

# การปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ออกดอกช้าโดยใช้เทคนิคก่อการกลายพันธุ์ด้วยรังสีแกมมา

## Improving Late Flowering Sugar Cane by Gamma Ray Mutation Technique

กมลวรรณ เรียบร้อย<sup>1/</sup> มัทนา วานิชย์<sup>1/</sup> ปิยะรัตน์ จังพล<sup>1/</sup> แสงเดือน ชนะชัย<sup>1/</sup>  
ธีระรัตน์ ชินแสน<sup>1/</sup> อนุพล เชื้อตากวัก<sup>1/</sup> รวีวรรณ เชื้อกิตติศักดิ์<sup>2/</sup>  
Kamonwan Riabroy<sup>1/</sup> Mattana Wanitch<sup>1/</sup> Piyarat Jangpol<sup>1/</sup> Sangdaun Chanachai<sup>1/</sup>  
Theerarat Chinnasaen<sup>1/</sup> Anupon Chartakuk<sup>1/</sup> Raweewan Chuekittisak<sup>2/</sup>

### ABSTRACT

The objective of this experiment was to improve late-flowering or non-flowering sugarcane by acute gamma irradiation using tissue culture technique. Conducted at the Khon Kaen Field Crops Research Center and Nuclear Technology Research Center, Kasetsart University Bang Khen Campus in 2019-2021. This result found that the LD<sub>50</sub> of the surviving dose of sugarcane accounted for 50 percent of the non-irradiated was 43 Gray (Gy). All 3 clones/variety of sugarcane tissue samples were acutely irradiated using 40 Gy gamma radiation at the Nuclear Technology Research Center Kasetsart University. After irradiated, the sugarcane tissue transferring to MS<sub>2</sub> medium was M<sub>1</sub>V<sub>1</sub> generation. After that, 2 times subcultures were obtained M<sub>1</sub>V<sub>3</sub> generation to reduce chimera. Then transplanted into MS<sub>3</sub> medium to induce roots further and then transplanted into trays. Once the sugarcane has matured for 1 month, transplant the irradiated sugarcane seedlings into the filed. Compared with non-irradiated sugarcane, The result showed that the unirradiated U-Thong 5 sugarcane had a brix between 14.4-24.0 °brix and flowering was 37 percentage. After that, 12 non-flowering clones of irradiated U-Thong 5 with brix values between 14.4-21.4 °brix. The KK07-037 irradiated cloned were selected with a brix value of more than 19.0 °brix, 37 clones were obtained. Compared to planting for the second stage selection, the irradiated U-Thong 5 clone had the CCS and percentage of flowering rang of 11.9-16.2 and 2.9-50.0 %, respectively. One irradiated clone, UT5-M2-2 gave can yield 8 tons per rai, sugar yield 1.37 tons ccs per rai and CCS of 16.2%. In KK07-037 irradiated cloned are namely KK037-M2-5, KK037-M2-6, KK037-M2-7, KK037-M2-8, KK037-M2-10 and KK037-M2-9 have can yield 14-28 tons per rai, sugar yield 1.80-3.59 tons ccs per rai and CCS of 12.4-13.9 %. All clones are used for further preliminary evaluation of yields.

**Keywords:** Acute radiation, Sugarcane flowering, Tissue culture

<sup>1/</sup> ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

<sup>1/</sup> Khon Kaen Field Crops Research Center, Mueang Khon Kaen, Khon Kaen, 40000, Thailand

<sup>2/</sup> ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี อำเภอสว่างวีระวงศ์ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

<sup>2/</sup> Ubon Ratchathani Field Crops Research Center, Sawang Wirawong, Ubon Ratchathani, 34190, Thailand

## บทคัดย่อ

การทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้ออกดอกช้าหรือไม่ออกดอกด้วยวิธีการฉายรังสีแกมมาโดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น และศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ในปี 2562-2564 พบว่า ค่า LD<sub>50</sub> ของปริมาณรังสีที่ได้ที่ทำให้อ้อยรอดชีวิตคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของชุดที่ไม่ฉายรังสี คือ 43 เกรย์ (Gy) จึงนำตัวอย่างเนื้อเยื่ออ้อยทั้ง 3 โคลน/พันธุ์ไปฉายรังสีแบบเฉียบพลัน โดยใช้รังสีขนาด 40 เกรย์ ที่ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นย้ายลงอาหารเหลว MS<sub>2</sub> ได้อ้อยฉายรังสีรุ่น M<sub>1</sub>V<sub>1</sub> เมื่ออ้อยแตกหน่อ ทำการ subculture อีก 2 ครั้งให้ได้รุ่น M<sub>1</sub>V<sub>3</sub> เพื่อลดการเกิดไคเมอรา แล้วจึงย้ายลงอาหารสูตร MS<sub>3</sub> เพื่อชักนำให้เกิดรากต่อไปจึงย้ายปลูกลงในถาดหลุม เมื่ออ้อยเจริญเติบโตครบ 1 เดือนย้ายกล้าอ้อยที่ผ่านการฉายรังสีลงในแปลงปลูก เปรียบเทียบกับอ้อยที่ไม่ผ่านการฉายรังสี พบว่า อ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 ที่ไม่ฉายรังสีมีค่าบริกซ์อยู่ระหว่าง 14.4-24.0 องศาบริกซ์ และพบการออกดอกจำนวน 37 เปอร์เซ็นต์ โดยพันธุ์อู่ทอง 5 ที่ผ่านการฉายรังสีมีค่าบริกซ์อยู่ระหว่าง 14.4-23.7 องศาบริกซ์ จากนั้น คัดเลือกโคลนอ้อยที่ไม่ออกดอกของอ้อยพันธุ์อู่ทอง 5 ที่ฉายรังสีได้จำนวน 12 โคลน โดยมีค่าบริกซ์อยู่ระหว่าง 14.4-21.4 องศาบริกซ์ และอ้อยโคลนพันธุ์ KK07-037 คัดเลือกโคลนอ้อยฉายรังสีที่มีค่าบริกซ์มากกว่า 19 องศาบริกซ์ ได้จำนวน 37 โคลน จากนั้นนำอ้อยที่ผ่านการคัดเลือก นำมาปลูกเปรียบเทียบเพื่อคัดเลือกขั้นที่ 2 พบว่า อ้อยโคลนพันธุ์อู่ทอง 5 ที่ผ่านการฉายรังสีมีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 11.9-16.2 ซีซีเอส พบการออกดอก 2.9-50.0 เปอร์เซ็นต์ พบ 1 โคลนพันธุ์ดีเด่นที่ไม่พบการออกดอก ได้แก่ UT5-M2-2 ที่มีผลผลิตอ้อยปลูก 8 ต้นต่อไร่ ผลผลิตน้ำตาล 1.37 ต้นซีซีเอสต่อไร่ และค่าความหวาน 16.2 ซีซีเอส โดยโคลนพันธุ์ KK07-037 ที่ผ่านการฉายรังสีพบว่า มีโคลนดีเด่นที่ให้ผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาลสูง และค่าความหวานใกล้เคียงกับโคลน KK07-037 ปกติ ได้แก่ KK037-M2-5 KK037-M2-6 KK037-M2-7 KK037-M2-8 KK037-M2-10 และ KK037-M2-9 มีผลผลิตอ้อยปลูกอยู่ระหว่าง 14-28 ต้นต่อไร่ ผลผลิตน้ำตาล 1.80-3.59 ต้นซีซีเอสต่อไร่ และค่าความหวาน 12.4-13.9 ซีซีเอส และโคลนดีเด่นทั้งหมดที่คัดเลือกได้นำไปประเมินผลผลิตในขั้นเบื้องต้นต่อไป

**คำสำคัญ:** การฉายรังสีแบบเฉียบพลัน การออกดอกของอ้อย การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

## บทนำ

อ้อย เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญที่ได้รับการสนับสนุนให้เป็น 1 ใน 4 ของพืชขับเคลื่อนสินค้าเกษตร อาหาร และพืชทดแทนพลังงาน โดยสำนักงานอ้อยและน้ำตาลทรายได้กำหนดแผนยุทธศาสตร์อ้อยและน้ำตาลภายในปี พ.ศ. 2569 ให้เพิ่มพื้นที่ปลูกอ้อยจาก 10.53 เป็น 16 ล้านไร่ เพิ่มปริมาณอ้อยและน้ำตาลจากเดิม 105.96 ล้านตันและ 11.14 ล้านตันเป็น 180 ล้านตันและ 20.36 ล้านตันตามลำดับ เพิ่มผลผลิตเอทานอลเป็น 5.38 ล้านลิตรต่อวันและพลังงานไฟฟ้า 4000 MW แต่อย่างไรก็ตาม พันธุ์อ้อยไทยในปัจจุบันมีค่าเฉลี่ยผลผลิตต่ำเมื่อเทียบกับพื้นที่ปลูกอ้อยสำคัญอื่นๆ ของโลก ทั้งนี้เกิดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความแห้งแล้ง ดินเค็ม และความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ เป็นต้น การปรับปรุงพันธุ์อ้อยเพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูงขึ้น และปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยแหล่งพันธุกรรมที่มีความหลากหลายเพื่อเพิ่มโอกาสในการคัดเลือกลักษณะที่ดีของพ่อและแม่พันธุ์ ซึ่งปัจจุบันฐานพันธุกรรมของพันธุ์อ้อยในประเทศไทยแคบมาก พันธุ์ที่ได้ส่วนใหญ่เกิดจากพ่อแม่พันธุ์อ้อยไม่เกิน 20 พันธุ์เท่านั้น (ประเสริฐ และพีระศักดิ์, 2543)

การผสมข้ามระหว่างอ้อยดั้งเดิม (*Saccharum officinarum*) และอ้อยป่า หรือพง (*S. spontaneum*) จึงเป็นอีกหนทางเลือกของการเพิ่มความหลากหลายทางพันธุกรรมของอ้อย โดยพงเป็นพืชในสกุลเดียวกับอ้อยที่สามารถผสมกับอ้อยได้ และมีลักษณะเด่นคือ ไร่โตได้นาน ทนแล้ง ทนน้ำท่วมขัง และมีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยสูง วีระพล และทักษิณา (2555) รายงานการรวบรวมเชื้อพันธุกรรมพงทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทยรวม 500 ตัวอย่าง และคัดเลือกมาผสมข้ามระหว่างอ้อยกับพง แล้วผสมกลับไปยังอ้อย พบว่า ลูกผสมกลับที่ได้ให้น้ำหนักต่อกอ ค่าบrix จำนวนลำต่อกอ และขนาดลำสูงกว่าพันธุ์พ่อแม่ โดยพบโคลนพันธุ์ดีเด่น TPJ04-768 (BC<sub>1</sub>) และ KK10-371 (BC<sub>2</sub>) ให้ผลผลิตอ้อย ผลผลิตน้ำตาล และเปอร์เซ็นต์เยื่อใยสูง ซึ่งเหมาะสมกับการผลิตน้ำตาลและอ้อยพลังงานได้ อย่างไรก็ตาม โคลนพันธุ์ลูกผสมดังกล่าวพบการออกดอกค่อนข้างมาก รวมถึงอ้อยโคลนพันธุ์ดีเด่น KK07-037 ที่ให้ผลผลิตสูงแต่ดอกออกและพันธุ์อ่อนทอ 5 ที่ให้ผลผลิตอ้อยและน้ำตาลสูงมาก และเกษตรกรยังนิยมปลูกแม่จะออกดอก ซึ่งการออกดอกของอ้อยในสภาพแปลงส่งผลเสียต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตอ้อยทำให้ผลผลิตลดลง 56.6% และ 33.8% ในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ และผลผลิตน้ำตาลลดลง 69.1% และ 35.4% ในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ ตามลำดับ (Rao *et al.*, 1977) และ Rao (1982) รายงานการลดลงของผลผลิตในพันธุ์ที่ออกดอกยากสองพันธุ์คือ D158/41 และ B62138 ภายใต้สภาพควบคุมแสงเพื่อกระตุ้นให้อ้อยออกดอก พบว่า ผลผลิตอ้อยลดลง 7% และ 32% ในอ้อยปลูกและอ้อยต่อ ตามลำดับ การออกดอกของอ้อยส่งผลให้ปริมาณน้ำตาลลดลงหลังอ้อยออกดอก 2-3 เดือนซึ่งอยู่ในช่วงระยะเวลาของการส่งอ้อยเข้าหีบ (Lalitha, *et al.*, 1968; Shitahun, 2017)

พันธุ์อ้อยที่เกษตรกรนิยมปลูกในปัจจุบันถูกพัฒนาพันธุ์ไม่ให้ออกดอก แต่เมื่อนำมาปลูกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันอ้อยบางส่วนก็อาจออกดอกได้ พบการรายงาน ยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกดอกของอ้อยมีมากกว่า 10 ยีน (Glassop *et al.*, 2014) การกลายพันธุ์ เป็นอีกหนึ่งวิธีการปรับปรุงพันธุ์อ้อยให้มีความแปรปรวนทางพันธุกรรม แล้วคัดเลือกอ้อยที่ออกดอกช้าหรือไม่ออกดอกที่มีผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรดีได้ ตัวอย่างเช่น Majid *et al.* (2001) รายงานการใช้รังสีแกมมาเพื่อชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในอ้อยจำนวน 3 ชุด พบว่า อ้อยชุดที่ 1 พบโคลนอ้อยกลายพันธุ์ดีเด่นจำนวน 4 โคลนที่ให้ผลผลิต ค่าบrix สูง และต้านทานต่อโรคเน่าแดง ชุดที่ 2 คัดเลือกอ้อยกลายพันธุ์ดีเด่นจำนวน 5 โคลน โดยพิจารณาจากความเขียวของใบ การเจริญเติบโตดีของอ้อยเมื่ออยู่ในสภาพน้ำขัง ค่าบrix ผลผลิต และการต้านทานต่อโรคเน่าแดง และชุดที่ 3 คัดเลือกอ้อยกลายพันธุ์ดีเด่นจำนวน 4 โคลน ที่มีวันออกดอกช้าลงโดยมีโคลนพันธุ์ SCM-28 ที่ออกดอกช้ากว่าพันธุ์เดิม 1-291/87 นาน 3 เดือน Khan *et al.* (2007) รายงานการฉายรังสีแกมมาแบบเฉียบพลัน (acute) ในอ้อยพันธุ์ NI-98 NIA-2004 และ BL4 ที่ระดับ 0 10 20 30 และ 40 เกรย์ พบว่า ที่ระดับ 30 เกรย์ และ 40 เกรย์ส่งผลทางลบต่อลักษณะการเกษตรของอ้อย โดยที่ในระดับ 20Gy ส่งผลให้ความสูงและผลผลิตของอ้อยเพิ่มสูงขึ้น Nagatomi (1993) รายงานการฉายรังสีแกมมาแบบสะสม (chronic) ในอ้อยร่วมกับวิธีการเพาะเลี้ยงแคลลัส พบว่า ในอ้อยที่ฉายระดับรังสี 100 และ 300 เกรย์ มีความแปรปรวนของลักษณะปริมาณสูงกว่าประชากรอ้อยที่ไม่ได้รับการฉายรังสี เช่น ลักษณะขนาดลำอ้อย และผลผลิต และพบว่าอ้อยที่ได้รับการฉายรังสีมีความแปรปรวนของการถ่ายทอดทางพันธุกรรมแบบกว้าง ซึ่งบางลักษณะที่ดีสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้โดยการขยายพันธุ์ด้วยโคลนและใช้เป็นแหล่งของฐานพันธุกรรมได้ นอกจากนี้ ยังพบการรายงานความสำเร็จของการฉายรังสีในอ้อยเพื่อให้ต้านทานต่อโรค (Jagathesan *et al.*, 1974; Srivastava *et al.*, 1986) การไม่ออกดอกของอ้อย โรคใบต่าง (sugarcane mosaic virus) (Breanx, 1975; Dermodjo, 1977) โรคเน่าแดง และโรคใบต่างของอ้อย

(Rao, 1974) เป็นต้น ดังนั้น การปรับปรุงพันธุ์อ้อยด้วยการฉายรังสีเพื่อการก่อกลายพันธุ์ให้อ้อยไม่ออกดอก หรือออกดอกช้าลง จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่จะช่วยทำให้การปรับปรุงพันธุ์อ้อยของประเทศไทยประสบความสำเร็จได้ต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

อ้อยที่ให้ผลผลิตสูงแต่พบการออกดอก จำนวน 2 โคลน/พันธุ์ ได้แก่ KK07-037 และอู่ทอง 5 ออกดอกช่วงกลางเดือนพฤศจิกายน และพันธุ์ที่ออกดอกบางปี หรือไม่ออกดอกเป็นพันธุ์ตรวจสอบ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3

### วิธีปฏิบัติการทดลอง

คัดเลือกข้อตาอ้อยจำนวน 400 ข้อตาของอ้อยแต่ละพันธุ์เพาะห่างกัน 1 เดือนในวัสดุปลูกเมื่ออ้อยเริ่มงอกได้ 1 เดือนนำส่วนยอดไปผ่านการฆ่าเชื้อและตัดชิ้นส่วนเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอดภายใต้กล้อง และนำไปเลี้ยงบนอาหาร MS<sub>1</sub> เพื่อยืดขยายยอดอ่อนซึ่งช่วงนี้ต้องวางในเครื่องเขย่าตลอด 1 เดือน จากนั้นย้ายลงอาหาร MS<sub>2</sub> เพื่อให้อ้อยแตกกอได้อายุประมาณ 1 เดือน จึงย้ายตัวอย่างอ้อยลงอาหารแข็งเพื่อนำไปฉายรังสีแบบเฉียบพลัน โดยใช้รังสีขนาด 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ (Gy) ทำการฉายรังสีชุดละอย่างน้อย 40 ตัวอย่างที่ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นย้ายลงอาหารเหลว MS<sub>2</sub> เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงหลังการฉายรังสี ภายใต้สภาวะควบคุมแสง อุณหภูมิ และปลอดเชื้อ บันทึกอัตราการรอดชีวิตเพื่อหาค่า LD<sub>50</sub> หรือปริมาณรังสีที่ทำให้พืชตายคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของชุดที่ไม่ฉายรังสี (control) จากนั้นนำอ้อยที่รอดมาปลูกในสภาพควบคุมดูแลรักษา ให้น้ำ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่นเปรียบเทียบระหว่างโคลนพันธุ์ที่ฉายรังสีกับโคลนพันธุ์ปกติ คัดเลือกโดยดูลักษณะดอกไม่บาน หรือวันออกดอกบานช้ากว่าพันธุ์ปกติ ความสูง จำนวนลำตอก ขนาดของลำ และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี เช่น ไม่แสดงอาการของโรคใบขาว และเส้ดำ มีหนอนเจาะลำต้นเข้าทำลายน้อย ขนที่กาบใบน้อยหรือไม่มี หักล้มน้อย เป็นต้น

เมื่ออ้อยที่ผ่านการฉายรังสีเติบโตดีนำมาปลูกคัดเลือกอ้อยครั้งที่ 1 โดยปลูกเป็นแถวยาวๆ 10 เมตร ใช้ระยะระหว่างแถว 1.5 เมตร และระยะระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 1 ต้น เปรียบเทียบระหว่างโคลนพันธุ์ที่ฉายรังสีกับโคลนพันธุ์ปกติ กำจัดวัชพืชตลอดการทดลอง ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่พร้อมปลูกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของปุ๋ยที่จะต้องใส่ ครั้งที่ 2 ใส่หลังจากครั้งแรก 2 เดือน คัดเลือกโคลนอ้อยโดยดูลักษณะดอกไม่บาน หรือวันออกดอกบานช้ากว่าพันธุ์ปกติ ความสูง จำนวนลำตอก ขนาดของลำ และมีลักษณะทางการเกษตรที่ดี เช่น ไม่แสดงอาการของโรคใบขาว และเส้ดำ มีหนอน เจาะลำต้นเข้าทำลายน้อย ขนที่กาบใบน้อยหรือไม่มี หักล้มน้อย เป็นต้น

### การบันทึกข้อมูล

บันทึกวันปฏิบัติการต่างๆ วันปลูก เมื่ออ้อยอายุ 6 เดือนสุ่มอ้อยกอละ 5 ลำวัดความสูงทุก 2 เดือน บันทึกโรคและแมลง การเก็บเกี่ยว จำนวนลำและน้ำหนัก สุ่มอ้อยแปลงกอละ 5 ต้น วัดค่าบริกซ์ คำนวณผลผลิตต่อไร่กอ และน้ำหนักลำ

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

คัดเลือกข้อตาอ้อยที่สมบูรณ์แข็งแรง ไม่มีโรคหรือมีแมลงทำลายในอ้อย 3 พันธุ์/โคลนพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 3 KK07-037 และอุทง 5 จำนวนพันธุ์ละ 400 ข้อตา นำมาเพาะระยะเวลาห่างกันประมาณ 1-2 เดือนในวัสดุปลูก เมื่อต้นกล้าอ้อยอายุ 1 เดือนนำมาตัดเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดในสภาพปลอดเชื้อ เพาะข้อตาอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 เมื่ออ้อยเริ่มงอกได้ 1 เดือนนำส่วนยอดไปผ่านการฆ่าเชื้อและตัดชิ้นส่วนเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอดภายใต้กล้อง และนำไปเลี้ยงบนอาหาร MS<sub>1</sub> เพื่อยืดขยายยอดอ่อนซึ่งช่วงนี้ต้องวางในเครื่องเขย่าตลอด 1 เดือน จากนั้นย้ายลงอาหาร MS<sub>2</sub> เพื่อให้อ้อยแตกกอได้อายุประมาณ 1 เดือน จากนั้นนำเนื้อเยื่ออ้อยที่สมบูรณ์จำนวน 200 ตัวอย่างย้ายลงอาหารแข็งเพื่อนำไปฉายรังสีแบบเฉียบพลัน โดยใช้รังสีขนาด 0 20 40 60 80 และ 100 เกรย์ (Gy) ทำการฉายรังสีระดับละ 40 ตัวอย่างที่ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นย้ายลงอาหารเหลว MS<sub>2</sub> ทันที และสังเกตการเปลี่ยนแปลงหลังการฉายรังสี ภายใต้สภาวะควบคุมแสง อุณหภูมิ และปลอดเชื้อ (Figure 1) บันทึกอัตราการรอดชีวิตเพื่อหาค่า LD<sub>50</sub> หรือปริมาณรังสีที่ทำให้พืชตายคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของชุดที่ไม่ฉายรังสี (control)

ผลของการฉายรังสีอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 พบว่า ระดับรังสีที่ 100 Gy ไม่มีเนื้อเยื่ออ้อยเจริญเติบโตได้ อ้อยแสดงอาการยอดและใบหงิกงอ ขาว ไม่สามารถเจริญเติบโตในอาหาร และตายในที่สุด (Table 1) ส่วนในระดับ 20 Gy มีอ้อยรอดชีวิตที่ 70 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับอ้อยที่ไม่ได้รับการฉายรังสี (control) ในขณะที่กลุ่มรังสีที่ 40 Gy มีอ้อยรอดชีวิตที่ 58 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับอ้อยที่ไม่ได้รับการฉายรังสี (control) จากผลการตรวจการรอดชีวิตของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 พบว่า ที่ค่า LD<sub>50</sub> ของปริมาณรังสีที่ได้ คือ 43 Gy ที่ทำให้อ้อยรอดชีวิตคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของชุดที่ไม่ฉายรังสี (Figure 2) จากนั้นเมื่อได้ค่า LD<sub>50</sub> ของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 แล้ว นำข้อตาอ้อยจำนวน 400 ข้อตา มาเพาะในกระบะทรายเมื่ออ้อยงอกอายุ 1 เดือน นำส่วนยอดไปผ่านการฆ่าเชื้อและตัดชิ้นส่วนเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอดภายใต้กล้อง และนำไปเลี้ยงบนอาหาร MS<sub>1</sub> เพื่อยืดขยายยอดอ่อนซึ่งช่วงนี้ต้องวางในเครื่องเขย่าตลอด 1 เดือน จากนั้นย้ายลงอาหาร MS<sub>2</sub> เพื่อให้อ้อยแตกกอได้อายุประมาณ 1 เดือน จากนั้นนำเนื้อเยื่ออ้อยที่สมบูรณ์จำนวน 100 ตัวอย่างย้ายลงอาหารแข็งเพื่อนำไปฉายรังสีแบบเฉียบพลัน โดยใช้รังสีขนาด 40 Gy ทำการฉายรังสีที่ ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นย้ายลงอาหารเหลว MS<sub>2</sub> ได้อ้อยฉายรังสีรุ่น M<sub>1</sub>V<sub>1</sub> เมื่ออ้อยแตกหน่อ ทำการ subculture อีก 2 ครั้งให้ได้รุ่น M<sub>1</sub>V<sub>3</sub> เพื่อลดการเกิดโคเมอรา แล้วจึงย้ายลงอาหารสูตร MS<sub>3</sub> เพื่อชักนำให้เกิดรากต่อไป

โคลนพันธุ์ KK07-037 เพาะข้อตาอ้อยและทำตามขั้นตอนเดียวกับพันธุ์ขอนแก่น 3 ผลของการฉายรังสีอ้อยโคลนพันธุ์ KK07-037 พบว่า ระดับรังสีที่ 100 Gy ไม่มีเนื้อเยื่ออ้อยเจริญเติบโตได้ อ้อยแสดงอาการยอดและใบหงิกงอ ขาว และตายในที่สุด (Table 2) ส่วนในระดับ 20 Gy มีเนื้อเยื่ออ้อยรอดชีวิตที่ 73 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับอ้อยที่ไม่ได้รับการฉายรังสี (control) ในขณะที่ปริมาณรังสีที่ 40 Gy มีอ้อยรอดชีวิตที่ 54 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับอ้อยที่ไม่ได้รับการฉายรังสี (control) จากผลการตรวจการรอดชีวิตของอ้อยโคลนพันธุ์ KK07-037 พบว่า ที่ค่า LD<sub>50</sub> ของปริมาณรังสีที่ได้ คือ 43 Gy ที่ทำให้อ้อยรอดชีวิตคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของชุดที่ไม่ฉายรังสีเช่นเดียวกับ พันธุ์ขอนแก่น 3 ดังนั้นจึงนำ LD<sub>50</sub> ที่ได้จากทั้ง 2 พันธุ์มาใช้ในอ้อย 1 พันธุ์ที่เหลือคือ อุทง 5 ทั้งนี้ เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนอ้อยชนิดเดียวกันจึงให้ผลไม่แตกต่างกันมากนักและเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและงบประมาณในการฉายรังสี

จากนั้น เมื่อได้ค่า LD<sub>50</sub> ของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 และโคลนพันธุ์ KK07-037 นำข้อตาอ้อยพันธุ์อุทอง 5 และโคลนพันธุ์ KK07-037 จำนวนพันธุ์ละ 400 ข้อตา มาเพาะในกระบะทรายเมื่ออ้อยงอกอายุ 1 เดือน นำส่วนยอดไปผ่านการฆ่าเชื้อและตัดชิ้นส่วนเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอดภายใต้กล้อง และนำไปเลี้ยงบนอาหาร MS<sub>1</sub> เพื่อยืดขยายยอดอ่อนซึ่งช่วงนี้ต้องวางในเครื่องเขย่าตลอด 1 เดือน จากนั้นย้ายลงอาหาร MS<sub>2</sub> เพื่อให้อ้อยแตกกอได้อายุประมาณ 1 เดือน จากนั้นนำเนื้อเยื่ออ้อยที่สมบูรณ์พันธุ์ละ 150 ตัวอย่างรวม 300 ตัวอย่างย้ายลงอาหารแข็งเพื่อนำไปฉายรังสีแบบเฉียบพลันโดยใช้รังสีขนาด 40 Gy ทำการฉายรังสีที่ศูนย์วิจัยนิวเคลียร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นย้ายลงอาหารเหลว MS<sub>2</sub> ได้อ้อยฉายรังสีรุ่น M<sub>1</sub>V<sub>1</sub> จากนั้นเมื่ออ้อยแตกหน่อ ทำการ subculture อีก 2 ครั้งให้ได้รุ่น M<sub>1</sub>V<sub>3</sub> เพื่อลดการเกิดโคเมอรา แล้วจึงย้ายลงอาหารสูตร MS<sub>3</sub> เพื่อชักนำให้เกิดรากต่อไป ขณะนี้ อ้อยที่ผ่านการฉายรังสีและอ้อยตรวจสอบที่ไม่ได้รับการฉายรังสีเกมมาทั้ง 3 พันธุ์ ได้แก่ ขอนแก่น 3 อุทอง 5 และ KK07-037 ได้รับการชักนำให้เกิดรากในอาหารสูตร MS<sub>3</sub> ในสภาพปลอดเชื้อ จากนั้นย้ายลงอนุบาลในภาตหลุม

เมื่ออ้อยเจริญเติบโตครบ 1 เดือนย้ายกล้าอ้อยที่ผ่านการฉายรังสีลงในแปลงปลูก เปรียบเทียบกับอ้อยที่ไม่ผ่านการฉายรังสี (Table 3) ใช้ระยะปลูก 1.5x0.5 เมตร ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 พร้อมปลูกอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้นตรวจนับจำนวนหลุมงอก พบหลุมงอกทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกพันธุ์ กำจัดวัชพืช และใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้นเก็บข้อมูลค่าปริกซ์ในอ้อยทุกกอในทุกโคลน/พันธุ์ โดยสุ่ม 3 ลำต่อกอซึ่งเป็นลำอ้อยที่สมบูรณ์และไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง ตรวจนับการออกดอกหรือตั้งท้องของอ้อยทุกกอในทุกโคลน/พันธุ์เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ตรวจสอบที่ไม่ผ่านการฉายรังสีกับโคลนที่ฉายรังสี พบว่า อ้อยพันธุ์อุทอง 5 ที่ไม่ฉายรังสีมีค่าปริกซ์อยู่ระหว่าง 14.4-24.0 องศาปริกซ์ และพบการออกดอกจำนวน 37 เปอร์เซ็นต์ โดยพันธุ์อุทอง 5 ที่ผ่านการฉายรังสีมีค่าปริกซ์อยู่ระหว่าง 14.4-23.7 องศาปริกซ์ จากนั้น คัดเลือกโคลนอ้อยที่ไม่ออกดอกของอ้อยพันธุ์อุทอง 5 ที่ฉายรังสีได้จำนวน 12 โคลน โดยมีค่าปริกซ์อยู่ระหว่าง 14.4-21.4 องศาปริกซ์ และพบอ้อยโคลนดีเด่นจำนวน 2 โคลน ได้แก่ UT5-M2-6 และ UT5-M2-11 ที่ให้ค่าปริกซ์สูง 21.4 และ 21.3 องศาปริกซ์ ตามลำดับ และมีน้ำหนักลำต่อกอ ความยาวลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางที่สูงที่สุด

อ้อยพันธุ์ KK07-037 ไม่พบการออกดอกของอ้อยแต่เมื่อสุ่มอ้อยที่แสดงอาการตั้งท้องเพื่อผ่าดูตาดอกพบบางโคลนพันธุ์มีตาดอกคิดเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ ในอ้อยพันธุ์ KK07-037 ที่ไม่ฉายรังสี มีค่าปริกซ์อยู่ระหว่าง 11.7-21.4 องศาปริกซ์ และอ้อยพันธุ์ KK07-037 ที่ผ่านการฉายรังสีมีค่าปริกซ์อยู่ระหว่าง 11.7-22.3 องศาปริกซ์ จากนั้น คัดเลือกโคลนอ้อยฉายรังสีที่มีค่าปริกซ์มากกว่า 19.0 องศาปริกซ์ ได้จำนวน 37 โคลน โดยมีค่าปริกซ์อยู่ระหว่าง 19.2-22.3 องศาปริกซ์ และพบอ้อยโคลนดีเด่นจำนวน 4 โคลน ได้แก่ 037-M2-1 037-M2-10 037-M2-19 และ 037-M2-28 ที่ให้ค่าปริกซ์สูง และมีน้ำหนักลำต่อกอ ความยาวลำ และเส้นผ่านศูนย์กลางสูง

จากนั้นนำอ้อยที่ผ่านการคัดเลือก นำมาปลูกเปรียบเทียบเพื่อการคัดเลือกขั้นที่ 2 โดยการปลูกอ้อยเป็นแถวและหลุม โดยมีระยะระหว่างแถวและระหว่างหลุมเท่ากับ 1.5 และ 0.5 เมตร จำนวน 1 แถวๆ ยาว 6 เมตร เก็บเกี่ยวทั้ง 3 แถว ใส่ปุ๋ยรองพื้นเกรด 15-15-15 อัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออ้อยอายุ 12 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตอ้อยปลูก พบว่า อ้อยพันธุ์อุทอง 5 ที่ไม่ฉายรังสีมีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 14.8-15.9 ซีซีเอส และพบการออกดอก 16.4-22.4 เปอร์เซ็นต์ โดยพันธุ์อุทอง 5 ที่ผ่านการฉายรังสีมีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 11.9-16.2 ซีซีเอส และพบการออกดอก 2.9-50.0

เปอร์เซ็นต์ (Table 4) พบ 1 โคลนพันธุ์ดีเด่นที่ไม่พบการออกดอก ได้แก่ UT5-M2-2 ที่มีผลผลิตอ้อยปลูก 8 ต้นต่อไร่ ผลผลิตน้ำตาล 1.37 ต้นซีซีเอส/ไร่ และค่าความหวาน 16.2 ซีซีเอส จึงคัดเลือกโคลนดังกล่าวเพื่อนำไปประเมินผลผลิตในขั้นเบื้องต้นต่อไป

อ้อยโคลนพันธุ์ KK07-037 พบว่า กลุ่มโคลนอ้อยที่ไม่ฉายรังสีมีค่าความหวานอยู่ระหว่าง 11.8-14.5 ซีซีเอส ผลผลิตอ้อย 6-9 ต้นต่อไร่ และผลผลิตน้ำตาล 0.72-2.77 ต้นซีซีเอส/ไร่ โดยไม่พบการออกดอกในอ้อยกลุ่มนี้ (Table 5) โดยโคลนพันธุ์ KK07-037 ที่ผ่านการฉายรังสีพบว่า มีโคลนดีเด่นที่ให้ผลผลิตอ้อย และผลผลิตน้ำตาลสูง และค่าความหวานใกล้เคียงกับโคลน KK07-037 ปกติ ได้แก่ KK037-M2-5 KK037-M2-6 KK037-M2-7 KK037-M2-8 KK037-M2-10 และ KK037-M2-9 ที่มีผลผลิตอ้อยปลูกอยู่ระหว่าง 14-28 ต้นต่อไร่ ผลผลิตน้ำตาล 1.80-3.59 ต้นซีซีเอส/ไร่ และค่าความหวาน 12.4-13.9 ซีซีเอส โดยมีโคลนที่พบการออกดอกจำนวน 3 โคลน ได้แก่ KK037-M2-8 KK037-M2-10 และ KK037-M2-9 มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกอยู่ระหว่าง 3.3-24.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคัดเลือกโคลนทั้งหมดเพื่อนำไปประเมินผลผลิตในขั้นเบื้องต้นต่อไป

### สรุปผลการทดลอง

การก่อกลายพันธุ์โดยใช้ฉายรังสีแกมมาที่ 40 Gy กับอ้อยพันธุ์อุ้มทอง 5 และโคลนพันธุ์ดีเด่น KK07-037 สามารถผลิตพันธุ์กลายจากการคัดเลือกขั้นที่ 1 ได้จำนวน 49 โคลน และเมื่อปลูกคัดเลือกขั้นที่ 2 สามารถคัดเลือกได้โคลนอ้อยดีเด่นจำนวน 7 โคลนพันธุ์ สำหรับนำเข้าประเมินผลผลิตในขั้นเปรียบเทียบเบื้องต้น

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์ และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2543. ความสัมพันธ์ทางเครือญาติของพันธุ์อ้อยการค้าในประเทศไทย. หน้า 234-242. ใน: รายงานการประชุมอ้อยและน้ำตาลทรายแห่งชาติ ครั้งที่ 4. 15-17 สิงหาคม 2543. นครราชสีมา.
- วีระพล พลรักดี และทักษิณา ศันสยะวิชัย. 2555. เชื้อพันธุ์อ้อยป่า (พง) ในประเทศไทยและการใช้ประโยชน์. แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=106> สืบค้นเมื่อ: 4 สิงหาคม 2565
- Breanx, R.D. 1975. Radiosensitivity and selection for mosaic resistant variety in sugarcane. *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Tech.* 4: 97-100.
- Dermodjo, S. 1977. Induction of mosaic disease resistance in sugarcane by gamma ray irradiation. *Int. Soc. Sugar Cane Tech. Sug. Breed. Newsletter.* 39: 4-7.
- Glassop, Donna, L. R. Anne, and D. Graham Bonnett. 2014. Sugarcane flowering genes and pathways in relation to vegetative regression. *Sugar Tech.* 16.3: 235-240.

- Jagathesan, D., N. Balasundaram and K.C. Alexander. 1974. Induced mutations for disease resistance in sugarcane. In: Induced Mutations for Disease Resistance in Crop Plants. Proc. IAEA, Vienna. pp. 151.
- Khan, I.M., M.U. Dahot and A. Khatri. 2007. Study of genetic variability in sugarcane induced through mutation breeding. *Pak. J. Bot.* 39(5): 1489-1501.
- Lalitha, E., K. Chiranjivi Rao, T. N. Krishnamurthy and R. Narasimhan. 1968. Flowering - its consequences on yield and quality of sugar cane. Proc. South Indian Sugarcane and Sugar Technologists Assn., 38-41
- Majid, M. A., Shamsuzzaman K. M., Howlader M. A. R. and Islam M. M., 2001. Development of sugarcane mutants with resistance to red rot water-logging and delayed or non-flowering through induced mutations. Proc Final Res Coord Meet. pp. 31-43. IAEA Vienna Austria.
- Nagatomi, S. 1993. Enlargement of induced variations by combined method of chronic irradiations with callus culture in sugarcane. In *Gamma Field Symposia* (pp. 87-110).
- Rao, P.S. 1974. Mutation breeding for non-flowering in sugarcane. *Mutat Breed Newsl* 3: 9.
- Rao, P.S. 1977. Effects of flowering on yield and quality of sugarcane. *Experimental Agriculture*. 13.04: 381-387.
- Rao, P.S. 1982. Flowering and yield relationships in two sugarcane varieties. In *Sugar Association of the Caribbean. Technologists' Conference, St. Kitts (St. Kitts-Nevis), 12-18 Jun 1982*.
- Shitahun, A. 2017. Juice quality comparison between flowered and non-flowering cane for ten commercial sugarcane varieties at ten or eleven months under Beles sugar development project. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 4(5): 81-83.
- Srivastava, B.L., S.R. Bhat, S. Pandey, B.S. Tripathi and V.K. Saxena. 1986. Plantation breeding for red rot resistance in sugarcane. *Sugarcane*, No. 5: 13-15.



**Table 1** Number of tissue sample after acute gamma radiation on a scale of 0 to 100 gray (Gy) and percentage of survival compared with control in sugarcane, Khon Kaen 3 variety.

Radiation level (Gy)	Number of tissue samples	Number of surviving tissue samples	Survival (%)	Survival compared with control (%)
0	40	40	100	100
20	40	28	70	70
40	40	23	58	58
60	40	12	30	30
80	40	2	5	5
100	40	0	0	0

**Table 2** Number of tissue sample after acute gamma radiation on a scale of 0 to 100 gray (Gy) and percentage of survival compared with control in sugarcane, U-thong 5 variety.

Radiation level (Gy)	Number of tissue samples	Number of surviving tissue samples	Survival (%)	Survival compared with control (%)
0	40	37	92.5	100
20	40	27	67.5	73
40	40	20	50	54
60	40	4	10	11
80	40	10	25	27
100	40	0	0	0

**Table 3** Number of sample and number of plants in Irradiated sugarcane and non-irradiate gamma rays after transplant in the field.

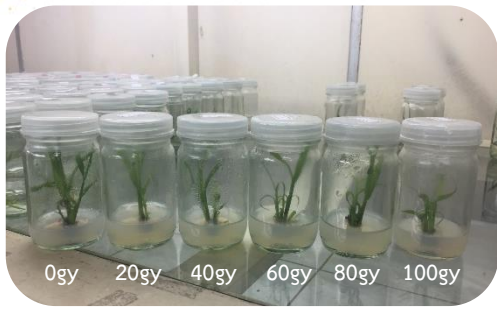
No.	Sugarcane varieties	Gamma radiation	Number of samples	Number of plants
1	Khon Kaen 3	Irradiated	31	522
2	Khon Kaen 3	non-irradiate	-	650
3	U-thong 5	Irradiated	16	40
4	U-thong 5	non-irradiate	-	153
5	KK07-037	Irradiated	48	232
6	KK07-037	non-irradiate	-	144

**Table 4** Can Yield, Sugar yield, CCS, percentage of flowering and flowering date in U-thong 5 irradiated clone and U-thong 5 variety in breeding of sugarcane to non-flowering by mutation: selection 2.

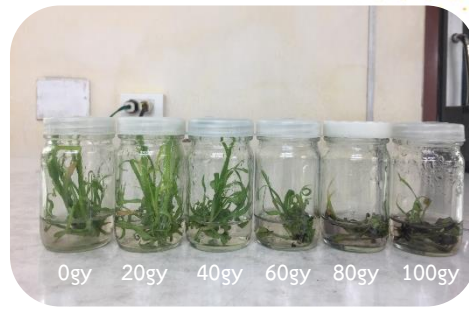
NO.	Entry	Can yield (ton/rai)	Sugar Yield (ton CCS./rai)	CCS.	Flowering (%)	Day of Flowering
1	UT5-M2-2	8	1.37	16.2	0.0	-
2	UT5-M2-1	5	0.64	13.3	2.9	26/11/2564
3	UT5-M2-7	10	1.43	15.0	8.0	26/11/2564
4	UT5-M2-3	5	0.69	14.7	9.5	26/11/2564
5	UT5-M2-8	4	0.58	14.6	12.5	8/11/2564
6	UT5-M2-12	11	1.55	14.6	15.8	26/11/2564
7	UT5-M2-11	17	2.22	13.3	24.0	26/11/2564
8	UT5-M2-4	10	1.44	14.4	24.0	26/11/2564
9	UT5-M2-9	12	1.57	13.1	25.8	26/11/2564
10	UT5-M2-5	12	1.52	13.1	26.7	26/11/2564
11	UT5-M2-6	11	1.55	14.3	44.4	26/11/2564
12	UT5-M2-10	9	1.05	11.9	50.0	26/11/2564
13	UT5	15	2.21	14.8	16.4	18/11/2564
14	UT5	4	0.57	15.9	17.6	22/11/2564
15	UT5	16	2.39	15.2	22.4	23/11/2564
<b>Average</b>		<b>9.5</b>	<b>1.3</b>	<b>14.0</b>	<b>20.3</b>	

**Table 5** Can Yield, Sugar yield, CCS, percentage of flowering and flowering date in selected KK07-037 irradiated clone and KK07-037 clone in breeding of sugarcane to non-flowering by mutation: selection 2.

Entry	Can yield (ton/rai)	Sugar Yield (ton CCS./rai)	CCS.	Flowering (%)	Stalk Height (cm)	Stalk Diameter (cm)	Number of stalks per rai
KK037-M2-5	25	3.16	12.7	0	293	2.96	15,573
KK037-M2-6	20	2.45	12.4	0	249	2.99	10,880
KK037-M2-7	14	1.80	12.5	0	234	2.45	8,533
KK037-M2-8	23	3.14	13.9	3.3	269	2.79	12,800
KK037-M2-10	28	3.62	13.1	7.1	274	2.77	14,933
KK 037-M2-9	27	3.59	13.1	24.6	312	2.72	13,867
KK07-037	15	1.76	11.8	0	232	2.65	9,173
KK07-037	19	2.77	14.5	0	261	2.82	9,173
KK07-037	6	0.72	12.4	0	197	2.57	5,333

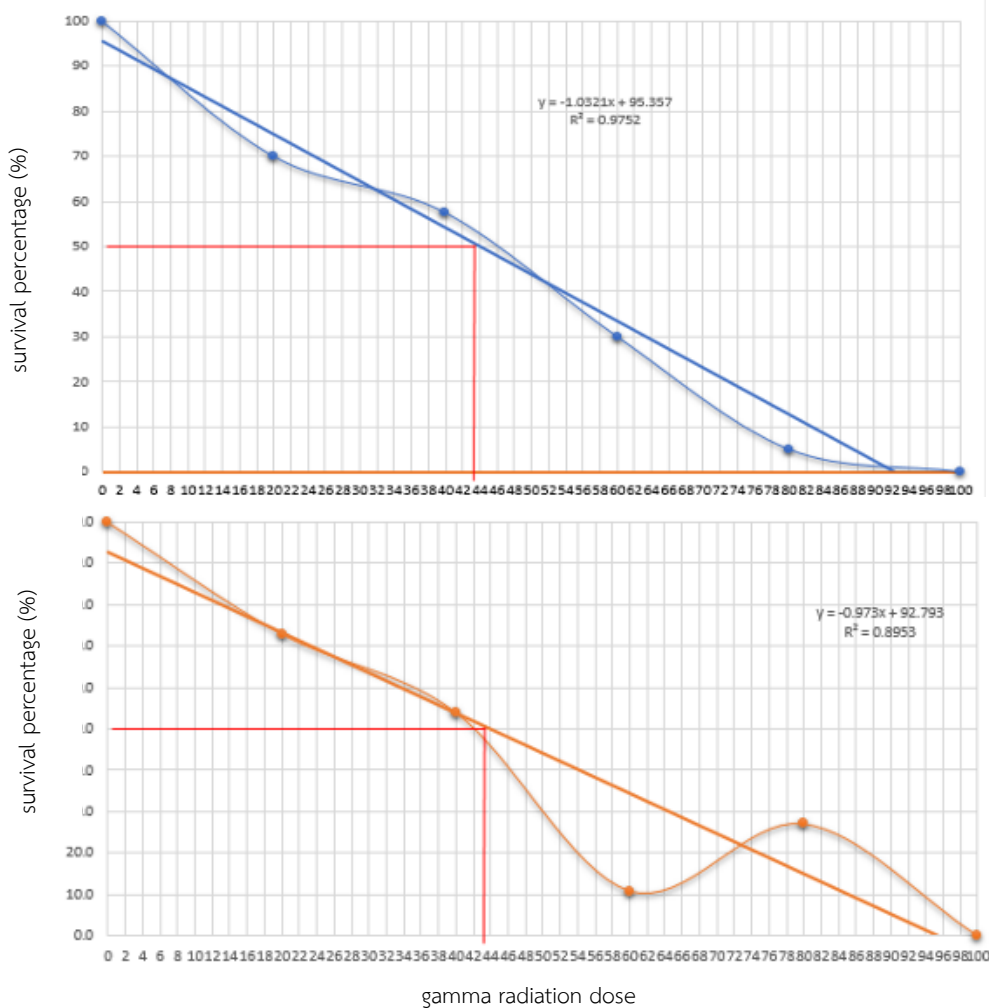


(a) 1 day after irradiated



(b) 20 day after irradiated

**Figure 1** Tissue samples of Khon Kaen 3 sugar cane treated with 5 levels of gamma irradiation after 1 day (a) and 20 days after (b) irradiated.



**Figure 2** Effect of survival rate of tissues of sugarcane varieties Khon Kaen 3 and KK07-037 clone on gamma radiation.