RSA5080002 รศ.ดร. สุนีย์รัตน์ ศรีเปารยะ

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
245897

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: การถ่ายทอดยีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสจากสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมสู่สับปะรดพันธุ์การค้า

[Inheritance of Bialaphos Resistant Gene (*Bar*) from Transgenic Pineapple (*Ananas comosus* L.) to Commercial Variety]

โดย รศ.ดร.สุนีย์รัตน์ ศรีเปารยะและคณะ

ธันวาคม 2553

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
245897
b00252001

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: การถ่ายทอดยีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสจากสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมสู่สับปะรดพันธุ์การค้า

[Inheritance of Bialaphos Resistant Gene (*Bar*) from Transgenic Pineapple (*Ananas comosus* L.) to Commercial Variety]

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

โดย รศ.ดร.สุนีย์รัตน์ ศรีเปารยะและคณะ

ธันวาคม 2553

สัญญาเลขที่ RSA5080002

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: การถ่ายทอดยีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสจากสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมสู่สับปะรดพันธุ์การค้า

Inheritance of Bialaphos Resistant Gene (*Bar*) from Transgenic Pineapple (*Ananas comosus* L.) to Commercial Variety

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รศ.ดร.สุนีย์รัตน์ ศรีเปารยะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
2. Dr.M.R.Davey	Nottingham University, UK
3.ศ.ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

245897

ทำการศึกษาการถ่ายทอดยีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสจากสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมสู่สับปะรดพันธุ์การค้า รวมทั้งสร้างและคัดเลือกสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ระหว่างสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมและพันธุ์ปัตตาเวีย โดยทำการผสมพันธุ์สับปะรดจำนวน 3 พันธุ์คือ สับปะรดดัดแปรพันธุกรรม (TP) กับสับปะรดพันธุ์การค้า 2 พันธุ์คือพันธุ์ปัตตาเวีย (PV) และพันธุ์ภูเก็ต (PK) ได้ทำการผสมข้ามแบบพบกันหมดและผสมตัวเองของทั้งสับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ ได้คู่ผสมทั้งหมด 9 คู่ เก็บผลสุกและเพาะเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 นำต้นอ่อนของลูกผสมชั่วที่ 1 มาตรวจสอบความต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอส โดยใช้ใบสับปะรดบ่มในสารละลาย X-gluc นำผลการวิเคราะห์มาทดสอบความแตกต่างของความต้านทานสารกำจัดวัชพืชโดยใช้ Chi-square และตรวจสอบความต้านทานสารกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชบาสต้า-เอ็กซ์ อัตรา 400 มิลลิลิตรต่อไร่ฉีดพ่นต้นสับปะรดลูกผสม ย้ายสับปะรดลูกผสมชั่วที่1 ลงแปลงปลูก หยอดสารกระตุ้นการออกดอก ศึกษาลักษณะทางเขตกรรม ลักษณะใบทั้งการมีหนามและสีใบ ลักษณะผลผลิตและคุณภาพผล และสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ส่วนหนึ่งทำการผสมตัวเองเพื่อให้ได้ลูกชั่วที่ 2 เพื่อใช้ศึกษาการคงอยู่และการแสดงออกของยีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอส โดยการศึกษาวิจัยได้ทำที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช

ผลงานวิจัยที่ได้พบว่าจากการผสมพันธุ์สับปะรดทั้ง 9 คู่ผสมได้จำนวนเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้งหมด 2,437 เมล็ด ได้ต้นอ่อนสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้งหมดจำนวน 1,459 ต้น เป็นต้นอ่อนสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมเป็นพ่อแม่จำนวน 930 ต้น พบว่ามีจำนวน 507 ต้นที่ให้ใบสีน้ำเงินเมื่อตรวจสอบด้วยสารละลาย X-gluc ซึ่งหมายถึงว่ามียีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชถูกถ่ายทอดไปยังต้นสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 และจำนวน 423 ต้นที่ไม่ให้สีน้ำเงิน จำนวนต้นที่แสดงผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ เมื่อทดสอบความแตกต่างของความต้านทานสารกำจัดวัชพืชโดยใช้ Chi-square ซึ่งแสดงให้เห็นถึงมีการถ่ายทอดยีนที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอส (*Bar* gene) จากสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมไปสู่สับปะรดพันธุ์การค้า โดยมียีน 1 คู่ที่ควบคุมลักษณะความต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสและยีโนไทป์ของสับปะรดที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสเป็น hemizygous (*bar*/-) และยีโนไทป์ของสับปะรดที่ไม่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสเป็น nullizygous (-/-) และ

245897

การถ่ายทอดยีน *bar* ในสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 นี้เป็นไปตามกฎของเมนเดล ส่วนการตรวจสอบการคงอยู่และการแสดงออกของยีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอส (*bar* gene) ในสับปะรดชั่วที่ 2 โดยวิธี Polymerase Chain Reaction (PCR) และ การตรวจสอบ mRNA ของยีน *bar* ด้วยวิธี Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) ในอาร์เอนเอที่สกัดได้จากใบสับปะรดพบว่ามีความเสถียรและมีการแสดงออก (expression) ของยีน *bar* ในใบสับปะรดชั่วที่ 2 ที่เป็น GUS positive โดยปรากฏแถบที่ขนาดเดียวกับยีน *bar* ซึ่งเมื่อเทียบกับดีเอนเอมาตรฐานแล้วมีขนาด 460 คู่เบส ในขณะที่ใบสับปะรดชั่วที่ 2 ที่เป็น GUS negative ไม่ปรากฏแถบที่ขนาด 460 คู่เบส แสดงว่าไม่มียีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชในต้นสับปะรดที่เป็น GUS negative

ต้นสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ผ่านการตรวจสอบความต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสโดยสารเคมี X-gluc พบว่าทุกต้นมีความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชบาสต้า-เอ็กซ์ที่อัตราความเข้มข้นในอัตราที่แนะนำ 400 ลบ.ซม.ต่อไร่ ส่วนในสับปะรดพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้เป็นสิ่งทดลองควบคุม (control treatments) ทั้งในพันธุ์ภูเก็ตและพันธุ์ปัตตาเวียใบสับปะรดค่อยๆซีดเหลืองและตายในที่สุด สำหรับผลการคัดเลือกสับปะรดลูกผสมชั่วที่1 จากต้นสับปะรดลูกผสมชั่วที่1 จำนวน 886 ต้น พบว่ามีต้นที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสจำนวน 410 ต้น และมีจำนวน 18 ต้นที่ให้ลักษณะทางเขตกรรมและคุณภาพผลดี โดยเฉพาะลูกผสมชั่วที่1 จำนวน 3 เบอร์ คือ (PV x TP)-51; (PV x TP)-46 และ (PV x TP)-34 ซึ่งให้ลักษณะความต้านทานสารกำจัดวัชพืช มีเปอร์เซ็นต์ความหวานสูง (18-22 องศาบริกซ์) โดยเฉพาะลูกผสม (PV x TP)-34 ที่ให้ความหวานสูงถึง 22.2 องศาบริกซ์ เนื้อผลมีกลิ่นหอม กรอบ ใบเรียบมีหนามเฉพาะปลายใบ สับปะรดลูกผสมชั่วที่1 ที่มีลักษณะดีและมีความต้านทานสารกำจัดวัชพืชและมีศักยภาพที่เป็นพันธุ์ลูกผสมที่ดีสูงเหล่านี้จะถูกนำไปปลูกขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปลูกทดสอบเพื่อยืนยันการเป็นพันธุ์ดีต่อไป

ABSTRACT

Inheritance of the Bialaphos resistance (*bar*) transgene was investigated by sexual hybridization of the transgenic pineapple cv. "Phuket" (TP) with the commercial pineapple cvs. "Pattavia" (PV) and "Phuket" (PK). Direct crosses, reciprocal crosses, and selfings were made in 2005 at Faculty of Agriculture, Rajamangala University of

245897

Technology Srivijaya, Nakhonsithammarat. A total of 2,437 F_1 seeds, resulted in 1,459 plants were obtained from direct and reciprocal crosses of TP with PV and PK with PV. Of these, 1172 F_1 seeds and 886 F_1 plants were obtained from crossing between TP and PV. All selfed parental plants, and both direct and reciprocal crosses between TP and PK, either failed to set seed or set seeds with no kernels. β-glucuronidase (GUS) activity as conferred by the *gus* gene, was used in the initial screening for gene transfer into F_1 plants at 2 cm in height. Of 253 from 886 plants obtained from sexual crosses involving PV and TP parents were checked for GUS activity and 116 were GUS positive while 137 were GUS negative, giving a ratio of 1:1 by a Chi-square test. When grown in pots, the GUS positive versus GUS negative F_1 plants showed a corresponding 1 : 1 ratio of resistance to sensitivity when sprayed with the herbicide Basta™. The hemizygous transgenic plants *bar*/- transmitted the *bar* gene to the normal -/- (coin herewith as nullizygous) plants in the Mendelian manner. Thus the *bar* transgene can be fully utilized in the future conventional pineapple breeding programs. PCR analyses confirmed stable integration of the *bar* gene in F_2 generation plants and reverse transcriptase-PCR confirmed active expression of the transgene in F_2 plants.

This research project also aims to establish F_1 hybrid pineapple variety resistant to herbicide by conventional breeding. The 886 F_1 plants were studied and evaluated for agronomic characteristics, fruit quality and bialaphos herbicide resistance. Of 886 F_1 plants, 410 F_1 plants showed resistant to Basta-X herbicide. Furthermore, there are eighteen potential F_1 plants showing other good agronomic characters and good fruit quality. Three promising hybrids, (PV x TP)-51; (PV x TP)-46 and (PV x TP-34), showed resistant to biodegradation bialaphos herbicide, a high percentage of brix (18-22.2° brix), a fragrant smell, crispy flesh and a smooth leaf with only the tip being spiny. In particular, (PV x TP)-34 hybrids presented pale pink bract and fruit and it gave 22.2° brix, cylindrical fruit shape, dark yellow flesh, as well as pleasant flavor. These potential hybrids will further be propagated and evaluated to confirm the traits and consequently release to farmers.

Executive Summary

โครงการวิจัยการถ่ายทอดยีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสจากสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมสู่สับปะรดพันธุ์การค้านี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานสารกำจัดวัชพืชจากสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมสู่สับปะรดพันธุ์การค้า และเพื่อสร้างสับปะรดลูกผสมระหว่างพันธุ์ปัตตาเวียและสับปะรดดัดแปรพันธุกรรม รวมทั้งคัดเลือกสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืช ให้ผลผลิตสูงและคุณภาพผลดี โดยทำการผสมพันธุ์สับปะรด จำนวน 3 พันธุ์คือสับปะรดดัดแปรพันธุกรรม (TP) กับ สับปะรดพันธุ์การค้าพันธุ์ปัตตาเวีย (PV) และพันธุ์ภูเก็ต (PK) ได้ทำการผสมข้ามแบบพบกันหมดและผสมตัวเองของทั้งสับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ ได้คู่ผสมทั้งหมด 9 คู่ เก็บผลสุกและเพาะเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 นำต้นอ่อนของลูกผสมชั่วที่ 1 มาตรวจสอบความต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอส โดยใช้ใบสับปะรดบ่มในสารละลาย X-gluc ตรวจสอบสีน้ำเงินที่เกิดขึ้น นำผลการวิเคราะห์มาทดสอบความแตกต่างของความต้านทานสารกำจัดวัชพืชโดยใช้ Chi-square และตรวจสอบความต้านทานสารกำจัดวัชพืช โดยใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชไบลาฟอส ((ชื่อการค้าบาสต้า-เอ็กซ์, (Basta X®)) อัตรา 400 มิลลิลิตรต่อไร่ฉีดพ่นต้นสับปะรดลูกผสม ย้ายต้นสับปะรดลูกผสมชั่วที่1 ลงแปลงปลูก หยอดสารกระตุ้นการออกดอก ศึกษาลักษณะทางเขตกรรม ลักษณะใบทั้งการมีหนามและสีใบ ลักษณะผลผลิตและคุณภาพผล และสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ส่วนหนึ่งทำการผสมตัวเองเพื่อให้ได้ลูกชั่วที่ 2 เพื่อใช้ศึกษาการคงอยู่และการแสดงออกของยีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอส

ผลงานวิจัยที่ได้ จากการผสมพันธุ์ทั้ง 9 คู่ผสมได้จำนวนเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้งหมด 2,437 เมล็ด ได้ต้นอ่อนสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ทั้งหมดจำนวน 1,459 ต้น เป็นต้นอ่อนสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมเป็นพ่อแม่จำนวน 930 ต้น พบว่ามีจำนวน 507 ต้นที่ให้ใบสีน้ำเงินเมื่อตรวจสอบด้วยสารละลาย X-gluc ซึ่งหมายถึงว่ามียีนต้านทานสารกำจัดวัชพืชถูกถ่ายทอดไปยังต้นสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 และจำนวน 423 ต้นที่ไม่ให้สีน้ำเงิน จำนวนต้นที่แสดงผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ เมื่อทดสอบความแตกต่างของความต้านทานสารกำจัดวัชพืชโดยใช้ Chi-square ซึ่งแสดงให้เห็นถึงมีการถ่ายทอดยีนที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอส (Bialaphos resistant gene; *Bar* gene) จากสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมไปสู่สับปะรดพันธุ์การค้า โดยมียีน 1 คู่ที่ควบคุมลักษณะความต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอส สำหรับชั่วที่ 2 ยีน *bar* ยังคงมีความเสถียรและมีการแสดงออกเมื่อวิเคราะห์ระดับโมเลกุลด้วย PCR และ RT-PCR ในใบสับปะรดชั่วที่ 2

อย่างไรก็ตามเนื่องจากต้นสับปะรดชั่วที่ 2 จากการผสมตัวเองและการผสมกลับมีจำนวนน้อย ไม่สามารถสรุปการกระจายตัวในลูกชั่วที่ 2 ได้

ต้นสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ผ่านการตรวจสอบความต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสโดยสาร X-gluc พบว่าทุกต้นมีความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชบาสต้า-เอ็กซ์ ที่อัตราความเข้มข้นที่แนะนำ 400 ลบ.ซม.ต่อไร่ ส่วนในสับปะรดพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้เป็นสิ่งทดลองควบคุม (control treatments) ทั้งในพันธุ์ภูเก็ตและพันธุ์ปัตตาเวียใบสับปะรดค่อยๆซีดเหลืองและตาย นำสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ลงแปลงปลูกและกระตุ้นให้ออกดอก ทำการคัดเลือกสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 โดยดูลักษณะทางเขตกรรมเรื่องสีและการมีหนามของใบสับปะรด ความต้านทานโรค ลักษณะผลผลิตและคุณภาพผล พบว่ามีต้นสับปะรดลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสจำนวน 410 ต้น และมีจำนวน 18 ต้นที่ให้ลักษณะทางเขตกรรมและคุณภาพผลดี โดยเฉพาะลูกผสมชั่วที่1 จำนวน 3 เบอร์ คือ (PV x TP)-51; (PV x TP)-46 และ (PV x TP-34) ซึ่งให้ลักษณะความต้านทานสารกำจัดวัชพืช มีเปอร์เซ็นต์ความหวานสูง (18-22 องศาบริกซ์) โดยเฉพาะลูกผสม (PV x TP)-34 ที่ให้ความหวานสูงถึง 22.2 องศาบริกซ์ เนื้อผลมีกลิ่นหอม กรอบ ใบเรียบมีหนามเฉพาะปลายใบ สับปะรดลูกผสมชั่วที่1 ที่มีลักษณะดี มีความต้านทานสารกำจัดวัชพืชและมีศักยภาพที่จะเป็นพันธุ์ลูกผสมที่ดีสูง เหล่านี้จะถูกนำไปปลูกขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและปลูกทดสอบเพื่อยืนยันการเป็นพันธุ์ดีต่อไป

เนื้อหางานวิจัย

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งสับปะรดออกขายสู่ตลาดโลกมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง โดยในปี พ.ศ.2544 ประเทศไทยผลิตได้ 1.97 ล้านตันในขณะที่ผลผลิตของโลกเป็น 13.7 ล้านตัน (FAO, 2003 อ้างโดย สำนักส่งเสริมและการจัดการสินค้าเกษตร, 2546) ในปี พ.ศ.2552 ประเทศไทยผลิตได้ 2.32 ล้านตัน จากพื้นที่ปลูก 96,081 เฮกตาร์ และให้ผลผลิตเฉลี่ย 24.144 ตัน/เฮกตาร์ (FAO, 2009) โดยที่ประเทศไทยส่งออก 600,000 ตัน หรือประมาณ 43 % ของสับปะรดกระป๋องของโลก ในขณะที่ผลผลิตของโลกเป็น 18.87 ล้านตัน มีผลผลิตเฉลี่ย 19.749 ตัน/เฮกตาร์ (FAO, 2007)

แม้ว่าประเทศไทยเป็นผู้ผลิตสับปะรดรายใหญ่ของโลกแต่การผลิตสับปะรดในไทยยังมีปัญหาในเรื่องต้นทุนการผลิตสูง ซึ่งประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตมาจากค่าสารเคมี

ควบคุมและกำจัดวัชพืช โดยสารเคมีกำจัดวัชพืชที่ใช้ในปัจจุบันนั้นเป็นพวก Bromacil ที่ค่อนข้างมีผลตกค้างในดินนาน มีการสลายตัวช้าและมีราคาแพงเมื่อเทียบกับสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่น แต่เนื่องจากปัจจุบันนี้มีเฉพาะ สารเคมีชนิดนี้เท่านั้นที่ใช้ในแปลงสับปะรดได้โดยไม่ทำอันตรายหรือทำลายสับปะรดถ้าใช้ในอัตราพอเหมาะ ส่วนสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นจะทำลายสับปะรดพร้อมวัชพืชอื่นๆ และปัจจุบันยังไม่มีสับปะรดพันธุ์ใดที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืช ดังนั้นเพื่อให้ลดต้นทุนการผลิตสับปะรด จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการปรับปรุงพันธุ์สับปะรดให้ต้านทานสารกำจัดวัชพืชชนิดที่มีราคาถูกกว่า มีการสลายตัวทางชีวภาพ (bio-degradation) และไม่มีผลตกค้างในดินนาน เช่น สารเคมีพวก Bialaphos ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีราคาถูก และไม่มีผลตกค้างในดินนานเหมือนสารเคมีบางชนิดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

ในการปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานสารกำจัดวัชพืช Bialaphos โดยวิธีปกติ (conventional breeding) นั้นไม่สามารถทำได้ เนื่องจากแหล่งยีนที่ต้องการคือยีนที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืช Bialaphos นั้นยังไม่เจอในพืชแต่จะมีในแบคทีเรีย ดังนั้นการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมในการถ่ายยีนต้านทานสารเคมีกำจัดวัชพืชจากแบคทีเรียจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถทำได้ จึงได้มีการถ่ายยีนต้านทานสารกำจัดวัชพืช Bialaphos หรือยีน *bar* จากแบคทีเรียลงใส่ในสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตโดยวิธียิงอนุภาค (Particle Bombardment หรือ Biolistics) เพื่อให้สับปะรดมีความต้านทานสารกำจัดวัชพืช Bialaphos (เช่นที่มีขายในประเทศไทยมีชื่อการค้าคือ Basta X®) จนกระทั่งได้สับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืช Bialaphos [Sripaoraya *et al.*(1999); Sripaoraya (2001); Davey *et al.* (2004)] สับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ได้เหล่านี้ผ่านการทดสอบความต้านทานสารกำจัดวัชพืช Basta X® ในสภาพห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ในสภาพเรือนกระจก (Sripaoraya *et al.*, 2001) และได้ทำการวิจัยโดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนสนับสนุนการวิจัย ได้ทดสอบความต้านทานสารกำจัดวัชพืช Basta X® ในสภาพไร่ รวมทั้งได้ศึกษาลักษณะทางเขตกรรมและคุณภาพผล นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ความคงตัวของยีนและการแสดงออกของยีน *bar* ในโคลนของสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ปลูกในสภาพไร่ จากผลการวิจัยเรื่องการทดสอบความต้านทานสารกำจัดวัชพืช Glufosinate ในสภาพไร่:ลักษณะทางเขตกรรมและคุณภาพผลของสับปะรดดัดแปรพันธุกรรม (Field Evaluation on Glufosinate Resistance : Agronomic Characters and Fruit Qualities of Transgenic Pineapple(*Ananas comosus*) ดังกล่าว พบว่าสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ได้มีความต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสในสภาพไร่ในอัตราที่

แนะนำคือ 600 ซีซี/ไร่ และสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ได้ยังสามารถต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสในอัตราที่สูงกว่าแนะนำคือที่ 800 – 1,600 ซีซี/ไร่ (Sripaoraya *et al*, 2006) นอกจากนี้ยังพบความคงตัวของยีนและการแสดงออกของยีน *bar* ในโคลนของสับปะรดดัดแปรพันธุกรรม ทั้งที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตามวิธีของ Sripaoraya *et al.* (2003) โดยที่สับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ทดสอบนี้ให้ผลผลิตเปอร์เซ็นต์ความหวาน เปอร์เซ็นต์กรด ปริมาณเยื่อใยไม่แตกต่างในทางสถิติกับสับปะรดพันธุ์ปกติ คือมีความเทียบเท่า (Sustainable equivalent)

อย่างไรก็ตาม สับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ได้นั้นเป็นสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ใช้พันธุ์ภูเก็ตเป็นเจ้าบ้าน (host) ในการถ่าย *bar* ยีนเข้าไป ลักษณะสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ได้มีลักษณะต่างๆเหมือนสับปะรดภูเก็ตปกติแต่มีความต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสที่พันธุ์ภูเก็ตปกติไม่มี ซึ่งหากสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ได้ผ่านการประเมินความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อม คาดว่าสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมที่ได้สามารถนำมาใช้ในการผลิตสับปะรดกินผลสดที่มีต้นทุนการผลิตต่ำและปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

ถึงกระนั้นก็ตาม หากพิจารณาถึงสับปะรดพันธุ์การค้าที่สำคัญที่สุดในประเทศไทยคือพันธุ์ปัตตาเวียซึ่งยังไม่มีรายงานถึงการถ่ายยีนต่างๆสู่พันธุ์การค้าหลักพันธุ์นี้ในประเทศไทย ปกติแล้วการถ่ายยีนต่างๆจากผู้ให้ (donor) นั้นจะมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นหากมีการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานสารกำจัดวัชพืชจากสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมไปสู่สับปะรดพันธุ์การค้าเช่นพันธุ์ปัตตาเวียแล้วทำการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการปรับปรุงพันธุ์วิธีปกติ (conventional plant breeding) ทำให้ประหยัดงบประมาณ และยังเป็นการสร้างพันธุ์สับปะรดลูกผสมระหว่างสับปะรดดัดแปรพันธุกรรมซึ่งมีลักษณะพันธุกรรมที่ดีของพันธุ์ภูเก็ตและพันธุ์ปัตตาเวียซึ่งมีลักษณะหวานฉ่ำและใช้สำหรับอุตสาหกรรมสับปะรด คัดเลือกคู่ผสมที่สามารถต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอส และกระทั่งสามารถคัดเลือกลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง สามารถต้านทานสารกำจัดวัชพืชไบลาฟอสและมีคุณภาพผลดี และได้พันธุ์ลูกผสมที่ดีในที่สุด