บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธาตุอาหารหลักพืชในดิน

ธาตุอาหารหลักพืชสำคัญที่พืชต่าง ๆ ต้องการจากดินประกอบด้วยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม โดยแต่ละธาตุมีบทบาทและประโยชน์ที่แตกต่างกันดังนี้

ไนโตรเจน (Nitrogen : N) เป็นส่วนประกอบของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชโดยจะช่วยสร้างใบเขียวเข้มและสะสมพลังงานในพืชและช่วยเพิ่มความเร็วในการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืช ทั้งนี้ธาตุไนโตรเจนในดินจะอยู่ในรูปแบบของสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น โปรตีน แอมโมเนียม และกรดอะมิโน ดังนั้นไนโตรเจนจึงเป็นส่วนสำคัญของการสังเคราะห์พลังงานในพืชและการเจริญเติบโตและมีบทบาทสำคัญในการสร้างโครงสร้างเซลล์พืช เช่น ใบ ราก และเมล็ดพืช นอกจากนี้ธาตุไนโตรเจนยังมีบทบาทในกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และมีผลต่อการเจริญเติบโตของรากพืช ธาตุไนโตรเจนในดินมีอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ต่าง ๆ และอาจมีรูปแบบที่ซับซ้อนได้แก่

1 ไนเตรต (Nitrate : NO_3^-) เป็นรูปสารไนโตรเจนที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้โดยตรง เมื่อรากพืชดึงดูดไนเตรตจากดินเข้าสู่ระบบราก ไนเตรตจะถูกพืชแปลงสู่ไนเตรตและไนเตรตไอออน แล้วนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและการเจริญเติบโต

2 แอมโมเนียม (Ammonium : NH_4^+) เป็นรูปสารไนโตรเจนที่พบในดิน พืชสามารถดูดแอมโมเนียมจากดินเข้าสู่ระบบรากแล้วแปลงสู่ไนเตรตและไนเตรตไอออนเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

3 อินทรีย์วัตถุ (Organic) อินทรียวัตถุที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ เช่น โปรตีน กรดอะมิโน และสารอินทรีย์อื่น ๆ ธาตุไนโตรเจนในรูปอินทรีย์มีการย่อยสลายและการปลดปล่อยในดินผ่านกระบวนการหน้าดินและจุลินทรีย์ในดิน

ธาตุไนโตรเจนในดินอาจมีหลายรูปแบบ และสามารถแปลงรูปและจัดการโดยกระบวนการทางชีวภาพและเคมีในดิน ตามสภาวะแวดล้อม การปรับสภาพดินและการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มปริมาณธาตุไนโตรเจนในดินให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P) เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในกระบวนการสร้างพืช ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่ช่วยในการเจริญเติบโตของรากและการพัฒนาดอกและเมล็ดเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างธาตุอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์พลังงานในพืช ทั้งนี้ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักสำคัญธาตุหนึ่งสำหรับพืช โดยมีบทบาทสำคัญในการสร้างและส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากและการพัฒนาของดอกและผล

เพื่อให้พืชเจริญเติบโตแข็งแรงและมีผลผลิตที่ดี สูตรทางเคมีของฟอสฟอรัสที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณฟอสฟอรัสในดินแบ่งออกเป็นชนิดคือ:

1 แมกนีเซียมฟอสเฟต (Magnesium Phosphate : $Mg(H_2PO_4)_2$ ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปแบบแอนไฮเดรตหรือแบบไม่มีน้ำ ซึ่งในการตรวจวัดปริมาณฟอสฟอรัสในดินจะเกิดการเปลี่ยนสีหรือเปลี่ยนแปลงที่สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องวัดสีหรือเครื่องวัดแสง

2 แอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate : $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ สารที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณฟอสฟอรัสในดินเมื่อสารสัมผัสกับฟอสฟอรัสในดินจะเกิดการเปลี่ยนสีหรือการเปลี่ยนแปลงที่สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องวัดสีหรือเครื่องวัดแสง

โพแทสเซียม (Potassium : K) เป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญในการควบคุมการสมดุลน้ำในพืชช่วยในกระบวนการการเจริญเติบโตของรากและลำต้น ช่วยในการพัฒนาดอกและเมล็ด และเสริมความแข็งแรงของพืชในสภาวะสภาพแวดล้อมที่แล้ง ธาตุโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักสำคัญของพืชที่มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสง การเปิดกิ่ง การควบคุมการแย่งกลางของน้ำในพืช และกระตุ้นกระบวนการเมล็ดพันธุ์และการเจริญเติบโตของราก ธาตุโพแทสเซียมเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเพิ่มคุณภาพผลผลิตและการต้านทานโรคในพืชด้วย

ทั้งนี้เทคนิคการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารพืชในดินนั้นมีหลากหลายในรูปแบบ อาทิ วิธีสเปกโทรสโคปีจะใช้เครื่องมือที่สามารถวัดคลื่นยาวแสงที่ดินส่งกลับซึ่งสามารถวัดปริมาณธาตุอาหารในดินได้อย่างรวดเร็วและให้ข้อมูลที่แม่นยำ วิธีการสกัดและการวัดโดยใช้เครื่องจับความเข้มข้นโดยใช้สารสกัดเพื่อสกัดธาตุอาหารพืชออกจากดินจากนั้นวัดปริมาณธาตุสกัดออกมา วิธีการวัดธาตุอาหารพืชในดินโดยใช้สายไฟฟ้าที่ทำจากวัสดุที่สามารถหลอมเข้ากับดินเพื่อใช้กระแสไฟฟ้านำธาตุอาหารในดินไปย่อยสลายและเปลี่ยนเป็นสารอื่นแล้วใช้ใช้เซ็นเซอร์วัดปริมาณไฟฟ้าในดิน เซ็นเซอร์วัดไฟฟ้าเป็นเครื่องมือที่สามารถตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารในดินได้โดยตรงทั้งที่อยู่ในสถานะของเหลวและของแข็ง ทั้งนี้วิธีการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารในดินนั้นสามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสมหรือการประยุกต์ใช้แต่ละกรณี

นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารรองที่พืชต้องการจากดินเพื่อให้เติบโตและพัฒนาอย่างเหมาะสม ประกอบด้วยแคลเซียม (Calcium : Ca) แมกนีเซียม (Magnesium : Mg) กำมะถัน (Sulfur : S) และจุลธาตุซึ่งประกอบไปด้วย เหล็ก (Iron : Fe) สังกะสี (Zinc : Zn) แมงกานีส (Manganese : Mn) ทองแดง (Copper : Cu) โมลิบดีนัม (Molybdenum : Mo),และโบรอน(Boron : B) ซึ่งเป็นสารที่พืชต้องการ ในปริมาณน้อยแต่สำคัญในกระบวนการเติบโตและพัฒนาของพืช

การตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารหลักพืชในดิน

การตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชในดินเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดการดินและพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำไปสู่ผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพ ยั่งยืน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้การตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารหลักพืชในดินเป็นกระบวนการที่สำคัญในการปรับคุณสมบัติ การจัดการดินและการเพาะปลูกให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ปริมาณธาตุอาหารหลักพืชที่ต้องการตรวจวัด โดยทั่วไปในการเพาะปลูกพืชคือไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ซึ่งเป็นธาตุที่สำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของพืช. วิธีการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารหลักในดินมีหลายวิธี โดยทั่วไปแล้วใช้เทคนิคการเก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ มีขั้นตอน ดังนี้

1. การเก็บตัวอย่างดิน ตัวอย่างดินจะถูกเก็บมาจากสถานที่ที่ต้องการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือเหมาะสม เช่น จอบ เสียม พลั่ว เพื่อเจาะดินเพื่อเก็บตัวอย่างดินที่ต้องการตรวจวัดในระดับความลึกประมาณ 15 เซนติเมตร นำมาใส่ในถุงพลาสติกหรือถังพลาสติก โดยเก็บตัวอย่างดินหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตหรือก่อนเตรียมดินปลูกพืช ด้วยการสุ่มเก็บตัวอย่างดินกระจาย 15 – 20 จุดต่อแปลง

2. การเตรียมตัวอย่าง ตัวอย่างดินที่เก็บมาอาจจะมีความชื้นดังนั้นจะต้องทำให้แห้งโดยเทดินลงบนแผ่นผ้าพลาสติก เกลี่ยและคลุกเคล้าดินให้เข้ากัน แล้วผึ่งไว้ในร่มจนแห้ง (ห้ามตากแดด) ถ้าดินเป็นก้อนขนาดใหญ่ให้บดย่อยดินให้มีขนาดเล็กลง นำตัวอย่างดินมาแผ่แล้วแบ่งเป็น 4 ส่วนเท่าๆ กัน นำดินตัวอย่าง 1 ส่วน (ประมาณครึ่งกิโลกรัม) ใส่ถุงพลาสติกพร้อมบันทึกรายละเอียดต่าง ๆ แล้วนำส่งไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ.

3. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักพืชในดิน โดยนำตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ไปทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เทคนิคทางเคมีที่เหมาะสม เช่น การใช้สารที่มีความสามารถในการสกัดธาตุออกมาจากตัวอย่างดิน หรือกระบวนการสกัดโดยใช้สารกระตุ้นทางเคมีเทคนิค ICP-OES เป็นเทคนิคที่อาศัยการตรวจวัดการคายแสงของธาตุ ฯลฯ เป็นต้น แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของปริมาณธาตุอาหารหลักในดินที่เหมาะสมต่อพืชชนิดนั้น ๆ ข้อมูลที่ได้จะบ่งบอกถึงสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความต้องการธาตุอาหารของพืช ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการใช้ปุ๋ย วัสดุปรับปรุงดิน และการจัดการดินอื่น ๆ

เทคนิคการวิเคราะห์ทางเคมี

วิธีการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารหลักในดินสามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ โดยมีวิธีการที่สำคัญดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1 การตรวจวัดปริมาณไนโตรเจน

1.1 วิธีเคลดาห์ล (Kjeldahl Method) เป็นกระบวนการเปลี่ยนไนโตรเจนในดินตัวอย่างเป็นกรดอะมิโมเนียม แล้ววัดปริมาณกรดอะมิโมเนียมที่เกิดขึ้นเพื่อประมาณค่าไนโตรเจนในดิน

1.2 วิธีสเปกโตรมิทริก (Spectrometric Method) เป็นการใช้หลักการสะท้อนแสงเมื่อแสงตกกระทบกับธาตุไนโตรเจนในรูปของน้ำยาที่สร้างจากการสร้างสารประกอบไนโตรเจน

2 การตรวจวัดปริมาณฟอสฟอรัส

2.1 วิธีสเปกโตรมิทริก (Spectrometric Method) เป็นการใช้หลักการสะท้อนแสงเมื่อแสงตกกระทบกับธาตุฟอสฟอรัสในรูปของน้ำยาสีที่สร้างจากการสร้างสารประกอบฟอสฟอรัส

2.2 วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Extraction Method) ใช้สารสกัดที่เหมาะสมเพื่อสกัดฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในตัวอย่างดิน จากนั้นนำไปวัดปริมาณฟอสฟอรัสโดยใช้เครื่องมือวัดเคมี เช่น สเปกโทรโฟโตมิเตอร์

3) การตรวจวัดโพแทสเซียม

วิธีสเปกโตรมิทริก (Spectrometric Method) เป็นการใช้หลักการสะท้อนแสงเมื่อแสงตกกระทบกับธาตุโพแทสเซียมในรูปของน้ำยาสีที่สร้างจากการสร้างสารประกอบโพแทสเซียม นอกจากนี้ยังมีเทคนิคอื่น ๆ ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารหลักในดิน เช่น การใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีวิธีการแตกต่างกันขึ้นอยู่กับธาตุและเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการตรวจวัด

เทคนิคการวัดความเข้มสี

เทคนิคในการวัดความเข้มสี (Colorimetric methods) เป็นเทคนิควิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวัดความเข้มข้นหรือการมีอยู่ของสารในตัวอย่าง โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงสีหรือความเข้มข้นหรือความสว่างของสีในตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือวัดสี เช่น สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ หรืออุปกรณ์ที่ใช้วัดความเข้มสีอื่น ๆ การวัดความเข้มสีเป็นกระบวนการที่สำคัญในการวิเคราะห์สี เพราะสีเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของวัตถุหรือสาร การวัดความเข้มสีสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มข้นของสีในระดับต่าง ๆ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับสารตั้งต้นหรือสารที่กำลังถูกต้องวิเคราะห์ โดยเครื่องมือวัดความเข้มสีจะมีตัวเลือกในการวัด เช่น ความเข้มแสง (Intensity) และความสว่าง (Luminance) ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้งานและการวิเคราะห์ที่ต้องการ ในกระบวนการวัดความเข้มสี เครื่องมือวัดสีจะใช้หลักการวัดแบบสเปกโตรโฟโตมิเตอร์หรือคัลเลอริเมตร์ ที่สามารถแยกสีออกเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ เพื่อทำการวัดความเข้มข้นของแต่ละสี ในกรณีที่ใช้สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ อาจใช้เครื่องกล้องและเลนส์เพื่อส่งสัญญาณแสงไปยังเซ็นเซอร์สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และจากนั้นเครื่องมือจะวิเคราะห์สัญญาณแสงที่ส่งกลับมาเพื่อตีความความเข้มสี

การวัดความเข้มสีในทางวิชาการมักนิยมใช้หลักการวัดแบบตัวเลข โดยวัดค่าสีในรูปแบบตัวเลขเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลสีโดยใช้ระบบสี RGB (Red Green Blue) หรือระบบสีอื่น ๆ เช่น HSV หรือ LAB แทนค่าความเข้มสีในรูปแบบตัวเลข

ทั้งนี้การวัดความเข้มสีเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการศึกษาและวิเคราะห์สีในหลากหลายสาขา และยังมีการนำไปใช้ในงานวิจัยและอุตสาหกรรมในการควบคุมคุณภาพสี การวิเคราะห์สีในการออกแบบกราฟิก การตรวจสอบสภาพแวดล้อมและงานวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ความแม่นยำและเป็นประโยชน์ของเทคนิคนี้ขึ้นอยู่กับการใช้เครื่องมือวัดสีและการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง ซึ่งเทคนิคการวัดความเข้มสีมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เตรียมตัวอย่างของเหลวหรือของแข็งที่ถูกเก็บรวบรวมและเตรียมสำหรับการวิเคราะห์ อาจเป็นการสกัดสารวิเคราะห์จากตัวอย่างหรือการผสมตัวอย่างเพื่อให้ได้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

2. เลือกสารตอบสนองหรือการผสมสารตอบสนองที่เฉพาะขึ้นอยู่กับความสามารถในการตอบสนองกับสารที่ต้องการวิเคราะห์และสร้างสีหรือเปลี่ยนแปลงสี

3. กระบวนการตอบสนองและการเปลี่ยนแปลงสีโดยสารตอบสนองจะถูกผสมกับตัวอย่างและกระบวนการเคมีจะเกิดขึ้นระหว่างสารที่ต้องการวิเคราะห์และสารตอบสนอง กระบวนการจะทำให้เกิดสีผลิตภัณฑ์หรือการเปลี่ยนแปลงในความเข้มข้นของสีที่มีอยู่แล้ว

4. การวัดและการวิเคราะห์สีของผลิตภัณฑ์การตอบสนองถูกวัดโดยใช้เครื่องวัดสี สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่สามารถวัดความเข้มข้นของสีได้ อุปกรณ์จะวัดค่าดัชนีดูดซึมหรือส่งผ่านแสงที่ความยาวคลื่นที่กำหนดไว้และให้ค่าตัวเลขซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์

5. การประมาณค่าโดยการสร้างกราฟมาตรฐานสำหรับอ้างอิงความเข้มข้นของสารละลายแล้วนำข้อมูลสีมาเปรียบเทียบกับเส้นโค้งสอนเพื่อวัดความเข้มข้นของสาร

วิธีการวัดความเข้มสีมีข้อดีหลายประการ เช่น ใช้งานง่าย ราคาไม่สูง และความสามารถในการใช้งานกว้างในหลายสาขาวิชาศาสตร์ รวมถึงสามารถใช้ในการวิเคราะห์ในลักษณะคุณภาพหรือปริมาณขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม วิธีการวัดความเข้มสีอาจมีข้อจำกัดในเรื่องความไว ความเฉพาะเจาะจง และความรบกวนจากสารอื่นในตัวอย่าง การปรับเงื่อนไขทดลองและการเลือกสารตอบสนองที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผลลัพธ์ที่แม่นยำและน่าเชื่อถือ

หลักการทำงานของตัวตรวจจับสี

ตัวตรวจจับสีของวัตถุ (Color Sensor) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับตรวจจับสีในระดับอาร์จีบี (สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียว) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ทั้งนี้เซ็นเซอร์ตรวจจับสียังติดตั้งฟิลเตอร์เพื่อตัดแสงย่านอินฟาเรดและย่านอัลตราไวโอเลตที่ไม่ต้องการออกไปด้วย และการตรวจจับสีจำเป็นต้องมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ แหล่งกำเนิดแสง พื้นผิวที่ต้องตรวจจับสี และตัวรับสีที่สามารถวัดความยาวคลื่นที่สะท้อนจากดิน เซ็นเซอร์ตรวจจับสีจะมีไดโอดเปล่งแสงขาวเพื่อให้พื้นผิวสว่างขึ้น และใช้โฟโตไดโอดที่มีฟิลเตอร์สซึ่งมีความไวต่อความยาวคลื่น 580 540 และ 450 นาโนเมตร ซึ่งสอดคล้องกับความยาวคลื่นที่ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมดูดกลืน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.1 เซ็นเซอร์ตรวจจับสี TCS3200

ตารางที่ 2.1 ธาตุอาหารหลักในดินกับช่วงของความยาวคลื่นที่ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมดูดกลืนแสงจากไดโอดเปล่งแสง

ธาตุอาหารหลักในดิน	ความยาวคลื่นที่ดูดกลืน (นาโนเมตร)	สีของแสง	ความยาวคลื่นมาตรฐาน (นาโนเมตร)
ไนโตรเจน (N)	445 - 485	น้ำเงิน	450 – 495
ฟอสฟอรัส (P)	505 – 565	เขียว	495 – 570
โพแทสเซียม (K)	625 - 685	แดง	635 - 700

การใช้งาน WIO Terminal ด้วย Arduino IDE

WIO Terminal เป็นแพลตฟอร์มที่มีลักษณะเป็นกล่องสมองกลฝังตัว (embedded brain) พัฒนาโดย Seeed Studio ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่รวมความสามารถหลากหลายเพื่อการพัฒนาและการสร้างโปรแกรมแบบสมองกลฝังตัวในรูปแบบของเครื่องมือพกพาที่สามารถใช้งานได้ทันที กล่องสมองกลฝังตัว WIO Terminal มาพร้อมกับหน้าจอสี TFT LCD ขนาด 2.4 นิ้ว ความละเอียด 320x240 พิกเซล และมีจอยสติกเกอร์แบบกดได้ 5 ปุ่ม ที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่อง นอกจากนี้ยังมีเซนเซอร์อื่น ๆ อาทิ อุณหภูมิ, ความชื้น, แสงและเสียง เพื่อให้คุณสามารถใช้งานต่าง ๆ ได้หลากหลาย. WIO Terminal ใช้บอร์ดควบคุมในการพัฒนาเป็นแพลตฟอร์ม Microchip SAMD51 เบสเปิดตัวเป็นตัวควบคุมหลัก โดยมีความเร็วในการประมวลผลสูง 32 บิตและความเร็ว 120 MHz และมีหน่วยความจำ RAM หน่วยความจำในชิป (on-chip memory) ขนาด 192 KB.

ภาพที่ 2.2 กล่องสมองกลฝังตัว WIO Terminal

การใช้งาน WIO Terminal มีความหลากหลายและเหมาะสำหรับนักพัฒนาที่ต้องการสร้างโปรแกรมและโครงการที่เกี่ยวข้องกับสมองกลฝังตัว สามารถใช้งานในหลายสาขาอาชีพ เช่น การพัฒนาหุ่นยนต์, อุตสาหกรรมอัตโนมัติ, ระบบสมองกลอัจฉริยะ (AI), การสร้างเกม และการพัฒนาโปรแกรมสำหรับอุปกรณ์สวมใส่ (wearable devices) เป็นต้น ด้วยความสะดวกและความหลากหลายในการใช้งาน และความสามารถในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ผ่านพอร์ตต่าง ๆ เช่น USB, I2C, SPI, UART, และ GPIO ทำให้ WIO Terminal เป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมในวงกว้างของนักพัฒนาและผู้สนใจในด้านเทคโนโลยีการฝังตัว.

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

Akriti Jain, Ahizer Saify & Vaudana Kate (2020 : 1768 - 1771) นำเซ็นเซอร์ตรวจจับสี TCS3200 และ Node MCU มาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินที่มีราคาถูกกว่าการตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในดินด้วยเครื่องมืออื่น ๆ และทำให้เกษตรกรสามารถใส่ปุ๋ยในการปรับสภาพดินได้อย่างเหมาะสม

Rigor G. Regalado, Jennifer C. & Dela Cruz (2016 : 2387 - 2391) สร้างเครื่องมือวัดสีสำหรับตรวจวัดปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและความเป็นกรด ด่างของดินสำหรับการเพาะปลูกโดยใช้ชุดทดสอบทางเคมี แล้ววัดสีด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับสี TCS3471 และเอลดีอาร์เอใช้เป็นชุดอ้างอิงผลการทดสอบดินจำนวน 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 10 ครั้ง พบว่าเครื่องมือมีความแม่นยำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และผลการทดสอบไคสแควร์ที่ค่าวิกฤต 0.05 พบว่า การวัดค่าสีจากเครื่องมือไม่มีความแตกต่างกับอ่านค่าสีด้วยสายตาของมนุษย์

Suhaila IsaakSuhaila et., al. (2019 : 1867-1873) ได้จัดสร้างสเปกโตรสโคปีแบบพกพาราคาประหยัด โดยใช้ Raspberry Pi ร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับสีที่สามารถตรวจจับความยาวคลื่นในย่านที่มองเห็น (VB) และย่านใกล้อินฟราเรด (Near IR) โดยใช้ไดโอดเปล่งแสงเป็นแหล่งกำเนิดแสง เนื่องจากแสงจากไดโอดเปล่งสีมีความยาวคลื่นใกล้เคียงกับความยาวคลื่นที่ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินดูดกลืนในการวัดระดับความเข้มข้นหรือปริมาณธาตุอาหารหลักในดินด้วยความยาวคลื่นแสงย่านที่มองเห็นและย่านอินฟราเรดของแหล่งกำเนิดแสงไดโอดเปล่งแสง พบว่าการดูดกลืนแสงที่คำนวณจากกฎของเบียร์-แลมเบิร์ต พบว่า สเปกโตรมิเตอร์แบบ RPI ต้นทุนต่ำ มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าสเปกโตรมิเตอร์ที่มีอยู่ในตลาด ถึงร้อนยละ 80 และสามารถบันทึกการวัดค่าการดูดกลืนแสงได้สูงสุด 5 ตัวอย่าง ประสิทธิภาพของต้นแบบนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถสร้างสเปกโตรมิเตอร์โดยใช้ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สและฮาร์ดแวร์ได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี