

บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การจำแนกพันธุ์กระเทียมไทยด้วยระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์
(ภาษาอังกฤษ) Thai garlic type classification using electronic nose system

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

กระเทียมเป็นพืชผลทางการเกษตรที่มีกลิ่นและคุณสมบัติเฉพาะตัวจึงเป็นที่นิยมนำมาเป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหารและนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่าง ๆ นอกจากนี้แล้วกระเทียมยังเป็นสินค้าเกษตรที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการส่งออกอีกด้วย กระเทียมบางแหล่งปลูกนั้นจะมีกลิ่นและรสชาติที่เฉพาะตัวจึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภคส่งผลให้มีราคาสูงกว่ากระเทียมแหล่งพันธุ์อื่น ๆ แต่เนื่องจากการจำแนกแหล่งปลูกกระเทียมจากลักษณะภายนอกของกระเทียมนั้นเป็นได้ยาก ผู้บริโภคจึงเป็นการอาศัยคำยืนยันจากผู้ค้า ซึ่งมักจะประสบปัญหาการแอบอ้างหรือปลอมปนกระเทียมที่เป็นที่ต้องการและราคาสูงด้วยกระเทียมจากแหล่งปลูกอื่นอีกด้วย ปัญหาที่กล่าวมานี้จะทวีความรุนแรงมากขึ้นหลังการเปิดประชาคมอาเซียน เนื่องจากกระเทียมจากประเทศเพื่อนบ้านจะถูกนำเข้ามามีจำหน่ายในประเทศไทยจำนวนมาก การจำแนกที่มาของกระเทียมจึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างมากในการส่งเสริมการผลิตที่ยั่งยืน อีกทั้งยังเป็นสนับสนุนการอนุรักษ์พันธุ์พืชในทางหนึ่งด้วย โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างกระเทียมจากแหล่งปลูกต่างกัน เช่น ปริมาณน้ำมันระเหย, องค์ประกอบของโลหะหนัก, ปริมาณขององค์ประกอบ bioactive, DNA fingerprints, องค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิค High performance liquid chromatography และ Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) แต่อย่างไรก็ตาม การวัดด้วยเทคนิคเหล่านี้มีความซับซ้อน ต้องการผู้เชี่ยวชาญในการวัด ใช้เวลาในการวัดมาก และมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงมีความต้องการวิธีการวัดที่ง่ายและเชื่อถือได้สำหรับการจำแนกแหล่งที่มาของกระเทียม

ระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วซึ่งใช้อาร์เรย์ของเซนเซอร์ในการตรวจจับและจำแนกกลิ่นที่ซับซ้อน ระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษากลิ่นของกระเทียมอย่างกว้างขวาง โดยทั่วไปแล้วเซนเซอร์อาร์เรย์จะประกอบไปด้วยกลุ่มของก๊าซเซนเซอร์ที่แต่ละตัวตอบสนองต่อก๊าซต่างชนิดกัน และกลิ่นจะถูกระบุจากรูปแบบผลตอบสนองของเซนเซอร์อาร์เรย์ ปัจจุบันสามารถหาซื้อก๊าซเซนเซอร์แบบสารกึ่งตัวนำโลหะออกไซด์ที่มาพร้อมกับโมดูลแบบพร้อมใช้งานได้โดยง่าย ส่งผลให้สามารถพัฒนาระบบวัดกลิ่นได้ง่ายและประหยัด

ในการศึกษานี้ได้พัฒนาระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์เพื่อจำแนกกระเทียมที่มาจาก 4 แหล่งปลูกในประเทศไทยและเปรียบเทียบผลการจำแนกของระบบที่พัฒนาขึ้นกับวิธีมาตรฐานทั่วไป ได้แก่ Amplified fragment length polymorphism (AFLP) และ GC-MS โดยความแตกต่างระหว่างตัวอย่างกระเทียมจะถูกยืนยันโดย AFLP DNA fingerprints ในขณะที่ความแตกต่างของปริมาณสารประกอบซัลเฟอร์ในกระเทียมแต่ละแหล่งปลูกจะวิเคราะห์ได้จากเทคนิค GC-MS

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในการจำแนกพันธุ์กระเทียมไปแล้วในเบื้องต้น (ทุนนักวิจัยหน้าใหม่ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปี 2554) แต่เนื่องจากการดำเนินโครงการเบื้องต้นนั้นมีข้อจำกัดหลายประการจึงยังไม่สามารถดำเนินการให้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ได้ ในโครงการวิจัยนี้จึงเป็นการดำเนินในส่วนขยายต่อจากโครงการที่ผ่านมา ด้วยผลจากศึกษาที่ได้จึงนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนาและวิเคราะห์เพื่อจำแนกแหล่งปลูกกระเทียม โดยมุ่งเน้นเฉพาะกระเทียมที่ได้จากแหล่งปลูกในประเทศ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบวัดกลิ่นกระเทียมด้วยจมูกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการจำแนกพันธุ์กระเทียมในประเทศไทย

ระเบียบวิธีวิจัย

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้จมูกอิเล็กทรอนิกส์ชนิดสารกึ่งตัวนำในการตรวจรู้กลิ่นของกระเทียม โดยจะใช้จมูกอิเล็กทรอนิกส์หลายตัว (5 ชนิด) ที่มีการตอบสนองต่อสารประกอบทางเคมีที่ต่างกันมาประกอบลงในแผ่นวงจร ระบบสำหรับวัดกลิ่นจากกระเทียมจะถูกออกแบบให้เป็นระบบปิดเพื่อแล้วควบคุมการไหลของอากาศให้ผ่านเซ็นเซอร์ด้วยปั๊มดูดอากาศ นอกจากนี้ในวงจรวัดจะมีการชดเชยผลของอุณหภูมิเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนในระดับที่ต่ำที่สุด สัญญาณไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์แต่ละตัวที่ได้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลและทำการจัดเก็บลงในคอมพิวเตอร์โดยใช้อุปกรณ์ ADC (Analog to Digital Conversion) จากนั้นเทคนิคการประมวลผลสัญญาณและการวิเคราะห์ทางสถิติ (MATLAB) จะถูกนำมาใช้ในการหาคุณลักษณะเฉพาะของผลตอบสนองทางไฟฟ้าที่ได้จากจมูกอิเล็กทรอนิกส์ของกระเทียมแต่ละชนิด ค่าคุณลักษณะที่ได้นั้นจะนำมาใช้ในการจำแนกพันธุ์กระเทียมด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มต่าง ๆ เช่น Principal component analysis (PCA) และโครงข่ายประสาทเทียม (Neural network) เป็นต้น การทำงานของระบบวัด ระบบจัดเก็บข้อมูล และระบบประมวลผลทั้งหมดจะทำการเชื่อมต่อและจัดการด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเองบนโปรแกรม LabVIEW เมื่อระบบมีความสมบูรณ์แล้ว ในขั้นการทดลองเก็บข้อมูล จะนำตัวอย่างกระเทียมในประเทศไทยจาก 4 แหล่ง ได้แก่ อยุธยา ชุมชนน้อย จ.ศรีสะเกษ, อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์, อ.บ้านไผ่ จ.ลำพูน และ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ ซึ่งเป็นแหล่งปลูกกระเทียมที่มีชื่อเสียง เพื่อความเชื่อมั่นว่าจะได้กระเทียมพันธุ์ที่ปลูกในท้องถิ่นนั้นจริง การจัดหากระเทียมเหล่านี้จะซื้อโดยตรงจากเกษตรกรที่รู้จักในพื้นที่นั้น ๆ นอกจากนี้แล้วจะใช้ตัวอย่างกระเทียมจากประเทศจีนที่ขายในท้องตลาดอีกหนึ่งตัวอย่าง รวมทั้งหมด 5 ตัวอย่างมาทำการเก็บข้อมูลสารระเหยด้วยระบบจมูกอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น โดยจะเปรียบเทียบและตรวจสอบองค์ประกอบในสารระเหยของแต่ละตัวอย่างด้วยเครื่อง GC-MS ที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเคมีและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการเตรียมตัวอย่างสำหรับวัดด้วยเครื่อง GC-MS นั้นจะทำการสกัดเย็นโดยใช้ไนโตรเจนเหลว โดยในเบื้องต้นจะเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของปริมาณขององค์ประกอบในกลิ่นของกระเทียมแบบสัมผัสจากการวัดด้วย GC-MS จากนั้นการทดสอบซ้ำเพื่อหาวิเคราะห์เชิงปริมาณจะทำการเพิ่มเติมต่อไป นอกจากนี้แล้วเพื่อเป็นการยืนยันว่ากระเทียมตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้นเป็นสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างจะถูกนำไปหาข้อมูลพันธุกรรม ณ ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยจ้างผู้ช่วยวิจัยเป็นนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของที่นี่ ข้อมูลที่จาก

การวิเคราะห์ในแต่ละวิธีจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกันเพื่อประเมินการจำแนกพันธุ์กระเทียมด้วยจมูกอิเล็กทรอนิกส์ และทำการพัฒนาระบบวัดให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงต่อไป นอกจากนี้แล้วในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาหาแนวทางเพื่อทดลองพัฒนาจมูกอิเล็กทรอนิกส์ต้นแบบสำหรับวัดสารระเหยจากกระเทียมขึ้นใช้งานเองอีกด้วย

ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2555 กำหนดเสร็จสิ้นโครงการ วันที่ 30 กันยายน 2556

กิจกรรม	ช่วงเวลา (เดือน)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. การเตรียมงานวิจัย/ทบทวนศึกษาเอกสาร												
2. กำหนดแผนการ/วิธีการดำเนินงานวิจัย												
3. ดำเนินงานวิจัย/เก็บข้อมูล												
3.1 สร้างและพัฒนาระบบวัด												
3.2 วัดกลิ่นกระเทียมด้วยระบบวัดที่สร้างขึ้น												
3.3 วัดสารระเหยโดย GC-MS												
3.4 เก็บข้อมูลพันธุ์กรรม												
4.การวิเคราะห์												
4.1 วิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าจากจมูกอิเล็กทรอนิกส์												
4.2 วิเคราะห์ข้อมูลจาก GC และข้อมูลพันธุ์กรรม												
4.3 เปรียบเทียบข้อมูลจากข้อ 3.2 กับ 3.3												
5. จัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์												

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

บทความที่คาดว่าจะตีพิมพ์ เรื่อง “Identifying garlic cultivars using an electronic nose” อยู่ระหว่างการพิจารณาของ Computers and electronics in agriculture ตั้งแต่วันที่ 26 กรกฎาคม 2556 (ภาคผนวก ง)

แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

งานวิจัยนี้มีความมุ่งหวังว่าจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกพันธุ์กระเทียมอันจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าของจากการจัดจำหน่ายผลผลิตทางการเกษตรได้ นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีทางการเกษตรที่ช่วยให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถนำไปใช้งานได้จริงและลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ราคาแพงจากต่างประเทศได้ โดยระบบที่ได้นั้นนอกจากจะใช้ใน

การจำแนกพันธุ์กระเทียมแล้ว ยังสามารถใช้ในการจำแนกที่มาของกระเทียมจากประเทศเพื่อนบ้านที่นำเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทยจำนวนมากอีกด้วย

ระบบวัดกลิ่นที่ได้นี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการจำแนกหรือประเมินผลผลิตทางการเกษตรอื่น ๆ ได้อีก ไม่ว่าจะเป็นหอมแดง หรือ ไม้กฤษณา ฯลฯ และยังประยุกต์ใช้ในการประเมินความสุกของผลไม้ได้อีกด้วย

สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการจำแนกกระเทียมไทยจาก 4 แหล่งปลูก ได้แก่ อ.ยางชุมน้อย จ.ศรีสะเกษ, อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์, อ.บ้านโฮ้ง จ.ลำพูน และ อ.แม่ว่าง จ.เชียงใหม่ โดยพัฒนาระบบจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งประกอบไปด้วยจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์แบบสารกึ่งตัวนำ 8 ตัว ที่มีผลตอบสนองต่อก๊าซต่างชนิดกัน และเปรียบเทียบผลการจำแนกกับผลการวิเคราะห์ DNA และ GC-MS จากการจำแนกผลตอบสนองของก๊าซเซนเซอร์ที่มีต่อกลิ่นของกระเทียมด้วยเทคนิค PCA พบว่าสามารถจำแนกกระเทียมออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มศรีสะเกษ กลุ่มอุตรดิตถ์ และกลุ่มลำพูน-เชียงใหม่ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ DNA ซึ่งกระเทียมจากแหล่งปลูกเชียงใหม่และลำพูนจะมีความใกล้เคียงกันในระดับที่สังเกตได้ แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นชนิดเดียวกัน และเมื่อจัดแบ่งกลุ่มกระเทียมตามปริมาณ vinyl dithiols ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย GC-MS จะเห็นว่าสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 กลุ่มเช่นเดียวกัน โดยเป็นที่น่าสังเกตว่ากระเทียมจากเชียงใหม่และลำพูนที่นำมาทดลองในครั้งนี้มีความใกล้เคียงทั้งทางด้านพันธุกรรมและปริมาณสารประกอบซัลเฟอร์ นอกจากนี้แล้ว เมื่อลดผลตอบสนองของเซนเซอร์ที่มีความจำเพาะต่ำลงจะเหลือผลตอบสนองของเซนเซอร์ที่สำคัญเพียง 5 ตัว และเมื่อทำการจำแนกด้วยเทคนิค PCA อีกครั้ง จะได้ผลการจัดกลุ่มเช่นเดียวกับการใช้เซนเซอร์ 8 ตัว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถลดจำนวนเซนเซอร์ในระบบจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์สำหรับจำแนกแหล่งปลูกกระเทียมลงเหลือเพียง 5 ตัวได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการจำแนก จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่ากระเทียมจากแหล่งปลูกที่ต่างกันจะมีสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน และยืนยันความสามารถในการจำแนกกระเทียมที่มาจากแหล่งปลูกต่างกันด้วยกลิ่นของกระเทียมโดยระบบจุ่มกอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นระบบที่ง่ายและมีค่าใช้จ่ายต่ำเหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นเครื่องมือในการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรต่อไป