

การแยกระดับท้องไขในเมล็ดข้าวโดยการส่องผ่านของแสงเลเซอร์

Separation Chalkiness Level of Rice by Penetration of Laser

วีรวัฒน์ อินทรทัต *

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสภาวะโลกส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อการเกิดท้องไขในเมล็ดข้าวซึ่งเป็นตัวกำหนดราคาและคุณภาพข้าวในท้องตลาด จึงทำให้นักวิจัยข้าวต้องศึกษาระดับท้องไขในเมล็ดข้าวอย่างละเอียดมากขึ้น จำเป็นต้องใช้แรงงานคนในการคัดแยกระดับท้องไขของเมล็ดข้าวที่ได้จากแปลงทดลองภายในศูนย์วิจัยข้าว การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองใช้แสงเลเซอร์สีแดงที่มีความยาวคลื่น 632 นาโนเมตรมาส่องผ่านเมล็ดข้าวที่ได้จากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี แล้วทำการศึกษาการส่องผ่านของแสงเลเซอร์ โดยการบันทึกภาพด้วยกล้อง CCD Camera ที่ถูกติดตั้งไว้กับกล้องจุลทรรศน์ คุณสมบัติของแสงดังกล่าวจะทำให้ภาพมีตำแหน่งมืด และสว่างไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถใช้โปรแกรม MATLAB เบื้องต้นในการคำนวณหาพื้นที่ของการส่องผ่านแสงจากภาพที่บันทึกได้ เพื่อแยกระดับท้องไขให้เป็นไปอย่างแม่นยำ

คำสำคัญ: ข้าว ท้องไข เลเซอร์

Abstract

Current world conditions directly impact on the formation of chalkiness in rice kernels, which determine the price and quality of rice in the market. It allows researchers to study the chalkiness of rice grains in greater detail. Workers need to separate the chalkiness of rice from the rice plots. This research aims to use red laser light at a wavelength of 632 nm to shine through grain rice from Pathumthani rice research center. Then studied the penetration of laser light. By taking pictures with CCD Camera is equipped with a microscope. Optical properties of such a position to make the image darker. Bright and unequal MATLAB program which can be used to calculate basic areas of light shining through from the captured images. To separate the chalky to be precise.

Keyword: Rice, Chalkiness, Laser

* ผู้ประสานงาน (Corresponding Author)

E-mail: w.intaratat@gmail.com

1. บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและเป็นอาหารหลักของผู้คนอีกหลายประเทศทั่วโลก ในช่วง 2–3 ปีที่ผ่านมาประเทศไทยนับว่าเป็นผู้นำในการส่งออกข้าวเป็นอันดับสองรองจากประเทศอินเดีย ซึ่งอันดับสาม ได้แก่ ประเทศเวียดนาม [11] จึงเห็นได้ว่าการส่งออกข้าวในปัจจุบันนั้นมีการแข่งขันในตลาดโลกอย่างจริงจัง ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การส่งออกข้าวไทยนั้นมีหลายอย่าง ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือคุณภาพของข้าวไทย

นักวิจัยในศูนย์วิจัยข้าวที่กระจายอยู่ทั่วประเทศไทย ทำหน้าที่ทดลองปรับปรุงสายพันธุ์ เพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีที่สุดเป็นส่วนสำคัญที่จะได้การยอมรับจากหลายประเทศทั่วโลก และหนึ่งในกระบวนการดังกล่าว นักวิจัยจำเป็นต้องตรวจสอบท้องไขในเมล็ดข้าวที่ปลูกในแปลงทดลองของศูนย์วิจัย ซึ่งปริมาณท้องไขจะมีผลกระทบต่อราคาในการส่งออกเป็นสำคัญ

ภาวะโลกร้อนซึ่งทำให้อุณหภูมิตอนกลางคืนสูงขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการปลูกข้าว [4] ข้าวท้องไขเกิดจากการจับตัวของผลึกแป้งที่ไม่สมบูรณ์อยู่ในเมล็ดข้าว มีลักษณะเป็นสีขาวขุ่น และง่ายต่อการแตกหัก ซึ่งสาเหตุเนื่องจากลักษณะทางพันธุกรรม สภาพแวดล้อม ปริมาณน้ำการใส่ปุ๋ย และอุณหภูมิในการปลูกข้าว [10] อุณหภูมิสูงจะส่งผลกระทบให้กระบวนการเติมแป้ง และการสร้างอะไมโลเพคติน (Amylopectin) ในเมล็ดข้าวที่กำลังเจริญเติบโตได้ไม่สมบูรณ์ [1,5] ซึ่งยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพในการหุงข้าวด้วยเช่นกัน [2,3] ปริมาณ และอัตราส่วนของข้าวท้องไขเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดถึงคุณภาพข้าว

ในท้องตลาด [8] ข้าวที่มีอัตราส่วนท้องไขสูงจะมีคุณภาพต่ำ [9] ทำให้ราคาตก และจะทำให้ข้าวหักง่ายเมื่อถึงกระบวนการสีข้าว จึงเป็นปัญหาที่ชาวนาประสบอยู่ ณ ปัจจุบัน

ปัจจุบันศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ได้มีการคัดแยกกระดပ်ท้องไขของเมล็ดข้าวที่ได้จากแปลงทดลอง โดยการใช้สายตาสังเกตความทึบแสงของเมล็ดข้าวที่ส่องผ่านด้วยแสงสีส้ม–เหลือง กระบวนการนี้ต้องใช้แรงงานคนและเวลาในการคัดแยก อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนที่อาจจะเกิดขึ้นได้

จากข้อจำกัดข้างต้น จึงควรมีการพัฒนากระบวนการสำหรับคัดแยกกระดပ်ท้องไขที่ได้มาตรฐานและแม่นยำ ปัจจุบันจึงมีนักวิจัยหลายคนที่ยพยายามนำเทคนิคใหม่ๆ สำหรับการวิเคราะห์เชิงภาพ [6] และทฤษฎีมาใช้อธิบายเพื่อตรวจจับท้องไข [8] อีกทั้งเทคนิคการตรวจวัดพื้นที่ที่มีท้องไขโดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์แสดงอัตราส่วนออกมา [7] ซึ่งจะทำให้ความแม่นยำที่สูงขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทดสอบกระบวนการคัดแยกกระดပ်ท้องไขของเมล็ดข้าวด้วยวิธีการส่องผ่านแสงเลเซอร์สีแดงในเมล็ดข้าวเพื่อสังเกตการสะท้อนแสงและการส่องผ่านแสงภายในเมล็ดข้าว แล้วนำมาแยกหารระดับท้องไขของเมล็ดข้าวด้วยวิธีการใช้โปรแกรม MATLAB วิเคราะห์ Histogram ของภาพถ่ายที่ได้จากการทดลอง

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาปัญหาและผลกระทบของท้องไขที่มีอยู่ในเมล็ดข้าว

2.2 ศึกษาผลการสะท้อนและการส่องผ่านของแสงเลเซอร์ในเมล็ดข้าวที่มีท้องไขแตกต่างกัน

2.3 เพื่อแยกกระดပ်ท้องไขของเมล็ดข้าวด้วยโปรแกรม MATLAB

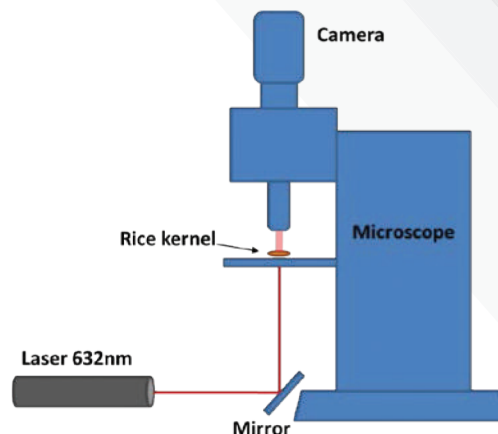
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่างข้าวท้องไข่

ข้าวเจ้าหอมพันธุ์ปทุมธานี 1 เป็นข้าวพันธุ์สมที่ได้จากแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ที่ทำการเก็บเกี่ยว ผ่านกระบวนการขัดสี คัดแยกเอาเฉพาะข้าวเต็มเมล็ด และเก็บไว้ในช่องกระดาสีน้ำตาลที่ระดับความชื้นมาตรฐาน ของข้าวโดยประมาณ ร้อยละ 14 เมล็ดข้าวที่ถูกเลือกมาใช้ในการทดลองนั้น จะคัดเฉพาะเมล็ดข้าวที่ลักษณะเมล็ดที่สมบูรณ์ที่สุด ไม่มีการแตกหัก และมีขนาดใกล้เคียงกัน ทั้งหมด 4 เมล็ด โดยแต่ละเมล็ดจะมีปริมาณท้องไข่ไม่เท่ากัน โดยเริ่มจากเมล็ดข้าวที่ไม่มีท้องไข่ตามด้วยท้องไข่ปริมาณน้อย ท้องไข่ปริมาณปานกลาง และท้องไข่ปริมาณเต็มเมล็ด แล้วเริ่มต้นถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัล ไว้เป็นข้อมูลภาพเบื้องต้น

3.2 การติดตั้งอุปกรณ์

ติดตั้งเลเซอร์สีแดงความยาวคลื่น 632 นาโนเมตร ซึ่งถูกทำให้เป็นลำแสงขนานด้วยเลนส์ 2 อัน พร้อมกับปรับให้ลำแสงเลเซอร์มีความเข้มมากที่สุดให้อยู่ที่ตำแหน่งของแท่นตัวอย่างที่ติดอยู่กับกล้องจุลทรรศน์ยี่ห้อ Nikon เหนือตำแหน่งแท่นตัวอย่างจะเป็นเลนส์ใกล้วัตถุซึ่งใช้กำลังขยายอยู่ที่ 5x ด้านบนสุดของกล้องจุลทรรศน์ทำการติดตั้ง CCD Camera ไว้เพื่อใช้ในการถ่ายภาพ ก่อนทำการถ่ายภาพนั้นจำเป็นต้องควบคุมปริมาณแสงสว่างในสภาพแวดล้อมรอบๆ ให้เหมาะสมและคงที่ตลอดการทดลอง



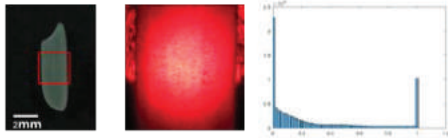
ภาพที่ 1 การติดตั้งเลเซอร์เข้าไปยังกล้องจุลทรรศน์พร้อมด้วยกล้อง CCD Camera เพื่อใช้ในการบันทึกภาพ

3.3 การบันทึกภาพและ การวิเคราะห์เชิงภาพ

นำตัวอย่างเมล็ดข้าววางไว้บนแท่นของกล้องจุลทรรศน์ที่มีลำแสงเลเซอร์ส่องผ่าน ปรับตำแหน่งของเมล็ดข้าวให้แสงเลเซอร์ตกกระทบบน ตำแหน่งกึ่งกลางของเมล็ดข้าว ซึ่งเป็นตำแหน่งที่จะเกิดท้องไข่และปรับเลเซอร์ให้มีความเข้มมากที่สุดตกกระทบบนเมล็ดข้าว บันทึกภาพเรียงลำดับจากเมล็ดข้าวที่ไม่มีท้องไข่ มีท้องไข่เล็กน้อย มีท้องไข่ปานกลาง และมีท้องไข่เต็มเมล็ดตามลำดับ การบันทึกภาพแต่ละครั้งจะมีความเข้มแสงเลเซอร์และความสว่างจากภายนอกเท่ากันทุกครั้ง นำภาพทั้งหมดที่ได้มาเข้าโปรแกรม MATLAB ตั้งค่าเลือกพื้นที่ภายในเมล็ดข้าวของแต่ละรูปให้เท่ากัน ซึ่งเป็นตำแหน่งตรงกึ่งกลางของเมล็ดข้าวแล้วทำการปรับภาพเป็นโหมด grey scale เป็นการปรับไถ่ระดับสีเข้มไปหาสีอ่อน เพื่อหา histogram ของภาพ แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

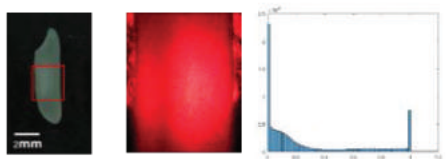
4. ผลการทดลอง

4.1 เมล็ดข้าวที่ไม่มีท้องไข



จากการใช้กล้องดิจิตอลบันทึกภาพ เมล็ดข้าวที่ไม่มีท้องไข จะเห็นลักษณะของความโปร่งแสง เมื่อให้ลำแสงเลเซอร์สีแดง ความยาวคลื่น 632 นาโนเมตร ส่องผ่าน ปรากฏว่าความเข้มแสงเลเซอร์ส่องผ่านออกมาได้มากที่สุด ซึ่งสังเกตจากบริเวณกึ่งกลางของเมล็ดข้าวจะมีสีชมพูอ่อนหรือค่อนข้างขาว เมื่อใช้ histogram วิเคราะห์ จะเห็นได้ว่ากราฟแกนนอนจะเริ่มที่ศูนย์ซึ่งเป็นพื้นที่ของภาพสีเข้มที่สุดและค่อยๆ เพิ่มขึ้นถึงเลขหนึ่งซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีสีอ่อนที่สุด ดังนั้นพื้นที่สีอ่อนที่สุดมีค่าประมาณ 1 แสนพิกเซล

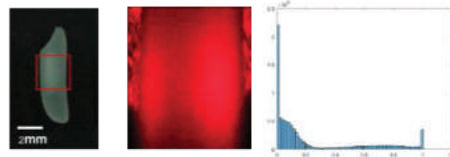
4.2 เมล็ดข้าวมีท้องไขเล็กน้อย



ผลจากกล้องดิจิตอลบันทึกภาพเมล็ดข้าวชนิดที่สองปรากฏว่าภายในเมล็ดข้าวมีลักษณะคล้ายแบ่งสีขาวขุ่นอยู่บริเวณกึ่งกลางของเมล็ดค่อนข้างขาว นั่นคือท้องไขที่เกิดขึ้นภายในเมล็ดข้าวแต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยจึงมองเห็นได้ไม่ชัดเจน เมื่อให้แสงเลเซอร์ส่องผ่าน ปรากฏว่าเกิดแถบมืดเล็ก ๆ อยู่ตรงตำแหน่งเดียวกับท้องไข จึงทำให้ความเข้มแสงลดลง และใช้ histogram วิเคราะห์ จึงเห็นได้ว่าพื้นที่ของภาพที่เป็นสีอ่อนที่สุด

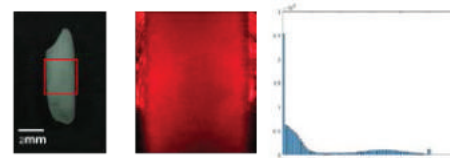
มีปริมาณลดลงเหลือประมาณ 75,000 พิกเซล ส่วนบริเวณที่มีสีเข้มจะเพิ่มขึ้น

4.3 เมล็ดข้าวมีท้องไขปานกลาง



ภาพถ่ายจากกล้องดิจิตอลบอกถึงลักษณะท้องไขที่มีปริมาณอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสังเกตจากสีขาวขุ่นที่เพิ่มขึ้น เมื่อให้แสงเลเซอร์ตกกระทบ ปรากฏว่าจะมีแสงเลเซอร์ส่องผ่านออกมาบางส่วน และส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะเงามืดที่มีความหนาขึ้น สามารถยืนยันได้ด้วย histogram จะมีสีอ่อนที่สุตนึกได้ประมาณ 40,000 พิกเซล

4.4 เมล็ดข้าวมีท้องไขเต็มเมล็ด



เมล็ดข้าวชนิดท้องไขเต็มเมล็ดสังเกตจากภาพถ่ายดิจิตอลจะเห็นสีขาวขุ่นอยู่ไปทั่วเกือบทุกตำแหน่งของเมล็ดข้าว เมื่อให้แสงเลเซอร์ตกกระทบ ปรากฏว่ามีแถบมืดเกิดขึ้นไปทั่วทั้งเมล็ดข้าว ซึ่งแทบจะมองไม่เห็นพื้นที่สีชมพูอ่อนหรือสีขาวเลย แต่ histogram สามารถวัดค่าสีอ่อนที่สุดได้แค่ประมาณ 10,000 พิกเซล

5. อภิปรายผลการวิจัย

ปัญหาท้องไขในเมล็ดข้าวเป็นปัจจัยที่ไม่ควรมองข้ามเพื่อยกระดับคุณภาพของ

ข้าวให้ดีขึ้น การตรวจสอบข้าวท้องไขในนาข้าวทดลองของศูนย์วิจัยข้าวนั้นจำเป็นที่จะต้องคัดแยกกระดับท้องไขเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ได้มาตรฐานตามความต้องการของท้องตลาดต่อไป

จากการศึกษาท้องไขในเมล็ดข้าวนั้นในความเป็นจริงสามารถสังเกตเห็นท้องไขได้ด้วยตาเปล่า ภาพถ่ายดิจิทัลก็สามารถบอกได้เช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากการสังเกตด้วยตาเปล่าก็ยังมีขีดจำกัดของท้องไขไม่เพียงพอ นักวิจัยในศูนย์วิจัยข้าวจึงจำเป็นต้องใช้แสงสีส้ม – เหลือง มาช่วยในการสังเกตเพื่อคัดแยกกระดับท้องไข ซึ่งถูกแยกตามปริมาณท้องไขที่ไม่เท่ากัน ทำให้การแยกท้องไขง่ายและรวดเร็วขึ้น แต่เนื่องจากการใช้สายตานี้เป็นการแยกท้องไขแบบหยาบๆ จึงส่งผลให้การแยกกระดับท้องไขนั้นเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ โดยเฉพาะการใช้คนคัดแยกหลายคนก็จะยิ่งทำให้ความไม่แน่นอนเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งการใช้สายตาดังกล่าวอาจทำให้สายตาเสียได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทดลองนำแสงเลเซอร์สีแดง ความยาวคลื่น 632 นาโนเมตร ซึ่งมีอยู่แล้วในห้องทดลองมาส่องผ่านแท่น แสงสีส้ม – เหลือง ปรากฏว่าก็สามารถศึกษาปริมาณท้องไขในเมล็ดข้าวได้เช่นกัน ซึ่งสังเกตจากตำแหน่งที่ที่มีความทึบแสง นั้นแสดงว่าบริเวณดังกล่าวมีการสะท้อนกลับของแสงเลเซอร์ จึงทำให้เกิดพื้นที่มืด และสว่างเป็นปริมาณไม่เท่ากันในแต่ละเมล็ดข้าวตัวอย่าง ภาพที่ได้จากการส่องผ่านของแสงเลเซอร์นั้น ก็พอจะแยกกระดับท้องไขได้ชัดเจน แต่ก็ยังคงขาดความแน่นอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทดลองใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์มาช่วยวิเคราะห์ภาพเพื่อเพิ่มความแม่นยำ โดยโปรแกรม

MATLAB โหมด histogram มาช่วยในการนับจำนวนพิกเซลที่ปรากฏในแต่ละภาพได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของสายตามนุษย์ที่ไม่สามารถระบุได้

6. สรุปผลการวิจัย

การนำแสงเลเซอร์ที่มีความเข้มเหมาะสมมาใช้ในการส่องผ่านเพื่อดูการสะท้อนที่เกิดขึ้นกับท้องไขในเมล็ดข้าวเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาช่วยนักวิจัยข้าวมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ศึกษาปริมาณท้องไขได้ อีกทั้งเพื่อเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูลนั้นจึงจำเป็นต้องใช้การประมวลผลทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจำแนกกระดับท้องไขออกมาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากข้อจำกัดของสายตามนุษย์

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณกัญญา เชื้อพันธุ์ นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ จากศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดข้าววิจัย ที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ณัฐพร ฉัตรแถม อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษาในการทดลองและการใช้เครื่องมือในห้องทดลอง

ขอขอบคุณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองงานวิจัยนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Naoyoshi Inouchi, Hideaki Ando, Masako

- Asaoka, Kazutoshi Okuno, and Hidetsugu Fuwa. (2000). The Effect of Environmental Temperature on Distribution of Unit Chains of Rice Amylopectin. *Starch/Stärke*, 52, 8 - 12.
- [2] Sang Sook Kim, Se Eun Lee, Oui Woung Kim, and Dong Chul Kim. (2000). Physicochemical Characteristics of Chalky Kernels and Their Effects on Sensory Quality of Cooked Rice. *American Association of Cereal Chemists, Inc.* 77, 376 - 379.
- [3] F.M. Cheng, L.J. Zhong, F. Wang, G.P. Zhang. (2004). Differences in cooking and eating properties between chalky and translucent parts in rice grains. *Food Chemistry*, 90, 39 - 46.
- [4] Shaobing Peng, Jianliang Huang, John E. Sheehy, Rebecca C. Laza, Romeo M. Visperas, Xuhua Zhong, Grace S. Centeno, Gurdev S. Khush and Kenneth G. Cassman. (2004). Rice yields decline with higher night temperature from global warming. *PNAS*, 101, 9971 - 9975.
- [5] Hiromoto Yamakawa, Tatsuro Hirose, Masaharu Kuroda, and Takeshi Yamaguchi. (2007). Comprehensive Expression Profiling of Rice Grain Filling-Related Genes under High Temperature Using DNA Microarray. *American Society of Plant Biologists*, 144, 258 - 277.
- [6] Yosuke Yoshioka, Hiroyoshi Iwata, Minako Tabata, Seishi Ninomiya and Ryo Ohsawa. (2007). Chalkiness in Rice: Potential for Evaluation with Image Analysis. *CROP SCIENCE*, 47, 2113 - 2120.
- [7] Maturada Jinorose, Somkiat Pracha-yawarakorn & Somchart Soponronnarit. (2010). Development of a Computer Vision System and Novel Evaluation Criteria to Characterize Color and Appearance of Rice. *Drying Technology*, 28, 1118 - 1124.
- [8] Chengming Sun, Tao Liu 1, Chengxin Ji, Min Jiang, Ting Tian, Doudou Guo, Lijian Wang, Yingying Chen, Xiumei Liang. (2014). Evaluation and analysis the chalkiness of connected rice kernels based on image processing technology and support vector machine. *Journal of Cereal Science*, 60, 426 - 432.
- [9] Zhaomiao Lin, Xincheng Zhang, Xiaoyu Yang, Ganghua Li, She Tang, Shaohua Wang, Yanfeng Ding and Zhenghui Liu. (2014). Proteomic analysis of proteins related to rice grain chalkiness using iTRAQ and a novel comparison system based on a notched-belly mutant with white-

- belly. Lin *et al.* BMC Plant Biology,
14, 1471 - 2229.
- [10] ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น. (2559).
ข้าวสารเมล็ดพันธุ์ข้าว, 121, 1.
- [11] สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. (2559). ข้าว
สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 1 - 4.

