

ผลของรังสีที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างหวาน

The Effect of Gamma Radiation on Growth in Sweet Sorghum

กรีก นฤทุม, สุมินทร์ สมุทคุปต์, อรุณี วงศ์ปิยะสทธิตย์,¹ นพพร สายัมพล,²
ลาวัณย์ ไกรเดช,³ มณี ตันติรุ่งกิจ, สิริกุล วะสี และ อุดม แก้วสุวรรณ⁴

Kriuk Naritoom, Sumin Smutkupt, Arunee Wongpiyasatit, Nopporn Sayampol,
Lavanaya Kraidej, Manee Tuntirungkit, Sirikul Wasee and Udom Kaesuan

ABSTRACT

Dry seeds of sweet sorghum cultivar Wray were treated with gamma rays from Cs-137 source at the Department of Applied Radiation and Isotopes, Kasetsart University. The dosages of gamma rays were 0, 300 and 400 Gy. Agronomic character changes were observed on M_1 generation at the Central Laboratory and Greenhouse Complex Kamphaengsaen, Nakhon Pathom. The height of plants from the irradiated seeds was reduced with each dosage of 300 and 400 Gy especially in the earlier stages of development but showed no effect in later stages. All radiation dosages not only decreased pollen fertility but also delayed the anthesis. Gamma irradiation did not effect on net weight of stripped stalk.

บทคัดย่อ

ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray ซึ่งได้รับการฉายรังสีเมล็ดในปริมาณ 0, 300 และ 400 เกรย์ ในชั่วอายุ M_1 ปรากฏว่า ได้พบลักษณะการเจริญเติบโตผิดปกติที่เป็นผลมาจากรังสีแกมมาคือ รังสีทำให้ความสูงลดลงในช่วงห้าสัปดาห์แรกของการเจริญเติบโต แต่เมื่อถึงระยะออกดอกและระยะเก็บเกี่ยวแล้วรังสีไม่มีผลต่อความสูง

รังสีมีผลทำให้ความสมบูรณ์ของละอองเกสรลดลงอายุถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ก็ล่าไปกว่าปกติ แต่รังสีไม่มีผลต่อน้ำหนักสดของลำต้นเมื่อเก็บเกี่ยว

คำนำ

ข้าวฟ่างหวาน (sweet sorghum หรือ sorgo) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Sorghum bicolor* (Linn.) Moench (Harland and de Wet, 1972) เป็นพืชซึ่งปลูก

¹ ภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dept. of Radiation & Isotopes, Faculty of Science, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakhon Pathom, Thailand.

² ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

⁴ ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน จ.นครปฐม

เพื่อผลิตน้ำเชื่อมหรือน้ำตาล (Schaffert and Gourley, 1982) และสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ ทั้งในรูปอาหารหมักและสดได้อีกด้วย ต่อมาเมื่อเกิดวิกฤติการณ์น้ำมันเชื้อเพลิงจึงมีการวิจัยเพื่อนำน้ำข้าวฟ่างหวานไปผ่านกระบวนการหมักเพื่อผลิตแอลกอฮอล์สำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน (Freeman, 1980) ในประเทศไทยก็ได้มีการนำข้าวฟ่างหวานมาปลูกทดลอง ตลอดจนการหมักแอลกอฮอล์ (น้อม 2523, สมบูรณ์ 2526, และลาวัญญ์ และคณะ 2528) ซึ่งปรากฏว่าข้าวฟ่างหวานสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย แต่ยังมีประสบปัญหาอยู่บ้างในเรื่องโรคและแมลง เช่น โรค fusarium stalk rot (*Fusarium moniliforme* Sheldon) ซึ่งทำให้ความหวานในลำต้นลดลงและแมลงวันหนอนเจาะยอดข้าวฟ่าง (*Atherigona soccata* Rondani) ซึ่งเป็นศัตรูสำคัญในระยะต้นกล้า (วิชัยและกอบกุล 2526, วิวัฒน์ และโกศล 2526) ดังนั้นโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟ่างหวานจึงได้วางเป้าหมายในการปรับปรุงพันธุ์ให้มีความต้านทานต่อโรคและแมลงดังกล่าว รวมทั้งการเจริญเติบโตดี ลำต้นแข็งแรงไม่หักล้มง่าย ให้ผลผลิตน้ำตาลสูงทั้งปริมาณและคุณภาพ แต่เนื่องจากลักษณะเหล่านี้บางลักษณะค่อนข้างหาได้ยากจากเชื้อพันธุ์ที่มีอยู่ จึงได้ริเริ่มนำวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์มาใช้เพื่อสร้างความแปรปรวนทางพันธุกรรมให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ซึ่งในการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีกลายพันธุ์นี้จะทำการทดลองเป็น 3 ระยะคือ ระยะแรกจะทำการศึกษาความไวต่อรังสีของข้าวฟ่างหวานซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตในลักษณะต่าง ๆ ทางเกษตร ซึ่งจะเป็นแนวทางสำหรับการคัดเลือกลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการ ในระยะที่สองจะทำการคัดเลือกพืชที่เกิดการกลายพันธุ์ตามลักษณะที่ต้องการ ส่วนในระยะที่สามจะทำการทดสอบเปรียบเทียบพันธุ์เพื่อให้ได้พืชพันธุ์ดีสำหรับใช้เป็นพันธุ์ส่งเสริมต่อไป

สำหรับการทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของรังสีที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างหวานซึ่งเป็นรายงานในระยะแรกดังกล่าวแล้ว

จากการศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะทางพันธุศาสตร์และการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างหวานโดยมะลิวัลย์ (2527) พบว่า ค่า LD_{50} ของข้าวฟ่างหวานพันธุ์ต่าง ๆ มีดังนี้ Keller 250 เกรย์, Wray 315 เกรย์, Rio 320 เกรย์, Roma 320 เกรย์ และ Ramada 340 เกรย์ นอกจากนั้นยังพบว่ารังสีแกมมาทำให้อัตราการอยู่รอดและการเจริญเติบโตลดลงในการศึกษาเกี่ยวกับข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Rancher Ra K 9 โดย Barabás (1965) ก็พบว่าค่า LD_{50} ประมาณ 35 kR เมื่อได้ศึกษาถึงช่วง M_4 ก็ได้สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าเดิม จำนวน 2 สายพันธุ์ นอกจากนั้นยังพบว่าสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงมีองค์ประกอบของ prussic acid ลดลงอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ข้าวฟ่างหวานซึ่งใช้ในการทดลองครั้งนี้คือพันธุ์ Wray ซึ่งได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยนักวิจัยจาก U.S. Sugar Crops Field Station, Meridian, Mississippi (Broadhead *et al*, 1978) มีความหวานของน้ำข้าวฟ่าง 20.2°Brix ปริมาณน้ำตาลซูโครส 15.6 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตเฉลี่ยของลำต้นเมื่อริดใบออกแล้วประมาณ 16.7 ตัน/เฮกเตอร์

นำเมล็ดข้าวฟ่างหวานมาหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดได้ 11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นความชื้นที่เหมาะสมตามรายงานของ Konzak and Mikaelson (1977) แบ่งเมล็ดบรรจุในถุงพลาสติก จำนวน 1,500 เมล็ดต่อซ้ำ นำไปปรับการฉายรังสีแกมมาด้วยปริมาณ 0, 300 และ 400 เกรย์ ที่อัตรารังสีประมาณ 7.7 เกรย์/นาทิจากเครื่องฉายรังสีแกมมาเตอร์ของภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้ Cs-137

เป็นแหล่งรังสีแกมมา ทำการทดลองเมื่อวันที่ 10
เมษายน 2529

การปลูกในแปลงทดลองใช้แปลงทดลองของศูนย์
ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยใช้แผนการ
ทดลองแบบ randomized complet block ทำ 4 ซ้ำ
แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 2.5×6 เมตร ประกอบด้วย
แถวปลูก 5 แถว ระยะระหว่างแถว 50 เซนติเมตร
ระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร ใช้ยา cabofuran ใน
อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำในโตรเจนในอัตรา 20
กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกพร้อมปลูก
ใส่ครั้งที่สองเมื่อข้าวฟ่างมีอายุ 1 เดือน และให้น้ำโดย
ระบบชลประทานตามร่องของแถวปลูก

ทำการศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตและการ
เปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ตั้งแต่วันเริ่มงอก จนถึงระยะเก็บ
เกี่ยวในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ การศึกษาอัตราการเจริญ
เติบโต โดยใช้ความสูงของต้นข้าวฟ่างหวานเป็นเกณฑ์,
อายุถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์, ความสมบูรณ์ของ
ละอองเกสร โดยเก็บละอองเกสรในเวลา 8.00 นาฬิกา
ย้อมสี KI-I solution ตามวิธีของชัยฤกษ์ (2510),
ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยวโดยวัดความสูงจากรอยตัดถึงฐาน
ล่างของช่อดอก, น้ำหนักเมื่อเก็บเกี่ยว ซึ่งน้ำหนักลำต้น
ที่รีดใบและตัดช่อดอกออกแล้ว และความหวานเมื่อเก็บ
เกี่ยว วัดความหวานเป็น total soluble solid จากน้ำ
ข้าวฟ่างหวานที่หีบได้

การศึกษาลักษณะต่าง ๆ ทั้งหมดดังกล่าวแล้วนี้
ทำการสุ่มจากต้นข้าวฟ่างหวาน จำนวน 50 ต้น ในแต่ละ
treatment ยกเว้นการศึกษากวามสมบูรณ์ของ
ละอองเกสร ซึ่งทำการสุ่มเพียง 10 ต้น

ทำการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานพร้อมกันเมื่ออายุ
ได้ 110 วัน นับจากวันปลูก

ผลและวิจารณ์

ผลการทดลองในการฉายรังสีข้าวฟ่างหวานพันธุ์
Wray ด้วยปริมาณรังสี 0, 300 และ 400 เกรย์ โดย
ฉายรังสีเมล็ดแห้งแล้วนำไปปลูกในแปลงทดลองปรากฏ
ว่า ต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดซึ่งได้รับการฉายรังสีใน
ปริมาณ 300 และ 400 เกรย์ มีลักษณะใบเป็นรอยขีดสี
เขียวอ่อน-ขาว หรือเหลือง ซึ่งเป็นลักษณะที่กลอโร-
ฟิลล์ถูกทำลายในบางส่วน และมีต้นข้าวฟ่างหวานแสดง
ลักษณะ albina จำนวน 1 ต้น จากการฉายรังสี 300
เกรย์ มีต้นต่างแสดงลักษณะ striata จำนวน 2 ต้น
จากปริมาณรังสี 400 เกรย์ แต่ไม่สามารถเจริญเติบโต
จนถึงระยะเก็บเกี่ยวได้เนื่องจากเกิดโรคโคนเน่าเสียก่อน
ส่วนลักษณะอื่น ๆ ที่ได้ทำการศึกษาปรากฏผลดังนี้

1. การศึกษาอัตราการเจริญเติบโต การเจริญ
เติบโตของข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray เมื่อได้รับการฉาย
รังสี 300 และ 400 เกรย์ โดยทั่วไปมีอัตราการเจริญ
เติบโตช้ากว่าพวกที่ไม่ได้รับการฉายรังสีโดยเฉพาะใน
5 สัปดาห์แรกของการเจริญเติบโต ในสัปดาห์ที่ 6, 7,
8 อัตราการเจริญเติบโตไม่แสดงความแตกต่างอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ดัง Table 1.

ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อข้าวฟ่างหวานพันธุ์
Wray ในข้าว M₁ นี้ เป็นลักษณะผิดปกติที่เกิดขึ้นโดย
ทั่วไปกับพืชที่ได้รับการฉายรังสี โดยการเจริญเติบโต
ใน 4 สัปดาห์แรกนั้นปรากฏว่า ข้าวฟ่างหวานที่ได้รับการ
ฉายรังสีปริมาณ 300 และ 400 เกรย์ มีการเจริญ
เติบโตช้ากว่าพวกที่ไม่ได้รับการฉายรังสี ซึ่งสาเหตุอาจ
เนื่องมาจากรังสีได้สร้างความเสียหายให้กับโครโมโซม
และองค์ประกอบอื่น ๆ ในไซโตพลาสซึม ซึ่งจะมีผล
ให้การเจริญเติบโตและอัตราการรอดชีวิตลดลงตามที่
Gaul (1977) ได้กล่าวไว้ ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบ
ปริมาณรังสีที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตแต่อย่างใด
การเจริญเติบโตของต้นข้าวฟ่างหวานตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6

Table 1 Effect of radiation dose on plant height (cm.) in sweet sorghum Wray cultivar at 7, 14, 21, 28, 35, 42 and 56 days after planting.

Days after planting	Dose (Gy)			CV	LSD	LSD
	0	300	400	%	.05	.01
7	7.28	5.41	5.01	10.19	1.04	1.58
14	28.30	24.96	15.72	7.22	3.04	4.61
21	58.75	46.53	43.20	6.04	5.17	7.83
28	102.85	77.18	67.93	7.78	11.12	16.85
35	153.53	125.63	130.60	2.64	6.23	9.44
42	199.25	175.30	182.60	6.75	ns	ns
49	225.90	214.80	214.85	3.82	ns	ns
56	251.25	246.83	241.00	2.24	ns	ns

เป็นต้นไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการแบ่งเซลล์มากขึ้น เซลล์ที่ผิดปกติซึ่งแบ่งตัวช้ากว่าก็จะค่อย ๆ มีปริมาณลดลง จึงทำให้การเจริญเติบโตเกือบเป็นปกติ (Sylvia and Newcombe, 1970; Beard 1970; Degani and Itai, 1978)

2. อายุถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ผลของรังสีแกมมาที่มีต่ออายุออกดอกปรากฏว่าข้าวฟ่างหวานที่ได้รับการฉายรังสีออกดอกช้ากว่าพวกที่ไม่ได้รับการฉายรังสี อายุถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ของพวกที่ไม่ฉายรังสีอยู่ในระหว่าง 66.8–68.0 วัน ค่าเฉลี่ย 67.4 วัน ส่วนพวกที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 300 เกรย์ มีอายุออกดอกระหว่าง 69.2–71.0 วัน เฉลี่ย 69.9 วัน และพวกที่ได้รับรังสี 400 เกรย์ มีอายุออกดอกระหว่าง 72.4–73.2 วัน เฉลี่ย 72.8 วัน เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติแล้วปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดัง Table 2.

3. ความสมบูรณ์ของละอองเกสร (pollen fertility) จากการตรวจสอบความสมบูรณ์ของละอองเกสรของข้าวฟ่างหวานที่ได้รับการฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 0, 300 และ 400 เกรย์ จากกล้องจุลทรรศน์

ปรากฏว่า ในข้าวฟ่างหวานที่ไม่ได้รับการฉายรังสี ละอองเกสรมีความสมบูรณ์ดีคือ มีความสมบูรณ์ 94.67–95.74 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 95.32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความสมบูรณ์กว่าพวกที่ได้รับการฉายรังสีทั้งปริมาณ 300 และ 400 เกรย์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ คือพวกที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 300 เกรย์ มีความสมบูรณ์ของละอองเกสรอยู่ในระหว่าง 70.88–79.28 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 74.81 เปอร์เซ็นต์ และพวกที่ได้รับการรังสีปริมาณ 400 เกรย์ มีความสมบูรณ์ของละอองเกสรระหว่าง 73.05–82.01 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 76.39 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความสมบูรณ์ของละอองเกสรในพวกที่ได้รับการฉายรังสีนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดัง Table 2.

รังสีมีผลต่ออายุถึงวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ และยังมีผลต่อความสมบูรณ์ของละอองเกสรอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งจากการศึกษาผลของรังสีแกมมาที่มีต่อลักษณะทางเซลล์พันธุศาสตร์และการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างหวานโดยมะลิวัลย์ (2527) ก็ได้พบว่า รังสีปริมาณ 100, 200 และ 300 เกรย์ ทำให้อายุดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นในข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Ramada, Roma, Rio,

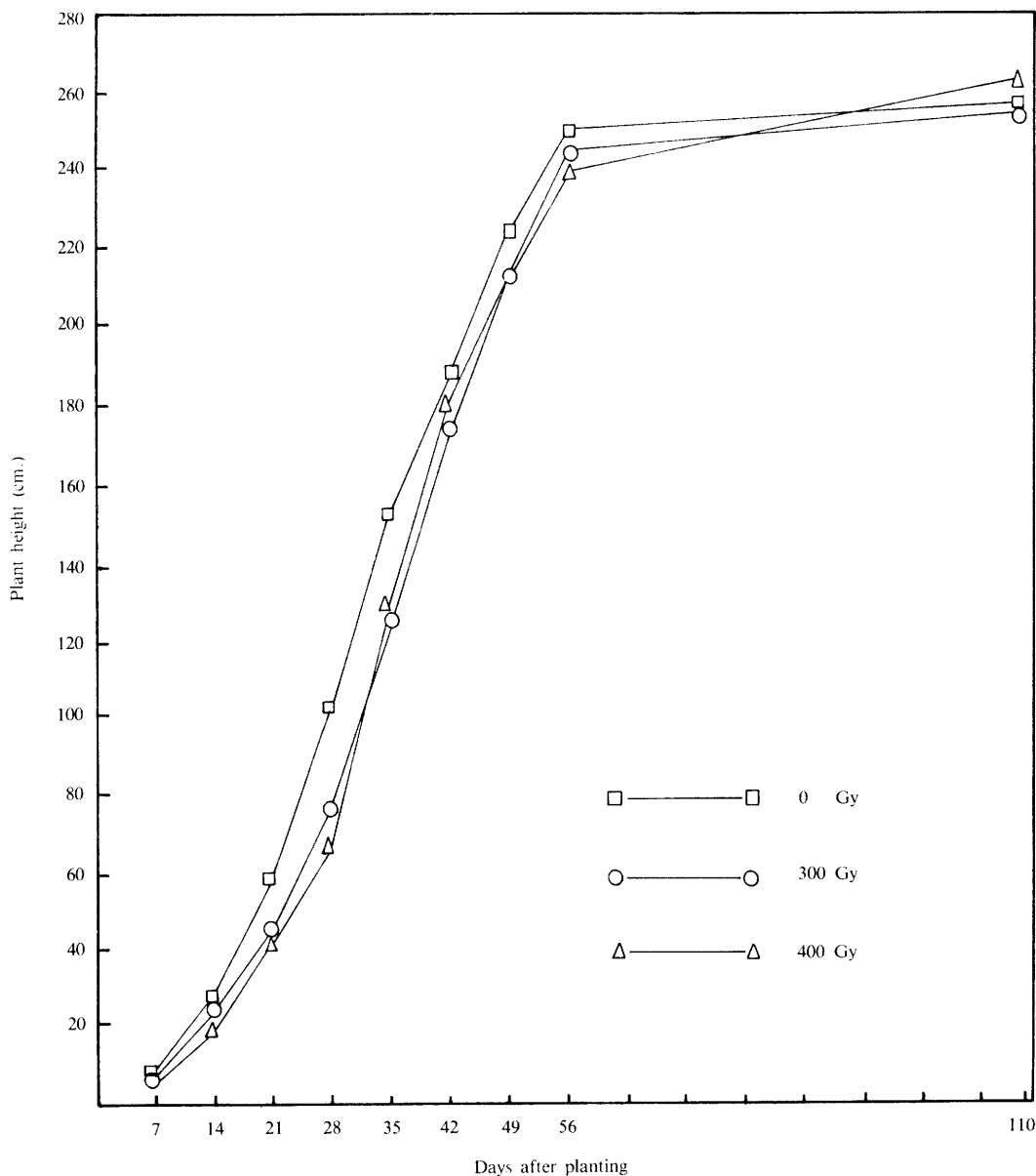


Figure 1 Plant height in sweet sorghum Wray cultivar as effected by radiation dose of 0, 300 and 400 Gy at different stage of growth.

Wray และ Keller ซึ่ง Kaukis and Webster (1956) ก็ได้พบเช่นกันว่ารังสีนิวตรอนมีผลชะลออายุการออกดอกของข้าวฟ่าง

4. ความสูงเมื่อเก็บเกี่ยว ได้ทำการเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานพร้อมกันเมื่ออายุ 110 วัน นับจากวันปลูก

แล้ววัดความสูง เมื่อนำค่าความสูงของพวกไม่ฉายรังสีมาเปรียบเทียบกับพวกที่ได้รับการฉายรังสีแล้วปรากฏว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ พวกไม่ฉายรังสีมีความสูงในระหว่าง 253-263.5 เซนติเมตร เฉลี่ย 259.4 เซนติเมตร พวกที่ได้รับการฉายรังสีในปริมาณ 300

Table 2 Average values of 50% anthesis, pollen fertility, plant height, weight of stripped stalk and total soluble solid at harvest.

Dose (Gy)	50% Anthesis (days)	Pollen fertility (%)	Plant height (cm.)	Weight (g)	Total Soluble Solid (°Brix)
0	67.40	95.32	259.38	659.25	19.99
300	69.95	74.81	258.03	557.00	19.46
400	72.80	76.39	265.88	575.00	20.68
CV. %	0.71	4.25	1.75	10.44	2.57
LSD.05	0.861	6.04	ns	ns	0.891
LSD.01	1.304	9.15	ns	ns	1.349

เกรย์ มีความสูงอยู่ในระหว่าง 252.0–265.6 เซนติเมตรเฉลี่ย 258.0 เซนติเมตร และพวกที่ได้รับรังสีปริมาณ 400 เกรย์ มีความสูงอยู่ในระหว่าง 264.0–269.5 เซนติเมตรเฉลี่ย 265.9 เซนติเมตร ดัง Table 2.

5. น้ำหนักเมื่อเก็บเกี่ยว จากการชั่งน้ำหนักลำต้นข้าวฟ่างหวานที่รีดใบออกแล้ว ปรากฏว่า น้ำหนักต่อต้นของข้าวฟ่างหวานในพวกที่ไม่ได้รับการฉายรังสีอยู่ในระหว่าง 533–762 กรัม มีค่าเฉลี่ย 659.3 กรัม พวกที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 300 เกรย์ มีน้ำหนักลำต้นอยู่ในระหว่าง 496–583 กรัม และพวกที่ได้รับรังสีปริมาณ 400 เกรย์ อยู่ในระหว่าง 509–625 กรัมเฉลี่ย 575.0 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดัง Table 2.

6. ความหวานเมื่อเก็บเกี่ยว (total soluble solids) หลังจากวัดความสูงและชั่งน้ำหนักต้นที่เก็บเกี่ยวแล้วจึงได้นำต้นข้าวฟ่างหวานมาเข้าเครื่องหีบน้ำหวานเพื่อวัดความหวานเป็นองศาบริกซ์ด้วย hand refractometer ซึ่งเป็นค่า total soluble solids ในน้ำข้าวฟ่างหวานปรากฏว่า ความหวานของพวกไม่ฉายรังสีไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากพวกที่ได้รับการฉายรังสี แต่พวกที่ได้รับการฉายรังสีปริมาณ 300 เกรย์ มีความหวานน้อยกว่าพวกที่ได้รับรังสีปริมาณ 400 เกรย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ พวกที่ไม่ได้รับรังสี

มีความหวานอยู่ในระหว่าง 19.27–20.91 บริกซ์ เฉลี่ย 19.99 บริกซ์ พวกที่ได้รับการฉายรังสีในปริมาณ 300 เกรย์ มีความหวานอยู่ในระหว่าง 18.93–19.83 บริกซ์ ค่าเฉลี่ย 19.45 บริกซ์ ส่วนพวกได้รับรังสีปริมาณ 400 เกรย์ มีความหวานอยู่ในระหว่าง 20.33–20.89 บริกซ์ ค่าเฉลี่ย 20.68 บริกซ์ ดัง Table 2.

สรุป

จากการศึกษาผลของรังสีที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างหวานได้พบลักษณะการเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นผลจากรังสีหลายลักษณะทั้งในด้านการเจริญเติบโต ความสมบูรณ์ของละอองเกสร และความหวาน ซึ่งจะได้ทำการคัดเลือกลักษณะกลายพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อสกัดให้เป็นสายพันธุ์สำหรับการปลูกทดลองในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- น้อม ชันดิคุณ. 2523. ความสำเร็จของการปลูกข้าวฟ่างหวานครั้งแรกของเมืองไทย วารสารน้ำตาล 16(5) : 1–6.
- ชัยฤกษ์ มณีพงษ์. 2510. Cytogenetics. เอกสารประกอบการสอนวิชา Cytogenetics. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- มะลิวัลย์ ด้านวิริยะทรัพย์. 2527. ผลของรังสีแกมมา ที่มีต่อลักษณะทางเซลล์พันธุศาสตร์ และการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างหวาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ลาวัณย์ ไกรเดช, จุฬี ทิพย์รักษ์, สมศรี ไทยเวชน์, กรีก นฤทุม, ประทวน สว่างศรี, ไพรมา ภัทรกุล และ สมบูรณ์ ผู้พัฒน์. 2528. ต้นทุนการผลิตแอลกอฮอล์จากข้าวฟ่างหวาน, น. 3-1 ถึง 3-66 ในรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปี 2525 และ 2526 โครงการวิจัยการหมักแอลกอฮอล์จากผลิตผลทางการเกษตร ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทกำหนดหัวข้อ จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ น. 3-1 ถึง 3-66.
- วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล และ กอบกุล วิภาสุ. 2526. โรคของข้าวฟ่างหวาน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2526. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 9 น.
- วิวัฒน์ เสือสะอาด และ โกศล เจริญสม. 2526. แมลงศัตรูข้าวฟ่างหวานและการป้องกันกำจัด. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2526. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 5 น.
- สมบูรณ์ ผู้พัฒน์. 2526. การผลิตแอลกอฮอล์จากข้าวฟ่างหวาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Barabás, Z. 1965. Induced quantitative somatic mutants in sorghum. The Use of Induced Mutation in Plant Breeding, Report of the FAO/IAEA Technical Meeting. Rad. Bot. 5 : 515-520. (Supplement)
- Beard, B.H. 1970. Estimating the number of meristem initials after seed irradiation : a method, applied to flax stem. Rad. Bot. 10 : 47-57.
- Broadhead, D.M., K.C. Freeman and N. Zummo. 1978. 'Wray' a new variety of sweet sorghum for sugar production. Meridian ; Mississippi State University.
- Degani, N. and C. Itai. 1978. The effect of radiation on growth and abscisic acid in wheat seedling. Env. หรือ Envir. and Exp. Bot. 18 : 113-115.
- Freeman, K.C. 1980. Sweet sorghum for feedstock for alcohol production. Meridian : Mississippi State University.
- Gual, H. 1977. Plant injury and lethality. Manual on Mutation Breeding. 2nd ed. IAEA. Vienna.
- Harland, J.R. and J.M.J. de Wet. 1972. A simplified classification of cultivated sorghum. Crop Sci. 12 : 172-176.
- Kaukis, Karl and O.J. Webster. 1956. Effects of thermal neutrons on dormant seeds of *Sorghum vulgare* Per. Agron. 48 : 401-406.
- Konzak, C.F. and K. mikaelson. 1977. Selecting parents and handling the M₁-M₃ generations for the selection of mutant. Manual on Mutation Breeding. 2nd ed. IAEA. Vienna
- Schaffert, R.E. and L.M. Gourley. 1982. Sorghum as an energy source, In Sorghum in the Eighties : Proceeding of the International Symposium on Sorghum Volume 2, 2-7 November 1981, India.
- Sylvia, A. and C.L. Newcombe. 1970. Synergistic inhibition of growth of mungbean seedling after a combination of low level x-irradiation and low shock treatment. Rad. Bot. 10 : 563-567.