

國產酪梨有機酸、葉黃素、 α -生育酚 及 D-甘露庚酮糖含量分析

劉耕宏 石正中*

國立宜蘭大學園藝學系

摘要

本研究針對台灣國產酪梨(*Persea americana* Mill.)品種，瞭解不同品種果肉中有機酸 (organic acid)、葉黃素 (lutein)、 α -生育醇 (α -tocopherol) 及 D-甘露庚酮糖 (D-mannoheptulose) 含量，並比較後熟對 D-甘露庚酮糖含量之影響，以瞭解國產酪梨品種間營養成分之差異，來提昇國人對國產酪梨營養之認識。本研究使用嘉義縣竹崎鄉沈姓果農果園所生產之‘章安’、‘清進一號’、‘秋可’、‘厚兒’、‘嘉選三號’以及‘麻豆普’等六個品種。酪梨品種間果肉有機酸的總有機酸含量為 1475~572 $\mu\text{g/g}$ ，以‘厚兒’的含量最高。各有機酸包括半乳糖醛酸、酒石酸、蘋果酸、檸檬酸、與延胡索酸含量，分別為 268~99、230~130、573~79、683~193、與 27~5 $\mu\text{g/g}$ 。蘋果酸與延胡索酸含量皆以‘厚兒’最高，半乳糖醛酸以‘清進一號’含量最高，酒石酸與檸檬酸含量，皆以‘嘉選三號’含量最高。葉黃素含量介於 5.34~1.94 $\mu\text{g/g}$ 之間，‘嘉選三號’含量最高。 α -生育酚含量介於 80.9~19.3 $\mu\text{g/g}$ 之間，‘麻豆普’含量最高。D-甘露庚酮糖含量未後熟者介於 41.5~11.8 mg/g 之間，‘秋可’含量最高；後熟介於 27.1~9.5 mg/g 之間，‘麻豆普’含量最高。後熟過程造成各品種酪梨果中 D-甘露庚酮糖含量降低，平均損失達 14.0%~45.8%。

關鍵詞：酪梨、有機酸、葉黃素、 α -生育酚、D-甘露庚酮糖

*通訊作者。E-mail:jjshyr@niu.edu.tw。本文為第一作者之部分碩士論文。

Analysis of Organic Acid, Lutein, α -Tocopherol and D-mannoheptulose Contents in Domestic Avocado

Keng-Hung Liu Jeng-Jung Shyr*

Department of Horticulture, National Ilan University

Abstract

Content of organic acids, lutein, α -tocopherol and D-mannoheptulose in the mesocarp of avocado (*Persea americana* Mill.) fruits were analyzed. The differences among cultivars and the effect of ripening on the content of D-mannoheptulose were investigated in order to set up the basic nutrient data of domestic avocados. Six avocado cultivars including, 'Ching Jin No.1', 'Zhang an', 'Choquette', 'Hall', 'CASE3' and 'Madoupu' avocado were harvested from Jhu-ci area, Chiayi County. Results showed that in ripe mesocarp of avocado, the contents of organic acid are 1475~572 $\mu\text{g/g}$ among cultivars. Contents of galaturonic acid, tartaric acid, malic acid, citric acid, and fumaric acid are 268~98.9, 230~130, 573~79.1, 683~193, and 5.28~27.0 $\mu\text{g/g}$ respectively. The content of lutein is from 5.34 to 1.94 $\mu\text{g/g}$. There is more lutein in 'CASE3' than in others. The content of α -tocopherol is from 80.9 to 19.3 $\mu\text{g/g}$. 'Madoupu' contents the highest α -tocopherol among six cultivars. In unripe avocado flesh, the content of D-mannoheptulose is from 41.5 to 11.8 mg/g and 'Choquette' has the highest content. Ripe fruits content 27.1~9.50 mg/g of D-mannoheptulose and 'Madoupu' has the highest content among six cultivars.

Keywords: avocado, organic acid, lutein, α -tocopherol, D-mannoheptulose

*Corresponding author, E-mail:jjshyr@niu.edu.tw; this paper is a part of Master thesis of the first author.

前言

酪梨(*Persea americana* Mill.)為樟科(Lauraceae),酪梨(*Persea*)屬,多年生常綠喬木,起源於中美洲、南美洲北部及墨西哥。因其形如梨,果肉如乳酪,故台灣稱之為酪梨;在中國大陸俗稱油梨、牛油果或黃油梨,日本人稱為鱷梨,英文為 Avocado 或 Avocado pear。目前酪梨種植已遍及大多數熱帶及亞熱帶地區,種植範圍介於南北緯 40 度之間,美洲、歐洲、非洲、大洋洲及亞洲有近 64 個國家栽培酪梨,主要栽培國

家為墨西哥、智利、以色列、南非共和國、與美國等，目前台灣的酪梨種植面積約有 790 公頃，年產量約 7 千 8 百公噸，主產地分佈於台南大內鄉、麻豆鎮、佳里鎮、嘉義竹崎鄉等地，其他地區如高雄、屏東、台東等地都有零星栽培。(行政院農業委員會；中華幸福果協會)。

氧會在生物體之有氧代謝過程中形成許多活性氧分子(reactive oxygen species)，包括 superoxide anion radical (O_2^-)、Hydrogen peroxide (H_2O_2)、hydroxyl radical ($\cdot OH$) 等，這些活性氧物質會以生物體的蛋白質、醣類、脂質、DNA與RNA等為主要攻擊目標，當細胞長期曝露在具有活性氧物質的情況下，這些生物體內的重要物質會遭受到活性氧物質的攻擊，會導致嚴重的氧化性傷害，進而造成老化以及諸如癌症、動脈硬化、心肌梗塞與免疫系統疾病(Fang *et al.*, 2002)。酪梨含有 α -胡蘿蔔素、葉黃素、 α -生育酚、維生素 B6、單元不飽和脂肪等營養成分，而葉黃素因具有長鏈共軛多烯(conjugated polyene)結構，所以擁有良好的抗氧化性質，除了具有清除單重態氧的作用外(Cantrell *et al.*, 2003)，還可以捕捉過氧化自由基，並能防止光氧化及過氧化反應的發生，葉黃素會堆積在人類中央視網膜黃斑部(macular lutea)上錐狀及桿狀感光細胞中，存在於人類視網膜上的葉黃素，可吸收紫外線及輻射光源產生的自由基，以保護細胞不受傷害，進而預防白內障及因老化造成的老年性黃斑部病變的發生(Bone *et al.*, 1992)。 α -生育酚為脂溶性維生素，主要存在於細胞膜或胞器之膜中，其生理功能為阻斷活性氧分子(reactive oxygen species, ROS)之氧化連鎖反應(Packer, 1994)。 α -生育酚也有清除自由基的能力，可提供一個電子與自由基反應，終結自由基連鎖反應，達到保護膜內脂質避免過氧化傷害(Niki, 1991)。

D-甘露庚酮糖是己糖激酶的抑制劑，通過競爭性地與己糖激酶結合來阻斷葡萄糖的磷酸化，造成葡萄糖的降解被抑制。D-甘露庚酮糖最早在酪梨中發現，是 D-甘露庚酮糖含量最豐富的自然來源(Shaw, 1980)，能有效抑制胰島素的分泌，適合低血糖的患者(Lucke *et al.*, ; Meyer, 2008)。D-甘露庚酮糖可以抑制腫瘤的己糖激酶對葡萄糖的分解，從而影響腫瘤的生長，具有抗癌的活性(Landahl, 2009)。

本研究針對不同品種之國產酪梨，分析其有機酸、葉黃素、 α -生育醇及 D-甘露庚酮糖含量，並比較後熟對 D-甘露庚酮糖含量之影響，以瞭解國產酪梨品種間營養成分之差異，來提昇國人對國產酪梨營養價值之認識。

材料與方法

本研究所使用之酪梨品種有‘章安’、‘清進一號’、‘麻豆普’、‘嘉選三號’、‘秋可’、‘厚兒’六個品種，均採自嘉義縣竹崎鄉沈姓果農果園。將已後熟和未後熟之酪梨去皮去籽，切成 1 公分厚之片狀，經由 -40°C 冷凍乾燥去除水分，將凍乾果肉磨成粉，分別測定有機酸、葉黃素、 α -生育醇、與 D-甘露庚酮糖含量。

一、有機酸分析

修改中華民國國家標準(CNS)：水果及蔬菜汁飲料檢驗法—有機酸之測定法測定。首先將精秤去皮去籽後充分乾燥之粉狀果肉 0.5 克，將樣品定量至 100 ml，以超音波震盪 15 分鐘(頻率為 28 kHz)，用 Advantec NO.2 90 mm 濾紙過濾果渣，將過濾之溶液取 1.5 ml 於 2 ml 離心管，用冷凍離心機 12000 rpm 離心 30 分鐘，取上清液，用 PVDF 0.45 μm 過濾膜過濾。

取經上述前處理完成之樣品 20 μL 注入液相層析儀中分析。管柱：ODS (C18) 250 \times 4.6 mm 5 μm Hypersil。儀器分析條件：以 0.01 M 磷酸二氫鉀含 0.06 mmol Tetra-butylammonium phosphate, pH 2.5 (以磷酸調 pH)當作移動相，流速調至 0.5 ml/min，以紫外光偵測器，在 210 nm 波長偵測。

二、葉黃素分析

修改 Bushway (1986)之方法，首先將精秤去皮去籽後充分乾燥之粉狀果肉 0.5 克，置入 250 ml 三角錐型瓶中，加入 50 ml 四氫呋喃，以超音波震盪 15 分鐘(頻率為 28 kHz)，再加入 50 ml 四氫呋喃，再以超音波震盪 15 分鐘，用 Advantec NO.2 90 mm 濾紙過濾果渣，將過濾之溶液減壓濃縮至乾，以 5 ml 四氫呋喃回溶，用 PTFE 0.45 μm 過濾膜過濾。取經上述前處理完成之樣品 20 μL 注入液相層析儀中分析。管柱：ODS (C18) (250 \times 4.6 mm 5 μm Hypersil)。儀器分析條件：以乙腈：甲醇：THF (40:56:4) (v/v)溶液當作移動相，流速調至 1 ml/min，以紫外光偵測器，在 455 nm 波長偵測。

三、 α -生育酚

修改中華民國國家標準(CNS)：食品中維生素 E 含量測定法測定。首先將精秤去皮去籽後充分乾燥之粉狀果肉 0.5 克，將樣品置入 250 ml 三角錐型瓶中，加入沒食子酚 0.8 克，再加入水 10 ml 混合溶解，再加入 6%氫氧化鉀乙醇溶液 40 ml 後，置於 100°C 水浴上皂化 30 分鐘，再放於室溫冷卻，冷卻後以 25 ml 水洗滌皂化瓶，再以內含 0.2% 二丁基羥基甲苯之正己烷 25 ml 洗滌皂化瓶兩次，洗液併入分液漏斗，加入飽和氯化鈉 25 ml 振搖 2 分鐘，靜置分層取上清液。去除水層移入 500 ml 濃縮瓶，於 40°C 減壓濃縮至乾，以 5 ml 正己烷回溶，以 PVDF 0.45 μm 過濾膜過濾。取經上述前處理完成之樣品

20 μ L 注入液相層析儀中分析。管柱：ODS (C18) (250 \times 4.6 mm 5 μ m Hypersil)。儀器分析條件：以甲醇：水(98:2) (v/v)溶液當作移動相，流速調至 1 ml/min，以紫外光偵測器，在 300 nm 波長偵測。

四、D-甘露庚酮糖分析

修改 Wong-Chong(1979)之方法。首先將精秤去皮去籽後充分乾燥之粉狀果肉 0.5 克，將樣品定量至 100 ml，以超音波震盪 15 分鐘(頻率為 28 kHz)，用 Advantec No.2 90 mm 濾紙過濾果渣，將過濾之溶液取 1.5 ml 於 2 ml 離心管(共做三組)，用冷凍離心機 12000 gn 離心 30 分鐘，取上清液，用 cellulose acetate 過濾膜 0.20 μ m 過濾。取經上述前處理完成之樣品 20 μ L 注入液相層析儀中分析。管柱：APS-2 Hypersil 300 \times 4 mm 5 μ m。儀器分析條件：乙腈：水(80:20)(v/v)溶液當作移動相，流速調至 1.0 ml/min，以 RI 偵測器(Refractive Index Detector)偵測，溫度 30 $^{\circ}$ C。

五、統計分析

本實驗數據之以 Microsoft Office 2003 Excel 整理，並以 SAS(Statistic Analysis System) 套裝統計軟體 8.1 版進行變方(ANOVA)分析，並以 Duncan 檢定做差異性分析，顯著水準為 5%。

結果與討論

一、酪梨品種間果肉有機酸含量之差異

本研究使用‘清進一號’、‘章安’、‘秋可’、‘厚兒’、‘嘉選三號’、‘麻豆普’六個品種，果肉經過七天後熟，可測得五種主要有機酸，分別為半乳糖醛酸(Galaturonic acid)、酒石酸(Tartaric acid)、蘋果酸(Malic acid)、檸檬酸(Citric acid)以及延胡索酸(Fumaric acid)，‘清進一號’、‘章安’以半乳糖醛酸含量最高，‘秋可’、‘嘉選三號’、‘麻豆普’以檸檬酸含量最高，‘厚兒’以蘋果酸含量最高，各品種均以延胡索酸含量最低(表 1)。

在六個酪梨品種中，半乳糖醛酸的含量介於 268~98.9 μ g/g 之間，‘清進一號’為最高，‘嘉選三號’為最低，品種間有顯著差異($p < 0.05$)；酒石酸的含量介於 230~130 μ g/g 之間，‘嘉選三號’含量最高，‘清進一號’含量最低，品種間無顯著差異($p \geq 0.05$)；蘋果酸的含量介於 573~79.1 μ g/g 之間，‘厚兒’為最高，‘章安’為最低，品種間有顯著差異($p < 0.05$)；檸檬酸的含量介於 683~193 μ g/g 之間，‘嘉選三號’為最高，而‘清進一號’為最低，品種間有顯著差異($p < 0.05$)；延胡索酸的含量介於 27.0~5.28 μ g/g 之間，‘厚兒’含量最高，‘清進一號’含量最低，品種間有顯著差異($p < 0.05$)；總有機酸的含量介於 1475~572 μ g/g 之

間，‘厚兒’為最高，‘章安’為最低，品種間有顯著差異($p < 0.05$)(表 1)。

表 1 後熟酪梨果肉有機酸含量

Table 1 The organic acid contents of six ripe avocados flesh. (n=3)

有機酸 ($\mu\text{g/g}$)	品種					
	清進一號	章安	秋可	厚兒	嘉選三號	麻豆普
半乳糖醛酸	268 ^z a	174bc	179bc	171bc	99c	207ab
酒石酸	130a	155a	194a	177a	230a	160a
蘋果酸	88c	79c	161c	573a	146c	329b
檸檬酸	123d	156d	271cd	525b	683a	355c
延胡索酸	5b	5b	10b	27a	5b	23a
總有機酸	615cd	572d	818c	1475a	1164b	1076b

^zThe means with the same letters within a row are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. (n=3)

酪梨可細分為三大品系，墨西哥系(Mexican)、瓜地馬拉系(Guatemalan)、西印度系(West Indian)三個系統。不同品系之酪梨，其油脂含量也不同，而有機酸的合成需要從丙酮酸所分解來的乙醯輔酶 A，另外乙醯輔酶 A 是脂肪酸分解代謝或醣類代謝之產物。因此，乙醯輔酶 A 是密切的與酪梨中的有機酸與油和糖有相互的關係(Wu *et al.*, 2005)。Nergiz (2009)指出橄欖的油脂含量與有機酸含量有正相關性，他認為丙酮酸是形成有機酸合成中乙醯輔酶 A 的主要來源。所以推測有機酸的含量與油脂和脂肪酸的含量有關，因為油脂為酪梨儲存能量的主要形式，本試驗分析六種酪梨品種後熟果肉之有機酸含量，所使用之酪梨皆為西印度品系之雜交種，在六個酪梨品種中，鑑定出五種主要有機酸，總有機酸含量介於 1475~572 $\mu\text{g/g}$ 之間，以‘厚兒’為最高，‘章安’為最低，根據鄧(2010)指出，在酪梨乾物種當中，粗脂肪含量最高為‘厚兒’(11.81%)、最低為‘章安’(2.59%)。根據前面敘述有機酸與油脂的關係，可以看出，油脂含量高的明顯有較高的有機酸含量。

六個品種中，有機酸的含量的多寡除了品種上的不同外，也有可能因為油含量的不同，造成果實內檸檬酸循環所產生的物質含量不同，因為脂肪酸所提供的乙醯輔酶 A 密切與有機酸的合成有關，由於油脂含量和脂肪酸含量有關，因此油脂含量，也會影響有機酸含量。影響油脂含量之因子以橄欖為例，影響的變異因素有氣候條件(2004; Morello *et al.*, 2006)、農事習慣(Servili *et al.*, 2007)、品種(Olivares-Lopez *et al.*, 2007)、橄欖果實成熟度(Rotondi *et al.*, 2004)，還有橄欖油的萃取技術有關(Cerretani *et al.*, 2005)。由以上因子推測，國產酪梨各品種差異極大，生產季節不同，產季橫跨六月至隔年二月，採收時成熟度不易判定，均可能會影響酪梨油脂含量，故也會影響有機酸含量。

二、酪梨品種間果肉葉黃素含量之差異

酪梨的葉黃素含量介於 5.34~1.94 $\mu\text{g/g}$ 之間，‘嘉選三號’含量最高，‘清進一號’含量最低，品種間有顯著差異($p < 0.05$)(圖 1)。

在本試驗六個品種中之葉黃素含量，‘嘉選三號’為 5.34 $\mu\text{g/g}$ 、‘麻豆普’為 4.27 $\mu\text{g/g}$ 、‘秋可’為 4.21 $\mu\text{g/g}$ 、‘厚兒’為 3.37 $\mu\text{g/g}$ 、‘章安’為 2.56 $\mu\text{g/g}$ 、‘清進一號’為 1.94 $\mu\text{g/g}$ ，以‘嘉選三號’為最高，‘清進一號’為最低。根據學者指出，大豆中葉黃素的含量與油酸含量有正相關，和亞麻油酸有負相關，顯示選擇高含量的油酸或低含量的亞麻油酸之大豆有較高的葉黃素(Lee, 2009)，可以推測各個品種中的葉黃素含量會因為本身脂肪酸中油酸與亞麻油酸的組成而有所變動。在本試驗中，葉黃素的含量最高為‘嘉選三號’，其中五個品種：‘章安’、‘清進一號’、‘秋可’、‘厚兒’、‘嘉選三號’中，根據鄧(2010)的酪梨脂肪酸組成指出，亞麻油酸的部分，‘清進一號’為 10.3%，‘章安’為 10.9%、‘秋可’為 10.6%、‘厚兒’為 10.4%、‘嘉選三號’為 8.97% (鄧，2010)，是這五個品種中含量最低，故‘嘉選三號’葉黃素含量較高。由以上參考文獻數據與 Lee (2009)結果相符，可以解釋各品種葉黃素含量之組成。

三、酪梨品種間果肉 α -生育酚含量之差異

在本試驗六個品種中之 α -生育酚含量，介於 80.9~19.3 $\mu\text{g/g}$ 之間，‘麻豆普’為 81.0 $\mu\text{g/g}$ 、‘厚兒’為 77.1 $\mu\text{g/g}$ 、‘嘉選三號’為 39.0 $\mu\text{g/g}$ 、‘秋可’為 28.5 $\mu\text{g/g}$ 、‘清進一號’為 21.6 $\mu\text{g/g}$ 、‘章安’為 19.4 $\mu\text{g/g}$ ，以‘麻豆普’為最高，‘章安’為最低，品種間有顯著差異($p < 0.05$)(圖 2)。

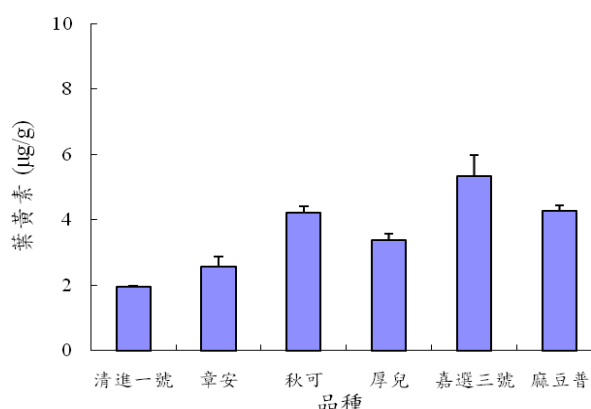


圖 1 後熟酪梨葉黃素含量
Fig. 1 Lutein content of ripe avocado flesh.

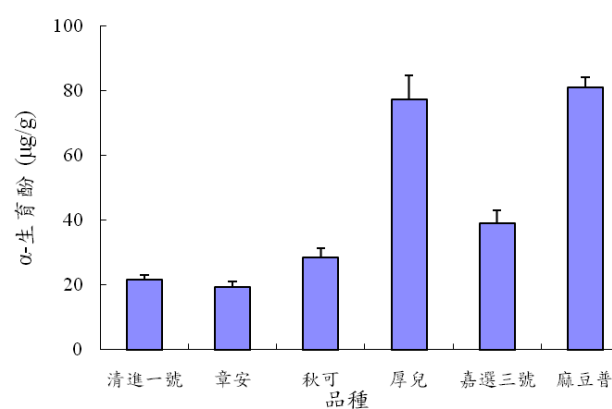


圖 2 後熟酪梨 α -生育酚含量
Fig. 2 α -tocopherol content of ripe avocado flesh.

Goffman and Böhme (2001)，指出在茶蔗屬(*Ribes*)的種子油中總生育酚(Total tocopherol) 含量與油脂的含量有正相關， α -生育酚含量與總生育酚有正相關，代表會因

為油脂含量高而含有高含量的總生育酚，且有較高之 α -生育酚含量。

鄧(2010)分析‘章安’、‘清進一號’、‘秋可’、‘厚兒’、‘嘉選三號’五品種指出，在酪梨乾物重當中，粗脂肪含量最高為‘厚兒’(11.8%)、最低為‘章安’(2.59%)。本實驗結果顯示，這五個品種中 α -生育酚含量以‘厚兒’為最高，‘章安’為最低。 α -生育酚含量高品種有較高的油脂含量，符合前面敘述 α -生育酚含量與油脂的關係。

四、酪梨品種與後熟對果肉 D-甘露庚酮糖含量之影響

D-甘露庚酮糖含量未後熟者介於 41.5~11.8 mg/g 之間，‘秋可’含量最高，‘章安’含量最低；後熟介於 27.1~9.50 mg/g 之間，‘麻豆普’含量最高，‘章安’含量最低，品種間有顯著差異($p < 0.05$) (表 2)。

表 2 未後熟和後熟酪梨 D-甘露庚酮糖含量

Table 2 The D-mannoheptulose contents of six unripe and ripening avocados flesh. (n=3)

甘露庚酮糖	品種					
	清進一號	章安	秋可	厚兒	嘉選三號	麻豆普
未後熟(mg/g)	14.4 ^{zd}	11.8 ^e	41.5 ^a	38.3 ^b	31.2 ^c	31.5 ^c
後熟(mg/g)	11.3 ^d	9.5 ^d	26.0 ^{ab}	20.7 ^c	21.7 ^{bc}	27.1 ^a
後熟後損失率(%)	21.3	19.4	37.2	45.8	30.5	14.0

^zThe means with the same letters within a row are not significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test. (n=3)

在本試驗六個品種中，酪梨未後熟果肉之 D-甘露庚酮糖含量：‘秋可’為 41.5 mg/g、‘厚兒’為 38.3 mg/g、‘麻豆普’為 31.5 mg/g、‘嘉選三號’為 31.2 mg/g、‘清進一號’為 14.4 mg/g、‘章安’為 11.8 mg/g，‘秋可’含量最高，‘章安’含量最低；酪梨後熟果肉之 D-甘露庚酮糖含量，‘麻豆普’為 27.1 mg/g、‘秋可’為 26.0 mg/g、‘嘉選三號’為 21.7 mg/g、‘厚兒’為 20.7 mg/g、‘清進一號’為 11.3 mg/g、‘章安’9.50 mg/g，‘麻豆普’含量最高，‘章安’含量最低。

本試驗六個品種酪梨未後熟果肉 D-甘露庚酮糖的後熟後之損失率分別為：‘厚兒’45.8%、‘秋可’37.2%、‘嘉選三號’30.5%、‘清進一號’21.3%、‘章安’19.4%、‘麻豆普’14.0%，損失率最高為‘厚兒’，最低為‘麻豆普’。Meyer and Terry (2008)指出 D-甘露庚酮糖和鱈梨糖醇是酪梨中重要的化合物，在未後熟的果實中明顯發現是以可溶性糖為主要的形式，而其濃度隨著後熟大量的減少，本實驗結果與其相符，後熟後不論品種為何，其 D-甘露庚酮糖均大幅減少。

Nergiz and Ergönül (2009)指出，橄欖的總糖含量與總有機酸含量有正相關性。本實驗‘厚兒’、‘嘉選三號’、‘麻豆普’、‘秋可’、‘清進一號’與‘章安’等六品種在酪梨

總有機酸含量分別為 1475 $\mu\text{g/g}$ 、1164 $\mu\text{g/g}$ 、1076 $\mu\text{g/g}$ 、818 $\mu\text{g/g}$ 、615 $\mu\text{g/g}$ 、與 572 $\mu\text{g/g}$ ，以‘厚兒’為最高，‘章安’為最低。依 Nergiz and Ergönül 之結果來推論，雖然‘厚兒’有最高之總有機酸含量，應該有較高含量之 D-甘露庚酮糖，但結果顯示並不是最高，可能因為酪梨果肉當中可溶性糖的含量主要由七碳糖組成，包含 D-甘露庚酮糖和還原形式多醇類：酪梨糖醇，反而蔗糖、葡萄糖和果糖含量較低(Meyer and Terry, 2008)，所以有一部分糖被轉移以酪梨糖醇的形式存在，因為這兩個糖是酪梨最主要的糖，‘章安’本身總有機酸含量最低，因此在 D-甘露庚酮糖的含量上也相對為最低；另外，在酪梨未後熟的 D-甘露庚酮糖實驗中，依然是‘章安’含量最低，雖然沒有總有機酸的數據來佐證，但根據 Nergiz and Ergönül (2009)指出橄欖的總糖含量與總有機酸含量有正相關性，這個結果可以推論未後熟‘章安’的 D-甘露庚酮糖含量也會因它本身有機酸含量較低而影響其含量。

參考文獻

- 中國國家標準(CNS)。1989。水果及蔬菜汁飲料檢驗法—有機酸之測定法。總號：12635 類號：N6224。經濟部中央標準局。
- 中國國家標準(CNS)。1990。食品中維生素 E 含量測定法。總號：12724 類號：N6229。經濟部中央標準局。
- 鄧勝文。2010。國產酪梨粗脂肪含量及脂肪酸組成之研究。國立宜蘭大學園藝學系碩士論文。
- 鍾志明。1996。酪梨與人的營養。一、從人體健康方面了解酪梨。中國園藝。42(2):184-194。
- Bone, R. A., J. T. Landrum, and A. Cains. 1992. Optical density spectra of the macular pigment in vivo and in vitro. *Vision Research* 32:105.
- Bonoli, M., A. Bendini, L. Cerretani, G. Lercker, and T. Gallina Toschi. 2004. Qualitative and semiquantitative analysis of phenolic compounds in extra virgin olive oil as a function of the ripening degree of fruit by different analytical techniques. *J. Agric. Food Chem.* 52(23):7026-7032.
- Bushway, R. J. 1986. Determination of β - and γ -carotene in some raw fruits and vegetables by high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.* 34:409-412.
- Cantrell, A.D., J. McGarvey, T.G.Truscott, F. Rancan, and F. Böhm. 2003. Singlet oxygen quenching by dietary carotenoids in a model membrane environment. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 412:47-54.

- Cerretani, L., A. Bendini, A. Rotondi, G. Lercker, and T. Gallina Toschi. 2005. Analytical comparison of monovarietal virgin olive oils obtained by both a continuous industrial plant and a low-scale mill. *European Journal Lipid Science and Technology* 107:93-100.
- Fang, Y. Z., S. Yang, and G. Wu. 2002. Free radicals, antioxidants, and nutrition, *Nutrition* 18: 872.
- Goffman, F. D. and T. Böhme. 2001. Relationship between Fatty Acid Profile and Vitamin E Content in Maize Hybrids (*Zea mays* L.) *J. Agric. Food Chem.* 49:4990-4994.
- Landahl, S., M. D. Meyer, and L. A. Terry. 2009. Spatial and temporal analysis of textural and biochemical changes of imported avocado cv. Hass during fruit ripening. *J. Agric. Food Chem.* 57(15):7039-7047.
- Lee, J. D. 2009. Environmental effects on lutein content and relationship of lutein and other seed components in soybean. *Plant Breeding* 128:97-100.
- Lucke, C., A. Kagan, N. Adelman, and G. Seymour. 1972. Effect of 2-Deoxy-D-Glucose and Mannoheptulose on the Insulin Response to Amino Acids in Rabbits. *Diabetes* 21(1):1-5.
- Meyer, M. D. and L. A. Terry. 2008. Development of a rapid method for the sequential extraction and subsequent quantification of fatty acids and sugars from avocado mesocarp tissue. *J. Agric. Food Chem.* 56(16):7439-7445.
- Morello, J. R., M. P. Romero, and M. J. Motilva. 2006. Influence of seasonal conditions on the composition and quality parameters of monovarietal virgin olive oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 83:683-688.
- Nergiz, C., P. and G. Ergönül, 2009. Organic acid content and composition of the olive fruits during ripening and its relationship with oil and sugar. *Sci. Hortic.* 122:216-220.
- Niki E., Y Yamamoto, E Komuro, and K Sato. 1991. Membrane damage due to lipid oxidation. *Am. J. Clin. Nutr.* 53(1):201-205.
- Olivares-Lopez, M. J., M. Innocenti, C. Giaccherini, F. Ieri, A. Romani, and N. Mulinacci. 2007. Study of the phenolic composition of Spanish and Italian monocultivar extra virgin olive oils: distribution of lignans, secoiridoidic, simple phenols and flavonoids. *Talanta* 73:726-732.
- Packer, L. 1994. Vitamin E is nature's master antioxidant. *Sci. Am.* 1:54-63.
- Rotondi, A., A. Bendini, L. Cerretani, M. Mari, G. Lercker, and T. Gallina Toschi. 2004. Effect of olive ripening degree on the oxidative stability and organoleptic properties of cv. Nostrana di Brisighella extra virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.* 52(11): 3649-3654.

- Servili M., S. Esposto, E. Lodolini, R. Selvaggini, A. Taticchi, S. Urbani, G. Montedoro, M. Serravalle, and R. Gucci. 2007. Irrigation effects on quality, phenolic composition, and selected volatiles of virgin olive oils cv. Leccino. *J. Agric. Food Chem.* 55(16):6609-6618.
- Shaw, P. E., C. W. Wilson III, and J. R. J. Knight. 1980. High-Performance Liquid Chromatographic Analysis of D-manno- Heptulose, Perseitol, Glucose, and Fructose in Avocado Cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 28(2):379-382.
- Wong-Chong, J. and F. A. Martin. 1979. Analysis of sugar cane saccharides by liquid chromatography. 1. Adsorption chromatography with flow programming. *J. Agric. Food Chem.* 27(5):927-929.
- Wu, B. H., B. Quilot, M. Ge' nard, J. Kervella, and S. H. Li. 2005. Changes in sugar and organic acid concentrations during fruit maturation in peaches, *P. davidiana* and hybrids as analyzed by principal component analysis. *Sci. Hortic.* 103:429-439.
- 中華幸福果協會。台灣酪梨生長狀況。 http://www.avocado.org.tw/avointro/tai_profile.htm
- 行政院農業委員會。酪梨名稱由來。 <http://kmweb.coa.gov.tw/subject/ct.asp?xItem=174108&ctNode=4973&mp=302&kpi=0>

103 年 12 月 2 日投稿
104 年 4 月 15 日接受