Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 373-376 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 373-376 (2553)

การจำแนกความสุกแก่ของผลแก้วมังกรโดยใช้ Discriminant Analysis
Discriminant Analysis to Classify Dragon Fruits Maturity

ใจทิพย์ วานิชชัง[1], **บัณฑิต จริโมภาส**[2,3] **และ อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล**[2,3]
Jaitip Wanitchang[1], Bundit Jarimopas[2,3] and Anupun Terdwongworakul[2,3]

Abstract

This research was to classify the maturity of dragon fruits using discriminant analysis. Methodology comprised collection of uniform, intact dragon fruit samples of two varieties, i.e. white flesh (*Hylocereus undatus*) and red flesh (*Hylocereus polyrhizus*) varieties which were harvested between 23 and 40 day after fruits set. The physical, mechanical, physiological and light properties relating to maturity of the fruit samples were measured with standard methods. The maturity of dragon fruit was defined into 3 stages: immature stage (23-27 days after fruit set), mature stage (28-30 days after fruit set) and overmature stage (32-40 days after fruit set). Total samples of 520 fruits were used. Two types of classification were carried out ; i) classification of maturity (immature, mature and overmature) regardless of variety, ii) classification of maturity (3 levels) and variety (2 levels, the white and the red). The properties used for discriminant analysis included specific weight, sphericity, recovery ratio (flesh weight divided by total weight), fruit firmness, flesh firmness, total soluble solid (TSS), total acid (TA), taste (TSS and TA ratio) color value L, a, b (in Hunter color value) and light reflectance ratio (R) at 550/680 nm. The result showed that the discriminant analysis using 9 properties could classify the maturity at the accuracy of 91.9%. To classify maturity and variety, the disciminant analysis using 11 properties could achieve the accuracy of 93.5%.

Key word: dragon fruit, maturity, classify, discriminant analysis

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ จำแนกความสุกแก่ของผลแก้วมังกรโดยใช้ Discriminant analysis ทำการทดลองกับผลแก้วมังกร 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เนื้อขาว *(Hylocereus undatus)* และพันธุ์เนื้อแดง *(Hylocereus polyrhizus)* โดยการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรที่อายุ 23 -40 วันหลังดอกบาน และตรวจวัดสมบัติทางกายภาพ ทางกล ทางสรีระวิทยา และทางแสงตามวิธีมาตรฐาน ความสุกแก่ของผลแก้วมังกรแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงอ่อน (23-27 วันหลังดอกบาน) ช่วงเจริญเต็มที่ (28-30 วันหลังดอกบาน) และช่วงสุกแก่ (32-40 วันหลังดอกบาน) ใช้ผลแก้วมังกรตัวอย่างทั้งสิ้น 520 ผล การจำแนกความสุกแก่ของผลแก้วมังกร ทำการวิเคราะห์ 2 แบบ คือ แบบที่ 1 จำแนกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสุกแก่ โดยไม่แบ่งพันธุ์ และแบบที่ 2 จำแนกเป็น 6 กลุ่ม ตามความสุกแก่ 3 ระดับ และตามพันธุ์ 2 พันธุ์ สมบัติที่ใช้ในการจำแนก ได้แก่ น้ำหนักจำเพาะ ความกลมของผล อัตราส่วนของน้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักผล ความแน่นเนื้อของผลทั้งเปลือก ความแน่นเนื้อเมื่อไม่มีเปลือก ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณกรด อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่อปริมาณกรด ค่าสีของผลในหน่วย L a และ b และค่าอัตราส่วนการสะท้อนแสงช่วง 550 ต่อ 680 นาโนเมตร จากการวิเคราะห์ Discriminant analysis พบว่า สามารถจำแนกความสุกแก่ของผลแก้วมังกร เป็น 3 กลุ่ม และสามารถจำแนกผลแก้วมังกรเป็น 6 กลุ่ม ตามความสุกแก่และตามพันธุ์ไ ด้ความถูกต้องถึงร้อยละ 91.9 และ 93.5 เมื่อใช้สมบัติทางกายภาพ ทางกล ทางสรีระวิทยา และทางแสง 9 และ 11 ด้าน ตามลำดับ

คำสำคัญ แก้วมังกร, ความสุกแก่, การจำแนก, discriminant

[1] คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ. ชลบุรี
[1] Faculty of Agriculture and National Resources Rajamangala University of Technology Tawon_ok Chonburi
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม
[2] Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, NaKhon Pathom 73140
[3] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140
[3] Postharvest Technology Innovation Center, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

คำนำ

แก้วมังกรเป็นไม้ผลเศรษฐกิจตัวใหม่ มีการบริโภคอย่างแพร่หลาย เนื่องจาก ชื่อที่เป็นมงคล และคุณค่าทางอาหาร อุดมด้วยแร่ธาตุ วิตามิน ใยอาหาร และมีรสหวานอมเปรี้ยว เมื่อแช่เย็นจะมีรสชาติอร่อย แก้กระหายน้ำได้ดี แต่เป็นผลไม้ที่มีแคลอรี่ต่ำ จึงมีการปลูกอย่างแพร่หลาย โดยนิยมปลูก 2 พันธุ์ คือ พันธุ์เปลือกสีแดงเนื้อสีขาว (Hylocereus undatus) และพันธุ์เปลือกสีแดงเนื้อสีแดง (Hylocereus polyhizus) ประเทศในกลุ่มอียูนิยมบริโภคแก้วมังกรมาก โดยส่วนใหญ่นำเข้าจากประเทศอิสราเอล ถึง 42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาจากประเทศเวียตนาม 40 เปอร์เซ็นต์ และมีบางส่วนจากประเทศไทย ประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ การที่จะเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดของแก้วมังกร ในตลาดอียูจำเป็นจะต้องให้ความสนใจกับคุณภาพของแก้วมังกร (Humphreys, 2005) ปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานของแก้วมังกรเพื่อการส่งออก เกษตรกรจะเก็บเกี่ยวแก้วมังกร เมื่อผลเปลี่ยนเป็นสีแดง โดยผลแก้วมังกรจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดง ที่ 24-25 วัน หลังดอกบานในแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาว และ 26-27 วัน ในแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดง (Nerd, et al.1999) และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงทั้งหมดเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ รวมระยะเวลาตั้งแต่ติดผลถึงสุกแก่ อยู่ที่ 31-34 วันหลังดอกบาน น้ำหนักเนื้อรวมเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงผลอายุ 28-31 วัน โดยมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเปลือก ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) จะเพิ่มขึ้นตามอายุผล ตรงกันข้ามกับปริมาณกรดในน้ำคั้น(ปริญญา และ ฉลองชัย, 2548) ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของแก้วมังกร มีค่าอัตราส่วนของ TSS/TA ratio เท่ากับ 40 (Paull, 2006) นอกจากนี้ยังมีการนับวันหลังดอกบาน สีผิวผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดในน้ำคั้น ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วงที่ผลมีอายุ 31 วันหลังดอกบาน (ปริญญา และ ฉลองชัย, 2548) จะเห็นว่าการเก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรสามารถทำได้เมื่อผลเปลี่ยนสี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ปริมาณกรดในน้ำคั้นลดลง อัตราส่วนระหว่าง TSS/TA ratio เพิ่มขึ้น ดังนั้น หากมีนำเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ Discriminant Analysis มาใช้ในการจำแนกความสุกแก่ของผลแก้วมังกร ก็จะช่วยให้เกิดการพัฒนางานด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของผลแก้วมังกรอีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อขาวและพันธุ์เนื้อแดง ที่ 23-40 วันหลังดอกบาน วันที่ 23-30 เก็บเกี่ยวทุกวัน หลังจากนั้นเก็บวันเว้นวัน เก็บเกี่ยวครั้งละ 20 ผล รวม 520 ผล ตรวจวัดสมบัติทางกายภาพ เพื่อหาน้ำหนักจำเพาะ รูปร่าง (ความกลม:sphericity) อัตราส่วนน้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักทั้งผล (recovery) ตรวจวัดสีในหน่วย L a b และค่าการสะท้อนแสง Light reflectance ช่วง 400-700 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Hunter color Flex คำนวณค่าอัตราส่วนการสะท้อนแสงที่ 550 และ 680 นาโนเมตร ตรวจวัดค่าความแน่นเนื้อของผลทั้งที่มีเปลือก (fruit firmness) และไม่มีเปลือก (flesh firmness) ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine Lloyd EZ20 โดยใช้หัวกดแบบหัวมน ขนาด 8 มิลลิเมตร กดที่ความเร็ว 30 มิลลิเมตรต่อนาที่ (ASAE standard, 1998) คำนวณค่าความแน่นเนื้อจากค่าความลาดชันของกราฟแรงและการเปลี่ยนรูป (force deformation graph)ที่ 30 เปอร์เซ็นต์ของแรงกดสูงสุด ตรวจวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง Refractometer AGATO และปริมาณกรดในน้ำคั้น โดยการไตเตรตด้วย NaOH 0.1 N จนถึง pH 8.2 เมื่อวัดด้วย pH meter Mettler Toledo จะได้สมบัติทางกายภาพ ทางแสง ทางกล และทางสรีรวิทยาของผลแก้วมังกรทั้งหมด 12 ค่า

กำหนดการจำแนกความสุกแก่ของผลแก้วมังกรเป็น 2 แบบ คือ แบบที่ 1 จำแนกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสุกแก่ โดยแบ่งเป็นตามวันหลังดอกบานเป็น 1. Immature 23-27 วัน 2. Mature 28-30 วัน และ 3.Overmature 32-40 วัน ส่วนแบบที่ 2 จำแนกเป็น 6 กลุ่ม ตามความสุกแก่และตามพันธุ์ คือ กลุ่ม 1-3 พันธุ์เนื้อขาว และ 4-6 พันธุ์เนื้อแดง การวิเคราะห์Discriminant ใช้โปรแกรม SPSS V. 10

ผลและวิจารณ์

จากคุณสมบัติของผลแก้วมังกรทั้งหมด เมื่อจำแนกความสุกแก่เป็น 3 กลุ่ม พบว่า จำแนกได้เป็น 2 function มีค่า Eigenvalues เป็น 8.187,0.607 และค่า Canonical correlation เป็น 0.944, 0.615 ตามลำดับ (Table 1) แสดงให้เห็นว่า function 1 สามารถจำแนกความสุกแก่ของผลแก้วมังกร ได้ดีกว่า function 2 เนื่องจากมีค่า Eigenvalues มากกว่า 1 การจำแนกความสุกแก่ของผลแก้วมังกรเป็น 3 กลุ่ม แสดงให้เห็น ดังภาพ (Figure1a) คุณสมบัติที่ใช้ในการจำแนก (Standardized canonical discriminant function coefficients) ได้แก่ ความแน่นเนื้อทั้งเปลือก อัตราส่วนน้ำหนักเนื้อต่อผล ค่าสี b ค่าอัตราส่วนการสะท้อนแสงที่ 550 และ 680 นาโนเมตร ค่าสี L ค่าความแน่นเนื้อที่ไม่มีเปลือก ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ค่าอัตราส่วน TSS/TA ratio และค่าความกลม โดยมีค่า 0.578, 0.555, 0.472, 0.461, 0.368, 0.217, 0.190,

0.029, และ 0.009 ตามลำดับ โดยคุณสมบัติที่ไม่มีอิทธิพลในการจำแนกกลุ่ม คือ ค่าน้ำหนักจำเพาะ ค่าปริมาณน้ำคั้นในกรด และค่าสี a และคุณสมบัติเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับ Discriminant function ตามค่าในตาราง Structure Matrix (Table 2)

Table 1 Eigenvalues of 3 groups canonical discriminant function

Function	Eigenvalues	% of Variance	Cumulative %	Canonical correlation
1	8.187	93.1	93.1	0.944
2	0.607	6.9	100.0	0.615

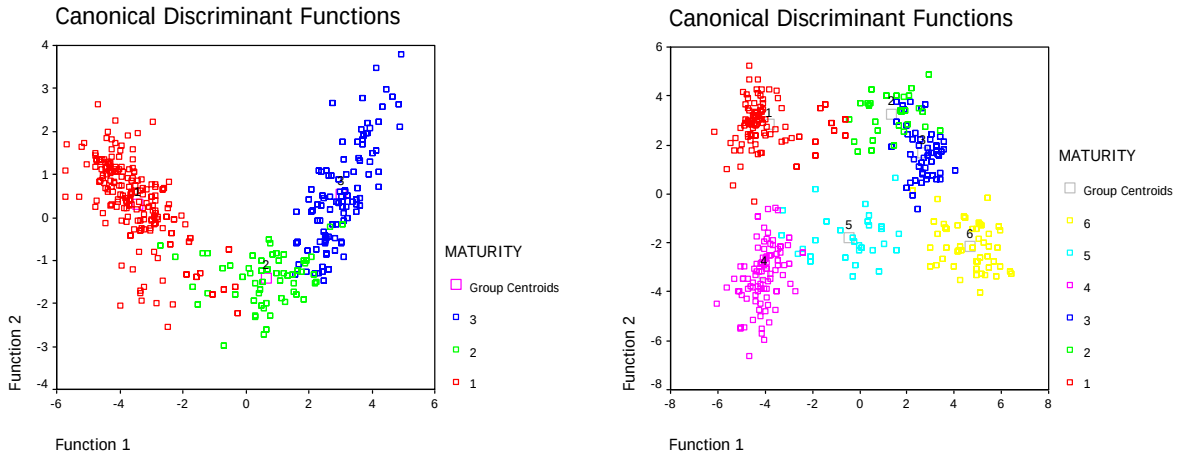

Figure 1 Canonical discriminant functions of dragon fruits into (a) 3 groups (b) 6 groups

Table 2 Correlation coefficient of canonical discriminant functions of 2 function

Structure Matrix

	Function	
	1	2
R	-.762*	.478
A	.755*	-.166
RECOVER	.753*	.079
B	-.617*	-.018
TSS	.457*	-.250
FRUIT	-.410*	.300
TA[a]	-.310*	-.032
FLESH	-.295*	.026
SP.WT[a]	.166*	-.060
SPHERE	.117*	.095
TASTE	.492	.628*
L	.020	.045*

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

a. This variable not used in the analysis.

การจำแนกความสุกแก่ของผลแก้วมังกรเป็น 6 กลุ่ม จะได้ Discriminant function 5 functions โดยมีเพียง 3 function ที่มีค่า Eigenvalue มากกว่า 1 และมีเพียง 2 function ที่มีค่า Canonical correlation มากกว่า 0.9 แสดงว่า function 1 และ function 2 มีอิทธิพลต่อการจำแนกกลุ่มมาก มีค่า variance เป็น 56.2 และ 31.4 ตามลำดับ (Table 3) และแสดงให้เห็นในภาพ (Figure 1 b) โดย function 1 สามารถจำแนกความสุกแก่ของแก้วมังกรทั้ง 2 พันธ์ ได้ ในขณะที่ function

2 สามารถจำแนกพันธุ์ของแก้วมังกรได้ โดยคุณสมบัติทุกตัวมีอิทธิพลต่อการจำแนกกลุ่มยกเว้นค่าน้ำหนักจำเพาะ (Table 4) การจำแนกกลุ่มของแก้วมังกรเป็น 3 กลุ่ม และ 6 กลุ่ม สามารถจำแนกได้ถูกต้อง 91.9 และ 93.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Table 3 Eigenvalues of 6 groups canonical discriminant function

Function	Eigenvalues	%Varience	Cumulative %	Canonical correlation
1	11.910	56.2	56.2	0.960
2	6.647	31.4	87.5	0.932
3	1.796	8.5	96.0	0.801
4	0.719	3.4	99.4	0.647
5	0.128	0.6	100.0	0.336

Table 4 Correlation coefficient of canonical discriminant functions of 5 functions

Structure Matrix

	Function				
	1	2	3	4	5
A	.767*	.057	.087	-.331	.286
RECOVER	.694*	-.019	-.116	-.068	-.078
R	-.651*	-.062	.170	.583	-.070
B	-.618*	.105	.068	.089	-.370
TASTE	.508*	-.145	.171	.460	-.328
TSS	.433*	.230	.013	-.342	-.269
SP.WT [a]	.152*	.086	-.013	-.060	.014
SPHERE	.221	-.672*	.321	-.320	-.102
TA	-.369	.268	.539*	.063	-.163
FRUIT	-.354	-.051	-.089	.443*	.143
L	.008	.054	.072	-.061	-.585*
FLESH	-.290	-.160	-.258	.170	.400*

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

a. This variable not used in the analysis.

สรุป

การวิเคราะห์ Discriminant analysis สามารถจำแนกความสุกแก่ของผลแก้วมังกร เป็น 3 กลุ่ม และสามารถจำแนกผลแก้วมังกรเป็น 6 กลุ่ม ตามความสุกแก่และตามพันธุ์ไ ด้ความถูกต้องถึงร้อยละ 91.9 และ 93.5 เมื่อใช้สมบัติทางกายภาพ ทางกล ทางสรีระวิทยา และทางแสง 9 และ 11 ด้าน ตามลำดับ

คำขอบคุณ

โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ปริญญา เชื้อชูชาติ และ ฉลองชัย แบบประเสริฐ. 2548. ศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาการของผลแก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม

ASAE Standard. 1998. Compression test of food materials of convex shap. ASAE 368.2 Mar 95 American Society of Agricultural Engineers, St.Joseph, East Lansing, MI, USA

Humphreys, S. 2005. Quality key to E,U. fruit exports. (online) Avilable:http://www.ILOVEPITAYA.com (June,10)

Nerd, A., F. Gutman and Y. Mizrahi. 1999. Ripening and postharvest behavior of fruit of two Hylocereus species (Cactaceae) . Postharvest Biology and Technology 17 (1999)39-45

Paull, R.E. (No date) Dragon fruit. (online) Available: http://www.ba.ars.usda.gov/hb (2006 June, 10)