 8 顯示葉片數及總節位之關係呈正相關，節數比葉片恆定多 4.87，即每次枝梢平均約有 5 節沒有葉片。由 430 枝條調查結果估算，平均每枝梢上具有 6.2 ± 2.2 枚葉片；共 10.5 ± 2.5 節。花序會生長於一次梢近基部的節位上，通常此節位並不生長葉片，但有些花序也會生長在靠近基部的葉片的葉腋(圖 2)。花序與枝條一同抽出，枝條長至恆定後開花，而果實在當年 10 月至隔年 1 月成熟。

由以上結果觀察可看出，墨點櫻桃常綠樹種，且具有間歇性生長的抽梢習性。每次梢可能依枝梢營養與分化狀況，長出帶有 3 至 15 片葉，平均具有 6.2 ± 2.2 枚葉片；共 10.5 ± 2.5 節。由於墨點櫻桃芽上具有數枚褐色鱗片與苞片葉，故前者會再枝梢基部分別留下一段節間短縮莖和正常節間但無葉片的莖段。墨點櫻桃在春梢萌出後，無葉的節位與基部的有節葉，即有可能萌出花序，並常年結實而後果實成熟。第二次與第三次梢不萌出花序。因此墨點櫻桃屬於典型的結果母枝型之落葉樹，與其他李亞科植物不同。




4.1.2 葉片生長調查

陽明山地區，墨點櫻桃葉片於不同生育日數的型態如圖 9。芽露白時剝除芽外的鱗片，可看到芽內部已具有葉片，此階段(標定後第七日)芽內之葉片顏色為黃綠色偏黃，葉片長寬約達完全展開時長寬的 4.3 及 4.8%。待枝條抽出，葉片會進入快速生長時期。露白後第 15 日，葉片尚未展開，處於對折的狀態，顏色呈紅色，長寬約達完全展開時期的 14.5 及 14%。露白後 28 日，葉片已展開，葉片顏色漸漸轉成淡綠色，葉綠素計讀值約 15.85，長寬分別約達完全展開時期的 60.2 及 52.6%。露白後 35 日，葉片顏色已完全由紅色轉變為綠色，葉綠素計讀值約 21.66，長寬約達完全展開時期的 83.1 及 75.8%。露白後 63 日，葉片已達完全展開長，葉長寬分別約 8.92；寬約 2.76 (以第三節葉片之數值代表)，葉色呈墨綠色，葉綠素計讀值約 42.93。

陽明山竹子湖地區生長的墨點櫻桃，2013 年一次梢上葉片之葉長與寬，分別於標定後 50、54 日(圖 10)，達完全展開程度，長度分別為 8.58、2.67 公分；葉綠素計讀值約於 240 日後，達恆定值 68.19(圖 11)。此三項目的生長曲線均為典型的 S 型曲線(sigmoidal curve)，回歸方程式分別為 $y=8.58/(1+\exp(-(x-27.53)/9.53))$ ； $y=2.67/(1+\exp(-(x-28.79)/10.75))$ 及 $y=68.19/(1+\exp(-(x-50.16)/41.11))$ ； R^2 為 0.92、0.95 及 0.95，P 值皆小於 0.01，達極顯著水準。

陽明山竹子湖地區生長的墨點櫻桃，2013 年二次梢上葉片枝葉長與葉寬及葉綠素計值分別於標定後 54、58 及 92 日(圖 12、13)達到恆定狀態，此時長寬分別為 8.86、2.83，葉綠素計讀值達 61.95。此三項目的生長曲線均為 S 型曲線(sigmoidal curve)，迴歸方程式分別為 $y=8.86/(1+\exp(-(x-39.75)/8.05))$ ； $y=2.83/(1+\exp(-(x-40.08)/7.58))$ 及 $y=61.95/(1+\exp(-(x-57.71)/15.19))$ ； R^2 為 0.95、0.96 及 0.9，P 皆小於 0.01 均達極顯著水準。

2014 調查陽明山竹子湖地區 A 組墨點櫻桃植株，一次梢上葉片之葉長、葉寬及葉綠素計讀值之生長曲線均為 S 型曲線。標定後，生長至恆定天數隨著節位增



加而減少(圖 14、15)。葉片節位係由頂梢向基部算起之葉序結果(以下均以相同方法表示葉序)，葉片長度部分，由頂端起算第一節至第六節，分別於標定後 55、52、51、50、50 及 47 日生長達恆定狀態，此時葉長分別為 8.43、8.91、8.92、8.66、8.19 及 7.67 公分。葉片寬度部分，由頂端起算第一至第六節葉片，分別於標定後 58、56、55、51、50 及 48 日生長達恆定狀態，此時葉寬分別為 2.44、2.80、2.76、2.62、2.34 及 2.17，葉寬至恆定天數較葉長多約 1 至 4 天。兩者與生長日數間之迴歸方程式如圖 14 及 15 上所示， R^2 皆達 0.97 以上，P 值均小於 0.01，均達極顯著水準。

葉綠素計讀值部分，由頂端起算第一節葉片至第六節葉片，於標定後約 94、87、84、83、82 及 73 日達至恆定狀態，此時數值分別為 55.89、55.72、55.24、55.26、57.21 及 52.38 (圖 15)，這些數值皆低於 2013 年所調查的結果，推測可能是調查時間長短所導致。墨點櫻桃為常綠樹種，葉片年齡會超過一年，隨著葉齡增加葉片綠色會有持續加深的現象，數值較低的原因，可能是調查時間較短，數值雖然已達恆定，但葉片綠色還呈現微幅增加的趨勢，恆定後的綠色變深的變化較不如快速生長時期明顯。迴歸方程式如圖 15 上所示 R^2 皆達 0.97 以上，P 值均小於 0.01，均達極顯著水準。

隨著葉片生育日數增加，葉片乾物重在葉齡 180 日以前會有一快速累積時期。超過 180 日葉齡後，葉片乾重仍會持續緩慢增加最終達至恆定狀態(圖 16 及 17)。2013 年，一、二次梢上，第 3 至 5 節上葉片分別於標定後 410 及 290 達恆定，每片葉約累積 0.11g 乾物重。2013 年兩次梢葉片乾重與葉齡間之迴歸方程式分別為 $y=0.11/(1+\exp(-(x-85.38)/65.78))$ 及 $y=0.11/(1+\exp(-(x-68.65)/37.16))$ ； R^2 為 0.83 及 0.82，P 皆小於 0.01，均達極顯著水準。2014 年 2 至 6 月間，一次梢上平均葉片於標定後，有一快速累積乾物重的時期，預期會持續累積至恆定(圖 18)，預計趨勢與 2013 年同期之葉片相近。

在葉片生長過程，除葉片長寬的變化，葉片顏色及質地，葉背墨點的生長，皆有所變化。葉綠素計讀值用以代表綠色深淺，葉片顏色於生長階段，會由紅色

轉變為綠色，而後持續變深而至恆定。葉片生育日數增加，葉片質地由紙質變為革質，於完全展開前呈紙質，完全展開後，葉表面蠟質生成、乾物重累積及厚度增加，而漸轉變為革質。在葉片露白後 35 至 49 日間，葉背墨點會快速生合成，可能代表著葉片已開始生合成酚類化合物。

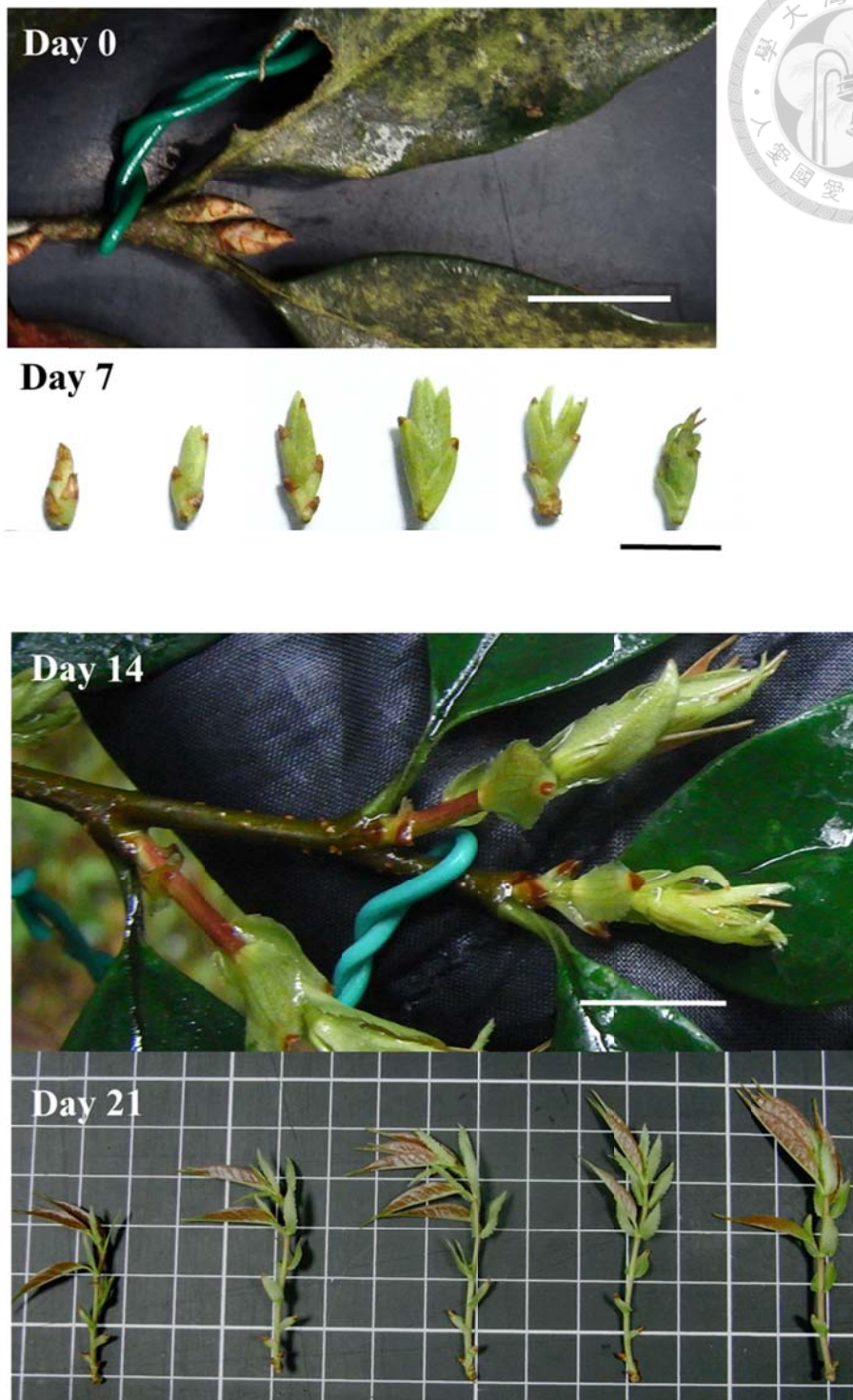


圖 1、墨點櫻桃芽自萌發至抽出枝條不同階段。由上至下分別為標定芽後不同日數芽 (枝條) 的狀態。標芽日期為 2014 年 2 月 22 日。黑及白色底線代表 1 公分

Fig. 1. The breaking stages of *Prunus phaeosticta* buds after 0, 7, 14 and 21 days.



圖 2、墨點櫻桃當年生一次梢開花及結果節位。(a)開花節位,(b)結果節位

Fig. 2. The flowering and fruit setting nodes of first flush of *Prunus phaeosticta*

(a) inflorescences setting nodes, (b) fruits setting nodes.

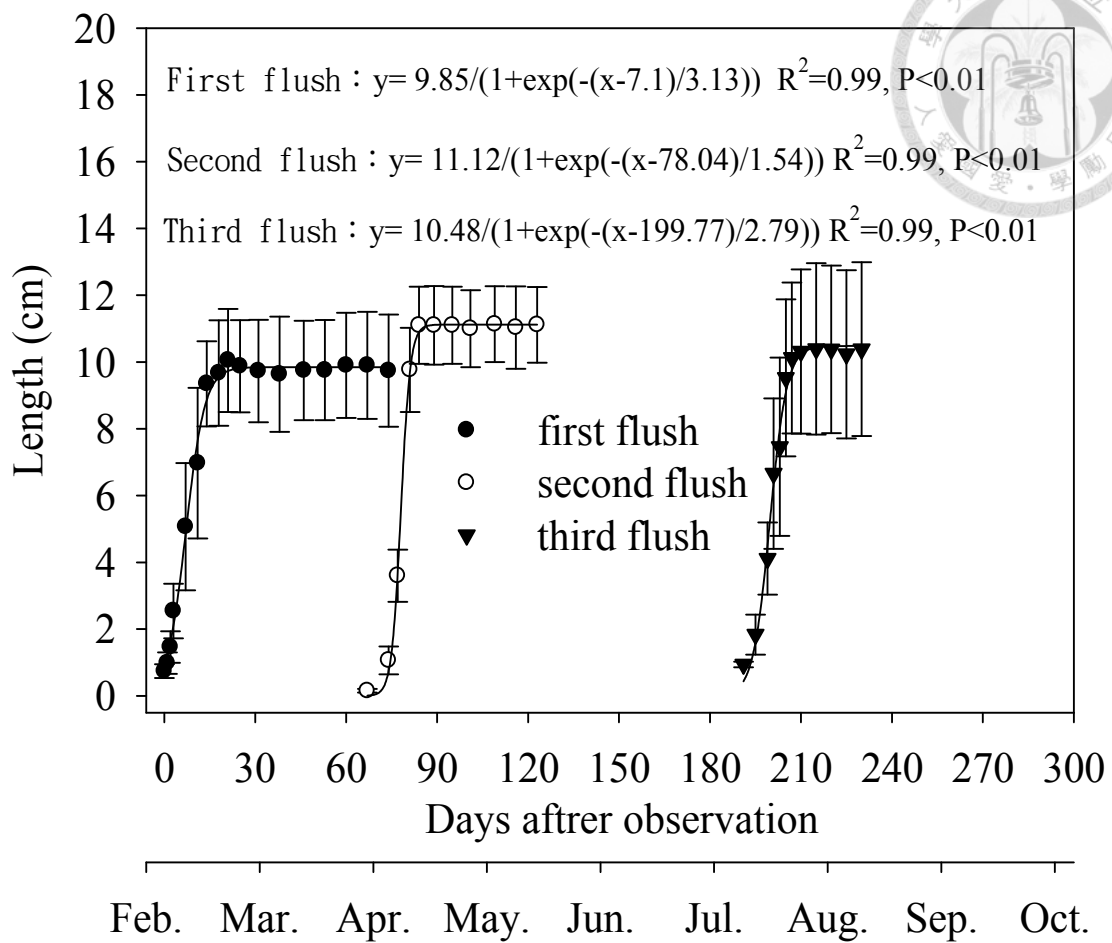


圖 3、2013 年臺大地區，墨點櫻桃枝條生長曲線。一次梢(●)、二次梢(○)及三次梢(▼)。2 月 14 日為開始觀察觀察的日數，並以此日作為觀察起始點

Fig. 3. The growth curves of *Prunus phaeosticta* flushes at National Taiwan University, 2013. First flush (●) started investigation on February 14, 2013. Second flush (○) and third flush (▼) started in following day.

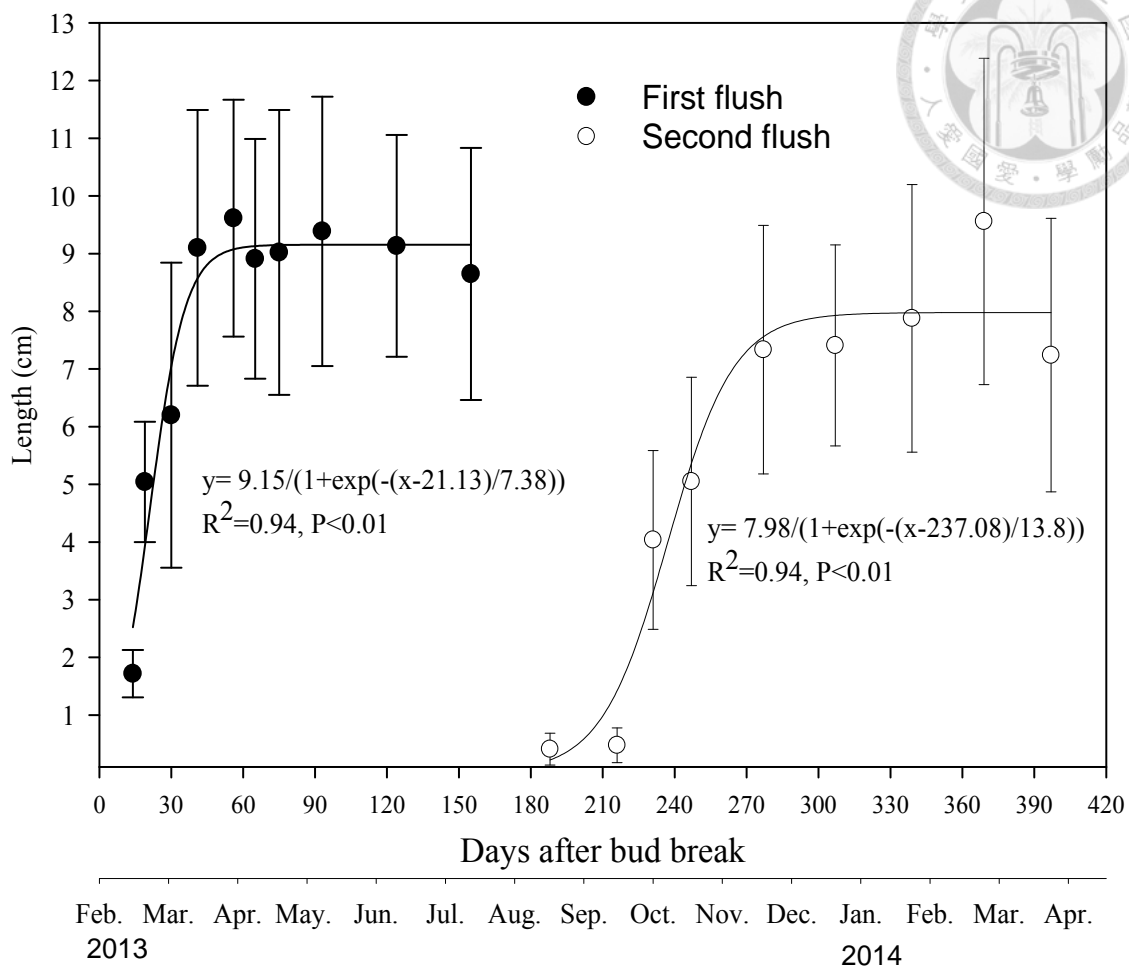


圖 4、2013 年陽明山竹子湖地區，墨點櫻桃枝條生長曲線。一次梢(●)，以 2 月 21 日為觀察起始日；二次梢(○)以 8 月 28 日(188 日)為觀察起始日

Fig. 4. The growth curves of *Prunus phaeosticta* flushes at Jhuzihhu Yangmingshan National Park. First flush(●) started investigation on February 21, 2013. Second flush(○) started investigation on February 21, 2013.

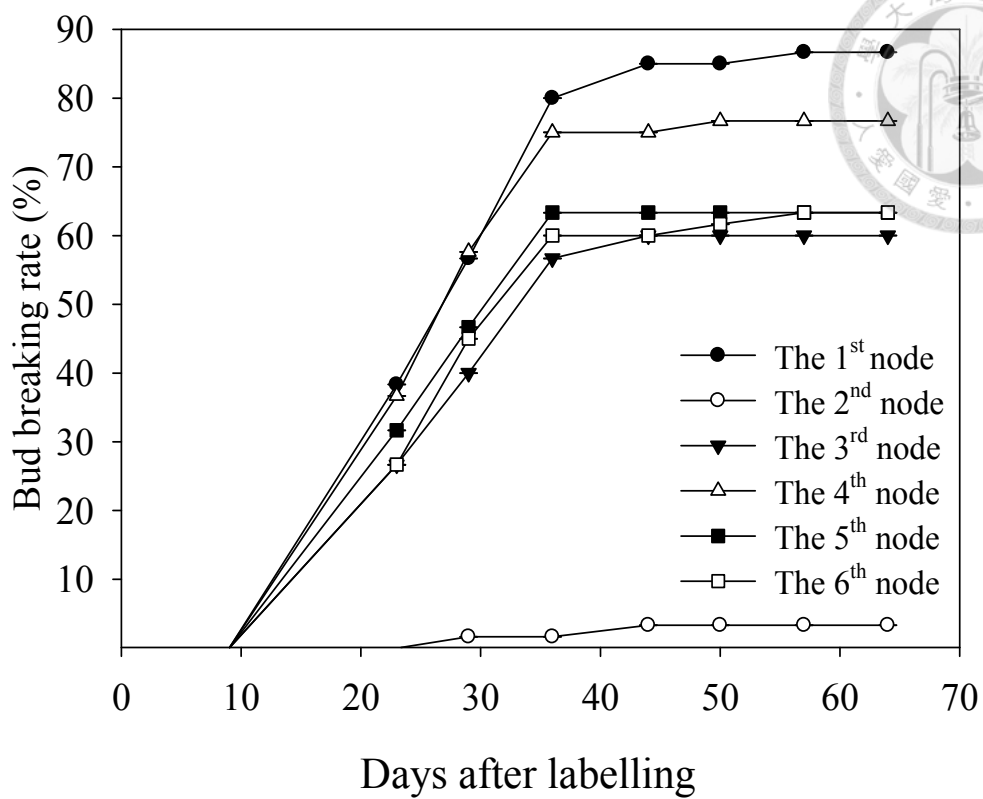


圖 5、墨點櫻桃不同節位芽萌出第一次稍比例之變化。試驗於 2014 年 1 月 24 日標定枝條

Fig. 5. The first flushes bud bursting of different nodes at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park, 2014. Investgation started on Juanary 24, 2014.

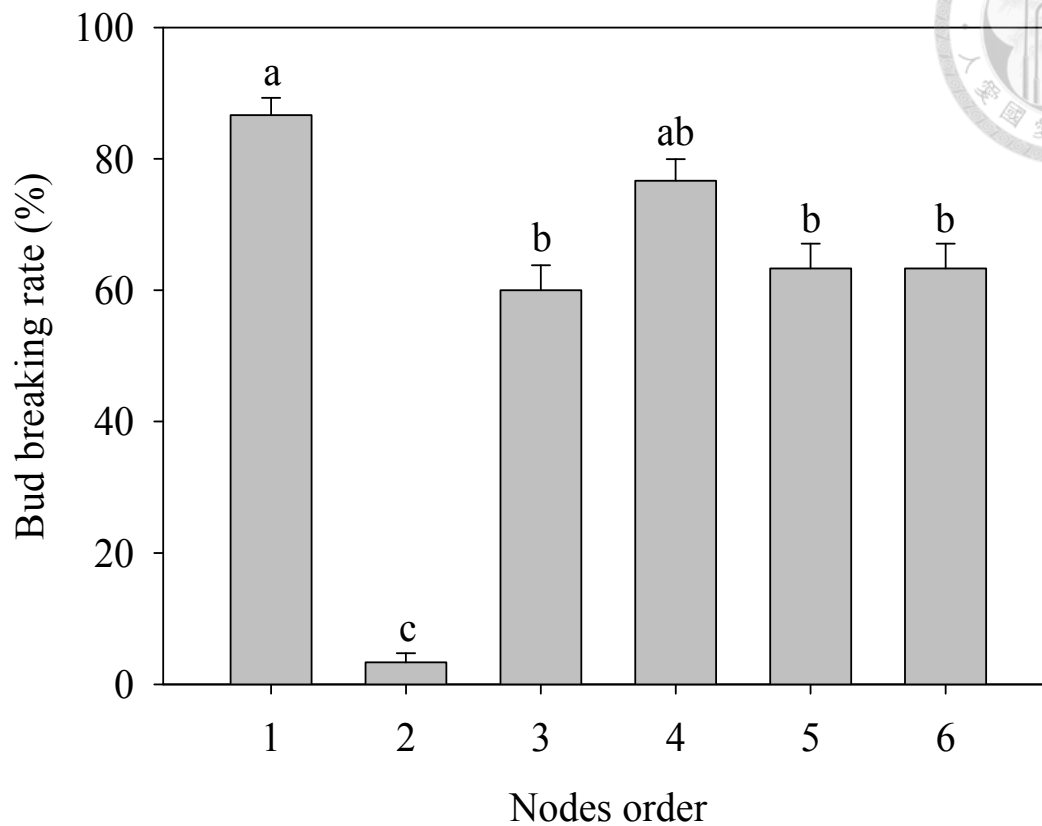


圖 6、陽明山地區，不同節位芽於萌發第一次稍比例。試驗於 2014 年 1 月 24 日標定枝條，於 3 月 29 調查

Fig. 6. The first flush buds bursting rate of different nodes order at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Investigation started on March 29, 2014. Mean separation within columns by LSD multiple range test, 5% level.

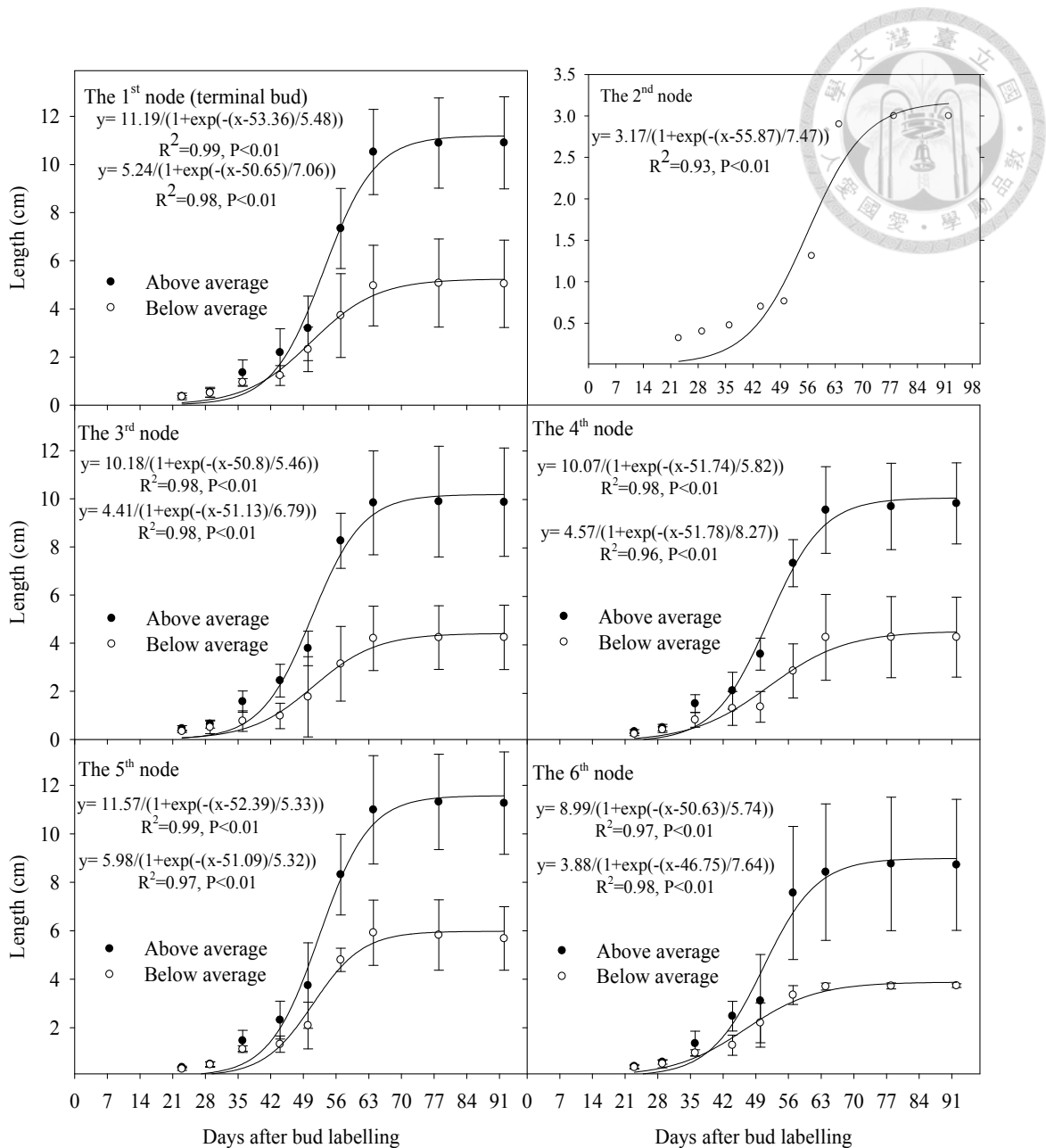


圖 7、2014 年陽明山竹子湖地區，墨點櫻桃枝條一次梢生長曲線。2014 年 1 月 24 日標定枝條，並作為觀察起始日。枝條長度高於所有枝條的平均長度 (●) 及低於平均 (○)

Fig. 7. The growth curves of first flush of *Prunus phaeosticta* at Jhuzihhu Yangmingshan National Park. Investigation started on January 24, 2014.

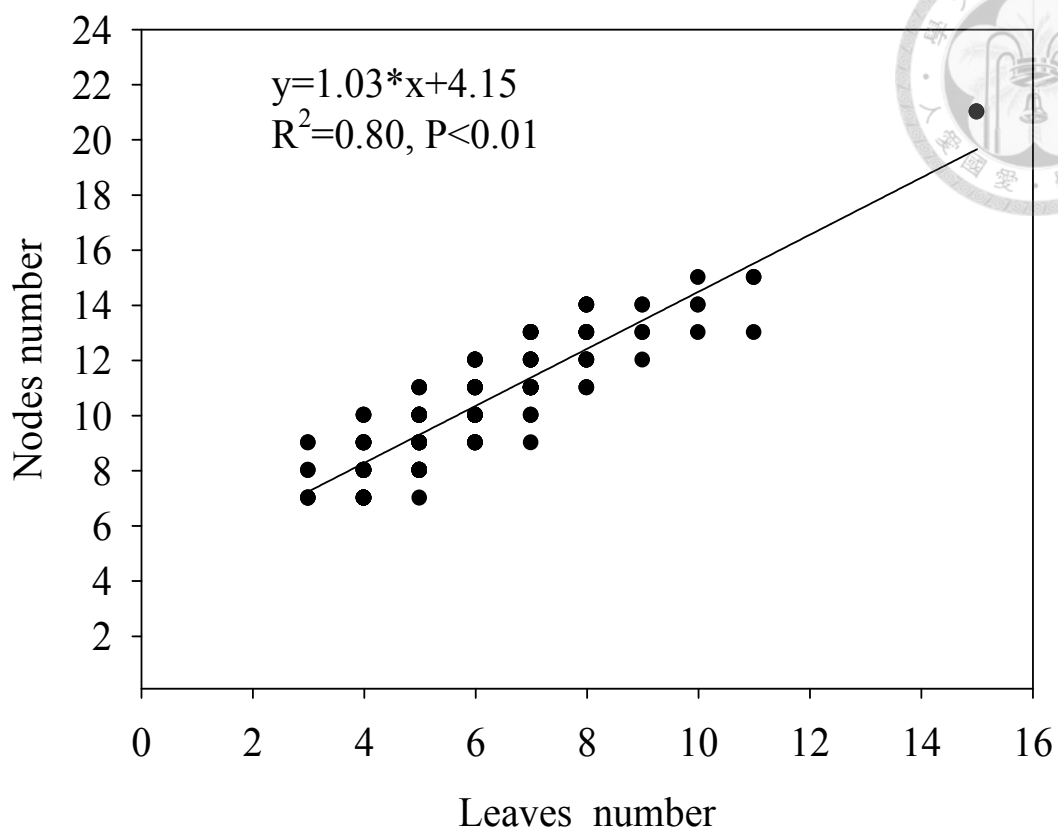


圖 8、2013 陽明山竹子湖地區一、二次梢葉片數及總節位之關係

Fig. 8. The relationship of total leaves and nodes of first and second flush at Jhuzihhu Yangmingshan National Park in 2013.

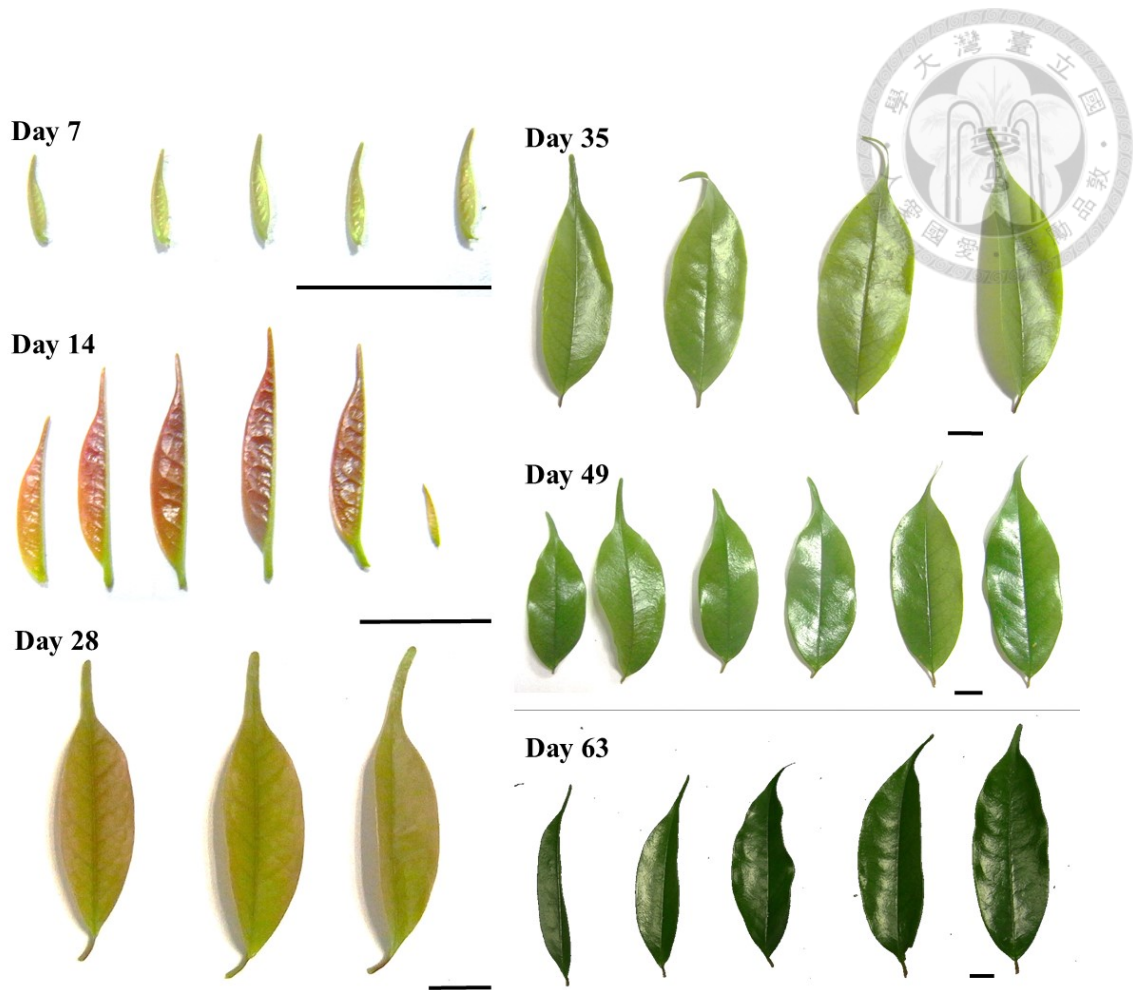


圖 9、墨點櫻桃萌定芽後，不同葉齡葉片狀態。調查於 2014 年 2 月 22 日標定芽，並以此日為觀察起始日。黑色底線代表 1 公分

Fig. 9. The leaf appearance changes of *Prunus phaeosticta* after bud burst different stages of *Prunus phaeosticta* leaf appearance after bud break. Investigation started on February 22, 2014.

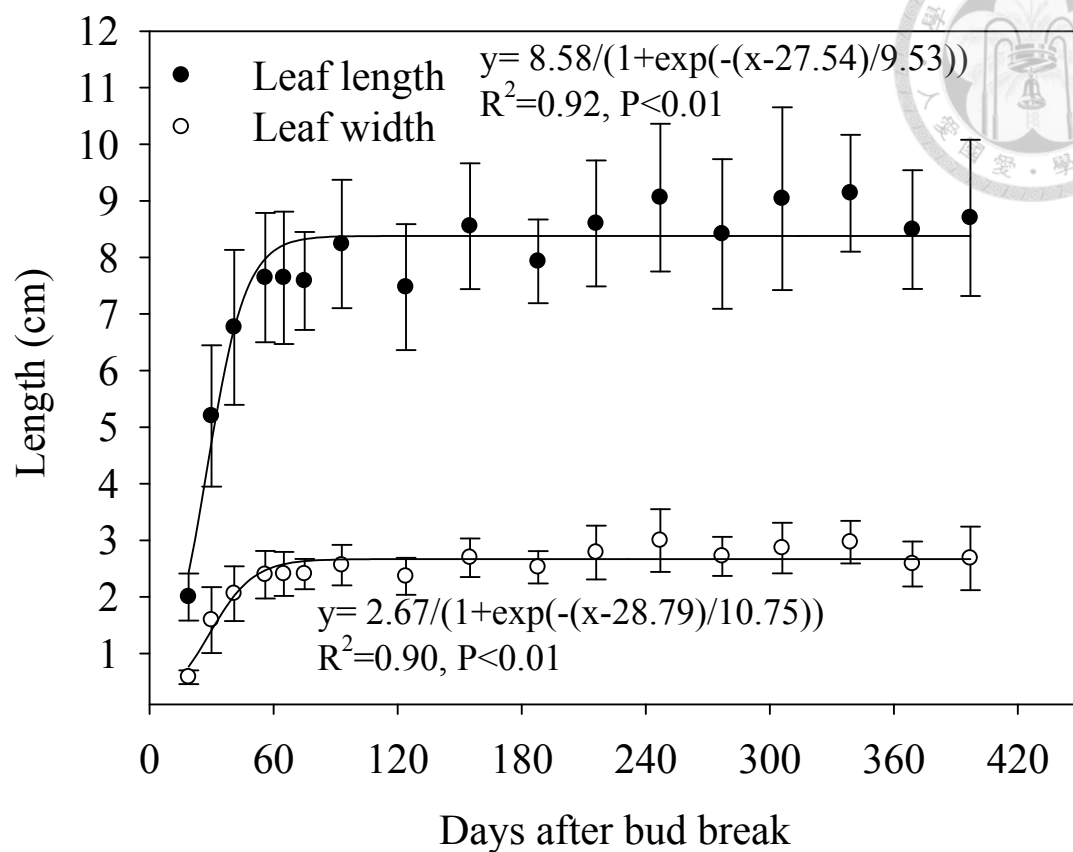


圖 10、陽明山地區，2013 年一次梢第 3 至 5 節葉之平均長及寬生長曲線，葉長 (●)
 葉寬 (○)，調查起始日數為 2013 年 2 月 21 日

Fig. 10. The leaf growth curve of first flush of *Prunus phaeosticta* leaf length (●) and width (○) at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Investigation started on February 21, 2013.

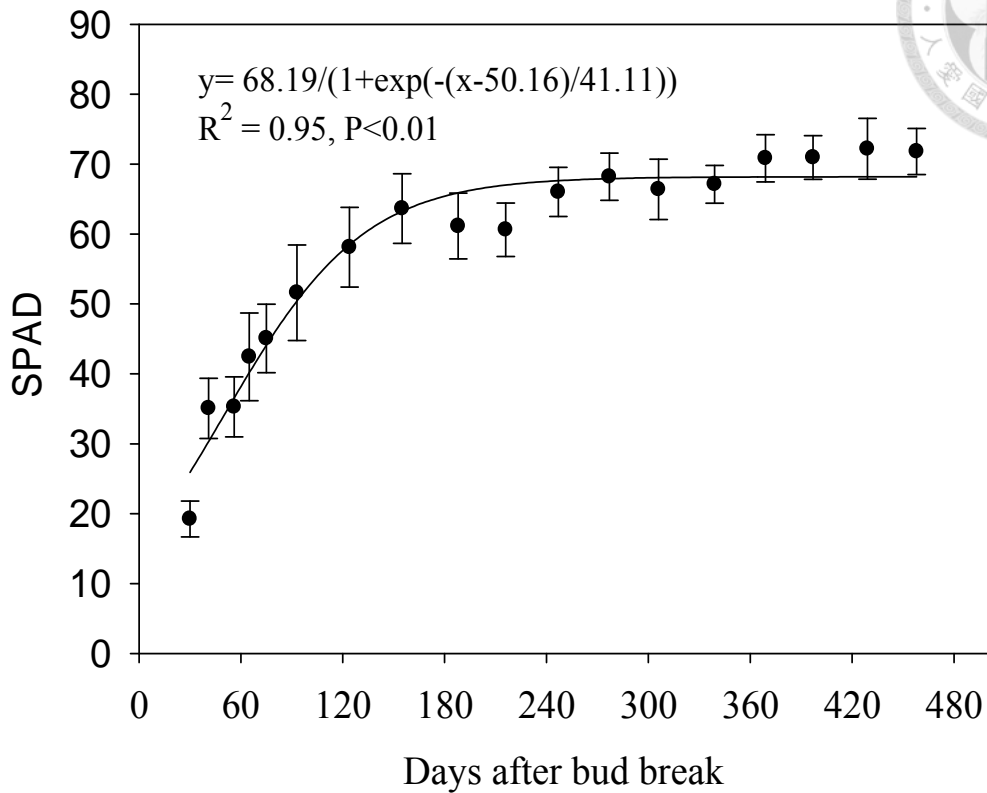


圖 11、陽明山地區，2013 年一次梢第 3 至 5 節上葉片之平均葉綠素計讀值
調查起始天數為 2013 年 2 月 21 日

Fig. 11. The changes of leaf SPAD values of first flush leaves at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Investigation started on February 21, 2013.

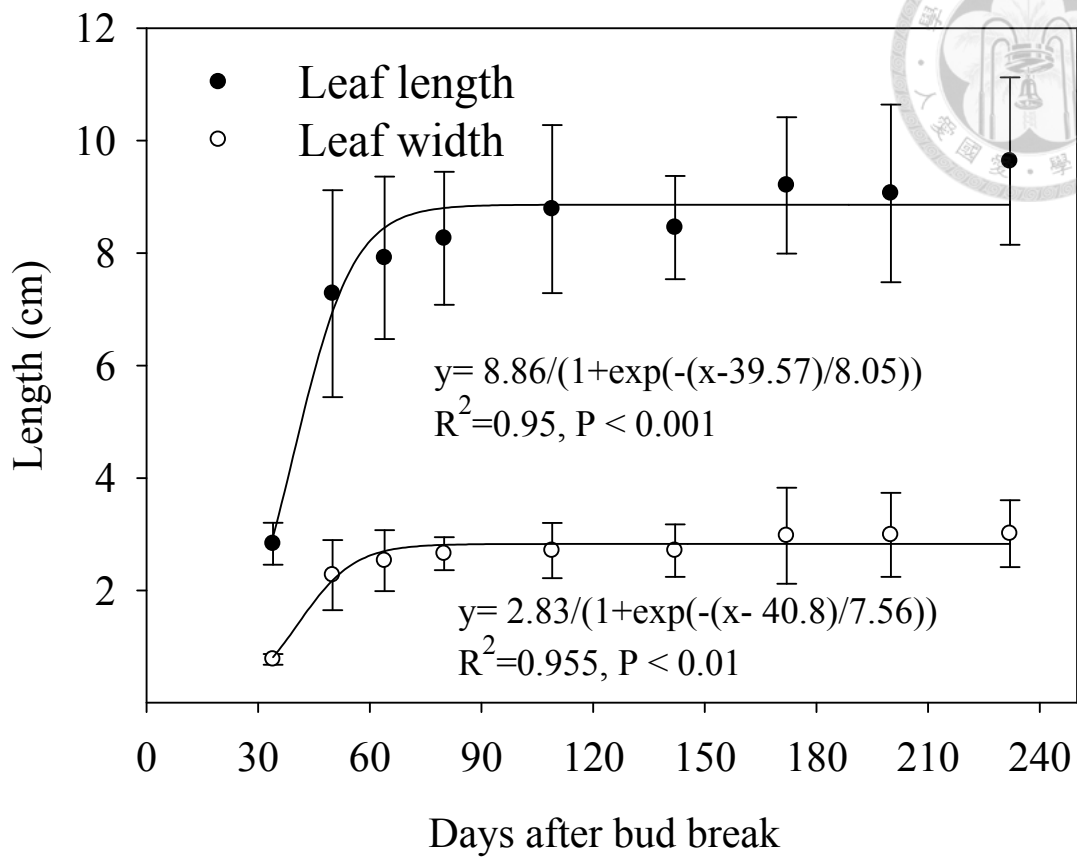


圖 12、陽明山地區，2013 年二次梢第 3 至 5 片葉之平均葉長(●)及葉寬(○)生長曲線，調查起始日為 2013 年 9 月 06 日

Fig. 12. The growth curve of second flush leaves of *Prunus phaeosticta* at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Leaf length (●) and width(○) Investigation started on September 6, 2013.

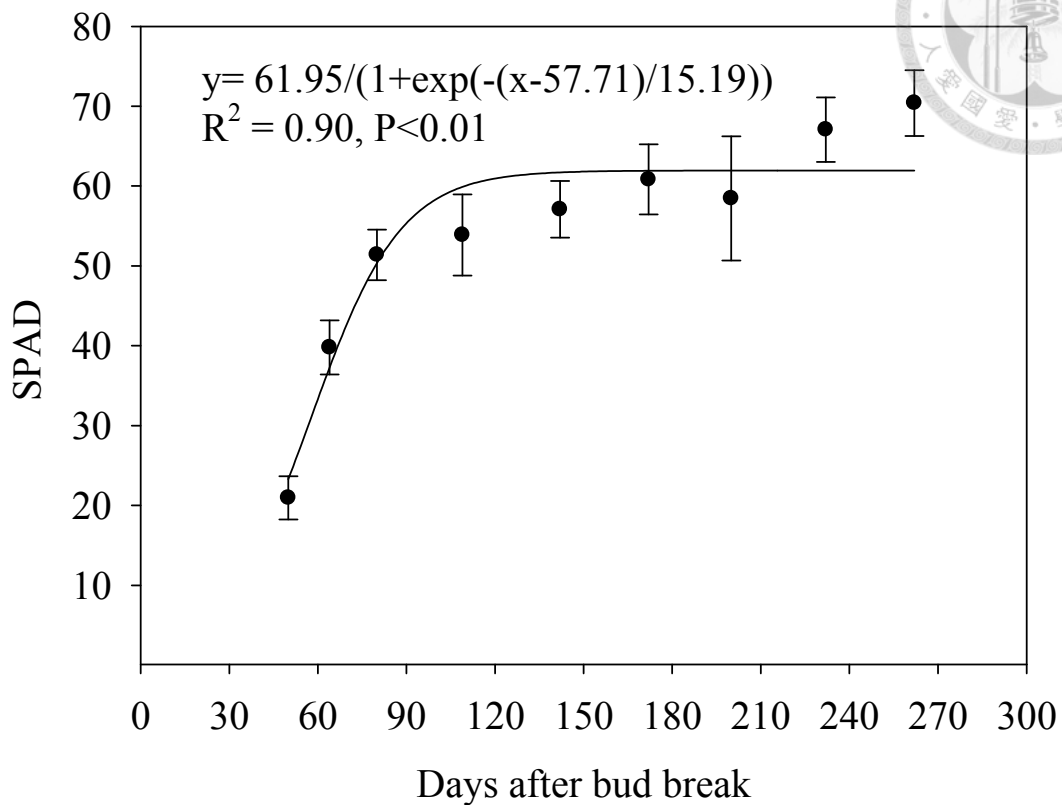


圖 13、陽明山地區，2013 年二次梢第 3 至 5 片葉之平均葉綠素計讀值

調查起始日期為 2013 年 9 月 06 日

Fig. 13. The changes of leaf SPAD values of second flush leaves at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park, Taipei. Survey started on September 6, 2013.

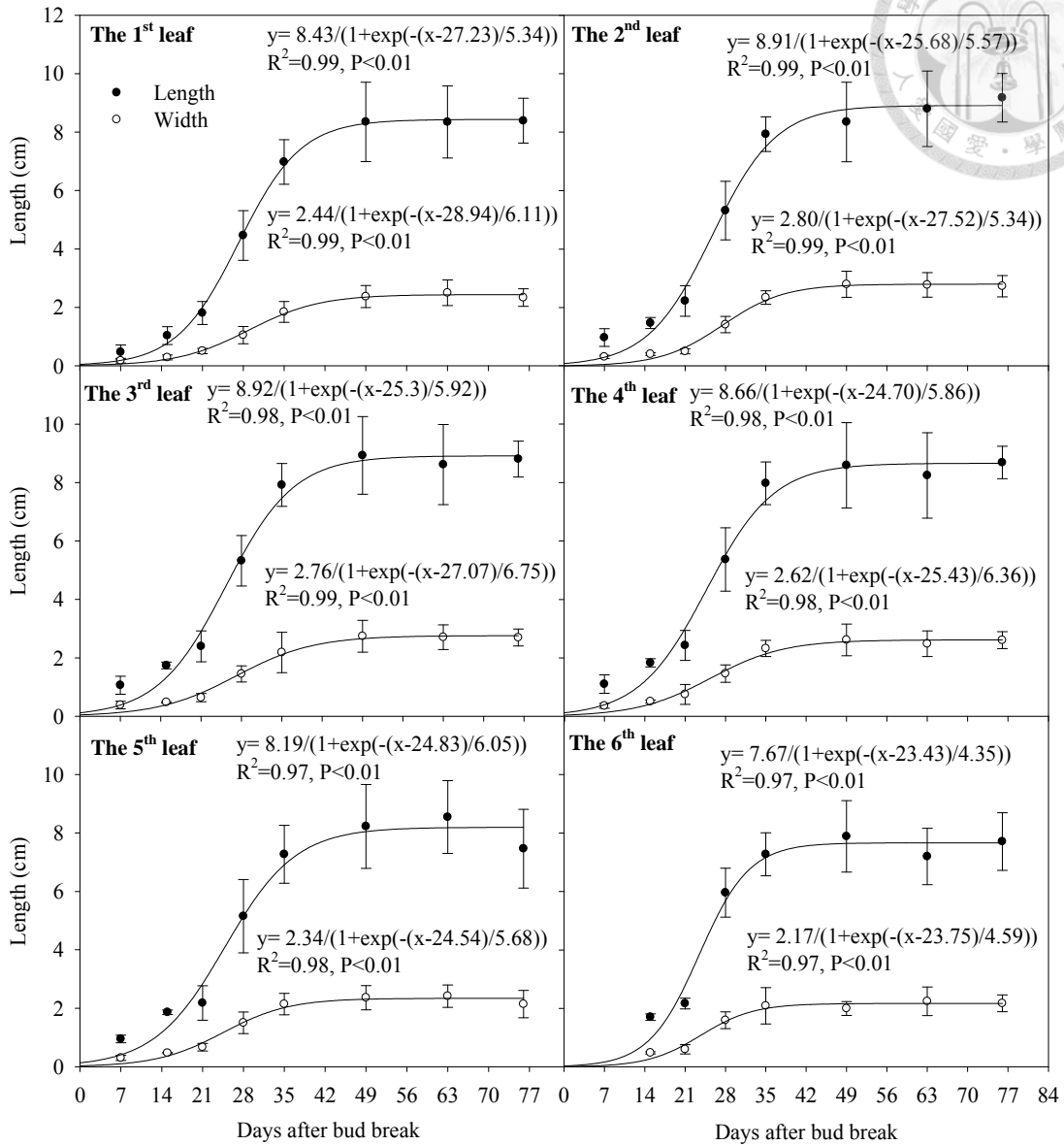


圖 14、陽明山地區，2014 年一次梢第 1 至 6 節葉之平均葉長(●)及葉寬(○)生長曲線，調查起始點日為 2014 年 2 月 22 日

Fig. 14. The growth curves of first flush leaves of *Prunus phaeosticta* at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Leaf length (●) and width(○) Investigation started survey on February 22, 2014.

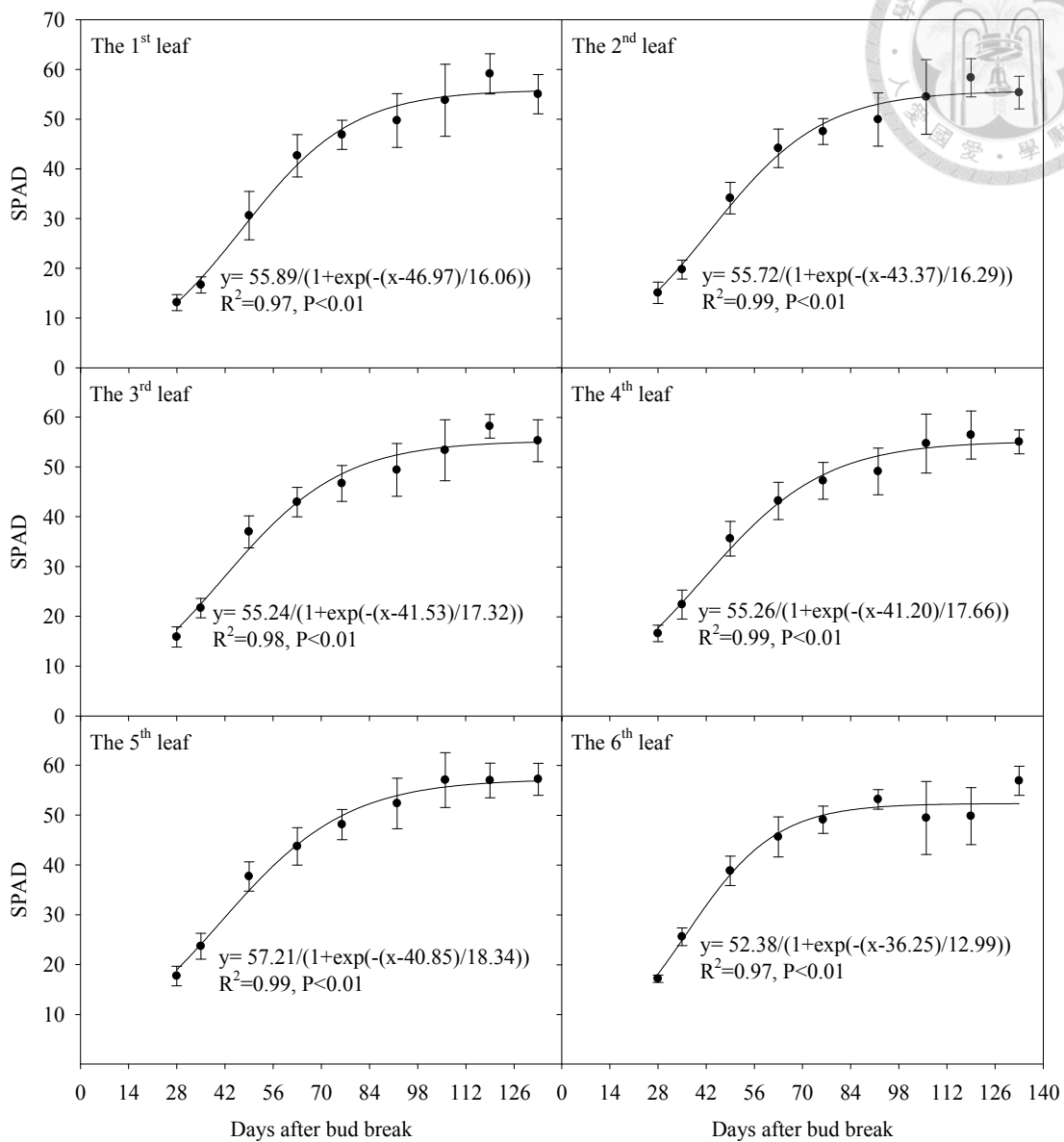


圖 15、陽明山地區，2014 年一次梢第 1 至 6 節葉之葉綠素計讀值變化曲線，調查起始點日為 2014 年 2 月 22 日

Fig. 15. The change of leaf SPAD values first flush leaves of *Prunus phaeosticta* at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Investigation started survey on February 22, 2014.

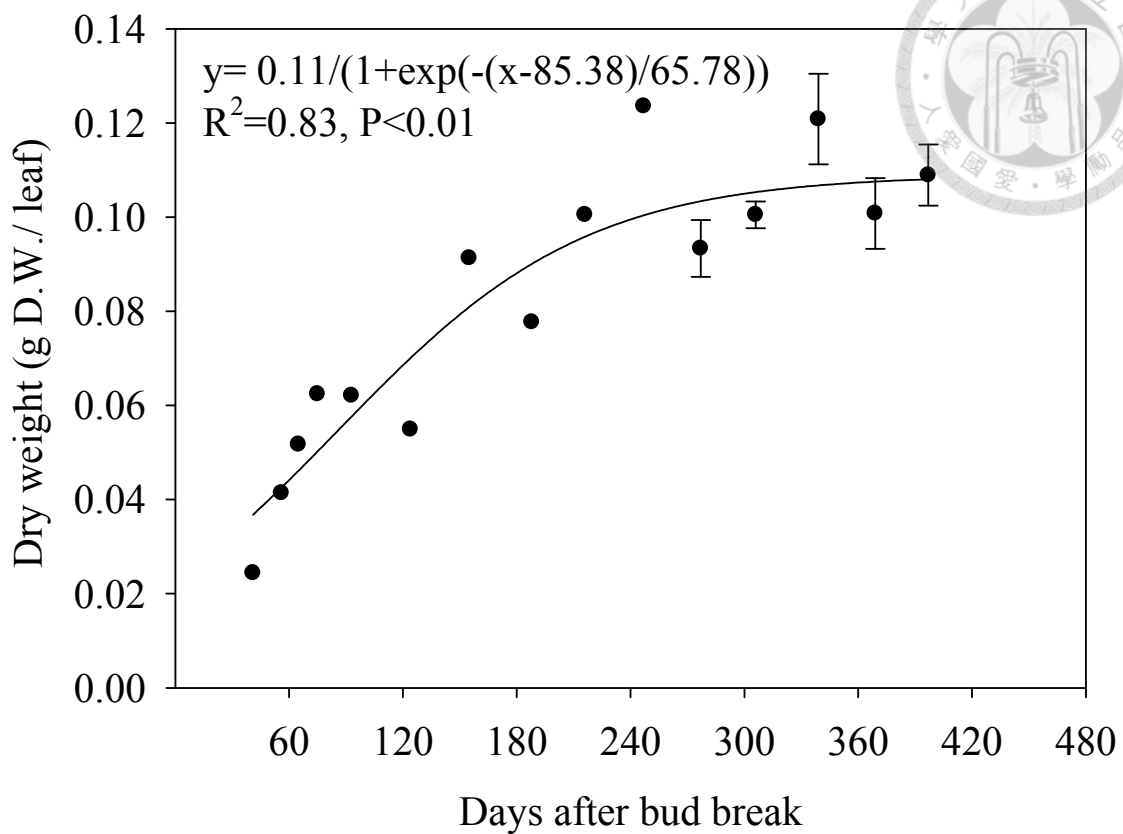


圖 16、陽明山地區，2013 年一次梢第 3 至 5 節葉片，葉片乾重變化。調查起始日為 2013 年 2 月 21 日

Fig. 16. The change of leaf dry weight of first flush leaves at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Investigation started on February 21, 2013.

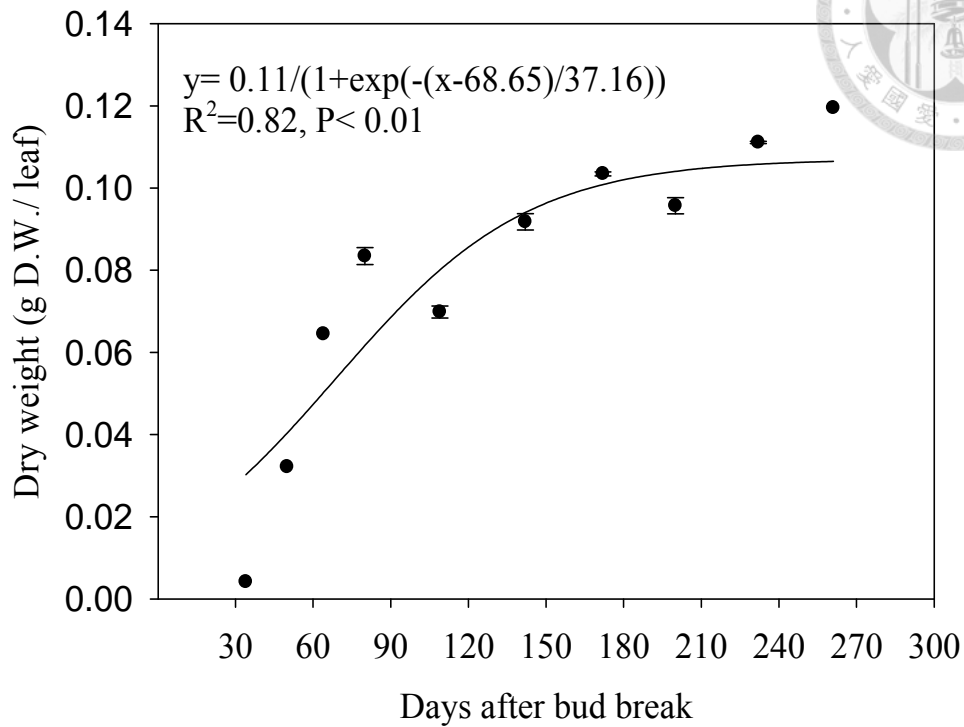


圖 17、陽明山地區，2013 年二次梢第 3 至 5 節葉片，葉片乾物重變化。調查起始
 日為 2013 年 9 月 6 日

Fig. 17. The changes of leaf dry weight of second flush leaves at Jhuzihhu, Yangmingshan
 National Park. Investigation started on September 6, 2013.

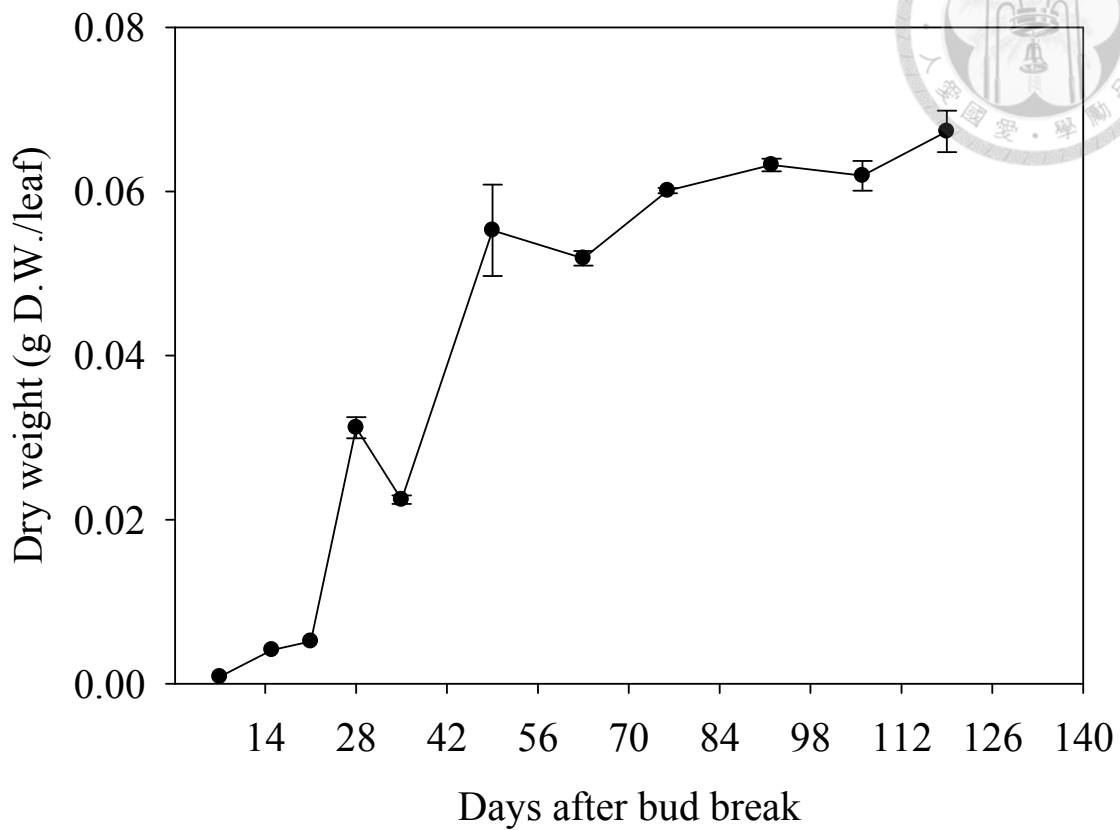


圖 18、陽明山地區，2014 年一次梢第 3 至 5 節葉片，葉片平均乾重變化。

調查起始日為 2014 年 2 月 22 日

Fig. 18. The changes of leaf dry weight of first flush leaves at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Investigation started on February 22, 2014.



4.2. 葉片氰糖苷含量

4.2.1. 氰糖苷及其衍生物氫氰酸之分析條件

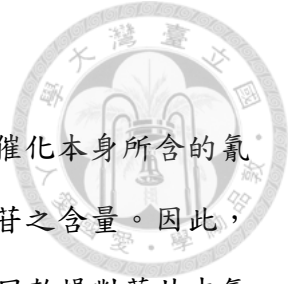
4.2.1.1. 葉片與氰糖苷含量之關係

本實驗目的為了解不同節位，葉片內總氰糖苷含量的差異，於 11 月採陽明山竹子湖地區原生狀態植株上葉綠素計讀值高於 65 的當年生春梢葉片來比較。圖 19 中之節位係由頂梢向基部算起之葉序結果。結果顯示，從 1 至 7 節葉片中，以第 2 節葉片顯著低於其他節位之葉片，而第 2 節至第 6 節葉片隨著節位增加，苦杏仁苷含量有上升的趨勢，第 7 節葉片又會略為下降。其中，第 6 節之葉片之苦杏仁苷含量明顯較高，可達 28.4 mg/g D.W. 之水準，而第 3 與 4 片差異不大。由此可見即使同一次梢，不同葉序上之葉片氰糖苷含量亦有所差異，故應採年齡與葉序相近的葉片來比較。

4.2.1.2. 烘乾溫度對葉片氰糖苷含量之影響

為適應未來加工之需求，本研究採用熱風乾燥，並為找尋最適合烘乾的溫度。在 9 月採集陽明山原生狀態下當年生春梢，由頂芽算起第 3 及第 4 枚葉片，分別以 50°C、60°C、70°C、80°C 及 90°C 烘乾，並分析氫氰酸生成量，回推苦杏仁苷含量，結果如圖 20 所示。鮮葉之苦杏仁苷含量，以 105°C 烘乾至恆重時之乾物重含量換算苦杏仁苷含量達 60 mg/g D.W.；而熱風乾燥的葉片中，以 50°C 烘乾者，保留最多的苦杏仁苷含量，約 33 mg/g D.W.，約保留鮮葉中 54% 的氰糖苷；60、70、80 及 90°C 烘乾者分別保留鮮葉中約 17、24、23 及 11% 的氰糖苷。由以上結果可以瞭解隨著烘乾溫度增加，總氰糖苷損失比例有增加的趨勢，但 60°C 烘乾之葉片含量卻低於 70 及 80°C。此結果與柏(1989)以不同烘乾溫度對梅果內苦杏仁苷含量的結果相似，推論溫度雖會增加酶反應，但超過一定高溫後，酶會很快的失去活性。

在烘乾過程影響葉片內氰糖苷含量包括含水率、烘乾溫度及酶活性。酶反應需水的參與，隨著含水率下降，反應速率會下降。隨著烘乾溫度增加，酶反應也會隨之增加，但高過一定的高溫可能使酶很快失去活性。



4.2.1.3. 烘乾溫度對葉片氰糖苷水解酶活性之影響

在苦味酸鈉法檢測氰糖苷含量時，是藉由葉片中自身的酶催化本身所含的氰糖苷裂解氫氰酸，再測定所釋出的氫氰酸含量，回推出苦杏仁苷之含量。因此，酶活性為影響反應的重要因子。因此，試驗進一步測定 50°C 熱風乾燥對葉片中氰糖苷水解酶活性之影響。由圖 21 之結果顯示，以 50°C 烘乾後，葉片氰糖苷水解酶活性較鮮葉低，而由本節結果顯示，在此種乾燥條件下，仍能維持一定的酶活性。綜合 4.2.1.2 及 4.2.1.3 結果了解，以 50°C 烘乾可保留較高含量的苦杏仁苷及一定量水解酶的活性。

4.2.1.4. 氰糖苷水解酶反應最適 pH 值

酶是一種蛋白質，活性受到反應環境 pH 值影響。在酶催化的反應中，有其最適的 pH 值環境。一般而言，進行酵素反應為維持酵素活性，通常加入適合此酵素反應的 pH 值緩衝液，維持反應環境的 pH 值。本試驗目的找出最適氰糖苷水解酶的最佳之 pH 值條件。將反應條件 pH 值調整在 pH 1 至 7 間，所得之結果如圖 22。氫氰酸生成量回推苦杏仁苷之含量與溶液 pH 值間之迴歸關係，達極顯著水準，迴歸方程式為 $y=6.6.2(x-3.73)^2+87.36$ ， R^2 為 0.74，P 值小於 0.01。由迴歸方程式顯示溶液 pH 值 3.73 時，可測得理論上的苦杏仁苷含量最高，但溶液 pH 值 2.11、3.11、3.78 及 4.78 間在統計上差異不顯著，pH 值 2 至 5 可能為酵素反應較佳的範圍。此結果與 Kuroki (1987) 及 Li (1992) 調查野黑櫻 (*Prunus serotina* Ehrh.) 種子中氰糖苷水解酶 (amygdalin β -glucosidase 及 prunasin β -glucosidase)，酶適合反應的 pH 值介於 4-5 間略有所差異。探討原因可能是前人主要研究的是種子，不同部位的組織內成分有差異，對緩衝液 pH 值的影響也會有所差異。

4.2.1.5. 氰糖苷水解酶活性與反應時間

本實驗目的為找尋氫氰酸生成速率，找尋時間與生成物間呈現線性關係的時段。在單位時間及單位重量下，氫氰酸產生量 (μmol) 即代表此樣品的氫氰酸生成速率。結果如圖 23 所示，在實驗數據 5.3 小時內，產量與時間呈現線性相關，故之



後實驗測定酶活性的時間，均為反應 5 個小時，以代表氫氰酸生成速率。在圖 22 中也可發現，反應約 21 小時後，氫氰酸的生成量呈現恆定，故為確保反應完全，會將樣品反應 24 小時再進行測定。

4.1.6. 結論

由預備試驗的結果，欲利用苦味酸鈉分析葉片中總氰醣苷，可採集枝條上 3 至 4 片葉，並以 50°C 烘乾至恆重，加入 pH 值 3.73 的醋酸緩衝溶液，以反應 5 小時，作為氫氰酸生成速率檢測之反應時間，反應超過 24 小時，作為總生成量之反應時間。

4.2.2. 葉齡對葉片氰醣苷含量之影響

墨點櫻桃葉片苦杏仁苷含量隨著葉齡增加，與葉齡呈一開口向上的二次曲線，迴歸方程式為 $y=0.004(x-78.75)^2+198.57$ ， $R^2=0.73$ ，P 值小於 0.01 具有顯著差異。葉片苦杏仁苷於葉齡 79 日有一最低的含量約 19.86 mg/g (圖 24)。葉片 30 日至 79 日含量會下降的趨勢；79 日至 397 日，含量會持續增加而至恆定。

分析所得濃度對照當次單位葉片乾重，換算單位葉片苦杏仁苷含量後，墨點櫻桃單位葉片苦杏仁苷含量隨著葉齡增加，單位葉片含量有上升的趨勢。2013 年陽明山地區一次梢 3 至 5 節葉片苦杏仁苷含量變化，其上升的趨勢符合雙 s 曲線(圖 25)。葉片苦杏仁苷含量於標定後 50 日以前，有上升的趨勢，至芽標定後 50 日，含量會達到第一個恆定階段，直到葉片生長至完全展開；此階段之含量變化，符合單 s 曲線，迴歸方程式 $y=0.94/(1+\exp(-(x-40.25)/4.18))$ ， R^2 為 0.81，P 值小於 0.01 達極顯著差異性(圖 26)，與葉片生長曲線比較後，可發現葉長與葉寬達到完全展開之天數 (圖 26A)，與苦杏仁苷含量第一個 S 型曲線達到平衡的時間接近。葉片完全展開後，會進行其他的生理代謝，使得葉片苦杏仁苷含量有一停滯期。此停滯期約經過 23 日，於枝條標定後 90 日，含量再開始上升。

比照 2013 年一次梢與 2014 年陽明山地區一次梢 3 至 5 節葉片含量變化相似(圖 27)，葉片於標定芽後約 50 日達完全展開，苦杏仁苷含量隨著葉齡增加，含量有上

升的趨勢，變化呈單 S 型曲線，迴歸方程式為 $y=1.25/(1+\exp(-(x-28.5)/3.95))$ ， R^2 為 0.98，P 值小於 0.01 達顯著差異性。葉片完全展開後苦杏仁苷含量於標定後 57 日達到恆定。後苦杏仁苷含量具一停滯變化的時期，此時期約持續 19 日，於標定後 76 日，含量開始上升。

2013 年標定後至 90 天間，葉片苦杏仁苷含量呈現 S 型曲線，與葉片長寬生長曲線相似，將葉片長寬及葉片苦杏仁苷含量進行迴歸，可以發現長寬與含量呈現正相關，迴歸方程式分別為 $y=0.34x-1.73$; $y=1.04x-1.61$ ， R^2 分別為 0.84 及 0.86，P 值均小於 0.01 達顯著差異性 (圖 28)。2014 年，將標定後至 76 天間，葉片苦杏仁苷含量及葉長與葉寬進行迴歸，兩者間也呈現正相關，迴歸方程式分別為 $y=2.91x-3.60$ 及 $y=9.75x-3.33$ ， R^2 均為 0.99，P 值均小於 0.01 達極顯著差異性(圖 29)。

葉片苦杏仁苷含量於標定後 78 天，之後天數含量會持續增加而至恆定。圖 30 為葉片於葉齡 92 日至 428 日之葉片苦杏仁苷含量之關係，兩者之迴歸式為 $y=5.58/(1+\exp(-(x-213.33)/35.31))$ ， $R^2=0.90$ ，P 值小於 0.01 具有極顯著相關性。苦杏仁苷含量於 370 日後葉片內含量會呈現恆定，約每克乾燥葉片含 54.28 mg 的苦杏仁苷，可達到葉片乾物重含量近 5.4 %。前人分析苦杏仁中苦杏仁苷含量，Lv 等 (2005)，分析含量達 4.3%；史等(2005) 分析含量達 5.8%；張(2007)分析含量達 3% 與墨點櫻桃葉片之杏仁苷相似，亦即墨點櫻桃葉片具有相當的潛力作為杏仁味的替代來源。

圖 31 將含量換算單位葉片苦杏仁苷含量後，此單 s 曲線則與葉片乾重累積趨勢相近，但墨點櫻桃之葉片乾重的累加可超過 300 日葉齡，在陽明山地區一次梢上，可超過 350 日(圖 31A)，而 2 次梢也超過 250 日(圖 17)，圖 31 顯示隨葉片乾重之累積，氰醣苷之堆積也會增加，兩者間呈現正相關，迴歸式為 $y=84.69x-4.1$ ， $R^2=0.81$ ，P 值小於 0.01 具有極顯著相關。圖 33 顯示 2014 年一次梢標定至 76 至 133 天，葉片乾重累積與苦杏仁苷之累積間呈現正相關，迴歸式為 $y=105.16x-5.22$ ，

$R^2=0.80$ ，P 值為 0.041。根據圖 32，76 至 133 天為迴歸前段的部分，導致圖 33 迴歸之 P 值並未達極顯著相關之水準。

根據 2013 及 2014 年的結果，隨著葉齡增加葉片氰糖苷含量有上升的趨勢，而後至恆定。葉片年齡增加，使得乾物重累積、葉片變厚、葉色變深及內部的二次代謝物的生合成，其中二次代謝物可能會影響葉片的品質。根據前人研究，墨點櫻桃葉背的墨點為聚合單寧，葉片約在完全展開前(約標芽後 35 至 49 日)大量生合成聚合單寧。聚合單寧具有苦澀味，會使葉片具有苦澀味。藉由本試驗對葉片外觀及氰糖苷含量分析，依未來利用的用途，採集葉片的時機分為為葉片完全展開前及葉齡超過一年的葉片，採集較幼嫩的葉，葉背墨點尚未生合成，葉片聚合單寧含量較低，葉片苦澀味較低。採集葉齡一年以上的葉片，葉片內苦杏仁苷含量較高，能揮發出的杏仁味較濃，但葉片生合成的其他二級代謝物較多。

由單位葉片氫氰酸生成量與葉片生長曲線比較，可以看出葉片中氫氰酸生成量以一個雙 S 型曲線增加，第一個單 S 型曲線與幼葉生長有關，於葉片完全展開前，葉齡與含量呈正相關，大致在葉片完全展開時含量開始呈現停滯。而後隨著乾物重累積，葉片會持續累積氰糖苷於葉片中。

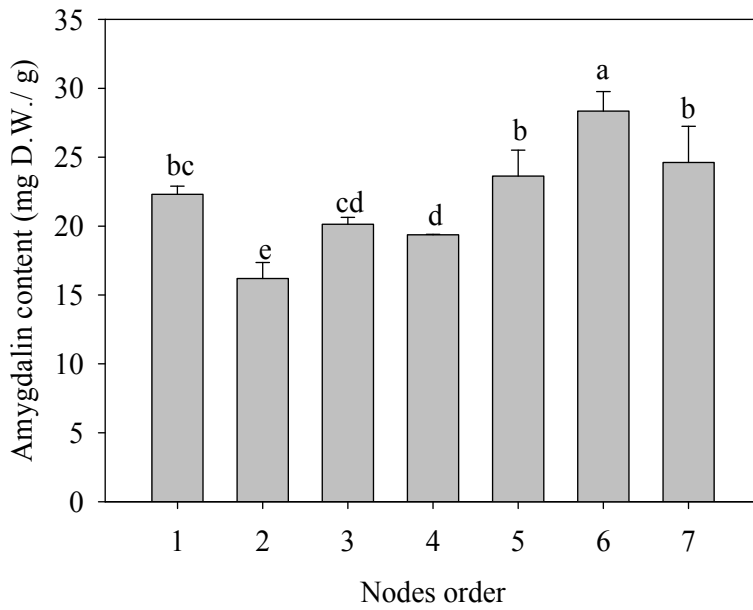


圖 19、墨點櫻桃葉片節位與苦杏仁苷含量

Fig. 19. Total amygdalin content in different node orders of *Prunus phaeosticta* leaves.

Mean separation within columns by LSD multiple range test, 5% level.

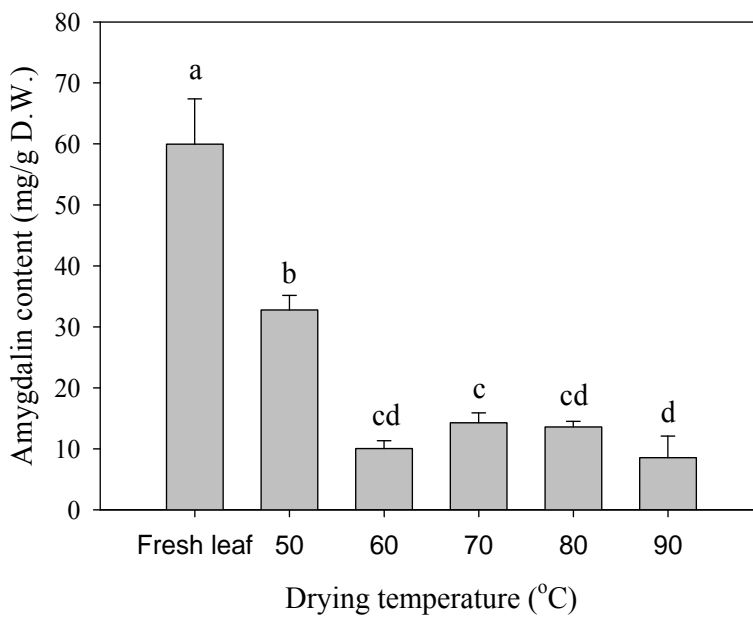


圖 20、烘乾溫度對葉片苦杏仁苷含量之影響

Fig. 20. Effect of drying temperature to amygdalin content of *Prunus phaeosticta* leaves.

Mean separation within columns by LSD multiple range test, 5% level.

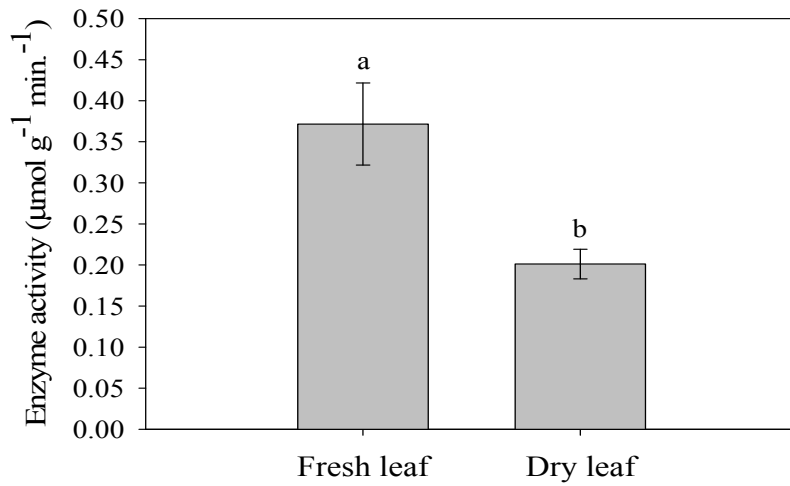


圖 21、烘乾溫度(50°C)對葉片氰糖苷水解酶活性之影響。葉片以新鮮葉片(Fresh leaf)及烘乾葉片(Dry leaf)進行比較

Fig. 21. Effect of drying temperature on cyanogenic glycoside hydrolase activity of *Prunus phaeosticta* Leaves. Enzyme activity compares of fresh with dry leaves. Mean separation within columns by LSD multiple range test, 5% level.

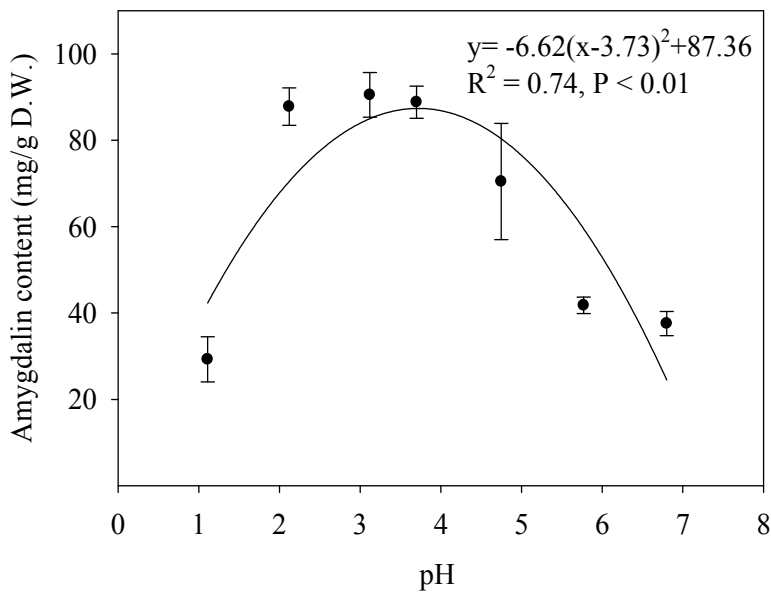


圖 22、緩衝液 pH 值對墨點櫻桃葉片氰糖苷水解酶活性之影響，以苦杏仁苷含量進行比較

Fig. 22. Effect of buffer pH values on amygdalin content of *Prunus phaeosticta* leaves.

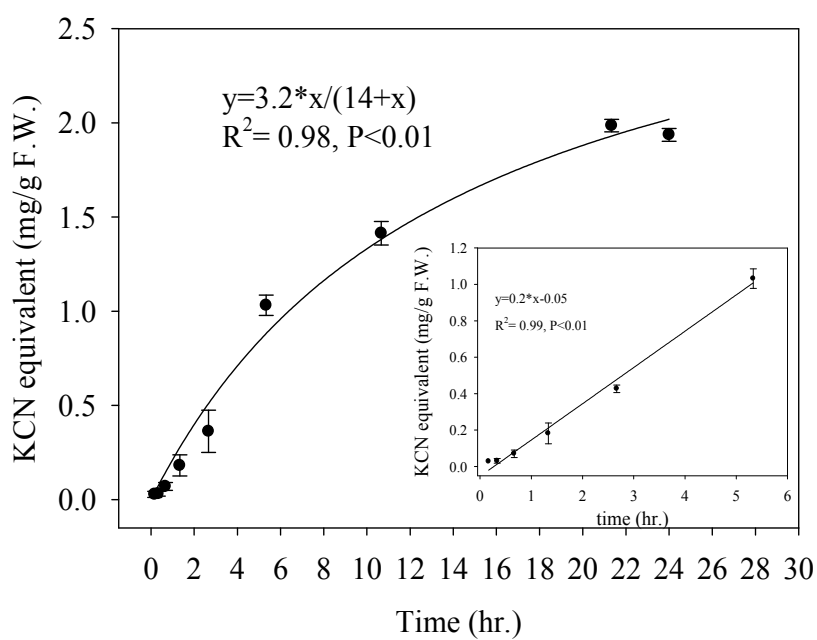


圖 23、氰糖苷水解酶反應時間與氫氰酸之關係

Fig. 23. The relation between reaction time of cyanid released.

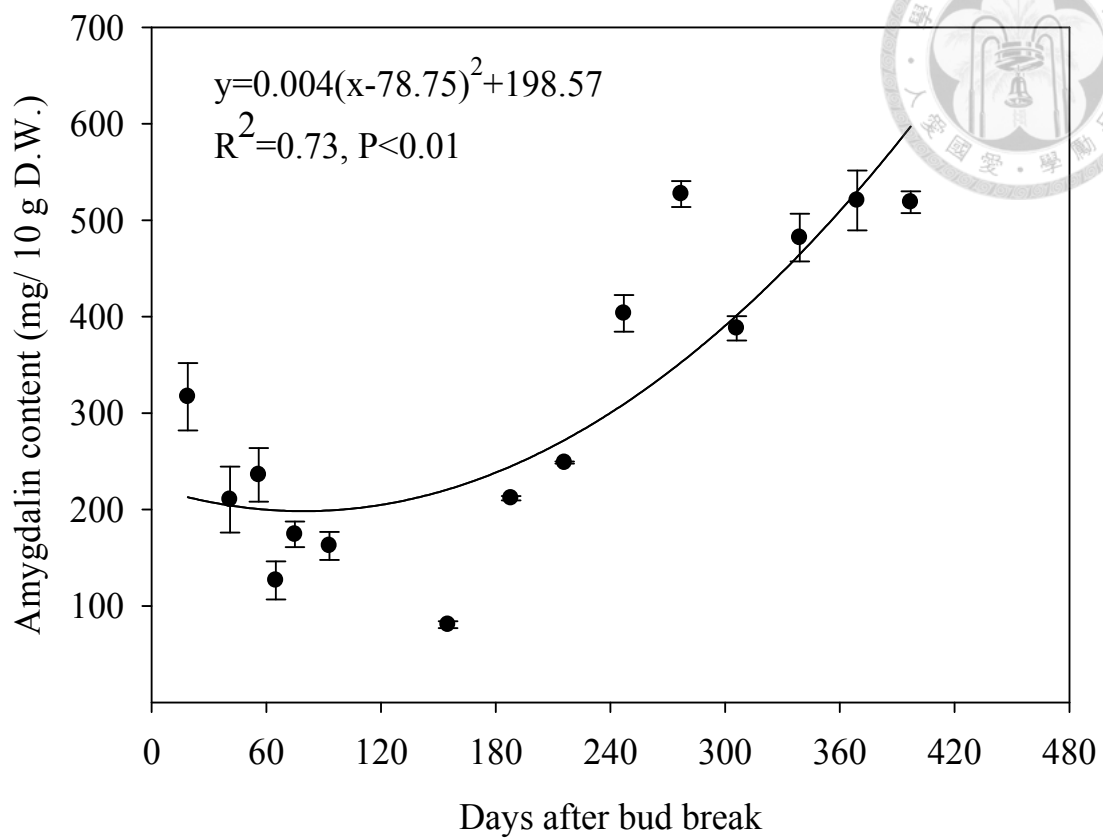


圖 24、2013 年陽明山竹子湖地區一次梢，葉齡與苦杏仁苷含量之關係。2013 年 2 月 21 日標定日為起始天數

Fig. 24. The relationship between leaf age and total cyanogenic glycoside in first flush leaves of *Prunus phaeosticta* 30 to 397 days at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Investigation started on February 21, 2013.

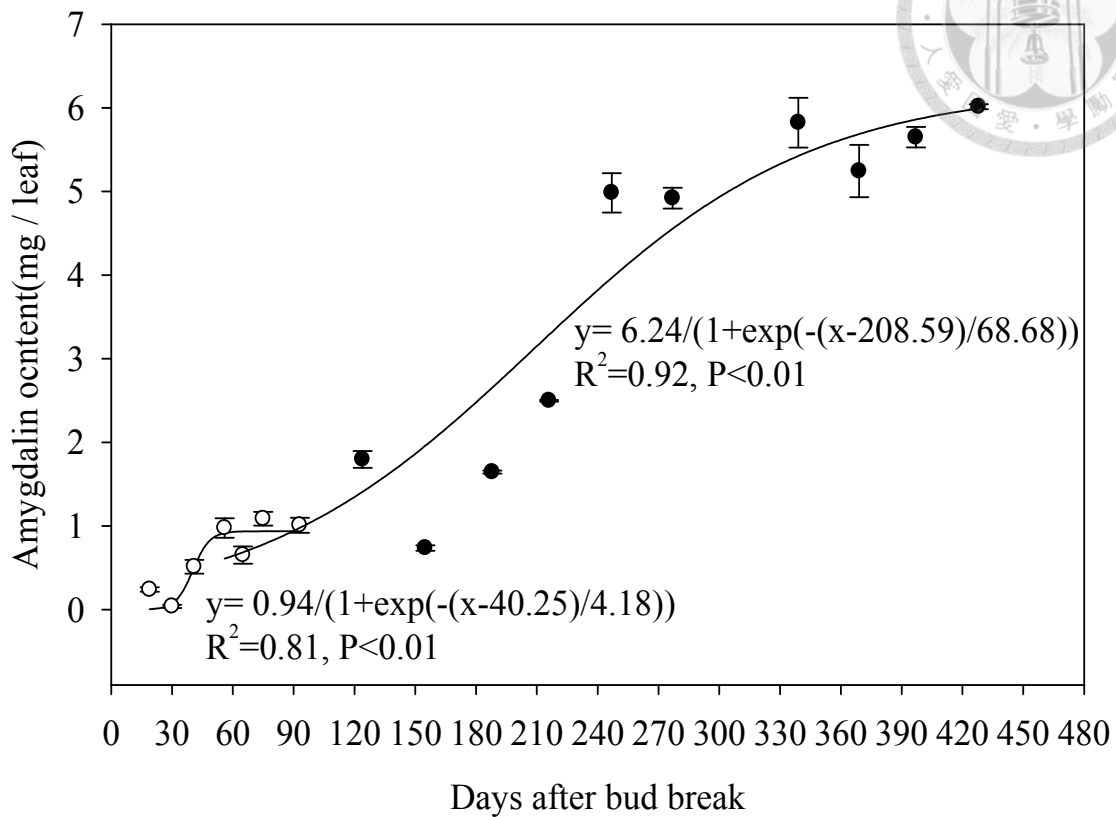


圖 25、2013 年陽明山竹子湖地區一次梢上，葉片年齡與平均葉片苦杏仁苷含量之關係。2013 年 2 月 21 日標定日為起始日數

Fig. 25. The relationship between leaf age and a leaf amygdalin content in first flush leaves of *Prunus phaeosticta* 30 to 428 days at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Investigation started on February 21, 2013.

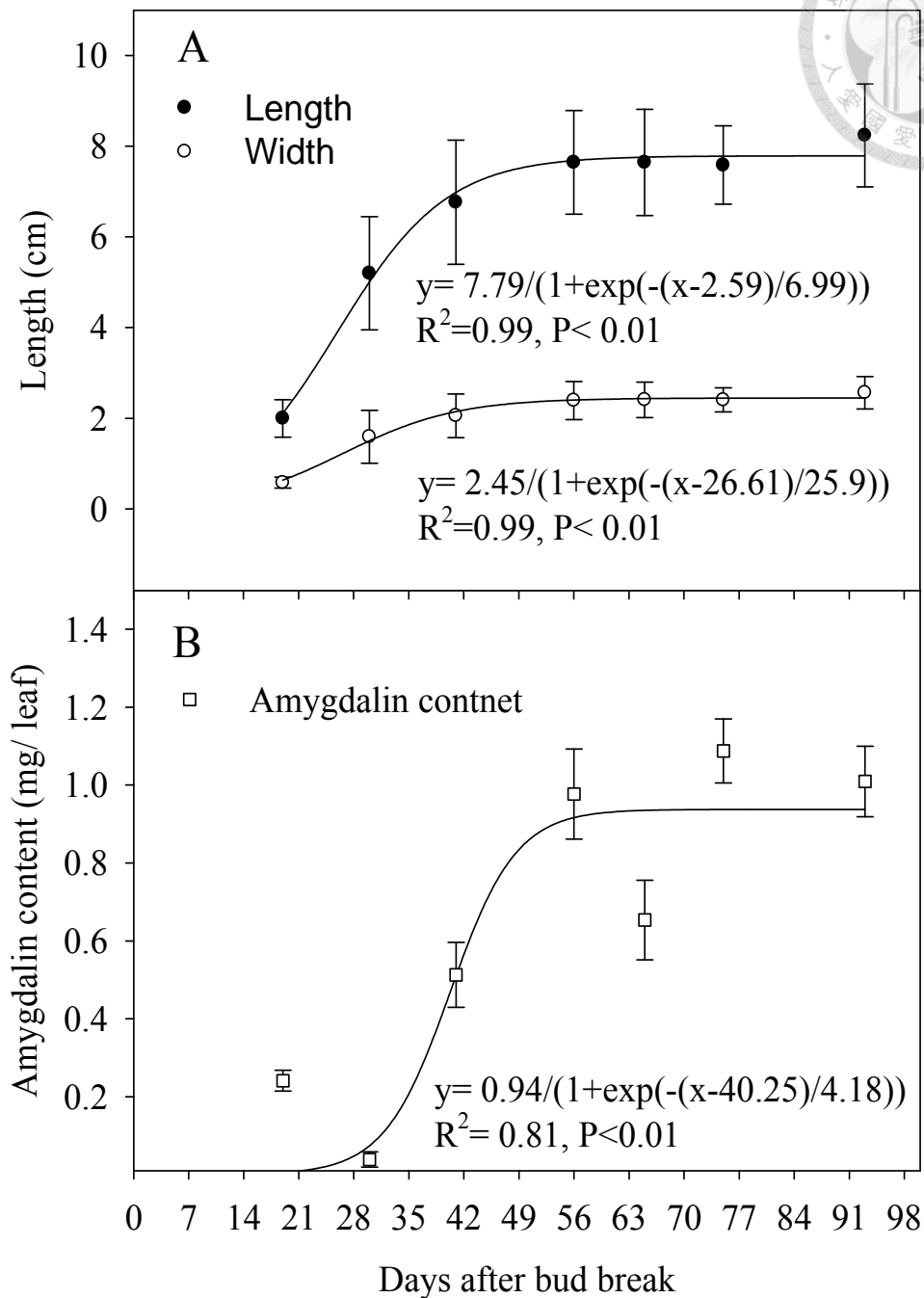


圖 26、2013 年陽明山竹子湖地區，葉片生長曲線(A)及平均葉片苦杏仁苷含量(B)之關係。2013 年 2 月 21 日標定日為起始天數

Fig. 26. The relationship between leaf growth curve and total amygdalin content in first flush leaves of *Prunus phaeosticta* at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Investigation started on February 21, 2013.

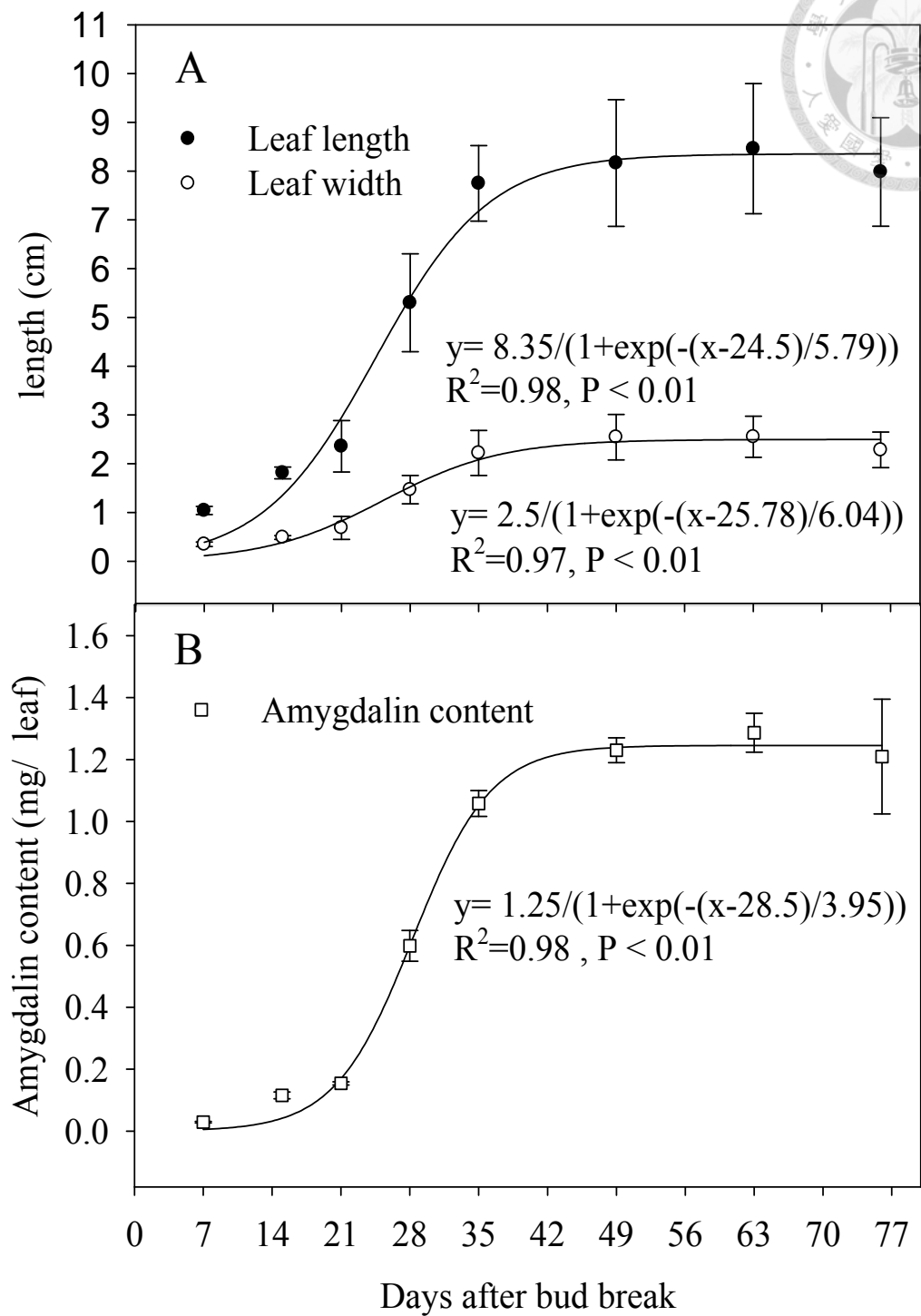


圖 27、2014 年陽明山竹子湖地區，一次梢上葉片生長曲線(A)及平均葉片苦杏仁苷 (B)之關係。2014 年 2 月 22 日標定日為起始天數

Fig. 27. The relationship between leaf growth curve and total amygdalin content in first flush leaves of *Prunus phaeosticta* 0 to 76 days at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Survey started on February 22, 2014.

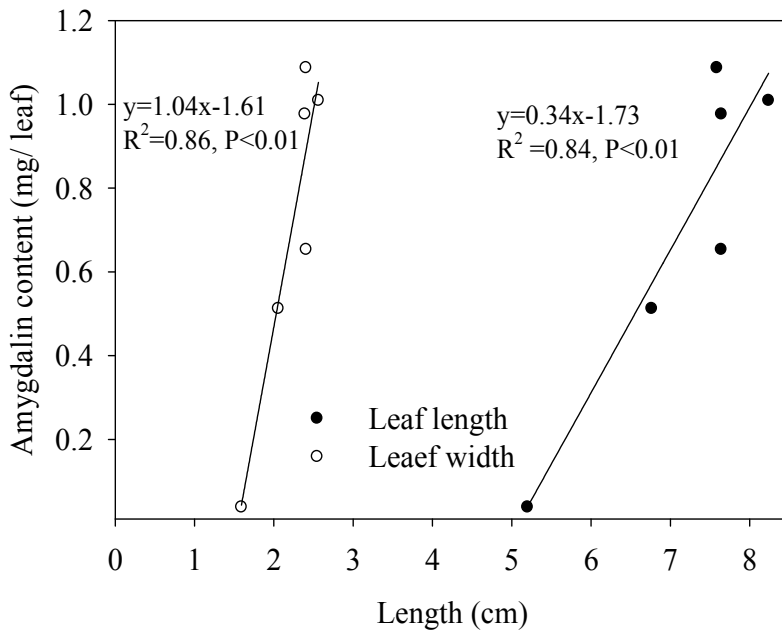


圖 28、2013 年一次梢上，葉片苦杏仁苷含量與葉片長(●)及寬(○)之關係

Fig. 28. The relationship between a leaf amygdalin content and length and width of leaf in first flush on 2013.

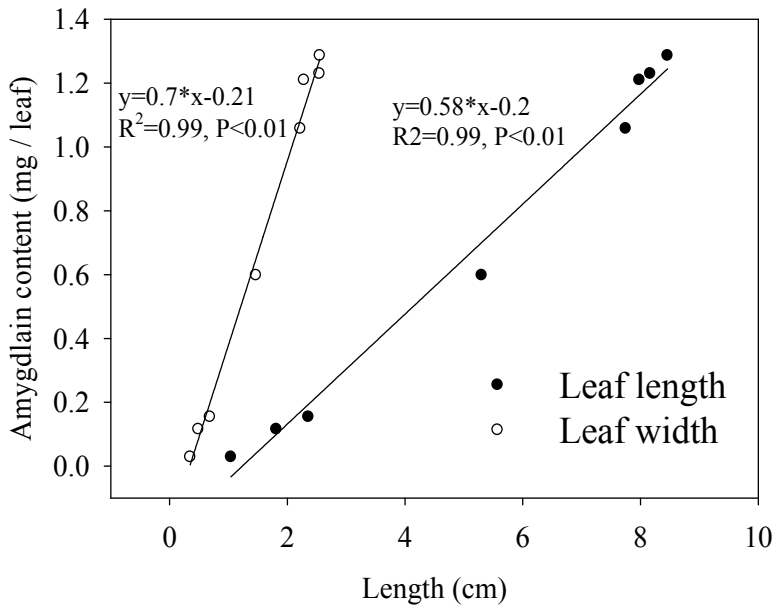


圖 29、2014 年一次梢上，葉片苦杏仁苷含量與葉片長(●)及寬(○)之關係

Fig. 29. The relationship between a leaf amygdalin content and length and width of leaf in first flush on 2014.

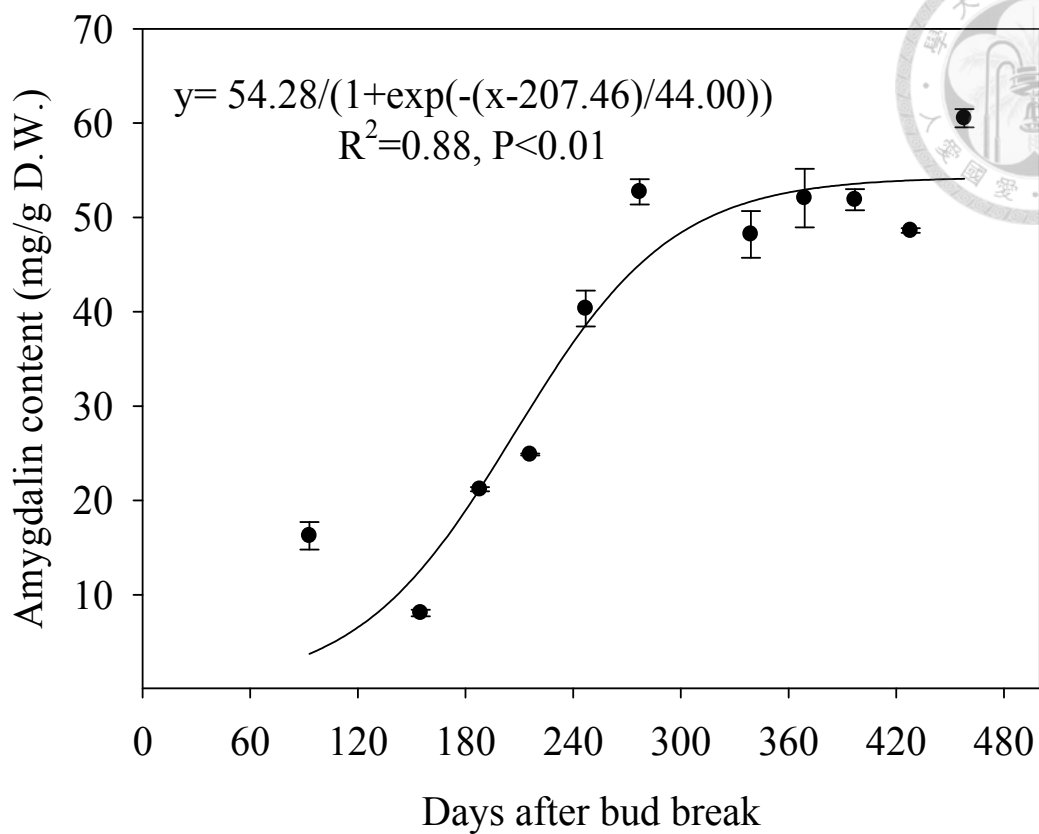


圖 30、2013 年陽明山竹子湖地區一次梢，葉齡與苦杏仁苷含量之關係。2013 年 2 月 21 日標定日為起始天數

Fig. 30. The relation of leaf age and total amygdalin content in first flush leaves of *Prunus phaeosticta* at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Investigation started on February 21, 2013.

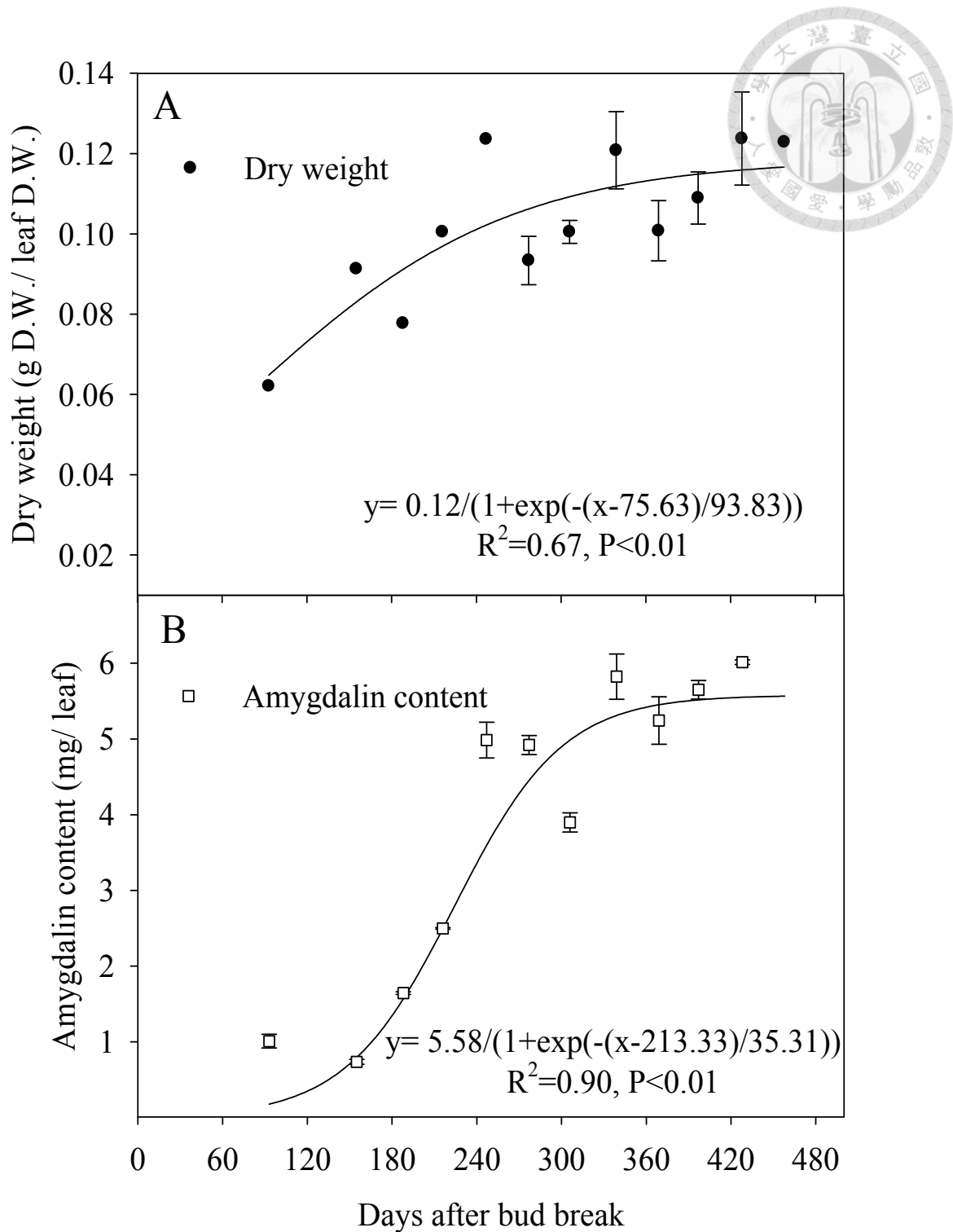


圖 31、2013 年陽明山竹子湖地區，一次梢葉片乾物重累積曲線(A)及苦杏仁苷含量(B)之關係。2013 年 2 月 21 日標定日為起始天數

Fig. 31. The relationship between leaf growth curve and amygdalin content in first flush leaves of *Prunus phaeosticta* 93 to 428 days at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Survey started on February 21, 2013.

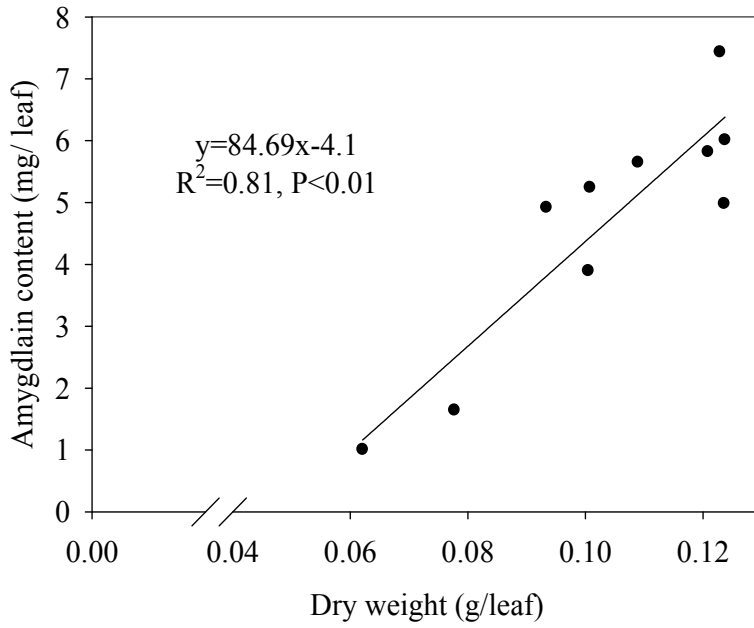


圖 32、2013 年，葉片苦杏仁苷含量與乾重之關係

Fig. 32. The relationship between a leaf amygdalin content and leaf dry weight on 2013.

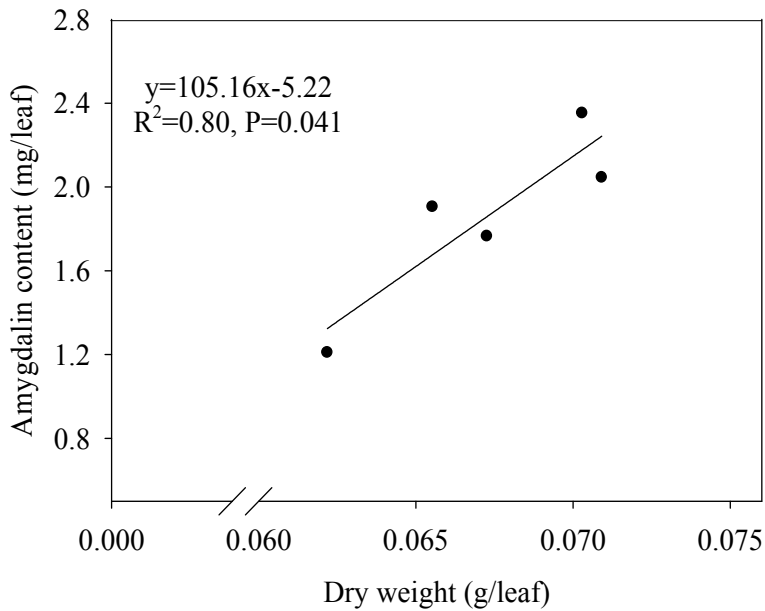


圖 33、2014 年，葉片苦杏仁苷含量與乾重之關係

Fig. 33. The relationship between a leaf amygdalin content and leaf dry weight after 76 to 133 days on 2014.




4.3.高杏仁味植株篩選

高杏仁味植株篩選，目的為找尋葉片揮發性杏仁味較濃的植株。由於影響葉片揮發性杏仁味成分的因素包括氰糖苷含量及酶活性。氰糖苷含量較高的植株具有產生較多杏仁味的潛力，而一分子氰糖苷藉由酶的催化，轉化產生一分子的苯甲醛及一分子氫氰酸，苯甲醛及氫氰酸皆有杏仁味。酵素活性高，單位時間所催化產生的苯甲醛及氫氰酸較多，使得杏仁味較濃。

本實驗分析植株間，葉片氰糖苷總量及杏仁味物質氫氰酸生成量來進行高杏仁味植株篩選，氰糖苷總量以苦杏仁苷含量表示，酵素活性以氫氰酸生成速率表示。另外，為了解是否能利用感官品評來進行高杏仁味植株篩選，本試驗再加入感官品評進行評估。試驗於2014年3月29日及5月20日篩選陽明山竹子湖地區10株野生植株；於5月10日篩選臺大地區15株盆栽苗。

陽明山地區2014年3月29日第一次篩選，採集該地區2013最後一次生長的枝梢，由頂端起算第三片葉片作為樣品，結果顯示，植株間氫氰酸生成速率雖無差異，但苦杏仁苷總量具有顯著差異，代表苦杏仁苷含量較高，具有產生較多的杏仁味物質的潛力。根據總含量排名將植株分為三群，分別為1至3、4至7、8至10名。結果顯示第一群植株包括：II-29、II-12、II-26；第二群：II-15、II-31、II-30、II-32；第三群：II-27、II-28、II-13。依據此分群，第一群可能是較具有潛力的植株，而第三群可能較不具潛力的植株(表1、圖34)。

2014年5月20日，採集陽明山地區同一群野生植株當年春梢上由頂端算起第三片完全展開葉，進行第二次篩選。結果顯示苦杏仁苷總量及氫氰酸生成速率皆具有差異。結果分別以總量及生成速率的排名將植株分為三群，分別為1至3、4至7、8至10名。總量分群結果，第一群植株包括：II-31、II-32、II-12；第二群：II-29、II-26、II-15、II-28；第三群：II-13、II-30、II-27。生成速率的分群結果，第一群：II-31、II-29、II-32；第二群：II-12、II-15、II-28、II-30；第三群：II-13、II-26、II-27。依據兩指標分群結果，II-31、II-32皆落在第一群，是



相當具有潛力的植株。II-12 於總量分群為第一群，但生成速率的分群則是第二，II-29 於酶活性分為第二群，總量為第一群，具有繼續進行篩選的潛力。II-13 及 II-27 在生成速率及總量分群中皆屬第三群，可能是杏仁味含量較低的植株(表 2、圖 35)。綜合兩次篩選結果，II-31、II-32 極具應用潛力，而 II-29 在各項表現良好，可保留作為將來應用的資源，II-13、II-27 含量及生成速率較其他植株低，可能不為篩選的目標植株。

2014 年 5 月 10 號，採集臺大地區盆栽苗，當年萌芽的一次梢，枝梢上由頂端算起第三片葉 (表 3、圖 36)，苦杏仁苷總量及生成速率於植株間皆有差異，將結果依生成速率及苦杏仁苷總量進行排名後分群，分為三群，分別為 1 至 5、6 至 10、11 至 15 名。氰糖苷總量分群結果，第一群植株包括 I-13、I-15、I-5、I-19、I-11；第二群包括 I-20、I-12、I-18、I-7、I-8；第三群包括 I-14 I-2 I-17 I-6 I-16。生成速率分群結果，第一群包括 I-15、I-13、I-5、I-20、I-19；第二群包括 I-7、I-11、I-12、I-18、I-6；第三群包括 I-8 I-14 I-16 I-2 I-17。依據兩指標分群結果，I-5、I-13、I-15 及 I-19 皆落於第一群，是相當具有潛力的植株。I-11 及 I-20 有其中一指標落於第二群，有繼續進行篩選的潛力。I-2、I-14、I-16 及 I-17 在兩類分群中皆屬第三群，可能是杏仁味含量較低的植株。

篩選試驗除了利用分析苦杏仁苷總量及氫氰酸生成速率外，另外進行葉片杏仁味濃淡的感官品評，目的藉由人體嗅覺來做為另一個篩選指標。表 4 所示為分別將陽明山兩次採集及臺大地區採集的葉片，進行感官品評後，品評成績之排名。陽明山地區根據排名將 1-3、4-7 及 8-10 名分為一至三群；臺大地區則將 1-5、6-10 及 11-15 名分為一至三群。2014 年 3 月 29 日於陽明山竹子湖採集葉片，感官品評排名分群，第一群植株包括 II-29、II-12 及 II-26 第二群包括 II-31、II-15、II-30 及 II-32 第三群包括 II-27、II-28 及 II-13，第一群為本次感官品評中杏仁味較濃的植株，第三群則是杏仁味較淡的植株。在兩次品評的分群中皆屬於第一群的植

株為Ⅱ-29，分別落於一及二群的植株包括Ⅱ-12、Ⅱ-30及Ⅱ-31，而Ⅱ-13在兩次品評中皆屬於第三群。

Ⅱ-30植株於總含量及生成速率表現皆不突出，但於感官品評的排名較佳；Ⅱ-32植株則與Ⅱ-30的表現相反。觀察感官品評過程，發現嗅覺對於杏仁味濃淡的判斷，受到葉片中其他氣味的影響，像是葉片的菁味。葉片菁味較濃會干擾嗅覺對杏仁味濃淡的判斷。推測可能是上述現象導致Ⅱ-30及Ⅱ-32感官品評的結果與分析結果有差距。感官品評較高分的Ⅱ-12、Ⅱ-29及Ⅱ-31在氰糖苷總量及酶活性分析的結果，都是表現較佳的植株，可能杏仁味受到其他氣味影響較小，比較能實際表現杏仁味的濃淡，可再次證明此三植株的價值。圖37顯示感官品評的分數與總量比生成速率之間的關係呈負相關(圖37)，感官品評分數愈高，單位氫氰酸所需生成時間愈短。在相同的時間，以相同外力破壞葉片，落於圖上正區間左上的植株，葉片杏仁味會較落於右下植株葉片杏仁味濃。

臺大地區的植株篩選結果，依排名進行分群，第一群植株包括I-5、I-16、I-14、I-19、I-15；第二群包括I-18、I-20、I-17、I-11、I-12；第三群包括I-2、I-8、I-13、I-6、I-7。將此結果與氰糖苷總量及酶活性分析比較，I-5、I-15、I-19在兩分析的指標皆落於第一群，可證明此三植株是相當具有潛力。I-2在兩分析的指標皆落於第三群，較不具有篩選價值，I-8及I-6分別在分別於酶活性及總量落於第三群，可能也較不具篩選價值。

藉由本試驗了解，影響葉片揮發性杏仁味的因素，包括氰糖苷總量、氰糖苷水解酶活性及葉片的狀態。在本試驗植株族群中，感官品評的分數與總量比生成速率之間的關係呈負相關，未來篩選高杏仁味植株，可只需利用感官品評或了解單位氫氰酸生成速率來達到目的。另外葉片狀態像是葉片中不良氣味，因這些不良氣味無法藉由本試驗的分析方式偵測，但可藉由感官品評來了解。故除進行含量及酶活性的測定，官能品評也是值得作為篩選的標準。

表 1、陽明山竹子湖地區墨點櫻桃，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷總量。採集日：

2014 年 3 月 29 日

Table 1. The leaf cyanid generation rate and total amygdalin content of *Prunus phaeosticta* plants at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Surveyed started on March 29, 2014.

植株排名	植株編號	生成速率 ($\mu\text{mol/g}\cdot\text{min.}$)	苦杏仁苷含量 (mg/g F.W.)	
1	II-29	0.191 \pm 0.012	129.29 \pm 11.49	a
2	II-12	0.170 \pm 0.021	108.84 \pm 16.56	b
3	II-26	0.160 \pm 0.011	108.33 \pm 14.37	b
4	II-15	0.159 \pm 0.016	100.72 \pm 8.79	bc
5	II-31	0.155 \pm 0.020	98.36 \pm 15.38	bcd
6	II-30	0.152 \pm 0.028	91.94 \pm 9.97	bcd
7	II-32	0.151 \pm 0.022	89.91 \pm 11.15	cde
8	II-27	0.148 \pm 0.007	81.63 \pm 2.20	def
9	II-28	0.142 \pm 0.003	73.85 \pm 10.31	fe
10	II-13	0.110 \pm 0.009	70.81 \pm 13.52	f

*結果以 LSD 分析差異顯著性，有相同字母的欄位，沒有差異($p < 0.05$)。

*20140329 於陽明山竹子湖地區採集。

表 2、陽明山竹子湖地區墨點櫻桃，枝條上葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷總量。

採集日：2014 年 5 月 20 日

Table 2. The leaf cyanid generation rate and total amygdalin content of *Prunus phaeosticta* plants at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Surveyed started on May 20, 2014.

植株排名	植株編號	生成速率 ($\mu\text{mol/g}\cdot\text{min.}$)		植株編號	苦杏仁苷總量 (mg/g F.W.)	
1	II-31	0.433 \pm 0.028	a	II-31	161.67 \pm 11.76	a
2	II-29	0.416 \pm 0.037	a	II-32	147.46 \pm 3.61	ab
3	II-32	0.407 \pm 0.052	a	II-12	143.00 \pm 2.18	abc
4	II-12	0.383 \pm 0.029	ab	II-29	134.71 \pm 2.67	bcd
5	II-15	0.348 \pm 0.014	b	II-26	124.84 \pm 7.29	cde
6	II-28	0.289 \pm 0.020	c	II-15	124.72 \pm 8.53	cde
7	II-30	0.288 \pm 0.005	c	II-28	120.80 \pm 11.40	de
8	II-13	0.288 \pm 0.040	c	II-13	111.10 \pm 11.01	df
9	II-26	0.286 \pm 0.010	c	II-30	94.58 \pm 4.58	fg
10	II-27	0.232 \pm 0.016	d	II-27	83.72 \pm 4.32	g

*以 LSD 分析差異顯著性，有相同字母的欄位，沒有差異($p < 0.05$)

*2014 年 5 月 20 日 於陽明山竹子湖地區採集

表 3、臺大地區墨點櫻桃個體，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷含量。採集日：2014
年 5 月 10 日

Table 3. The leaf cyanogenic cyanid generation rate and total amygdalin content of
Prunus phaeosticta plants at National Taiwan University, 2014.

植株排名	植株編號	生成速率 ($\mu\text{mol/g}\cdot\text{min.}$)		植株編號	苦杏仁苷總量 (mg/g F.W.)	
1	I -15	0.324 \pm 0.007	a	I -13	99.48 \pm 4.77	a
2	I -13	0.279 \pm 0.017	b	I -15	93.34 \pm 8.53	ab
3	I -5	0.273 \pm 0.007	bc	I -5	92.92 \pm 5.74	ab
4	I -20	0.270 \pm 0.005	bc	I -19	88.43 \pm 5.00	bc
5	I -19	0.263 \pm 0.009	bc	I -11	81.91 \pm 2.79	cd
6	I -7	0.255 \pm 0.018	cd	I -20	80.03 \pm 2.87	cd
7	I -11	0.238 \pm 0.011	de	I -12	74.50 \pm 4.52	de
8	I -12	0.218 \pm 0.018	ef	I -18	73.52 \pm 3.95	def
9	I -18	0.216 \pm 0.019	ef	I -7	71.88 \pm 8.35	def
10	I -6	0.208 \pm 0.010	fg	I -8	66.42 \pm 3.87	efg
11	I -8	0.207 \pm 0.010	fg	I -14	64.01 \pm 9.00	fgh
12	I -14	0.201 \pm 0.020	fgh	I -2	60.95 \pm 7.48	gh
13	I -16	0.194 \pm 0.014	gh	I -17	60.29 \pm 7.35	gh
14	I -2	0.183 \pm 0.014	h	I -6	60.11 \pm 6.11	gh
15	I -17	0.181 \pm 0.050	h	I -16	55.65 \pm 4.04	h

*結果以 LSD 分析差異顯著性，有相同字母的欄位，沒有差異($p < 0.05$)。

*20140510 於臺大地區採集

表 4、陽明山竹子湖地區及臺大地區的植株，感官品評之平均分數

Table 4. The sensory evaluation of the leaf of *Prunus phaeosticta* plants .

地點 (日期)	臺大 5月10日		陽明山 3月29日		陽明山 5月20日	
植株排名	植株編號	數值	植株編號	積分	植株編號	積分
1	I -5	13.7	II -29	6.8	II -30	7.7
2	I -16	13.3	II -12	6.3	II -29	6.3
3	I -14	12.3	II -26	5.9	II -31	6.0
4	I -19	11.7	II -15	5.8	II -28	5.3
5	I -15	11.3	II -31	5.8	II -12	5.0
6	I -18	10.0	II -30	5.5	II -32	4.7
7	I -20	9.8	II -32	5.4	II -27	4.2
8	I -17	9.5	II -27	4.8	II -26	4.0
9	I -11	9.3	II -28	4.8	II -15	3.5
10	I -12	9.2	II -13	4.3	II -13	3.3
11	I -2	9				
12	I -8	8.7				
13	I -13	8.3				
14	I -6	7.3				
15	I -7	6.8				

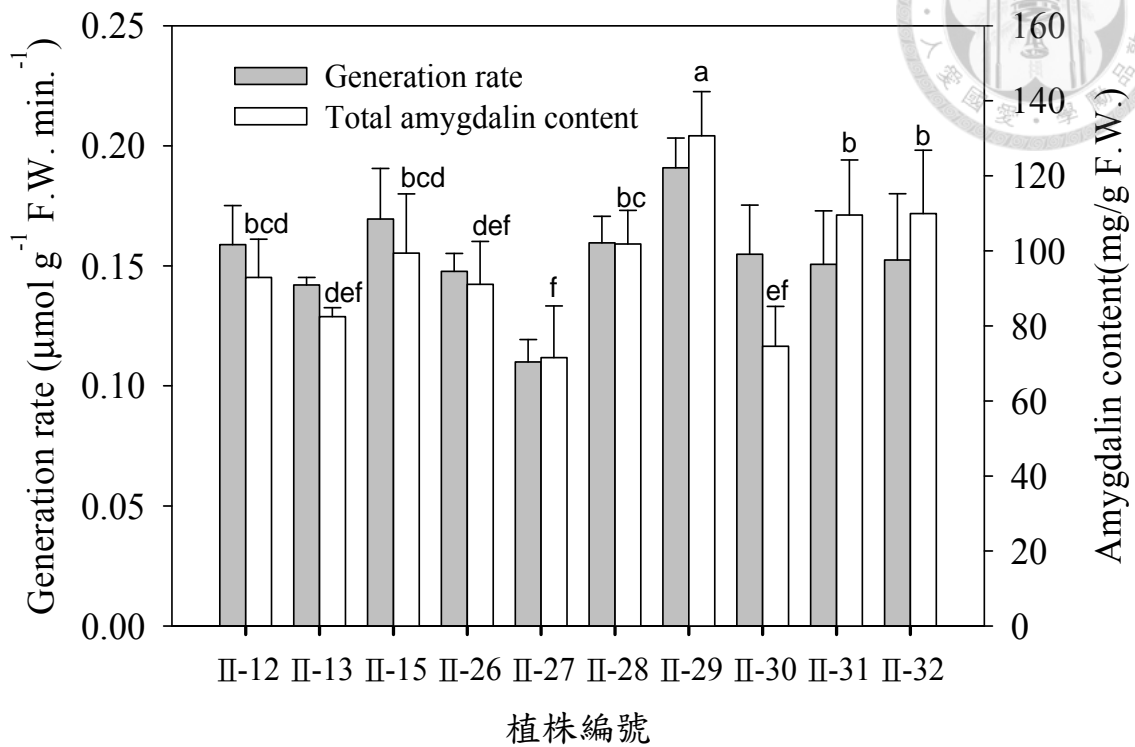


圖 34、陽明山竹子湖地區墨點櫻桃個體，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷總量。
採集日：2014 年 3 月 29 日。實心欄位為氫氰酸生成速率；空白欄位為苦杏仁苷總量。結果以 LSD 分析差異顯著性，有相同字母的欄位，沒有差異 ($p < 0.05$)

Fig. 34. The leaf cyanid generation rate and total amygdalin content of *Prunus phaeosticta* plants at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Surveyed started on March 29, 2014. Mean separation within colmns by LSD multiple range test, 5% level.

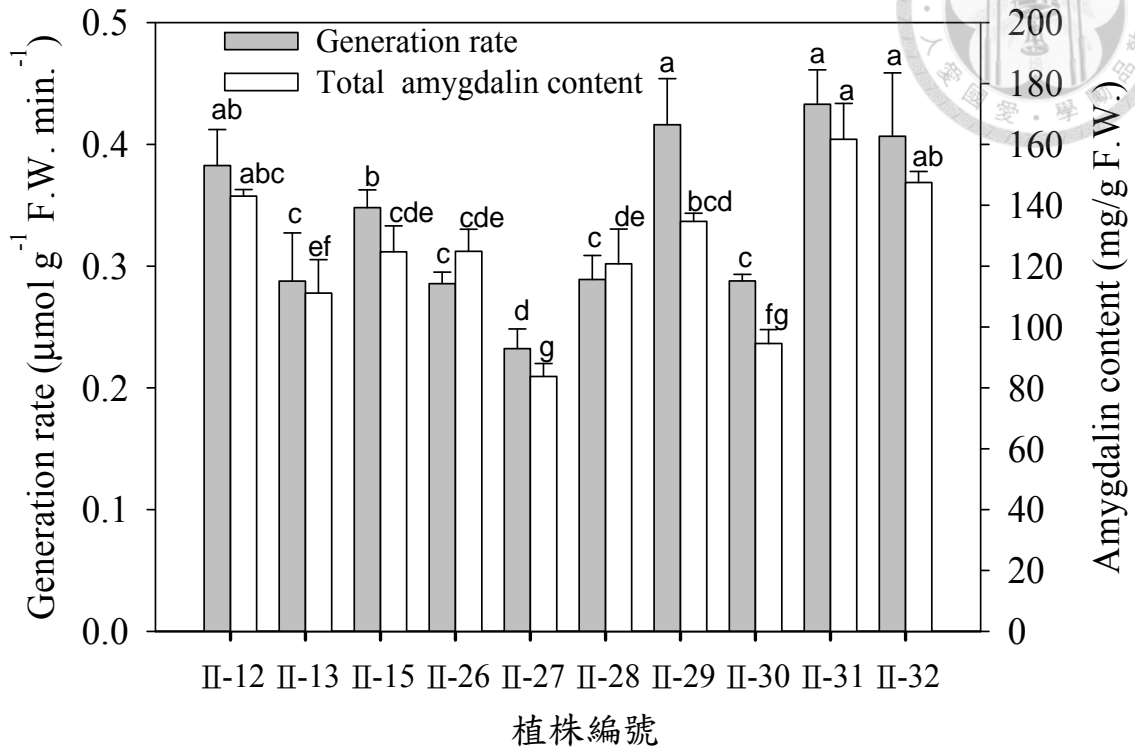


圖 35、陽明山竹子湖地區墨點櫻桃個體，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷總量。

採集日：2014 年 5 月 20 日。實心欄位為氫氰酸生成速率；空白欄位為苦杏仁苷總量。結果以 LSD 分析差異顯著性，有相同字母的欄位，沒有差異 ($p < 0.05$)

Fig. 35. The leaf cyanogenic cyanide generation rate and total amygdalin content of *Prunus phaeosticta* plants at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park. Surveyed started on May 20, 2014. Mean separation within columns by LSD multiple range test, 5% level.

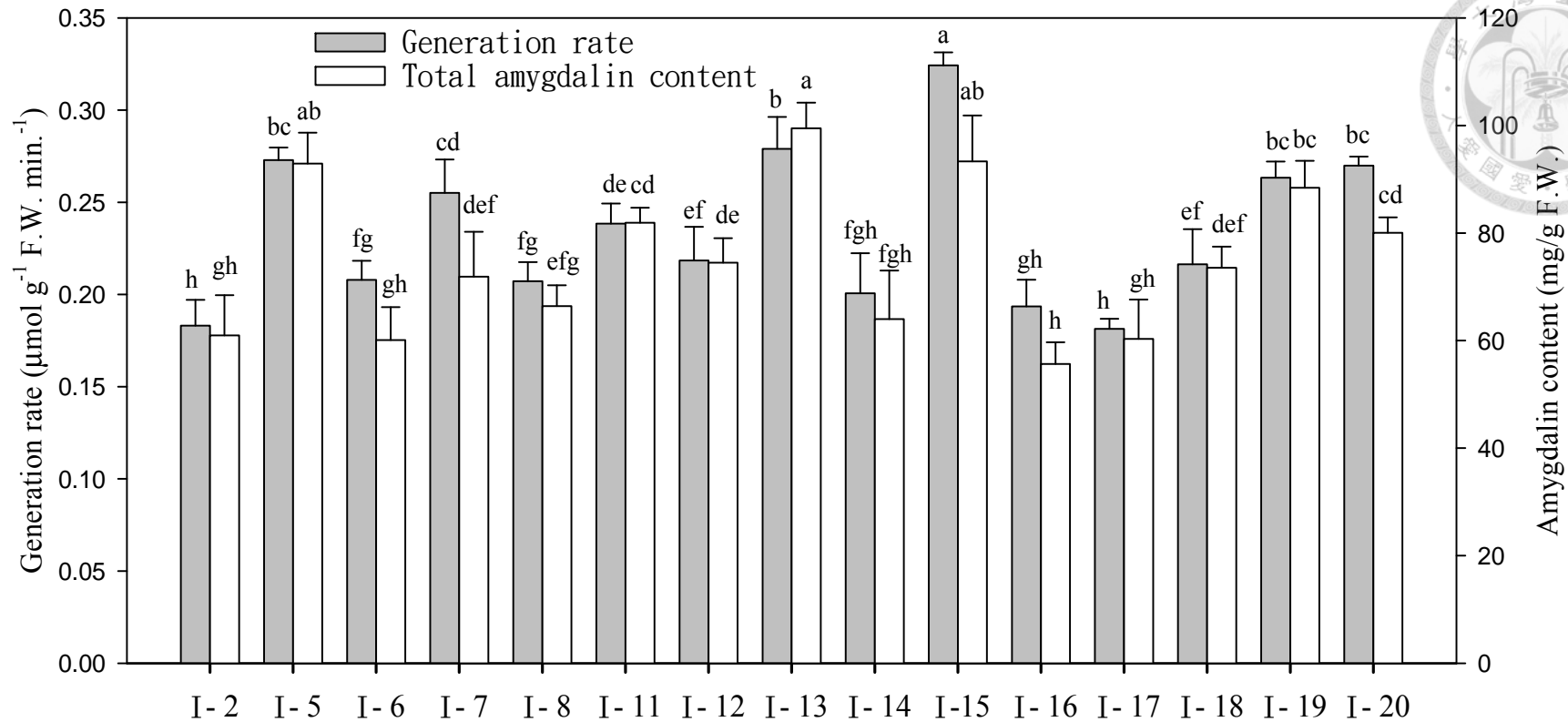
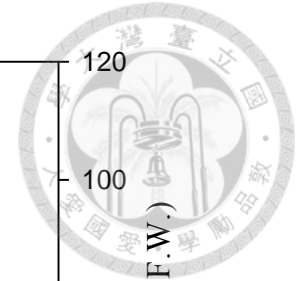


圖 36、臺大地區墨點櫻桃個體，葉片氫氰酸生成速率及苦杏仁苷總量。採集日：2014 年 5 月 10 日。實心欄位為氫氰酸生成速率；空白欄位為苦杏仁苷總量。結果以 LSD 分析差異顯著性，有相同字母的欄位，沒有差異(p<0.05)

Fig. 36. The leaf cyanid generation rate and total amygdalin content of *Prunus phaeosticta* plants at National Taiwan University. Surveyed started on May 10, 2014. Mean separation within columns by LSD multiple range test, 5% level.

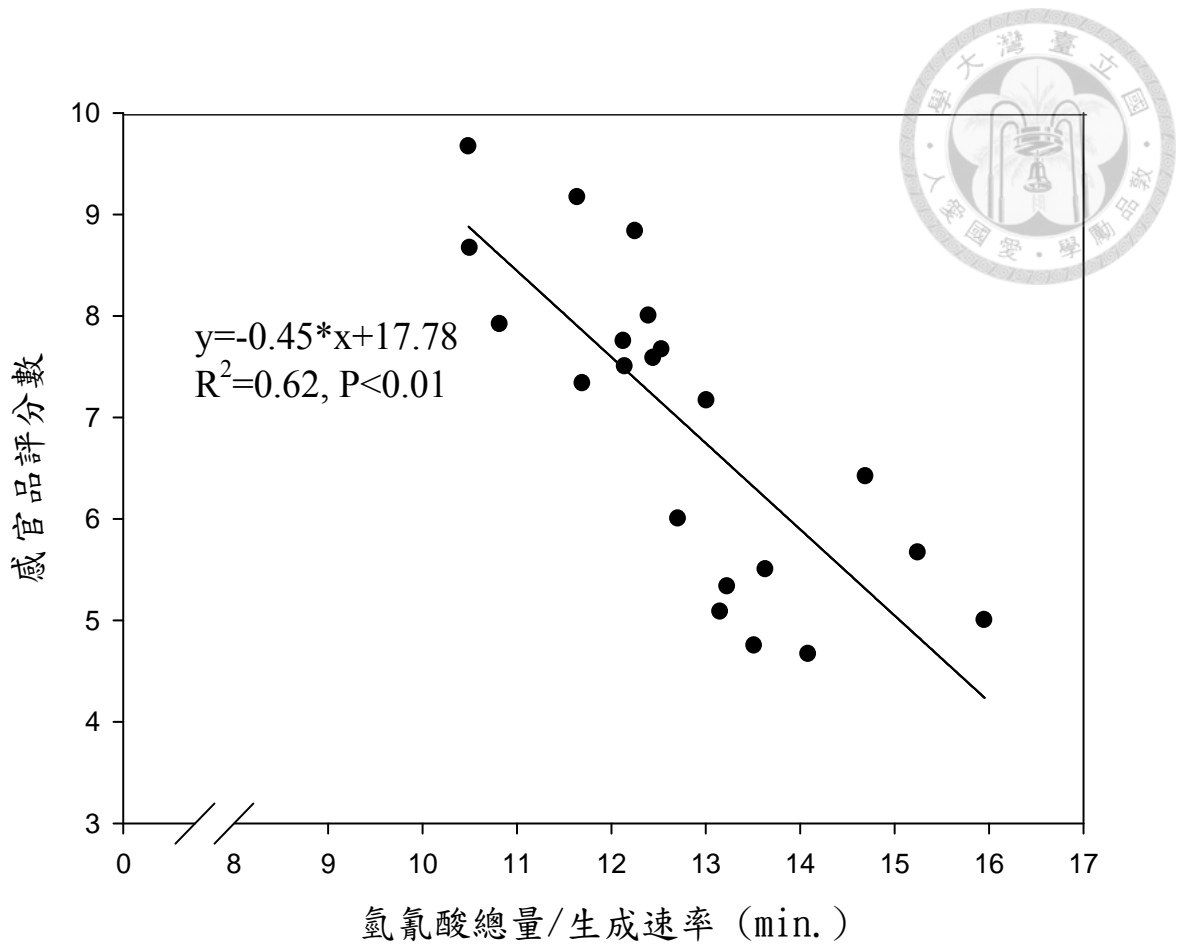


圖 37、感官品評與每單位氫氰酸生成所需時間之關係

Fig. 37. The relation of sensory evaluation and the generation rate of unit micromole hydrocyanid.



4.4. 墨點櫻桃果實調查

墨點櫻桃果實外觀呈球型，未成熟果皮為綠色，果實於每年的 10 月至隔年 1 月成熟，隨著果實成熟，果皮顏色會逐漸轉為紫紅色；成熟後，整顆果實會轉為紫黑色，果肉味道像櫻桃(圖 38)。隨著果實成熟，果肉重量及含水量會有顯著增加。果實顯著變寬可能是果肉細胞膨大所造成。在不同發育階段的果實(未熟、半熟及全熟)，果肉重量分別占整顆果實約 50.7、56.7 及 59.8%；種子占約 49.3、43.3 及 40.2 % (圖 39)。

由陽明山地淤採集的未熟果、半熟果及成熟果的果實性狀見表 5。其中種子重在三種成熟度果實間無差異，果高、果徑、果重、果肉重及含水量，則會隨著成熟度增加而增加，其中尤其是果肉重的增加最明顯。採自蓮華池者也有相同的趨勢(表 6)。由三個成熟期果肉總重及總重上看，墨點櫻桃果實生長曲線應屬於典型的雙 S 型曲線。

表 5、陽明山地區，墨點櫻桃果實性狀調查

Table 5. Fruit characteristics of *Prunus phaeosticta* fruits ,which collected at at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park.

調查性狀	未熟	半熟	全熟
高(cm)	0.80±0.04	0.83±0.04	0.84±0.06
寬 (cm)	0.87±0.07	0.89±0.04	0.90±0.06
總重 (g)	0.38±0.05	0.40±0.04	0.44±0.06
果肉重(g)	0.18±0.04	0.22±0.04	0.25±0.07
種子重(g)	0.17±0.02	0.17±0.02	0.16±0.01
果肉含水率 (%)	60.2	65.6	70.9
種子含水率 (%)	40.9	38.4	41.1

*2013 年 10 月 10 日自陽明山採集



表 6、蓮華池地區，墨點櫻桃果實性狀調查

Table 6. Fruit characteristics of *Prunus phaeosticta* fruits, which collected at Lienhuachih, Nantou, Taiwan.

	未熟	半熟	全熟
高(cm)	0.79±0.04	0.83±0.03	0.78±0.07
寬(cm)	0.82±0.06	0.82±0.05	0.88±0.04
總重(g)	0.33±0.09	0.42±0.05	0.41±0.04
種子重(g)	0.15±0.03	0.14±0.03	0.16±0.03
果肉重(g)	0.15±0.05	0.20±0.04	0.21±0.04
果皮重(g)	0.21±0.06	0.20±0.03	0.24±0.07
果實體積(cm ³)	0.32±0.07	0.40±0.06	0.36±0.05
果肉體積(cm ³)	0.15±0.06	0.21±0.04	0.19±0.04
果核體積(cm ³)	0.19±0.02	0.19±0.03	0.17±0.02
果肉含水率(%)	62.5		62.8
種子含水率(%)	39.1		32.9

* 2013 年 12 月 8 日自蓮華池採集

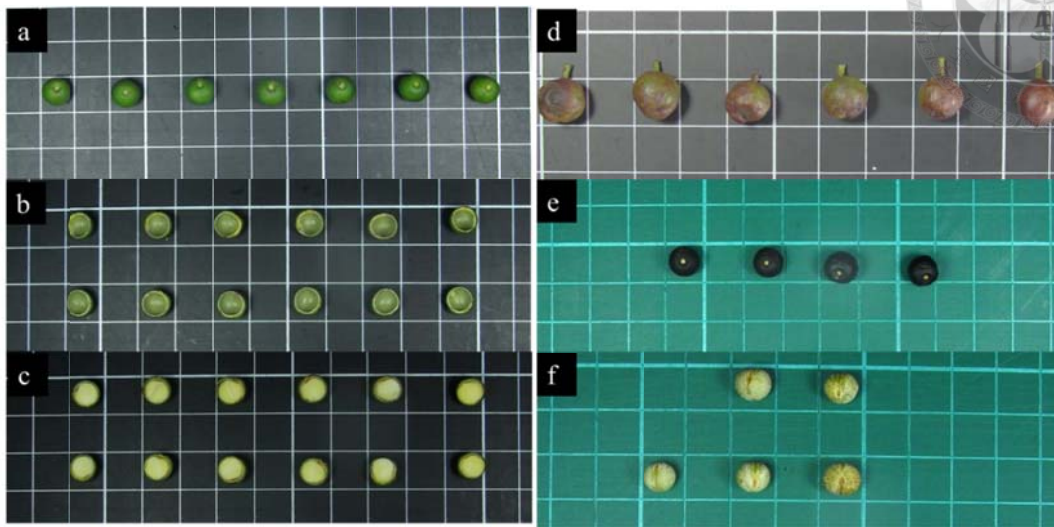


圖 38、陽明山竹子湖地區，同一植株上墨點櫻桃果實(a)未熟果外觀、(b)未熟果果皮、(c)未熟果縱剖面、(d)半熟果外觀、(e)成熟果外觀及(f)內果皮外觀。2013年 10 月 10 日採自陽明山竹子湖地區，一格為 1 cm

Fig. 38. The fruit of *Prunus phaeosticta* of (a) Immature fruit, (b) Immature fruit peel, (c) Immature fruit vertical section, (d) semimature fruit (e) mature fruits, and (f) inner peel. Collect location : Jhuzihhu, Yangmingshan National Park.

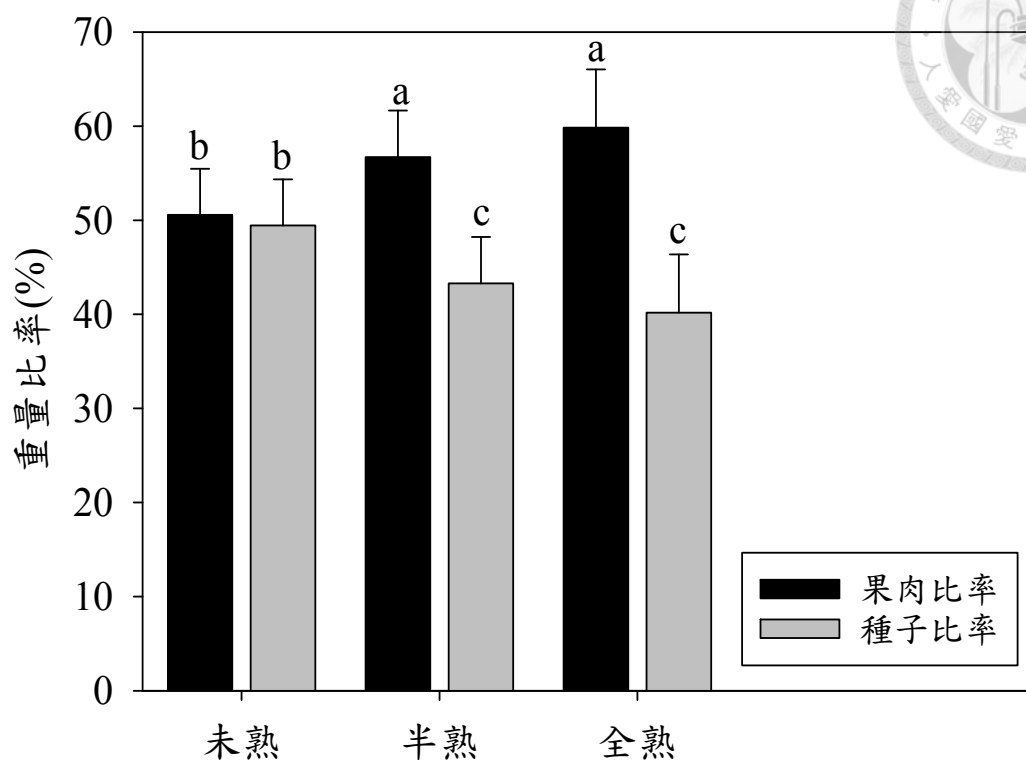
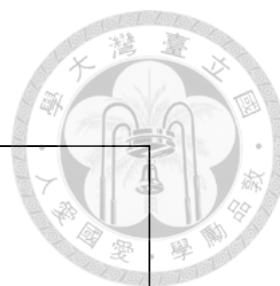



圖 39、果實不同階段果肉及種子重量比例變化，以 LSD 分析差異顯著性，有相同字母的欄位，沒有差異($p < 0.05$)

Fig. 39. The percent of *Prunus phaeosticta* fruit weight in three stage (immature, semi-mature and mature). Surveyed started on October 10, 2013. Mean separation within columns by LSD multiple range test, 5% level.


第五章 結論



墨點櫻桃成熟枝條，平均會長有 10 個節位。所有節位中，頂端 6 節會生長葉片，靠近基部的 5 個節位不生長葉片，只生長花序，有時靠近基部具有葉片節之腋芽也會萌出花序。一年中，臺大地區盆栽苗會萌發三次枝梢，分別於 2 至 3 月間、4 至 5 月間及 8 至 9 月間萌出；陽明山竹子湖地區原生族群會萌發二次枝梢，分別於 2 至 3 月間及 8 至 9 月間萌出。調查陽明山竹子湖地區原生狀態植株，枝條上萌發一次梢比例顯示，頂芽會顯著高於 2 至 6 節，第二節會顯著低於 1 及 3 至 6 節。墨點櫻桃枝條與葉片長、葉片寬、葉綠素計讀值會隨生長進程呈現 S 型趨勢增加，初期具有一段快速生長時期，隨後達到生長接近平衡狀態。達到恆定所需日數由短而長分別為枝條長、葉片長寬、葉綠素計讀值及乾物重，2013 年陽明山竹子湖地區，枝條、葉片長寬、葉綠素計讀值及乾物重累積於標定後分別費時 37、50、54、141、400 日生長至恆定。

墨點櫻桃葉片搓揉後具有杏仁味，此杏仁味為其體內氰糖苷受酶催化的水解產物苯甲醛及氫氰酸所致。隨著葉齡增加，平均每片葉片內總氰糖苷含量有上升的趨勢，此趨勢與葉齡間呈雙 S 型曲線之迴歸關係。植株於葉片快速生長期，氰糖苷含量有上升的趨勢，至葉片達完全展開後約 40 日，總氰糖苷含量變化有停滯生長時期。而後含量會隨葉齡增加而增加，至葉片乾物重累積達恆定，氰糖苷含量也會達至恆定。根據含量分析及葉片性狀觀察，最適宜採集葉片的時機，為葉片完全展開前，葉背墨點未大量生長的時候。

墨點櫻桃為臺灣原生植物，廣泛分布全島。野生族群為實生繁殖，預期植株間具有之揮發性杏仁味成分發生之前利差異很大。影響墨點櫻桃葉片揮發性杏仁味成分的因素包括：總氰糖苷含量、水解酶活性及葉片影響嗅覺感覺之其他揮發性氣味。其中，其他揮發性氣味可藉由官能品評來了解。試驗於陽明山竹子湖及臺大地區進行篩選，結果顯示植株編號 II 12、II 29 及 II 31，臺大地區以植株編號 I 5、I 15、I 19 具有開發潛力的植株。




墨點櫻桃於每年萌發一次梢，枝條長度長至恆定後開花。果實於每年 10 月至隔年 1 月成熟。未成熟果果皮呈綠色，成熟果果皮呈紫黑色。果實成熟過程，果皮會由綠色漸轉為紫紅色後加深為紫黑色，此過程的果實於本試驗定義為半熟階段。成熟果實高約 0.7 至 0.8 公分，寬約 0.8 至 0.9 公分，果實總重約 0.45g，果實體積約 0.36 cm³。


綜合以上結果，墨點櫻桃植株於一年中具有 2 至 3 次採集嫩枝的時機。利用篩選所得的高杏仁味植株，並採集其完全展開的嫩葉，進行適當的加工處理，使氰糖苷轉化為苯甲醛，使葉片產生杏仁味，即可得到具有杏仁味的材料。

參考文獻



- 大橋廣好、謝長富. 1996. 墨點櫻桃. p. 69-70, 101, 95-104. 刊於：黃增泉等編著. 臺灣植物誌第二版. 臺北.
- 王月雲、陳是瑩、童武夫. 1987. 緩衝液之配置. p.263-265. 刊於：王月雲等編著. 植物生理學實驗. 臺北.
- 史焜、劉秀華、黃青. 2005. 不同煎煮時間對苦杏仁苷含量的影響. 中國醫藥研究 3 : 484-485.
- 李莉姿. 1990. 臺灣產子囊菌之新種、新組合種及新紀錄種. 國立中興大學植物病理學系碩士論文. 臺中.
- 呂福原、歐辰雄、呂金誠. 1999. 墨點櫻桃. p.153. 刊於：呂福原編著. 臺灣樹木解說第一冊. 行政院農業委員會. 臺北.
- 呂福原、歐辰雄、陳運造、祁豫生、呂金誠. 2000. 臺灣樹木圖誌 第一卷. p50. 方圓商業攝影印刷有限公司. 臺中.
- 林天書、尹華文. 1992. 十種省產闊葉樹材抗家白蟻之研究. 林業試驗所研究報告季刊 7(1):101-108.
- 林頌生、葉瑞月. 2003. 感官品評應用與實作. 睿煜出版社. 屏東.
- 林德勳. 2006. 臺灣產李亞科（薔薇科）植物之分類研究. 嘉義大學森林所碩士論文. 嘉義.
- 柏有成. 1989. 梅子核仁中 Glucosidase 之純化與生化性質之探討. 國立臺灣大學園藝學系研究所. 臺北.
- 張永鐘、孫璐西. 1989. 竹筍中紫杉甙糖苷之分析與其隨加工之變化. 國立臺灣大學食品科技研究所碩士論文. 臺北.
- 張家璋. 2007. 不同加工條件對苦杏仁品質之影響. 國立屏東科技大學食品科學系碩士論文. 屏東.
- 張賢哲、蔡貴花. 1984. 中藥炮製學. 中國醫藥學院出版組. 臺中.

- 
- 黃松根、謝瑞忠、孫正春. 1990. 香菇栽培樹種之產菇量及品質研究. 林業試驗所
研究報告季刊 5(1):25-36.
- 黃美惠、呂福原、陳周宏、林德勳、鄧書麟、葉若璫. 2006. 臺灣產李亞科(薔薇科)
植物木材解剖系統分類. 臺灣林業科學 21(2):215-231.
- 劉棠瑞、郭秋成. 1971. 植物學拉丁文字典. p.418、528. 國立臺灣大學農學院森林
學系. 臺北.
- 劉棠瑞、廖日京. 1980. 樹木學(上). p.416-418. 臺灣商務印書館. 臺北.
- 陳舜英、簡慶德. 2002. 墨點櫻桃與刺葉桂櫻種子之發芽與貯藏行為. 臺灣林業科
學 17:59-66.
- 應紹舜. 1991. 臺灣高等植物彩色圖誌 第一卷. p.538. 國立臺灣大學森林環境暨資
源學系出版. 臺北.
- 簡慶德. 2004. 本土櫻屬種苗之培育技術. 臺灣林業 30:36-39.
- 簡慶德. 2011. 樹木種子的發芽與休眠. 林業研究專訊 18:19-22.
- 鄭萬鈞. 1998. 腺葉桂櫻. p.1122-1123. 中國樹木誌 第二卷. 中國林業出版社. 中
國. 北京.
- 薛聰賢. 2006. 黑星櫻. 臺灣原生景觀植物圖鑑 4. p. 28. 臺灣普綠有限公司. 臺灣.
- 饒麥玲. 1999. 食用竹筍中氰酸含量之探討. 國立臺灣大學園藝學研究所. 臺北.
- AOAC. 1984. Official method of analysis 14th Eds. Association of Official Analytical
Chemists. Florida, USA
- Bak, S., S.M. Paquette, M. Morant, A.V. Rasmussen, S. Saito, N. Bjarnholt, M.
Zagrobelny, K. Jørgensen, T. Hamann, and S. Osmani. 2006. Cyanogenic
glycosides; a case study for evolution and application of cytochromes P450.
Phytochem. Rev. 5: 309-329.

- 
- Bradbury, M.G., S.V. Egan, and J.H. Bradbury. 1999. Determination of all forms of cyanogens in cassava roots and cassava products using picrate paper kits. *J. Sci. Food Agric.* 79:593-601.
- Cheek, R.P. and R.L. Shull. 1985. Glycoside: cyanogens. Natural toxicants in feeds and poisonous plants. AVI. Pub. Com., U.S.A.
- Conn, E.E. 1980. Cyanogenic compounds. *Annu Rev. Plant Physiol.* 31: 433-451.
- Conn, E.E. 1981a. Cyanogenic glycoside. p.299-308. In: Committee on food protection (Eds.). Toxicants occurring naturally in foods 2nd edit. National Academy of Science.
- Conn, E.E. 1981b. Unwanted biological substances in foods : cyanogenic glycoside. p.105-121. In: Cyres, J.C., and J. C. Kirschman(Eds.). Impact of toxicology on food processing. AVI.
- Dewick, P.M. 1984. The biosynthesis of cyanogenic glycosides and glucosinolates. *Nat. Prod. Rep.* 1:545-549.
- Dicenta F., P. Martı́nez-Go´mez, N. Gran´e, M.L. Martı́n, A. Le´on , J.A. C´anovas, and V. Berenguer. 2002. Relationship between cyanogenic compounds in kernels, leaves, and roots of sweet and bitter kernelled almonds. *J. Agric. Food Chem.* 50:2149-2152.
- Elisabeth, S. and J.E. Poulton. 1994. Immunocytochemical localization of prunasin hydrolase and mandelonitrile lyase in stems and leaves of *Prunus serotina*. *Plant Physiol.* 106: 1285-1291.
- Frehner, M., M. Scalet, and E.E. Conn. 1990. Pattern of the cyanide-potential in developing fruits. *Plant Physiol.* 94: 28-34.
- Gruhnert, C. H., B. Biehl, and D. Selmar. 1994. Compartmentization of cyanogenic glucoside s and their degrading enzymes. *Planta* 195:36-42.

Guichard, E. and M. Souty. 1988. Comparison of the relative quantities of aroma compounds found in fresh apricot (*Prunus armeniaca* from six different varieties). Eur. Food Res. Technol. 186: 301-307.

Guillot, S., L. Peytavi, S. Bureau, R. Boulanger, J.P. Lepoutre, J. Crouzet, S. Schorr-Galindo. 2006. Aroma characterization of various apricot varieties using headspace–solid phase microextraction combined with gas chromatography–mass spectrometry and gas chromatography–olfactometry. Food Chem. 96:147–155.

Halarewicz A. 2011. Tissue localization of the condensed tannins in the leaves of the black cherry, *Prunus serotina* Ehrh. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 14: p1.

Ho, C.L., E.I. Wang, and Y.C. Su. 2009. Composition of the leaf oils of *Prunus phaeosticta* var. *phaeosticta* from Taiwan. J. Essential Oil Res. 21:345-347.

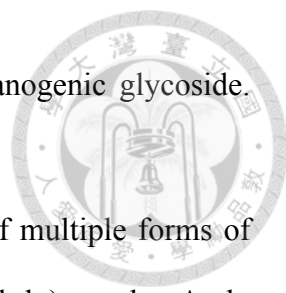
Hughes, M.A. 1991. The cyanogenic polymorphism in *Trifolium repens* L. (White Clover). Heredity. 66:105-115.

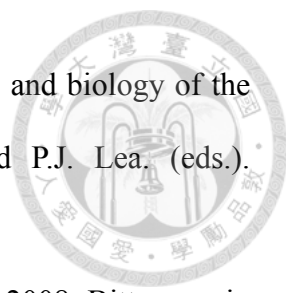
Jones, D.A. 1962. Selective eating of the acyanogenic form of the plant *Lotus corniculatus* L. by various animals. Nature. 193:1109-1110.

Jones, D.A. 1972. Cyanogenic glycosides and their function. p.103-124. In: Harborne, J. B. (Ed.). Phytochemical ecology. Academic Press.

Jørgensen, K., S. Bak, P.K. Busk, C. Sørensen, C.E. Olsen, J. Puonti-Kaerlas, and B.L. Møller. 2005. Cassava plants with a depleted cyanogenic glucoside content in leaves and tubers. distribution of cyanogenic glucosides, their site of synthesis and transport, and blockage of the biosynthesis by RNA interference technology. Amer. Soc. Plant Biol. 139:363-374.

Kimoto, S. and Y.I. Chu. 1996. Systematic catalog of chrysomelidae of Taiwan (insect: Coleoptera). Bul. Inst. Comp. Stud. Intl. Cult. Soc. 16: 1-152.

- 
- Kojima, M., J.E. Poulton, S.S. Thayer, and E.E. Conn. 1979. Cyanogenic glycoside. *Plant Physiol.* 63: 1022-1028.
- Kuroki, G. and J.E. Poulton. 1987. Isolation and characterization of multiple forms of prunasin hydrolase from black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) seeds. *Arch. Biochem. Biophys.* 255:19-26.
- Lechtenberg, M. and A. Nahrstedt. 1999. Cyanogenic glycosides. p. 147-191. In: Ikan, R. (ed.). *Naturally Occurring Glycosides*. John Wiley and Sons. Chichester. UK.
- Li, C.P., E. Swain, and J.E. Poulton. 1992. *Prunus serotina* amygdalin hydrolase and prunasin hydrolase. purification, N-terminal sequencing, and antibody production. *Plant Physiol.* 100:282-290.
- Li, H. L. 1963. *Woody flora of Taiwan*. Livingston Pub. Co. N.J.
- Lúcia, P.S.P., M. Schilthuisen, R. Verpoorteb, and Y.H. Choi. 2013. Quantitative analysis of amygdalin and prunasin in *Prunus serotina* Ehrh. using ¹H-NMR spectroscopy. *Phytochem. Anal.* 25:122-126.
- Lv, W.F., M.Y. Ding, and R. Zheng. 2005. Isolation and quantitation of amygdalin in apricot-kernel and *Prunus tomentosa* Thunb. by HPLC with solid-phase extraction. *J. Chromatogr. Sci.* 43:383-387.
- Mentzer, C. and J. Favre-Bonvin. 1961. Sur la biogène'se du glucoside cyanogé'-ne'tique des feuilles de laurier-cerise (*Prunus lauro-cerasus*). *C.R. Acad. Sci. Ser. III Sci. Vie.* 253: 1072-1074.
- Møller, B.L. and D.S. Seigler. 1999. Biosynthesis of cyanogenic glycosides, cyanolipids, and related compounds, in plant amino acids. p. 563-609. In: Singh, B.K. (ed.). *Biochemistry and Biotechnology*, Marcel Dekker. New York.

- 
- Nahrstedt, A. 1987. Recent developments in chemistry, distribution, and biology of the cyanogenic glycosides. p.213-234. In Hostettmann, K., and P.J. Lea. (eds.). Biologically active natural products. Clarendon Press, Oxford.
- Raquel S.P., K. Jørgensen, C.E. Olsen, F. Dicenta, and B.L. Møller. 2008. Bitterness in almonds. *Plant Physiol.* 146: 1040-1052.
- Rodgers, P.B. and C.J. Knowles. 1978. Cyanide production and degradation during growth of *chromobacterium violaceum*. *J. Gen. Microbiol.* 108:261-267.
- Santamour, F.S. 1998. Amygdalin in *Prunus* leaves. *Phytochemistry* 47:1537-1538.
- Saunders., J.A. and E.E. Conn. 1978. Presence of the cyanogenic glycoside dhurrin in isolated vacuoles from Sorghum. *Plant Physiol.* 61:154-157.
- Seigler, D.S. 1991. Cyanide and cyanogenic glycosides, p. 35-77. In: Rosenthal, G.A. and M.R. Berenbaum (eds.). *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites*. Academic Press, San Diego, CA.
- Seigler D.S. and A.M. Brinker. 1993. Characterization of cyanogenic glycosides, cyanolipids, nitroglycosides, organic nitro compounds and nitrile glucosides from plants, p. 51-93. In: Dey. P.M., and J.B. Harborne (eds.). *Methods in plant biochemistry, alkaloids and sulfur compounds*. Academic Press. London.
- Shore J.S., and C.M. Obrist. 1992. Variation in cyanogenesis within and among populations and species of *Turnera series Canaligerae* (Turneraceae). *Biochem. System. and Ecol.* 20:9-15.
- Swain, E., and J.E. Poulton. 1994. Immunocytochemical localization of prunasin hydrolase and mandelonitrile lyase in stems and leaves of *Prunus serotina*. *Plant Physiol.* 106: 1285-1291.
- Seigler, D.S., Mikolajczak, K.L., Smith, Jr.C.R. and Wolff, I.A. 1970. *Lipids*, 4: 147.

Till, I. 1987. Variability of expression of cyanogenesis in white clover (*Trifolium repens* L.). *Heredity* 59:265-271.

Tower, G.H., A.G, McInnes. and A.C. Neish. 1964. The absolute configurations of the phenolic cyanogenic glucosides taxiphyllin and dhurrin. *Tetrahedron*. 20:71.

附錄



表 1、臺大地區之墨點櫻桃植株基本性狀

Table 1. The characteristics of *Prunus phaeosticta* plants at National Taiwan University

植株編號	20 公分高直徑 (cm)	高度(cm)	附註
I -1	0.652×0.658	72	
I -2	0.644×0.651	97	
I -3	0.681×0.711	64	
I -4	0.311×0.312	53	死亡
I -5	0.663×0.594	64	
I -6	0.569×0.582	53.5	
I -7	0.577×0.583	105	
I -8	0.769×0.748	83	
I -9	0.726×0.692	56	
I -10	0.524×0.653 0.641×0.619	95	雙主幹
I -11	0.577×0.582	49	
I -12	0.759×0.756	73	
I -13	0.349×0.369	44	
I -14	0.535×0.624	62	
I -15	0.582×0.47	33	
I -16	0.581×0.582	73	
I -17	0.464×0.501	59	
I -18	0.628×0.638	80	
I -19	0.564×0.594 0.471×0.492	74	雙主幹
I -20	0.640×0.667	85	

表 2、陽明山地區之墨點櫻桃植株基本性狀

Table 2. The characteristics of *Prunus phaeosticta* plants at at Jhuzihhu, Yangmingshan National Park.

植株編號	胸高直徑 (cm)	高度(cm)	植株經緯度**	原(編號)12
II -1	2.569×2.291	338	30.00" N 13.83" E	原 13
II -2	2.243×2.345	338	30.34" N 14.04" E	原 15
II -3	4.389×4.530	406	30.41" N 14.04" E	原 16
II -4	6.921×7.438	517	28.84" N 15.59" E	原 17
II -5	7.650×6.501	500	29.17" N 15.76" E	原 18
II -6	2.691×2.842	384	29.15" N 15.51" E	原 19
II -7	2.345×2.409	364	29.15" N 15.51" E	原 20
II -8	1.245×1.082	165	29.55" N 15.92" E	原 21
II -9	1.842×1.817	214	29.55" N 15.92" E	原 22
II -10	2.123×2.121	305	29.70" N 15.85" E	原 23
II -11	6.852×7.798	601	29.06" N 16.17" E	原 24
II -12	2.083×1.882	343	29.08" N 15.95" E	原 25
II -13	1.550×1.491	341	30.03" N 16.54" E	原 26
II -14	2.807×3.327	394	29.89" N 16.42" E	原 27
II -15	3.852×3.636	284	29.91" N 16.43" E	原 28
II -16	2.241×2.193	303	30.27" N 16.61" E	原 29
II -17	2.432×2.543*	158	30.25" N 16.64" E	原 30
II -18	3.928×4.283	445	30.11" N 16.91" E	原 31
II -19	3.744×4.267	384	30.04" N 15.75" E	原 32
II -20	5.930×4.378	410	29.79" N 15.85" E	

*直徑為測量地際所得

**經緯度之度及分皆為 25° 10' N 121° 32'E



圖 1、墨點櫻桃植株照

Fig. 1. The plant photo of *Prunus phaeosticta*



圖 2、墨點櫻桃枝條及葉片(a)正面圖及(b)背面圖，背景一格為 1 公分

Fig. 2. The front (a) and back (b) view of *Prunus phaeosticta* branches and leaves.



圖 3、墨點櫻桃葉背墨點

Fig. 3. The dark spots of *Prunus phaeosticta* at back of blade.



圖 4、(a)*Microcyclus pruni* 所引起的病徵及(b)金斑龜金花蟲的食痕

Fig. 4.(a)The leaf symptoms caused by *Microcyclus pruni* and (b) scars caused by *Cassida crucifera*

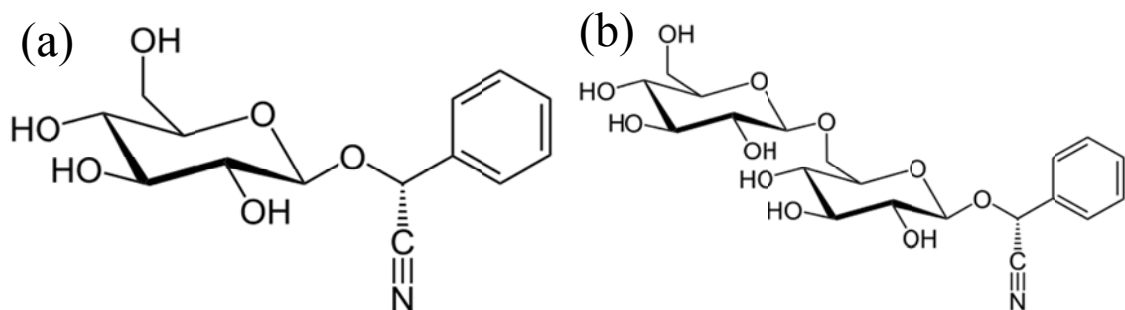


圖 5、(a)野黑櫻醣苷及(b)苦杏仁苷化學結構(Yikrazuul, 2013)

Fig. 5. The chemical structures of prunasin and amygdalin

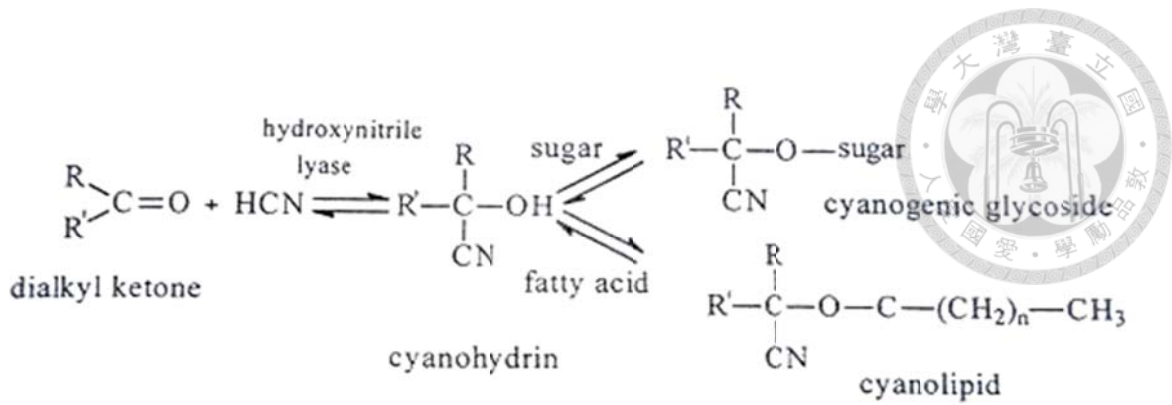


圖 6、羧腈、氰糖苷及氰脂基之基本結構。

Fig. 6. The chemical structures of cyanohydrin, cyanogen glycosides and cyanolipid.

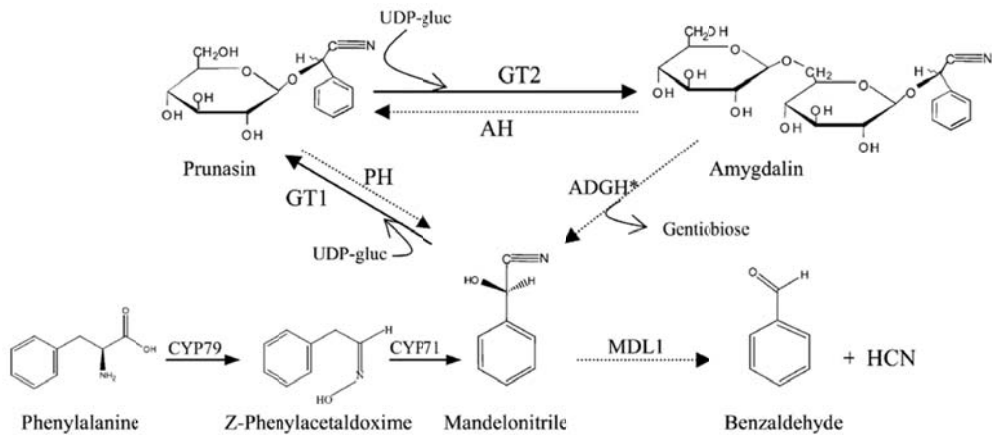


圖 7、野黑櫻糖苷及苦杏仁糖生合成及代謝路徑(Raquel et al., 2008)

Fig. 7. The metabolic pathways for synthesis and catabolism of the cyanogenic glucosides prunasin and amygdalin.

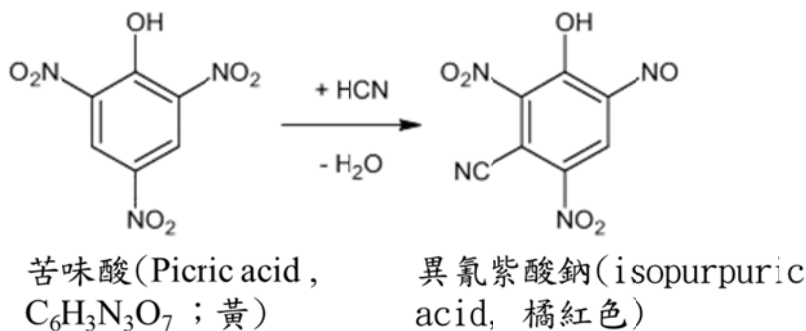


圖 8、苦味酸鈉法檢測原理

Fig. 8. Sodium Picric acid method detection principle rule.



圖 9、苦味酸鈉法分析裝置

Fig. 9. Devices of sodium picric acid method