

## การศึกษาการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของข้าวโดยการประมวลผลภาพดิจิทัลเมล็ดข้าวสาร

### The Study Of The Assessment Of The Rice Quality By Digital Image Processing Of Rice Kernels

ประสิทธิ์ นครราช จุรินทร์ อ้วนศรีเมือง และ นภาพรณ มั่นนัง

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี,

E-mail : [prasit.n@ubu.ac.th](mailto:prasit.n@ubu.ac.th)

#### บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้งานการประมวลผลภาพดิจิทัลในการวัดคุณภาพของข้าว สัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาร ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การแตกหักของเมล็ดข้าวสารและเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์เทียบกับเมล็ดข้าวสารทั้งหมด สัมพันธ์กับขนาดและรูปร่างของเมล็ดข้าวสาร และอีกตัวแปรหนึ่งที่พิจารณาได้จากคุณสมบัติทางกายภาพคือเปอร์เซ็นต์การปลอมปนด้วยข้าวที่ต่างชนิดกันที่สามารถแยกได้ด้วยสีของข้าวสารของข้าวแต่ละชนิดนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นการทดสอบการใช้งานการประมวลผลภาพดิจิทัล เริ่มจากการเตรียมภาพและการจัดการเบื้องต้นของภาพตัวอย่างเมล็ดข้าวสารที่ใช้ในการทดสอบ การกำหนดตัวแปรต่างๆ เพื่อให้การทดสอบเป็นไปตามเงื่อนไขและได้ผลการประมวลผลเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่ใช้แสดงค่าคุณภาพของข้าวตัวอย่าง

**คำสำคัญ :** เปอร์เซ็นต์การปลอมปนในข้าว คุณภาพทางกายภาพของข้าว คุณลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาร

#### Abstract

The application of digital image processing in rice quality measurement depends on the physical characteristics of the rice kernels. The percentage of broken or amateur rice is obtained from the size and shape of the rice kernels. The colors of the kernels provide the percentage of contamination by the other type of rice. This study shows the results of applying digital image processing tools. The images of the samples of rice kernels are prepared and processed at the beginning. Some factors are defined in order to obtain the conditioning results. Then, the percentages from the processing show the quality of rice samples.

**Keywords :** Percentage of contaminations in rice, Physical quality of rice kernels and Physical characteristics of rice kernels

#### บทนำ

จากการสำรวจผู้ประกอบการโรงสี ในขั้นตอนการประเมินราคาข้าวเปลือก หลังจากการตรวจวัดความชื้นแล้ว ตัวอย่างข้าวเปลือกจะถูกสุ่มเก็บมาเพื่อทำการตรวจวัดคุณภาพของข้าวต่อ โดยกลุ่มข้าวเปลือกตัวอย่างจะถูกกะเทาะเปลือกและขัดขาวด้วยเครื่องเครื่องกะเทาะข้าวเปลือก เมล็ดข้าวสารที่ได้จะถูกนำมาคัดแยกทั้งด้วยเครื่องและจากคนงานเพื่อหาคุณภาพของข้าวเช่น เปอร์เซ็นต์การปลอมปน เปอร์เซ็นต์ของข้าวที่ไม่สมบูรณ์ การวัดค่าความขาว และเปอร์เซ็นต์การหักของข้าว เพื่อใช้ประกอบการประเมินราคาข้าวเปลือกที่ได้สุ่มตรวจตัวอย่างนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการหาค่าเปอร์เซ็นต์การปลอมปนของข้าวนั้น ที่ใช้อยู่ จะเป็นวิธีการที่ใช้คนงานในการคัดแยกข้าวด้วยมือในการคัดแยกข้าวออกเป็นข้าวชนิดอื่นที่ปนมา เช่น ข้าวเหนียวที่ปนมากับข้าวเจ้า ข้าวท้องไข่ ข้าวเม็ดเหลือง ข้าวเมล็ดแดง

ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ เป็นต้น แล้วค่อยนำไปซัง เพื่อเทียบออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะต้องใช้เวลาและอาศัยความชำนาญ ประสบการณ์ ตลอดจนความอดทนของคนงานในการที่จะได้ค่าคุณภาพของข้าวจากกลุ่มข้าวตัวอย่างข้าวที่สุ่มมา นอกจากจะใช้เวลาค่อนข้างนานแล้วความผิดพลาดที่เกิดจากความเหนื่อยล้าของคนงานก็จะส่งผลต่อการหาค่าคุณภาพของข้าวในขั้นตอนนี้ด้วย ขั้นตอนที่กล่าวนี้ โดยภาพรวมแล้วเป็นขั้นตอนที่ได้จากคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดข้าวไม่ว่าจะเป็นสี รูปร่างและขนาดของเมล็ดข้าวสาร ซึ่งเป็นกระบวนการที่การประมวลผลภาพดิจิทัลสามารถจัดการได้

การประยุกต์ใช้งานการประมวลผลภาพดิจิทัลกับเมล็ดข้าวสารนั้น ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง [1] - [6] ดังนั้น การศึกษานี้จะเป็นการศึกษาหาวิธีการและกระบวนการที่เหมาะสมในการประมวลผลภาพดิจิทัล เพื่อที่จะลดขั้นตอนและใช้เวลาอันน้อยลง ตลอดจนความแม่นยำและความน่าเชื่อถือ [5] ในขั้นตอนการตรวจวัดคุณภาพของข้าวดังกล่าว ลำดับของการศึกษา เมล็ดข้าวสารตัวอย่างที่จะถูกนำมาถ่ายรูป ด้วยการใส่สแกนเนอร์ ขั้นการเตรียมภาพดิจิทัลก่อนการประมวลผลอยู่ในส่วนที่ 2 ส่วนที่ 3 เป็นการทวนและคัดเลือกวิธีการการประมวลผลภาพดิจิทัลที่เหมาะสม ส่วนที่ 4 เป็นสรุปผล ด้วยวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัลที่เหมาะสมและปัจจัยอื่นๆ ที่สัมพันธ์ในการพัฒนาเครื่องมือต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาและประยุกต์การประมวลผลภาพดิจิทัลใช้ในการคำนวณหาคุณภาพของข้าวจากภาพเมล็ดข้าวสาร
2. เพื่อทดสอบและหาวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณหาคุณภาพของข้าวด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัล
3. เพื่อปรับปรุงวิธีการคำนวณหาคุณภาพของข้าวให้มีความละเอียดแม่นยำและรวดเร็วขึ้น

### อุปกรณ์และวิธีการ

วิจัยนี้เป็นการวิจัยทดลอง ที่มีการทดสอบและประเมินผลการดำเนินงานด้วยการประมวลผลของการคำนวณโดยคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยการประยุกต์ใช้งานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จากส่วนประกอบที่เป็นเครื่องมือทางด้านการคำนวณที่มีอยู่และส่วนประกอบที่ต้องพัฒนาขึ้นมา ซึ่งเป็นเทคโนโลยีและเทคนิคของการประมวลผลภาพดิจิทัล เพื่อให้ได้เทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการหาค่าคุณภาพของข้าว จากการประมวลผลภาพดิจิทัลข้าวสาร

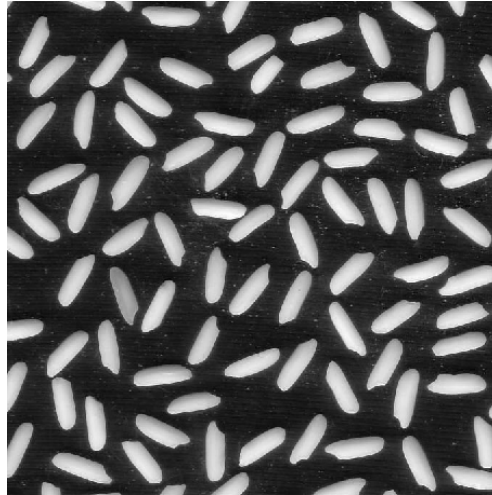
### ผลการวิจัย

ประกอบขั้นตอนของการทำงานเป็นลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. การเตรียมภาพดิจิทัลของเมล็ดข้าวสาร

ภาพของตัวอย่างข้าวสารที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิทัลจะเกิดปัญหาในขั้นตอนการประมวลผลภาพดิจิทัลมาก อันเนื่องมาจากหลายๆ องค์ประกอบ ได้แก่ ความเข้มของแสง สีของพื้น ขนาดจริงของเมล็ดข้าวสาร เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดความยุ่งยากในขั้นตอนของการประมวลผลภาพดิจิทัล ดังนั้น เพื่อควบคุมปัจจัยในเบื้องต้นที่กล่าวมา เทคนิคการถ่ายภาพด้วยเครื่องสแกนเนอร์หรือที่เรียกว่า flatbed scanning จึงถูกนำมาเข้ามาใช้ [4] ฉากหลังของภาพใช้สีดำและใช้เป็นตัวปรับค่าสีของภาพในขั้นตอนการประมวลผลภาพดิจิทัล การวางตัวของเมล็ดข้าวสารมีช่องว่างระหว่างแต่ละเมล็ดเพื่อลดขั้นตอนในขั้นตอนการประมวลผล ซึ่งภาพดิจิทัลที่อยู่ในเงื่อนไขที่กำหนดทางกายภาพแล้วจะสามารถลดขั้นตอนและความซับซ้อนของการประมวลผลภาพดิจิทัลต่อไป ภาพที่ได้จะเป็น ไฟล์รูปภาพ (.jpeg หรือชนิดอื่น ๆ ก็ได้)

ภาพดิจิทัล จะถูกเก็บเป็นไฟล์รูปภาพ ซึ่งลักษณะของการจัดเก็บนั้นเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของเมตริกซ์ 2 มิติ ที่ใช้เก็บค่าสีของจุดที่เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของภาพหรือที่เรียกว่า พิกเซล สำหรับภาพสี นั้นจะใช้เมตริกซ์ 2 มิติ ที่มีขนาดเท่ากับจำนวนพิกเซลของภาพ อยู่ 3 เมตริกซ์ ที่ใช้ในการเก็บค่าของกลุ่มสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน หรือบางที่จะเรียกเป็นคำย่อภาษาอังกฤษคือ RGB (Red Green Blue) ซึ่งแต่ละเมตริกซ์ก็จะใช้ในการเก็บค่าของสีนั้นๆ ซึ่งในการประมวลผลในการศึกษานี้ เมตริกซ์ของค่าสีทั้ง 3 จะถูกแปลงเป็น 1 เมตริกซ์ ที่เก็บค่าสีเป็นค่าความสว่าง ระหว่างขาวกับดำ หรือ ที่เรียกว่าภาพสีเทา (gray) ดังแสดงในรูป 1



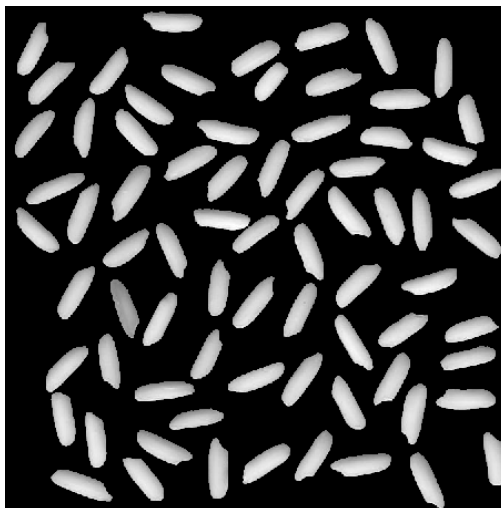
รูปที่ 1 ตัวอย่างภาพดิจิทัลของเมล็ดข้าวสารที่ได้จากการสแกนด้วยความละเอียด 300 dpi ใน grey scale

รูป 1 เป็นรูปที่ได้จากการแปลงค่าจากภาพสี เป็นภาพสีเทา ที่มีค่าที่แสดงในแต่ละพิกเซลเป็นค่าความสว่างของจุดซึ่งได้จากการคำนวณจากทั้ง 3 เมตริกซ์ของภาพสี มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$P_{ij} = 0.2989 \cdot R_{ij} + 0.5870 \cdot G_{ij} + 0.1140 \cdot B_{ij} \quad (1)$$

โดยที่  $P_{ij}$   $R_{ij}$   $G_{ij}$  และ  $B_{ij}$  คือ ค่าที่ได้จากการคำนวณเป็นค่าความสว่างบนภาพสีเทา ค่าของสีจากเมตริกซ์ของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ตามลำดับ ส่วน  $ij$  เป็นค่าแสดงตำแหน่งของพิกเซลบนภาพ จะได้ภาพสีเทาที่จะใช้ในการประมวลผลต่อไป

ภาพดิจิทัลที่อยู่รูปแบบ jpg จะถูกโหลดเข้าสู่โปรแกรมประมวลผล กระบวนการปรับพื้นหลังอันเนื่องมาจากความไม่สม่ำเสมอของแหล่งกำเนิดแสงนั้นไม่จำเป็นสำหรับภาพที่ได้จากการสแกนเพราะการกระจายของแสงที่สม่ำเสมอในระหว่างการสแกน ส่วนสิ่งรบกวนในลักษณะที่เรียกว่า Salt and paper noises (ชื่อที่เรียกอยู่ในกระบวนการประมวลผลภาพดิจิทัล) อันได้แก่ฝุ่น แป้งข้าว หรือวัตถุอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องที่จะต้องคัดกรองออกไป ก่อนที่จะดำเนินการต่อไป เทคนิคที่ถูกนำมาใช้จัดการกับสิ่งรบกวนเหล่านี้จะอยู่ในหมวดของการจัดการทางการประมวลผลภาพดิจิทัลที่มีชื่อว่า Morphological operations การตัดเมล็ดที่ติดกรอบของภาพออกจากการพิจารณา รวมถึงแสดงขอบของเมล็ดข้าวสาร ซึ่งจะได้ภาพที่พร้อมจะทำการประมวลผลหาค่าคุณภาพของข้าวต่อไป



รูปที่ 2 ตัวอย่างภาพจากรูป 1 ซึ่งผ่านกระบวนการในการเตรียมภาพในเบื้องต้นพร้อมที่จะทำการประมวลผลต่อไป

จากรูป 2 จะเห็นได้ว่า ส่วนที่เป็นองค์ประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่เมล็ดข้าวสารที่ต้องการพิจารณานั้นถูกกำจัดออกไป เมื่อเทียบกับรูป 1 ได้แก่ การลบเอาพื้นหลังออก การกำจัดฝุ่นและแบ่งข้าว และตัดเมล็ดที่ติดขอบออกตามลำดับ ในส่วนนี้เป็นวิธีการในการเตรียมรูปภาพเบื้องต้น

## 2. การประมวลผลดิจิทัลของภาพเมล็ดข้าวสารและการคำนวณประเมินคุณภาพ

การประมวลผลภาพดิจิทัลนั้นได้เริ่มตั้งแต่ส่วนของการเตรียมภาพข้าวสาร ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในส่วนที่ผ่านมา ในส่วนนี้จะเป็นการดำเนินการในส่วนของการนำเอาค่าต่างๆ ที่ได้จากคุณลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวสารเป็นเกณฑ์ในการคำนวณหรือประมวลผล เพื่อใช้ในการแสดงค่าคุณภาพของข้าว

### 2.1 การใช้ขนาดของเมล็ดข้าวสารเป็นเกณฑ์

ภาพของเมล็ดข้าวสารจากสีเทาจะถูกเปลี่ยนให้เป็นภาพขาวดำเพื่อให้ได้รูปร่างของเมล็ดข้าวสารชัดเจนมากขึ้น ซึ่งคุณภาพทางกายภาพที่สัมพันธ์กับขนาดและรูปร่างของเมล็ดข้าวสารสามารถวิเคราะห์ได้โดยตรงจากภาพที่เตรียมไว้ในรูปแบบของภาพขาวดำ ที่แต่ละพิกเซล จะมีค่าเป็น 0 กับ 1 เท่านั้น (0: หมายถึงพื้นหลังที่มีค่าเป็นสีดำ 1: แทนเนื้อของเมล็ดข้าวสาร) โดยขนาดของเมล็ดที่สนใจก็คือ ขนาดของความกว้าง ความยาว และพื้นที่ของเมล็ดข้าวสาร ในการเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าวสารแต่ละเมล็ดนั้นจะมีการเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง ซึ่งในการศึกษานี้ ขนาดของเมล็ดที่ใช้เป็นค่าอ้างอิงของเมล็ดที่สมบูรณ์นั้น สามารถหาได้จากการเก็บข้อมูลเฉลี่ยของข้าวแต่ละชนิดประกอบกับข้อมูลมาตรฐานของเมล็ดข้าวสารจากมาตรฐานสินค้าข้าวโดยกระทรวงพาณิชย์ [7] คือ

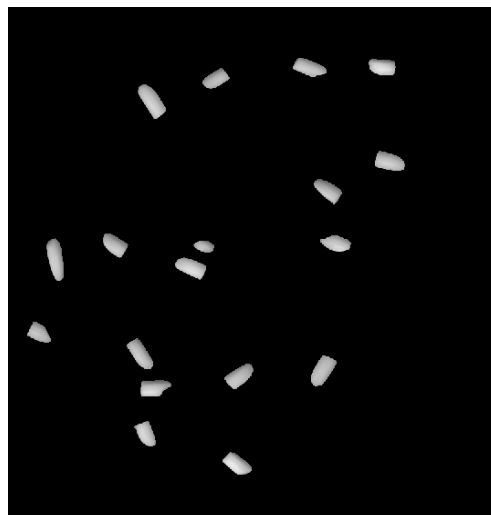
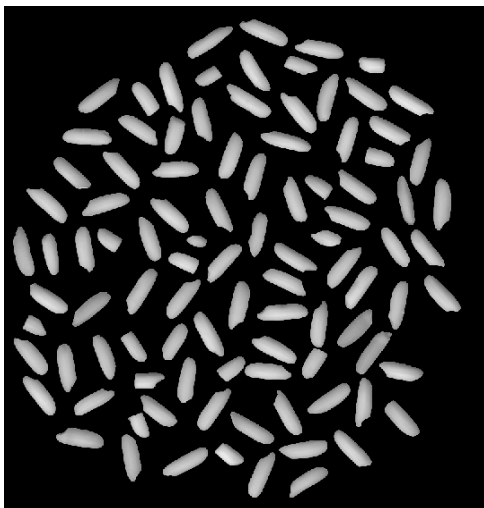
ตาราง 1 ค่าอ้างอิงทางกายภาพของเมล็ดที่ได้จากค่าเฉลี่ยจากเมล็ดที่คัดเลือกกว่าเป็นข้าวเต็มเมล็ด

ชนิดข้าว	ความยาว (mm)	ความกว้าง (mm)	พื้นที่ (mm <sup>2</sup> )	ค่าเฉลี่ยของสี (Grey scale)
ข้าวเจ้า (ข้าวหอมมะลิ)	7.519	2.289	13.215	143.35
ข้าวเหนียว	6.901	2.364	12.588	195.91

\* ค่าเหล่านี้สามารถปรับให้เหมาะสมได้ตามลักษณะทั่วไปของข้าวแต่ละท้องถิ่น

ขนาดจริงของเมล็ดสามารถคำนวณหาได้จาก จำนวนจุดที่ของเมล็ดข้าวสารแล้วแปลงมาเป็นหน่วยวัด โดยอ้างอิงที่ค่าความละเอียดของภาพ (resolution) ที่บอกมาในหน่วยของจำนวนจุดหรือ พิกเซล ต่อนิ้ว (dpi:dots per inch, dpi) แล้วค่อยแปลงมาเป็นหน่วยความยาวและพื้นที่ เป็น มิลลิเมตร และตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ เพื่อใช้ในการคำนวณต่อไป

3 ค่าแรกจากตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวสารได้แก่ ความยาว ความกว้างและพื้นที่ ที่เป็นเมล็ดเต็ม และค่าเหล่านี้จะถูกใช้เป็นเกณฑ์ร่วมกันในการจำแนกเมล็ดข้าวสารเพื่อใช้เป็นหนึ่งค่าในการแสดงค่าคุณภาพของข้าวสาร โดยค่าเกณฑ์เหล่านี้จะถูกกำหนดขึ้นมาตามความต้องการหรือมาตรฐานในการกำหนดเพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการจำแนก แล้วทำการคำนวณเป็นสัดส่วนแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ จากนิยามของ เมล็ดข้าวเต็มเมล็ด หมายถึง เมล็ดข้าวที่ความยาวของเมล็ดตั้งแต่ 90 เปอร์เซ็นต์ของความยาวของเมล็ดและให้รวมเมล็ดที่มีเนื้อที่เหลื่อมตั้งแต่ 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป และเมล็ดข้าวหัก หมายถึง เมล็ดข้าวหักที่มีความยาวมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ของความยาวของเมล็ด ขึ้นไป และให้รวมเมล็ดข้าวหักที่มีเนื้อที่เหลืออยู่ไม่ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ด [8] จะได้ผลการประมวลผลตามข้อกำหนดเป็น



(ก)

(ข) ข้าวหัก 13.93 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ดข้าวทั้งหมด

รูปที่ 3 แสดงการจำแนกเมล็ดข้าวหัก (ก) ข้าวผสมระหว่างข้าวเต็มเมล็ด (ข) ข้าวหักที่ถูกแยกออกมา

รูป 3 เป็นรูปที่แสดงผลของการแยก ข้าวหักออกจากข้าวเต็มเมล็ด ซึ่งภาพที่ได้จะเป็นภาพสีเทา ในการคำนวณพื้นที่ของเมล็ดข้าว ความยาวของเมล็ดนั้นจะพิจารณาในโหมด ที่เป็นขาวกับดำ จากรูป 3 จะโดนแปลงให้มีค่าเป็นสีดำสีพื้นหลังและสีขาวเป็นสีของเมล็ด และจะทำการคำนวณสัดส่วนระหว่างข้าวหักต่อข้าวทั้งหมดโดยอาศัยเนื้อที่ของเมล็ดข้าวเป็นค่าที่ใช้คำนวณ ตามสมการ นี้

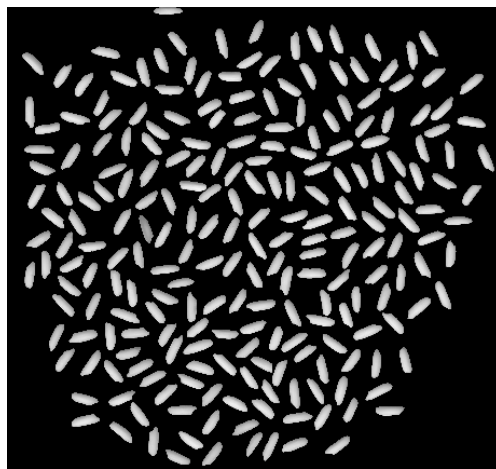
$$\text{เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก} = \frac{\sum_{i=1}^{nb} Pix_i}{\sum_{i=1}^N Pix_i} \times 100 \tag{2}$$

โดยที่  $Pix_i$  คือจำนวน พิกเซลรวมของเมล็ดข้าวสารแต่ละเมล็ด  $nb$  คือจำนวนเมล็ดข้าวหัก และ  $N$  คือจำนวนเมล็ดข้าวสารทั้งหมดที่อยู่ในภาพ ค่าเปอร์เซ็นต์ข้าวหักที่ได้จากรูป 3 มีค่าเป็น 13.93% ของเมล็ดข้าวทั้งหมด จะเห็นได้ว่า กระบวนการนี้จะประมวลผลจากภาพขาวดำ หรือเป็นการพิจารณาที่เค้าโครงของเมล็ด เป็นการพิจารณาที่

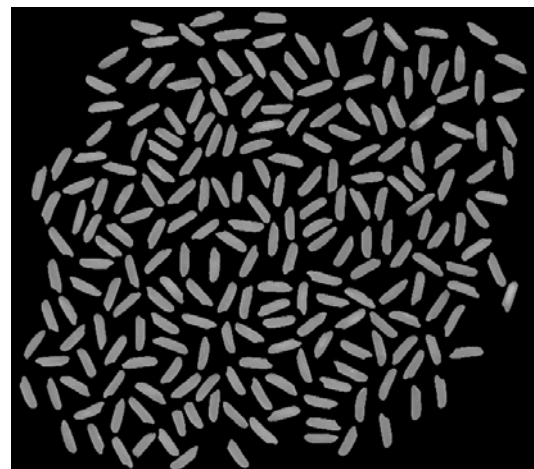
รูปร่าง และขนาดของเมล็ดข้าวสาร ดังนั้น ข้าวสารที่จะใช้ในการพิจารณาในส่วนนี้ควรจะเป็นข้าวชนิดเดียว นี่เป็นเงื่อนไขในการทดสอบ

## 2.2 การใช้สีของเมล็ดข้าวเป็นเกณฑ์ในการจำแนก

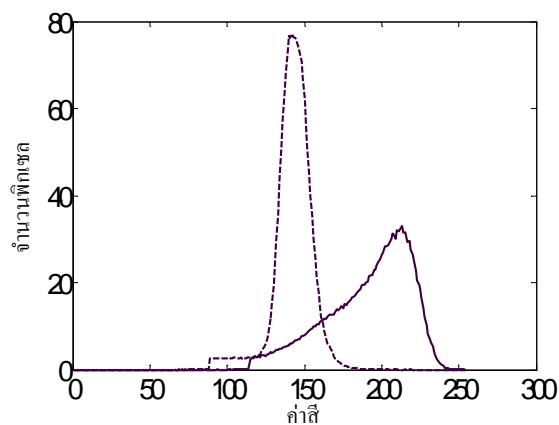
ในกระบวนการต่อไปนี้จะเป็นการดำเนินการกับสีของเมล็ดข้าวสาร ซึ่งเป็นคุณลักษณะทางกายภาพอีกอย่างที่สำคัญมากในการจำแนกชนิดของข้าวสารที่มีคุณลักษณะทางสีที่ต่างกัน ก่อนอื่นลองพิจารณาอีกรูปแบบในการนำเสนอสีหรือค่าสีของเมล็ดข้าวสารที่น่าสนใจ คือ การกระจายค่าสีของเมล็ดข้าวสารที่นำเสนอในรูปแบบ histogram แสดงค่าความถี่ของสีของข้าวสารแต่ละเมล็ด



(ก) ข้าวเหนียว



(ข) ข้าวเจ้า



(ค) histogram เฉลี่ยของเมล็ดข้าวสาร เส้นที่บจากรูป (ก) และเส้นประจากรูป (ข)

รูปที่ 4 histogram ของเมล็ดข้าวสาร ของข้าวเหนียว และข้าวเจ้า

รูป 4 histogram ที่ได้จะเป็นการเฉลี่ย ดังนั้นการกระจายของค่าสีที่ได้คิดเป็น histogram ของหนึ่งเมล็ด ข้อสังเกตที่เห็นได้ชัด คือข้าวเหนียวและข้าวเจ้ามีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน คือสี หรือ ความโปร่งแสง ข้าวเจ้า จะมีความโปร่งใสมากกว่าในขณะที่ข้าวเหนียวจะมีลักษณะทึบแสงมีสีขาวขุ่น จะสังเกตได้จาก histogram มีข้อแตกต่างคือ แนวโน้มของการกระจายของค่าสีของข้าวเจ้ามีลักษณะการกระจายที่คล้ายการกระจายแบบปกติ ส่วนข้าวเหนียวมีลักษณะเป็นการกระจายที่มีลักษณะเบ้ซ้าย

เกณฑ์ที่จะใช้ในการแยก ในการศึกษานี้ คือ ค่าสีของเมล็ดข้าว ซึ่งจากการพิจารณา การกระจายของค่าสีของเมล็ด จาก histogram ค่าที่จะใช้การจำแนกเมล็ดข้าวสารของข้าวตัวอย่างทั้งสองชนิดคือ ค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย ของค่าสีของแต่ละเมล็ด ซึ่งคำนวณได้จาก histogram ดังนี้

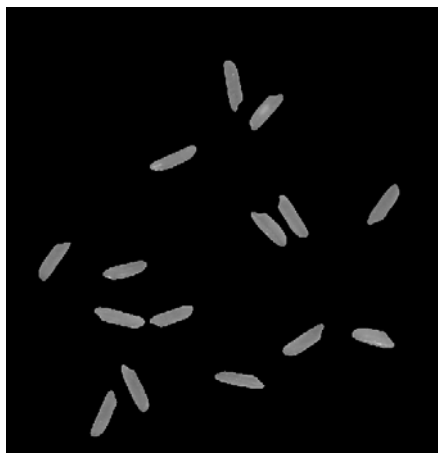
$$\text{ค่าเฉลี่ยของค่าสี} = \frac{\text{color value} * \text{frequency of pixel}}{\text{total number of pixel of an average kernel}} \quad (3)$$

ค่าสี (color value) คือค่าที่แสดงด้วยค่า 0-255 ในโหมดสีเทา ที่แสดงบนแกน x ในรูป 4 (ค) ค่าความถี่ของจำนวนพิกเซล (frequency of pixel) คือ ค่าที่แสดงบนแกน y ในรูป 4 (ค) และจำนวน พิกเซลรวมของเมล็ดข้าวโดยเฉลี่ยสามารถหาได้จากการเปรียบเทียบค่าพื้นที่ ในตาราง 1 เป็นจำนวนพิกเซลของเมล็ดข้าวเหนียวและข้าวเจ้าได้เป็น 143.35 และ 195.91 ดังแสดงในตาราง 1

ถ้ามีการปนกันระหว่างเมล็ดข้าวเหนียวและข้าวเจ้า จะใช้เกณฑ์ในการแบ่งสีนี้ในการจำแนกเมล็ดข้าวทั้งสองชนิดออกจากกันเพื่อคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของการปลอมปน โดยจะใช้ค่ากลางระหว่าง ค่าสีเฉลี่ยที่ได้ข้างต้นของข้าวทั้งสองชนิดคือ 169.63 เป็นค่าที่ใช้ในการแยกว่าเป็นข้าวชนิดใด ซึ่งจะได้ผลการจำแนกดังนี้



(ก)



(ข)

รูปที่ 5 ข้าวเจ้าปนข้าวเหนียวในรูป (ก) ข้าวเจ้าถูกแยกออกมาในรูป (ข) เพื่อใช้ในการคำนวณต่อไป

ในการคำนวณเปอร์เซ็นต์ของการปลอมปน ของเมล็ดข้าวที่แยกออกมาแล้วเมื่อเทียบกับจำนวนเมล็ดข้าวทั้งหมดแล้วจะทำให้ทราบว่าเมล็ดข้าวชนิดใดเป็นข้าวที่ปลอมปน จากรูป 5 ข้าวเหนียวเป็นเมล็ดข้าวที่ถูกต้องคุณภาพ และข้าวเจ้าเป็นเมล็ดส่วนน้อย 15 เมล็ด จากทั้งหมด 78 เมล็ด สามารถคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ด้วยจำนวนเมล็ดได้เป็น  $\frac{15}{78} \times 100 = 19.23\%$  แต่เพื่อเป็นการคำนวณให้ใกล้เคียงกับการเปรียบเทียบที่ใช้ในภาคสนาม คืออ้างอิงที่น้ำหนักของเมล็ดข้าวสาร การคำนวณสัดส่วนของฟิกเซลจะให้ค่าที่น่าจะใกล้เคียงกว่าในทางการประมวลผลภาพ เช่นเดียวกับสมการ (2) สัดส่วนของจำนวนฟิกเซลที่แสดงพื้นที่ของเมล็ดข้าวสารที่คัดแยกออกมาต่อของเมล็ดข้าวสารทั้งหมด จากการคำนวณจะได้เท่ากับ 20.00%

อย่างไรก็ตามจากข้อมูลค่าสีเฉลี่ยของแต่ละเมล็ดนี้ เราจะใช้เป็นแนวทางในการจำแนกเมล็ดข้าวสารหรือสิ่งปลอมปนอื่นๆ เพื่อการคำนวณหาคุณภาพของข้าวจากการปลอมปนของเมล็ดข้าวที่ต่างชนิดกันหรือสิ่งปลอมปนอื่นๆ ได้ เช่น ข้าวเมล็ดเหลือง ข้าวท้องไข่ ข้าวแดง ข้าวดำ ข้าวเหนียวที่ปนข้าวเจ้า เมล็ดหญ้าหรือเมล็ดธัญพืชอื่นๆ เป็นต้น

นอกจากค่าเฉลี่ยนี้แล้ว ลักษณะอย่างอื่นๆ ของ histogram ของแต่ละเมล็ดก็เป็นตัวแปรหนึ่งที่น่าสนใจในการจำแนกว่าเป็นเมล็ดที่ปลอมปนหรือไม่ จาก histogram รูป 4 (ค) การกระจายของ histogram ของข้าวเจ้ามีแนวโน้มเป็นการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ส่วนของข้าวเหนียวมีแนวโน้มเป็นการกระจายแบบเบ้ขวาหรือที่มีลักษณะคล้ายกับการกระจายแบบ Raleigh ซึ่งถ้าจะมีการใช้รูปแบบการกระจายเป็นตัวเปรียบเทียบในการจำแนกก็สามารถทำได้ ตัวอย่างเช่น ด้วยการเทียบค่าความเหมือนกับการกระจายของเมล็ดข้าวสารอ้างอิง โดยวิธีการ สหสัมพันธ์ (correlation) ของ histogram ของเมล็ดข้าวสารที่พิจารณาเข้ากับเมล็ดข้าวสารอ้างอิง ซึ่งจะได้ผลคือทั้งสองตัวแปรข้างต้นดังกล่าวใช้ร่วมกันในการพิจารณา (ซึ่งค่าต่างๆ ของเมล็ดข้าวสารอ้างอิงนั้นหาได้จากค่าเฉลี่ยของกลุ่มเมล็ดที่ได้ถูกคัดเลือกให้เป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ของข้าวแต่ละชนิดที่ใช้ในการศึกษา ตาราง 1) ซึ่งต้องการประมวลผลภาพดิจิทัลที่ซับซ้อนขึ้นไป

## วิเคราะห์

คุณภาพของข้าวสารที่ได้จากการประมวลผลภาพดิจิทัลมีสองค่าที่สำคัญในการประเมินราคาข้าวคือ ค่าเปอร์เซ็นต์ของข้าวหักและค่าเปอร์เซ็นต์การปลอมปนจากข้าวต่างชนิดหรือสิ่งปลอมปนอื่น (ที่สามารถจำแนกออกด้วยขนาดและสี) ข้อมูลที่ได้จะได้รับการจัดการด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัลซึ่งเป็นข้อมูลที่คงที่ เพราะได้จากวิธีการที่มีความเสถียร และยังใช้เวลาในการประมวลผล นอกจากนี้แล้วตัวแปรในการประมวลผลทั้งหมดในวิธีการประมวลผลยังสามารถปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้ได้ความถูกต้องและเหมาะสมได้อย่างสะดวกและง่าย งานต่อเนื่องที่อยู่ในช่วงของการดำเนินงานอยู่ของทีมงานคือการทำเครื่องตรวจคุณภาพของข้าวด้วยการประมวลผลภาพดิจิทัลเมล็ดข้าวสาร

นอกจากการบอกข้อมูลที่ใช้ในกระบวนการดังกล่าวข้างต้นแล้ว การประมวลผลและการคำนวณที่ใช้ในการประมวลผลภาพดิจิทัลยังให้ข้อมูลเชิงสถิติที่น่าสนใจได้แก่ ลักษณะของการกระจายของตัวแปรต่างทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาร ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อเนื่องในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับข้าวที่สัมพันธ์กับข้อมูลทางคุณลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวสาร หรือการประยุกต์ใช้งานในส่วนอื่นๆ อีกต่อไป เช่นในกระบวนการสีข้าว เพื่อตรวจสอบค่าความขาวและค่าเปอร์เซ็นต์ของข้าวหักของข้าวที่เป็นผลจากระดับของหินขัดและการขัดสี ตลอดจนการควบคุมการปรับระดับของการขัดสีตามค่าที่ต้องการแบบอัตโนมัติ เป็นต้น

ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาที่มีการสร้างข้อจำกัดเพื่อเป็นการทดสอบความถูกต้องของการประมวลผลภาพของเมล็ดข้าวสาร เพื่อที่จะมีการประยุกต์ใช้งานได้อย่างถูกต้อง ได้แก่

- ภาพของเมล็ดข้าวสารที่ใช้นั้นจะต้องมีการวางเรียงตัวของเมล็ดที่ไม่ติดกัน แต่ถ้ามีการวางติดกันไม่มากและเป็นภาพที่มีจำนวนเมล็ดข้าวสารที่มากพอที่สามารถตัดการพิจารณาจำนวนเมล็ดที่วางติดกันที่เป็นส่วนน้อยนั้นได้



- ข้าวที่ใช้ในการแยกสีนั้นมีสีที่แตกต่างกัน ที่ค่อนข้างชัดเจนจึงสามารถใช้ค่ากลางที่มีช่วงค่อนข้างกว้างในการตัดสินใจจำแนกออกเป็นข้าวชนิดที่ต่างกัน
- ภาพที่ใช้มีการจัดสีพื้นตลอดจนแสงที่คงที่
- ผลการคำนวณยังไม่ได้มีการตรวจสอบและเปรียบเทียบกับผลปฏิบัติการภาคสนามโดยเฉพาะค่าสัดส่วนต่อน้ำหนักของข้าวต่างที่ชนิดกันเป็นต้น

### สรุปผล

การประมวลผลภาพดิจิทัลของเมล็ดข้าวสารให้ข้อมูลทางกายภาพของเมล็ดข้าวสารอย่างครบถ้วน ทั้ง สี ขนาด รูปร่าง เป็นต้น ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ในการวัดคุณภาพของข้าว เพื่อใช้ในการประเมินและกำหนดราคาข้าวในการซื้อขาย

ภาพดิจิทัลที่ใช้ในการศึกษานี้จะเป็นภาพที่ได้จากเครื่องแสกน ที่มีการกระจายความเข้มของแสงค่อนข้างจะทั่วถึงและได้ภาพที่มีความคมชัด จึงเป็นภาพที่เหมาะสมต่อการประมวลผลภาพดิจิทัล

แต่อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของการศึกษานี้คือการวางเรียงตัวของเมล็ดข้าวสารที่ติดกัน ซึ่งต้องการประมวลผลภาพดิจิทัลที่สูงขึ้นในการจัดการ และการประมวลผลรวมกันของพารามิเตอร์ต่างร่วมกันของข้อมูลทางกายภาพของเมล็ดข้าวสารที่ได้จากการประมวลผลภาพดิจิทัลของเมล็ดข้าวสาร เพื่อที่จะใช้ในการจำแนกที่ละเอียดและชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้เทคนิคหรือเทคโนโลยีทางการประมวลผลภาพดิจิทัล ยังมีเทคโนโลยีอื่นๆ ที่จะต้องการใช้ร่วมได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม เป็นต้น และการตรวจสอบความถูกต้องนั้นต้องมีการเปรียบเทียบกับการทำงานในภาคสนาม ยังต้องมีการดำเนินศึกษาต่อไป เพื่อให้ได้ระบบการจำแนกเพื่อการตรวจวัดคุณภาพของข้าวที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียน ขอแสดงความขอบคุณ โครงการทุนนักวิจัยหน้าใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2551 ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนวิจัย เพื่อการศึกษาในเรื่องนี้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Fant F, et. al., "Grey-Scale Intensity as a Potential Measurement for Degree of Rice Milling", *Journal of Agriculture Engineering Research*, Vol. 58, pp. 89-97, 1994.
- [2] Yadave B K and Jindal V K, "Monitoring Milling Quality of Rice by Image Analysis", *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 33, pp. 19-33, 2001.
- [3] Kawamura S, et. el., "Development of an Automatic Rice Quality Inspection System", *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 40, pp. 115-126, 2003.
- [4] Dalen G, "Determination of the Size Distribution and Percentage of Broken Kernels of Rice Using Flatbed Scanning and Image Analysis", *Food Research International*, Vol.37, pp.51-58, 2004.
- [5] Fang C and Yi-bin Y, "Machine Vision Inspection of Rice Seed based on Hough Transform", *Journal of Zhejiang University SCIENCE*, Vol. 5(6), pp.663-667, 2004.
- [6] Gao H, Wang Y and Ge P, "Rice Shape Parameter Detection based on Image Processing", *IFIP International Federation for Information Processing*, Vol. 258, pp. 287-294, 2008.
- [7] ดวงกมล เริ่มตระกูล .กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ .**มาตรฐานข้าวไทยและมาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย** . [http://www.riceproduct.org/index.php?option=com\\_content&task=view&id=120&Itemid=2](http://www.riceproduct.org/index.php?option=com_content&task=view&id=120&Itemid=2) .พฤษภาคม 2554
- [8] กรมการค้าข้าว .**การจัดการคุณภาพข้าว** . [http://www.ricethailand.go.th/rice%20web/GAP\\_files/GAP%20rice.html](http://www.ricethailand.go.th/rice%20web/GAP_files/GAP%20rice.html) พฤษภาคม 2554