

# การประเมินอัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างข้าวกลุ่มอินดิกากับข้าวกลุ่มอื่น

## Evaluation of Seed Setting Rate in $F_1$ Hybrids from the Crosses between Indica Rice and Other Types

วีรัชย์ มัชยัสถ์ถาวร\*, ประภา ศรีพิจิตร และธานี ศรีวงศ์ชัย

ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Weerachai Matthayathaworn\*, Prapa Sripichitt and Tanee Sreewongchai

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkhen Campus,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Received: May 17, 2019; Accepted: May 22, 2019

### บทคัดย่อ

ความสามารถในการผสมข้ามชนิดกลุ่มพันธุ์ข้าวเพื่อให้ได้ลูกผสมที่ไม่เป็นหมันและมีอัตราการติดเมล็ดสูงสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประกอบการพิจารณาในการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อผสมพันธุ์ระหว่างข้าวกลุ่มอินดิกากับข้าวกลุ่มอื่น แล้วประเมินอัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้ผลการทดลองพบว่าอัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ภายในกลุ่มสูงกว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างกลุ่ม โดยลูกผสมชั่วที่ 1 ของการผสมพันธุ์ระหว่าง อินดิกา/อินดิกา มีอัตราการติดเมล็ดมากที่สุด รองลงมา คือ อินดิกา/จาวานิกา อินดิกา/เนริกา และ อินดิกา/จาโพนิกา ตามลำดับ ข้าวในกลุ่มจาวานิกาและเนริกาสามารถผสมพันธุ์กับข้าวในกลุ่มอินดิกาและส่งผลให้ลูกผสมชั่วที่ 1 สามารถผลิตเมล็ดปกติ ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากเฮตเทอโรซิสโดยเลือกพันธุ์ข้าวในการผสมพันธุ์ระหว่าง อินดิกา/จาวานิกา หรือ อินดิกา/เนริกา เป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาอัตราการติดเมล็ดต่ำในลูกผสมชั่วที่ 1 ของการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวกลุ่ม อินดิกา/จาโพนิกา

**คำสำคัญ :** ข้าวลูกผสม; อัตราการติดเมล็ด; การผสมข้ามชนิดกลุ่มพันธุ์

### Abstract

The ability to intercross between rice subspecies in order to obtain hybrids those are not sterile and have a high seed setting rate, can be used to consider in the development of hybrid rice variety. The objective of this study was to evaluate seed setting rate of  $F_1$  hybrid from crosses between indica rice and other types. The results showed that seed setting rate of  $F_1$  hybrid obtained from cross intra-type hybrid was higher than that of inter-type hybrid. The  $F_1$  hybrid from cross indica/ indica was the

highest seed setting rate followed by indica/javanica, indica/NERICA, and indica/japonica. The javanica and NERICA types were combined with indica type and resulted in the F<sub>1</sub> hybrids with ability to produce seed. Thus, utilization of heterosis by selected varieties for hybridization indica/ javanica or indica/ NERICA was an alternative way to solve low seed setting rate in F<sub>1</sub> hybrid of cross indica/japonica.

**Keywords:** hybrid rice; seed setting rate; wide compatibility

## 1. คำนำ

ข้าวลูกผสม (hybrid rice) คือ ข้าวที่ต้องใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อแม่ที่มีพันธุกรรมแตกต่างกัน ข้าวลูกผสมที่ดีจะมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line) ที่ดีที่สุดอย่างน้อย 15-20 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน เกษตรกรจะต้องใช้เมล็ดพันธุ์ใหม่ทุกฤดูการปลูก สาเหตุที่จำเป็นต้องเพาะปลูกข้าวลูกผสมมีหลากหลาย เช่น ไม่สามารถยกระดับพัฒนาของผลผลิตของข้าวพันธุ์ต้นเตี้ย (semi-dwarf) จากยุคปฏิวัติเขียว (green revolution) พื้นที่การเพาะปลูกข้าวลดลง ความต้องการข้าวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรในประเทศต่าง ๆ ข้าวลูกผสมต้องมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์บริสุทธิ์ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น รวมไปถึงข้าวลูกผสมสามารถปลูกในพื้นที่ที่มีปัญหา เช่น สภาพแห้งแล้ง หรือสภาพดินเค็ม เนื่องจากข้าวเป็นพืชผสมตัวเอง การพัฒนาข้าวลูกผสมเป็นการค้าจะต้องใช้ระบบเพศผู้เป็นหมัน ซึ่งระบบเพศผู้เป็นหมันมีทั้งที่ควบคุมด้วยพันธุกรรมและไม่ใช้พันธุกรรม เพื่อให้ทำให้ละอองเกสรผิดปกติ ส่งผลให้ข้าวไม่สามารถผสมตัวเอง ดังนั้นสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันจึงใช้เป็นต้นแม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม โดยที่สายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันต้องปลูกในพื้นที่เดียวกับสายพันธุ์พ่อเพื่อให้ละอองเกสร เพื่อให้เกิดการผสมข้ามในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม เมล็ดจากต้นสายพันธุ์เพศผู้เป็นหมันที่ได้รับการผสมข้ามนั้น จะนำไปปลูก

เป็นข้าวลูกผสม (Virmani *et al.*, 1997)

ข้าวปลูกพวก *Oryza sativa* L. มีวิวัฒนาการแยกออกจากกันเป็น 3 แบบ หรือ 3 subspecies (Smith and Dilday, 2002) ได้แก่ (1) อินดิกา (indica) หรือ tropical type เป็นข้าวที่มีทรงต้นสูง ลำต้นไม่แข็งแรง ใบยาวและห้อยลง การออกดอกจะตอบสนองต่อช่วงแสงและอุณหภูมิที่ต่ำ เมล็ดมีรูปร่างยาวเรียวยาว ร่วงหล่นง่าย และมีการพักตัวยาวนาน มีปลูกกันในบริเวณเขตอบอุ่นของประเทศจีน เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และอินเดีย ซึ่งการกระจายตัวของข้าวในกลุ่มนี้จะอยู่ในบริเวณประเทศที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น (2) จาโพนิกา (japonica) หรือ temperate type เป็นข้าวที่มีทรงต้นเตี้ย ใบสั้นและตั้งตรง แดกกอปานกลาง ทนทานต่อสภาพที่มีอุณหภูมิที่ต่ำ เมล็ดสั้นและกลม มีปริมาณแป้งอะมิโลสต่ำ ทำให้ข้าวสุกมีลักษณะเหนียวเกาะติดกัน มีปลูกกันในบริเวณทางตอนเหนือของประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น ซึ่งการกระจายตัวของข้าวในกลุ่มนี้จะอยู่ในบริเวณประเทศประเทศที่มีภูมิอากาศแบบหนาวเย็น และ (3) จาวานิกา (javanica) หรือ intermediate type เป็นข้าวที่มีทรงต้นสูง ลำต้นใหญ่และแข็งแรง ใบกว้างแข็ง แดกกอห้อย รวงยาว เมล็ดเหนียวไม่ร่วงหล่น เมล็ดมีรูปร่างป้อม (bold grain) ขนาดใหญ่ มีปลูกกันในบริเวณประเทศอินโดนีเซีย ส่วนข้าวปลูกแอฟริกา (*O. glaberrima*) มีการปลูกแพร่กระจายเฉพาะแหล่ง บริเวณเขตร้อนของแอฟริกาตะวันตก จึงมีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวปลูกเอเชีย

(Glaszmann, 1987; Zhang *et al.*, 1992) จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีการผสมข้ามชนิด (interspecific hybridization) ระหว่างข้าวแอฟริกากับข้าวเอเชียเพื่อรวมลักษณะการปรับตัวที่ดีและทนแล้งจากข้าวแอฟริกากับลักษณะผลผลิตสูงจากข้าวเอเชีย แล้วคัดเลือกได้เป็นข้าวกลุ่มใหม่ที่เรียกว่าเนริกา (new rice for Africa, NERICA) เพื่อปลูกในทวีปแอฟริกา (Samado *et al.*, 2008)

การศึกษาของ Yuan (2003) พบว่าลูกผสมที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่าง indica/japonica นั้นมีลักษณะทางการเกษตรที่ดีและมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่าง indica/indica ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ด้วยเหตุผลนี้จึงใช้เฮตเทอโรซิสที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่าง indica/japonica ในการพัฒนาข้าวลูกผสมพิเศษ หรือ super hybrid อย่างไรก็ตาม ยังมีปัญหาต่าง ๆ อีกมากในการพัฒนาข้าวลูกผสมดังกล่าว เช่น มีอัตราการติดเมล็ดต่ำ (Chen *et al.*, 2007) แต่สามารถแก้ปัญหาด้วยการใช้ยีน S5 ที่ควบคุมให้เกิดการผสมข้ามระหว่างกลุ่มของข้าว (wide

compatibility, WC) (Najeeb *et al.*, 2013) และการใช้พันธุ์พ่อแม่แบบ intermediate type แทนการใช้พันธุ์ japonica โดยตรง (Ying *et al.*, 1998) ซึ่งมีข้าวลูกผสมจำนวนมากที่พัฒนาขึ้น โดยเป็นข้าวลูกผสมระหว่าง subspecies (inter-subspecific hybrid) ที่มีเฮตเทอโรซิสสูงและมีการติดเมล็ดปกติ (Yuan, 2017) ในขณะที่ข้อมูลการผสมข้ามระหว่างข้าวไทยกับข้าวกลุ่มต่าง ๆ ยังมีไม่มากนัก การทดสอบความสามารถในการผสมพันธุ์เพื่อให้ได้ลูกผสมที่ไม่เป็นหมันและมีอัตราการติดเมล็ดสูงจะทำให้สามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประกอบการพิจารณาในการพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสมได้ นอกจากนี้ข้าวจากแหล่งต่าง ๆ รวมไปถึงข้าวกลุ่ม NERICA ก็เป็นแหล่งพันธุกรรมที่น่าสนใจในการนำมาผสมพันธุ์เพื่อพัฒนาพันธุ์ข้าวลูกผสม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบอัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะสามารถนำมากำหนดทิศทางของการปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมให้ประสบผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการผสมพันธุ์เพื่อทดสอบอัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1

ลำดับที่	พันธุ์	แหล่งที่มา	กลุ่ม/ชนิด
1	ชัยนาท 1 (CNT1)	ประเทศไทย	indica
2	ปทุมธานี 1 (PTT1)	ประเทศไทย	indica
3	สุพรรณบุรี 1 (SPR1)	ประเทศไทย	indica
4	IR64	สถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ	indica
5	Qiqnizhan	ประเทศจีน	indica
6	Basmati370	ประเทศอินเดีย	indica
7	Sasanishiki	ประเทศญี่ปุ่น	japonica
8	Akitakomachi	ประเทศญี่ปุ่น	japonica
9	Azucena	สถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ	javanica
10	NPT#20-4	สถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ	javanica
11	NERICA3	แอฟริกา	NERICA
12	NERICA4	แอฟริกา	NERICA

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดลอง

ข้าวพันธุ์ต่าง ๆ จากแต่ละกลุ่ม ได้แก่ indica, japonica, javanica และ NERICA จำนวน 12 พันธุ์ (ตารางที่ 1)

### 2.2 วิธีการ

2.2.1 ผสมข้ามพันธุ์ของข้าวจำนวน 12 พันธุ์ โดยใช้แผนการผสมพันธุ์แบบพบกันหมด (diallel cross matting design) ไม่สลับพันธุ์พ่อแม่ (without reciprocal cross) เพื่อสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 66 คู่ผสม

2.2.2 ปลูกข้าวลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 2 ฤดูปลูก ในแปลงทดลอง 2 แห่ง ได้แก่ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี และศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ระยะปลูก 20 x 20 เซนติเมตร ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ จำนวน 5 แถว ต่อแปลงย่อย แถวละ 7 ต้น โดยปลูกพันธุ์พ่อแม่เปรียบเทียบ

2.2.3 สุ่มเก็บรวงข้าวในระยะสุกแก่ 1 รวงต่อต้น จำนวน 9 รวงต่อตัวอย่าง นับจำนวนเมล็ดดีและจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวงนำไปคำนวณอัตราการติดเมล็ดดังนี้ อัตราการติดเมล็ด = (จำนวนเมล็ดดี ÷ จำนวนเมล็ดทั้งหมด) x 100

2.2.4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Crop Stat 7.2

## 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

การปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้งหมด 66 คู่ผสมร่วมกับพันธุ์พ่อแม่ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีและศูนย์วิจัยข้าวชัยนาทในฤดูนาปี 2556 และ 2557 พบว่าอัตราการติดเมล็ดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 2) ในขณะที่อิทธิพลของสถานที่และปี รวมทั้งอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์ สถานที่ และปี ไม่แตกต่างกันทางสถิติเนื่องจากสถานที่ในการทดลองครั้งนี้อยู่ในเขตภาค

กลางทั้ง 2 แปลงทดลอง และปลูกในฤดูนาปีเช่นเดียวกัน ส่งผลให้สภาพแวดล้อมของแปลงทดลองไม่แตกต่างกันมาก จึงเป็นผลให้สภาพแวดล้อมไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะอัตราการติดเมล็ด อีกทั้งความเป็นหมันของลูกผสมชั่วที่ 1 ควบคุมด้วยยีน S5 (Najeeb *et al.*, 2013) ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็นลักษณะเชิงคุณภาพ (qualitative trait) ควบคุมด้วยยีนน้อยคู่ สภาพแวดล้อมมีผลต่อการแสดงออกของยีนน้อย (Acquaah, 2007) เมื่อพิจารณาโดยการวิเคราะห์แยกส่วน (partitioned) พบว่าอัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 กับพันธุ์พ่อแม่ (hybrid vs parent) ลูกผสมชั่วที่ 1 ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ภายในกลุ่มกับระหว่างกลุ่ม (intra-type hybrid vs inter-type hybrid) และการเปรียบเทียบทั้งหมดที่มีข้าวกลุ่ม indica ผสมพันธุ์กับข้าวกลุ่มอื่น ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

อัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 น้อยกว่าพันธุ์พ่อแม่หรือไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3) โดยลูกผสมชั่วที่ 1 ของคู่ผสม CNT1/IR64 มีอัตราการติดเมล็ดมากที่สุด 79.80 ซึ่งเป็นการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวไทยกับข้าวของสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ แต่เป็นข้าวกลุ่มเดียวกัน indica/ indica ในขณะที่ลูกผสมชั่วที่ 1 ของคู่ผสม Qiqnizhan/Sasanishiki มีอัตราการติดเมล็ดน้อยที่สุด 11.56 ซึ่งเป็นการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวจากประเทศจีนกับข้าวจากประเทศญี่ปุ่น (indica/ japonica) เมื่อพิจารณาข้าวกลุ่ม indica ผสมพันธุ์กับข้าวกลุ่มต่าง ๆ (รูปที่ 1) พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ของการผสมพันธุ์ระหว่าง indica/ indica มีอัตราการติดเมล็ดมากที่สุด รองลงมา คือ indica/ javanica และ indica/ NERICA ในขณะที่ลูกผสมชั่วที่ 1 ของการผสมพันธุ์ระหว่าง indica/ japonica มีอัตราการติดเมล็ดน้อยที่สุด

ผลการทดลองของ Araki และคณะ (1988) และ Chen และคณะ (2011) ซึ่งผสมพันธุ์ข้ามกลุ่ม

ระหว่างข้าวกลุ่ม indica ที่มีอัลลีล 2 แบบ คือ S5-i และ S5-n กับข้าวกลุ่ม japonica ที่มีอัลลีลแบบเดียว คือ S5-j พบว่าเมื่อมีการเข้าคู่กันของอัลลีลแบบ S5-i/S5-n และ S5-n/S5-j ส่งผลให้ข้าวไม่เป็นหมัน สามารถผลิตเมล็ดปกติ ในขณะที่การเข้าคู่กันของอัลลีลแบบ S5-i/S5-j ส่งผลให้ข้าวเป็นหมัน ไม่สามารถผลิตเมล็ด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้ กล่าวคือ เมื่อผสมพันธุ์ระหว่างกลุ่ม indicca/ indica ลูกผสมชั่วที่ 1 มีอัตราการติดเมล็ดสูงสุด ซึ่งข้าวในกลุ่ม indica จะมีอัลลีลแบบ S5-i (Ikehashi and Araki, 1986) จึงเป็นการเข้าคู่กันของอัลลีลแบบ S5-i/S5-i ทำให้ข้าวสามารถผลิตเมล็ดปกติ

ในขณะที่การผสมพันธุ์ระหว่างข้าวในกลุ่ม indica/ japonica ลูกผสมชั่วที่ 1 มีอัตราการติดเมล็ดต่ำสุด ซึ่งเป็นการเข้าคู่กันของอัลลีลแบบ S5-i/S5-j ทำให้ข้าวไม่สามารถผลิตเมล็ดปกติ สอดคล้องกับการทดลองของ Liu และคณะ (1996) ที่พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวในกลุ่ม indica/japonica จะมีดอกข้าวที่เป็นปกติต่ำ (low spikelet fertility) ยกเว้นพันธุ์ Basmati 370 เมื่อผสมพันธุ์กับข้าวในกลุ่ม japonica มีอัตราการติดเมล็ดมากกว่าพันธุ์อื่นในกลุ่ม indica ซึ่งอาจเป็นการเข้าคู่กันของอัลลีลแบบ S5-n/S5-j ทำให้ข้าวสามารถผลิตเมล็ดปกติ ดังนั้นคู่ผสมดังกล่าวจึงผสม

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะอัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 และพันธุ์พ่อแม่ จากการปลูกทดสอบใน 2 สถานที่ และ 2 ปี

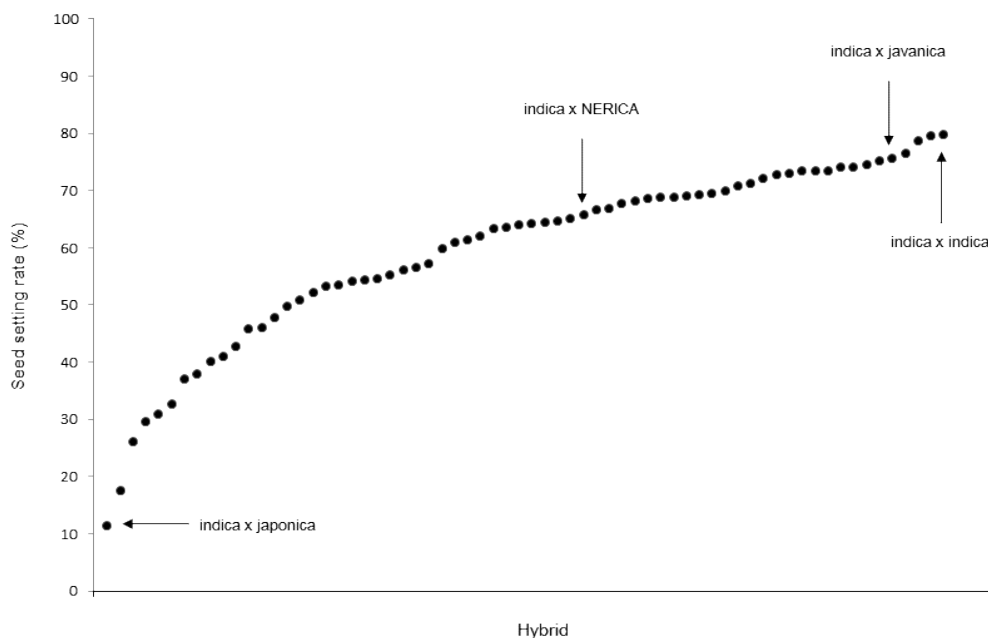
Source of variation	DF		Mean squares	F-test
	Main	Partitioned		
Block	2		343	1.31 <sup>ns</sup>
Location	001		00392	001.68 <sup>ns</sup>
Year	1		320	1.12 <sup>ns</sup>
Genotype	077		02937	010.27 <sup>**</sup>
hybrid vs parent		1	34322	120.06 <sup>**</sup>
intra-type hybrid vs inter-type hybrid		1	49486	173.11 <sup>**</sup>
indica/indica vs indica/japonica		1	98811	345.66 <sup>**</sup>
indica/indica vs indica/javanica		1	2363	008.26 <sup>**</sup>
indica/indica vs indica/NERICA		1	34590	121.00 <sup>**</sup>
indica/japonica vs indica/javanica		1	63554	222.32 <sup>**</sup>
indica/japonica vs indica/NERICA		1	14828	51.87 <sup>**</sup>
indica/javanica vs indica/NERICA		1	16985	059.42 <sup>**</sup>
Genotype x location	77		172	0.60 <sup>ns</sup>
Genotype x year	077		00371	001.30 <sup>ns</sup>
Genotype x location x year	78		257	0.90 <sup>ns</sup>
Genotype x block	154		00298	001.04 <sup>ns</sup>

\*\*แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์; ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 อัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 และพันธุ์พ่อแม่ของข้าวทั้ง 12 พันธุ์

	CNT1	PTT1	SPR1	IR64	Qiqnizhan	Basmati370	Sasanishiki	Akitakomachi	Azucena	NPT#20-4	NERICA3	NERICA4
CNT1	81.29	78.89	73.56	79.80	72.14	72.97	38.09	42.81	69.20	71.28	52.35	60.95
PTT1		73.89	65.31	76.54	73.57	56.24	26.28	40.26	64.13	74.12	32.87	37.14
SPR1			79.40	79.62	73.54	74.61	29.73	46.06	64.49	66.85	50.93	57.27
IR64				82.82	75.37	68.83	31.02	41.09	63.71	74.21	47.85	56.69
Qiqnizhan					79.51	73.14	11.56	17.64	54.72	75.63	45.99	53.54
Basmati370						64.46	69.00	60.03	62.24	69.53	65.84	64.37
Sasanishiki							77.76	69.39	67.02	49.80	67.95	70.98
Akitakomachi								83.44	63.53	55.36	54.49	64.69
Azucena									68.72	68.73	68.27	61.42
NPT#20-4										78.25	54.19	53.47
NERICA3											74.75	69.96
NERICA4												70.36

LSD 95 % = 13.59



รูปที่ 1 อัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวกลุ่มต่าง ๆ

ข้ามชนิดกลุ่มพันธุ์กันไม่ได้ (Ikehashi and Araki, 1986) โดยข้าวพันธุ์ Basmati 370 มีแหล่งกำเนิดบริเวณเทือกเขาหิมาลัยและกระจายพันธุ์ออกไปในเมืองต่าง ๆ และประเทศใกล้เคียง (Khush, 2005) เมื่อใช้ลักษณะเมล็ดและลักษณะทางสัณฐานวิทยา (grain characteristics and plant morphology) เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มจะอยู่ในกลุ่ม indica แต่เมื่อใช้

ข้อมูลทางพันธุกรรม (genetic information) จะจัดกลุ่มแยกออกจากข้าวกลุ่ม indica (Aggarwal et al., 2002; Jain et al., 2004; Nagaraju et al., 2002)

ในขณะที่ข้าวในกลุ่ม japonica ที่ผสมพันธุ์กับข้าวในกลุ่ม javanica ลูกผสมชั่วที่ 1 มีอัตราการติดเมล็ดมากกว่าการผสมพันธุ์ของกลุ่ม indica/japonica ซึ่งอาจเป็นการเข้าคู่กันของอัลลีลแบบ

S5-j/S5-n ทำให้ข้าวสามารถผลิตเมล็ดปกติ เนื่องจากข้าวพันธุ์ Azucena เป็นข้าวไร่ (upland rice) ที่จัดอยู่ในกลุ่ม javanica หรือ tropical japonica และข้าวพันธุ์ NPT#20-4 นั้นเป็นข้าวที่มีรูปทรงต้นแบบใหม่ (new plant type, NPT) ที่พัฒนาขึ้นมาจากข้าว tropical japonica (Peng et al., 2008)

ลักษณะเช่นเดียวกัน ข้าวในกลุ่ม japonica ที่ผสมพันธุ์กับข้าวในกลุ่ม NERICA ลูกผสมชั่วที่ 1 มีอัตราการติดเมล็ดมากกว่าการผสมของกลุ่ม indica/japonica ซึ่งอาจเป็นการเข้าคู่กันของอัลลีลแบบ S5-j/S5-n ทำให้ข้าวสามารถผลิตเมล็ดปกติ เนื่องจากข้าวพันธุ์ NERICA3 และ NERICA4 พัฒนาเป็นข้าวไร่จากการผสมพันธุ์ข้ามชนิด (interspecific crosses) ของพันธุ์ CG14 (*O. glaberrima* Steud.) และ WAB56-104 (*O. sativa* L.) ซึ่งเป็นข้าวในกลุ่ม japonica (Samado et al., 2008) จากประวัติพันธุ์และแหล่งกำเนิดของข้าวในกลุ่ม javanica และ NERICA อาจมีพันธุกรรมใกล้เคียงกับข้าวในกลุ่ม japonica มากกว่ากลุ่ม indica ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Worede และคณะ (2013) และจากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าข้าวทั้งสองกลุ่มนี้สามารถผสมพันธุ์กับข้าวในกลุ่ม indica แล้วส่งผลให้ลูกผสมชั่วที่ 1 สามารถผลิตเมล็ดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับ Chen และคณะ (2008) ที่รายงานว่าข้าวที่มีอัลลีลแบบ S5-n สามารถให้ลูกผสมปกติ เมื่อผสมกับข้าวที่มีอัลลีล S5-i และ S5-j อีกทั้งยังเป็นตัวกลางที่สามารถเชื่อมต่อระหว่างข้าวในกลุ่ม indica และ japonica เพื่อถ่ายทอดยีนระหว่างกันอีกด้วย ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากเฮตเทอโรซิสที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่าง indica/japonica อาจเปลี่ยนเป็นการผสมข้ามระหว่าง indica/javanica หรือ indica/NERICA เพื่อแก้ปัญหาอัตราการติดเมล็ดต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Ying และคณะ (1998) ที่เสนอว่าควรใช้พันธุ์พ่อ

แบบ intermediate type แทนการใช้พันธุ์ japonica โดยตรง

#### 4. สรุป

อัตราการติดเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ภายในกลุ่มสูงกว่าลูกผสมชั่วที่ 1 ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างกลุ่ม โดยลูกผสมชั่วที่ 1 ของการผสมพันธุ์ระหว่าง indica/indica มีอัตราการติดเมล็ดมากที่สุด รองลงมา คือ indica/javanica indica/NERICA และ indica/japonica ตามลำดับ ข้าวในกลุ่ม javanica และ NERICA สามารถผสมพันธุ์กับข้าวในกลุ่ม indica และส่งผลให้ลูกผสมชั่วที่ 1 สามารถผลิตเมล็ดปกติ ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากเฮตเทอโรซิสที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่าง indica/japonica อาจเปลี่ยนเป็นการผสมข้ามระหว่าง indica/javanica หรือ indica/NERICA เพื่อแก้ปัญหาอัตราการติดเมล็ดต่ำ

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ดำเนินงานภายใต้แผนงานวิจัย “การปรับปรุงพันธุ์ข้าวลูกผสมเพื่อเพิ่มผลผลิตและการแปรรูปเชิงอุตสาหกรรม” ที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผ่านทางสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.)

#### 6. รายการอ้างอิง

- Acquaah, G. , 2007, Principles of plant genetics and breeding, Blackwell Publishing, Oxford.
- Aggarwal, R.K. , Shenoy, V.V. , Ramadevi, J. , Rajkumar, R. and Singh, L. , 2002, Molecular characterization of some Indian Basmati and other elite rice genotypes using fluorescent- AFLP, Theor. Appl. Genet. 105: 680-690.

- Araki, H., Toya, K. and Ikehashi, H., 1988, Role of Wide Compatibility Genes in Hybrid Rice Breeding, pp. 79- 83, in Hybrid Rice, International Rice Research Institute, Los Baños.
- Chen, J., Ding, J., Ouyang, Y., Du, H., Yang, J., Cheng, K., Zhao, J., Qiu, S., Zhang, X. and Yao, J., 2008, A triallelic system of S5 is a major regulator of the reproductive barrier and compatibility of indica-japonica hybrids in rice, Proc. Natl. Acad. Sci. 105: 11436-11441.
- Chen, L. Y., Xiao, Y. H., Tang, W. B. and Lei, D. Y., 2007, Practices and prospects of super hybrid rice breeding, Rice Sci. 14: 71-77.
- Chen, L., Zhao, Z., Liu, X., Liu, L., Jiang, L., Liu, S., Zhang, W., Wang, Y., Liu, Y. and Wan, J., 2011, Marker-assisted breeding of a photoperiod-sensitive male sterile japonica rice with high cross-compatibility with indica rice, Mol. Breeding 27: 247-258
- Glaszmann, J. C. , 1987, Isozymes and classification of Asian rice varieties, Theor. Appl. Genet. 74: 21-30.
- Ikehashi, H. and Araki, H., 1986, Genetics of F<sub>1</sub> sterility in remote crosses of rice, pp. 119-130, in Rice Genetics, International Rice Research Institute, Los Baños.
- Jain, S., Jain, R.K. and McCouch, S.R., 2004, Genetic analysis of Indian aromatic and quality rice (*Oryza sativa* L.) germplasm using panels of fluorescently- labeled microsatellite markers, Theor. Appl. Genet. 109: 965-977.
- Khush, G.S., 2005, What it will take to feed 5.0 billion rice consumers in 2030, Plant Mol. Biol. 59: 1-6.
- Liu, K.D., Zhou, Z.Q., Zu, C.G., Zhang, Q. and Maroof M.A. , 1996, An analysis of hybrid sterility in rice using a diallel cross of 21 parents involving indica, japonica and wide compatibility cultivars, Euphytica 90: 257-280.
- Nagaraju, J., Kathirvel, M., Ramesh Kumar, R., Siddiq, E. A. and Hasnain, S. E. , 2002, Genetic analysis of traditional and evolved Basmati and non-Basmati rice varieties by using fluorescence-based ISSR-PCR and SSR markers, Proc. Nat. Acad. Sci. USA 99: 5836-5841.
- Najeeb, S., Ashraf Ahangar, M. and Dar, S.H., 2013, An analysis of hybrid sterility in rice (*Oryza sativa* L.) using genetically diverse germplasm under temperate ecosystem, Afr. J. Agric. Res. 8: 3820-3827.
- Peng, S., Khush, G.S., Virk, P., Tang, Q. and Zou, Y. , 2008, Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential, Field Crops Res. 108: 32-38.
- Samado, E. A., Guei, R.G. and Nguyen, N. , 2008, NERICA: Origin, Nomenclature and Identification Characteristics, pp. 10-18, in Somado, E.A., Guei, R.G. and Keya, S.O. (Eds.), NERICA: The New Rice for Africa – A Compendium, Cotonou, Benin.
- Smith, C.W. and Dilday, R. H. , 2002, Rice: Origin, History, Technology, and



- Production, John Wiley and Sons, Inc. , Hoboken.
- Virmani, S.S., Viraktamath, B.C., Casal, C.L., Toledo, R.S., Lopez, M.T. and Manalo, J.O., 1997, Hybrid Rice Breeding Manual, International Rice Research Institute, Los Baños.
- Worede, F., Sreewongchai, T., Phumichai, C. and Sripichitt, P., 2013, Genetic diversity analysis of rice cultivars from various origins using simple sequence repeat (SSR) markers, Afr. J. Biotechnol. 12: 4074-4081.
- Yaun, L., 2003, Recent Progress in breeding super hybrid rice in China, pp. 231-236. In Lu, Y.X. (Ed.), Science Progress in China, Elsevier Science, Ltd., Oxford.
- Yaun, L., 2017, Progress in super-hybrid rice breeding, Crop J. 5: 100-102.
- Ying, J., Peng, S., He, Q., Yang, H., Yang, C., Visperas, R.M. and Cassman, K.G., 1998, Comparison of high-yield rice in tropical and subtropical environments: I. Determinants of grain and dry matter yields, Field Crops Res. 57: 71-84
- Zhang, Q.F., Maroof, M.A.S., Lu, T.Y. and Shen, B. Z. , 1992, Genetic diversity and differentiation of indica and japonica rice detected by RFLP analysis, Theor. Appl. Genet. 83: 495-499.