

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์เกษตร
2. โครงการวิจัย : เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อรักษาสารสำคัญในพืชสมุนไพร
กิจกรรม : เทคโนโลยีการรักษาสารสำคัญในสมุนไพรประเภทหัว
3. ชื่อการทดลอง(ภาษาไทย) : ศึกษาบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขมิ้นชันแคปซูลเพื่อรักษาปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ น้ำมันหอมระเหย และลดการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา

ชื่อการทดลอง(ภาษาอังกฤษ) : Study on Packaging and Storage Time to Preserve Curcuminoids Volatile Oil and Reduce Aflatoxin Contamination in Turmeric Capsule

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ กวป.

ผู้ร่วมงาน : จารุวรรณ บางแวก กวป.

5. บทคัดย่อ

การศึกษาบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาขมิ้นชันแคปซูลเพื่อรักษาสารเคอร์คูมินอยด์ น้ำมันหอมระเหย และลดการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา ดำเนินการที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตภัณฑ์ ระหว่างเดือนตุลาคม 2561 – กันยายน 2563 วางแผนการทดลองแบบ Split plot โดยมีปัจจัยหลัก คือ ชนิดบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วสีชา ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ และขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน ปัจจัยรอง คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ในสภาพอุณหภูมิห้อง ช่วงอุณหภูมิ 28.1 – 33.2 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ 58.2 - 73.7 เปอร์เซ็นต์ พบว่าบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาการเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กันต่อปริมาณความชื้น และการเกิดสารพิษอะฟลาทอกซิน แต่ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย และสารเคอร์คูมินอยด์ ในขมิ้นชันแคปซูล โดยการเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เป็นระยะเวลา 12 เดือน สามารถรักษาความชื้นของขมิ้นชันแคปซูลให้น้อยกว่าในบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น คือ 15.72 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด คือ 1.48 พีพีบี มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ยคงเหลือ 0.59 เปอร์เซ็นต์ แม้บรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารแล้วการเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ จะมีปริมาณสารดังกล่าวมากกว่าการเก็บในขวดแก้วสีชา และขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน ดังนั้นการเก็บรักษาขมิ้นชันแคปซูลควรเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อควบคุมความชื้น มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหยในปริมาณสูง มีการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในปริมาณน้อยไม่เกินค่ามาตรฐาน

คำหลัก: ขมิ้นชันแคปซูล การเก็บรักษา บรรจุภัณฑ์ เคอร์คูมินอยด์

Abstract

Study on packaging and appropriate storage time to preserve turmeric capsule for maintaining curcuminoids, volatile oil and reducing aflatoxin contamination was performed at Postharvest and Processing Research and Development Division during 2018 -2020 . The experiment was conducted in split plot design. Three packages were set as main plot which were amber glass bottle, aluminum foil bag and polyethylene plastic bottle. The sub plot of this experiment was the storage period for 12 months and 5 replicates of each treatment were done. The result showed that packages and shelf life were related to the moisture content, volatile oil and aflatoxin. But it did not affect on the amount of curcuminoids including three main constituents which were curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin in turmeric capsule. By the storage period for 12 months in foil bag, the moisture content of turmeric capsule was not much different to the initial moisture content as 15.72 % and aflatoxin doesn't exceed the standards set as 1.48 ppb. It was found that the containers did not affect significantly on the amount of curcuminoids and three main constituents. But turmeric capsule in foil bag contained higher amount than the product in amber glass bottle and polyethylene plastic bottle. Therefore, turmeric capsule should be kept in foil bags to maintain moisture content curcuminoids, volatile oil and reduce the contamination of aflatoxin.

Key Words: turmeric, capsule, storage, package, curcuminoids

6. คำนำ

ปัจจุบันสมุนไพรและผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อสุขภาพกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากรัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนให้มีการพัฒนางานวิจัย และการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรของไทย ทั้งในด้านการผลิตเป็นยารักษาโรค และการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเพิ่มมูลค่า ขมิ้นชัน (Turmeric : *Curcuma longa* Linn.) นับเป็นพืชสมุนไพร 1 ใน 6 ของยาบัญชียาหลัก และเป็นพืชสมุนไพรที่รัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนให้มีการผลิต และแปรรูป ส่วนของขมิ้นชันที่นำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ เหง้า ทั้งสด ทั้งแห้ง และบดเป็นผงละเอียด ใช้สำหรับประกอบอาหาร เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์สมุนไพร ในทางการแพทย์ใช้รักษาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ จุกเสียด รักษาผื่นคัน สมานแผล รวมถึงรักษาอาการอักเสบ เป็นต้น (ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย, 2560) ซึ่งจากนโยบายดังกล่าวส่งผลให้มีผู้ผลิตสมุนไพร และสินค้าจากสมุนไพรเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งรายย่อย และการรวมตัวกันเป็นกลุ่ม อีกทั้งประชาชนมีความตื่นตัวและให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น กังวลในเรื่องปัญหาสุขภาพที่อาจเกิดจากการใช้สารเคมี ส่งผลให้ความนิยมในผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติโดยเฉพาะสมุนไพรยิ่งได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ปัญหาที่พบจากการ

ผลิต และแปรรูปไขมันชั้นออกจำหน่าย คือ การเก็บรักษาวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในการผลิตยังมีการเก็บรักษาที่ไม่ถูกต้อง มีโอกาสเสื่อมคุณภาพได้ง่าย โดยเฉพาะไขมันชั้นแคปซูลที่บรรจุถุงพลาสติกที่รัดปากถุงด้วยยางวางขายตามร้านค้าทั่วไป เนื่องจากไม่สามารถป้องกันไอน้ำได้ และจะทำให้ไขมันขึ้น เกิดเชื้อรา และอาจมีการปนเปื้อนของสารพิษที่สร้างจากเชื้อราได้ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค

ไขมันชั้นมีสารสำคัญในการออกฤทธิ์ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) และกลุ่มสารสีเหลืองส้ม ที่เรียกว่า เคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) สารทั้ง 2 กลุ่มจะออกฤทธิ์เสริมกันในการรักษาอาการแน่น จุก เสียต สารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ประกอบด้วยสารหลัก 3 ตัว คือ เคอร์คูมิน (curcumin; 75-81%), ดีเมทอกซีเคอร์คูมิน (demethoxycurcumin; 15-19%) และ บิสดีเมทอกซีเคอร์คูมิน (bisdemethoxycurcumin; 2.2-6.6%) (Jayaprakasha *et al.*, 2005) เมื่อศึกษาสารสกัดเคอร์คูมินจากไขมันชั้น พบว่า สารสกัดเคอร์คูมินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้ (สมใจ, 2549) และอากาศ (2554) ศึกษาประสิทธิภาพของไขมัน โดยทดสอบการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus flavus* ด้วยวิธี Poisoned Food Method ที่ระดับความเข้มข้น 20000 พีพีเอ็ม พบว่าสารสกัดจากไขมันสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* ได้ 36.11 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลให้สารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหยในไขมันสลายตัวเร็วขึ้น เช่น เก็บรักษาในถุงพลาสติกรัดยาวนาน 2 ปี น้ำมันหอมระเหยจะลดลงถึงร้อยละ 25 (เพ็ญญา, 2550) การเก็บรักษาควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท แห้ง และระวังไม่ให้ถูกแสงแดด ความร้อน หรือความชื้น

ดังนั้นการทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาไขมันชั้นแคปซูล ที่มีประสิทธิภาพในการรักษาปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ น้ำมันหอมระเหย และลดการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. ไขมันชั้นผง พันธุ์พื้นเมือง
2. แคปซูลเบอร์ศูนย์
3. ขวดแก้วสีชา ถุงออลูมิเนียมฟอยล์ และขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน
4. เครื่อง High performance liquid chromatography (HPLC) Agilent 1260 Infinity Series
5. ชุดตรวจสอบ Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA)
6. สารมาตรฐาน curcumin demethoxycurcumin และ bisdemethoxycurcumin
7. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4
8. ตัวกรอง Nylon membrane 0.45 ไมโครเมตร
9. ขวดแก้วสีชา ขนาด 2 มิลลิลิตร

- วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Split Plot จำนวน 5 ซ้ำ Main plot คือ ชนิดบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด

ไต่แก่ ขวดแก้วสีชา ถูกลูมิเนียมฟอยล์ และขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน Sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ทุก 2 เดือน จำนวน 5 ซ้ำ

1. เก็บเกี่ยวขมิ้นชันพันธุ์พื้นเมือง ที่อายุประมาณ 14 เดือน จากแปลงเกษตรกร อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี นำมาล้างทำความสะอาด ต้มในน้ำเดือดผสมสารส้มประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วนำไปตากแดดจนได้ความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ นำขมิ้นชันแห้งที่ได้ไปทำความสะอาด และบดเป็นผงละเอียด

2. นำผงขมิ้นชันบรรจุในแคปซูลเบอร์ศูนย์ และบรรจุขมิ้นชันแคปซูลลงในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ขวดแก้วสีชา ถูกลูมิเนียมฟอยล์ และขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน ตัวอย่างละ 100 แคปซูล นำตัวอย่างที่บรรจุแล้วเก็บรักษาที่สภาพอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 12 เดือน

3. สุ่มตัวอย่างทุก 2 เดือน วิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ น้ำมันหอมระเหย และวัดการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา บรรจุภัณฑ์ละ 5 ซ้ำ

4. ตรวจปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ ด้วยวิธีวิเคราะห์ In-house's method (HPLC) ดัดแปลงจาก Zhan(2011) ดังนี้

4.1 สกัดสารเคอร์คูมินอยด์ ด้วยวิธี Maceration extraction โดยชั่งตัวอย่างขมิ้นชันแคปซูล 0.1 กรัม และเติมเมทานอล 99.9 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 1 คืน กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4 ปิดเตส่วนใสที่กรองได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผ่าน nylon membrane 0.45 ไมโครเมตร ใส่ขวดแก้วสีชา

4.2 นีตสารละลายที่ได้ด้วยเครื่อง HPLC Agilent 1260 Infinity Series

- Column : RP-Amide
- Mobile phase : Acetonitrile : 5% Acetic acid in Water (50 : 50)
- Flow rate : 1 ml/min
- Run time : 20 min
- Detector : Diode Array Detector (DAD) wavelength 425 nm.
- Injection : 20 µl
- Standard : 25 50 75 100 150 200 250 ug/ml

5. สกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธี Water distillation & Hydro-distillation ชั่งตัวอย่างขมิ้นชันแคปซูล 200 กรัม และเติมน้ำกลั่นจำนวน 800 มิลลิลิตร ต้มให้ความร้อนเพื่อให้ น้ำเดือด ไอน้ำจะลอยตัวขึ้นผ่านแท่งแก้วและพาน้ำมันหอมระเหยออกมาจากตัวอย่าง เมื่อกระทบความเย็นจะกลั่นตัวออกมาได้เป็นน้ำมันหอมระเหย

6. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและสรุปผลการทดลอง

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลาทำการทดลอง : เริ่มต้น ตุลาคม 2561 – กันยายน 2563

สถานที่ทำการทดลอง : กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

เก็บเกี่ยวขมิ้นชันอายุ 14 เดือน ที่บ้านทุ่งสมอ อ. ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี เมื่อวันที่ 3 มกราคม 2562 นำมาทำเป็นขมิ้นชันแคปซูล และบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ขวดแก้วสีชา ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ และขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน บรรจุภัณฑ์ละ 100 แคปซูล สุ่มขมิ้นชันแคปซูลมาตรวจความชื้น ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ ปริมาณน้ำมันหอมระเหย และวัดการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา ก่อนการเก็บรักษา พบว่า ตัวอย่างขมิ้นชันแคปซูลมีค่าเฉลี่ยเบื้องต้นใกล้เคียงกัน โดยขมิ้นชันแคปซูลที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด มีความชื้นเฉลี่ย 11.9 – 12.20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ 25.15 – 25.57 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 0.55 – 0.67 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน 7.70 – 8.32 พีพีบี ตามลำดับ

สภาวะการเก็บรักษา 12 เดือน

การเก็บรักษาที่สภาพอุณหภูมิห้อง นำขมิ้นชันแคปซูลบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ขวดแก้วสีชา ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ และขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน เก็บรักษาที่สภาพอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 12 เดือน ในเดือนกุมภาพันธ์ 2562 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2563 ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 28.1 – 33.2 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ในช่วง 58.2 - 73.7 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1)

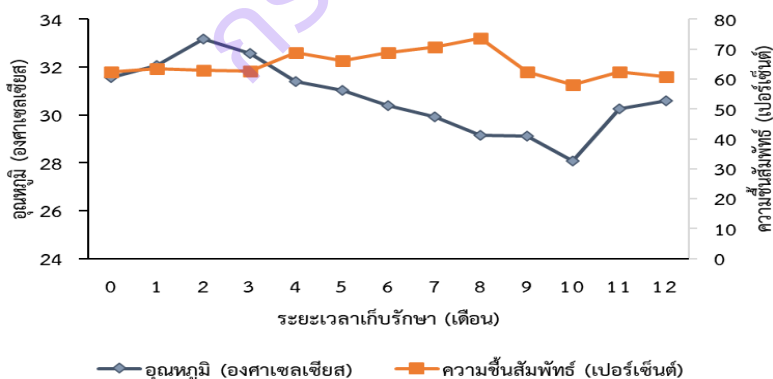


Figure 1 Average temperature and relative humidity were stored for 12 months of three packaged turmeric capsules at room temperature.

ปริมาณความชื้น

ชนิดของบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาเก็บรักษามีปฏิสัมพันธ์กันต่อปริมาณความชื้นของขมิ้นชันแคปซูลในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ พบว่าขมิ้นชันแคปซูลที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีความชื้นน้อยกว่าการเก็บรักษาในขวดแก้วสีชา และขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน โดยเมื่อเก็บรักษาครบ 12 เดือน ขมิ้นชันแคปซูลที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีความชื้นน้อยที่สุด คือ 15.72 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ขวดแก้วสีชา มีความชื้น 16.53 เปอร์เซ็นต์ และขวดพลาสติกโพลีเอทิลีนมีความชื้นสูงสุด 16.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าขมิ้นชันแคปซูลที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ความชื้นตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึง เดือน 12 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) อาจเนื่องมาจากถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีคุณสมบัติในการป้องกันแสง ไม่ยอมให้อากาศ และความชื้นซึมผ่าน (สถาบันพลาสติก, ม.ป.ป.) จึงทำให้มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น

Table 1 The amount of moisture content (%) in turmeric capsule by various packages and stored at room temperature for 12 months

Month	Packages								
	Amber glass bottle			Aluminum foil bag			polyethylene plastic bottle		
0	11.90	a	A	12.20	a	A	12.13	a	A
2	15.83	b	B	15.80	b	A	16.35	b	C
4	16.26	bc	B	15.30	b	A	16.39	b	B
6	16.29	bcd	B	15.42	b	A	16.71	b	B
8	16.46	cd	B	15.61	b	A	16.84	b	B
10	16.77	d	B	15.67	b	A	16.73	b	B
12	16.53	cd	B	15.72	b	A	16.59	b	B

C.V.(a) = 2.1% C.V.(b) = 2.3%

In a column, means followed by the same common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

In a row, means followed by the same capital letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์ และระยะเวลาเก็บรักษามีผลต่อปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน โดยขมิ้นชันแคปซูลที่เก็บรักษาในขวดแก้วสีชา ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ และขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 7.70 7.29 และ 8.32 พีพีบี ตามลำดับ (Table 2) และเมื่อเก็บ

รักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่าไขมันชั้นแคปซูลที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินลดลง และลดลงมากในเดือนที่ 12 ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด คือ ระหว่าง 0.78 – 1.48 พีพีบี อาจเนื่องมาจากสารเคอร์คูมินอยด์มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดเชื้อราทำให้เชื้อราไม่สามารถสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ โดยสมใจ (2549) พบว่า สารสกัดเคอร์คูมินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus niger* ได้ เช่นเดียวกับอากาศ (2554) พบว่า จากการศึกษาประสิทธิภาพของไขมัน โดยทดสอบการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus flavus* ด้วยวิธี Poisoned Food Method ที่ระดับความเข้มข้น 20,000 พีพีเอ็ม พบว่าสารสกัดจากไขมันสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* ได้ 36.11 เปอร์เซ็นต์ และ จารุรัตน์ (2561) พบว่าไขมันชั้นผงที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก ถุงสุญญากาศ และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินเริ่มต้นก่อนการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน ไขมันชั้นผงที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินลดลงมากในเดือนที่ 10 และ 12 ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด

Table 2 The amount of Aflatoxin (ppb) in turmeric capsule by various packages and stored at room temperature for 12 months

Month	Packages					
	Amber glass bottle		Aluminum foil bag		polyethylene plastic bottle	
0	7.70	d A	7.29	d A	8.32	d A
2	5.96	c A	5.60	c A	6.20	c A
4	1.36	a A	3.46	b B	3.70	b B
6	3.90	b A	4.14	b A	4.32	b A
8	5.06	c AB	5.38	c B	3.96	b A
10	3.62	b A	3.72	b A	3.66	b A
12	0.78	a A	1.48	a A	0.92	a A

C.V.(a) = 18.1% C.V.(b) = 20.7%

In a column, means followed by the same common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

In a row, means followed by the same capital letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

ปริมาณน้ำมันหอมระเหย

บรรจุภัณฑ์และระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อปริมาณน้ำมันหอมระเหย เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน พบว่า ขมิ้นชันแคปซูลที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยลดลง และขมิ้นชันแคปซูลที่เก็บรักษาในขวดพลาสติกโพลีเอทิลีนมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยคงเหลืออยู่สูงที่สุด 0.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือขวดแก้วสีชา และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ 0.63 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 The amount of Volatile oil (%) in turmeric capsule by various packages and stored at room temperature for 12 months

Month	Packages			M-MEAN
	Amber glass bottle	Aluminum foil bag	polyethylene plastic bottle	
0	0.55	0.67	0.63	0.62 ab
2	0.55	0.58	0.59	0.57 bc
4	0.67	0.50	0.70	0.62 ab
6	0.73	0.61	0.70	0.68 a
8	0.69	0.64	0.66	0.66 a
10	0.69	0.60	0.70	0.66 a
12	0.54	0.52	0.56	0.54 c
T-MEAN	0.63ab	0.59b	0.65a	0.62

C.V.(a) = 14.3% C.V.(b) = 14.7%

In a column, means followed by the same common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

In a row, means followed by the same capital letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์

บรรจุภัณฑ์และระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ เช่นเดียวกับ สนั่น (2550) ศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ของเหง้าขมิ้นชัน พบว่าบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์เช่นกัน และจารุรัตน์ (2561) พบว่าบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันผงเมื่อเก็บรักษานาน 12 เดือน เมื่อเปรียบเทียบชนิดของบรรจุภัณฑ์ พบว่าบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ โดยขมิ้นชันแคปซูลที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณสาร

เคอร์คูมินอยด์เฉลี่ย 24.86 25.01 และ 25.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณเคอร์คูมินอยด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 เดือน พบว่าขมิ้นชันแคปซูลในทุกบรรจุภัณฑ์จะมีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์เพิ่มขึ้น และปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์มีปริมาณลดลงในเดือนที่ 10 และ 12 (Table 4)

Table 4 The amount of curcuminoids (%) in turmeric capsule by various packages and stored at room temperature for 12 months

Month	Packages			M-MEAN
	Amber glass bottle	Aluminum foil bag	polyethylene plastic bottle	
0	25.56	25.57	25.15	25.43 c
2	21.91	23.10	22.90	22.64 e
4	22.74	24.71	24.00	23.81 d
6	21.25	21.27	21.06	21.19 f
8	29.95	29.58	29.38	29.64 a
10	26.92	27.32	27.08	27.10 b
12	25.69	25.60	25.52	25.60 c
T-MEAN	24.86a	25.31a	25.01a	25.06

C.V.(a) = 4.5% C.V.(b) = 3.4%

In a column, means followed by the same common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

In a row, means followed by the same capital letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเก็บรักษาขมิ้นชันแคปซูลในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ถุงละ 100 แคปซูล เป็นวิธีการที่ดีที่สุด เนื่องจากสามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 12 เดือน โดยมีความชื้นเปลี่ยนแปลงจากการเก็บรักษาในเดือนเริ่มต้นน้อยที่สุด ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ และน้ำมันหอมระเหยลดลงไม่มาก และมีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เก็บรักษาขมิ้นชันแคปซูลในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ถุงละ 100 แคปซูล สามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลา 12 เดือน

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคุณเฉลิมพล สนัญย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์จัดหาแปลงปลูกขมิ้นชัน และอำนวยความสะดวกในการทำการทดลองในทุกขั้นตอน

12. เอกสารอ้างอิง

ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย. 2560. สมุนไพร Champion Products. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ. 218 หน้า.

สถาบันพลาสติก(ออนไลน์). ม.ป.ป. พลาสติกแสดที่มีอยู่รอบตัว. กลุ่มอุตสาหกรรมพลาสติก. สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. แหล่งที่มา : <http://thaiplastics.org/document.php?category=18> วันที่สืบค้น 28 สิงหาคม 2560.

จารุรัตน์ พุ่มประเสริฐ. 2561. ศึกษาบรรจุภัณฑ์และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาขมิ้นชันผงเพื่อรักษาสารเคอร์คูมินอยด์ น้ำมันหอมระเหยและลดการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา. รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2561 กวป.

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2550. แนะนำขมิ้นชันในขวดทึบแสงไม่ถูกแดดป้องกันเสื่อมคุณภาพ. กระจวงสาธารณสุข. เผยแพร่: 9 เม.ย. 2550 10:14 โดย: MGR Online. แหล่งที่มา : <https://mgronline.com/qol/detail/9500000039992> วันที่สืบค้น 28 มกราคม 2563.

สมใจ ขจรชีพพันธุ์งาม. 2549. อิทธิพลของอุณหภูมิเวลาและตัวทำละลายที่มีต่อการสกัดสารเคอร์คูมินจากขมิ้นชัน. วิศวกรรมสารมข. ปีที่ 33 ฉบับที่ 3 (225-236) พฤษภาคม - มิถุนายน 2549.

สนั่น ศุภธีรสกุล สิริวรรณ หวังวโรม และ ชิดชไม โอวาทพารพร. 2550. ปริมาณสารออกฤทธิ์ของเหง้าขมิ้นชันและเหง้าขมิ้นอ้อย (ชนิดหัวและชนิดแงง) ที่เก็บรักษาในรูปแบบแวนและแบบผง. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2550 29(6) : 1527-1536.

อากาศร ศิลป์ประเสริฐ. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมเชื้อรา *Aspergillus flavus* ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.