

การบันทึกลักษณะและวิเคราะห์ ลักษณะข้าวป่าในประเทศไทย

Morphological Studies and Identification of Wild Rice in Thailand

สงกรานต์ จิตรกร⁽¹⁾ นวีวรรณ วุฒินาโณ⁽¹⁾

ผกาพรรณ ภูสุวรรณ⁽¹⁾ กัมปนาท มุขดี⁽¹⁾

Songkran Chitrakon⁽¹⁾ Chawewan Vutiyo⁽¹⁾

Phagawan Pusuwan⁽¹⁾ Kumpanat Mukdee⁽¹⁾

ABSTRACT

A total of 286 wild rice accessions were grown under experimental conditions at Pathum Thani Rice Research Center. In total, 48 characters were examined during 1991–1994. The objectives were to characterize and evaluate wild rice accessions collected in Thailand. It was found that accessions of the AA genome species and those of CC genome species (*O. officinalis*) showed different frequency distributions in 13 quantitative and 6 qualitative characters. Among them, seed size and ligule length may be used to discriminate the AA genome species from *O. officinalis*. On the other hand, *O. rufipogon*, *O. nivara* and spontanea forms exhibited almost the same variation range. Although some characters showed slight differences among the species, it was difficult to separate these species by these characters.

To analyze multivariate variation in AA genome taxa, the principle component analysis (PCA) was conducted on a correlation matrix of 30 characters obtained from 232 accessions. The first component was found to represent mainly the size of vegetative organs while the second component might refer to the character variation in plant shape. The third component seemed to refer to the variation between wild and cultivated types. The accessions were plotted on the two-dimensional scatter diagrams based on the scores of the first three components. The results showed variation among accessions of Asian AA genome taxa is a continuous. It was not possible to make any distinct separation among the AA genome species. Yet, judging from the large loading values on the size of vegetative organs and longevity found in the first component, it may be said that the most principal variation found in these accessions is a variation between perennial and annual types, *O. rufipogon* and *O. nivara*, respectively.

Three agronomically important characters, photoperiodic sensitivity, longevity (perennial/annual) and seed protein content were evaluated for 236 accessions. Among the AA genome samples, about 65% of accessions were perennial and 70% were photoperiodic-sensitive. In *O. officinalis*, 75% were photoperiodic-insensitive and 100% were perennial. Protein content analysis of wild rice seeds showed a large variation among accessions. Many accessions of *O. rufipogon* and Spontanea forms had a high amount of seed protein. They may serve as a source of germplasm for high protein content.

(1) ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว

Pathum Thani Rice Research Center, Rice Research Institute

บทคัดย่อ

การบันทึกลักษณะและวิเคราะห์ลักษณะข้าวป่าที่อนุรักษ์ไว้ในศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ เป็นการนำเชื้อพันธุ์ข้าวป่าออกปลูกบันทึกลักษณะ จำนวน 48 ลักษณะ ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ระหว่างปี 2534-2536 เพื่อศึกษาความผันแปรของลักษณะต่างๆ พร้อมประเมินคุณค่าประโยชน์บางลักษณะจากข้าวป่าก่อนนำมาใช้ประโยชน์

ผลการวิเคราะห์ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวป่า 286 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างข้าวป่าชนิดโครโมโซมชุด AA มีความแตกต่างจากข้าวป่าชนิดโครโมโซมชุด CC อย่างเด่นชัด ใน 13 ลักษณะทางปริมาณ และ 6 ลักษณะทางคุณภาพ ลักษณะเหล่านี้อาจใช้เป็นลักษณะสำหรับแยกตัวอย่างข้าวป่าโครโมโซมชุด CC (*O. officinalis*) ออกจากตัวอย่างข้าวป่าโครโมโซมชุด AA ได้ แต่ไม่สามารถแยก *O. rufipogon*, *O. nivara* และ *spontanea forms* ออกจากกันได้ เพราะมีความผันแปรคล้ายกัน

การวิเคราะห์ความผันแปรของลักษณะในหลายแกนภายในกลุ่มโครโมโซมชุด AA โดยนำ 30 ลักษณะ จาก 232 ตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Principal Component (PCA) พบว่าใน Component ที่ 1 ลักษณะส่วนมากที่แสดงออกคือ ขนาดส่วนของพีช ส่วนใน Component ที่ 2 แสดงถึงความผันแปรในรูปร่างของพีช ใน Component ที่ 3 แสดงถึงความผันแปรรูปแบบต้นและจากการนำค่าคะแนนของ Component ที่ 1, 2 และ 3 มาทำแผนภาพการกระจายใน 2 มิติ (2-dimensional scatter diagram) ปรากฏว่าลักษณะต่างๆ ในกลุ่มของข้าวป่าโครโมโซมชุด AA มีความผันแปรต่อเนื่องไม่สามารถแยกออกเป็นแต่ละชนิดได้แม้ว่าจะพบค่า Contribution ใน Component ที่ 1 จะสูง ดังนั้นจึงอาจพูดได้ว่าความผันแปรที่พบในกลุ่ม AA เป็นความผันแปรอยู่ระหว่างชนิดของข้าวป่าข้ามปีและปีเดียว หรือ *O. rufipogon* และ *O. nivara* นั้นเอง

จากการประเมินลักษณะที่สำคัญจำนวน 3 ลักษณะ คือ ความไวต่อช่วงแสงอายุของข้าว และปริมาณโปรตีนในเมล็ดของข้าวป่าจำนวน 236 ตัวอย่าง

พบว่า ข้าวป่าในกลุ่ม AA ประมาณ 65% และ 70% มีอายุข้ามปีและไวต่อช่วงแสงตามลำดับ ส่วนข้าวป่าในกลุ่ม CC พบว่า 100% มีอายุข้ามปี และ 75% ไม่ไวต่อช่วงแสง สำหรับปริมาณโปรตีนในเมล็ดพบว่ามีความผันแปรมาก เมล็ดข้าวจากข้าวป่า *O. rufipogon* และ *spontanea forms* มีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูงกว่าชนิดอื่น จึงอาจเป็นแหล่งพันธุกรรมข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงแหล่งใหม่สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้

คำนำ

ประเทศไทยมีข้าวป่าแพร่กระจายอยู่ 5 ชนิด และที่สำคัญคือ มีชนิดที่มีความเกี่ยวข้องกับข้าวปลูกแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามริมถนน ริมคลอง ริมหนองหรือแอ่งน้ำทั่วประเทศ เชื้อพันธุ์ข้าวป่าจัดเป็นแหล่งทรัพยากรพันธุ์พืชแหล่งหนึ่งที่มีความสำคัญต่อโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าว เนื่องจากมีความสมบูรณ์ในด้านความหลากหลายทางพันธุกรรม การสำรวจรวบรวมและอนุรักษ์พันธุ์ข้าวป่าในประเทศไทยเริ่มปี พ.ศ. 2525 (สงกรานต์ 2532) ทำให้ปัจจุบันอนุรักษ์เชื้อพันธุ์ข้าวป่าไว้มากกว่า 600 ตัวอย่าง แต่ยังไม่มีการวิเคราะห์ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์เพื่อใช้ประโยชน์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ ประกอบกับเชื้อพันธุ์ที่รวบรวมไว้ มาจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมต่างกันมาก ลักษณะที่แสดงออกที่พบเห็นเป็นผลจากปฏิกิริยาของพันธุกรรมต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะกับลักษณะด้านปริมาณ ดังนั้นเพื่อที่จะบันทึก และศึกษาลักษณะประจำพันธุ์อย่างถูกต้องจึงนำเชื้อพันธุ์ข้าวป่ามาปลูกศึกษาภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน โดยมีจุดประสงค์เพื่อบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ และวิเคราะห์ลักษณะประจำพันธุ์เหล่านั้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ระหว่างปี พ.ศ. 2534-2536 สุ่มตัวอย่างข้าวป่าจำนวน 300 ตัวอย่าง ออกปลูกโดยแต่ละปีจำนวน 100 ตัวอย่าง ปลูกแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ สุ่มปลูกตัวอย่างละ 3 ต้น ในกระถางๆ ละต้น จัดวางกระถาง



Figure 1. *O. rufipogon* in Bangkok area, showing big panicles, wide and long leaves.

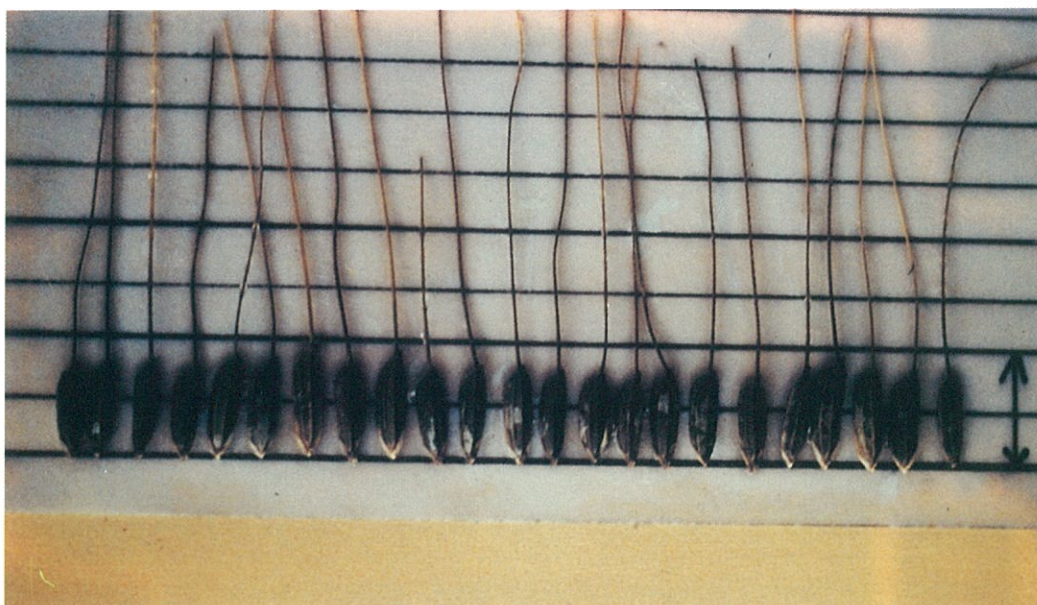


Figure 2. Grains of *O. rufipogon*, with black hull and long awns.



Figure 3. *O. nivara* in Sara Buri (left) and Prachuab Kirikhan (right).

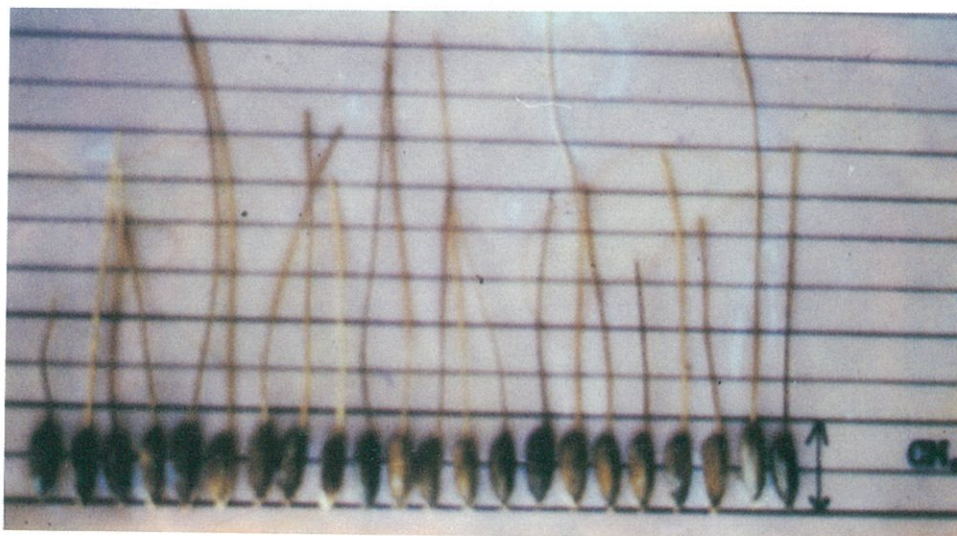


Figure 4. *O. nivara* grains with black hulls and long awns.



Figure 5. Spontanea forms with big panicles and high % seed set.



Figure 6. Grains of spontanea forms with variable colors and long awns.



Figure 7. A rare species, *O. ridleyi*, in Nontha Buri under partial shaded conditions.

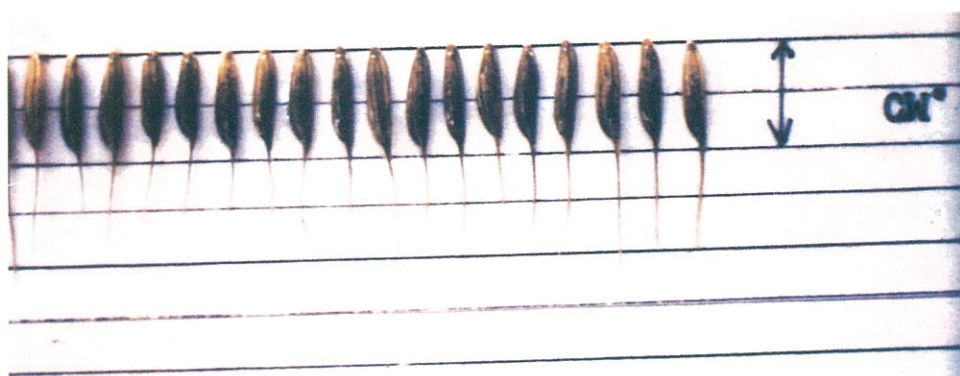


Figure 8. Grains of *O. ridleyi* with long-slender hulls and short awns.

แบบแถวคู่ๆ ละ 50 กระถาง จำนวน 6 คู่ เว้นระยะ 50 ซม. ระหว่างคู่ ใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 9-18-0 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าอัตรา 9-0-0 กก./ไร่ ตลอดการทดลองบันทึกลักษณะตัวอย่างละ 48 ลักษณะ (Table 1) แยกเป็นลักษณะทางปริมาณ 29 และคุณภาพ 19 ลักษณะ นำลักษณะเหล่านี้มาวิเคราะห์ แบบหนึ่งลักษณะและหลายๆ ลักษณะโดยวิธี PCA (Principal Component Analysis) เพราะเป็นวิธีที่ใช้วิเคราะห์ได้ดีกับหลายๆ ตัวอย่าง และหลายๆ ลักษณะในเวลาเดียวกัน (Hamamura et al. 1977) การบันทึกปฏิบัติตามคำแนะนำของ IRRI-IBPGR (1980)

นำเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้ทำความสะอาด ตากแดดให้แห้งแล้วศึกษาลักษณะทางกายภาพและหาปริมาณโปรตีนทำได้โดยการบดเมล็ดข้าวป่าแล้วอ่านค่าจากการดูดซึมของช่วงแสง near infra Red แล้วนำค่ามาคำนวณหา % โปรตีน (Natsuga 1993)

หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วจะปล่อยให้ข้าวป่าเจริญเติบโตต่อไป เพื่อบันทึกลักษณะการมีอายุข้าวป่าและความไวต่อช่วงแสง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความผันแปรภายในและระหว่างชนิดในแต่ละลักษณะ

ในกลุ่มของข้าวป่าโครโมโซมชุด AA ส่วนมากลักษณะทางปริมาณมีแบบการแพร่กระจายไปในทางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ดี ทรงกอของ *O. rufipogon* และ *O. nivara* ก่อนข้างเอนจนถึงราบแนวนอน ในขณะที่ทรงกอของ *spontanea forms* มีความผันแปรมาก เมื่อเทียบความผันแปรในกลุ่มโครโมโซม AA กับ *O. officinalis* (โครโมโซม CC) พบว่า อย่างน้อย 13 ลักษณะมีแบบการแพร่กระจายต่างกันคือ ความสูงระยะกล้า ทรงกอ ขนาดต้น จำนวนหน่อ ความยาวของลิ้นใบ จำนวนใบ ความยาวของแผ่นใบและใบธง ความยาวของฐานรวง ขนาดของเมล็ด ความยาวของหางและน้ำหนัก 100 เมล็ด ลักษณะเหล่านี้อาจใช้เพื่อแยกข้าวป่า *O. officinalis* ออกจากข้าวป่าชนิดจีโนม AA ได้สำหรับลักษณะด้านปริมาณก็เหมือนกัน ข้าว

ป่าในกลุ่ม AA มีแบบการแพร่กระจายของลักษณะคล้ายกัน แต่จะมี 6 ลักษณะที่กลุ่ม AA มีการแพร่กระจายต่างจากกลุ่ม CC คือ รูปร่างลิ้นใบ สียอดเมล็ดและหูใบ มุมใบธง และขนาดของเกสรตัวเมียสีดำ

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะด้านปริมาณจำนวน 20 ลักษณะในกลุ่มข้ามชนิดชุด AA (Table 2) พบว่า *O. rufipogon* มีค่าเฉลี่ยจำนวน 14 ลักษณะมากกว่าค่าของ *O. nivara* ถ้าเปรียบเทียบ *O. nivara* และ *spontanea forms* พบว่ามีค่าเฉลี่ย 12 ลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่เดียวกันพบว่าค่าเฉลี่ยเพียง 2 ลักษณะเท่านั้นที่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบ *O. rufipogon* กับ *spontanea forms* ดังนั้นอาจพูดได้ว่าพวก *spontanea forms* มีลักษณะคล้ายๆ กับ *O. rufipogon* จำนวนมาก อย่างไรก็ตามก็อาจเป็นการเร็วเกินไปที่จะพิจารณาว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะเพื่อแยกข้าวป่าในชุด AA ออกจากกัน เพราะว่าความผันแปรของลักษณะที่พบในกลุ่ม AA นี้ยังอยู่ซ้อนกัน แม้ว่าค่าเฉลี่ยจะแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สหสัมพันธ์ของลักษณะและการวิเคราะห์ความผันแปรหลายด้านในข้าวป่าชุดโครโมโซม AA

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง 30 ลักษณะของ 232 ตัวอย่าง แสดงใน Table 3 จากตารางนี้แสดงว่าเกือบทุกลักษณะทางปริมาณจะมีความสัมพันธ์กันจากจำนวน คู่ที่เป็นไปได้ 435 คู่ ปรากฏว่า มี 277 คู่ที่มีความสัมพันธ์กัน (ตัวเลขขีดเส้นใต้) เช่น ความสูงที่ 55 วัน จะมีความสัมพันธ์กับความยาวของลิ้นใบ กาบใบ แผ่นใบ และความสูงระยะเก็บเกี่ยว เป็นต้น

สำหรับการค้นหาความผันแปรหลักในกลุ่มข้าวป่านั้น ได้นำค่า 30 ลักษณะมาวิเคราะห์โดยวิธี Principal Component (PCA) ค่า loading ของ 3 components แรกแสดงใน Table 4 ซึ่งให้ค่าความผันแปร 25.6, 13.6 และ 11.3% ใน components แรก ลักษณะที่มีค่าบวก (+) สูง คือ ส่วนสูง ความยาวลิ้นใบ วันออกดอก ขนาดของใบ ขนาดของรวงและเมล็ด component นี้จึงอาจเป็นตัวแทนขนาดของพืช ใน

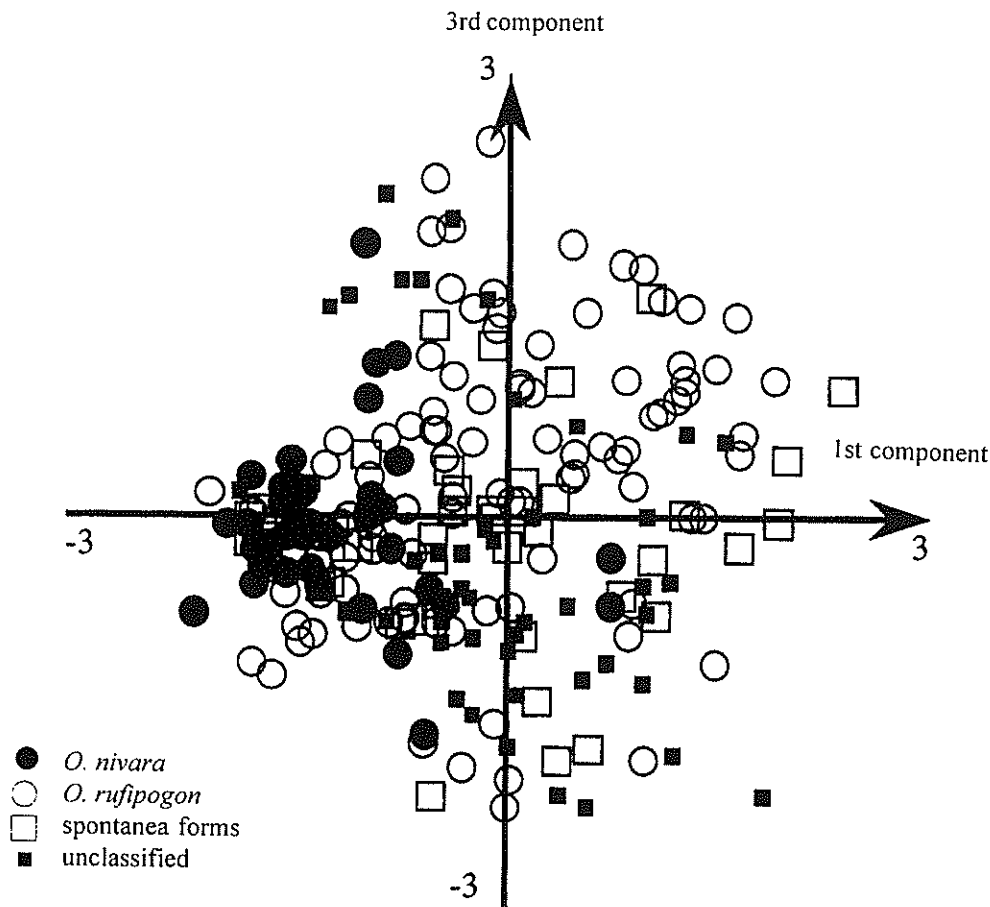


Figure 1. Scatter diagram of AA genome species by the first and the third component.

component ที่สอง ขนาดของลำต้นมีค่าลบ (-) สูง ในขณะที่จำนวนหน่อ ใบ และขนาดเมล็ดมีค่าบวก (+) สูง component นี้อาจเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ที่มีหน่อมาก รวงมาก เมล็ดใหญ่ แต่ลำต้นเล็กใน component ที่ 3 ทรงกอ วันออกดอก และความยาวของฐานรวงมีค่าบวก (+) สูง ในขณะที่น้ำหนัก 100 เมล็ดมีค่าลบ (-) สูง component นี้ อาจเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างข้าวป่ากับข้าวปลูก เมื่อนำค่าใบสาม component นี้มาคำนวณแต่ละตัวอย่าง (Table 5) แล้วทำแผนภาพการกระจายใน 2 มิติ (2-dimensional scatter diagrams) ปรากฏว่า ตัวอย่างทั้ง 232 แพร่กระจายไปทั่วไม่แยกกันเป็นกลุ่ม แสดงว่าความผันแปรในกลุ่ม AA นี้เป็นแบบต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม scatter diagram ระหว่าง component ที่ 1 กับ 3 มีแนวโน้มพอจะแยกได้ (Figure 1) *O. nivara* จับกลุ่มด้านซ้ายใน component ที่ 1 ส่วนชนิดอื่นๆ แพร่กระจายไปทั่วแม้ว่า spontanea forms มีแนวโน้มว่าจะแพร่กระจายต่างจาก *O. rufipogon* เมื่อพิจารณา

จากรูปนี้อาจจะสรุปได้ว่า ตัวอย่างที่แพร่กระจายด้านขวาของรูปอาจเป็นพวกข้าวป่าข้ามปีซึ่งมีรูปร่างค่อนข้างใหญ่พวกที่แพร่กระจายด้านซ้ายเป็นพวกข้าวป่าปีเดียวและอาจพูดได้ว่าตัวอย่างที่แพร่กระจายบริเวณส่วนบนเป็นลักษณะเอกลักษณ์ข้าวป่า ส่วนพวกที่กระจายด้านล่างเป็นพวกมีลักษณะไปทางข้าวปลูก

ลักษณะความไวต่อช่วงแสงและอายุของข้าวป่า

ผลการศึกษาลักษณะความไวต่อช่วงแสงและอายุของข้าวป่า แสดงใน Table 6-10 ส่วนมากตัวอย่าง ของ *O. rufipogon* มีอายุข้ามปี (78%) และไวต่อช่วงแสง (72%) ส่วน *O. nivara* ประมาณ 50% มีอายุปีเดียว ในจำนวนนี้ประมาณ 68% ไวต่อช่วงแสง สำหรับ spontanea forms พบว่า ประมาณ 78% มีอายุข้ามปี และ 60% ไวต่อช่วงแสง โดยสรุปแล้วในกลุ่มนี้ประมาณ 65% มีอายุข้ามปี และ 70% ไว

ต่อช่วงแสง สำหรับในกลุ่มชนิด CC (*O. officinalis*) พบว่าทุกตัวอย่างมีอายุข้ามปี และ 75% ไม่ไวต่อช่วงแสง

ปริมาณโปรตีนในเมล็ด

จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Table 6-11) พบว่าส่วนมากเมล็ดข้าวป่ามีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง *spontanea forms* มีปริมาณโปรตีนผันแปร มากกว่า *O. rufipogon* และ *O. nivara* ปริมาณโปรตีนใน *O. nivara* มีความผันแปรน้อยแต่ให้ผลเฉลี่ยสูงสุด จึงเป็นที่น่าสนใจมากกว่าข้าวป่าอาจเป็นแหล่งเชื้อพันธุ์ข้าวที่มีโปรตีนสูง (*O. rufipogon* และ *spontanea forms*) ไว้ใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์

สรุปผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวป่า 286 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างข้าวป่าชนิดโครโมโซมชุด AA มีความแตกต่างจากข้าวป่าชนิดโครโมโซมชุด CC อย่างเด่นชัด ใน 13 ลักษณะทางปริมาณ และ 6 ลักษณะทางคุณภาพ ลักษณะเหล่านี้อาจใช้เป็นลักษณะสำหรับแยกตัวอย่างข้าวป่าโครโมโซมชุด CC (*O. officinalis*) ออกจากตัวอย่างข้าวป่าโครโมโซมชุด AA ได้ แต่ไม่สามารถแยก *O. rufipogon*, *O. nivara* และ *spontanea forms* ออกจากกันได้ เพราะมีความผันแปรคล้ายกัน

การวิเคราะห์ความผันแปรของลักษณะใน

หลายแกนภายในกลุ่มโครโมโซมชุด AA โดยนำ 30 ลักษณะ จาก 232 ตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Principal Component (PCA) พบว่าใน component ที่ 1 ลักษณะส่วนมากที่แสดงออกคือ ขนาดส่วนของพืช ส่วนใน component ที่ 2 แสดงถึงความผันแปรในรูปร่างของพืช ใน component ที่ 1, 2 และ 3 มาทำแผนภาพการกระจายใน 2 มิติ (2-dimensional scatter diagram) ปรากฏว่าลักษณะต่างๆ ในกลุ่มของข้าวป่าโครโมโซมชุด AA มีความผันแปรต่อเนื่องไม่สามารถแยกออกเป็นแต่ละชนิดได้ แม้ว่าจะพบค่า Contribution ใน Component ที่ 1 จะสูง ดังนั้นจึงอาจพูดได้ว่าความผันแปรที่พบในกลุ่ม AA เป็นความผันแปรอยู่ระหว่างชนิดข้าวป่าข้ามปีและปีเดียว หรือ *O. rufipogon* และ *O. nivara* นั่นเอง

จากการประเมินลักษณะที่สำคัญจำนวน 3 ลักษณะ คือ ความไวต่อช่วงแสงอายุของข้าว และ ปริมาณโปรตีนในเมล็ดของข้าวป่าจำนวน 236 ตัวอย่าง พบว่า ข้าวป่าในกลุ่ม AA ประมาณ 65% และ 70% มีอายุข้ามปีและไวต่อช่วงแสงตามลำดับ ส่วนข้าวป่าในกลุ่ม CC พบว่า 100% มีอายุข้ามปี และ 75% ไม่ไวต่อช่วงแสง สำหรับปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าวพบว่ามีความผันแปรมาก เมล็ดข้าวจากข้าวป่า *O. rufipogon* และ *spontanea forms* มีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูงกว่าชนิดอื่น จึงอาจเป็นแหล่งพันธุกรรมข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูงแหล่งใหม่สำหรับใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวได้

Table 1. Characterizing forms for morphological and other characters of wild rice.

Character No. and Name	Descriptor state and Meaning
1 G.S.No :	
2 Species name :	
3 Designation :	
4 Location :	
5 Height at 55 days : height measure in cm	
6 Growth habit	1 = erect 3 = semi-erect 5 = intermediate 7 = decumbent 9 = prostrate
7 Culm diameter : measure mitportion of the main culm in mm	
8 Leaf sheath color :	1 = green 2 = dark green 3 = light purple 4 = purple
9 Leaf blade color :	1 = green 2 = dark green 3 = purple at magin 4 = purple line 5 = all purple
10 Tillers : number of tiller per plant at full vegetative stage	
11 Adventitious root :	1 = present 2 = absent
12 Ligule color :	1 = colorless 2 = purple
13 Ligule shape :	1 = 1 clip 2 = 2 clips 3 = truncate
14 Ligule length (length from collar bsae to ligule tip measure in mm	
15 Auricle color :	1 = colorless 2 = purple
16 Flowering date (50%) or Maturity.....day	
17 Number of leaves to flowering : count at flowering	
18 Pubescence :	1 = glabrous 2 = intermediate 3 = pubescent
19 Leaf blade length : measure length of the topmost leaf in cm	
20 Leaf blade width : measure widest portion of the topmost leaf in cm	
21 Flag leaf angle :	1 = erect 3 = intermediate 5 = horizontal 7 = droopy
22 Flag leaf length : measure in cm	
23 Flag leaf width : measure widest portion in cm	
24 Spikelet color :	1 = straw 2 = brown 3 = yellow 4 = red 5 = black
25 Apiculus color :	1 = colorless 2 = brown 3 = yellow 4 = red 5 = black
26 Anther length :	1 = 1/4 spikelet 2 = 1/2 spikelet 3 = 3/4 spikelet 4 = full or equal to spikelet
27 Stigma color :	1 = colorless 2 = red 3 = purple 4 = black
28 Stigma exertion :	1 = enclosed 2 = exerted 3 = well exerted
29 Stigma size :	1 = big 2 = small
30 Awned :	1 = absent 2 = present
31 Awn color :	1 = colorless 2 = yellow 3 = red 4 = black
32 Sterile lemma color :	1 = colorless 2 = brown 3 = red 4 = purple-black
33 Plant height : measue at harvesting time in cm	
34 Bearing tillers : count panicles at harvesting time	
35 Panicle length : measure from base to panicle tip in cm	
36 Panicle type :	1 = compact 5 = intermediate 9 = open
37 Branching :	1 = absent 2 = some 3 = intermediate 4 = many
38 Fertility :	1 = 0% 2 = 0-50% 3 = >50%
39 Shattering :	1 = high 2 = medium 3 = low
40 Hull color :	1 = straw 2 = yellow 3 = red 4 = dark-brown 5 = black
41 Grain pubescenec :	1 = glabrous 2 = intermediate 3 = pubescent
42 Panicle base length : measure from panicle base to first branching in cm	
43 Grain length : measure in mm	
44 Grain width : measure widest portion in mm	
45 Grain thickness : measure in mm	
46 Awn length : measure from apiculus tip to awn tip in cm	
47 Sterile lemma length :	1 = short 3 = medium (<1/2 spikelet) 5 = long (>1/2 spikelet) 7 = very long (longer than spikelet)
48 100 grain weight : weigh 100 well-developed grain in g	
49 Pericarp color :	1 = white 2 = red 3 = black 4 = waxy
50 Life span :	1 = annual (A) 2 = perennial (P)
51 Root :	0 = normal 1 = rhizome 2 = stolon
52 Water condition :	character no. 22 in Appendix 1
53 Shading :	character no. 8 in Appendix 1
54 Latitude :	at North (converted from area code)
55 Longitude :	at East (converted from area code)

Table 2. Mean value ($\bar{x}$), standard deviations (sd) and t-value of three species related to cultivars.

No. Character	(1) <i>O. rufipogon</i>			(2) <i>O. nivara</i>			(3) spontanea			t-value between taxa		
	$\bar{x}$	sd		$\bar{x}$	sd		$\bar{x}$	sd		(1) vs (2)	(1) vs (3)	(2) vs (3)
5 Height at 55 days (cm)	71	16.8		57.18	11		73.14	16		5.65**	-0.73 ns	-5.36**
6 Growth habit	7.3	2.4		7.91	1.9		5.79	2.5		-1.57 ns	3.44**	4.40**
7 Culm diameter (mm)	3.75	0.8		4.05	0.8		4.25	0.6		-1.98 ns	-4.22**	-1.27 ns
10 Tiller numbers	82.07	43.4		82.76	38		67.5	31.4		-0.09 ns	2.29*	1.97 ns
14 Ligule length (mm)	21.07	7		16.79	3.1		20.98	10		4.98**	0.08 ns	-4.31**
16 Days to flowering	105.1	19.9		93.61	13		99.04	16		3.97**	1.96 ns	-1.71 ns
17 Leaf numbers	4.36	1.4		3.35	0.6		4.23	1.3		6.15**	0.56 ns	-4.11**
19 Leaf blade length (cm)	44.26	11.3		36	7.8		46.58	11		4.88**	-1.17 ns	-5.11**
20 Leaf blade width (cm)	1.02	0.3		0.8	0.1		1.01	0.2		6.65**	0.22 ns	-5.34**
22 Flag leaf length (cm)	29.36	8.3		23.84	6.2		32.26	7.7		4.25**	-2.06*	-5.52**
23 Flag leaf width (cm)	1.23	0.3		0.98	0.3		1.24	0.3		4.22**	-0.19 ns	-4.06**
33 Plant Height (cm)	121.1	34.6		76.9	23		107.97	38.2		8.71**	2.18*	-5.01**
34 Bearing tillers	40.36	18.1		46.24	21		37.41	14		-1.53 ns	1.07 ns	2.21*
35 Panicle length (cm)	20.85	4.8		17.5	1.9		21.45	3.9		5.86**	-0.8 ns	-6.05**
42 Panicle base length (cm)	10.25	5		7.16	4.2		9.14	4.8		3.66**	1.27 ns	-1.99 ns
43 Grain length (mm)	7.26	1.4		6	0.9		7.05	1.3		6.24**	0.9 ns	-4.41**
44 Grain width (mm)	2.21	0.3		2.03	0.2		2.24	0.3		4.08**	-0.57 ns	-3.88**
45 Grain thickness (mm)	1.61	0.2		1.48	0.1		1.63	0.2		5.38**	-0.67 ns	-5.20**
46 Awn length (cm)	6.39	1.8		6.82	2		6.1	2.7		-1.16 ns	0.66 ns	1.39 ns
48 100 grain weight (g)	1.88	0.5		1.79	0.4		2.09	0.5		1.08 ns	-2.35*	-3.07**

(1) *O. rufipogon* n=101 (2) *O. nivara* n=38 (3) spontanea n=45

*significant at 5% level **significant at 1% level ns=not significant

Table 3. Correlation coefficients between 30 characters in 232 accessions of AA genome species

No.	Character	5	6	7	10	14	16	17	19	20	21	22	23	26	28	29
5	Height at 55 days	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Growth habit	-0.42	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Culm diameter	0.30	-0.17	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Tiller number	-0.36	0.42	-0.43	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Ligule length	0.59	-0.33	0.24	-0.21	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Flowering data	0.39	0.10	0.23	0.02	0.37	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	No. of leaves	0.38	0.05	-0.22	0.27	0.21	0.28	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Leaf blade length	0.65	-0.52	0.33	-0.36	0.64	0.36	0.15	1.00	-	-	-	-	-	-	-
20	Leaf blade width	0.59	-0.30	0.32	-0.27	0.53	0.41	0.19	0.56	1.00	-	-	-	-	-	-
21	Flag leaf angle	-0.03	0.24	-0.09	0.15	0.04	-0.02	0.13	-0.14	0.03	1.00	-	-	-	-	-
22	Flag leaf length	0.50	-0.36	0.22	-0.19	0.48	0.30	0.25	0.78	0.40	-0.12	1.00	-	-	-	-
23	Flag leaf width	0.58	-0.34	0.28	-0.19	0.51	0.34	0.28	0.63	0.76	0.06	0.54	1.00	-	-	-
26	Anther length	0.07	0.02	-0.25	0.10	0.23	-0.01	0.13	0.04	0.25	0.20	-0.04	0.18	1.00	-	-
28	Stigma exertion	0.16	-0.08	-0.34	0.01	0.24	-0.06	0.29	0.18	0.10	-0.01	0.15	0.15	0.32	1.00	-
29	Stigma size	-0.08	-0.05	0.03	-0.11	-0.03	-0.05	-0.28	-0.04	0.05	-0.09	-0.03	-0.03	-0.02	-0.24	1.00
33	Plant height	0.71	-0.42	0.14	-0.29	0.62	0.36	0.32	0.62	0.69	0.02	0.45	0.64	0.35	0.43	-0.10
34	Bearing tiller	-0.51	0.29	-0.47	0.70	-0.36	-0.30	0.07	-0.41	-0.41	0.11	-0.27	-0.32	0.11	0.04	-0.08
35	Panicle length	0.65	-0.42	0.37	-0.44	0.58	0.42	0.17	0.70	0.58	-0.04	0.55	0.55	0.07	0.26	-0.09
36	Panicle type	0.05	0.37	-0.18	0.39	0.05	0.33	0.43	-0.08	0.04	0.20	0.03	0.05	0.05	0.15	-0.15
38	Fertility	0.47	-0.36	0.03	-0.11	0.34	0.10	0.30	0.51	0.31	-0.09	0.54	0.41	0.02	0.29	-0.13
39	Shattering	0.13	-0.21	0.05	-0.15	0.05	-0.10	0.04	0.16	-0.03	-0.13	0.09	0.03	-0.09	0.15	-0.24
41	Grain pubescence	0.18	-0.47	-0.09	-0.19	0.03	-0.35	0.05	0.11	0.17	-0.04	0.04	0.16	0.17	0.16	0.06
42	Panicle base length	0.02	-0.14	-0.46	0.25	-0.01	-0.40	0.32	-0.05	-0.11	0.05	0.04	0.02	0.17	0.42	-0.01
43	Grain length	0.19	0.18	0.16	-0.04	0.16	0.32	0.22	0.10	0.34	0.22	0.15	0.30	0.19	0.07	-0.07
44	Grain width	0.34	0.04	-0.25	0.34	0.23	0.35	0.73	0.20	0.12	0.08	0.35	0.29	-0.05	0.29	-0.22
45	Grain thickness	0.26	-0.14	-0.27	0.24	0.12	0.08	0.56	0.25	0.05	-0.09	0.34	0.22	-0.08	0.31	-0.16
46	Awn length	0.35	-0.36	0.10	0.07	0.23	0.08	0.41	0.30	0.20	-0.16	0.33	0.34	-0.10	0.26	-0.05
48	100 grain weight	-0.33	0.34	-0.09	0.21	-0.19	-0.15	-0.20	-0.25	-0.27	0.00	-0.22	-0.31	-0.01	-0.14	0.08
50	Life span	0.14	-0.56	0.06	-0.23	0.17	-0.26	-0.11	0.26	0.09	-0.16	0.19	0.21	-0.02	0.13	0.13
51	Root	0.14	0.18	-0.04	0.06	0.13	0.35	0.16	0.08	0.23	-0.03	-0.01	0.17	0.21	0.17	-0.05

Table 3. (Cont.)

No.	Character	33	34	35	36	38	39	41	42	43	44	45	46	48	50	51
5	Height at 55 days	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Growth habit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Culm diameter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Tiller number	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Ligule length	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Flowering data	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	No. of leaves	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Leaf blade length	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Leaf blade width	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Flag leaf angle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Flag leaf length	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Flag leaf width	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	Anther length	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Stigma exsertion	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	Stigma size	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	Plant height	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	Bearing tiller	<u>-0.36</u>	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	Panicle length	<u>0.76</u>	<u>-0.48</u>	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	Panicle type	0.10	0.09	0.02	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Fertility	<u>0.50</u>	<u>-0.15</u>	<u>0.52</u>	0.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	Shattering	0.14	-0.12	0.21	-0.15	0.36	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	Grain pubescence	<u>0.29</u>	-0.06	0.08	<u>-0.37</u>	<u>0.25</u>	<u>0.35</u>	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
42	Panicle base length	0.11	0.22	-0.12	0.10	0.22	0.08	<u>0.26</u>	1.00	-	-	-	-	-	-	-
43	Grain length	<u>0.36</u>	<u>-0.16</u>	<u>0.24</u>	<u>0.34</u>	-0.02	-0.12	-0.12	-0.11	1.00	-	-	-	-	-	-
44	Grain width	<u>0.26</u>	0.05	<u>0.20</u>	<u>0.53</u>	<u>0.42</u>	0.09	-0.08	<u>0.33</u>	0.11	1.00	-	-	-	-	-
45	Grain thickness	0.22	0.09	<u>0.18</u>	<u>0.28</u>	<u>0.47</u>	<u>0.17</u>	0.09	<u>0.46</u>	-0.11	<u>0.73</u>	1.00	-	-	-	-
46	Awn length	<u>0.33</u>	0.01	<u>0.29</u>	0.12	<u>0.44</u>	<u>0.15</u>	<u>0.17</u>	<u>0.38</u>	-0.07	<u>0.60</u>	<u>0.73</u>	1.00	-	-	-
48	100 grain weight	-0.36	<u>0.27</u>	<u>-0.40</u>	-0.01	-0.39	-0.33	-0.19	0.00	-0.07	-0.25	-0.17	-0.19	1.00	-	-
50	Life span	<u>0.17</u>	0.00	<u>0.18</u>	<u>-0.29</u>	<u>0.19</u>	0.10	<u>0.37</u>	<u>0.22</u>	<u>-0.29</u>	0.02	<u>0.17</u>	<u>0.47</u>	1.01	1.00	-
51	Root	<u>0.30</u>	-0.06	<u>0.19</u>	<u>0.22</u>	0.04	-0.06	-0.14	-0.06	<u>0.28</u>	0.08	0.00	-0.01	-0.04	-0.24	1.00

: Significant at 5% level

Table 4. Component loadings on each character and % contributions of the 1st to 3rd components extracted by PCA based on 30 characters.

No.	Characters	Component number		
		1	2	3
5	Height at 55 days	0.821	-0.086	0.078
6	Growth habit	-0.537	0.297	0.567
7	Culm diameter	0.272	-0.645	0.203
10	Tiller number	-0.350	0.695	0.152
14	Ligule length	0.703	-0.097	0.141
16	Flowering data	0.431	0.002	0.654
17	No. of leaves	0.413	0.670	0.165
19	Leaf blade length	0.821	-0.203	-0.029
20	Leaf blade width	0.717	-0.206	0.256
21	Flag leaf angle	-0.070	0.170	0.285
22	Flag leaf length	0.708	-0.009	0.020
23	Flag leaf width	0.765	-0.054	0.132
26	Anther length	0.135	0.144	0.131
28	Stigma exertion	0.339	0.422	-0.152
29	Stigma size	0.112	-0.281	-0.082
33	Plant height	0.848	-0.004	0.097
34	Bearing tiller	-0.49	0.521	-0.137
35	Panicle length	0.825	-0.203	0.105
36	Panicle type	0.074	0.567	0.526
38	Fertility	0.664	0.198	-0.266
39	Shattering	0.235	0.000	-0.370
41	Grain pubescence	0.235	-0.078	-0.595
42	Panicle base length	0.088	0.581	-0.458
43	Grain length	0.249	0.029	0.599
44	Grain width	0.449	0.739	0.083
45	Grain thickness	0.417	0.671	-0.268
46	Awn length	0.517	0.444	-0.371
48	100 grain weight	-0.469	0.008	0.079
50	Life span	0.269	-0.107	-0.651
51	Root	0.183	0.123	0.456
Eigen value		7.67	4.08	3.38
% contribution		25.56	13.61	11.27

Table 5. Scores calculated for each strain from three principal components.

Serial no.	Component number			Serial no.	Component number			Serial no.	Component number		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
1	0.285	-0.245	-1.772	41	-0.148	1.491	-0.730	81	-0.243	2.168	0.647
2	-0.810	0.800	-0.719	42	-0.199	1.372	0.455	82	1.094	0.429	-0.762
3	0.797	-0.510	1.476	43	-0.271	0.040	0.797	83	0.178	1.893	0.217
4	-0.318	-0.313	1.163	44	0.724	0.493	0.332	84	1.327	0.746	0.782
5	0.689	-0.676	1.947	45	-0.487	1.909	-0.643	85	-0.180	-0.451	1.656
6	0.143	-0.644	1.610	46	-0.733	2.414	0.328	86	-0.176	-1.221	2.067
7	-0.066	0.658	-1.688	47	-0.144	1.470	1.024	87	0.001	-1.505	0.561
8	0.574	-0.059	-2.663	48	1.064	0.762	0.495	88	0.099	-1.700	2.635
9	0.171	0.405	-1.364	49	1.469	0.526	1.126	89	-1.034	-0.824	0.385
10	-1.083	0.700	-0.268	50	0.337	1.207	0.161	90	-1.534	-0.787	0.065
11	0.286	-0.169	0.155	51	-0.262	0.863	-0.677	91	-1.129	-0.406	-0.019
12	1.552	-0.846	0.042	52	-0.488	1.598	0.099	92	-0.864	-0.979	0.028
13	1.213	-1.178	-1.638	53	-0.594	1.285	-0.681	93	-0.702	-1.048	-0.176
14	1.917	-0.958	0.609	54	0.483	1.342	-0.246	94	-0.893	-0.447	-0.240
15	1.017	-0.607	0.444	55	-0.467	1.620	-0.541	95	0.097	-0.852	-0.609
16	0.248	0.316	-1.963	56	1.481	0.150	0.934	96	-0.911	-0.420	-0.005
17	-1.391	0.663	-1.048	57	1.276	0.814	0.756	97	0.416	-1.220	0.927
18	-1.054	0.240	-0.098	58	-0.293	1.764	2.384	98	0.056	-1.192	0.874
19	-0.324	0.380	-1.511	59	-0.302	0.964	2.021	99	0.331	-0.992	0.968
20	1.129	-1.057	0.264	60	1.035	0.853	1.818	100	0.003	-1.020	1.519
21	1.886	-0.785	0.478	61	1.177	0.886	1.783	101	0.157	-0.941	1.357
22	1.626	-1.071	0.041	62	1.326	0.903	1.552	102	-1.107	1.058	-0.426
23	-1.112	1.074	-0.764	63	2.119	0.536	0.999	103	-1.828	0.697	-0.041
24	0.475	-0.658	1.252	64	1.079	1.501	1.018	104	-0.373	-0.095	-1.456
25	0.201	-0.307	1.486	65	-0.519	2.148	0.429	105	-0.214	0.040	-0.585
26	-1.522	0.287	-0.968	66	-0.276	0.628	0.657	106	-0.555	0.679	-0.907
27	-1.308	-0.264	-0.491	67	-0.438	0.776	0.672	107	0.948	0.682	-0.229
28	-1.351	0.688	-0.318	68	0.703	1.147	0.475	108	-0.751	1.616	0.182
29	1.128	-0.816	-0.550	69	-0.615	1.811	0.590	109	0.933	1.173	-0.563
30	-0.414	0.984	-0.220	70	0.918	0.629	0.548	110	-0.623	-0.933	-0.183
31	-1.058	0.284	-0.479	71	1.531	0.274	1.509	111	-1.158	-0.524	-0.313
32	-1.203	0.715	-0.834	72	1.713	1.141	1.091	112	-1.316	-0.164	0.091
33	1.720	-0.912	-0.973	73	1.859	0.299	1.444	113	-1.491	-0.307	-0.308
34	-1.842	1.049	0.205	74	-0.696	0.878	-0.092	114	-0.802	-0.455	-0.600
35	-1.231	0.884	-0.706	75	-0.136	1.368	0.167	115	-1.562	-0.316	-0.433
36	-0.726	0.473	-0.011	76	-0.155	1.807	0.059	116	-0.794	-1.000	0.033
37	0.281	0.534	-0.565	77	0.331	1.261	0.955	117	-1.583	0.033	0.317
38	-0.894	1.546	-0.453	78	1.444	1.510	0.871	118	-0.592	-0.936	1.174
39	0.509	-0.084	0.599	79	0.695	1.872	0.302	119	-0.545	-0.893	0.432
40	-0.949	1.958	0.561	80	1.481	1.185	0.995	120	-1.746	0.059	-0.005

Table 5. (Continue)

Serial no.	Component number			Serial no.	Component number			Serial no.	Component number		
	1	2	3		1	2	3		1	2	3
121	-1.287	-0.358	0.230	161	1.488	0.082	0.053	201	-0.612	0.312	-0.660
122	-0.733	-1.199	1.116	162	-0.169	1.673	0.361	202	0.238	-0.785	-1.512
123	-1.458	-0.548	-0.160	163	-0.286	1.693	-0.229	203	0.804	-0.803	-1.930
124	-1.564	-0.519	-0.194	164	0.292	0.627	-0.634	204	2.220	-1.295	-2.229
125	-0.784	-0.926	0.882	165	0.594	-1.129	1.009	205	1.214	-0.662	0.054
126	-1.606	-0.645	-0.016	166	-0.801	-0.472	-0.154	206	1.200	-0.925	-0.418
127	-1.311	-0.934	0.434	167	-0.890	-0.192	-0.151	207	1.377	-0.973	-0.380
128	-0.680	-1.193	0.100	168	-0.292	-0.899	1.406	208	-0.005	-0.029	-1.305
129	-1.331	-0.961	-0.105	169	-0.263	-0.457	-0.538	209	0.930	0.885	-0.925
130	-0.801	-0.450	1.961	170	-0.126	-0.956	0.226	210	0.247	0.902	-0.837
131	-1.354	-0.600	0.240	171	-1.558	-0.495	-0.122	211	0.090	1.809	-0.006
132	-1.331	-0.699	-0.351	172	0.569	-0.986	0.171	212	0.300	1.167	-0.727
133	-1.228	-0.842	-0.112	173	-0.144	-1.128	0.098	213	-0.889	1.731	-0.603
134	-1.019	-0.780	-0.111	174	0.344	-1.266	-0.758	214	-0.215	1.544	-0.646
135	-1.962	-0.213	-0.640	175	0.163	-0.808	0.036	215	-0.433	1.278	-0.238
136	-1.222	-1.035	0.207	176	-1.563	-0.356	0.039	216	0.271	1.716	0.897
137	-1.359	-0.876	0.119	177	-1.063	-0.396	-0.425	217	-0.228	-1.905	-0.807
138	-1.205	-0.730	-0.053	178	0.138	-1.560	1.255	218	-0.089	-1.270	-0.173
139	-0.350	-0.864	-0.463	179	-0.283	-1.174	-0.097	219	0.408	-1.590	0.058
140	-0.427	0.515	-0.666	180	-0.745	-0.817	0.483	220	-0.023	-1.203	-0.481
141	0.610	-0.121	-1.622	181	-0.969	-0.880	-0.039	221	0.141	-1.405	-0.093
142	-0.294	-0.294	-1.869	182	-1.475	-1.005	0.090	222	-0.251	-0.869	-0.181
143	0.908	-0.083	-2.205	183	0.134	-1.601	0.097	223	-0.891	-0.803	1.614
144	0.585	-0.197	-2.128	184	0.235	-1.237	-0.170	224	-1.037	-0.849	1.521
145	0.234	-0.573	-2.263	185	1.402	-0.604	-1.583	225	-0.636	-0.958	2.298
146	-0.496	0.519	-0.695	186	2.047	-1.434	-1.838	226	-0.523	-0.947	1.735
147	0.843	-0.385	-2.490	187	2.051	-0.992	-2.090	227	-0.175	-0.991	2.148
148	0.827	-0.383	-1.548	188	0.080	-0.092	1.593	228	0.705	-1.537	0.711
149	0.467	0.284	-1.216	189	1.774	-1.083	0.584	229	-0.083	-1.291	-0.437
150	1.280	-0.304	-0.253	190	1.506	-1.032	0.645	230	-0.405	-1.370	1.728
151	0.359	1.029	0.091	191	1.209	-0.834	-0.609	231	-1.638	0.294	0.241
152	0.359	0.975	0.288	192	0.366	-0.018	-0.654	232	-1.135	-0.736	0.283
153	0.468	1.544	-0.054	193	-0.119	0.255	-1.192				
154	-0.999	1.897	-0.399	194	1.181	-0.592	-1.085				
155	1.242	1.686	1.598	195	0.662	-0.854	-0.550				
156	2.603	0.546	0.938	196	0.543	-0.035	-2.044				
157	1.056	1.461	-0.502	197	0.777	-0.676	-1.031				
158	2.159	0.874	0.007	198	0.298	-0.533	-1.167				
159	1.871	0.458	-0.154	199	-0.013	0.285	-0.770				
160	2.215	0.789	0.442	200	0.602	-0.345	-1.859				

Table 6. Reaction of *O.rufipogon* samples to photoperiod, their life span and % seed protein content.

No.	G.S. no.	Photosensitivity	Life span	% Protein	Year
1	6038	NS	P	16.13	1991
2	6047	NS	P	10.35	1991
3	6053	S	P	11.47	1991
4	6060	S	P	14.15	1991
5	6063	S	P	-	
6	6064	S	P	-	
7	6073	-	A	9.53	1991
8	6081	-	A	9.15	1991
9	6092	-	A	9.57	1991
10	6094	NS	P	11.50	1991
11	6110	S	P	14.31	1991
12	6114	S	P	9.00	1991
13	6116	S	P	10.32	1991
14	6118	S	P	13.35	1991
15	6120	S	P	9.93	1991
16	7864	NS	P	10.67	1991
17	7865	-	A	13.54	1991
18	7870	-	A	12.56	1991
19	7873	-	A	13.83	1991
20	7875	S	P	14.46	1991
21	7876	S	P	11.10	1991
22	7880	S	P	9.17	1991
23	7884	S	P	14.96	1991
24	7889	S	P	14.96	1991
25	7890	S	P	-	
26	7905	-	A	-	
27	7907	-	A	18.01	1991
28	7910	NS	P	18.24	1991
29	7917	S	P	13.73	1991
30	7925	-	A	16.48	1991
31	7914	NS	P	-	
32	7962	-	P	14.56	1991
33	7965	-	A	-	
34	9770	NS	P	18.97	1991
35	10535	-	A	14.68	1991
36	10536	NS	P	12.30	1991
37	10537	NS	P	10.97	1991
38	6049	-	A	19.83	1992
39	6055	S	P	15.15	1992
40	7868	NS	P	20.46	1992
41	7869	NS	P	17.96	1992
42	7871	S	P	18.35	1992
43	7908	-	A	17.49	1992
44	7926	NS	P	14.32	1992
45	9768	NS	P	17.97	1992
46	9769	S	P	14.29	1992
47	9771	S	P	15.69	1992
48	9776	S	P	10.70	1992
49	9792	S	P	16.03	1992
50	10538	NS	P	16.84	1992

Table 6. (Cont.)

No.	G.S. no.	Photosensitivity	Life span	% Protein	Year
51	10548	S	P	17.54	1992
52	10551	NS	P	20.61	1992
53	10552	-	A	19.66	1992
54	10553	-	A	17.58	1992
55	10555	S	P	18.37	1992
56	10581	S	P	16.84	1992
57	10583	S	P	14.17	1992
58	10585	S	P	-	
59	10587	S	P	-	
60	10588	S	P	-	
61	10589	S	P	16.12	1992
62	10590	S	P	10.09	1992
63	10591	S	P	15.11	1992
64	10593	S	P	13.40	1992
65	10594	NS	P	19.54	1992
66	10595	S	P	16.09	1992
67	10598	S	P	16.83	1992
68	10599	S	P	-	
69	10603	S	P	18.81	1992
70	10604	S	P	12.97	1992
71	10605	S	P	13.65	1992
72	10606	S	P	13.61	1992
73	10607	S	P	14.61	1992
74	15181	S	P	21.28	1992
75	15185	NS	P	19.28	1992
76	15187	S	P	19.34	1992
77	16115	S	P	15.11	1992
78	16116	S	P	17.30	1992
79	16117	S	P	-	
80	16126	NS	P	15.22	1992
81	7866	NS	P	16.83	1992
82	10549	S	P	13.14	1992
83	10577	S	P	17.68	1992
84	10600	NS	P	-	
85	16149	S	P	-	
86	16172	S	P	-	
87	16188	S	P	13.89	1993
88	18288	S	P	-	
89	18275	NS	P	14.06	1993
90	18284	-	A	16.18	1993
91	18286	-	A	16.13	1993
92	18290	-	A	16.18	1993
93	18316	-	A	15.16	1993
94	18317	NS	P	14.75	1993
95	18319	-	A	11.87	1993
96	18327	-	A	15.89	1993
97	18330	S	P	10.95	1993
98	18336	S	P	-	1993
99	18338	S	P	12.16	1993
100	18340	S	P	-	1993
101	16187	S	P	14.54	1993

S=Photosensitive
P=Perennial

NS=Photoinsensitive
A=Annual

LSD. ('91, '92 and '93) = 6.64, 0.81 and 3.43

Table 7. Reaction of *O. nivara* samples to photoperiod, their life span and % protein content.

No.	G.S. no.	Photosensitivity	Life span	% Protein	Year
1	6039	NS	P	15.61	1991
2	6048	-	A	15.24	1991
3	6080	S	P	11.98	1991
4	6084	-	A	13.44	1991
5	6105	NS	P	9.17	1992
6	6043	-	A	19.68	1992
7	10567	S	P	15.87	1992
8	16122	S	P	13.54	1992
9	16150	-	A	15.66	1993
10	16190	-	A	14.47	1993
11	18223	S	P	15.01	1993
12	18230	-	A	15.00	1993
13	18231	-	A	14.97	1993
14	18242	-	A	17.32	1993
15	18249	NS	P	-	
16	18250	S	P	15.67	1993
17	18251	S	P	-	
18	18252	S	P	-	
19	18253	-	A	15.69	1993
20	18271	S	P	-	
21	18277	S	P	-	
22	18279	-	A	-	
23	18280	S	P	15.98	1993
24	18283	NS	P	-	
25	18291	-	A	17.58	1993
26	18297	NS	P	15.65	1993
27	18300	NS	P	16.00	1993
28	18301	S	P	16.09	1993
29	18302	S	P	-	
30	18303	-	A	13.81	1993
31	18304	-	A	16.43	1993
32	18305	-	A	15.26	1993
33	18306	-	A	15.98	1993
34	18307	-	A	15.17	1993
35	18309	-	A	15.88	1993
36	18310	-	A	15.20	1993
37	18325	-	A	16.02	1993
38	18344	S	P	14.26	1993

S=Photosensitive

NS=Photoinsensitive

LSD.(1993) = 4.97

P=Perennial

A=Annual

Table 8. Reaction of spontanea forms samples to photoperiod, their life span and % protein content.

No.	G.S.no.	Photosensitivity	Life span	% Protein	Year
1	6029	NS	P	10.98	1991
2	6031	NS	P	13.62	1991
3	6069	S	P	10.98	1991
4	6087	-	A	11.86	1991
5	6090	-	A	9.59	1991
6	6091	-	A	10.72	1991
7	6098	-	A	12.44	1991
8	6099	NS	P	9.05	1991
9	6101	NS	P	11.34	1991
10	6103	S	P	10.04	1991
11	6125	S	P	10.44	1991
12	6046	-	A	17.29	1992
13	6050	S	P	15.58	1992
14	6100	S	P	18.18	1992
15	10550	NS	P	22.52	1992
16	10592	S	P	13.64	1992
17	16118	S	P	12.95	1992
18	16120	NS	P	13.54	1992
19	16121	S	P	-	
20	16123	S	P	12.93	1992
21	16124	S	P	13.24	1992
22	16125	S	P	16.63	1992
23	16127	NS	P	19.13	1992
24	6032	NS	P	-	
25	18261	-	A	16.83	1992
26	16147	S	P	14.06	1993
27	16183	NS	P	14.29	1993
28	18232	S	P	12.68	1993
29	18236	S	P	-	
30	18243	S	P	12.00	1993
31	18254	NS	P	10.56	1993
32	18255	-	A	-	
33	18256	S	P	13.44	1993
34	18258	-	A	12.97	1993
35	18259	S	P	13.87	1993
36	18262	S	P	12.78	1993
37	18265	S	P	14.46	1993
38	18266	NS	P	13.86	1993
39	18276	NS	P	-	
40	18292	-	A	13.89	1993
41	18308	NS	P	14.96	1993
42	18312	NS	P	15.76	1993
43	18313	-	A	15.77	1993
44	18314	S	P	13.28	1993
45	18315	S	P	-	1993

S=Photosensitive
P=Perennial

NS=Photoinsensitive
A=Annual

LSD.('91, '92and '93) = 7.42, 0.56 and 1.96

Table 9. Reaction of unclassified samples to photoperiod, their life span and % protein content.

No.	G.S. no.	Photosensitivity	Life span	% Protein	Year
1	6033	S	P	13.18	1991
2	6051	-	A	9.44	1991
3	6052	-	A	9.39	1991
4	6059	S	P	14.23	1991
5	6061	S	P	12.93	1991
6	6062	S	P	12.67	1991
7	6072	S	P	13.03	1991
8	6074	-	A	12.94	1991
9	6077	-	A	11.78	1991
10	6078	S	P	9.78	1991
11	6079	S	P	12.60	1991
12	6082	-	A	13.67	1991
13	6088	-	A	10.26	1991
14	6089	-	A	14.80	1991
15	6093	-	A	11.56	1991
16	6095	-	A	11.27	1991
17	6096	-	A	11.30	1991
18	6097	-	A	9.70	1991
19	6102	-	A	11.55	1991
20	6112	-	A	10.57	1991
21	6119	S	P	10.36	1991
22	6121	S	P	12.13	1991
23	6122	-	A	9.72	1991
24	6123	-	A	10.30	1991
25	10540	-	A	12.59	1992
26	10541	NS	P	18.54	1992
27	10542	-	A	17.22	1992
28	10543	NS	P	13.72	1992
29	10544	NS	P	17.78	1992
30	10545	-	A	18.39	1992
31	10546	-	A	19.15	1992
32	10547	S	P	13.93	1992
33	16199	S	P	13.40	1993
34	16203	S	P	-	
35	16204	NS	P	13.16	1993
36	16206	S	P	11.52	1993
37	16213	S	P	10.29	1993
38	16214	NS	P	12.90	1993
39	16218	S	P	-	
40	16220	S	P	-	
41	16221	S	P	-	
42	16223	S	P	-	
43	16228	S	P	-	
44	16229	NS	P	11.83	1993
45	16230	-	A	13.93	1993
46	16231	S	P	-	
47	18154	S	P	13.06	1993
48	18155	NS	P	13.88	1993

S=Photosensitive

NS=Photoinsensitive

LSD. ('91, '92and '93)= 5.86,1.17 and 2.93

P=Perennial

A=Annual

Table 10. Reaction of *O. officinalis* samples to photoperiod, their life span and % protein content.

No.	G.S. no.	Photosensitivity	Life span	% Protein
1	7874	NS	P	14.33
2	10572	NS	P	13.89
3	16142	NS	P	-
4	18156	S	P	-

S=Photosensitive NS=Photoinsensitive
P=Perennial A=Annual

Table 11. Distribution of accessions of AA species with different seed protein contents.

Species	% Seed protein contents									Mean $\pm$ S.D
	0	10	12	14	16	18	20	22	24	
<i>O. rufipogon</i>	6	13	13	18	16	13	3	-	-	14.71 $\pm$ 3.10
<i>O. nivara</i>	1	1	3	18	6	1	-	-	-	15.25 $\pm$ 1.78
Spontanea	2	8	16	7	3	2	-	1	-	13.64 $\pm$ 2.74
Unclassified	3	20	23	8	8	7	1	-	-	13.70 $\pm$ 2.86
Total	12	42	55	51	33	23	4	1	-	

เอกสารอ้างอิง

- สงกรานต์ จิตรากร. 2532. ทรัพยากรเชื้อพันธุ์ข้าวป่าในประเทศ
ไทย วารสารวิชาการเกษตรปีที่ 7 เล่มที่ 1-3 หน้า 79-
82.
- Ilamamura, K., C. Iamsila, P. Saengpetch and N. Supapoj.
1977. Report on the evaluation and genetic studies of
local Thai rice varieties. Rice Division, Department of
Agriculture, Thailand. 204 pp.
- IRRI-IBPGR. 1980. Descriptors for Rice *Oryza sativa* L. IRRI,
Los Banos, Philippines. 21 pp.
- Natsuga, M. 1993. Studies on determining grain quality by Near-
Infrared spectroscopy, Ph.D. Thesis, Hokkaido University,
Sapporo, 060 Japan. p.57