การศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวทางกายภาพและเคมีของเมล็ดชาน้ำมัน (*Camellia oleifera* Abel.)

อรรถนนท์ จันทร์อ่อน

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2562

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวทางกายภาพและเคมีของเมล็ดชาน้ำมัน (*Camellia oleifera* Abel.)

อรรถนนท์ จันทร์อ่อน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวทางกายภาพและเคมีของเมล็ดชาน้ำมัน (*Camellia oleifera* Abel.)

อรรถนนท์ จันทร์อ่อน

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน

พิจารณาเห็นชอบโดย อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สัณห์ ละอองศรี)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.กัลย์ กัลยาณมิตร)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.อรพินธุ์ สฤษดิ์นำ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช เจริญกิจ)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รักษาการแทนรองอธิการบดี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวทางกายภาพและเคมีของเมล็ด ชาน้ำมัน (*Camellia oleifera* Abel.)
ชื่อผู้เขียน นายอรรถนนท์ จันทร์อ่อน
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.สัณห์ ละอองศรี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมี ของเมล็ดชาน้ำมัน ระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว และเพื่อศึกษาการจัดการเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาด้วยวิธีการ และระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำมัน ความชื้น ความมีชีวิตของเมล็ด กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมัน เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ในการทดลองนี้ใช้เมล็ดชาน้ำมันอายุ 10 เดือนหลังจากดอกบาน บนพื้นที่ปลูกชาน้ำมัน บ้านปูนะ อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย (ระดับความสูง 980 เมตรจากระดับน้ำทะเล) ผลการศึกษานี้พบว่า เมล็ดเกิดการสูญเสียความมีชีวิตในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา ในระยะเวลา 90 วันของการเก็บรักษาเมล็ดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณน้ำมัน ปริมาณกรด และปริมาณเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันเพิ่มขึ้น 12.88 เปอร์เซ็นต์ 42.4 เท่า และ 11.43 เท่าตามลำดับ และปริมาณความชื้นในเมล็ดลดลง 31.22 เปอร์เซ็นต์จากการเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา การเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกปิดสนิทมีความเหมาะสมมากที่สุดในการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมัน โดยในการเก็บรักษาที่ 90 วันปริมาณเพอร์ออกไซด์เท่ากับ 19.59 meq/kg และการใช้จิบเบอเรลลินที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่ 8 วัน สามารถเพิ่มปริมาณของน้ำมันในเมล็ดได้มากที่สุดคือ 42.64 เปอร์เซ็นต์ มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำมันจากเมล็ดชาสด 9.49 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้รับจิบเบอเรลลินที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน 4.47 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : ชาน้ำมัน กายภาพ เคมี หลังการเก็บเกี่ยว

Title STUDY ON POSTHAVEST CHANGE IN PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF OIL-TEA (*Camellia oleifera* Abel.) SEEDS

Author Mr. Attanon Jun-on

Degree Master of Science in Horticulture

Advisory Committee Chairperson Associate Professor Dr. Sanh La-ongsri

ABSTRACT

This research is to study the physical and chemical changes of oil tea seeds during postharvest storage and study postharvest management of oil tea seeds. The seeds were kept at different times and methods. Study was conducted of changes in oil content, moisture, seed viability, acid and peroxide in oil tea seeds for the benefit to postharvest management. In this experiment tea oil Camellia seeds were used aged 10 months after fertilization from Ban Puna plantation, Mae Fa Luang district, Chiang Rai province (Altitude 980 meters from sea level). The results showed that the seeds lost viability after 60 days of storage and seeds changed oil, acid and peroxide content in the tea seeds which increased 12.88 percent, 42.4 times and 11.43 times, respectively. After 90 days of storage the moisture content of the seeds decreased by 31.22 percent. Storage of tea oil Camellia seeds in a sealed plastic bag was most suitable packaging. At 90 days storage the amount of peroxide was 19.59 meq/kg, giberelin concentration was 300 milligram per liter, 8 days of tea seed storage could increase the amount of oil in tea oil Camellia seeds 9.47 percent compared with first day of storage. Seeds increased the amount of oil 4.47 percent.

Keywords : Physical, Chemical, Postharvest, Seeds

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากได้รับความกรุณาชี้แนะและช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. สัณห์ ละอองศรี อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.กัลย์ กัลยาณมิตร และอาจารย์ ดร.อรพินธุ์ สฤษดิ์นำ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอด ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จลุล่วง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมโภชน์ โกมลมณี ที่ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ นายทองลา ภูคำวงศ์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมีที่ให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โครงการศึกษาและพัฒนาการปลูกชาน้ำมัน มูลนิธิชัยพัฒนา พื้นที่แปลงปลูกบ้านปูนะ และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าไปทำงานวิจัย และอำนวยความสะดวกต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวและบุคคลรอบข้างซึ่งเป็นที่รักยิ่ง ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจมาโดยตลอดจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

อรรถนนท์ จันทร์อ่อน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

ขอบเขตการศึกษา 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 3

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชาน้ำมัน 3

ประโยชน์ของชาน้ำมัน 5

กระบวนการสกัดน้ำมัน 6

อิทธิพลของจิบเบอเรลลินต่อเมล็ด 7

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

บทที่ 3 วิธีการทดลอง 9

สถานที่ดำเนินการวิจัย 9

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี 9

วิธีการดำเนินงาน 10

บทที่ 4 ผลการวิจัย 16
การทดลองที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของเมล็ดชาน้ำมันระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว 16
การทดลองที่ 2 การศึกษาวิธีการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่เหมาะสมหลังการเก็บเกี่ยว 21
การทดลองที่ 3 ศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว 33
วิจารณ์ผล 45
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 53
สรุปผล 53
ข้อเสนอแนะ 54
บรรณานุกรม 55
ภาคผนวก 58
ประวัติผู้วิจัย 65

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ปริมานความชื้น น้ำมัน กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมัน 20

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน 24

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณความชื้นในเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน 26

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณกรดในน้ำมันชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษา 28

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และวิธีการ .... เก็บรักษา 30

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณน้ำมัน ความชื้น กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันจากอิทธิพลของกรรมวิธีการเก็บรักษา 31

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณน้ำมัน ความชื้น กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา 32

ตารางที่ 8 ปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และความเข้มข้นของ . จิบเบอเรลลิน 35

ตารางที่ 9 ปริมาณความชื้นในเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และ ความเข้มข้นของจิบเบอเรลลิน 37

ตารางที่ 10 น้ำหนักกองเมล็ดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และ ความเข้มข้นของจิบบอเรลลิน 38

ตารางที่ 11 ปริมาณกรดในน้ำมันชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และ ความเข้มข้นของ . จิบเบอเรลลิน 40

ตารางที่ 12 ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และ ความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินน 42

ตารางที่ 13 แสดงปริมาณน้ำมัน ความชื้น น้ำหนักกองเมล็ด กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินในระดับต่างๆ 43

ตารางที่ 14 แสดงปริมาณน้ำมัน ความชื้น น้ำหนักกองเมล็ด กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมัน
จากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา 44

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดด้วยวิธีเททระโซเลียมของเมล็ดชาน้ำมันที่ระยะเวลาแตกต่างกัน 16

ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาในระหว่างการเก็บรักษา 17

ภาพที่ 3 ปริมาณความชื้นในเมล็ดชาในระหว่างการเก็บรักษา 18

ภาพที่ 4 ปริมาณกรดในน้ำมันชาในระหว่างการเก็บรักษา 18

ภาพที่ 5 ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาในระหว่างการเก็บรักษา 19

ภาพที่ 6 การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดชาน้ำมันด้วยวิธีเททระโซเลียมที่ระยะเวลา และ กรรมวิธี... การเก็บรักษาที่แตกต่างกัน 22

ภาพที่ 7 การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดด้วยวิธีเททระโซเลียมของเมล็ดชาน้ำมันที่ระยะเวลา และ . ความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินที่เมล็ดชาได้รับที่แตกต่างกัน 33

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ชาน้ำมัน (Oil seed Camellia หรือ Tea oil Camellia) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Camellia oleifera* Abel. เป็นพืชในสกุล Camellia วงศ์ Theaceae เช่นเดียวกับชาที่ชงดื่ม (*Camellia sinensis*) แต่มีสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน ชาน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่พบแพร่หลายทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน สามารถเจริญได้ดีที่ระดับความสูง 500-1300 เมตรจากระดับน้ำทะเล

ชาน้ำมันเป็นไม้พุ่มขนาดเล็กไม่ผลัดใบ สูงประมาณ 2-4 เมตร เป็นพืชใบเดี่ยว ลักษณะเป็นรูปรี ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ออกเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ 2-3 ดอก จะออกดอกช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน ผลชาน้ำมันมีลักษณะกลมสีเขียวขนาดเท่าลูกมะนาว เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-5 เซนติเมตร เมื่อผลแก่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และบริเวณปลายผลแตกออกเป็นแฉก 3-4 ส่วน แต่ละส่วนมีเมล็ด 1-3 เมล็ด เมล็ดชาน้ำมันมีสีน้ำตาลปนเหลืองจนเข้มถึงดำ ซึ่งเป็นส่วนที่นำมาสกัดน้ำมัน เพื่อนำไปใช้เป็นน้ำมันสำหรับประกอบอาหารที่มีคุณภาพสูงเทียบเท่ากับน้ำมันมะกอก ใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง มีสรรพคุณทางยา ในสาธารณรัฐประชาชนจีนมีการใช้น้ำมันเมล็ดชาเป็นยารักษาโรคกระเพาะ และยารักษาบาดแผลที่เกิดจากไฟไหม้ ชาน้ำมันได้นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยในโครงการศึกษาและพัฒนาการปลูกชาน้ำมันโดยมูลนิธิชัยพัฒนา มีจุดประสงค์เพื่อแก้ปัญหาป่าเสื่อมโทรม ป้องกันการถูกกัดเซาะพังทลายของหน้าดิน และเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร เนื่องจากชาน้ำมันที่ปลูกในประเทศไทยมีพื้นที่ในการปลูกชาน้ำมันที่เป็นพืชที่ต้องการความหนาวเย็นในการสร้างตาดอก ทำให้พื้นที่ในการปลูกพืชชาน้ำมันได้อย่างจำกัด ทำให้การเพิ่มผลผลิตโดยวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมีความสำคัญในการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ และในปัจจุบันศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน โดยมูลนิธิชัยพัฒนาได้ดำเนินการปลูกพืชน้ำมันในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมมาเป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 ส่งผลให้ผลผลิตในบางปีมีผลผลิตจำนวนมากเกินกว่ากำลังผลิตของโรงงานหีบน้ำมันของศูนย์วิจัยและพัฒนาชาน้ำมันและพืชน้ำมัน ทำให้เมล็ดชาน้ำมันที่ถูกเก็บเกี่ยวแล้วรอการแปรรูปเป็นระยะเวลานาน จึงเกิดการสูญเสียคุณภาพของน้ำมันชา ประกอบกับเกษตรกรยังขาดความเข้าใจต่อวิธีการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

การศึกษานี้สามารถบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และปริมาณของน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว และวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสมต่อเก็บรักษาเมล็ดชาก่อนการแปรรูป ส่งผลต่อการจัดการหลังการเก็บเพื่อลดการสูญเสียทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพของน้ำมันชาในเมล็ด สามารถเก็บเมล็ดชาเพื่อรอการแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรมได้นานยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว
2. เพื่อศึกษาการจัดการเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเมล็ดชาน้ำมัน คือปริมาณร้อยละของน้ำมันในเมล็ด ปริมาณความชื้นในเมล็ด และความมีชีวิตของเมล็ด และศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี คือปริมาณกรดในน้ำมัน และปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมัน ในแต่ละวิธีการในการเก็บรักษา โดยศึกษาเมล็ดชาน้ำมันจากแปลงปลูกชาน้ำมัน บ้านปูนะ อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อได้ทราบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเมล็ดระหว่างการเก็บรักษา
2. เพื่อได้ทราบวิธีการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม
3. เพื่อได้ทราบดัชนีการสูญเสียน้ำมันในผลชาน้ำมันระหว่างการเก็บรักษา

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชาน้ำมัน

ชาน้ำมันจัดอยู่ในวงศ์ Theaceae และอยู่ในสกุล *Camellia* (Gilman and Watson, 1993; Zhang *et al*., 2008)มีชื่อสามัญหลายชื่อ ได้แก่ Tea-oil camellia, Tea-oil tree หรือ Oil-tea camellia (Hunan, 2010)

ลำต้น

ลำต้นเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กหรือไม้พุ่ม (Chen *et al*., 2006) มีหลายลำต้น ทรงพุ่มกลมหรือรูปไข่ (Gilman and Watson, 1993) กิ่งอ่อนมีขนขึ้นปกคลุม โดยทั่วไปต้นชาน้ำมันสูง 3-4 เมตร แต่สามารถสูงถึง 8 เมตร

ใบ

ใบเป็นใบเดี่ยว จัดเรียงตัวแบบสลับแผ่นใบคล้ายหนังสีเขียวถึงเขียวเข้ม (Gilman and Watson, 1993; Zhang *et al*., 2008) เป็นมันวาว ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ใบมีรูปร่างเป็นวงรีหรือรูปไข่กลับเส้นใบแบบขนนก ใบยาวประมาณ 2.54-7.62 เซนติเมตร และกว้างประมาณ 3.81 เซนติเมตร

ราก

ระบบรากของชาน้ำมันเริ่มมีการเจริญเติบโตเมื่ออุณหภูมิในดิน 10 องศาเซลเซียส ในช่วงต้นฤดูใบไม้ผลิของทุกปี รากมีการเจริญเติบโตสูงสุดครั้งแรกก่อนที่ยอดหยุดการเจริญเติบโตในฤดูใบไม้ผลิในเดือนมีนาคม หลังจากนั้นรากมีการหมุนเวียนด้านการเจริญเติบโตร่วมกับการเกิดยอดใหม่ เดือนกันยายนรากมีการเจริญเติบโตสูงสุดครั้งที่ 2 เมื่อผลหยุดการเจริญเติบโต และเริ่มมีการออกดอก การเจริญเติบโตอยางรวดเร็วของรากลดลงตั้งแต่เดือนธันวาคม

ยอด

ชาน้ำมันที่ปลูกใหม่จะมีการเจริญเติบโตได้ดี สามารถเกิดยอดซ้ำได้ในช่วงฤดูใบไม้ผลิ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วงและช่วงกลางฤดูใบไม้ร่วง เมื่อแหล่งปลูกชาน้ำมันมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมได้รับน้ำเต็มที่ และได้รับธาตุอาหารเพียงพอ โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่าช่วงระยะที่มีการออกดอกเต็มที่ ชาน้ำมันมีเพียงบางต้นเท่านั้นที่มีการแตกยอดใหม่ในช่วงฤดูร้อนหรือฤดูใบไม้ร่วง ยอดของฤดูใบไม้ผลิหมายถึง ยอดใหม่ที่แตกขึ้นระหว่างช่วงเริ่มต้นฤดูใบไม้ผลิ และช่วงเริ่มต้นฤดูร้อน ยอดเหล่านี้ มีจำนวนมาก มีลักษณะผอมบาง และแข็งแรง ปล้องที่สั้นเป็นแหล่งสำคัญในการผลิต และสะสมอาหาร ในขณะเดียวกันเป็นกิ่งหลักที่ออกดอก ยอดที่แข็งแรงของฤดูใบไม้ผลิเกิดจากกิ่งฐานของยอดที่แตกในฤดูร้อน ยอดที่เกิดขึ้นในฤดูใบไม้ผลิจำนวนมากเป็นหนึ่งในสิ่งที่ต้องเกิดขึ้นก่อนในการให้ผลผลิตที่สูงและคงที่ ในกรณีทั้งหมดเป็นยอดของฤดูร้อนที่แตกในเดือนมิถุนายน และกรกฎาคม ตาที่เกิดขึ้น

เล็กน้อยในฤดูใบไม้ผลิที่มีการเจริญพัฒนาที่ดีสามารถเปลี่ยนสภาพไปเป็นตาดอก และอยู่ในกิ่งที่ออกดอกในปีถัดมา โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่ายอดฤดูใบไม้ผลิเหล่านี้ แตกยอดในเดือนกันยายน และตุลาคม ต้นอ่อน และต้นแก่มีการติดผลครั้งแรกหรือมีการติดผลน้อยกว่าในยอดของฤดูใบไม้ร่วง

การออกดอก และติดผล

ดอกเป็นดอกเดี่ยว สีขาว มีกลิ่นหอม (Gilman and Watson, 1993) ไม่มีก้านดอก ออกตรงบริเวณซอกใบ กลีบดอกสีขาวมี 5-7 กลีบ เกสรเพศผู้มีจำนวนมาก จัดเรียงเป็นวงล้อมรอบเกสรเพศเมีย 2-4 ชั้น เกสรเพศเมีย (carpel) มี 3-5 ห้อง ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) แยกออกเป็น 3-5 แฉก โดยทั่วไปดอกบานในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม แต่มีความแปรปรวนของช่วงเวลาการบานของดอก ชาน้ำมันที่มีการปรับปรุงพันธุ์ใหม่ให้ออกดอกในฤดูหนาวมีศักยภาพสูงในการเป็นไม้ประดับ

ผลเป็นแบบแคปซูลทรงกลม ยาวประมาณ 1.27- 2.54 เซนติเมตร เปลือกผลแห้ง และแข็ง ภายในผลมีเมล็ด 1-20 เมล็ด ต้นกล้าชาน้ำมันที่ได้จากการเพาะเมล็ด เริ่มออกดอกติดผลหลังจากปลูกไปแล้ว 3-4 ปี ในขณะที่ต้นชาน้ำมันที่ได้จากการเสียบยอดเริ่มให้ผลผลิตก่อน (2-3 ปี) การให้ผลเริ่มต้นใน 4-6 ปี หลังจากปลูกลงแปลง ช่วงระยะที่มีการติดผลเต็มที่เริ่มต้นในช่วง 6-8 ปี ต่อมา การให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อ 1 mu (1 ไร่ = 15 mu) คือ 200-600 กิโลกรัม ในขณะที่ชาน้ำมันพันธุ์ใหม่ และพันธุ์ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ให้ผลผลิตมากกว่า 1,500 กิโลกรัม ตาของชาน้ำมันเป็นตาผสม การเปลี่ยนสภาพของตาดอกเริ่มต้นขึ้นเมื่อยอดของฤดูใบไม้ผลิหยุดการเจริญเติบโตในเดือนพฤษภาคม และเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 18 องศาเซลเซียสจุดกำเนิดตาค่อนข้างมีจำนวนมาก และมีการเปลี่ยนสภาพเร็วที่สุดที่อุณหภูมิ 23-28 องศาเซลเซียสในเดือนมิถุนายน สามารถจำแนกว่าเป็นดอกได้จากรูปร่างของตา ส่วนสำคัญของอวัยวะของดอกสังเกตได้จากลักษณะทางกายวิภาคในเดือนกรกฎาคม ดอกจะเจริญพัฒนาได้ดีในเดือนกันยายน การบานของดอกในพื้นที่ที่มีการผลิตชาน้ำมันเป็นหลักที่อยู่ตามแนวอ่างเก็บน้ำแยงซี (Yangtze) เริ่มกลางเดือนตุลาคมจนถึงต้นเดือนธันวาคม ซึ่งระยะที่ดอกบานเต็มที่เกิดขึ้นในกลางเดือนพฤศจิกายน หลังจากการออกดอก และติดผลแล้ว ชาน้ำมันมีการร่วงทางสรีรวิทยาของผลสูงสุดในเดือนมีนาคมเมื่อผลเริ่มมีการขยายขนาด ในช่วงเดือนกรกฎาคม และสิงหาคมเป็นระยะที่มีการขยายขนาดของผลสูงสุดซึ่งเป็นช่วงที่ 2 ที่มีการร่วงทางสรีรวิทยาของผล ระยะของการเปลี่ยนแปลง และการสะสมน้ำมันสิ้นสุดตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ชาน้ำมันที่มีชื่อเรียกว่า Cold Dew Seed และ Frost Descent Seed เริ่มแก่ในช่วงกลางเดือนตุลาคม และปลายเดือนตุลาคม ตามลำดับ

ประโยชน์ของชาน้ำมัน

1. ใช้เป็นน้ำมันสำหรับประกอบอาหาร น้ำมันที่ผลิตได้จากเมล็ดของชาน้ำมันส่วนใหญ่แล้วมีการนำไปใช้เป็นน้ำมันสำหรับประกอบอาหาร ในมณฑลทางตอนใต้ของจีน (Zhang *et al*., 2008) โดยเฉพาะมณฑลหูหนานมีการใช้น้ำมันชาในการประกอบอาหารมากกว่า 50% ของน้ำมันพืช น้ำมันชาเป็นน้ำมันที่ใช้ประกอบอาหาร มีคุณภาพสูงเทียบเท่ากับน้ำมันมะกอก เพราะมีสัดส่วนของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ (Li *et al*., 2011) ประกอบด้วยกรดโอเลอิก 74-84 เปอร์เซ็นต์ กรดลิโนเลอิก 5.3-14.3 เปอร์เซ็นต์ และกรดลิโนเลนิก 0.6 เปอร์เซ็นต์ เป็นน้ำมันที่เก็บรักษาได้ดีที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บรักษาได้นานเกือบ 3 เดือนโดยไม่ทำให้สูญเสียคุณภาพ (Robert and Silva, 1972) และมีอุณหภูมิที่เกิดเป็นควันสูงถึง 252 องศาเซลเซียสเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันมะกอกซึ่งมีอุณหภูมิที่เกิดเป็นควันต่ำกว่า คือ 210 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงสามารถนำไปประกอบอาหารที่ใช้ความร้อนสูงได้ เช่น การทอด โดยไม่ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระ (อนันต์, 2551)

2. ใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง Hunan Academy of Forestry. (2010) รายงานไว้ว่าน้ำมันชาจัดเป็น non-drying oil เช่นเดียวกับน้ำมันมะกอกที่มีบทบาทในการคงสภาพเมื่อโดนความร้อน มีคุณสมบัติในการเป็นสารอนุมูลอิสระไม่มีผลข้างเคียง ซึมผ่านได้ดี และไม่มีไขมันสัตว์ และง่ายต่อการดูดซึม ดังนั้นน้ำมันชาจึงเป็นน้ำมันจากพืชที่ดีที่สุดสำหรับการนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอางซึ่ง Ruter. (2002) รายงานไว้ว่าน้ำมันชามีการนำไปใช้เป็นสาร emulsion ที่ใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง ได้แก่ ครีมทาผิวที่ใช้สำหรับเวลากลางวัน และเวลากลางคืน ครีมลดรอยเหี่ยวย่น ลิปสติก ครีมบำรุงผม ครีมกันแดด รูทปัดแก้ม และผลิตภัณฑ์เช็ดทำความสะอาดเครื่องสำอาง

3. มีสรรพคุณทางยา ในสาธารณรัฐประชาชนจีนมีการใช้น้ำมันเมล็ดชาเป็นยารักษาโรคกระเพาะ และยารักษาบาดแผลที่เกิดจากไฟไหม้ (Lee and Yen, 2009) เนื่องจากว่าน้ำมันเมล็ดชามีองค์ประกอบของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูงได้แก่ กรดโอเลอิก กรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิก และยังอุดมไปด้วยวิตามินเอ บี อี และมีสารแคททิชินซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในรูปสารโพลีฟีนอลซึ่งมีส่วนช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลได้จึงช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดตีบตัน และป้องกันการอักเสบของเนื้อเยื่อ (อนันต์, 2551)

4. มีคุณค่าในการเป็นไม้ประดับ ชาน้ำมันเป็นไม้ประดับที่มีทรงพุ่มแน่นทึบ และเป็นไม้ยืนต้นที่ไม่ต้องการการตัดแต่งกิ่งมากนัก และเป็นไม้ประดับที่ดึงดูดความสนใจแก่ผู้พบเห็นได้เป็นอย่างดี เนื่องจากว่ามีใบที่มีสีเขียวตลอดปี มีดอกหลากสี ตั้งแต่สีขาวถึงสีชมพู ออกดอกในเดือนตุลาคมถึงมกราคม มีการออกดอกคาบเกี่ยวกัน และมีผลที่มีลักษณะเฉพาะรูปร่าง และสีของผลเห็นได้ชัดเจนในฤดูหนาว ในจีนพบว่าชาน้ำมันพันธุ์สวยงามที่เป็นไม้ประดับได้มาจากการคัดเลือก และปรับปรุงพันธุ์ *C. oleifera* เพื่อเพิ่มผลผลิตเมล็ด และเพิ่มคุณภาพของน้ำมัน มีนักวิจัยหลายท่านได้ออกสำรวจสวนชาน้ำมันในพื้นที่ต่างๆ ที่มีการขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด และเสียบยอดในมณฑลหูหนาน และ

เจียงซี พบว่าชาน้ำมันมีความหลากหลายของสายพันธุ์มาก และมีศักยภาพในการปรับปรุงพันธุ์ งานวิจัยในอนาคตได้มีการมุ่งเน้นเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์ชาน้ำมันให้เป็นไม้ประดับที่มีมูลค่าทางการตลาด (Zhang. *et al*., 2008) นอกจากนี้ Chen *et al*. (2008) รายงานไว้ว่าพืชสกุล Camellias มีมากกว่า 250 ชนิด ประกอบด้วยดอกสีแดง 70 ชนิด ดอกสีเหลือง 20 ชนิด และดอกสีขาว 160 ชนิด ซึ่งเป็นไม้ดอกไม้ประดับท้องถิ่น 1 ใน 10 ของจีนที่มีชื่อเสียงมากที่สุด นิยมปลูกประดับไว้ที่ลานหน้าบ้านหรือในสวนปลูกเป็นไม้ดัดต้นแคระในกระถาง และปลูกเป็นแนวรั้วหรือเป็นสวนหย่อม (Gilman and Watson, 1993)

5. ใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรม ชาน้ำมันเป็นวัตถุดิบอย่างดีในการนำไปใช้ในทางอุตสาหกรรมผลิตสบู่ เนยเทียม น้ำมันใส่ผม น้ำมันหล่อลื่น วัสดุสีย้อม สารสังเคราะห์ของสารประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง และน้ำมันกันสนิม (Ruter, 2002)

6. อื่นๆ นอกจากคุณสมบัติของชาน้ำมันที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว สารสกัดจากเปลือกผล พบสารประกอบที่มีประโยชน์ เช่น ซาโปนิน แทนนิน และเพนโตซาน ซึ่งซาโปนินมีการนำไปใช้เป็น emulsifying agent ในยากำจัดศัตรูพืช เป็นสารผสมของน้ำยาดับเพลิง ผงซักฟอก (Shanan and Ying, 1982) และสารกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าว ตามรายงานของ Tzeng *et al*. (1994) รายงานว่าสารสกัดจากเมล็ดชาน้ำมัน *Camellia oleifera* ซึ่งมีสารซาโปนินสามารถใช้กำจัดหอยเชอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังมีการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์และผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ (Ruter, 2002)

กระบวนการสกัดน้ำมัน

การสกัดน้ำมันเป็นการสกัดจากส่วนต่างๆ เช่น ผล และเมล็ดของพืชน้ำมัน เช่น มะพร้าว ปาล์ม ถั่วเหลือง ข้าวโพด ถั่วลิสง รำข้าว เป็นต้น ปริมาณน้ำมันที่มีในพืชน้ำมันแต่ละชนิดต่างกันไป ตั้งแต่ 10-70 เปอร์เซ็นต์ เช่น เนื้อมะพร้าวมีน้ำมันสูงถึงเกือบ 70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก ปาล์มมีประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ถั่วเหลืองมีน้ำมัน 20 เปอร์เซ็นต์ รำข้าว 15 เปอร์เซ็นต์ วิธีการในการสกัดน้ำมันมี 2 วิธี ดังนี้

1. การบีบหรือใช้แรงอัด (mechanical expression) เช่น ถั่วลิสง และเนื้อมะพร้าวแห้ง การสกัดโดยวิธีธรรมชาติจะได้น้ำมันออกมาน้อย ยังคงมีน้ำมันเหลืออยู่ในกากมาก ในทางอุตสาหกรรมจึงมีการนำเอาตัวทำละลายมาช่วยในการสกัด เพื่อให้ได้น้ำมันออกมาให้ได้มากที่สุด ส่วนใหญ่การใช้ตัวทำละลายสกัดได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำมันที่มีอยู่ในวัตถุดิบ

2. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) การสกัดไขมันหรือน้ำมันออกจากวัตถุดิบด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก และใช้สกัดน้ำมันออกจากเมล็ดพืชที่มีปริมาณต่ำ หรือสกัดน้ำมันที่เหลือจากการบีบด้วยเครื่องอัด ตัวทำละลายที่ใช้ต้องไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ได้แก่ เฮกเซน คาร์บอนซัลไฟด์ และไดเอทิลอีเทอร์ เป็นต้น ตัวทำละลายที่นิยมใช้มากที่สุด คือ เฮกเซน (คณิตา, 2542)

อิทธิพลของจิบเบอเรลลินต่อเมล็ด

จิบเบอเรลลินส่งผลต่อการเคลื่อนย้ายสารประกอบที่สะสมไว้ที่มีอิทธิผลต่อการงอกของเมล็ด โดยเกิดขึ้นเมื่อเมล็ดเกิดการงอกขึ้น ซึ่งเริ่มด้วยการตอบสนองการเพิ่มความชื้น เซลล์ของ aleurone layer จะปลดปล่อย hydrolytic enzyme ออกมาย่อยแป้ง โปรตีน ไขมัน RNA และผนังเซลล์ตัวอย่าง ในข้าวบาร์เลย์จิบเบอเรลลินได้รับการสังเคราะห์ขึ้นใน cotyledon และในบางส่วนของ embryo ชนิดของจิบเบอเรลลินที่ได้รับการสังเคราห์ขึ้นนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช (Ramwant and Chakrabarty, 2013) โดยในข้าวบาร์เลย์นั้นพบว่า GA_1 และ GA_3 มีความสำคัญมากที่สุด โดยชี้ชัดได้ว่า aleurone layer เป็นตัวปลดปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสารอาหารสะสมใน endosperms โดยย่อยไขมัน polysaccharides และ protein ไปเป็น sucrose amino acid และ amides (นพดล, 2555)

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาคุณภาพเมล็ดชาน้ำมัน (*Camellia oleifera* Abel.) และน้ำมันเมล็ดชาโดยมีการเปรียบเทียบอายุของเมล็ดชาน้ำมันจากสีของกะลา ที่มีสีดำ สีน้ำตาล และสีน้ำตาลปนเหลือง โดยเมล็ดสีดำมีปริมาณน้ำมันมากที่สุด แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับเมล็ดสีน้ำตาล และเมล็ดสีน้ำตาลปนเหลือง การเปรียบเทียบปริมาณเมล็ดชาน้ำมันสดกับเมล็ดชาที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 และ 2 วัน ผลที่ได้คือ เมล็ดชาน้ำมันเมื่อมีการเก็บรักษามีค่าของกรด และค่าเพอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา (Sukhasem and Limphapayom, 2015)

การศึกษาการอบแห้งด้วยวิธีธรรมชาติที่ส่งผลต่อการทำงานของ MicroRNAs เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของน้ำมันชา *C. oleifera* จาก 227 miRNA มี 3733 Target gene ถูกทดสอบด้วย BLASTX พบว่า มี 23 miRNA มี 131 Target gene ที่ถูกระบุว่าเป็นตัวควบคุมการเผาผลาญไขมัน การสังเคราะห์กรดไขมัน การสะสมและ catabolism และพบว่ามี 4 miRNA ที่แสดงออกเป็นพิเศษเมื่อเมล็ดมีความชื้น 30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการสังเคราะห์กรดไขมัน และกิจกรรมการสะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมี miRNA อยู่ 2 pre-miRNA ที่ควบคุมการสังเคราะห์กรดไขมัน คือ Group1_Unigene_BMK.23434_588836 และ Group2_Unigene_BMK.34335_1,093,229 เมล็ดที่มีความชื้น 40–50 เปอร์เซ็นต์แสดงกิจกรรมการสังเคราะห์กรดไขมันน้อยกว่าเมล็ดที่มีความชื้น 30-40 เปอร์เซ็นต์ Group2_Unigene_BMK.9543_1378570 มีเป้าหมายคือ acetyl-CoA-carboxylase ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ATT carboxylation ของ acetyl-CoA ในการสร้าง malonyl-CoA โดยacetyl-CoA-carboxylase ยังเป็นตัวจำกัดความเร็ว และปฏิกิริยาผกผันที่เกิดขึ้นครั้งแรกในการสร้างกรดไขมัน ดังนั้น pre-miRNA ทั้ง 4 นี้จึงควบคุมการสังเคราะห์กรดไขมันต่างๆ และการ

สะสมกรดไขมันในเมล็ดชาน้ำมัน โดยสำหรับ miRNAs ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งหมดแสดงการเปลี่ยนแปลงที่ใหญ่ที่สุดเป็นที่สังเกตได้คือ Group2_Unigene_BMK.38504_1137263 ควบคุมการสังเคราะห์Fatty acid hydroxylase CL9644 Contig1_380257 ควบคุมการสังเคราะห์ Carboxylesterase Group1 _Unigene_BMK.23434_588836 ควบคุมการสังเคราะห์ 3-ketoacyl-CoA synthase III และ Group2_Unigene_BMK.34335_1,093,229 ควบคุมการสังเคราะห์ 3-ketoacyl-CoA synthase III (Feng *et al.*, 2017)

การศึกษาขั้นตอนการอบแห้งเมล็ดชาน้ำมันเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา และรักษาคุณภาพของน้ำมันชา โดยใช้พลังงานต่ำที่สุด ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันจากความหนาแน่นของกองเมล็ดจากการใช้ความร้อนที่แตกต่างกัน พบว่า การอบด้วยไมโครเวฟทำให้เมล็ดชาน้ำมันมีค่าเพอร์ออกไซด์เพิ่มมากกว่าการอบด้วยลมร้อน และการตากแดด อย่างมีนัยสำคัญ และการแตกของเมล็ดมีการเกิดค่าเพอร์ออกไซด์น้อยที่สุดโดยไม่แตกต่างทางสถิติกับการอบด้วยเครื่องอบลมร้อน และขนาดของกองของเมล็ดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นต้องเพิ่มความร้อน และเวลาในการอบมากขึ้นตามไปด้วย (Xi-mei *et al*., 2010)

การศึกษาคุณภาพและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ชาน้ำมันภายใต้สภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน และเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วัน พบว่าค่าเพอร์ออกไซด์ ปริมาณกรด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น ในแต่ละสิ่งทดลอง และน้ำมันมีการลดปริมาณในวันที่ 90 การเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นเมล็ด 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ชาน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zhou *et al*., 2011)

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนองการให้จิบเบอเรลลินกับเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว โดยผลที่ได้คือการให้จิบเบอเรลลินที่ความเข้มข้น 403.64 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดชา 5.69 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเมล็ดชาน้ำมันได้รับจิบเบอเรลลินในวันที่ 6.81 (Qianqian *et al*., 2017)

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

สถานที่ดำเนินการวิจัย

- พื้นที่แปลงปลูกบ้านปูนะ อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย
- ห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1.วัสดุพืช

1.1 เมล็ดของชาน้ำมันดอกขาว

2.อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน

2.1 เครื่องสกัดน้ำมัน รุ่น 2058 SOXTEC Manual Extraction Unit

2.2 เครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง

2.3 โกร่งบดยา

2.3 ตู้อบลมร้อน

2.4 สารละลายเฮกเซน

3.อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในหาความชื้นเมล็ดชาน้ำมัน

3.1 เครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง

3.2 ตู้อบลมร้อน

3.3 โถดูดความชื้น

3.4 ถ้วยอลูมิเนียม

4.อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในหาปริมาณกรดในน้ำมันชา

4.1 ขวดรูปชมพู่ บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร ปิเปต บิวเรต

4.2 โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์

4.3 เอทานอล

4.4 กรดโปแตสเซียมพาทาเลท

4.5 ฟีนอลฟ์ทาลีน

4.6 โพรพานอล

4.7 โทลูอีน

5.อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในหาปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชา

5.1 ขวดรูปชมพู่ บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร ปิเปต บิวเรต

5.2 โซเดียมไธโอซัลเฟต

5.3 โปแตสเซียมไดโครเมต

5.4 กรดไฮโดรคลอริก

5.5 โปแทสเซียมไอโอไดด์

5.6 คลอโรฟอร์ม

5.7 กรดอะซิติก

6.อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ทดสอบความมีชีตของเมล็ดชาน้ำมัน

6.1 มีด

6.2 ถุงพลาสติก

6.3 เททระโซเลียม

วิธีการดำเนินงาน

เมล็ดชาน้ำมันที่นำมาศึกษาในการทดลองนี้มาจากแปลงปลูกบ้านปูนะ อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย (ระดับความสูง 980 เมตรจากระดับน้ำทะเล) โดยเมล็ดชาน้ำมันมีอายุ 10 เดือนหลังจากดอกบาน

การวิจัยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของเมล็ดชาน้ำมันระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว การทดลองที่ 2 ศึกษาวิธีการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่เหมาะสมหลังการเก็บเกี่ยว และ 3 ศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว โดยมีวิธีการทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของเมล็ดชาน้ำมันระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว

1.การวางแผนการทดลอง

1.1 นำเมล็ดชาน้ำมันสดอายุ 10 เดือนหลังดอกบาน จากแปลงปลูกบ้านปูนะ อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย (ระดับความสูง 980 เมตรจากระดับน้ำทะเล)

1.2 วางแผนการทดลองแบบ Single factor in Completely Randomized Design. (CRD) มี 7 สิ่งทดลอง คือระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 15 30 45 60 75 และ 90 วัน แต่ละสิ่งทดลองมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีเมล็ดชาน้ำมันสด 200 กรัม ใส่รวมกันในตะกร้าพลาสติก

2.ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

2.1 ทดสอบความมีชีวิตด้วยวิธีเททระโซเลียม

2.1.1 แบ่งตัวอย่างเมล็ดชาน้ำมันในแต่ละสิ่งทดลอง มาทดสอบตัวอย่างละ 5 เมล็ด

2.1.2 นำกะลาที่หุ้มเมล็ดออก แบ่งครึ่งเมล็ดโดยใช้มีดผ่าบริเวณกึ่งกลางเมล็ดเป็นสองส่วน

2.1.3 แช่เมล็ดชาน้ำมันในสารละลายเททระโซเลียมความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

2.1.4. จดบันทึกบริเวณที่ติดสีแดง และบันทึกภาพ

2.2 วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันโดยใช้วิธี Soxhlet solvent extraction (Sukhasem and Limphapayom, 2015)

2.2.1 ชั่งตัวอย่างเมล็ดชาน้ำมันที่บดละเอียดน้ำหนัก 17 กรัม ใส่ในกระดาษกรองแล้วพับให้มิดชิดใส่ในกรวยกระดาษ แล้วนำเข้าเครื่องสกัดน้ำมัน รุ่น 2058 SOXTEC Manual Extraction Unit

2.2.2 เติมตัวทำละลายเฮกเซนปริมาตร 110 มิลลิตร ลงในถ้วยอลูมิเนียมแล้วสกัดเป็นเวลา 3.50 ชั่วโมง

2.2.3 ระเหยเฮกเซนให้เหลือแต่น้ำมันในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำไปชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำมัน ตามสมการที่ (1)

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำมัน} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 10 \qquad \text{....(1)}$$

2.3 วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

2.3.1 นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ถ้วยอลูมิเนียม 10 กรัม นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่

2.3.2 นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ตามสมการที่ (2)

$$\text{ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ})}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100 \qquad \text{....(2)}$$

3.ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

3.1 การวิเคราะห์ค่าของกรด (Chemists and Horwitz, 1990)

3.1.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ให้มีความเข้มข้น 0.1 N โดยชั่งโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 5.6 กรัม ละลายในเอทานอลเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ และปรับปริมาตร

เป็น 1 ลิตร และนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอน โดยการชั่งกรดโปแตสเซียมพาทาเลท ($KHC_8H_4O_4$) ที่อบแล้วที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 0.8 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 300 มิลลิลิตร บันทึกน้ำหนักไว้

3.1.2 เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และเขย่าเบาๆ จนละลายหมด เติมฟีนอลฟ์ทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ 3 หยดแล้วนำไปไทเทรตกับสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมไว้ บันทึกปริมาตรสารละลายโปแตสเซียม ไฮดรอกไซด์ที่ใช้ นำไปคำนวณตามสมการที่ (3)

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (N)} = \frac{\text{น้ำหนักของ } KHC_8H_4O_4 \text{ (ก.)}}{\text{ปริมาตรของ KOH (มล.)} \times 0.2044} \quad \text{....(3)}$$

3.1.3 วิเคราะห์ค่าของกรดในตัวอย่างน้ำมัน โดยชั่งตัวอย่างน้ำมัน 3 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารทำละลายผสมที่ประกอบด้วยโปรปานอล และโทลูอีน อัตราส่วน 1:1 ที่ทำให้เป็นกลางแล้วปริมาณ 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วเติมฟินอล์ฟทาลีน 3-4 หยด เป็นตัวบ่งชี้ไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N จนกระทั่งสารละลายมีสีชมพูคงอยู่เป็นเวลา 30 วินาที และทำตัวอย่าง blank ด้วย บันทึกปริมาณของสารละลายที่ใช้ นำไปคำนวณตามสมการที่ (4)

$$\text{ค่าของกรด (มิลลิกรัมของโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัมน้ำมัน)} = \frac{A \times N \times 56.1}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \quad \text{....(4)}$$

A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นนอร์มอล

3.2 การวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ (Society and Firestone, 1994)

3.2.1 เตรียมสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) ความเข้มข้น 0.1 N โดยชั่งโซเดียมไธโอซัลเฟต 24.9 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร นำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอน โดยการชั่งโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ที่บดและอบแห้งแล้วที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส อย่างละเอียดจำนวน 0.16-0.22 กรัม ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำ 25 มิลลิลิตร และเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร เติมสารละลายโปแทสเซียมไอโอไดด์เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ปั่นเหวี่ยงให้เข้ากันดี วางไว้ 5 นาที หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่เตรียมไว้ จนสีเหลืองของสารละลายหายไป แล้วเติมน้ำแป้งเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1-2 มิลลิลิตร เป็นตัวบ่งชี้ และไทเทรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินของสารละลายหายไป บันทึก ปริมาตรสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ นำไปคำนวณตามสมการที่ (5)

$$\text{ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (N)} = \frac{20.394 \times \text{น้ำหนักของ } K_2Cr_2O_7 \text{ (g)}}{\text{ปริมาตรของ } Na_2S_2O_3 \bullet 5H_2O \text{ (มล.)}} \quad \text{....(5)}$$

3.2.2 การวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ โดยชั่งตัวอย่างน้ำมันจำนวน 3 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ที่มีจุกแก้วปิดขนาด 250 มิลลิลิตร เติมคลอโรฟอร์มปริมาณ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้น้ำมันละลาย แล้วเติมกรดอะซิติกปริมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ หลังจากนั้นเติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ที่อิ่มตัว 1 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรง 1 นาที เก็บไว้ในที่มืด 5 นาที แล้วนำออกมาเติมน้ำกลั่นปริมาณ 75 มิลลิลิตร นำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) เข้มข้น 0.01 N จนมีสีเหลืองอ่อนเติมน้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วไทเทรตต่อไปจนสารละลายมีสีขาว และทำ blank ด้วย บันทึกปริมาณของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต เข้มข้น 0.01 N ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่างและ blank นำไปคำนวณตามสมการที่ (6)

$$\text{ค่าเพอร์ออกไซด์ (meq/kg)} = \frac{(A-B) \times N \times 1000}{\text{น้ำหนักของน้ำมัน}} \quad \text{....(6)}$$

A = ปริมาณของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

B = ปริมาณของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรต blank

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรต

3.2.3 บันทึกผลการทดลองทุก 15 วัน เป็นเวลา 90 วัน

การทดลองที่ 2 ศึกษาวิธีการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่เหมาะสมหลังการเก็บเกี่ยว

1.การวางแผนการทดลอง

1.1 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design. (CRD) มี 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ วิธีการเก็บรักษา มี 3 กรรมวิธีดังนี้

1. สิ่งทดลองควบคุม (เก็บในตะกร้าพลาสติก)
2. เก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกปิดสนิท
3. เก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกสุญญากาศ

และปัจจัยที่ 2 คือ อิทธิพลของระยะเวลาที่เก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว มี 7 ระยะดังนี้

1. เก็บรักษา 0 วัน
2. เก็บรักษา 15 วัน
3. เก็บรักษา 30 วัน
4. เก็บรักษา 45 วัน
5. เก็บรักษา 60 วัน
6. เก็บรักษา 75 วัน
7. เก็บรักษา 90 วัน

โดยแต่ละสิ่งทดลองมี 3 ซ้ำ (Replication)

1.2 นำเมล็ดชาน้ำมันอายุ 10 เดือน นับตั้งแต่ติดผล นำมาการตากแดดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเหลือ 7 เปอร์เซ็นต์ แล้วแบ่งเมล็ดเป็น 69 กลุ่มด้วยเครื่องแบ่งเมล็ด กลุ่มละ 200 กรัม เพื่อนำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมี ตามวิธีการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 ศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว

1.การวางแผนการทดลอง

1.1 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design. (CRD) มี 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ อิทธิพลของจิบเบอเรลลินต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันแบ่งความเข้มข้นเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1.ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.สิ่งทดลองควบคุม (ไม่ได้รับจิบเบอเรลลิน)

และปัจจัยที่ 2 คือ อิทธิพลของระยะเวลาที่เก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว มี 6 ระยะดังนี้

1.เก็บรักษา 0 วัน

2.เก็บรักษา 2 วัน

3.เก็บรักษา 4 วัน

4.เก็บรักษา 6 วัน

5.เก็บรักษา 8 วัน

6.เก็บรักษา 10 วัน

โดยแต่ละสิ่งทดลองมี 3 ซ้ำ (Replication)

1.2 นำเมล็ดชาน้ำมันอายุ 10 เดือน นับตั้งแต่ดอกบาน แบ่งเมล็ดเป็น 4 กลุ่มแช่ในสารละลายของจิบเบอเรลลินในแต่ละความเข้มข้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการตากเมล็ดในที่ร่มเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วจึงแบ่งเป็น 60 กลุ่มตามสิ่งทดลอง ด้วยเครื่องแบ่งเมล็ด กลุ่มละ 203 กรัม เก็บรักษาไว้ในตะกร้าพลาสติก เพื่อนำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมี ตามวิธีการทดลองที่ 1

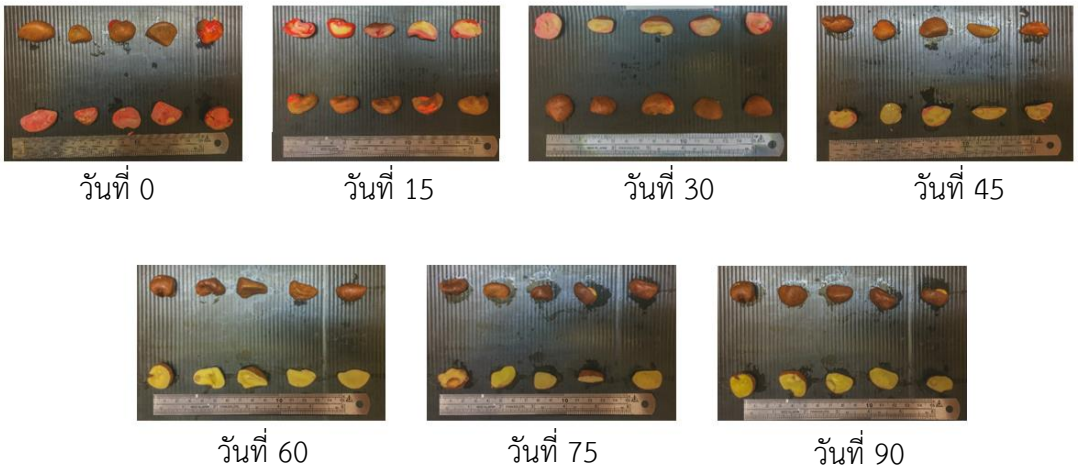
บทที่ 4
ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของเมล็ดชาน้ำมันระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

1.1 การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดชาน้ำมัน

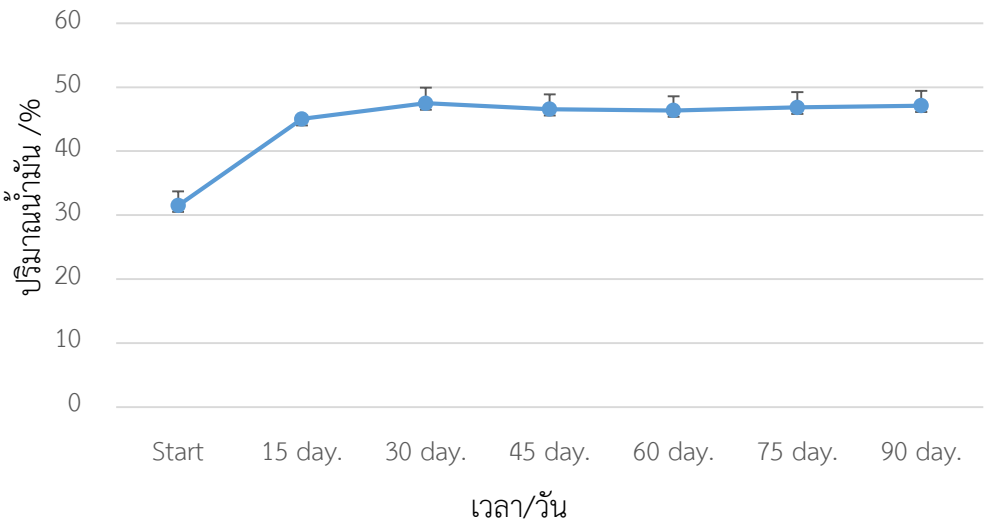
จากการทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดชาน้ำมันด้วยวิธีเททระโซเลียมโซเลียมที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน พบว่า เมล็ดที่เก็บรักษาในวันแรกของการเก็บรักษามีชีวิต โดยเมล็ดมีบริเวณที่ติดสีแดง 100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ เมื่อระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นบริเวณเมล็ดที่ติดสีแดงมีปริมาณน้อยลง จนถึงวันที่เก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน เมล็ดสูญเสียความมีชีวิต เนื่องจากการทดสอบด้วยวิธีเททระโซเลียมไม่พบการติดสีแดงของเมล็ดชาน้ำมัน (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดด้วยวิธีเททระโซเลียมของเมล็ดชาน้ำมันที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

1.2 ปริมาณน้ำมัน

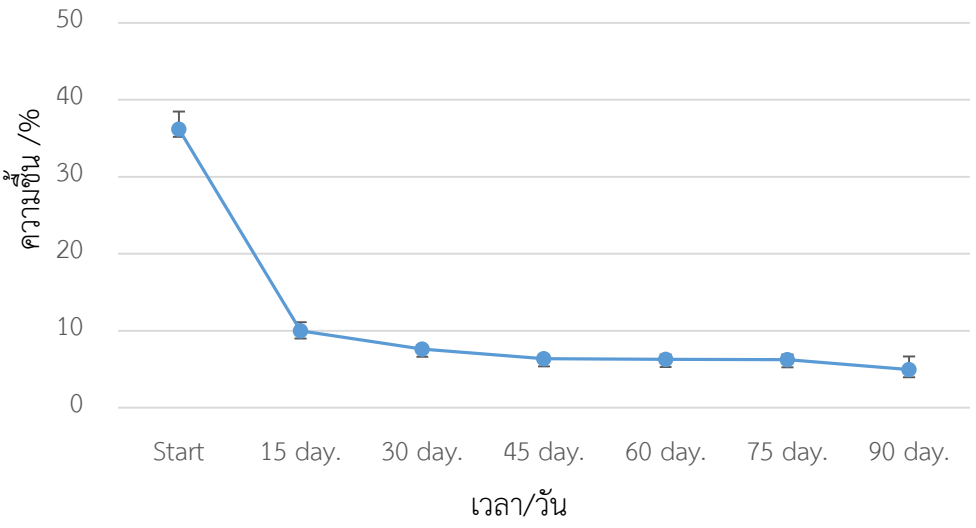
ปริมาณน้ำมันในเมล็ดในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา พบว่า มีค่า 31.49 45.03 47.49 46.56 46.36 46.84 และ 47.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมล็ดชาน้ำมันมีปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 15 วันแรกของการเก็บรักษา คือจาก 31.49 เปอร์เซ็นต์ ในวันแรกที่เก็บรักษา เพิ่มเป็น 45.03 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา โดยมีความแตกต่างทางสถิติกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และในระยะการเก็บรักษาที่ 30 ถึง 90 วัน มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาเพียงเล็กน้อย โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาในระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นในเมล็ดชาในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา พบว่า มีค่า 36.18 9.97 7.63 6.38 6.27 6.25 และ 4.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมล็ดชาน้ำมันที่เก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน มีปริมาณความชื้นลดลงจากวันแรกที่เก็บรักษาที่ 36.18 เปอร์เซ็นต์ เป็น 9.97 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และในระยะการเก็บรักษาที่ 30 ถึง 90 วัน มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในเมล็ดชาเพียงเล็กน้อยโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกัน (ตารางที่ 1, ภาพที่ 3)

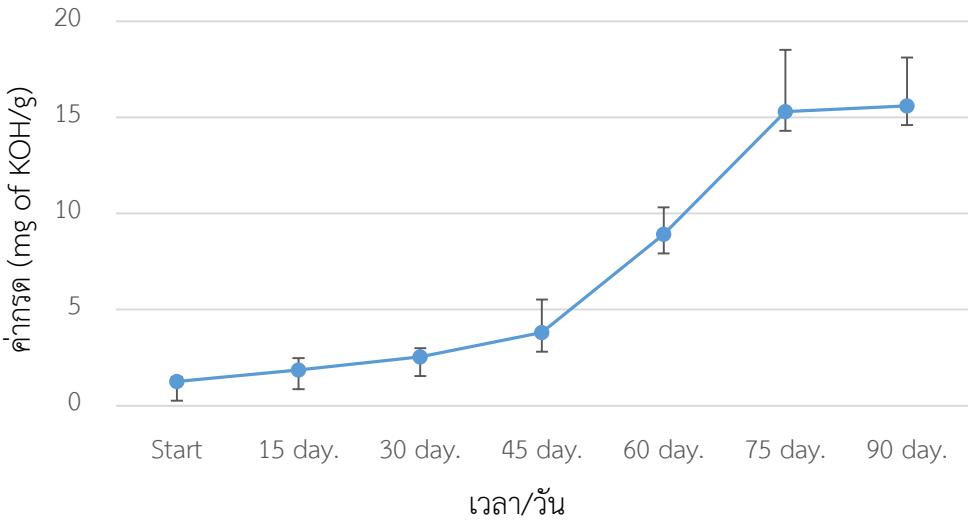


ภาพที่ 3 ปริมาณความชื้นในเมล็ดชาในระหว่างการเก็บรักษา

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

2.1 ปริมาณกรด

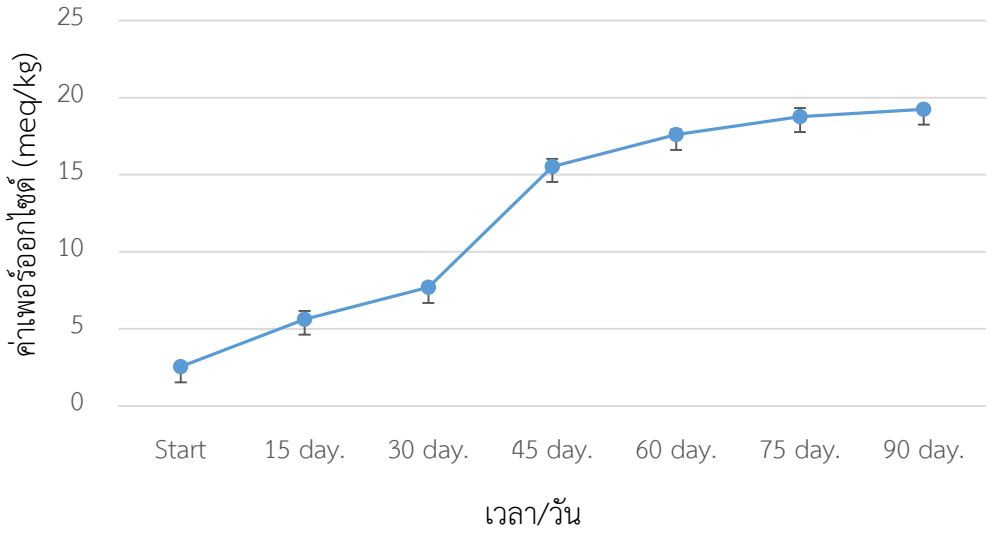
ปริมาณกรดในไขมันในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 และ 45 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณกรดในน้ำมันเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติคือ 1.25 1.87 2.55 และ 3.80 mg of KOH/g ตามลำดับ ปริมาณกรดในวันที่ 60 เพิ่มมากขึ้นจากวันที่ 45 ของการเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญคือจาก 3.80 mg of KOH/g เพิ่มเป็น 8.92 mg of KOH/g และเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 90 ของการเก็บรักษา คือ 15.59 mg of KOH/g (ตารางที่ 1,ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ปริมาณกรดในน้ำมันชาในระหว่างการเก็บรักษา

2.2 ปริมาณเพอร์ออกไซด์

ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยแต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 และ 30 ของการเก็บรักษา คือ 2.54 5.62 และ 7.69 meq/kg ตามลำดับ ในช่วงการเก็บรักษาที่ระยะ 30 ถึง 45 วันปริมาณเพอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างมากอย่างมีนัยสำคัญยิ่งคือจาก 7.69 meq/kg เพิ่มเป็น 15.53 meq/kg และเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งจนถึงวันที่ 90 ของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 19.24 meq/kg (ตารางที่ 1,ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาในระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 1 ปริมานความชื้น น้ำมัน กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณกรด (mg of KOH/g)	ปริมาณเพอร์ออกไซด์ (meq/kg)
วันที่ 0	36.18 a	31.49 b	1.25 c	2.54 f
วันที่ 15	9.97 b	45.03 a	1.87 c	5.62 e
วันที่ 30	7.63 bc	47.49 a	2.55 c	7.69 d
วันที่ 45	6.38 c	46.56 a	3.80 c	15.53 c
วันที่ 60	6.27c	46.36 a	8.92 b	17.62 b
วันที่ 75	6.25 c	46.84 a	15.29 a	18.78 a
วันที่ 90	4.96 c	47.11 a	15.59 a	19.24 a
F-test	**	**	**	**
CV (%)	11.123	4.85	25.338	3.260789

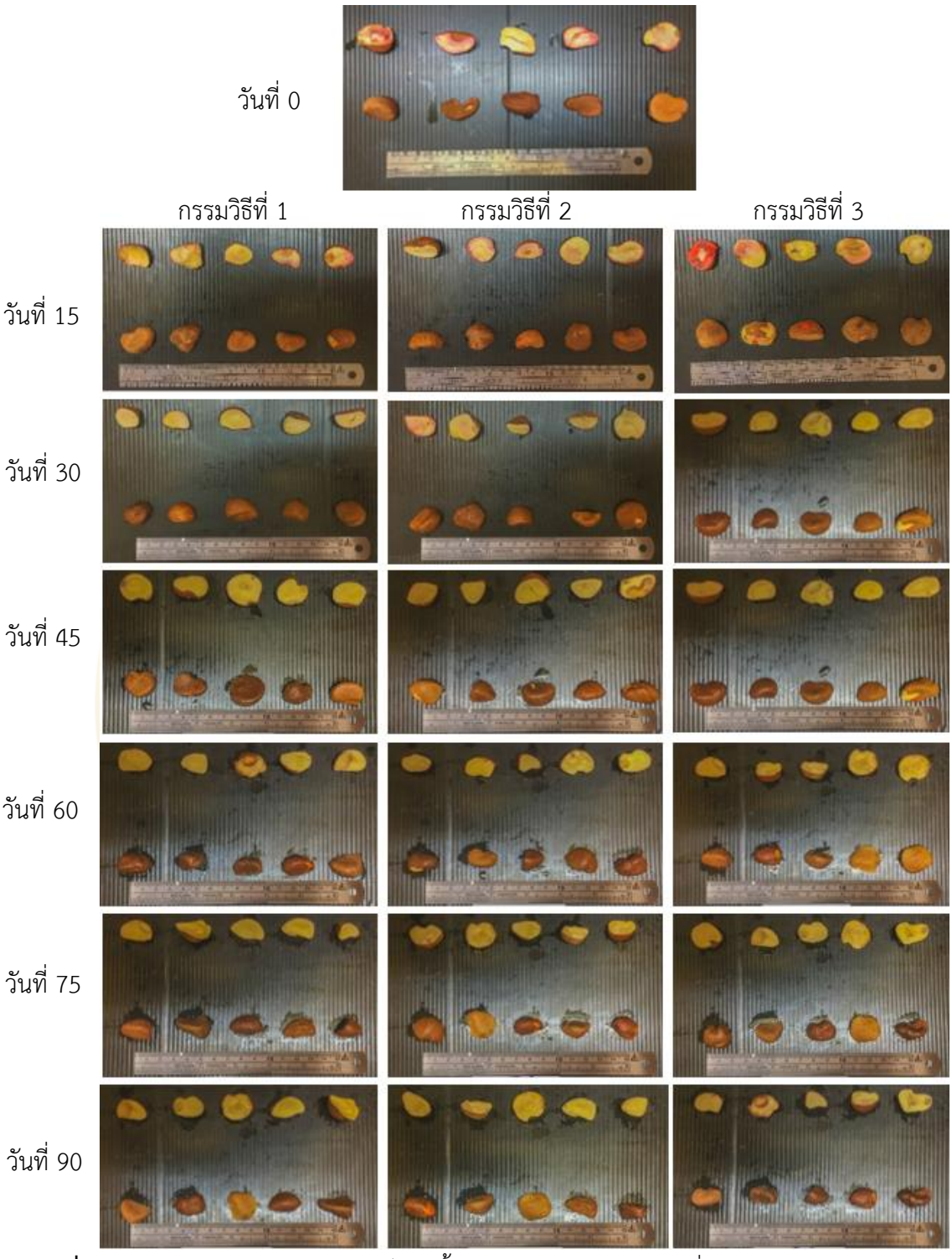
หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01) ตัวอักษร a ถึง f อธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณน้ำมันในเมล็ดจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

การทดลองที่ 2 การศึกษาวิธีการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่เหมาะสมหลังการเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

1.1 การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดชาน้ำมัน

จากการทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดชาน้ำมันด้วยวิธีเททระโซเลียมโซเลียมที่ระยะเวลา และวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน สำหรับ เมล็ดที่ผ่านการลดความชื้นด้วยแสงอาทิตย์เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยมีความชื้นเท่ากับ 6.97 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ในวันแรกของการเก็บรักษาเมล็ดมีพื้นที่ติดสีแดงประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวทั้งหมด เมื่อระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นพื้นที่เมล็ดที่ติดสีแดงมีพื้นที่ลดลงจนถึงวันที่ 45 ของการเก็บรักษา วันเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ ถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุมไม่พบความมีชีวิตของเมล็ดชาน้ำมันจากการทดสอบด้วยวิธีเททระโซเลียมไม่พบการติดสีแดงของเมล็ดชาน้ำมัน (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดชาน้ำมันด้วยวิธีเททระโซเลียมที่ระยะเวลา และ กรรมวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

หมายเหตุ กรรมวิธีที่ 1 2 และ 3 คือ สิ่งทดลองควบคุม เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิท และเก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศตามลำดับ

1.2 ปริมาณน้ำมัน

จากอิทธิพลของการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในกรรมวิธีที่แตกต่างต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดชา พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดชาในถุงพลาสติกปิดสนิทมีปริมาณน้ำมันในเมล็ดชามากที่สุด คือ 45.65 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการเก็บเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกสุญญากาศ คือ 44.06 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง กับสิ่งทดลองควบคุม คือ 43.29 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) และจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่แตกต่างกันต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาพบว่า การเก็บรักษาที่ 0 วันมีปริมาณน้ำมันคือ 31.47 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเป็น 47.26 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา และปริมาณน้ำมันในเมล็ดในวันที่ 15 ถึงวันที่ 90 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ปริมาณน้ำมันจากเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา ด้วยกรรมวิธีควบคุมในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเท่ากับ 31.47 45.59 46.31 42.01 41.92 45.60 และ 50.17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิทในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเท่ากับ 31.47 49.61 48.80 46.54 46.36 49.46 และ 47.60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และ เมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเท่ากับ 31.47 46.57 45.38 45.86 45.96 และ 47.39 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ปริมาณน้ำมันจากเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษาทั้ง 3 แบบ พบว่า ปริมาณน้ำมันในวันที่ 15 ของการเก็บรักษาของเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ ถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม คือ 46.57 49.61 และ 45.59 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ มีปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากวันที่เริ่มการเก็บรักษาคือ 31.47 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเมล็ดชาน้ำมันที่ถูกเก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ ถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม เป็นเวลา 90 วัน พบว่าเมล็ดชาน้ำมันที่สกัดด้วยเฮกเซนมีปริมาณน้ำมันอยู่ที่ 45.8 47.6 และ 50.17 ตามลำดับ โดยการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในรูปแบบต่างๆ พบว่า ปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยทั้งสองปัจจัยไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณน้ำมัน(เปอร์เซ็นต์)				
	วิธีการเก็บรักษา				
	ควบคุม	ถุงพลาสติกปิดสนิท	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	F-test	CV (%)
เริ่มการเก็บรักษา	31.47 Ad	31.47 Ab	31.47 Ab	ns	0.06
วันที่ 15	45.59 Ab	49.61 Aa	46.57 Aa	ns	0.05
วันที่ 30	46.31 Ab	48.80 Aa	45.38 Aa	ns	0.07
วันที่ 45	42.01 Ac	46.54 Aa	45.86 Aa	ns	0.07
วันที่ 60	41.92 Ac	46.36 Aa	45.96 Aa	ns	0.06
วันที่ 75	45.60 Ab	49.46 Aa	47.39 Aa	ns	0.06
วันที่ 90	50.17 Aa	47.60 Aa	45.80 Aa	ns	0.06
F-test	**	**	**		
CV (%)	0.13	0.14	0.13		

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01) * = significant (P< 0.05) ^{ns} = non significant ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่อธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณน้ำมันในเมล็ดจากอิทธิพลของวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน และตัวอักษรพิมพ์เล็กอธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณน้ำมันในเมล็ดจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

1.3 ปริมาณความชื้น

จากอิทธิพลของการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในกรรมวิธีที่แตกต่างต่อปริมาณความชื้นในเมล็ดชาพบว่า การเก็บรักษาเมล็ดชาในสิ่งทดลองควบคุมมีปริมาณความชื้นในเมล็ดชามากที่สุด คือ 6.03 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการเก็บเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกสุญญากาศ และถุงพลาสติกปิดสนิทคือ 5.77 และ 5.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) และจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่แตกต่างต่อปริมาณความชื้นในเมล็ดชาพบว่า การเก็บรักษาที่ 0 วันมีปริมาณน้ำมันคือ 6.97 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงลดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเป็น 4.75 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 90 ของการเก็บรักษา (ตารางที่ 7)

ปริมาณความชื้นในเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา ด้วยกรรมวิธีควบคุมในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณความชื้นในเมล็ดเท่ากับ 6.97 6.28 6.00 6.32 5.71 5.69 และ 5.24 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิทในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณความชื้นในเมล็ดเท่ากับ 6.97 7.07 6.26 5.32 5.45 5.00 และ 4.40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และ เมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณความชื้นในเมล็ดเท่ากับ 6.97 7.07 6.18 5.45 5.30 4.80 และ 4.59 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในเมล็ดชาน้ำมัน ปริมาณความชื้นในวันเริ่มต้นการเก็บรักษาอยู่ที่ 6.97 เปอร์เซ็นต์ และมีการลดลงของความชื้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ขณะที่วันที่เก็บรักษาวันที่ 90 ความชื้นในเมล็ดที่เก็บรักษาแบบควบคุม เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิท และเก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศเหลือเพียง 50.17 47.60 และ 45.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างทางสถติกันอย่างมีนัยสำคัญ เมล็ดมีการสูญเสียความชื้นหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 90 วันเท่ากับ 2.23 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ ถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม ที่เก็บรักษาเมล็ดชาเป็นเวลา 75 วัน คือ 4.80 5.0 และ 5.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยทั้งสามสิ่งทดลอง สิ่งทดลองควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นมากที่สุด โดยมีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ และถุงพลาสติกปิดสนิท จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าวิธีการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณความชื้นในเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็น)				
	วิธีการเก็บรักษา				
	ควบคุม	ถุงพลาสติกปิดสนิท	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	F-test	CV (%)
เริ่มการเก็บรักษา	6.97 Aa	6.97 Aa	6.97 Aa	ns	0.06
วันที่ 15	6.28 Aab	7.07 Aa	7.07 Aa	ns	0.12
วันที่ 30	6.00 Abc	6.26 Aab	6.18 Ab	*	0.10
วันที่ 45	6.32 Aab	5.32 Abcd	5.45 Ac	ns	0.08
วันที่ 60	5.71 Abc	5.45 Abc	5.30 Acd	ns	0.04
วันที่ 75	5.69 Abc	5.00 Bcd	4.80 Bde	ns	0.12
วันที่ 90	5.24 Ac	4.40 Ad	4.59 Ae	ns	0.11
F-test	*	**	**		
CV (%)	0.11	0.19	0.17		

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01) * = significant (P< 0.05) ns = non significant ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่อธิบายความแตกต่างทางสถิติของปริมาณความชื้นในเมล็ดจากอิทธิพลของวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน และตัวอักษรพิมพ์เล็กอธิบายความแตกต่างทางสถิติของปริมาณน้ำมันในเมล็ดจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

2.1 ปริมาณกรด

จากอิทธิพลของการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในกรรมวิธีที่แตกต่างต่อปริมาณกรดในน้ำมันชา พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดชาในถุงพลาสติกสุญญากาศมีปริมาณกรดในน้ำมันชามากที่สุด คือ 7.72 mg of KOH/g โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการเก็บเมล็ดชาน้ำมันที่เก็บในในถุงพลาสติกปิดสนิทคือ 7.58 mg of KOH/g แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญคือ 7.04 mg of KOH/g (ตารางที่ 6) และจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่

แตกต่างต่อปริมาณกรดในน้ำมันชาพบว่า การเก็บรักษาที่ 0 ถึง 30 วันมีปริมาณกรดในน้ำมันชาเท่ากับ 2.25 1.76 และ 3.27 mg of KOH/g ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ปริมาณกรดในน้ำมันชาที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาด้วยกรรมวิธีควบคุมในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณกรดในน้ำมันชาเท่ากับ 1.25 1.87 3.80 2.54 8.92 15.30 และ 15.59 mg of KOH/g ตามลำดับ เมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิทในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณกรดในน้ำมันชาเท่ากับ 2.45 1.94 3.03 6.49 10.54 14.60 และ 14.02 mg of KOH/g ตามลำดับ และ เมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณกรดในน้ำมันชาเท่ากับ 3.05 1.48 2.99 6.39 10.67 14.95 และ 14.53 mg of KOH/g ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

จากการวิเคราะห์ค่ากรดในน้ำมันชาจากเมล็ดชาที่เก็บรักษาในรูปแบบต่างๆพบว่า ค่ากรดในวันเริ่มการเก็บรักษาของเมล็ดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติกสุญญากาศ ถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม คือ 1.25 mg of KOH/g ปริมาณกรดในน้ำมันมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ พบว่าในวันที่ 90 ของการเก็บรักษา ปริมาณกรดในน้ำมันของเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ ถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม คือ 14.53 14.02 และ 15.59 mg of KOH/g ตามลำดับ ทั้งสามสิ่งทดลองมีปริมาณกรดในน้ำมันที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าวิธีการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณกรดในน้ำมันชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณกรดในน้ำมัน (mg of KOH/g)				
	วิธีการเก็บรักษา				
	ควบคุม	ถุงพลาสติกปิดสนิท	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	F-test	CV (%)
เริ่มการเก็บรักษา	1.25 Ae	2.45 Ad	3.05 Ad	ns	0.22
วันที่ 15	1.87 Ade	1.94 Ad	1.48 Ad	ns	0.29
วันที่ 30	3.80 Ad	3.03 Ad	2.99 Ad	ns	0.21
วันที่ 45	2.54 Ac	6.49 Ac	6.39 Ac	ns	0.31
วันที่ 60	8.92 Ab	10.54 Ab	10.67 Ab	ns	0.13
วันที่ 75	15.30 Aa	14.60 Aa	14.95 Aa	ns	0.11
วันที่ 90	15.59 Aa	14.02 Aa	14.53 Aa	ns	0.13
F-test	**	**	**		
CV (%)	0.69	0.71	0.72		

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01) * = significant (P< 0.05) ns = non significant ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่อธิบายความแตกต่างทางสถิติของปริมาณกรดในน้ำมันจากอิทธิพลของวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน และตัวอักษรพิมพ์เล็กอธิบายความแตกต่างทางสถิติของปริมาณกรดในน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

2.2 ปริมาณเพอร์ออกไซด์

จากอิทธิพลของการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในกรรมวิธีที่แตกต่างต่อปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาพบว่า เมล็ดชาน้ำมันที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศมีปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาน้อยที่สุด คือ 13.25 meq/kg โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการเก็บเมล็ดชาน้ำมันที่เก็บในในถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม คือ 13.83 และ 14.61 meq/kg (ตารางที่ 6) และจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่แตกต่างต่อปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาพบว่า การเก็บรักษาที่ 0 ถึง 90 วันมีปริมาณเพอร์ออกไซด์ ในน้ำมันชาเท่ากับ 2.54 8.98 12.11 16.02 18.77 19.23 และ 19.63 meq/kg ตามลำดับ โดยแต่ละระยะการเก็บรักษาปริมาณเพอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 7)

ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา (ตารางที่ 5) ด้วยกรรมวิธีควบคุม ในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาเท่ากับ 2.54 9.57 12.46 18.47 19.34 19.81 และ 20.11 meq/kg ตามลำดับ เมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิทในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาเท่ากับ 2.54 8.90 12.60 15.36 18.63 19.22 และ 19.59 meq/kg ตามลำดับ และ เมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 15 30 45 60 75 และ 90 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาเท่ากับ 2.54 8.49 11.28 14.23 18.33 18.65 และ 19.19 meq/kg ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาจากเมล็ดชาที่เก็บรักษาในรูปแบบต่างๆพบว่า (ตารางที่ 5) ค่าเพอร์ออกไซด์ในวันที่ 90 การเก็บรักษาของเมล็ดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติกสุญญากาศ ถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม คือ 19.19 19.59 และ 20.11 meq/kg ตามลำดับ โดยค่าเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชามีปริมาณเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มการเก็บรักษา คือ 2.54 meq/kg อย่ามีนัยสำคัญ ในวันเก็บรักษาที่ 90 พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกสุญญากาศมีปริมาณเพอร์ออกไซด์น้อยที่สุด คือ 19.19 โดยมีค่าเพอร์ออกไซด์แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับ สิ่งทดลองควบคุม และการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกปิดสนิท คือ 20.11 และ 19.59 meq/kg ตามลำดับ โดยในสิ่งทดลองควบคุมมีปริมาณเพอร์ออกไซม์มากว่าที่ Codex ทำหนดไว้ที่ 20 meq/kg จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าวิธีการเก็บรักษา และระยะเวลาการเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณเพอร์ออกไซในน้ำมัน (meq/kg)				
	วิธีการเก็บรักษา				
	ควบคุม	ถุงพลาสติกปิดสนิท	ถุงพลาสติกสุญญากาศ	F-test	CV (%)
เริ่มการเก็บรักษา	2.54 Af	2.54 Af	2.54 Af	ns	0.06
วันที่ 15	9.57 Ae	8.90 Be	8.49 Ce	**	0.05
วันที่ 30	12.46 Ad	12.60 Ad	11.28 Bd	**	0.06
วันที่ 45	18.47 Ac	15.36 Bc	14.23 Cc	**	0.12
วันที่ 60	19.34 Ab	18.63 Bb	18.33 Bb	**	0.02
วันที่ 75	19.81 Aab	19.22 Ba	18.65 Cb	**	0.03
วันที่ 90	20.11 Aa	19.59 Ba	19.19 Ca	**	0.02
F-test	**	**	**		
CV (%)	0.44	0.43	0.45		

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01) * = significant (P< 0.05) ns = non significant ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่อธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันจากอิทธิพลของวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน และตัวอักษรพิมพ์เล็กอธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณน้ำมัน ความชื้น กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันจากอิทธิพลของกรรมวิธีการเก็บรักษา

ความเข้มข้นของ GA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณน้ำมัน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็น)	ปริมาณกรด (mg of KOH/g)	ปริมาณเพอร์ออกไซด์ (meq/kg)
สิ่งทดลองควบคุม	43.29 b	6.03	7.04 a	14.61 a
ถุงพลาสติกปิดสนิท	45.69 a	5.78	7.58 b	13.83 b
ถุงพลาสติกสูญญากาศ	44.06 ab	5.77	7.72 ab	13.25 c
F-test	**	ns	*	**
CV (%)	5.57	7.95	18.07	4.71

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตัวอักษร a ถึง c อธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณน้ำมัน ความชื้น กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันจากอิทธิพลของกรรมวิธีการเก็บรักษา

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณน้ำมัน ความชื้น กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณน้ำมัน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็น)	ปริมาณกรด (mg of KOH/g)	ปริมาณเพอร์ออกไซด์ (meq/kg)
เริ่มการเก็บรักษา	31.47 b	6.97 a	2.25 d	2.54 a
วันที่ 15	47.26 a	6.81 a	1.76 d	8.98 b
วันที่ 30	46.83 a	6.15 b	3.27 d	12.11 c
วันที่ 45	44.80 a	5.70 bc	5.14 c	16.02 d
วันที่ 60	44.75 a	5.48 c	10.04 b	18.77 e
วันที่ 75	47.48 a	5.16 cd	14.95 a	19.23 f
วันที่ 90	47.86 a	4.75 d	14.72 a	19.63 g
F-test	**	**	**	**
CV (%)	5.57	7.95	18.07	4.71

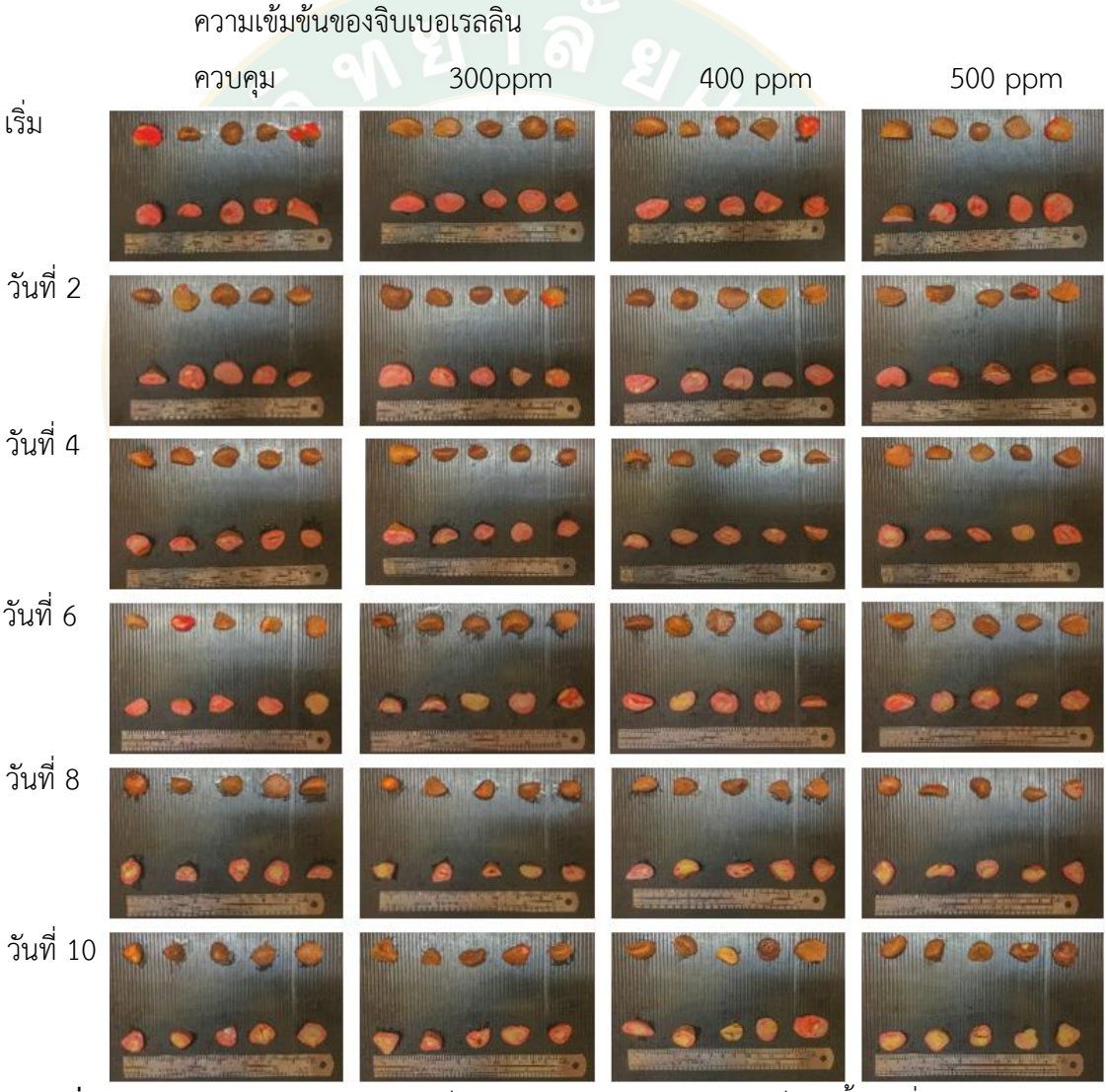
หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตัวอักษร a ถึง g อธิบายความแตกต่างทางสถิติของปริมาณน้ำมัน ความชื้น กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

การทดลองที่ 3 ศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว

1. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

จากการทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดชาน้ำมันด้วยวิธีเททระโซเลียมที่ระยะเวลา และความเข้มข้นของของ จิบเบอเรลลินที่แตกต่างกัน พบว่า (ภาพที่ 7) เมล็ดที่เก็บรักษาในวันแรกของการเก็บรักษามีชีวิต โดยเมล็ดมีบริเวณที่ติดสีแดง 100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ เมื่อระยะการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น บริเวณเมล็ดที่ติดสีแดงมีปริมานน้อยลงเมล็ดจนถึงวันที่เก็บรักษาเป็นเวลา 10 วันเมล็ดที่ทดสอบด้วยวิธีเททระโซเลียมยังคงมีชีวิต โดยพบการติดสีแดงของเมล็ดชาน้ำมันอยู่ประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เมล็ด



ภาพที่ 7 การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดด้วยวิธีเททระโซเลียมของเมล็ดชาน้ำมันที่ระยะเวลา และความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินที่เมล็ดชาได้รับที่แตกต่างกัน

1.2 ปริมาณน้ำมัน

จากอิทธิพลของความเข้มข้นจิบเบอเรลลินที่แตกต่างต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาพบว่า เมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดชามากที่สุด คือ 39.25 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 38.19 และ 38.35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับสิ่งทดลองควบคุม คือ 36.23 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13) และจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่แตกต่างกันต่อปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาพบว่า การเก็บรักษาที่ 0 มีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 33.14 เปอร์เซ็นต์ แล้วเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในวันที่ 2 และ 4 คือ 36.19 และ 36.79 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และปริมาณน้ำมันในเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเป็น 41.43 และ 41.47 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 8 และ 10 ตามลำดับ โดยทั้งสองวันไม่มีความแตกต่างทางสถิติกัน (ตารางที่ 14)

ปริมาณน้ำมันจากเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาของสิ่งทดลองที่ไม่ได้รับจิบเบอเรลลินในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเท่ากับ 33.14 33.81 38.12 34.98 38.17 และ 42.53 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเท่ากับ 33.14 36.22 38.34 42.23 42.64 และ 42.97 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเท่ากับ 33.14 35.99 36.20 38.34 43.36 และ 40.08 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดเท่ากับ 33.14 38.75 37.66 37.35 41.55 และ 42.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จากผลการวิจัยพบว่า ปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาในวันเริ่มการเก็บรักษา คือ 34.14 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณน้ำมันมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่าปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 300 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 42.64 43.36 และ 41.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาที่ไม่ได้รับจิบเบอเรลลิน คือ 38.17 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเก็บรักษาเมล็ดชาเป็นระยะเวลา 10 วัน ปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาที่ได้รับความเข้มข้นจิบเบอเรลลินในระดับต่างๆ คือ จิบเบอเรลลินความเข้มข้น 0 300 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 39.86 42.97 40.08 และ 41.63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเข้มข้นของจิบเบอเรลลิน และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณน้ำมันไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และความเข้มข้นของจิบเบอเรลลิน

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)					
	ความเข้มข้นของ GA (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
	ควบคุม	300	400	500	F-test	CV (%)
เริ่มการเก็บรักษา	33.14 Ab	33.14 Ac	33.14 Ac	33.14 Ac	ns	0.02
วันที่ 2	33.81 Ab	36.22 Abc	35.99 Abc	38.75 Abc	ns	0.07
วันที่ 4	38.12 Aab	38.34 Aabc	36.20 Abc	37.66 Ab	ns	0.07
วันที่ 6	34.98 Ab	42.23 Aab	38.34 Aabc	37.35 Aab	ns	0.10
วันที่ 8	38.17 Bab	42.64 Aa	43.36 Aa	41.55 Aab	*	0.06
วันที่ 10	42.53 Aa	42.97 Aa	40.08 Aab	42.30 Aa	ns	0.05
F-test	*	*	**	**		
CV (%)	0.09	0.12	0.11	0.09		

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01) * = significant (P< 0.05) ns = non significant ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่อธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณน้ำมันในเมล็ดจากอิทธิพลของความเข้มข้นที่แตกต่างของจิบเบอเรลลินที่เมล็ดชาได้รับ และตัวอักษรพิมพ์เล็กอธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณน้ำมันในเมล็ดจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

1.3 ปริมาณความชื้น

จากอิทธิพลของความเข้มข้นจิบเบอเรลลินที่แตกต่างต่อปริมาณความชื้นในเมล็ดชาพบว่าเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 0 300 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณความชื้นในเมล็ดชาเท่ากับ 17.31 16.19 16.92 และ 18.81 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยในแต่ละความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินไม่มีความแตกต่างทางสถิติกันของความชื้นในเมล็ดชาน้ำมัน (ตารางที่ 13) และจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่แตกต่างต่อปริมาณความชื้นในเมล็ดชาพบว่า การเก็บรักษาที่ 0 มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 39.14 เปอร์เซ็นต์ แล้วลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในวันที่ 2 และ 4 คือ 28.15 และ 15.57 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และปริมาณความชื้นในเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเป็น 8.45 6.64 และ 5.90 เปอร์เซ็นในวันที่ 6 8 และ 10 ตามลำดับ โดยทั้งสามวันไม่มีความแตกต่างทางสถิติกัน (ตารางที่ 14)

ปริมาณความชื้นจากเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา (ตารางที่ 7) ของสิ่งทดลองที่ไม่ได้รับจิบเบอเรลลินในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณความชื้นในเมล็ดเท่ากับ 36.40 28.43 17.49 9.04 6.12 และ 6.38 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณความชื้นในเมล็ดเท่ากับ 38.19 24.90 14.54 7.77 6.28 และ 5.46 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณความชื้นในเมล็ดเท่ากับ 41.99 25.26 12.78 8.71 7.07 และ 5.68 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีปริมาณความชื้นในเมล็ดเท่ากับ 39.97 34.01 17.44 8.29 7.07 และ 6.07 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดชาพบว่า ในวันที่เก็บรักษาในวันที่เริ่มการเก็บรักษาถึงวันที่ 4 ของการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดชาลดลงอย่างมากโดยแตกต่างทางสถิติกับวันที่เก็บรักษาในวันที่ 6 8 และ 10 อย่างมีนัยสำคัญ และเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินที่ความเข้มข้นต่างๆในแต่ละช่วงวันที่ 8 ของการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 7.07 และ 7.07 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองควบคุม และเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 6.12 และ 6.28 ของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดชา และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วันพบว่าปริมาณความชื้นในเมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอริลินความเข้มข้น 0 300 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 6.38 5.46 5.68 และ 6.07 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 9) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเข้มข้นของจิบเบอเรลลิน และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณความชื้นไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 9 ปริมาณความชื้นในเมล็ดชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และ ความเข้มข้นของจิบเบอเรลลิน

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณความชื้น(เปอร์เซ็นต์) ความเข้มข้นของ GA (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
	ควบคุม	300	400	500	F-test	CV (%)
เริ่มการเก็บรักษา	36.40 Aa	38.19 Aa	41.99 Aa	39.97 Aa	ns	0.12
วันที่ 2	28.43 Ab	24.90 Ab	25.26 Ab	34.01 Aa	ns	0.20
วันที่ 4	17.49 Ac	14.54 Ac	12.78 Ac	17.44 Ab	ns	0.28
วันที่ 6	9.04 Ad	7.77 Acd	8.71 Ac	8.29 Abc	ns	0.11
วันที่ 8	6.12 Bd	6.28 Bd	7.07 Ac	7.07 Abc	*	0.08
วันที่ 10	6.38 Ad	5.46 Ad	5.68 Ac	6.07 Ac	ns	0.16
F-test	**	**	**	**		
CV (%)	0.70	0.77	0.81	0.76		

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01) * = significant (P< 0.05) ns = non significant ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่อธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณความชื้นในเมล็ดจากอิทธิพลของความเข้มข้นที่แตกต่างของจิบเบอเรลลินที่เมล็ดชาได้รับ และตัวอักษรพิมพ์เล็กอธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณความชื้นในเมล็ดจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

1.4 น้ำหนักกองเมล็ดชาน้ำมัน

จากอิทธิพลของความเข้มข้นจิบเบอเรลลินที่แตกต่างต่อน้ำหนักกองเมล็ดชาน้ำมันพบว่าเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร มีน้ำหนักกองเมล็ดชาน้ำมันมากที่สุดคือ 162.63 กรัม โดยหนักกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับเมล็ดที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 0 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 161.00 160.76 และ 159.21 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 13) และจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่แตกต่างต่อน้ำหนักกองเมล็ดชาน้ำมัน พบว่า การเก็บรักษาที่ 0 2 4 6 8 และ 10 วัน มีน้ำหนักกองเมล็ดชาน้ำมันเท่ากับ 202.95 179.74 158.70 145.43 140.29 และ 138.30 กรัม โดยในแต่ละระยะมีน้ำหนักลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 14)

น้ำหนักกองเมล็ดชาน้ำมันที่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา ของสิ่งทดลองที่ไม่ได้รับจิบเบอเรลลินในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีน้ำหนักกองเมล็ดเท่ากับ 202.53 180.04 159.31 145.87 140.23 และ 138.02 กรัมตามลำดับ สิ่งทดลองที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษามีน้ำหนักกองเมล็ดเท่ากับ 203.78 180.80 160.39 147.51 142.61 และ 140.72 กรัมตามลำดับ สิ่งทดลองที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีน้ำหนักกองเมล็ดเท่ากับ 203.41 179.98 158.04 144.75 140.14 และ 138.25 กรัมตามลำดับ และสิ่งทดลองที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตรในวันที่เริ่มเก็บรักษา วันที่ 2 4 6 8 และ 10 หลังการเก็บรักษา มีน้ำหนักกองเมล็ดเท่ากับ 202.08 178.13 157.07 143.60 138.19 136.21 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 น้ำหนักกองเมล็ดที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และ ความเข้มข้นของจิบบอเรลลิน

ระยะเวลาการเก็บรักษา	น้ำหนักกองเมล็ด (กรัม) ความเข้มข้นของ GA (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
	ควบคุม	300	400	500	F-test	CV (%)
เริ่มการเก็บรักษา	202.53 Aa	203.78 Aa	203.41 Aa	202.08 Aa	ns	0.01
วันที่ 2	180.04 Ab	180.80 Ab	179.98 Ab	178.13 Bb	**	0.01
วันที่ 4	159.31 ABc	160.39 Ac	158.04 BCc	157.07 Cc	*	0.01
วันที่ 6	145.87 Ad	147.51 Ad	144.75 Ad	143.60 Ad	ns	0.02
วันที่ 8	140.23 Ae	142.61 Ae	140.14 Ae	138.19 Ae	ns	0.02
วันที่ 10	138.02 Ae	140.72 Ae	138.25 Ae	136.21 Ae	ns	0.02
F-test	**	**	**	**		
CV (%)	0.15	0.14	0.15	0.15		

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01) * = significant (P< 0.05) ns = non significant ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่อธิบายความแตกต่างทางสิถิติของน้ำหนักเมล็ดจากอิทธิพลของความเข้มข้นที่แตกต่างของจิบเบอเรลลินที่เมล็ดชาได้รับ และตัวอักษรพิมพ์เล็กอธิบายความแตกต่างทางสิถิติของน้ำหนักเมล็ดจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

2.1 ปริมาณกรด

จากอิทธิพลของความเข้มข้นจิบเบอเรลลินที่แตกต่างกันต่อปริมาณกรดในน้ำมันพบว่า เมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 0 300 400 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณกรดในน้ำมันเท่ากับ 1.93 1.95 2.26 และ 1.84 mg of KOH/g ตามลำดับ โดยการใช้จิบเบอเรลลินความเข้มข้นต่างกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติกันของปริมาณน้ำมัน (ตารางที่ 13) และจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่แตกต่างกันต่อปริมาณกรดในน้ำมันพบว่า การเก็บรักษาที่ 0 2 และ 4 วัน มีปริมาณกรดในน้ำมันเท่ากับ 1.80 1.57 และ 1.99 mg of KOH/g แล้วจึงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเป็น 2.21 2.12 และ 2.30 mg of KOH/g ในวันที่ 6 8 และ 10 ตามลำดับ โดยทั้งสามวันไม่มีความแตกต่างทางสถิติกัน (ตารางที่ 14)

จากการวิเคราะห์ค่ากรดในน้ำมันชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้นที่แตกต่างกัน และเก็บรักษาในระยะเวลาต่างกันพบว่า ปริมาณกรดในน้ำมันชาในวันเริ่มการเก็บรักษาเท่ากับ 1.78 mg of KOH/g เมล็ดชาที่ไม่ได้รับจิบเบอเรลลินในวันที่ 2 ถึงวันที่ 10 ของการเก็บรักษามีปริมาณกรดในน้ำมันชา 1.49 1.65 2.18 2.25 และ 2.21 mg of KOH/g ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณกรดในน้ำมันในวันที่ 2 6 และวันที่ 10 มากที่สุด คือ 2.11 2.36 และ 2.21 mg of KOH/g ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับ เมล็ดชาน้ำมันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 และ 8 วัน เมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณกรดในน้ำมันในวันที่ 2 ถึงวันที่ 10 ของการเก็บรักษามีปริมาณกรดในน้ำมันชา 1.42 2.85 2.24 2.64 และ 2.63 mg of KOH/g ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณกรดในน้ำมันในวันที่ 2 ถึงวันที่ 10 ของการเก็บรักษามีปริมาณกรดในน้ำมันชา 1.25 1.74 2.04 2.08 และ 2.15 mg of KOH/g ตามลำดับโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันพบว่า ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาปริมาณกรดในน้ำมันของเมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่ากรดในน้ำมันเท่ากับ 1.42 และ 1.25 mg of KOH/g ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่า เมล็ดชาที่ไม่ได้รับจิบเบอริลินและเมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 1.49 และ 2.11 mg of KOH/g ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 11) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเข้มข้นของจิบเบอเรลลิน และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณกรดในน้ำมันชาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 11 ปริมาณกรดในน้ำมันชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และ ความเข้มข้นของจิบเบอเรลลิน

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณกรดในน้ำมัน (mg of KOH/g)					
	ความเข้มข้นของ GA (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
	ควบคุม	300	400	500	F-test	CV (%)
เริ่มการเก็บรักษา	1.78 Aa	1.78 Abcd	1.78 Aa	1.78 Aa	ns	0.09
วันที่ 2	1.49 Aa	2.11 Aa	1.42 Ba	1.25 Ba	ns	0.25
วันที่ 4	1.65 Aa	1.71 Acd	2.85 Aa	1.74 Aa	ns	0.52
วันที่ 6	2.18 Aa	2.36 Aa	2.24 Aa	2.04 Aa	ns	0.13
วันที่ 8	2.25 Aa	1.51 Ad	2.64 Aa	2.08 Aa	ns	0.29
วันที่ 10	2.21 Aa	2.21 Aab	2.63 Aa	2.15 Aa	ns	0.19
F-test	ns	*	ns	ns		
CV (%)	0.26	0.19	0.36	0.32		

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01) * = significant (P< 0.05) ^{ns} = non significant ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่อธิบายความแตกต่างทางสถิติของปริมาณกรดในน้ำมันจากอิทธิพลของความเข้มข้นที่แตกต่างของจิบเบอเรลลินที่เมล็ดชาได้รับ และตัวอักษรพิมพ์เล็กอธิบายความแตกต่างทางสถิติของปริมาณกรดในน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

2.2 ปริมาณเพอร์ออกไซม์

จากอิทธิพลของความเข้มข้นจิบเบอเรลลินที่แตกต่างกันต่อปริมาณเพอร์ออกไซม์ในน้ำมัน พบว่า เมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 0 300 400 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณเพอร์ออกไซม์ในน้ำมันเท่ากับ 4.51 4.49 4.50 และ 4.51 meq/kg ตามลำดับ โดยการใช้จิบเบอเรลลินความเข้มข้นต่างกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติกันของปริมาณความชื้น (ตารางที่ 13) และจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่แตกต่างกันต่อปริมาณเพอร์ออกไซม์ในน้ำมันพบว่า การเก็บรักษาที่ 0 2 4 6 8 และ 10 วัน มีปริมาณเพอร์ออกไซม์ในน้ำมันเท่ากับ 1.86 2.56 3.10 5.18 6.15 และ 8.17 meq/kg โดยในแต่ละยะการเก็บรักษาปริมาณเปอร์ออกไซม์ในน้ำมันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัณยิ่ง (ตารางที่ 14)

จากการวิเคราะห์ค่าเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้นที่แตกต่างกันและเก็บรักษาในระยะเวลาต่างกันพบว่า ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาในวันเริ่มการเก็บรักษาเท่ากับ 1.86 meq/kg เมล็ดชาที่ไม่ได้รับจิบเบอเรลลินในวันที่ 10 ของการเก็บรักษามีปริมาณเพอร์ออกไซด์มากที่สุดคือ 8.14 meq/kg ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับเมล็ดชาที่มีระยะการเก็บรักษา 2 4 6 และ 8 วัน คือ 2.54 3.17 5.16 และ 6.2 meq/kg ตามลำดับ เมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษามีปริมาณเพอร์ออกไซด์มากที่สุดคือ 8.14 meq/kg ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับเมล็ดชาที่มีระยะการเก็บรักษา 2 4 6 และ 8 วัน คือ 2.54 3.13 5.17 และ 6.09 meq/kg ตามลำดับ เมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอเรลลิน ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษามีปริมาณเพอร์ออกไซด์มากที่สุดคือ 8.17 meq/kg ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับเมล็ดชาที่มีระยะการเก็บรักษา 2 4 6 และ 8 วัน คือ 2.57 3.07 5.2 และ 6.1 meq/kg ตามลำดับ เมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษามีปริมาณเพอร์ออกไซด์มากที่สุดคือ 8.21 meq/kg ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ กับเมล็ดชาที่มีระยะการเก็บรักษา 2 4 6 และ 8 วัน คือ 2.58 3.01 5.18 และ 6.2 meq/kg ตามลำดับโดยมีค่าน้อยกว่า Codex ทำหนดไว้ที่ 20 meq/kg จากเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันพบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกันระหว่างความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินในทุกระยะการเก็บรักษา (ตารางที่ 10) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเข้มข้นของจิบเบอเรลลิน และระยะเวลาการเก็บรักษาต่อปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 12 ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา และ ความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินน

ระยะเวลาการเก็บรักษา	ปริมาณเพอร์ออกไซในน้ำมัน (meq/kg) ความเข้มข้นของ GA (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
	ควบคุม	300	400	500	F-test	CV (%)
เริ่มการเก็บรักษา	1.86 Af	1.86 Ae	1.86 Ae	1.86 Ae	ns	0.14
วันที่ 2	2.54 Ae	2.54 Ad	2.57 Ad	2.58 Ad	ns	0.04
วันที่ 4	3.17 Ad	3.13 Ad	3.07 Ad	3.01 Ad	ns	0.05
วันที่ 6	5.16 Ac	5.17 Ac	5.20 Ac	5.18 Ac	ns	0.03
วันที่ 8	6.20 Ab	6.09 Ab	6.10 Ab	6.20 Ab	ns	0.04
วันที่ 10	8.14 Aa	8.14 Aa	8.17 Aa	8.21 Aa	ns	0.03
F-test	**	**	**	**		
CV (%)	0.50	0.51	0.51	0.51		

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01) * = significant (P< 0.05) ns = non significant ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่อธิบายความแตกต่างทางสิถิติของปริมาณเพอร์ออกไซด์จากอิทธิพลของความเข้มข้นที่แตกต่างของจิบเบอเรลลินที่เมล็ดชาได้รับ และตัวอักษรพิมพ์เล็ก

ตารางที่ 13 แสดงปริมาณน้ำมัน ความชื้น น้ำหนักกองเมล็ด กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินในระดับต่างๆ

ความเข้มข้นของ GA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณน้ำมัน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็น)	น้ำหนักกองเมล็ด (กรัม)	ปริมาณกรด (mg of KOH/g)	ปริมาณเพอร์ออกไซด์ (meq/kg)
สิ่งทดลองควบคุม	36.23 b	17.31	161.00 b	1.93	4.51
300	39.25 a	16.19	162.63 a	1.95	4.49
400	38.19 ab	16.92	160.76 b	2.26	4.50
500	38.35 ab	18.81	159.21 c	1.84	4.51
F-test	*	ns	**	ns	ns
CV (%)	6.67	19.89	1.01	22.35	4.71

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตัวอักษร a ถึง c อธิบายความแตกต่างทางสถิติของปริมาณน้ำมัน ความชื้น น้ำหนักกองเมล็ด กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินในระดับต่างๆ

ตารางที่ 14 แสดงปริมาณน้ำมัน ความชื้น น้ำหนักกองเมล็ด กรด และเพอร์ออกไซด์ในเมล็ดชาน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

	ปริมาณน้ำมัน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็น)	น้ำหนักกอง เมล็ด (กรัม)	ปริมาณกรด (mg of KOH/g)	ปริมาณเพอร์ออกไซด์ (meq/kg)
เริ่มการเก็บรักษา	33.14 c	39.14a	202.95 a	1.80 cb	1.86 f
วันที่ 2	36.19 b	28.15b	179.74 b	1.57 c	2.56 e
วันที่ 4	36.79 b	15.57c	158.70 c	1.99 abc	3.10 d
วันที่ 6	39.01 b	8.45d	145.43 d	2.21 ab	5.18 c
วันที่ 8	41.43 a	6.64d	140.29 e	2.12 ab	6.15 b
วันที่ 10	41.47 a	5.90d	138.30 f	2.30 a	8.17 a
F-test	**	**	**	**	**
CV (%)	6.67	19.89	1.01	22.35	4.71

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตัวอักษร a ถึง f อธิบายความแตกต่างทางสถิติของปริมาณน้ำมัน ความชื้น น้ำหนักกองมล็ด กรด และในเมล็ดชาน้ำมันจากอิทธิพลของกรรมวิธีการเก็บรักษา

วิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของเมล็ดชาน้ำมันระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

ผลจากการศึกษาพบว่า เมล็ดชาน้ำมันที่ระยะเวลาการเก็บรักษาต่างกัน มีองค์ประกอบทางเคมีมากน้อยแตกต่างกัน เมล็ดชาน้ำมันสด จะมีปริมาณความชื้น 36.18 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นปริมาณความชื้นในเมล็ดมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันเป็นระยะเวลครบ 90 วันพบว่า เมล็ดชาน้ำมันมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 4.96 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมล็ดที่มีความชื้นต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ และมีระยะการเก็บรักษามากกว่า 60 วันเมล็ดชาน้ำมันจะสูญเสียความมีชีวิต ในเวลา 90 วันเมล็ดชาสดสูญเสียความชื้นไป 31.22 เปอร์เซ็นต์ แต่ในด้านของปริมาณน้ำมันมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งจากวันเริ่มการเก็บรักษาคือ 31.49 เปอร์เซ็นต์ เป็น 45.03 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ซึ่งเมล็ดชาน้ำมันสดเมื่อนำมาสกัดน้ำมันโดยไม่ผ่านการเก็บรักษามีปริมาณน้ำมัน 33.57 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำมันมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่วันที่15 ถึงวันที่ 90 ของการเก็บรักษาโดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Zhou *et al*. (2011) ที่ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ชาน้ำมัน มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาเพิ่มขึ้น 3 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 30 ของการเก็บรักษาเมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา โดยสาเหตุที่ปริมาณน้ำมันมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเกิดจากการแสดงออกของ miRNA เป็นพิเศษ ที่จะมีการแสดงออก พบว่ามี 4 miRNA ที่แสดงออกเป็นพิเศษเมื่อเมล็ดมีความชื้นน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการสังเคราะห์กรดไขมัน และกิจกรรมการสะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมี miRNA อยู่ 2 pre-miRNA ที่ควบคุมการสังเคราะห์กรดไขมันคือ Group1_Unigene_BMK.23434_588836 และ Group2_Unigene_BMK 34335_1,093,229 เมล็ดที่มีความชื้นมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์แสดงกิจกรรมการสังเคราะห์กรดไขมันน้อยกว่าเมล็ดที่มีความชื้นน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ Group2_Unigene_BMK.9543_1378570 มีเป้าหมายคือ acetyl-CoA-carboxylase ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ATT carboxylation ของ acetyl-CoA ในการสร้าง malonyl-CoA โดย acetyl-CoA-carboxylase ยังเป็นตัวจำกัดความเร็ว และปฏิกิริยาผกผันที่เกิดขึ้นครั้งแรกในการสร้างกรดไขมัน (Feng *et al*., 2017) จากรายงานของ Dang-Quan *et al.* (2007) ศึกษาการสังเคราะห์ไขมันในเมล็ดน้ำมันชา พบว่าเมล็ดชาน้ำมันมีปริมาณน้ำมันในเมล็ดชา 50 เปอร์เซ็นต์ ประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีกรดโอเลอิค 82 เปอร์เซ็นต์ กรดไลโนเลอิกและกรดลิโนเลนิก 8.6 เปอร์เซ็นต์ โดยกระบวนการสังเคราะห์น้ำมันชามีความซับซ้อนมาก และเกี่ยวข้องกับโปรตีน และเอนไซม์หลายชนิด ซึ่งปริมาณของ malonyl coenzyme A เป็นตัวกำหนดความเร็นในการสังเคราะห์

กรดไขมันอิ่มตัวจะถูกสร้างในเมล็ดชาน้ำมัน และเอนไซม์ที่สำคัญในการสังเคราะห์กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวคือ Stearoyl-ACP Desaturase (SAD) ซึ่งควบคุมปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยที่ในเมล็ดชาน้ำมันมีปริมาณ SAD ที่สูงทำให้น้ำมันชามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่สูง ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในร่างกาย ลดความเสี่ยงเกิดโรคหัวใจ และหลอดเลือดสมอง แต่กรดไขมันไม่อิ่มตัวมีอัตราการเกิดเกิดปฏิกิริยาลิพิดออกซิเดชันที่สูงทำให้น้ำมันเกิดการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น รสของน้ำมัน สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ และอันตรายต่อการบริโภค

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เมื่อนำเมล็ดชาน้ำมันมาสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซน แล้วนำน้ำมันที่ได้จากเมล็ดชาที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ มาวิเคราะห์ค่าของกรดในน้ำมันมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยในเมล็ดชาสดมีค่ากรดในน้ำมันเท่ากับ 1.25 mg of KOH/g ระยะ 45 วันแรกของการเก็บรักษาปริมาณกรดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อเมล็ดสูญเสียความมีชีวิตในวันที่ 60 ของการเก็บรักษาปริมาณกรดในน้ำมันมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันเป็นระยะเวลา 90 วัน ปริมาณกรดในน้ำมันเท่ากับ 15.59 mg of KOH/g ซึ่ง Codex ได้กำหนดค่าของกรดในน้ำมันมะกอกไว้ว่าต้องต่ำกว่า 0.6 mg of KOH/g (Codex, 2007) หากค่าความเป็นกรดสูงแสดงว่าน้ำมันเสื่อมคุณภาพ มีจุดเกิดควันต่ำลง และเป็นสาเหตุเริ่มต้นของการเกิดกลิ่นหืน นอกจากนี้ยังมีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาลิพิดออกซิเดชัน (lipid oxidation) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ ซึ่งทำให้เกิดการหืนอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว (Shahidi and Zhong, 2005) โดยกลิ่นหืนเกิดจากปริมาณของค่าเพอร์ออกไซด์ โดยค่าเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชาจาก เมล็ดชาสดมีค่าเท่ากับ 2.54 meq/kg เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณค่าเพอร์ออกไซด์เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การเก็บรักษาเมล็ดชาเป็นเวลาครบ 90 วัน พบว่า เมล็ดชามีค่าเท่ากับ 19.24 meq/kg โดยเพิ่มจากวันแรกของการเก็บรักษามากถึง 657.48 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันเป็นระยะเวลา 90 วัน ค่าเพอร์ออกไซด์ยังต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ Codex แต่ปริมาณเพอร์ออกไซด์มีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของ Codex ที่ 20 meq/kg

การทดลองที่ 2 ศึกษาวิธีการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่เหมาะสมหลังการเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

จากผลการวิจัยพบว่า ในวันที่ 45 ของการเก็บรักษา เมล็ดชาสูญเสียความมีชีวิตทั้งหมด จากเมล็ดที่เก็บรักษาในวันแรกของการเก็บรักษามีชีวิต โดยเมล็ดมีบริเวณที่ติดสีแดงประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ โดยบริเวณที่ติดสีแดงเกิดจากเกลือเททระโซเลียมทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ที่มีชื่อว่า dehydrogenase ซึ่งเป็นเอนซ์ที่มีบทบาทเกี่ยวกับการหายใจของเซลล์ ดังนั้นเซลล์ที่มีชีวิตเท่านั้นที่พบเอนไซม์นี้ การทำปฏิกิริยาของเกลือเททระโซเลียมกับเอนไซม์ dehydrogenase ทำให้เกิดสีแดงที่เรียกว่า formazan

จากการนำเมล็ดชาน้ำมันมาสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซนพบว่า การเก็บรักษาวันเริ่มต้นเมล็ดชาน้ำมันที่เก็บรักษามีปริมาณน้ำมันเท่ากับ 31.47 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญใน 15 วันแรกของการเก็บรักษา สอดคล้องกับการศึกษาของ Zhou *et al*. (2011) ที่ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ชาน้ำมัน ที่พบว่าปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาเพิ่มขึ้น 3 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 30 ของการเก็บรักษาเมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา โดยการศึกษาของเขาได้ระบุว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นเมล็ด 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ชาน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยในการทดลองนี้ได้ลดความชื้น เมล็ดชาก่อนการเก็บรักษาให้มีความชื้นเท่ากับ 6.97 เปอร์เซ็นต์ จากการเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาภายหลังการเก็บเกี่ยวมีความเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของ miRNA บางชนิด ที่จะมีการแสดงออกเป็นพิเศษ โดยพบว่ามี 4 miRNA ที่แสดงออกมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเมล็ดชามีความชื้นน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการสังเคราะห์กรดไขมันและกิจกรรมการสะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมี miRNA อยู่ 2 pre-miRNA ที่ควบคุมการสังเคราะห์กรดไขมันคือ Group1 _Unigene_BMK.2 3 4 3 4 _5 8 8 8 3 6 และ Group2_Unigene_BMK.34335_1,093,229 เมล็ดที่มีความชื้นมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์แสดงกิจกรรมการสังเคราะห์กรดไขมันน้อยกว่าเมล็ดที่มีความชื้นน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดย Group2_Unigene_BMK.9543_1378570 มีเป้าหมายคือการสังเคราะห์ acetyl-CoA-carboxylase ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ATT carboxylation ของ acetyl-CoA ในการสร้าง malonyl-CoA โดย acetyl-CoA-carboxylase ยังเป็นตัวจำกัดความเร็ว และปฏิกิริยาผกผันที่เกิดขึ้นครั้งแรกในการสร้างกรดไขมัน (Feng *et al.*, 2017) จากการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันโดยกรรมวิธีที่แตกต่างกัน คือ เก็บรักษาเมล็ดชาในถุงพลาสติกสุญญากาศ เก็บรักษาเมล็ดชาในถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม พบว่าปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกัน

แต่ปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาในเมล็ดที่เก็บรักษาในในถุงพลาสติกปิดสนิท มีปริมาณน้ำมันมากที่สุด โดยมากกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการเก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ เนื่องจากการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกปิดสนิทสามารถลดการสัมผัสกับออกซิเจน ทำให้เมล็ดชาน้ำมันมีอัตราการหายใจลดน้อยลง โดยการหายใจในระดับเซลล์มีการสลาย glucose ด้วยวิธี Gylcolysis ทำให้ในสิ่งทดลองควบคุมมีการสลายตัวของ glucose จากการหายใจของเมล็ดชาน้ำมันมากว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิท ทำให้สิ่งทดลองควบคุมเหลือ glucose น้อยกว่าเมล็ดชาน้ำมันที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิท ซึ่ง glucose สารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไขมัน โดย glucose ถูกสลายด้วยวิธี Gylcolysis ก็จะได้ pyruvate ซึ่งจะเปลี่ยนเป็น oxaloacetate โดยที่ oxaloacetate เป็นตัวส่ง Acetetyl CoA ไปยัง cytoplasm เพื่อเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์ไขมันทำให้การเก็บรักษาเมล็ดชาในถุงพลาสติกปิดสนิทมีปริมาณน้ำมันมากกว่า

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เมื่อนำเมล็ดชาน้ำมันมาสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซน แล้วนำน้ำมันที่ได้จากเมล็ดชาที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ และกรรมวิธีที่แตกต่างมาวิเคราะห์ค่าของกรดพบว่า เมล็ดที่เก็บรักษาในวันเริ่มต้นมีปริมาณกรดเท่ากับ 1.25 mg of KOH/g จากระยะเวลาการเก็บรักษาที่มากขึ้นปริมาณกรดในน้ำมันมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอย่างมีนัยสำคัญ พบว่าในวันที่ 90 ของการเก็บรักษา ปริมาณกรดในน้ำมันของเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ ถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม คือ 14.53 14.02 และ 15.59 mg of KOH/g ตามลำดับ จากการทดลองสังเกตได้ว่าปริมาณกรดในไขมันในระหว่างการเก็บรักษาที่ 45 วัน ถึง 60 วันมีอัตรการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดในน้ำมันมากขึ้น โดยจะสอดคล้องกับการสูญเสียความมีชีวิตของเมล็ดชาน้ำมันที่ทดสอบด้วยวิธีเททระโซเลียมที่ไม่พบการติดสีแดงระยะการเก็บรักษาที่ 45 วัน โดยมีแนวโน้มว่าการเก็บรักษาเมล็ดที่ไม่มีชีวิตจะทำให้มีปริมาณกรดในน้ำมันเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปริมาณกรดในน้ำมันสูง แสดงว่าน้ำมันเสื่อมคุณภาพ มีจุดเกิดควันต่ำลงและเป็นสาเหตุเริ่มต้นของการเกิดกลิ่นหืน นอกจากนี้ยังมีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาลิพิดออกซิเดชัน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ ทำให้เกิดการหืนอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว โดยกรดไขมันอิสระในน้ำมันเกิดจากไตรกลีเซอไรด์ที่เป็นส่วนประกอบหลักในไขมันและน้ำมัน ถูกย่อยสลายด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) โดยมีเอนไซม์ไลเปส และความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ได้เป็น กลีเซอรอล และกรดไขมันอิสระ ซึ่งทำให้น้ำมันความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และกรดไขมันอิสระยังมีกลิ่นที่ผิดปกติ (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2010) ซึ่ง Codex ได้กำหนดค่าของกรดในน้ำมันมะกอกไว้ว่าต้องต่ำกว่า 0.6 mg of KOH/g (Codex, 2007) จากการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันโดยกรรมวิธีที่แตกต่างกัน คือ เก็บรักษา

เมล็ดชาในถุงพลาสติกสุญญากาศ เก็บรักษาเมล็ดชาในถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม ไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณกรดในน้ำมัน

เมื่อนำเมล็ดชาน้ำมันมาสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซน แล้วนำน้ำมันที่ได้จากเมล็ดชาที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ และกรรมวิธีที่แตกต่างมาวิเคราะห์ค่าของเพอร์ออกไซด์พบว่า เมล็ดที่เก็บรักษาในวันเริ่มต้นมีปริมาณเพอร์ออกไซด์เท่ากับ 2.54 meq/kg จากระยะเวลาการเก็บรักษาที่มากขึ้นปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอย่างมีนัยสำคัญ พบว่าในวันที่ 90 ของการเก็บรักษาปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันของเมล็ดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสุญญากาศ ถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุม คือ 19.19 19.59 และ 20.11 meq/kg ตามลำดับ จากการทดลองสังเกตได้ว่า ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันในระหว่างการเก็บรักษาที่ 45 ถึง 60 วันมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันมากขึ้นเช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรด จากการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันโดยกรรมวิธีที่แตกต่างกัน คือ เก็บรักษาเมล็ดชาในถุงพลาสติกสุญญากาศ เก็บรักษาเมล็ดชาในถุงพลาสติกปิดสนิท และสิ่งทดลองควบคุมที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 90 วันพบว่า การเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกปิดสนิท และเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกสุญญากาศ มีปริมาณเพอร์ออกไซด์เท่ากับ 19.59 และ19.19 meq/kg ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าสิ่งทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญคือ 20.11 meq/kg ซึ่งเกินข้อกำหนดของ Codex ที่กำหนดไว้ที่ 20 meq/kg โดยถ้าหากเกินตามที่ Codex ที่กำหนดไว้น้ำมันจะเสียคุณภาพ และมีกลิ่นหืน เพอร์ออกไซม์ไม่ได้เป็นสารที่ทำให้น้ำมันเกิดกลิ่นที่ผิดปกติ แต่เป็นดัชนีชี้วัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด ที่ได้เป็นเพอร์ออกไซด์ และอนุมูลอิสระ โดยอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นมารวมตัวกันเองเกิดเป็นสารใหม่ เช่น แอลดีไฮด์ คีโทน แอลกอฮอล์ แอลเคน และกรดอินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดสี กลิ่น และรส ที่ผิดปกติของน้ำมัน (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2010) จากการทดลองนี้พบว่าการใช้ถุงพลาสติกสุญญากาศ และถุงพลาสติกปิดสนิท เพื่อลดปริมาณออกซิเจนในอากาศที่จะสัมผัสกับเมล็ดชาเพื่อลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิดได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่การเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกสุญญากาศมีปริมาณเพอร์ออกไซด์ในไขมันน้อยที่สุดโดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่การเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกปิดสนิทมีความเหมาะสมมากที่สุดเนื่องจากค่าใช้จ่ายในการบรรจุเมล็ดชาแบบสุญญากาศมีราคาที่สูงกว่าการบรรจุแบบปิดสนิทมาก

การทดลองที่ 3 ศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

จากการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันสดพบว่า เมล็ดชาน้ำมันหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน เมล็ดชาน้ำมันยังคงมีชีวิตอยู่แต่พื้นที่การติดสีแดงน้อยลงจากการทดสอบด้วยวิธีเททระโซเลียมกว่าวันแรกของการเก็บรักษาอย่างเห็นได้ชัด โดยสีแดงที่เกิดจากการทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดด้วยวิธีเททระโซเลียม เรียกว่า formazan ซึ่งเกิดจากเกลือเททระโซเลียมทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ที่มีชื่อว่า dehydrogenase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทเกี่ยวกับการหายใจของเซลล์ จึงพบอยู่ในเซลล์ที่มีชีวิตเท่านั้นที่พบเอนไซม์นี้ โดยพื้นที่มีการติดสีแดงน้อยลงตามความชื้นของเมล็ด โดยในวันแรกของการเก็บรักษาเมล็ดมีความชื้นเท่ากับ 39.14 เปอร์เซ็นต์ และวันที่ 10 ของการเก็บรักษาเมล็ดที่ได้รับจิบเบอเรลลิน ความเข้มข้น 0 300 400 และ500 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดลงเหลือ 6.38 5.46 5.68 และ 6.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณความชื้นในเมล็ดสูญเสียเฉลี่ยทั้งหมดที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน เท่ากับ 33. 24 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับน้ำหนักเมล็ดน้ำหนักกองเมล็ดที่สูญเสียน้ำหนักไป 31.86 เปอร์เซ็นต์ ที่เริ่มต้นการเก็บรักษามีน้ำหนัก 203 กรัม ต่อกอง และเมื่อเก็บรักษาครบ 10 วัน น้ำหนักเมล็ดที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 0 300 400 และ500 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดลงเหลือ 140.23 142.61 140.14 และ 138.19 กรัม ตามลำดับ

จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำมันในเมล็ดมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะการเก็บรักษาโดยที่เพิ่มขึ้นจาก 31.14 เปอร์เซ็นต์ในวันเริ่มการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นเป็น 41.14 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา โดยมีปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ในระยะการเก็บรักษา 10 วัน จากการเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาภายหลังการเก็บเกี่ยวมีความเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของ miRNA บางชนิด ที่จะมีการแสดงออกเป็นพิเศษ โดยพบว่ามี 4 miRNA ที่แสดงออกมากขึ้นอย่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเมล็ดชามีความชื้นน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการสังเคราะห์กรดไขมัน และกิจกรรมการสะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมี miRNA อยู่ 2 pre-miRNA ที่ควบคุมการสังเคราะห์กรดไขมันคือ Group1 UnigeneBMK.23434588836 และ Group2 Unigene_BMK.34335 1,093,229 เมล็ดที่มีความชื้นมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์แสดงกิจกรรมการสังเคราะห์กรดไขมันน้อยกว่าเมล็ดที่มีความชื้นน้อยกว่า 30เปอร์เซ็นต์ โดย Group2_Unigene_BMK.9543_1378570 มีเป้าหมายคือการสังเคราะห์ acetyl-CoA-carboxylase ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ATT carboxylation ของ acetyl-CoA ในการสร้าง malonyl-CoA โดย acetyl-CoA-carboxylase ยังเป็นตัวจำกัดความเร็ว และปฏิกิริยาผกผันที่เกิดขึ้นครั้งแรกในการสร้างกรดไขมัน โดยที่ miRNA มีเป้าหมายดังนี้ Group2_Unigene_BMK.38504_1137263 ควบคุมการสังเคราะห์ Fatty acid hydroxylase CL9644 Contig1_380257 ควบคุมการสังเคราะห์ Carboxylesterase Group1

_Unigene_BMK.23434_588836 ควบคุมการสังเคราะห์ 3-ketoacyl-CoA synthase III และ Group2_Unigene_BMK.34335_1,093,229 ควบคุมการสังเคราะห์ 3-ketoacyl-CoA synthase III ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสังเคราะห์ไขมัน (Feng *et al*., 2017) จากเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 0 300 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาเมล็ดที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำมันมากที่สุด คือ 43.36 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดชาที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 300 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 42.64 และ 41.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับเมล็ดชาน้ำมันที่ไม่ได้รับได้รับจิบเบอเรลลินคือ 38.17 โดยเมล็ดที่ได้รับจิบเบอเรลลิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณน้ำมันมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้รับจิบเบอเรลลิน 5.19 เปอร์เซ็นต์ จากการใช้จิบเบอเรลลินความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดได้ถึง 12.22 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 8 วัน จากเมล็ดสดที่มีปริมาณน้ำมัน 31.14 เปอร์เซ็นต์ โดยสอดคล้องกับงานของ Qianqian *et al*. (2017) ที่ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนองการให้จิบเบอเรลลินกับเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว โดยการให้จิบเบอเรลลินในความเข้มข้น 403.64 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดชา 5.69 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเมล็ดชาน้ำมันได้รับจิบเบอเรลลินในวันที่ 6.81 โดยอิทธิพลของจิบเบอเรลลินที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำมันเกิดจากจิบเบอเรลลินส่งผลต่อเซลล์ของ aleurone layer ให้ปลดปล่อย hydrolytic enzyme ออกมาย่อยแป้ง โปรตีน ไขมัน RNA และผนังเซลล์ ไปเป็น glucose sucrose amino acid และ amides (Gupta and Chakrabarty, 2013; นพดล, 2555) ซึ่ง glucose ถูกสลายด้วยวิธี Gylcolysis ก็จะได้ pyruvate ซึ่งจะเปลี่ยนเป็น oxaloacetate โดยที่ oxaloacetate เป็นตัวส่ง Acetetyl CoA ไปยัง cytoplasm เพื่อเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์ไขมัน และการสลาย glucose ยังช่วยป้อน glycerol 3-phosphate ให้แก่กระบวนการสร้าง TG และ Phosphoglyceride เพื่อสะสม fatty acyl CoA ออกจากไมโตคอนเดรียทำให้มี citrate ใน cytoplasm สูงเพื่อกระตุ้น acetyl CoA carboxylase ทำให้สร้างกรดไขมันได้มาก จากอิทธิพลของจิบเบอเรลลินส่งผลให้เกิด glucose มากขึ้น และ glucose เป็นตัวตั้งต้นของการควบคุมการสังเคราะห์ไขมัน และทำงานควบคู่กับกับ miRAN ที่มีอิทธิพลต่อการสร้าง และเก็บสะสมไขมันในเมล็ดชาทำให้เมล็ดชาน้ำมันมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เมื่อนำเมล็ดชาน้ำมันที่ได้รับจิบเบอเรลลินในระดับต่างๆ มาสกัดน้ำมันด้วยเฮกเซน แล้วนำน้ำมันที่ได้จากเมล็ดชาที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ มาวิเคราะห์ค่าของกรดพบว่า ค่าของกรดในน้ำมันมีปริมาณมากขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยในเมล็ดชาสดมีค่ากรดในน้ำมันเท่ากับ 1.78 mg of KOH/g และวันที่ 10 ของการเก็บรักษาเมล็ดที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 0 300 400 และ500 มิลลิกรัมต่อลิตรเพิ่มขึ้นเป็น 2.21 2.2 12.63 และ 2.15 mg of KOH/g ตามลำดับ โดยที่อิทธิพลของจิบเบอเรลลินไม่มีผลต่อการเพิ่มของปริมาณกรด และปริมาณเพอร์ออกไซด์ โดยที่เมล็ดสดมีปริมาณเพอร์ออกไซด์เท่ากับ 1.86 meq/kg และเมล็ดที่ได้รับจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 0 300 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณเพอร์ออกไซด์เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในระยะ 10 วันของการเก็บรักษา คือ 8.14 8.14 8.17 และ 8.21 meq/kg โดยไม่เกินค่ามาตรฐานของ Codex ที่กำนหนดไว้ที่ 20 meq/kg โดยถ้าหากเกินตามที่ Codex ที่กำหนดไว้น้ำมันจะเสียคุณภาพ และมีกลิ่นหืน โดยค่าเพอร์ออกไซด์คือ ค่าที่ใช้การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นหืน (Codex, 2007)

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของเมล็ดชาน้ำมันระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวสรุปได้ว่าในระยะเวลา 90 วันของการเก็บรักษาปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันเพิ่มขึ้น 12.88 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดในน้ำมันเพิ่มขึ้น 11.43 เท่า ปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันเพิ่มขึ้น 42.4 เท่า และปริมาณความชื้นในเมล็ดลดลง 31.22 เปอร์เซ็นต์จากการเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา โดยที่เมล็ดเกิดการสูญเสียความมีชีวิตในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา การศึกษาวิธีการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่เหมาะสมหลังการเก็บเกี่ยวสรุปได้ว่า อิทธิพลของการเก็บรักษาในกรรมวิธีต่างไม่มีผลต่ออัตราการลดลงของปริมาณความชื้น แต่มีอิทธิพลต่อ ปริมาณน้ำมัน ปริมาณกรด และเพอร์ออกไซด์ โดยที่การเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันในถุงพลาสติกปิดสนิทมีความเหมาะสมมากที่สุดในการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมัน และพบว่าเมล็ดที่สูญเสียความมีชีวิตมีอิทธิพลให้มีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรด และเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันชา และสามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยวโดยการ การใช้จิบเบอเรลลินที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อลิตร และการเก็บรักษาเมล็ดชาน้ำมันที่ 8 วัน สามารถเพิ่มปริมาณของน้ำมันในเมล็ดได้มากที่สุดคือ 42.64 เปอร์เซ็นต์ มีการเพิ่มปริมาณของน้ำมันในเมล็ดชาจากเมล็ดสด 9.49 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้รับจิบเบอเรลลินที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน 4.47 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ความเข้มข้นของจิบเบอเรลลินไม่มีผลต่ออัตราการเพิ่มของปริมาณกรด และเพอร์ออกไซด์ในน้ำมัน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และเคมีของเมล็ดชาน้ำมันระหว่างการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยว และศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณน้ำมันเท่านั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านความปลอดภัยของจิบเบอเรลลิน และพิษตกค้างในน้ำมันที่อาจส่งผลต่อผู้บริโภค และควรศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล และแป้งในเมล็ดชาน้ำมัน เพื่อเป็นข้อมูลในการอธิบายเหตุผลของการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำมันในเมล็ดชา

บรรณานุกรม

คณิตา ตังคณานุรักษ์. 2542. เทคนิคการแยกสารทางเคมี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง: กรุงเทพฯ. 23-65.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2555. สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่. 45-53

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2010. ปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด. [Online]. Available http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0395/lipid-oxidation-.

อนันต์ รังษี. 2551. น้ำมันเมล็ดชา น้ำมันดีที่ไม่ควรมองข้าม. วารสารสาส์นไก่ 56(54): 46-47.

Chemists, A. A. & Horwitz, W. 1990. Official methods of analysis. **Vol. I. 15th ed. AOAC, Arlington, VA**, 489.

Chen, Y., Z., Z. H., Xiao, S. F., Peng, X. H., Yang, D. X., Wang, X. N. & Dunag, W. 2006. Study of fruit growing specialties and its oil content in oil-tea camellia. **Forest Research**, 19(11): 19-14.

Chen, Y. Z., Wang, X. N., Yang, X. H., Peng, S. F. & Wang, D. B. 2008. Production of ornamental camellia tree by crownexchanged grafting. **Acta Hort**, 769: 763-766.

Codex, A. C. 2007. Codex alimentarius Commission: procedural manual. **Food & Agriculture Org.**22-36.

Dang-Quan, Z., Xiao-Feng, T. & Hong-Peng, C. 2007. Characteristics and Molecular Genetics of Lipid Biosynthesis in Tea-oil Tree Seed. **Seed Science and Biotechnology**, 42-47.

Feng, J.-L., Yang, Z.-J., Chen, S.-P., El-Kassaby, Y. A. & Chen, H. 2017. High throughput sequencing of small RNAs reveals dynamic microRNAs expression of lipid metabolism during *Camellia oleifera* and *C. meiocarpa* seed natural drying. **BMC Genomics**, 18(1), 546.

Gilman, E. F. & Watson, D. G. 1993. **Tea-Oil Camellia (Camellia oleifera). Fact Sheet ST116** [Online]. Available http//edis.ifas.ufl.edu/ST116 (12 March 2019).

Gupta, R. & Chakrabarty, S. 2013. Gibberellic acid in plant: still a mystery unresolved. **Plant signaling & behavior**, 8(9), e25504.

Hunan, A., of, Forestry. 2010. Oil-tea camellia Research and Development and Centre of State Forestry Administration. **International Training Workshop on High - yield cultivation techniques of oil-tea camellia (*Camellia oleifera*)**, 9-28.

Lee, C. P. & Yen, G. C. 2009. **Identification of bioactive compounds in oil of tea seed (*Camellia oleifera* Abel.)**. [Online]. Available http://www.nchu.edu.tw/add/budget/student%20abroad/ inter-meeting-93/T93-2-7.pdf (5 March 2017).

Li, H., Zhou, G. Y., Zhang, H. Y. & Liu, J. A. 2011. Research progress on the health function of tea oil. **Journal of Medicinal Plants Research** 5(4): 485-489.

Qianqian, S., Weiwei, B., Hui, C., Guohua, Z., Yu, L. & Yuyin, Z. 2017. Optimization of response surface for postharvest treatment on oil content in Camellia oleifera 'Min43' fruits. **Journal of Anhui Agricultural University**.

Ramwant, G. & Chakrabarty, S. K. 2013. Gibberellic acid in plant: still a mystery unresolved. **Plant signaling & behavior**, e25504.

Robert, G. R. & Silva, U. L. 1972. Products from tea seeds I. Extraction and properties of oil. **Tea Quarterly** 43(43): 88-90.

Ruter, J. M. 2002. Nursery Production of Tea Oil Camellia under Different Light Levels. **Proceedings of the Fifth National**, 222-224.

Shahidi, F. & Zhong, Y. 2005. Lipid oxidation: measurement methods. **Bailey's industrial oil and fat products**. 23-44.

Shanan, H. & Ying, G. 1982. The comprehensive utilization of camellia fruits. **Am. Camellia Yearbk.**, (37): 104-107.

Society, A. O. C. & Firestone, D. 1994. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. AOCS press. 123-336.

Sukhasem & Limphapayom. 2015. Study on the Quality of Tea oil seed (*Camellia oleifera)* and Tea Oil. **Thai Agricultural Research Journal**, 34(3), 270-285.

Tzeng, D. D. S., Tzeng, T. C., Lee, H. M. & Yeh, Y. 1994. Embryology of the Theaceae-anther and ovule development of Camellia, Franklinia and Schima. **Proceeding of National Science Council, ROC Part B: Life Sciences**, 18(13): 138-145.

Xi-mei, Z., Xue-hui, W., Chang-bao, L., Qiao-hua, K. & Li, L. 2010. Characteristics and Mathematical Description of Hot-Air Drying of *Camellia oleifera* Seed. **Journal of South China University of Technolog**, 38(8), 116-120.

Zhang, D., Q., X. F., Tan, L. S., Xie, T. & Hu, F. 2008. The main gene controlling the biosynthesis of fatty acid in *Camellia oleifera* seed. **Acta Hort**, 769: 749-753.

ZHOU, Y., XU, L., WANG, K.-y. & YANG, H. 2011. Quality and Physiological Changes of *Camellia oleifera* Seed under Different Storage Conditions. **Food Science**, 24(064.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	6	595.37	99.22	21.39	<.0001**
Error	14	64.95	4.63		
Total	20	660.33			

R^2= 0.90 CV= 4.84 % RMS= 2.15

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นในเมล็ดชาจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	6	2247.12	2268.42	246.13	<.0001**
Error	14	21.3	1.52		
Total	20	2268.42			

R^2= 0.99 CV= 11.12 % RMS= 1.23

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดในน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	6	2247.12	2268.42	246.13	<.0001**
Error	14	21.3	1.52		
Total	20	2268.42			

R^2= 0.99 CV= 11.12 % RMS= 1.23

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	6	707.48	117.91	37.08	<.0001**
Error	14	44.52	3.18		
Total	20	752.01			

R^2= 0.94 CV= 25.33 % RMS= 1.78

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษา

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	20	1995.24	99.76	16.33	<.0001**
Storage method	2	63.13	31.56	5.17	0.0099**
Time	6	1826.51	304.41	49.82	<.0001**
Storage method*Time	12	105.60	8.801	1.44	0.1864
Error	42	256.63	6.11		
Total	62	2251.88			

R^2=0.88 CV=5.57 % RMS=2.47

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นในเมล็ดชาจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษา

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	20	42.94	2.14	9.91	<.0001**
Storage method	2	0.92	0.46	2.14	0.1304
Time	6	37.05	6.17	28.49	<.0001**
Storage method*Time	12	4.96	0.41	1.91	0.0614
Error	42	9.10	0.21		
Total	62	52.04			

R^2=0.825100 CV=7.945435 % RMS=0.465543

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดในน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษา

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	20	1829.12	91.45	44.02	<.0001**
Storage method	2	13.31	6.65	3.2	0.05*
Time	6	1804.86	300.81	144.78	<.0001**
Storage method*Time	12	10.94	0.91	0.44	0.9377
Error	42	87.26	2.07		
Total	62	1916.39			

R^2=0.954465 CV=18.07313 % RMS=1.441418

หมายเหตุ * = significant (P< 0.05)

** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา และวิธีการเก็บรักษา

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	20	2251.68	112.58	3263.13	<.0001**
Storage method	2	19.75	9.87	286.24	<.0001**
Time	6	2213.02	368.83	10690.3	<.0001**
Storage method*Time	12	18.90	1.57	45.67	<.0001**
Error	42	1.44	0.03		
Total	62	2253.13			

R^2=0.999357 CV=1.336554 % RMS=0.185747

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณน้ำมันในเมล็ดชาจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา และความเข้มข้นของจิบเบอริลิน

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	23	844.19	36.7	5.69	<.0001**
Gibberellin concentration	3	58.23	19.41	3.01	0.039
Time	5	654.81	130.96	20.3	<.0001**
Gibberellin concentration*Time	15	131.14	8.74	1.36	0.208
Error	48	309.62	6.45		
Total	71	1153.82			

R^2= 0.73 CV= 6.66 % RMS= 2.53

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นในเมล็ดชาจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา และความเข้มข้นของจิบเบอริลิน

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	23	11300.58	491.32	41.48	<.0001**
Gibberellin concentration	3	65.55	21.85	1.84	0.151
Time	5	11034.46	2206.89	186.33	<.0001**
Gibberellin concentration*Time	15	200.57	13.37	1.13	0.35
Error	48	568.52463	11.84426		
Total	71	11869.1			

R^2= 0.95 CV= 19.88 % RMS= 3.44

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักกองเมล็ดชาจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา และความเข้มข้นของจิบเบอริลิน

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	23	39751.91	1728.34	644.76	<.0001**
Gibberellin concentration	3	105.84	35.28	13.16	<.0001**
Time	5	39630.56	7926.11	2956.82	<.0001**
Gibberellin concentration*Time	15	15.5	1.03	0.39	0.97
Error	48	128.66	2.68		
Total	71	39880.58			

R^2= 0.99 CV= 1.01 % RMS= 1.63

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไขมันในน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา และความเข้มข้นของจิบเบอริลิน

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	23	9.17	0.39	2.06	0.0174*
Gibberellin concentration	3	0.92	0.3	1.59	0.2
Time	5	4.82	0.96	4.98	0.0009**
Gibberellin concentration*Time	15	3.42	0.22	1.18	0.3187
Error	48	9.29	0.19		
Total	71	18.46			

R^2= 0.49 CV= 22.35 % RMS= 0.44

หมายเหตุ * = significant (P< 0.05)

** = significant (P< 0.01)

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเพอร์ออกไซด์ในน้ำมันจากอิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษา และความเข้มข้นของจิบเบอริลิน

Source of variance	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	*F* value	*P* value
Model	23	357.97	15.56	345.27	<.0001**
Gibberellin concentration	3	0.17	0.05	1.32	0.27
Time	5	357.53	71.5	1586.25	<.0001**
Gibberellin concentration*Time	15	0.26	0.01	0.39	0.974
Error	48	2.16	0.04		
Total	71	360.13			

R^2= 0.99 CV= 4.70 % RMS= 0.21

หมายเหตุ ** = significant (P< 0.01)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล อรรถนนท์ จันทร์อ่อน

เกิดเมื่อ 12 มกราคม 2537

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2559 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน สาขาไม้ผล มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2554 มัธยมศึกษาตอนปลาย ณ โรงเรียนรักษ์วิทยา จังหวัดประจวบคีรีขันธุ์

ประวัติการทำงาน -

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY