เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างและสารอาหารในดินเพื่อการเลือกปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม

Soil pH and Nutrient Analyzer for Selecting Suitable Economic Crops

ศุภฤกษ์ จันทร์ศุภเสน[1] อิสราภรณ์ อมรสวัสดิ์วัฒนา[1*] และชาคริต ปานแป้น[1]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือวัดและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย 10800

Suparoek Junsupasen[1] Issaraporn Amornsawatwattana[1*] and Chakrit Panpean[1]

[1] Department of Instrument and Electronic Engineering, Faculty of Engineering,

King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

1518 Pracharat 1 Road, Wongsawang, Bangsue, Bangkok, Thailand, 10800

[*]ผู้รับผิดชอบบทความ: issaraporn.a@eng.kmutnb.ac.th เบอร์โทรศัพท์ 089-453-8344

Received: 3 October 2023, Revised: 9 January 2024, Accepted: 9 January 2024

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีมุ่งเน้นการจัดทำต้นแบบเครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างและสารอาหารในดิน เพื่อการเลือกปลูกพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่เหมาะสมด้วยการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และสารอาหารหลักในดิน (NPK) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของดินในการปลูกพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ประกอบด้วย ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา และปาล์มน้ำมัน โดยมีวัตถุประสงค์ให้เกษตรกรมีเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มสมรรถนะในการทำเกษตรกรรมในด้าน การเตรียมดินให้เหมาะสมก่อนเพาะปลูกหรือการเลือกเพาะปลูกพืชให้เหมาะสมกับดินบริเวณนั้น โดยใช้เซ็นเซอร์วัดค่าความเป็นกรดด่างและเซ็นเซอร์วัดสารอาหารหลักในดิน โดยมีการสอบเทียบความแม่นยำของเซ็นเซอร์ดังกล่าวเบื้องต้น ผลที่ได้จากการวัดถูกส่งไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อวิเคราะห์ค่า pH และ NPK ว่าเหมาะสมกับการปลูกพืชเศรษฐกิจในประเทศไทย จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา และปาล์มน้ำมัน การใช้ชุดน้ำยาเทียบความเป็นกรดด่างและชุดตรวจแถบสี NPK ถูกใช้สำหรับการสอบเทียบเบื้องต้นสำหรับเซ็นเซอร์วัดค่า pH และ NPK ตามลำดับ ผลการสอบเทียบเบื้องต้น พบว่าค่าความผิดพลาดเฉลี่ยจากการสอบเทียบความเป็นกรดด่างมีค่าเท่ากับ 9.48% สำหรับการสอบเทียบค่าสารอาหารหลักในดินมีค่าเฉลี่ยของไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแตสเซียม (K) เท่ากับ 162.4 66 และ 61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวอยู่ในช่วงของชุดน้ำยาเทียบความเป็นกรดด่างและชุดตรวจแถบสี NPK โดยค่า pH และ NPK ที่ได้จากการตรวจวัดจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของดินในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจทั้ง 5 ชนิด ที่จะแสดงผลให้เกษตรกรผู้ใช้สามารถเตรียมดินให้เหมาะสมก่อนเพาะปลูก หรือการเลือกเพาะปลูกพืชให้เหมาะสมกับดินบริเวณนั้นได้อย่างสะดวก ดังนั้น เครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างและสารอาหารในดินที่ได้นำเสนอขึ้นจะช่วยเพิ่มสมรรถนะให้กับการเพาะปลูกของเกษตรกรไทย

คำสำคัญ พืชเศรษฐกิจ ความเป็นกรดด่างในดิน สารอาหารหลักในดิน เกษตรกร

Abstract

This paper focuses on developing a soil pH and nutrient analyzer prototype designed to aid in the selection of economically viable crops in Thailand. The analysis includes assessing soil pH and the primary nutrients (NPK) to evaluate the soil quality for the cultivation of economically important crops in Thailand. These economic

crops consist of rice, cassava, sugarcane, rubber, and palm oil. This analyzer aims to provide farmers with tools that enhance efficiency in cultivation, specifically in soil preparation before planting or selecting crops that are suitable for the specific soil conditions in the area. The soil pH and NPK sensors that have undergone preliminary accuracy calibration are utilized for soil quality assessment. The measured results of sensors are sent to a microcontroller for analysis of soil pH and NPK values to determine their suitability for cultivating economically important crops in Thailand, including rice, cassava, sugarcane, rubber, and palm oil. A pH buffer solution and NPK colorimetric test strips are used for preliminary calibration of the sensors measuring pH and NPK, respectively. The preliminary calibration results indicated that the average error for pH calibration was 9.48%. For the calibration of soil NPK, the average values for nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) were 162.4 mg/kg, 66 mg/kg, and 60.6 mg/kg, respectively. These values were within the range of the pH buffer solution kit and the NPK colorimetric test strip. The soil pH and NPK values obtained from the measurements were analyzed the suitability of the soil for cultivating the five economically important crops. Consequently, farmers can conveniently prepare the soil before planting or select suitable crops for specific soil conditions using the proposed soil pH and nutrient analyzer. This analyzer tool enhances the efficiency of Thai farmers in cultivation.
Keywords: Economic Crops, Soil pH analyser, Soil NPK analyser.

1. บทนำ

การทำเกษตรกรรมเป็นอาชีพที่สำคัญอย่างหนึ่งและเป็นอาชีพรากฐานของคนไทยตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ในยุคที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้ายุคแห่งข้อมูลข่าวสาร การนำเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับการทำเกษตรกรรม จะทำให้การจัดการทางด้านเกษตรกรรมดีขึ้น โดยบทความนี้มุ่งเน้นพิจารณาพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่นิยมในการปลูกกันในภูมิภาคต่าง ๆ ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา และปาล์มน้ำมัน ในปัจจุบันการปลูกพืชเศรษฐกิจดังกล่าว เกษตรกรต้องแบกรับภาระต้นทุนที่สูงขึ้น เนื่องจากราคาปุ๋ย ซึ่งช่วยให้สารอาหาร NPK ให้กับพืช หากเกษตรกรสามารถตรวจสอบ NPK ในดินจะทำให้วางแผนการเพาะปลูกพืชที่เหมาะสมกับดินบริเวณนั้น ๆ ได้ และสามารถลดภาระเรื่องการใช้ปุ๋ยในการให้สารอาหาร NPK ที่ไม่จำเป็นกับพืชได้ นอกจากนี้ ปัจจัยเรื่องความเป็นกรดด่างของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย ดังนั้น บทความนี้จึงมุ่งเน้นออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ค่า และสารหลักอาหารในดินเพื่อเลือกปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมและตรวจสอบ NPK ในดินเพื่อใส่ปุ๋ยสารอาหารเท่าที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีวัตถุประสงค์ให้เกษตรกรลดต้นทุนทางการเกษตร จากการสำรวจปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยในอดีต [1-5] พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างและสารอาหารในดินที่เหมาะสมของพืชเศรษฐกิจทั้ง 5 ชนิด แสดงได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งค่าดังกล่าวจะถูก

ตารางที่ 1 ค่า pH และ NPK ที่เหมาะสมของพืชเศรษฐกิจ

พืชเศรษฐกิจ	ค่าสารอาหารหลัก (kg)			
	N	P	K	pH
ข้าว [1]	21-30	25-45	80-120	5.0-6.5
มันสำปะหลัง [2]	31-50	มากกว่า 7	มากกว่า 30	5.0-6.5
อ้อย [3]	31-50	มากกว่า 25	มากกว่า 90	5.6-7.3
ยางพารา [4]	11-20	11-30	มากกว่า 40	4.5-5.5
ปาล์มน้ำมัน [5]	21-30	9-25	100-120	4.0-6.0

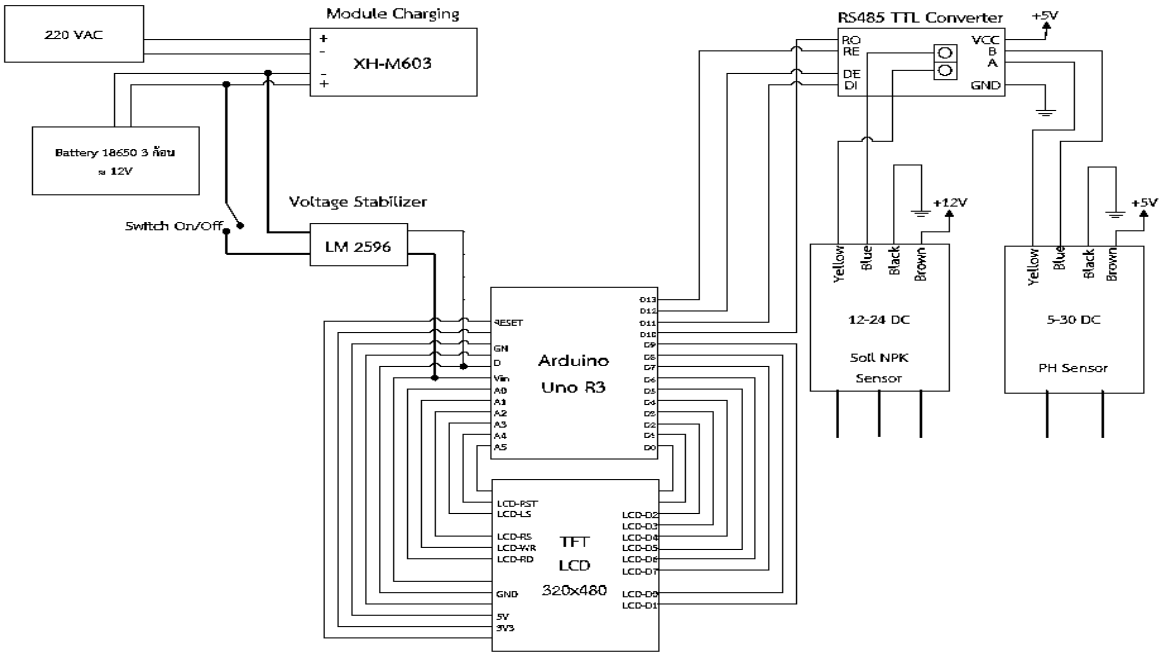
นำไปใช้ในการกำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสารอาหารสำหรับพืชเศรษฐกิจของเครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างและสารอาหารในดิน

การทบทวนปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ในปี 2014 Insorn และคณะ [6] ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพของดินที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องในการปลูกข้าวหอมมะลิที่อำเภอตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งดินตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างทั้งหมดถูกนำมาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ค่าการนำไฟฟ้า ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และปริมาณ NPK ในปี 2016 Rigor และคณะ [7] ได้นำเสนอการสร้างอุปกรณ์ที่ใช้การวัดค่าแถบสีเพื่อบ่งบอกปริมาณ NPK และค่า pH ของดิน และในปี 2017 Masrie และคณะ [8] ได้นำเสนอเกี่ยวกับเซ็นเซอร์แสง โดยถูกพัฒนาขึ้นเพื่อวัดและตรวจจับค่า NPK ในดิน เซ็นเซอร์ดังกล่าวบ่งบอกถึงการวิเคราะห์ในการเพิ่มลดปริมาณ NPK ของดินลง เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นการปรับปรุงคุณภาพของดินและลดการใช้ปุ๋ยที่ไม่จำเป็น กระบวนการตรวจสอบและวิเคราะห์ค่า NPK ในดิน ถูกประมวลผลบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino จากผลการสำรวจปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น สามารถนำทฤษฎีค่าคุณภาพของดิน การตรวจวัดค่า pH และ NPK การวิเคราะห์ข้อมูลบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK สำหรับการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1) การออกแบบเครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK

บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น Arduino Uno R3 [9] ถูกนำมาใช้สำหรับการรับข้อมูล วิเคราะห์ผล และส่งออกข้อมูลเพื่อแสดงผล โดยแหล่งจ่ายพลังงานบอร์ด Arduino Uno R3 ต้องมีขนาดแรงดัน 7-12 V ดังนั้น การคงค่าระดับแรงดันให้เหมาะสมสำหรับจ่ายพลังงานบอร์ด Arduino Uno R3 จึงเป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญสำหรับการทำงานของอุปกรณ์ ตัวคงค่าระดับแรงดัน LM2596 [10] จึงถูกใช้สำหรับคงค่าแรงดันจากแบตเตอรี่เพื่อจ่ายให้กับบอร์ด Arduino Uno R3 ซึ่งแบตเตอรี่จะได้รับการประจุพลังงานโดยใช้วงจรโมดูลควบคุมการชาร์จ XH-M603 [11] การแสดงผลการตรวจวัดและวิเคราะห์ pH และ NPK จากบอร์ด Arduino Uno R3 จะถูกแสดงด้วยจอแสดงผลแบบดิจิตอล TFT LCD Display [12] โดยใช้การสื่อสารแบบขนาน 8 บิต ในส่วนของการตรวจวัดค่า pH และ NPK จะใช้เซ็นเซอร์ในการวัดค่าโดยตรง [13-14] จากนั้นส่งค่า



รูปที่ 1 การออกแบบการเชื่อมต่อเครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างและสารอาหารในดิน

ไปยัง TTL RS485 Convertor เพื่อปรับปรุงค่าให้เหมาะสมสำหรับการอ่านค่าของบอร์ด Arduino Uno R3 [15] การเชื่อมต่อเครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 โดยการออกแบบการเชื่อมต่อดังกล่าวเป็นส่วนสำคัญสำหรับการสร้างเครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างและสารอาหารในดินซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2 โดยทำการออกแบบการแสดงผลแบ่งออกเป็นค่าความเป็นกรดด่างและสารอาหารในดินที่วัดได้ ชนิดของพืชเศรษฐกิจ และผลการวิเคราะห์ค่าสารอาหารตามชนิดของพืชเศรษฐกิจ

รูปที่ 2 เครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK เพื่อการเลือกปลูกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม

2.2) เงื่อนไขการวิเคราะห์ค่า pH และ NPK

ค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์วัด NPK และเซ็นเซอร์วัดค่า pH จะถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรหนึ่ง และถูกวิเคราะห์ความเหมาะสมบนบอร์ด Arduino Uno R3 โดยมีเงื่อนไขการวิเคราะห์ [16-21] ดังนี้

2.2.1) ข้าว มีเงื่อนไขเป็น

- ค่า N < 21 = Low, ≥21 = OK
- ค่า P < 25 = Low, ≥ 25 = OK
- ค่า K < 80 = Low, ≥ 80 = OK
- ค่า pH < 5.0 = Low, 5.0 - 6.5 = OK, > 6.5= High

2.2.2) มันสำปะหลัง มีเงื่อนไขเป็น

- ค่า N < 31 = Low, ≥ 31 = OK
- ค่า P < 7 = Low, ≥ 7 = OK
- ค่า K < 30 = Low, ≥ 30 = OK
- ค่า pH < 5.0 = Low, 5.0 - 6.5 = OK, > 6.5 = High

2.2.3) อ้อย มีเงื่อนไขเป็น

- ค่า N < 31 = Low, ≥ 31 = OK
- ค่า P < 25 = Low, ≥ 25 = OK
- ค่า K < 90 = Low, ≥ 90 = OK
- ค่า pH < 5.6 = Low, 5.6 - 7.3 = OK, > 7.3 = High

2.2.4) ยางพารา มีเงื่อนไขเป็น

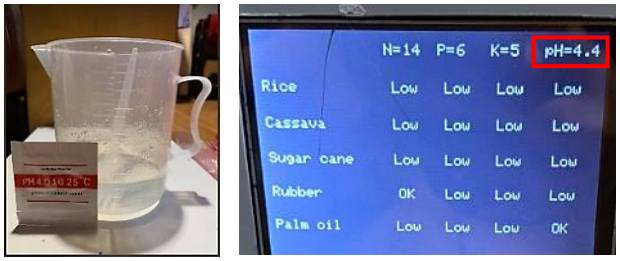
- ค่า N < 11 = Low, ≥ 11 = OK
- ค่า P < 11 = Low, ≥ 11 = OK
- ค่า K < 40 = Low, ≥ 40 = OK
- ค่า pH < 4.5 = Low, 4.5 - 5.5 = OK, > 5.5 = High

2.2.5) ปาล์มน้ำมัน มีเงื่อนไขเป็น

- ค่า N < 21 = Low, ≥ 21 = OK
- ค่า P < 9 = Low, ≥ 9 = OK
- ค่า K < 100 = Low, ≥ 100 = OK
- ค่า pH < 4.0 = Low, 4.0 - 6.0 = OK, > 6.0 = High

2.3 การสอบเทียบเซ็นเซอร์วัดค่า pH

บทความนี้พิจารณาการสอบเทียบเซ็นเซอร์วัดค่า pH เบื้องต้นสำหรับเป็นต้นแบบสำหรับเครื่องมือวิเคราะห์ค่าที่นำเสนอ จึงเลือกใช้ชุดน้ำยาเทียบค่าความเป็นกรดด่าง (pH Buffer Solution) โดยเตรียมน้ำเปล่าใส่บีกเกอร์ประมาณ 250 ml แล้วนำผงเทียบค่า pH ที่มีค่าเท่ากับ 4.01 เทใส่ลงไปในน้ำเปล่า 250 ml ที่ได้เตรียมเอาไว้ คนให้ผงเทียบค่า pH ละลายเข้ากับน้ำประมาณ 1-2 นาที จากนั้นนำเซ็นเซอร์วัดค่า pH มาวัดผลที่ได้ แสดงดังรูปที่ 3 และผลการสอบเทียบเซ็นเซอร์วัด pH กับชุดน้ำยาในน้ำ 250 ml แสดงดังได้ตารางที่ 2 ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นว่า เซ็นเซอร์วัดค่า pH มีค่าความถูกต้องเฉลี่ย 91.35%

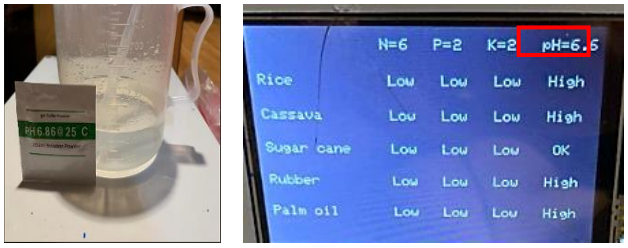


รูปที่ 3 ผลการวัดค่า pH ของเซนเซอร์

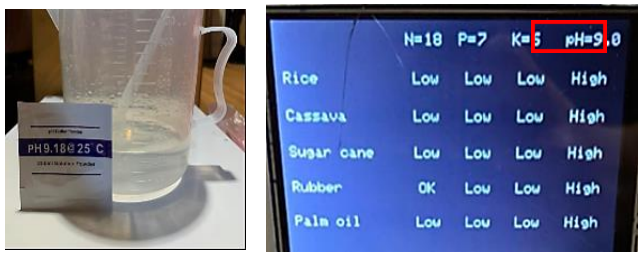
ตารางที่ 2 ผลการสอบเทียบเซ็นเซอร์วัดค่า pH

ครั้งที่	pH	ค่าความถูกต้อง (%)	ค่าความผิดพลาด (%)
1	4.30	93.26	7.23
2	4.40	91.14	9.73
3	4.40	91.14	9.73
4	4.40	91.14	9.73
5	4.40	91.14	9.73
6	4.40	91.14	9.73
7	4.40	91.14	9.73
8	4.40	91.14	9.73
9	4.40	91.14	9.73
10	4.40	91.14	9.73
เฉลี่ย	4.39	91.35	9.48

เพื่อยืนยันถึงสมรรถนะการวัดค่า pH ของเซ็นเซอร์เบื้องต้นจึงนำเซ็นเซอร์วัดค่า pH ไปใช้ในการวัดน้ำที่มีความเป็นด่าง 6.86 และ 9.18 จากชุดน้ำยา ตามลำดับ โดยมีการทดสอบลักษณะเดียวกันจำนวน 10 ครั้ง ผลการทดสอบพบว่า เซ็นเซอร์วัดค่า pH มีค่าความถูกต้องเฉลี่ย 96.65 % และ 98.04 % ตามลำดับ ผลการทดสอบในหน้าจอแสดงผลแสดงได้ดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5 ตามลำดับ



รูปที่ 4 การวัดค่า pH ของชุดความเป็นด่าง 6.86



รูปที่ 4 การวัดค่า pH ของชุดความเป็นด่าง 9.18

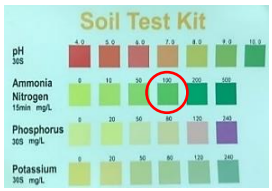
2.4) การสอบเทียบเซ็นเซอร์วัดค่า NPK

ชุดตรวจสาร NPK ในดินแบบอ่านค่าแถบสี ถูกนำมาใช้ในการสอบเทียบเซ็นเซอร์ NPK เบื้องต้น สำหรับการวิเคราะห์ค่า NPK ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยใช้กรณีศึกษาจากดินผสมปุ๋ยผงละลายน้ำสูตร 21-21-21 โดยนำดินมาประมาณ 1-2 g ใส่ลงไปในหลอดทดลองพร้อมกับน้ำบริสุทธิ์ 10 ml ปิดฝาหลอดทดลองให้แน่น เขย่าประมาณ 1-2 นาที จากนั้นรอให้ดินตกตะกอนอีก 30 นาที ในการตรวจสอบค่า N ทำได้โดยการหยดสาร Ammonia Nitrogen activator ปริมาณ 2 ml ลงไปในหลอดทดลองอีกอัน นำหลอดดูดน้ำที่ตกตะกอน (ไม่เอาดิน) ใส่ลงไปในหลอดทดลองที่มีสาร Ammonia Nitrogen activator ปิดฝาหลอดทดลองให้แน่นแล้วเขย่าประมาณ 1-2 นาที จากนั้นเปิดฝาหลอดทดลองหยดสาร Ammonia Nitrogen Solution Soil Testing Reagent ลงไป ปิดฝาหลอดทดลองให้แน่นเขย่าอีกครั้งประมาณ 1-2 นาที จะได้สีของน้ำยาดังรูปที่ 6 ก) ดำเนินการตามขั้นตอนเดิมแต่ทำการเปลี่ยนเป็นสาร Phosphorus Extractant Solution Soil Testing Reagent เพื่อตรวจสอบค่า P จะได้สีของน้ำยาดังรูปที่ 6 ข) และใช้สาร Potassium Extractant Solution Soil Testing Reagent สำหรับตรวจสอบค่า K ซึ่งจะได้สีของน้ำยาดังรูปที่ 6 ค)

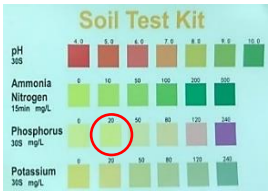
ก) สีน้ำยา N ข) สีน้ำยา P ค) สีน้ำยา K

รูปที่ 6 สีของน้ำยาทดสอบดินผสมปุ๋ยสูตร 21-21-21

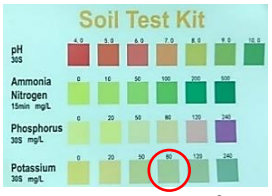
เมื่อได้สีของน้ำยาทดสอบค่า NPK จากนั้นนำไปเทียบกับสีที่ปรากฏในแผ่นชาร์ตเทียบสีที่แนบมากับชุดตรวจสารอาหารในดิน ดังรูปที่ 7



ก) ผลการวัดค่า N ในดิน



ข) ผลการวัดค่า P ในดิน



ค) ผลการวัดค่า K ในดิน

รูปที่ 7 ผลการทดสอบค่า NPK ในดิน

ผลการทดสอบดินด้วยชุดตรวจสารอาหารในดิน (ผสมปุ๋ยผงละลายน้ำสูตร 21-21-21 เพื่อวัดค่า NPK แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าแถบสีและผลการทดลองจากดินที่มีค่า NPK สูง

สารอาหาร	ค่าแถบสี
N	101 - 200
P	51 - 80
K	51 - 80

จากตารางที่ 3 สามารถชี้ให้เห็นว่า การทดสอบดินด้วยชุดตรวจสารอาหารในดินผสมปุ๋ยผงละลายน้ำสูตร 21-21-21 มีค่า N อยู่ในช่วงระหว่าง 101–200, ค่า P อยู่ในช่วงระหว่าง 51–80 และค่า K อยู่ในช่วงระหว่าง 5–80

การสอบเทียบเซ็นเซอร์วัดค่า NPK เบื้องต้น ทำได้โดยการทดสอบกับดินผสมปุ๋ยผงละลายน้ำสูตร 21-21-21 ซึ่งทำการทดสอบ 10 ครั้ง พบว่า ผลการวัดค่า NPK มีค่าอยู่ในช่วงของการใช้ชุดตรวจสารอาหารในดิน แสดงได้ดังรูปที่ 8 (นำเสนอการตรวจวัดครั้งที่ 6 และ 9) โดยมีผลการตรวจวัดทั้ง 10 ครั้งแสดงดังตารางที่ 4

ก) การวัดครั้งที่ 6

ข) การวัดครั้งที่ 9

รูปที่ 8 การวัดค่า NPK

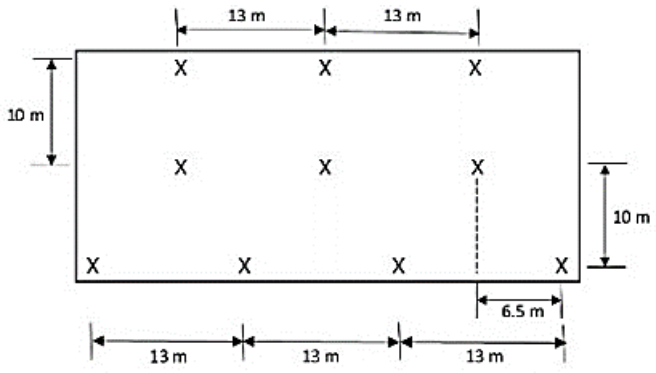
ตารางที่ 4 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดค่า NPK

ครั้งที่	N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
1	163	66	61
2	162	66	61
3	162	66	61
4	162	66	60
5	162	66	60
6	161	66	61
7	163	66	61
8	163	66	61
9	163	66	60
10	163	66	60
เฉลี่ย	162	66	61

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์วัดค่าสารอาหารในดินผสมปุ๋ยสูตร 21-21-21 จำนวน 10 ครั้ง พบว่า ค่า NPK มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 162mg/kg, 66 mg/kg, 61 mg/kg ตามลำดับ โดยค่าดังกล่าวเป็นไปตามผลจากการทดสอบดินด้วยชุดตรวจสารอาหารในดิน

3. การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองนำเครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างและสารอาหารในดินไปใช้วัด ณ สถานที่จริง ดำเนินการกับพื้นที่กลุ่มตัวอย่างของพืชเศรษฐกิจ 5 ประเภท คือ นาข้าว ไร่มันสำปะหลัง ไร่อ้อย สวนยางพารา และสวนปาล์มน้ำมัน โดยในแต่ละสถานที่ จะทำการวัด 10 จุด ซึ่งจุด X แสดงตำแหน่งที่ใช้วัด แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ตำแหน่งที่ใช้วัด

3.1) การทดลองและผลการทดลองในนาข้าว

นำเครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK ในดินไปทดสอบที่คลังนาปลาข้าว หมู่ 5 ตำบลหนองตำลึง อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี โดยสถานที่ทดลองจริงในนาข้าว แสดงดังรูปที่ 10 และหน้าจอแสดงการวัดค่าสารอาหารในดินและค่าความเป็นกรดด่างในนาข้าว แสดงดังรูปที่ 11

รูปที่ 10 สถานที่ทดลองจริงในนาข้าว

จากรูปที่ 10 ภายในนาข้าวมีน้ำขังอยู่ค่อนข้างมาก เนื่องจากเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมของทุกปีเป็นช่วงฤดูฝน จากการสอบถามผู้ดูแลสถานที่ให้ข้อมูลว่า ต้นอ่อนข้าวที่เห็นในภาพมีอายุประมาณ 15-20 วัน และยังไม่ได้ใส่ปุ๋ย โดยจะใส่ปุ๋ยครั้งแรกเมื่อต้นข้าวอายุได้ประมาณ 1 เดือน

ก) การวัดจุดที่ 2 ข) การวัดจุดที่ 3

รูปที่ 11 หน้าจอแสดงการวัดค่า pH และ NPK ในนาข้าว

จากตารางที่ 5 ผลการทดสอบจากเครื่องวิเคราะห์ค่า pHและ NPK จากการตรวจวัด 10 จุด ในนาข้าว พบว่าโดยเฉลี่ยดินในนาข้าวมีค่า N ที่เหมาะสม ส่วนค่า P กับค่า K มีค่าต่ำ และดินมีความเป็นกรดเกินไปสำหรับการปลูกข้าว

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบที่ได้จากการวัดในนาข้าว

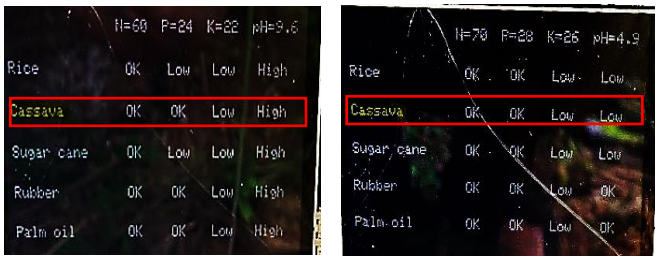
จุดที่	N (mg/kg)		P (mg/kg)		K (mg/kg)		pH	
1	12	Low	4	Low	4	Low	1.2	Low
2	6	Low	2	Low	2	Low	1.3	Low
3	20	Low	8	Low	7	Low	2.5	Low
4	35	OK	14	Low	13	Low	9.6	High
5	8	Low	3	Low	3	Low	0.5	Low
6	12	Low	5	Low	4	Low	0.1	Low
7	26	OK	10	Low	9	Low	7.2	High
8	33	OK	19	Low	17	Low	9.7	High
9	39	OK	26	OK	24	Low	6.5	OK
10	24	OK	9	Low	8	Low	2.0	Low
เฉลี่ย	21	OK	10	Low	9	Low	4.0	Low

3.2) การทดลองและผลการทดลองในไร่มันสำปะหลัง

นำเครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK ของดินไปทดสอบที่ไร่มันสำปะหลัง หมู่ 1 ตำบลบ้านฉาง อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยองโดยสถานที่ทดลองจริงไร่มันสำปะหลัง แสดงดังรูปที่ 12 และหน้าจอแสดงการวัดค่า pH และ NPK ในไร่มันสำปะหลัง แสดงดังรูปที่ 13

รูปที่ 12 สถานที่ทดลองจริงในไร่มันสำปะหลัง

จากรูปที่ 12 ณ สถานที่ทดสอบต้นมันสำปะหลังมีความสูง 150-160 cm มีอายุ 6 เดือน เจ้าของสวนได้ให้ข้อมูลว่าพึ่งได้ทำการใส่ปุ๋ยไปเมื่อ 1-2 วันก่อน เป็นปุ๋ยชนิดเม็ดโรยใส่ไปบริเวณโคนต้น โดยจะสามารถทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในอีก 4 เดือนข้างหน้า



ก) การวัดจุดที่ 2 ข) การวัดจุดที่ 3

รูปที่ 13 หน้าจอแสดงการวัดค่า pH และ NPK ในไร่มันสำปะหลัง

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบที่ได้จากการวัดในไร่มันสำปะหลัง

จุดวัด	N (mg/kg)		P (mg/kg)		K (mg/kg)		pH	
1	52	OK	21	OK	19	Low	2.0	Low
2	58	OK	23	OK	21	Low	8.9	High
3	46	OK	19	OK	17	Low	9.7	High
4	47	OK	19	OK	17	Low	6.9	High
5	70	OK	28	OK	26	Low	2.5	Low
6	70	OK	28	OK	26	Low	4.9	Low
7	99	OK	40	OK	37	OK	11	High
8	60	OK	24	OK	22	Low	9.6	High
9	81	OK	33	OK	30	Low	4.5	Low
10	64	OK	26	OK	24	Low	6.5	OK
ค่าเฉลี่ย	65	OK	26	OK	24	Low	6.7	High

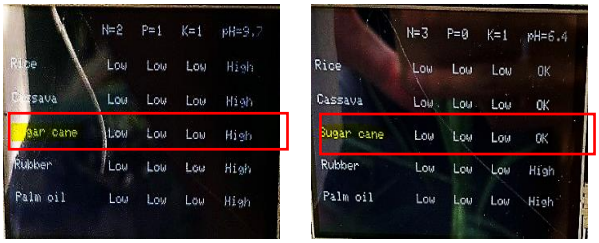
จากตารางที่ 6 ผลการทดสอบจากเครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK จากการตรวจวัด 10 จุด ในไร่มันสำปะหลัง พบว่า โดยเฉลี่ย N และ P มีค่าเหมาะสม ส่วน P มีค่าต่ำ และดินมีความเป็นด่างเกินไปสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง

3.3) การทดลองและผลการทดลองในไร่อ้อย

นำเครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK ของดินไปทดสอบที่ไร่อ้อย หมู่ 2 ตำบลหนองชาก อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี โดยสถานที่ทดลองจริงไร่อ้อย แสดงดังรูปที่ 14

รูปที่ 14 สถานที่ทดลองจริงในไร่อ้อย

จากรูปที่ 14 ต้นอ้อยมีความสูงประมาณ 150-170 cm มีอายุประมาณ 3 เดือนการเจริญเติบโตของต้นอ้อยในช่วงระยะเวลานี้เรียกว่า “ระยะแตกกอ” จากการสอบถามชาวสวนในพื้นที่ได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าได้มีการใส่ปุ๋ยครั้งแรกไปเมื่อ 3 เดือนก่อน ในส่วนหน้าจอแสดงการวัดค่าสารอาหารในดินและค่าความเป็นกรดด่างในไร่อ้อย สามารถแสดงดังรูปที่ 15



ก) การวัดจุดที่ 2 ข) การวัดจุดที่ 3

รูปที่ 15 หน้าจอแสดงการวัดค่า pH และ NPK ในไร่อ้อย

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบที่ได้จากการวัดในไร่อ้อย

จุดวัด	N (mg/kg)		P (mg/kg)		K (mg/kg)		pH	
1	4	Low	1	Low	1	Low	6.2	OK
2	2	Low	1	Low	1	Low	9.7	High
3	3	Low	0	Low	1	Low	6.4	OK
4	12	Low	4	Low	4	Low	6.4	OK
5	7	Low	3	Low	2	Low	0.1	Low
6	19	Low	8	Low	7	Low	6.0	OK
7	10	Low	4	Low	3	Low	9.6	High
8	15	Low	6	Low	5	Low	1.2	Low
9	14	Low	6	Low	5	Low	3.7	Low
10	14	Low	5	Low	5	Low	1.6	Low
ค่าเฉลี่ย	10	Low	4	Low	3	Low	5.1	Low

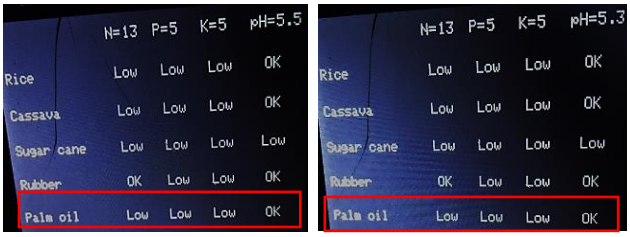
จากตารางที่ 7 ผลการทดสอบจากเครื่องวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่างและสารอาหาร จากการตรวจวัด 10 จุดในไร่อ้อย พบว่า โดยเฉลี่ยค่า NPK มีค่าต่ำ และดินมีความเป็นกรดเกินไปสำหรับการปลูกอ้อย

3.4) การทดลองและผลการทดลองในยางพารา

นำเครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK ไปทดสอบที่สวนยางพารา หมู่ 1 ตำบลเขาซก อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี โดยสถานที่ทดลองจริงในสวนยางพารา แสดงดังรูปที่ 16 และหน้าจอแสดงการวัดค่าสารอาหารในดินและค่าความเป็นกรดด่างในสวนยางพารา แสดงดังรูปที่ 17

รูปที่ 16 สถานที่ทดลองจริงในสวนยางพารา

จากรูปที่ 16 ต้นยางพารามีความสูงประมาณ 300-350 cm มีอายุประมาณ 7 ปี เจ้าของสวนได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าเป็นพันธุ์ยางผลผลิตเนื้อไม้สูง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเนื้อไม้สูงเป็นหลัก มีการเจริญเติบโตดีมาก



ก) การวัดจุดที่ 2 ข) การวัดจุดที่ 3

รูปที่ 17 หน้าจอแสดงการวัดค่า pH และ NPK ในสวนยางพารา

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบที่ได้จากการวัดในสวนยางพารา

จุดวัด	N (mg/kg)		P (mg/kg)		K (mg/kg)		pH	
1	13	OK	5	Low	6	Low	5.5	OK
2	13	OK	5	Low	7	Low	5.5	OK
3	13	OK	5	Low	5	Low	5.5	OK
4	16	OK	6	Low	5	Low	5.4	OK
5	17	OK	7	Low	5	Low	5.4	OK
6	15	OK	8	Low	8	Low	5.4	OK
7	14	OK	7	Low	9	Low	5.3	OK
8	18	OK	8	Low	7	Low	5.3	OK
9	19	OK	6	Low	5	Low	5.3	OK
10	17	OK	7	Low	5	Low	5.3	OK
ค่าเฉลี่ย	16	OK	6	Low	6	Low	5.4	OK

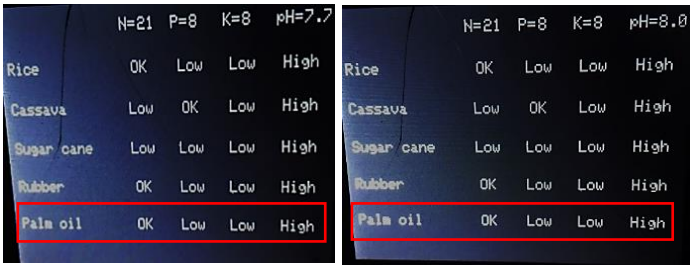
จากตารางที่ 8 ผลการทดสอบจากเครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK จากการตรวจวัด 10 จุด ในสวนยางพารา พบว่าโดยเฉลี่ยค่า N มีค่าเหมาะสม ส่วนค่า P และค่า K มีค่าต่ำ และดินมีความเป็นกรดด่างเหมาะสมสำหรับการปลูกยางพารา

4.5) การทดลองและผลการทดลองในสวนปาล์มน้ำมัน

นำเครื่องวิเคราะห์ค่าวิเคราะห์ค่า pH และ NPK ไปทดสอบที่สวนปาล์มน้ำมัน หมู่ 1 ตำบลเขาชก อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรีโดยสถานที่ทดลองจริงในสวนปาล์มน้ำมัน แสดงดังรูปที่ 18 และหน้าจอแสดงการวัดค่าวิเคราะห์ค่า pH และ NPK ในสวนปาล์มน้ำมัน แสดงดังรูปที่ 19

รูปที่ 18 สถานที่ทดลองจริงในสวนปาล์มน้ำมัน

จากรูปที่ 18 ต้นปาล์มน้ำมันมีความสูงประมาณ 200-300 cm มีอายุประมาณ 10 ปี เจ้าของสวนได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าพึ่งได้ทำการใส่ปุ๋ย N ไปเมื่อ 1 เดือนก่อน



ก) การวัดครั้งที่ 2 ข) การวัดครั้งที่ 3

รูปที่ 19 หน้าจอแสดงการวัดค่า pH และ NPK ในสวนปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบที่ได้จากการวัดในสวนปาล์มน้ำมัน

จุดวัด	N (mg/kg)		P (mg/kg)		K (mg/kg)		pH	
1	21	OK	8	Low	8	Low	7.7	High
2	21	OK	8	Low	9	Low	7.7	High
3	21	OK	8	Low	9	Low	7.7	High
4	24	OK	10	Low	8	Low	8.0	High
5	25	OK	7	Low	6	Low	8.0	High
6	22	OK	8	Low	8	Low	8.0	High
7	23	OK	7	Low	9	Low	8.0	High
8	24	OK	8	Low	7	Low	8.1	High
9	21	OK	6	Low	5	Low	8.1	High
10	21	OK	7	Low	5	Low	8.1	High
ค่าเฉลี่ย	22	OK	8	Low	7	Low	7.9	High

จากตารางที่ 9 ผลการทดสอบจากเครื่องวิเคราะห์ค่า pH และ NPK จากการตรวจวัด 10 จุดในสวนปาล์มน้ำมัน พบว่าโดยเฉลี่ยค่า N มีค่าเหมาะสม ส่วนค่า P และค่า K มีค่าต่ำ และดินมีความเป็นด่างสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน

5. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องวัดค่า pH และ NPK เพื่อการเลือกปลูกพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา และปาล์มน้ำมัน โดยทำการสอบเทียบเซ็นเซอร์ตรวจวัดค่า pH และ NPK เบื้องต้น เพื่อส่งค่าที่ตรวจวัดได้ให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino Uno R3 สำหรับการวิเคราะห์ความเหมาสมของค่า pH และ NPK ในดินสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจทั้ง 5 ชนิด จากนั้น ทำการแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD เพื่อให้เกษตรกรผู้ใช้งานสามารถเข้าใจและสะดวกในการใช้งาน โดยทำการทดสอบในพื้นที่จริงของการปลูกพืชเศรษฐกิจทั้ง 5 ชนิด ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า เครื่องต้นแบบสำหรับการวิเคราะห์ค่า pH และ NPK ในดิน ชี้ให้เห็นว่า ในนาข้าวมีค่า N ที่เหมาะสม ส่วนค่า P กับค่า K มีค่าต่ำ และดินมีความเป็นกรดเกินไปสำหรับการปลูกข้าว ดังนั้น เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยที่ทำให้ค่าP และค่า K ในดินเพิ่มมากขึ้นและปรับค่าดินให้ค่าความเป็นกรดลดลงให้เหมาะสมต่อการปลูกข้าว ส่วนไร่มันสำปะหลัง ค่า N และค่า P มีค่าเหมาะสม ส่วนค่า K มีค่าต่ำ และดินมีความเป็นด่างเกินไปสำหรับการปลูกมันสำปะหลัง ดังนั้น เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยที่ให้ค่า K เพิ่มมากขึ้นและปรับค่าดินให้ค่าความเป็นด่างลดลงให้เหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลัง สำหรับไร่อ้อยมีค่า NPK ต่ำ และดินมีความเป็นกรดเกินไปสำหรับการปลูกอ้อย ดังนั้น เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยที่ทำให้ค่า NPK เพิ่มมากขึ้นและปรับค่าดินให้ค่าความเป็นกรดลดลงจึงจะเหมาะสมต่อการปลูกอ้อย ในกรณีสวนยางพารามีค่า N ที่เหมาะสม ส่วนค่า P และค่า K มีค่าต่ำ และดินมีความเป็นกรดด่างเหมาะสมสำหรับการปลูกยางพารา ดังนั้นเกษตรกรควรใส่ปุ๋ยที่ให้ค่า P และ ค่า K เพิ่มมากขึ้นจึงจะเหมาะสมต่อการปลูกยางพารา และสุดท้ายเป็นกรณีสวนปาล์มน้ำมัน มีค่า N ที่เหมาะสม ส่วนค่า P และค่า K มีค่าต่ำ และดินมีความเป็นด่างสำหรับการปลูกปาล์มน้ำมัน ดังนั้น เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยให้ค่าค่า P และค่า K เพิ่มมากขึ้นและปรับค่าดินให้ค่าความเป็นด่างลดลงจึงจะเหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน จากผลการทดสอบพืชเศรษฐกิจทั้ง 5 ชนิด สามารถยืนยันได้ว่า เครื่องต้นแบบสำหรับการวิเคราะห์ค่า pH และ NPK ในดินสามารถให้ข้อมูลค่า pH และ NPK ต่อเกษตรกร ทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มหรือลดค่า pH และ NPK ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นการเพิ่มสมรรถนะการเพาะปลูก อีกทั้งช่วยลดต้นทุนในการใส่ปุ๋ยที่เกินความจำเป็นต่อความต้องของพืชเศรษฐกิจ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องมือวัดและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สถานที่ทดลอง และบุคคลผู้อำนวยความสะดวกในการวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Sukanya S, Auraporn B, Chuanpit J, Napaporn K, Prathip D. The Study of Paddy Soil Quality in Tha Tum District, Surin Province for Appropriately Fertilizers Use. Koch Cha Sarn J Sci. 2014;36(1):42-49.

[2] Agricultural Production Factors Research Group, Department of Agriculture. Fertilizer use based on soil analysis values in cassava production. Nakhon Sawan Field Crops Res Cent Newsl. 2018.

[3] Yongyuth O. Nutrients and growth of sugarcane. Soil Fertil J. 2013;35(1-4):65-77.

[4] Pornpat S. The use of rubber fertilizers according to soil analysis. Rubber Production Research and Development Division, Rubber Research Institute, Rubber Authority of Thailand. 2021.

[5] Surat Thani Oil Palm Research Center. Fertilizer use based on soil and leaf analysis in oil palm production. Agricultural Research and Development Office Region 7, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2005.

[6] Insorn P, Pajdee W, Nakorn B. A study of soil quality at using organic fertilizer and chemical fertilizer in planting. North Eastern Sci Technol Conf. 2014.

[7] Rigor G, Regalado C, Cruz D. Soil pH and Nutrient (Nitrogen, Phosphorus and Potassium) Analyzer using Calorimetry. 2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON) – Proceeding of the International Conference. 2016; 21(1): 2387-2391.

[8] Masrie M, Rosman MSA, Sam R, Janin Z. Detection of Nitrogen Phosphorus and Potassium (NPK) nutrients of soil using optical transducer. Proc 4th IEEE Int Conf Smart Instrum Meas Appl (ICSIMA). 2017 Nov 28-30; Putrajaya, Malaysia.

[9] Siripong C. Basic use of Arduino. Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University, Ongkharak campus. 2019.

[10] Panomsak M. SUT-E-Bike Solar Powered Electric Bicycle Station. Department of Physics, Faculty of Science, Suranaree University of Technology. 2020.

[11] Chaithep R, Worawit S, Siwaporn S. Development of an automatic battery charger controlled by an Arduino board. The 4th National Academic Conference and Exhibition on Engineering and Technology Innovation Development towards Sufficiency Leadership for Sustainability Based on the Sufficiency Economy Philosophy (SEITS2022). 2022 Nov 5-6; Faculty of Engineering, Kasembundit University, Bangkok. 2022. p.42-46.

[12] Susanne M, Axel B. After-effects of TFT-LCD display polarity and display colour on the detection of low-contrast objects. Ergonomics. 2010; 53(7): 914-925.

[13] Rogovska N, Laird DA, Chiou CP, Bond LJ. Development of field mobile soil nitrate sensor technology to facilitate precision fertilizer management. Precis Agric. 2019;20(1):40-55.

[14] Kittisak O, Phonbunyanon T. Monitoring and control of smart fish farming system. [dissertation]. Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University. 2021.

[15] Kriangsak P, Nutthanon L. Sensor system for measuring electricity usage in the Faculty of Information Science. 2020.

[16] Marianah M, Mohamad S, Aizuddin R. Detection of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium (NPK) nutrients of soil using Optical Transducer. Proc 4th IEEE Int Conf Smart Instrum Meas Appl (ICSIMA). 2017 Nov 28-30; Putrajaya, Malaysia.

[17] Gavade LC. Detection of N, P, using Fiber Optic Sensor and PIC Controller. Int J Eng Sci. 2017; 13787.

[18] Filipe MS, Pedro ASJ, Rui CM. Optical Sensing of Nitrogen, Phosphorus and Potassium: A Spectrophotometrical Approach toward Smart Nutrient Deployment. Chemosensors. 2019; 7(51).

[19] Jiangang S, Weiming Q, Huizhe C, Jun Z, Fei L. Application of Visible/Near Infrared Spectrometers to Quickly Detect the Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Content of Chemical Fertilizers. Appl Sci. 2021; 11(5103).

[20] Wang L, Wang R, Lu C, Wang J, Huang W, Jian Q, Wang Y, Lin L, Song L. Quantitative analysis of total nitrogen content in monoammonium phosphate fertilizer using visible-near infrared spectroscopy and least squares support vector machine. J Appl Spectrosc. 2019; 86: 465-469.

[21] Sun XL. Errors induced by spectral measurement positions and instrument noise in soil organic carbon prediction using vis-NIR on intact soil. Geoderma. 2021; 382: 114731.