

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศสู่เกษตรกรดิจิทัล
2. โครงการวิจัย : การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อประเมินปริมาณธาตุอาหาร
ในปาล์มน้ำมัน
กิจกรรม : -
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาพถ่าย และปริมาณธาตุอาหาร
ของใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากห้องปฏิบัติการ สำหรับทำดัชนีธาตุ
อาหารของใบปาล์มน้ำมัน
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study of the relation between images and nutrients
content of oil palm leaves for nutrients index.
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวสุชาดา โภชาตม สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๗
ผู้ร่วมงาน : นายสฤชัย ขวัญแก้ว สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๗
: นางสาวสุธีรา ถาวรรัตน์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๗
: นางจินตนาพร โคตรสมบัติ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๗
: นางจิตติลักษณ์ เหมะ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๗
: นายสมคิด ดำน้อย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกระบี่
: นายอุดมพร เสือมาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชุมพร
: นายสุทัศน์ แซ่ตั้ง ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และ
คอมพิวเตอร์แห่งชาติ

5. บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาพถ่าย และปริมาณธาตุอาหารของใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากห้องปฏิบัติการ สำหรับทำดัชนีธาตุอาหารของใบปาล์มน้ำมัน ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันพันธุ์ สฎ.2 ที่ช่วงอายุ 7-12 ปี โดยเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17 และทางใบที่ 33 จำนวนอย่างละ 450 ตัวอย่าง ที่ระดับการได้รับธาตุอาหารที่แตกต่างกัน วัดค่าสี วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) และโพแทสเซียม (K) ได้ข้อมูล 3 ชุด คือ ค่าสีทางใบที่ 17 ค่าสีทางใบที่ 33 และค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมของใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ นำค่าสีที่วัดได้จากเครื่อง colorimeter ในระบบ Lab มาแปลงค่าสีในระบบ RGB และระบบ HSV และนำมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) พบว่า ความความสัมพันธ์ของธาตุไนโตรเจน (N) กับค่าสีระบบ Lab ระบบ RGB และระบบ HSV มีค่า r^2 เท่ากับ 0.038 0.045 และ 0.039 ตามลำดับ และค่าความสัมพันธ์ของธาตุโพแทสเซียม (K) กับค่าสีระบบ Lab ระบบ RGB และระบบ HSV มีค่า r^2 เท่ากับ 0.024 0.037 และ 0.029 ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความความสัมพันธ์ของธาตุไนโตรเจน (N) และธาตุโพแทสเซียมกับค่าสี พบความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก ดังนั้น การใช้ค่าสีเพียงอย่างเดียวไม่สามารถประเมินปริมาณธาตุไนโตรเจนและธาตุโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมันได้

Study of the relation between images and nutrient content of 17th oil palm leaves was conducted between October 2017 to September 2019, samples of SR.2 palm oil palm specimens were collected at the age of 7-12 years. A number of 450 samples of 17th oil palm leaves was collected on symptoms of level of elemental intake. The color levels on nitrogen and potassium content was measured. The color values measured by the colorimeter in the $L^*a^*b^*$ system are used to convert the color values in the RGB and HSV systems and to find the relationship with the nitrogen and potassium content. It was found that the relationship of nitrogen with color values of $L^*a^*b^*$ systems, RGB systems and HSV systems were r^2 to 0.038, 0.045 and 0.039 respectively and relationship of potassium were r^2 to 0.024, 0.037 and 0.029 respectively. The relation was found to be very low; therefore the use of color values alone was not able to estimate the amount of nitrogen and potassium in palm oil leaves.

6. คำนำ

ปาล์มน้ำมันที่ปลูกในเขตภาคใต้ตอนบนส่วนใหญ่ พบว่ามีปริมาณอาหารต่ำกว่าค่ามาตรฐานอ้างอิง (ทางใบที่ 17) โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม อาการขาดธาตุไนโตรเจนมีผลกระทบต่อการพัฒนาและการทำงานของคลอโรฟิลล์ ซึ่งทำให้การสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลดลง ต้นปาล์มน้ำมันจะชะงักการเจริญเติบโต ใบปาล์มน้ำมันจะมีสีเขียวซีดจนเป็นสีเหลือง (chlorosis) ถ้าขาดปริมาณมากปลายใบย่อยจะมีอาการไหม้ (necrosis) โดยเริ่มแสดงอาการขาดจากใบล่างก่อน หากได้รับไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้มีการเจริญเติบโตทางใบและลำต้นมากเกินไป ส่งผลให้ปาล์มน้ำมันมีความอ่อนแอต่อโรคและแมลงเข้าทำลาย ทำให้ผลผลิตลดลง และยังชักนำให้เกิดการขาดธาตุโบรอน (B) สำหรับอาการขาดธาตุโพแทสเซียม อาการที่บ่งบอกได้ เช่น การเจริญเติบโตลดลง ทะลายฝ่อ และแสดงอาการทางใบ เช่น อาการจุดแผลสีส้ม (confluent orange spotting) อาการตุ่มแผลสีส้ม (orange blotch) อาการใบเหลืองกลางทรงพุ่ม (diffuse yellowing) และอาการแถบสีขาว (white stripe) ซึ่งอาการที่พบมากที่สุดคือ อาการจุดแผลสีส้ม (confluent orange spotting) โดยเริ่มจากใบสีเหลืองซีด มีจุดรูปร่างไม่แน่นอนตามใบย่อยของทางใบล่าง ถ้าอาการรุนแรงขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีส้มและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จากนั้นปลายทางใบจะเริ่มแห้ง เปาะหักง่าย (กรมวิชาการเกษตร, 2554)

การวิเคราะห์สีจากภาพถ่าย เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ไม่ทำลายตัวอย่างและกำลังเป็นที่นิยมที่มีศักยภาพในการวิเคราะห์ลักษณะที่ปรากฏ (phenotype) ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงสถานะของสุขภาพพืชได้ การพัฒนาเทคนิคนี้เป็นวิธีการที่ใช้ต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ การวิเคราะห์ภาพถ่าย (RGB image) ของใบพืชสามารถประเมินระดับของธาตุอาหาร ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ โรคพืช และการแก่ของใบพืชได้ (Gupta *et al.*, 2013) การทดลองนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีและปริมาณธาตุอาหารของใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากห้องปฏิบัติการ สำหรับพัฒนาดัชนีธาตุอาหารของใบปาล์มน้ำมัน

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

- 1) ปาล์มน้ำมันพันธุ์ สฎ. 2 ที่ช่วงอายุ 7-12 ปี
- 2) อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ใบ
- 3) อุปกรณ์/เครื่องสแกนภาพ
- 4) อุปกรณ์/เครื่องมือวัดค่าสี
- 5) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน (N) และโพแทสเซียม (K) ในใบปาล์มน้ำมัน

- วิธีการ

1) การเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน

เก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันตามวิธีมาตรฐาน ในช่วงเวลาก่อนการใส่ปุ๋ยประมาณ 3 เดือน เก็บตัวอย่างใบทางใบที่ 17 จำนวนอย่างละ 450 ตัวอย่าง ที่ระดับการได้รับธาตุอาหารที่แตกต่างกัน โดยสังเกตอาการใบที่แสดงอาการขาด เหมาะสม และได้รับธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมมากเกินไป เพื่อให้ได้ภาพถ่ายและค่าวิเคราะห์ครอบคลุมทุกระดับของการได้รับธาตุอาหาร

2) การถ่ายภาพใบปาล์มน้ำมัน

ถ่ายภาพใบปาล์มน้ำมันที่เตรียมได้จากข้อ 1) โดยใช้เครื่อง scanner (ภาพผนวกที่ 1) ที่สามารถสแกนใบปาล์มน้ำมันที่ให้ความละเอียดของภาพเทียบเท่ากับกล้องถ่ายรูป และลดปัญหาเรื่องการไม่สม่ำเสมอของแสงขณะถ่ายภาพ

3) การวัดค่าสีของใบปาล์มน้ำมัน

3.1) นำใบปาล์มน้ำมันที่ถ่ายภาพแล้วมาวัดค่าสี โดยใช้เครื่อง Colorimeter โดยวัดทั่วใบปาล์มน้ำมัน จำนวน 3 จุด

4) การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน

นำใบปาล์มน้ำมันที่ถ่ายภาพและวัดความเข้มสีแล้ว มาวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนและธาตุโพแทสเซียมในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีวิธีในการเตรียมตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ ดังนี้

4.1) การเตรียมตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน

4.1.1) นำใบปาล์มน้ำมันที่ถ่ายภาพและวัดความเข้มสีแล้ว เอาแกนใบย่อยและขอบใบออก

4.1.2) นำส่วนที่เป็นแผ่นใบมาตัดให้เป็นชิ้นขนาด 2 เซนติเมตรและนำไปอบที่อุณหภูมิ 65-75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.1.3) นำตัวอย่างที่อบแล้วมาบดให้ละเอียด คลุกเคล้าให้เข้ากัน และเก็บใส่ถุงเพื่อส่งวิเคราะห์

4.2) การวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมัน

วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบปาล์มน้ำมันโดยใช้วิธี Kjeldahl (Johan Kjeldahl, 1883) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.1) การย่อยตัวอย่าง (digestion) ด้วยกรดผสม Conc. $H_2SO_4 + Na_2SO_4 + Se$

4.2.2) การกลั่น (distillation) โดยนำสารละลายที่ย่อยได้มากลั่นกับต่างได้แอมโมเนีย ซึ่งจะถูกจับด้วยกรดบอริกในรูปแอมโมเนียมบอเนต ($NH_4H_2BO_3$)

4.2.3) การไทเทรต (titration) โดยนำสารละลายซึ่งอยู่ในรูปแอมโมเนียมบอเนต ($NH_4H_2BO_3$) มาไทเทรตกับสารละลายกรดมาตรฐาน

4.3) การวิเคราะห์ธาตุโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในใบปาล์มน้ำมันประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

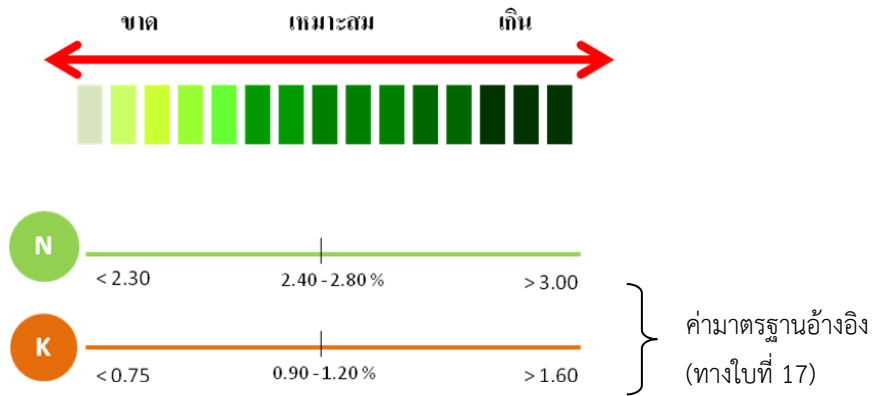
4.3.1) การย่อยสลายให้เป็นเถ้า (dry ashing) โดยการเผาตัวอย่างในเตาเผาที่ใช้ความร้อนสูง

4.3.2) การย่อยสลายด้วยกรด (wet digestion) โดยย่อยด้วยกรดผสม Conc. HNO_3 + Conc. HClO_4

4.3.3) วัดหาปริมาณโพแทสเซียม ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

5) การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1) การจัดลำดับความสัมพันธ์ระหว่างภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันกับปริมาณธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียม ที่วิเคราะห์ได้จากในห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงการจัดลำดับความสัมพันธ์ระหว่างภาพถ่ายกับค่าวิเคราะห์

5.2) จัดลำดับความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีของใบปาล์มน้ำมันกับปริมาณธาตุไนโตรเจน และ โพแทสเซียม ที่วิเคราะห์ได้จากในห้องปฏิบัติการ

5.3) หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มสีของตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17 และทางใบที่ 33 โดย Regression analysis

5.4) จัดกลุ่มภาพและสีของใบปาล์มน้ำมันกับค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากห้องปฏิบัติการโดยใช้หลักการทางสถิติ

6) การบันทึกข้อมูล

6.1) บันทึกข้อมูลในการเก็บตัวอย่าง โดยบันทึกข้อมูลแปลงปาล์มน้ำมัน ประวัติการใช้ปุ๋ย ลักษณะทางกายภาพของต้นปาล์มน้ำมันและใบปาล์มน้ำมันที่เก็บตัวอย่าง

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2562

สถานที่ : จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร และกระบี่

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 ตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน

เก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันสำหรับนำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน จำนวน 450 ตัวอย่าง และ โพแทสเซียม จำนวน 450 ตัวอย่าง ที่ระดับการได้รับธาตุอาหารที่แตกต่างกัน โดยสังเกตอาการใบที่แสดงอาการขาด เหมาะสม และได้รับธาตุอาหารมากเกินไป ส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ และแปลผลจากค่าวิกฤติทางใบที่ 17 (ตารางผนวกที่ 1) พบว่า ตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจนที่

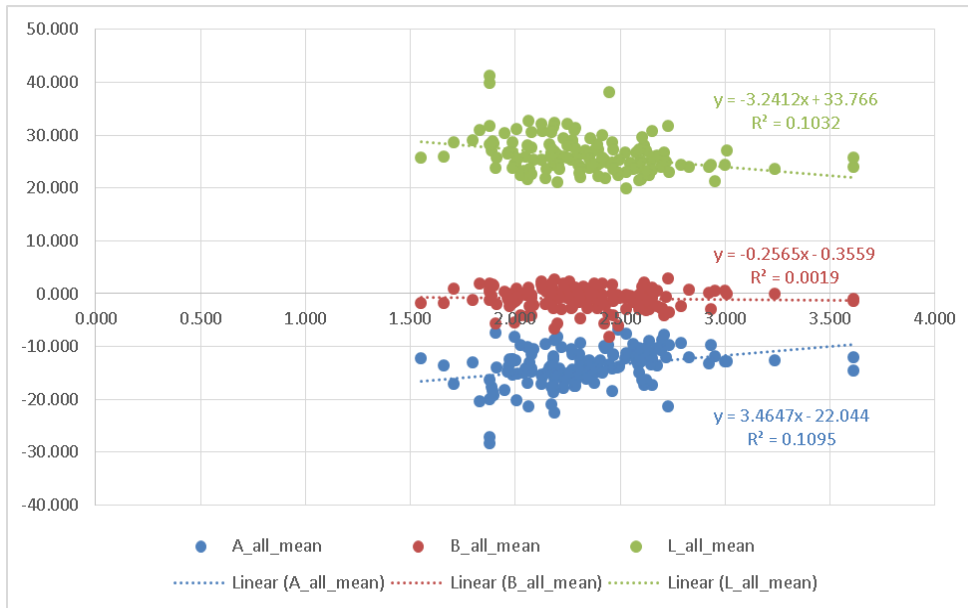
ระดับขาด จำนวน 257 ตัวอย่าง ระดับเหมาะสม จำนวน 176 ตัวอย่าง และระดับเกิน จำนวน 27 ตัวอย่าง และ
ตัวอย่างไบปาล์มน้ำมันที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุโพแทสเซียม ที่ระดับขาด จำนวน 281 ตัวอย่าง ระดับ
เหมาะสม จำนวน 169 ตัวอย่าง และระดับเกิน จำนวน 0 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่างใบปาล์มแบ่งตามค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารและอาการขาดธาตุอาหาร จำนวน 900 ตัวอย่าง

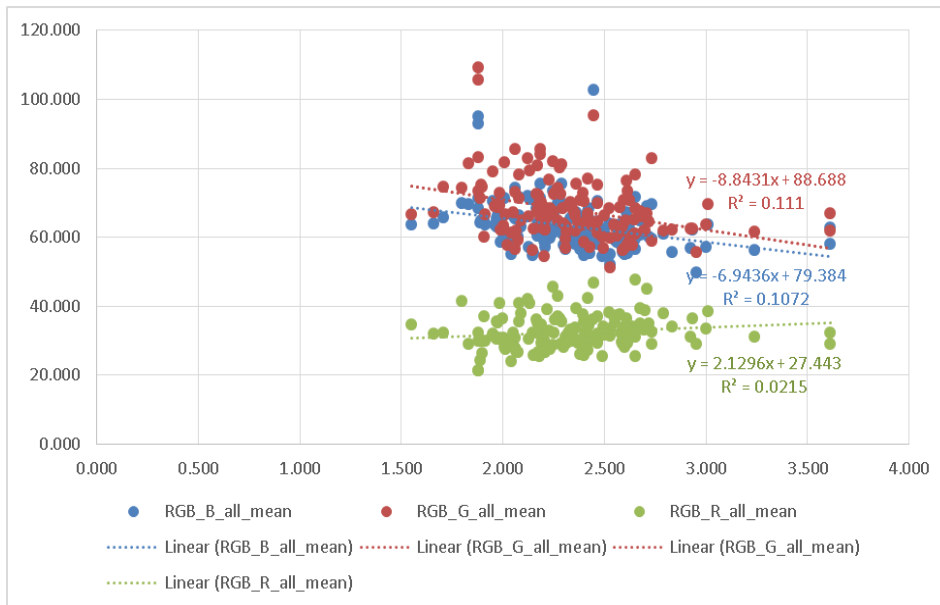
อาการ ขาดธาตุ อาหาร	ปี 2560		ปี 2561		ปี 2562		รวม
	ค่าวิเคราะห์ ธาตุอาหาร	จำนวน ตัวอย่าง	ค่าวิเคราะห์ ธาตุอาหาร	จำนวน ตัวอย่าง	ค่าวิเคราะห์ ธาตุอาหาร	จำนวน ตัวอย่าง	
N	ขาด	92	ขาด	85	ขาด	80	257
	เหมาะสม	53	เหมาะสม	65	เหมาะสม	58	176
	เกิน	5	เกิน	-	เกิน	12	27
	รวม	150	รวม	150	รวม	150	450
K	ขาด	104	ขาด	82	ขาด	95	281
	เหมาะสม	46	เหมาะสม	68	เหมาะสม	55	169
	เกิน	-	เกิน	-	เกิน	-	-
	รวม	150	รวม	150	รวม	150	450

8.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีและปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมัน

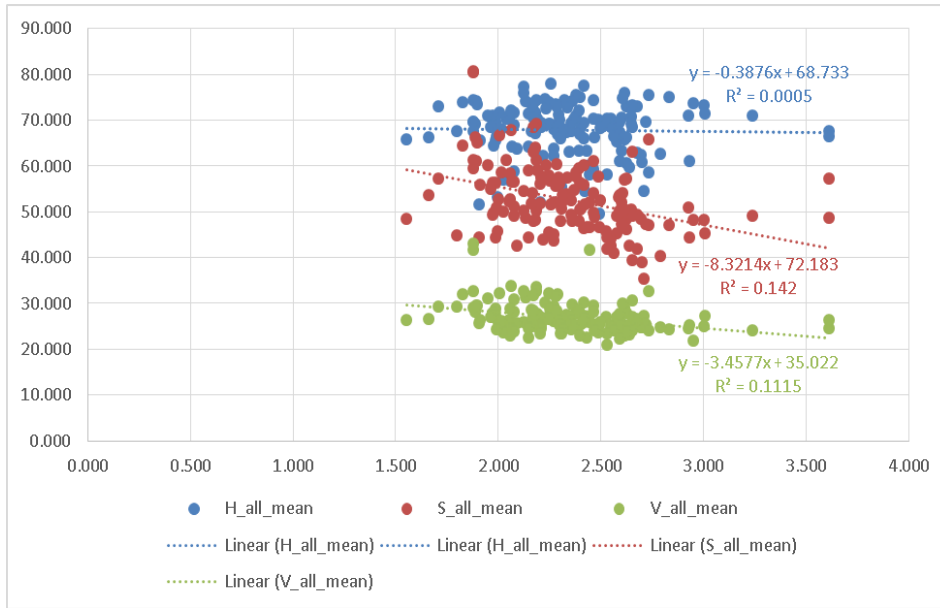
จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีและปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) เพื่อเปรียบเทียบหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าสีทั้ง 3 ระบบ ได้แก่ ระบบ Lab ระบบ RGB และระบบ HSV กับธาตุไนโตรเจน มีค่า r^2 เท่ากับ 0.038 0.045 และ 0.039 ตามลำดับ (ภาพที่ 2, 3, 4) มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก ดังนั้น การใช้ค่าสีเพียงอย่างเดียวไม่สามารถประเมินปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมันได้



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีระบบ Lab กับปริมาณธาตุ N



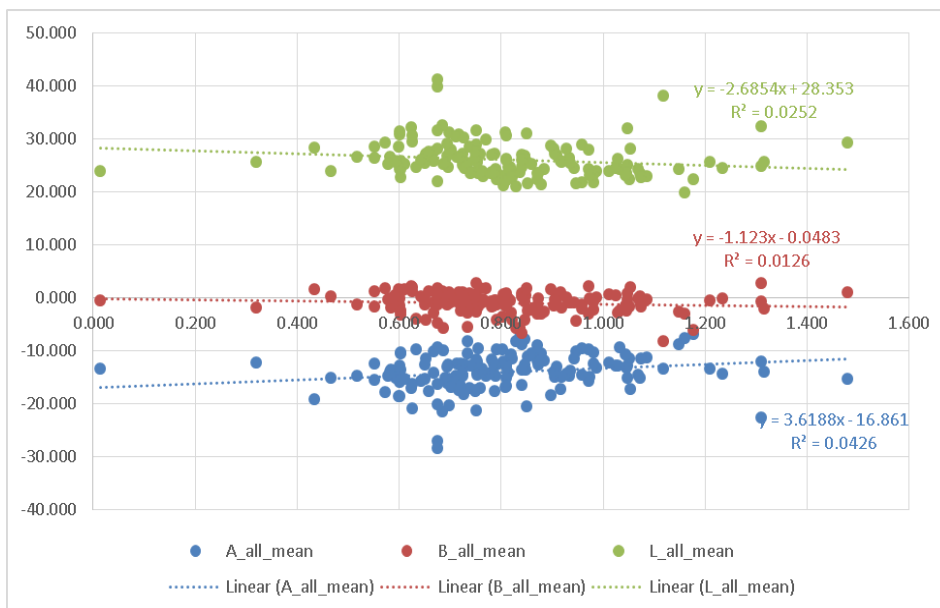
ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีระบบ RGB กับปริมาณธาตุ N



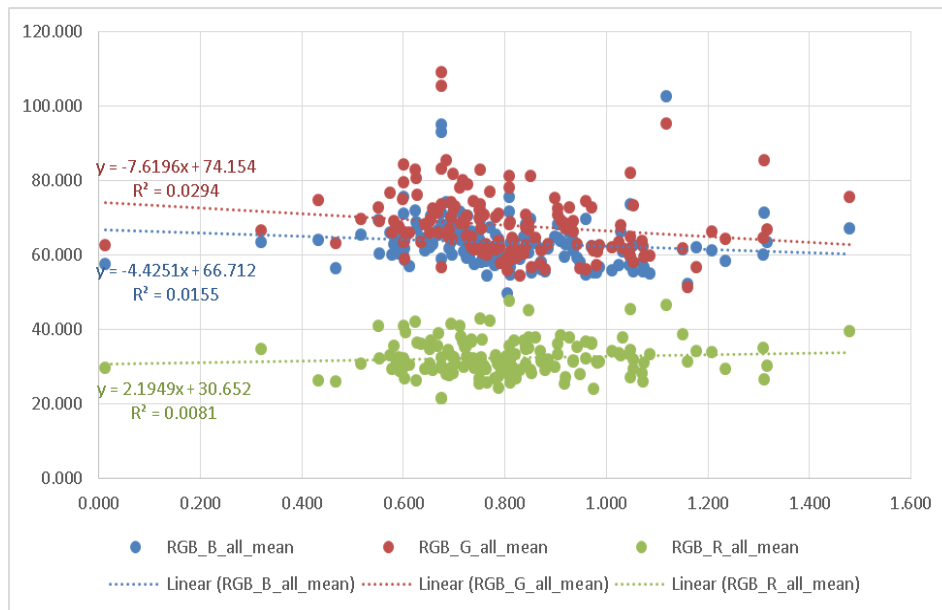
ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีระบบ HSV กับปริมาณธาตุ N

8.3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีและปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมัน

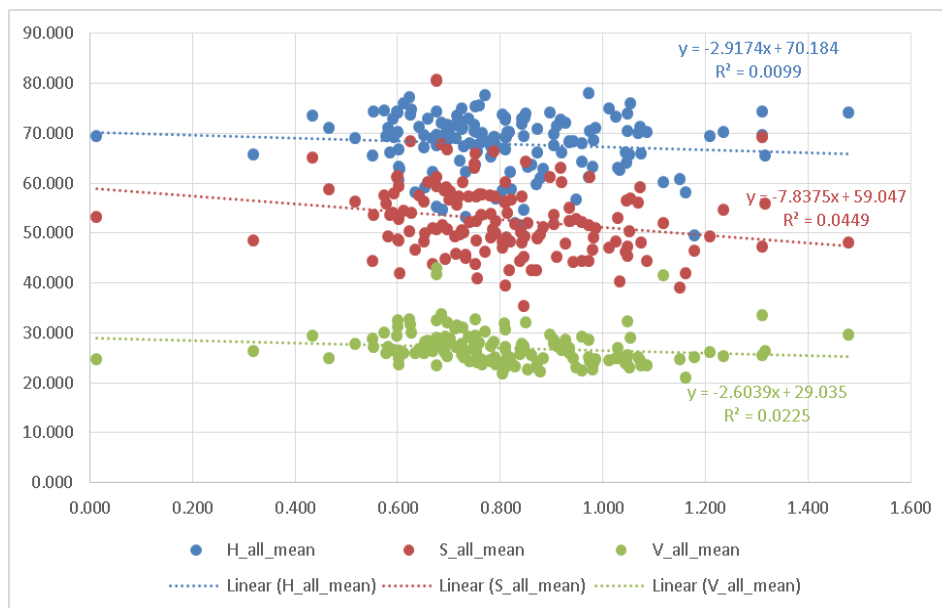
จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีและปริมาณธาตุไนโตรเจนในใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) เพื่อเปรียบเทียบหาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าสีทั้ง 3 ระบบ ได้แก่ ระบบ Lab ระบบ RGB และระบบ HSV กับธาตุไนโตรเจน มีค่า r^2 เท่ากับ 0.024 0.037 และ 0.029 ตามลำดับ (ภาพที่ 5, 6, 7) มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก ดังนั้น การใช้ค่าสีเพียงอย่างเดียวไม่สามารถประเมินปริมาณธาตุโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมันได้



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีระบบ Lab กับปริมาณธาตุ K



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีระบบ RGB กับปริมาณธาตุ K



ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีระบบ HSV กับปริมาณธาตุ K

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ความความสัมพันธ์ของธาตุไนโตรเจน (N) กับค่าสีระบบ Lab ระบบ RGB และระบบ HSV มีค่า r^2 เท่ากับ 0.038 0.045 และ 0.039 ตามลำดับ และค่าความสัมพันธ์ของธาตุโพแทสเซียม (K) กับค่าสีระบบ Lab ระบบ RGB และระบบ HSV มีค่า r^2 เท่ากับ 0.024 0.037 และ 0.029 ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็น

ว่า ความความสัมพันธ์ของธาตุไนโตรเจน (N) และธาตุโพแทสเซียมกับค่าสี พบความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก ดังนั้น การใช้ค่าสีเพียงอย่างเดียวไม่สามารถประเมินปริมาณธาตุไนโตรเจนและธาตุโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมันได้

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่าการใช้ค่าสีเพียงอย่างเดียวไม่สามารถประเมินปริมาณธาตุไนโตรเจนและธาตุโพแทสเซียมในใบปาล์มน้ำมันได้ ดังนั้น จึงต้องมีการศึกษาการประมวลผลภาพ (image processing) หรือการวิเคราะห์ภาพถ่ายขั้นสูง เพื่อทำดัชนี หรือประเมินความแตกต่างของระดับการขาดธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

-

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2554. เทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันแบบครบวงจร. เอกสารประกอบการอบรม.

Gupta S. Dutta and Yasuomi Ibaraki.. **Plant Image Analysis**. New York: Taylor & Francis Group. 2015.

13. ภาคผนวก

ภาพผนวก



ภาพผนวกที่ 1 เครื่องสแกนเนอร์ ยี่ห้อ Epson รุ่น Perfection V600 Photo สำหรับถ่ายภาพใบปาล์ม
น้ำมัน



ภาพผนวกที่ 2 เครื่องวัดสี ยี่ห้อ 3nh รุ่น NR110 สำหรับวัดค่าสีใบปาล์มน้ำมัน

ตารางผนวก

ตารางผนวกที่ 1 รายละเอียดของเครื่องสแกนเนอร์ รุ่น Perfection V600 Photo สำหรับถ่ายภาพใบปลิวน้ำมัน

สแกนความละเอียดสูงสุดถึง 6,400 x 9,600 dpi
ความหนาแน่นของแสง 3.4 Dmax
ชุดใส่ฟิล์มใส่ภายในตัวเครื่อง เพื่อรองรับการสแกนฟิล์ม Epson Easy Photo Fix
Perfection V600 PHOTO (A4 Size)
48 bit
USB 2.0
Scan film 35mm:12 frames
Slide:4 frames
6x22cm:1 frames
function color restoration
B/W Film, dust removal
DIGITAL ICE for film and print

ตารางผนวกที่ 2 เครื่องวัดสี ยี่ห้อ 3nh รุ่น NR110 สำหรับวัดค่าสีใบปลิวน้ำมัน

มี Detector เป็น Silicon photoelectric diode
มีหน้าจอแสดงผล LED แสงสีน้ำเงิน แสดงผลได้ทั้งภาษาอังกฤษและภาษาจีน
โหมดการวัดหน้าจอและพื้นที่สีแบบ CIE L*a*b* C*H* ; CIE L*a*b*, CIE XYZ
สมการค่าความแตกต่างของสี dE^*ab ; $dL^*a^*b^*$; dE^*C^*H
ระยะเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างการวัด ประมาณ 1 วินาที
หัววัดแบบ Double Locating แบบ Illuminating และ Precision Cross
ระยะเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างการวัด ประมาณ 1 วินาที
อายุการใช้งานแบตเตอรี่ 8 ชั่วโมง หรือประมาณ 3,000 ครั้ง
แหล่งพลังงาน แบตเตอรี่ Lithium-ion 3.7V ที่ 3200 mAh.
อายุการใช้งานหลอดไฟมากกว่า 1.6 ล้านครั้ง ใน 5 ปี
ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการทำงาน -10 °C ถึง 40 °C
ได้รับมาตรฐาน SCM, CE, ISO9001, Quality Management System Certification

