

## การใช้กล้องดิจิตอลร่วมกับการวิเคราะห์ทางด้านสีสำหรับการตรวจวัด คุณภาพดินอย่างง่ายในสวนมะม่วงน้ำดอกไม้

### Using a Digital Image Camera and Colorimetric Analysis for Simple Detecting Soil Quality in Nam Dok Mai Mango Orchards

วิษณุ ธงไชย<sup>1\*</sup>, ยุทธศักดิ์ แซ่มม่วย<sup>1</sup>, พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ<sup>2</sup> และ สุวรรณ ธงไชย<sup>3</sup>

Wisanu Thongchai<sup>1\*</sup>, Yutasak Chammui<sup>1</sup>, Pisit Poolprasert<sup>2</sup> and Suwanna Thongchai<sup>3</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก 65000

<sup>2</sup> สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก 65000

<sup>3</sup> โรงเรียนสระหลวงพิทยาคม พิจิตร 66000

<sup>1</sup> Chemistry Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000 Thailand

<sup>2</sup> Biology Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok 65000 Thailand

<sup>3</sup> Saluang Pittayakom School, Phichit 66000 Thailand

วันที่รับบทความ: 22 สิงหาคม 2562

Received: 22 August 2019

วันที่แก้ไขบทความเสร็จ: 16 ตุลาคม 2562

Revised: 16 October 2019

วันที่รับตีพิมพ์บทความ: 25 ตุลาคม 2562

Accepted: 25 October 2019

\* Corresponding author: wisanuthongchai@psru.ac.th

**ABSTRACT:** Soil color is a parameter effecting on soil quality, the evaluation of the spatial variation in soil color and related soil properties in Nam Dok Mai mango (Barracuda) orchards from 74 soil was aimed to determine the color parameters (R, G, B) using a digital camera, and analyze contents of organic carbon, nitrogen, phosphorus and potassium. Model was built to improve the former methodology by conversion of RGB color units to L\*, a\*, b\* color space. Two main ideas were proposed and tested. 1) Substantial amount of color tones is generated to cover as many points in the color space as possible, and 2) the color space was calibrated separately. The obtained results could be as model and geographic map. Additionally, the R, G, B color units and L\*, a\*, b\* color space transformation approach proposed in this study could be useful for predicting the soil quality correlating with nitrogen, potassium organic carbon and organic matter.

**Keywords:** Nam Dok Mai mango orchards, soil sample, digital camera

## บทคัดย่อ

สีของดินเป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพของดิน การประเมินการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ในสีของดินและลักษณะของดินที่เกี่ยวข้องในสวนมะม่วงน้ำดอกไม้จากตัวอย่างดินจากสวนมะม่วงจำนวน 74 ตัวอย่าง มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พารามิเตอร์การวัดค่าสีจากภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิทัลและวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โมเดลนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นการปรับปรุงวิธีการเดิมที่ใช้ในปัจจุบันด้วยการแปลงค่า R, G, B เป็นพื้นที่สี  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  วิธีนี้ได้นำเสนอแนวคิด 2 วิธี คือ 1) การวัดโทนสีต้องครอบคลุมจุดต่าง ๆ ในพื้นที่ให้มากที่สุด และ 2) พื้นที่สีจะถูกนำมาเทียบกับสีมาตรฐานอีกครั้ง ผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแบบจำลองและเป็นแผนที่ทางภูมิศาสตร์ นอกจากนี้ การใช้ค่า R, G, B และพื้นที่สี  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำนายคุณภาพของดินที่มีเมทริกซ์สหสัมพันธ์ต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โพแทสเซียม ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินได้

**คำสำคัญ:** มะม่วงน้ำดอกไม้, ตัวอย่างดิน, กล้องดิจิทัล

## บทนำ

คุณภาพของดินที่ใช้ในการปลูกพืชผลทางการเกษตรนั้นมีความสำคัญอย่างมาก โดยที่ สีของดินจะส่งผลถึงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน สามารถบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของสารอินทรีย์คาร์บอนและแร่ธาตุโลหะที่สะสมอยู่ในดิน นอกจากนี้ สีของดินยังใช้เป็นตัวบ่งบอกชนิดและองค์ประกอบของดินได้ (Schwertmann, 1993) และสีที่สังเกตได้จะมี

ความคงตัวและไม่เปลี่ยนแปลงแม้เวลาผ่านไป ซึ่งเป็นเหตุผลสนับสนุนว่า สีของดินที่เปลี่ยนแปลงไปจะเป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่กำหนดคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของดินและคุณภาพของดินที่ดี อย่างเช่น ดินที่มีองค์ประกอบของเหล็กออกไซด์ อินทรีย์วัตถุ และปริมาณน้ำในดิน เป็นต้น (Lindbo *et al.*, 1998) การระบุลักษณะคุณภาพของดินด้วยภาพถ่ายมีความละเอียดสูงถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพดินเบื้องต้นที่เกษตรกรสามารถทำได้เองในแปลงปลูกที่จะส่งผลถึงความแม่นยำในการเลือกปลูกพืชที่เหมาะสมกับดินหรือปรับปรุงดินให้สามารถปลูกพืชที่ต้องการได้ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์คุณภาพของดินตามวิธีดั้งเดิมใช้เครื่องมือวิเคราะห์ที่มีราคาสูง ใช้เวลานานในการวิเคราะห์ และต้องตรวจวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ทั้งนี้ จึงมีการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ในการวัดอินทรีย์วัตถุในดิน (Kirillova, 2015) และตรวจวัดคุณภาพดินโดยตรง (Directly measurement) โดยวัดค่าพีเอชของดิน (Viscarra Rossel and Walter, 2004) หรือการตรวจวัดแบบทางอ้อม (Indirectly measurement) โดยใช้ฟังก์ชันการตรวจวัดแบบ Pseudo-transfers ตัวอย่างเช่น การตรวจวัดความเหนียวของดินด้วย EMI instrument (Sudduth *et al.*, 2001) การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือการตรวจวัดดินอย่างง่ายด้วยกล้องดิจิทัลหรือ Digital image camera ร่วมกับการตรวจวิเคราะห์ดินทางด้านสี (Colorimetric analysis) โดยทำการตรวจวัดแบบทางอ้อม (Indirect measurements) และแบบโดยตรง (Direct measurements) ซึ่งจะสามารถประเมินค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ด้วยการเทียบสีของดินจากแหล่งปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อการส่งออก ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงประยุกต์ใช้เครื่องมือตรวจสอบนี้ไปในภาคสนาม ทราบผลอย่างรวดเร็ว และประหยัดเวลาในการทดสอบ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### เก็บตัวอย่างดินและการเตรียมตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้ จำนวน 74 ตัวอย่าง ในเขตพื้นที่ตำบลพันชาลี และ ตำบลน่าน้อย อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก โดยชุด หลุมเก็บตัวอย่างดินให้มีขนาดหลุม กว้าง × ยาว × ลึก เท่ากับ 20 × 20 × 30 เซนติเมตร จากนั้นรอบตัวอย่าง ดินด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 65–70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และนำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อินทรีย์วัตถุ และ สีของดินต่อไป

### การเตรียมดินสำหรับการวัดด้วยดิจิตอลอิมเมจ

นำดินตัวอย่างที่ผ่านการอบให้แห้งด้วยตู้อบ ลมร้อนมาบดและร่อนคัดขนาดให้มีขนาดต่ำกว่า 2 มิลลิเมตร นำตัวอย่างดินซึ่งน้ำหนัก 2 กรัม บดอัดให้ เป็นแท่งด้วยแรงอัดแบบไฮดรอลิก และนำไปอบให้แห้ง เพื่อเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการถ่ายภาพเพื่อบันทึก ค่า RGB โดยการกำหนดระยะความสูงของกล้องถ่ายภาพกับตัวอย่างดิน เท่ากับ 360 มิลลิเมตร จากพื้น และใช้แอปพลิเคชัน Color Analyzer ในโทรศัพท์มือถือ ถ่ายภาพตัวอย่างดิน และบันทึกค่าสีของดิน

### การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

การวิเคราะห์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Land Development Department, 2010) โดยวิธี เจลดาล์ (Kjeldahl) โดยเตรียมตัวอย่างดินที่เก็บจาก สวนมะม่วงในพื้นที่ แล้วอบตัวอย่างดินที่อุณหภูมิ 65–70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้น บด เล็ดยตัวอย่างดินแล้วชั่งประมาณ 0.5–1.00 กรัม บนกระดาษกรองแล้วห่อใส่ใน Kjeldahl flask ขนาด 800 มิลลิลิตร หรือหลอดย่อย (Digestion tube) ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารสำเร็จรูปอัดเม็ด จำนวน 2 เม็ด เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ลงใน Kjeldahl flask หรือ 15 มิลลิลิตร ลงในหลอดย่อย ทำ Blank

และตัวอย่างอ้างอิงโดยวิธีเดียวกัน นำไปย่อยใน Kjeldahl digestion apparatus กำหนดอุณหภูมิ ประมาณ 100 องศาเซลเซียส 250 องศาเซลเซียส และ 400 องศาเซลเซียส ตามลำดับ หรือ Digestion block ใช้อุณหภูมิประมาณ 400 องศาเซลเซียส จนกระทั่ง สารละลายใส ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร ในกรณีที่ใช้หลอดย่อย ให้เติมน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร จนได้สารละลายใส

การกลั่นด้วยเครื่อง Kjeldahl โดยใส่สารละลาย กรดบอริก 50 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ผสม (ละลาย 200 มิลลิกรัม เมทิลเรดอินดิเคเตอร์ใน 95% เอทิลหรือไอโซโพรพิล แอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร แล้วละลาย 100 มิลลิกรัม เมทิลลีนบลูใน 95% เอทิลแอลกอฮอล์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ผสมสารทั้ง 2 เข้าด้วยกัน) จำนวน 4–5 หยด นำไปวางรองรับ Distillate จากเครื่องกลั่น โดยให้ ปลายหลอดแก้วจุ่มอยู่ในสารละลายกรดบอริก จากนั้น เติมสารละลายเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ (1 : 1) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงใน Kjeldahl flask ที่มีสารละลาย ตัวอย่าง ทำการกลั่น (ประมาณ 1 เซนติเมตร) จนได้ปริมาตร 250 มิลลิลิตร แล้วนำไปไทเทรต เครื่อง กลั่นสำหรับ Blank โดยใส่สารละลายกรดบอริก 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ผสม 4–5 หยด ในทำนองเดียวกันเติม สารละลายต่าง (40% โซเดียมไฮดรอกไซด์) ลงในหลอด แก้ว ที่มีสารละลายตัวอย่างปริมาตร 50 มิลลิลิตร จากเครื่องทำการกลั่นจนได้ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ใช้เวลาประมาณ 7–10 นาที แล้วนำไปไทเทรตด้วย กรดไฮโดรคลอริกมาตรฐานความเข้มข้น 0.1 โมลต่อ ลิตร จนกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็น สีม่วง

### การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยวิธี Bray II (Rayment and Higginson, 1992) โดยชั่งตัวอย่างดิน 1.0 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำยา

สกัด Bray II จำนวน 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ขนาด 11.0 เซนติเมตร ปิเปตสารละลายที่สกัดได้อัตราส่วน 1 ส่วนต่อ Working solution 16 ส่วน (เท่ากับ 17 เท่า โดยใช้ Auto-dilutor) ลงในหลอดแก้วทิ้งไว้ครึ่งชั่วโมง นำไปวัดค่าความเข้มข้นด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร

### การวิเคราะห์โพแทสเซียม

ชั่งตัวอย่างดิน 2.5 กรัม ใส่ในขวดชมพูขนาด 50 มิลลิลิตร เติม 1 โมลต่อลิตรของสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต (พีเอช 7.0) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 30 นาที กรองดิน และเก็บสารละลายที่กรองได้วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Flame spectrophotometer โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (Land Development Department, 2010)

### การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดิน

ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัม ใส่ขวดชมพูขนาด 250 มิลลิลิตร (ปริมาณตัวอย่างดินอาจลดลงได้ตามความเหมาะสมถ้าดินนั้นมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสังเกตได้จากสีของดินถ้าเป็นดินสีดำหรือสีน้ำตาลตาลเข้มต้องชั่งดินให้ลดลง แต่ถ้ากรณีเป็นดินทรายต้องเพิ่มปริมาณดินให้มากขึ้นกว่าเดิม) เติมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 1.0 นอร์มอล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ปริมาตร 20 มิลลิลิตร โดยใช้ Dispenser พยายามให้กรดไหลลงข้างขวดให้ชะล้างตัวอย่างลงไปอยู่ในขวดให้หมด เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเกาะติดอยู่ตามข้างขวด เขย่าเบา ๆ ให้ตัวอย่างเข้ากันดีเป็นเวลาประมาณ 1 นาที ตั้งทิ้งไว้จนสารละลายมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทไฟแนนโทรลีน จำนวน 5 หยด ไทเทรตด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 นอร์มอล ที่จุดยุติสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง (Land Development Department, 2010)

### การวัดด้วยเครื่องดิจิตอลอิมเมจที่ต่อร่วมกับคัลเลอริมิเตอร์

นำดินตัวอย่างที่ผ่านการอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน จากนั้น บดตัวอย่างที่ผ่านการอบและร่อนคัดขนาดให้มีขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร ชั่งตัวอย่างดินน้ำหนัก 2 กรัม บดอัดให้เป็นแท่งด้วยแรงอัดแบบไฮดรอลิก และนำไปอบให้แห้งอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นถ่ายภาพเพื่อบันทึกค่า RGB จากตัวอย่างดินที่อัดเป็นแผ่นแล้ว โดยกำหนดความสูงของกล้องถ่ายภาพกับตัวอย่างดินให้มีระยะความห่างเท่ากับ 360 มิลลิเมตร จากพื้น (Figure 1) และใช้แอปพลิเคชัน Color Analyzer (ในโทรศัพท์มือถือรุ่นไอโฟน 6) ถ่ายภาพตัวอย่างดิน และบันทึกค่าสีของดินด้วยระบบสี RGB (Pengcheng *et al.*, 2016) และสี CIELAB ( $L^*a^*b^*$ ) (Viscarra Rossel *et al.*, 2008) สำหรับวัดสีของดินจะต้องบันทึกค่า lightness ( $L^*$ ) redness ( $a^*$ ) และ yellowness ( $b^*$ ) และการเทียบเฉดสีสำหรับการวัดสีของดินจะต้องบันทึกค่า Munsell (Munsell and Godlove, 1934) ซึ่งการใช้เทคนิคดิจิตอลอิมเมจวัดค่าสีของตัวอย่าง (Zhaosheng *et al.*, 2017) ให้มีประสิทธิภาพการวัดที่ดีจึงดำเนินการตามวิธีมาตรฐาน International Commission on Illumination (1935) ซึ่งความแตกต่างของสีที่วัดได้คำนวณได้ดังสมการ [1]

$$\Delta E_{ab^*} = [(L_i^* - L_r^*)^2 + (a_i^* - a_r^*)^2 + (b_i^* - b_r^*)^2]^{1/2} \dots [1]$$

เมื่อ  $L_r^*$ ,  $a_r^*$  และ  $b_r^*$  คือ ค่าอ้างอิงที่วัดได้จากเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

$L_i^*$ ,  $a_i^*$  และ  $b_i^*$  คือ ค่าที่วัดได้จากเครื่องดิจิตอลอิมเมจ



Figure 1 Application of color analyzer from iPhone 6 and set up

### การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

ค่าสีของดินด้วยระบบสี RGB และสี CIELAB ( $L^*a^*b^*$ ) ของแต่ละตัวอย่างดิน ถูกนำมาคำนวณเพื่อหาค่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์สีดินและคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็นที่มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS เวอร์ชัน 23

### ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในสวนมะม่วงน้ำดอกไม้ในตำบลพันชาลี และตำบลน่าน้อย อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลกนั้น พบว่า ดินที่นำมาทดสอบมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5-7 และเป็นสภาพความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของมะม่วงน้ำดอกไม้ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Nattapol *et al.* (2015) ที่พบว่า ดินที่มีสภาพความเป็นกรดสูงจะส่งผลให้มีปริมาณธาตุเหล็ก แมงกานีส และสังกะสี ที่เป็นพืชต่อพืชได้ ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่นของดินนั้น พบว่า ดินในสวนมะม่วงน้ำดอกไม้ใน ตำบลพันชาลี และตำบลน่าน้อย อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก มีธาตุอาหารหลักอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าสวนมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ปลูกในตำบลโป่งตาลอง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินแต่ละแหล่ง ซึ่งคุณภาพของดินจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณของมะม่วงน้ำดอกไม้

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ออกแบบการตรวจวัดดินอย่างง่ายโดยพิจารณาลักษณะสีของดิน (Figure 2) ที่อาจมีความสัมพันธ์ต่อธาตุอาหารหลักของดินในสวนมะม่วงน้ำดอกไม้ ซึ่งมีผลวิเคราะห์พารามิเตอร์สีดินและคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงใน Table 1

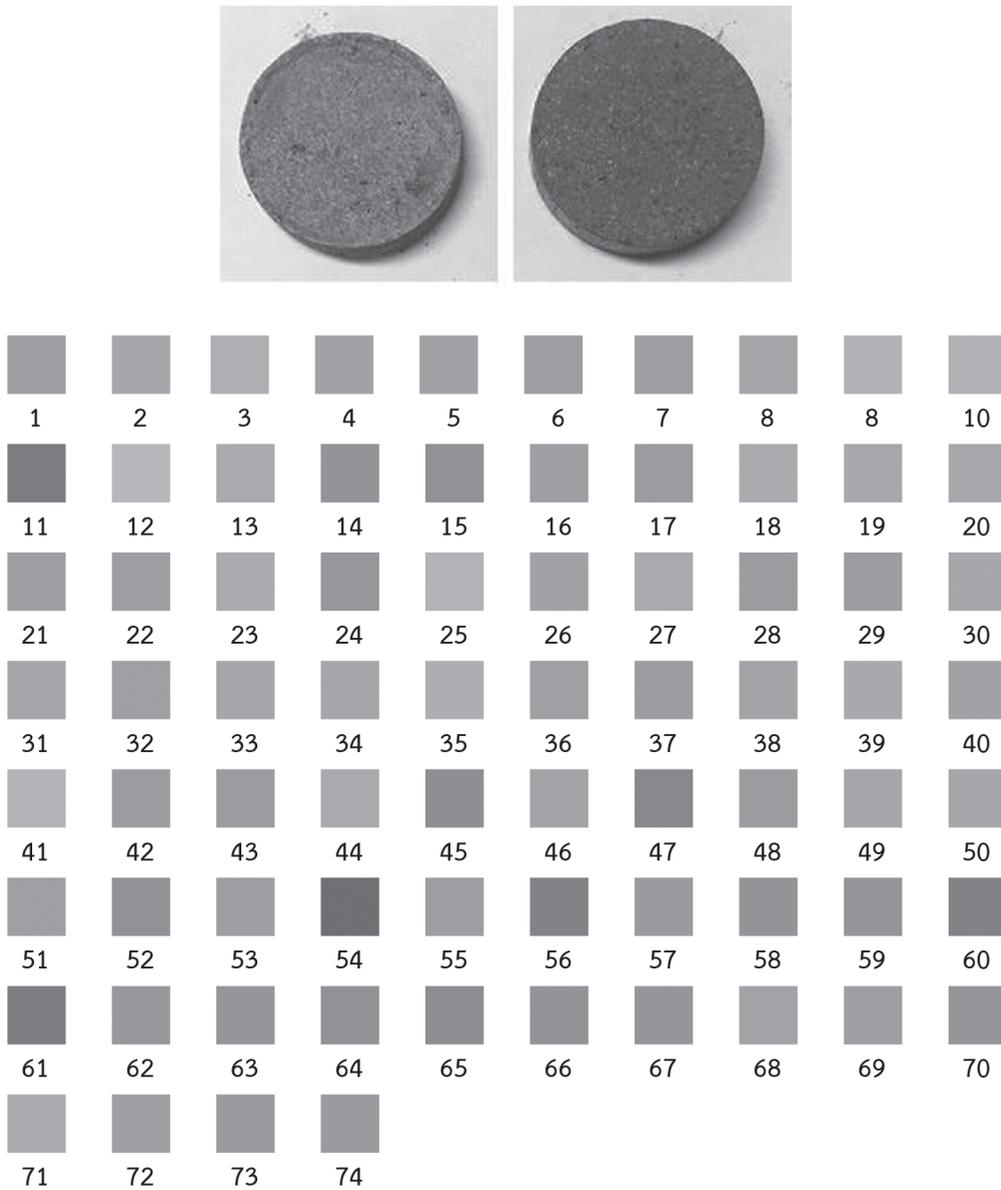


Figure 2 Soil sample after preparation by compression method and color analyse from iPhone 6

สถิติเชิงพรรณนาของพารามิเตอร์สีดินและคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของ L\* มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินที่มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เป็นสหสัมพันธ์เชิงลบ มีค่าสมการการถดถอยของไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ  $y = -1.15 \times 10^{-3} x + 0.09$  และมีค่าสมการการถดถอยเชิงเส้นของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด เท่ากับ  $y = -0.05 x + 3.9$  ซึ่งผลการทดลองที่ได้เมื่อนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Moritsuka *et al.* (2014) ที่พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของ L\* มีความ

สัมพันธ์เชิงลบกับค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสและปริมาณโพแทสเซียมไม่สามารถนำมาหาค่าสหสัมพันธ์กับค่าของ L\* ได้ แต่ปริมาณโพแทสเซียมมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าของ b\* และ Chroma ของโพแทสเซียม คือ  $K = 2.16 + 0.23b^*$  และ  $K = 1.94 + 1.28 \text{ Chroma}$  ตามลำดับ ทั้งนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์สีของดินกับคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง มีผลการวิเคราะห์ดังแสดงใน Table 2

**Table 1** Descriptive statistics of soil color parameters and their related properties

ID	R	G	B	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	OC (%)	OM (%)
1	180	156	130	0.0042	2.98	1.79	1.14	1.97
2	190	166	140	0.0010	1.03	1.85	0.31	0.54
3	194	176	151	0.0031	1.99	1.05	0.78	1.34
4	183	160	129	0.0021	1.01	6.82	0.73	1.26
5	177	162	134	0.0028	1.21	1.02	0.72	1.24
6	179	155	129	0.0013	2.13	1.02	0.68	1.18
7	176	156	132	0.0017	2.09	1.13	0.78	1.34
8	186	166	140	0.0035	1.05	0.44	0.96	1.66
9	205	177	150	0.0007	0.80	0.70	0.46	0.8
10	200	176	150	0.0013	0.47	1.22	0.39	0.68
11	134	114	90	0.0042	1.77	1.05	1.08	1.87
12	205	184	157	0.0048	5.84	7.88	2.06	3.55
13	190	171	149	0.0023	0.82	0.73	0.89	1.54
14	170	143	109	0.0024	3.93	10.76	1.10	1.89
15	162	143	113	0.0045	1.34	2.38	1.11	1.91
16	176	158	130	0.0035	2.07	1.17	0.62	1.06
17	170	154	133	0.0028	2.35	1.05	0.91	1.57
18	192	171	142	0.0003	1.33	0.82	0.39	0.68
19	191	167	139	0.0007	6.51	1.33	0.31	0.53
20	191	167	141	0.0003	0.79	0.47	0.44	0.75

**Table 1** (continue)

ID	R	G	B	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	OC (%)	OM (%)
21	182	157	127	0.0036	1.22	1.71	0.6	1.03
22	178	156	131	0.0023	1.25	0.47	0.93	1.60
23	196	170	145	0.0014	0.70	0.79	0.56	0.96
24	164	149	128	0.0026	3.71	2.75	0.91	1.58
25	197	181	160	0.0027	1.10	1.08	0.72	1.24
26	185	160	132	0.0006	1.49	1.18	0.33	0.56
27	194	170	142	0.0032	0.89	1.14	0.78	1.35
28	178	154	126	0.0033	3.81	3.91	0.9	1.55
29	175	155	137	0.0029	1.43	1.31	1.53	2.63
30	193	166	134	0.0014	1.28	2.61	0.48	0.82
31	189	164	136	0.0042	0.82	1.98	0.76	1.31
32	180	158	135	0.0059	1.27	1.70	0.92	1.59
33	189	165	137	0.0017	0.93	0.68	0.61	1.06
34	186	165	144	0.0007	0.91	0.88	1.02	1.76
35	196	175	148	0.0007	4.38	2.29	0.55	0.94
36	178	159	137	0.0052	2.48	0.75	1.29	2.23
37	180	154	132	0.0035	3.31	0.84	0.75	1.29
38	181	163	136	0.0045	2.65	1.64	1.00	1.73
39	189	169	145	0.0010	0.86	1.06	0.46	0.80
40	184	160	135	0.0024	1.45	1.82	0.67	1.15
41	202	180	155	0.0014	0.88	2.18	0.51	0.88
42	171	154	135	0.0059	2.73	1.22	1.79	3.08
43	180	152	115	0.0040	0.52	4.01	0.93	1.60
44	188	170	145	0.0003	1.58	0.79	0.77	1.32
45	161	137	109	0.0023	3.90	2.17	0.54	0.94
46	185	162	129	0.0073	5.73	1.82	1.35	2.32
47	153	131	106	0.0080	2.86	1.60	1.76	3.04

Table 1 (continue)

ID	R	G	B	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	OC (%)	OM (%)
48	176	154	129	0.0028	2.23	1.48	0.61	1.05
49	183	167	142	0.0014	0.64	0.47	0.89	1.53
50	188	166	143	0.0026	0.96	0.55	0.67	1.15
51	175	160	132	0.0033	1.20	0.93	0.83	1.42
52	161	143	115	0.0041	2.18	1.31	0.62	1.07
53	173	159	135	0.0057	1.54	0.77	1.10	1.90
54	118	99	91	0.0118	2.10	1.35	2.68	4.62
55	182	155	123	0.0040	4.22	1.95	0.91	1.58
56	148	122	96	0.0321	3.61	2.00	1.78	3.07
57	171	153	125	0.0533	1.61	1.62	0.78	1.35
58	165	144	115	0.0243	1.73	1.72	0.69	1.19
59	163	147	124	0.0379	1.75	2.31	0.14	0.25
60	136	124	100	0.0418	1.82	2.33	2.02	3.48
61	135	114	96	0.0393	2.44	1.72	1.76	3.04
62	171	149	128	0.0391	0.78	0.77	1.21	2.08
63	167	147	123	0.0569	1.34	0.95	1.84	3.18
64	163	141	116	0.0400	3.70	1.23	1.56	2.69
65	160	136	108	0.0346	5.69	2.64	1.37	2.35
66	168	143	111	0.0362	1.57	1.58	0.71	1.22
67	173	146	112	0.0512	0.60	1.04	0.73	1.26
68	179	163	138	0.0464	1.76	1.58	1.50	2.59
69	181	156	124	0.0358	0.30	0.71	1.55	2.68
70	164	146	119	0.0094	0.53	2.06	0.97	1.67
71	191	170	143	0.0084	0.95	0.91	0.45	0.78
72	177	157	133	0.0108	1.65	0.92	0.84	1.45
73	173	152	131	0.0143	1.49	1.11	1.42	2.45
74	174	152	131	0.0102	0.49	0.69	0.77	1.33

**Table 2** Correlation matrix among the soil color parameters and their related properties

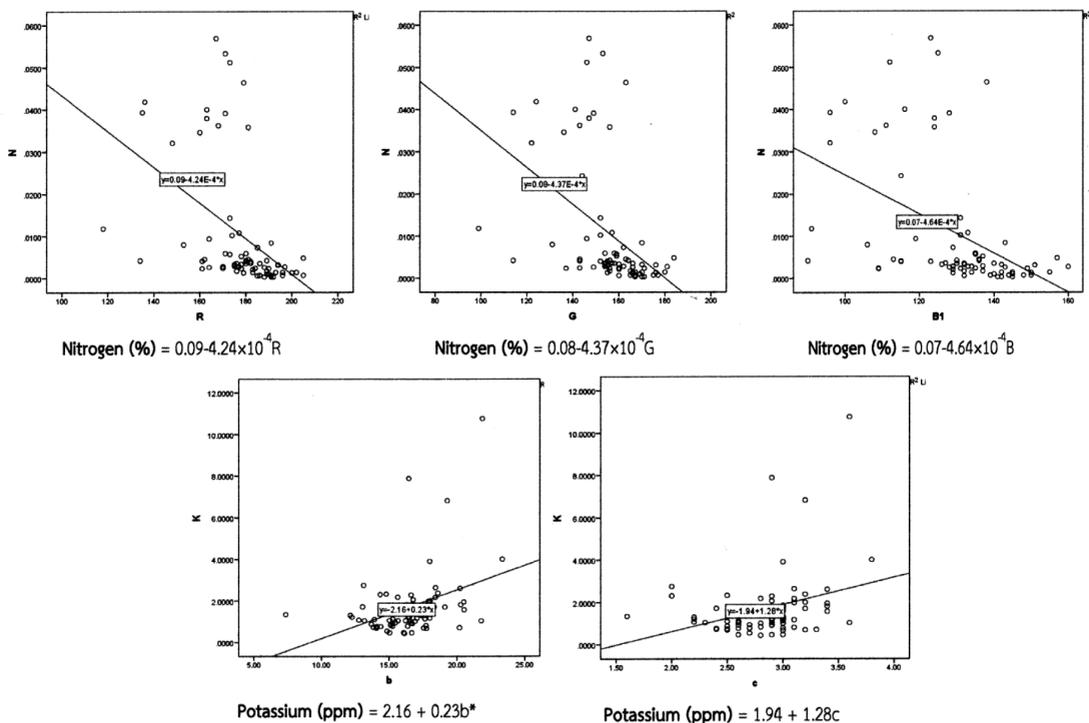
	CIELAB color			Munsell color			iPhone 6 IOS Color analyzer application					Soil properties				
	L*	a*	b*	Hue	Value	Chroma	R	G	B	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	OC (%)	OM (%)		
L*	1.00															
a*	-0.143	1.00														
b*	0.137	0.203	1.00													
Hue	-0.029	-0.815**	-0.448**	1.00												
Value	0.999**	-0.147	0.131	-0.021	1.00											
Chroma	0.146	0.338	0.960**	-0.498**	0.143	1.00										
R	0.985**	0.014	0.243*	-0.174	0.982**	0.269*	1.00									
G	0.999**	-0.190	0.111	0.019	0.997**	0.115	0.975**	1.00								
B	0.955**	-0.198	-0.161	0.103	0.956**	-0.139	0.909**	0.962**	1.00							
N	-0.453**	-0.040	0.041	-0.003	-0.456**	-0.021	-0.454**	-0.451**	-0.465**	1.00						
P	-0.172	0.079	0.110	-0.138	-0.190	0.080	-0.151	-0.176	-0.203	0.004	1.00					
K	-0.058	0.080	0.368**	-0.134	-0.070	0.309**	-0.016	-0.065	-0.165	-0.050	0.385**	1.00				
OC	-0.564**	0.023	-0.338**	0.161	-0.568**	-0.298*	-0.583**	-0.554**	-0.460**	0.406**	0.267*	0.159	1.00			
OM	-0.564**	0.023	-0.339**	0.161	-0.568**	-0.299**	0.584**	-0.555**	-0.460**	0.407**	0.266*	0.158	1.000**	1.00		

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (-2tailed)

\* Correlation is significant at the 0.05 level (-2tailed)

ส่วนค่าสหสัมพันธ์ของ RGB มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Figure 3) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

(Figure 4) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เป็นสหสัมพันธ์เชิงลบส่วนปริมาณฟอสฟอรัสไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์กับค่าของ RGB



**Figure 3** Relationship between soil color parameters and their related properties of Nitrogen and Potassium

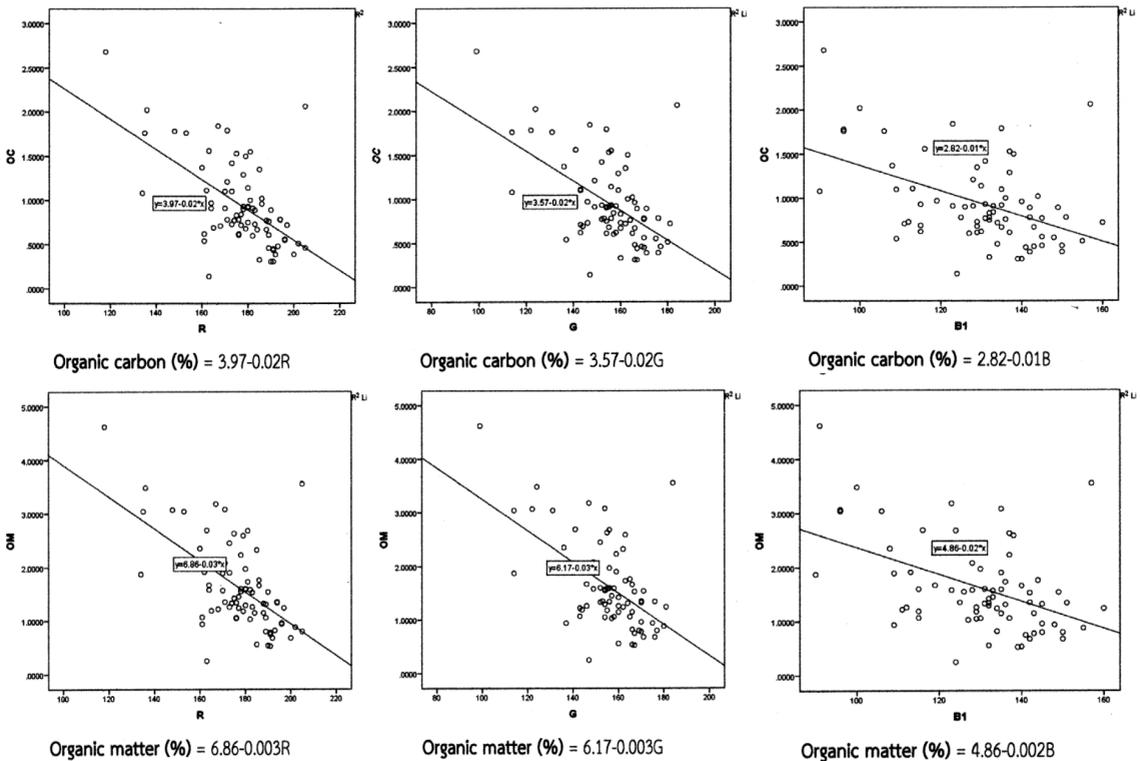


Figure 4 Relationship between soil color parameters and their related properties of organic carbon and organic matter

### สรุป

การวัดของสีดินโดยเครื่องอ่านสีดินในสวนมะม่วงน้ำดอกไม้ ในเขตพื้นที่ตำบลพันชาลี และตำบลน่าน้อย อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้แอปพลิเคชัน Color Analyzer สามารถประเมินค่าของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยการเลือกพารามิเตอร์สีที่เหมาะสมของค่าสี RGB ที่สัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ส่วนพารามิเตอร์สีที่เหมาะสมของค่าสี b\* และค่า Chroma ที่สัมพันธ์กับปริมาณโปแทสเซียม แต่พารามิเตอร์สี

ทั้งหมดไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสในดิน วิธีทดลองนี้มีประโยชน์ทางด้านประเมินปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โปแทสเซียม ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสำหรับการเกษตรด้วยแอปพลิเคชัน Color Analyzer ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงน้ำดอกไม้สามารถนำเครื่องมือตรวจสอบดินนี้ไปใช้ได้ง่าย และประหยัดเวลาในการทดสอบดิน

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่

สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ สารเคมี และสถานที่ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ  
 ในการทำวิจัย และขอขอบคุณโครงการวิจัยและ พ.ศ. 2561 ที่สนับสนุนทุนวิจัย  
 นวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก

### เอกสารอ้างอิง

- International Commission on Illumination. 1935. Berlin. Comptes Rendus de la Commission Internationale de l'Éclairage. 9: 596–625.
- Kirillova, N. 2015. Taxonomic soil diagnostics using automated guide. Moscow University. Soil Sci. Bull. 70(3): 116–121.
- Land Development Department. 2010. Soil Resources Survey and Research Division. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok. (in Thai)
- Lindbo, D., M. Rabenhorst and F. Rhoton. 1998. Soil colour, organic carbon and hydromorphy relationships in sandy epipedons. Quantifying Soil Hydromorphology. SSSA. 54: 95–105.
- Munsell, A.E.O. and I.H. Godlove. 1934. Colorimetry with reflection standards: a quasi-psychological method and data for the interconversion of physical and psychological color specification. Opt. Soc. Amer. 24: 267–271.
- Moritsuka, N., K. Matsuoka, K. Katsura, S. Sano and J. Yanai. 2014. Soil color analysis for statistically estimating total carbon, total nitrogen and active iron contents in Japanese agricultural soils. J. Soil Sci. Plant Nutr. 60: 475–485.
- Nattapol, D., L. Kanok and P. Apisak. 2015. Comparison of soil properties and physical structure in good agricultural practice (GAP) and conventional Mango Orchards at Pongtalong Sub-district, Pak Chong district, Nakhon Ratchasima province. King Mongkut's Agric. J. 33(2): 1–8. (in Thai)
- Rayment, G.E. and F.R. Higginson. 1992. Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods. Inkata press, Sydney, Australia.
- Schwertmann, U. 1993. Relations between iron oxides, soil color, and soil formation. In: Soil Color. Bigham J.M. Ciolkosz E.J. eds. SSSA. 31: 51–70.
- Sudduth, K., S. Drummond and N. Kitchen. 2001. Accuracy issues in electromagnetic induction sensing of soil electrical conductivity for precision agriculture. Comput. Electron. Agr. 31: 239–364.
- Viscarra Rossel, R.A. and C. Walter. 2004. Rapid, quantitative and spatial field measurements of soil pH using an ion sensitive field effect transistor. Geoderma. 119: 9–20.
- Viscarra Rossel, R.A., Y. Fouad and C. Walter. 2008. Using digital camera to measure soil organic carbon and iron contents. Biosyst. Eng. 100: 149–159.