บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ข้าวป่า

2.1.1 ข้าวป่าสามัญ

ข้าวป่าสามัญ (common wild rice, *Oryza rufipogon* Griff.) จัดอยู่ในสกุล *Oryza* และข้าวป่าชนิดนี้เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกเอเชีย (cultivated rice, *O. sativa* L.) มีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปในเขตร้อน ได้แก่ กลุ่มชนิดข้ามปี (perennial: *O. rufipogon*) จะกระจายทั่วไปอย่างกว้างขวางในแถบเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศจีน และแถบโอเชียเนีย และในบางครั้งยังพบที่มีลักษณะทางสัณฐาน (morphology) ที่คล้ายคลึงกันในหนองน้ำแถบอเมริกาใต้ ส่วนกลุ่มชนิดปีเดียว (annual form: *O. nivara*) พบมากใน Deccan Plateau และ indo-gangetic Plain ของประเทศอินเดีย และในหลาย ๆ แห่งของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Oka, 1988 และ Vaughan, 2003) (ตารางที่ 2.1)

ในศูนย์กลางแหล่งความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชปลูก (center of diversity) มักพบแหล่งยีนปฐมภูมิ (primary gene pool, GP-1, Harlan, 1992) ขึ้นร่วมกัน ในประเทศไทยซึ่งเป็นหนึ่งในศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมข้าว (Oka, 1988) ดังนั้นจึงพบแหล่งยีนปฐมภูมิของข้าวซึ่งประกอบด้วย ข้าวปลูก (cultivated rice หรือ crop rice) ข้าววัชพืช (weedy rice) และข้าวป่าสามัญที่เป็นบรรพบุรุษ (wild race) อาศัยอยู่ร่วมกัน (ศันสนีย์ และคณะ 2548) ข้าวทั้งสามชนิดนี้มีพันธุกรรมใกล้เคียงกันมาก คือ มีชุดโครโมโซมพื้นฐานเป็นแบบ diploid (2n=24) และมีชุดโครโมโซมเป็นชนิด AA เหมือนกัน จากความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันระหว่างข้าวป่าสามัญและข้าวปลูก นับว่ามีความสำคัญต่อแหล่งพันธุกรรม (genetic resources) ของข้าวเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าว (Oka, 1988) มีรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันของข้าวที่มีชุดโครโมโซม AA เหมือนกัน โดยการผสมพันธุ์ภายในกลุ่มระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปี (perennial type) หรือระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่าสามัญชนิดปีเดียว (annual type) พบว่าจะให้เมล็ดที่สมบูรณ์ไม่เป็นหมัน (Oka, 1974)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 จำนวนโครโมโซม สัญลักษณ์จีโนม ชื่อที่เรียกตามทั่วไป และลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพืชชนิด *Oryza* ที่แพร่กระจาย

Section, Species	Other Name Commonly Found in the Literature	Chromosome Number	Genome Group	Geographical distribution
Oryza				
Oryza sativa complex				
Oryza sativa L.		24	AA	Worldwide, cultivated
O. rufipogon sensu lacto	*O. nivara* for the annual form, *O. rufipogon* sensu stricto for the perennial form	24	AA	Tropical Asia, America
O. glaberrima Steud.		24	AA	West Africa, cultivated
O. barthii A. Chev.	*O. breviligulata*	24	AA	Africa
O. longistaminata Chev. Et Roeher	*O. barthii*	24	AA	Africa
O. meridionalis Ng		24	AA	Tropical Australia
O. glumaepatula Steud.	*O. rufipogon*	24	AA	South America
O. officinalis complex				
O. officinalis Wall ex Watt	*O. minuta*	24	CC	Tropical Asia to Papua New Guinea
O. minuta J. S. Presl ex C. B. Presl.	*O. officinalis*	24	BBCC	Philippines, Papua New Guinea
O. rhizomatis D. A. Vaughan		24	CC	Sri Lanka
O. eichingeri Peter	*O. collina* for the Sri Lankan form	24	CC	East and West Africa
O. punctata Kotschy ex. Steud.	*O. schweinfurthiana*	24, 48	BB, BBCC	Africa
O. latifolia Desv.		48	CCDD	Central and South America
O. alta Swallen		48	CCDD	Central and South America
O. grandiglumis (Doell.) Proehr.		48	CCDD	South America
O. australiensis Domin		24	EE	Australia
Ridleyanae Tateoka				
O. brachyantha Chev. et Roehr.		24	FF	Africa
O. schlechteri Pilger		48	Unknown	Papua New Guinea
O. ridleyi complex				
O. ridleyi Hook.		48	HHJJ	Southeast Asia
O. longiglumis Jansen		48	HHJJ	Papua New Guinea
Granulata Roschev.				
O. granulata complex				
O. granulata Nees et Arn ex Watt		24	GG	South and Southeast Asia
O. meyeriana (Zoll. et Mor. ex Steud.) Baill.		24	GG	Southeast Asia

ที่มา: ดัดแปลงจาก Oka (1988) และ Vaughan (2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2 การจำแนกชนิดของข้าวป่าสามัญ

ข้าวป่าสามัญมีนิสัยการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันตามสภาพถิ่นอาศัยที่ขึ้นเจริญเติบโต ส่งผลให้ประชากรข้าวป่าสามัญมีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่หลากหลาย ดังนั้นสามารถจำแนกข้าวป่าสามัญออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะและนิสัยการเจริญเติบโตได้แก่ ชนิดปีเดียว (annual type) มีลักษณะลำต้นเล็กแตกกอน้อยออกดอกก่อนข้าวป่าชนิดข้ามปี เกสรตัวผู้ขนาดเล็กติดเมล็ดมาก หลังจากออกดอกแล้วจะตาย ชนิดข้ามปี (perennial type) มีลักษณะกอใหญ่ ลำต้นสูง รวงใหญ่ แตกกอมากเกสรตัวผู้ขนาดใหญ่ติดเมล็ดน้อยหลังจากออกดอกสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ชนิดกึ่งกลางระหว่างชนิดปีเดียวและชนิดข้ามปี (annual-perennial intermediate type) มีลักษณะกึ่งกลางระหว่างข้าวป่าชนิดข้ามปีและชนิดปีเดียว ทรงกอและลำต้นมีขนาดไม่ใหญ่มาก สามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ และชนิดวัชพืช (weedy type) พบบางรวงเมล็ดไม่ร่วงและบางเมล็ดไม่มีหางหรือมีหางสั้น ลักษณะส่วนใหญ่เหมือนกับข้าวปลูกไปจนถึงเหมือนข้าวป่า (ตาราง 2.2) สอดคล้องกับการจำแนกชนิดข้าวป่าสามัญของ Oka (1988) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการจำแนกชนิดข้าวป่าโดยนักวิจัยท่านอื่น มีดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 การแบ่งชนิดข้าวป่าสามัญที่มีชุดโครโมโซม AA

นักวิจัย (ปี)	ชนิดข้าวป่าสามัญ			
	ชนิดข้ามปี	**ชนิด intermediate**	**ชนิดปีเดียว**	**ชนิดวัชพืช***
Roschevicz (1931)	*O. sativa* f. *aquatica*	-	*O. sativa* f. *spontanea*	Spontanea
Chatterjee (1948)	-	-	*O. sativa* var. *fatua*	Fatua
Oka, Morishima and Chang (1961)	*O. perennis*	-	*O. sativa* f. *spontanea*	Intermediate
Tateoka (1964)	*O. rufipogon*	*O. rufipogon*	*O. rufipogon*	-
Henderson (1964)	*O. perennis*	-	*O. perennis*	O. perennis
Sampath (1964)	*O. perennis*	-	*O. rufipogon*	*Spontanea*
Sharma and Shastry (1965)	*O. rufipogon*	-	*O. nivara*	-
Nayar (1973)	*O. rufipogon*	-	*O. rufipogon*	-
Chang (1976)	*O. rufipogon*	-	*O. nivara*	*Spontanea*
Morishima, Sano and Oka (1980)	Perennial type of *O. perennis*	Intermediate type	Annual type of *O. perennis*	Weedy type
Oka (1988)	Perennial type	Intermediate type	Annual type	Weedy type
Vaughan (1989)	*O. rufipogon*	-	*O. nivara*	Weedy type
Morishima, Sano and Oka (1992)	Perennial type of *O. rufipogon*	Intermediate type	Annual type of *O. rufipogon*	Weedy type

ที่มา: ดัดแปลงจาก Oka (1988) และ Chitrakon (1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

*ชนิดวัชพืช (*Oryza sativa* f. *spontanea*) เป็นข้าวลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างข้าวป่าสามัญและข้าวปลูก (Chang, 1976a)

2.1.3 โครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่าสามัญ

ข้าวป่าสามัญมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงกว่าข้าวปลูก เนื่องจากเกิดวิวัฒนาการจากข้าวป่ามาเป็นข้าวปลูก ทำให้อัลลีลของข้าวป่าหลายตัวหายไปโดยการคัดเลือกตามธรรมชาติหรือการคัดเลือกโดยมนุษย์ (Sun *et al*., 2001) และข้าวป่าสามัญมีการผสมข้ามสูงกว่าข้าวปลูก โดยข้าวป่าสามัญมีอัตราการผสมข้ามระหว่าง 7-56% ส่วนข้าวปลูกมีอัตราการผสมต่ำมีค่าระหว่าง 0-6.8% (Oka, 1988) จึงทำให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมในข้าวปลูกมีค่าต่ำกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของอดิเรก (2549) โดยศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวป่าสามัญที่เก็บมาจากพื้นที่ต่างๆ ในภาคเหนือและภาคกลางของประเทศไทย จำนวน 12 ประชากร โดยศึกษาทั้งลักษณะทางสัณฐานและระดับโมเลกุลด้วยเทคนิค microsatellite makers พบว่าข้าวป่าสามัญมีความหลากหลายทางพันธุกรรมทั้งภายในประชากรและระหว่างประชากร เมื่อศึกษาระดับโมเลกุลแล้วพบข้าวป่าสามัญมีความหลากหลายสูงมีค่าเฉลี่ย heterozygosity รวมเท่ากับ 0.225 และ %polymorphic รวมเท่ากับ 94.62% ความแตกต่างระหว่างประชากร (G_{ST}) ทั้งหมด มีค่า เท่ากับ 0.430 ข้าวป่าสามัญที่ศึกษามีความแตกต่างในระดับ DNA ภายในประชากรความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความแตกต่างระหว่างต้นภายในประชากร (57%) มากกว่าความแตกต่างระหว่างประชากร (43%)

ข้าวป่าสามัญมีการเปลี่ยนแปลงระบบการผสมพันธุ์ และระบบการสืบพันธุ์ในแต่ละชั่ว ทำให้โครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่าสามัญมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางพันธุกรรมของข้าวป่า เช่น การกลายพันธุ์ (mutation) การคัดเลือก (selection) จำนวนชั่วของการผสมพันธุ์และการกระจายตัวทางพันธุกรรม การคัดเลือกตามธรรมชาติ รูปแบบของการแพร่กระจาย การแลกเปลี่ยนยีน (gene flow) จากประชากรข้างเคียง การปลิวของละอองเกสรหรือการแพร่กระจายของเมล็ด แม้แต่ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันตามสภาพพื้นที่ และนิเวศน์ก็มีผลต่อโครงสร้างทางพันธุกรรมของข้าวป่าสามัญได้เช่นเดียวกัน (Hamrick *et al*., 1992)

ข้าวป่าสามัญที่จำแนกได้แต่ละชนิดมีโครงสร้างทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน เนื่องจากความหลากหลายของระบบการผสมพันธุ์ ระบบการสืบพันธุ์ นิสัยการเจริญเติบโต และสภาพถิ่นอาศัยของข้าวป่าสามัญแต่ละชนิด ดังเช่นในรายงานของ Morishima (1986) ได้ศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่าสามัญ ซึ่งได้ประเมินความหลากหลายทั้งภายในและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระหว่างประชากรข้าวป่าสามัญ โดยใช้ isozymes และลักษณะทางสัณฐานจากเมล็ดข้าวป่าที่เก็บมาจากสภาพธรรมชาติ พบว่าประชากรข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีมีความหลากหลาย (polymorphism) มากกว่าประชากรข้าวป่าชนิดปีเดียว ทั้งแบบ isozymes และลักษณะทางสัณฐานวิทยา และในการทดลองของ Kuroda (2004) ศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมในประชากรข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปี และชนิดปีเดียวในประเทศไทย โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล microsatellite พบว่าประชากรข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปี มีความผันแปรภายในประชากรสูงกว่าความผันแปรระหว่างประชากร สำหรับประชากรข้าวป่าสามัญชนิดปีเดียวมีความผันแปรภายในประชากรต่ำกว่าความผันแปรระหว่างประชากร เนื่องจากข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีมีอัตราการผสมข้ามสูงกว่าชนิดปีเดียว โดยมีค่าระหว่าง 7% (ในชนิดปีเดียว) ถึง 56% (ในชนิดข้ามปี) (Oka, 1988) และมีรายงานของ Barbier (1989) ที่สอดคล้องกัน โดยพบว่าอัตราการผสมข้ามของข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีในประเทศไทย มีอัตราการผสมข้ามสูงกว่าข้าวป่าสามัญชนิดปีเดียว โดยอัตราการผสมข้ามในข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีมีค่าประมาณ 50% และข้าวป่าสามัญปีเดียวมีอัตราการผสมข้ามประมาณ 7% จากการศึกษาของอดิเรก (2549) ได้ศึกษาลักษณะทางคุณภาพโดยหาค่าดัชนีความหลากหลายของข้าวป่าสามัญแต่ละประชากรพบว่าอยู่ระหว่าง 1.310-2.844 โดยที่ประชากรจากจังหวัดนครนายก 2 มีความหลากหลายสูงที่สุด และประชากรจากจังหวัดกาญจนบุรีมีค่าต่ำที่สุด ประชากรจังหวัดนครนายกมีความหลากหลายทั้งลักษณะทางสัณฐาน และในระดับโมเลกุล เนื่องจากจังหวัดนครนายกเป็นข้าวป่าชนิด spontanea form *O. sativa* สาเหตุที่ทำให้เกิดความหลากหลายสูง เนื่องจากเกิดการผสมข้ามระหว่างข้าวปลูกกับข้าวป่าตามธรรมชาติ (Chitrakon, 1995)

และเนื่องจากข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีมีระบบสืบพันธุ์ต่างจากชนิดปีเดียวคือ ชนิดข้ามปีสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ (sexual reproductive) และไม่อาศัยเพศ (unsexual reproductive) และยังพบว่ามีลักษณะทรงกอแผ่ แตกกอมาก มีลำต้นสูง รวงใหญ่ แผ่กระจาย เกสรตัวผู้มีขนาดใหญ่ เมล็ดมีอัตราการเป็นหมันสูง ติดเมล็ดน้อย มีหางยาว และเมื่อสุกแก่จะมีอัตราการร่วงของเมล็ดสูง เมล็ดแก่จะมีเปลือกสีดำ หลังจากออกดอกสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ดังนั้นข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีหากมีการรักษาความสามารถในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้ จะทำให้ภายในประชากรข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีมีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง แต่หากข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีมีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ในส่วนของลำต้นหรือการแตกหน่อทำให้มีความหลากหลายของประชากรคงที่ (Xie *et al*., 2001) ส่วนชนิดปีเดียวจะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเท่านั้น โดยมีลักษณะลำต้นเล็กแตกกอน้อย ออกดอกเร็วกว่าชนิดข้ามปี เกสรตัวผู้ขนาดเล็ก ติดเมล็ดมาก เมื่อออกดอกแล้วต้นจะตายในฤดูแล้ง ทำให้เมล็ดของข้าวป่าชนิดนี้สามารถแพร่กระจาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไปยังถิ่นอาศัยอื่นๆ ได้ (Chitrakon, 1995) ส่วนข้าวป่าอีกชนิดคือชนิดคือข้าวป่าชนิด spontanea form พบบางรวงเมล็ดไม่ร่วง และบางเมล็ดไม่หางหรือมีหางสั้น ลักษณะส่วนใหญ่เหมือนกับข้าวปลูกไปจนถึงเหมือนข้าวป่า ซึ่งลักษณะการมีหาง และเมล็ดร่วง เป็นลักษณะเด่นของข้าวป่า (ธีรศักดิ์ 2547)

2.1.4 ลักษณะถิ่นอาศัยของข้าวป่าสามัญ

ในทวีปเอเชียข้าวป่าสามัญแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในภูมิภาคเอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Morishima, 1984) ซึ่งมีลักษณะเป็นเขตร้อนและร้อนชื้น และสามารถพบข้าวป่าในเขตที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำกว่า 1,000 เมตร และข้าวป่าสามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิต่ำสุด 10 องศาเซลเซียส (Oka, 1988) ส่วนในประเทศไทย Chitrakon (1995) สำรวจพบข้าวป่า 6 ชนิด ได้แก่ *O. rufipogon O. nivara O. officinalis O. ridleyi O. granulata* และ *O. sativa* f. *spontanea* ซึ่งข้าวป่าแต่ละชนิดมีนิสัยการเจริญเติบโตที่ต่างกัน ทำให้มีการปรับตัวให้เหมาะสมกับถิ่นอาศัยที่ต่างกัน โดยข้าวป่าชนิดข้ามปี (*O. rufipogon* หรือ perennial type) พบทุกภาคของประเทศไทยบริเวณที่น้ำลึกและท่วมขังตลอดทั้งปี ชนิดปีเดียว (*O. nivara* หรือ annual type) สามารถพบได้ บริเวณที่โล่งแจ้งเป็นแอ่งน้ำไม่ลึกซึ่งจะแห้งในฤดูแล้งในทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง สำหรับข้าวป่า *O. officinalis, O. ridleyi* และ *O. granulata* พบอยู่ตามภูมิประเทศเป็นเนินเขา มีต้นไม้หนาทึบ มีร่มเงาและมีความชื้นมากหรือพบตามบริเวณน้ำตก ข้าวป่าชนิด spontanea form สามารถพบได้บริเวณข้างแปลงข้าวปลูกหรือในแปลงข้าวปลูก และพบได้มากบริเวณเขตภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มที่มีการปลูกข้าวนาหว่านจำนวนมาก ส่วนชนิด intermediate มีถิ่นอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำอยู่ในช่วงระหว่างถิ่นอาศัยของข้าวป่าชนิดข้ามปีและชนิดปีเดียว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Oka (1958) และ Morishima และคณะ (1984b)

นอกจากนี้ Jamjod และคณะ (2003) ได้สำรวจพบข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีในหลายพื้นที่ ได้แก่ ในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน พบข้าวป่าประชากรเล็กๆ บริเวณริมคลองชลประทานแม่แฝกเป็นระยะทางประมาณ 20 กิโลเมตร บริเวณคลองชลประทานในจังหวัดลำพูนเป็นระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร และถูกปล่อยทิ้งไว้ในแปลงข้าวบริเวณข้างถนนที่ผ่านโรงพยาบาลลำพูนเป็นระยะทางประมาณ 4.5 กิโลเมตร ในจังหวัดสกลนครก็พบข้าวป่าชนิดปีเดียวในบริเวณคลองส่งน้ำและที่ราบลุ่มรอบๆเมือง โดยเฉพาะในอำเภอหนองหารพบข้าวป่าชนิดข้ามปี นอกจากนี้ยังได้สำรวจพบข้าวป่าในจังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี ปราจีนบุรี และนครนายก ส่วนมากพบได้ทั้งในบริเวณที่ลุ่ม คูน้ำข้างถนน คลองชลประทาน และแม้แต่ในแปลงปลูกข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.5 ลักษณะนิสัยและการเจริญเติบโตที่สำคัญอื่นๆ ของข้าวป่าสามัญ

การพักตัว (Seed dormancy) เมล็ดข้าวป่าเริ่มมีการพักตัวเมื่อเมล็ดสุกแก่และเมื่อเมล็ดร่วงลงมาฝังในดินแม้จะได้รับความชื้นที่เหมาะสมแต่ก็ไม่สามารถงอกได้จนกว่าจะผ่านการพักตัว และเมล็ดข้าวป่าที่งอกนั้นจะงอกไม่พร้อมกันจะทยอยงอกแตกต่างกันไป เมล็ดข้าวป่าชนิดปีเดียวมีความงอกสูงกว่าเมล็ดข้าวป่าชนิดข้ามปี (Morishima, 1996) นอกจากนี้ Veasey และคณะ (2004) ได้ศึกษาการพักตัวของข้าวป่าชนิด diploid (2n=24) ชนิด tetraploid (2n=48) และข้าวปลูก กับระยะเวลาหลังเก็บเกี่ยว พบว่าข้าวป่าชนิด diploid (*O. rufipogon*) มีการพักตัวนาน 120 วันหลังการเก็บเกี่ยว และเมื่อทดสอบที่ 180 วันหลังจากเก็บเกี่ยวพบงอกได้ 54-70%

การตอบสนองต่อช่วงแสง (Photoperiod response) ข้าวปลูกและข้าวป่าเป็นพืชวันสั้น การออกดอกถูกกำหนดโดยช่วงแสงที่สั้นกว่าช่วงแสงวิกฤติ (Yoshida, 1981) ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีดอกบานปลายฤดูฝนเพียงฤดูเดียวมักเรียกว่าข้าวไวแสง ส่วนข้าวพันธุ์ที่มีดอกบานได้ตลอดปีในประเทศไทยมักเรียกว่าข้าวไม่ไวแสง (ซึ่งหมายความว่าไม่มีความแตกต่างในการตอบสนองต่อช่วงแสงในวันยาว 11 ถึง 13 ชั่วโมงในประเทศไทย) สงกรานต์ และคณะ (2538) รายงานว่าจากประชากรทั่วประเทศไทยพบแบบไวแสงใน 72% ของข้าวป่าชนิดข้ามปี (*O. rufipogon*) 68% ของประชากรข้าวป่าชนิดปีเดียว (*O. nivara*) และ 60% ของ spontanea form หรือลูกผสมข้าวป่าและข้าวปลูก

การร่วงของเมล็ด (Seed shattering) การร่วงของเมล็ดเป็นลักษณะเฉพาะที่สามารถพบได้ในพืชป่าแทบจะทุกชนิดแม้แต่ข้าวป่าเอง เมื่อเมล็ดข้าวป่าอยู่ในระยะที่สุกแก่จะร่วงจากรวงทั้งหมด เช่นในการวัดอัตราการร่วงของเมล็ดข้าวป่า ข้าวปลูก และข้าววัชพืช พบว่าข้าวปลูกมียีนที่ยับยั้งการร่วงของเมล็ดโดยพบว่ามียีนจำนวนหลายตำแหน่งที่ควบคุมการร่วงของเมล็ด และยีนเหล่านี้จะแสดงออกแบบข่มสมบูรณ์ (ธีรศักดิ์ 2547)

2.2 ข้าวปลูก

2.2.1 ข้าวปลูกเอเชีย (Asian cultivated rice, *Oryza sativa* L.)

ข้าวปลูกเอเชีย เป็นพืชผสมตัวเอง มีอัตราการผสมข้ามต่ำ (0 – 1%) (Robert *et al*., 1961) มีถิ่นกำเนิดบริเวณประเทศอินเดีย บังคลาเทศ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปลูกกันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อินเดีย ตอนเหนือของบังคลาเทศ บริเวณดินแดนสามเหลี่ยมระหว่างพม่า ไทย ลาว เวียดนาม และจีนตอนใต้ ข้าวเอเชียแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. ข้าวกลุ่มพันธุ์แรกเรียกว่าสายพันธุ์ Senica หรือ Japonica ปลูกบริเวณแม้น้ำเหลืองของจีน แพร่ไปยังเกาหลีและญี่ปุ่น เมื่อประมาณ 300 ปีก่อนคริสต์ศตวรรษ เป็นข้าวเมล็ดป้อม
2. ข้าวกลุ่มพันธุ์ที่สอง เรียกว่า Indica เป็นข้าวเมล็ดยาวปลูกในเขตร้อนแพร่สู่ตอนใต้ของอินเดีย ศรีลังกา แหลมมาลายู หมู่เกาะต่าง ๆ และลุ่มแม่น้ำแยงซีของจีนประมาณคริสต์ศักราช 200
3. ข้าวกลุ่มพันธุ์ที่สาม คือ ข้าวชวา (Javanica) ปลูกในอินโดนีเซีย ประมาณ 1,084 ปีก่อนคริสต์ศักราช จากนั้นแพร่ไปยังฟิลิปปินส์และญี่ปุ่น ในข้าวเอเชียแพร่เข้าไปในยุโรปและแอฟริกา สู่อเมริกาใต้ อเมริกากลาง เข้าสู่สหรัฐอเมริกาครั้งแรกประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 17 โดยนำเมล็ดพันธุ์ไปจากหมู่เกาะมาดากัส

2.2.2 <u>ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวป่าสามัญ และประวัติข้าวพันธุ์ปลูกที่สำคัญในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</u>

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นบริเวณที่มีพื้นที่กว้างขวางมากประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่ทั้งประเทศ พื้นที่ตอนกลางของภาคมีลักษณะคล้ายเกาะ มีที่ราบกระจายอยู่ทั่วไป ลักษณะดินเป็นดินปนทรายไม่อุ้มน้ำ น้ำซึมผ่านได้รวดเร็วทำให้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแห้งแล้งมากในฤดูแล้ง มีอุณหภูมิทั้งปีอยู่ระหว่าง 25–28 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนทั้งปีอยู่ระหว่าง 760–2975 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่จะพบข้าวป่าชนิดปีเดียว เนื่องจากมีนิสัยการเจริญเติบโตที่สามารถหลีกเลี่ยงความแห้งแล้งได้ กล่าวคือเมื่อถึงฤดูแล้งแล้วจะเป็นช่วงที่ข้าวป่าชนิดนี้มีเมล็ดที่สุกแก่และร่วงจากต้น หลังจากนั้นต้นจะตายไป พอถึงฤดูฝนเมล็ดที่ร่วงและฝังตัวอยู่ในดินก็จะงอกและเจริญเติบโตต่อไป (Chitrakon, 1995)

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่นามากกว่า 32 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 56 ของพื้นที่นาทั้งประเทศ พื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่อาศัยน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณและการกระจายตัวของฝนไม่สม่ำเสมอเกิดภาวะฝนแล้งทิ้งช่วงเป็นประจำโดยเฉพาะในช่วงปลายฤดูปลูก และในบางพื้นที่ประสบกับปัญหาดินเค็มไม่สามารถปลูกพืชอื่นได้ ด้วยเหตุนี้ทางราชการได้มีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมมะลิจากอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งการเพาะปลูกข้าวหอมมะลิในภาคตะวันออกเฉียงเหนือคาดว่าเริ่มมีการนำเข้ามาปลูกหลังจากทางราชการมีการปรับปรุงพันธุ์ข้าวหอมมะลิและรับรองพันธุ์ในปี 2502 ซึ่งมีชื่อเป็นทางการว่า “ขาวดอกมะลิ 105” (ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ 2550) และต่อมามีการนำข้าวพันธุ์ดังกล่าวมาปรับปรุงพันธุ์ โดยการเอาเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ไปอาบรังสีแกรมมาขนาน 15 กิโลแรต เพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ทำให้อายุเบากว่าประมาณ 10 วัน โดยทางราชการได้มีการรับรองพันธุ์ในปี 2521 ในชื่อว่า “กข 15” ซึ่งการส่งเสริมการปลูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้าวหอมมะลิทั้งสองพันธุ์นี้ ได้เริ่มดำเนินการอย่างกว้างขวางในปี 2524 โดยโครงการแลกเปลี่ยนพันธุ์ข้าว จึงทำให้ข้าวหอมมะลิมีการปลูกอย่างแพร่หลายทั่วประเทศ ประมาณ 18 ล้านไร่ และปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือประมาณ ร้อยละ 80 ของพื้นที่ปลูกข้าวหอมมะลิทั้งประเทศ (ศูนย์วิจัยข้าวสุรินทร์ 2550) แต่เกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนี้นิยมปลูกข้าวเหนียวมากถึงร้อยละ 50 ส่งผลให้ทางราชการได้มีการปรับปรุงพันธุ์ โดยการใช้รังสีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยใช้รังสีแกรมมาขนาน 20 กิโลแรต ฉายเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้เป็นข้าวเหนียว โดยคณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตรมีมติให้เป็นพันธุ์รับรอง เมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2520 และให้ชื่อว่า “กข 6” (กรมวิชาการเกษตร 2550) สาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งที่เกษตรกรนิยมปลูกข้าวเหนียวพันธุ์กข 6 คือ มีคุณภาพข้าวสุกนุ่ม และมีกลิ่นหอมเป็นที่ต้องการของตลาด ข้าวพันธุ์นี้มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณปลายเดือนพฤศจิกายน จึงเหมาะสำหรับปลูกในสภาพนาลุ่ม

2.3 การปนเปื้อนยีนระหว่างข้าวป่าสามัญและข้าวปลูก

2.3.1 <u>การผสมข้ามตามธรรมชาติระหว่างข้าวป่าสามัญและข้าวปลูก</u>

ประเทศไทยนับเป็นส่วนหนึ่งของศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวปลูก มักพบข้าวที่เป็นเครือญาติ (relatives races) ขึ้นอยู่ร่วมกันประกอบด้วย ข้าวปลูก ข้าววัชพืช และข้าวป่าสามัญที่เป็นบรรพบุรุษ ข้าวทั้งสามชนิดมีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรมมาก คือมีชุดโครโมโซมเป็นชนิด AA และมีจำนวนโครโมโซม 2n=24 เหมือนกันทำให้สามารถผสมข้ามกันและเกิดการปนเปื้อนยีนระหว่างกันได้เป็นปกติ (Oka, 1988) โดยปกติการผสมข้ามเกิดขึ้นได้ยาก เนื่องจากข้าวปลูกเป็นพืชผสมตัวเอง ส่วนข้าวป่าเป็นพืชผสมข้ามเป็นส่วนใหญ่ แต่มักพบข้าวป่าสามัญเจริญเติบโตทั้งในแปลงและขอบแปลงข้าวปลูก ทำให้สามารถเกิดการผสมข้ามในธรรมชาติระหว่างข้าวป่าสามัญและข้าวปลูกได้ (Oka and Chang, 1961) การปนเปื้อนยีนภายในเครือญาตินี้สำคัญมากเพราะเป็นส่วนหนึ่งของการวิวัฒนาการของข้าวป่า

ในการผสมข้ามส่วนใหญ่ก็จะเกิดในทิศทางเดียวคือ เกสรตัวผู้ของข้าวปลูกจะไปตกอยู่บนเกสรตัวเมียของข้าวป่าสามัญ และการไหลของยีนส่วนใหญ่จะพบว่าเกิดได้เพียงทิศทางเดียว คือจากข้าวปลูกไปสู่ข้าวป่าสามัญ (Morishima *et al*., 1980) แต่ก็พบรายงานการแข่งขันของละอองเรณูระหว่างข้าวป่าสามัญและข้าวปลูกในการผสมข้าม มีผลทำให้อัตราการไหลของยีนจากข้าวปลูกไปสู่ข้าวป่าสามัญลดลง ถึงแม้จะมีการแข่งขันเกิดขึ้นแต่ก็พบว่ายังคงเกิดการไหลของยีนจากข้าวปลูกไปสู่ข้าวป่าสามัญ (Song *et al*., 2003)

มีรายงานการผสมข้ามระหว่างข้าวป่าสามัญและข้าวปลูก โดยใช้ข้าวป่าสามัญจากแปลงอนุรักษ์ในสภาพธรรมชาติผสมกับข้าวปลูกที่มีโครงสร้างพันธุกรรมและนิเวศน์การปลูกที่ต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้แก่ ขาวดอมะลิ 105 เหลืองใหญ่ พลายงามปราจีนบุรี ปราจีนบุรี 2 สุพรรณบุรี 1 และชัยนาท 1 พบว่าข้าวป่าและข้าวปลูกสามารถผสมข้ามกันติดเมล็ดได้ตามปกติแม้จะมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ข้าวปลูก เมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 มีความงอกเฉลี่ยร้อยละ 35.7 (วิไลลักษณ์ 2548)

นอกจากนั้นยังมีรายงานการทดลองผสมพันธุ์ระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูก จำนวน 5 คู่ผสม ระหว่างข้าวปลูกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ชิวแม่จัน กข 6 กข 10 และก่ำดอยสะเก็ด กับข้าวป่าสามัญ ลำพูน (*Oryza rufipogoon* Griff.) พบว่าในลูกผสมชั่วที่ 1 มีการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะสืบนส่วนต่าง ๆ ได้แก่ แผ่นใบ หูใบ กาบใบ ปล้อง สีเกสรตัวเมีย หาง ยอดดอก และเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นแบบข่มสมบูรณ์ (complete dominance) เป็นส่วนใหญ่ ในลูกผสมชั่วที่ 2 พบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้แก่ สีหาง สียอดดอก สีเกสรตัวเมีย การมีหางและทรงกอ ถูกควบคุมด้วยยีน 1 หรือ 2 คู่ (ธีรศักดิ์ 2547)

2.3.2 <u>การปนเปื้อนยีนตามธรรมชาติระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูก</u>

ในสภาพธรรมชาติการผสมข้ามระหว่างข้าวป่ากับข้าวปลูกจะทำให้เกิดการปนเปื้อนยีนระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูก ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการของข้าวป่า เนื่องจากการปนเปื้อนยีนทำให้พันธุกรรม และโครงสร้างของประชากรข้าวที่ได้รับยีนจากแหล่งอื่นเปลี่ยนแปลงไป ถ้าเกิดการปนเปื้อนยีนที่มีลักษณะเฉพาะหรือยีนที่หายากจากข้าวปลูกเข้าไปในประชากรข้าวป่าอาจทำให้เกิดวิวัฒนาการของประชากรข้าวป่า ซึ่งกระบวนการวิวัฒนาการของข้าวป่านั้นอาจจะให้ผลการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษก็ได้

การปนเปื้อนยีนระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูกนั้นมีการปนเปื้อนยีนผ่านทางละอองเรณู (pollen flow) และการปนของเมล็ดพันธุ์จากประชากรหนึ่งเข้าไปสู่ประชากรอื่น (seed flow) ในสภาพธรรมชาติพบว่าการปนเปื้อนยีนผ่านทางละอองเรณูเกือบทั้งหมด จะมีทิศทางการปนเปื้อนจากข้าวปลูกไปยังข้าวป่า เนื่องจากดอกของข้าวป่านั้นจะผสมข้ามเป็นส่วนใหญ่ มีขนาดเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียใหญ่กว่าข้าวปลูกประมาณ 2-3 เท่า เมื่อถึงระยะผสมเกสร เกสรตัวเมียจะบานก่อนและรับละอองเรณูที่ปลิวมาตกบนยอดเกสร อาจจะมาจากต้นอื่นหรือดอกอื่นๆ บนต้นเดียวกันก็ได้ ส่วนข้าวปลูกนั้นดอกจะเป็นชนิดผสมตัวเองเกือบทั้งหมด เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียจะบานพร้อมกันและผสมกันก่อนหรือระหว่างที่กลีบดอกเปิดออกให้เกสรตัวผู้โผล่ หากบริเวณข้างเคียงมีดอกของข้าวป่ากำลังบาน ละอองเกสรตัวผู้จากข้าวปลูกอาจโปรยไปผสมเกสรตัวเมียของข้าวป่าได้โดยกระแสลมหรือบางครั้งอาจถูกพัดพาไปโดยแมลง เช่น ผึ้ง (ศันสนีย์ และคณะ 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.3 การประเมินการปนเปื้อนยีน

การปนเปื้อนยีนจากข้าวปลูกไปยังข้าวป่า ทำให้ประชากรข้าวป่าเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางสัณฐานและสรีระ รวมทั้งพันธุกรรมและโครงสร้างของประชากรข้าวป่า (Nirantrayakul, 2008) ในการประเมินการปนเปื้อนยีนนั้นเราควรประเมินหลายๆ ด้านเพื่อความถูกต้องและแม่นยำ ควรประเมินตั้งแต่การสำรวจถิ่นอาศัยของประชากรข้าวป่า ศึกษาลักษณะและนิสัยการเจริญเติบโตตลอดจนถึงการสืบพันธุ์ รวมทั้งตรวจสอบภายในพันธุกรรมของข้าวป่าเปรียบเทียบกับข้าวปลูกที่อยู่ใกล้เคียงกัน

ปัจจุบันในพื้นที่การทำนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนใหญ่จะปลูกข้าวหอมมะลิ ซึ่งได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 และกข 15 เป็นส่วนใหญ่ ส่วนข้าวเหนียวก็นิยมปลูกข้าวกข 6 ซึ่งข้าวทั้งสามพันธุ์นั้นมีพันธุกรรมเดียวกันคือ ข้าวกข 15 และกข 6 นั้นมาจากการทำให้เกิดการกลายพันธุ์จากข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในอดีตข้าวพันธุ์นี้มีถิ่นอาศัยดั้งเดิมมาจากพื้นที่ในภาคกลางและภาคตะวันออก ต่อมาได้รับการปรับปรุงพันธุ์และถูกนำไปปลูกทดสอบในพื้นที่ปลูกข้าวในภาคต่างๆ พบว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าข้าวหอมมะลิรวงที่ 105 ให้ผลผลิตดีในพื้นที่ดินทราย และยังคงความหอมเหมือนเดิม หลังจากนั้นเริ่มมีการนำเข้ามาปลูกหลังจากทางราชการมีการรับรองพันธุ์ในปี พ.ศ. 2502 (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ 2544)

ในการประเมินการปนเปื้อนของยีนแปลกปลอม (exotic genes) จากข้าวปลูกในประชากรข้าวป่าสามัญในพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้น ยีนแปลกปลอมที่ปนเปื้อนมาจากข้าวปลูกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กข 15 และกข 6 ถือว่าเป็นยีนจากแหล่งอื่นที่อาจมีพันธุกรรมแตกต่างจากข้าวป่าสามัญในภูมิภาคนี้ เนื่องจากข้าวปลูกทั้งสามพันธุ์ถูกชักนำมาปลูก ซึ่งไม่ได้เป็นข้าวพันธุ์ดั้งเดิมของพื้นที่นี้

ในอดีตมีตัวอย่างการประเมินการปนเปื้อนยีนจากข้าวปลูกไปยังข้าวป่าสามัญจำนวนหนึ่ง ได้แก่ รายงานการพบยีนของข้าวปลูกในประชากรข้าวป่าสามัญ (เดิมไม่เคยพบยีนเหล่านี้ในข้าวป่า) ตั้งแต่ พ.ศ. 2504 เป็นต้นมา โดย Oka and Chang (1961) ที่พบยีนควบคุมความเป็นข้าวเหนียว หรือ waxy gene ในประชากรข้าวป่าสามัญในบริเวณอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ต่อมา Chitrakon (1995) ได้สำรวจพบประชากรข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีชนิดที่ไม่ไวต่อช่วงแสง นอกจากนี้ สมศักดิ์ และคณะ (2548) ทำการตรวจสอบตัวอย่างข้าวป่าและข้าววัชพืชที่เก็บมาจากแหล่งต่างๆ ภายในประเทศ พบว่าข้าวป่า *O. rufipogon* , spontanea forms และข้าววัชพืช มีการทนต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 47% 28% และ 15% ตามลำดับ ซึ่งปกติแล้วจะพบยีนที่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าวป่า *O. officinalis* แต่จะไม่พบในข้าวป่า *O. rufipogon*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนี้ในการศึกษาในแปลงเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรีที่มีข้าววัชพืชระบาด และมีข้าวป่าสามัญขึ้นเจริญอยู่ในบริเวณคลองระบายน้ำข้างแปลง เมื่อนำตัวอย่างข้าววัชพืชและข้าวป่าที่พบมาทำการประเมินลักษณะทาง DNA พบว่าในข้าวปลูกพันธุ์สุพรรณบุรี1 ของเกษตรกรและข้าววัชพืช พบอัลลิลของข้าวป่าร่วมกับอัลลิลของข้าวปลูกอยู่ในต้นเดียวกัน (เทอดศักดิ์ 2547, รณชิต 2547, Nirantrayakul *et al*., 2005) สำหรับประชากรข้าวป่าสามัญที่พบในคลอง พบต้นที่มีพันธุกรรมเป็นชนิดเดียวกันกับข้าวปลูกพันธุ์สุพรรณบุรี1 หรือข้าวปลูกพันธุ์ชัยนาท1 รวมกันถึง 7% และยังพบชนิดลูกผสมระหว่างข้าวป่ากับข้าวปลูกพันธุ์สุพรรณบุรี1 และระหว่างข้าวปลูกพันธุ์สุพรรณบุรี1 กับข้าวปลูกพันธุ์ชัยนาท1 รวมกันประมาณ 2% (Nirantrayakul *et al*., 2005) การทดลองในสภาพนาข้าว พบว่าจะมีการแลกเปลี่ยนยีนจากข้าวปลูกไปสู่ข้าววัชพืชประมาณ 0.011-0.046% (Song *et al*., 2003) และพบว่ามีการปนเปื้อนยีนจากข้าวปลูกไปสู่ข้าวป่าที่ขึ้นอยู่ใกล้กับแปลงข้าวประมาณ 1.2-2.19% (Chen *et al.*, 2003)

2.4 ผลกระทบที่ได้รับจากการปนเปื้อนยีน

2.4.1 ผลกระทบจากการปนเปื้อนยีนของประชากรข้าวป่าสามัญ

การปนเปื้อนยีนจากข้าวปลูกไปยังข้าวป่าสามัญ เป็นอันตรายต่อพันธุกรรมของข้าวป่าสามัญ โดยอาจส่งผลให้แหล่งพันธุกรรมข้าวป่าสามัญสูญพันธุ์ได้ เนื่องจากหลังจากเกิดการปนเปื้อนยีนแล้วลูกผสมที่ได้มักมีความสามารถในการอยู่รอดและสืบพันธุ์ (fitness) ดีกว่าข้าวป่าบรรพบุรุษ ทำให้ข้าวลูกผสมเจริญเติบโตและแก่งแย่งดีกว่าข้าวป่าสามัญ และเมื่อข้าวลูกผสมนี้ได้รุกรานถิ่นอาศัยของข้าวป่าสามัญอาจทำให้เกิดการแทนที่และอาจทำให้ข้าวป่าที่เป็นบรรพบุรุษสูญพันธุ์ได้ ดังเช่นในรายงานของ Ellstrand *et al*., (1999) พบว่าประชากรข้าวป่าบางส่วนในประเทศไต้หวันได้มีการปนเปื้อนยีนจากข้าวปลูกไปสู่ข้าวป่า และได้ลูกผสมที่มีความดีเด่นกว่าข้าวป่า เช่นมีการเจริญเติบโตและให้ลูกหลานที่ดีกว่าข้าวป่า ทำให้ข้าวป่าไม่สามารถแก่งแย่งแข่งขันกับข้าวลูกผสมนี้ได้ ทำให้ประชากรข้าวป่านี้ใกล้สูญพันธุ์ นอกจากนั้นอาจเป็นสาเหตุให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวป่าลดลง และส่งผลโดยตรงต่อโครงสร้างพันธุกรรมของประชากรข้าวป่าได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.2 ข้าววัชพืช หรือ Weedy rice

ประเทศไทยนับเป็นส่วนหนึ่งของศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าว (Oka, 1988) จึงพบว่ามีการแพร่กระจายตัวของข้าวป่าชนิดที่เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกเอเชีย (สงกรานต์ 2542) และขึ้นเจริญเติบโตร่วมกับข้าวปลูกทำให้มีการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวป่ากับข้าวปลูกในสภาพธรรมชาติได้อย่างปกติ และได้ลูกผสมที่อยู่ในรูป spontanea form หรือ weedy form ซึ่งสามารถพบทั้งในพื้นที่ที่มีข้าวป่าขึ้นอาศัยใกล้บริเวณนั้น และพื้นที่ที่ไม่มีข้าวป่าขึ้นอาศัยอยู่ โดยข้าวชนิด spontanea form มีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูกและมีการกระจายตัวของลักษณะเป็นหลายลักษณะ (เทอดศักดิ์ 2547 และ อดิเรก 2549)

จากรายงานของอดิเรก (2549) การแลกเปลี่ยนยีน (gene flow) ระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่า ทำให้เกิดการกระจายตัวในรุ่นลูกและเกิดความหลากหลายในแต่ละลักษณะสูง เมื่อพิจารณาจากพื้นที่ของจังหวัดนครนายกเก็บตัวอย่างข้าวสองประชากรจากแปลงนาร้าง อีกหนึ่งประชากรเก็บมาจากข้างๆ แปลงนาข้าว ดังนั้นประชากรหลังมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนยีนจากแปลงข้าวปลูก เนื่องจากการผสมพันธุ์ของข้าวป่ามีการผสมข้ามในอัตราที่สูง ซึ่งข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* ในประเทศไทยมีความสามารถในการผสมข้ามประมาณ 7.9–44% (Barbier, 1989b)

ในพื้นที่เขตภาคกลางของประเทศไทยทั้งหมดทำนาหว่านทำให้ข้าวชนิดนี้แพร่กระจายในแปลงข้าวปลูกได้ง่ายและรวดเร็วมาก ข้าวชนิดนี้มักมีลักษณะที่เกษตรกรไม่ต้องการได้แก่ เปลือกเมล็ดมีสีดำหรือลายน้ำตาลแดง การมีเยื่อหุ้มสีแดง การมีหาง การหลุดร่วงของเมล็ดเมื่อสุกแก่ และลักษณะอื่นๆ ซึ่งจะเรียกข้าวชนิดนี้ว่าเป็น “ข้าววัชพืช” (weedy rice) (Maneechote *et al*., 2004) ในบางครั้งข้าววัชพืชที่พบมีลักษณะใกล้เคียงกับข้าวปลูกมาก จนไม่สามารถแยกได้ด้วยตาเปล่าหรือทำได้ยาก (รณชิต 2547) ทำให้ลำบากต่อการกำจัดโดยวิธีทั่วไป อีกทั้งการมีลักษณะหลุดร่วงของเมล็ดข้าววัชพืชยังส่งผลให้ผลผลิตของข้าวเสียหาย เนื่องจากมีการหลุดร่วงและดีดตัวของเมล็ดก่อนการเก็บเกี่ยว และยังมีผลทำให้มีการระบาดของข้าววัชพืชในฤดูถัดไป เพราะเมล็ดข้าววัชพืชที่หลุดร่วงจะสะสมอยู่ในดิน (Maneechote *et al*., 2004) และแพร่กระจายเป็นวัชพืชร้ายแรงในฤดูถัดไป

4.3 การปนเปื้อนยีนจากข้าวตัดต่อสารพันธุกรรม (Gene flow from transgenic rice)

โดยทั่วไปพืชตัดต่อสารพันธุกรรมมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความเสี่ยงต่อการไหลออกของ transgenes โดยผ่านการการผสมข้าม เมื่อ transgenes อื่นๆ เข้าไปฝังตัว และแสดงออกในวัชพืชหรือพืชป่าที่เป็นเครือญาติของพืชปลูกที่มีการตัดต่อสารพันธุกรรมชนิดนั้น transgenes อาจจะติดและแพร่กระจายภายในประชากรของวัชพืชหรือพืชป่า โดยผ่านทั้งการผสมข้ามโดยอาศัยเพศ และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(หรือ) ไม่อาศัยเพศ ถ้า transgenes ตอบสนองต่อความต้านทานของสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (ทั้ง biotic และ abiotic stress เช่น ต้านทานต่อโรคแมลงและสารกำจัดวัชพืช ทนทานต่อความแห้งแล้งและดินเค็ม) ลักษณะเหล่านี้ทำให้เพิ่มความสามารถในการอยู่รอดและสืบพันธุ์ (ecological fitness) ในประชากรของวัชพืชและพืชป่า การย้าย transgenes นี้อาจทำให้เกิดความเสียหายของนิเวศน์ เช่น การแพร่กระจายและรุกรานของวัชพืช ซึ่งมนุษย์อาจไม่สามารถควบคุมวัชพืชเหล่านี้ได้ ในอีกทางหนึ่ง เมื่อ transgenes ย้ายและฝังตัวอยู่ในประชากรของพืชป่าที่เป็นบรรพบุรุษ จะทำให้ลูกผสมที่ได้แพร่กระจายปะปนในประชากรพืชป่าบรรพบุรุษ เมื่อลูกผสมที่มี fitness ที่ดีกว่าแพร่กระจาย อาจนำไปสู่การสูญพันธุ์ของประชากรพืชป่าได้

ข้าวเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ใช้เทคนิคการตัดต่อสารพันธุกรรม (transgenic biotechnology) เข้ามาช่วยในการปรับปรุงพันธุ์ แม้ว่าจะยังไม่มีการปลูกข้าวตัดต่อสารพันธุกรรมเพื่อการค้า แต่บางครั้งได้มีการนำเอาข้าว transgenic breeding lines มาปลูกทดสอบในสภาพธรรมชาติ อาจทำให้ transgenes หลุดรอดมาสู่ข้าวปลูกอื่นๆ ได้ และเนื่องจากเครือญาติของข้าวปลูก (ข้าววัชพืชและข้าวป่า) มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับข้าวปลูกมาก ดังนั้นเราจำเป็นที่จะต้องมีการประเมินความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety) ที่เกิดจากข้าวตัดต่อสารพันธุกรรม โดยการตรวจสอบการปนเปื้อนยีนระหว่างข้าวปลูกและข้าววัชพืช และข้าวป่า (Chen *et al*., 2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved