การแปรผันทางพันธุกรรมของข้าวบาร์เลย์บางพันธุ์โดยการฉายรังสีแกมมา

นายเศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาพฤกษศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2533
ISBN 974-578-145-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017167 I 10311397

GENETIC VARIATIONS OF SOME BARLEY VARIETIES THROUGH GAMMA-RAYS IRRADIATION

Mr. Saedthawat Chamsartra

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Botany
Graduate School
Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-578-145-2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแปรผันทางพันธุกรรมของข้าวบาร์เลย์บางพันธุ์โดยการฉายรังสีแกมมา

โดย นายเศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์

สาขาวิชา พันธุศาสตร์

ภาควิชา พฤกษศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณี จันทรสนิท

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. อบฉันท์ ไทยทอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณี จันทรสนิท)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. เชษฐชัย บัณฑิตสิงห์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. พัธกุล จันทนมัฏฐะ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เศรษฐวัชร ฉ่ำคำสตร์ : การแปรผันทางพันธุกรรมของข้าวบาร์เลย์บางพันธุ์โดยการฉายรังสีแกมมา (GENETIC VARIATIONS OF SOME BARLEY VARIETIES THROUGH GAMMA-RAYS IRRADIATION) อ.ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี จันทรสุนิท, 123 หน้า. ISBN 974-578-145-2.

เมล็ดพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ 8 พันธุ์ ได้แก่ Vijay (#309), Jyoti, IBON 118, Ratna, FNBL 8102-13, บรบ 2 บรบ 5 และ บรบ 6 ถูกนำไปฉายรังสีแกมมา 3 ปริมาณ คือ 15, 20, และ 30 กิโลแรด ศึกษาการแปรผันทางพันธุกรรมของ 5 พันธุ์แรกในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อมและในเรือนกระจก พันธุ์ที่เหลือปลูกศึกษาในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อมทั้งในชั่ว M_1 และ M_2 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Complete Block Design

ผลปรากฏว่าการตอบสนองของข้าวบาร์เลย์ต่อรังสีขึ้นกับพันธุ์ ปริมาณรังสี และปฏิกริยาร่วมระหว่างรังสีกับพันธุ์ ปริมาณความผิดปกติที่เกิดขึ้นสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณรังสีที่ใช้ รังสีมีอิทธิพลทำให้ความงอกและการเจริญพันธุ์ลดลง แต่ปริมาณต้นที่งอกผิดปกติและต้นตายเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามรังสีไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะเหล่านี้ในชั่ว M_2 และแม้ว่ารังสีจะไม่มีอิทธิพลในการเพิ่มการทนทานต่ออุณหภูมิสูงของข้าวบาร์เลย์ตามความคาดหวัง แต่ก็สามารถทำให้เกิดต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวเร็วขึ้นได้ ลักษณะการแปรผันอื่น ๆ ที่ปรากฏได้แก่ ความผิดปกติของลีใบ รูปร่าง ขนาดของใบ และขนาดของต้น ลักษณะเหล่านี้มักจะพบในชั่ว M_1 ยกเว้นลักษณะขาวเผือกซึ่งพบทั้งในชั่ว M_1 และ M_2 และลักษณะนี้เกิดขึ้นได้เองในพวกที่ไม่ได้รับรังสีด้วย รังสีแกมมายังทำให้โครงสร้างของโครโมโซมเสียหาย ได้แก่การขาดตรงเซนโทรเมียร์ การเกิดช่องว่างที่โครมาติด เกิดชิ้นส่วนที่ไม่มีเซนโทรเมียร์ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งโครโมโซมแตกหักอย่างมาก รังสีแกมมายังทำให้รูปแบบของไอโซไซม์เอสเทอเรสผิดปกติไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณ Relative Fraction ต่ำ และปริมาณการแปรผันนี้พบในชั่ว M_1 มากกว่า M_2

แม้ว่าการศึกษานี้พบว่ารังสีทำให้เกิดลักษณะที่ผิดปกติเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการที่จะทำให้ลักษณะบางอย่างดีขึ้น ถ้าจำนวนต้นพืชที่ใช้ในการทดลองมีมากพอ ดังนั้นนักปรับปรุงพันธุ์พืชจึงควรศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้มิวแตนท์ตามต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา พันธุศาสตร์

ปีการศึกษา 2533 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

SAEDTHAWAT CHAMSARTRA : GENETIC VARIATIONS OF SOME BARLEY VARIETIES THROUGH GAMMA-RAYS IRRADIATION , THESIS ADVISOR : ASST. PROF. ARUNI CHANTRASANIT, Ph.D, 123 PP. ISBN 974-578-145-2.

Seeds of eight barley varieties namely Vijay (#309), Jyoti, IBON 118, Ratna, FNBL 8102-13, BRB 2, BRB 5, and BRB 6 were irradiated with gamma-rays under 3 doses i.e. 15, 20, and 30 kilorads. Genetic variations of the first five varieties were studied under phytotron and glass house conditions. The rests were planted in phytotron both in M_1 and M_2 generations. All the studies were carried out using Factorial in Randomized Complete Block Design.

The results showed that the responses of barley to radiation depended upon the variety itself, the dose used, and the interaction of both. In most cases, the quantity of abnormality correlated straightly with doses. Seed germination and plant fertility were reduced whereas abnormal germination and lethality were incresed by irradiation. However, these effects did not proceed significantly to the M_2 generation. Although radiation did not induce tolerance to high temperature as expected, some early maturing plants could be selected in the M_2 generation. Other variations including types of chlorosis, leaf deformation and plant size were found mainly in the M_1 generation while albina were obtanined both in M_1 and M_2. They also occured spontaneously in untreated samples. Gamma-rays also caused some structural damages such as breaking at centromere, chromatid gap, acentric fragment and most important of all, chromosome breaking. Zymogram pattern revealed more variation of esterase isozyme in the M_1 and it was prominent at low Relative Fraction.

Although abnormalities of barley were generally observed in this study, it is anticipated that better plant characteristics should have been also determined if greater sample size were used. Further investigation, therefore, is encouraged to plant breeders in order to obtained the aiming mutant barley.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา พันธุศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2533

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จรุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณี จันทรสนิท อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ข้อคิดเห็น แก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ให้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี กระผมขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. อบฉันท์ ไทยทอง อาจารย์ ดร. เชษฐชัย บัณฑิตสิงห์ และอาจารย์ ดร. พัชกุล จันทนมัฏฐะ ที่ได้กรุณาตรวจแก้ไขและให้คำแนะนำต่าง ๆ และรองศาสตราจารย์ ดร. กันยารัตน์ ไชยสุต ที่ได้กรุณาช่วยดูโครโมโซมของข้าวบาร์เลย์

ขอขอบพระคุณ คุณบุญชุบ บุญทวี ที่ได้อนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการชีวเคมีของศูนย์วิจัยป่าไม้ และขอบพระคุณ คุณสมิต บุญเสริมสุข ที่เอื้อเฟื้อสารเคมีและเครื่องมืออุปกรณ์ตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ ขอขอบพระคุณสถานีทดลองพืชสวนฝางและบริษัทบุญรอดบริวเวอรี่ ที่อนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ในการทดลอง

กราบขอบพระคุณมารดา ที่ท่านได้ให้กำลังใจและสนับสนุนด้านการเงิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณี จันทรสนิท ที่ได้สนับสนุนเงินทุนโดยให้เป็นผู้ช่วยวิจัย และขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนเป็นผู้ช่วยสอน และทุนอุดหนุนการวิจัยจนทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ญ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฒ

สารบัญภาคผนวก ..... ณ

บทที่

1. บทนำ 1
2. การสำรวจเอกสาร 11
3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย 18
4. ผลการวิจัย 26
5. อภิปรายผล 76
6. สรุปผลการวิจัย 93

เอกสารอ้างอิง 96

ภาคผนวก 104

ประวัติผู้เขียน 123

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. แสดงจำนวนพันธุ์มิวแตนท์ที่ได้จากการปรับปรุงในประเทศต่าง ๆ (Bhatia,1989) 12
2. เปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 28
3. เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตรอดเนื่องจากความสามารถทนต่ออุณหภูมิสูง (4Ø°ซ) ของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 29
4. ความสูงเฉลี่ย (ซม.) ที่ระยะเก็บเกี่ยวของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 29
5. เปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในเรือนกระจกอุณหภูมิสูง (35-4Ø°ซ)..... 34
6. เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติขณะงอกของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในเรือนกระจก 34
7. เปอร์เซ็นต์ต้นตายที่อายุ 6Ø วันของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในเรือนกระจก 35
8. เปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 42
9. เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติ (ใบยอดอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน) ขณะงอกเฉลี่ย ของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 42
10. เปอร์เซ็นต์ต้นผิดปกติ (ใบม้วนเป็นหลอด) ขณะงอกเฉลี่ยของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 43
11. เปอร์เซ็นต์ต้นตายเมื่ออายุ 6Ø วันของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 43
12. เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

13. ความสูงเฉลี่ย (ซม.) ที่ระยะสุกแก่ของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 44
14. ผลผลิตจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อกระบะของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 45
15. เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยที่อายุ 60 วัน ของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ สำหรับการหา LD_{50} 58
16. ความงอก ต้นผิดปกติ (แคระแกร็น) และต้นตายของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ใน M_2 generation 69
17. เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ และความสูง (ซม.)ของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ ใน M_2 generation 70
18. จำนวนต้นที่อายุเก็บเกี่ยวเร็วกว่าปกติ 1 สัปดาห์ของพันธุ์ บรบ 2 และ 2 สัปดาห์ของพันธุ์ บรบ 5 และ บรบ 6 ที่คัดเลือกจาก M_2 generation 70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. ปฏิกิริยาการเกิดสารต่าง ๆ เนื่องจากการแตกตัวของน้ำ (radiolysis) โดยรังสี (Yarmonenko, 1988) 4
   (1) ปฏิกิริยาการแตกตัวของน้ำเนื่องจากได้รับรังสี โมเลกุลของน้ำที่ถูกไอออนไนซ์จะสูญเสียอิเลคตรอนไป 1 ตัว
   (2) โมเลกุลของน้ำที่ถูกไอออนไนซ์ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของน้ำอื่น ทำให้ได้ไฮดรอกซีแรดดิคัล
   (3) อิเลคตรอนที่หลุดจากการแตกตัวของน้ำทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของน้ำอื่น ทำให้ได้น้ำโมเลกุลใหม่ที่มีความไม่คงตัวสูง และในที่สุดแยกโมเลกุลได้เป็นไฮโดรเจนและไฮดรอกซีแรดดิคัล
   (4) ในสภาพที่มีออกซิเจน ไฮโดรเจนแรดดิคัลทำปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้ได้ไฮโดรเปอร์ออกไซด์แรดดิคัล
   (5) ไฮโดรเปอร์ออกไซด์แรดดิคัลสองโมเลกุลทำปฏิกริยากันเองได้เป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และออกซิเจนอะตอม
2. ไดอะแกรมแสดงผลของรังสีทั้งทางตรงและทางอ้อมที่มีต่อเป้าหมายที่เป็นยีนและโครโมโซมทำให้เกิดมิวเตชันแบบต่าง ๆ และผลของรังสีต่อออกาเนลล์ เซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะและสิ่งมีชีวิต 5
3. แสดงการเกิด point mutation แบบต่าง ๆ จากผลของรังสี (ดัดแปลงจาก Pizzarello & Witcofski, 1975) 7
   ก. DNA ,mRNA และ protein ปกติ
   ข. Base change หรือ base substitution ทำให้ได้กรดอมิโนผิดปกติ
   ค. และ ง. frameshift mutation เนื่องจากการเกิด base deletion (ค) และ base addition (ง) ทำให้ได้กรดอมิโนผิดปกติจำนวนมาก
4. แสดงการเกิด polynucleotide aberration เนื่องจากรังสี (กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532) 8
   ก. การหักของสายโพลีนิวคลีโอไทด์สองสายพร้อมกัน
   ข. การหักและเชื่อมต่อกันใหม่ระหว่าง DNA สองโมเลกุล (crosslink)
5. Chromosome aberration แบบต่าง ๆ เนื่องจากเซลล์ได้รับรังสีขณะนิวเคลียสอยู่ในระยะ G1 และ S ทำให้ได้โครโมโซมที่มีโครงสร้างผิดปกติแบบต่าง ๆ (Casarett, 1975) 9

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

6. Chromatid aberration แบบต่าง ๆ เนื่องจากเซลล์ได้รับรังสีหลังจากมีการจำลองตัวเองของโครโมโซมแล้ว ทำให้ได้โครโมโซมที่มีโครงสร้างผิดปกติแบบต่าง ๆ (Casarett, 1975) 9

7. Subchromatid aberration เนื่องจากเซลล์ได้รับรังสีขณะโครโมโซมอยู่ในระยะโปรเฟสทำให้เกิด chromatid gap (ศรชี้) 10

8. สภาพการทดลองและต้นผิดปกติของข้าวบาร์เลย์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 30

   ก. สภาพการทดลองในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม

   ข. ต้นเหลืองซีด(chlorosis)ของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ Jyoti ที่ฉายรังสี 15 กิโลแรด

   ค. ต้นขาวเผือก(albino)ของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ IBON 118 ที่ไม่ได้ฉายรังสี

   ง. ต้นขาวเผือกของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ Ratna ที่ฉายรังสี 30 กิโลแรด

   จ. ต้นขาวเผือกของข้าวบาร์เลยพันธุ์ FNBL 8102-13 ที่ไม่ได้ฉายรังสี

9. ต้นผิดปกติของข้าวบาร์เลย์บางพันธุ์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 31

   ก. ลักษณะออกรวงผิดปกติของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ FNBL 8102-13 ที่ฉายรังสี 30 กิโลแรด

   ข. ลักษณะใบบิดงอของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ FNBL 8102-13 ที่ฉายรังสี 20 กิโลแรด

   ค. ลักษณะใบลายเป็นทางยาว (striata) ของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ IBON 118 ที่ฉายรังสี 30 กิโลแรด

   ง. ลักษณะใบลายเป็นทางยาวของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ #309 ที่ฉายรังสี 15 กิโลแรด

10. ลักษณะผิดปกติขณะงอกของข้าวบาร์เลย์บางพันธุ์ 36

   ก. ยอดฝังอยู่ใต้ดินและใบบิดในข้าวบาร์เลย์พันธุ์ FNBL 8102-13 ที่ฉายรังสี 30 กิโลแรด

   ข. ใบม้วนเป็นหลอดและบิดงอในข้าวบาร์เลย์พันธุ์ Ratna ฉายรังสี 20 กิโลแรด

11. สภาพการทดลองในเรือนกระจก อาการใบไหม้ และลักษณะผิดปกติแบบต่าง ๆ ของข้าวบาร์เลย์บางพันธุ์ที่ผ่านการฉายรังสี 37

   ก. สภาพการทดลอง

   ข. อาการใบไหม้เนื่องจากอุณหภูมิสูงในข้าวบาร์เลย์พันธุ์ Ratna ที่ฉายรังสี 15 กิโลแรด

   ค. และ ง. ต้นขาวเผือกของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ Ratna ที่ฉายรังสี 20 กิโลแรด

   จ. ลักษณะยอดบิดงอในข้าวบาร์เลย์พันธุ์ FNBL 8102-13 ที่ฉายรังสี 30 กิโลแรด

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

12. ลักษณะผิดปกติแบบต่าง ๆ ของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 2 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 46
ก. ต้นขาวเผือก
ข. ต้นเหลือง (xantha)
ค. และ ง. ใบม้วนเป็นหลอด
จ. และ ฉ. ส่วนของใบยอดฝังอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน
13. ลักษณะผิดปกติแบบต่าง ๆ ของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 2 ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 47
ก. ลักษณะปกติ
ข. ใบยาวกว่าปกติ
ค. ใบกว้างกว่าปกติ
ง. ใบลาย (striata)
14. เปรียบเทียบอิทธิพลของรังสีปริมาณต่าง ๆ ที่มีต่อข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 2 หลังจากงอก 30 วัน พวกที่ฉายรังสี 15, 20 และ 30 กิโลแรด สภาพการเจริญเติบโตเลวลงสัมพันธ์กับปริมาณรังสี โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ 30 กิโลแรด 48
15. ลักษณะต้นสูงผิดปกติของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 2 ที่ผ่านการฉายรังสี 30 กิโลแรด 49
ก. และ ค. ต้นสูงผิดปกติ
ข. ต้นสูงผิดปกติจากรูป ก. และจะแห้งตายในเวลาต่อมา
16. ลักษณะต้นสูงผิดปกติของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 2 และ บรบ 6 ที่ผ่านการฉายรังสี 20 กิโลแรด 50
17. การตอบสนองต่ออุณหภูมิสูงของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ 51
ก. สภาพการทดลองก่อนปรับอุณหภูมิให้สูง 45 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง
ข. สภาพหลังจากผ่านอุณหภูมิสูงผลปรากฏว่าทุกพันธุ์และทุกปริมาณรังสีตายหมด
ค. พันธุ์ บรบ 6 ที่ฉายรังสี 30 กิโลแรด ต้นเดียวเท่านั้นที่รอดตาย
18. ผลการตรวจสอบการเจริญพันธุ์โดยการย้อมละอองเกสรด้วย Propiono-carmine 52
ก. เปรียบเทียบละอองเกสรที่เจริญพันธุ์ได้ (ซ้าย) และไม่เจริญพันธุ์ (ศรชี้) กำลังขยาย 443 เท่า
ข. เปรียบเทียบละอองเกสรที่เจริญพันธุ์มีขนาดปกติและไม่เจริญพันธุ์มีขนาดเล็กและย้อมไม่ติดสี (ศรชี้) กำลังขยาย 1173 เท่า

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

19. รูปแบบไอโซไซม์เอสเทอร์เรสของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 2 ที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ฉายรังสี ตัวอย่างที่ 1,2 และ 3 เป็นรูปแบบของไอโซไซม์ปกติ ตัวอย่างที่ 9, 1Ø, 13, 19, 23, 25 และ 34 เป็นรูปแบบของไอโซไซม์ผิดปกติ 55

2Ø. รูปแบบไอโซไซม์เอสเทอร์เรสของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 5 ที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ฉายรังสี ตัวอย่างที่ 1,2 และ 3 เป็นรูปแบบของไอโซไซม์ปกติ ตัวอย่างที่ 1Ø, 13, 18, 23, 28, 29, 3Ø และ 33 เป็นรูปแบบของไอโซไซม์ผิดปกติ 56

21. รูปแบบไอโซไซม์เอสเทอร์เรสของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 6 ที่ฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ฉายรังสี ตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 เป็นรูปแบบของไอโซไซม์ปกติ ตัวอย่างที่ 8, 21, 22, 23, 29 และ 3Ø เป็นรูปแบบของไอโซไซม์ผิดปกติ ส่วนตัวอย่างที่ 23 เป็นรูปแบบของข้าวบาร์เลย์ พันธุ์ บรบ 2 ที่เมล็ดปนเข้ามา 57

22. ผลของรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ กันตั้งแต่ Ø ถึง 1ØØ กิโลแรดต่อความงอกและการมีชีวิตรอดสำหรับการหา $LD_{50/60}$ 6Ø

ก. และ จ. พันธุ์ บรบ 2

ข. และ ง. พันธุ์ บรบ 5

ค. พันธุ์ บรบ 6

23. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อความผิดปกติของโครโมโซมในโซมาติกเซลล์จากปลายรากของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 2 ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสี 62

ก. Ø กิโลแรด โครโมโซมปกติ 2n = 14 กำลังขยาย 147Ø เท่า

ข. 2Ø กิโลแรด โครโมโซมขาดตรงเซนโทรเมียร์ (1) กำลังขยาย 1391 เท่า

ค. 4Ø กิโลแรด โครโมโซมแตกหักอย่างมาก ขาดตรงเซนโทรเมียร์ (2) และเกิด chromatid gap (3) กำลังขยาย 1476 เท่า

24. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อความผิดปกติของโครโมโซมในโซมาติกเซลล์จากปรายรากของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 5 ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสี 63

ก. Ø กิโลแรด โครโมโซมปกติ 2n=14 กำลังขยาย 1456 เท่า

ข. 2Ø กิโลแรด โครโมโซมเกิดการแตกหัก กำลังขยาย 1448 เท่า

ค. 4Ø กิโลแรด โครโมโซมมีการแตกหัก และเกิด chromatid gap (ศรชี้) กำลังขยาย 1458 เท่า

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

25. ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อความผิดปกติของโครโมโซมในโซมาติกเซลล์จากปรายรากของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 6 ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสี 64
ก. Ø กิโลแรด โครโมโซมปกติ 2n=14 กำลังขยาย 1456 เท่า
ข. 2Ø กิโลแรด โครโมโซมแตกหัก ขาดตรงเซนโทรเมียร์ (1) และเกิด acentric fragment (2) กำลังขยาย 1437 เท่า
ค. 4Ø กิโลแรด โครโมโซมแตกหักเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยเกิดการเสียหายอย่างมาก กำลังขยาย 1454 เท่า
26. สภาพการทดลองและต้นขาวเผือกใน M_2 generation 71
ก. สภาพการทดลองในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม
ข. และ ค. ต้นขาวเผือกของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 6 ที่ M_1 generation ผ่านการฉายรังสี 2Ø กิโลแรด
27. ลักษณะต้นผิดปกติบางอย่างของข้าวบาร์เลย์บางพันธุ์ใน M_2 generation 72
ก. และ ข. ต้นและใบเรียวเล็กและการเจริญเติบโตช้าของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 5 ที่ M_1 generation ผ่านการฉายรังสี 2Ø กิโลแรด
ค. และ ง. ต้นเตี้ยแคระแกร็นและแตกหน่อขณะต้นยังไม่สมบูรณ์ของข้าวบาร์เลย์พันธุ์ บรบ 5 ที่ M_1 generation ผ่านการฉายรังสี 3Ø กิโลแรด
28. รูปแบบไอโซไซม์เอสเทอร์เรสของข้าวบาร์เลย์ M_2 generation พันธุ์ บรบ 2 ตัวอย่างที่ 1,2,3 และตัวอย่างที่ M_1 generation ผ่านการฉายรังสีทุกตัวอย่าง พบว่ามีรูปแบบของไอโซไซม์ปกติ ยกเว้นตัวอย่างที่ 16 73
29. รูปแบบไอโซไซม์เอสเทอร์เรสของข้าวบาร์เลย์ M_2 generation พันธุ์ บรบ 5 ตัวอย่างที่ 1, 2,3 และตัวอย่างที่ M_1 generation ผ่านการฉายรังสีพบว่ามีรูปแบบของไอโซไซน์ปกติทุกตัวอย่าง 74
3Ø. รูปแบบไอโซไซม์เอสเทอร์เรสของข้าวบาร์เลย์ M_2 generation พันธุ์ บรบ 6 ตัวอย่างที่ 1,2,3 และตัวอย่างที่ M_1 generation ผ่านการฉายรังสีทุกตัวอย่าง พบว่ามีรูปแบบของไอโซไซม์ปกติ ยกเว้นตัวอย่างที่ 7 75

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ หน้า

1. แสดงผลการหา $LD_{50/60}$ ของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ จาก regression lines โดยมีรังสีเป็นตัวแปรตาม (X) และเปอร์เซ็นต์การตายเป็นตัวแปรอิสระ (Y) 59
2. ความงอกเฉลี่ยของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม 117
3. ความงอกเฉลี่ยของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในเรือนกระจกอุณหภูมิ 35-40° ซ 117
4. ความงอกเฉลี่ยของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม 118
5. ต้นผิดปกติขณะงอกเฉลี่ยของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในเรือนกระจกอุณหภูมิ 35-40° ซ 118
6. ต้นผิดปกติ (ยอดอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน) ขณะงอกเฉลี่ยของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม . 119
7. ต้นผิดปกติ (ใบม้วนเป็นหลอด) ขณะงอกเฉลี่ยของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม 119
8. ต้นตายที่อายุ 60 วันเฉลี่ย ของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในเรือนกระจกอุณหภูมิ 35-40° ซ 120
9. ต้นตายที่อายุ 60 วันเฉลี่ย ของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม 120
10. การเจริญพันธุ์ (ละอองเกสรที่ fertile) เฉลี่ย ของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม 121
11. ความสูงที่ระยะสุกแก่เฉลี่ย ของข้าวบาร์เลย์ 5 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม 121
12. ความสูงที่ระยะสุกแก่เฉลี่ย ของข้าวบาร์เลย์ 3 พันธุ์ที่เมล็ดผ่านการฉายรังสีแกมมาปริมาณต่าง ๆ ที่ปลูกในห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม 122

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวกที่		หน้า
ก	ความหมายของคำ คำย่อ และที่มาของพันธุ์ข้าวบาร์เลย์ที่ใช้ในการทดลอง	105
ข	การเตรียมสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ไอโซไซม์	107
ค	การเตรียมสารเคมีสำหรับการตรวจสอบโครโมโซม	112
ง	การหา LD_{50} ด้วยวิธีการถดถอย	113
จ	แผนภูมิแสดงอิทธิพลของรังสีแกมมาที่มีต่อข้าวบาร์เลย์	117

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย