รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

----

1. **แผนงานวิจัย** : วิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศสู่เกษตรดิจิทัล

2. **โครงการวิจัย** : การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน

   กิจกรรม : -

   กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันที่ได้โดยใช้เทคนิค Image Processing

4. **ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ)** : Study of the relation between images and nutrient content of 17th oil palm leaves by Image Processing technique

5. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง	: นางสาวสุชาดา โภชาดม	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๗
ผู้ร่วมงาน	: นายสญชัย ขวัญเกื้อ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๗
	: นางสาวสุธีรา ถาวรรัตน์	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๗
	: นางจินตนาพร โคตรสมบัติ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๗
	: นางจิตติลักษณ์ เหมะ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๗
	: นายสมคิด ดำน้อย	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกระบี่
	: นายอุดมพร เสือมาก	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชุมพร
	: นายสุทัศน์ แซ่ตั้ง	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

กรมวิชาการเกษตร

5. บทคัดย่อ

ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิค Image Processing ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2563 ดำเนินการเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันพันธุ์ สฎ.2 ที่ช่วงอายุ 7-12 ปี โดยเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17 และทางใบที่ 33 จำนวนอย่างละ 450 ตัวอย่าง ที่ระดับการได้รับธาตุอาหารที่แตกต่างกัน วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) และโพแทสเซียม (K) ตัวอย่างจะถูกนำไปจัดกลุ่มและเรียงลำดับของตัวอย่างตามค่าการวิเคราะห์อาการขาดธาตุจากห้องปฏิบัติการ ซึ่งเกณฑ์ของอาการขาดธาตุ ประกอบด้วย อาการขาดธาตุมาก ขาดน้อย เหมาะสม เกินน้อย และเกินมาก หลังจากนั้นนำข้อมูลภาพเข้าสู่ระบบประมวลผลภาพใบปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิค K-mean clustering ในการจัดกลุ่มค่าสีและหาสีหลักของภาพ (Dominant colors) โดยจำนวนกลุ่มสีที่มีความเหมาะสมที่ได้จากการทดลอง คือ ไนโตรเจน 5 กลุ่มสี และโพแทสเซียม 30 กลุ่มสี หากใช้ค่า k น้อยไป ลักษณะของอาการขาดธาตุ เช่น จุดสีส้ม สีดำกลางจุดสีส้ม จะไม่ถูกแบ่งแยกจากสีอื่น ในตัวอย่างภาพใบปาล์มบางภาพที่อยู่ในประเภทขาดโพแทสเซียมน้อยจะแสดงจุดสีส้มน้อยมาก ถ้าใช้ ค่า k น้อย จะไม่สามารถพบเฉดสีนี้ได้จากการคำนวณและจัดกลุ่มสี ซึ่งกลุ่มสีที่เหมาะสมดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการศึกษาต่อเพื่อพัฒนาแผ่นเทียบสีใบปาล์มน้ำมันสำหรับประเมินธาตุไนโตรเจนและธาตุโพแทสเซียม

Study of the relation between images and nutrient content of 17th oil palm leaves was conducted between October 2018 to September 2020, 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. A total of samples was grouped and arranged by deficiency nutrient of oil palm leaves, which comprise 5 levels: 1.Very low 2.Low 3.Optimum 4.High 5.Very High. After that Data processing with K-mean clustering was provided a group of color and dominant colors. The result of samples were arranged to 1) Nitrogen deficiency nutrient was grouped on 5 color groups 2) Potassium deficiency nutrient was grouped on 30 color groups, in which cluster center (k) was effect on color of deficiency nutrient, using cluster center (k) should be higher than normally because cluster center (k) was low that could not grouped on samples. From results of this experiment could lead to development leaf color chart for Nitrogen and Potassium parameters.

กรมวิชาการเกษตร

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) ซึ่งอาการที่พบมากก็คือ อาการจุดแผลสีส้ม (confluent orange spotting) โดยเริ่มจากใบสีเหลืองซีด มีจุดรูปร่างไม่แน่นอนตามใบย่อยของทางใบล่าง ถ้าอาการรุนแรงขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีส้มและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จากนั้นปลายทางใบจะเริ่มแห้ง เปาะหักง่าย (กรมวิชาการเกษตร, 2554)

การประมวลผลภาพ (Image processing) เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ไม่ทำลายตัวอย่างและกำลังเป็นที่นิยมที่มีศักยภาพในการวิเคราะห์ลักษณะที่ปรากฏ (phenotype) ซึ่งสมารถบ่งบอกถึงสถานะของสุขภาพพืชได้ การพัฒนาเทคนิคนี้เป็นวิธีการที่ใช้ต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ การวิเคราะห์ภาพถ่าย (RGB image) ของใบพืชสามารถประเมินระดับของธาตุอาหาร ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ โรคพืช และการแก่ของใบพืชได้ (Gupta *et al.*, 2013) การทดลองนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ในการหาความสัมพันธ์ของภาพถ่ายและปริมาณธาตุอาหารของใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากห้องปฏิบัติการ สำหรับพัฒนาดัชนีธาตุอาหารของใบปาล์มน้ำมัน

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1) ปาล์มน้ำมันพันธุ์ สฎ. 2 ที่ช่วงอายุ 7-12 ปี

2) อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ใบ

3) อุปกรณ์/เครื่องสแกนภาพ

4) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจน (N) และโพแทสเซียม (K) ในใบปาล์มน้ำมัน

- วิธีการ

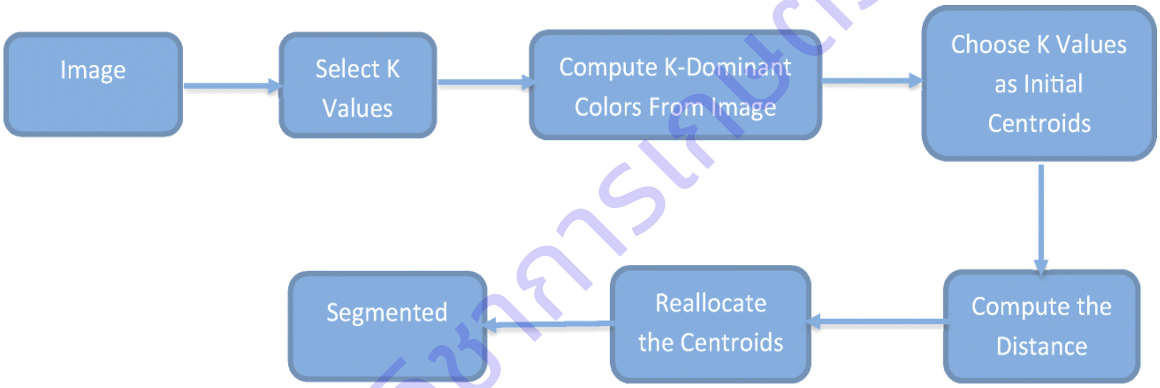
1) นำภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมัน มาจัดกลุ่มและเรียงลำดับตามค่าการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ (ขาดน้อย ขาดมาก เหมาะสม เกินน้อย เกินมาก) และเลือกภาพถ่ายที่มีคุณภาพในการนำเข้าวิเคราะห์ในโปรแกรมประมวลผลภาพ

กรมวิชาการเกษตร

2) พัฒนาโปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพของใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้เทคนิค K-mean Clustering เพื่อจัดกลุ่มค่าสีที่แสดงบนใบปาล์มแต่ละกลุ่ม โดยแสดงผลเป็นกราฟการกระจายตัวของค่าสี และภาพแสดงสัดส่วนของสี เพื่อนำไปใช้ในการประเมินหาค่าสีและแนวทางในการจัดทำดัชนีธาตุอาหารใบปาล์มน้ำมัน ในรูปแบบแผ่นเทียบสีใบปาล์มน้ำมัน

3) ขั้นตอนการประมวลผลภาพของใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้เทคนิค K-mean Clustering

ดำเนินการตามขั้นตอนการประมวลผลภาพ โดยใช้เทคนิค K-mean Clustering (ภาพที่ 1) โดยการส่งรูปเข้าสู่ระบบ → กำหนดค่า k หรือจำนวนกลุ่มสี → คำนวณค่าสีทั้งภาพโดยใช้ k-mean จัดกลุ่ม → กำหนดค่าสีเริ่มต้นที่จะใช้เป็นตัวแทนแต่ละกลุ่ม (เพราะว่าค่าสีต่างกันทุกพิกเซล k-mean จะได้ค่าที่เป็นตัวแทนและใกล้เคียงกับค่าสีอื่นๆ หลังจากนั้นจึงแบ่งช่วงตมจำนวนกลุ่ม/k ที่ตั้งไว้) → คำนวณค่า distance หรือระยะใกล้ไกล/ความใกล้เคียงกันของค่าสี → ปรับค่าสีที่ใช้เป็นตัวแทนแต่ละกลุ่มให้ดีขึ้น โดยมีระยะทางที่ใกล้กับค่าสีพิกเซลอื่นๆ สั้นที่สุด แต่ยังสามารถแบ่งแยกกับกลุ่มสีอื่นได้ดี → แบ่งกลุ่ม



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ โดยใช้เทคนิค K-mean Clustering

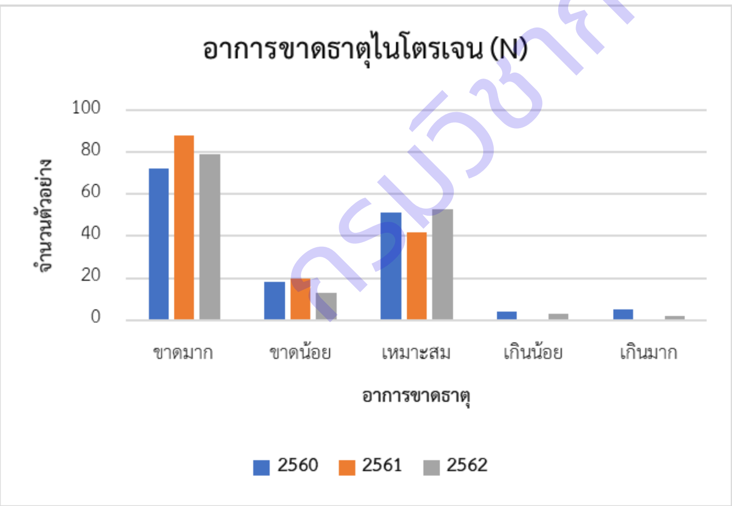
กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 การจัดกลุ่มภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมัน

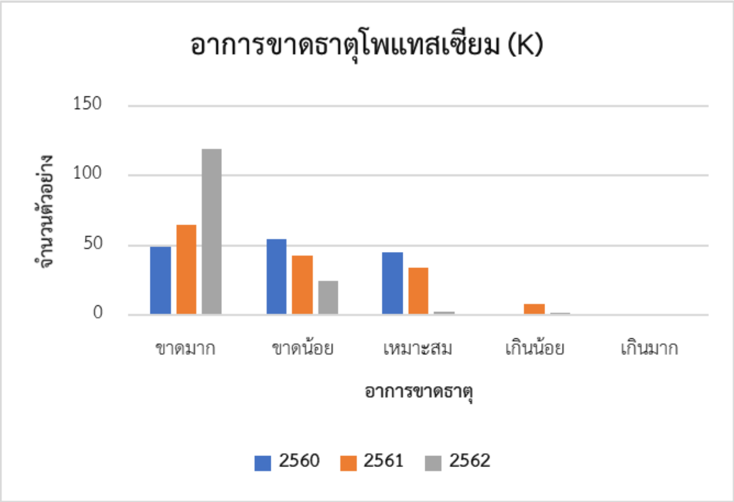
เก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันสำหรับนำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน จำนวน 450 ตัวอย่าง และโพแทสเซียม จำนวน 450 ตัวอย่าง ที่ระดับการได้รับธาตุอาหารที่แตกต่างกัน โดยสังเกตอาการใบที่แสดงอาการขาด เหมาะสม และได้รับธาตุอาหารมากเกินไป ส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ และแปลผลจากค่าวิกฤติทางใบที่ 17 (ตารางผนวกที่ 1) และแบ่งระดับธาตุอาหารขาดและเกินออกเป็น 2 ระดับ คือ ธาตุไนโตรเจนที่ระดับธาตุอาหารขาดมาก มีไนโตรเจนน้อยกว่า 2.3% และระดับขาดน้อยมีไนโตรเจน ระหว่าง 2.30-2.39% และไนโตรเจนที่ระดับธาตุอาหารเกินมาก มีไนโตรเจนมากกว่า 3.0% และเกินน้อยมีไนโตรเจน ระหว่าง 2.81-3.0% และธาตุโพแทสเซียมที่ระดับธาตุอาหารขาดมาก มีโพแทสเซียมน้อยกว่า 0.75% และระดับขาดน้อยมีโพแทสเซียม ระหว่าง 0.75-0.89% และโพแทสเซียมที่ระดับธาตุอาหารเกินมาก มีโพแทสเซียมมากกว่า 1.6% และเกินน้อยมีไนโตรเจน ระหว่าง 1.21-1.6% พบว่า ตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ระดับขาดมาก จำนวน 239 ตัวอย่าง ระดับขาดมากน้อย 51 ตัวอย่าง ระดับเหมาะสม จำนวน 146 ตัวอย่าง ระดับเกินน้อย จำนวน 7 ตัวอย่าง และระดับเกินมาก 7 ตัวอย่าง และตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุโพแทสเซียม ที่ระดับขาดมาก จำนวน 233 ตัวอย่าง ระดับขาดน้อย จำนวน 123 ตัวอย่าง ระดับเหมาะสม จำนวน 82 ตัวอย่าง ระดับเกินน้อย จำนวน 11 ตัวอย่าง และระดับเกินมาก จำนวน 0 ตัวอย่าง (ภาพที่ 1-2)

กรมวิชาการเกษตร



	อาการขาดธาตุไนโตรเจน (N)		
	2560	2561	2562
ขาดมาก	72	88	79
ขาดน้อย	18	20	13
เหมาะสม	51	42	53
เกินน้อย	4	0	3
เกินมาก	5	0	2

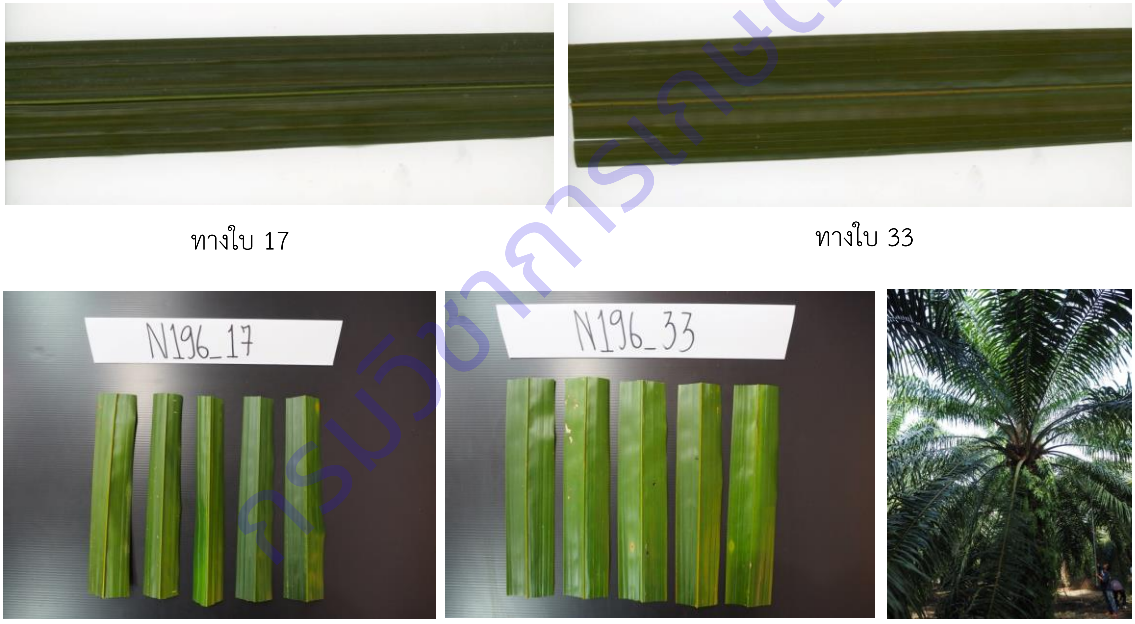
ภาพที่ 1 ข้อมูลการจัดกลุ่มภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันตามผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนในห้องปฏิบัติการ



	อาการขาดธาตุโพแทสเซียม (K)		
	2560	2561	2562
ขาดมาก	49	65	119
ขาดน้อย	55	43	25
เหมาะสม	45	34	3
เกินน้อย	1	8	2
เกินมาก	0	0	0

ภาพที่ 2 ข้อมูลการจัดกลุ่มภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันตามผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในห้องปฏิบัติการ

กรมวิชาการเกษตร



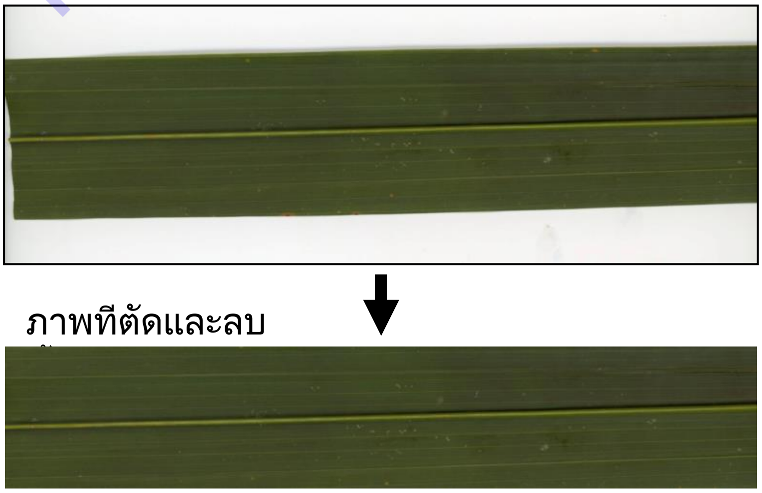
ภาพที่ 3 ตัวอย่างภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันในกลุ่มไนโตรเจน

ภาพที่ 4 ตัวอย่างภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันในกลุ่มโพแทสเซียม

8.2 การประมวลผลภาพใบปาล์มน้ำมันเพื่อจัดกลุ่มค่าสีที่มีความสัมพันธ์กับระดับธาตุอาหาร

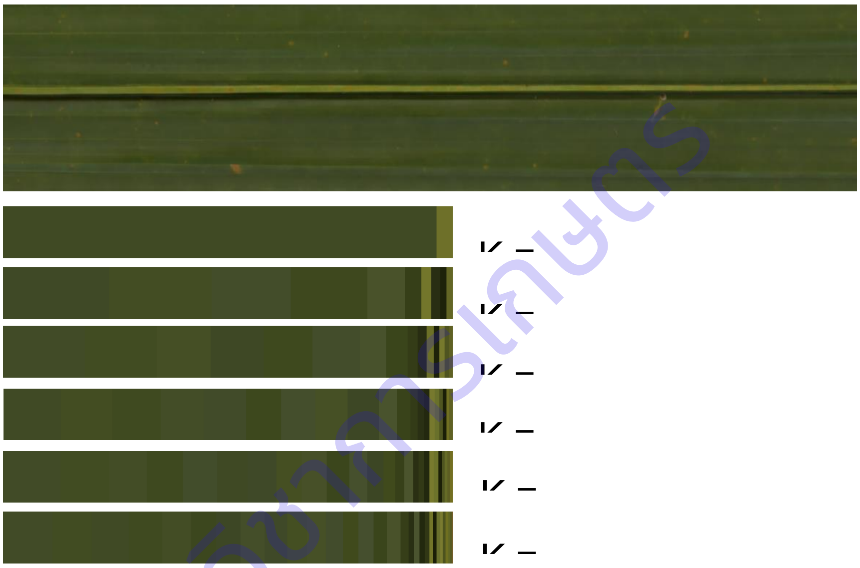
การประมวลผลภาพใบปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิค K-mean clustering เพื่อจัดกลุ่มค่าสี และหาสีหลักของภาพ (Dominant colors) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาพถ่ายและปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันสำหรับประเมินระดับการขาดธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม โดยมีตัวอย่างทั้งหมด 450 ตัวอย่าง ตัวอย่างเหล่านี้จะถูกนำไปจัดกลุ่มและเรียงลำดับของตัวอย่างตามค่าการวิเคราะห์อาการขาดธาตุจากห้องปฏิบัติการ ซึ่งเกณฑ์ของอาการขาดธาตุ ประกอบด้วย อาการขาดธาตุมาก ขาดน้อย เหมาะสม เกินน้อย และเกินมากของทั้งสองธาตุอาหาร โดยข้อมูลที่ใช้คือภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันที่ทำการตัดพื้นหลังของภาพของภาพออกให้เหลือแต่พื้นที่ที่เป็นใบปาล์มน้ำมัน (ภาพที่ 5)

กรมวิชาการเกษตร

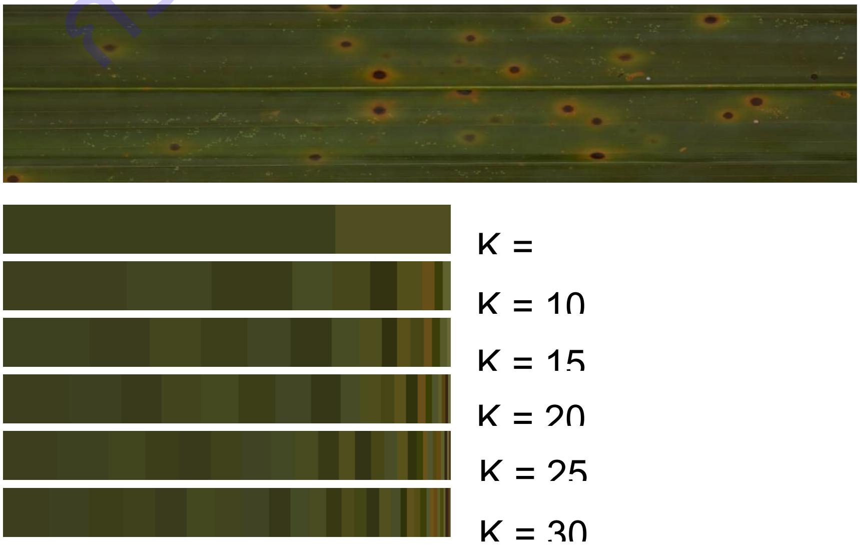


ภาพที่ 5 การเตรียมภาพถ่ายโดยตัดเฉพาะพื้นที่ใบปาล์มน้ำมัน

หลังจากนั้นจะทำการกำหนดค่า k หรือจำนวนกลุ่มสี เพื่อหาจำนวนกลุ่มสีที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละธาตุอาหาร ซึ่งธาตุไนไตรเจนจะกำหนดจำนวนกลุ่มสีให้แสดงค่าสีที่สามารถเป็นตัวแทนของภาพใบปาล์มน้ำมันนั้น ๆ ได้ ซึ่งประเมินจากการเทียบค่าสีที่มีสัดส่วนมากที่สุดกับภาพใบปาล์มน้ำมันด้วยสายตา สำหรับธาตุโพแทสเซียมจะประเมินจากการแสดงค่าสีที่สัมพันธ์กับอาการขาดธาตุ ซึ่งต้องเป็นจำนวนกลุ่มสีที่สามารถแสดงจุดสีส้มและน้ำตาลบนภาพได้ โดยจำนวนกลุ่มสีที่มีความเหมาะสมที่ได้จากการทดลอง คือ ไนโตรเจน 5 กลุ่มสี และโพแทสเซียม 30 กลุ่มสี หากใช้ค่า k น้อยไป ลักษณะของอาการขาดธาตุ เช่น จุดสีส้ม สีดำกลางจุดสีส้ม จะไม่ถูกแบ่งแยกจากสีอื่นในตัวอย่างภาพใบปาล์มบางภาพที่อยู่ในประเภทขาดโพแทสเซียมน้อย จะแสดงจุดสีส้มน้อยมาก ถ้าใช้ ค่า k น้อยจะไม่สามารถพบเฉดสีนี้ได้จารการคำนวณและจัดกลุ่มสี



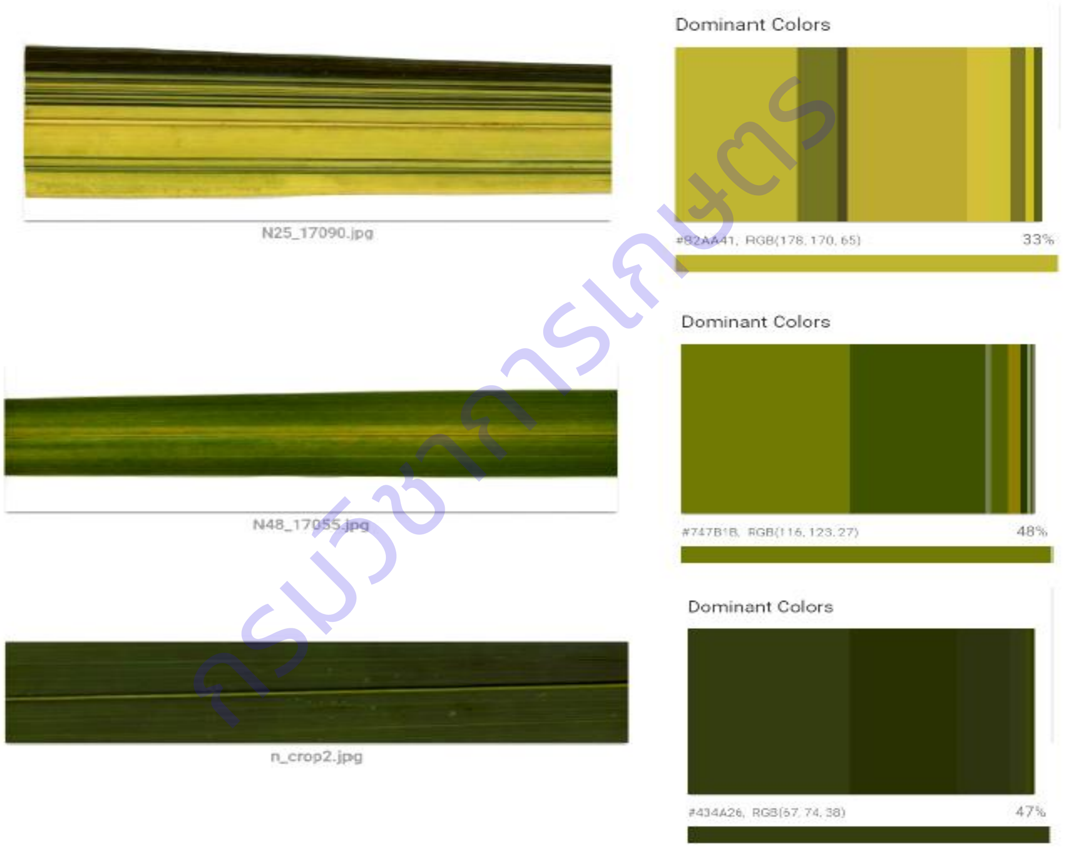
ภาพที่ 6 ตัวอย่างข้อมูลใบปาล์มขาดธาตุไนโตรเจนทดสอบจำนวน k โดยใช้เทคนิค K-Mean Clustering



ภาพที่ 7 ตัวอย่างข้อมูลใบปาล์มขาดธาตุโพแทสเซียมทดสอบจำนวน k โดยใช้เทคนิค K-Mean Clustering

กรมวิชาการเกษตร

เมื่อทำการกำหนดกลุ่มของค่าสีได้แล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่าสีหลัก (Dominant colors) ของภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมัน ตามจำนวนกลุ่มที่ตั้งไว้ ซึ่งจะมีการกำหนดค่าสีในระบบ Red Green Blue (RGB) ซึ่งเป็นระบบสีที่สายตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ คือ สีแดง เขียว และน้ำเงิน โดยระบบนี้จะแสดงค่าสีของความสว่างตั้งแต่ 0-255 ในข้อมูล 8 บิต จำนวน k ค่า จากการสุ่ม เพื่อใช้เป็นค่าเริ่มต้นของแต่ละกลุ่ม และทำการคำนวณภาพทุกพิกเซลจนครบ โดยใช้เทคนิค K-mean clustering เพื่อคำนวณหาระยะทาง/ความใกล้เคียงกันของค่าสีแล้วทำการปรับค่าสีที่ใช้เป็นตัวแทนแต่ละกลุ่มให้ดีขึ้น โดยให้ค่านั้นมีระยะทางที่ใกล้กับค่าสีของพิกเซลอื่น ๆ สั้นที่สุด แต่ยังสามารถแบ่งแยกกับกลุ่มสีอื่นได้ดี หลังจากทำการคำนวณครบทั้งภาพแล้วจึงทำการแบ่งกลุ่มของค่าสีหลักตามจำนวน k และคำนวณหาสัดส่วนของค่าสีในภาพ



กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 8 ตัวอย่างการประมวลผลค่าสีของใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้เทคนิค K-mean clustering

ค่าสี RGB	R	G	B	% of Pixels
[89 99 32]	89	99	32	12.8632
[84 92 26]	84	92	26	12.7758
[95 106 27]	95	106	27	12.5367
[89 99 22]	89	99	22	12.4792
[95 104 37]	95	104	37	11.5737
[100 111 35]	100	111	35	10.967
[79 87 20]	79	87	20	8.6483
[84 92 15]	84	92	15	7.2216
[106 116 43]	106	116	43	6.5604
[73 81 11]	73	81	11	4.3741

ภาพที่ 9 ตัวอย่างการกระจายของค่าสี และร้อยละของสีที่เด่นในใบปาล์มน้ำมัน

กรมวิชาการเกษตร

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

9.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาพถ่ายและปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สำหรับประเมินระดับการขาดธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม โดยใช้เทคนิค K-mean clustering ในการจัดกลุ่มค่าสี และหาสีหลักของภาพ (Dominant colors) โดยจำนวนกลุ่มสีที่มีความเหมาะสมที่ได้จากการทดลอง คือ ไนโตรเจน 5 กลุ่มสี และโพแทสเซียม 30 กลุ่มสี หากใช้ค่า k น้อยไป ลักษณะของอาการขาดธาตุ เช่น จุดสีส้ม สีดำกลางจุดสีส้ม จะไม่ถูกแบ่งแยกจากสีอื่น ในตัวอย่างภาพใบปาล์มบางภาพที่อยู่ในประเภทขาดโพแทสเซียมน้อย จะแสดงจุดสีส้มน้อยมาก ถ้าใช้ ค่า k น้อย จะไม่สามารถพบเฉดสีนี้ได้จารการคำนวณและจัดกลุ่มสี ซึ่งกลุ่มสีที่เหมาะสมดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการศึกษาต่อเพื่อพัฒนาแผ่นเทียบสีใบปาล์มน้ำมันสำหรับประเมินธาตุไนโตรเจนและธาตุโพแทสเซียม

9.2 ข้อเสนอแนะ

1) จำนวนข้อมูลในปาล์มน้ำมันในแต่ละกลุ่มสุขภาพ มีจำนวนที่ไม่เท่ากัน ควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่ม เพื่อปรับปรุงให้มีความสัมพันธ์มากขึ้น

2) ใบปาล์มน้ำมันมีการแสดงอาการขาดธาตุหลายธาตุอาการ จึงทำให้ค่าวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกับค่าสีมีความสัมพันธ์กันน้อย ควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่ม โดยใน 1 ตัวอย่าง ควรมีการถ่ายภาพมากกว่า 1 ใบ เพื่อเพิ่มจำนวนตัวอย่าง และความหลากหลายของค่าสีในแต่ละกลุ่มสุขภาพ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากผลการทดลอง พบว่า มีกลุ่มสีที่มีความสัมพันธ์กับระดับธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม ซึ่งกลุ่มสีที่เหมาะสมดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการศึกษาต่อเพื่อพัฒนาแผ่นเทียบสีใบปาล์มน้ำมันสำหรับประเมินธาตุไนโตรเจนและธาตุโพแทสเซียม

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

-

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2554. **เทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมันแบบครบวงจร.** เอกสารประกอบการอบรม.

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

กรมวิชาการเกษตร

13. ภาคผนวก

ภาพผนวก

ภาพผนวกที่ 1 เครื่องสแกนเนอร์ ยี่ห้อ Epson รุ่น Perfection V600 Photo สำหรับถ่ายภาพใบปาล์มน้ำมัน

กรมวิชาการเกษตร

ตารางผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ค่าวิกฤติธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17

ธาตุอาหาร	หน่วย	อายุปาล์มน้ำมัน < 6 ปี			อายุปาล์มน้ำมัน > 6 ปี		
		ขาด	เหมาะสม	เกิน	ขาด	เหมาะสม	เกิน
N	%	<2.47	2.60-2.80	>2.94	<2.28	2.40-2.80	>2.94
P	%	<0.152	0.16-0.19	>0.1995	<0.1425	0.15-0.18	>0.189
K	%	<0.99	1.10-1.30	>1.43	<0.81	0.90-1.20	>1.32
Mg	%	<0.20	0.30-0.45	>0.70	<0.20	0.25-0.40	>0.70
Ca	%	<0.30	0.50-0.70	>0.70	<0.25	0.50-0.75	>1.00
B	mg/kg	<8	15-25	>40	<8	15-25	>40
S	%	<0.20	0.25-0.40	>0.60	<0.20	0.25-0.35	>0.60
Cl	mg/kg	<0.25	0.50-0.70	>1.00	<0.25	0.50-0.70	>1.00
Cu	mg/kg	<3	5.0-8.0	>15	<3	5.0-8.0	>15
Zn	mg/kg	<10	12.0-18.0	>80	<10	12.0-18.0	>80

ตารางผนวกที่ 2 รายละเอียดของเครื่องสแกนเนอร์ รุ่น Perfection V600 Photo สำหรับถ่ายภาพใบปาล์มน้ำมัน

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

กรมวิชาการเกษตร