กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย แผนงานวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวคุณภาพโปรตีนสูง ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณสุนันทา สมพงษ์ ผู้อำนวยการภารกิจโครงการและประสานงานวิจัย คุณนิตยา พุทธโกษา นักวิเคราะห์นโยบายและแผน และเจ้าหน้าที่สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติทุกท่าน ที่ช่วยประสานงานและอำนวยความสะดวกอย่างดียิ่งตลอดการทำโครงการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะผู้ตรวจสอบทางวิชาการ รองศาสตราจารย์ ดร. กล้าณรงค์ ศรีรอต รองศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ แฉล้มวงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทรวิภา ธนะโสภณ นางสาวงามชื่น คงเสรี รองศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ เฟื่องฟูพงศ์ และ คุณอรสา ดิสถาพร

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. กฤษฎา สัมพันธารักษ์ ที่ปรึกษาแผนงานวิจัย ที่ได้กรุณาให้แนวทางในการดำเนินงานวิจัย และคอยชี้แนะ ทางวิชาการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการวิจัยนี้

คณะผู้ดำเนินโครงการวิจัย

สิงหาคม 2555

บทคัดย่อ

แผนงานวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวคุณภาพโปรตีนสูงประกอบด้วย 2 โครงการ คือ 1) การเพิ่มปริมาณทริปโตแฟนในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยยีนโอเปกทู ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณทริปโตแฟนในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียนด้วยยีนโอเปกทูและใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA marker) มาช่วยในการคัดเลือกข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนที่มียีนโอเปกทูในรุ่นลูกชั่วต่างๆ และ 2) การปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ข้าวโพดเทียน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดเทียนให้มีคุณภาพการบริโภคดี ฝักดก และผลผลิตสูง และคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่มีสมรรถนะการผสมดี สำหรับสร้างพันธุ์สังเคราะห์ ผลการทดลอง จากโครงการวิจัยที่ 1 สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 6 (S_6) ที่มียีนโอเปกทู ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ phi057 มีความแข็งแรง และมีลักษณะเกษตรที่ดี จำนวน 10 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ทริปโตแฟนในโปรตีนอยู่ระหว่าง 91.8-93.76% มีค่าเฉลี่ย 0.94% มีเปอร์เซ็นต์อมิโลเปกตินเฉลี่ย 92.69% ขณะที่ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้ามีเปอร์เซ็นต์ทริปโตแฟนในโปรตีนเฉลี่ย 0.47% และมีเปอร์เซ็นต์อมิโลเปกตินเฉลี่ย 93.45% สายพันธุ์ผสมตัวเองเหล่านี้ นำไปผสมพันธุ์แบบพบกันหมด (diallel cross) ตามวิธี Griffing’s method 4 ได้ลูกผสมแบบพบกันหมด จำนวน 45 คู่ผสม ส่วนการคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทู จากการผสมพันธุ์ใหม่ของทั้ง 5 คู่ผสม พบว่า จากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) คัดเลือกได้ต้นที่มียีนโอเปกทูเป็น homozygous recessive (*o_2o_2*) ได้ทั้งหมด 166 สายพันธุ์ ในส่วนของการผสมกลับ (backcross) เพื่อเพิ่มระดับพันธุกรรมของพันธุ์รับ (recurrent parent) ได้สายพันธุ์ผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_1) ที่มียีนโอเปกทูเป็นเฮเทอโรไซกัส (*O_2o_2*) จำนวน 37 สายพันธุ์ จากทั้ง 5 คู่ผสม และผสมตัวเองได้เมล็ด BC_1S_1 ของทุกสายพันธุ์ ในส่วนโครงการวิจัยที่ 2 จากการสกัดสายพันธุ์ข้าวโพดเทียน โดยการผสมตัวเอง 2 ครั้ง โดยเริ่มต้นจากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) ของข้าวโพดเทียน 3 ประชากร ได้เมล็ดผสมตัวเองชั่วที่ 3 (S_3) จำนวน 65 สายพันธุ์ และสกัดจากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) ของลูกผสมระหว่างพันธุ์ ได้ได้เมล็ดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) จำนวน 125 สายพันธุ์ รวมทั้งสิ้นคัดเลือกไว้ 190 สายพันธุ์ นอกจากนี้ ได้ผสมพันธุ์แบบ topcross โดยใช้ตัวทดสอบ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ THT/G1-2 (S_3), INS/TBK//TBK (S_3) และ TSW (S_2) ผสมกับสายพันธุ์ทดสอบซึ่งเป็นอินเบรด S_3 จากกลุ่มคู่ผสม THT/G1-2 (S_3), TSK/E1-2 (S_3), THT/CS-1 (S_3) และ INS/TBK//TBK (S_3) และสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) จากพันธุ์ TSW (S_2) ได้ลูก topcross จำนวน 260 สายพันธุ์

คำสำคัญ: ข้าวโพดข้าวเหนียว, ข้าวโพดเทียน, ทริปโตแฟน, เครื่องหมายโมเลกุล (phi057, phi022), อมิโลเปกติน, พันธุ์สังเคราะห์

Abstract

The improvement of waxy corn for high quality protein research program composed of two projects. The first project was an increase in tryptophan content in endosperm of waxy corn by opaque-2 gene. The objective of this project was to increase the tryptophan content in endosperm of waxy and tein corns by *opaque-2* gene and using DNA marker as marker assisted selection for *opaque-2* gene in inbred progenies. The second project was the synthetic variety improvement of tein corn. The objective of this study was to develop tein inbred lines for high consumer quality, prolific and high yield, and to select tein inbred line having high combining ability for synthetic variety. The results from the first project indicated that ten S_6 of waxy-opaque-2 lines were healthy and good agronomic characters. In selected S_6 inbred lines, the tryptophan in protein of endosperm ranged from 91.8 to 93.76% with an average about 0.94% and the percentage of amylopectin was about 92.69%. In control variety or normal waxy corn the percentage of tryptophan in protein was about 0.47% and amylopectin was about 93.45%. A diallel cross of ten selected S_6 inbred lines was made using Griffing's method 4 obtaining forty-five single cross hybrids. One hundred and sixty-six of S_1 inbred lines with *opaque-2* gene were obtained using *phi057* as marker-assisted selection from 5 crosses. On the other hand, backcross method was applied to increase the genetic background of recurrent parent. The heterozygous of *opaque-2* in BC_1F_1 plants were obtained about 37 lines from 5 crosses. Then, the selected lines were self-pollinated to get BC_1S_1 generation. For the second project, extract inbred lines by selfing selected plants were done for two generations. Sixty-five of S_3 inbred lines were obtained from S_1 inbred lines of 3 populations. Likewise, one hundred and twenty-five of S_4 inbred lines were extracted from the S_2 inbred line of crossing between varieties. The total of selected inbred lines was about 190 lines. Moreover, two hundred and sixty topcross hybrids were obtained using 3 tester inbred lines namely, THT/G1-2 (S_3), INS/TBK//TBK (S_3) and TSW (S_2) crossing with S_3 from the cross of THT/G1-2 (S_3), TSK/E1-2 (S_3), THT/CS-1 (S_3) and INS/TBK//TBK (S_3), and S_2 of TSW (S_2).

Key words: Waxy corn, Tein corn, Tryptophan, Molecular marker (phi057, phi022), Amylopectin, Synthetic variety

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	1-1
บทคัดย่อ	1-3
Abstract	1-4
สารบัญเรื่อง	1-5
สารบัญตาราง	1-7
สารบัญภาพ	1-9
ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	1-11
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1-12
รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัย	1-12
สรุปการวิจัย	1-16
ประโยชน์ที่ได้รับ	1-17
หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	1-17
โครงการวิจัยที่ 1 การเพิ่มปริมาณทริปโตแฟนในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยยีนโอเปกทู	**2-1**
บทคัดย่อ	2-3
Abstract	2-4
บทนำ	2-5
ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของการวิจัย	2-6
การทบทวนวรรณกรรม	2-7
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2-13
ระเบียบวิธีดำเนินงานวิจัย	2-14
ผลการวิจัย	2-20
วิจารณ์ผลการทดลอง	2-31
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	2-33
บรรณานุกรรม	2-34
โครงการวิจัยที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ข้าวโพดเทียน	**3-1**
บทคัดย่อ	3-3
Abstract	3-4
บทนำ	3-5
ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของการวิจัย	3-5
การทบทวนวรรณกรรม	3-6
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3-9
ระเบียบวิธีดำเนินงานวิจัย	3-10

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	3-16
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	3-24
บรรณานุกรม	3-25
ภาคผนวก	3-27

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

โครงการวิจัยที่ 1 การเพิ่มปริมาณทริปโตแฟนในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยยีนโอเปกทู

2-1 ความต้องการกรดอะมิโนในมนุษย์ 2-8

2-2 แสดงยีโนไทป์ของสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทูในชั่ว S_4 ที่ตรวจสอบด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอเปอร์เซ็นต์อมิโลเปกติน เปอร์เซ็นต์ของทริปโตแฟนในโปรตีน และเปอร์เซ็นต์น้ำตาล ในเมล็ดที่อายุ 21 และ 35 วันหลังการผสมเกสร 2-21

2-3 แสดงเปอร์เซ็นต์ของทริปโตแฟนในโปรตีน และเปอร์เซ็นต์อมิโลเปกตินสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทูชั่วที่ 5 (S_5) ที่อายุ 35 วันหลังผสมเกสร 2-22

2-4 แสดงปริมาณโปรตีน (Total protein) เปอร์เซ็นต์ทริปโตแฟนในโปรตีน (%Tryp. in protein) เปอร์เซ็นต์อมิโลเปกติน (%AP) และลักษณะเกษตรต่างๆ ของสายพันธุ์อินเบรดชั่วที่ 6 (S_6) ข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทู ที่คัดเลือกไว้สำหรับผสมพันธุ์แบบพบกันหมด 2-24

2-5 แสดงคู่ผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวโพดข้าวเหนียว ข้าวโพดเทียน ซึ่งใช้เป็นต้นแม่ ผสมกับข้าวโพดข้าวเหนียวที่มียีนโอเปกทู 2-27

2-6 แสดงคู่ผสมที่คัดเลือกไว้สำหรับผสมตัวเอง (self) และผสมกลับ (backcross) 2-27

2-7 แสดงยีโนไทป์ของยีนโอเปกทู (*opaque-2*) ในลูกผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) ของ 5 คู่ผสม ที่คัดเลือกไว้ 2-28

2-8 แสดงยีโนไทป์ของยีนโอเปกทู (*opaque2*) ในลูกผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_1) ของทั้ง 5 คู่ผสม 2-30

โครงการวิจัยที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ข้าวโพดเทียน

3-1 ขนาดฝักและสีเมล็ดของสายพันธุ์ที่คัดเลือก 3-16

3-2 จำนวนแถวเมล็ดบนฝักของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก 3-17

3-3 ความกว้างฝักของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก 3-17

3-4 ความยาวฝักของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก 3-18

3-5 อายุวันออกไหมของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก 3-18

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3-6	ความสูงต้นของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก	3-19
3-7	ความสูงฝักของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก	3-19
3-8	ปริมาณอไมโลเพคตินในเอ็นโดเสปิร์มของกลุ่มสายพันธุ์ข้าวโพดเทียน	3-20
3-9	ความกว้างฝักของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก	3-20
3-10	ความยาวฝักของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก	3-21
3-11	จำนวนแถวเมล็ดบนฝักของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก	3-21
3-12	สีเมล็ดของสายพันธุ์ S3 ที่คัดเลือกและจำนวนต้นที่คัดเลือก	3-21
3-13	ความสูงต้นของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก	3-22
3-14	ความสูงฝักของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก	3-22
3-15	อายุวันออกไหมของสายพันธุ์ S_2 และ S_3 ที่ปลูกเพื่อคัดเลือก	3-23

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
แผนงานวิจัย การปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวคุณภาพโปรตีนสูง		
1-1	แสดงความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัย	1-13
โครงการวิจัยที่ 1 การเพิ่มปริมาณทริปโตแฟนในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยยีนโอเปกทู		
2-1	แผนการดำเนินการผสมและคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวเพื่อเพิ่มปริมาณทริปโตแฟนด้วยยีน opaque-2	2-16
2-2	แสดงฝักของสายพันธุ์อินเบรดชั่วที่ 6 (S_6) ที่คัดเลือกไว้และใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ของการผสมพันธุ์แบบพบกันหมด	2-25
2-3	แสดงโพลิมอร์ฟิซึม (polymorphism) ของสายพันธุ์อินเบรดชั่วที่ 6 (S_6) ทั้ง 10 สายพันธุ์ (1-10) ที่เหมือนกับข้าวโพด AgQ53 ซึ่งมียีน opaque-2 เป็น homozygous recessive (o_2o_2), ในขณะที่ TH= ข้าวโพดเทียนหันตรา, TS=ข้าวโพดเทียนสุโขทัย และ BW=ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์บิ๊กไวท์ ซึ่งมียีน opaque-2 เป็น homozygous dominant (O_2O_2)	2-26
2-4	แสดงโพลิมอร์ฟิซึมของยีน *waxy* เมื่อตรวจสอบดีเอ็นเอด้วยเครื่องหมายโมเลกุล phi022 เมื่อข้าวโพดข้าวเหนียวรัชตะ ข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทู (Abw1) และสายพันธุ์พ่อ (1-5) มีโพลิมอร์ฟิซึมอยู่ด้านล่าง ขณะที่พันธุ์ข้าวโพดไร่โอเปก (AgQ53) มีโพลิมอร์ฟิซึมอยู่ด้านบน และลูกผสมชั่วแรก (F_1) Abw1 x AgQ53 เป็น heterozygous	2-26
2-5	แสดงโพลิมอร์ฟิซึมของลูกผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) ที่มีการกระจายตัว ยีโนไทป์ทั้ง 3 แบบ 1) D = homozygous dominant (O_2O_2), 2) H = heterozygote และ 3) r = homozygous recessive (o_2o_2)	2-28
2-6	แสดงฝักของคู่ผสม เทียนหันตรา x (Kwi1 x Q53)-S_4-2-8-1-2 ซึ่งปลูกจากเมล็ดสีเหลืองในชั่ว S_1 เมื่อผสมตัวเองเป็นเมล็ด S_2 ได้ฝักเป็น 2 แบบ คือ ก) เมล็ดในฝักยังมีการกระจายตัวของสีเมล็ดมีทั้งสีเหลืองและสีขาว และ ข) เมล็ดทั้งฝักเป็นสีขาว	2-29
2-7	แสดงการกระจายตัวของยีโนไทป์โอเปกทูเมื่อตรวจสอบด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอ phi057 ในลูกผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_1) ของคู่ผสมเหนียวสวรรค์ x (Kwi1 x Q53)-BC_1S_4-1-6-2-3-2 เมื่อ 1) D = homozygous dominant (O_2O_2) และ 2) H = heterozygous (O_2o_2)	2-30

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		**หน้า**
โครงการวิจัยที่ 2 การปรับปรุงพันธุ์สังเคราะห์ข้าวโพดเทียน		
3-1	**แสดงแผนผังการผสมพันธุ์ข้าวโพดเทียน**	3-11
3-2	กราฟมาตรฐานเพื่อแปลงค่า absorbance ให้เป็นอมิโลส (%)	3-14

ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ประเทศไทยมีการปลูกข้าวโพดหลายชนิดเพื่อการค้าได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน และข้าวโพดข้าวเหนียว เป็นต้น ซึ่งสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรมากกว่าสามแสนครอบครัว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นข้าวโพดส่วนใหญ่ที่เกษตรปลูก และใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ภายในประเทศ นอกจากนี้ข้าวโพดยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมแป้ง น้ำมัน น้ำตาล และผลิตภัณฑ์อื่นๆ อีกด้วย ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดโดยการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร จึงเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจ ปกติแล้วโปรตีนในข้าวโพดจะมีคุณภาพต่ำเนื่องจากมีปริมาณกรดอะมิโนที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต (essential amino acid) คือทริปโตแฟน (tryptophan) และไลซีน (lysine) ต่ำ มีทริปโตแฟนอยู่ประมาณ 0.45 เปอร์เซ็นต์ในโปรตีน (percent in protein) อย่างไรก็ตาม ในช่วงทศวรรษ 1960 นักวิทยาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัย Purdue ได้ค้นพบยีน *opaque-2* ในข้าวโพดกลายพันธุ์ (mutant) ทำให้เมล็ดข้าวโพดมีปริมาณกรดอะมิโนทริปโตแฟนและไลซีนสูงขึ้นประมาณสองเท่าของข้าวโพดพันธุ์ปกติ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพด opaque-2 ปัจจุบันพันธุ์ข้าวโพด opaque-2 หรือเป็นที่รู้จักกันในชื่อ quality protein maize (QPM) ปรับปรุงพันธุ์โดยศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวสาลีนานาชาติ (CIMMYT) เป็นพันธุ์ข้าวโพดที่เป็นที่ยอมรับของหลายๆ ประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศที่ใช้ข้าวโพดเป็นอาหารมนุษย์โดยตรง ข้าวโพดชนิดนี้จะปลูกร่วมกับข้าวโพดชนิดอื่นไม่ได้ เนื่องจากยีนที่ควบคุมลักษณะนี้เป็น recessive gene ดังนั้นถ้ามีการผสมเกสรจากข้าวโพดปกติ จะทำให้มีปริมาณทริปโตแฟนต่ำ หรือการแสดงออกจะเป็นข้าวโพดปกติ เนื่องจากอิทธิพลของ Xenia effect ดังนั้นการปลูกข้าวโพด QPM จะต้องมีพื้นที่ปลูกเฉพาะ ทำให้ข้าวโพดไร่ QPM ในประเทศไทยยังไม่มีการปลูกเพื่อการค้า นอกจากนี้ระบบการรับซื้อข้าวโพดไร่ยังใช้เกณฑ์ด้านปริมาณเป็นหลัก จึงขาดแรงจูงใจให้เกษตรกรหันมาปลูกข้าวโพดชนิดนี้

อย่างไรก็ตาม สำหรับข้าวโพดชนิดอื่นๆ เช่น ข้าวโพดหวาน และข้าวโพดข้าวเหนียว ปกติจะต้องปลูกแยกตามชนิดเพื่อป้องกันการผสมละอองเกสรข้ามชนิดพันธุ์ ทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะปลูกข้าวโพดที่มียีน opaque-2 ควบคุมได้ เช่น ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียน (waxy corn) ซึ่งเป็นข้าวโพดที่ปลูกและบริโภคฝักสดกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย และเป็นสินค้าที่กำลังเป็นที่ต้องการสูงทั้งในประเทศและหลายประเทศในเอเชีย เช่น จีน เวียดนาม ไต้หวัน เกาหลีใต้ คาดว่ามีชาวเอเชียบริโภคข้าวโพดทั้งสองชนิดนี้ไม่ต่ำกว่าปีละ 300-600 ล้านคน ดังนั้น บริษัทผู้ค้าเมล็ดพันธุ์นานาชาติ ไม่ว่าในประเทศ จีน เวียดนาม อินเดีย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย รวมทั้งไทย สนใจเร่งพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์ข้าวโพดกันอย่างเต็มที่ โดยปัจจุบันไทยมียอดส่งออกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวไม่ต่ำกว่าปีละ 70-80 ล้านบาท

งานวิจัยนี้จึงมีสมมติฐานว่า ถ้านำข้าวโพดข้าวเหนียวยีน waxy (wxwx) ที่ทำให้มีปริมาณอมิโลเปกตินในเอนโดสเปิร์มสูงไม่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ แต่มีปริมาณทริปโตแฟนในโปรตีนประมาณ 0.45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผสมพันธุ์กับข้าวโพดที่มียีน *opaque-2* และสามารถเลือกพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวและมียีน *opaque-2* ร่วมอยู่ด้วย (ข้าวโพดข้าวเหนียว-opaque-2) น่าจะมีอมิโลเปกตินไม่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณทริปโตแฟนในโปรตีนไม่น้อยกว่า 0.80 เปอร์เซ็นต์ (CIMMYT ใช้เกณฑ์มากกว่า 0.7 % จัดเป็นข้าวโพด QPM; Nurit *et al.*, 2009) ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยการเพิ่มทริปโตแฟนในเอนโดสเปิร์มให้มีปริมาณไม่น้อยกว่า 0.80 เปอร์เซ็นต์ในโปรตีน เป็นงานวิจัยที่เป็นไปได้ และในปัจจุบันยังไม่มีพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนที่มียีน *opaque-2* ร่วมอยู่ด้วย ดังนั้นถ้าการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดชนิดนี้ประสบความสำเร็จ จะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อผู้บริโภคข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนฝักสด โดยจะ

ได้รับทริปโตแฟนเพิ่มขึ้นจากเดิมไม่น้อยกว่า 2 เท่าเมื่อบริโภคข้าวโพดในปริมาณเท่าเดิม ในขณะเดียวกันไลซีนซึ่งมีความสัมพันธ์กับทริปโตแฟนในทางบวกก็จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

ส่วนงานวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สังเคราะห์ ที่ทำการวิจัยเนื่องจากปัจจุบันข้าวโพดเทียนยังไม่มีพันธุ์ที่ดี ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ท้องถิ่นที่เกษตรกรเก็บเมล็ดพันธุ์และปลูกกันอย่างต่อเนื่อง ขาดการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเทียนอย่างแท้จริง ทำให้พันธุ์ท้องถิ่นแต่ละแหล่งมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่ำ เกิดความเสื่อมถอยทางพันธุกรรม (inbreeding depression) ภายในแต่ละพันธุ์ ดังนั้นการนำเอาพันธุกรรมข้าวโพดเทียนจากแหล่งต่างๆ มาสกัดเป็นสายพันธุ์แท้ (inbred line) แล้วจัดกลุ่มพันธุกรรม (heterotic pattern) ออกเป็นกลุ่ม อย่างน้อย 2 กลุ่ม จากนั้นจึงนำสายพันธุ์แท้ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA) ดี จากแต่ละกลุ่มมาสร้างเป็นพันธุ์สังเคราะห์ พันธุ์จะมีความสม่ำเสมอ เช่น ขนาดฝัก ผลผลิตสูงขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นพันธุ์ได้โดยตรง หรือนำมาเป็นพันธุกรรมพื้นฐานที่ดี สำหรับปรับปรุงด้านคุณภาพโปรตีนสูงต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย

1. ปรับปรุงสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียน ให้มีปริมาณทริปโตแฟนในโปรตีนไม่น้อยกว่า 0.80 เปอร์เซ็นต์ ด้วยยีน *opaque-2*
2. ปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สังเคราะห์ที่มีผลผลิตสูง คุณภาพการรับประทานดี มีความสม่ำเสมอภายในพันธุ์

รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัย

1. โครงการวิจัยที่ 1 การเพิ่มปริมาณทริปโตแฟนในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยยีนโอเปกทู

โครงการวิจัยนี้ มีงานหลักแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1.1 **การพัฒนาข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทู เพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมและสกัดสายพันธุ์แท้**

ปลูกสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทู (waxy-opaque-2) ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) ที่มีแหล่งพันธุกรรมของยีน *waxy* และยีน *opaque-2* ($wxwxo_2o_2$) จากโครงการวิจัย ‘การปรับปรุงคุณภาพโปรตีนของข้าวโพดข้าวเหนียวโดยใช้เทคนิคการกลายพันธุ์ร่วมกับการใช้โมเลกุลเครื่องหมายในการคัดเลือก’ โครงการวิจัยปีงบประมาณ 2550-2552 จำนวน 15 สายพันธุ์ แล้วตรวจสอบยีน *waxy* (*wxwx*) และ *opaque-2* (o_2o_2) ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล phi022 และ phi057 ตามลำดับ แล้วผสมตัวเอง 2 ชั่ว ได้สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 6 (S_6) ในฤดูปลูกที่ 3 ปลูกสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 6 (S_6) ที่คัดเลือกแล้วว่ามีปริมาณทริปโตแฟนสูง จำนวน 10 สายพันธุ์

สายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทูผสมตัวเองชั่วที่ 6 (S_6) จำนวน 10 สายพันธุ์ มีปริมาณทริปโตแฟนในโปรตีนอยู่ระหว่าง 0.66-1.21 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 0.94 เปอร์เซ็นต์ มีสายพันธุ์อินเบรด จำนวน 8 สายพันธุ์ ที่มีปริมาณทริปโตแฟนในโปรตีนมากกว่า 0.8 เปอร์เซ็นต์ และมีอมิโลเปกตินอยู่ระหว่าง 91.8-93.76 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 92.69 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้าที่ไม่มียีนโอเปกทู มีเปอร์เซ็นต์ทริปโตแฟนในโปรตีนเฉลี่ย 0.47 เปอร์เซ็นต์ และมีอมิโลเปกติเฉลี่ย 93.45 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่

6 เหล่านี้ ได้ผสมพันธุ์แบบพบกันหมด (diallel cross) โดยใช้ Griffing's method 4 ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1-hybrid) จำนวนทั้งหมด 45 คู่ผสม สำหรับปลูกทดสอบผลผลิตในโครงการปีที่ 2

1.2 **การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนเพื่อเพิ่มปริมาณทริปโตแฟนด้วยยีนโอเปกทู (o_2o_2)**

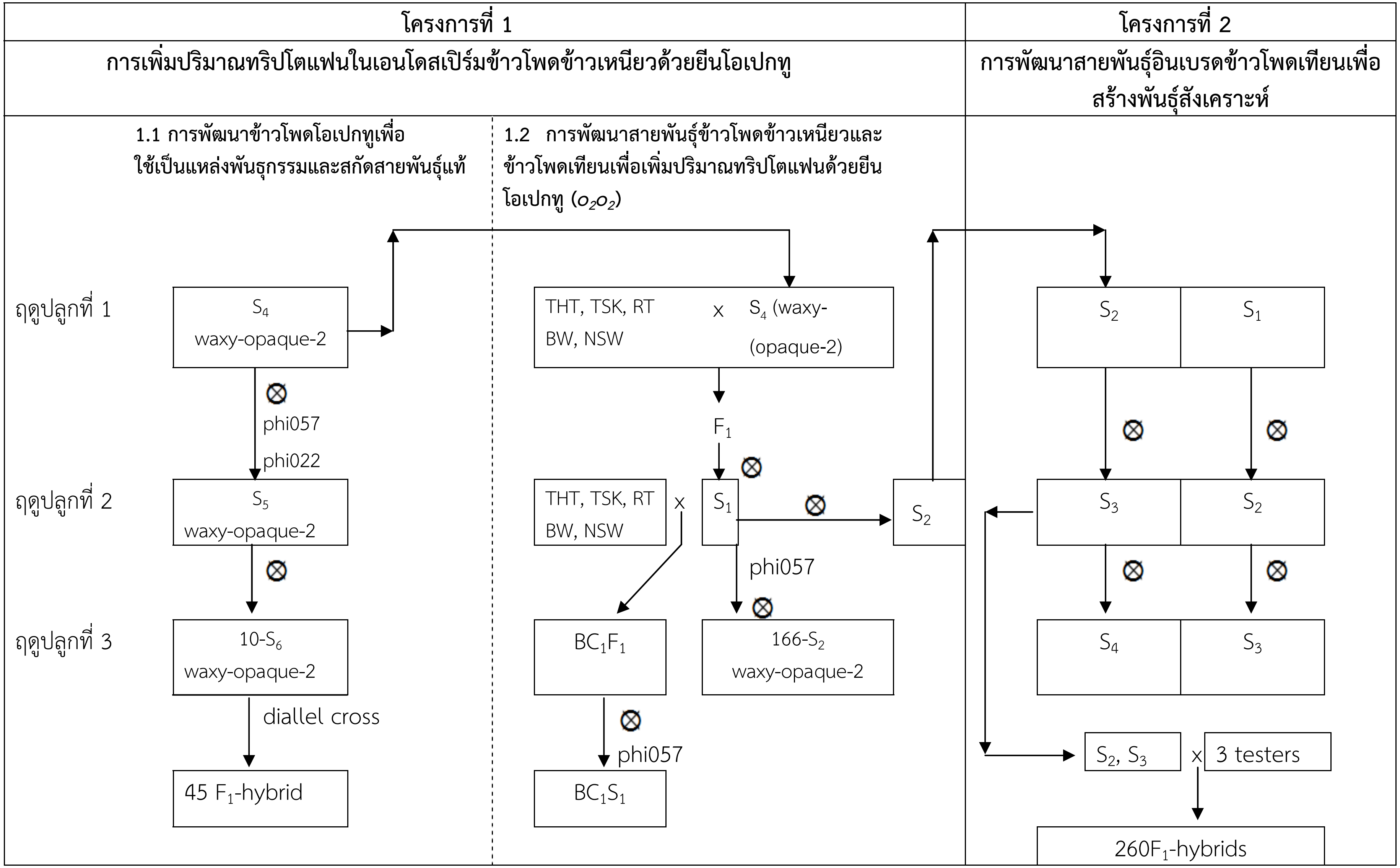
ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีคุณภาพรับประทานฝักสดที่ดีเป็นพันธุ์แม่ จำนวน 3 พันธุ์ คือ พันธุ์รัชตะ (จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) พันธุ์เหนียวสวรรค์ และพันธุ์บิ๊กไวท์ (Big white) จากบริษัทเอกชน และข้าวโพดเทียน 2 พันธุ์ คือ เทียนหันตรา (พันธุ์พื้นบ้าน จังหวัดอยุธยา) และเทียนสุโขทัย แล้วใช้สายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทูผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) (ดังภาพที่ 1-1) เป็นพันธุ์พ่อ จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ I) (Kwi1 x Q53)-S_4-2-8-1-2, II) (Kwi9 x Q53)-S_4-13-73-4-1, III) (Kwi1 x Q53)-BC_1S_4-1-2-2-5-1, IV) (Kwi1 x Q53)-BC_1S_4-1-6-2-3-2 และ V) (Kwi1 x Q53)-S_4-4-3-2-6 สร้างลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จำนวน 8 คู่ผสม ในการผสมข้ามพันธุ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดยีน *opaque-2* จากพันธุ์พ่อ มาไว้ในลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) จากนั้นคัดเลือกคู่ผสมที่มีลักษณะเกษตรดี มีความแข็งแรงเพื่อใช้ปรับปรุงพันธุ์ต่อ จำนวน 5 คู่ผสม คู่ผสมเหล่านี้ เมื่อถึงระยะออกดอก จะแยกดำเนินงานเป็น 2 ส่วน คือ 1) ผสมตัวเอง (self) ได้สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) และ 2) ผสมกลับ (backcross) ไปยังข้าวโพดพันธุ์แม่ (recurrent parent) ของแต่ละคู่ผสมได้สายพันธุ์ผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_1) ของทั้ง 5 คู่ผสม แล้วใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ (phi057) เป็นเครื่องมือช่วยในการคัดเลือกยีนโอเปกทู

ผลการทดลอง การคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทูจากการผสมพันธุ์ใหม่ของทั้ง 5 คู่ผสม พบว่า สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) เมื่อใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ phi057 คัดเลือกได้ต้นที่มียีนโอเปกทูเป็น homozygous recessive (o_2o_2) ได้ทั้งหมด 166 สายพันธุ์ และสายพันธุ์เหล่านี้ได้ผสมตัวเองเป็น S_2 สำหรับการคัดเลือกต่อไป ในส่วนของการผสมกลับ (backcross) เพื่อเพิ่มระดับพันธุกรรมของพันธุ์รับ (recurrent parent) ได้สายพันธุ์ผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_1) ที่มียีนโอเปกทูเป็นเฮเทอโรไซกัส (O_2o_2) จำนวน 37 สายพันธุ์ จากทั้ง 5 คู่ผสม และผสมตัวเองได้เมล็ด BC_1S_1 ทุกสายพันธุ์ ซึ่งแต่ละสายพันธุ์จะสามารถปลูกเป็นต้น BC_1S_1 มากกว่า 100 ต้น/สายพันธุ์ สำหรับคัดเลือกยีนโอเปกทูที่เป็น homozygous recessive (o_2o_2) ต่อไป

2. โครงการที่ 2 การพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดเทียนเพื่อสร้างพันธุ์สังเคราะห์

นำสายพันธุ์ข้าวโพดเทียนผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) และสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) จากโครงการที่ 1 เป็นสายพันธุ์เริ่มต้นของงานวิจัย (ดังภาพที่ 1-1) ซึ่งประกอบด้วยสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 ของข้าวโพดเทียน 3 พันธุ์ คือ ข้าวโพดเทียนบ้านเกาะ (TBK) ข้าวโพดเทียนขอนแก่น (TKKU1) และข้าวโพดเทียนสวรรค์ (TSW) และเริ่มต้นจากสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 จากลูกผสมระหว่างพันธุ์ คือ 1) พันธุ์เทียนหันตรา x G1-2 (THT/G1-2), 2) เทียนสุโขทัย x E1-2 (TSK/E1-2) และ 3) พันธุ์อินทรี/TBK//TBK (INS/TBK//TBK) หลังจากการปลูกและคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีผสมตัวเองจำนวน 2 ครั้งใน 2 ฤดูปลูก ได้เมล็ดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 (S_3) จำนวน 65 สายพันธุ์ กล่าวคือ จากพันธุ์ TBK จำนวน 10 สายพันธุ์ จากพันธุ์ TKKU1 จำนวน 25 สายพันธุ์ และจากพันธุ์ TSW จำนวน 30 สายพันธุ์ และสกัดสายพันธุ์จากประชากรลูกผสมของสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) ได้เมล็ดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) จำนวน 125 สายพันธุ์ จากคู่ผสม THT/G1-2 จำนวน 30 สายพันธุ์ จากคู่ผสม TSK/E1-2 จำนวน 30 สายพันธุ์ จากคู่ผสม THT/CS-1 จำนวน 5 สายพันธุ์ และจากคู่ผสม

INS/TBK//TBK จำนวน 60 สายพันธุ์ รวมทั้งสิ้นคัดเลือกไว้ 190 สายพันธุ์ นอกจากนี้ ได้ผสมพันธุ์แบบ topcross โดยใช้ตัวทดสอบ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ THT/G1-2 (S_3), INS/TBK//TBK (S_3) และ TSW (S_2) ผสมกับสายพันธุ์ทดสอบซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_3 จากคู่ผสม THT/G1-2 (S_3), TSK/E1-2 (S_3), THT/CS-1 (S_3) และ คู่ผสม INS/TBK//TBK (S_3) และสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) จากพันธุ์ TSW (S_2) ได้ลูก topcross จำนวน 260 สายพันธุ์ เพื่อนำไปทดสอบผลผลิตในโครงการปีที่ 2 ต่อไป



ภาพที่ 1-1 แสดงความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

โครงการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณทริปโตแฟนในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพดข้าวเหนียวด้วยยีนโอเปกทู สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทูผสมตัวเองชั่วที่ 6 (S_6) จำนวน 10 สายพันธุ์ที่มีปริมาณทริปโตแฟนในโปรตีนอยู่ระหว่าง 0.66-1.21 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 0.94 เปอร์เซ็นต์ มีสายพันธุ์อินเบรด จำนวน 8 สายพันธุ์ ที่มีปริมาณทริปโตแฟนในโปรตีนมากกว่า 0.8 เปอร์เซ็นต์ และมีอมิโลเปกตินอยู่ระหว่าง 91.8-93.76 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ย 92.69 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้าที่ไม่มียีนโอเปกทู มีเปอร์เซ็นต์ทริปโตแฟนในโปรตีนเฉลี่ย 0.47 เปอร์เซ็นต์ และมีอมิโลเปกติเฉลี่ย 93.45 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 6 เหล่านี้ ได้ผสมพันธุ์แบบพบกันหมด (diallel cross) โดยใช้ Griffing's method 4 ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1-hybrid) จำนวนทั้งหมด 45 คู่ผสม สำหรับปลูกทดสอบผลผลิตในโครงการปีที่ 2

การคัดเลือกสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดข้าวเหนียวโอเปกทูจากการผสมพันธุ์ใหม่ของทั้ง 5 คู่ผสม พบว่า สายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 1 (S_1) เมื่อใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ phi057 คัดเลือกได้ต้นที่มียีนโอเปกทูเป็น homozygous recessive (o_2o_2) ทั้งหมด 166 สายพันธุ์ และสายพันธุ์เหล่านี้ได้ผสมตัวเองเป็น S_2 สำหรับการคัดเลือกต่อไป ในส่วนของการผสมกลับ (backcross) เพื่อเพิ่มระดับพันธุกรรมของพันธุ์รับ (recurrent parent) ได้สายพันธุ์ผสมกลับชั่วที่ 1 (BC_1F_1) ที่มียีนโอเปกทูเป็นเฮเทอโรไซกัส (O_2o_2) จำนวน 37 สายพันธุ์ จากทั้ง 5 คู่ผสม และผสมตัวเองได้เมล็ด BC_1S_1 ทุกสายพันธุ์ ซึ่งแต่ละสายพันธุ์จะสามารถปลูกเป็นต้น BC_1S_1 มากกว่า 100 ต้น/สายพันธุ์ สำหรับคัดเลือกยีนโอเปกทูที่เป็น homozygous recessive (o_2o_2) ต่อไป

ในการพัฒนาสายพันธุ์อินเบรดข้าวโพดเทียนเพื่อสร้างพันธุ์สังเคราะห์ หลังจากการปลูกและคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีผสมตัวเองจำนวน 2 ครั้งใน 2 ฤดูปลูก ได้เมล็ดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 3 (S_3) จำนวน 65 สายพันธุ์ กล่าวคือ จากพันธุ์ TBK จำนวน 10 สายพันธุ์ จากพันธุ์ TKKU1 จำนวน 25 สายพันธุ์ และจากพันธุ์ TSW จำนวน 30 สายพันธุ์ และสกัดสายพันธุ์จากประชากรลูกผสมของสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) ได้เมล็ดสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 4 (S_4) จำนวน 125 สายพันธุ์ จากคู่ผสม THT/G1-2 จำนวน 30 สายพันธุ์ จากคู่ผสม TSK/E1-2 จำนวน 30 สายพันธุ์ จากคู่ผสม THT/CS-1 จำนวน 5 สายพันธุ์ และจากคู่ผสม INS/TBK//TBK จำนวน 60 สายพันธุ์ รวมทั้งสิ้นคัดเลือกไว้ 190 สายพันธุ์ นอกจากนี้ ได้ผสมพันธุ์แบบ topcross โดยใช้ตัวทดสอบ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ THT/G1-2 (S_3), INS/TBK//TBK (S_3) และ TSW (S_2) ผสมกับสายพันธุ์ทดสอบซึ่งเป็นสายพันธุ์ S_3 จากคู่ผสม THT/G1-2 (S_3), TSK/E1-2 (S_3), THT/CS-1 (S_3) และ คู่ผสม INS/TBK//TBK (S_3) และสายพันธุ์ผสมตัวเองชั่วที่ 2 (S_2) จากพันธุ์ TSW (S_2) ได้ลูก topcross จำนวน 260 สายพันธุ์ เพื่อนำไปทดสอบผลผลิตในโครงการปีที่ 2 ต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้สายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนที่มีปริมาณกรดอะมิโนทริปโตแฟนในโปรตีนสูงขึ้นจากเดิมประมาณ 2 เท่า โดยมีทริปโตแฟนในโปรตีนไม่น้อยกว่า 0.80 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากยีน opaque-2 ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทางด้านโภชนาการโดยตรงต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่ไม่มีอาหารโปรตีนจากสัตว์บริโภคอย่างเพียงพอ เช่น ชาวเขา ประชาชนในชนบทยากจน ดังนั้นการบริโภคข้าวโพดข้าวเหนียวที่มีปริมาณทริปโตแฟน ก็จะช่วยให้ผู้บริโภคได้รับโปรตีนที่มีคุณภาพสูงได้เช่นกัน

2. สายพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียนที่มียีน *opaque-2* ร่วมอยู่ด้วย โดยสายพันธุ์เหล่านี้มีศักยภาพในการผลิตลูกผสมเพื่อการค้า โดยมีผลผลิตไม่น้อยกว่าข้าวโพดข้าวเหนียวพันธุ์การค้าในปัจจุบัน ข้าวโพดข้าวเหนียวคุณภาพโปรตีนสูงนี้ปลูกสำหรับลูกค้ากลุ่มเป้าหมายที่คำนึงถึงคุณค่าด้านโภชนาการจากข้าวโพด

3. นักวิจัยสามารถประยุกต์ใช้วิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพมาช่วยในการปรับปรุงพันธุ์พืชทำให้การคัดเลือกพืชรวดเร็ว ลดขั้นตอนในการตรวจสอบยีน recessive

4. สนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ของ มหาบัณฑิต ในสาขาพืชไร่ ด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช อย่างน้อย 1 คน

โครงการที่ 2

1. ได้สายพันธุ์ข้าวโพดเทียนผสมตัวเองชั่วที่ 3 (S_3) และชั่วที่ 4 (S_4) เพื่อใช้เป็นสายพันธุ์อินเบรดสำหรับสร้างพันธุ์สังเคราะห์ข้าวโพดเทียน ที่ให้ผลผลิตสูง ขนาดฝักมีความสม่ำเสมอ คุณภาพการรับประทานฝักสดดี

2. ได้ลูกผสม topcross จำนวน 260 คู่ผสม เพื่อปลูกทดสอบผลผลิตในฤดูปลูกต่อไปและจะทราบสมรรถนะการผสม อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเลือกสายพันธุ์อินเบรดที่จะนำมาสร้างข้าวโพดเทียนพันธุ์สังเคราะห์

หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีความสนใจ ที่จะปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียว และข้าวโพดเทียนที่มีคุณภาพโปรตีนสูง เนื่องจากมีปริมาณทริปโตแฟนสูง และสามารถนำข้อมูลจากการทดสอบสมรรถนะการผสมไปเลือกสายพันธุ์อินเบรดเพื่อสร้างข้าวโพดเทียนพันธุ์สังเคราะห์