

รายงานการวิจัย

เรื่อง



โครงการสนับสนุนงานวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประจำปีงบประมาณ 2543

RCM

TP

562

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่ 52143
เลขทะเบียน 39849
วัน, เดือน, ปี 27 ส.ย. 2544

เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
b.....
1.....

บทคัดย่อ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยเปรียบเทียบระยะเวลาที่รังสีอัลตราไวโอเล็ตสัมผัสกับน้ำฝรั่งคั้นสด 100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ความหนาของน้ำฝรั่งที่สัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเล็ตเท่ากับ 3 มิลลิเมตร ที่เวลา 0, 5, 10 และ 15 นาที แล้วนำน้ำฝรั่งที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตกับน้ำฝรั่ง คือ 5 นาที และเมื่อนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำฝรั่งภายหลังการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต 5 นาที ที่อุณหภูมิ 8-10 องศาเซลเซียส พบว่าเก็บรักษาได้นาน 6 วันเท่ากับน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสี โดยผลทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น รส และความชุ่มชื้นใกล้เคียงกัน ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด มีแนวโน้มสูงขึ้น ค่า pH และปริมาณวิตามินซี มีแนวโน้มลดลง และยังสามารถลดปริมาณเชื้อทั่วไปและเชื้อโคลิฟอร์มให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ดี ข้าพเจ้าต้องขอบคุณ ปิยนุช ปุณณา และ รัชนก นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ที่ช่วยในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. วุฒิชัย นาครักษา และ อาจารย์นิตยา บุญมี ที่กรุณาให้คำปรึกษา และข้อชี้แนะแนวทางต่างอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณศิริพร แทนแก้ว และ คุณคำพิง พุ่มจันทร์ ที่ช่วยในการติดต่อและประสานงานต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดียิ่ง

ระจิตร สุวพานิช



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตารางภาคผนวก	VIII
สารบัญภาพภาคผนวก	IX
บทที่ 1. บทนำ	1
บทที่ 2. การตรวจเอกสาร	3
2.1 น้ำผลไม้	3
2.1.1 ความหมายน้ำผลไม้	3
2.1.2 ประโยชน์และความสำคัญน้ำผลไม้	3
2.1.3 การเก็บรักษาน้ำผลไม้	4
2.2 รังสีอัลตราไวโอเลต	5
2.2.1 ประเภทของรังสีอัลตราไวโอเลต	6
2.2.2 แหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลต	6
2.2.3 ประโยชน์ของรังสีอัลตราไวโอเลต	7
2.2.4 โทษของรังสีอัลตราไวโอเลต	11
2.3 ผลของรังสีอัลตราไวโอเลตต่อแบคทีเรีย ยีสต์ และ รา	13
บทที่ 3. อุปกรณ์และวิธีทดลอง	15
3.1 วัตถุประสงค์	15
3.2 อุปกรณ์	15
3.3 เครื่องมือ	15
3.4 สารเคมี	16
3.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 วิธีทดลอง	16
3.6.1 ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการฉายรังสี กับน้ำฝรั่งคั้นสด	16
3.6.2 ศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสี	20
บทที่ 4. ผลและอภิปรายผลการทดลอง	21
4.1 ผลการศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการฉายรังสีกับน้ำฝรั่งคั้นสด	21
4.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาน้ำฝรั่งคั้นสดที่ผ่านการฉายรังสี	34
บทที่ 5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	40
ภาคผนวก ก การตรวจหา Coliform Bacteria และ Escherichia coli ในอาหาร	41
ภาคผนวก ข การประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ	48
ภาคผนวก ค ภาพแสดงขั้นตอนการทดลองและผลการทดลองด้านจุลินทรีย์	60

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1.1.1 แสดงคะแนนการยอมรับค่าสีของน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 0,5,10 และ 15 นาที	21
4.1.1.2 แสดงค่าของกลิ่นที่วัดจากน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 0,5,10 และ 15 นาที	22
4.1.1.3 แสดงค่าของรสชาติที่วัดจากน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 0,5,10 และ 15 นาที	22
4.1.1.4 แสดงค่าความขุ่นที่วัดจากน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 0,5,10 และ 15 นาที	23
4.1.2.1. แสดงค่าความเป็นกรดต่างที่วัดจากน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 0,5,10 และ 15 นาที	24
4.1.2.2. แสดงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่วัดจากน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต เป็นเวลา 0,5,10 และ 15 นาที	26
4.1.2.3 แสดงค่าความเป็นกรดที่วัดจากน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 0,5,10 และ 15 นาที	28
4.1.2.4 แสดงปริมาณวิตามินซีที่วัดจากน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 0,5,10 และ 15 นาที	29
4.1.3.1 แสดงปริมาณเชื้อทั่วไปในน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 0,5,10 และ 15 นาที ในครั้งที่ 1-5	30
4.1.3.2 . แสดงปริมาณเชื้อ โคลิฟอร์มในน้ำฝรั่ง โดยแปรผลเป็นแบบ MPN ครั้งที่ 1- 5	32
4.1.3.3 แสดงผลการตรวจสอบยืนยันเชื้อ อี. โคลิไล ของน้ำฝรั่ง	34
4.2.1.1 แสดงค่าทางกายภาพของน้ำฝรั่งที่เก็บรักษา	34
4.2.1.2 แสดงค่าทางเคมีของน้ำฝรั่งที่เก็บรักษา	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1. แสดงสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก ข ที่	หน้า
1. ตาราง ANOVA แสดงค่าการยอมรับของสีน้ำฝรั่ง ครั้งที่ 1-5	50
2. ตาราง ANOVA แสดงค่าการยอมรับของกลิ่นน้ำฝรั่ง ครั้งที่ 1-5	51
3. ตาราง ANOVA แสดงค่าการยอมรับของรสชาติน้ำฝรั่ง ครั้งที่ 1-5	52
4. ตาราง ANOVA แสดงค่าการยอมรับของความขุ่นน้ำฝรั่ง ครั้งที่ 1-5	53
5. ตาราง ANOVA แสดงความแตกต่างทางสถิติของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายและไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ครั้งที่ 1-5	55
6. ตาราง ANOVA แสดงความแตกต่างทางสถิติของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายและไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ครั้งที่ 1-5	56
7. ตาราง ANOVA แสดงความแตกต่างทางสถิติของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีและไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ครั้งที่ 1-5	57
8. ตาราง ANOVA แสดงความแตกต่างทางสถิติของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีและไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ครั้งที่ 1-5	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่	หน้า
1. แสดงวัตถุดิบที่ใช้ (ฝรั่งพันธุ์กลมสาตี)	60
2. แสดงน้ำฝรั่งขณะบรรจุอยู่ในเครื่องฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต	61
3. แสดงผลการทดสอบ Biochem Test การทดสอบ Indole	61
4. แสดงผลการทดสอบ Biochem Test การทดสอบ MR	62
5. แสดงผลการทดสอบ Biochem Test การทดสอบ VP	62
6. แสดงผลการทดสอบ Biochem Test การทดสอบ Citrate	63
7. แสดงน้ำฝรั่งบรรจุในภาชนะบรรจุขวดแก้วโสมมีฝาปิด	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันน้ำผลไม้คั้นสด ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมบริโภคเพิ่มมากขึ้น และมีปริมาณความต้องการของตลาดเครื่องคั้นอยู่ในระดับสูง เนื่องจากคุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ สะดวกในการซื้อรับประทาน และความสดโดยธรรมชาติของ สีส กลิ่น ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตน้ำผลไม้ขยายและเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะน้ำฝรั่งเนื่องจากฝรั่งเป็น ผลไม้ที่ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ ให้ผลผลิต สม่ำเสมอตลอดปี ราคาถูก มีวิตามินเอ และวิตามินซี โดยเฉพาะวิตามินซี มีมากกว่ามะนาว 4 เท่า ป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟัน ต้านทานโรคหวัด ได้อย่างดี ในฝรั่งมีเพคตินจำนวนมาก ซึ่งมีสรรพคุณทางยาช่วยเคลือบลำไส้ ใช้ในการทำแยม เยลลี่ ปัญหาสำคัญของน้ำฝรั่งสดและน้ำผลไม้อื่น ๆ คือ มีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ ที่ปะปนมาจากผิวของฝรั่ง อุณหภูมิในการผลิต ระหว่างขั้นตอนการผลิต เชื้อจุลินทรีย์ยังทำให้น้ำฝรั่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จึงต้องผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

ในปัจจุบันวิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่นิยมทำกันมีอยู่หลายวิธี เช่น การใช้ความร้อน การพาสเจอร์ไรซ์ (pasteurization) การสเตอริไรซ์ (sterilization) การแช่เย็น (chilling) การแช่แข็ง (freezing) การใช้ความร้อนเป็นวิธีที่เก่าแก่และมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมจุลินทรีย์ แต่ขณะเดียวกันก็มีผลต่อรสชาติ สีส กลิ่นทำให้น้ำผลไม้เปลี่ยนไปในทางที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ คุณค่าทางโภชนาการลดลง เช่น ปริมาณวิตามิน ซี โดยเฉพาะเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน การใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ต เป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่านำมาใช้ในการรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ได้ โดยรังสีที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 220-280 นาโนเมตรหรือที่เรียกว่า UV-C สามารถฆ่าและยับยั้งจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (ค็อน, 2527) ปัจจุบันมีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในการฆ่าเชื้อ และยับยั้งจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งหากมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาประกอบกับการหาสภาวะที่เหมาะสมในการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตกับน้ำผลไม้ จะช่วยให้สามารถรักษาคุณภาพด้านต่าง ๆ ของน้ำผลไม้ โดยเฉพาะคุณภาพด้านความสด และเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเก็บรักษาน้ำผลไม้ และอาจนำไปใช้ในการผลิตน้ำผลไม้ในระดับอุตสาหกรรม

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงศึกษาการฆ่าเชื้อน้ำผลไม้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต ศึกษาผลกระทบจาก

รังสีอัลตราไวโอเล็ตต่อคุณสมบัติทางด้านกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ตลอดจนศึกษาหาอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝรั่งฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตขณะเก็บรักษา เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำรังสีอัลตราไวโอเล็ตมาใช้ในการฆ่าเชื้อในน้ำผลไม้ และเป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตน้ำผลไม้ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ในการทดลอง

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการฆ่าเชื่อน้ำผลไม้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยเปรียบเทียบ คุณภาพของน้ำผลไม้ก่อน และหลังการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต
2. เพื่อศึกษาผลของรังสีอัลตราไวโอเล็ตต่อปัจจัยคุณภาพ โดยเปรียบเทียบระยะเวลาการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต
3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำรังสีอัลตราไวโอเล็ตมาใช้ในการฆ่าเชื่อน้ำผลไม้ แทนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 น้ำผลไม้

2.1.1 ความหมายของน้ำผลไม้

ประชา (2539) ได้กล่าวถึงความหมายของน้ำผลไม้ (juice) ไว้ว่า น้ำผลไม้จัดเป็น เครื่องดื่มที่มีกลิ่นรสของน้ำผลไม้ ซึ่งสามารถทำจากผลไม้ได้เกือบทุกชนิด บางครั้งอาจจะครอบคลุมถึงน้ำจากพืชผัก สมุนไพร รวมทั้งดอกไม้ ซึ่งสามารถบีบคั้นเป็นเครื่องดื่มธรรมชาติเพื่อสุขภาพอนามัย ทั้งนี้อาจคั้นจากผลไม้สดล้วนๆ โดยไม่มีการปรุงแต่งเพื่อคั้นทันทีหรือเก็บถนอมไว้ในสภาพเข้มข้นเป็นน้ำเชื่อมปรุงแต่งกลิ่นรสแตกต่างไปตามความนิยม สำหรับนิยามของน้ำผลไม้ ตามมาตรฐาน หมายถึงน้ำผลไม้ที่อยู่ในลักษณะที่พร้อมจะใช้บริโภคได้โดยตรง ทำจากผลไม้ที่สด สะอาด สุก โดยกรรมวิธีเชิงกล น้ำผลไม้นี้อาจทำจากน้ำผลไม้ที่ทำให้เข้มข้นโดยผ่านวิธีการ ระเหยน้ำจนเข้มข้นแล้วนำมาเจือจางภายหลังด้วยวัตถุประสงค้ในการรักษาคุณภาพ และองค์ ประกอบสำคัญไว้ น้ำผลไม้ที่อยู่ในภาชนะบรรจุต้องผ่านกรรมวิธีการถนอมอาหาร (ปราณี, 2541)

2.1.2 ประโยชน์และความสำคัญของน้ำผลไม้

ผลไม้ทั่วไปนั้นอุดมไปด้วยวิตามินซี วิตามินเอ และใยอาหาร การคั้นผลไม้คั้นทันทีจะมีคุณค่าทางโภชนาการของน้ำผลไม้สด คล้ายกับการบริโภคผลไม้สดที่มีคุณประโยชน์แก่ ร่างกายและเพิ่มความสดชื่นให้แก่ร่างกาย (ประชา, 2539) น้ำผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปผลไม้ชนิดหนึ่ง อุตสาหกรรมในด้านน้ำผลไม้ได้มีการพัฒนามากขึ้นในระยะเวลาเพียงไม่กี่ปี ที่ผ่านมา เนื่องจากความเจริญของเทคโนโลยีด้านการใช้ความร้อนในการเก็บรักษาอาหาร ทำให้ ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ประเภทต่างๆเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อุตสาหกรรมผลไม้แต่เดิมใช้เป็นทางออกสำหรับแปรรูปผลไม้ซึ่งมีคุณค่ารองลงมา และไม่สามารถใช้แปรรูปด้านอื่นได้ เช่น มีรูปร่างผิดปกติหรือ สุกมากเกินไป แต่อย่างไรก็ตามผลไม้เหล่านี้ยังคงต้องมีคุณภาพที่ดี ในปัจจุบันผู้บริโภคนิยมคั้นน้ำผลไม้มากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมด้านนี้มีการขยายตัวมากยิ่งขึ้น วัตถุดิบที่ใช้จึงไม่จำกัดเพียงแต่ผลไม้ที่มีคุณภาพรองเท่านั้น แต่ยังสามารถนำผลไม้ชนิดต่างๆมาทดลองผลิตน้ำผลไม้มากยิ่งขึ้น

ผลไม้ที่สามารถนำมาผลิตเป็นน้ำผลไม้ได้มีหลายชนิด เมื่อคั้นน้ำจะให้ น้ำผลไม้ที่มีลักษณะ สีกลิ่น และรสชาติ ต่างกันไป ลักษณะตามธรรมชาติของน้ำผลไม้เมื่อคั้นออกมาใหม่ๆ เกือบทุกชนิดจะมีลักษณะขุ่น อาจมีเนื้อผลไม้ชนิดนั้นปะปนอยู่ แต่ในด้านของผู้บริโภคนั้น

สำหรับน้ำผลไม้แต่ละชนิดจะนิยมนำมีลักษณะที่แตกต่างกันไป อาจแบ่งน้ำผลไม้ตามความต้องการของผู้บริโภค โดยพิจารณาจากลักษณะปรากฏดังนี้ (กิตติพงษ์, 2541)

1. น้ำผลไม้ชนิดใส (clarified juices) น้ำผลไม้ในกลุ่มนี้จะมีลักษณะใส ไม่มีเศษเนื้อผลไม้ปะปนอยู่ เช่น น้ำองุ่น น้ำแอปเปิ้ล
2. น้ำผลไม้ขุ่นเล็กน้อย (light cloud juices) น้ำผลไม้ในกลุ่มนี้จะมีลักษณะขุ่นเล็กน้อยไม่ใสเหมือนกลุ่มแรก เช่น น้ำสับปะรด น้ำฝรั่ง
3. น้ำผลไม้ขุ่นมาก (heavy cloud juices) น้ำผลไม้ในกลุ่มนี้ขุ่น และ มีความขุ่นมากอาจมีชิ้นส่วนของเนื้อผลไม้ลอยปะปนอยู่ด้วย เช่น น้ำส้ม น้ำเกรฟฟรุต
4. น้ำผลไม้ชนิดข้น (pulp juices) เป็นน้ำผลไม้ที่มีลักษณะข้น มีความหนืดมากกว่าน้ำผลไม้ 3 กลุ่มแรก เช่น น้ำมะเขือเทศ
5. เนคตาร์ (nectars) หรืออาจเรียกว่าน้ำผลไม้เทียม (pseudo juices) เพราะปกติเนคตาร์จะเตรียมจากผลไม้ที่มีเนื้อแข็งไม่ฉ่ำน้ำ โดยนำผลไม้มาบดละเอียดเติมน้ำหรือน้ำเชื่อมจนมีปริมาณน้ำตาล และความหนืดเหมาะสม บางครั้งอาจมีการเติมกรดลงไปด้วย ผลไม้ที่นิยมนำมาทำเนคตาร์ เช่น แอปเปิ้ลคอก ท้อ

2.1.3 การเก็บรักษาน้ำผลไม้

กิตติพงษ์(2541) กล่าวถึงวิธีที่นิยมใช้ในการเก็บรักษาน้ำผลไม้ไว้หลายวิธีดังนี้

1. การใช้ความร้อน (heating)

ความร้อนจะช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลไม้เสื่อมเสีย ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาออกไป แต่ความร้อนจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพของน้ำผลไม้ในด้านที่ไม่ต้องการด้วย ดังนั้นการใช้ความร้อนกับน้ำผลไม้จึงไม่อาจใช้สภาวะที่อุณหภูมิสูงและใช้เวลานานได้ เนื่องจากน้ำผลไม้จัดอยู่ในอาหารที่มีความเป็นกรดปานกลางไปจนถึงความเป็นกรดสูง จึงไม่จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก ในปัจจุบันนิยมใช้การเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ที่อุณหภูมิ 77-93 องศาเซลเซียส และใช้เวลา 15-60 วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำผลไม้จากนั้นทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว

2 การแช่แข็ง (freezing)

วิธีนี้ทำให้สามารถเก็บผลไม้ไว้ได้นาน น้ำผลไม้ในกลุ่มนี้เช่น น้ำองุ่น น้ำแอปเปิ้ล และน้ำผลไม้พวกเบอร์รี่ต่างๆ จะถูกแช่แข็งและเก็บที่อุณหภูมิ (-12) ถึง (-10) องศาเซลเซียส น้ำส้ม และน้ำเกรฟฟรุตก็นิยมแช่แข็งที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่ต้องกำจัดอากาศออกจากภาชนะบรรจุเสียก่อน การแช่แข็งไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนการใช้ความร้อน แต่เสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสูงกว่า

3. การใช้สารเคมี (chemical agent)

เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมในการเก็บรักษาน้ำผลไม้ การใช้สารเคมีต้องคำนึงถึงกฎหมาย ข้อบังคับ ชนิดและปริมาณของสารที่จะใช้ สารเคมีที่มีการใช้ในปัจจุบัน เช่น เกลือเบนโซเอท (benzoate) กรดซอร์บิก (sorbic acid) เกลือซอร์เบท (sorbate) กรดซัลฟูรัส (sulphurous acid) และเบโควิน (baycovin)

4. การใช้ความดันสูง (high pressure)

การใช้ความดันสูงสามารถช่วยในการเก็บรักษาน้ำผลไม้ โดยใช้ความดัน 75000 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที สามารถเก็บได้นานในภาชนะปิดสนิทเหมือนกับได้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแล้ว น้ำผลไม้ที่เก็บรักษาด้วยวิธีนี้จะมีกลิ่น รสชาติและคุณภาพเหมือนกับน้ำผลไม้สด แต่ยังมีข้อจำกัดคือการสร้างเครื่องมือที่ใช้กับน้ำผลไม้ปริมาณมากในเชิงอุตสาหกรรมยังทำได้ยาก ซึ่งเป็นปัญหาในการนำมาใช้งานจริง

2.2 รังสีอัลตราไวโอเล็ต

รังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1801 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกา ชื่อโจฮันน์ ริตเตอร์ จากการศึกษาปรากฏการณ์ของรังสีกับเงินคลอไรด์ โดยการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเงินคลอไรด์เป็นสีดำ ทำให้เขาเชื่อว่า รังสีอัลตราไวโอเล็ตนั้นมีพลังงานแผ่อยู่รังสีอัลตราไวโอเล็ตอยู่ในกลุ่มรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่น ตั้งแต่ 1.0×10^{-7} ถึง 3.8×10^{-7} เมตร หรือมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 100 นาโนเมตร ถึง 380 นาโนเมตร คลื่นนี้เกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าเดินทางผ่านตัวนำไฟฟ้า ส่วนใหญ่แสงนี้จะออกมาพร้อมกับแสงอื่นที่เรามองเห็น โดยเฉพาะแสงที่มีสีม่วง เราจึงมักพบว่าแสงต่างๆ ที่มีอัลตราไวโอเล็ตออกมานั้นมักจะมีสีออกไปทางสีม่วง

ความยาวคลื่น : หน่วยอังสตรอม (Angstrom)

.010	.000048	.01	.06	1.4	136	1000	40000	80000	$1 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{12}$	$5.5 \cdot 10^{12}$	$3 \cdot 10^6$
รังสี	คอสมิก	รังสีแกมมา		รังสีเอ็กซ์		รังสีอัลตราไวโอเล็ต			รังสีอินฟราเรด	รังสีโซลาร์		รังสีเอกซ์	รังสีเอกซ์	รังสีแกมมา
									พาร์ในโลกร				รังสีเอกซ์	รังสีแกมมา
													รังสีเอกซ์	รังสีแกมมา

ภาพที่ 1 สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเปกตรัมด้านบนแสดงถึง ช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเริ่มตั้งแต่ 10^{-6} แองสตรอม ถึง 10^{-8} แองสตรอม

2.2.1 ประเภทของรังสีอัลตราไวโอเล็ต

เราสามารถแบ่งรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1. รังสีอัลตราไวโอเล็ต เอ (UV-A) หรืออาจเรียกว่า อัลตราไวโอเล็ตคลื่นยาว หรือช่วงอัลตราไวโอเล็ตไกล มีความยาวคลื่นระหว่าง 3,200 ถึง 4,000 แองสตรอม หรือ 320 – 400 nm
2. รังสีอัลตราไวโอเล็ต บี (UV-B) หรืออาจเรียกว่า อัลตราไวโอเล็ตช่วงกลาง มีความยาวคลื่นระหว่าง 2,800 ถึง 3,200 แองสตรอม หรือ 280 – 320 nm
3. รังสีอัลตราไวโอเล็ต ซี (UV-C) หรืออาจเรียกว่า อัลตราไวโอเล็ตคลื่นสั้น หรือช่วงอัลตราไวโอเล็ตไกล มีความยาวคลื่นระหว่าง 2,200 ถึง 2,800 แองสตรอม หรือ 220 – 280 nm ส่วนรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีคลื่นต่ำกว่า 2000 แองสตรอม เรียกว่า ช่วงอัลตราไวโอเล็ตสูญญากาศ

2.2.2 แหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเล็ต

แหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเล็ตแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ

โดยแหล่งกำเนิดจากธรรมชาติที่มีอิทธิพลสูงสุดในโลกได้แก่ดวงอาทิตย์ เมื่อรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์มากระทบกับอะตอมของชั้นบรรยากาศจะเกิดการแตกตัวเป็นไอออนขึ้นเป็นจำนวนมาก และเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหมด ยกเว้นรังสีแกมมา ซึ่งได้จากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี และปฏิกิริยานิวเคลียร์ในดวงอาทิตย์ แม้จะมีปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ให้รังสีแกมมา แต่จะกลายเป็นรังสีอื่นก่อนมาสู่โลก

2. แหล่งกำเนิดที่ผลิตแสงขึ้นมาเอง โดยมนุษย์ เป็นผู้ประดิษฐ์ขึ้น

แหล่งกำเนิดแสงที่ผลิตแสงขึ้นมาเอง เช่นหลอดเรืองแสงและหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ต (Black Light Lamp) ซึ่งเกิดจากอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากขั้วอิเล็กโทรดของหลอด วิ่งไปชนอะตอมของก๊าซที่บรรจุอยู่ในหลอด เช่น ไอปโรท แล้วเกิดรังสีอัลตราไวโอเล็ตกระจายสามารถทำได้ 3 วิธีดังนี้

- โดยวิธีการอาร์คของคาร์บอน และทังสเตน
- โดยให้ไส้ทังสเตนทำงานที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิหลอดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โดยการออกแบบมาเป็นพิเศษของหลอดก๊าซ - คิสซาร์จ

โดยในแต่ละแหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลตมีอัลตราไวโอเลตอยู่ในปริมาณต่าง ๆ กัน ดังนี้

แสงอาทิตย์	มีอัลตราไวโอเลต ร้อยละ	2 - 9
คาร์บอนอาร์ค	”	” 5
ทั้งสแตน อาร์ค	”	” 16
ตะเกียงเมอร์คิวรี	”	” 28
เครื่องเชื่อมไฟฟ้า	”	” 10
เครื่องเชื่อมโดยใช้ก๊าซอะเซทิลีน	”	” 4

คุณสมบัติของรังสีอัลตราไวโอเลต

1. ทำให้สารเรืองแสงเกิดการเรืองแสงขึ้น
2. ทำให้สารเคมีบางชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น สารละลายซิลเวอร์คลอไรด์ เมื่อถูกรังสีอัลตราไวโอเลตจะดำ
3. สามารถทะลุผ่าน สิ่งกีดขวางได้ เช่น เสื้อผ้าบาง ๆ แผ่นพลาสติกบาง ๆ

2.2.3 ประโยชน์ของรังสีอัลตราไวโอเลต

2.2.3.1 การสร้างวิตามินดี

การเกิดวิตามินดี เป็นปฏิกิริยาระหว่างรังสีอัลตราไวโอเลต กับสารกำเนิดวิตามินดีที่อยู่ใต้ผิวหนังที่เรียกว่า 7 - ดีไฮโดรคลอเลสเตอรอลให้เปลี่ยนเป็นวิตามิน ดี 3 ซึ่งจะช่วยได้อย่างดีในกรณีที่เด็กได้รับวิตามินจากอาหารที่กินเข้าไปไม่เพียงพอ สำหรับคนในแถบศูนย์สูตรไม่ค่อยมีปัญหา แต่สำหรับคนในแถบหนาว ต้องขวนขวายหารังสีอัลตราไวโอเลตจากหลอดประดิษฐ์ทดแทนการได้รับจากแสงอาทิตย์ สำหรับ 7 - ดีไฮโดรคลอเลสเตอรอลนั้น ถ้าปราศจากรังสีอัลตราไวโอเลต จะเปลี่ยนเป็นคลอเลสเตอรอลสะสมไว้

2.2.3.2 การเกิดรงควัตถุที่ผิวหนัง

ผิวหนังชั้นบนสุดของเราคือ ชั้นเอพิเดอร์มิส จะมีเซลล์ที่เรียกว่าเมลานโนไซต์บางส่วนใช้ทำหน้าที่

ที่สร้างเม็ดสีที่เรียกว่า เมลานิน ซึ่งทำให้เรามีผิวเป็นสีน้ำตาล ทุก ๆ คนจะมีเซลล์เมลานโนไซต์นี้ ยกเว้นคนที่มีสีผิวผิดปกติ คนที่มีผิวสีดำนจะมีเมลานินมากกว่าคนผิวขาว การสร้างเม็ดสีเมลานินเกิดขึ้นเมื่อรังสีอัลตราไวโอเลตผ่านผิวหนังทำให้เซลล์เมลานโนไซต์สร้างเมลานินเพิ่มขึ้น ขบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวเรียกว่า การสร้างเมลานิน เมลานินที่ถูกสร้างขึ้นมานี้ ทำให้ผิวเป็นสีน้ำตาล และเมลานิน ยังมีประโยชน์ในการช่วยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตไว้

2.2.3.3 การฆ่าเชื้อโรค

การใช้ประโยชน์จากรังสีอัลตราไวโอเลตในการฆ่าเชื้อโรค แบ่งได้กว้าง ๆ 2 กลุ่มดังนี้

2.2.3.3.1 การฆ่าเชื้อบนพื้นผิว

การฆ่าเชื้อโรคบนผิวรวมถึงการป้องกันด้านอาหารและผลิตภัณฑ์ยาในระหว่างที่ผ่าน ขบวนการผลิตและบรรจุหีบห่อนอกจากนี้ยังใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการฆ่าเชื้อโรคสำหรับผลิตภัณฑ์แก้วน้ำดื่ม งาน และขามเป็นต้น และถ้าจะให้ผลดี จะต้องมีการทำความสะอาดผิวในขั้นแรกเสียก่อน เพื่อให้ปราศจากฟิล์มและสิ่งสกปรก ซึ่งจะเป็นตัวดูดกลืนรังสี และสามารถป้องกันแบคทีเรียได้ ตามโรงพยาบาล ห้องผ่าตัด ห้องสำหรับเด็กแรกเกิด ก็จะมีการติดตั้งหลอดอัลตราไวโอเลตไว้ด้วย

2.2.3.3.2 การฆ่าเชื้อโรคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ หรือในของเหลว

การฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ซึ่งกระทำโดยปล่อยรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นสั้นผ่านไปในน้ำ ข้อดีคือไม่ทำให้รสชาติของน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับการใช้สารเคมี การฆ่าเชื้อโรคในน้ำเป็นขบวนการทางชีววิทยาเช่นกัน โดยรังสีอัลตราไวโอเลตจะไปทำให้แบคทีเรียตาย

มหาวิทยาลัยแห่งกรุงเบรุต ได้ประสบความสำเร็จในการวิจัยใช้แสงอาทิตย์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียในน้ำเพื่อใช้บริโภค โดยคณะผู้วิจัยได้นำน้ำสกปรกมาบรรจุใส่ถุงใส แล้วนำไปวางในที่ ๆ มีแสงแดดส่องตรงมายังน้ำ พบว่า แบคทีเรียจำนวนร้อยละ 99.9 ถูกทำลายด้วยแสงอาทิตย์ในเวลาเพียง 95 นาที แต่ถ้าตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องต้องใช้เวลาราว 630 นาที ทำให้สรุปได้ว่าเราสามารถแสงอาทิตย์ฆ่าเชื้อโรคได้ และต้องมีความยาวคลื่นระหว่าง 3,150 ถึง 40,000 แองสตรอม ซึ่งก็ตรงกับพลังงานของรังสีอัลตราไวโอเลตนั่นเอง

2.2.3.4 ป้องกันการเสื่อมเสียและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตร

เนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลต มีผลกระทบต่อกระบวนการทางชีววิทยามากมายในพืช โดยเฉพาะในทางที่ป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์และเอนไซม์ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.3.4.1 ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการพัฒนาการของเชื้อก่อโรค

จากการศึกษาของ Lang cake และ Pryce (1977) พบว่ารังสีอัลตราไวโอเลตมีผลต่อการชักนำให้เกิดการ สังเคราะห์สารไฟโตอเล็กซิน (phytoalexins) ซึ่งเป็นสารที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคของผลิตผลโดยนำมาประยุกต์ใช้กับ

- องุ่นที่ทำไวน์ (grapevine)
- ถั่วลิสง (peanut)
- ถั่วเหลือง (soy bean)

การชักนำของการสร้าง ไฟโตเอเลกซิน โดยรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นไปในทิศทางเดียวกับ การเพิ่มความต้านทานต่อเชื้อโรคของพืช ที่ไวต่อการติดเชื้อ

2.2.3.4.2 ผลกระทบของรังสีอัลตราไวโอเลตต่อเนื้อเยื่อพืช

รังสีอัลตราไวโอเลต มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส phenylalanine ammonialase ในเนื้อเยื่อที่ยังโตไม่เต็มที่ (immature tissue) การเพิ่มปริมาณของ PAL อย่างชัดเจนขึ้นอยู่กับ การสังเคราะห์ RNA ตัวใหม่ และโปรตีน การฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ชักนำการตอบสนองต่อการป้องกันตัวเองของเซลล์พืชที่ได้รับอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์โดยมีการควบคุมในการถ่ายทอดรหัสพันธุกรรม (Transcription) ของ gene กับการสังเคราะห์สารต้านทานเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตมีผลกระทบต่อ การเพิ่มความแน่นเนื้อ และค่าความเป็นกรดมีค่าสูงขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรด - ต่าง และปริมาณของของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้มีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต โดยปกติขบวนการสุกของ ผลไม้ เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลไม้ เช่น การเพิ่มขึ้นของการสังเคราะห์รงควัตถุ น้ำตาล ความเป็นกรด - ต่าง ปริมาณเอทรีลิน และการลดลงของความแน่นเนื้อ ปริมาณแป้งและ วิตามินซี

2.2.3.4.3 การฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เพื่อลดการเน่าจากราสีเขียว (*Penicillium digitatum*)

ในผลไม้ตระกูลส้มพวก เช่น เกรฟฟรุท มักเกิดโรคนำที่ขั้วผล (Stem end rot) และโรค sour rot จากเชื้อ *Candida* spp. ของส้มพันธุ์แดนซี (Dancy tangerine) พบว่าการฉายรังสีทำให้เกิดอาการผิดปกติที่ผิวของผลส้ม ในชั้นฟลาวีโด (flavedo) ทำให้เกิดสีน้ำตาลหรือสีบรอนซ์ปนน้ำตาล ชักนำให้เกิดลักษณะเลื่อมมันที่ผิวของผลส้ม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างสารลิกนินที่ผิว

2.2.3.4.4 การฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเพื่อลดการเน่าเสียของมันฝรั่งที่เกิดจากจุลินทรีย์
การฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ช่วงความยาวคลื่น 200 nm ถึง 280nm ปริมาณรังสี 3.6×10^4 ถึง 7.3×10^4 erg/mm² เพื่อลดการเน่าของมันฝรั่งที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา

2.2.3.4.5 การทดลองฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ให้กับสาถิ์ และแอปเปิล สรุปว่า ภายหลังการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตโดยมีปริมาณรังสี 3.6×10^4 ถึง 4.8×10^4 erg/mm² เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.4.5 การทดลองฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต ให้กับสาถิ์ และแอปเปิล โดย Steven และคณะ (1990) สรุปว่าภายหลังการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตโดยมีปริมาณรังสี 3.6×10^4 ถึง $4.8 \times 10^4 \text{ erg / mm}^2$ สามารถควบคุมการเน่าเสียของผลสาถิ์ และแอปเปิลเนื่องจากเชื้อราในขณะเก็บรักษา และมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า การเพิ่มปริมาณของรังสีอัลตราไวโอเล็ต มีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของความแน่นเนื้อและ ความเป็นกรดมีค่าสูงขึ้น ส่วนค่าของความเป็นกรด - ค่า และปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมีค่าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยปกติขบวนการสุกของผลไม้มีความเกี่ยวข้องกับเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น การเพิ่มขึ้นของการสังเคราะห์รงควัตถุ น้ำตาล ความเป็นกรด - ค่า ปริมาณเอทิลีน และการลดลงของความแน่นเนื้อ และวิตามินซี (Will และคณะ, 1982)

2.2.3.4.6 ผลกระทบของการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตร่วมกับรังสีแกมมาต่อการนำหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอ (*Papaya : Carica papaya*, 'Solo') ในประเทศฮาวายโดยมีการกำหนดช่วงปริมาณของรังสี (selective dose) ที่ฉายบนผลผลิต รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ฉายให้กับผลไม้ได้รับจากแหล่งกำเนิด โดยใช้ไอปรอท สามารถลดการเกิดโรคเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อราอันเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคมะละกอ เช่น *Ascochyta* spp. *Collectotrichum* spp. และ *Phytophthora* spp.

สำหรับการนำรังสีอัลตราไวโอเล็ตมาฉายร่วมกับรังสีแกมมานั้น มีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพของมะละกอ และยืดอายุการวางจำหน่ายของผลไม้อย่างชัดเจน แต่การใช้รังสีแกมมาปริมาณ 25 Krad ฉายร่วมกับรังสีอัลตราไวโอเล็ตปริมาณ $3.58 \times 10^4 \text{ erg / mm}^2$ เพียงพอที่จะป้องกันการเติบโต และการเข้าทำลายของเชื้อ *Phytophthora* spp. ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ใช้ร่วมกับรังสีแกมมา มีค่าเป็น $1.19 \times 10^4 \text{ erg / mm}^2$ และ 150 Krad ตามลำดับ ใช้ในการควบคุมการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum* และเชื้อราทั้ง 3 ชนิด ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนเชื้อรา *Ascochyta* spp. มีความต้านทานต่อรังสีมากที่สุด ปริมาณของการฉายรังสีแกมมาที่ใช้สูงถึง 250 Krad และปริมาณรังสีอัลตราไวโอเล็ตสูงถึง $7.33 \times 10^4 \text{ erg / mm}^2$

การฉายรังสีแกมมา หรือ การฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตอย่างเดียวหรือการฉายรังสีร่วมกัน ยังไม่เพียงพอที่จะป้องกันการเติบโต และการก่อรูปร่างของโคโคไนด์ ของเชื้อราดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ (Moy และคณะ 1978)

2.2.3.5 การวิเคราะห์

รังสีอัลตราไวโอเล็ตสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์สารได้ หลักวิเคราะห์คือให้วัตถุหรือสารที่เราศึกษาคูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตทำให้สารดังกล่าวอยู่ในสภาวะกระตุ้น (excited state) และเมื่อสารกับคืนสู่สภาวะปกติหรือสภาวะพื้น (ground state) จะปล่อยรังสีฟลูออเรสเซนซ์ ออก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟลูออเรสเซนซ์ผ่าน ไปสู่ตัวกลางรับแสง สัญญาณที่ได้รับจากตัวรับแสง จะถูกแปลงเป็นค่าที่สามารถอ่านได้จากกัลวานอโรมิเตอร์ เครื่องมือที่อาศัยคุณสมบัติดังกล่าวนี้เรียกว่า ฟลูออโรมิเตอร์ ประโยชน์ที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ตช่วยในการพิสูจน์โครงสร้างและหาเอกลักษณ์ของสาร วิธีนี้เรียกว่า “อัลตราไวโอเล็ตสเปคโตรสโคปี”

2.2.3.5 การรักษาโรค

การใช้ประโยชน์จากรังสีอัลตราไวโอเล็ตในการรักษาโรคปัจจุบัน มีการใช้น้อย เพราะบางครั้ง การรักษาโรคทำได้โดยใช้ยาปฏิชีวนะ จะให้ผลดีกว่า แต่อย่างไรก็ตามการรักษาด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตก็ยังมีใช้อยู่บ้าง เช่น การรักษาโรคผิวหนังอักเสบบางอย่าง ได้แก่ โรค psoriasis แต่ถ้าเป็นการอักเสบจากการติดเชื้อจะไม่ใช้วิธีนี้

2.2.3.6 ประโยชน์ด้านเคมีสังเคราะห์

ประโยชน์ในด้านนี้ จะเกิดผลคือต่อสิ่งแวดล้อม คือการเปลี่ยนแปลงจากออกซิเดชันของออกซิเดชันของออกซิเจนเป็นโอโซน ในกรณีเช่นนี้เกิดขึ้นได้เมื่อออกซิเจนอิสระ และไปรวมกับออกซิเจนโมเลกุล ได้โอโซน อยู่ในชั้นสตราโตสเฟียร์ และมีประโยชน์จะช่วยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มาจากดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะแสงที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 2,800 ถึง 3,200 แองสตรอม ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดอันตรายต่อมนุษย์มากที่สุด อย่างไรก็ตามโอโซนสามารถดูดกลืนไว้ได้เพียงบางส่วน จึงทำให้มีรังสีอัลตราไวโอเล็ตช่วงความยาวคลื่นดังกล่าวมาถึงโลกเราได้

2.2.4 โทษของรังสีอัลตราไวโอเล็ต

2.2.4.1 สารอินทรีย์ที่ใช้เคลือบ

สำหรับผลกระทบทางด้านนี้นั้น เราสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น สีที่ใช้ในการก่อสร้าง รังสีอัลตราไวโอเล็ตอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติบางประการที่เราสามารถมองเห็นได้ คือ สีซีดลง หรือคุณสมบัติอื่น ๆ เช่นการขีดเกาะ ความยืดหยุ่น ความแข็ง และความเหนียว เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ อย่างไรก็ตาม ผลเสียที่เกิดจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต สามารถแก้ไขได้โดยการใช้ตัวดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งจะช่วยดูดกลืนรังสี สำหรับตัวดูดกลืนอัลตราไวโอเล็ต ที่นิยมใช้ได้แก่ ซาลิซิลิกเอสเทอร์ ไฮดรอกซีเบนโซฟีโนน เบนโซไครเอโซล

2.2.4.2 ผลกระทบต่อตา

ในชีวิตประจำวันเราสัมผัสกับรังสีเสมอ แต่ไม่มีอันตรายเกิดขึ้น เพราะรังสีที่สัมผัสนั้นมีจำนวนน้อย และช่วงเวลาสั้น แต่ถ้าเราสัมผัสกับรังสีโดยตรงเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น การเชื่อมเหล็กเป็นเวลานาน เมื่ออยู่บนที่สูงและมีหิมะลงขาวไปหมด รังสีอัลตราไวโอเล็ตสามารถสะท้อนจากหิมะขาว ๆ นั้นได้ทำให้ตาบอดชั่วคราว (snow blind) นอกจากนี้พื้นน้ำและพื้นทรายแถบชายทะเลก็สามารถสะท้อนรังสีได้เช่นกันลักษณะผลกระทบของรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัลตราไวโอเลตต่อดวงตานั้นเป็นแบบเสริม (additive effect) คือผลการเปลี่ยนแปลงจะถูกสะสมไว้ในแต่ละครั้งที่ถูกแสง หมายความว่า ไม่จำเป็นต้องถูกรังสีนี้ครั้งเดียวนาน ๆ จึงจะเกิดอันตราย แต่การถูกรังสีครั้งละสั้น ๆ หลาย ๆ ครั้ง ภายใน 24 ชั่วโมง ก็อาจเกิดอันตรายได้ รังสีอัลตราไวโอเลตทำให้ผิวหนังตาหูดออก ทำให้เส้นประสาทรับความรู้สึกที่อยู่ใต้ตาซึ่งไวต่อความรู้สึกนั้นถูกกระตุ้น ทำให้มีอาการทางตา หนังตาแดงร้อน เยื่อตาอักเสบ และอาจเกิดต้อเนื้อ แต่การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ นี้ ถึงแม้ว่าจะทำให้เกิดอาการรุนแรง ก็ไม่ทำให้ตาบอดอย่างถาวร ผิวแสบตาที่ซำบ่อย ๆ สามารถหายคืนเป็นปกติได้ การเปลี่ยนแปลงถาวรที่อาจทำให้สายตาสั้นนั้นเกิดจากการที่เราได้รับรังสีบ่อยครั้ง และเป็นเวลานาน

2.2.4.3 ผลกระทบต่อผิวหนัง

แสงแดดหรือแสงอาทิตย์นั้นเป็นสิ่งจำเป็นต่อชีวิตคนบางกลุ่มที่ ต้องการความอบอุ่นจากแสงแดดและต้องการให้ผิวหนังดูสวยงาม เช่น ผู้ที่ชอบอาบแดด ผู้ที่มีอาชีพด้านประมง ทำเกษตร หรือผู้ที่เล่นกีฬากลางแจ้ง มีโอกาสได้รับรังสีจากแสงอาทิตย์อย่างเต็มที่ ดร. ไอแซค วิลลิส หัวหน้าฝ่ายโรคผิวหนัง ศูนย์อำนวยการทางแพทย์ของทหารผ่านศึก สหรัฐอเมริกา กล่าวว่า ผู้ที่ได้รับแสงแดดมากเกินไปจะเกิดอันตราย โดยจะทำให้ผิวหนังเหี่ยวแห้งเร็วกว่าปกติได้ ดร. วิลลิสได้วิจัยเกี่ยวกับอัลตราไวโอเลต เอ และบี และพบว่า การที่ผิวหนังเหี่ยวแห้งเร็วขึ้น เนื่องจากเส้นใยคอลลาเจน (ไฮโปรตีน) และเส้นใยที่ยึดหยุ่นได้ของผิวหนังถูกทำลาย นอกจากนี้รังสีอัลตราไวโอเลตยังทำลายเซลล์ผิวหนัง และทำให้เซลล์เม็ดโลหิตขาว ที่เรียกว่าที - ลิมโฟไซต์อ่อนแอลง ทำให้ติดเชื้อโรคได้ง่ายขึ้น และบางครั้งผิวหนังที่ถูกทำลายจะมีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ ทำให้เซลล์แบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากกว่าปกติ เกิดการผิดปกติและเป็นมะเร็งที่ผิวหนังได้ ถึงแม้ว่าที่ผิวหนังจะมีเมลานินช่วยดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตไว้ แต่ไม่สามารถดูดกลืนได้ทั้งหมด เพราะเซลล์เมลานินต้องใช้เวลาค่อยสร้างเมลานิน ดังนั้นจึงไม่ควรถูกแสงนานเกินไปพบว่า ชาวคอเคเชียน (Caucasian) ซึ่งมีผิวขาวจะได้รับผลอันนี้มากกว่าชาวนิโกรที่มีผิวดำมาก

มะเร็งที่ผิวหนังที่เกิดขึ้นมีหลายแบบ เช่น Squamous cell carcinoma, Basal cell carcinoma และ Malignant melanoma พบว่าทั้ง 3 ชนิดรวมกันมีประมาณ 4 % ของ Caucasian ชาวคอเคเชียน นอกจากเกิดมะเร็งที่ผิวหนังแล้ว การสัมผัสกับแสงอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นต่ำเป็นเวลานานก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผิวหนังได้หลายอย่างเช่น ตกกระ ผิวหนังเหี่ยว แก่ก่อนวัยผลที่เกิดขึ้นนี้ จะเป็นมากในบุคคลที่มีลักษณะทางกรรมพันธุ์ ที่ขาดเม็ดสีชนิด เมลานิน ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดจากแสงอาทิตย์ให้กับผิวหนังความยาวคลื่นที่มากกว่า 320 นาโนมิเมตร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผิวหนังได้เมื่อรวมกับความยาวคลื่นแสง

หรืออาจเกิดจากสารเคมีที่มีในยา สบู่ เครื่องสำอางค์ หรือผงซักฟอก ซึ่งสารเคมีนี้จะทำให้ผิวหนัง มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อแสงเร็วกว่าปกติ ซึ่งเป็นปัญหาต่อไปในอนาคต

2.2.4.3 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

รังสีอัลตราไวโอเล็ตอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งแวดล้อมได้ เช่น ไฟโตแพลงตอนในทะเล หรือมหาสมุทร เมื่อได้รับอิทธิพลจากรังสีอาจทำให้ถึงตายหรือไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ตามปกติ เมื่อไฟโตแพลงตอน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของวงจรอาหารในทะเลถูกทำลายไป ย่อมทำให้สัตว์ที่ใช้ไฟโตแพลงตอนเป็นอาหารหมดไปด้วย ในที่สุดสัตว์น้ำที่เป็นอาหารของมนุษย์จะลดลงนอกจากนี้มหาสมุทรยังเป็นแหล่งผลิตออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อไฟโตแพลงตอน หรือพืชน้ำจืดสาหร่ายสังเคราะห์แสงไม่ได้ ย่อมมีผลกระทบต่อวัฏจักรคาร์บอนและออกซิเจนบนโลกด้วย การที่ไฟโตแพลงตอน ต้องอยู่ในทะเลลึก ๆ ที่แสงส่องลงไปไม่ถึง ก็เพราะเป็นการป้องกันตัวเองจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต

2.2.5 การป้องกันเพื่อให้ได้รับรังสีน้อยลง

เนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นอันตรายต่อตาและผิวหนังของมนุษย์ หากได้รับรังสีบ่อยครั้ง เป็นเวลานาน ดังนั้นการป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตจากแสงอาทิตย์สามารถทำได้ดังนี้

2.2.5.1 ครีมกันแดด (sunscreen) ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ปัจจุบันมีใช้กันอย่างแพร่หลาย ส่วนมากประกอบด้วยสารเคมีหลาย ๆ ชนิด เช่นพารา - อะมิโนเบนโซอิก แอซิด และเอสเทอร์ของเบนโซอิก เช่น ไดออกซิเบนโซน ออกซีเบนโซน ทิทาเนียมออกไซด์ ซัลฟอน และซิงค์ออกไซด์ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ต้องพิจารณาค่า SPF (sun protection factor) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างระดับแสงแดดที่จะทำให้ผิวหนังไหม้ อย่างอ่อนเมื่อใช้และไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันแสงกับระดับแสงที่ทำให้ผิวหนังไหม้ ยิ่งค่า SPF สูงเท่าใด จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันผิวจากแสงแดดได้มาก และสิ่งที่ต้องพิจารณาอีกประการหนึ่งคือ ควรเลือกใช้นิเวศที่ติดอยู่กับผิวหนังได้นาน

2.2.5.2 เสื้อผ้าที่เราสวมใส่ ก็สามารถช่วยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต

2.2.5.3 สำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีอัลตราไวโอเล็ต ควรสวมแว่นตาป้องกันแสงจ้า หรือพยายามใช้เครื่องมือให้น้อยที่สุด ประเภทกระป๋องสเปรย์

2.3 รังสีอัลตราไวโอเล็ตมีผลต่อแบคทีเรีย ยีสต์ และรา

รังสีอัลตราไวโอเล็ต ช่วงความยาวคลื่น 250-270 นาโนเมตรมีประสิทธิภาพในการทำลายแบคทีเรียและสปอร์ของแบคทีเรีย สำหรับ E.coli ความยาวคลื่นที่มีประสิทธิภาพที่สุดคือ 265 นาโนเมตร พลังงานของรังสีอัลตราไวโอเล็ตสามารถทำลายยีสต์ได้ 30-83เปอร์เซ็นต์ ทำลายรา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33-72 เปอร์เซนต์โดยผ่านแผ่นที่มีความหนาแตกต่างกัน 2- 25 มิลลิเมตร สำหรับผลที่มีต่อจุลินทรีย์ พบว่ารังสีอัลตราไวโอเล็ตจะมีผลต่อลักษณะทางพันธุกรรม DNA DNA ของแบคทีเรียและไวรัส ดูดกลืนรังสีได้ดีที่มีความยาวคลื่น 260 นาโนเมตรและที่280 นาโนเมตร

ตามปกติแล้วภายในเซลล์จะมีระบบเอนไซม์ช่วยลดอันตรายของDNA อันเนื่องมาจากรังสี และนอกจากนั้นยังพบว่า สิ่งมีชีวิตมีระบบเอนไซม์ระบบที่2 ที่ช่วยซ่อมแซมDNAส่วนที่ถูกทำลายไปเอนไซม์ระบบแรก เรียกว่า “Dark – Repair System” เนื่องจากทำงานได้ในที่มืดหรือไม่มีแสงก็ได้ ส่วนระบบเอนไซม์ระบบที่2 เรียกว่า “Light – Repair System”ทำงานได้ในที่มีแสงเท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุดิบ

น้ำฟุ้งคั้นสด 100 %

3.2 อุปกรณ์การทดลอง

1. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล.
2. ขวดจิ้งจางอาหาร ขนาด 250 มล.
3. หลอดทดลอง
4. จานเลี้ยงเชื้อ
5. กระบอกตวง ขนาด 25 และ 50 มล.
6. ปิเปต ขนาด 1 มล.
7. บิวเรต ขนาด 10 มล.
8. ตะเกียงแอลกอฮอล์
9. ขาดั่ง
10. ขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 และ 200 มล.
11. บีกเกอร์ ขนาด 50 , 100 และ 250 มล.
12. ขวดลีซา ขนาด 250 มล.
13. แท่งแก้วคนสาร
14. ช้อนตักสาร
15. บีกเกอร์สเตนเลส ขนาด 2000 มล.
16. ชุดวัดความชื้น
17. ถ้วยชั่งน้ำหนัก

3.3 เครื่องมือ

1. เครื่องแยกน้ำผลไม้ SEVERIN AUTOMATIK-ENTSAFTER
- 2 Hand refractometer ATAGO 0-32 °Brix
- 3.pH meter SUNTEX SP 701
4. เครื่องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 สารเคมี

1. 2,6 dichloroindophenol
2. โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3)
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N
4. L – ascorbic acid
5. HPO_3 (กรดฟอสฟอริก) 3 %
6. Phenolphthalein 1 %
7. แอลกอฮอล์ 75%

3.5 อาหารเลี้ยงเชื้อ

- | | | |
|------------------|--------|-------|
| 1. peptone | ยี่ห้อ | Merck |
| 2. Agar | ยี่ห้อ | Merck |
| 3. Yeast extract | ยี่ห้อ | Merck |
| 4. Glucose | ยี่ห้อ | Merck |

3.6 วิธีทดลอง

3.6.1 ศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตกับน้ำฝรั่งคั้นสด

3.6.1.1 การเตรียมน้ำฝรั่ง

น้ำฝรั่งหั่นหั่นกลมสาลี่ล้างให้สะอาด ปอกเปลือกเอาเมล็ดออกแล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กขนาดถูกคำแล้วนำมาคั้นน้ำด้วยเครื่องแยกกากผลไม้ นำน้ำผลไม้ที่ได้มารองด้วยผ้าขาวบางแล้วจึงได้น้ำฝรั่งที่มีความเข้มข้น 100%

3.6.1.2 ชุดเครื่องฉายรังสีอัลตราไวโอเลตประกอบด้วย

1. ชุดแท่งแก้วกลวงสำหรับบรรจุของเหลว

เป็นแท่งแก้วที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุของเหลว เช่น เครื่องดื่มและน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ สำหรับนำไปฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต ทำจากแก้วชนิดทนความร้อน มีลักษณะเป็นแท่งแก้วกลวงทรงกระบอก 2 ชั้น บริเวณฐานของแท่งแก้วเชื่อมติดต่อกันเพื่อให้สามารถบรรจุของเหลวได้ และส่วนกลางของแท่งแก้วกลวงสำหรับสวมหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตแล้วนำแท่งแก้วกลวงไปอบความร้อนนาน 48 ชั่วโมง ใช้ความร้อน 650 องศาเซลเซียสแท่งแก้วกลวงมีขนาดความหนาของชั้นของเหลว 3 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแก้วชั้นในเท่ากับ 42 มิลลิเมตรและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแก้วชั้นนอกเท่ากับ 45 มิลลิเมตร โดยแก้วชั้นนอกมีความหนาเท่ากับ 3 มิลลิเมตร ส่วนแก้วชั้นในมีความหนาเท่ากับ 2 มิลลิเมตร มีขนาดความสูง 28.50 เซนติเมตร และมีความสามารถบรรจุของเหลวได้ประมาณ 120.85 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบไฟฟ้า

เครื่องฆ่าเชื้อในน้ำผลไม้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตมีลักษณะวงจรการทำงาน ประกอบด้วยส่วนประกอบ ที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ชุดตั้งเวลา และชุดจุดไต้หลอด ซึ่งประกอบติดตั้งภายในกล่องชุดควบคุมเวลาที่ มีขนาดกว้าง 16.5 เซนติเมตร ยาว 19.5 เซนติเมตร และสูง 8.5 เซนติเมตร ส่วนหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตจะติดตั้งอยู่ในส่วนของเครื่องมีรายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละส่วนดังนี้

2.1 ชุดเครื่องตั้งเวลา มีส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่

2.2.1 สวิตช์เปิด-ปิด เครื่องมีหน้าที่ควบคุมการผ่านของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่ระบบวงจร และยังเป็นตั้งควบคุมการทำงานของเครื่องตั้งเวลา

2.2.2 เครื่องตั้งเวลา เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตั้งเวลาการฉาย รังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งจะควบคุมการคิด-คืบของหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตตามระยะเวลาที่กำหนด ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ ได้ตั้งแต่ 100-240 โวลต์ ตัวเครื่องแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนฐานรองหน้าปัด ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าเครื่องและกระแสไฟที่ส่งผ่านไปยังชุดจุดไต้หลอดรังสีอัลตราไวโอเลต ส่วนที่สองเป็นส่วนของหน้าปัดเครื่อง ซึ่งบนหน้าปัดมีปุ่มปรับที่สามารถตั้งเวลาการทำงานได้ตั้งแต่ 0.6 วินาที ถึง 60 ชั่วโมง

2.2 ชุดจุดไต้หลอด มีส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่

2.2.1 บัลลาสต์ เป็นอุปกรณ์ของบริษัท VOSSLOH SCHWABE Model I 13.860 ทำหน้าที่ในการแปลงกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการทำงานของหลอดไฟ

2.2.2 สตาร์ทเตอร์พร้อมแท่นรอง เป็นอุปกรณ์ของบริษัท DAI-SHIDA รุ่น St-D381 ชนิดที่ใช้กับหลอดฟลูออโรเรสเซนส์ ทำหน้าที่ในการจุดไต้หลอดรังสีอัลตราไวโอเลต

2.3 หลอดรังสีอัลตราไวโอเลต

เป็นอุปกรณ์ของบริษัท SYLVANIA ชนิด UV-C ขนาด 10 วัตต์ มีลักษณะเป็นหลอดแก้วใสรูปทรงคล้ายหลอดฟลูออโรเรสเซนส์ทั่วไป มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 25.5 มิลลิเมตร ยาว 33 เซนติเมตร ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่นระหว่าง 220-280 นาโนเมตร

3. เครื่องฉายรังสีอัลตราไวโอเลต

โครงสร้างของตัวเครื่องมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ แท่นยึดอุปกรณ์ และฝาครอบเครื่อง มีรายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละส่วนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ฐานเครื่อง

มีลักษณะเป็นแท่นกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.5 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร เป็นส่วนที่ยึดและรองรับอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการฉายรังสีอินได้แก่หลอด รังสีอัลตราไวโอเลต แท่งแก้วกลวง ที่บังคับแท่งแก้ว และท่อร้อยสายไฟ ฐานสร้างและประกอบจากแผ่นเหล็กเรียบที่มีความหนา 4 หุน นำมาตัดเป็นรูปวงกลม และแผ่นเหล็กที่มีความหนา 12 หุน ซึ่งตัดให้เป็นรูปวงแหวนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกเท่ากับฐาน มีความหนาของขอบวงแหวน 1.4 เซนติเมตร นำมาเชื่อมติดกับด้านล่างของฐานด้านบนเจาะรูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.13 เซนติเมตร ตรงส่วนกลางของแผ่นเหล็กเป็นช่องสวมหลอดรังสีอัลตราไวโอเลต เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.55 เซนติเมตร ลึก 6.3 มิลลิเมตร จำนวน 3 รู ถัดจากจุดศูนย์กลางในแนวรัศมี 3.45 เซนติเมตร และเจาะรูขนาดเดียวกันอีกจำนวน 3 รู ในแนวรัศมี 3.475 เซนติเมตร จากจุดศูนย์กลางสำหรับสวมที่บังคับแท่งแก้วที่มีความหนาของชั้นนอก 6 มิลลิเมตร ในตำแหน่งท่อร้อยสายไฟเจาะรูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.22 มิลลิเมตร จำนวน 1 รู ลึก 0.7 เซนติเมตร ห่างจากขอบของฐาน 2.00 เซนติเมตร เพื่อเป็นช่องสำหรับสวมท่อร้อยสายไฟ

3.1.1 ที่บังคับแท่งแก้ว มีลักษณะโครงสร้างที่ทำมาจากท่อทองแดงขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 หุน นำมาตัดเป็นท่อน 6 ท่อน ยาวท่อนละ 6 นิ้ว ใช้เป็นส่วนขาตั้ง และตัดท่อทองแดงขนาดเดียวกันอีก 4 ท่อน จากนั้นขุดท่อทองแดงเป็นวงแหวนเชื่อมปลายท่อติดกัน แล้วจึงนำวงแหวน 2 วง มาเชื่อมติดกับขาตั้ง 3 ขา โดยจัดวงแหวนล่างห่างจากวงแหวนบน 4 นิ้ว

3.1.2 ท่อร้อยสายไฟ มีลักษณะเป็นท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 หุน นำมาตัดเป็นรูปตัวแอล หัวกลับ เพื่อป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตและใช้ร้อยสายไฟ

3.2 ฝาครอบเครื่อง

มีส่วนประกอบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของฝาและส่วนของท่อครอบเครื่อง

- ในส่วนของฝาปิดทำจากสแตนเลสแผ่นเรียบหนา 0.35 มิลลิเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.2 นิ้ว มีลักษณะคล้ายกับฝาปิดปากโถงน้ำดื่มทั่วไป

- ส่วนของท่อครอบเครื่องทำจากสแตนเลสแผ่นเรียบหนา 0.35 มิลลิเมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว สูง 45 เซนติเมตร ใช้เป็นอุปกรณ์กันรังสีอัลตราไวโอเลตและเชื่อมที่จับติดกับผนังด้านนอกของตัวท่อครอบเครื่องห่างจากขอบบนประมาณ 15 เซนติเมตร และเจาะรูที่ขอบล่างเพื่อเป็นที่ร้อยสายไฟเข้าตัวเครื่องฉายรังสี

ขั้นตอนการประกอบชุดเครื่องมือเข้าในน้ำผลไม้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตมีดังนี้

1. สวมขาตัวบังคับแท่งแก้วลงในช่องวางที่เจาะไว้บนฐานเครื่อง
2. เทน้ำผลไม้ลงในช่องบรรจุของเหลวของแท่งแก้วกลวงตามปริมาตรที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำแท่งแก้วสวมหลอดรังสีอัลตราไวโอเลต และจัดให้อยู่ในเส้นรอบวงที่กำหนด
4. นำฝาครอบเครื่องมาครอบลงบนตัวเครื่องเพื่อป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต
5. ตั้งเวลาที่กำหนด
6. เปิดสวิทช์ที่ตำแหน่งเปิด(ON) เครื่องจะทำงานจนครบเวลา
7. เมื่อครบกำหนดเวลาให้โยกสวิทช์ที่ตำแหน่งปิด(OFF)
8. นำน้ำผลไม้วีที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตออกมาตรวจวัดความเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านต่างๆ

3.6.1.3 หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตกับน้ำฝรั่งคั้นสด มีสิ่งทดลองคือ หลอดแก้วบรรจุน้ำฝรั่ง ความหนา 3 mm โดยมีปัจจัยในการทดลองแบ่งเป็นช่วงเวลาคือ 0, 5, 10, 15 นาที(ในแต่ละปัจจัยทำการทดลอง 3 ซ้ำ) ใช้แผนการทดลองแบบ CRD

3.6.1.4 การตรวจสอบผลโดยทำการตรวจสอบทางด้าน จุลินทรีย์ เคมี และกายภาพ มีวิธีตรวจสอบดังต่อไปนี้

- ทางด้านจุลินทรีย์

โดยตรวจวัดปริมาณTPC(Total plate count) หรือปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์ม และตรวจสอบยีสันเชื้ออีโคไล

- ทางด้านกายภาพ

น้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตที่เวลาต่างๆ กัน ดังนี้ 0, 5, 10, 15 นาทีมา ตรวจสอบโดยการสังเกตลักษณะปรากฏโดยพิจารณาสีของน้ำฝรั่ง กลิ่นฝรั่ง รสชาติและความขุ่น โดยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา โดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน

- ทางด้านเคมี

- วัดความเป็นกรดต่างของน้ำฝรั่งก่อนและหลังฉายรังสีอัลตราไวโอเลตโดยใช้ เครื่อง pH meter

- วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำฝรั่งก่อนและหลังฉายรังสี อัลตราไวโอเลต โดยเครื่อง Hand refractometer

- วัดความเป็นกรด(Acidity)ของน้ำฝรั่งก่อนและหลังฉายรังสีอัลตราไวโอเลตโดย การไทเทรตกับสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 N โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีน 1 %เป็นอินดิเคเตอร์ โดย เปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อนซึ่งมีวิธีทดสอบดังนี้

คือน้ำฝรั่งมา 9 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด250 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาลีน 1-2 หยด แล้วนำมาไทเทรตกับNaOH 0.1 Nที่บรรจุอยู่ในบิวเรต ขนาด50 มิลลิลิตร จนกระทั่ง สารละลายมีสีชมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ปริมาณ ascorbic acid หรือปริมาณวิตามินซี โดยใช้วิธี AOAC : 1995 ซึ่งมีวิธีทดสอบดังนี้

ดูดสารละลายมาตรฐาน แอสคอร์บิก(น้ำฝรั่ง) 2 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งมีสารละลาย HPO_3 - CH_3COOH บรรจุอยู่ 3 มิลลิลิตร แล้วนำมาไทเทรตอย่างรวดเร็วด้วย 2,6 indophenol solution ที่บรรจุ ในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร ทำการไทเทรตจนกระทั่งสารละลายมีสีชมพู ซึ่งสีจะคงอยู่อย่างน้อย 5 วินาที

หมายเหตุ การตรวจคุณภาพของน้ำฝรั่งทั้ง 3 ด้านจะตรวจก่อนที่จะนำน้ำฝรั่งไปฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตและหลังจากฉายรังสีแล้ว โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ต่อ 1 ปัจจัย

3.6.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษา

เลือกเวลาที่ดียที่สุด โดยพิจารณาจากผลการทดลองที่ได้จากการทดลองขั้นที่ 1 โดยพิจารณาจากปริมาณ TPC และผลการตรวจหาเชื้อ coliform bacteria และ E. coli ตามมาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 26 พ.ศ. 2524 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทได้ประกาศว่าต้องตรวจพบแบคทีเรียชนิด โคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 โคโลนีต่อเครื่องดื่ม 100 ml

โดย นำน้ำฝรั่งที่ยังไม่ผ่านการฉายรังสี และฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตตามเวลาที่เลือกไว้แล้ว นำมาบรรจุในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วในปริมาตร 300 มิลลิลิตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8-10 °C ตรวจสอบด้าน เคมี และกายภาพ ของน้ำฝรั่งทุกๆ 2 วัน โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำต่อการวิเคราะห์ 1 ครั้ง สำหรับวิธีการตรวจสอบทางด้านเคมีและกายภาพ ทำเช่นเดียวกับการทดลองขั้นที่ 1

บทที่ 4.

ผลและอภิปรายผลการทดลอง

4.1.ผลการศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต

4.1.1 ผลทางด้านกายภาพของน้ำฝรั่ง

ค่าสี

ผลการวัดค่าสีของน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 5,10 และ 15 นาที โดยทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสการยอมรับค่าสีของผู้บริโภคโดยคะแนนความชอบทางด้านสีแสดงดังภาคผนวก ข สำหรับผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1.1.1 คะแนนการยอมรับค่าสีของน้ำฝรั่ง

เวลาในการฉาย(นาที)	ค่าสีต่อการยอมรับของผู้บริโภค
0	3.00
5	3.60
10	2.73
15	3.13

หมายเหตุ ทำการทดลอง 5 ครั้ง ให้ผลการทดลองที่เหมือนกัน

จากตาราง 4.1.1 พบว่าน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตและผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ผู้ชิมให้การยอมรับด้านสีในระดับที่ไม่มีมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้ง 4 สิ่งทดลอง อาจเนื่องมาจากระยะเวลาการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต มีช่วงห่างที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้ผลการทดลองที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันด้วย

กลิ่น

ผลการวิเคราะห์ทางกลิ่นของน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 5,10 และ 15 นาที โดยทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสการยอมรับค่ากลิ่นของผู้บริโภคโดยคะแนนตามความชอบทางด้านค่ากลิ่น แสดงณ. ภาคผนวก ข สำหรับผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1.1.2 ค่าของกลิ่นที่วัดจากน้ำฝรั่ง

เวลาในการฉาย(นาที)	ค่ากลิ่นต่อการยอมรับของผู้บริโภค
0	2.86
5	2.73
10	2.86
15	2.20

หมายเหตุ ทำการทดลอง 5 ครั้งให้ผลการทดลองที่เหมือนกัน

จากตาราง 4.1.1.2 พบว่าน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตและผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ผู้ชิมให้การยอมรับด้านกลิ่นในระดับที่ไม่มีมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้ง 4 สิ่งทดลอง อาจจะเนื่องมาจากระยะเวลาการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต มีช่วงห่างที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้ผลการทดลองที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันด้วย

ผลการวิเคราะห์รสชาติของน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา

5,10 และ 15 นาที โดยทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสการยอมรับรสชาติของผู้บริโภคโดยคะแนนตามความชอบทางด้านรสชาติแสดงณ. ภาคผนวก ข สำหรับผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1.1.3

ตารางที่ 4.1.1.3 แสดงค่าของรสชาติที่วัดจากน้ำฝรั่ง

เวลาในการฉาย(นาที)	ค่ารสชาติต่อการยอมรับของผู้บริโภค
0	2.40
5	2.46
10	2.33
15	2.06

หมายเหตุ ทำการทดลอง 5 ครั้งให้ผลการทดลองที่เหมือนกัน

จากตาราง 4.1.1.3 พบว่าน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาทีผู้บริโภคให้การยอมรับค่ารสชาติเท่ากับชุดที่ยังไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตและไม่พบว่ามีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความแตกต่างของการยอมรับค่าสีของน้ำฝรั้งที่ไม่ได้ผ่านและผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตที่เวลาต่างๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ความขุ่น

ผลการความขุ่นของน้ำฝรั้งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5,10 และ 15 นาที โดยทดสอบทางด้านประสิทธิผลการยอมรับค่าความขุ่นของผู้บริโภคโดยคะแนนความชอบทางด้านความขุ่นแสดง ณ. ภาคผนวก ข สำหรับผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1.1.4

ตารางที่ 4.1.1.4 แสดงค่าของความขุ่นที่วัดจากน้ำฝรั้ง

เวลาในการฉาย(นาที)	ค่าความขุ่นยอมรับของผู้บริโภค
0	1.93
5	1.66
10	1.46
15	1.93

หมายเหตุ ทำการทดลอง 5 ครั้ง ให้ผลการทดลองที่เหมือนกัน

จากตาราง 4.1.1.4 พบว่าน้ำฝรั้งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาทีที่ผู้บริโภคให้การยอมรับค่ารสชาติเท่ากับชุดที่ยังไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตและไม่พบว่ามีความแตกต่างของการยอมรับค่าสีของน้ำฝรั้งที่ไม่ได้ผ่านและผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตที่เวลาต่างๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ทางด้านเคมีของน้ำฝรั้งที่ฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต

ค่าความเป็นกรดค่า

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดค่าของน้ำฝรั้งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5,10 และ 15 นาที สำหรับผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1.2.1

ตารางที่ 4.1.2.1 แสดงค่าของความเป็นกรดต่างที่วัดจากน้ำฝรั่ง

ครั้งที่	เวลาในการฉาย(นาที)	ค่าความเป็นกรดต่าง
1	0	3.953 ^a
	5	3.956 ^a
	10	3.876 ^b
	15	3.856 ^b
2	0	4.110 ^a
	5	4.090 ^b
	10	4.083 ^c
	15	4.056 ^d
3	0	3.956
	5	3.936
	10	3.946
	15	3.943
4	0	3.980
	5	3.960
	10	3.980
	15	3.940
5	0	4.036 ^a
	5	3.990 ^b
	10	3.980 ^b
	15	3.970 ^c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1.2.1 พบว่าในครั้งที่ 1 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 นาที ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ในครั้งที่ 2 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ในครั้งที่ 3 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ในครั้งที่ 4 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ในครั้งที่ 5 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 นาที ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 10 นาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่ไม่มีชุดทดลองใดที่ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้

ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที สำหรับผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1.2.2

ตารางที่ 4.1.2.2 แสดงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่วัดจากน้ำฝรั่ง

ครั้งที่	เวลาในการฉาย(นาที)	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้
1	0	8.40 ^a
	5	8.40 ^a
	10	8.66 ^b
	15	8.00 ^c
2	0	7.86 ^a
	5	7.60 ^a
	10	7.60 ^a
	15	7.20 ^b
3	0	8.20 ^a
	5	7.00 ^b
	10	8.00 ^c
	15	8.00 ^c
4	0	8.40
	5	8.00
	10	8.00
	15	8.00
5	0	8.20
	5	8.06
	10	8.06
	15	8.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1.2.2 พบว่าในครั้งที่ 1 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำฝรั้งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 นาที ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ในครั้งที่ 2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำฝรั้งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 นาที ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ในครั้งที่ 3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำฝรั้งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ในครั้งที่ 4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำฝรั้งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ในครั้งที่ 5 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำฝรั้งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ค่าความเป็นกรด
ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดของน้ำฝรั้งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที สำหรับผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1.2.3

ตารางที่ 4.1.2.3 แสดงค่าความเป็นกรดที่วัดจากน้ำฝรั้ง

ครั้งที่	เวลาในการฉาย(นาที)	ค่าความเป็นกรด
1	0	0.2030
	5	0.2031
	10	0.1962
	15	0.2031
2	0	0.2030
	5	0.2031
	10	0.1962
	15	0.2031
3	0	0.2030
	5	0.1996
	10	0.2097
	15	0.2064
4	0	0.2031
	5	0.2031
	10	0.2030
	15	0.2030
5	0	0.2064
	5	0.2064
	10	0.1996
	15	0.2098

จากตารางที่ 4.1.2.3 พบว่าในครั้งที่ 1-5 ค่าความเป็นกรดของน้ำฝรั้งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณวิตามินซี

ผลการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีของน้ำฝรั่งเมื่อผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต เป็นเวลา 5,10 และ 15 นาที สำหรับผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1.2.4

ตารางที่ 4.1.2.4 แสดงปริมาณวิตามินซีที่วัดจากน้ำฝรั่ง

ครั้งที่	เวลาในการฉาย(นาที)	ปริมาณวิตามินซี(mg/cc)
1	0	1.010
	5	0.801
	10	0.881
	15	0.822
2	0	1.174
	5	0.817
	10	0.873
	15	0.797
3	0	1.016
	5	0.910
	10	0.886
	15	0.913
4	0	1.003
	5	1.659
	10	1.530
	15	1.630
5	0	0.726
	5	0.596
	10	0.656
	15	0.650

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1.2.4 พบว่าในครั้งที่ 1-5 ปริมาณวิตามินซีของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาที ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.1.3 ผลการทดลองทางด้านจุลินทรีย์

ผลเชื้อทั่วไป (Total Plate Count)

- ปริมาณน้ำฝรั่งที่ใช้ทดสอบ 1 มิลลิลิตร
- วิธีการทดสอบคือ pour plate technique

ตารางที่ 4.1.3.1 แสดงปริมาณเชื้อทั่วไปในน้ำฝรั่งครั้งที่ 1-5

ครั้งที่	เวลา (นาที)	ปริมาณเชื้อ (cfu/ml)	ค่า log
1	0	11×10^4	5.04
	5	36×10^3	4.55
	10	24×10^3	4.38
	15	19×10^3	4.27
2	0	59×10^3	4.77
	5	56×10^3	4.77
	10	30×10^3	4.47
	15	32×10^3	4.50
3	0	104×10^5	7.01
	5	39×10^3	4.59
	10	16.6×10^3	3.22
	15	12×10^2	3.07
4	0	5.9×10^5	5.77
	5	41×10^3	4.61
	10	38×10^3	4.58
	15	18×10^3	4.26
5	0	7.6×10^5	5.88
	5	4.03×10^4	4.60
	10	3.63×10^4	4.56
	15	1.86×10^4	4.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1.3.1 พบว่า

การทดลองครั้งที่ 1 เวลาที่ฉายรังสีแล้วสามารถลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นได้ดีที่สุด คือที่ เวลา 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อได้ 15.27 %

การทดลองครั้งที่ 2 เวลาในการฉายรังสีแล้วสามารถลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นได้ดีที่สุด คือ ที่เวลา 10 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อได้ 6.3 %

การทดลองครั้งที่ 3 เวลาที่ใช้ในการฉายรังสีแล้วทำให้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นลดลงมากที่สุด คือ เวลา 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อได้ 56.20%

การทดลองครั้งที่ 4 เวลาที่ใช้ในการฉายรังสีแล้วทำให้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นลดลงมากที่สุด คือ เวลา 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นได้ 26.16%

การทดลองครั้งที่ 5 เวลาที่ใช้ในการฉายรังสีแล้วทำให้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นลดลงมากที่สุด คือ เวลา 15 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นได้ 27.38 %

- ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่า เวลาที่ใช้ในการฉายรังสีน้ำฝรั่งแล้วสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ เริ่มต้นได้ดีที่สุด คือ เวลา 15 นาที

- แต่ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 62 (พ.ศ.2524) เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะ บรรจุที่ปิดสนิท ไม่ได้มีกำหนดปริมาณเชื้อทั่วไป (Total Plate Count) เอาไว้

ผลเชื้อ โคลิฟอร์ม (Coliform)

- ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ 1 ลูกบาศก์
- วิธีการที่ใช้ Most probably number (MPN)

จากตารางที่ 4.1.3.2 พบว่า

การทดลองครั้งที่ 1 น้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีเป็นเวลา 15 นาที ไม่พบเชื้อโคลิฟอร์มเลย ที่เวลา 10 นาที พบเชื้อโคลิฟอร์ม 2.5 ต่อเครื่องคัม 100 มิลลิลิตร

การทดลองครั้งที่ 2 น้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีเป็นเวลา 15 นาที ไม่พบเชื้อโคลิฟอร์มเลย แต่ที่เวลา 5 นาที พบเชื้อโคลิฟอร์ม 0.7 ต่อเครื่องคัม 100 มิลลิลิตร

การทดลองครั้งที่ 3 น้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีเป็นเวลา 5 นาที พบเชื้อโคลิฟอร์ม 110 ต่อเครื่องคัม 100 มิลลิลิตร

การทดลองครั้งที่ 4 น้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีเป็นเวลา 5 นาที พบเชื้อโคลิฟอร์ม 7.5 ต่อเครื่องคัม 100 มิลลิลิตร ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

การทดลองครั้งที่ 5 น้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีเป็นเวลา 5 นาที พบเชื้อโคลิฟอร์ม 15 ต่อเครื่องคัม 100 มิลลิลิตร ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข

- จากผลการทดลองทั้ง 5 ครั้ง เฉลี่ยแล้วที่เวลาในการฉายรังสีน้ำฝรั่ง 5 นาที มีปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มต่ำที่สุด โดยในการทดลองครั้งที่ 2 นั้น ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มต่ำกว่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข แต่ในการทดลองครั้งอื่นๆ ปริมาณเชื้อยังสูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อย

- แม้ว่าในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 จะไม่พบปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มเลยที่เวลาในการฉายรังสี 15 นาที แต่ในทางปฏิบัติจริงแล้ว น้ำผลไม้ที่ผ่านการฉายรังสี เวลา 10, 15 นาทีนั้น จะทำให้ลักษณะปรากฏของน้ำผลไม้ไม่เป็นที่ยอมรับ โดยจะทำให้เกิดลักษณะไหม้ และสีเข้มขึ้น

- การที่ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มในการทดลองครั้งอื่นๆ สูงกว่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข เนื่องมาจากวัตถุดิบมีปริมาณเชื้อเริ่มต้นสูง ดังนั้นถ้าจะปรับปรุงผลทางด้านปริมาณเชื้อต้องมีการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบในด้านปริมาณเชื้อเริ่มต้น การทำความสะอาดก่อนทำการผลิต การทำความสะอาดเครื่องมือ และกระบวนการฆ่าเชื้อในระบบปิด

ผลการทดสอบเชื้อ *Escherichia coli*

- จากการนำตัวอย่างอาหารจาก Lauryl Sulfate Tryptose (LST broth) ถ้ายกลงในอาหาร EC broth นำอาหารบ่มที่ water bath อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วเลือกหลอดที่มีการสร้างก๊าซ เพื่อถ่ายเชื้อลงใน EMB agar
- ผลการทดลอง streak plate ได้โคโลนีลักษณะสีชมพูเข้ม เกือบดำ ลักษณะมันวาว บางโคโลนีมี metallic sheen
- เลือกโคโลนีที่สงสัยมาทดสอบยืนยัน (confirm test) เพื่อให้แน่ใจว่าเป็นเชื้อ *E. coli* โดยทำการทดสอบทั้ง IMVIC (Indole, Methyl red, Vogue-Proskauer และการใช้ซีเตรท) ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1.3.3 แสดงผลการตรวจสอบยืนยันของเชื้ออีโคไลของน้ำฝรั่ง

Indole	เป็นสีเหลือง	ผล -
MR	เป็นสีส้มแดง	ผล +
VP	เป็นสีส้มแดง	ผล -
Citrate	อาหารเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน	ผล +

- จากตารางที่ 4.1.3.3 ผลการทดลองจะเห็นว่าน้ำฝรั่ง ไม่พบเชื้อ *E. coli* เพราะถ้าเป็นเชื้อ *E. coli* ผลการทดสอบยืนยันจะเป็น +, +, -, - หรือ -, +, -, - จากมาตรฐานอาหารประเภทน้ำดื่มและน้ำผลไม้ ของกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ว่า ต้องไม่พบเชื้อ *E. coli* ในน้ำผลไม้เลยจากตารางผลการทดลองจะเห็นว่าน้ำฝรั่ง ไม่พบเชื้อ *E. coli* เพราะถ้าเป็นเชื้อ *E. coli* ผลการทดสอบยืนยันจะเป็น +, +, -, - หรือ -, +, -, -
- จากผลการทดลองทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์พบว่า ที่เวลาในการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตกับน้ำฝรั่งเวลา 5 นาที เป็นเวลาที่ดีที่สุดดังนั้นจะนำไปทำการทดลองต่อในเรื่องอายุการเก็บรักษา

4.2. การศึกษาอายุการเก็บของน้ำฝรั่งที่ฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต

4.2.1 ทางด้านกายภาพ

ตารางที่ 4.2.1.1 ค่าทางกายภาพของน้ำฝรั่งที่เก็บรักษา

เวลาในการฉาย (นาที)	ค่าสี			ค่ากลิ่น			ค่ารสชาติ			ความขุ่น		
	อายุการเก็บรักษา			อายุการเก็บรักษา			อายุการเก็บรักษา			อายุการเก็บรักษา		
	0	3	6	0	3	6	0	3	6	0	3	6
0	6.8	5.6	5.7	5.1	4.5	6.1	5.1	5.5	4.7	7.4	5.7	4.0
5	6.4	6.1	6.5	6.0	4.9	4.8	7.1	5.0	3.9	6.2	5.6	6.7

จากการตารางที่ 4.2.1 วิเคราะห์ผลทางด้านกายภาพคือ ค่าของสี กลิ่น รส และความขุ่นซึ่งทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ชิมพบว่าตลอดการเก็บรักษาผลทางด้านประสาทสัมผัสของค่าสีได้ผลที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันคือน้ำฝรั่งทั้งที่ผ่านการฉายและไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตมีสีเขียวเข้ม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่าของกลิ่นผลทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตจะให้กลิ่นของฝรั่งจนตลอดการเก็บแต่น้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 นาทีในวันแรกจะมีกลิ่นฝรั่งหอมกว่าวันที่ 6 ของการเก็บ

สำหรับรสชาติให้ผลทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตว่าจะมีรสที่เปรี้ยวขึ้นในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา และน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 นาทีจะมีรสชาติที่เปรี้ยวมากขึ้นกว่าน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต

สำหรับความขุ่นของน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตที่ใสขึ้นแต่น้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต จะขุ่นขึ้น

4.2.2 ผลทางด้านเคมี

ตารางที่ 4.2.2.1 ค่าทางเคมีของน้ำฝรั่งที่เก็บรักษา

เวลาในการฉาย (นาที)	ความเป็นกรดค้าง			ปริมาณของแข็งที่ละลายได้			ความเป็นกรด			ปริมาณวิตามินซี(mg/cc)		
	อายุการเก็บรักษา			อายุการเก็บรักษา			อายุการเก็บรักษา			อายุการเก็บรักษา		
	0	3	6	0	3	6	0	3	6	0	3	6
0	3.836	3.916	3.893	7.86	7.96	8.26	0.193	0.206	0.227	1.689	1.177	0.753
5	3.800	3.890	3.876	8.06	8.20	8.33	0.196	0.206	0.230	1.687	0.816	0.769

จากตารางที่ 4.2.2.1 พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) ของน้ำฝรั่งที่ผ่านฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นเวลา 5 นาทีจะมีค่าที่มากกว่า °Brix ของน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต แต่ °Brix ของน้ำฝรั่งที่ผ่านฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นเวลา 5 นาทีและน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษาจนกระทั่งวันที่ 6 ของการเก็บรักษา

สำหรับน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านรังสีอัลตราไวโอเลต

°Brix ของวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรก คิดเป็น 1.27%

°Brix ของวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 3 คิดเป็น 3.76 %

เมื่อวิเคราะห์โดยรวมแล้ว °Brix ของวันที่แรกของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 6 คิดเป็น 5.08% สำหรับน้ำฝรั่งที่ผ่านรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 นาที

°Brix ของวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรก คิดเป็น 2.48 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

^oBrix ของวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 3 คิดเป็น 1.58%

เมื่อวิเคราะห์โดยรวมแล้ว^oBrix ของวันที่แรกของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 6 คิดเป็น 3.34%

จากการวิเคราะห์พบว่าความเป็นกรด(% Acidity) ของน้ำฝรั่งที่ผ่านฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นเวลา 5 นาทีจะมีค่าที่มากกว่า% Acidity ของน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต แต่% Acid ของน้ำฝรั่งที่ผ่านฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นเวลา 5 นาทีและน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษาจนกระทั่งวันที่ 6 ของการเก็บรักษา สำหรับน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านรังสีอัลตราไวโอเลต

% Acidity ของวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรก คิดเป็น 7.026%

% Acidity ของวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 3 คิดเป็น 9.786%

เมื่อวิเคราะห์โดยรวมแล้ว%Acidity ของวันที่แรกของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 6 คิดเป็น 17.5% สำหรับน้ำฝรั่งที่ผ่านรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 นาที

% Acidity ของวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรก คิดเป็น 5.198%

% Acidity ของวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 3 คิดเป็น 11.43%

เมื่อวิเคราะห์โดยรวมแล้ว% Acidity ของวันที่แรกของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 6 คิดเป็น 17.22%

จากการวิเคราะห์พบว่าความเป็นกรดต่าง(pH) ของน้ำฝรั่งที่ผ่านฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นเวลา 5 นาทีจะมีค่าที่น้อยกว่าpHของน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต pH ของน้ำฝรั่งที่ผ่านฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นเวลา 5 นาทีและน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในวันแรกของการเก็บรักษาจนกระทั่งวันที่ 3 ของการเก็บรักษา แต่จะลดลงเล็กน้อยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาแต่ยังมากกว่าวันแรกของการเก็บรักษา

สำหรับน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านรังสีอัลตราไวโอเลต

pH ของวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรก คิดเป็น 2.085%

pH ของวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 3 คิดเป็น 0.587%

สำหรับน้ำฝรั่งที่ผ่านรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 นาที

pH ของวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรก คิดเป็น 2.368%

pH ของวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 3 คิดเป็น 0.359%

จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณวิตามินซี ของน้ำฝรั่งที่ผ่านฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นเวลา 5 นาทีจะมีค่าที่น้อยกว่าปริมาณวิตามินซี ของน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตในบางวันที่ตรวจสอบและในบางวัน ปริมาณวิตามินซี ของน้ำฝรั่งที่ผ่านฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นเวลา 5 นาทีจะมีค่าที่มากกว่าปริมาณวิตามินซี ของน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตในบางวันที่ตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณวิตามินซี ของน้ำฝรั่งที่ผ่านฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นเวลา 5 นาที และน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต มีค่าลดลงเรื่อยๆ ในวันแรกของการเก็บรักษาจนกระทั่งวันที่ 6 ของการเก็บรักษา สำหรับน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านรังสีอัลตราไวโอเลต

ปริมาณวิตามินซี ของวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีค่าลดลงจากวันแรก คิดเป็น 29.89%

ปริมาณวิตามินซี ของวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่าลดลงจากวันที่ 3 คิดเป็น 36.024% สำหรับน้ำฝรั่งที่ผ่านรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 นาที

ปริมาณวิตามินซี ของวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีค่าลดลงจากวันแรก คิดเป็น 51.63%

ปริมาณวิตามินซี ของวันที่ 6 ของการเก็บรักษามีค่าลดลงจากวันที่ 3 คิดเป็น 5.759%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1. การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อน้ำฝรั่งสดด้วยรังสี อัลตราไวโอเลต โดยเปรียบเทียบระยะเวลาที่รังสีอัลตราไวโอเลตสัมผัสกับน้ำฝรั่งสด ปริมาตร 300 มิลลิลิตร ความหนาของน้ำฝรั่งที่สัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลตเท่ากับ 3 มิลลิเมตร ที่เวลา 0 5 10 และ 15 นาที โดยนำปัจจัยคุณภาพทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านเคมีและด้านจุลินทรีย์เป็นเกณฑ์ตัดสิน พบว่า เวลาในการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต 5 นาที เป็นเวลาที่ดีที่สุด และเมื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าที่เวลา 5 นาที ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกเวลา 5 นาทีมาทำการทดลองต่อไปในเรื่องอายุการเก็บรักษา

5.2. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นเวลา 5 นาที ที่เก็บในอุณหภูมิ 8-10°C พบว่าสามารถเก็บได้นานถึง 6 วัน เท่ากับ น้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลต โดยผลทางด้านประสาทสัมผัส สี กลิ่น รส และความชุ่มชื้นใกล้เคียงกัน ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด มีแนวโน้มสูงขึ้น ค่าความเป็นกรดต่างและปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการปรับปรุงระบบของเครื่องฉายรังสีอัลตราไวโอเลต ให้มีความต่อเนื่องของท่อในการส่งน้ำฝรั่งผ่านรังสีอัลตราไวโอเลต โดยปรับปรุงให้เป็นระบบปิดและปลอดเชื้อ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากระบบ
 2. ถ้านำไปใช้ในอุตสาหกรรมน้ำผลไม้ ควรต้องเลือกใช้กับน้ำผลไม้ที่มีลักษณะใส เนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลตจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อน้ำผลไม้ที่มีลักษณะใสมากกว่า น้ำผลไม้ที่มีลักษณะขุ่นขึ้น
 3. การออกเครื่องฉายรังสีอัลตราไวโอเลตในระบบอุตสาหกรรม ควรให้พื้นผิวของน้ำที่สัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นฟิล์มบางๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเพราะรังสีอัลตราไวโอเลตจะมีประสิทธิภาพดี เมื่อเป็นการฆ่าเชื้อพื้นผิว
 4. การพัฒนาการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในระบบอุตสาหกรรม เพราะต้องเป็นการฆ่าเชื้อแบบต่อเนื่องและมีปริมาณมากๆ ต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งเครื่องและระบบการฆ่าเชื้อเพราะในปัจจุบันยังไม่เป็นที่แพร่หลายในการนำมาใช้ฆ่าเชื้อน้ำผลไม้
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงษ์ ห่วงรัญษ์. 2541. **ผักและผลไม้**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 310 หน้า
- ค้วน ขาวหนู. 2522. **โภชนศาสตร์**. กรุงเทพฯ: อักษรบัณฑิต. 349 หน้า
- ประชา บุญยศิริกุล. 2539. **เทคโนโลยีทางอาหารและเครื่องดื่ม**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช . 344 หน้า
- ปราณี อ่านเปรื่อง . 2541. **เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง การผลิตน้ำผลไม้บรรจุขวดพร้อมดื่ม**. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยรังสิต . กรุงเทพฯ : 44 หน้า
- นิพนธ์ โพธิ์คำ . 2541. “การประดิษฐ์อุปกรณ์ต้นแบบสำหรับฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้ด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต”. ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันราชภัฏราชนครินทร์ระยอง
- รวาวุฒิ ครุส่ง .2538 . **บทปฏิบัติการจุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร** . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . กรุงเทพฯ . 46 หน้า
- Melanie A.. Mann , Jame A. Cramer .1992 . **Water Environment & Technology : Disinfecting with Ultraviolet Radiation** . 42-45
- Hannan , R.S. , Research , “ on the Science and Technology of Food Preservation by Ionizing Radiation ,” New York , Chemical Publishing Co ., 1956
- Herschdoerfer S. M.. 1974. **Quality control in the food industry** . Volumn 3 Academic prees inc. 2 nd Printing (London) Ltd. , 156.
- Morton Satin . 1973. **Food Irradiation** . Technomic Publishing Company.inc



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การตรวจหา Coliform Bacteria และ Escherichia coli ในอาหาร
(Detection of Coliform Bacteria and Escherichia coli in Food)

วัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย

1. จานอาหาร
2. หลอดทดสอบ
3. บีเปตที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
4. ตู้บ่ม

อาหารเลี้ยงเชื้อและน้ำยาทดสอบ

ประกอบด้วย

1. อาหาร Pre -enrichment เช่น อาหารเหลว Trypticase Soy
2. อาหารเหลว Lauryl Sulfate Tryptose (LST broth)
3. อาหารเหลว Brilliant Green Lactose Bile (BGLB broth)
4. อาหารแข็ง Eosin Methylene Blue (EMB agar)
5. ลีซียมแกรม
6. สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบ IMVIC (Indole, Methyl Red, Vogues-proskour และการใช้ citrate)

วิธีการ ประกอบด้วย

1. ขั้นตอนการรักษาเซลล์ที่บาดเจ็บ

เซลล์ที่บาดเจ็บแบบถาวร ไม่สามารถจะซ่อมแซมให้คืนสภาพเดิมได้ เซลล์แบบนี้สามารถเจริญในอาหาร Selective ได้ถ้านำไปเลี้ยงในอาหาร non-selective หรืออาหาร pre-enrichment ก่อนการกระทำเช่นนี้ เรียกว่า "resuscitation" สำหรับเวลาที่ใช้รวมทั้งสภาวะในการ resuscitation นั้นจะแตกต่างกันออกไป

นำตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ลงในอาหารเหลว trypticase soy (อาหาร pre-enrichment) ปริมาตร 225 มล. นำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง จึงนำไปใช้ในการตรวจหาต่อไป

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยวิธี Most probable number (MPN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หา MPN ของจุลินทรีย์อาหารสามารถทำได้โดยการนำตัวอย่างอาหารที่ทราบปริมาณใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว จำนวนจุลินทรีย์ต่อหน่วยของตัวอย่างอาหารคำนวณได้จากจำนวนหลอดของอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีจุลินทรีย์ที่ต้องการทราบจำนวนเจริญในหลอดนั้น และโดยวิธีทางสถิติช่วยเปลี่ยนเลขจำนวนของหลอดที่เชื้อเจริญเป็นตัวเลขจำนวนจุลินทรีย์ในอาหารนั้น

ในทางปฏิบัติ ทำโดยใช้ 3-ten-fold serial dilution ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว Lauryl sulfate tryptose (LST) แต่ละระดับความเจือจางจะทำ 3 หรือ 5 ซ้ำ โดยที่ระดับความเจือจางและปริมาตรที่ใช้ในการถ่ายเชื้อ (inoculation) จะขึ้นอยู่กับปริมาณของจุลินทรีย์ที่คาดว่าจะมีเช่น ถ้าคาดว่าจะมีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำ จะใช้หัวเชื้อ (inoculation) ซึ่งเป็นตัวอย่างอาหารจากข้อ 1 ในปริมาณ 10 มล. และ 1 มล. และใช้ 10 มล. ของ ten-fold dilution เพื่อใส่ลงในอาหารเหลว LST 10 มล. ที่มีความเข้มข้นเป็น 2 เท่า และ 1 มล. ของ ten-fold dilution ใส่ลงในอาหารเหลว LST 10 มล. การทำเช่นนี้จะให้ค่า sensitivity ตามทฤษฎีเท่ากับ 0.2 และถ้าชุดแรกของตัวอย่างอาหารที่ใช้เป็น 1 มล. ของ homogenate ร้อยละ 10 ค่า sensitivity จะมีค่าเท่ากับ 2

ข้อดีของการทำ MPN คือสามารถใช้กับขนาดของตัวอย่างได้หลายขนาด และมีความไว สูงกว่าการทำ plate count มาก เพราะสามารถใช้ตัวอย่างของเหลวในปริมาณมาก โดยที่ไม่ทำให้อาหาร selective นั้นเสียคุณสมบัติไป

อาหารเหลว LST ที่ใส่ตัวอย่างอาหารลงไปแล้ว ให้นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

ผลการทดลอง : ผลบวกเมื่อมีการเจริญของโคลิฟอร์ม หรือ อี. โคไล จะสังเกตเห็นฟองอากาศเกิดขึ้นในหลอด เนื่องจาก โคลิฟอร์ม หรือ อี. โคไล สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสแล้วให้ก๊าซ การตรวจก๊าซควรทำในช่วงการบ่มระหว่าง 24-48 ชั่วโมง ก๊าซที่เกิดขึ้นสังเกตได้จากการเกิดฟองอากาศที่ถูกกักอยู่ในหลอดเก็บก๊าซ (Durham tube) ก่อนการทำการสังเกตควรจะเขย่าหลอดให้ก๊าซที่ถูกกักอยู่ที่ก้นหลอดลอยตัวขึ้น สำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้เตรียมไว้แล้วทำการแช่ในตู้เย็นก่อนการบ่ม หลังการบ่มแล้วอาจเกิดฟองอากาศเล็กน้อยได้โดยที่ไม่มีการใช้น้ำตาลแลคโตสได้

3. การถ่ายเชื้อลงในอาหาร selective

หลอดของอาหารเหลว LST ที่มีก๊าซเกิดขึ้น คาดว่าในหลอดนั้นจะมีเชื้อ E. coli เจริญอยู่ ให้นำเชื้อที่เจริญในอาหารเหลวที่มีก๊าซเกิดขึ้นมาลากบนอาหารแข็ง Eosin Methylene Blue (EMB agar) ถ้าต้องการหาจำนวน E. coli ที่มีอยู่ในอาหารตัวอย่างจากหลอดของอาหารเหลว LST ที่มีก๊าซ ให้นำมาเพาะต่อในอาหารเหลว Brilliant Green Lactose Bile (BGLB) และนำมาบ่มที่ 44-44.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หลอดที่มีก๊าซเกิดขึ้นแสดงว่ามีการใช้น้ำตาลแลคโตส ถือว่าหลอดนั้นคาดว่ามี E. coli เจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อที่เจริญในขั้นนี้ถือว่าเป็น fecal coliform จะทำการยืนยันว่าเชื้อที่เจริญอยู่ในอาหารเหลว BGLB เป็น E.coli โดยการนำมาลาภบนอาหารแข็ง EMB แล้วสังเกตลักษณะโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของ E. coli หลังจากที่ได้บ่มที่อุณหภูมิ 44-44.5 องศาเซลเซียส

ผลการทดลอง :

แบคทีเรียที่หมักน้ำตาลแลคโตสไม่ได้ (non-lactose fermenting bacteria) : โคโลนีไม่มีสี

E. coli : โคโลนีสีเงินดำ และมีวาวโลหะออกสีเขียวเมื่อสะท้อนแสง

4. การทดสอบยืนยัน (confirmation)

ในบางกรณีผลของการวิเคราะห์ไม่เป็นอย่างที่ควรจะเป็น จำเป็นจะต้องคาดเดาว่าถูกต้องหรือไม่ การทดสอบเพื่อยืนยันอาจจะต้องทำการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสในอาหาร LST เป็นเชื้อแบคทีเรียที่ดิวคีสแกรมลบ มีลักษณะเป็น non-spore-forming bacilli สามารถระบุได้ว่าเชื้อนี้เป็น coliform แต่ถ้าต้องการทราบให้แน่ชัดว่าเชื้อนี้เป็น E. coli หรือไม่จะต้องทำการทดสอบคอตัง IMVIC (Indole, Methyl Red, Vogue-Proskaur) และการใช้ซิเตรท

Indole เป็นสารที่ได้จากการย่อย tryptophane ดังนั้นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ตรวจ indole จะต้องมียิปโตน ซึ่งมีองค์ประกอบของ tryptophane อย่างพอเพียง สารเคมีที่ใช้ตรวจ indole คือสาร KOVAC

Methyl Red เป็นการตรวจน้ำตาลกลูโคส และผลิตรวมมากพอที่จะเปลี่ยนสีของ methyl red ที่ pH 4.2 และยังคง pH อยู่ตลอดระยะเวลาการบ่ม 5 วัน การตรวจควรจะต้องทำเมื่อครบ 5 วัน เพราะเชื้อบางชนิดสามารถผลิตรวมในระยะแรกของการบ่ม แล้วจะใช้กรดที่ผลิตออกมาทำให้ pH ต่ำลง

ปฏิกิริยา Voges-Proskauer เป็นการตรวจ acetylmethyl carbinol หรือ 2,3-betanediol ที่ได้จากการที่เชื้อใช้น้ำตาลกลูโคส การตรวจสารทั้งสองชนิดนี้จะแสดงถึงการใช้คาร์โบไฮเดรตของจุลินทรีย์ในกลุ่ม Enterobacteriaceae จะแสดงผลอันใดอันหนึ่งในสองปฏิกิริยา

นอกจากนี้ยังมีชุดทดสอบ หรือเรียกว่า test kit อีกหลายอย่าง เพื่อช่วยในการทำการจำแนกเชื้อ coliform หรือ E. coli ซึ่งชุดทดสอบเหล่านี้ เช่น ATP (Analy-tab Products) และ Minitek (BBL) เป็นต้น เหมาะสำหรับการห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถจำกัด มีอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีจำกัด

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ทดสอบ

1. อาหารเหลว Lauryl tryptose (Lauryl sulfate tryptose broth)

ประกอบด้วย

ทริปโตส	20.0 กรัม
น้ำตาลแลคโตส	5.0 กรัม
โปแทสเซียมฟอสเฟต(dibasis)	2.75 กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5.0 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปแทสเซียมฟอสเฟต(monobasis)	2.75 กรัม
Sodium lauryl sulfate	0.1 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 6.8 ± 0.2 ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. อาหารแข็ง Eosin methylene blue (EMB agar)

ประกอบด้วย

เปปโติน	10.0 กรัม
น้ำตาลแลคโตส	5.0 กรัม
น้ำตาลซูโครส	5.0 กรัม
Eosin Y	0.4 กรัม
โปแทสเซียมฟอสเฟต	2.0 กรัม
Methylene blue	0.063 กรัม
อาหาร	13.5 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 7.2 ± 0.2 ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. อาหารเหลว Brilliant Green Lactose Bile (BGLB broth)

ประกอบด้วย

เปปโติน	10.0 กรัม
Oxgall	20.0 กรัม
น้ำตาลแลคโตส	10.0 กรัม
Brilliant green	0.0133 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

ละลาย oxgall ในน้ำกลั่นปริมาตร 200 มิลลิลิตร ในขณะที่เดียวกันละลายเปปโตินและแลคโตสในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ผสมสารละลายทั้งสองและปรับปริมาตรให้เท่ากับ 975 มิลลิลิตร ปรับ pH เท่ากับ 7.2 ± 0.1 จากนั้นเติมสารละลาย Brilliant green (ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่ละลายในน้ำกลั่น) ปริมาตร 13.3 มิลลิลิตร บรรจุใส่หลอดทดสอบหลอดละ 10 มิลลิลิตร

ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อาหาร Indole

ประกอบด้วย

L-Tryptophane	1.0 กรัม
โปแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต	0.27 กรัม
โซเดียมคลอไรด์	1.0 กรัม
ไดโปแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	3.13 กรัม
น้ำกลั่น	1000 กรัม

ปรับ pH เท่ากับ 7.2 ± 0.2 ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

5. อาหาร MR-VP

ประกอบด้วย

เปปโตน	7.0 กรัม
น้ำตาลกลูโคส	5.0 กรัม
ไดโปแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต	5.0 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

ละลายส่วนผสมในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร พร้อมทั้งให้ความร้อนอ่อนๆ จากนั้นปล่อยให้เย็น และปรับ pH เท่ากับ 6.9 ± 0.2 ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

6. อาหาร Vogue-Proskeur

ประกอบด้วย

โปรตีนไฮดรอลิซ	7.0 กรัม
น้ำตาลเดกซ์โตรส	5.0 กรัม
โซเดียมคลอไรด์	5.0 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

ปรับ pH เท่ากับ 6.5 ± 0.2 ทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

7. สารละลาย Brilliant green

ประกอบด้วย

Brilliant Green , Dye	0.1 กรัม
น้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว	1000 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลาย Brilliant green ในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วเก็บในขวดที่ปิดคอเชื้อ

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

การเตรียมตัวอย่างอาหาร Plate Count Agar

1. ชั่งสารอาหารต่างๆตามสูตรดังนี้

ทริปโตน	5.0	กรัม
ยีสต์สกัด	2.5	กรัม
กลูโคส	1.0	กรัม
อาการ์	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
ปรับ pH	7.0 ± 1.0	

2. นำอาการ์ใส่ลงไปตามส่วน ให้ความร้อนจนอุ่นละลาย ใส่ส่วนผสมต่างๆให้ละลายเข้ากันดี

3. ปรับ pH เป็น 7.0 บรรจุอาหาร PCA ลงในขวดบรรจุอาหาร

4. นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน 121°C 15 นาที

การเตรียมสารละลายเจือจางอาหาร (dilution)

ใส่น้ำกลั่น 225 มิลลิลิตร ในขวดเจือจางอาหาร และน้ำกลั่นอีกส่วนปิเปต 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง จากนั้นนำขวดเจือจางอาหารและหลอดเจือจางอาหารไปฆ่าเชื้อที่หม้อนึ่งความดัน 121°C 15 นาที

การเจือจางตัวอย่างอาหารในขั้นต้น

การทำให้อาหารเจือจางในระดับ 1:10 เท่า ที่เรียกว่า dilution 1:10 โดยชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ผสมกับสารละลายที่ใช้เจือจางอาหารให้เข้ากันดี

การทำตัวอย่างอาหารให้เจือจางลงตามลำดับ

มักทำให้เจือจางลงระดับละ 10 เท่า (ten fold serial dilution) โดยใช้ปิเปตปลอดเชื้อดูดตัวอย่างที่เจือจาง 1:10 ในขั้นต้น 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดหรือขวดบรรจุสารละลายสำหรับเจือจางอาหาร 9 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วขยำหลอดหรือขวดด้วยเครื่องเขย่าไฟฟ้า (mixer) ตัวอย่างอาหารในขั้นต้นจะมีความเจือจาง 1:100 (10^{-2}) ถ้าต้องการเจือจางในระดับต่อไปคือ 1:1000 (10^{-3}) 1:10000

(10^{-4}) เรื่อยไปตามลำดับให้กระทำตามวิธีขั้นต้น และควรเปลี่ยนปิเปตใหม่ทุกครั้งในทุกระดับความเจือจางที่ต้องการเตรียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจวิเคราะห์จำนวนด้วยวิธี pour plate

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Standard Plate Count-Agar ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว มาทำให้เย็นประมาณ 50 องศาเซลเซียส ใช้เปิดดูอาหารแต่ละความเจือจาง โดยเริ่มจากตัวอย่างที่เจือจางมากที่สุด ใส่จานเพาะเชื้อจานละ 1 มิลลิลิตร แต่ละระดับความเจือจางควรทำอย่างน้อย 2 จาน และใช้ระดับความเจือจางอย่างน้อย 3 ระดับ โดยเรียงซ้อนกัน 4 ใบ ดูอาหารใส่จานเปล่าใบล่างสุดก่อนแล้วไล่ขึ้นมาจนถึงใบบนสุด เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานประมาณ 15-20 มิลลิลิตร โดยเริ่มจากจานใบล่างสุดเช่นเดียวกัน เขย่าจานที่ซ้อนกันอยู่ทั้ง 4 ใบ พร้อมกัน โดยหมุนไปทางขวา 3-4 ครั้ง หมุนไปทางซ้าย 3-4 ครั้ง ทิ้งไว้จนอุ่นแข็ง บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีทั้งหมด คำนวหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อกรัมของอาหารจากสูตร

$$\text{ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด(เขตต่อกรัม)} = \text{จำนวน โคโลนี} \times \text{dilution factor}$$

ภาคผนวก ข

การประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส

นำน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นเวลา 5 10 และ 15 นาทีและน้ำฝรั่งที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตมาทดสอบทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ และความชุ่มชื้นโดยใช้ผู้ทดสอบ 15-20 คน

การเตรียมตัวอย่าง

1. เตรียม Giant master sheet ซึ่งมีเนื้อที่เพียงพอสำหรับวางภาชนะบรรจุได้ในช่องแต่ละช่อง
2. จัดวางภาชนะบรรจุน้ำฝรั่งบน Giant master sheet
3. จัดวางตัวอย่างสำหรับผู้ชิมแต่ละคนตามลำดับและใส่ใบประเมินผล
4. เสริฟให้ผู้ชิมทดสอบ เมื่อผู้ชิมทดสอบแล้วและตัดสินผลการทดสอบใน Score sheet เรียบร้อย
5. นำ Score sheet มาถอดรหัสจาก master sheet เพื่อตรวจสอบคำตอบ
6. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนการทดลองแบบ CRD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ
ผลิตภัณฑ์

วันที่ทำการทดสอบ

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนตาม Scale ที่ให้ตรงตามกับรหัสตัวอย่าง

- 1. สี
 - สีเขียวอ่อน = 8 คะแนน
 - สีเขียวเข้ม = 6 คะแนน
 - สีเขียวปนน้ำตาล = 4 คะแนน
 - สีเขียวอมเหลืองๆซ้ำๆ = 2 คะแนน
- 2. กลิ่น
 - กลิ่นหอมฝรั่งรุนแรง = 8 คะแนน
 - หอมกลิ่นฝรั่ง = 6 คะแนน
 - กลิ่นฝรั่งจางๆ = 4 คะแนน
 - กลิ่นเปรี้ยวๆไม่หอม = 2 คะแนน
- 3. รส
 - รสชาติกลมกล่อม = 8 คะแนน
 - รสหวานอมเปรี้ยวของฝรั่ง = 4 คะแนน
 - รสเผื่อนๆ = 2 คะแนน
- 4. ความขุ่น
 - เห็นชัดเจนทั้ง 3 เส้น = 8 คะแนน
 - เห็น 2 เส้นบนชัดเจน = 6 คะแนน
 - เห็นเฉพาะเส้นบนชัดเจน = 4 คะแนน
 - ไม่เห็นแม้แต่เส้นเดียว = 2 คะแนน

ตารางการให้คะแนนผลิตภัณฑ์

รหัส				
ลักษณะ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
ความขุ่น				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบเส้นที่ใช้ทดสอบความขุ่นของน้ำฝรั่ง

เส้นที่1

เส้นที่2

เส้นที่3

เส้นที่ 1 มีความหนา= 3 pt

เส้นที่ 2มีความหนา= 1 1/2 pt

เส้น ที่3 มีความหนา= 3/4 pt

ค่าสี

ตารางผนวก ข ที่1 ANOVAแสดงค่าการยอมรับของสีน้ำฝรั่ง ครั้งที่1-5

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	5.92	1.97	1.67 ^{ns}
Error	56	66.27	1.18	
Total	59	72.18		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	2.27	0.76	0.63 ^{ns}
Error	56	66.67	1.19	
Total	59	68.93		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	1.73	0.58	0.43 ^{ns}
Error	56	75.87	1.35	
Total	59	77.60		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	16.69	5.56	5.63**
Error	60	59.25	0.99	
Total	63	75.94		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	0.93	0.31	0.26 ^{ns}
Error	68	79.94	1.18	
Total	71	80.88		

กลิ่น

ตารางผนวก ข ที่2 ANOVA แสดงค่าการยอมรับของกลิ่นน้ำฝรั่ง ครั้งที่1-5

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	4.53	1.51	1.98 ^{ns}
Error	56	42.80	0.76	
Total	59	47.33		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	4.53	1.51	1.75 ^{ns}
Error	56	48.40	0.86	
Total	59	52.93		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	1.27	0.42	0.87 ^{ns}
Error	56	27.33	0.49	
Total	59	28.60		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	16.69	5.56	5.63**
Error	60	59.25	0.99	
Total	63	75.94		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	0.93	0.31	0.26 ^{ns}
Error	68	79.94	1.18	
Total	71	80.88		

กลิ่น

ตารางผนวก ข ที่2 ANOVA แสดงค่าการยอมรับของกลิ่นน้ำฝรั่ง ครั้งที่1-5

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	4.53	1.51	1.98 ^{ns}
Error	56	42.80	0.76	
Total	59	47.33		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	4.53	1.51	1.75 ^{ns}
Error	56	48.40	0.86	
Total	59	52.93		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	1.27	0.42	0.87 ^{ns}
Error	56	27.33	0.49	
Total	59	28.60		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	16.69	5.56	5.63**
Error	60	59.25	0.99	
Total	63	75.94		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	0.93	0.31	0.26 ^{ns}
Error	68	79.94	1.18	
Total	71	80.88		

กลิ่น

ตารางผนวก ข ที่2 ANOVA แสดงค่าการยอมรับของกลิ่นน้ำฝรั่ง ครั้งที่1-5

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	4.53	1.51	1.98 ^{ns}
Error	56	42.80	0.76	
Total	59	47.33		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	4.53	1.51	1.75 ^{ns}
Error	56	48.40	0.86	
Total	59	52.93		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	1.27	0.42	0.87 ^{ns}
Error	56	27.33	0.49	
Total	59	28.60		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	5.05	1.68	1.21 ^{ns}
Error	60	83.69	1.39	
Total	63	88.73		

SOV	df	SS	MS	f
Trt	3	4.82	1.61	1.02 ^{ns}
Error	68	106.83	1.57	
Total	71	111.65		

การวิเคราะห์ผลทางด้านเคมี

1. ค่าความเป็นกรดค่า : วัดโดยเครื่อง pH meter
2. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ : วัดโดยเครื่อง Hand refractophoto meter
3. เปอร์เซนต์ความเป็นกรด : ทดสอบโดยการไทเทรตกับ NaOH 0.1 N

$$\% \text{ ความเป็นกรด} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{Normality NaOH} \times \text{Equivalent wt of acid} \times 100}{\text{ml(or gm) sample} \times 1000}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นกรด

ตารางผนวก ข ที่ 5 ANOVA แสดงความแตกต่างทางสถิติของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายและไม่ได้ผ่านการฉาย รังสีอัลตราไวโอเลตครั้งที่ 1

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.0337	0.0112	298**
Er	8	3×10^{-4}	3.75×10^{-5}	
Total	11	0.034		

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0	#	***
Er	8	0	#	
Total	11	0		

หมายเหตุ # คือ มีค่าที่นับไม่ได้

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	7.33×10^{-4}	2.44×10^{-4}	4.18*
Er	8	4.97×10^{-4}	5.83×10^{-5}	
Total	11	1.2×10^{-3}		

SOV	Df	SS	MS	F
Tr	3	3.3×10^{-3}	1.1×10^{-3}	***
Er	8	0	0	
Total	11	3.3×10^{-3}		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.00823	0.00274	81.305**
Er	8	0.00027	0.0000337	
Total	11	0.0085		

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้

ตารางผนวก ข ที่6 ANOVA แสดงความแตกต่างทางสถิติของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายและไม่ได้ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตครั้งที่ 1-5

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.68	0.226	66.96**
Er	8	0.027	3.375×10^{-3}	
Total	11	0.707		

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.81	0.27	20.76**
Er	8	0.107	0.013	
Total	11	0.917		

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	2.64	0.98	***
Er	8	0	0	
Total	11	2.64		

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.36	0.12	***
Er	8	0	0	
Total	11	0.36		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.04	0.013	0.01 ^{ns}
Er	8	9.74	1.2175	
Total	11	9.78		

ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด

ตารางผนวก ข ที่7 ANOVA แสดงความแตกต่างทางสถิติของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายและไม่ได้ผ่านการฉาย รังสีอัลตราไวโอเลตครั้งที่1-5

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.0004	0.00013	10.40**
Er	8	0.0001	1.25×10^{-5}	
Total	11	0.0005		

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.0002	0.000066	1.32 ^{ns}
Er	8	0.0004	0.00005	
Total	11	0.0006		

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.0001	0.000033	5.28*
Er	8	0.0005	6.25×10^{-6}	
Total	11	0.0006		

SOV	Df	SS	MS	F
Tr	3	0.0001	0.000033	1.32 ^{ns}
Er	8	0.0002	0.000025	
Total	11	0.0003		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOV	Df	SS	MS	F
Tr	3	0.0004	0.00013	10.40**
Er	8	0.0001	1.25×10^{-5}	
Total	11	0.0005		

ปริมาณวิตามินซี

ตารางผนวก ข ที่ 8 ANOVA แสดงความแตกต่างทางสถิติของน้ำฝรั่งที่ผ่านการฉายและไม่ได้ผ่านการฉาย รังสีอัลตราไวโอเลตครั้งที่ 1-5

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.08	0.026	1.918 ^{ns}
Er	8	0.1084	0.0135	
Total	11	0.1884		

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.277	0.092	1.4375 ^{ns}
Er	8	0.517	0.064	
Total	11	0.794		

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.0302	0.01	2.54 ^{ns}
Er	8	0.0316	3.95×10^{-3}	
Total	11	0.0618		

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.037	0.0123	0.354 ^{ns}
Er	8	0.1154	0.014	
Total	11	0.1524		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOV	df	SS	MS	F
Tr	3	0.0263	$8.76 \cdot 10^{-3}$	1.204 ^{ns}
Er	8	0.0582	$7.275 \cdot 10^{-3}$	
Total	11	0.0845		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

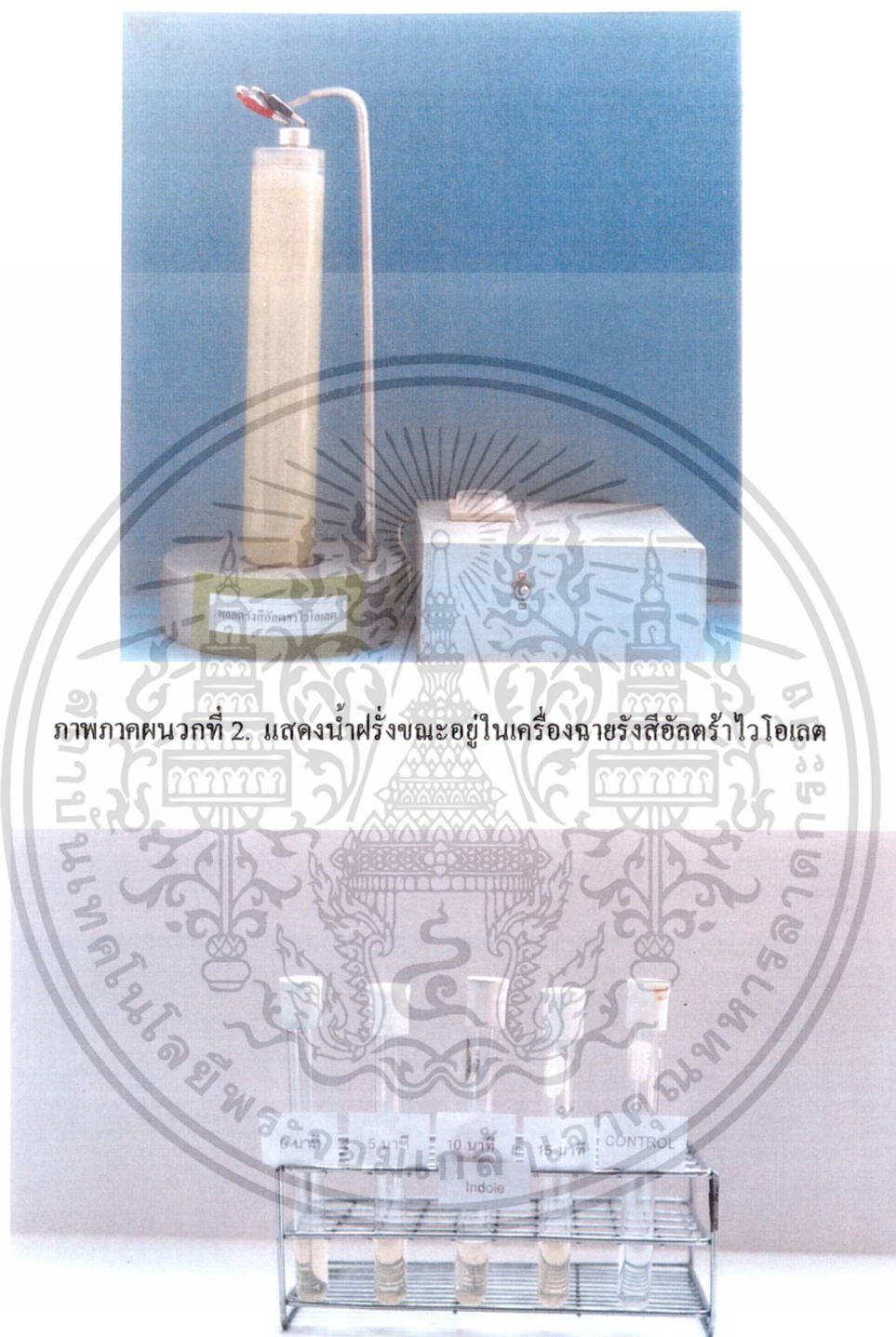
ภาคผนวก ก

ภาพแสดงขั้นตอนการทดลองและผลการทดลองด้านจุลินทรีย์



ภาพภาคผนวกที่ 1. แสดงวัตถุดิบที่ใช้ (ฝรั่งพันธุ์กลมสวย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ 2. แสดงน้ำฟรั้งขณะอยู่ในเครื่องฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ภาพภาคผนวกที่ 3. แสดงผลการทดสอบ Biochem Test การทดสอบ Indole

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้