บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

การจำแนกพืชสกุล Oryza

พืชสกุล *Oryza* มีอยู่ 22 ชนิด (ตาราง 1) โดย 20 ชนิดเป็นข้าวป่า (wild rice) ที่เหลืออีก 2 ชนิดเป็นข้าวปลูก ได้แก่ชนิด *Oryza sativa* ที่ใช้บริโภคกันทั่วไป และอีกชนิดหนึ่งคือ *Oryza glaberrima* ข้าวชนิดนี้นิยมบริโภคกันในแถบทวีปแอฟริกา (Vaughan, 2003) จากการศึกษาในระดับโครโมโซมพบว่า ข้าวปลูกและบรรพบุรุษมีชุดโครโมโซมพื้นฐานเป็นแบบ diploid (2n = 24) เช่น *O. sativa*, *O. rufipogon*, *O. nivara* ซึ่งข้าวป่าทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกเอเชียเรียกว่าข้าวป่าสามัญ (common wild rice) นอกจากนี้ยังมีข้าวป่าชนิด *O. barthii* เป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูกแอฟริกา (Morishima, 1998) มีชุดโครโมโซมเหมือนกับข้าวปลูกซึ่งเป็นชนิด AA มีพันธุกรรมใกล้เคียงกับข้าวปลูกมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบข้าวป่าบางชนิดที่มีชุดโครโมโซมเป็นแบบ tetraploid (2n=48) เช่น *O. minuta*, *O. officinalis* เป็นต้น (Chang, 2003) ข้าวป่าสามัญถูกแบ่งออกตามลักษณะการเจริญเติบโตได้อีก 2 ชนิดคือ ชนิดข้ามปี หรือทางทวีปเอเชียเรียกว่า *O. perennis* (Oka, 1988) หรือ *O. rufipogon* (Chang, 1976) อีกชนิดหนึ่งคือ ชนิดปีเดียว ซึ่งบางครั้งเรียกว่า *O. nivara* (Barbier, 1989) นอกจากนี้มีการศึกษาความใกล้ชิดกันของข้าวที่มีจีโนมชนิด AA ในการทดลองของ Yamanaka *et al.* (2003) โดยศึกษาลำดับเบสที่เป็นส่วนของ shot interspersed nuclear element หรือ SINE ซึ่งจะแทรกอยู่ตรงบริเวณ waxy gene โดยวิธี RAPD พบว่าข้าวปลูกชนิด indica มีวิวัฒนาการมาจากข้าวป่าชนิด annual และข้าวปลูกชนิด japonica มีวิวัฒนาการมาจากข้าวป่าชนิด perennial ซึ่งเป็นข้าวป่าที่มีจีโนมชนิด AA เช่นเดียวกับการทดลองของ Doi *et al.* (2000) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ของ จีโนมชนิด AA ใน genus *Oryza* โดยวิธี RFLP พบว่าข้าวในเขตแอฟริกาชนิด *O. glaberrima* และ *O. barthii* ไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับข้าวเอเชีย ซึ่งในข้าวเอเชียชนิด *O. rufipogon* และ *O. nivara* สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ในการทดลองของ Juliano *et al.* (1998) ศึกษาการจัดกลุ่มของข้าวที่มีชุดโครโมโซม diploid ชนิด *O. glumeapatula* และข้าวป่าที่มีจีโนมชนิด AA ชนิด *O. rufipogon* และ ข้าวป่าชนิด *O. nivara* โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา 26 ลักษณะ พบว่า ข้าวป่าชนิด *O. glumeapatula* สามารถแยกออกจากข้าวป่า *O. rufipogon* และ *O. nivara* ได้อย่างชัดเจนโดยวิธี Principal Component Analysis (PCA)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1 จำนวนโครโมโซม สัญลักษณ์จีโนม และชื่อที่เรียกตามทั่วไปของพืชชนิด *Oryza*

Section, Species	Other Name Commonly Found in the Literature	Chromosome Number	Genome Group
Oryza			
Oryza sativa complex			
Oryza sativa L.		24	AA
O. rufipogon sensu lacto	*O. nivara* for the annual form, *O. rufipogon* sensu stricto for the perennial form	24	AA
O. glaberrima Steud.		24	AA
O. barthii A. Chev.	*O. breviligulata*	24	AA
O. longistaminata Chev. Et Roeher	*O. barthii*	24	AA
O. meridionalis Ng		24	AA
O. glumaepatula Steud.	*O. rufipogon*	24	AA
O. officinalis complex			
O. officinalis Wall ex Watt	*O. minuta*	24	CC
O. minuta J. S. Presl ex C. B. Presl.	*O. officinalis*	24	BBCC
O. rhizomatis D. A. Vaughan		24	CC
O. eichingeri Peter	*O. collina* for the Sri Lankan form	24	CC
O. punctata Kotschy ex. Steud.	*O. schweinfurthiana*	24, 48	BB, BBCC
O. latifolia Desv.		48	CCDD
O. alta Swallen		48	CCDD
O. grandiglumis (Doell.) Proehr.		48	CCDD
O. australiensis Domin		24	EE
Ridleyanae Tateoka			
O. brachyantha Chev. et Roehr.		24	FF
O. schlechteri Pilger		48	Unknown
O. ridleyi complex			

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

O. ridleyi Hook.	48	HHJJ
O. longiglumis Jansen	48	HHJJ
Granulata Roschev.		
O. granulata complex		
O. granulata Nees et Arn ex Watt	24	GG
O. meyeriana (Zoll. et Mor. ex Steud.) Baill.	24	GG

ที่มา: ดัดแปลงจาก Vaughan (2003)

โครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่าสามัญ

โครงสร้างทางพันธุกรรมของข้าวป่าสามัญมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากระบบการสืบพันธุ์ของข้าวป่าเอง โดยการผสมข้ามหรือการผสมตัวเอง ข้าวป่าชนิดข้ามปีมีอัตราการผสมข้ามสูงกว่าข้าวป่าชนิดปีเดียว (Barbier, 1989) นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางพันธุกรรมของข้าวป่า เช่น จำนวนชั่วของการผสม และการกระจายตัวทางพันธุกรรม การคัดเลือกตามธรรมชาติ รูปแบบของการแพร่กระจาย การแลกเปลี่ยนยีน (gene flow) จากประชากรข้างเคียง การปลิวของละอองเกสรหรือการแพร่กระจายของเมล็ด นอกจากนี้ยังมีปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันตามสภาพพื้นที่และนิเวศน์ที่มีผลต่อโครงสร้างทางพันธุกรรมของข้าวป่าได้เช่นเดียวกัน ข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีหากมีการรักษาความสามารถในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproductive) ได้จะทำให้ภายในประชากรข้าวป่ามีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง แต่หากข้าวป่าสามัญมีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ในส่วนของลำต้น หรือการแตกหน่อ จะมีความหลากหลายของประชากรคงที่ (Xie *et al*., 2001) ข้าวป่าสามัญมีความหลากหลายทางพันธุกรรมและ heterozygosity สูงกว่าข้าวปลูก เนื่องจากเกิดวิวัฒนาการจากข้าวป่ามาเป็นข้าวปลูกทำให้หลาย allele หายไปโดยการคัดเลือกตามธรรมชาติหรือการคัดเลือกโดยมนุษย์ จึงทำให้ heterozygosity และ genetic diversity ในข้าวปลูกมีค่าต่ำ (Sun *et al*., 2001) ดังเช่นการศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของ Morishima (1985) ได้ประเมินความหลากหลายทั้งภายในและระหว่างประชากร โดยใช้ isozymes และลักษณะทางสัณฐาน จากเมล็ดข้าวป่าที่เก็บมาจากสภาพธรรมชาติ พบว่าประชากรข้าวป่าชนิดข้ามปีมีความหลากหลาย (polymorphism) มากกว่าประชากรข้าวป่าชนิดปีเดียว ทั้งแบบ isozymes และลักษณะทางสัณฐาน และในการทดลองของ Kuroda (2004) ศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่าสามัญชนิด *O. rufipogon* และชนิด *O. nivara* จากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล microsatellite พบว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประชากรข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* มีความผันแปรภายในประชากรสูงกว่าความผันแปรระหว่างประชากร สำหรับประชากรข้าวป่าชนิด *O. nivara* มีความผันแปรภายในประชากรต่ำกว่าความผันแปรระหว่างประชากร นอกจากนี้ Gao and Hong (2000) ได้ศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของข้าวป่าสามัญในเขตทางตอนเหนือของประเทศจีนโดยใช้ allozyme จำนวน 22 ตำแหน่ง พบว่าประชากรมีค่า *F* (fixation index) เพิ่มขึ้นจากปี 1980, 1985 และ 1995 โดยเท่ากับ 0.143, 0.837 และ 1.00 ตามลำดับ ซึ่งค่า *F* เท่ากับ 1 แสดงว่าประชากรนั้นเป็นไปตามกฎของ Hardy – Weinberg ทำให้โครงสร้างของประชากรมี heterozygotes ลดลง จากปี 1980 – 1994 หากค่า *F* มีค่าเป็นลบแสดงว่าประชากรนั้นมี heterozygosity สูง

สภาพถิ่นอาศัยตามธรรมชาติของข้าวป่า

การแพร่กระจายตัวของข้าวป่าพบว่าอยู่ในภูมิประเทศเขตชื้น (humid) ในเขตแอฟริกา อเมริกา และเอเชีย ในทวีปเอเชียพบการแพร่กระจายตัวของข้าวป่าอยู่ตามแถบ tropical ถึงเขต subtropical และสามารถพบข้าวป่าในเขตที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำกว่า 1,000 เมตร และสามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิต่ำสุด 10 องศาเซลเซียส (Oka, 1988)

Sato *et al*. (1994) สำรวจพื้นที่แถบเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่ามีประชากรข้าวป่าบริเวณปากอ่าวแม่น้ำโขงและใกล้เมืองโฮจิมินห์ ประเทศเวียดนาม นอกจากนี้ยังพบประชากรข้าวป่าที่เมืองพนมเปญของประเทศกัมพูชาส่วนในประเทศอินโดนีเซียพบข้าวป่าทั้งหมด 8 ชนิดได้แก่ *O. officinalis*, *O. meyeriana*, *O. longiglumis*, *O. rufipogon*, *O. meridionalis*, *O. ridleyi*, *O. spontanea* และ *O. schlechteri* (Somantri, 2001) ส่วนในประเทศไทย Chitrakon (1995) สำรวจพบข้าวป่า 6 ชนิด โดยข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* พบทุกภาคของประเทศไทยบริเวณที่มีน้ำขังถึงลึกมาก *O. nivara* สามารถพบได้ บริเวณที่โล่งแจ้งเป็นแอ่งน้ำไม่ลึกในทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง สำหรับข้าวป่า *O. officinalis*, *O. ridleyi* และ *O. granulata* พบอยู่ตามภูมิประเทศเป็นเนินเขา มีต้นไม้หนาทึบ มีร่มเงาและมีความชื้นมากหรือพบตามบริเวณน้ำตก ส่วนข้าวป่าชนิด spontanea form สามารถพบได้บริเวณข้างแปลงข้าวปลูกหรือในแปลงข้าวปลูก และพบได้มากบริเวณเขตภาคกลางของประเทศไทยซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มมีการปลูกข้าวนาหว่านจำนวนมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และสังคม

ภาคเหนือ

พื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงสลับกับที่ราบหุบเขา ภูเขาที่สำคัญคือภูเขาแดนลาวภูเขาหลวงพระบาง ภูเขาถนนธงชัย ภูเขาเพชรบูรณ์ ภูเขาขุนตาล และภูเขาผีปันน้ำเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำลำธารหลายสาย เช่นแม่น้ำ ปิง วัง ยม น่าน แม่น้ำป่าสัก เป็นที่ตั้งของเมืองสำคัญ เช่นเชียงใหม่ ลำปาง เชียงราย เป็นต้น แม่น้ำปิง วัง ยม น่าน ปริมาณอุณหภูมิทั้งปีอยู่ระหว่าง 24 – 28 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 642 – 2160 มิลลิเมตร เนื่องจากทางภาคเหนือเป็นภาคที่มีป่า ภูเขา และลุ่มน้ำต่างๆ มากมาย ประชากรเข้าไปอาศัย อยู่ในทุกพื้นที่ ทำให้ภาคเหนือได้รับอิทธิพลวัฒนธรรมผสมผสานระหว่างไทยใหญ่ พม่า หรือพวกชาวเขาเผ่าต่างๆ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เป็นบริเวณที่มีพื้นที่กว้างขวางมากประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่ทั้ง ประเทศพื้นที่ทางด้านตะวันตกเป็นเทือกเขาเพชรบูรณ์ทอดเชื่อมกับเทือกเขาดงพญาเย็น ทางทิศใต้มีเทือกเขาสันกำแพง และเทือกเขาพนมดงรัก เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำลำธารสำคัญของภาคอีสานหลายสายได้แก่ แม่น้ำมูล แม่น้ำชี ลำตะคอง ลำพระเพลิง ลำโดมน้อย ลำโดมใหญ่ เป็นต้น พื้นที่ตอนกลางของภาคมีลักษณะคล้ายเกาะ มีที่ราบกระจายอยู่ทั่วไป ลักษณะดินเป็นดินปนทรายไม่อุ้มน้ำ น้ำซึมผ่านได้รวดเร็วทำให้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแห้งแล้งมากในฤดูแล้ง ดังนั้นการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตต้องสู้กับสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แห้งแล้ง ซึ่งมีอุณหภูมิทั้งปีอยู่ระหว่าง 25 – 28 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนทั่งปีอยู่ระหว่าง 760 – 2975 มิลลิเมตร

ภาคกลาง

เป็นที่ราบลุ่มที่เกิดจากการทับถมของดินตะกอนซึ่งแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำสาขาต่างๆ พัดพามา ดินจึงมีความอุดมสมบูรณ์สูงมีการปลูกข้าวมากที่สุดของประเทศเรียกได้ว่าเป็นอู่ข้าวอู่น้ำของไทย ซึ่งอุณหภูมิทั้งปีอยู่ระหว่าง 26 – 30 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนทั้งปีระหว่าง 799 – 2109 มิลลิเมตร และภาคกลางเป็นเขตที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่นมากที่สุด ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม และได้รับอิทธิพลทางด้านวัฒนธรรมจากเมืองหลวงโดยตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะการเจริญเติบโตที่สำคัญของข้าวป่า

<u>การพักตัว</u> (Seed dormancy)

เมล็ดข้าวป่าเริ่มมีการพักตัวเมื่อเมล็ดสุกแก่และร่วงหล่นลงมาฝังใต้ดิน เมล็ดข้าวป่าที่ร่วงลงมาถึงดินแม้จะได้รับความชื้นที่เหมาะสมแต่ไม่สามารถงอกได้จนกว่าจะผ่านการพักตัว และเมล็ดข้าวป่าที่งอกนั้นจะงอกไม่พร้อมกัน จะทยอยงอกแตกต่างกันไป ความงอกของเมล็ดข้าวป่าชนิดปีเดียวมีความงอกสูงกว่าเมล็ดข้าวป่าชนิดข้ามปี (Morishima, 1995) นอกจากนี้ Veasey *et al.* (2004) ได้ศึกษาถึงการพักตัวของข้าวป่า ชนิด diploid ชนิด tetraploid และข้าวปลูก กับระยะเวลาหลังจากเก็บเกี่ยว มีการทดสอบความงอก ทุกๆ 2 เดือน หลังจากมีการเก็บเกี่ยว รวมทั้งหมด 7 ครั้ง พบว่าการทดสอบความงอกหลังจากเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 ประชากรข้าวป่าทุกประชากรมีการพักตัว และยังพบประชากรข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* มีการพักตัวนานถึง 120 วันหลังจากเก็บเกี่ยว และเมื่อทดสอบที่ 180 วันหลังจากเก็บเกี่ยวพบมีความงอก 54 – 70 %

<u>การตอบสนองต่อช่วงแสง</u> (Photoperiodic response)

ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อวันและเวลาที่ออกดอกของข้าวได้แก่ ความไวต่อช่วงแสง ความยาววัน และมีการควบคุมโดยพันธุกรรม อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมต่างๆ ซึ่งในข้าวป่าจะตอบสนองต่อช่วงแสง (photoperiod sensitive) แต่ข้าวปลูกจะมีทั้งชนิดตอบสนองและไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง (sensitive and insensitive group) สงกรานต์ และคณะ (2538) พบว่า ตัวอย่างข้าวป่าจากประชากรที่ศึกษาทั้งหมด ข้าวป่า *O. rufipogon* ชนิดข้ามปี มีความไวต่อช่วงแสง 72% ข้าวป่า *O. nivara* ชนิดปีเดียว พบ 68% มีความไวต่อช่วงแสง สำหรับตัวอย่างชนิด spontanea form มี 60% ที่ไวต่อช่วงแสง นอกจากนี้ในกลุ่มที่จำแนกไม่ได้ 55 % เป็นชนิดข้ามปี และ 74 % มีความไวต่อช่วงแสง นอกจากนี้ในประเทศจีนประชากรข้าวป่าที่ขึ้นตามสภาพธรรมชาติจะออกดอกในช่วงปลายเดือนกันยายน ไปจนถึงช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน (Song *et al*., 2003)

<u>การผสมพันธุ์</u> (Hybridization)

ข้าวปลูกมักมีการผสมพันธุ์แบบผสมตัวเองเป็นส่วนใหญ่ แต่ว่าในข้าวป่ามีอัตราการผสมข้ามสูงกว่าข้าวปลูก ข้าวป่าสามัญชนิดข้ามปีในทวีปเอเชียมีอัตราการผสมข้าม 7 % (ในชนิดปีเดียว) ถึง 56 % (ในชนิดข้ามปี) และมีอัตราการผสมข้ามสูงกว่าข้าวป่าชนิดปีเดียว ส่วนข้าวปลูกมีอัตราการผสมข้ามน้อย อยู่ระหว่าง 0 – 6.8 % (Oka, 1988) มีรายงานของ Barbier (1989b) ว่าอัตราการผสมข้ามของข้าวป่าสามัญในประเทศไทยชนิดข้ามปีมีอัตราการผสมข้ามสูงกว่าข้าวป่าชนิดปีเดียว โดยมีค่าระหว่าง 7.9 % ถึง 44 % การศึกษาอัตราการแลกเปลี่ยนยีน (gene flow) ของ Song *et al.*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(2003) มีรูปแบบการปลูกแบบต่างๆ และมีการตรวจสอบอัตราการแลกเปลี่ยนยีนโดยวิธี SSR (Simple Sequence Repeat) พบว่าความถี่ของอัตราการแลกเปลี่ยนยีนจากข้าวปลูกไปสู่ข้าวป่าเท่ากับ 2.9% ระยะทางที่ห่างที่สุดที่ไม่เกิดการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่า คือ 72 เมตร

การร่วงของเมล็ด (Seed shattering)

เมล็ดข้าวป่าเมื่อมีการสุกแก่จะร่วงจากรวงทั้งหมด เช่นในงานทดลองของ Tang *et al.* (1989) วัดอัตราการร่วงของเมล็ดข้าวป่า ข้าวปลูก และข้าววัชพืช พบว่าข้าวปลูกมียีนที่ยับยั้งการร่วงของเมล็ดโดยพบว่ามียีนจำนวนหลายตำแหน่งที่ควบคุมการร่วงของเมล็ด และยีนเหล่านี้จะแสดงออกแบบข่มสมบูรณ์ (ธีรศักดิ์, 2547)

ลักษณะอื่นๆ

Chitrakon (1995) ศึกษาความผันแปรด้านลักษณะ (character) ของข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* พบว่ามีลักษณะทรงกอแผ่ มีลำต้นสูง ช่อดอกมีลักษณะแตกแผ่ เกสรตัวผู้มีขนาดยาว เมล็ดมีอัตราการเป็นหมันสูง มีหางยาว และเมื่อสุกแก่จะมีอัตราการร่วงของเมล็ดสูง เมล็ดแก่จะมีเปลือกสีดำ มีความสามารถในการผสมกับข้าวปลูกและได้ลูกที่ไม่เป็นหมัน มีความสามารถในการขยายพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวป่า

ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) คือความแตกต่างทางพันธุกรรมของประชากรทั้งพืชและสัตว์ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากซึ่งสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมียีนจำนวนมากที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ ของสายพันธุ์นั้น นอกจากนี้ความหลากหลายยังเกิดจากความแตกต่างของท้องถิ่น ตามสภาพธรรมชาติ หรือตามสภาพทางภูมิศาสตร์ที่ประชากรนั้นสามารถเจริญเติบโตและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมนั้นๆ ได้ (Frankel *et al.*, 1995) การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมสามารถวัดได้หลายทางเช่น ด้านสัณฐานวิทยา (morphology) ด้านเอนไซม์ (allozyme) และในระดับโมเลกุล ข้าวป่ามีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากกว่าข้าวปลูกเมื่อศึกษาโดย isozyme และ DNA แต่ในลักษณะขนาดของเมล็ด และลักษณะทางสัณฐานวิทยาข้าวป่ามีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ (Morishima, 1998) ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมจะเป็นประโยชน์และสะดวกรวดเร็วในการค้นหาแหล่งพันธุกรรมเพื่อใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์พืช และ ยังเป็นประโยชน์ในการจำแนกความหลากหลายของพืชปลูกที่เราสนใจได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เทอดศักดิ์ (2547) ศึกษาความหลากหลายลักษณะทางสัณฐานของข้าวป่า พบว่าข้าวป่า No. 5503 จากธนาคารข้าวมีลักษณะทางคุณภาพที่ไม่มีความหลากหลายภายในประชากร ข้าวป่าทุกต้นมีลักษณะเหมือนกันทั้งหมด แต่พบความหลากหลายในลักษณะความสูงต้น และอายุออกดอก และพบความหลากหลายภายในตัวอย่างข้าวป่าจากลำพูน และเชียงใหม่ ในลักษณะสีเกสรตัวเมีย (H' = 0.3145 และ 0.6931 ตามลำดับ) สียอดดอก (H' = 0.6365 และ 0.6931 ตามลำดับ) และอายุออกดอก Majumder *et al*. (1997) ศึกษาความหลากหลายของข้าวป่า *O. rufipogon* ในประเทศอินเดีย พบว่ามีความสูงของลำต้นระหว่าง 126 – 134 เซนติเมตร สีเมล็ดสีแดง สีเปลือกหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลอ่อน ความยาวหาง 5 เซนติเมตร ส่วนข้าวป่าชนิด hybrid swarms (ลูกที่ได้จากการผสมระหว่างข้าวป่าในสภาพธรรมชาติกับข้าวปลูก) พบว่ามีความสูงของลำต้นระหว่าง 131 – 143 เซนติเมตร สีเมล็ดสีขาว น้ำตาลอ่อน และสีแดง เปลือกหุ้มเมล็ดมีสีฟาง น้ำตาลอ่อน น้ำตาลแดง และสีดำ ความยาวหางพบทั้งหางสั้นและหางยาว นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับ isozyme และ DNA เช่น Gao *et al*. (2002) ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรข้าวป่า *O. rufipogon* ที่เก็บรวบรวมมาจาก 7 มลฑลของประเทศจีน โดยศึกษา allozyme 22 loci จากประชากรทั้งหมด 21 ประชากร ผลการทดลอง พบค่าเฉลี่ยของ alleles ต่อ locus (A) อยู่ระหว่าง 1.1 – 1.6 มีค่าเปอร์เซ็นต์ของ polymorphic loci อยู่ระหว่าง 9.1% - 37.8% ค่า observed heterozygosity (*Ho*) อยู่ระหว่าง 0 – 0.060 และค่า expected heterozygosity (*He*) อยู่ระหว่าง 0.020 – 0.108 ในการศึกษาของ Zhou *et al.* (2003) วัดความหลากหลายของประชากรข้าวป่า *O. rufipogon* จำนวน 12 ประชากรในพื้นที่ 4 มลฑลของประเทศจีนได้แก่ Hainan, Jiangxi, Guangdong และ Guangxi โดยใช้ microsatellite markers ศึกษาประชากรข้าวป่า ใช้ primer 134 primers พบว่ามีค่า expected heterozygosity อยู่ระหว่าง 0.164 – 0.648 ค่า observed heterozygosity อยู่ระหว่าง 0.163 – 0.550 ความแตกต่างระหว่างประชากรพบมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 0.865 และเมื่อนำมาทำ dendrogram โดยใช้ UPGMA clustering method based on Nei's พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มหลักๆ ได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกได้แก่ประชากรจาก Hainan และกลุ่มที่สอง คือประชากร Jiangxi, Guangdong และ Guangxi จากกลุ่มที่จัดได้จะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะความแตกต่างของสภาพพื้นที่ (geographical distance) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Song *et al.* (2003) ที่ได้ประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิค SSR ของข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* ทั้งหมด 6 ประชากรที่เก็บมาจากทางตอนเหนือของประเทศจีน โดยใช้ primer จำนวน 23 primer ผลการทดลองพบว่าความหลากหลายทางพันธุกรรมรวมทั้ง 6 ประชากร เท่ากับ 0.919 ประชากรจากมลฑล Jiangxi มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงกว่าประชากรจากมลฑล Hunan ตำแหน่งที่มีจำนวน allele สูงที่สุดคือตำแหน่ง RM44 และตำแหน่งที่มีจำนวน allele น้อยที่สุดคือตำแหน่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

RM19 นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยของ number of allele (*Ae*), expected heterozygosity (*He*) และ Shannon's index (*I*) มีค่าเท่ากับ *Ae* = 2.269 *He* = 0.480 และ *I* = 0.919 ตามลำดับ ในส่วนของความแตกต่างระหว่างประชากรพบระหว่าง 0.066 – 0.276

การใช้ประโยชน์ของทรัพยากรข้าวป่าในงานปรับปรุงพันธุ์

ข้าวป่าเป็นแหล่งพันธุกรรมและเป็นบรรพบุรุษของข้าวปลูก มีพันธุกรรมใกล้เคียงกับข้าวปลูก สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวปลูกได้ ในประเทศศรีลังกาใช้ข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวทนดินเค็มในระยะต้นกล้า (Greorio *et al*., 2002) นอกจากนี้ การศึกษาของ Eizenga *et al*. (2002) โดยคัดเลือก *Oryza* species ที่มีความต้านทานต่อโรคกาบใบแห้ง (sheath blight) โดยใช้ *Oryza* species จำนวน 21 ชนิด F_1 จากการผสมระหว่าง ข้าวปลูกและข้าวป่า 17 ชนิด และ ข้าวปลูกอีก 9 สายพันธุ์ จากนั้นถ่ายเชื้อ *Rhizoctonia solani* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของโรคกาบใบแห้งให้กับต้นข้าวที่ทดลองใน glass house ที่อุณหภูมิ 30 C^0 หลังจากปลูกเชื้อ 7 วันจากนั้นให้คะแนนการเกิดโรค พบว่า ข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 2.3 คะแนน และข้าวปลูกมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.4 – 6.9 คะแนน ในการผลิตข้าวลูกผสม (hybrid rice) ของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ใช้ยีนทำให้ตัวผู้เป็นหมัน (Cytoplasmic male sterility; CMS) จากข้าวป่า *O. rufipogon* (Virmani, 1994) และนอกจากนี้ทางสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติยังใช้ข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* และ *O. nivara* เป็นแหล่งพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวในลักษณะการต้านทานต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Brown Plant Hopper; BPH) *O. nivara* บางสายพันธุ์มียีนที่ต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรคไหม้ (Blast disease) และโรคเขียวเตี้ยที่เกิดจากไวรัส (Rice Grassy Stunt Virus)

การอนุรักษ์พันธุกรรมข้าวป่า

การสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมเป็นสาเหตุทำให้ลักษณะที่สำคัญต่อการปรับปรุงพันธุ์ข้าวสูญหายไป เราควรศึกษาแนวทางในการอนุรักษ์ ซึ่งรูปแบบการอนุรักษ์แบ่งออกได้ 2 รูปแบบ ได้แก่

1. การอนุรักษ์นอกสภาพธรรมชาติ (*ex situ* conservation)

การอนุรักษ์ในธนาคารเชื้อพันธุ์ (gene bank) การอนุรักษ์ในแปลงรวบรวมพันธุ์ (field conservation, field collection, field gene bank) ในรูปของประชากรในหลอดแก้ว (*in vitro*) และในสภาพแช่แข็ง โดยการเก็บเมล็ด เรณู หรืออวัยวะส่วนต่างๆ ออกมาจากสภาพธรรมชาติเดิมที่ขึ้นอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือในสภาพแวดล้อมเดิมที่ขึ้นอยู่ ในการเก็บรวมรวมพันธุ์ข้าวป่าเพื่อจะนำมาเก็บนอกสภาพธรรมชาตินั้นควรเก็บห่างกันอย่างน้อย 12 เมตร (Xie *et al*., 2000)

2. การอนุรักษ์ในท้องถิ่นเดิมหรือในสภาพธรรมชาติ (*in situ* conservation)

เป็นวิธีการอนุรักษ์ ที่รักษาความสมบูรณ์ของแหล่งพันธุกรรมโดยการอนุรักษ์ไว้ในสภาพธรรมชาติเพื่อให้มีการพัฒนาการเปลี่ยนแปลงของสภาพนิเวศวิทยา ไว้ภายในสภาพธรรมชาติ หรือสภาพแวดล้อมเดิม ในบางพื้นที่ของประเทศจีนได้มีการสร้างกำแพงรอบเขตพื้นที่อนุรักษ์

ในการอนุรักษ์ทรัพยากรเชื้อพันธุกรรมข้าวป่าโดยวิธี *in situ* หรือ *ex situ* ควรจะมีการพิจารณาความหลากหลายทางพันธุกรรมในการประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกพื้นที่ในการอนุรักษ์ด้วยเช่น ต้องพิจารณาความแตกต่างระหว่างประชากรในพื้นที่ใดมีความแตกต่างระหว่างประชากรสูง การอนุรักษ์บางประชากรก็ไม่อาจเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด แต่หากความแตกต่างระหว่างประชากรมีค่าน้อย การเลือกอนุรักษ์ประชากรใดประชากรหนึ่งอาจเป็นตัวแทนของทุก ประชากรของพื้นที่นั้นๆ ได้ นอกจากนี้พื้นที่ ที่จัดให้เป็นพื้นที่อนุรักษ์ต้องมีระยะห่างระหว่างพื้นที่ ที่มีการปลูกข้าวหรือห่างจากแปลงนาข้าวเพื่อลดอัตราการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างข้าวป่ากับข้าวปลูก Song *et al.* (2003) ระยะทางที่ห่างที่สุดที่ไม่เกิดการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างข้าวปลูกและข้าวป่า คือ 72 เมตร และถ้าระยะห่างมากเท่าใดยิ่งลดอัตราการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างข้าวป่าและข้าวปลูกมากเท่านั้น (Song *et. al*., 2005) และการอนุรักษ์ในบางประชากรที่มีขนาดเล็กหรือมีจำนวนต้นในประชากรน้อยจะทำให้เกิดการผสมพันธุ์กันภายในกลุ่ม ทำให้เกิดปรากฏการณ์ inbreeding depression ยีนที่แสดงลักษณะที่ไม่ดีจะแสดงออกมา และเกิด genetic drift (Schaal and Leverich, 1992)

การศึกษาความหลากหลายโดยใช้เทคนิค microsatellite

เทคนิค microsatellite มีลักษณะเป็น co – dominant marker ให้ polymorphic สูง และเป็นเครื่องหมายมีการสุ่มกระจายทั่วทั้ง genome microsatellite marker ง่ายต่อการจำแนกโดยวิธีการ PCR และบางครั้งอาจจะคัดเลือก neutral (การเปลี่ยนแปลงของยีนไม่มีผลกระทบต่อการคัดเลือก) นอกจากนี้ในการประเมินความหลากหลายสามารถจำแนกความหลากหลายถึงระดับภายใน species ได้ เช่นในการทดลองของ Gao *et al*. (2002) ศึกษาความหลากหลายของข้าวป่าชนิด *O. rufipogon* โดยใช้เทคนิค microsatellite และ isozyme พบว่าเทคนิค microsatellite มีค่าความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) และค่าความแตกต่างทางพันธุกรรม (genetic differentiation) สูงกว่า isozyme และงานทดลองของ Yu *et al*. (2005) ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าววัชพืชโดยเทคนิค microsatellite และ RAPD พบว่าเทคนิค microsatellite ให้ polymorphism สูงกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เทคนิค RAPD ซึ่งมีค่าเท่ากับ 47.62 % และ 3.70 % ตามลำดับ เช่นเดียวกับงานทดลองของ Ni *et al.* (2002) ใช้เทคนิค microsatellite ประเมินความหลากหลายของข้าวปลูกชนิด *indica* และ *japonica* พบว่าความหลากหลายทางพันธุกรรมในข้าวชนิด *indica* มีความหลากหลายสูงกว่าข้าวชนิด *japonica* นอกจากใช้เทคนิค microsatellite ในการประเมินความหลากหลายแล้วยังสามารถใช้หาวิวัฒนาการของข้าวปลูก และอัตราการแลกเปลี่ยนยีน (gene flow) ได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved