

# การชักนำให้เกิดการกลายในข้าวโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (ตอนที่ 2)

## Induced Mutation in Rice by Tissue Culture II

เผด็จม ระติสุนทร<sup>1</sup> ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ<sup>1</sup> เสาวนีย์ สุพุทธิธาดา<sup>1</sup> สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล<sup>1</sup> เลิศลักษณ์ เงินศิริ<sup>1</sup>  
สมศักดิ์ อภิสิทธิ์วานิช<sup>1</sup> เบลจมาศ ศิลาชัย<sup>2</sup> พรรณณี รอดแรงบุญ<sup>1</sup> กาญจนา กล้าแข็ง<sup>3</sup> และ รังสิต เสงฆ์พันธ์<sup>3</sup>  
Paderm Ratisoontorn<sup>1</sup>, Pradit Pongtongkam<sup>1</sup>, Saowanee Suputtitada<sup>1</sup>, Surin Peyachoknagul<sup>1</sup>,  
Lertlak Ngernsiri<sup>1</sup> Somsak Apisittivanich<sup>1</sup> Benchamas Silayoi<sup>2</sup> Pannanee Rodrangboon<sup>1</sup>  
Kanchana Klakhaeng<sup>3</sup>, and Rangsit Senghaphan<sup>3</sup>

### ABSTRACT

Nine characters of  $M_1R_1$  and  $M_2R_2$  generation of Basmati 370 variety derived from 0,1,2,3,4 and 5 krad irradiated calli were studied and found that there were differences in some characters. The variation within group of non irradiated plants was less than the group of irradiated plants. In the addition variation on purple stigma and leaf sheath and awn length was found to occur in  $M_1R_1$  and  $M_2R_2$  generation.

**Key words:** induced mutation, rice, Basmati 370, irradiation, tissue culture

### บทคัดย่อ

จากการศึกษาลักษณะต่าง ๆ 9 ลักษณะของกลุ่มต้นข้าวในชั่ว  $M_1R_1$  และ  $M_2R_2$  ของข้าวพันธุ์บาสมาติ 370 ที่เจริญมาจากแคลลัสที่ผ่านการอาบรังสี 0,1,2,3,4 และ 5 กิโลเรด พบว่ามีความแตกต่างกันในบางลักษณะ และความแปรปรวนในกลุ่มต้นข้าวที่

ไม่ได้ผ่านการอาบรังสีจะน้อยกว่ากลุ่มต้นข้าวที่ผ่านการอาบรังสี นอกจากนี้ยังพบลักษณะที่ stigma และกาบใบมีสีม่วงและความยาวของหนวดข้าวไม่เท่ากัน

### คำนำ

ข้าวพันธุ์บาสมาติเป็นข้าวหอมซึ่งเป็นที่นิยม

1 ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Genetics, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

3 สถานีทดลองข้าวปทุมธานี คลองหลวง ปทุมธานี

Pathumtani Rice Research Center, Klong Luang, Pathumtani 12120, Thailand

ของผู้บริโภคในประเทศ แถบตะวันออกกลาง แต่ผลผลิตค่อนข้างต่ำ แม้ว่าจะมีการแตกกอดี แต่จำนวนเมล็ดต่อรวงไม่มากนัก มีเมล็ดลีบมาก ไม่ต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง แต่ต้านทานต่อโรคใบไหม้และโรครากเน่าได้ดีพอใช้ สามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย ข้าวพันธุ์บาสมาดิเป็นข้าวที่ราคาแพงที่สุด จึงน่าจะมีการปรับปรุงข้าวพันธุ์บาสมาดิเพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีผลผลิตสูง โดยชักนำให้เกิดการกลาย เพื่อให้ได้ลักษณะที่พึงประสงค์ เช่น มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมาก จำนวนเมล็ดลีบน้อย หรือต้านทานต่อโรคขอบใบแห้ง เป็นต้น แนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้โดยการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเข้ามาช่วยในขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ เช่น ในข้าวพันธุ์ Taichung No 65 (Wu and Li, 1970) ข้าวป่าสายพันธุ์ *Oryza parennis* (Wang et al., 1987) ข้าวพันธุ์ Kyoto Asahi (Nishi et al., 1968) สำหรับข้าวพันธุ์บาสมาดิ Raina et al. (1987) สามารถเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์บาสมาดิ 370 ให้เกิดแคลลัสได้ในอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D หรือ 2,4,5-T 1 หรือ 2 มก./ล. และแคลลัสสามารถเจริญและพัฒนาเป็นต้นในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากฮอร์โมน แต่เติม tryptophan 50 หรือ 100 มก./ล. เสดิมและคณะ (2532) ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงข้าวพันธุ์บาสมาดิ 370 ให้เกิดแคลลัสในอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติมน้ำมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์และ 2,4-D 2 มก./ล. NAA 2 มก./ล. และ kinetin 0.5 มก./ล. และแคลลัสสามารถเจริญและพัฒนาเป็นต้นใหม่ในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากน้ำมะพร้าวและสารควบคุมการเจริญเติบโต นอกจากนี้ Gosal et al (1993) ก็สามารถเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์บาสมาดิให้เกิดแคลลัสได้ในอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D 1.5-2.0 มก./ล. ร่วมกับ kinetin 0.5 มก./ล. และสามารถชักนำแคลลัสให้เจริญและพัฒนาเป็นต้นใหม่ได้ในอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin 0.5 มก./ล. ต่อมาได้มีการนำสารก่อการกลายมาร่วมในเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว เพื่อ

ชักนำให้เกิดการกลายที่ทำให้ได้ลักษณะพึงประสงค์ เช่นการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และเลี้ยงประทิวให้เกิดแคลลัส และนำแคลลัสไปเพาะเลี้ยงในอาหารที่ใส่เกลือ โดยมีจุดประสงค์ที่จะได้ต้นข้าวทนเค็ม (Vajrabhaya et al., 1989) หรือนำเอาแคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์เหลืองประทิว 123 ไปอาบรังสีแกมมาอัตราต่าง ๆ จากนั้นชักนำให้เจริญและพัฒนาเป็นต้นใหม่ซึ่งจะเกิดความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ (สุพรรณิ, 2532) จุดประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ ในต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่ผ่านการอาบรังสีแกมมาอัตราต่าง ๆ ในลูกข้าว  $M_1R_1$  และ  $M_2R_2$

## อุปกรณ์และวิธีการ

1. นำต้นอ่อนข้าวพันธุ์บาสมาดิ 370 ( $M_1R_1$ ) ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแคลลัสอายุ 3 สัปดาห์ ที่ผ่านการอาบรังสีแกมมาในปริมาณต่าง ๆ คือ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลแรด ออกปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว โดยปลูกต้นอ่อน 1 ต้นต่อ 1 กระถาง จากนั้นนำกระถางไปวางไว้ในสภาพที่ได้รับแสงสว่าง 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วย้ายกระถางออกมาวางในเรือนปลูกพืชทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์

2. ย้ายต้นอ่อนจากกระถางขนาดเล็กปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว ซึ่งบรรจุดินนาประมาณ 15 กิโลกรัม บันทึกลักษณะต่าง ๆ คือ

อายุวันออกดอก นับจำนวนวันที่ต้นข้าวเริ่มออกรวง เริ่มตั้งแต่ปักดำลงกระถาง 12 นิ้ว จนกระทั่งออกรวง

จำนวนต้นที่ออกรวงต่อกอ นับเฉพาะต้นที่ออกรวงในแต่ละกอ

ความสูง (เซนติเมตร) วัดความสูงของต้นที่สูง

ที่สุดในแต่ละกอ วัดจากโคนถึงปลายรวง

ความยาวรวง (เซนติเมตร) วัดจากฐานรวงถึงปลายรวงทุกรวง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ขนาดเมล็ด (มิลลิเมตร) วัดความกว้าง ความยาวของเมล็ดข้าวเปลือกจำนวน 10 เมล็ดต่อกอ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ชั่งน้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด

การติดเมล็ด นับจำนวนเมล็ดดีต่อรวงทุกรวง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การร่วงของเมล็ด ใช้วิธีออกแรงกำรวงข้าวจำนวน 5 รวงต่อกอ แล้วปล่อยสังเกตการร่วงของเมล็ด ลักษณะใบธง ตั้งตรง ตั้งปานกลาง แนวนอน หักลง

3. จากนั้นเก็บเมล็ดแก่โดยแยกเก็บแต่ละต้น ซึ่งจัดเป็นเมล็ด  $M_2R_2$  แล้วนำไปปลูกต่อในแปลงนาในฤดูถัดไป เมื่อต้นข้าวออกดอกได้ 30 วัน คัดเลือกต้น  $M_2R_2$  ที่มีลักษณะที่ดีในแต่ละปริมาณรังสีไว้บันทึกลักษณะต่าง ๆ เช่นเดียวกับในข้อ  $M_1R_1$

## ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่า ต้นข้าว  $M_1R_1$  มีอัตราการอยู่รอดเฉลี่ย 87.80% ค่าเฉลี่ยของลักษณะความสูง ความยาวรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ขนาดเมล็ด ได้แก่ ความกว้างและความยาว ของเมล็ด และลักษณะใบธงของต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่ผ่านการอาบรังสี 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลเรด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับค่าเฉลี่ยของลักษณะอายุวันออกดอก จำนวนต้นที่ออกรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และการร่วงของเมล็ด มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) เมื่อสังเกตความแปรปรวนภายในกลุ่มของต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่ไม่ได้อาบรังสี (0 กิโลเรด) และกลุ่มของต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่อาบรังสี (1-

5 กิโลเรด) จากข้อมูลที่ บันทึกไว้เป็นรายต้น พบว่ากลุ่มต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่ไม่ได้อาบรังสี จะมีความแปรปรวน ภายในกลุ่มน้อยกว่ากลุ่มต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่อาบรังสียกเว้นลักษณะอายุวันออกดอก และลักษณะใบธงที่พบว่ามีความแปรปรวนภายในกลุ่มน้อยมาก นอกจากนี้ยังพบลักษณะที่ stigma และกาบใบมีสีม่วง จากต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่อาบรังสี 1 กิโลเรด (Figure 1)

นำเมล็ดข้าวที่เก็บเกี่ยวได้จากแต่ละต้นของ  $M_1R_1$  มาปลูกเป็นต้น  $M_2R_2$  พบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ขนาดเมล็ด ได้แก่ ความกว้างของเมล็ด และลักษณะใบธงของต้นข้าว  $M_2R_2$  ในกลุ่มที่อาบรังสีปริมาณต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันสำหรับค่าเฉลี่ยของอายุวันออกดอก ความสูงความยาวรวง จำนวนต้นที่ออกรวงต่อกอ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ขนาดของเมล็ด ได้แก่ ความยาวของเมล็ดและการร่วงของเมล็ด มีความแตกต่างกัน (Table 2) เมื่อสังเกตความแปรปรวนภายในกลุ่มของต้นข้าวที่ไม่ได้อาบรังสี และภายในกลุ่มของต้นข้าวที่ได้อาบรังสี 1-5 กิโลเรดของแต่ละลักษณะ พบว่ากลุ่มต้นข้าวที่ไม่ได้อาบรังสีมีความแปรปรวนน้อยกว่ากลุ่มต้นข้าวที่ได้อาบรังสี 1-5 กิโลเรด ยกเว้นอายุวันออกดอกและใบธงมีความแปรปรวนน้อยมาก นอกจากนี้ยังพบใบข้าว มีเส้นกลางใบเป็นสีขาว จากต้นข้าวที่ได้อาบรังสี 2 กิโลเรด (Figure 2) และพบเมล็ดข้าวที่มีหนวดข้าวความยาวต่างกัน จากต้นข้าวที่ได้อาบรังสี 0, 1, 2 และ 5 กิโลเรด (Figure 3)

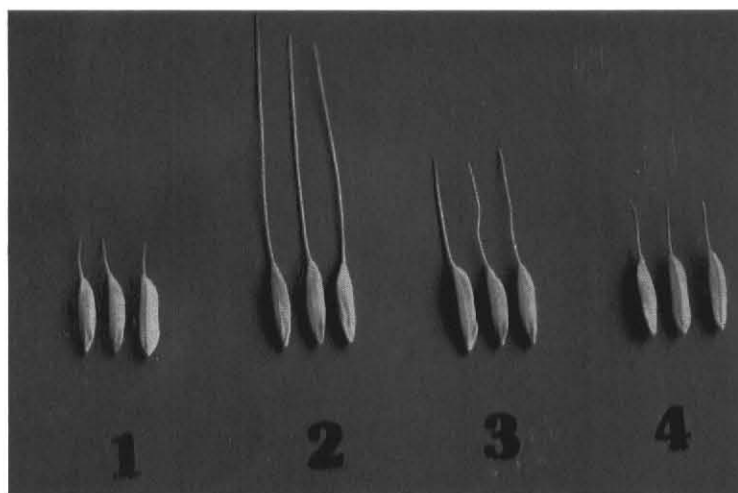
การที่ความแปรปรวนใน  $M_1R_1$  และ  $M_2R_2$  ของกลุ่มต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่ไม่ผ่านการอาบรังสี มีความแตกต่างเกิดขึ้น อาจเป็นเพราะเกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรม (somaclonal variation) ซึ่งจะพบในพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Mohmand and Murray, 1990, Chengzhang *et al.*, 1993) อย่างไรก็ตามความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในกลุ่มต้นข้าว



**Figure 1** Purple stigma and leaf sheath of  $M_1R_1$  plants regenerated from 1 krad irradiated calli.



**Figure 2** White midrib of plants regenerated from 2 krad irradiated calli.



**Figure 3** Variation in awn length of plants from various doses of irradiated calli.

(1 = 0 krad, 2 = 1 krad, 3 = 2 krad, 4 = 5 krad)

**Table 1** Nine characters of non irradiated and irradiated M<sub>1</sub> R<sub>1</sub> plants.

| Dose<br>of gamma<br>radiation<br>(krad) | Days to<br>heading | Plant<br>height<br>(cm) | Panicle<br>length<br>(cm) | No.of<br>effective<br>tiller | 1000<br>grain<br>weight<br>(gm) | % Seed<br>set | Grain size    |                | Grain <sup>1</sup><br>shattering | Flag <sup>2</sup><br>leaf<br>angle |
|-----------------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------------------------|------------------------------------|
|                                         |                    |                         |                           |                              |                                 |               | Width<br>(mm) | Length<br>(mm) |                                  |                                    |
| 0                                       | 84.20b             | 132.80a                 | 24.90a                    | 29.60b                       | 16.79a                          | 55.60a        | 2.16a         | 9.54a          | low                              | 3                                  |
| 1                                       | 81.00a             | 124.00a                 | 24.46a                    | 23.29ab                      | 20.09c                          | 52.54a        | 2.26a         | 9.50a          | high                             | 3                                  |
| 2                                       | 85.00b             | 123.25a                 | 25.14a                    | 20.25a                       | 19.74c                          | 61.40a        | 2.17a         | 9.71a          | low                              | 3                                  |
| 3                                       | 81.00a             | 126.33a                 | 25.00a                    | 16.00a                       | 18.82abc                        | 40.97a        | 2.20a         | 9.66a          | moderate                         | 3                                  |
| 4                                       | 81.00a             | 118.00a                 | 24.29a                    | 19.38a                       | 19.09bc                         | 27.70a        | 2.19a         | 9.78a          | high                             | 3                                  |
| 5                                       | 96.00c             | 120.00a                 | 23.10a                    | 24.00ab                      | 17.45a                          | 44.32a        | 2.13a         | 9.08a          | low                              | 3                                  |

1 Grain shattering; low = under 5%, moderate = 5-50%, high = more than 50%

2 Flag leaf angle; 1 = erect, 3 = intermediate, 5 = horizontal, 7 = descending

Different letters in the same column showed significant different at P < 0.05

**Table 2** Nine characters of non irradiated and irradiated M<sub>2</sub> R<sub>2</sub> plants.

| Dose<br>of gamma<br>radiation<br>(krad) | Days to<br>heading | Plant<br>height<br>(cm) | Panicle<br>length<br>(cm) | No.of<br>effective<br>tiller | 1000<br>grain<br>weight<br>(gm) | % Seed<br>set | Grain size    |                | Grain <sup>1</sup><br>shattering | Flag <sup>2</sup><br>leaf<br>angle |
|-----------------------------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------------------------|------------------------------------|
|                                         |                    |                         |                           |                              |                                 |               | Width<br>(mm) | Length<br>(mm) |                                  |                                    |
| 0                                       | 91.00b             | 142.17ab                | 24.17a                    | 18.17ab                      | 18.44a                          | 53.40ab       | 2.10a         | 9.76bc         | low                              | 3                                  |
| 1                                       | 89.50a             | 140.42a                 | 26.03ab                   | 17.83ab                      | 18.97a                          | 57.99b        | 2.12a         | 9.71abc        | high                             | 3                                  |
| 2                                       | 92.50c             | 146.72ab                | 26.37b                    | 15.44a                       | 17.90a                          | 58.37b        | 2.12a         | 9.59ab         | moderate                         | 3                                  |
| 3                                       | 92.50c             | 152.00b                 | 26.75b                    | 14.33a                       | 18.79a                          | 58.01b        | 2.13a         | 9.52a          | moderate                         | 3                                  |
| 4                                       | 95.75d             | 151.16b                 | 25.68ab                   | 15.83a                       | 17.94a                          | 45.73a        | 2.10a         | 9.66ab         | low                              | 3                                  |
| 5                                       | 96.00d             | 162.55c                 | 28.47c                    | 20.33b                       | 17.32a                          | 42.27a        | 2.07a         | 9.84c          | moderate                         | 3                                  |

1 Grain shattering; low = under 5%, moderate = 5-50%, high = more than 50%

2 Flag leaf angle; 1 = erect, 3 = intermediate, 5 = horizontal, 7 = descending

Different letters in the same column showed significant different at P < 0.05

ที่ไม่ผ่านการอาบรังสีน้อยกว่ากลุ่มต้นข้าวที่ผ่านการอาบรังสี การที่กลุ่มต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่ผ่านการอาบรังสีปริมาณต่าง ๆ มีความแปรปรวนภายในกลุ่มมาก อาจเป็นเพราะรังสีไปมีผลทำให้โครงสร้างของโครโมโซมเกิดการแตกหัก ทำให้มีการเพิ่มหรือการขาดของชิ้นส่วน โครโมโซมเกิดขึ้นหรือรังสีอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม มีผลทำให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมมากขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองสอดคล้องกับงานทดลองของ Raina (1993) ที่พบว่าต้นข้าวที่ได้จากวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะมีการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมหรือมีความผิดปกติของพันธุกรรมเกิดขึ้น ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงอาจจะแสดงออกมาในลักษณะความสูงที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามลักษณะที่กลายพันธุ์ไปจากเดิม แต่เป็นลักษณะด้อยอาจจะไม่ปรากฏในลูก M<sub>1</sub>R<sub>1</sub> แต่จะสามารถแสดงออกในลูกชั่ว M<sub>2</sub>R<sub>2</sub> ได้ และถ้าลักษณะที่กลายพันธุ์ไปดังกล่าวเป็นลักษณะที่พึงประสงค์ เมื่อทำการคัดเลือกต่อไปหลาย ๆ ชั่ว ก็อาจจะมีโอกาสได้พันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะดีไปกว่าพันธุ์เดิมได้

## สรุป

จากการศึกษาลักษณะต่าง ๆ 9 ลักษณะของกลุ่มต้นข้าวชั่ว M<sub>1</sub>R<sub>1</sub> ที่เจริญมาจากแคลลัสที่ผ่านการอาบรังสี 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 กิโลเรด พบว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะความสูง ความยาวรวง เเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ขนาดเมล็ดได้แก่ความกว้างและความยาวของเมล็ด และลักษณะใบธง ไม่มีความแตกต่างกัน แต่วันออกดอกจำนวนต้นที่ออกรวงต่อกอ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และการร่วงของเมล็ด มีความแตกต่างกันและพบลักษณะที่ stigma และกาบใบมีสีม่วงใน M<sub>1</sub>R<sub>1</sub> ด้วย เมื่อศึกษาลักษณะต่าง ๆ 9 ลักษณะของลูกชั่ว M<sub>2</sub>R<sub>2</sub> ที่ถูกคัดเลือกต้นที่มีลักษณะพึงประสงค์ไว้ พบว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ขนาดเมล็ดได้แก่ความกว้างของเมล็ด และลักษณะใบธง ไม่มีความแตกต่างกันแต่ค่าเฉลี่ยของลักษณะอายุวันออกดอก ความสูง ความยาวรวง จำนวนต้นที่ออกรวงต่อกอ เเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี ความยาวของเมล็ด และการร่วงของเมล็ด มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบเมล็ดข้าวที่มีหนวดข้าวความยาวต่าง ๆ กัน

สำหรับความแปรปรวนภายในกลุ่มของลูกข้าว  $M_1R_1$  และ  $M_2R_2$  พบว่า ความแปรปรวนภายในกลุ่มของต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่ไม่ได้อาบริงสีจะน้อยกว่าต้นข้าวที่เจริญมาจากแคลลัสที่อาบริงสีในปริมาณต่าง ๆ

## เอกสารอ้างอิง

- เผด็จ ระติสุนทร, ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ, เสาวนีย์ สุพุทธิธาดา และ สุพรรณิ แก่นสาร. 2532. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวพันธุ์ปทุมมา 370. ว.เกษตรศาสตร์ 23(3) : 205-210.
- สุพรรณิ แก่นสาร. 2532. ผลของรังสีแกมมาต่อการพัฒนาไปเป็นต้นอ่อนในข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Chengzhang, Z., Q. Xiufang, and Y. Changdeng. 1993. Study of "Black Superior Rice" selected by the use of somaclonal variation. Abstracts of Paper presented at the 6th International Rice Biotechnology, February 1-5, 1993. Chiang Mai, Thailand. p. 101.
- Gosal, S.S., H.S. Dhaliwal, J.S. Sandhu, M.S. Khinda, and P.K. Agrawal. 1993. Somatic cell, anther and protoplast culture in indica rice. Abstracts of Paper presented at the 6th International Rice Biotechnology, February 1-5, 1993. Chiang Mai, Thailand. p. 95.
- Mohmand, S.A. and W.N. Murray. 1990. Somaclonal variant plants of wheat derived from mature embryo explants of three genotypes. *Plant Cell Rep.* 15 : 473-497.
- Nishi, T., Y. Yamada, and E. Takahashi. 1968. Organ redifferentiation and plant restoration in rice callus. *Nature* 219 : 508-509.
- Raina, S.K., P. Sathish, and K.S. Sarma. 1987. Plant regeneration from in vitro cultures of anthers and mature seeds of rice (*Oryza sativa* L.). *Basmati*-370. *Plant Cell Rep.* 6 : 43-45.
- Raina, S.K. 1993. Progress in rice improvement through tissue culture and transformation technique. Abstracts of Paper presented at the 6th International Rice Biotechnology. February 1-5, 1993. Chiang Mai, Thailand. p. 102.
- Vajrabhaya, M., T. Thanapaisai, and T. Vajerabhaya. 1989. Development of salt tolerant lines of KDML and LPT rice cultivars through tissue culture. *Plant Cell Rep.* 8 : 411-414.
- Wang, M.S., F.J. Zapata, and D.C. De Castro. 1987. Plant regeneration through somatic embryogenesis from mature seed and young inflorescence of wild rice (*Oryza parennis* Moench). *Plant Cell Rep.* 6 : 294-295.
- Wu, L. and H.W. Li. 1970. Introduction of callus tissue initiation from different somatic organ of rice plant by various concentration of 2, 4-dichlorophenoxy acetic acid. *Cytol.* 36 : 411-416.