

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

-----

1. แผนงานวิจัย : -
2. โครงการวิจัย : โครงการวิจัยการใช้นิวเคลียร์เทคนิคในการปรับปรุงพันธุ์พืช  
การจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย เพื่อเพิ่มผลผลิตพืช
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวโดยการฉายรังสีเพื่ออายุเก็บเกี่ยวสั้น  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Mungbean Improvement for Early Maturity Using Irradiation
4. คณะผู้ดำเนินงาน
- หัวหน้าการทดลอง : สุมนา งามผ่องใส ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท
- ผู้ร่วมงาน : วิไลรัตน์ แป้นแก้ว<sup>1</sup> อารดา มาสรี<sup>1</sup> จิราลักษณ์ ภูมิโสสง<sup>1</sup>  
เขาวนาถ พฤทธิเทพ<sup>1</sup> ชูชาติ บุญศักดิ์<sup>1</sup> สุวิมล ถนอมทรัพย์<sup>2</sup>

### 5. บทคัดย่อ:

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวโดยการฉายรังสีเพื่ออายุเก็บเกี่ยวสั้น ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ระหว่างเดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือนกันยายน 2559 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวผิวมันให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น และให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์มาตรฐาน ผลการทดลอง ในปี 2555 หาอัตรารังสีที่เหมาะสม พบว่า LD<sub>50</sub> ของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 60 และชัยนาท 84-1 เท่ากับ 600 เกรย์ และ 800 เกรย์ ตามลำดับ ในปี 2556 ฉายรังสีแกมมาถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 60 อัตรา 600 เกรย์ เพื่อสร้างประชากรของถั่วเขียวสายพันธุ์กลาย ทำการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ในช่วงที่ 2 3 4 5 และ 6 พบว่า สามารถคัดเลือกสายพันธุ์กลายในช่วงที่ 3 4 และ 5 ในปี 2557-2558 คัดเลือกได้จำนวน 327 453 ต้น และ 127 สายพันธุ์ตามลำดับ ในช่วงที่ 6 สร้างเป็นสายพันธุ์กลายจากถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 จำนวน 50 สายพันธุ์ พบว่า ให้ความสูง 59.3-71.1 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อต้น 11-19 ฝัก ความยาวฝัก 8.3-10.1 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อฝัก 9-12 เมล็ด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 59.3-74.3 กรัม อายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 66-71 วัน ถั่วเขียวสายพันธุ์ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 114-234 กิโลกรัมต่อไร่ สายพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัยนาท 60 จำนวน 40 สายพันธุ์ ให้ความสูง 39.8-48.9 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อต้น 10-15 ฝัก ความยาวฝัก 8.2-9.5 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อฝัก 9-11 เมล็ด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 63.5-75 กรัม อายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 61-62 วัน ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 97-154 กิโลกรัมต่อไร่ การเก็บเกี่ยวในช่วงที่ 6 คัดแถวที่มีลักษณะทางการเกษตรดี อายุเก็บเกี่ยวสั้น และผลผลิตสูง สร้างเป็นสายพันธุ์กลายได้ทั้งหมด 40 สายพันธุ์ เข้าปลูกเปรียบเทียบเบื้องต้นในปี 2560 ต่อไป

คำหลัก: ถั่วเขียว คัดเลือกพันธุ์ อายุเก็บเกี่ยวสั้น การกลายพันธุ์ รังสี

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000 โทรศัพท์ 0 5640 5080-2

<sup>1</sup> Chai Nat Field Crops Research Center, Muang, Chai Nat 17000 Tel. 0 5640 5080-2

<sup>2</sup> สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

<sup>2</sup> Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Chatuchak, Bangkok 10900

## ABSTRACT

Mungbean improvement using irradiation for early maturity were carried out to improve yield quality and early maturity at Chai Nat Field Crops Research Center in 2012-2016. Seeds of mungbean varieties CN 84-1 and CN 60 were irradiated with a dose of 600 Gy gamma rays. A number of mutant lines were selected from M<sub>3</sub> generation onwards. The individual plant and plant to row selections were made in M<sub>3</sub> M<sub>4</sub> M<sub>5</sub> and M<sub>6</sub> respectively. The selected characters observed were early maturity, high pod per plant, pods protruding up above the canopy and low level of powdery mildew disease. In M<sub>3</sub> M<sub>4</sub> and M<sub>5</sub> generation, the individual of 327 453 plants and 127 lines were selected. M<sub>6</sub> mutants lines from Chai Nat 84-1 gave plant height 59.3-71.1 cm, 11-19 pod/plant, pod long 8.3-10.1 cm, 9-12 seed/pod , 1,000 seeds weight of 59.3-74.3 g and harvesting of 66-71 days after planting which had yield of 114-234 kg/rai. M<sub>6</sub> mutants lines from Chai Nat 60 gave plant height 39.8-48.9 cm, 10-15 pod/plant, pod long 8.2-9.5 cm, 9-11 seed/pod, 1,000 seeds weight of 63.5-75 g and harvesting of 61-62 days after planting which had yield of 97-154 kg/rai. Forty mutant lines with good agronomic characters short maturity and high yield were selected.

**Key words:** mungbean, breeding, early maturity, mutation, irradiation

## 6. คำนำ

ถั่วเขียวเป็นพืชอายุสั้น ใช้น้ำน้อย ทนแล้งได้ดี อย่างไรก็ตาม การปลูกถั่วเขียวในฤดูแล้งมักประสบปัญหาการขาดน้ำสำหรับการเจริญเติบโต การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เทคนิคการกลายพันธุ์สามารถคัดเลือกได้พันธุ์ถั่วเขียวอายุสั้น และทนต่อความแห้งแล้งได้ 3 พันธุ์ (สิรินุช, 2540) นอกจากนี้ พันธุ์กลายที่คัดเลือกในลักษณะสุกแก่เร็ว ยังได้ลักษณะการให้ผลผลิตสูงด้วย เช่น ถั่วเขียวพันธุ์ NIAB Mung 20-21 ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์โดยการเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยรังสีแกมมา ในปี ค.ศ. 1960 ประเทศปากีสถาน ได้ถั่วเขียวที่มีอายุเก็บเกี่ยวเร็ว สามารถเก็บเกี่ยวได้ภายใน 56 วัน มีลักษณะต้นเตี้ยและให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ตั้งต้น (Pak 22) ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ (Amano, 1997)

พืชแต่ละชนิดมีความไวต่อรังสี (radiosensitivity) แตกต่างกันไป ลักษณะความไวหรือความทนทานรังสีขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการส่วนหนึ่งควบคุมด้วยยีน (gene) สามารถถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ได้ การพิจารณาใช้รังสีในปริมาณเท่าใดจึงเหมาะสมนั้น อาจค้นคว้าได้จากผลงานวิจัยที่ทำมาแล้วโดยนักวิจัยอื่นๆ หรืออาจจะทำการ

ทดลองเพื่อหาปริมาณรังสีที่เหมาะสม ซึ่งทำได้ 2 วิธี คือ 1) วัดเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของต้นกล้า (seedling survival percentage) แล้วหาปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นกล้าตายไป 50% ( 50% Lethal Dose , LD<sub>50</sub> ) ของกลุ่มเปรียบเทียบ (control) และ 2) วัดการเจริญเติบโตของ ต้นกล้า (seedling growth) แล้วหาค่าปริมาณรังสีที่ทำให้ต้นกล้านลดการเจริญเติบโตลง 50% (50 % Growth Reduction , GR<sub>50</sub> ) ของกลุ่มเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่แนะนำใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์พืช คือปริมาณรังสีที่ทำให้เกิดการตายกับต้นพืช 30 - 50 เปอร์เซ็นต์ (LD<sub>30</sub>-LD<sub>50</sub>)

การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์เป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์วิธีหนึ่งโดยการใช้รังสี มีข้อได้เปรียบเนื่องจากมีสมบัติในการทะลุทะลวงสูง กำหนดปริมาณได้แน่นอน และเหนี่ยวนำให้เกิดความแปรปรวนในการกลายของยีนหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม (สิรินุชและคณะ, 2526) ได้มีผู้ศึกษาถึงผลของรังสีต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางชีววิทยา ทางพันธุกรรม ทางสรีรวิทยา ความถี่ของการกลายพันธุ์ ตลอดจนการคัดเลือกสายพันธุ์กลายและพัฒนาเป็นพันธุ์ใช้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกประสบความสำเร็จ ในหลายประเทศ (Bahl and Gupta, 1983; Chow and Loo, 1988; Lamseejan *et al.*, 1988; Satyanarayana *et al.*, 1988; Wongpiyasatid *et al.*, 1990) ได้แก่ ถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 72 จากประเทศไทย พันธุ์ PsJ-B-II-17-6, PsJ-S-31 จากอินโดนีเซีย พันธุ์ NM98 จากปากีสถาน พันธุ์ I-176 จากจีน และพันธุ์ PAEC 3 จากฟิลิปปินส์; (Watanasit *et al.*, 2001; Ngampongsai *et al.*, 2004; Ngampongsai *et al.*, 2008)

วัตถุประสงค์การทดลอง เพื่อปรับปรุงพันธุ์ถั่วเขียวผิวมันให้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น และให้ผลผลิตใกล้เคียงกับพันธุ์มาตรฐาน

## 7. วิธีดำเนินการ

### - อุปกรณ์

1. เครื่องฉายรังสีแกมมาของสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ
2. เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียว 2 พันธุ์ คือ ถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 84-1 (CN 84-1) และถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 60 (CN 60)
3. ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่
4. สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

### - วิธีการ

ปี 2555 หาปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์โดยนำเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ชยันนาท 60 และชยันนาท 84-1 มาฉายรังสีปริมาณต่างๆ กัน ตั้งแต่ 200 400 600 800 1,000 1,200 1,400 1,600 และ 1,800 เกรย์ แล้วนำเมล็ดไปปลูกในกระบะเพาะชำ ปลูกเป็นแถวโดยมีเมล็ดที่ไม่ฉายรังสีปลูกเปรียบเทียบด้วยจำนวนแถวตามปริมาณรังสี เมื่ออายุประมาณ 30 วัน นับจำนวนต้นที่อยู่รอดที่ปริมาณรังสีต่างๆ กัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วปรับเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของพวกที่ไม่ได้ฉายรังสี โดยปรับให้จำนวนต้นรอดของพวกที่ไม่ได้ฉายรังสีเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ หาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีกับเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้า โดยให้ปริมาณรังสีอยู่บนแกน X เปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดอยู่บนแกน Y จากจุด 50 เปอร์เซ็นต์ของแกน Y ลากเส้นออกมาตัดเส้นเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอด และลากลงมาตัดค่าของปริมาณรังสีในแกน X ณ จุดตัดบนแกน X เป็นปริมาณรังสีที่ทำให้พืชอยู่รอด 50 เปอร์เซ็นต์ หรือตาย 50 เปอร์เซ็นต์ เรียกปริมาณรังสีนี้ว่า ค่า LD<sub>50</sub>

การหาค่า GR<sub>50</sub> ก็ทำได้เช่นเดียวกัน โดยเปลี่ยนจากการวัดเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้ามาเป็นการวัดการเจริญเติบโต เมื่อต้นกล้าอายุ 7 14 21 และ 28 วัน เช่น วัดความสูงของต้นกล้า ความยาวของราก หรือน้ำหนักแห้งของต้นกล้า หาค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วปรับเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของพวกที่ไม่ได้ฉายรังสี หรือกลุ่มเปรียบเทียบ ซึ่งปริมาณรังสีที่ทำให้ความสูงลดลงครึ่งหนึ่งของที่ไม่ได้ฉายรังสี คือ ค่า GR<sub>50</sub>

ปี 2556 ฉายรังสีแกมมาถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ชัณษาท 84-1 และชัณษาท 60 อัตรา 600 เกรย์ เพื่อสร้างประชากรของถั่วเขียวสายพันธุ์กลาย

ฤดูแล้ง ปี 2556 การสร้างประชากรของถั่วเขียวสายพันธุ์กลายสายพันธุ์กลายชั่วที่ 1 (M<sub>1</sub>) ปลูกเมล็ดที่ได้จากการฉายรังสี ไม่ทำการคัดเลือกในชั่วที่ 1 เมื่อฝักแก่ทำการเก็บเกี่ยว 1 ฝัก จาก M<sub>1</sub> ทุกต้น รวมกันได้เมล็ด M<sub>2</sub> รวม (M<sub>2</sub> – bulk)

ฤดูฝน ปี 2556 สายพันธุ์กลายชั่วที่ 2 (M<sub>2</sub>) ในฤดูปลูกนี้ทำการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะตามวัตถุประสงค์ทำการเก็บเกี่ยว คือเก็บฝักจากต้นที่ตัดไว้แบบแยกต้น ได้ M<sub>3</sub> บันทึกลักษณะความสูงต้นจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ดต่อต้น ขนาดเมล็ดและลักษณะเด่นที่ทำการคัดเลือกไว้

ฤดูแล้ง ปี 2557 สายพันธุ์กลายชั่วที่ 3 (M<sub>3</sub>) ในฤดูปลูกนี้ทำการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะตามวัตถุประสงค์ โดยปลูกคัดเลือกในแปลงทดลอง นำเมล็ด M<sub>3</sub> ไปปลูกแบบต้นต่อแถว การคัดเลือกใน M<sub>3</sub> ทำการคัดต้นหรือแถวที่ตรงตามวัตถุประสงค์ บันทึกลักษณะเช่นเดียวกับชั่วที่ 2

ฤดูแล้ง ปี 2558 สายพันธุ์กลายชั่วที่ 4 (M<sub>4</sub>) การปลูก การคัดเลือกตลอดจนการเก็บเกี่ยว และการบันทึกลักษณะต่าง ๆ ของ M<sub>4</sub> ทำเช่นเดียวกับชั่วที่ 3 ได้เมล็ด M<sub>5</sub> ทำการรวมเมล็ด M<sub>5</sub> ที่คัดเลือกได้จากพันธุ์และกรรมวิธีเดียวกันเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นสายพันธุ์ หาค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆ จากจำนวนต้นที่มารวมกันของแต่ละสายพันธุ์

ฤดูฝน ปี 2558 สายพันธุ์กลายชั่วที่ 5 (M<sub>5</sub>) การปลูก การคัดเลือกตลอดจนการเก็บเกี่ยว และการบันทึกลักษณะต่าง ๆ ของ M<sub>5</sub> ทำเช่นเดียวกับชั่วที่ 4 ได้เมล็ด M<sub>5</sub> ทำการรวมเมล็ด M<sub>6</sub> ที่คัดเลือกได้จากพันธุ์และกรรมวิธีเดียวกันเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นสายพันธุ์หาค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆ จากจำนวนต้นที่มารวมกันของแต่ละสายพันธุ์

ฤดูแล้ง ปี 2559 นำสายพันธุ์กลายชั่วที่ 6 (M<sub>6</sub>) ที่คัดเลือกได้ ในสายพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัณษาท 84-1 จำนวน 50 สายพันธุ์ และสายพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัณษาท 60 จำนวน 40 สายพันธุ์ ทำการปลูกบันทึกลักษณะต่างๆ หาค่าเฉลี่ยลักษณะของแต่ละสายพันธุ์ และคัดเลือกสายพันธุ์ตามลักษณะที่ต้องการ เพื่อเข้าปลูกเปรียบเทียบเบื้องต้นในปี 2560 ต่อไป

การประเมินผลผลิต (เปรียบเทียบเบื้องต้น-การทดสอบผลผลิต) ปลูกสายพันธุ์กลายที่คัดเลือกได้เปรียบเทียบกับสายพันธุ์เดิมและพันธุ์รับรอง ทำการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกลักษณะสายพันธุ์องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตต่อพื้นที่ปฏิบัติดูแลรักษาแปลงทดลองตามคำแนะนำ

#### - การบันทึกข้อมูล

วันปลูก วันงอก วัน 50% ดอกแรกบาน วัน 50% ฝักแรกแก่ วันเก็บเกี่ยว ความสูง (เซนติเมตร) เมื่อเก็บเกี่ยวจำนวนข้อต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก จำนวนต้นที่เก็บเกี่ยว น้ำหนักเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 1000 เมล็ด น้ำหนักเมล็ดต่อแปลงย่อย คุณภาพของเมล็ดโรครและแมลง ดัชนีการทนแล้ง การตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม คะแนนต้นล้ม คะแนนฝักแตก ข้อมูลทางอูตุนิยมวิทยา

#### - เวลาและสถานที่

ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ระหว่างเดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือนกันยายน 2559

### 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง พบว่า LD<sub>50</sub> ของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 60 และชัยนาท 84-1 เท่ากับ 600 เกรย์ และ 800 เกรย์ ตามลำดับ (Fig 1 and 2) GR<sub>50</sub> ของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 60 และชัยนาท 84-1 เท่ากับ 400 เกรย์ และ 600 เกรย์ ตามลำดับ (Fig 3) ทำการเก็บเกี่ยว 1 ฝักจาก M<sub>1</sub> ทุกต้นรวมกันได้เมล็ด M<sub>2</sub>-single และ M<sub>2</sub>รวม (M<sub>2</sub> - bulk) ในฤดูฝน ปี 2556 ปลูกสายพันธุ์กลายชั่วที่ 2 พบลักษณะการกลายของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll mutation) ที่เกิดกับต้นกล้าหลายชนิด ได้แก่ ลักษณะต้นที่มีใบจริงคู่แรกเป็นสีขาว (albina) เหลือง (xantha) เขียวอมเหลือง (chlorina) เขียวอ่อน (viridis) เขียวเข้ม (dark green) พบลักษณะใบเหลืองมากกว่าต้นที่มีใบสีขาว หลังจากงอกมาแล้ว 7 - 10 วัน ต้นใบเหลืองและต้นใบขาวจะตายไป ส่วนต้นที่มีใบสีเขียวอ่อนและสีเขียวเข้มจะยังคงมีชีวิตอยู่และมีลักษณะปกติเมื่ออายุเพิ่มขึ้น Malik (1966) รายงานไว้ว่า ลักษณะยีนที่ควบคุมการกลายของคลอโรฟิลล์ที่ได้นี้อยู่ในสภาพ heterozygous และมีการกระจายตัวแบบ monogenic recessive การฉายรังสีถั่วเขียวจะพบการกลายของคลอโรฟิลล์เสมอ ดังรายงานของ Jebarag and Marappan (1981), Bahl and Gupta (1982), Malik (1966), Jana (1963), Santos (1969) และ Asencion (1994) ซึ่งลักษณะการกลายของคลอโรฟิลล์นี้เป็นดัชนีที่สำคัญในการประมาณการเปลี่ยนแปลงในลักษณะทางพันธุกรรมอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลจากการใช้สิ่งก่อกลายพันธุ์

ในชั่วที่ 2 ถั่วเขียวทั้งสองพันธุ์มีการเจริญเติบโตไม่ค่อยดี จึงไม่ทำการคัดเลือกในชั่วที่ 2 ทำการเก็บเกี่ยว 1 ฝัก จาก M<sub>2</sub> ทุกต้นรวมกันได้เมล็ด M<sub>3</sub> โดยถั่วเขียวสายพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัยนาท 60 มีอายุถึงวันงอก 5 วัน อายุถึงวันออกดอก 30 วัน อายุเก็บเกี่ยว 55 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เดิมจะมีอายุสั้นกว่าเล็กน้อย โดยถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 60 มีอายุถึงวันงอก 3 วัน อายุถึงวันออกดอก 33 วัน อายุเก็บเกี่ยว 60 วัน ถั่วเขียวสายพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัยนาท 84-1 มีอายุถึงวันงอก 5 วัน อายุถึงวันออกดอก 35 วัน อายุเก็บเกี่ยว 64 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เดิมจะมีอายุสั้นกว่าเล็กน้อย โดยถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 มีอายุถึงวันงอก 3 วัน อายุถึงวันออกดอก 35 วัน อายุเก็บเกี่ยว 66 วัน (Table 1)

องค์ประกอบผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 60 และพันธุ์ชัยนาท 84-1 ที่ฉายรังสีและเปรียบเทียบกับพันธุ์เดิมมีดังนี้ถั่วเขียวพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัยนาท 60 มีจำนวนต้นเก็บเกี่ยว 12,500 ต้น ความสูง 45 เซนติเมตร จำนวนข้อต่อต้น 11 ข้อ จำนวนฝักต่อต้น 12 ฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 65 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เดิม ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 60 มีจำนวนต้นเก็บเกี่ยว 15,450 ต้น ความสูง 44 เซนติเมตร จำนวนข้อต่อต้น 9 ข้อ จำนวนฝักต่อต้น 10 ฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 61 กรัม (Table 2)

ถั่วเขียวพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัยนาท 84-1 มีจำนวนต้นเก็บเกี่ยว 24,470 ต้น ความสูง 65 เซนติเมตร จำนวนข้อต่อต้น 16 ข้อ จำนวนกิ่งต่อต้น 2 กิ่ง จำนวนฝักต่อต้น 15 ฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 72 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เดิม ถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 มีจำนวนต้นเก็บเกี่ยว 23,356 ต้น ความสูง 63 เซนติเมตร จำนวนข้อต่อต้น 14 ข้อ จำนวนกิ่งต่อต้น 2 กิ่ง จำนวนฝักต่อต้น 14 ฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 70 กรัม (Table 2)

ในปี 2557 ปลูกถั่วเขียวสายพันธุ์กลายในชั่วที่ 3 ( $M_3$ ) คัดเลือกต้นได้ เมล็ด  $M_4$  จากพันธุ์ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 60 จำนวน 141 และ 186 ต้น รวม 327 ต้น ปลูก  $M_4$  แบบต้นต่อแถว ลักษณะทางการเกษตรของสายพันธุ์กลายในชั่วที่ 3 และ 4 แสดงใน Table 3 and 4 คัดเลือกต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นได้ 366 ต้น และต้นที่มีจำนวนฝักต่อต้น มากกว่า 20 ฝัก ได้ 87 ต้น รวม 453 ต้น (Table 5) เพื่อคัดเลือกไปปลูกในชั่วที่ 5 ในปี 2558 ต่อไป

ปี 2558 ปลูกถั่วเขียวสายพันธุ์กลายในชั่วที่ 5 ( $M_5$ ) แบบต้นต่อแถว 453 สายพันธุ์ จากเมล็ด  $M_4$  พบว่า ถั่วเขียวมีชีวิตรอดเพียง 419 สายพันธุ์ คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น และให้ผลผลิตสูง แบบคัดแถวจากพันธุ์ชัยนาท 84-1 ที่อายุเก็บเกี่ยวฝักแก่ 50 % อยู่ระหว่าง 53-62 วัน ผลผลิตต่อต้น 14.9-69.8 กรัม และพันธุ์ชัยนาท 60 ที่อายุเก็บเกี่ยวฝักแก่ 50 % อยู่ระหว่าง 46-51 วัน ผลผลิตต่อต้น 8.0-36.3 กรัม (Table 6) ทำการคัดเลือก พันธุ์ชัยนาท 84-1 จำนวน 50 สายพันธุ์ และพันธุ์ชัยนาท 60 จำนวน 40 สายพันธุ์ รวม 90 สายพันธุ์

ในปี 2559 ปลูกถั่วเขียวสายพันธุ์กลายในชั่วที่ 6 ( $M_6$ ) ที่คัดเลือกจากปี 2558 ในสายพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัยนาท 84-1 จำนวน 50 สายพันธุ์ พบว่า ให้ความสูง 59.3-71.1 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อต้น 11-19 ฝัก ความยาวฝัก 8.3-10.1 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อฝัก 9-12 เมล็ด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 59.3-74.3 กรัม อายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 66-71 วัน ถั่วเขียวสายพันธุ์ CNMB-M6-CN84-1-211 ให้อายุเก็บเกี่ยวสั้นที่สุด พันธุ์ชัยนาท 84-1 ให้อายุเก็บเกี่ยว 68 วัน ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 114-234 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 7) สายพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัยนาท 60 จำนวน 40 สายพันธุ์ ให้ความสูง 39.8-48.9 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อต้น 10-15 ฝัก ความยาวฝัก 8.2-9.5 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อฝัก 9-11 เมล็ด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 63.5-75 กรัม อายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 61-62 วัน พันธุ์ชัยนาท 60 ให้อายุเก็บเกี่ยว 62 วัน ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 97-154 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 8) การเก็บเกี่ยวในชั่วที่ 6 คัดแถวที่มีลักษณะทางการเกษตรดี อายุเก็บเกี่ยวสั้น และผลผลิตสูง สร้างเป็นสายพันธุ์กลายได้ทั้งหมด 40 สายพันธุ์ เพื่อนำเข้าปลูกเปรียบเทียบเบื้องต้นในปี 2560 ต่อไป

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในปี 2556 ฉายรังสีแกมมาถั่วเขียวผิวมันพันธุ์ชัยนาท 84-1 และชัยนาท 60 อัตรา 600 เกรย์ เพื่อสร้างประชากรของถั่วเขียวสายพันธุ์กลาย ทำการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะทางการเกษตรที่ดี ในชั่วที่ 2 3 4 5 และ 6 พบว่า สามารถคัดเลือกสายพันธุ์กลายในชั่วที่ 3 4 และ 5 ในปี 2557-2558 คัดเลือกได้จำนวน 327 453 ต้น และ 127 สายพันธุ์ ตามลำดับ ในชั่วที่ 6 สร้างเป็นสายพันธุ์กลายจากถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 84-1 จำนวน 50 สายพันธุ์ พบว่า ให้ความสูง 59.3-71.1 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อต้น 11-19 ฝัก ความยาวฝัก 8.3-10.1 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อฝัก 9-12 เมล็ด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 59.3-74.3 กรัม อายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 66-71 วัน ผลผลิต

เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 114-234 กิโลกรัมต่อไร่ สายพันธุ์กลายจากพันธุ์ชัยนาท 60 จำนวน 40 สายพันธุ์ ให้ความสูง 39.8-48.9 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อต้น 10-15 ฝัก ความยาวฝัก 8.2-9.5 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดต่อฝัก 9-11 เมล็ด น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 63.5-75 กรัม อายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 61-62 วัน ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 97-154 กิโลกรัมต่อไร่ การเก็บเกี่ยวในชั่วที่ 6 คัดแถวที่มีลักษณะทางการเกษตรดี อายุเก็บเกี่ยวสั้น และผลผลิตสูง สร้างเป็นสายพันธุ์กลายได้ทั้งหมด 40 สายพันธุ์ เข้าปลูกเปรียบเทียบเบื้องต้นในปี 2560 ต่อไป

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ถั่วเขียวผิวมันพันธุ์กลายจำนวน 40 สายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูง และอายุสั้น เพื่อเข้าเปรียบเทียบเบื้องต้นในปี 2560 ต่อไป

## 11. คำขอขอบคุณ

คณะผู้ดำเนินงาน ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการฉายรังสีแกมมา

## 12. เอกสารอ้างอิง

สิรินุช ลามศรีจันทร์, สุมินทร์ สมทคุปต์ และอรุณี วงศ์ปิยะสกลิตย์. 2526. ถั่วเขียวพันธุ์กลายจากการใช้รังสีแกมมา.

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 16(6) : 446-457.

สิรินุช ลามศรีจันทร์. 2540. การใช้เทคนิคการกลายพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์พืช. หน้า 19-23. ใน: รายงานการประชุมวิชาการถั่วเขียวแห่งชาติ ครั้งที่ 7. จ. พิษณุโลก.

Amano, E. 1997. Plant cultivars derived from induced mutation induction or the use of Induced mutants in cross breeding . เอกสารประกอบการบรรยายในการสัมมนาเรื่อง Workshop on Induced Mutations and Molecular Techniques for Crop Improvement. 12-14 มีนาคม 2539 จัดโดยภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ น. 1-51.

Asencion, A.B., A. Singson-Asencion, F.I.S. Medina III and A. Galvez. 1994. The mutagenicity of sodium azide in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) under different presoaking treatments. A paper presented in the Seminar on Legume Mutation Breeding – Regional Nuclear Cooperative in Asia. Nov. 15-25, 1994. Beijing, China. 25 p.

Bahl, J.R. and P.K. Gupta. 1983. Promising mutants in mungbean, *Vignaradiata* (L.) Wilczek. Plant Breeding Abstr. 53(2): 165.

Chow, K.H. and E.H. Loo. 1988. Mutation breeding in mungbean by using EMS. In Mungbean Proceedings of the Second International Symposium. Nov. 16-20, 1987. Bangkok, Thailand.

Jana, M.K. 1963. X-ray induced mutations of *Phaseolus mungo* L. 1. Chlorophyll mutations.

- Caryologia 16: 685-692.
- Jebarag, S. and P.V. Marappan. 1981. Mutagenesis effectiveness and efficiency of Gamma rays and ethylmethane sulphonate in green gram (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) Madras Agric. J. 68: 631-637.
- Lamseejan, S., S. Smutkupt, A. Wongpiyasatid and K. Naritoom. 1988. Use of radiation in mungbean breeding. *In* Mungbean Proceedings of the Second International Symposium. Nov. 16-20, 1987. Bangkok, Thailand. pp. 174-177.
- Malik, I.A. 1996. Improvement of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) through induced mutations And molecular techniques. *In* Workshop on Induced Mutations and Molecular Techniques for Crop Improvement. March 12-14, 1969. Department of Applied Radiation and Isotopes. Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. pp 123-168.
- Ngampongsai, S., S. Srisompun and P. Srinives. 2004. Mungbean Mutants Multi-Location Trial: Thailand. Paper Presented at the IAEA/RAC Project Progress Reviewing Meeting on “Mutants Multi-location Trials and Mutation Enhancement of Genetic Diversity”, 29 October – 3 November 2004. Suwon and Seoul, Republic of Korea.
- Ngampongsai, S., A. Watanasit, S. Srisombun, P. Srinivesand A. Masari. 2008. Current Status of Mungbean and the Use of Mutation Breeding in Thailand. Paper Presented at the International Symposium on Induced Mutations in Plants (ISIM), 12-15 August 2008, Vienna, Austria.
- Santos, I.S. 1969. Induction of mutations in mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb) and Genetic studies of some of the mutants. *In* Induced mutations in plants. Proc. Int Symp. Pullman Washington. IAEA, Vienna. p. 169.
- Satyanarayana, A., P. Sunaiah and Y.K. Rao. 1988. Radiation-induced Resistance to Preharvest Sprouting in (Mungbean *Vignaradiata* (L.) Wilczek). *In* Mungbean Proceedings of the Second International Symposium. Nov. 16-20, 1987. Bangkok, Thailand.
- Watanasit, A., S. Ngampongsai and W. Thanomsub. 2001. The Use of Induced mutations for Mungbean Improvement. p.11-12. *In* Report of an FAO/IAEA Seminar on Mutation Techniques and Molecular Genetics for Tropical and Subtropical Plant Improvement in Asia and the Pacific Region. October 11-15, 1999. Philippines.
- Wongpiyasatid, A., S. Lamseejan, S. Smutkupt, K. Naritoom and E. Junkhunthode. 1990. Mutation Induction and Evaluation of Mungbean Selected Lines for High Yield and Resistance to



Cercospora Leaf Spot. Paper presented in the 4<sup>th</sup> Plant Mutation Breeding Workshop.  
Dec. 17-19, 1990. Chiang Mai, Thailand. 1 p.

**Table 1** Day to 50% emergence, Day to 50% flowering and Day to harvest of Chai Nat 60 and Chai Nat 84-1 irradiated and parent.

Treatment	Characteristics		
	Day to 50% emergence	Day to 50% flowering	Day to harvest
CN 60 irradiated	5	30	55
CN 60 parent	3	33	60
CN 84-1 irradiated	5	35	64
CN 84-1 parent	3	35	66

**Table 2** Yield components of Chai Nat 60 and Chai Nat 84-1 irradiated and parent.

Yield components	CN 60 irradiated	CN 60 parent	CN 84-1 irradiated	CN 84-1 parent
No of plants harvest	12,500	15,450	24,470	23,356
Plant Height (cm)	45	44	65	63
Node/plant	11	9	16	14
Branch/Plant	0	0	2	2
Pod/plant	12	10	15	14
1,000 seed weight (gm.)	65	61	72	70

**Table 3** Agronomic Characteristics of M<sub>3</sub> Chai Nat 60 and Chai Nat 84-1.

Treatments	Agronomic Characteristics				
	Plant Height (cm)	Pod/Plant	Pod length (cm)	Seed/Pod	1,000 seed weight (g)
CN 60 irradiated	45	11	10.2	12	65
CN 60 parent	44	10	9.3	11	61
CN 84-1 irradiated	65	15	10.5	12	72
CN 84-1 parent	63	14	10	12	70

**Table 4** Agronomic Characteristics of M<sub>4</sub> Chai Nat 60 and Chai Nat 84-1.

Treatments	Agronomic Characteristics				
	Plant Height (cm)	Pod/Plant	Pod length (cm)	Seed/Pod	1,000 seed weight (g)
CN 60 irradiated	45	11	10.2	12	65
CN 60 parent	44	10	9.3	11	61
CN 84-1 irradiated	65	15	10.5	12	72
CN 84-1 parent	63	14	10	12	70

CN 60 irradiated	52.3	9.2	11	11	68.2
CN 60 parent	59.6	7	9.5	11	68.2
CN 84-1 irradiated	78	18	10.4	12	72.4
CN 84-1 parent	74.9	14	10	12	73.4

**Table 5** Number of plant selected of M<sub>4</sub> Chai Nat 60 and Chai Nat 84-1.

Varieties	Dose (Gy)	Number of Plant Selected	Characteristics	
Chai Nat 84-1	600	198	Early maturity	64-68
	0			72
	600	62	No. of pods per plant more than 20 pods	31
	0			14
<b>Total</b>		<b>260</b>		
Chai Nat 60	600	168	Early maturity	58-64
	0			70
	600	25	No. of pods per plant more than 20 pods	30
	0			7
<b>Total</b>		<b>193</b>		
<b>Number of Plant Selected</b>		<b>453</b>		

**Table 6** Range (min and max) and average value for morphological and agronomic traits of M<sub>5</sub> Chai Nat 60 and Chai Nat 84-1

Trairs	Min-Max (average±SD)	
	Chai Nat 60-600 Gy	Chai Nat 84-1 – 600 GY
1 Plant height (cm)	34.0-56.8 (45.3±4.4)	51.2-90.6 (69.1±6.9)
2 Number of pod/plant (pods)	6-16 (9±2.0)	9-20 (12.1±2.4)
3 Pod length (cm)	6.8-9.9 (8.3±0.5)	7.8-11.0 (9.8±0.5)
4 Number of seed/pod (seeds)	6-12 (9.1±0.9)	8.2-13.0 (11.4±0.7)
5 Days to 50% harvest (DAE)	46-51 (48.5±0.9)	53-62 (55.8±1.8)
6 Yield(g/plant)	8.0-36.3 (18.8±5.3)	14.9-69.8 (40.7±8.9)
7 100 seed weight (g)	50.1-78.5 (64.6±4.9)	54.0-88.5 (74.1±5.3)

**Table 7** Yield and agronomic data of mungbean mutants from CN 84-1, rainy season 2016.

No	Line/Variety	Day to harvest	Plant Height (cm.)	Pod/plant	Pod length (cm.)	Seed/pod	1,000 seed weight (g)	Yield (kg/rai)
1	CNMB-M6-CN84-1-002	68	62.2	13	9.3	12	70	193
2	CNMB-M6-CN84-1-011	69	68.1	13	9.5	12	63	207
3	CNMB-M6-CN84-1-018	68	64	15	9.2	11	64.5	216
4	CNMB-M6-CN84-1-019	68	65.8	16	9.5	11	70.8	220
5	CNMB-M6-CN84-1-021	70	64.7	13	9.3	11	66	180
6	CNMB-M6-CN84-1-022	68	65.2	15	9.7	11	72.8	180
7	CNMB-M6-CN84-1-024	68	69.6	16	9.2	11	64.8	151
8	CNMB-M6-CN84-1-026	68	65.3	19	9.3	11	62.8	170
9	CNMB-M6-CN84-1-027	68	64.4	13	8.9	11	67.3	170
10	CNMB-M6-CN84-1-040	68	65.6	18	9.3	11	67.5	170
11	CNMB-M6-CN84-1-041	68	60.9	15	8.8	11	64	174
12	CNMB-M6-CN84-1-047	68	64.1	14	9.6	12	65.3	183
13	CNMB-M6-CN84-1-059	70	65.8	14	8.3	9	70.3	193
14	CNMB-M6-CN84-1-061	68	61.5	14	9.3	11	68	174
15	CNMB-M6-CN84-1-062	70	64.6	13	9.2	12	71	161
16	CNMB-M6-CN84-1-063	68	65.7	19	9.1	10	66.5	165
17	CNMB-M6-CN84-1-069	67	60.7	14	8.9	10	67.3	165
18	CNMB-M6-CN84-1-071	67	65.2	16	9.7	11	59.3	167
19	CNMB-M6-CN84-1-073	67	61.2	17	10.1	11	61.3	153

20	CNMB-M6-CN84-1-074	69	65.7	17	9.2	11	64.3	190
21	CNMB-M6-CN84-1-075	67	59.3	15	9.5	11	60	167
22	CNMB-M6-CN84-1-080	67	65.8	13	9.2	11	64.8	194
23	CNMB-M6-CN84-1-084	67	71.1	14	9.4	12	66.8	199
24	CNMB-M6-CN84-1-085	68	68.3	14	9.3	11	66.5	181
25	CNMB-M6-CN84-1-086	67	63.3	11	9.2	11	66.8	199
26	CNMB-M6-CN84-1-088	67	65.1	15	9.1	12	65	218
27	CNMB-M6-CN84-1-095	67	67.3	19	9.4	11	66.8	218
28	CNMB-M6-CN84-1-108	70	59.3	17	9.4	11	67	114
29	CNMB-M6-CN84-1-125	68	63.9	14	9.1	11	64.5	178
30	CNMB-M6-CN84-1-139	68	65.2	16	9	11	64	169
31	CNMB-M6-CN84-1-140	69	65.8	16	9.2	11	65.5	203
32	CNMB-M6-CN84-1-146	67	63.1	15	9.2	11	65.5	182
33	CNMB-M6-CN84-1-147	68	68	18	9.6	12	65.5	234
34	CNMB-M6-CN84-1-161	69	65.7	13	9	10	64	164
35	CNMB-M6-CN84-1-162	68	67.4	15	9.5	11	67.3	182
36	CNMB-M6-CN84-1-163	70	63.7	14	9.1	12	64.8	199
37	CNMB-M6-CN84-1-190	67	62.2	19	9.1	11	61.5	189
38	CNMB-M6-CN84-1-191	70	64.9	15	9.4	12	70	147
39	CNMB-M6-CN84-1-199	69	67.1	16	8.9	11	63.8	210

No	Line/Variety	Day to harvest	Plant Height (cm.)	Pod/plant	Pod length (cm.)	Seed/pod	1,000 seed weight (g)	Yield (kg/rai)
40	CNMB-M6-CN84-1-200	69	61.2	12	9.2	10	68.5	186
41	CNMB-M6-CN84-1-203	67	61.3	14	9.6	11	68	213
42	CNMB-M6-CN84-1-204	69	59.7	11	8.9	11	67.3	153
43	CNMB-M6-CN84-1-207	69	67.7	14	9.4	11	67.3	203
44	CNMB-M6-CN84-1-211	66	68	18	9.3	11	66.5	226
45	CNMB-M6-CN84-1-227	67	70.9	16	9.4	11	62.8	211
46	CNMB-M6-CN84-1-228	69	66.8	13	9.5	12	67	216
47	CNMB-M6-CN84-1-240	68	67.8	16	9.8	12	68	213
48	CNMB-M6-CN84-1-249	69	59.7	15	9.6	12	68.3	230
49	CNMB-M6-CN84-1-250	67	60.8	15	9.5	12	62.3	195
50	CNMB-M6-CN84-1-251	71	65.3	12	8.4	10	74.3	206
51	CN84-1	68	65.7	15	9.3	11	67.8	223
	<b>Min</b>	<b>66</b>	<b>59.3</b>	<b>11</b>	<b>8.3</b>	<b>9</b>	<b>59.3</b>	<b>114</b>
	<b>Max</b>	<b>71</b>	<b>71.1</b>	<b>19</b>	<b>10.1</b>	<b>12</b>	<b>74.3</b>	<b>234</b>

Average	68.2	64.7	15.0	9.3	11.1	66.2	188.3
---------	------	------	------	-----	------	------	-------

**Table 8** Yield and agronomic data of mungbean mutants from CN 60, rainy season 2016.

No	Line/Variety	Day to harvest	Plant Height (cm.)	Pod/plant	Pod length (cm.)	Seed/pod	1,000 seed weight (g)	Yield (kg/rai)
1	CNMB-M6-CN60-274	62	43.8	13	8.4	11	65	141
2	CNMB-M6-CN60-283	62	41.3	12	8.6	11	73	133
3	CNMB-M6-CN60-289	62	43.7	12	8.2	10	71.3	147
4	CNMB-M6-CN60-292	62	42.6	14	8.9	10	70.8	138
5	CNMB-M6-CN60-308	62	44.8	13	8.2	10	67	97
6	CNMB-M6-CN60-314	62	40.7	11	9	11	70.8	105
7	CNMB-M6-CN60-324	62	41.2	12	8.6	11	63.5	139
8	CNMB-M6-CN60-331	62	43.2	10	8.9	11	73	118
9	CNMB-M6-CN60-342	61	44.8	11	8.6	10	72.5	129
10	CNMB-M6-CN60-343	62	43.2	13	8.5	10	67.8	132
11	CNMB-M6-CN60-352	62	46.5	13	9	11	67.3	146
12	CNMB-M6-CN60-356	62	43.2	13	9.2	11	68.5	128
13	CNMB-M6-CN60-376	62	45	14	8.5	10	68.8	123
14	CNMB-M6-CN60-377	62	45.2	14	8.4	10	65.5	130
15	CNMB-M6-CN60-383	62	45.8	12	8.6	10	69.5	136
16	CNMB-M6-CN60-384	62	42	12	9	11	67.5	129
17	CNMB-M6-CN60-386	62	44.1	15	9.2	11	70.8	128
18	CNMB-M6-CN60-390	62	41.5	13	8.4	11	69	115
19	CNMB-M6-CN60-391	62	43.4	11	8.7	10	67.3	145
20	CNMB-M6-CN60-392	62	44.4	11	9.1	10	71	111
21	CNMB-M6-CN60-400	62	44.5	13	8.7	10	64.3	123
22	CNMB-M6-CN60-403	62	43.5	11	8.4	10	68	119
23	CNMB-M6-CN60-418	62	46.1	14	8.4	10	68.8	141
24	CNMB-M6-CN60-419	62	44.7	13	8.5	10	69	109
25	CNMB-M6-CN60-420	62	48.9	13	9	11	67.8	129
26	CNMB-M6-CN60-421	62	41.6	13	9	11	68	111
27	CNMB-M6-CN60-422	62	40	11	8.9	10	68.5	118

28	CNMB-M6-CN60-424	62	40.7	13	8.8	11	71.5	136
29	CNMB-M6-CN60-425	62	42.7	13	9	11	69.3	136
30	CNMB-M6-CN60-426	61	45.1	12	9.1	10	70.3	154
31	CNMB-M6-CN60-428	62	42.2	13	8.9	11	66.3	140
32	CNMB-M6-CN60-438	62	41.1	14	8.9	11	65	131
33	CNMB-M6-CN60-439	62	41.4	10	9.3	11	75	109
34	CNMB-M6-CN60-440	62	44.1	13	8.4	10	68.3	135
35	CNMB-M6-CN60-441	62	44.6	11	9.5	11	71.8	126
36	CNMB-M6-CN60-443	62	41.2	12	8.6	10	69	131
37	CNMB-M6-CN60-444	62	42.9	11	8.7	9	71.5	141
38	CNMB-M6-CN60-445	62	39.8	13	8.7	11	67.5	124
39	CNMB-M6-CN60-449	62	44.7	13	8.4	10	68	141
40	CNMB-M6-CN60-450	62	40.7	12	8.8	10	71.5	136
41	CN60	62	45.1	11	8.7	10	69	102
	<b>Min</b>	<b>61</b>	<b>39.8</b>	<b>10</b>	<b>8.2</b>	<b>9</b>	<b>63.5</b>	<b>97</b>
	<b>Max</b>	<b>62</b>	<b>48.9</b>	<b>15</b>	<b>9.5</b>	<b>11</b>	<b>75</b>	<b>154</b>
	<b>Average</b>	<b>62.0</b>	<b>43.3</b>	<b>12.4</b>	<b>8.7</b>	<b>10.4</b>	<b>69.0</b>	<b>128.3</b>

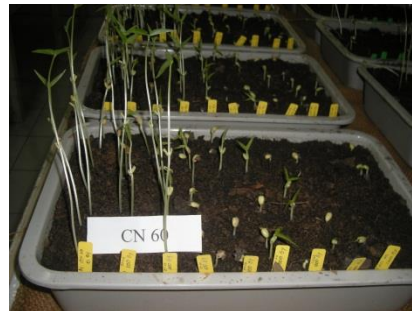


Fig 1. LD<sub>50</sub> of Chai Nat 60 and Chai Nat 84-1

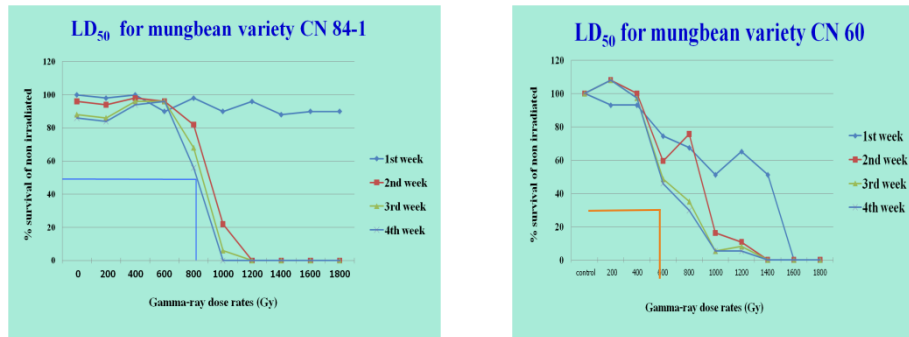


Fig 2. LD<sub>50</sub> of Chai Nat 60 and Chai Nat 84-1



Parent

Chai Nat 84-1

Mutant



Parent

Chai Nat 60

Mutant

Fig 3. Plant characteristics of Chai Nat 60 and Chai Nat 84-1 irradiated and parent



Fig 4. Plant characteristics of M<sub>4</sub> Chai Nat 60 and Chai Nat 84-1



