ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การวัดสีผิวและสีเนื้อ

วัดสีผิวและสีเนื้อผลส้มโดยใช้เครื่องวัดสี (chroma meter) รุ่น CR300 หัววัด CR310 ของบริษัท Minalta และใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 โดยการวัดสีผิวภายนอกบริเวณกึ่งกลางผลด้านตรงข้ามกันผลละ 2 จุด ซึ่งวัดสีออกมาเป็นค่า L*, chroma, และ Hue angle โดยมีรายละเอียดดังนี้

L* = The lightness facter (value) ค่าแสดงสีขาวและสีดำ

- ค่า L* เท่ากับ 100 หมายถึง เมื่อวัตถุมีสีขาว
- ค่า L* เท่ากับ 0 หมายถึง เมื่อวัตถุมีสีดำ

a*, b* = The chromaticity coordinate (hue, chroma)

- ค่า a* - มีค่าบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง
  - ที่เป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว
- ค่า b* - มีค่าบวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง
  - ที่เป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน

ทั้ง a* และ b* หากมีค่าเป็นศูนย์ หมายถึง วัตถุมีสีเทา

ค่า chroma เป็นค่าที่แสดงความเข้มของสีวัตถุ

- มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีซีดจาง (เทา)
- มีค่าเข้าใกล้ 60 หมายถึง วัตถุมีสีเข้ม

คำนวณหาค่า chroma ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความอิ่มตัวของสี (McGuire, 1992)

ค่า hue angle (H°) เป็นค่าที่แสดงสีแท้จริงของวัตถุ ซึ่งเป็นมุมในการตกกระทบของค่า a* ซึ่ง H° มีค่าอยู่ระหว่าง 0-360 องศา

คำนวณหาค่า hue angle จากสมการดังนี้

H° = arctangent (b*/a*) เมื่อ a* > 0 และ b* > 0

= arctangent (b*/a*) เมื่อ a* < 0

= arctangent (b*/a*) เมื่อ a* > 0 และ b* < 0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า H° เป็นค่าที่แสดงช่วงสีของวัตถุ คือ

0-45 องศา แสดงสีม่วงแดงถึงสีส้มแดง	180-225 องศา แสดงสีเขียวถึงสีน้ำเงิน
45-90 องศา แสดงสีส้มแดงถึงสีเหลือง	225-270 องศา แสดงสีน้ำเงินเขียวถึงน้ำเงิน
90-135 องศา แสดงสีเหลืองถึงเหลืองเขียว	270-315 องศา แสดงสีน้ำเงินถึงม่วง
135-180 องศา แสดงสีเหลืองเขียวถึงเขียว	315-360 องศา แสดงสีม่วงถึงม่วงแดง

2. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity; TA)

การเตรียมสารเคมี

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide, UNIVAR) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 4.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

สารละลายฟีนอฟทาลีน (phenolphthalein) ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยชั่งฟีนอฟทาลีน 1 กรัม ละลายในเอทธานอล 60 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น100 มิลลิลิตร

การวิเคราะห์

นำน้ำส้มคั้นปริมาตร 5 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอฟทาลีนความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 2 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยมีจุดยุติเป็นสีชมพูอ่อนอย่างถาวร บันทึกปริมาณสารละลายด่างที่ใช้ไปแล้วนำมาคำนวณเป็นค่าเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณกรด (\%)} = \frac{\text{normality of NaOH (0.4 N) x equi.wt of acid (0.07) x vol. NaOH x 100}}{\text{volume of sample}}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ปริมาณวิตามินซี

การเตรียมสารเคมี

- สารละลายกรดเมตาฟอสฟอริคอะซิติค (HPO_3-HOAC) เตรียมโดยการนำกรดกรดอะซิติก 40 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน จากนั้นเติมกรดเมตาฟอสฟอริค 15 กรัม ลงไปคนให้ละลาย ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้เก็บไว้ในตู้เย็นได้ 7-10 วัน

- สารละลายไดคลอโรอินโดฟินอลมาตรฐาน ชั่งโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodiumbicarbonate; $NaHCO_3$) 0.210 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 2,6 ไดครอโรฟินอลอินโดฟินอล (2,6 –dichlorophenol - indophenol) 0.250 g ลงไปจากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตรสารละลายนี้เก็บไว้ในขวดสีชาในตู้เย็นได้ 2-3 สัปดาห์

- สารละลายวิตามินซีมาตรฐาน เตรียมโดยชั่งกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) 0.05 กรัม ละลายในกรดเมตาฟอสฟอริกอะซิติก จำนวน 45 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร สารละลายวิตามินซี ที่ได้มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม ต่อ 1 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์ (AOAC, 2000)

นำน้ำส้มคั้น 2 มิลลิลิตร เติมกรดเมตาฟอสฟอริกอะซีติก 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปไทเทรตกับสารละลาย 2, 6 ไดคลอโรอินโดฟินอล (มีสีน้ำเงิน) จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาณที่ใช้การคำนวณหาปริมาณวิตามินซี

ปริมาณกรดแอสคอร์บิค (มิลลิกรัม) ต่อน้ำผลไม้ 100 มิลลิลิตร = $(X-B)(F/E)(V/Y)x100$

โดยที่ X = ปริมาณสารละลายอินโดฟินอลมาตรฐานที่ไทเทรตกับตัวอย่าง
B = สารละลายอินโดฟินอลมาตรฐานที่ไทเทรตกับ blank
F = mg equivalent ascorbic acid/1 ml
E = ปริมาณ standard ascorbic ที่ใช้ (มก)
V = ปริมาณสารละลายที่ใช้ไทเทรต (มล)
Y = ปริมาณสารละลายที่ใช้ไทเทรตทั้งหมด (มล)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอและบี ที่เปลือกส้ม

สารเคมีที่ใช้ในการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์

อะซิโตน เข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ เตรียมได้จาก ตวงอะซิโตน เข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ด้วยกระบอกตวง 800 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 มิลลิลิตร วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ด้วยการดัดแปลงจากวิธีของ Whitham (1971) ดังต่อไปนี้

ชั่งตัวอย่างหั่นละเอียดมา 0.5 กรัม จากนั้นเติม acetone เข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ปริมาตร 15, 20 หรือ 25 มิลลิลิตรขึ้นอยู่กับความเข้มขององค์ประกอบสีเขียว แล้ววางไว้ในตู้เย็นที่มืดอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร จึงนำค่า OD ที่ได้ไปแทนค่าในสูตรหาปริมาณคลอโรฟิลล์ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด โดยสูตรที่ใช้คำนวณคือ

Chlorophyll a = [(12.7 (absorbance 663 nm) - 2.69 (absorbance 645 nm)] x (V/1000W)

Chlorophyll b = [(22.9 (absorbance 645 nm) - 4.68 (absorbance 663 nm)] x (V/1000W)

Chlorophyll a + b = [(20.2 (absorbance 645 nm) + 8.02 (absorbance 663 nm)] x (V/1000W)

โดยที่ V คือ ปริมาตรของสารละลายที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์

W คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่นำมาหาปริมาณคลอโรฟิลล์

5. ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่เปลือกส้ม

วิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมตามวิธีการของ Pawelzik (2006) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ ชั่งตัวอย่างเปลือกที่สับละเอียดมา 1 กรัม แช่ตัวอย่างใน dimethylsulphoxide (DMSO) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร คนตัวอย่างด้วยความเร็วและแรงนาน 2 นาที แล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้องในสภาวะมืดนาน 16 ชั่วโมงกรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 4 วัดค่าดูดกลืนแสง OD ที่ความยาวคลื่น 665, 649 และ 480 นาโนเมตร จึงนำค่า OD ที่ได้ไปแทนค่าในสูตรหาปริมาณแคโรทีนอยด์รวม มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อหนึ่งกรัมน้ำหนักตัวอย่างสด โดยสูตรที่ใช้คำนวณคือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Chlorophyll a = [(12.19 x absorbance 665 nm) – (3.45 x absorbance 649 nm)] µg/gFW

Chlorophyll b = [(21.99 x absorbance 649 nm) – (5.32 x absorbance 665 nm)] µg/gFW

Chlorophyll = Chlorophyll a + b

$$\text{Carotenoid} = \frac{[(1000 \times \text{absorbance 480 nm}) - (2.14 \times \text{chlorophyll a}) - (70.16 \times \text{chlorophyll b})]}{220}$$

6. การเตรียมสารละลายที่ใช้ตรวจสอบปริมาณไนโตรเจน

การย่อยตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (Ohyama *et al*., 1991)

ชั่งตัวอย่างพืชอบแห้งที่บดละเอียดประมาณ 0.05 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4) 1 มิลลิลิตร ปิดหลอดด้วยพาราฟิล์มทิ้งไว้ 1 คืน วันต่อมานำมาย่อยที่เตาย่อยตัวอย่าง ปรับอุณหภูมิที่ 180 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที นำหลอดทดลองขึ้นมาพักทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) หลอดละ 0.3 มิลลิลิตร ปั่นให้เข้ากัน นำมาย่อยต่อโดยปรับอุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หากสารละลายยังไม่ใสให้เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) หลอดละ 0.2 มิลลิลิตร แล้วนำไปย่อยต่อที่อุณหภูมิ 230 องศาเซลเซียส 30 นาที ทำซ้ำเดิมจนกระทั่งสารละลายใส หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 1 คืน วันต่อมานำมาปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ไว้ในขวดพลาสติก เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง สำหรับวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณ ไนโตรเจนรวม (indolphenol method) (Ohyama *et al.,* 1991)

1. เตรียมสารละลายที่ใช้ตรวจสอบปริมาณไนโตรเจน จำนวน 4 ชนิด ดังนี้

A reagent: ชั่งโซเดียมคีเลต (EDTA.2Na) 25 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับ pH ให้เป็น 10 โดยใช้ 10 N โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เป็นตัวปรับ pH จากนั้นเติมสารละลายเมทิลเรด (methylred) 20 มิลลิลิตร (เมทิลเรด 0.05 กรัม + 60% เอทานอล 20 มิลลิลิตร) คนให้เข้ากันปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร

B reagent: ชั่งโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 136.09 กรัม ใส่บีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร จากนั้นชั่งกรดเบนโซอิก (benzoic acid) 2.75 กรัม ใส่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร นำไปปั่นโดยใช้ stirrer ปรับอุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส จนละลายหมดนำมารวมกันแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

C reagent: ชั่งโซเดียมไนโตรพลัสไซด์ (sodium nitroprusside) 0.1 กรัม ใส่ในขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) จากนั้นเติมฟีนอล (phenol) 10.25 มิลลิลิตร (นำฟีนอลไปอุ่นที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส จะได้ฟีนอลที่เป็นของเหลว) แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ใช้ได้นาน 2 สัปดาห์

D reagent: ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 10 กรัม ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ($Na_2HPO_4.7H_2O$) 7.06 กรัม และ ไตรโซเดียมฟอสเฟต ($Na_3PO_4.12H_2O$) 31.8 กรัม ละลายในน้ำกลั่น จากนั้นเติมโซเดียมไฮเปอร์คลอไรท์ (sodium hyperchlorite) 10 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร

2. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 N (ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 40 กรัม ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร)

3. เตรียมสารละลายมาตรฐานจากแอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) ระดับความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อใช้ทำกราฟมาตรฐาน โดยชั่ง แอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) 0.471 กรัม ละลายด้วยกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 0.5 N แล้วปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 1 ลิตร จนครบปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานไนโตรเจนความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นนำสารละลายไปเจือจางตามความเข้มข้นที่ต้องการ โดยกรดซัลฟูริก 0.5 N เตรียมจากกรดซัลฟูริก 13.32 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4. ดูดตัวอย่างที่ย่อยได้จากข้อ 2 ปริมาตร 0.3-0.5 มิลลิลิตร (ขึ้นกับส่วนของพืช) เติม A reagent 0.5 มิลลิลิตร และเติม B reagent 0.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู แล้วนำมาไทเทรตโดยหยดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 N ลงไป เขย่าเล็กน้อยให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จากนั้นเติม C reagent 2.5 มิลลิลิตร และ D reagent 2.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ที่ 625 นาโนเมตร บันทึกผล แล้วนำค่าที่อ่านได้มาเปรียบเทียบกับกราฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มาตรฐาน จากนั้นนำค่าที่คำนวณได้มาคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อส่วนของพืช) โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างพืช (มิลลิกรัมต่อส่วนของพืช) = (((A x B x C) / (D x E x 10000)) x 10) x น้ำหนักแห้งในส่วนของพืชนั้น

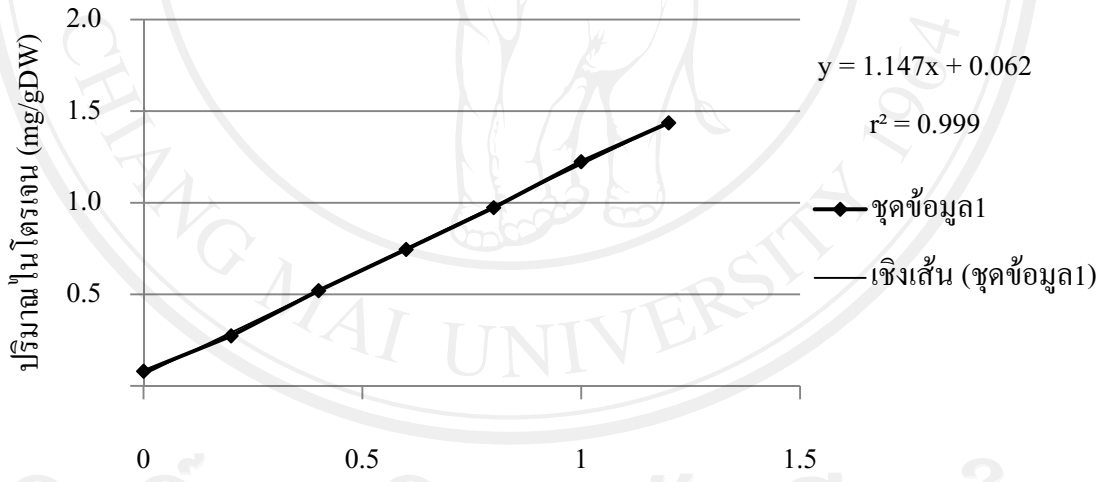
สาร A = ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนจากกราฟมาตรฐาน (มก/ล)

B = ปริมาตรสุดท้ายในปฏิกิริยา indolphenol (25 มล)

C = ปริมาตรสุดท้ายของการย่อยตัวอย่างพืช (50 มล)

D = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่ใช้ย่อย (ก)

E = ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (มล)



สมการเส้นตรงของไนโตรเจนที่ได้จากการทำสารละลายมาตรฐาน

$y = 0.147x + 0.062$

$r^2 = 0.999$

ภาพภาคผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของปริมาณไนโตรเจนจากกราฟมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ห่อด้วยวัสดุชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	ค่าความสว่าง (L*)						
	ระยะเวลาหลังการห่อผล (เดือน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1. ไม่ห่อผล	56.12	51.16	47.75	45.13 b	43.82 b	43.89	41.09
2. ถุงกระดาษไข	56.12	52.93	49.82	47.89 a	47.32 a	44.18	41.35
3. ถุงกระดาษสีขาว	56.12	53.08	50.25	45.82 b	44.38 b	43.10	41.69
4. ถุงกระดาษสีน้ำตาล	56.12	52.53	48.67	49.02 a	47.50 a	44.94	41.70
$LSD_{0.05}$	ns	ns	ns	1.81	2.18	ns	ns

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่า chroma ของเนื้อผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ห่อด้วยวัสดุชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	ค่า chroma						
	ระยะเวลาหลังการห่อผล (เดือน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1. ไม่ห่อผล	29.09	24.64 b	28.34	30.34	30.05 b	27.77	24.30
2. ถุงกระดาษไข	29.09	26.48 ab	29.82	33.72	34.01 a	26.06	23.93
3. ถุงกระดาษสีขาว	29.09	26.40 ab	30.00	30.69	32.70 a	25.37	25.81
4. ถุงกระดาษสีน้ำตาล	29.09	28.86 a	28.66	31.05	31.81 ab	27.02	22.22
$LSD_{0.05}$	ns	2.87	ns	ns	2.39	ns	ns

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่า hue angle ของเนื้อส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่ห่อด้วยวัสดุชนิดต่างๆ

กรรมวิธี	ค่า hue angle						
	ระยะเวลาหลังการห่อผล (เดือน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1. ไม่ห่อผล	96.54	85.81	86.84	79.01	78.54	73.24	69.43
2. ถุงกระดาษไข	96.54	87.55	87.83	80.66	79.24	72.88	69.60
3. ถุงกระดาษสีขาว	96.54	85.89	86.20	80.81	78.08	73.42	70.02
4. ถุงกระดาษสีน้ำตาล	96.54	85.47	86.02	82.39	80.02	73.16	70.01

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในแต่ละเดือนที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลของวิธีการเปิดถุงห่อและการขจัดสีเขียวต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (%)												
	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ไม่ห่อผล	0.83	0.96	0.83	0.97	0.74	1.02	0.72 b	1.06	0.98 bc	0.87	1.07	0.99 b	1.04
2. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว	0.91	0.89	0.88	1.11	0.78	0.83	0.79 b	1.14	1.05 bc	1.02	0.97	1.11 a	1.05
3. ห่อผล	1.10	1.05	0.93	0.91	0.91	0.87	1.17 a	1.24	1.30 a	0.99	0.93	1.18 a	1.09
4. ไม่ห่อผล + ขจัดสีเขียว	0.83	0.88	0.81	0.99	0.74	0.68	0.79 b	1.06	0.93 c	0.85	0.91	0.92 b	1.08
5. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว + ขจัดสีเขียว	0.88	0.93	0.80	1.07	0.82	0.88	0.99 a	0.99	0.94 c	1.02	0.91	1.03 ab	1.16
6. ห่อผล + ขจัดสีเขียว	1.10	0.99	0.88	1.02	0.96	0.89	1.06 a	0.94	1.06 b	1.05	1.07	1.07 ab	0.92
$LSD_{0.05}$	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0.20	ns	0.12	ns	ns	0.15	ns

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลของวิธีการเปิดถุงห่อและการขจัดสีเขียวต่อปริมาณ TSS/TA ในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	TSS/TA										
	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)										
	0	1	2	4	6	7	8	9	10	11	12
1. ไม่ห่อผล	14.72	14.76 b	17.05	19.52	20.81 a	13.87	15.98 a	16.68	13.61	15.13	15.02 bc
2. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว	15.56	17.47 a	17.64	20.25	19.44 a	12.56	14.63 a	15.56	16.02	14.07	15.43 b
3. ห่อผล	12.62	15.11 ab	16.27	17.07	13.71 b	11.53	11.83 b	15.78	17.31	14.58	14.95 bc
4. ไม่ห่อผล + ขจัดสีเขียว	14.38	14.68 b	16.01	19.30	17.26 a	13.57	15.42 a	17.38	16.24	16.17	13.55 c
5. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว + ขจัดสีเขียว	15.97	14.72 b	18.30	16.88	14.96 b	15.84	16.16 a	15.40	15.29	14.26	13.60 bc
6. ห่อผล + ขจัดสีเขียว	12.36	13.04 b	15.81	15.38	14.42 b	15.40	14.31 a	15.55	15.63	15.35	17.21 a
$LSD_{0.05}$	ns	2.48	ns	ns	4.00	ns	2.11	ns	ns	ns	1.67

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ไม่ได้แสดงข้อมูลในวันที่ 3 และ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลของวิธีการเปิดถุงห่อและการขจัดสีเขียวต่อปริมาณวิตามินซีในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณวิตามินซี (มก/100 มล)										
	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)										
	0	1	2	4	6	7	8	9	10	11	12
1. ไม่ห่อผล	13.78 b	15.35 ab	12.89	17.25 b	15.13	16.13	16.58	16.25	17.93	16.69	17.37
2. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว	17.70 a	13.22 b	11.76	16.58 b	15.69	18.38	16.02	14.68	16.92	17.14	18.26
3. ห่อผล	15.10 ab	15.35 ab	13.33	20.17 a	14.12	18.82	18.38	15.46	16.13	17.25	17.70
4. ไม่ห่อผล + ขจัดสีเขียว	13.67 b	16.47 a	14.01	17.82 b	15.91	15.57	16.58	17.25	18.60	16.92	21.06
5. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว + ขจัดสีเขียว	17.25 a	13.89 b	15.69	18.04 b	15.91	18.38	18.26	16.13	19.27	18.71	15.70
6. ห่อผล + ขจัดสีเขียว	14.57 b	16.47 a	12.66	17.59 b	14.57	16.81	18.49	16.69	15.91	17.37	17.93
$LSD_{0.05}$	2.95	2.34	ns	2.00	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ไม่ได้แสดงข้อมูลในวันที่ 3 และ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลของวิธีการเปิดถุงห่อและการเคลือบผิวต่อความหนาเปลือกของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 13 วัน

กรรมวิธี	ความหนาเปลือก (มม)											
	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)											
	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. ไม่ห่อผล	2.76	3.20 a	2.33	2.25	2.11	1.99	1.97 b	1.99	2.00	2.19	2.38	2.06
2. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว	2.95	2.47 b	2.12	2.14	2.23	2.17	2.01 b	2.47	2.40	2.40	2.69	1.97
3. ห่อผล	2.94	2.49 b	2.30	2.68	2.60	2.15	2.22 ab	2.34	2.17	2.42	2.73	1.78
4. ไม่ห่อผล + เคลือบผิว	2.84	2.32 b	2.16	2.66	2.39	2.20	2.78 a	2.39	2.39	2.39	2.58	2.11
5. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว + เคลือบผิว	2.71	2.76 ab	2.43	2.70	2.24	2.15	2.64 a	2.57	2.41	2.51	2.76	2.23
6. ห่อผล + เคลือบผิว	3.08	3.06 ab	2.25	2.95	2.45	2.36	2.39 ab	2.39	2.59	2.30	2.96	2.12
$LSD_{0.05}$	ns	0.63	ns	ns	ns	ns	0.58	ns	ns	ns	ns	ns

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ไม่ได้แสดงข้อมูลในวันที่ 1 และ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลของวิธีการเปิดถุงห่อและการเคลือบผิวต่อปริมาณวิตามินซีในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 13 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณวิตามินซี (มก/100 มล)										
	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)										
	0	2	4	6	7	8	9	10	11	12	13
1. ไม่ห่อผล	17.82	17.82	17.37	15.24 b	18.94 a	17.25	17.37 a	16.69	17.48	20.39 a	17.25 a
2. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว	17.82	18.84	16.58	17.48 ab	18.38 a	15.91	17.82 a	18.94	17.37	18.26 ab	17.93 a
3. ห่อผล	12.66	19.27	18.37	17.48 ab	17.70 a	18.71	16.92 a	17.37	16.81	18.26 ab	18.82 a
4. ไม่ห่อผล + เคลือบผิว	15.01	16.92	16.58	18.38 a	18.04 a	18.38	14.45 b	15.35	17.14	14.68 c	16.47 ab
5. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว + เคลือบผิว	16.47	16.36	16.02	19.16 a	16.58 ab	15.69	16.36 ab	17.82	16.25	17.82 b	18.38 a
6. ห่อผล + เคลือบผิว	15.24	16.25	16.81	16.92 ab	15.24 b	17.03	14.90 b	17.25	16.47	16.47 bc	13.89 b
$LSD_{0.05}$	ns	ns	ns	2.36	2.38	ns	1.91	ns	ns	2.42	2.76

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ไม่ได้แสดงข้อมูลในวันที่ 1, 3 และ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลของวิธีการเปิดถุงห่อและการเคลือบผิวต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ผิวของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 13 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณแคโรทีนอยด์ (µg/gFW) ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. ไม่ห่อผล	4.62	4.04	4.42 ab	3.85	4.77	5.19	5.11 a	5.25	4.81	4.72	3.56	4.49 ab	5.00	4.88
2. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว	4.02	3.44	4.52 a	3.69	4.31	4.43	4.77 a	4.38	3.87	4.00	4.52	3.78 bc	5.16	4.50
3. ห่อผล	3.62	3.42	4.12 ab	3.57	4.15	4.23	3.49 b	3.82	3.63	3.99	4.59	3.23 c	4.61	4.05
4. ไม่ห่อผล + เคลือบผิว	4.12	4.13	3.81 bc	4.30	4.71	4.42	4.65 a	5.20	4.36	4.01	4.79	5.11 a	4.20	4.71
5. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว + เคลือบผิว	4.73	3.78	3.95 ab	4.50	4.23	3.92	4.25 ab	4.15	3.67	4.32	4.44	4.62 a	4.70	4.52
6. ห่อผล + เคลือบผิว	3.49	3.32	3.27 c	4.03	3.83	3.40	4.03 b	4.01	4.01	4.16	4.44	3.93 bc	3.79	3.52
$LSD_{0.05}$	ns	ns	0.68	ns	ns	ns	0.94	ns	ns	ns	ns	0.98	ns	ns

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลของวิธีการเปิดถุงห่อและการเคลือบผิวต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 13 วัน

กรรมวิธี	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%)											
	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)											
	0	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. ไม่ห่อผล	10.54	9.68 b	11.18	11.48	10.78 b	10.64	11.80	10.82	10.72	10.96	11.30 b	11.42
2. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว	10.32	11.92 a	11.54	11.86	11.34 ab	11.50	11.46	11.72	11.66	11.44	11.74 ab	11.96
3. ห่อผล	11.64	11.92 a	11.32	11.92	12.42 a	11.48	10.76	12.38	12.46	12.10	12.76 a	11.36
4. ไม่ห่อผล + เคลือบผิว	10.68	9.98 b	11.56	11.00	12.24 a	10.80	11.32	11.96	11.46	11.04	10.66 b	11.08
5. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว + เคลือบผิว	11.64	11.02 ab	11.36	11.02	10.92 b	11.12	11.52	12.46	11.08	11.24	12.36 a	10.82
6. ห่อผล + เคลือบผิว	11.36	10.86 ab	10.50	10.72	10.82 b	11.12	10.38	10.52	11.48	11.16	12.40 a	11.90
$LSD_{0.05}$	ns	1.44	ns	ns	1.11	ns	ns	ns	ns	ns	1.21	ns

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ $P \leq 0.05$

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ไม่ได้แสดงข้อมูลในวันที่ 1 และ 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลของวิธีการเปิดถุงห่อและการเคลือบผิวต่อปริมาณไนโตรเจนในเปลือกของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 13 วัน

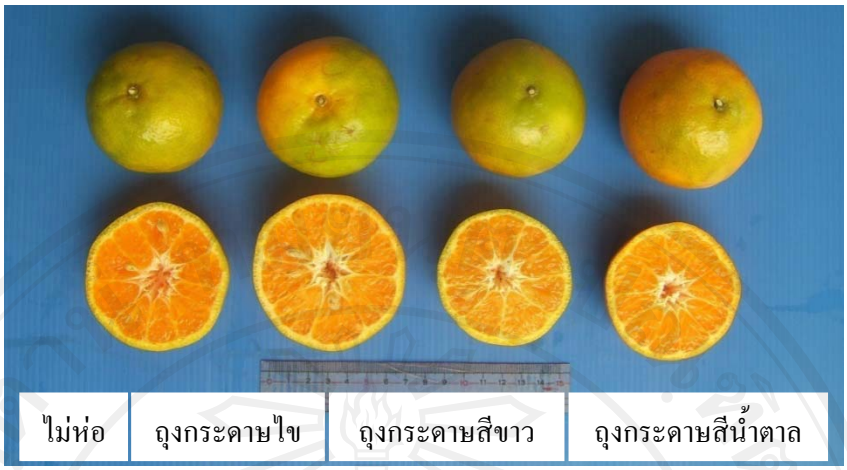
กรรมวิธี	ปริมาณไนโตรเจนในเปลือก (mg/gDW)											
	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)											
	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. ไม่ห่อผล	6.85	6.36	6.00	5.62 b	6.88	7.05	5.83	6.06 ab	6.98 ab	6.75	5.94	6.50
2. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว	7.00	5.92	6.67	6.72 ab	6.86	6.45	7.08	6.01 ab	7.56 a	7.42	6.38	6.38
3. ห่อผล	6.72	6.81	6.54	5.59 b	6.02	5.77	6.50	4.91 c	5.83 bc	7.01	6.03	5.90
4. ไม่ห่อผล + เคลือบผิว	7.39	6.24	5.96	5.23 b	5.19	6.19	5.85	7.09 a	6.99 ab	5.83	7.10	6.24
5. ห่อผลเปิดถุงก่อนเก็บเกี่ยว + เคลือบผิว	5.91	6.80	6.80	6.46 ab	6.69	6.58	7.23	5.75 bc	6.97 ab	7.49	6.32	6.51
6. ห่อผล + เคลือบผิว	7.24	7.23	6.68	7.40 a	6.71	6.14	6.12	6.39 ab	5.53 c	6.68	6.87	6.16
$LSD_{0.05}$	ns	ns	ns	1.37	ns	ns	ns	1.13	1.29	ns	ns	ns

ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างในทางสถิติด้วยวิธี LSD ที่ $P \leq 0.05$

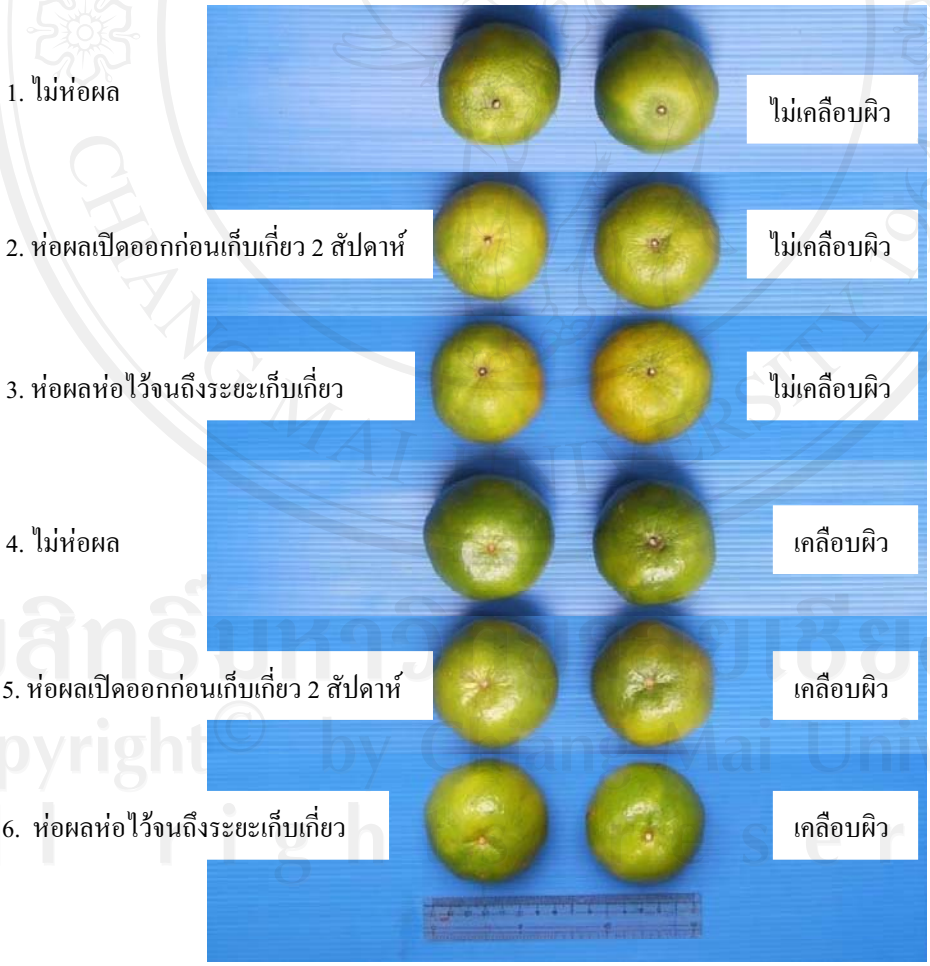
ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ไม่ได้แสดงข้อมูลในวันที่ 1 และ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพภาคผนวกที่ 2 ผลของวัสดุห่อต่อสีผิวและสีเนื้อของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 9 เดือน



ภาพภาคผนวกที่ 3 ผลของวิธีการห่อผลและเคลือบผิวต่อสีผิวและลักษณะปรากฏภายนอกของผลส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เก็บรักษาเป็นเวลา 13 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายสุมิตร วิลัยพร

วัน เดือน ปี เกิด 28 มิถุนายน พ.ศ. 2528

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรังษีวิทยา
อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2543

สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนรังษีวิทยา
อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2546

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved