

## การประยุกต์ใช้ Electronic Sensing ในการประเมินคุณภาพของกล้วยหอมทอง Electronic Sensing Application for Banana cv. Hom Thong Quality Evaluation

จริยา บุตรธรรม<sup>1</sup> ประภาพร มะอิ<sup>1</sup> สุนทรตี ทราบพรมราช<sup>1</sup> เพลงพิณ เพ็ชรภูมิพงศ์<sup>1</sup> และ ปิยะมาศ จานนอก<sup>1</sup>  
Jariya Buttham<sup>1</sup>, Prapaporn Ma<sup>1</sup>, Sumonratee Sabpromrach<sup>1</sup>, Plengpin Pianpumepong<sup>1</sup> and Piyamart Jannok<sup>1</sup>

### Abstract

The objective of this study was to find out the application of the electronic sensing for Banana cv. Hom Thong quality assessment. Fourteen hands of Banana cv. Hom Thong at the mature stage were used in this experiment. They were kept at room temperature ( $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) and low temperature ( $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) until senescence stage. They were handling for sensory test by electronic tongue (E-tongue), electronic nose (E-nose) and compared with the visual test every 2 days. The results were found that the bananas at room temperature had 6 days shelf life while the low temperature extended the shelf life of the bananas to 12 days. Moreover, the electronic sensing of E-tongue and E-nose shown the performance for banana quality evaluation with the high score of Principle Component Analysis (PCA) of 99.02 and 98.15%, respectively. It can be concluded that electronic sensing can be used to determine the quality of banana with high efficiency.

**Keywords:** Banana cv. Hom Thong, quality assessment, electronic sensing, E-tongue and E-nose

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพกล้วยหอมทอง ด้วยเครื่องวัดทางประสาทสัมผัสแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Sensing) กล้วยหอมทองในระยะบริบูรณ์จำนวน 14 หวี ถูกนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) และอุณหภูมิต่ำ ( $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) จนกระทั่งเสื่อมสภาพ เพื่อเปรียบเทียบลักษณะปรากฏด้วยตา กับรสชาติและกลิ่น ด้วยเครื่องวัดรสชาติ (Electronic tongue, E-tongue) และ เครื่องวัดกลิ่น (Electronic nose, E-nose) ตามลำดับ โดยสุ่มกล้วยหอมทองมาทดสอบทุกๆ 2 วัน ผลการทดลองพบว่า กล้วยหอมทองที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษา 6 วัน ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถยืดอายุกล้วยหอมทองได้นานถึง 12 วัน และ Electronic Sensing สามารถจำแนกรสชาติและกลิ่นของกล้วยหอมทองได้อย่างชัดเจน ด้วยค่า PCA (Principle Component Analysis) เท่ากับ 99.02% และ 98.15% ตามลำดับ สรุปได้ว่า Electronic Sensing สามารถประเมินคุณภาพกล้วยหอมทองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** กล้วยหอมทอง, ประเมินคุณภาพ, เครื่องมือวัดทางประสาทสัมผัสแบบอิเล็กทรอนิกส์, เครื่องวัดรสชาติ, เครื่องวัดกลิ่น

### คำนำ

การใช้การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับในงานด้านอุตสาหกรรมเกษตรโดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหารจะนำไปสู่ความเข้าใจถึงพฤติกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาธุรกิจและผลิตภัณฑ์มีความรวดเร็ว แต่เนื่องจากความสามารถในการบ่งบอกชนิดของกลิ่นและรสชาติในมนุษย์นั้นไม่คงที่และมีข้อจำกัดอันเกิดจากปัจจัยกระตุ้นภายนอก ทั้งความอ่อนล้า อารมณ์ สภาพอากาศหรืออุณหภูมิ จึงได้มีการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือทดสอบทางประสาทสัมผัสแทนมนุษย์ เพื่อกำจัดข้อจำกัดดังกล่าว เครื่องมือทดสอบทางประสาทสัมผัส (Electronic Sensing) ได้แก่ “จมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose, E-nose)” และ “ลิ้นอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic tongue, E-tongue)” จึงได้รับการยอมรับและนิยมใช้อย่างมากในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การประยุกต์ใช้เครื่อง E-nose สำหรับการติดตามการสุกของทุเรียน (Pokhum *et al.*, 2010) การจำแนกมะม่วง (Lebrun *et al.*, 2008) การประเมินคุณภาพของส้มและแอปเปิ้ลหลังการเก็บเกี่ยว (Natale *et al.*, 2001) การศึกษาอายุการเก็บรักษาของแอปเปิ้ล (Brezmes *et al.*, 2001) และการใช้ E-tongue เพื่อคัดเกรดของชาเขียว (Chen *et al.*, 2008) การจำแนกประเภทชาเขียว ชาดำ และกาแฟดำ (Lvova *et al.*, 2003) แต่ยังไม่มีการนำ Electronic Sensing มาทดสอบกล้วย ใช้เพียงเครื่องมือวัดกลิ่นหรือสารระเหยด้วย GC-MS และวิเคราะห์ความแปรปรวน

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป คณบดีวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา 30000  
Department of Post-Harvest and Processing Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhonratchasima, Thailand 30000

หวานด้วยเคมีวิเคราะห์ (Vermeir *et al.*, 2009) กล้วยหอมทองเป็นพืชเศรษฐกิจ และเป็นผลไม้ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างเร็ว ประมาณ 1-2 สัปดาห์ หากมีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวไม่ดี จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนทั้งในด้านลักษณะปรากฏ รวมถึงรสชาติและกลิ่น จากระยะบรรจุน้ำจนถึงระยะสุก ซึ่งการนำ Electronic Sensing มาใช้ประเมินคุณภาพกล้วยหอมทองนี้ จะเป็นแนวทางในการประเมินระยะการสุกของผลผลิตทางการเกษตรที่ดีในอนาคต เพราะง่าย สะดวก ประหยัด และน่าเชื่อถือ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ประยุกต์ใช้ Electronic Sensing ในการประเมินคุณภาพกล้วยหอมทอง

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. ลักษณะปรากฏของกล้วยหอมทองระหว่างการเก็บรักษา

ดูผลการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกกล้วยหอมทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ( $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) และ อุณหภูมิต่ำ ( $16\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) ทุกๆ 2 วัน จนกระทั่งกล้วยหอมทองเสื่อมสภาพ (senescence)

### 2. การวิเคราะห์ด้วย Electronic sensing

2.1 วิเคราะห์รสชาติ ด้วยเครื่อง E-tongue (รุ่น Astree จากบริษัท Alpha M.O.S.) สุ่มกล้วยหอมทองทั้ง 3 ชุดการทดลองมาปอกเปลือกแล้วนำกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 g ใส่ในเครื่องปั่น ผสมกับน้ำ 80 ml เข้าเครื่อง Centrifuge ที่ 13,000 รอบต่อวินาที เป็นเวลา 10 นาที กรองด้วยกระดาษกรองให้ได้ 80 ml ใส่บีกเกอร์ขนาด 100 ml แล้ววิเคราะห์โดยเครื่อง E-tongue

2.2 วิเคราะห์กลิ่น (สารระเหย) ด้วยเครื่อง E-nose (รุ่น Heracles จากบริษัท Alpha M.O.S.) สุ่มกล้วยหอมทองทั้ง 3 ชุดการทดลองปอกกล้วยหอมทองเปลือกทำการเฉือนเนื้อจากทุกส่วนของผลกล้วยใส่ในขวด vial ขนาด 10 ml ปริมาณ 2 g จำนวน 10 ขวด แล้วปิดฝาขวดบ่มที่อุณหภูมิ  $50^{\circ}\text{C}$  20 นาที หลังจากนั้นใช้เข็มดูดสารระเหยจากขวดตัวอย่างตรงบริเวณ head space ปริมาตร 2,500  $\mu\text{l}$  แล้วฉีดลงไปที่ช่องรับกลิ่น ของเครื่อง E-nose เพื่อตรวจสอบกลิ่นของกล้วยหอมทอง

## ผล

### 1. ลักษณะปรากฏของกล้วยหอมทองระหว่างการเก็บรักษา

พบว่ากล้วยหอมทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 6 วัน ซึ่งมีอายุสั้นกว่ากล้วยหอมทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำซึ่งสามารถเก็บรักษาได้ 12 วัน จากการเปรียบเทียบลักษณะปรากฏภายนอกของกล้วยหอมทอง ณ วันที่ 6 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และวันที่ 12 ที่อุณหภูมิต่ำ พบว่า กล้วยหอมทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสีของเปลือกจะเริ่มมีสีดำ เนื้อสัมผัสนิ่ม และผลหลุดออกจากขั้ว ซึ่งแตกต่างจากกล้วยหอมทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ คือ กล้วยที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำ สีเปลือกมีสีดำเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนิ่มน้อยกว่าที่อุณหภูมิห้อง ขั้วผลมีลักษณะเหนียวดำ แต่ผลไม่หลุดออกจากขั้ว (Figure 1)

### 2. ผลการวิเคราะห์ด้วย Electronic sensing

2.1 ผลวิเคราะห์รสชาติ ด้วยเครื่อง E-tongue พบว่า การจำแนกรสชาติของกล้วยหอมทอง แสดงข้อมูลออกมาเป็นการจัดกลุ่มตัวอย่างที่เหมือนกันเข้าด้วยกัน โดยแสดงค่าแกน X และ แกน Y เป็น PC1 และ PC2 ตามลำดับ โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถจำแนกรสชาติของกล้วยหอมทอง ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำทั้ง 12 วัน ได้อย่างชัดเจน โดย PC1 = 99.021% และ PC2 = 0.7748% และมีค่า Discrimination index = 87 (Figure 2)

2.2 ผลวิเคราะห์กลิ่น (สารระเหย) ด้วยเครื่อง E-nose พบว่า ค่าที่แสดงในลักษณะของ Chromatogram แสดงถึงความเฉพาะของกลิ่นหรือสารระเหยของกล้วยหอมทองในระยะการสุกที่ต่างกัน ประกอบด้วยคอลัมน์ DB-5 ที่จับสารไม่มีขั้ว และคอลัมน์ DB-1701 จับสารมีขั้ว ซึ่งโมเลกุลของสารที่มีขั้วจะจับกันแน่นจึงหลุดออกมาได้ช้ากว่าสารที่ไม่มีขั้ว สำหรับ Peak ที่เกิดขึ้นต่างๆ ในแนวแกน X แทนเวลาที่มีหน่วยเป็นวินาที แนวแกน Y แทนความเข้มข้นของกลิ่น (Intensity) ซึ่งแต่ละเส้นจะแสดงจุดสูงสุด ที่เวลาใกล้เคียงกันแต่แตกต่างกันที่ความสูง หมายถึงปริมาณสารประกอบที่ระเหยได้จากเซนเซอร์ เส้น Peak ที่มีความสูงจะแสดงถึงปริมาณความเข้มข้นของกลิ่นที่มีมาก และเส้น Peak ที่ปรากฏมีจำนวนมาก จะแสดงถึงความหลากหลายของกลิ่น เห็นได้ว่ากล้วยหอมทองจากระยะบรรจุน้ำ (Mature stage) มีจุดสูงสุดที่ต่ำกว่าระยะเสื่อมสภาพ (senescence) โดยกล้วยหอมทองในระยะเสื่อมสภาพที่เก็บในอุณหภูมิห้อง มีความเข้มข้นของกลิ่นสูงกว่าที่เก็บในอุณหภูมิต่ำ (Figure 3) และการจำแนกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธี Discriminant Analysis แบบ PCA แสดงถึงการจำแนกกลิ่น (ระยะสุก) ของกล้วยหอมทอง เนื่องจากกล้วยหอมทองที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องในวันที่ 6 จึงทำให้กราฟที่ได้อยู่ห่าง และมีกลิ่นค่อนข้างกระจายตัวจึงทำให้

การจัดกลุ่มกว้างกว่าวันอื่นๆ ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องแยกกลิ่นได้ชัดเจน โดยมี PC1 = 98.146 และ PC2 = 1.331 Discrimination index = 61 (Figure 4)

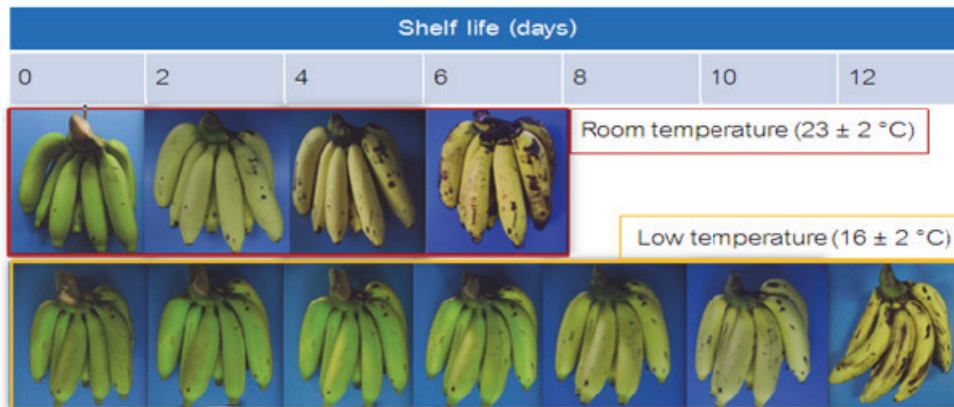


Figure 1 The appearance of Banana cv. Hom Thong ripening stage.

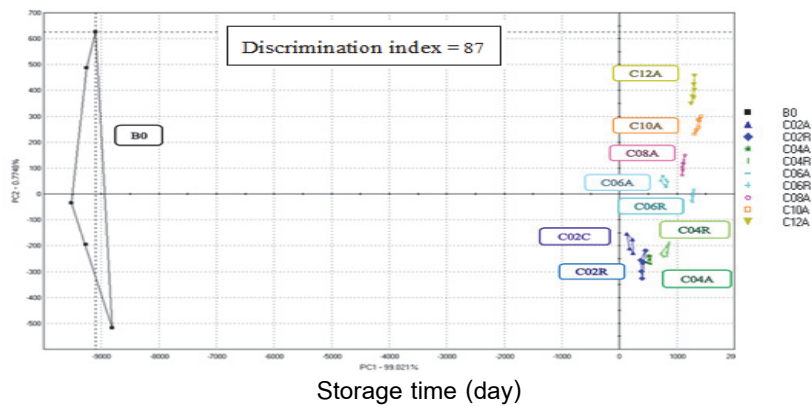


Figure 2 The PCA of Banana cv. Hom Thong ripening stage by E-tongue.

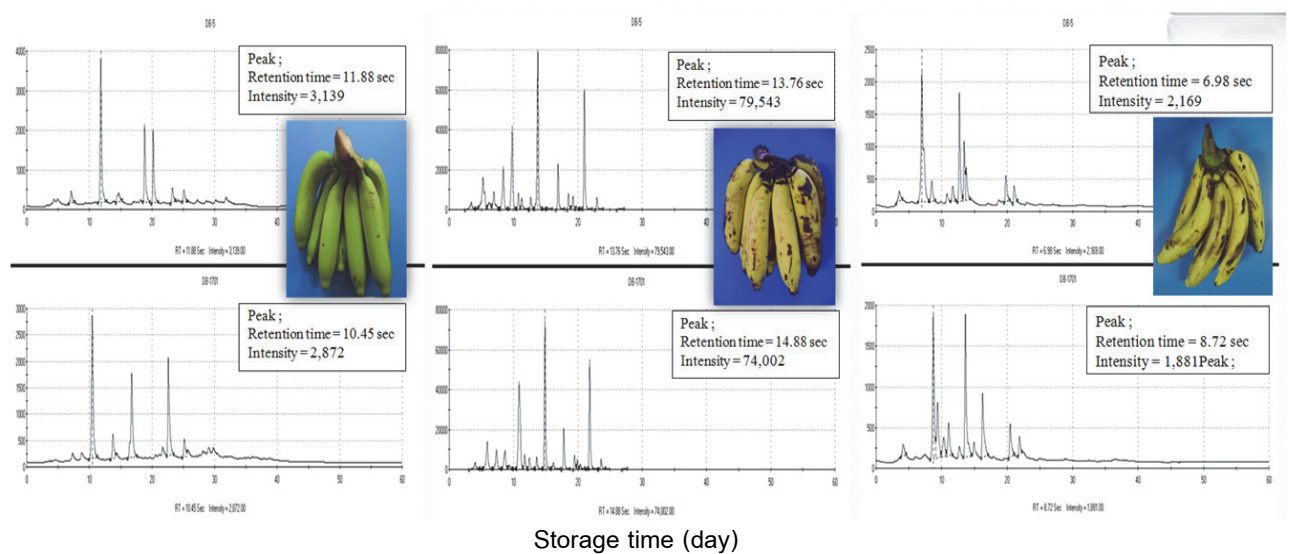


Figure 3 The Chromatogram of Banana cv. Hom Thong ripening stage by E-nose.

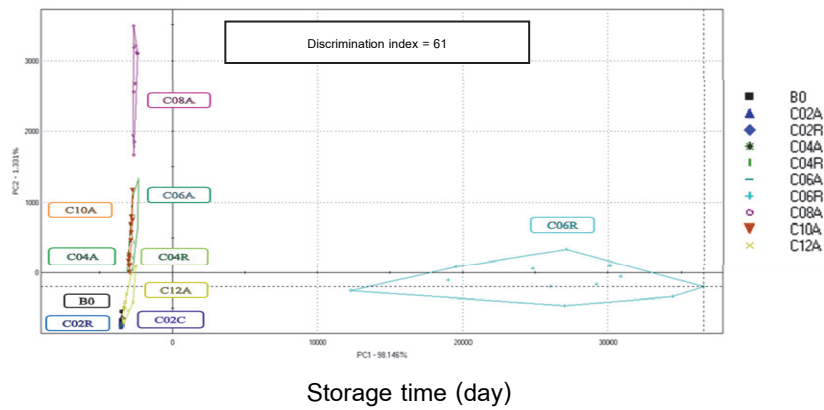


Figure 4 The PCA of Banana cv. Hom Thong ripening stage by E-nose.

### วิจารณ์ผล

จากการศึกษาในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยใช้กลิ่นช่วยหอมทองเป็นตัวอย่างในการศึกษาเบื้องต้น ทั้งนี้เนื่องจากกลิ่นช่วยหอมทองเป็นผลไม้ที่มีกลิ่นในวัยดิบและวัยสุกที่แตกต่างกันมาก จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่า Electronic Sensing มีประสิทธิภาพในการแยกวัยของกลิ่นช่วยหอมทองได้ ดังนั้นสำหรับงานวิจัยอื่นๆ ผู้ที่สนใจสามารถนำหลักการและวิธีการดังกล่าวในงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบผลไม้ชนิดอื่นๆ ได้

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรสภาพ นครราชสีมา ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ ในการทำวิจัยครั้งนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

### เอกสารอ้างอิง

- Brezmes, J., E. Llobet, X. Vilanova, G. Saiz and X. Correig. 2000. Fruit ripeness Monitoring using an electronic nose. *Sens. Actuators, B* 69 : 223-229.
- Natale, C. D., A. Macagnano, E. Martinelli, R. Oaolesse, E. Proietti and A. D'Amico. 2001. The evaluation of quality of post-harvest oranges and apples by means of an electronic nose. *Sensors and Actuators* 78: 26-31
- Lvova, L., A. Legin, Y. Vlasov, G.S. Cha and H. Nam. 2003. Multicomponent analysis of Korean green tea by means of isoposable all-solid-state potentiometric electronic tongue microsystem. *Sensors and Actuators B* 95: 391-399.
- Lebrun, M., A. Plotto, K. Goodner, M.N. Ducamp and B. Baldwin. 2008. Discrimination of mango fruit maturity by volatiles using the Electronic nose and gas chromatography. *Postharvest Biology and Technology* 48:122-131.
- Pokhum, C., C. Chawengkijwanich and R. Maolanon. 2010. Application of Electronic-Nose for Identification of Ripeness Stage of Durian Thailand. National Nanotechnology Center.
- Chen, Q., J. Zhao and S. Vittayapadung. 2008. Identification of the green tea grade level using electronic tongue and pattern recognition. *Food Research International* 41: 500-504.
- Vermeir, S., M.L.A.T.M. Hertog, K. Vankerschaver, R. Swennen, B.M. Nicolai and J. Lammertyn. 2009. Instrumental based flavour characterization of banana fruit. *Food Science Technology* 42: 1647-1653.