วิจารณ์ผลการทดลอง

<u>การทดลองที่ 1 เซลล์พันธุศาสตร์ของข้าวพันธุ์พ่อแม่</u>

การศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของข้าว เริ่มขึ้นครั้งแรกใน ค.ศ. 1910 โดย Kuwada เป็นการศึกษาเฉพาะจำนวนโครโมโซมของข้าวเท่านั้น โดยทำการศึกษาจากการแบ่งเซลล์ทั้งแบบ meiosis และ mitosis และพบว่าจำนวนโครโมโซมของเซลล์ที่อยู่ในสภาพ haploid ของข้าว (*Oryza sativa* L.) เท่ากับ 12 (n=x=12) ในการแบ่งเซลล์แบบ meiosis และมีจำนวนเท่ากับ 24 (2n=2x=24) ในการแบ่งเซลล์แบบ mitosis จากการศึกษาจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ปลายรากข้าวพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 5 พันธุ์ มีทั้งที่เป็นข้าวขาวและข้าวเหนียวดำ คือ ข้าวเหนียวสันป่าตอง ข้าวขาวดอกมะลิ ข้าวก่ำดอยสะเก็ด ข้าวก่ำ 88468 และข้าวก่ำ 87046 ซึ่งนับได้ว่าเป็นตัวแทนของข้าวพันธุ์ปลูกและข้าวพันธุ์พื้นเมืองในปัจจุบัน พบว่า ข้าวทั้ง 5 พันธุ์มีจำนวนโครโมโซมร่างกายเท่ากับ 24 (2n=2x=24) ซึ่งมีจำนวนเท่ากับข้าวพันธุ์อื่นและข้าวต่าง species กัน (Hu, 1964) นั้นก็หมายความว่า ข้าวมีจำนวนโครโมโซมร่างกาย ที่เป็นจำนวนพื้นฐาน เท่ากับ 24 (2n=2x=24) ซึ่งเป็นจำนวนที่เท่ากันในข้าวทุกพันธุ์ และในข้าวเกือบทุก species แตกต่างเพียงข้าวป่า (wild rice) บางชนิด ที่พบว่ามีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 48 (2n=4x=48) ซึ่งเซลล์อยู่ในสภาพ tetraploid

แต่เมื่อพิจารณาถึงขนาดโครโมโซม พบว่า ข้าวแต่ละพันธุ์มีขนาดโครโมโซมแตกต่างกันทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก และไม่พบโครโมโซมขนาดเล็กในข้าวก่ำดอยสะเก็ด และข้าวก่ำ 87046 (ตารางที่ 29) ข้าวทุกพันธุ์มีขนาดโครโมโซมอยู่ในช่วง 0.840-0.243 ไมครอน โดยข้าวก่ำ 88468 มีโครโมโซมขนาดใหญ่ที่สุด คือ 0.840 ไมครอน และโครโมโซมขนาดเล็กที่สุด 0.243 ไมครอน พบในข้าวขาวดอกมะลิ ในกลุ่มข้าวขาว ประกอบด้วย ข้าวเหนียวสันป่าตอง และข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีขนาดโครโมโซมอยู่ในช่วง 0.243-0.671 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าโครโมโซมของข้าวเหนียวดำ ประกอบด้วย ข้าวก่ำดอยสะเก็ด ข้าวก่ำ 88468 และข้าวก่ำ 87046 มีขนาดโครโมโซมอยู่ในช่วง 0.316-0.840 ไมครอน (ตารางที่ 33) แต่เมื่อพิจารณาลงไปในระดับพันธุ์ พบว่า ในกลุ่มข้าวเหนียวดำ ข้าวก่ำ 87046 เป็นข้าวที่มีลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกคล้ายคลึงกับข้าวขาว แตกต่างเพียงสีของเยื่อหุ้มเมล็ด (pericarp) ที่มีสีม่วงดำ มีขนาดโครโมโซมอยู่ในช่วง 0.316-0.634 ไมครอน ซึ่งใกล้เคียงกับขนาดโครโมโซมของข้าวเหนียวสันป่าตองและข้าวขาวดอกมะลิ 105 คือ 0.300-0.671 และ 0.243-0.650 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 30) และเมื่อทำการเปรียบเทียบรูปร่างหรือชนิดโครโมโซม พบว่า โครโมโซมของข้าวจำนวน 5 พันธุ์ที่ทำการศึกษา ไม่พบโครโมโซมคู่ใดเลยที่มีรูปร่างแบบ telocentric chromosome โดยส่วนใหญ่จะพบโครโมโซมรูปร่างแบบ metacentric และ submetacentric chromosome มีเพียงข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่พบว่ามีโครโมโซมถึง 3 ชนิด คือ metacentric submetacentric และ subtelocentric chromosome ซึ่งแตกต่างไปจากข้าวอีก 4

พันธุ์ที่เหลือ คือ ข้าวเหนียวสันป่าตอง ข้าวก่ำดอยสะเก็ด ข้าวก่ำ 88468 และข้าวก่ำ 87046 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีรูปร่างโครโมโซมเพียง 2 แบบ คือ metacentric และ submetacentric chromosome ผลการศึกษาที่ได้มีความสอดคล้องกับบทสรุปของ Korah (1963) และ Shastry (1964) ที่ว่า ข้าวพันธุ์พื้นเมืองหรือข้าวป่า มีลักษณะคารีโอไทป์เป็นแบบ symmetrical มากกว่าข้าวพันธุ์ปลูกหรือข้าวพันธุ์ปรับปรุง และพบว่ารูปแบบของรูปร่างโครโมโซมระหว่างข้าวขาวและข้าวเหนียวดำมีรูปแบบที่แตกต่างกัน เป็นลักษณะเฉพาะของข้าวแต่ละกลุ่ม (ตารางที่ 32) และพบลักษณะพิเศษของโครโมโซมคู่ที่ 6 ของข้าวดอกมะลิ 105 และโครโมโซมคู่ที่ 12 ของข้าวก่ำ 88468 โดยโครโมโซมทั้ง 2 คู่เป็น SAT-chromosome แต่ปรากฏลักษณะของติ่ง (satellite) ที่ยื่นออกมาบริเวณปลายแห่งโครโมโซมเพียงแห่งเดียวในโครโมโซมแต่ละคู่ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว โครโมโซมที่เป็นคู่กันต้องมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ ความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองที่เกิดขึ้น น่าจะเกิดจากขั้นตอนในการเตรียมสไลด์โดยวิธี squash method ซึ่งต้องมีการกดทับแผ่นสไลด์ เพื่อให้เซลล์ที่ศึกษาอยู่ในระนาบเดียวกันและช่วยให้โครโมโซมมีการกระจายที่ดี ง่ายต่อการศึกษามากขึ้น อาจมีผลทำให้ติ่งของโครโมโซมที่เป็นคู่กันในโครโมโซมคู่ที่ 6 ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 และในโครโมโซมคู่ที่ 12 ของข้าวก่ำ 88468 หลุดหายไปและแสดงลักษณะ SAT-chromosome เพียง 1 แห่งโครโมโซมในแต่ละคู่

จากการศึกษาเกี่ยวกับ จำนวน ขนาด และรูปร่างโครโมโซมของข้าวพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 5 พันธุ์ ประกอบด้วย ข้าวเหนียวสันป่าตอง ข้าวขาวดอกมะลิ ข้าวก่ำดอยสะเก็ด ข้าวก่ำ 88468 และข้าวก่ำ 84076 ซึ่งข้าวทั้ง 5 พันธุ์นี้ เป็นตัวแทนของข้าวขาวและข้าวเหนียวดำ ที่มีสีบนลักษณะสัณฐานวิทยา เช่น สีใบ สีเปลือกหุ้มเมล็ด ฯลฯ แตกต่างกัน ผลการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะคารีโอไทป์ที่ได้ จะเห็นว่าข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดและรูปร่างโครโมโซม แต่ความแตกต่างที่ได้ไม่สามารถสรุปถึงความสัมพันธ์ระหว่างความแตกต่างของลักษณะสัณฐานวิทยากับความแตกต่างของขนาดและรูปร่างโครโมโซมได้ ทั้งนี้เพราะว่าลักษณะสัณฐานวิทยาของพืชที่ต้นพืชแสดงออก เกิดจากการควบคุมของหน่วยพันธุกรรมหรือยีน (gene) ที่เป็นตัวกำหนดลักษณะต่างๆของต้นพืช แต่ข้อมูลที่ได้เป็นเพียงข้อมูลประจำลักษณะพันธุ์นั้นๆ บอกได้แต่เพียงว่า ข้าวทั้ง 5 พันธุ์นั้น มีจำนวนโครโมโซม ขนาดโครโมโซมและรูปร่างโครโมโซมเป็นอย่างไร และในการศึกษาไม่สามารถศึกษาแถบสีบนชิ้นส่วนของโครโมโซม (banding pattern) ได้ เนื่องจากโครโมโซมของข้าวมีขนาดค่อนข้างเล็ก และติดสีย้อมค่อนข้างยาก รวมทั้งความละเอียดของกล้องที่ใช้บันทึกภาพโครโมโซมจากแผ่นสไลด์ มีความละเอียดไม่เพียงพอต่อการที่จะศึกษาแถบสีบนชิ้นส่วนโครโมโซม จึงไม่สามารถจะระบุตำแหน่งของยีนได้

ตารางที่ 29 ขนาด จำนวน และรูปร่างโครโมโซมของข้าวพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 5 พันธุ์

พันธุ์	ขนาดโครโมโซม (ไมครอน)			จำนวนและรูปร่างโครโมโซม (คู่)														
	ใหญ่	กลาง	เล็ก	ใหญ่					กลาง					เล็ก				
				M	SM	ST	T	รวม	M	SM	ST	T	รวม	M	SM	ST	T	รวม
เหนียวสันป่าตอง	0.671-0.486	0.485-0.336	0.335-0.300	1	3	0	0	4	5	1	0	0	6	2	0	0	0	2
ขาวดอกมะลิ 105	0.650-0.447	0.446-0.325	0.324-0.243	1	1	2	0	4	6	1	0	0	7	1	0	0	0	1
ข้าวก่ำดอยสะเก็ด	0.744-0.565	0.564-0.372	0.371-0.000	0	2	0	0	2	9	1	0	0	10	0	0	0	0	0
ข้าวก่ำ 88468	0.840-0.616	0.615-0.420	0.419-0.391	2	1	0	0	3	6	1	0	0	7	1	1	0	0	2
ข้าวก่ำ 87046	0.634-0.506	0.505-0.317	0.316-0.000	3	2	0	0	5	6	1	0	0	7	0	0	0	0	0

หมายเหตุ M = metacentric chromosome SM = submetacentric chromosome

ST = subtelocentric chromosome T = telocentric chromosome

ตารางที่ 30 ขอบเขตขนาดโครโมโซมคู่ใหญ่ที่สุดถึงโครโมโซมคู่ที่เล็กที่สุด ของข้าวพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 5 พันธุ์

พันธุ์	ขอบเขตขนาดโครโมโซม (ไมครอน)
เหนียวสันป่าตอง	0.300-0.671
ขาวดอกมะลิ 105	0.243-0.650
ข้าวก่ำดอยสะเก็ด	0.371-0.744
ข้าวก่ำ 88468	0.391-0.840
ข้าวก่ำ 87046	0.316-0.634

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบขอบเขตขนาดโครโมโซมคู่ที่ใหญ่ที่สุดถึงคู่ที่เล็กที่สุดระหว่างข้าวขาวกับข้าวเหนียวดำ

ประเภท	ขอบเขตขนาดโครโมโซม (ไมครอน)
ข้าวขาว	0.243-0.671
ข้าวเหนียวดำ	0.316-0.840

ตารางที่ 32 รูปร่างโครโมโซมของข้าวพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 5 พันธุ์ จำแนกตามลำดับคู่โครโมโซม

พันธุ์	M (คู่ที่)	SM (คู่ที่)	ST (คู่ที่)	T (คู่ที่)
เหนียวสันป่าตอง	4,6,7,8,9,10,11,12	1,2,3,5	-	-
ขาวดอกมะลิ 105	4,6,7,8,9,10,11,12	1,5	2,3	-
ข้าวก่ำดอยสะเก็ด	3,5,6,7,8,9,10,11,12	1,2,4	-	-
ข้าวก่ำ 88468	2,3,4,5,7,8,9,10,11	1,6,12	-	-
ข้าวก่ำ 8704	2,4,5,6,7,9,10,11,12	1,3,8	-	-

หมายเหตุ M = metacentric chromosome SM = submetacentric chromosome

ST = subtelocentric chromosome T = telocentric chromosome

ตารางที่ 33 สูตรคารีโอไทป์ของข้าวพันธุ์พ่อแม่ จำนวน 5 พันธุ์

พันธุ์	สูตรคารีโอไทป์
เหนียวสันป่าตอง	$L^{m}_{2}+L^{sm}_{6}+M^{m}_{10}+M^{sm}_{2}+S^{m}_{4}$
ขาวดอกมะลิ 105	$L^{m}_{2}+L^{sm}_{2}+L^{st}_{4}+M^{m}_{12}+M^{sm}_{2}+S^{m}_{2}$
ข้าวก่ำดอยสะเก็ด	$L^{sm}_{4}+M^{m}_{18}+M^{sm}_{2}$
ข้าวก่ำ 88468	$L^{m}_{4}+M^{sm}_{2}+M^{m}_{12}+M^{sm}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{2}$
ข้าวก่ำ 8704	$L^{m}_{6}+L^{sm}_{4}+M^{m}_{12}+M^{sm}_{2}$

การทดลองที่ 2 ลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมการถ่ายทอดสี

จากการทดสอบการกระจายตัวของลูกผสมในชั่วที่สอง ระหว่างก่ำดอยสะเก็ด x เหนียวสันป่าตอง เพื่อหาลักษณะพันธุกรรมที่ควบคุมการเกิดสีบนต้นข้าว พบว่ามียีนจำนวนสองคู่ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเกิดสี ตามข้อสรุปของ Nago and Takahashi (1947) และ Ramiah and Rao (1953) โดยพบสีม่วงเป็นลักษณะเด่นข่มสีเขียวหรือขาว บนส่วนของเยื่อกันน้ำฝน เขี้ยวกันแมลง ปล้อง และยอดดอก ในอัตราส่วน 9ม่วง:7เขียวหรือขาว ซึ่งอัตราส่วนที่ได้มีความสอดคล้องกับผลการทดลองของ Dhulappanavar (1973) Kadam and D′Cruz (1960) Rao & Misro (1968) และ Wu *et al.* (1994) แต่สีม่วงบนยอดเกสรตัวเมียกลับเป็นลักษณะด้อยต่อยอดเกสรตัวเมียสีขาว ในอัตราส่วน 7ม่วง:9ขาว เป็นการศึกษาครั้งแรกที่พบอัตราส่วนดังกล่าว ซึ่งแตกต่างจาก 9ม่วง:7เขียว ของ Rao & Misro (1968) 3ม่วง:13เขียว ของ Panda *et al.* (1967) และ Ramesh (1984) และยีนจำนวนสามคู่ที่ควบคุมการเกิดสีบนยอดเกสรตัวเมีย 27ม่วง:37เขียว โดย Vishwakarma *et al.* (1991) ซึ่งอัตราส่วน 9ม่วง:7เขียวหรือขาว ของเยื่อกันน้ำฝน เขี้ยวกันแมลง ปล้อง และยอดดอก หรือ 7ม่วง:9ขาว ของยอดเกสรตัวเมีย ต่างแสดงปฏิกิริยาระหว่างยีนเป็นแบบ complete dominance ถ้ากำหนดให้ยีน C และ A ควบคุมการเกิดสีบนต้นข้าว สามารถเขียน genotype ที่ควบคุมสีม่วงและสีเขียวหรือขาว บนเยื่อกันน้ำฝน เขี้ยวกันแมลง ปล้อง และยอดดอก ได้ดังนี้คือ

9 ม่วง = 1CCAA: 2CcAA: 2CCAa: 4CcAa

7 เขียว = 1CCaa: 2Ccaa: 1ccAA: 2ccAa: 1ccaa

และในทางกลับกันของสีบนยอดเกสรตัวเมีย (7ม่วง:9ขาว)

สำหรับสีบนต้นกล้า สีบนแผ่นใบ และสีบนกาบใบ ที่มีอัตราส่วนระหว่าง สีม่วง:เขียวปนม่วง:เขียว เท่ากับ 1:8:7 แตกต่างกับผลการทดลองของ Dhulappanavar (1973) Dhulappanavar *et al.* (1973) และ Kadam and D′Cruz (1960) ที่แสดงอัตราส่วนเป็น 9ม่วง: 7เขียว 39ม่วง: 25เขียว และ 27ม่วง: 37เขียว ของ Nadaf *et al.* (1994) และ Ramesh (1984) ตามลำดับ จากอัตราส่วน 1ม่วง: 8 เขียวปนม่วง: 7เขียว แสดงให้เห็นว่าปฏิกิริยาระหว่างยีนที่ควบคุมการเกิดสีบนต้นกล้า แผ่นใบ และกาบใบ เป็นแบบ incomplete dominance จึงทำให้เกิดลักษณะที่สาม (เขียวปนม่วง) ที่แตกต่างไปจากพ่อแม่ และสามารถเขียนลักษณะของ genotype ได้ดังนี้

1 ม่วง = 1CCAA

8 เขียวปนม่วง = 2CcAA: 2CCAa: 4CcAa

7 เขียว = 1CCaa: 2Ccaa: 1ccAA: 2ccAa: 1ccaa

เช่นเดียวกับลักษณะสีบนเปลือกหุ้มเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ด ที่แสดงสีที่ปรากฏถึงสามลักษณะ ซึ่งหมายถึงปฏิกิริยาระหว่างยีนเป็นแบบ incomplete dominance แต่การศึกษาในครั้งนี้ยังไม่สามารถระบุจำนวนยีนที่ควบคุมสีที่ปรากฏบนเปลือกหุ้มเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ด เนื่องจากประชากรลูกผสมที่ใช้ในการศึกษา มีจำนวนน้อยและไม่มากพอที่จะใช้เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของจำนวนยีนที่มากกว่าสองคู่ได้ จากการศึกษาในข้าวเหนียวดำของประเทศอินเดีย โดย Annie and Pavithran (1988) พบว่ามีจำนวนยีนที่ควบคุมสีบนเยื่อหุ้มเมล็ดจำนวนหนึ่งและสี่ยีน

เมื่อพิจารณาอัตราส่วน 1ม่วง (CCAA) :8 เขียวปนม่วง (C_A_) :7 เขียว(C _aa+ccA_+ccaa) เห็นว่าหนึ่งส่วนของต้นกล้าที่มีสีม่วง จะมี genotype เป็นแบบ homozygous dominance (CCAA) นั่นหมายความว่าการที่จะเกิดสีม่วงบนต้นกล้าได้นั้น ยีนทุก allele ของทั้งสองคู่ต้องเป็น dominant เท่านั้น จึงจะทำให้ต้นกล้ามีสีม่วงเช่นเดียวกับต้นแม่ และต้นกล้าที่มีสีเขียวปนม่วง แสดง genotype ที่ยีนแต่ละคู่ต้องมี allele ใด allele หนึ่งเป็น dominant (C_A_) ส่วนต้นกล้าสีเขียวมี genotype ดังนี้คือ C_aa ccA_ และ ccaa เห็นว่าสีเขียวที่ปรากฏบนต้นกล้าเกิดขึ้นได้สองกรณี ดังนี้ ยีนคู่ใดคู่หนึ่งเป็น homozygous recessive (C_aa , ccA_) หรือยีนทั้งสองคู่มีสภาพเป็น homozygous recessive (ccaa) จากอัตราส่วนและลักษณะ genotype ที่เกิดขึ้นบนต้นกล้าของประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 ที่มีสีม่วง สีเขียวปนม่วง และสีเขียว สามารถอธิบาย genotype ของข้าวก่ำดอยสะเก็ดและเหนียวสันป่าตอง ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พ่อแม่ ได้ดังนี้คือ

ก่ำดอยสะเก็ด เป็นข้าวพันธุ์แม่ ที่มีสีต้นกล้า แผ่นใบ กาบใบ เยื่อกันน้ำฝน เขี้ยวกันแมลง ปล้อง ยอดดอก และยอดเกสรตัวเมีย เป็นสีม่วงเช่นเดียวกับลูกผสมที่สีต้นกล้าสีม่วง ดังนั้น genotype ที่ควรจะเป็นของก่ำดอยสะเก็ด คือ " CCAA " ส่วนเหนียวสันป่าตอง ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พ่อ มีต้นกล้า แผ่นใบ กาบใบ และปล้อง เป็นสีเขียว เยื่อกันน้ำฝน เขี้ยวกันแมลง และยอดเกสรตัวเมียสีขาว เช่นเดียวกับลูกผสมที่มีต้นกล้าสีเขียว ควรจะมี genotype เป็นแบบ homozygous recessive (ccaa) จึงจะทำให้อัตราส่วนของลูกผสมในลักษณะสีบนต้นกล้า แผ่นใบ และกาบใบเป็น 1ม่วง:8เขียวปนม่วง: 7 เขียว

จากการศึกษาลักษณะพันธุกรรมในการควบคุมการเกิดสีบนต้นข้าวของลูกผสมชั่วที่สอง ทำให้สามารถอธิบายลักษณะทางพันธุกรรมของลูกผสมชั่วแรกได้ดังนี้คือ สีที่ปรากฏบนส่วนของต้นข้าวลูกผสม เป็นรูปแบบหนึ่งที่พบในลูกผสมชั่วที่สอง โดยสีบนต้นกล้า แผ่นใบ และกาบใบ มีสีเขียวปนม่วง เป็นสีที่อยู่ระหว่างพ่อแม่ ซึ่งแสดงปฏิกิริยาระหว่างยีนเป็นแบบ incomplete dominance และสีม่วงบนเยื่อกันน้ำฝน เขี้ยวกันแมลง ปล้อง ยอดดอก และยอดเกสรตัวเมีย เป็นลักษณะเด่นข่มสีเขียวหรือขาวของต้นพ่อ ที่น่าสังเกตคือ สีเปลือกหุ้มเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งมีสีเหมือนกับแม่ทุกคู่ผสม แสดงว่าส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ด เกิดจากเนื้อเยื่อที่เกิดจากต้นแม่ เช่นเดียวกับข้าวแดง ที่มีเยื่อหุ้ม

เมล็ดสีแดง (red pericarp) พบว่าเยื่อหุ้มเมล็ดของลูกผสมชั่วที่ 1 มีสีแดงเหมือนกับเมล็ดบนต้นแม่ (ปรีชาและคณะ, 2523)

ข้อมูลหรือความรู้เกี่ยวกับลักษณะทางพันธุกรรมและพฤติกรรมของยีนที่ควบคุมการเกิดสีบนต้นข้าวที่ได้จากการศึกษา นับเป็นประโยชน์สำหรับนักปรับปรุงพันธุ์ที่สนใจทำการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะสีบนต้นข้าว ซึ่งจะเป็นพื้นฐานนำไปสู่การตัดสินใจในการคัดเลือกวิธีการ การวางแผนการผสมพันธุ์ และการคัดเลือกพันธุ์ เพื่อให้งานปรับปรุงพันธุ์ได้รับความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของงานที่ได้ตั้งใจไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University