

การตรวจสอบอาการฟ้ามของส้มเขียวหวาน (สีทอง) แบบไม่ทำลาย
Non-Destructive Determination of Dry Juice Sac in Tangerines (Sri-Tong)

ประกิต ทิมขำ¹ มลิวรรณ กิจชัยเจริญ¹ ครรชิต พันชน² และปริญญช โนนธนา²
Prakit Timkhum¹, Maliwan Kitchaicharoen¹, Kancheed Panchon² and Piyanuch Nothana²

Abstract

Dry juice sac is the major problem in the production and export of tangerine due to declining of quality and consumption value. The determination of dry juice sac is usually done by the skilled workers since it is almost impossible to be detected by any external appearance. The objective of this research was to find the non-destructive techniques to detect the dry juice sac in tangerine. The multivariate analysis was used. Diameter, height, specific gravity, L a b color, firmness, percentage of dry juice sac, percentage of juice extract, total soluble solids and total acidity of 115 tangerines harvested from the same orchard in Nan province were measured. Discriminant analysis showed that tangerine with dry juice sac can be predicted by cheek firmness with 75 percent accuracy. In the verification experiment, 200 tangerines purchased from Nan market were classified with 80.8 percent accuracy using cheek firmness.

Keywords: Dry juice sac, Sri-Tong, Firmness

บทคัดย่อ

ส้มฟ้ามเป็นปัญหาที่สำคัญในการผลิตและส่งออกส้ม ทำให้คุณภาพการบริโภคและมูลค่าลดลง และยากที่จะคัดแยกส้มฟ้ามโดยผู้ที่ไม่ชำนาญ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเทคนิคการคัดแยกส้มฟ้ามออกจากส้มปกติ โดยวิธีวิเคราะห์แบบหลายตัวแปร ใช้ส้มจำนวน 430 ผล แบ่งการทดลองเป็น 2 ช่วง โดยช่วงแรกใช้ส้มจากสวนเดียวกันในจังหวัดน่านจำนวน 115 ผล วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความสูง ความถ่วงจำเพาะ ค่าสี L a b ความแน่นเนื้อ เฮอร์เซ็นต์ความฟ้าม เฮอร์เซ็นต์น้ำคั้น ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดทั้งหมด แล้ววิเคราะห์จำแนกกลุ่ม พบว่าการจำแนกกลุ่มโดยใช้ตัวแปรทำนายกลุ่มของค่าความแน่นเนื้อบริเวณแก้มผล มีความถูกต้องในการจำแนกดีที่สุด 75 เฮอร์เซ็นต์ และในการทดลองช่วงที่ 2 ใช้ส้มที่ขายตามท้องตลาดในจังหวัดน่าน จำนวน 200 ผล สามารถจำแนกได้ถูกต้อง 80.8 เฮอร์เซ็นต์จากตัวแปรค่าความแน่นเนื้อบริเวณแก้มผล

คำสำคัญ: ส้มฟ้าม ส้มสีทอง ความแน่นเนื้อ

คำนำ

ส้มสีทองเป็นของฝากที่ขึ้นชื่อและเป็นผลไม้ประจำจังหวัดน่าน(ปรากฏอยู่ในคำขวัญของจังหวัด) เป็นพันธุ์เดียวกับส้มเขียวหวาน แต่จะมีเปลือกสีเหลืองทองและรสชาติหวานหอมกว่า บริโภคได้ทั้งแบบรับประทานสดและคั้นน้ำ ส้มเขียวหวานนับเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2554 มีปริมาณการส่งออกที่ 938.660 ตัน คิดเป็นมูลค่า 12.061 ล้านบาท(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) สำหรับจังหวัดน่านมีพื้นที่ปลูกส้มสีทอง 4,240 ไร่ ปริมาณการผลิต 6,709.85 ตัน ราคาผลผลิตที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 18.90 บาท/กิโลกรัม (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่, 2554) ส้มสีทองช่วงแรกจะเก็บผลผลิตได้ในช่วงเดือนกันยายน – ตุลาคม และช่วงที่ 2 ในเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม อาการฟ้ามเป็นลักษณะผิดปกติของผลส้มที่สำคัญและไม่สามารถพิจารณาจากลักษณะภายนอกผลได้ เป็นปัญหาที่สำคัญในการผลิตและการส่งออกส้ม ทำให้คุณภาพในการบริโภคและมูลค่าลดลง และยากที่จะคัดแยกส้มฟ้ามออกโดยใช้คน ซึ่งจะต้องอาศัยความชำนาญเฉพาะบุคคล การศึกษาวิธีการตรวจสอบคัดแยกส้มที่มีอาการฟ้ามออกจากส้มปกติแบบไม่ทำลายจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบคุณภาพภายในผลส้มได้

¹ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน 55000

¹ Agro-Industry Program, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Nan 55000

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน 55000

² Field of Study Food Science and Technology, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Nan 55000

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ผลส้มสีทองขนาดใกล้เคียงกันของจังหวัดน่านจำนวน 430 ผล โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ช่วง

1. การทดลองช่วงแรก

ใช้ส้มจากสวนเดียวกันจำนวน 115 ผล คัดแยกส้มฟามออกจากส้มปกติโดยเจ้าของสวนส้ม เป็นส้มปกติจำนวน 81 ผล และส้มฟามจำนวน 34 ผล นำมาเก็บที่ห้องปฏิบัติการสาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน เป็นเวลา 1 คืน ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นทำการวัดและบันทึกข้อมูลของ เส้นผ่านศูนย์กลาง(D) ความสูง(H) ความถ่วงจำเพาะ(SG)โดยการแทนที่น้ำ(Mohsenin, 1996) ค่าสีหน่วย L a b ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta Model CR-10) โดยวัดที่เปลือกบริเวณแก้มผล ความแน่นเนื้อ(f)ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Brookfield Texture Analyzer Model CT3) โดยใช้หัวกดทรงกระบอก(TA39)ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm ความเร็วหัวกด 0.5 mm/s ระยะกด 3 mm ที่เปลือกบริเวณ ขั้วผล(f_1) แก้มผล(f_2) และก้นผล(f_3) บันทึกค่าสูงสุด หาเปอร์เซ็นต์ความฟาม(%DJS)โดยผ่าประเมินความฟาม(วชิราพร, 2543) หาเปอร์เซ็นต์น้ำคั้น(%JE) จากผลส้มที่ได้จากการผ่าประเมินความฟาม(ประภาพร, 2543) หาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(TSS) จากน้ำที่คั้นได้แล้ววัดด้วยเครื่อง Hand refractometer (ATAGO Model ATC-1E) และวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดโดยการไทเทรต (TA) นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์สร้างโมเดลจำแนกกลุ่มโดยใช้สมบัติต่างๆที่ได้เป็นตัวแปรอิสระ กลุ่มส้มปกติและกลุ่มส้มฟามเป็นตัวแปรตาม ด้วยวิธีวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม(Discriminant Analysis) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 11.5 ในการวิเคราะห์จะเรียงลำดับตามเปอร์เซ็นต์ความฟามจากน้อยไปมาก และแบ่งตัวอย่างสลับกันออกเป็นกลุ่ม calibration และ validation ในอัตรา 1 : 1 เพื่อให้ตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีการกระจายตัวของกลุ่มส้มปกติและกลุ่มส้มฟามใกล้เคียงกัน เลือกตัวแปรเข้าโมเดลด้วยวิธี Stepwise และใช้กลุ่ม calibration สำหรับสร้างโมเดลทำนาย แล้วใช้ข้อมูลกลุ่ม validation ในการทดสอบความแม่นยำของโมเดลการจำแนกกลุ่ม

2. การทดลองช่วงที่ 2

ใช้ส้มสีทองที่ขายตามท้องตลาดในจังหวัดน่าน จำนวน 200 ผล คัดแยกส้มฟามออกจากส้มปกติโดยเจ้าของสวนส้ม (คนเดิม) เป็นส้มปกติจำนวน 140 ผล และส้มฟามจำนวน 60 ผล ทำการวัดและบันทึกข้อมูลความแน่นเนื้อบริเวณแก้มผล(f_2) และผ่าประเมินหาความฟาม แล้ววิเคราะห์จำแนกกลุ่มเช่นเดียววิธีการทดลองในช่วงแรก

ผลและวิจารณ์

1. ผลการทดลองช่วงแรก

จากส้มสีทอง 115 ผล ที่คัดโดยเจ้าของสวน แบ่งเป็นส้มปกติ 81 ผล ส้มฟาม 34 ผล เมื่อทำการผ่าประเมินความฟามพบว่าส้มปกติ 74 ผลมีส้มฟามปนมา 6 ผล(7.41%) ทำให้มีส้มฟามเพิ่มเป็น 41 ผลนำข้อมูลของค่า D H SG ค่าสี L a b ค่าความแน่นเนื้อ f_1 f_2 f_3 %JE TSS และ TA เป็นตัวแปรอิสระ กลุ่มส้มปกติและส้มฟามเป็นตัวแปรตาม แล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม(Discriminant Analysis) โดยเรียงข้อมูลตามลำดับเปอร์เซ็นต์ความฟาม(%DJS)จากน้อยไปมาก และแบ่งตัวอย่างสลับกันออกเป็นกลุ่ม calibration(n=59) และ validation(n=56) เพื่อให้ตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีการกระจายตัวของกลุ่มส้มปกติและส้มฟามใกล้เคียงกัน(Table 1) ผลการวิเคราะห์สร้างโมเดลจำแนกกลุ่มส้มฟามแยกออกจากส้มปกติ ได้ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระแต่ละตัวโดยใช้สถิติทดสอบ F และ Wilks' Lamda พบว่าค่า D H SG L b f_1 TSS ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มในขณะที่ค่า a f_2 f_3 %JE TA แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามลำดับ(Table 2) โดยค่าที่มีอิทธิพลในการแบ่งกลุ่มพิจารณาจากค่า F ที่สูงและค่า Wilks' Lamda ที่ต่ำ พิจารณาเลือกค่าความแน่นเนื้อด้านแก้มผล(f_2) เพราะเป็นค่าที่ไม่ต้องทำลายตัวอย่างและมีค่า F สูงสุดในขณะที่มีค่า Wilks' Lamda ต่ำสุด(Table 2) มาเป็นตัวแปรในการสร้างโมเดลทำนาย ส้มกลุ่ม validation จำนวน 56 ผล จากส้มปกติ 36 ผล ทำนายถูก 24 ผล(66.7%) ส้มฟาม 20 ผล ทำนายถูก 18 ผล(90%) ความแม่นยำในการทำนายโดยรวม 75 % (Table 3)

2. ผลการทดลองช่วงที่ 2

ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ส้มสีทองจากที่ขายตามท้องตลาดในจังหวัดน่านจำนวน 200 ผล ที่คัดโดยเจ้าของสวน แบ่งเป็นส้มปกติ 140 ผล ส้มฟาม 60 ผล เมื่อทำการผ่าประเมินความฟามพบว่าส้มปกติ 136 ผลมีส้มฟามปนมา 4 ผล (2.94%) ทำให้มีส้มฟามเพิ่มเป็น 64 ผล ใช้ค่าความแน่นเนื้อ(f_2) เป็นตัวแปรอิสระ กลุ่มส้มปกติและส้มฟามเป็นตัวแปรตาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีจำแนกกลุ่ม(Discriminant Analysis) โดยเรียงข้อมูลตามลำดับเปอร์เซ็นต์ความฟามจากน้อยไปมาก

และแบ่งตัวอย่างสลับกันออกเป็นกลุ่ม calibration(n=101) และ validation(n=99) เพื่อให้ตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีการกระจายตัวของค่าเปอร์เซ็นต์ความฟ้ามใกล้เคียงกัน(Table 4) เลือกตัวแปรเข้าโมเดลด้วยวิธี Stepwise และใช้กลุ่ม calibration สำหรับสร้างโมเดลทำนาย แล้วใช้ข้อมูลกลุ่ม validation ในการทดสอบความแม่นยำของโมเดลการจำแนกกลุ่ม สามารถสร้างโมเดลทำนาย สัมกลุ่ม validation จำนวน 99 ผล จากสัมปกติ 67 ผล ทำนายถูก 58 ผล(86.6%) สัมฟ้าม 32 ผล ทำนายถูก 22 ผล (68.8%) ความแม่นยำในการทำนายโดยรวม 80.8 % (Table 5)

Table 1 Properties of tangerine (Sri-Tong) in Calibration and Validation sets.

Properties	Unit	Calibration (n=59)					Validation (n=56)				
		MIN	MAX	MEAN	SD	n	MIN	MAX	MEAN	SD	n
D	mm	48.30	64.00	55.30	3.10	59	50.90	63.70	55.10	2.90	56
H	mm	45.40	63.00	53.06	3.31	59	48.00	68.80	53.43	3.70	56
SG	-	0.91	1.26	1.00	0.03	59	0.82	1.02	0.99	0.03	56
L	-	53.20	68.60	61.35	2.93	59	47.70	68.10	60.92	3.60	56
a	-	2.60	30.10	16.58	6.40	59	2.70	29.10	15.76	6.60	56
b	-	44.10	67.20	59.40	5.14	59	33.00	75.00	58.30	6.70	56
f ₁	N	2.44	7.20	3.99	0.99	59	2.52	7.09	4.15	0.95	56
f ₂	N	1.95	6.08	3.65	0.95	59	1.78	8.60	3.95	1.14	56
f ₃	N	2.57	6.83	4.15	1.04	59	2.18	6.57	4.19	0.98	56
DJS	%	0	35.00	3.48	6.72	59	0	32.0	3.44	6.50	56
J E	%	25.20	49.20	41.88	4.99	59	24.00	47.60	40.33	5.70	56
TSS	Brix	12.80	17.40	14.57	0.93	59	13.00	17.20	14.66	1.00	56
TA	%	0.45	1.37	0.82	0.20	59	0.45	1.87	0.95	0.30	56

SD = standard deviation, n = number of tangerine

Table 2 Test of equality of group means

Properties	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
D	0.995	0.277	1	57	0.601
H	0.999	0.042	1	57	0.838
SG	0.991	0.496	1	57	0.484
L	0.953	2.788	1	57	0.100
a	0.879	7.881	1	57	0.007
b	0.978	1.255	1	57	0.267
f ₁	0.943	3.442	1	57	0.069
f ₂	0.710	23.229	1	57	0.000
f ₃	0.839	10.943	1	57	0.002
JE	0.679	26.982	1	57	0.000
TSS	0.966	1.986	1	57	0.164
TA	0.911	5.540	1	57	0.022

Table 3 Classification result of the first experiment

Group	%Correctly classified	Predicted group		Total
		normal	dry juice sac	
normal	66.7	24	12	36
dry juice sac	90.0	2	18	20
Total	75.0			56

Table 4 Properties of tangerine (Sri-Tong) in Calibration and Validation sets.

Properties	Unit	Calibration (n=101)					Validation (n=99)				
		MIN	MAX	MEAN	SD	n	MIN	MAX	MEAN	SD	n
f_2	N	1.22	7.31	3.43	1.34	101	1.21	8.81	3.55	1.45	99
DJS	%	0	90.00	10.00	19.20	101	0	100.00	10.70	20.40	99

SD = standard deviation, n = number of tangerine

Table 5 Classification result of experiment 2

Group	%Correctly classified	Predicted group		Total
		normal	dry juice sac	
normal	86.6	58	9	67
dry juice sac	68.8	10	22	32
Total	80.8			99

สรุป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายตัวแปรด้วยวิธีวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) พบว่าตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับการจำแนกอาการฟ้ามของส้มสีทองได้ดีที่สุด คือ ค่าความแน่นเนื้อบริเวณแก้มผล สามารถสร้างโมเดลจำแนกกลุ่มได้ถูกต้อง 80.8 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ต้องทำลายผลส้ม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ที่สนับสนุนทุนและอุปกรณ์ในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ประภาพร ฉันทานุมัติ. 2543. การประเมินความฟ้ามของส้มเขียวหวานพันธุ์พริ้มมองต์ด้วยสมบัติทางไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 88 หน้า.
- วชิราพร เถิงมงคล. 2543. การตรวจสอบอาการฟ้ามของส้มเขียวหวานโดยใช้วิธีการส่องผ่านของแสง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 65 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. เอกสารสถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2554. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae_report_import/export_result.php. (27 กรกฎาคม 2556).
- สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดเชียงใหม่, 2554. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.ndoae.com/Data_plant/Data_all2012/D_orang54.pdf. (21 กรกฎาคม 2556).
- Mohsenin, N.N.1996. Physical Properties of Plant and Animal Materials. (2nd ed.). Gordon and Breach Science Publisher, Singapore. 891 pp.