สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและการประยุกต์ใช้แก๊สเอทิลีน

แก๊สเอทิลีน (ethylene) เป็นแก๊สที่ถูกปลดปล่อยออกมาระหว่างการสุกตัวของผลไม้ มีความสำคัญสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานด้านอาหาร และเกษตรกรรม โดยการใช้ประโยชน์จะเน้นไปที่การตรวจวัดปริมาณเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร ตัวอย่างเช่น การตรวจสอบการสุกตัวของผลไม้ ซึ่งการตรวจวัดแก๊สเอทิลีนที่เกิดขึ้นในผลไม้สุกจะง่ายหรือยากนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของแก๊สที่เกิด ซึ่งจะมีระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันไปตามชนิดของผลไม้ที่พิจารณา ผลไม้บางชนิดอาจเกิดแก๊สขึ้นในระดับหนึ่งส่วนในล้านส่วน (ppm) ในขณะที่บางชนิดอาจเกิดในระดับหนึ่งส่วนในพันล้านส่วน (ppb) สำหรับการประยุกต์ใช้ประโยชน์ในบางกรณีเป็นการใช้แก๊สเอทิลีนเพื่อกระตุ้นให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น เช่น กล้วย ซึ่งจะใช้แก๊สเอทิลีนปริมาณเล็กน้อยเพื่อช่วยในการกระตุ้นเซลล์ให้ผลสุกเร็วขึ้น แต่ในกรณีตรงกันข้าม เช่น ดอกไม้และผัก จะต้องหลีกเลี่ยงการเกิดหรือสัมผัสกับแก๊สเอทิลีนเพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพความสดเร็วเกินไป ดังนั้นการตรวจวัดปริมาณของแก๊สเอทิลีนจึงมีความสำคัญสำหรับการควบคุมคุณภาพของสินค้าทางการเกษตรเป็นอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีวิธีที่ง่ายและราคาถูกสำหรับการตรวจวัดปริมาณแก๊สเอทิลีนที่เกิดขึ้น[1]

1.2 หัววัดแก๊สเอทิลีน

การตรวจวัดการสุกตัวของผลไม้สามารถวิเคราะห์ได้จากปริมาณของแก๊สเอทิลีนที่เกิดขึ้น ซึ่งในการวิเคราะห์มีหลายวิธีที่นิยมใช้อาทิเช่น แก๊สโครมาโตกราฟฟี (gas-chromatography) ไออาร์-วิซิเบิลสเปคโตรสโคปี (IR-visible spectroscopy) และ เครื่องวิเคราะห์ด้วยแสงฟลูออเรสเซนส์ (fluorescence analysis) ซึ่งวิธีดังกล่าวข้างต้นต้องใช้เครื่องมือวิเคราะห์ขนาดใหญ่ที่ต้องทำในห้องปฏิบัติการ อีกทั้งต้องมีผู้ที่มีความชำนาญการในการใช้งานทำให้การตรวจวัดค่อนข้างจะยุ่งยากซับซ้อนและไม่สามารถเคลื่อนย้ายหรือนำไปใช้ตรวจวัดในภาคสนามได้ ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการคิดค้นและพัฒนาหัววัดแก๊สสำหรับการตรวจวัดปริมาณแก๊สเอทิลีนขึ้น [1]

หัววัดแก๊สชนิดสารกึ่งตัวนำ (semiconductor gas sensor) เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดแก๊สซึ่งมีหลักการทำงานด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าไปตามชนิดและปริมาณของแก๊สที่ดูดซับ (adsorb) อยู่บริเวณพื้นผิว หัววัดแก๊สที่ประดิษฐ์จากสารกึ่งตัวนำได้รับความสนใจและมีการศึกษาในวงกว้าง เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นหลายประการ อาทิเช่น ใช้ต้นทุน

ในการผลิตต่ำ มีขนาดเล็กทำให้สะดวกในการพกพา มีความไวในการตอบสนอง (response) และการคืนสภาพ (recovery) ต่อแก๊สออกซิไดส์และแก๊สรีดิวส์ มีความเสถียรตัวสูงทำให้มีอายุการใช้งานยาวนาน สามารถประยุกต์ใช้สำหรับการตรวจวัดแก๊สในเชิงปริมาณได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าขึ้นกับปริมาณของแก๊สที่ดูดซับอยู่บริเวณพื้นผิวของสารกึ่งตัวนำ [2]

1.3 วัสดุที่ใช้ประดิษฐ์หัววัดแก๊ส

ทินออกไซด์ (SnO_2) และทังสเตนออกไซด์ (WO_3) เป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมในการใช้ประดิษฐ์เป็นหัววัดแก๊สอย่างแพร่หลายเนื่องจาก มีความไวในการตอบสนองต่อปริมาณของแก๊สสูง มีอัตราการตอบสนองเร็ว ใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำ และทำได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบกับหัววัดแก๊สที่ประดิษฐ์จากวัสดุชนิดอื่น

ทินออกไซด์และทังสเตนออกไซด์ เป็นสารกึ่งตัวนำประเภท n-type สภาพความนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเป็นผลเกิดจากองค์ประกอบที่ไม่เป็นไปตามปริมาณสัมพันธ์ (non-stoichometric) ของสารกึ่งตัวนำทำให้เกิดช่องว่างออกซิเจน (oxygen vacancies) ซึ่งจะประพฤติตัวเป็น จุดบกพร่องแบบอะตอมผู้ให้ (donor defects) นอกจากนี้การเจืออะตอมแปลกปลอม (foreign atoms) ลงไปในโครงสร้างจะก่อให้เกิดความบกพร่องแบบจุด (point defect) ความบกพร่องที่เกิดขึ้นจะทำหน้าที่เป็น ตัวให้อิเล็กตรอนหรือตัวรับอิเล็กตรอน ในการเกิดปฏิกิริยาเพื่อตรวจวัดแก๊ส และจะเป็นการเพิ่มพาหะประจุอิสระ (free charge carriers) ให้แก่โครงสร้างซึ่งจะมีผลต่อค่าสภาพความนำไฟฟ้าของหัววัดแก๊ส

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. พัฒนาหัววัดแก๊สที่มีขนาดเล็กสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและการพกพา
2. หาเงื่อนไขที่เหมาะสมเช่น อุณหภูมิและเวลา ที่ใช้ในการสังเคราะห์วัสดุสำหรับการประดิษฐ์หัววัดแก๊สเพื่อให้หัววัดมีค่าความไวในการตอบสนองต่อแก๊สสูง
3. หาปริมาณที่เหมาะสมของส่วนผสมระหว่าง WO_3 และ SnO_2 เพื่อให้หัววัดมีความไวใน การตอบสนองต่อแก๊สสูง
4. ศึกษาผลของลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคที่มีผลต่อการตอบสนองต่อแก๊ส
5. ผลิตหัววัดแบบฟิล์มหนาด้วยวิธีการที่ง่าย เช่น วิธีพิมพ์สกรีน เพื่อให้สามารถผลิตเป็นชิ้นงานได้ ครั้งละมากๆ เหมาะสำหรับการนำไปผลิตในเชิงอุตสาหกรรม