การศึกษาสมบัติทางกายภาพของข้าวไร่
The Study of Physical Properties of Upland Rice

ปาริชาติ เทียนจุมพล[1,2] **ณัฏฐวัฒณ์ หมื่นมาณี**[1,2] **และวิบูลย์ ช่างเรือ**[1,2,3]
Parichat Theanjumpol[1,2], Nadthawat Muenmanee[1,2] and Viboon Chang-Rue[1,2,3]

Abstract

Physical properties of upland rice are important on postharvest agricultural machinery development. They are used in various processes e.g. harvesting, threshing, drying, cleaning, storage, husking and grading. The machine will increases crop production performance, reduce time and save cost of labor. There were four varieties of upland rice, Gum Wang Pai, Khao Jao Plueag Dum, Mae Jae and Bue Ji Koo in this study. The measured physical properties were moisture content (mc), 1000 grain mass, size (length, width, thickness), geometeric mean diameter (GMD), sphericity, bulk density, true density and coefficient of friction. It was found that all varieties had mc in the range of 10.79-11.80%, 1000 grain mass of 29.71-36.43 g, length of 9.57-11.30 mm, width of 2.91-3.69, thickness of 2.00-2.20 mm, GMD of 3.85-4.31 mm, sphericity of 0.36-0.43, bulk density of 0.54-0.62 g/cm^3 and true density of 1.01-1.08 g/ml^3. Lastly, the coefficient of friction on the three materials, wood, aluminum and belt were 0.32-0.36, 0.30-0.32 and 0.52-0.62, respectively. This data would be used to develop the postharvest agricultural machinery for upland rice.

Keywords: upland rice, physical property, agricultural machinery

บทคัดย่อ

สมบัติทางกายภาพของข้าวไร่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับใช้ในขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การเก็บเกี่ยว การนวด การอบแห้ง การทำความสะอาด การเก็บรักษา การกะเทาะเปลือก และการคัดขนาด เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต ลดระยะเวลา และต้นทุนในด้านแรงงาน การศึกษานี้ตรวจวัดสมบัติทางกายภาพเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวไร่ จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ก่ำวังไผ่ ข้าวเจ้าเปลือกดำ แหมะแจ และบิ้วจิ๊กู๋ ตรวจวัดสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น มวลรวม 1000 เมล็ด ขนาด ได้แก่ ความยาว ความกว้าง และความหนา เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต ความเป็นทรงกลม ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นเนื้อ และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ พบว่า เมล็ดข้าวไร่ทั้ง 4 สายพันธุ์ มีความชื้นระหว่าง 10.79-11.80%, มวลรวม 1000 เมล็ด ระหว่าง 29.71-36.43 กรัม ความยาวระหว่าง 9.57-11.30 มิลลิเมตร ความกว้าง 2.91-3.69 มิลลิเมตร ความหนาระหว่าง 2.00-2.20 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตระหว่าง 3.85-4.31 มิลลิเมตร ความเป็นทรงกลมระหว่าง 0.36-0.43 ความหนาแน่นรวมระหว่าง 0.54-0.62 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นเนื้อระหว่าง 1.01-1.08 กรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์บนวัสดุ 3 ชนิดได้แก่ ไม้ อะลูมิเนียมและสายพาน ระหว่าง 0.32-0.36, 0.30-0.32 และ 0.52-0.62 ตามลำดับ ซึ่งจะได้นำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับใช้กับข้าวไร่ต่อไป

คำสำคัญ: ข้าวไร่, สมบัติทางกายภาพ, เครื่องจักรกลเกษตร

คำนำ

ข้าวไร่ หรือข้าวที่ปลูกบนพื้นที่สูง เป็นธัญพืชที่สำคัญของชาวไทยภูเขา และเกษตรกรบนพื้นที่สูงในภาคเหนือ และภาคอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือตอนบน สามารถจำแนกได้เป็น ข้าวไร่สำหรับพื้นที่สูง ข้าวไร่สำหรับพื้นที่ต่ำ และข้าวที่ลุ่ม ซึ่งทั้งหมดเป็นพันธุ์ข้าวที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก และส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ปัจจุบันได้มีการรวบรวมพันธุ์ข้าวไร่ไว้

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพ 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400
[3] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[3] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

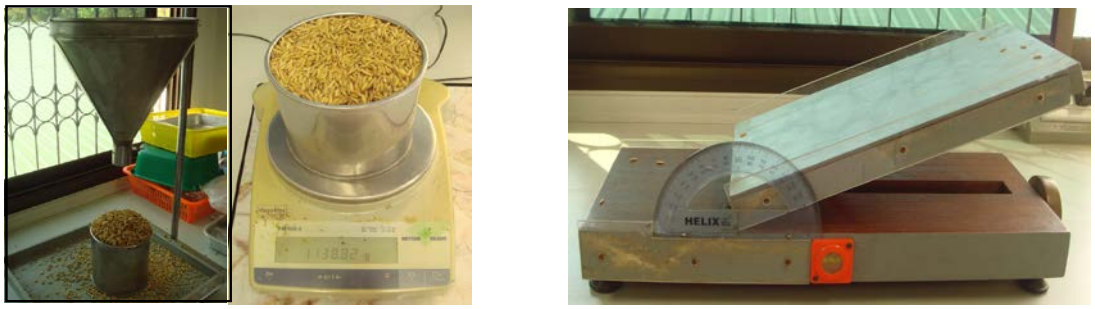
มากมาย ข้าวไร่มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างจากข้าวทั่วๆ ไป ส่วนใหญ่คล้ายกับข้าวญี่ปุ่น คือ เมล็ดสั้น ดังนั้นในการใช้เครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการข้าว ซึ่งเป็นเครื่องจักรโดยทั่วไปที่ได้มีการออกแบบสำหรับข้าว เช่น เครื่องกะเทาะ เครื่องทำความสะอาด และเครื่องคัดขนาด เป็นต้น จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำกว่า ในการออกแบบเครื่องจักรสำหรับใช้ในกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยววัสดุทางการเกษตร ตั้งแต่การเก็บเกี่ยว การนวด การอบแห้ง การทำความสะอาด การเก็บรักษา การกะเทาะเปลือก และการคัดขนาด เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิต ลดระยะเวลา และต้นทุนในด้านแรงงานนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาสมบัติทางกายภาพของวัสดุเกษตร ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อรวบรวมข้อมูลสมบัติทางกายภาพของข้าวไร่แต่ละพันธุ์ เพื่อการประยุกต์ในการออกแบบเครื่องจักรสำหรับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวข้าวไร่ที่เหมาะสม และเป็นการรวบรวมข้อมูลทางด้านสมบัติทางกายภาพของวัสดุเกษตรชนิดต่างๆ ในประเทศ เพื่อให้สะดวกต่อการศึกษาค้นคว้า การทำงานวิจัยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำข้าวไร่จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ก่ำวังไผ่ ข้าวเจ้าเปลือกดำ แหมะแจ และบิ้วจิ๊กู๋ (Figure 1) จากพื้นที่ปลูกในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดน่าน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ตรวจวัดสมบัติทางกายภาพเมล็ดข้าวเปลือก ได้แก่ ความชื้น (moisture content) ด้วยวิธีมาตรฐาน โดยการใช้ตู้อบลมร้อน (hot air oven method) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 17 ชั่วโมง มวลรวม 1000 เมล็ด (1000 grain mass) ด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ขนาดเมล็ด ได้แก่ ความยาว (length) ความกว้าง (width) และความหนา (thickness) ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (geometeric mean diameter) ความเป็นทรงกลม (sphericity) ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความหนาแน่นเนื้อ (true density) และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์ (coefficient of friction) ด้วยชุดอุปกรณ์ต่างๆ (Figure 2)

(a) (b) (c) (d)

Figure 1 Four varieties of upland rice: Gum Wang Pai (a), Khao Jao Plueag Dum (b), Mae Jae (c) and Bue Ji Koo (d)



(a) (b)

Figure 2 The instruments for some physical property analysis, (a) bulk density and (b) angle of friction measurement sets

ผล

เมล็ดข้าวเปลือกของข้าวไร่ทั้ง 4 สายพันธุ์ คือ ก่ำวังไผ่ ข้าวเจ้าเปลือกดำ แหมะแจ และบิ้วจิ๊กู๋ มีลักษณะปรากฏ (visual appearance) ภายนอกแตกต่างกันที่แบ่งแยกได้อย่างชัดเจน คือ สี สามารถแบ่งสีเมล็ดข้าวไร่ทั้ง 4 พันธุ์ออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สีฟางข้าว สีดำ และสีฟางข้าวปนดำ และเมื่อตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ พบว่า ความชื้น มวลรวม 1000 เมล็ด ขนาดเมล็ดเฉพาะความยาวและความกว้าง เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต ความเป็นทรงกลม ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นเนื้อ และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานบนไม้และบนสายพาน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนความหนาของเมล็ดและสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานบนอะลูมิเนียม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยเมล็ดมีความชื้นระหว่าง 10.79 - 11.80% ข้าวที่มีความชื้นต่ำที่สุดคือ พันธุ์บิ้วจิ๊กู๋ และข้าวที่มีความชื้นสูงที่สุดคือ พันธุ์ข้าวเจ้าเปลือกดำ มวลรวม 1000 เมล็ด มีค่าระหว่าง 29.71 -36.43 กรัม ข้าวที่มีมวลรวม 1000 เมล็ดต่ำที่สุด คือ พันธุ์ข้าวเจ้าเปลือกดำ และมีค่าสูงที่สุดคือ พันธุ์ก่ำวังไผ่ ขนาดเมล็ดข้าวเปลือกแสดงในค่าความยาวมีค่าระหว่าง 9.57 - 11.30 มิลลิเมตร ข้าวที่มีความยาวเมล็ดน้อยที่สุด คือ พันธุ์บิ้วจิ๊กู๋ ส่วนพันธุ์ที่มีความยาวมากที่สุด คือ แหมะแจ ความกว้างเมล็ดข้าวเปลือกมีค่าระหว่าง 2.91 - 3.69 มิลลิเมตร พันธุ์ที่มีความกว้างน้อยที่สุด คือ แหมะแจ ส่วนพันธุ์ที่มีความกว้างมากที่สุด คือ ก่ำวังไผ่ และความหนามีค่าระหว่าง 2.00 - 2.20 มิลลิเมตร ซึ่งพันธุ์ที่มีความหนาน้อยที่สุด คือ ข้าวเจ้าเปลือกดำ และพันธุ์ที่มีความหนามากที่สุด คือ ก่ำวังไผ่ (Table 1) เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตมีค่าระหว่าง 3.85 - 4.31 มิลลิเมตร โดยพันธุ์ที่มีค่าต่ำที่สุด คือ ข้าวเจ้าเปลือกดำ และพันธุ์ที่มีค่าสูงที่สุด คือ ก่ำวังไผ่ ความเป็นทรงกลมมีค่าระหว่าง 0.36 - 0.43 พันธุ์ที่มีค่าต่ำที่สุด คือ แหมะแจ และพันธุ์ที่มีค่าสูงที่สุด คือ ก่ำวังไผ่ ส่วนความหนาแน่นรวมมีค่าระหว่าง 0.54 - 0.62 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร พันธุ์ที่มีค่าต่ำที่สุด คือ แหมะแจ และพันธุ์ที่มีค่าสูงที่สุด คือ ข้าวเจ้าเปลือกดำ ความหนาแน่นเนื้อมีค่าระหว่าง 1.01 - 1.08 กรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร พันธุ์ที่มีค่าต่ำที่สุด คือ แหมะแจ และพันธุ์ที่มีค่าสูงที่สุด คือ ข้าวเจ้าเปลือกดำ และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์บนวัสดุ 3 ชนิด ได้แก่ ไม้ มีค่าระหว่าง 0.32 - 0.36 พันธุ์ที่มีค่าต่ำที่สุด คือ แหมะแจ และพันธุ์ที่มีค่าสูงที่สุด คือ ก่ำวังไผ่, สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์บนอะลูมิเนียมมีค่าระหว่าง 0.30 - 0.32 ซึ่งข้าวพันธุ์แหมะแจมีค่าต่ำที่สุด ส่วนอีก 3 พันธุ์ มีค่าเท่ากัน คือ ข้าวก่ำวังไผ่ ข้าวเจ้าเปลือกดำ และบิ้วจิ๊กู๋ สำหรับสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์บนสายพานมีค่าระหว่าง 0.52 - 0.62 โดยพันธุ์ที่มีค่าต่ำที่สุด คือ ข้าวเจ้าเปลือกดำ และพันธุ์ที่มีค่าสูงที่สุด คือ ก่ำวังไผ่ (Table 2)

Table 1 Physical properties of upland rice, moisture content (mc), 1000 grain mass and size (length, width, thickness)

Varieties	Moisture content (%)	1000 grain mass (g)	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)
Gum Wang Pai	11.38±0.02b	36.43±0.33a	9.89±0.67b	3.69±0.25a	2.20±0.36ns
Khao Jao Plueag Dum	11.80±0.21a	29.71±0.13d	9.58±0.35b	2.99±0.34b	2.00±0.07ns
Mae Jae	10.89±0.09c	35.07±0.52b	11.30±0.82a	2.91±0.20b	2.15±0.09ns
Bue Ji Koo	10.79±0.21c	30.98±0.12c	9.57±0.49b	3.20±0.14b	2.09±0.15ns
CV. (%)	1.41	1.96	6.10	7.57	9.68

: Table display the value of mean ± standard deviation (SD.)

: Different letter within the same column denote significant difference and ns means no significant difference at 95% confident interval test by Duncan's multiple range test.

Table 2 Physical properties of upland rice, geometeric mean diameter (GMD), sphericity, bulk density, true density and coefficient of friction

Varieties	Geometeric mean diameter (mm)	Sphericity	Bulk density ($g/cm^{3)}$	True density ($g/ml^{3)}$	Coefficient of friction (μ)		
					Wood	Aluminum	Belt
Gum Wang Pai	4.31±0.05a	0.43±0.03a	0.58±0.02a	1.01±0.02c	0.36±0.01a	0.32±0ns	0.62±0.01a
Khao Jao Plueag Dum	3.85±0.02c	0.40±0.01b	0.62±0.02a	1.08±0.01a	0.33±0.03b	0.32±0ns	0.52±0c
Mae Jae	4.13±0.10b	0.36±0.02c	0.54±0.03b	1.04±0.01b	0.32±0.01b	0.30±0ns	0.54±0c
Bue Ji Koo	4.00±0.05c	0.42±0.01ab	0.58±0.02a	1.08±0.04a	0.33±0.02b	0.32±0ns	0.56±0b
CV (%)	1.47	1.0	5.12	1.01	2.13	0	0

:Table display the value of mean ± standard deviation(SD.)

: Different letter within the same column denote significant difference and ns means no significant difference at 95% confident interval test by Duncan's multiple range test.

วิจารณ์ผล

จากผลการทดลอง พบว่า เมล็ดข้าวเปลือกของข้าวไร่ มีความชื้นไม่เกิน 14 % ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมของข้าวเปลือกสำหรับนำเข้าสู่กระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวต่อไปได้แก่ การนวด การกะเทาะเปลือก และอื่นๆ (Champagne, 2004) เมื่อพิจารณามวล 1000 เมล็ดของข้าวไร่ พบว่า สอดคล้องกับขนาดของเมล็ดข้าวเปลือกในด้านความยาวและความกว้าง โดยข้าวไร่พันธุ์ที่มีมวล 1000 เมล็ด มาก จะมีขนาดเมล็ดใหญ่กว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างไรก็ตามข้าวไร่ทั้ง 4 พันธุ์มีความหนาใกล้เคียงกัน จากข้อมูลความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกซึ่งมีค่ามากกว่า 7.50 มิลลิแมตร ทำให้ต้องจำแนกเมล็ดข้าวไร่เป็นข้าวเมล็ดยาว แต่หากพิจารณาความกว้างของเมล็ดข้าวเปลือกร่วมด้วยจะพบว่ามีค่ามากกว่า 2.90 มิลลิเมตร ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มข้าวเมล็ดสั้นเช่นเดียวกับความหนาของเมล็ดซึ่งมีค่ามากกว่า 2.00 มิลลิเมตร จึงทำให้ข้าวไร่จัดอยู่ในกลุ่มข้าวเมล็ดสั้นและมีขนาดใหญ่กว่าข้าวญี่ปุ่น (อรอนงค์, 2556) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต และความเป็นทรงกลมอีกด้วย ในขณะที่ความหนาแน่นรวม และความหนาแน่นเนื้อให้ผลไปในทิศทางเดียวกันนั่นคือ พันธุ์ที่มีค่าความหนาแน่นรวมสูงจะมีความหนาแน่นเนื้อสูงด้วยซึ่งสอดคล้องกับความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก (Champagne, 2004) และเมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตย์บนวัสดุ พบว่าเมล็ดข้าวเปลือกทั้ง 4 พันธุ์มีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทางสถิตย์บนไม้ใกล้เคียงกับอะลูมิเนียม และต่ำกว่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทางสถิตย์บนสายพาน ทั้งนี้เป็นผลจากลักษณะของพื้นผิววัสดุ นั่นคือวัสดุที่มีพื้นผิวที่เรียบ สะอาด (cleaned surface) จะมีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสูงกว่าพื้นผิวที่ไม่เรียบและไม่สะอาด (uncleaned surface) (Champagne, 2004) ซึ่งจะได้นำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับใช้กับข้าวไร่ต่อไป

สรุป

ข้าวไร่ทั้ง 4 สายพันธุ์ มีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน ซึ่งเป็นลักษณะประจำพันธุ์ และจะได้นำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับใช้กับข้าวไร่ต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์บริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ทุนอุดหนุนการทำวิจัย ทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่) สำหรับการสนับสนุนทุนในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2556. ข้าว:วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 366 หน้า.

Champagne, E.T. 2004. Rice: Chemistry and Technology. Third ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., Minnesota, U.S.A. 640pp.