บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ในงานศึกษานี้พบการปนเปื้อนของยีนแปลกปลอมจากข้าวปลูกในประชากรข้าวป่าสามัญในถิ่นอาศัยตามธรรมชาติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การปนเปื้อนที่พบมีทั้งลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และในระดับโมเลกุล ในลักษณะทางสัณฐานพบบางลักษณะของข้าวปลูกในบางต้นของประชากรข้าวป่า ได้แก่ ทรงกอตั้งตรง เกสรตัวเมียสีขาว เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีขาว โดยทั่วไปแล้วข้าวป่ามีลักษณะทรงกอแผ่ราบ มีเกสรตัวเมียสีม่วงดำหรือดำ เยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง ส่วนลักษณะทางสรีระพบว่าข้าวป่าบางต้นออกดอก 2 ครั้งต่อปี คือช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน–ธันวาคม และเดือนเมษายน–พฤษภาคม ซึ่งปกติแล้วข้าวป่าในประเทศไทยจะออกดอกเพียง 1 ครั้งต่อปีคือช่วงระหว่างปลายเดือนตุลาคม ถึงต้นเดือนธันวาคม ได้มีรายงานของการไหลของลักษณะสัณฐานและสรีระข้าวปลูกเข้าสู่ข้าวป่าในประเทศไทย เช่น Oka and Chang (1961) พบการปนของยีนควบคุมลักษณะข้าวเหนียวหรือ waxy gene จากข้าวปลูกไปยังข้าวป่าสามัญ ตั้งแต่ พ.ศ. 2504 ในประชากรข้าวป่าสามัญในบริเวณอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ Chitrakon (1995) ได้สำรวจพบประชากรข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีชนิดที่ไม่ไวต่อช่วงแสง

สำหรับการศึกษาในระดับโมเลกุล พบ alleles ของข้าวปลูก ชนิดที่พบตรงกับข้าวปลูกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 หรือกข 15 (เนื่องจากเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ไม่สามารถแยกข้าวทั้ง 2 พันธุ์ออกจากกันได้ รวมทั้งในท้องถิ่นที่สำรวจพบว่ามีการปลูกข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ซึ่งต่อไปจะเรียกว่าชนิดขาวดอกมะลิ 105) และพันธุ์กข 6 การจับคู่ของ alleles พบชนิด genotypes ชนิด homozygous genotype ของข้าวปลูกขาวดอกมะลิ 105 homozygous genotype ของข้าวปลูกกข 6 และชนิด heterozygous genotype ระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่า (ขาวดอกมะลิ 105 x ข้าวป่า และ กข 6 x ข้าวป่า) ในบางต้นของประชากรข้าวป่า และในทุกต้นของประชากรข้าววัชพืช โดย มีค่า % heterozygote ระหว่างข้าวปลูกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 x ข้าวป่า พบในประชากรข้าววัชพืชมากที่สุด (มีค่าระหว่าง 40.0–52.0% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.4%) รองลงมาคือประชากรป่าชนิดข้ามปี (มีค่าระหว่าง 33.3–53.3% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.2%) ชนิดปีเดียว (มีค่าระหว่าง 23.8–48.3% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.1%) และชนิด intermediate (มีค่าระหว่าง 10.0–30.0% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.4%) และ %heterozygote ระหว่างข้าวปลูกพันธุ์กข 6 x ข้าวป่า พบในประชากรข้าววัชพืชมากที่สุด (มีค่าระหว่าง 40.0–50.0% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.0%) รองลงมาคือประชากรป่าชนิดปีเดียว (มีค่าระหว่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

20.0–46.7% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.4%) ชนิด intermediate (มีค่าระหว่าง 20.0–40.0% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.0%) และไม่พบในประชากรข้าวป่าชนิดข้ามปี แต่ทั้งประชากรข้าวป่าและข้าววัชพืชไม่พบการปนเปื้อนจากข้าวพันธุ์สมัยใหม่ ได้แก่ พันธุ์ชัยนาท 1 และสุพรรณบุรี 1 ในประชากรข้าวป่าและข้าววัชพืช เนื่องจากในพื้นที่นาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ได้สำรวจและเก็บตัวอย่างนั้นส่วนใหญ่จะปลูก ข้าวขาวดอกมะลิ 105 กข 15 และกข 6 ซึ่งมีประวัติการปลูกมานานกว่า 30 ปี (ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ 2550) ส่วนข้าวพันธุ์สมัยใหม่ เช่น ปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 1 พบปลูกในพื้นที่ของจังหวัดร้อยเอ็ดเมื่อ 1-2 ปี (จรรยา 2551)

การปนเปื้อนของยีนแปลกปลอมที่พบเป็นผลมาจากการผสมข้าม จากข้าวปลูกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์กข 6 เข้าสู่ประชากรข้าวป่าหรือข้าววัชพืช จากตัวอย่างที่ศึกษาพบการผสมข้ามจากข้าวปลูก (ทั้ง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และกข 6) ในประชากรข้าววัชพืชมีค่าสูงที่สุด (42.2%) รองลงมาคือการผสมข้ามจากข้าวปลูกในประชากรข้าวป่าชนิดข้ามปี (38.2%) ชนิดปีเดียว (35.2%) และชนิด intermediate (26.7%) และจากการประมาณค่าอัตราการผสมข้าม (*t*) พบว่าในประชากรข้าววัชพืชมีค่าสูงที่สุด (55%) รองลงมาคือข้าวป่าชนิดข้ามปี (52%) ชนิด intermediate (39%) และชนิดปีเดียว (26%) ซึ่งค่าอัตราการผสมข้าม (*t*) มีค่าสูงกว่าการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่าหรือข้าววัชพืช เนื่องจากค่าที่ได้จากอัตราการผสมข้าม (*t*) นี้นอกจากจะเป็นการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่าหรือข้าววัชพืชแล้ว อาจเป็นการผสมข้ามระหว่างข้าวป่าและข้าวป่า หรือข้าวป่าและข้าววัชพืชก็ได้ ซึ่งค่าอัตราการผสมข้ามดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Barbier และคณะ (1989) ซึ่งพบอัตราการผสมข้ามของข้าวป่าในประเทศไทย มีค่าระหว่าง 7% (ในชนิดปีเดียว) ถึง 56% (ในชนิดข้ามปี) ส่วนข้าววัชพืชพบอัตราการผสมข้าม มีค่าระหว่าง 1–52% (Langevin *et al*., 1990) และส่วนใหญ่ข้าวป่าจะมีถิ่นอาศัยอยู่ใกล้กับแปลงข้าวปลูก (Chitrakon, 1995) เมื่อข้าวป่าและข้าวปลูกออกดอกพร้อมกัน จะเกิดการไหลของยีนจากข้าวปลูกเข้าไปในประชากรข้าวป่าอย่างต่อเนื่องและเกิดการสะสมยีนของข้าวปลูกเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมในประชากรข้าวป่า ดังในการศึกษาของสมศักดิ์ และคณะ (2548) ที่ทำการตรวจสอบตัวอย่างข้าวป่าและข้าววัชพืชที่เก็บมาจากแหล่งต่างๆ ภายในประเทศ พบว่าข้าวป่า *O. rufipogon* , spontanea forms และข้าววัชพืช มีการทนต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 47% 28% และ 15% ตามลำดับ

จากโครงสร้างความหลากหลายทางพันธุกรรม พบความแตกต่างในโครงสร้างประชากรระหว่างข้าวป่าชนิดข้ามปี ชนิด intermediate ชนิดปีเดียว และข้าววัชพืช โดยพบว่าประชากรข้าวป่าชนิดข้ามปีและข้าววัชพืชมีค่าความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากรสูงที่สุด (H_S= 0.43–0.44) ถ้าเทียบกับประชากรข้าวป่าชนิดปีเดียวและชนิด intermediate (H_S=0.20–0.35) ส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความแตกต่างระหว่างประชากร (F_{ST}) มีค่าระหว่าง 0.29 (ในประชากรข้าววัชพืช) ถึง 0.59 (ในประชากรข้าวป่าชนิดปีเดียว) สามารถแปรความหมายได้ว่าความแปรปรวนของประชากรข้าววัชพืชเกิดขึ้นจากความแปรปรวนภายในประชากรประมาณ 71% และเกิดจากความแปรปรวนระหว่างประชากรประมาณ 29% ส่วนความแปรปรวนของประชากรข้าวป่าชนิดปีเดียวเกิดขึ้นจากความแปรปรวนภายในประชากรประมาณ 41% และเกิดจากความแปรปรวนระหว่างประชากรประมาณ 59% นอกจากนั้นจากการศึกษาระยะห่างทางพันธุกรรมพบว่าสามารถจัดกลุ่ม gene pool ของข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือออกได้อย่างชัดเจนโดยการวัดระยะห่างระหว่างประชากรข้าวป่า และข้าววัชพืช โดยใช้ค่า Nei's (1972) genetic distance และใช้ประชากรข้าวปลูกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข 6 กข 15 ชัยนาท 1 และ สุพรรณบุรี 1 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ พบว่าสามารถแยกได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือกลุ่มแรกประกอบด้วยประชากรข้าวป่า และกลุ่มที่สองประกอบด้วยประชากรข้าวปลูกและข้าววัชพืช ในกลุ่มแรกสามารถแยกประชากรได้อีกเป็น 2 กลุ่ม โดยประกอบด้วยข้าวป่าชนิดข้ามปีรวมกับชนิด intermediate และข้าวป่าชนิดปีเดียว ส่วนในกลุ่มที่สองสามารถแยกออกได้เป็นข้าวปลูกและข้าววัชพืช

ความแตกต่างในโครงสร้างประชากรส่วนใหญ่เป็นผลมาจากความแตกต่างของระบบการผสมพันธุ์ของประชากรข้าวป่าชนิดต่างๆ ซึ่งข้าวป่าชนิดข้ามปีมีอัตราการผสมข้าม (52%) สูงกว่าชนิด intermediate (39%) และชนิดปีเดียว (26%) ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานของ Barbier และคณะ (1989) ที่พบอัตราการผสมข้ามของข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีในประเทศไทย มีอัตราการผสมข้ามสูงกว่าข้าวป่าสามัญชนิดปีเดียว โดยอัตราการผสมข้ามในข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีมีค่าประมาณ 50% และข้าวป่าสามัญปีเดียวมีอัตราการผสมข้ามประมาณ 7% นอกจากนี้ข้าวป่าชนิดข้ามปีมีระบบสืบพันธุ์ต่างจากชนิดปีเดียวคือ ชนิดข้ามปีสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ หลังจากออกดอกสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ หากข้าวป่าชนิดข้ามปีรักษาความสามารถในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้ จะทำให้ภายในประชากรข้าวป่าชนิดข้ามปีมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง แต่หากข้าวป่าชนิดข้ามปีมีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ในส่วนของลำต้นหรือการแตกหน่อทำให้มีความหลากหลายของประชากรคงที่ (Xie *et al.*,2001) ส่วนชนิดปีเดียวมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเท่านั้น เมื่อออกดอกแล้วต้นจะตายในฤดูแล้ง ทำให้เมล็ดของข้าวป่าชนิดนี้สามารถแพร่กระจายไปยังถิ่นอาศัยอื่นๆ ได้ (Chitrakon, 1995)

ในการทดลองนี้อัตราการผสมข้ามของข้าวป่าและข้าววัชพืชมีค่าสูง ทำให้มีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนของยีนแปลกปลอมจากประชากรข้าวปลูกที่อยู่ข้างเคียง โดยเฉพาะเมื่อมีการนำข้าวปลูกพันธุ์ใหม่ ที่มีการตัดต่อสารพันธุกรรม (transgenic rice) ที่ตอบสนองต่อความต้านทานของสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (ทั้ง biotic และ abiotic stress เช่น ต้านทานต่อโรคแมลงและสาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กำจัดวัชพืช) มาปลูก โดยอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในประชากรผู้รับยีน (Ellstrand *et al*., 1999) เมื่อเกิดการปนเปื้อนยีนจากข้าวปลูกหรือข้าววัชพืชในประชากรข้าวป่าอาจได้ลูกผสมที่มีความสามารถในการอยู่รอดและสืบเผ่าพันธุ์ (fitness) สูง ทำให้เกิดการระบาดและรุกรานในถิ่นอาศัยของประชากรข้าวป่า ทำให้ประชากรข้าวป่าถูกแทนที่โดยข้าวลูกผสม และอาจสูญพันธุ์ในที่สุด (Ellstrand *et al*., 1999) นอกจากนี้การปนเปื้อนยีนจากข้าวปลูกในประชากรข้าววัชพืชอาจเป็นการเพิ่มความหลากหลาย และความสามารถในการปรับตัวของข้าววัชพืชให้เหมือนข้าวปลูกมากยิ่งขึ้น และอาจวิวัฒนาการเป็นวัชพืชที่ร้ายแรง (super weed) ทำให้ควบคุมและกำจัดข้าววัชพืชเป็นไปได้ยากยิ่งขึ้น

จากผลการศึกษานี้เป็นการยืนยันการปนเปื้อนยีนระหว่างข้าวปลูก และข้าวป่าในสภาพธรรมชาติ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาการผสมข้ามและการปนเปื้อนยีนระหว่างประชากรข้าวปลูกและข้าวป่าสามัญอันเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดวิวัฒนาการมาเป็นข้าววัชพืชที่ทำความเสียหายแก่ผลผลิตข้าวปลูกในปัจจุบัน รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์ประชากรข้าวป่าสามัญที่ถือว่าเป็นแหล่งพันธุกรรมที่สำคัญที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved