การวัดปริมาณแอลกอฮอล์เพื่อการตรวจสอบคุณภาพของส้ม

Alcohol Concentration Measurement for Monitoring Tangerine Shelf Life

สุวิทย์ วงศ์ศิลา[1] ,**ธัญลักษณ์ ชัยทรัพย์** ,[2]**มีชัย เทพนุรัตน์** ,[2]**สุภาพ ชูพันธ์** ,[2]**ผ่องศรี มังกรทอง** [2]**และ นิกร มังกรทอง**[2]

Suwit Wongsila[1], Tunyaluk Chaisub[2], Meechai Tapnurat[2], Supab Choopun[2], Pongsri Mangkorntong[2] and Nikorn Mangkorntong[2]

Abstract

Waxing is a technique for extension of tangerine shelf life. It helps to reduce water loss from tangerine surface and thus, tangerine can keep fresh for a longer time. However, waxed tangerine can also generate an anaerobic respiration known as “fermentation” which causes smell and bad taste. In this work, alcohol in the form of vapor concentration has been determined from tangerine juice and surface during fermentation. A semiconductor gas sensor (Figaro TGS 2620) was used to measure alcohol concentration from the juice and surface of the samples separately. It was found that highly fermented samples have alcohol concentration in a range of 58 – 400 ppm and 50 – 225 ppm for the measurement from juice and surface, respectively. In the case of fresh samples, the alcohol concentration is less than 50 ppm. Clearly, alcohol concentration of fermented samples is higher than that of fresh samples for both measurement from juice and surface. Thus, measurement of alcohol concentration in waxed samples is a technique for monitoring tangerine shelf life.

Key words: tangerine, alcohol concentration, tangerine shelf life

บทคัดย่อ

การเก็บรักษาเพื่อยืดอายุผลส้มที่นิยมใช้วิธีหนึ่ง คือ การเคลือบด้วยสารเคลือบผิว ซึ่งจะช่วยชะลอการสูญเสียน้ำและสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้นก่อนจำหน่ายเพื่อการบริโภค การเก็บผลส้มไว้นานหลายวันจะทำให้ส้มเกิดสภาพขาดออกซิเจน เกิดการหมัก (Fermentation) ขึ้น ส่งผลให้เกิดการสะสมของแอลกอฮอล์ เป็นเหตุให้ผลส้มมีกลิ่นและรสชาดผิดปกติ มีผลต่อคุณภาพของผลส้ม ดังนั้น การวิจัยนี้จึงได้ทำการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นในผลส้ม โดยทำการตรวจวัดจากน้ำส้มที่คั้นมาจากผลส้ม และ วัดจากบริเวณผิวของผลส้มตัวอย่างขณะที่เกิด Fermentation โดยใช้หัววัดก๊าซสารกึ่งตัวนำ (Figaro TGS 2620) พบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ที่วัดจากน้ำส้มและผิวส้มของส้มตัวอย่างที่มีการ Fermentation มากจะมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 58-400 ppm และ 50-225 ppm ตามลำดับ สำหรับส้มที่ยังอยู่ในสภาพดีจะมีปริมาณแอลกอฮอล์ น้อยกว่า 50 ppm จะเห็นได้ว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ในผลส้มที่เกิดการ Fermentation มีค่ามากกว่าในผลส้มที่เพิ่งเก็บมาอย่างชัดเจน ทั้งในกรณีที่วัดจากน้ำส้มและวัดจากผิวของส้ม ดังนั้น การวัดปริมาณแอลกอฮอล์นี้จึงน่าจะเป็นวิธีที่จะนำไปตรวจสอบคุณภาพของผลส้มได้

***คำสำคัญ**: ส้มเขียวหวาน ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ คุณภาพของส้ม*

คำนำ

การเก็บรักษาเพื่อยืดอายุผลส้มที่นิยมใช้วิธีหนึ่ง คือ การเคลือบด้วยสารเคลือบผิว โดยผลส้มที่ผ่านการเคลือบผิวจะมีอายุในการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายได้นานขึ้น มีผิวเป็นมันวาวและสามารถป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้ สารเคลือบผิวนี้จะช่วยชะลอการสูญเสียน้ำและลดอัตราแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงเนื่องจากถูกใช้ไปในกระบวนการหายใจ เมื่อออกซิเจนถูกใช้ในกระบวนการหายใจจนหมด ทำให้เกิดกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้น ซึ่งถือเป็นกระบวนการหมักที่ทำให้เกิดแอลกอฮอล์เป็นผลผลิตสะสมในผลส้ม เป็นเหตุให้ผู้บริโภคมักพบว่า ส้มมีกลิ่นและรสชาดผิดปกติขณะรับประทาน ทำให้ไม่สามารถรับประทานได้ ทั้งที่ลักษณะภายนอกของผลส้มยังคงความสดอยู่ จึงมีผลต่อการ

[1] สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่50200

[1] Institute for Science and Technology Research and Development, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200

[2] ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่50200

[2] Department of Physics, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200

ตัดสินใจซื้อส้มไปรับประทานของผู้บริโภค ทำให้เป็นผลเสียต่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค จะเห็นว่าปริมาณแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับคุณภาพส้ม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะทำการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นในผลส้มที่ผ่านการเคลือบผิว เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผลส้ม

อุปกรณ์และวิธีการ

ส้มตัวอย่างที่ใช้เป็นส้มพันธุ์สายน้ำผึ้งที่เก็บเกี่ยวจากสวนของเกษตรกร อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง นำไปเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่มีขายในท้องตลาด แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ระหว่างการเก็บรักษานำเอาผลส้มมาทดสอบตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ทุกๆ สองวัน โดยวิธีการทดสอบมีด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบแรกทดสอบโดยวัดน้ำส้มที่คั้นมาจากผลส้ม แบบที่สองทดสอบโดยวัดปริมาณแอลกอฮอล์ที่บริเวณผิวของผลส้ม ในการทดสอบจะใช้หัววัดก๊าซแบบสารกึ่งตัวนำ Figaro TGS 2620 วัดการเปลี่ยนแปลงความต้านทานไฟฟ้าเมื่อได้รับไอแอลกอฮอล์ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวบันทึกข้อมูล สำหรับการวัดไอแอลกอฮอล์จากน้ำส้ม นำผลส้มมาคั้นแล้วทำการกักปริมาณแอลกอฮอล์ในระบบปิดเป็นเวลา 1, 3 และ 5 นาที ตามลำดับ (Figure 1 (a)) ส่วนการวัดที่บริเวณผิวผลส้ม จะทำการกักปริมาณแอลกอฮอล์ไว้เป็นเวลา 1, 3, 5, 10 และ 20 นาที ตามลำดับ (Figure 1 (b))

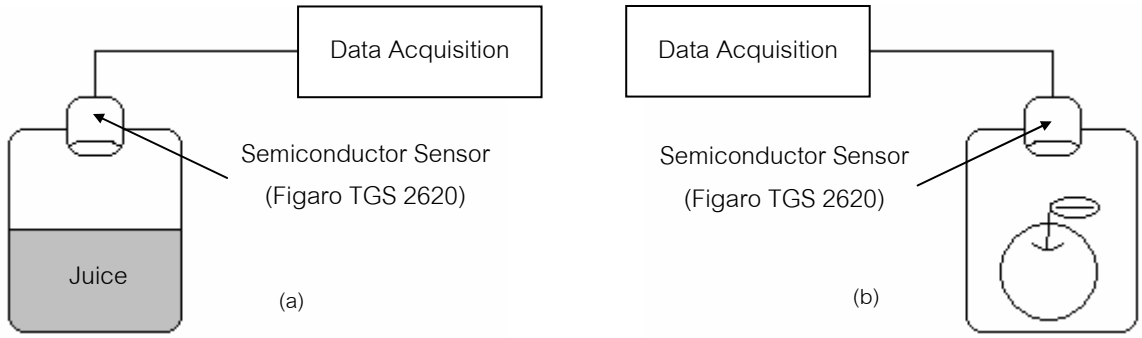

Figure 1 Set up for alcohol measurement from (a) tangerine juice and (b) tangerine surface.

ผลและวิจารณ์

ผลการทดสอบวัดปริมาณแอลกอฮอล์ของผลส้มทั้ง 2 แบบ คือ การทดสอบโดยวัดน้ำส้มที่คั้นมาจากผลส้ม และ การทดสอบโดยวัดที่บริเวณผิว แสดงได้ดังรูป (Figure 2 and Figure 3)

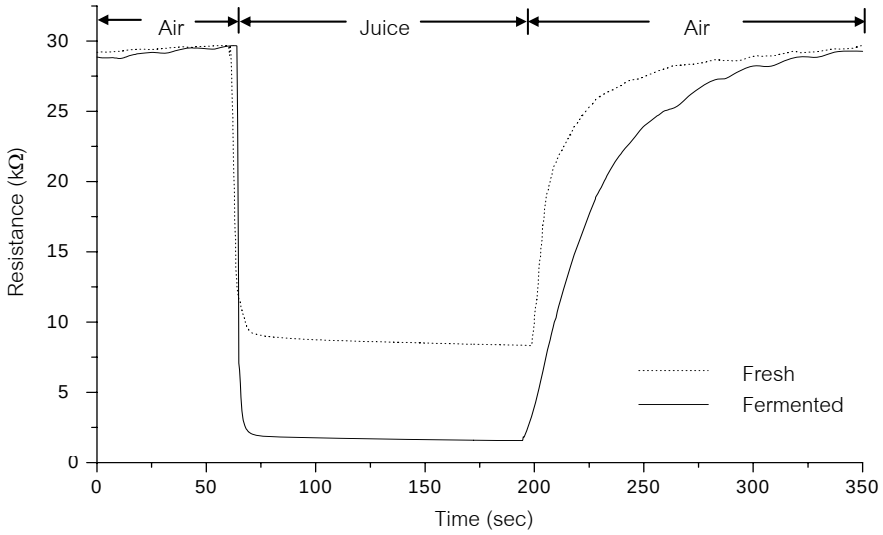

Figure 2 Resistance of semiconductor sensors as a function of time measured from fresh and fermented tangerine juice.

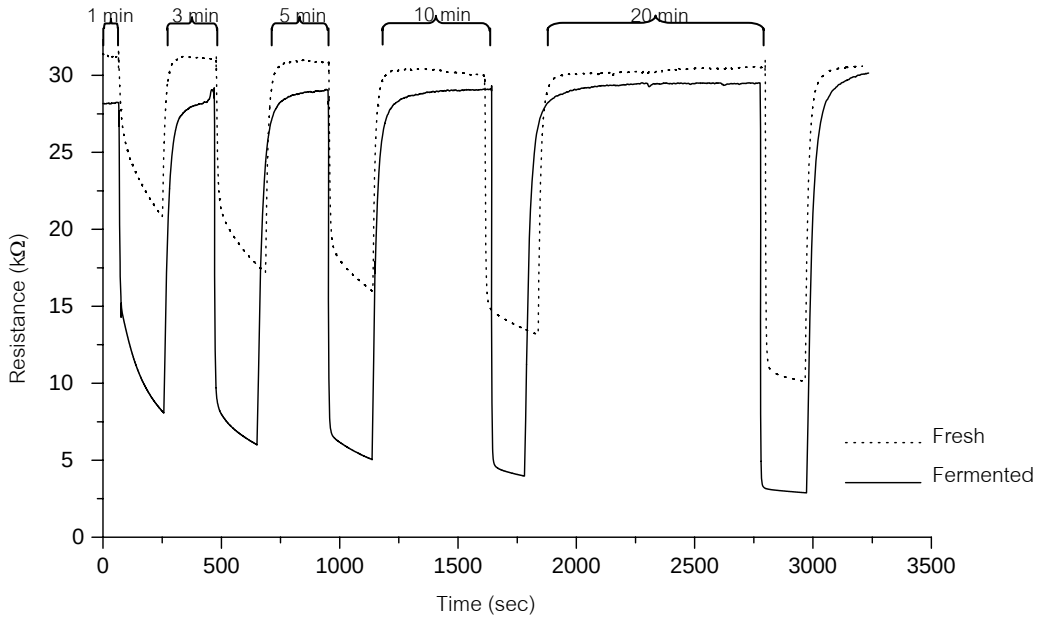

Figure 3 Resistance of semiconductor sensors as a function of time measured at the surface of fresh and fermented tangerine.

จากรูปที่ 2 จะเห็นว่า ค่าความต้านทานของหัววัดมีค่าคงที่ เมื่ออยู่ในอากาศ และจะมีค่าลดลงเมื่ออยู่ในน้ำส้ม โดยที่ค่าความต้านทานวัดจากส้มตัวอย่างที่มีการ Fermentation มาก จะมีค่าลดลงมากกว่าส้มที่ยังอยู่ในสภาพดี ซึ่งความต้านทานที่ลดลงนี้ ขึ้นอยู่กับปริมาณแอลกอฮอล์ โดยผ่านทางตัวแปรสำคัญคือ สภาพไว (Sensitivity : S) ซึ่งนิยามว่า ค่าความต้านทานของหัววัดก๊าซสารกึ่งตัวนำเมื่ออยู่ในบรรยากาศปกติ ส่วนด้วยค่าความต้านทานของหัววัดก๊าซสารกึ่งตัวนำเมื่ออยู่ในบรรยากาศของไอแอลกอฮอล์ ซึ่งค่าสภาพไวที่ได้สามารถนำมาคำนวณเป็นค่าปริมาณความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในหน่วยของพีพีเอ็ม โดยนำมาเปรียบเทียบกับกราฟแสดงสภาพไวของหัววัดสารกึ่งตัวนำ Figaro TGS 2620 ค่าปริมาณความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่ได้จะเป็นปริมาณความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในอากาศ

จากรูปที่ 3 ค่าความต้านทานของหัววัดมีค่าลดลงเมื่อวัดจากผิวผลส้ม เทียบกับเมื่ออยู่ในอากาศ โดยที่ค่าความต้านทานจะลดลงมากเมื่อทำการกักปริมาณแอลกอฮอล์เป็นเวลานาน การลดลงของความต้านทานมีค่าลดลงด้วยอัตราคงที่ เนื่องจาก แอลกอฮอล์มีการระเหยจากผลส้มตลอดเวลาในอัตราคงที่ ในทำนองเดียวกันกับกรณีวัดจากน้ำส้ม ค่าความต้านทานวัดจากส้มตัวอย่างที่มีการ Fermentation มาก จะมีค่าลดลงมากกว่าส้มที่ยังอยู่ในสภาพดี ไม่ว่าจะกักปริมาณแอลกอฮอล์ไว้นานเท่าไร

ปริมาณความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในอากาศสามารถแปลงเป็นปริมาณความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในน้ำ โดยใช้กฎของเฮนรี ซึ่งกล่าวไว้ว่า “ปริมาณของแก๊สที่ละลายอยู่ในของเหลวจะเปลี่ยนแปลงเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความกดดันของแก๊สที่กระทำเหนือของเหลว” มีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$k_{w/a} = \frac{1000}{0.04145e^{(0.06583t)}} \qquad \text{--------(1)}$$

$k_{w/a}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การแปลงค่าปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำเป็นปริมาณแอลกอฮอล์ในอากาศ

t = อุณหภูมิของน้ำ (°C)

เมื่อทำการแปลงค่าปริมาณความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในอากาศเป็นปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำ พบว่า ปริมาณความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในอากาศมีค่าน้อยกว่าปริมาณความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในน้ำเสมอ

ค่าสภาพไว ปริมาณความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในอากาศและปริมาณความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในน้ำ ที่วัดได้จากน้ำส้มและผิวของผลส้มสามารถสรุปได้ดังตาราง (Table 1)

Table 1 Summary of sensitivity and alcohol concentration in air and in water from fresh and fermented tangerine.

Type	Tangerine Juice			Tangerine Surface		
	Sensitivity	Alcohol concentration)ppm)		Sensitivity	Alcohol concentration)ppm)	
		In air	In water		In air	In water
Fresh	2 - 9	<50	< 354	1 - 4	< 50	< 354
Fermented	6 - 26	58 - 400	410 - 2833	5 - 20	50 - 225	354 - 1594

จากตารางพบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ที่วัดจากน้ำส้มและผิวส้มของส้มตัวอย่างที่มีการ Fermentation มากจะมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 58-400 ppm และ 50 – 225 ppm ตามลำดับ สำหรับส้มที่ยังอยู่ในสภาพดีจะมีปริมาณแอลกอฮอล์ น้อยกว่า 50 ppm จะเห็นว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ในผลส้มที่เกิดการ Fermentation มีค่ามากกว่าในผลส้มที่เพิ่งเก็บมาอย่างชัดเจน ทั้งในกรณีที่วัดจากน้ำส้มและวัดจากผิวของส้ม

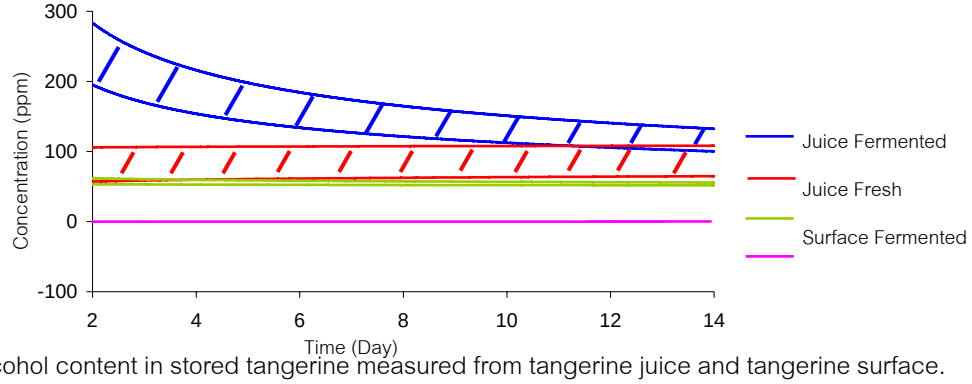

Figure 4 Alcohol content in stored tangerine measured from tangerine juice and tangerine surface.

จากรูปที่ 4 เมื่อทำการวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากน้ำส้ม จะเห็นว่า เมื่อเก็บผลส้มไว้นานหลายวัน ส้มที่เกิดการหมักแล้วจะมีปริมาณแอลกอฮอล์ลดลง เนื่องจาก ขบวนการหมักในผลส้มเกิดการอิ่มตัว เพราะน้ำตาลที่เป็นสารตั้งต้นสำหรับกระบวนการหมักมีค่าลดลงเมื่อเก็บส้มไว้นานหลายวัน ทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นลดน้อยลงตามไปด้วย และปริมาณแอลกอฮอล์ที่สะสมอยู่ในผลส้มเดิมนั้นก็ค่อยๆ ระเหยออกไปจากผลส้ม ทำให้ลักษณะเส้นกราฟของปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำส้มของผลส้มที่เกิดการหมักแล้วมีแนวโน้มลดลง ส่วนผลส้มที่อยู่ในสภาพดีลักษณะของเส้นกราฟที่ได้มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น เนื่องจาก ขบวนการหมักยังไม่ถึงจุดอิ่มตัว น้ำตาลที่เป็นสารตั้งต้นในขบวนการหมักยังถูกใช้ไปยังไม่หมดดังนั้นจึงทำให้เกิดการสะสมแอลกอฮอล์ในผลส้มไปเรื่อยๆ สำหรับการวัดปริมาณแอลกอฮอล์บริเวณผิวผลส้ม จะเห็นว่า ผลส้มที่เกิดการหมักแล้วเส้นกราฟมีแนวโน้มคงที่ เนื่องจาก อัตราการละเหยของแอลกอฮอล์ในผลส้มมีค่าคงที่ และ ผลส้มที่อยู่ในสภาพดีปริมาณแอลกอฮอล์ที่วัดได้มีค่าน้อยมาก

สรุป

จากการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นในผลส้ม โดยทำการตรวจวัดจากน้ำส้มที่คั้นมาจากผลส้ม และ วัดจากบริเวณผิวของผลส้มตัวอย่างขณะที่เกิด Fermentation โดยใช้หัววัดก๊าซสารกึ่งตัวนำ (Figaro TGS 2620) พบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ที่วัดจากน้ำส้มและผิวส้มของส้มตัวอย่างที่มีการ Fermentation มากจะมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 58-400 ppm และ 50-225 ppm ตามลำดับ สำหรับส้มที่ยังอยู่ในสภาพดีจะมีปริมาณแอลกอฮอล์ น้อยกว่า 50 ppm จะเห็นได้ว่าปริมาณแอลกอฮอล์ในผลส้มที่เกิดการ Fermentation มีค่ามากกว่าในผลส้มที่เพิ่งเก็บมาอย่างชัดเจน ทั้งในกรณีที่วัดจากน้ำส้มและวัดจากผิวของส้ม ดังนั้น การวัดปริมาณแอลกอฮอล์นี้จึงน่าจะเป็นวิธีที่จะนำไปตรวจสอบคุณภาพของผลส้มได้

เอกสารอ้างอิง

ดนัย บุณยเกียรติ. 2543. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่: หน้า47 .

วิลาวัลย์ คำปวน, กันยา แอ่นกาศ และ จำนง อุทัยบุตร. 2548. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลส้มสายน้ำผึ้งที่ผ่านการเคลือบผิว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ฉบับที่36 : หน้า 72 – 75 .

Figaro Engineering Inc., TGS 2620 Product Information., Figaro Engineering Inc., Osaka, Japan, 199