

## ข้าวต้นเตี้ย

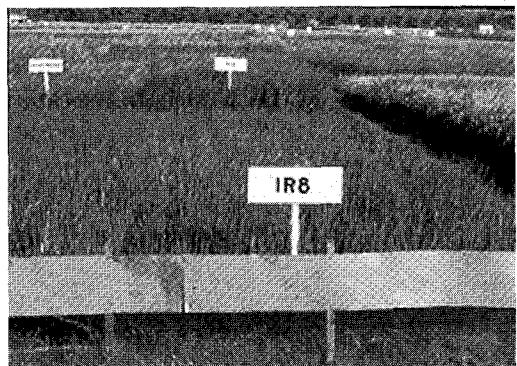
### (Dwarf and Semidwarf Rice)

กาญจน กล้าแข้ง

นักวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยข้าวป่าทุมธานี กรมวิชาการเกษตร

#### 1. บทนำ

ความสามารถในการให้ผลผลิตของข้าวขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น จำนวนรวงต่อตารางเมตร จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีและน้ำหนัก 100-1,000 เมล็ด เป็นต้น องค์ประกอบเหล่านี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางสีรีวิทยาของต้นข้าวตลอดจนลักษณะทรงต้นของข้าวว่ามีความล้มพันธุ์กับการแลกเปลี่ยนแร่ธาตุอาหารในดินและการตอบสนองต่อปุ๋ยได้มากน้อยเพียงใด พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงมักมีลักษณะทรงต้นที่ล้มคลุกๆ ดังนี้ ในเมืองเขียวแก่ความสูงประมาณ 100-120 เซนติเมตร ลำต้นแข็งไม่ล้มง่ายเมื่อสั่นปุ่ยลงในนามากขึ้น แตกกอมากและให้ร่วงมาก ตลอดจนมีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรุข้าว จะเห็นได้ว่าลักษณะต้นเตี้ยมีบทบาทที่สำคัญเนื่องจากจะต้านทานการหักล้มและมีการตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนสูงซึ่งจะช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น [38, 44]



รูปที่ 2 แสดงลักษณะพันธุ์ IR 8 ความเป็นมาของข้าวต้นเตี้ย

แนวความคิดเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวชนิด *indica* ในเขตวันเพื่อให้ได้ลักษณะต้นเตี้ย ได้เริ่มเป็นครั้งแรกที่ได้ทั่วโลกในปี ค.ศ.1949 ที่ Taichung District Agricultural Improvement Station โดยการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์พื้นเมืองต้นเตี้ย Dee-Geo-Woo-Gen (DGWG) และพันธุ์ข้าวที่ต้านทานโรคเมล็ดแล้วคัดเลือกจนได้เป็นพันธุ์ Taichung Native 1 TN (1) ในปี ค.ศ.1956 [6]



รูปที่ 1 แสดงลักษณะพันธุ์พื้นเมืองต้นเตี้ย Dee-Geo-Woo-Gen

พันธุ์ TN(1) มีการตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนและให้ผลผลิตสูง 6-8 ตันต่อเฮกตาร์ ปรับตัวได้กับสภาพแวดล้อมทั้งในเขตวันและเขตอบอุ่น เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรในได้ทั่วโลก [17] พันธุ์ TN(1) จึงกลายเป็นแหล่งพันธุกรรมของลักษณะต้นเตี้ยในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวอีกหลายโครงการ ในเวลาเดียวกันที่ Guangdong Province ประเทศจีน มีผู้พบพันธุ์ Ai-Jiao-Nan-Te ซึ่งเป็นพันธุ์ต้นเตี้ย (สูงประมาณ 70 เซนติเมตร) จากการกล่าวพันธุ์ให้ผลผลิตสูงถึง 6 ตันต่อเฮกตาร์ โดยที่ Guangdong Academy of Agricultural Sciences ได้นำพันธุ์ตั้งกล่าวมาใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์จนได้พันธุ์ Ai-Nan-Zhen-Ai [39] พันธุ์นี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในทางตอน

ให้ของประเทคจีนตั้งแต่ปี ค.ศ.1960 เป็นต้นมา หลังจากนั้น การปรับปรุงพัฒนาเพื่อให้ได้ลักษณะต้นเตี้ยจึงกลายเป็นวัตถุประลักษณ์หลักในประเทศไทย

ที่สถาบันวิจัยข้าวนาชาติ(International Rice Research Institute, IRRI) ได้มีการผสมพันธุ์ข้าวโดยผสมระหว่างพันธุ์ต้นสูงของอินเดียนรีซ คือ พันธุ์ Peta กับพันธุ์ต้นเตี้ย DGWG จะได้เป็นพันธุ์ IR8 นับเป็นการเริ่มต้นของการพัฒนาพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีในปีค.ศ.1966 [5]

พันธุ์ TN (1) และพันธุ์ IR5 จึงเป็นพันธุ์เริ่มต้นของการปฏิรูปพืชไว้ในเขตต้อนรอน ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวไว้ในประเทศไทยสูง เอเชียเพิ่มขึ้น พันธุ์ทั้งสองมีมีน sd, ความคงทนต่อโรคตืดอย่างเดียว กับพันธุ์ DGWG และเกือบทั้งหมดของพันธุ์ IR ที่ให้ผลผลิตสูงจากสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ มีมีนควบคุมลักษณะต้นเตี้ย sd จากพันธุ์ DGWG [9] ยกเว้นพันธุ์ IR5 ซึ่งไม่ได้พันธุ์เริ่มต้นอย่างแท้จริง จึงไม่มีมีน sd, อยู่ด้วย

Rutger และคณะ, [35, 36] รายงานว่า พันธุ์ปลูกตันเตี้ยพันธุ์แรกใน California ซึ่งได้จากการขยายรังสีเจ้าพันธุ์ต้นสูง Calrose คือ พันธุ์ Calrose 76 มีเมิน sd. ความคุมลักษณะต้นเตี้ย นักปรับปรุงพันธุ์ของ California Cooperative Rice Research Foundation (CCRRFI) ใช้พันธุ์ Calrose 76, พันธุ์ DGWG และพันธุ์ IR8 เป็นแหล่งพันธุกรรมของโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต้นเตี้ย [11] พันธุ์ Calrose 76 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ต้นสูง 15 - 25% นอกจากนี้ นักปรับปรุงพันธุ์จาก CCRRFI ยังได้ผลิตพันธุ์ M-401 จากพันธุ์ต้นสูง Terso ซึ่งพันธุ์ M-401 ซึ่งมีเมิน sd. ควบคุมลักษณะต้นเตี้ย [4]

ลักษณะต้นเตี้ยในข้าว เป็นลักษณะทางปริมาณซึ่งถูกควบคุมโดยระบบของ major และ minor genes หรือ complex ของระบบมีเก้าส่วนนี้ มีรายงานว่าลักษณะต้นเตี้ยถูกควบคุมด้วย major gene [20, 27, 28] เม้าว่าจะมีน้ำวิจัยอื่น ๆ รายงานว่าลักษณะต้นเตี้ยนี้ถูกควบคุมด้วย polygenes [40] การศึกษาทั้งหมดทางด้านนี้แสดงให้เห็นว่า การถ่ายทอดลักษณะต้นเตี้ยถูกควบคุมชั้นต้นด้วยยีนด้อย (recessive gene) และมี modifiers บางตัว [1, 8, 15, 31, 45] อย่างไรก็ตาม Loresto และ Chang [22] รายงานว่ายีนด้อย (recessive gene) 2 ยืนหรือมากกว่านั้น ซึ่งเป็น major gene ควบคุมลักษณะต้นเตี้ยของข้าวเตี้ยปานกลาง (intermediate dwarf) ในพันธุ์ Ai-Yeh-Lu และลักษณะต้นเตี้ย (dwarf) ในพันธุ์ Daikoku (d.) Foster และ Rutgers, [11] พบร่วมกับความสูงของลักษณะต้นเตี้ยในข้าว โดยได้ลำดับระดับของ additive ของลักษณะต้นเตี้ยไว้ว่า  $sd$ . (ในพันธุ์ DGWG) >  $sd_2$  (ในพันธุ์ d66) >  $sd$ . (ในพันธุ์ CI9858)

พันธุ์ต้นเตี้ยหลาภพันธุ์ที่มีแหล่งกำเนิดในประเทศจีนได้  
มาจากการซักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ เช่น D<sub>1</sub> และ D<sub>2</sub> กิบพว  
มีมีนิ่งที่อยู่ในตัวแห่งเมืองดิวากันปั้น ฉ. [16, 24, 25] อย่างไรก็ตาม  
จากการศึกษาอื่นๆ ชี้ให้เห็นว่าพันธุ์ต้นเตี้ยที่ได้จากการซักนำให้  
เกิดการกลายพันธุ์ พวก indica และ japonica นั้น มีมีนควบ  
คุมลักษณะต้นที่ด้อยอุ่นต่างๆแห่งกับพันธุ์ DGWG เช่น พันธุ์  
CI11049 ซึ่งคัดเลือกมาจากพันธุ์ Calrose 76 และพันธุ์ซึ่งถูกซัก  
นำมายังพันธุ์ต้นสูง M5 จำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ CI 11045  
และพันธุ์ CI11046 [34] พันธุ์ Labelle [26] พันธุ์  
Tellakattera ซึ่งได้จากการซักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยสาร  
เคมี EMS (ethyl methane sulfonate) [30, 33] และพันธุ์ต้น  
เตี้ย Akibare จากการกลายพันธุ์นั้น พบร่วมมีนควบคุมลักษณะ  
ต้นเตี้ย d-18 เช่นเดียวกับกับที่พับในพันธุ์ Fujimiori. พันธุ์  
Reimei และพันธุ์ Fukei [12] พันธุ์ต้นเตี้ย Profuse Tillering  
Dwarf จากการกลายพันธุ์ มีมีนควบคุมลักษณะต้นเตี้ย 1 ยืน  
คือ dPT ในขณะที่พันธุ์ต้นเตี้ย T 432 ถูกควบคุมโดยปฏิกิริยา  
ระหว่างยืน 3 ยืน คือ d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> และ d<sub>3</sub> [3]

Satoh และ Omura [37] รายงานว่า  $sd$  จะมีผลให้ความสูงของลำต้นลดลง 25% โดยที่ความยาวรากไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่ Rutger และคณะ [35] รายงานว่าใน

$sd_1$  จะทำให้ความสูงของลำต้นลดลงประมาณ 30 เซนติเมตร ส่วนยืน  $sd_2$  ความสูงลดลง 15 เซนติเมตร โดยที่ลำต้นยังคงล้มง่าย ยืน  $sd_3$  ความสูงของลำต้นลดลง 15 เซนติเมตร และจะมีอัตราผลต่อการลดลงของขนาดเมล็ด 20% ซึ่งยืน  $sd_2$  และ  $sd_3$  ไม่มีบทบาททางเศรษฐกิจเท่ากับยืน  $sd_1$  ความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออกของยืนต้นเดียวกับสภาพแวดล้อม Kitano และ Futsuhara [21] รายงานว่า พันธุ์ต้นเดียว Fukie 71 แสดงความแปรปรวนมากภายใต้สภาพภูมิอากาศสูงและสรุปได้ว่า ยืนควบคุมลักษณะต้นเดียวต่อความสูงของลำต้นในพันธุ์ Fukie 71 ไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปตาม GA<sub>3</sub> treatment และยืนนี้ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการสั่งเคราะห์ GA<sub>3</sub> อย่างไรก็ตาม Harada และ [14] รายงานว่า การใช้ gibberelin จะมีผลต่อการลดลงของความสูงของพืชและความยาวของปล้อง

## 2. การจำแนกลักษณะต้นเดียว

มีรายงานมาหลายเกี่ยวกับการจำแนกลักษณะความสูงของข้าวพันธุ์ japonica และ indica โดยจำแนกแตกต่างกันหลายแนวทาง เช่น

Jodon Beachell [19] ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของต้นเดียวในข้าวไว้ 4 แบบ คือ thickset dwarf, intermediate dwarf, grassy dwarf และ double dwarf

**Thickset dwarf (Dwarf)** : ลักษณะของต้นเดียวจะปรากฏให้เห็นชัดตั้งแต่ในระยะต้นกล้า โดยมีความสูงของลำต้นเพียง 1/3 ของความสูงของต้นที่ปกติ ต้นจะเตี้ยมีใบหนา ร่วงจับกันแน่นมาก ผลลัพธ์จะสูกแล้ว เมล็ดมีขนาดเล็กและมีรูปร่างกลม ในขณะที่ bonsai จะมีแคบและบาง มีการแตกกอมาก ร่วงสิ้น เมล็ดจะไม่ค่อยกลม

**Intermediate dwarf** : มีความสูงของลำต้นเดียวปานกลางอยู่ในระหว่างพันธุ์ปกติกับพันธุ์ thickset dwarf หรือมีความสูงราว 2/3 ของความสูงของต้นปกติ ใบมีขนาดปานกลาง แต่ปล้องจะสั้นกว่าปกติทำให้หักเตี้ย

**Grassy dwarf** : มีการแตกกอมากโดยที่ส่วนมากเป็น กอที่ไม่ให้ร่วงและเมล็ด ลำต้นบางแต่ในระยะต้นกล้าจะพบร่วง มีความสูงของลำต้นเหมือนพันธุ์ข้าวปกติทั่ว ๆ ไป

**Double dwarf** : ได้จากการผสมระหว่าง thickset dwarf และ grassy dwarf มีลักษณะต้นเล็กกว่า thickset dwarf และคล้าย grassy dwarf ตรงที่ไม่ค่อยติดเมล็ดและมีการแตกกอมาก หัก thickset dwarf และ grassy dwarf ถูก

ควบคุมด้วยยืนต้นเดียว ล้วน double dwarf จะถูกควบคุมด้วยยืนต้นเดียว 2 ครั้ง

Beachell และ Scott [2] รายงานว่ามีลักษณะต้นเดียวหลายแบบในประชากรของลูกผสม และประชากรที่ผ่านการอ่อนรังสี พากที่เตี้ยที่สุดจัดเป็น clns และ grassy โดยที่ส่วนน้อยจะมีความสูงมากกว่า 30 – 45 เซนติเมตร และเมล็ดจะเลียรูปร่างและไม่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ แต่ในพากเดียวปานกลาง (intermediate type) เมล็ดมีขนาดและรูปร่างปกติ เป็นที่ต้องการในทางการเกษตร พากนี้แม้ว่าจะมีลำต้นเตี้ย แต่จำนวนข้อใบและขนาดของร่วงยังคงปกติ

Nagao และ Takahashi [28] และ Takahashi [41, 42] ได้แบ่งข้าวพาก japonica เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ daikoku และ bonsai ทั้งสองประเภทนี้มีความสูงของลำต้นใกล้เคียงกันแต่จะมีลักษณะแตกต่างกันคือ daikoku จะมีลักษณะห้มตั้งตรง สั้นและแข็ง ร่วงสิ้นและจับกันแน่น ร่วงจะยังคงตั้งตรงแม้ว่าข้าวจะสูกแล้ว เมล็ดมีขนาดเล็กและมีรูปร่างกลม ในขณะที่ bonsai จะมีแคบและบาง มีการแตกกอมาก ร่วงสิ้น เมล็ดจะไม่ค่อยกลม

Loresto และ Chang [22] ได้จำแนกความสูงไว้ 4 พาก ต้นนี้ tall จะมีความสูงช่วง 121-155 เซนติเมตร, intermediate-tall มีความสูงระหว่าง 101-120 เซนติเมตร, semi-dwarf สูงระหว่าง 55-100 เซนติเมตร และ dwarf สูงระหว่าง 40-54 เซนติเมตร ในขณะที่ Fernandez และคณะ [10] ได้จำแนกลักษณะต้นเดียวเป็น 4 พาก คือ tall มีความสูงของลำต้นมากกว่า 130 เซนติเมตร, intermediate-tall มีความสูงของลำต้น 110-130 เซนติเมตร, semi-dwarf มีความสูงของลำต้น 80-110 เซนติเมตร และ dwarf มีความสูง 40-80 เซนติเมตร

สำหรับข้าวพื้นเมืองเป็นข้าวที่ปลูกในฤดูนาปี (เมื่อจากตอบสนองต่อช่วงแสง) จึงมักมีลำต้นสูงและมักจะหักล้มได้ง่าย ในช่วงเวลาเก็บเกี่ยว ทำให้ผลผลิตล่วงหน้าเสียหาย แตกต่างไปจากข้าวที่ปลูกช่วงฤดูนาปี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่ได้มาจากปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้ปลูกได้ปีละ 2 ครั้ง จะมีลำต้นค่อนข้างเตี้ยกว่า โดยจะไม่หักล้มในช่วงเก็บเกี่ยว (ทำให้การเก็บเกี่ยวยังสะดวกกว่า) และการสูญเสียของผลผลิตก็น้อยกว่าในฤดูนาปี การรักษาให้เกิดลักษณะต้นเดียวเป็นลักษณะที่มีคุณค่าไม่เฉพาะแต่ในด้านการปฏิบัติเท่านั้น แต่ยังมีคุณค่าต่อหลักเบื้องต้นของงานวิจัย

เนื่องจากยืนที่กล้ายมาจากการ  $sd_1$  นั้น ได้ถูกนำมาพัฒนาและปรับปรุงในพันธุ์บุกอีกหลายๆ พันธุ์ [12]

### 3. เอกสารอ้างอิง

- [1] Aquino, R.C. and P.R. Jennings. Inheritance and significance of dwarfism in an indica rice variety. *Crop Sci.* Vol. 6:pp. 551-554. 1966.
- [2] Beachell, H.M. and J.E. Scott. Breeding rice for desired plant type, pp. 15 - 16. *In Proc. Rice Techincal Working Group.* Houston, Texas. 1963.
- [3] Butany, W.T., R.K. Bhattacharvva and L. R. Daiva. Inheritance of dwarf character in rice and its interrelationship with the occurrence of anthocyanin pigment in various plant parts. *Indian J. Genet. Pit. Breed.* Vol. 19:pp. 64-72. 1959.
- [4] Carnahan, H.L., C.W. Johnson, S.T. Tseng and D.M. Brandon. Registration of "M-401" rice. *Crop Sci.* Vol. 21:pp. 986 - 987. 1981.
- [5] Chandler, R.F., Jr. New vista in rice yields. *Indian Farming.* Vol. 16:pp. 10-13. 1966.
- [6] Chang, T.T. Recent advances in rice breeding in Taiwan, pp. 33 ~ 58. *In Crop and Seed Improvement in Taiwan, Republic of China,* May 1959 - January 1961. Joint Commission on Rural Reconstructuion. Pl. Ind. Sci. 22. Taipei, Taiwan, China. 1961.
- [7] Chang, T.T., C. Zuno, A. Marciano-Romena and G.C. Loresto. Semidwarfs in rice gemplasm collections and their potentials in rice improvement. *Phytobreedon (Calcutta).* Vol. 1:pp. 1-9. 1985.
- [8] Chang, T.T., H. Morishima, C.S. Huang, O. Tagumpay and K. Tateno. Genetic analysis of plant height, maturity and other quantitative traits in the cross of Peta x l-geo-tze. *J. Agric. Assoc. China (NS).* Vol. 51:pp. 1 - 8. 1965.
- [9] Chang, T.T. and C.C. Li. Genetics and breeding, pp. 87-146. *In Rice : production and utilization.* Westport, Connecticut. 1980.
- [10] Fernandez, F., B.S. Vergara, N. Yapit and O. Garcia. Growth stages of the rice plant, pp. 17-18. *In Rice production Training Series.* IRRI, Los Banos, Philippines. 1979.
- [11] Foster, K.W. and J.N. Rutger. Inheritance of semidwarf in rice, *Oryza sativa L.* *Genetics Vol.* 88:pp. 559-574. 1978.
- [12] Futsuhara, Y. Developmental genetic studies on induced dwarf mutants in rice, pp. 273- 284. *In Rice Genetics.* IRRI, Los Banos, Phillipines. 1985.
- [13] Futsuhara, Y.K., Toriyama and K. Tsunoda. Breeding of a new rice variety "Reimei" by gramma - ray irradiation [ in Japenese, English summary]. *Jap. J. Breed.* Vol. 17:pp. 85-90. 1967.
- [14] Harada, J. and B.S. Vergara. Growth pattern of tall and short lines of rice and their response to gibberellin. *Ann. Bot.* Vol. 36:pp. 571-577. 1972.
- [15] Heu, M.H., T.T. Chang and H.M. Beachell. The inheritance of culm length, panicle length, duration to heading and bacterial leaf blight reaction in a new rice cross Sigadis x Taichung (Native1). *Jap. J. Breed.* Vol. 18:pp. 7-11. 1968.
- [16] Hu, C.H. Evaluation of breeding semidwarf rice by induced mutation and hybridization. *Euphytica.* Vol. 22:pp. 562-574. 1973.
- [17] Huang, C.H., W.L. Chang and T.T. Chang. Ponlai varieties and Taichung Native1, pp. 31-46. *In Rice Breeding.* IRRI, Los Banos, Philippines. 1972.
- [18] Ikehashi, H. and F. Kikuhi. Semidwarfing genes of high yielding rice varieties *In Japan,* pp. In

- Annual report 1980. Division of Genetics, National Institute of Agricultural Sciences, Yatabe, Japan. 1981.
- [19] Jodon, N.E. and H.M. Beachell. Rice dwarf mutations and their inheritance. *J. Hered.* Vol. 34:pp. 155-160. 1943.
- [20] Jones, J.W. Inheritance of characters in rice. *J. Agr. Res. (U.S.)* Vol. 47:pp. 771-782. 1933.
- [21] Kitano, H. and Y. Futsuhara. Character expression of unduced dwarf mutants in rice. I. Effect of temperature on culm elongation in the dwarf mutant line, Fukai No. 71. *Jap. J. Breed.* Vol. 31:pp. 9-18. 1981.
- [22] Loresto, G.C. and T.T. Chang. Half-diallel and  $F_2$  analyses of culm length in dwarf, semidwarf and tall strains of rice (*Oryza sativa L.*) *Bot Bull. Academia Sinica.* Vol. 19:pp. 87-106. 1978.
- [23] Lu, Y.G. and G.Q. Zhang. Histological observations on induced genetic male sterile mutants in rice. pp. 661-671. *In Rice Genetics.* IRRI, Los Banos, Philippines. 1985.
- [24] Mackill, D.J. and J.N. Rutger. Inheritance of induced mutant semidwarfing genes in Rice. *J. hered.* Vol. 70:pp. 335-341. 1979.
- [25] Marciano, A.P. Allelic relationship of selected semidwarfs in rice (*Oryza sativa L.*) M.S. thesis, University of the Philippines at Los Banos, Philippines. 1980.
- [26] McKenzie, K.S. and J.N. Rutger. A new dwarf mutation in a long-grain rice cultivar. *Crop Sci.* Vol. 26:pp. 81-84. 1986.
- [27] Mohamed, A.H. and A.S. Hanna. Inheritance of quantitative characters in rice. I. Estimation of the number of effective factor pairs controlling plant height. *Genetics.* Vol. 49:pp. 81-93. 1964.
- [28] Nagao, S. Genic analysis and linkage relationship of characters in rice. *Advn. Genet.* Vol. 4:pp. 181-212. 1951.
- [29] Nagao, S. and M. Takahashi. Trial construction of twelve linkage groups in Japanese Rice. *J. Fac. Agri. Hokkaido Univ.* Vol. 53:pp. 72-130. 1963.
- [30] Padma, A. and G.M. Reddy. Genetic behavior of five induced dwarf mutants in an indica rice cultivar. *Crop Sci.* Vol. 17:pp. 860-863. 1977.
- [31] Pu, J.H. and C.S. Huang. Semidwarf mutants of the japonica rice variety Taichung 61. *J. Agric. Assoc. China.* Vol. 92:pp. 24-30. 1975.
- [32] Pushpavesa, R. New rices of Thailand. Pamphlet papered as a project in the Editing and Publication Training Course held at the IRRI, Los Banos, Philippines. February-May 1987. Department of Agriculture, Bangkok, Thailand. 16 p. 1987.
- [33] Reddy, G.M. and A. Padma. Some induced dwarfing genes non-allelic to Dee-geo-Woo-gen gene in rice, variety Tellu-Katerra. *Theor. Appl. Genet.* Vol. 47:pp. 115-118. 1976.
- [34] Rutger, J.N., H.L. Carmahan and C.W. Johnson. Registration of 10 germplasm lines in rice. *Crop Sci.* Vol. 22:pp. 164-165. 1982.
- [35] Rutger, J.N., L.E. Azzini and P.J. Brookhounzen. Inheritance of semidwarf and other useful mutant genes in rice. pp. 261-271. *In Rice Genetics.* IRRI, Los Banos, Philippines. 1985.
- [36] Rutger, J.N., M.L. Peterson, C.H. Hu and W.F. Lehman. Induction of useful short stature and early maturing mutants in two Japonica rice cultivars. *Crop Sci.* Vol. 16:pp. 631-635. 1976.
- [37] Satoh, H. and T. Omura. New endosperm mutations induced by chemical mutagens in

- rice, *Oryza sativa*L. Jap. J. Breed. Vol. 31:pp. 316-326. 1981.
- [38] Sastry, N.S., M.J. Balakrishnan Rao and S. Rawlo. The relationship between grain yield and associated characters in some short-statured and high-yielding rice varieties. Int. Rice Comm. Newslett. Vol. 16:pp. 20-42. 1972.
- [39] Shen, J.H. Rice breeding in China, pp. 1-20. In Rice Improvement in China and Other Asian Countries. IRRI, Los Banos, Philippines. 1980.
- [40] Seetharaman, R. Plant type in rice and source of germplasm. *Oryza*. Vol. 6:pp. 36-37. 1969.
- [41] Suh, H.S. and M.H. Heu. The segregation mode of plant height in the cross of rice varieties. VI. Linkage analysis of the semidwarfness of the rice variety "Tongil". Korean J. Breed. Vol. 10:pp. 1-6. 1978.
- [42] Takahashi, M.E. Linkage groups and gene schemes of some striking morphological characters in Japanese rice. Sym. Rice Genet. And Cytogenet. IRRI, Los Banos, Philippines. 274 p. 1964.
- [43] Takahashi, M.E. Gene analysis and its related problems. Genetical studies on rice Plant. LXXX. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. Vol. 61:pp. 91-142. 1982.
- [44] Yoshida, S., J.H. Cock and F.T. Parao. Physiological aspects of high yields, pp. 455-469. In Rice Breeding. IRRI, Los Banos, Philippines. 1972.
- [45] Woo, S.C., W.H. Wu and I. J. Tung. Two semidwarfness genes induced from japonica rice, Chianung 242 and Tainan5. Bot. Bull. Acad. Sinica. Vol. 15:pp. 54-56. 1974.