

ผลของรังสีแกมมาและอนุภาคนิวตรอน
ที่มีต่อน้ำหนักและการงอกของขิง

โดย

สุดา ศิริกุลวัฒนา
เชวงศักดิ์ พรหมภูเบศร์

กันยายน 2522
SEPTEMBER 1979

OFFICE OF ATOMIC ENERGY FOR PEACE
BANGKOK, THAILAND

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche

ผลของรังสีแกมมาและอุณหภูมิที่มีต่อต้นอ่อนและการงอกของเหง้า
EFFECT OF GAMMA RADIATION AND TEMPERATURE
ON GINGER (ZINGIBER OFFICINALE L.) SPROUT AND WEIGHT

ศุภา ศิริกุลวัฒนา และ เชวงศักดิ์ พรหมบุญเบศรี
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

SUDA SIRIKULVADHANA AND CHAVANGSAKDHI PROMPUBESARA
BIOLOGICAL SCIENCES DIVISION
OFFICE OF ATOMIC ENERGY FOR PEACE

กันยายน 2522

SEPTEMBER 1979

สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
OFFICE OF ATOMIC ENERGY FOR PEACE

This report was prepared as an account of work sponsored by the Office of Atomic Energy for Peace. Neither the Office of Atomic Energy for Peace, nor any of their employees, or any of their contractors, sub-contractors, or their employees, makes any warranty, express or implied, or assumes any legal liability or responsibility for the accuracy, completeness or usefulness of any information, apparatus, product or process disclosed, or represents that its use would not infringe privately owned rights.

เอกสารฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดย สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ สำนักงานพลังงาน-
ปรมาณูเพื่อสันติ ไม่ประกันความรับผิดชอบทางกฎหมายในเรื่องความแน่นอน ความสมบูรณ์ หรือ
ประโยชน์ของข้อมูล เครื่องมือ ผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการใดๆ ที่เปิดเผยในเอกสารนี้.

บทคัดย่อ

การทดลองเปรียบเทียบการเก็บรังสดตามธรรมชาติและรังสดฉายรังสีขนาด 4, 6 และ 10 กิโลแรม แยกเก็บที่อุณหภูมิห้อง (32 ± 3) °C และ $20 (\pm 1)$ °C. ได้ผลปรากฏว่าที่อุณหภูมิห้อง หลังจากเก็บรักษาไว้ 1 เดือน รังสดและรังสดฉายรังสีมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกันมาก คืออยู่ระหว่าง 15-18% ปริมาณความชื้นคงเหลือ 81-82% จาก 86.67% ในวันแรก ในช่วงนี้ รังสดฉายรังสีจะเริ่มงอกยาวโดยเฉลี่ย 1 ซม. เมื่อเก็บรังถึงเดือนที่ 3 รังทั้งฉายและไม่ฉายรังสี มีอิวเหี่ยวแห้งอัตราการสูญเสียน้ำหนักในรัง 0 (ไม่ฉายรังสี) 4, 6 และ 10 กิโลแรม เป็น 36.37, 32.67, 34.95 และ 35.95% ตามลำดับ หากคำนวณความชื้นรังไม่ฉายรังสีลดลงเหลือ 69.33% รังฉายรังสี 4, 6 และ 10 กิโลแรม คงเหลือ 72.00, 73.33 และ 70.66% ตามลำดับ ผลการงอกไม่ปรากฏในรังฉายรังสีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

การเก็บรังที่อุณหภูมิ 20 °C. ได้ผลดีเป็นที่น่าพอใจ รังไม่ฉายรังสีสามารถเก็บได้นานถึง 6 เดือน โดยที่อัตราการสูญเสียน้ำหนักมีเพียง 21.07% ปริมาณความชื้นยังมีอยู่ถึง 76.00% ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ สภาพรังจึงยังคงสุก อ้วนอวบ ระคายกรงอกโดยเฉลี่ยยาว 1.5 ซม. ขณะเก็บรังหว่ากฉายรังสีที่ 4, 6 และ 10 กิโลแรม น้ำหนักลดลง 26.55, 26.07 และ 34.30% ตามลำดับ ปริมาณความชื้นโดยเฉลี่ยของรังฉายรังสี 4, 6 และ 10 กิโลแรม เหลือประมาณ 76.00% ส่วน 10 กิโลแรม เหลือน้อยที่สุดคือ 66.66% ผลการงอกไม่ปรากฏในรังฉายรังสีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

ผลการทดลองนี้สรุปได้ว่า ที่อุณหภูมิห้องรังสีแกมมาขนาดเพียง 4 กิโลแรม ก็สามารถยับยั้งการงอกของรังได้ และไม่ทำให้น้ำหนักของรังลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในระดับ 90% ส่วนอุณหภูมิที่ 20 °C. แม้จะไม่ได้ฉายรังสีก็สามารถชะลอการงอกของรังได้นานถึง 4 เดือน และลดการสูญเสียน้ำหนักของรังได้อีกด้วย

ABSTRACT

Ginger (Zingiber officinale L.) preservation was conducted by irradiated ginger at 0 (control), 4, 6 and 10 krad and then stored at 20 (± 1)^oC and room temperature (32 \pm 3^oC) with 75% relative humidity. The results of the experiment are as follows : after 1 month storage at 32^oC both irradiated and non-irradiated ginger weight losses were 15-18% and water contents decreased from 88.67 to 81-82%. Only non-irradiated ginger sprouted 1 cm in length by average at this time. Weight loss after three month storage of irradiated 0, 4, 6 and 10 krad ginger increased to 36.37, 32.67, 34.95 and 35.95% respectively, and the water contents decreased to 69.33, 72.00, 73.33 and 70.66% respectively. No sprout also, was found in 4-10 krad ginger. The weight loss of non-irradiated ginger stored at 20^oC for 6 months was lower than those irradiated ginger, i.e. only 21.07 for 0 krad but 26.55, 28.07 and 34.30% for 4, 6 and 10 krad ginger respectively. In addition, water contents were found to be highest in non-irradiated ginger (76.00%) but lowest in irradiated ginger, at 10 krad (66.66%). However, non-irradiated ginger sprouted 1.5 cm but no sprout was found in irradiated ginger.

In conclusion, radiation only 4 krad inhibited ginger sprout and did not decrease ginger weight ($P < .01$). Furthermore, cool temperature at 20^oC delayed ginger sprout up to 4 months and decreased ginger weight loss.

กล่าว

ซึ่งเป็นเครื่องเทศที่เก่าแก่ที่สุดชนิดหนึ่งที่คนทั่วโลกรู้จัก ปัจจุบันเป็นพืชชนิดที่มีความสำคัญมากทางเศรษฐกิจของประเทศผู้ผลิต ซึ่งเป็นที่นิยมและต้องการของทุกประเทศ เนื่องจากนำมาใช้ประโยชน์ได้เอนกประการ ทั้งแก้อาเจียน ชิงแก่และชิงแห้ง ซึ่งอสมกก็จะนำมาทำชิงคองและประกอบอาหาร ชิงแก่ใช้ทำเครื่องเทศคองเค็ม นอกจากนี้มันยังมีความสมบัตินำมาใช้ทำยารักษาโรคแก่เสมหะ ระบายลมและทำเครื่องดื่มพวก ginger ale, ginger beer (Guenther [1] เสงี่ยม พงษ์บุตร [2])

ซึ่งเป็นไม้อิงหัวจำพวกวาน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Zingiber officinale Roseae อยู่ในตระกูล Zingiberaceae เป็นไม้ที่เจริญงอกงามและให้หัว ซึ่งมีลักษณะเป็นแง่ง ๆ งอกติดต่อกันไปในฤดูฝน และแทงในฤดูหนาว ประเทศที่ปลูกชิงกันมากได้แก่ ไต้หวัน อินเดียน ออสเตรเลีย จาไมกา สำหรับในประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่ที่ปลูกกันมี 3 พันธุ์คือ พันธุ์ชิงใหญ่ ชิงเล็กและชิงหยวก สองพันธุ์แรกเหมาะสำหรับใช้ทำเครื่องเทศและชิงคอง ส่วนพันธุ์ชิงหยวกมีลักษณะอ้วนอวบ มีเสี้ยนน้อย รสเย็นค่อนกว่าสองพันธุ์แรก จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นชิงสด พันธุ์ที่ปลูกชิงมาก ได้แก่ จังหวัดชลบุรี นครปฐม ราชบุรี สุพรรณบุรี และประจวบคีรีขันธ์ แต่เนื่องจากผลผลิตมีไม่มากนัก ดังนั้นการส่งออกออกไปขายยังต่างประเทศ จึงส่งไปขายเพียงประเทศใกล้เคียงเท่านั้น เช่น สหองกงและสิงคโปร์ ทั้ง ๆ ที่ประเทศอินเดีย ปากีสถาน รวมทั้งประเทศแถบยุโรปก็ต้องการผลิตผลนี้เช่นกัน แต่พอค้ายังไม่สามารถสนองความต้องการของตลาดได้เต็มที่ ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุที่สำคัญ ๆ คือประการแรก เกษตรกรยังไม่นิยมปลูกชิง การปลูกชิงอ่อน เพื่อนำไปคองเค็มต้องใช้เวลา 5-6 เดือน ส่วนชิงแก่ ไม่น้อยกว่า 10 เดือน จะเห็นได้ว่า การปลูกต้องใช้เวลามากกว่าพืชชนิดต่าง ๆ ที่ขายได้ในตลาดภายในประเทศ ดังนั้นพ่อค้าที่หาสัญญาตัดส่งชิงสดไปขายต่างประเทศ มักจะต้องปลูกเองหรือทำการซื้อแบบผูกขาดกับชาวสวน ประการที่สอง ชิงในฤดูฝนเก็บเกี่ยวมีราคาค่อนข้างต่ำทั้งในและนอกประเทศ ทั้งนี้เนื่องจากมีฤดูเก็บเกี่ยวที่ตรงกัน จึงยังผลให้ผลผลิตชิง ในช่วงนี้ล้นตลาด เมื่อสิกรต้องการจะยึดระยะเวลาเก็บเกี่ยวออกไปก็ประสบกับผลเสียคือ ชิงมีคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร ไม้เหี่ยวยุ่น สูญเสียน้ำหนัก เริ่มงอกและอาจมีโรคชิ่งเกิดขึ้น ปัญหาที่สามที่พบเกี่ยวกับชิงก็คือการขนส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ โดยทั่วไปปฏิบัติกันอยู่ 2 ทางคือ ทางเครื่องบินและทางเรือ การขนส่งทางเครื่องบิน ใช้เวลาน้อยและประเทศปลายทางได้รับสินค้าในสภาพสด แต่ค่าขนส่งแพงมาก ทำให้กระทบกระเทือนต่อราคาชิงที่จะนำไปจำหน่ายต่อผู้บริโภค หากส่งทางเรือไปแถบยุโรป ต้องใช้เวลาประมาณหนึ่งเดือน ชิงที่ประเทศปลายทางได้รับไม่สดเท่าที่ควร นอกจากนี้ยังเป็นพวกหัวที่มีระยะเวลาพักตัวสั้นมากหลังขุดแล้วประมาณ 1 เดือน เก็บที่อุณหภูมิห้อง น้ำหนักชิงจะลดลงเหี่ยวยุ่นเริ่มงอกและเน่าเสีย

จากปัญหาทั้งหมดนี้ หอค้าส่วนใหญ่ไม่กล้าเก็บชิงไว้จำหน่ายภายในประเทศหรือทำสัญญาส่งออกขายนอกประเทศ ทั้ง ๆ ที่ราคาชิงจะสูงขึ้นเป็น 3 ถึง 4 เท่าตัวหลังถูกเก็บเกี่ยวประมาณ 2 เดือนก็ตาม ดังนั้นจึงมีผู้สนใจศึกษาการเก็บรักษาชิง Upadhy และผู้ร่วมงาน [3] ได้ทดลองและวิจัยการไ้รังสีแกมมาเพื่อยับยั้งการงอกและเหี่ยวแห้ง โทษใช้ซึ่งที่หักออกเป็นข้อ (segments) แล้วจัดเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 20 ช่อนำไปฉายรังสีในขนาดต่าง ๆ ผลปรากฏว่า ด้วนอกของชิงที่ไม่ได้ฉายรังสีมีอัตราการเหี่ยวแห้งมากที่สุด ลักษณะการเหี่ยวแห้งของชิงจะลดลงเมื่อใช้ขนาดรังสีที่สูงขึ้น พวกเขาค้นพบว่ารังสีขนาด 3 ถึง 6 กิโลแตร จะเหมาะสมสำหรับป้องกันการงอกและลดการเหี่ยวแห้งลงได้ ส่วนผลการทดลองและวิจัยของ Akanine [4] สรุปได้ว่ารังสีขนาด 75 กิโลแตร เก็บรักษาที่มีความชื้นสูง สามารถยับยั้งการงอกของชิงได้ อย่างไรก็ตามในการประชุมระหว่างผู้เชี่ยวชาญขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ หน่วยงานผลงานปรมาณูระหว่างประเทศ และองค์การอนามัยโลก เมื่อปี ค.ศ. 1977 [5] ได้ให้ข้อคิดเห็นและแนะนำว่า ความแรงของรังสี 2 กิโลแตรควรถือเป็นขนาดรังสีขั้นต่ำสุด ที่จะใช้ป้องกันการงอกในพืชผัก และเนื่องจากความแรงรังสีขั้นต่ำ 5 กิโลแตร เป็นความแรงของรังสีที่แต่ละประเทศอนุญาตให้ใช้ป้องกันการงอกของพืชผัก [6] ดังนั้นในการวิจัยนี้ จึงได้เลือกใช้ขนาดรังสีต่ำสุด 4 กิโลแตร ซึ่งเป็นความแรงรังสีที่อยู่ระหว่างการยอมรับขององค์การทั้งสามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และยังเป็นที่ยอมรับของแต่ละประเทศอีกด้วย

จุดประสงค์ในการทดลอง

เพื่อศึกษาและวิจัยขนาดรังสีที่เหมาะสมในการยับยั้งการเก็บชิง พร้อมทั้งศึกษาปริมาณความชื้นของชิงในระหว่างเก็บรวมถึงการสูญเสียน้ำหนัก สภาพผิวและระดับการงอก

อุปกรณ์และวิธีการ

ชิงหยวกที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ ชื้อมาจากไร่จังหวัดนครปฐม โดยทำการคัดเลือกเอาแต่ชิงที่แก่จัดและสภาพดี นำชิงที่ได้มาล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วบรรจุชิงจำนวน 5 กิโลกรัมในกล่องกระดาษ (cardboard boxes) ขนาด 30x 45x 18 ซม. ซึ่งมีรู สำหรับให้อากาศถ่ายเทได้ทั้งด้านบนและด้านล่าง แล้วนำเอาชิงไปฉายรังสีขนาด 4, 6 และ 10 กิโลแตร ในอัตรารังสีละ 2 กลอง พร้อมทั้งเก็บชิงไม่ฉายรังสี (control) อีก 2 กลองด้วย ในจำนวนอย่างละ 2 กลองนี้ จะแบ่งมาเพื่อทำการศึกษาและบันทึกผลเกี่ยวกับการสูญเสียน้ำหนัก การงอกและเน่าเสีย 1 กลอง ส่วนอีกกลองหนึ่งนั้น ใช้สำหรับศึกษาและตรวจสอบปริมาณความชื้นในชิง การทดลองทั้งหมดทำซ้ำ 4 ครั้ง

ตัวอย่างซิงค์ทั้งฉายและไม่ฉายรังสี เมื่อบรรจุกล่องเสร็จ ก่อนนำไปเก็บตามอุณหภูมิต่าง ๆ ซึ่งมีอุณหภูมิห้อง (32 ± 3)°C, 20 ± 1 °C. และ 10 ± 1 °C. แต่ละอุณหภูมิมีความชื้นสัมพัทธ์ 60 ± 5 , 85 ± 5 และ $85 \pm 5\%$ ตามลำดับ จะบันทึกน้ำหนักและทดลองเปรียบเทียบความชื้นที่แน่นอนตั้งแต่วันแรก จากนั้นจะศึกษาและทดลองเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เก็บไว้ทุก ๆ เดือน โดยบันทึกอัตราการสูญเสีย น้ำหนัก สภาพผิว ระดับการงอก การเน่าเสียและปริมาณความชื้น การทดลองจะยุติลงเมื่ออัตราการสูญเสียน้ำหนัก การงอกหรือการเน่าเสียอย่างหนึ่งอย่างใดเพิ่มขึ้น จนเป็นเหตุให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ

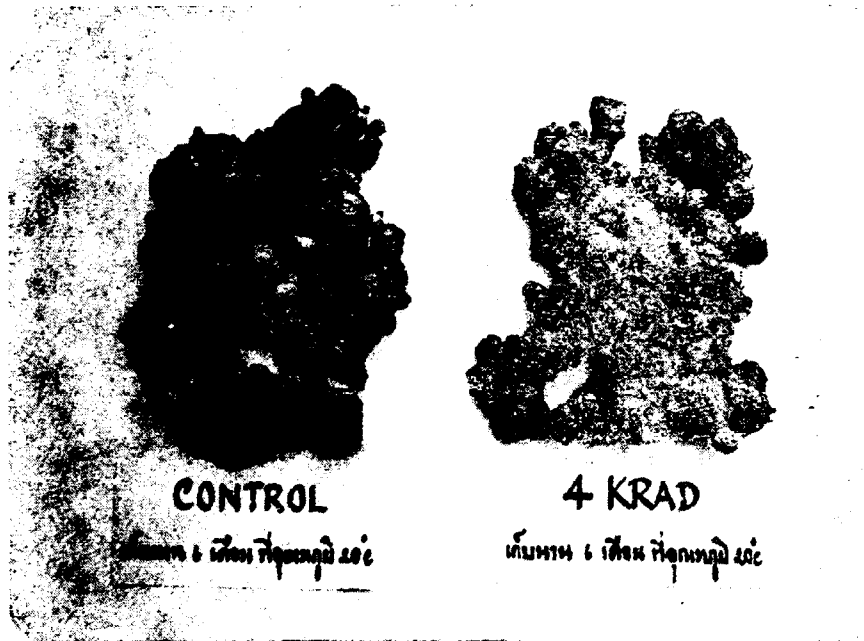
การตรวจเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในซิงค์อาหารรังสีแต่ละครั้งใช้ซึ่งแต่ละหvakประมาณ 500 กรัม หนักเป็นชิ้นเล็ก ๆ หักเปลือก ถ้ามีการงอกหรือเน่าก็คละปนไปด้วย ซึ่งซึ่ง 5 กรัม กลั่นด้วย 100 ซีซี ทอลูอีน (Toluene-BDH Lab. Reagent, water content 0.04%) ตามแบบ Azeotropic method [6]

ผลการทดลอง

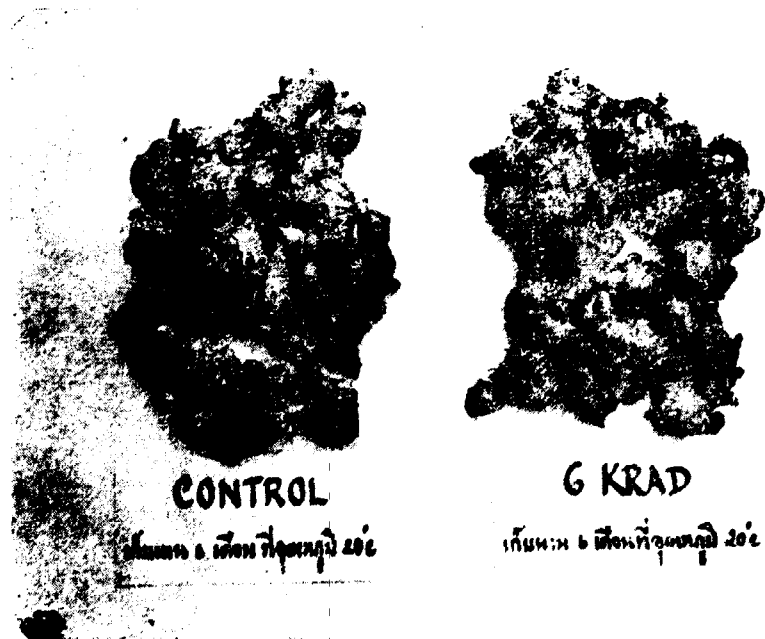
1. ซิงค์เก็บที่อุณหภูมิห้อง : ผลการเก็บรักษาภายในหนึ่งเดือนที่อุณหภูมินี้พบว่า สภาพผิวของซิงค์ทั้งฉายและไม่ฉายรังสียังอยู่ในลักษณะดี ผิวเปลือกนอกแห้งเต็มที่แต่ยังไม่เหี่ยวย่น อัตราการสูญเสียน้ำหนักโดยเฉลี่ยในช่วงนี้ใกล้เคียงกันมากซึ่งอยู่ ระหว่าง 15-18% ซิงค์ไม่ฉายรังสี(control) งอกยาวประมาณ 1 ซม. ในขณะที่ซิงค์ฉายรังสีในขนาดต่าง ๆ ยังไม่ปรากฏการงอกในเดือนที่ 2 อัตราการสูญเสียน้ำหนักของซิงค์ฉายและไม่ฉายรังสีที่ 4 กิโลแแรก ออกดงเหากก็ประมาณ 23% ส่วนหvakฉายรังสี 6 และ 10 กิโลแแรกลดลงถึง 25.6 และ 26.7% ตามลำดับช่วงนี้เปลือกนอกของซิงค์ทั้งสองประเภทเริ่มเหี่ยวย่นอย่างไรก็ดีความคง และอวบของซิงค์ยังอยู่ในสภาพที่ขายได้ในท้องตลาด ระดับการงอกของหvakไม่ฉายรังสี สูงขึ้นโดยเฉลี่ย 2 ซม. ผลบันทึกของเดือนที่ 3 ซิงค์ไม่ฉายรังสีเหี่ยวแห้งมาก น้ำหนักสูญเสียไปโดยเฉลี่ยถึง 36% ก้นอ่อนบางส่วนงอกยาวประมาณ 2.5 ซม. บางส่วนเหี่ยวแห้งตายไป เป็นที่น่าสังเกตว่า ซิงค์แรงใจที่มีการงอกเหี่ยวจะแห้งมากกว่าบริเวณอื่น สาเหตุเกิดจากการสูญเสียน้ำหนักไปเลี้ยงลำต้นอ่อน ส่วนในหvakฉายรังสี 4, 6 และ 10 กิโลแแรก มีอัตราการสูญเสียน้ำหนักโดยเฉลี่ย 32, 34 และ 36% ตามลำดับ จากการทดลองตลอดระยะเวลาเก็บผลปรากฏว่า อัตราการสูญเสียน้ำหนักในซิงค์ฉายและไม่ฉายรังสี จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 1 การงอกไม่ปรากฏในซิงค์ฉายรังสีทุกขนาดตลอดระยะเวลาเก็บ อย่างไรก็ตามอัตราการสูญเสียน้ำหนัก ทางคานสถิติไม่มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญดังแสดงในตารางที่ 2

2. ชิงสเก็บที่อุณหภูมิต่ำ 20°ซ. ระยะเวลาแรกจนถึงเดือนที่สองของการเก็บรักษา พบว่าชิงสความธรรมดาและชิงสที่ได้รับการฉายรังสีด้วยขนาดความแรงต่าง ๆ จะมีอัตราการสูญเสีย น้ำหนักไม่เกิน 20% ดังแสดงในตารางที่ 3 อย่างไรก็ตามพบว่าช่วงน้ำหนักลดลงไปอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับระยะเวลาเก็บของเดือนต่อ ๆ ไป เป็นที่น่าสังเกตว่าการเก็บชิงที่ฉายรังสีด้วยความแรง ทุกขนาดที่อุณหภูมิต่ำจะมีเชื้อราเกิดขึ้นเป็นบางส่วน ส่วนใหญ่จะเกิดตรงปลายยอดของงวงซึ่งคือ ส่วนที่ อ่อนที่สุด ชิงที่ฉายรังสีขนาด 10 กิโลแรมมีเชื้อรามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 4 และ 6 กิโลแรม ผลการทดลอง จุดใดที่มีเชื้อราเกิดขึ้น สภาพผิวของชิงจะสั้นกว่าบริเวณอื่นจนเห็นใกล้ชัด เมื่อย่างเข้า เดือนที่สอง พบว่าเชื้อราไม่เพิ่มขึ้นในชิงที่ฉายรังสีด้วยความแรงทุกขนาด บริเวณที่เคยมีเชื้อราเกิดขึ้น จะเริ่มแห้ง กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร [7] พบว่าชิงก็เป็นโรค *dry rot* เกิดจากเชื้อ *Macrophomina phaseolina*, โรค red rot เกิดจากเชื้อ *Neetria inventa* โรค black rot เกิดจากเชื้อ *hemmanielia echinata* และโรคเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Fusarium oxysporum*

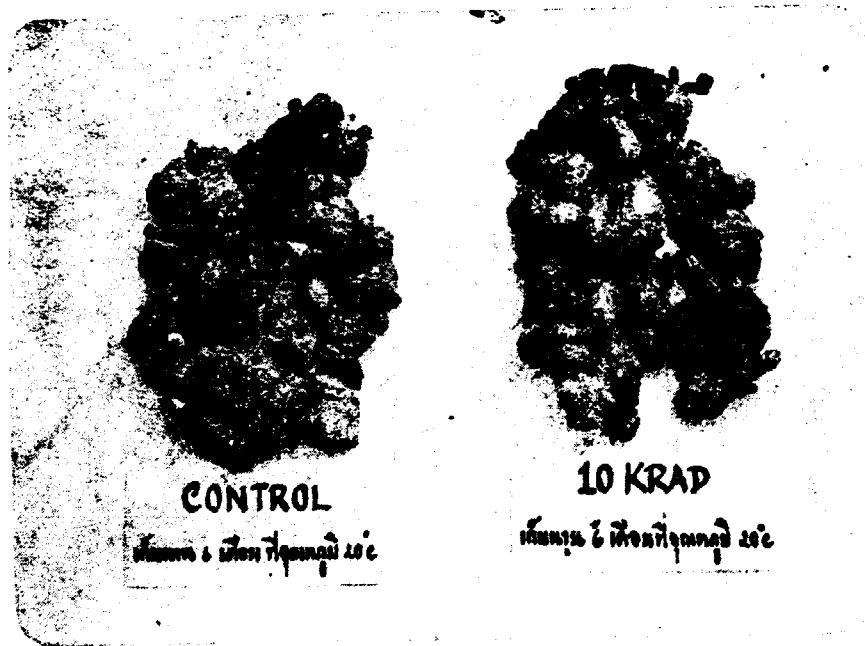
สำหรับอัตราการสูญเสียน้ำหนักของชิงฉายและไม่ฉายรังสีในเดือนที่สามของการเก็บ เริ่มแสดงความแตกต่างกัน โดยเฉพาะพวกไม่ฉายรังสีจะมีน้ำหนักตกน้อยกว่าพวกฉายรังสีขนาด 10 กิโลแรม แต่ไม่มีความแตกต่างไปอย่างมีนัยสำคัญระดับ 95% (ตารางที่ 4) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก บริเวณที่เคยมีเชื้อราเกิดขึ้น เนื้อชิงจะเปื่อยแห้งไปหมดสภาพที่จะนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้ ชิงในช่วงนี้ทั้งฉายและไม่ฉายรังสี ยังมีสภาพผิวเปลือกนอกและเนื้อชิงอยู่ในเกณฑ์ เมื่อย่างเข้าเดือนที่ 4 และที่ 5 ของการเก็บรักษา ชิงทั้งฉายและไม่ฉายรังสีจะมีน้ำหนักลดลง แต่ละเดือนไม่เกิน 2% ทั้งนี้เพราะผิวเปลือกนอกของชิงทั้งหมดแห้งเต็มที่ การสูญเสียน้ำหนักจึงมีน้อยลง อัตราสูญเสียน้ำหนัก โดยเฉลี่ยของชิงไม่ฉายรังสีในเดือนที่ 4 และ 5 อยู่ในระหว่าง 19-20% ส่วนพวกฉายรังสีที่ 4 และ 6 กิโลแรม มีอัตราการลดใกล้เคียงกันมากทั้งสองเดือนคือ 24.05-25.40% และ 24.60-26.65% ส่วนพวกที่ฉายรังสี 10 กิโลแรม น้ำหนักลดลงจาก 31.37 เหลือ 32.90% ในเดือนที่ 5 ของการเก็บรักษา แต่อย่างไรก็ตามชิงที่ไม่ฉายรังสีเดาวันที่เริ่มงอกมีความยาวประมาณ 1 ซม. ในเดือนที่ 6 ซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายของการเก็บรักษาชิงไม่ฉายรังสีจะงอกยาว 2.5 ซม. สภาพเนื้อชิงและผิวเปลือกนอกยังอยู่ในเกณฑ์ พวกชิงฉายรังสี 4, 6 กิโลแรม สภาพชิงส่วนใหญ่ยังใช้ใกล้เคียงกับพวก 10 กิโลแรม ซึ่งค่อนข้างจะเหี่ยวแห้ง ดังแสดงในภาพ 1, 2 และ 3 อัตราการสูญเสียน้ำหนักในช่วงสุดท้ายของชิง ไม่ฉายรังสีและชิงฉายรังสีที่ 4, 6, 10 กิโลแรม เป็น 21.07, 26.55, 28.07 และ 34.3% ตามลำดับ



ภาพที่ 1 สภาพขิงไม่ฉายรังสีและฉายรังสีที่ 4 กิโลแตรต เมื่อเก็บนาน 6 เดือนที่ 20° ซ.



ภาพที่ 2 สภาพขิงไม่ฉายรังสีและฉายรังสี 6 กิโลแตรต เมื่อเก็บนาน 6 เดือนที่ 20° ซ.



ภาพที่ 3 สภาพขิงไม่ฉายรังสีและฉายรังสี 10 กิโลแตรก เมื่อเก็บนาน 6 เดือนที่ 20° ซ.

3. จึงสกัดเก็บที่อุณหภูมิ 10°ซ. จากการทดลองในระยะเดือนแรกพบว่า จึงแห้งที่ว้ายรังสี และไมลายรังสีมีเชื้อราเกิดขึ้นและเน่าเสียมากกว่าปกติ เมื่อเทียบกับรังสีที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและ 20°ซ. ทำให้หน้าหมักตกลงอย่างรวดเร็ว ในเดือนที่ ๗ มาของการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะความชื้น และอุณหภูมิของห้องเก็บ เมื่อทำการทดลอง 2 ครั้งโดยสลับกัน จึงยุติการทดลองเก็บรังสีที่อุณหภูมิ

4. ปริมาณความชื้นในรังสีที่อุณหภูมิห้องและ 20°ซ. จึงสกัดและจึงสกัดว้ายรังสี 4, 6 และ 10 กิโลแตรก เมื่อนำมาทดลองในวันแรก จะมีปริมาณความชื้นโดยเฉลี่ย 88.67% ต่อมาปริมาณความชื้นจะลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาเก็บ จากผลการศึกษาและทดลองที่อุณหภูมิห้องพบว่า เมื่อสิ้นเดือนแรกและเดือนที่สองของการเก็บรักษา ปริมาณความชื้นในจึงว้ายรังสี 4 กิโลแตรก มีมากที่สุดคือ 82 และ 78.66% ส่วนจึงพวกว้ายรังสีและไมลายรังสีให้อยู่ในระหว่าง 81% ในเดือนแรกและ 76-77% ในเดือนที่สอง เมื่อสิ้นเดือนที่สามของการเก็บ ปริมาณความชื้นในจึงไมลายรังสี ลดลงมากที่สุดคือเหลือเพียง 69.33% ในจึงที่ว้ายรังสีขนาด 4, 6 และ 10 กิโลแตรก ยังคงมีปริมาณความชื้น 72, 73.33 และ 70.66% ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

แต่ละเดือนปริมาณความชื้นของจึงฉายและไมลายรังสีเก็บที่อุณหภูมิ 20°ซ.จะค่อย ๆ ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับพวกจึงที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณความชื้นในเดือนแรกของจึงฉายและไมลายรังสีใกล้เคียงกันมาก แต่เมื่อสิ้นเดือนที่สองของการเก็บรักษาจึงไมลายรังสีมีปริมาณความชื้นมากที่สุดคือ ประมาณ 80% ส่วนพวก 10 กิโลแตรก ลดลงเหลือ 78% ผลการทดลองทั้งนี้ เดือนแรกจนถึงเดือนสุดท้ายของการเก็บรักษา ปรากฏว่า จึงพวกไมลายรังสีมีปริมาณความชื้นโดยเฉลี่ยทุกเดือนสูงที่สุด และยิ่งพบอีกว่าในทุก ๆ เดือนปริมาณความชื้นลดลงไม่เกิน 2% ภายหลังจากการเก็บรักษา 6 เดือน จึงไมลายรังสียังมีปริมาณความชื้นอยู่ถึง 76% ในขณะที่จึงพวกว้ายรังสีขนาด 4, 6 และ 10 กิโลแตรก มีอยู่เป็น 73.33, 72.66 และ 66.66% ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6 ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะจึงพวกว้ายรังสีมีปริมาณความชื้นลดลงมากในเดือนที่ 2 และที่ 3 ของการทดลองและเกิดการเน่าเสียขึ้นเนื่องจากเชื้อรา ทั้งนี้จึงอาจมีความต้านทานต่อโรคต่าง ๆ ลดลงภายหลังจากว้ายรังสีแล้ว Metlitaki, [8] Massey & Bourke [9]

ตารางที่ 1 : ผลเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนัก สภาพนิ้วนอกและการรอกของชิงเก็บพดงหมักทอง

ระยะเวลาเก็บรักษา เดือน	ขนาดรังสีซีไอ (กิโลแรม)	ผลการทดลอง			
		การสูญเสียน้ำหนัก (%)	สภาพนิ้วนอกของชิง	ระคัมการรอก (ชม.)	รา
1	0	17.50	ค	1	ไม่พบ
	4	15.30	ค	0	"
	6	18.00	ค	0	"
	10	17.50	ค	0	"
2	0	23.27	พอใช้	2	"
	4	23.10	ค	0	"
	6	25.67	พอใช้	0	"
	10	26.75	พอใช้	0	"
3	0	36.37	พอใช้ (1)	2.5	"
	4	32.67	พอใช้ (1)	0	"
	6	34.37	พอใช้ (1)	0	"
	10	35.95	พอใช้ (1)	0	"

หมายเหตุ : ค = ชิงลักษณะอ่อนอวบ นีวแข็ง ความชื้นอยู่ระหว่าง 62-76%
 พอใช้ = นีวเหี่ยวบน ความชื้นอยู่ระหว่าง 77-76%
 พอใช้ (1) = นีวเหี่ยวบน บางแฉงเหี่ยวหงจนเห็นโคธัก
 ความชื้นอยู่ระหว่าง 73-69%

ตารางที่ 2 : ผลการเปรียบเทียบทางค่าสถิติ (t-test) ของความแตกต่างระหว่างพืช :
ผู้เลี้ยงน้ำหนักในโรงฉายและไมทอยรังสี ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง

เวลาเก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณของรังสี (กิโลแตรก) (กิโลแตรก)	ค่า t (t-value)		
		4	6	10
1	0	2.027	0.527	0.778
	4	-	2.079	2.199
	6	-	-	0.504
2	0	0.092	1.420	2.115
	4	-	1.466	2.134
	6	-	-	0.732
3	0	3.030*	1.369	0.266
	4	-	1.696	3.089*
	6	-	-	1.511

หมายเหตุ : *
 $t_{.05} = 2.353$

$t_{.01} = 4.541$

ตารางที่ 3 : ผลเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนัก สภาพผิวขนอกและการงอกของรังผึ้งอายุ 20 วัน.

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณรังผึ้ง (กิโลเมตร)	ผลการทดลอง			รา
		การสูญเสีย น.น.(%)	สภาพผิวขนอก ของรัง	ระดับการงอก (ชม.)	
1	0	9.00	ดีมาก	0	ไม่พบ เริ่มมีราเกิดขึ้นประมาณ ส่วนในอุ้งทรงมดายยลค ของแงงรังบางแงง พวก 10 กิโลแรมมีจำนวน รามากกว่า 4 และ 6 กิโลแรมเล็กน้อย
	4	12.27	ดีมาก	0	
	6	13.15	ดีมาก	0	
	10	13.85	ดีมาก	0	
2	0	13.60	ดีมาก	0	ไม่พบ ราไม่เพิ่มขึ้น บริเวณ ที่เคยมีราขึ้นจะเริ่มแห้ง
	4	17.32	ดี	0	
	6	17.90	ดี	0	
	10	20.50	ดี	0	
3	0	16.52	ดี	0	ไม่พบ ราแห้งกึกกัว บริเวณ ที่เคยมีรา ส่วนใหญ่ เนื้อรังจะผุไป
	4	20.85	ดี (1)	0	
	6	21.55	ดี (1)	0	
	10	29.70	ดี (1)	0	
4	0	18.97	ดี	0	ไม่พบ ราหายเพราะรังแห้ง
	4	24.05	พอใช้	0	
	6	24.60	พอใช้	0	
	10	31.37	พอใช้	0	
5	0	19.92	ดี	1	ไม่พบ ราหายเพราะรังแห้ง
	4	25.40	พอใช้	0	
	6	26.65	พอใช้	0	
	10	32.90	พอใช้ (1)	0	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ระยะเวลา เก็บรักษา (เดือน)	ปริมาณรังสี (กิโลแรด)	ผลการทดลอง			
		การสูญเสีย น.น.(%)	สภาพภายนอก ของรัง	ระดับการงอก (ชม.)	รา
6	0	21.07	ดี	1.5	ไม่พบ ราหายเพราะรังแห้ง
	4	26.55	พอใช้	0	
	6	28.07	พอใช้	0	
	10	34.30	พอใช้ (1)	0	

หมายเหตุ: ดีมาก = รังสีขณะอ่อนอวบ ผิวแดง ความชื้นอยู่ระหว่าง 88-85%
 ดี = รังสีขณะอ่อนอวบ ผิวแดง ความชื้นอยู่ระหว่าง 84-83%
 ดี (1) = รังสีขณะอ่อนอวบ ผิวแดง ยกเว้นส่วนที่เกือบมีรา ความชื้นอยู่ระหว่าง 81-78%
 พอใช้ = ภายนอกของรังเริ่มแห้ง ความชื้นอยู่ระหว่าง 77-72%
 พอใช้ (1) = รังสีค่อนข้างเหี่ยวแห้ง ความชื้นอยู่ระหว่าง 70-66%

ตารางที่ 4 : การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการสูญเสียน้ำหนักในโรงถ่ายและไม่ฉายรังสี
ทางคานสถิติ (t-test) เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 20°ซ.

ระยะเวลาเก็บ (เดือน)	ปริมาณรังสี (กิโลแรท) (กิโลแรม)	ค่า t (t-value)		
		4	6	10
1	0	3.073*	3.568*	5.020**
	4	-	0.714	1.58
	6	-	-	0.610
2	0	3.105*	3.086*	4.791**
	4	-	0.457	2.410*
	6	-	-	1.735
3	0	1.981	1.891	6.297***
	4	-	0.251	3.940*
	6	-	-	3.006*
4	0	2.906*	2.293	6.750***
	4	-	0.214	3.695*
	6	-	-	2.578*
5	0	3.147*	2.832*	8.325***
	4	-	0.478	3.948*
	6	-	-	2.505*
6	0	3.487*	3.289*	10.596***
	4	-	0.645	4.840**
	6	-	-	2.896*

หมายเหตุ : * $t_{0.05} = 2.353$

** $t_{0.010} = 4.541$

*** $t_{0.005} = 5.841$

ตารางที่ 5 : เปอร์เซนต์ความชื้นในขิงเก็บที่อุณหภูมิห้อง

ระยะเวลาเก็บ (เดือน)	เปอร์เซนต์ความชื้น			
	0 กิโลแตรก	4 กิโลแตรก	6 กิโลแตรก	10 กิโลแตรก
วันแรก	88.67	88.67	88.67	88.67
1	81.33	82.00	80.66	80.66
2	76.00	78.66	76.66	77.33
3	69.33	72.00	73.33	70.66

ตารางที่ 6 : เปอร์เซนต์ความชื้นในขิงเก็บที่อุณหภูมิ 20° ซ.

ระยะเวลาเก็บ (เดือน)	เปอร์เซนต์ความชื้น			
	0 กิโลแตรก	4 กิโลแตรก	6 กิโลแตรก	10 กิโลแตรก
วันแรก	88.67	88.67	88.67	88.67
1	85.33	84.67	84.67	83.33
2	83.30	80.66	80.00	78.00
3	81.33	78.67	78.67	73.3
4	80.67	77.33	76.66	72.66
5	78.66	75.33	76.00	66.66
6	76.00	73.33	72.66	66.66

สรุปผลการทดลอง

การทดลองเปรียบเทียบการเก็บชิงสุกตามธรรมชาติกับการเก็บชิงสุกฉายรังสี ขนาด 4, 6 และ 10 กิโลแตร พบว่า ชิงสุกฉายรังสีขนาด 4 กิโลแตร เก็บที่อุณหภูมิห้อง (32 ± 3)°C. ความชื้นสัมพัทธ์ 80 ± 5 ไข่ออกที่สุกในช่วง 2 เดือนแรก โดยมีอัตราการสูญเสีย น้ำหนักไม่เกิน 19.8% อีกหึ่งไม่ปรากฏการงอกและเน่าเสีย ในทางตรงกันข้ามหูกชิงไม่ฉายรังสีนั้น จะงอก โดยเฉลี่ยจะงอกยาวถึง 2 ซม. ในเดือนที่ 2 และเมื่อเก็บชิงถึงเดือนที่ 3 จะพบว่าชิง จะมีผิวเหี่ยวยุบจนเห็นโคสิค หึ่งหูกฉายและไม่ได้ฉายรังสี ส่วนชิงสุกที่ไม่ฉายรังสี เก็บที่อุณหภูมิ 20 ± 1 °C. ความชื้นสัมพัทธ์ 85 ± 5 % หลอดเก็บนาน 6 เดือน ปรากฏว่าชิงงอกยาว 1.5 ซม. สภาพหิงยังสดอวบอ้วน อัตราการสูญเสียน้ำหนัก 21.10% แต่ชิง 4 กิโลแตรเก็บทดลองนาน 6 เดือน เรนกัน การงอกไม่ปรากฏ แสดงว่ารังสีมีผลยับยั้งการงอก แต่สภาพหิงค่อนกว่าชิงไม่ฉายรังสี ในเรื่องความสด และความอวบอ้วน อีกหึ่งน้ำหนักลดลงเป็น 26.55%

ผลการทดลองสรุปได้ว่า อุณหภูมิ 20 ± 1 °C. สามารถเก็บชิงสุกตามธรรมชาติได้กัที่สุด และขนาดรังสีตั้งแต่ 4 กิโลแตรขึ้นไป สามารถยับยั้งการงอกได้ อย่างไรก็ตามขนาดความแรง ของรังสีแกมมาที่ช่วยยับยั้งการงอกของหิง จะกระทบกระเทือนต่อเนื้อเยื่อของหิง ยกขนิคนีทำให้ ความต้านทานโรคในชิงฉายรังสีลดลง