รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์ชาเก๊กฮวยอย่างครบวงจร
Integrated Product and Process Development: Chrysanthemum Tea

คณะผู้วิจัย

ดร. รัตนา รุ่งศิริสกุล	ศูนย์บริการการศึกษาราชบุรี
ผศ. ดร. พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย	สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
ดร.สายลม สัมพันธ์เวชโสภา	สถาบันการเรียนรู้
อ.นิมิต เหม่งเวหา	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รายงานนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินงบประมาณ ประจำปี 2559

บทคัดย่อ (Abstract)

The aim of this study research was to establish the production of chrysanthemum tea according to GMP procedure and to study the effect of packaging materials on the quality of chrysanthemum tea. Chrysanthemum tea was packaged in different packaging materials and conditions. The quality of chrysanthemum tea including % moisture content, and the content of polyphenol and β-carotenes were studied. The chrysanthemum tea was packaged in polyethylene bag under atmospheric air (PE), nylon bag under atmospheric air (PA), nylon bag under nitrogen condition (N-PA), and aluminum bag under atmospheric air (AL) and stored at 4ºC, 25ºC and 35ºC. Changes in moisture content, the content of polyphenol and β-carotenes were determined at 2 weeks interval for 3 months. The results showed that packaging materials and storage temperature significantly affected the quality of chrysanthemum tea. N-PA could maintain quality of the product significantly better than AL, PA and PE, respectively. Moreover, products packaged under nitrogen condition had better quality than those under atmospheric air. High temperature makes the quantity of β-carotenes in chrysanthemum tea decreases.

Chrysanthemum tea is composed of volatiles playing a vital role in healthcare systems of medicinal plants including Germacrene D, sesquiphellandrene and caryophyllene. Essential oils which were rich in germacrene D exhibited in vitro anti-mycobacterial activity. Plant extracts containing sesquiphellandrene and caryophyllene showed strong antimicrobial activity and was considered to be potential anti-infective agents. Activities of free radical scavenging and antioxidation were confirmed in plant extracts containing α-Pinene and β-Sesquiphellandrene. The chrysanthemum tea has a medicinal effect which is a result of volatile organic compounds in Chrysanthemum flowers. Sensory evaluation, GC–MS analysis were implemented to investigate the characteristics aroma of chrysanthemum tea. Aroma compounds detected in chrysanthemum tea were α-Pinene, caryophyllene, Bisabolene, β-Farnesene, D- Limonene and Germacrene D.

Keywords: chrysanthemum tea, packaging materials, quality of tea, polyphenol, β-carotenes

โครงการวิจัยนี้เป็นการจัดระบบการผลิตชาดอกเก็กฮวยให้ถูกหลัก GMP และศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ที่มีต่อคุณภาพของชาดอกเก็กฮวยในด้านของ %ความชื้น และปริมาณของสารออกฤทธิ์ในชาดอกเก็กฮวย (ปริมาณโพลีฟีนอล และ ปริมาณเบต้าแคโรทีน) โดยใช้ชนิดของบรรจุภัณฑ์และภาวะการบรรจุที่แตกต่างกัน ได้แก่ ถุงพลาสติก polyethylene และบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติ (PE) ถุงไนล่อน และบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติ (PA) ถุงไนล่อน และบรรจุแก๊สไนโตรเจน (N-PA) และ ถุง aluminum และบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติ (AL) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 35 องศาเซลเซียส และติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่า %ความชื้น และปริมาณโพลีฟีนอลและเบต้าแคโรทีนในชาดอกเก็กฮวย เป็นเวลา 3 เดือน ผลการทดลองพบว่า วันแรกของการทดลอง ชาดอกเก็กฮวยมี %ความชื้นเริ่มต้นที่ 1.85% ปริมาณโพลีฟีนอล เริ่มต้นที่ 72.0499 mg/gDW และปริมาณเบต้าแคโรทีนเริ่มต้นที่ 8.03 mg/100 mL บรรจุภัณฑ์และภาวะการบรรจุมีผลต่อคุณภาพชาดอกเก็กฮวย โดยพบว่า การเก็บดอกเก็กฮวยอบแห้งในถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจน (N-PA) สามารถคงคุณภาพของชาดอกเก็กฮวยได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ถุง Aluminum foil ถุงไนล่อน (PA) และถุง PE ตามลำดับ และพบว่าการเก็บชาดอกเก็กฮวยที่อุณหภูมิสูงส่งผลให้ปริมาณสารออกฤทธิ์ในชาลดลง

ชาดอกเก๊กฮวยมีองค์ประกอบเป็นสารประเภท volatile ที่มีหน้าที่สำคัญในการเป็นสารออกฤทธิ์ที่ช่วยดูแลรักษาสุขภาพ ได้แก่ Germacrene D เป็นสารในกลุ่ม sesquiterpenoids มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (anti-mycobacterial activity) และมีสาร sesquiphellandrene และ caryophyllene ที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ (antimicrobial activity) และ ต่อต้านการติดเชื้อ (anti-infective agents) ส่วนสารที่ออกฤทธิ์ในการต่อต้านอนุมูลอิสระในชาดอกเก็กฮวย ได้แก่ α-Pinene และ β-Sesquiphellandrene ทำให้ชาดอกเก๊กฮวยมีฤทธิ์ทางยาซึ่งเป็นผลมาจากสารออร์แกนิคกลุ่ม volatile ในดอกเก๊กฮวย ส่วนสาร volatile ที่ทำให้ชาดอกเก๊กฮวยมีกลิ่นเฉพาะ ได้แก่ α-Pinene, caryophyllene, Bisabolene, β-Farnesene, D-Limonene และ Germacrene D

คำสำคัญ: ชาดอกเก็กฮวย บรรจุภัณฑ์ คุณภาพของชา โพลีฟีนอล เบต้าแคโรทีน

สารบัญเรื่อง (Table of Contents)

	หน้า
บทคัดย่อ (Abstract)	2
สารบัญเรื่อง (Table of Contents)	4
สารบัญตาราง (List of Tables)	5
สารบัญภาพ (List of Illustrations)	6
บทนำ (Introduction)	7
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	8
ขอบเขตโครงการวิจัย	8
ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	8
ระเบียบวิธีวิจัย	14
ผลการวิจัย (Result) และ ข้อวิจารณ์ (Discussion)	15
สรุป (Conclusion)	46
ข้อเสนอแนะ (Recommendation)	47
เอกสารอ้างอิง (References)	47
ภาคผนวก	49

สารบัญตาราง (List of Tables)

หน้า

ตารางที่ 1 รายชื่อพืชหรือส่วนต่างๆ ของพืชที่อนุญาตเป็นชาสมุนไพรตามประกาศฯ 9

ตารางที่ 2 คุณภาพหรือมาตรฐานของชาสมุนไพร 10

ตารางที่ 3 ค่าความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4°C, 25 °C และ 55 °C 24

ตารางที่ 4 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีน (PE) ถุงไนล่อน ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์และถุงไนล่อนที่บรรจุก๊าซไนโตรเจน ที่อุณหภูมิ 4 °C 25 °C และ 55 °C เป็นเวลา 3 เดือน 34

ตารางที่ 5 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีน (PE) ถุงไนล่อน (Nylon) ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ (Aluminium foil) และถุงไนล่อนที่บรรจุก๊าซไนโตรเจน (Nylon + N_2 flash) ที่อุณหภูมิ 4 °C 25 °C และ 55 °C เป็นเวลา 3 เดือน 37

ตารางที่ 6 ปริมาณ polyphenol ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีน (PE) ถุงไนล่อน (Nylon) ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ (Aluminium foil) และถุงไนล่อนที่บรรจุก๊าซไนโตรเจน (Nylon + N_2 flash) ที่อุณหภูมิ 4 °C 25 °C และ 55 °C เป็นเวลา 3 เดือน 38

ตารางที่ 7 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีน (PE) ถุงไนล่อน ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์และถุงไนล่อนที่บรรจุก๊าซไนโตรเจน ที่อุณหภูมิ 4 °C 25 °C และ 55 °C เป็นเวลา 4 เดือน 42

ตารางที่ 8 สารประกอบ volatile ที่เป็นองค์ประกอบของชาดอกเก๊กฮวย 44

สารบัญภาพ (List of Illustrations)

หน้า

รูปที่ 1 กราฟแสดงค่า %ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25°C 27

รูปที่ 2 กราฟแสดงค่า %ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4°C 27

รูปที่ 3 กราฟแสดงค่า %ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 55°C 28

รูปที่ 4 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 25ºC เป็นเวลา 3 เดือน 31

รูปที่ 5 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 55 °C เป็นเวลา 3 เดือน 32

รูปที่ 6 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 4 °C เป็นเวลา 3 เดือน 33

รูปที่ 7 ปริมาณกรดไขมันอิสระในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 25 °C เป็นเวลา 3 เดือน 35

รูปที่ 8 ปริมาณกรดไขมันอิสระในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 55 °C เป็นเวลา 3 เดือน 36

รูปที่ 9 ปริมาณกรดไขมันอิสระในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 4 °C เป็นเวลา 3 เดือน 37

รูปที่ 10 ปริมาณ polyphenol ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 25 °C เป็นเวลา 3 เดือน 39

รูปที่ 11 ปริมาณ polyphenol ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 55 °C เป็นเวลา 3 เดือน 39

รูปที่ 12 ปริมาณ polyphenol ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 4 °C เป็นเวลา 3 เดือน 40

รูปที่ 13 โครมาโตแกรมของสารละลายชาดอกเก็กฮวยในตัวทำละลายเฮกเซนที่ได้จากเครื่อง GC-MS 45

2. ส่วนประกอบเนื้อเรื่อง

บทนำ (Introduction)

เก็กฮวย เป็นพืชที่อยู่ในตระกูลเดียวกับเบญจมาศ มีต้นกำเนิดมาจากประเทศจีน โดยแบ่งเป็น 2 สายพันธุ์ ได้แก่ เก็กฮวยดอกขาว มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ Chrysanthemum morifolium Ramat. และ เก็กฮวยดอกเหลือง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ Chrysanthemum indicum L. พันธุ์เก็กฮวยที่ปลูกที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโง๊ะเป็น “เก็กฮวยดอกเหลือง”, Chrysanthemum indicum L. ซึ่งมีจุดเด่นที่แตกต่างจากเก๊กฮวยของที่อื่นๆ ที่เป็นเก็กฮวยดอกขาว โดยประมาณ 95% ของเก็กฮวยที่ปลูกที่จีนจะเป็นเก๊กฮวยดอกขาว พื้นที่ที่ปลูกมากอยู่ที่เมืองหังโจและเก็กฮวยดอกเหลืองยังเหมาะกับสภาพอากาศของดอยสะโง๊ะ ต.ศรีดอนมูล ซึ่งสามารถขึ้นเองได้ตามธรรมชาติ ทำให้สามารถปลูกแบบชาอินทรีย์ (Organic Tea) ได้ ซึ่งต้นเก็กฮวยต้นแรกที่นำมาปลูกที่สะโง๊ะได้มาจาก “คุณพ่อน้อย” (ขณะนี้พ่อน้อยมีอายุประมาณ 72 ปี, พ.ศ. 2559) เมื่อตอนอายุ 50 ปี (พ.ศ. 2537) คุณพ่อน้อยและคุณแม่ไปเที่ยวเมืองจีน แถวสิบสองปันนา เลยได้พันธุ์เก๊กฮวยมาปลูก ซึ่งชาดอกเก็กฮวยมีสรรพคุณเป็น “ยา” หลังจากนั้นทางศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโง๊ะ ได้นำต้นเก็กฮวย ไปเพาะพันธุ์แล้วกระจายให้ชาวบ้านปลูก เป็นการสร้างรายได้ให้กับคนในชุมชน โดยฤดูกาลการปลูกเก็กฮวยของดอยสะโง๊ะจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโง๊ะ จังหวัดเชียงราย ได้รับการร้องขอจากองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ดอยสะโง๊ะ ให้ช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์ประจำตำบล เพื่อสร้างรายได้ให้แก่ชาวบ้านดอยสะโง๊ะ ให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ทางศูนย์ฯ ได้เล็งเห็นว่า เก็กฮวยเป็นพืชที่มีในท้องถิ่นตามธรรมชาติอยู่แล้ว จึงน่าจะพัฒนาชาดอกเก๊กฮวยให้เป็นผลิตภัณฑ์ประจำตำบล นอกจากนี้ ดอยสะโง๊ะ ซึ่งตั้งอยู่ในอำเภอเชียงแสน ใกล้กับสามเหลี่ยมทองคำซึ่งเป็นจุดท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดเชียงราย ช่วงเวลาที่ดอกเก๊กฮวยบานเต็มทุ่ง (ช่วงตุลาคม-ธันวาคม) ดอยสะโง๊ะก็จะเป็นสีเหลืองทั้งดอย สวยงาม น่าจะพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรได้ ดังนั้นในช่วงที่ดอกเก๊กฮวยบานเต็มทุ่ง ก็จะประชาสัมพันธ์ให้ดอยสะโง๊ะเป็นจุดท่องเที่ยวใหม่ เพิ่มอีกแห่งหนึ่งให้กับสามเหลี่ยมทองคำ

ดอกเก๊กฮวยที่ปลูกได้ที่ดอกสะโง๊ะแตกต่างจากดอกเก๊กฮวยของจีนตรงที่ เป็นดอกเก็กฮวยที่มีสีเหลืองเข้ม เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ป่า พบตามธรรมชาติในท้องถิ่นนี้ จึงปลูกง่าย เหมาะกับสภาพอากาศของดอยสะโง๊ะ ต.ศรีดอนมูล สามารถปลูกแบบชาอินทรีย์ (Organic Tea) ได้ และมีสารฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) กรดอะมิโน (Amino Acid) สารไครแซนทีมิน (Chrysanthemin) สารอะดีนีน (Adenine) โคลีน (Choline) สตาไคดรีน (Stachydrine) ที่ช่วยรักษาและป้องกันโรคเส้นเลือดหัวใจตีบ (Coronary heart disease) ความดันโลหิตสูง ช่วยขยายหลอดเลือด ลดการเกิดภาวะหัวใจล้มเหลว และมีส่วนช่วยในกระบวนการต่อต้านอนุมูลอิสระ

คณะวิจัย มจธ. ได้เคยพัฒนากระบวนการผลิตชาคาร์โมมายล์ ที่ถูกต้องตามหลัก Good manufacturing practice (GMP) และใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับท้องถิ่นนี้ พร้อมจัดตั้งระบบควบคุมคุณภาพให้กับทางศูนย์ฯ ในปี 2556 ทางศูนย์ฯ จึงขอให้ช่วยประยุกต์กระบวนการผลิตชาคาร์โมมายด์ที่มีอยู่ เพื่อใช้ผลิตชาเก๊กฮวย พร้อมกับช่วยสร้างสื่อประชาสัมพันธ์สินค้า ซึ่งประกอบด้วย ตราสินค้า (logo) ที่แสดงถึงอัตลักษณ์ความเป็นดอยสะโง๊ะ บรรจุภัณฑ์ (packaging) สำหรับชาเก๊กฮวย และสื่อสำหรับพัฒนาดอยสะโง๊ะให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว โดยศูนย์ฯ จะพัฒนาต้นแบบการผลิตสินค้าต้นแบบอย่างครบวงจร เริ่มตั้งแต่การปลูก การผลิตชา และการตลาด ประมาณการผลิตไว้ที่ 500 กิโลกรัมดอกสด/วัน เมื่อสำเร็จแล้วค่อยถ่ายทอดกระบวนการผลิตชาเก็กฮวยให้กับทางอบต. เพื่อให้ชุมชนได้ผลิตชาเก๊กฮวย เป็นผลิตภัณฑ์ประจำตำบลของดอยสะโง๊ะ ซึ่งจะสามารถผลิตได้กว่า 2 ตัน/วัน ซึ่งปริมาณการผลิตขนาดนี้ ชุมชนอาจจำหน่ายเป็นของฝากให้กับนักท่องเที่ยว และยัง

สามารถจำหน่ายกับให้กับโรงงานที่ผลิตเครื่องดื่ม ซึ่งปกติซื้อเก็กฮวยจากจีน แต่มีปัญหาที่มักตรวจเจอยาฆ่าแมลง ทำให้ไม่สามารถนำมาผลิตได้ ชาเก็กฮวยจึงเป็นตัวเลือกที่ดีของอุตสาหกรรมนี้ ทีมวิจัยได้แนะนำชาเก็กฮวยที่ทดลองผลิตขึ้นให้กับบริษัทผลิตเครื่องดื่ม ซึ่งพอใจกับคุณภาพของชา แต่ยังอยากให้ผลิตมากเพียงพอต่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรม และอยากทราบข้อมูลคุณประโยชน์เชิงวิชาการ เพื่อใช้ในการทำการตลาดด้วย ดังนั้น โครงการวิจัยนี้จึงจะพัฒนาระบบการผลิตชาเก็กฮวยในระดับอุตสาหกรรมที่ตามมาตรฐาน GMP และมีคุณภาพที่สม่ำเสมอ เพื่อให้ได้สินค้าชาที่ได้ตามมาตฐานกำหนดและปลอดภัยต่อการบริโภค อีกทั้งจะออกแบบและพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อช่วยในการทำการตลาดสินค้าชนิดนี้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบการผลิตชาและควบคุมคุณภาพของชาเก็กฮวย ช่วยยกระดับมาตรฐานสินค้าชาเก็กฮวยให้ได้คุณภาพสากลและมีความปลอดภัย (Food safety)
2. สร้างสื่อประชาสัมพันธ์ชาเก็กฮวย และช่วยในการพัฒนาตลาดให้กับชาเก็กฮวย

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี มีความสม่ำเสมอและปลอดภัย
2. ปรับปรุงกระบวนการผลิตชาเก็กฮวยให้ถูกต้องตามหลัก GMP
3. จัดระบบควบคุมคุณภาพ (QC) โดยการกำหนด spec ของดอกเก็กฮวยสด (Raw Materials) กระบวนการผลิต และ ตัวผลิตภัณฑ์ที่ได้ (Final Product)
4. ศึกษาบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ชาเก็กฮวย
5. ออกแบบตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ ที่เหมาะสมสำหรับชาเก็กฮวยของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโง๊ะ
6. ผลิตสื่อ สำหรับใช้ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ชาเก็กฮวยและส่งเสริมดอยสะโง๊ะให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว อีกแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงราย

ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ในปัจจุบัน มีการนำพืชสมุนไพรพื้นบ้านชนิดต่างๆ มาใช้เป็นอาหารในลักษณะการชงดื่มเป็นเครื่องดื่มกันอย่างแพร่หลาย โดยการนำพืชสมุนไพรเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการทำให้แห้งแล้วลดขนาดให้เล็กลงโดยการตัด สับหรือบด แล้วบรรจุซองสำหรับการแช่เพื่อชงดื่มหรือบรรจุภาชนะอื่นเพื่อการตักชงดื่มในปริมาณตามความต้องการ การชงดื่มทำโดยการแช่ซองหรือตักพืชสมุนไพรนั้นลงในน้ำร้อน ซึ่งแต่เดิมการควบคุมผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในทางกฎหมายจัดผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ.2543 นอกจากนั้น ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่196) พ.ศ.2543 เรื่อง ชา กำหนดเฉพาะชาในสกุล Camellia เท่านั้น จึงไม่ครอบคลุมชาชงดื่มจากพืชสมุนไพรชนิดอื่น ดังนั้น เพื่อเป็นการเอื้อประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตสมุนไพรที่ผ่านกรรมวิธีการแปรรูปอย่างง่ายที่นำมาชงดื่มเช่นเดียวกับชาและสามารถใช้คำว่า “ชา” เป็นส่วนของชื่ออาหาร อีกทั้งเพื่อเป็นการควบคุมดูแลพืชสมุนไพรที่สามารถใช้ชงดื่มได้ให้เป็นไปในระดับเดียวกับชาในสกุล Camellia กระทรวงสาธารณสุขโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจึงได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 เรื่อง ชาสมุนไพร กำหนดให้พืชสมุนไพรบางชนิดเป็นชาสมุนไพรโดยประกาศฯ ฉบับดังกล่าวมีสาระสำคัญดังนี้

เกณฑ์การพิจารณาผลิตภัณฑ์เป็น ชาสมุนไพร

“ชาสมุนไพร” ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะดังนี้

1. ต้องทำจากส่วนต่างๆ ของพืชที่ระบุไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่280) พ.ศ.2547 หรือตามรายชื่อที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศเพิ่มเติมโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร (ตารางที่ 1) มาทำให้แห้งและลดขนาดให้เล็กลงโดยการตัด สับ หรือ บด เท่านั้นซึ่งยังอยู่ในสภาพที่สามารถตรวจสอบได้ว่ามาจากพืชสมุนไพรชนิดใด
2. มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปบริโภคโดยการต้มหรือชงกับน้ำเท่านั้น
3. ต้องทำจากพืชสมุนไพรชนิดเดียวหรือผสมกับพืชสมุนไพรชนิดอื่นที่กำหนดเป็นชาสมุนไพรตามรายชื่อในตารางที่ 1 หรือผสมกับใบ ยอด และก้านที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาในสกุล Camellia ตามประกาศฯ เรื่อง ชา เท่านั้น

ตารางที่ 1 รายชื่อพืชหรือส่วนต่างๆ ของพืชที่อนุญาตเป็นชาสมุนไพรตามประกาศฯ

อันดับที่	ชื่อ	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
1	ผลมะตูม	Bael Fruit	Aegle marmelos (L.) Corr.
2	ดอกกระเจี๊ยบ (กลีบเลี้ยงและริ้วประดับ)	Rosella	Hibicus sabdariffa L.
3	เหง้าขิง	Ginger	Zingiber officinale Roscoe
4	เหง้าข่า	Galangal	Alpinia galanga (L.) Willd
5	เหง้าและต้นตะไคร้แกง	Lemon Grass	Cymbopogon citratus (DC.) Stapf
6	ใบหม่อน	White Mulberry	Morus alba L.
7	ดอกคำฝอย	Safflower (American Saffron)	Carthamus tinctorius L.
8	ใบบัวบก	Asiatic Pennywort	Centella asiatica (L.) Urban
9	ใบเตยหอม	Pandanus	Pandanus amaryllifolins Roxb.
10	ดอกเก๊กฮวย	Chrysanthemum	*Chrysanthemum indicum* L.
11	ผลหล่อฮังก้วย	Lou Han Gua	*Momordica grosvenori* Swingle
12	เห็ดหลินจือ	Reishi (Ling Zhi)	*Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst.
13	ผลมะขามป้อม	Indian Gooseberry	*Phyllanthus emblica* L.
14	ใบและต้นเจี่ยวกู้หลาน	Jiaogulan	*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Mak.
15	เถาวัลย์เปรียง	Jewel Vine	*Derris scandens* Benth.
16	ใบหญ้าหวาน	Stevia	*Stevia rebaudiana* Bertoni

คุณภาพหรือมาตรฐาน

ตารางที่ 2 คุณภาพหรือมาตรฐานของชาสมุนไพร

ลำดับ	รายการคุณภาพหรือมาตรฐาน	ข้อกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน
1	ความชื้น	ตามมาตรฐานที่กำหนดในตำรายาที่รัฐมนตรีประกาศตามกฎหมายว่าด้วยยา ในกรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ ให้มีความชื้นได้ไม่เกินร้อยละ 10 ของน้ำหนัก
2	จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค	- ไม่พบ E.coli ใน 1 กรัม - ไม่พบ Staphylococcus aureus ใน 1 กรัม - ไม่พบ Clostridium spp ใน 10 กรัม - ไม่พบ Salmonella spp ใน 10 กรัม
3	สารปนเปื้อนสารเป็นพิษจาก จุลินทรีย์ หรือสารเป็นพิษอื่น ดังนี้ -สารหนู -แคดเมียม -ตะกั่ว -ทองแดง -สังกะสี -เหล็ก -ดีบุก - ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ - ปรอท - อฟลาทอกซิน - สารปนเปื้อนอื่น	ปนเปื้อนได้ในปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย ต่อผู้บริโภคซึ่งกำหนดไว้ ดังนี้ -ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม -ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม -ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม -ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม -ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม -ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม -ไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม -ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม -ไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม -ไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม -ตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
4	สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช	ปนเปื้อนได้ไม่เกินปริมาณที่กำหนด เป็นไปตามประกาศฯ (ฉบับที่ 288) พ.ศ.2548 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง
5	ยาแผนปัจจุบันหรือวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท หรือยาเสพติดให้โทษ	ต้องไม่มีตามกฎหมายว่าด้วยการนั้น แล้วแต่กรณี
6	สี	ห้ามใส่
7	การปรุงแต่งกลิ่น รส ด้วยวัตถุอื่น	ห้ามใส่ ยกเว้น การปรุงแต่งกลิ่นรสด้วยสมุนไพรตามที่กำหนดในประกาศฯ เรื่อง ชาสมุนไพร

มาตราฐาน GMP

GMP (Good Manufacturing Practice) หมายถึง หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร เป็นเกณฑ์หรือข้อกำหนดขั้นพื้นฐานที่จำเป็น ในการผลิตและควบคุมเพื่อให้ผู้ผลิตปฏิบัติตาม และทำให้สามารถผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย โดยเน้นการป้องกันและขจัดความเสี่ยงที่อาจจะทำให้อาหารเป็นพิษ เป็นอันตราย หรือเกิดความไม่ปลอดภัยแก่ผู้บริโภค GMP มี 2 ประเภท คือ GMP สุขลักษณะทั่วไป หรือ General GMP ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์ที่นำไปใช้ปฏิบัติสำหรับอาหารทุกประเภท อีกประเภทหนึ่ง คือ GMP เฉพาะผลิตภัณฑ์ หรือ Specific GMP ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่เพิ่มเติมจาก GMP ทั่วไป เพื่อมุ่งเน้นในเรื่องความเสี่ยงและความปลอดภัยของแต่ละผลิตภัณฑ์อาหารเฉพาะมากยิ่งขึ้น

หลักการของ GMP จึงครอบคลุมตั้งแต่สถานที่ตั้งของสถานประกอบการ โครงสร้างอาคารกระบวนการผลิตที่ดีมีความปลอดภัย และมีคุณภาพได้มาตรฐานทุกขั้นตอน นับตั้งแต่เริ่มต้นวางแผนการผลิตระบบควบคุมตั้งแต่วัตถุดิบ ระหว่างการผลิต ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การจัดเก็บ การควบคุมคุณภาพ และ การขนส่งจนถึผู้บริโภค มีระบบบันทึกข้อมูล ตรวจสอบและติดตามผลคุณภาพผลิตภัณฑ์ รวมถึงระบบการจัดการที่ดีในเรื่องสุขอนามัย (Sanitation และ Hygiene) ทั้งนี้เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายมีคุณภาพและความปลอดภัยเป็นที่มั่นใจเมื่อถึงมือผู้บริโภค และ GMP ยังเป็นระบบประกันคุณภาพพื้นฐานก่อนที่จะพัฒนาไปสู่ระบบประกันคุณภาพอื่น ๆ ต่อไป เช่น HACCP (Hazards Analysis and Critical Control Points) และ ISO 9000 อีกด้วย

ข้อกำหนด GMP สุขลักษณะทั่วไป (ปัจจุบันครอบคลุมอาหาร 57 ประเภท)

มีอยู่ 6 ข้อกำหนด ดังนี้

1. สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

1.1สถานที่ตั้ง

1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียงมีลักษณะดังต่อไปนี้

(1) ไม่มีการสะสมสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว

(2) ไม่มีการสะสมสิ่งปฏิกูล

(3) ไม่มีฝุ่นควันมากผิดปกติ

(4) ไม่มีวัตถุอันตราย

(5) ไม่มีคอกปศุสัตว์หรือสถานเลี้ยงสัตว์

(6) ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

(7) มีท่อหรือทางระบายน้ำนอกอาคารเพื่อระบายน้ำทิ้ง

1.2 อาคารผลิต มีลักษณะดังต่อไปนี้

1.2.1 มีการแยกบริเวณผลิตอาหารออก เป็นสัดส่วนจากที่พักอาศัยและผลิตภัณฑ์อื่นๆ

1.2.2 มีพื้นที่เพียงพอในการผลิต

1.2.3 มีการจัดบริเวณการผลิตเป็นไปตามลำดับสายงานการผลิต

1.2.4 แบ่งแยกพื้นที่การผลิตเป็นสัดส่วนเพื่อป้องกันการปนเปื้อน

1.2.5 พื้น ผนัง และเพดานของอาคารผลิต

(1) พื้นคงทน เรียบ ทำความสะอาดง่าย, มีความลาดเอียงเพียงพอ

(2) ผนังคงทน เรียบ ทำความสะอาดง่าย

(3) เพดานคงทน เรียบ รวมทั้งอุปกรณ์สิ่งที่ยึดติดอยู่ด้านบน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน

1.2.6 มีแสงสว่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน

1.2.7 มีการระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงาน

1.2.8 อาคารผลิตมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์และแมลง

1.2.9 ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต

2. เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต

2.1 การออกแบบ

2.1.1 ทำด้วยวัสดุผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นพิษทนต่อการกัดกร่อน

2.1.2 รอยต่อเรียบ ไม่เป็นแหล่งสะสมของจุลินทรีย์

2.1.3 ง่ายแก่การทำความสะอาด

2.2 การติดตั้ง

2.2.1 ถูกต้องเหมาะสม และเป็นไปตามสายงานการผลิต

2.2.2 อยู่ในตำแหน่งที่ทำความสะอาดได้ง่าย

2.3 พื้นผิวหรือโต๊ะปฏิบัติงานที่สัมผัสกับอาหาร ทำด้วยวัสดุเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นพิษ ทนต่อการกัดกร่อน และสูงจากพื้นตามความเหมาะสม

2.4 จำนวนเพียงพอ

3. การควบคุมกระบวนการผลิต

3.1 วัตถุดิบ ส่วนผสมต่างๆ และภาชนะบรรจุ

3.1.1 มีการคัดเลือก

3.1.2 มีการล้างทำความสะอาดอย่างเหมาะสมในบางประเภทที่จำเป็น

3.1.3 มีการเก็บรักษาอย่างเหมาะสม

3.2 ในระหว่างการผลิตอาหารมีการดำเนินการขนย้ายวัตถุดิบ ส่วนผสม ภาชนะบรรจุ และบรรจุภัณฑ์ในลักษณะที่ไม่เกิดการปนเปื้อน

3.3 น้ำแข็งที่สัมผัสกับอาหารในกระบวนการผลิต

3.3.1 มีคุณภาพมาตรฐานเป็นไปตาม มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

3.3.2 มีการขนย้าย การเก็บรักษา และการนำไปใช้ในสภาพถูกสุขลักษณะ

3.4 ไอน้ำที่สัมผัสกับอาหารในกระบวนการผลิต

3.4.1 มีคุณภาพมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

3.4.2 มีการขนย้ายการเก็บรักษา และการนำไปใช้ในสภาพที่ถูกสุขลักษณะ

3.5 น้ำที่สัมผัสกับอาหารในกระบวนการผลิต

3.5.1 มีคุณภาพมาตรฐานเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

3.5.2 มีการขนย้าย การเก็บรักษา และการนำไปใช้ในสภาพถูกสุขลักษณะ

3.6 มีการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม

3.7 ผลิตภัณฑ์

3.7.1 มีการตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์และเก็บบันทึกไว้อย่างน้อย 2 ปี

3.7.2 มีการคัดแยกหรือทำลายผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสม

3.7.3 มีการเก็บรักษาอย่างอย่างเหมาะสม

3.7.4 มีการขนส่งในลักษณะที่ป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมสลาย

3.8 มีบันทึกแสดงชนิดและปริมาณการผลิตประจำวันและเก็บบันทึกไว้อย่างน้อย 2 ปี

4. การสุขาภิบาล

4.1 น้ำที่ใช้ภายในสถานที่ผลิตเป็นน้ำสะอาด

4.2 มีภาชนะสำหรับใส่ขยะพร้อมฝาปิดและตั้งอยู่ในที่ที่เหมาะสมและเพียงพอ

4.3 มีวิธีการกำจัดขยะที่เหมาะสม

4.4 มีการจัดการระบายน้ำทิ้งและสิ่งโสโครก

4.5 ห้องส้วมและอ่างล้างมือหน้าห้องส้วม

4.5.1 ห้องส้วมแยกจากบริเวณผลิตหรือไม่เปิดสู่บริเวณผลิตโดยตรง

4.5.2 ห้องส้วมอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และสะอาด

4.5.3 ห้องส้วมมีจำนวนเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน

4.5.4 มีอ่างล้างมือพร้อมสบู่หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรคและอุปกรณ์ทำให้มือแห้ง

4.5.5 อ่างล้างมือและอุปกรณ์อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และสะอาด

4.5.6 อ่างล้างมือมีจำนวนเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน

4.6 อ่างล้างมือบริเวณผลิต

4.6.1 มีสบู่หรือน้ำยาฆ่าเชื้อโรค

4.6.2 อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และสะอาด

4.6.3 มีจำนวนเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน

4.6.4 อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

4.7 มีมาตรการในการป้องกันมิให้สัตว์หรือแมลงเข้าในบริเวณผลิต

5. การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด

5.1 อาคารผลิตอยู่ในสภาพที่สะอาด มีวิธีการหรือมาตรการดูแลทำความ สะอาดอย่างสม่ำเสมอ

5.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตมีการทำความสะอาดก่อนและหลัง ปฏิบัติงาน

5.3 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตที่สัมผัสกับอาหารมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

5.4 มีการเก็บอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดแล้วให้เป็นสัดส่วน และอยู่ในสภาพที่เหมาะสม รวมถึง ไม่ปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ฝุ่นละออง และอื่นๆ

5.5 การลำเลียงขนส่งภาชนะและอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดแล้ว อยู่ในลักษณะที่ป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอกได้ดี

5.6 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต มีการดูแลบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสม่ำเสมอ

5.7 มีการเก็บสารเคมีทำความสะอาดหรือสารเคมีอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสุขลักษณะ และมีป้ายแสดงชื่อ แยกให้เป็นสัดส่วนและปลอดภัย

6. บุคลากรและสุขลักษณะ

6.1 คนงานในบริเวณผลิตอาหารไม่มีบาดแผล ไม่เป็นโรคหรือพาหะของโรคตามที่ระบุในกฎกระทรวง

6.2 คนงานที่ทำหน้าที่สัมผัสกับอาหารขณะปฏิบัติงาน ต้องปฏิบัติดังนี้

6.2.1 แต่งกายสะอาด เสื้อคลุมหรือผ้ากันเปื้อนสะอาด

6.2.2 มีมาตรการจัดการรองเท้าที่ใช้ในบริเวณผลิตอย่างเหมาะสม

6.2.3 ไม่สวมใส่เครื่องประดับ

6.2.4 มือและเล็บต้องสะอาด

6.2.5 ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

6.2.6 สวมถุงมือที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์และสะอาด หรือกรณีไม่สวมถุงมือต้องมีมาตรการดูแลความสะอาดและฆ่าเชื้อมือก่อนปฏิบัติงาน

6.2.7 มีการสวมหมวกตาข่ายหรือผ้าคลุมผมอย่างใด อย่างหนึ่งตามความจำเป็น

6.3 มีการฝึกอบรมคนงานด้านสุขลักษณะตามความเหมาะสม

6.4 มีวิธีการหรือข้อปฏิบัติสำหรับผู้ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตที่มีความจำเป็นต้องเข้าในบริเวณผลิต

ในแต่ละข้อกำหนดมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ผู้ผลิตมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนอันตราย ทั้งทางด้านจุลินทรีย์ เคมี และกายภาพลงสู่ผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจมาจากสิ่งแวดล้อม ตัวอาคาร เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้การดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต รวมถึงการจัดการในด้านสุขอนามัย ในส่วนของความสะอาด การบำรุงรักษา และผู้ปฏิบัติงาน

คณะวิจัย มจธ. ได้ไปทำโครงการพัฒนาการผลิตชาคาร์โมมายล์ ให้กับทางศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโง๊ะ โดยสร้างเตาอบแห้งที่ถูกต้องตามหลัก Good manufacturing practice (GMP) และเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับท้องถิ่นนี้ ทางศูนย์จึงขอให้เราประยุกต์กระบวนการผลิตชาคาร์โมมายล์กับการผลิตชาดอกเก๊กฮวย พร้อมกับช่วยสร้างสื่อ ซึ่งประกอบด้วย ตราสินค้า (logo) ที่แสดงถึงอัตลักษณ์ความเป็นดอยสะโง๊ะ บรรจุภัณฑ์ (packaging) สำหรับชาดอกเก๊กฮวย และสื่อสำหรับพัฒนาดอยสะโง๊ะให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว โดยทางศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโง๊ะจะทำเป็นต้นแบบก่อน เมื่อสำเร็จแล้วก็จะถ่ายทอดกระบวนการผลิตชาดอกเก๊กฮวยให้กับทางอบต. เพื่อให้ชุมชนได้ผลิตชาดอกเก๊กฮวย เป็นผลิตภัณฑ์ประจำตำบลของดอยสะโง๊ะต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตชาดอกเก๊กฮวย และพัฒนากระบวนการผลิตชาดอกเก๊กฮวยให้ได้ตามมาตราฐาน GMP
    - จัดทำคุณลักษณะของวัตุดิบ กระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์
    - จัดทำคู่มือการผลิตและควบคุมคุณภาพ
2. ศึกษาผลของชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บชาดอกเก๊กฮวยหลังอบเสร็จให้คงคุณภาพ ในด้านความชื้นและปริมาณสารออกฤทธิ์
    - วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture Content) (AOAC, 1995)
    - วิเคราะห์ปริมาณ polyphenol (ดัดแปลงจาก Terada et al., 1987)
    - วิเคราะห์ปริมาณคาโรทีนอยด์ (Carotenoids)
3. ศึกษาผลของชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บชาดอกเก๊กฮวยหลังอบเสร็จให้คงคุณภาพ ในด้านเชื้อจุลินทรีย์
4. ศึกษา volatile compounds ที่มีในชาดอกเก๊กฮวยโดยระเบียบวิธี GC-MS
5. ออกแบบสื่อและบรรจุภัณฑ์
    - สำรวจพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบตราสินค้า บรรจุภัณฑ์และสื่อประชาสัมพันธ์
    -ออกแบบตราสินค้า (logo) ที่แสดงถึงอัตลักษณ์ความเป็นดอยสะโง๊ะ
6. ออกแบบและผลิตสื่อเพื่อใช้ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ชาดอกเก๊ยฮวยและดอยสะโง๊ะ ในรูปแบบแผ่นพับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ชาเก๊กฮวยที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค
2. เผยแพร่ข้อมูลกระบวนการผลิตชาเก๊กฮวยแก่กลุ่มผู้ปฏิบัติงานในศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโง๊ะ จังหวัดเชียงราย และชุมชนใกล้เคียงที่สนใจ
3. ได้ตราสินค้าที่แสดงถึงอัตลักษณ์ของดอยสะโง๊ะและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและสวยงามสำหรับชาเก๊กฮวย
4. ได้สื่อเพื่อใช้ประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ชาเก๊กฮวยและประชาสัมพันธ์ให้ดอกสะโง๊ะเป็นแหล่งท่องเที่ยวอีกแห่งในจังหวัดเชียงราย

ผลการวิจัย (Result) และ ข้อวิจารณ์ (Discussion)

ศึกษากระบวนการผลิตชาดอกเก๊กฮวย และพัฒนากระบวนการผลิตชาดอกเก๊กฮวยให้ได้ตามมาตราฐาน GMP

การพัฒนาสถานที่ผลิตชาดอกเก๊กฮวยตามมาตรฐาน GMP

1. สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

1.1สถานที่ตั้ง: ไม่มีวัตถุอันตราย ไม่มีการสะสมสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือสิ่งปฏิกูล ไม่อยู่ใกล้กับคอกปศุสัตว์ มีท่อระบายน้ำทิ้งนอกอาคาร ไม่มีน้ำขังสกปรก

1.2 อาคารผลิต: มีพื้นที่เพียงพอในการผลิตและจัดบริเวณการผลิตเป็นไปตามลำดับสายงานการผลิต โดยแบ่งแยกพื้นที่การผลิตเป็นสัดส่วนเพื่อป้องกันการปนเปื้อน มีแสงสว่างเพียงพอและมีการระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงาน อาคารการผลิตมีมุ้งลวดป้องกันสัตว์และแมลง

2. เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต

2.1 การออกแบบใช้เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต ทำมาจากวัสดุสแตนเลส (stainless steel)

2.2 การติดตั้ง: เป็นไปตามสายงานการผลิตและอยู่ในตำแหน่งที่ทำความสะอาดได้ง่าย

2.3 พื้นผิวหรือโต๊ะปฏิบัติงานที่สัมผัสกับชาดอกเก๊กฮวย ทำด้วยวัสดุเรียบ ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นพิษ ทนต่อการกัดกร่อน และสูงจากพื้นตามความเหมาะสม

3. การควบคุมกระบวนการผลิต

3.1 วัตถุดิบ ส่วนผสมต่างๆ และภาชนะบรรจุ: มีการคัดเลือกวัตถุดิบและล้างทำความสะอาดก่อนเข้าสู่กระบวนการอบแห้ง

3.2 มีการควบคุมกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม

3.3 ผลิตภัณฑ์**:** มีการตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์และมีการเก็บรักษาอย่างอย่างเหมาะสม

3.4 มีบันทึกแสดงชนิดและปริมาณการผลิตประจำวันและเก็บบันทึกไว้อย่างน้อย 2 ปี

4. การสุขาภิบาล

4.1 น้ำที่ใช้ภายในสถานที่ผลิตเป็นน้ำสะอาด

4.2 มีภาชนะสำหรับใส่ขยะพร้อมฝาปิดและตั้งอยู่ในที่ที่เหมาะสมและเพียงพอ

4.3 มีวิธีการกำจัดขยะที่เหมาะสม

4.4 มีการจัดการระบายน้ำทิ้งและสิ่งโสโครก

4.5 ห้องส้วมและอ่างล้างมือหน้าห้องส้วม: ห้องส้วมแยกจากบริเวณผลิตและอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และสะอาด ห้องส้วมมีจำนวนเพียงพอ มีอ่างล้างมือพร้อมสบู่และอุปกรณ์ทำให้มือแห้ง อ่างล้างมืออยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ สะอาดและมีจำนวนเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงาน

4.6 อ่างล้างมือบริเวณผลิต: มีสบู่ อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และสะอาด มีจำนวนเพียงพอ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

5. การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด

5.1 อาคารผลิตอยู่ในสภาพที่สะอาด มีวิธีการหรือมาตรการดูแลทำความ สะอาดอย่างสม่ำเสมอ

5.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตมีการทำความสะอาดก่อนและหลัง ปฏิบัติงาน

5.3 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิตที่สัมผัสกับชาดอกเก๊กฮวยมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

5.4 มีการเก็บอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดแล้วให้เป็นสัดส่วน และอยู่ในสภาพที่เหมาะสม

5.5 การลำเลียงขนส่งภาชนะและอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดแล้ว อยู่ในลักษณะที่ป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอกได้ดี

5.6 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์การผลิต มีการดูแลบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสม่ำเสมอ

5.7 มีการเก็บสารเคมีทำความสะอาดหรือสารเคมีอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการรักษาสุขลักษณะ และมีป้ายแสดงชื่อ แยกให้เป็นสัดส่วนและปลอดภัย

6. บุคลากรและสุขลักษณะ

6.1 คนงานในบริเวณผลิต ไม่มีบาดแผล ไม่เป็นโรคหรือพาหะของโรค

6.2 คนงานที่ทำหน้าที่สัมผัสกับอาหารขณะปฏิบัติงาน: แต่งกายสะอาด สวมผ้ากันเปื้อนสะอาด มีการจัดการรองเท้าที่ใช้ในบริเวณผลิตอย่างเหมาะสม ไม่สวมใส่เครื่องประดับ มือและเล็บต้องสะอาด ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนเริ่มปฏิบัติงาน สวมถุงมือที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์และสะอาด หรือกรณีไม่สวมถุงมือต้องมีมาตรการดูแลความสะอาดก่อนปฏิบัติงาน มีการสวมหมวกตาข่ายหรือผ้าคลุมผมอย่างใด อย่างหนึ่งตามความจำเป็น

กระบวนการผลิตชาเก๊กฮวยอบแห้งที่พัฒนากระบวนการผลิตชาดอกเก๊กฮวยให้ได้ตามมาตราฐาน GMPแบ่งเป็น

1. ขั้นตอนการเก็บดอกเก็กฮวย

ในการเก็บดอกเก็กฮวยจะมีการรณรงค์ให้ใช้ตะกร้าไม้ไผ่ เพื่อเป็นเอกลักษณ์ แทนการใช้ถุงกระสอบ เพราะการใช้ถุงกระสอบ จะทำให้ดอกเสียหาย เนื่องจากถุงกระสอบไม่ระบายความร้อน ตะกร้าไม้ไผ่จะมีการถ่ายเทของอากาศได้ดีกว่า แล้วนำใบกล้วยมาปิด โดยห้ามนำดอกที่เก็บไปผึ่งไว้ในแปลง เนื่องจากจะเกิดการปนเปื้อน ปัจจุบันไม่มีปัญหาเรื่องดินปนเปื้อน เพราะมีการอบรมเกษตรกรให้ปลูกและเก็บโดยไม่โดนดิน

ลักษณะของดอกที่เก็บ: ต้องเป็นดอกที่บานเต็มที่ โดยดูจากเกสร จะมีเกสร 2 ชั้น การเก็บจะเก็บโดยไม่มีการคัดขนาดดอก

(a) (b) (c)

ดอกเก็กฮวยที่แก่เกินไป ดอกเก็กฮวยที่สมบูรณ์ ดอกเก็กฮวยที่อ่อนเกินไป

ตะกร้าไม้ไผ่

ใบกล้วยใช้ปิดตะกร้าดอกเก็กฮวย

2. ขั้นตอนการนึ่งดอกเก็กฮวย

นำดอกเก็กฮวยที่ทำความสะอาดแล้วมานึ่งโดยนึ่งครั้งละ 1 ชั้นโดยให้มีความหนาของดอกเก็กฮวย 4-5 cm โดยใช้ความร้อนในการนึ่งประมาณ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.50-2.00 นาที การพิจารณาว่าดอกเก็กฮวยที่นึ่งใช้ได้แล้ว โดยดูจากดอกเก็กฮวยได้รับไอน้ำทั่ว และมีสีดอกที่เข้มขึ้น หลังจากนั้นก็นำดอกเก็กฮวยที่นึ่งเสร็จมาผึ่งบนโต๊ะที่เตรียมไว้ แล้วเปิดพัดลม พร้อมทั้งใช้ส้อมไม้ไผ่เกลี่ยดอกเก็กฮวย เพื่อช่วยระบายความร้อน จากนั้นก็ใส่ถาด/ตะแกรง ชั้นละ 4 กิโลกรัม เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการอบแห้งต่อไป

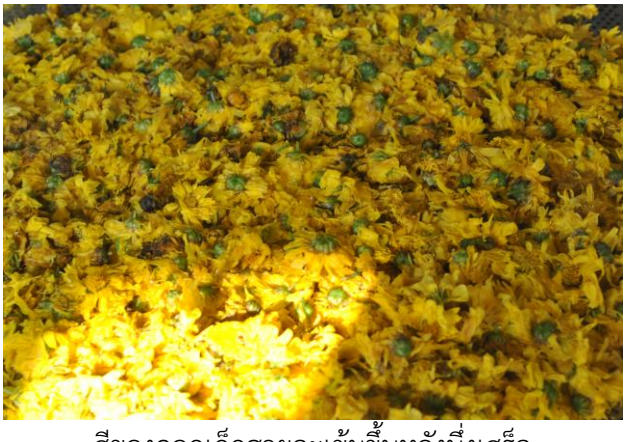
ดอกเก็กฮวยก่อนนำไปนึ่ง

หม้อนึ่งที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ความหนาของดอกเก็กฮวยที่นึ่งแต่ละชั้นหนา 4-5 cm

ส้อมไม้ไผ่เกลี่ยดอกเก็กฮวย เพื่อช่วยระบายความร้อนและตะแกรง ที่ใช้อบแห้งดอกเก็กฮวยที่นึ่งแล้ว

นำดอกเก็กฮวยที่นึ่งเสร็จมาผึ่งบนโต๊ะที่เตรียมไว้ แล้วเปิดพัดลม พร้อมทั้งใช้ส้อมไม้ไผ่เกลี่ยดอกเก็กฮวย เพื่อช่วยระบายความร้อน



สีของดอกเก็กฮวยจะเข้มขึ้นหลังนึ่งเสร็จ

เปรียบเทียบสีดอกเก็กฮวยก่อนนึ่ง (รูปขวา) กับสีดอกเก็กฮวยหลังนึ่ง (รูปซ้าย)

นำตะแกรงที่บรรจุดอกเก็กฮวยที่นึ่งแล้ว (ผ่านการผึ่งและระบายความร้อน) โดยปริมาณดอกที่ใส่ถาด/ตะแกรงแต่ละชั้นจำนวน 4 กิโลกรัม ความหนาต่อชั้นประมาณ 2.50-3.00 cm

3. การอบแห้งดอกเก็กฮวย

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโง๊ะ มีเตาอบ 2 แบบ คือ เตาอบแบบไม่มีพัดลม (เตาปูน) และเตาอบลมร้อนแบบถาดหมุน (สเตนเลส) โดยเตาแต่ละแบบใช้สภาวะในการอบที่แตกต่างกันดังนี้ เตาอบแบบไม่มีพัดลมอากาศเข้าไม่ได้ ใช้อุณหภูมิสูง 70 °C คงที่เป็นเวลา 8 ชม. สำหรับเตาอบลมร้อนแบบถาดหมุน จะอบที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงจากนั้นจะลดอุณหภูมิลงเหลือ 50 °C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง (อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองคาร์โมมายด์ที่ทางคณะวิจัยได้ดำเนินการวิจัยก่อนหน้านี้ ซึ่งการอบที่อุณหภูมินี้จะเป็นการรักษาปริมาณสารออกฤทธิ์) โดยในการอบแต่ละครั้งจะอบได้ประมาณ 70 กิโลกรัมสด ปริมาณดอกที่ใส่ถาด/ตะแกรงแต่ละชั้นจำนวน 4 กิโลกรัม ความหนาต่อชั้นประมาณ 2.50-3.00 cm 1 เตาอบ มีทั้งหมด 17 ชั้น

เตาอบแบบไม่มีพัดลม

เตาอบลมร้อนแบบถาดหมุน

4. การเก็บดอกเก็กฮวยหลังอบเสร็จ

เมื่อได้ดอกเก็กฮวยที่อบเสร็จแล้ว ก็ชั่งน้ำหนักดอกเก็กฮวยบรรจุถุง ถุงละ 5 กิโลกรัม โดยถุงที่ใช้จะเป็นถุง PE (ถุงสำหรับบรรจุของเย็น) หรือถุง PP (ถุงสำหรับบรรจุของร้อน) ตามแต่ที่เจ้าหน้าที่ศูนย์จะหาซื้อถุงแบบใดได้

ขั้นตอนการบรรจุดอกเก็กฮวยที่อบแห้งแล้วลงถุง ถุงละ 5 กิโลกรัม

ห้องเก็บดอกเก็กฮวยที่อบเสร็จแล้ว

ศึกษาผลของชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บชาดอกเก็กฮวยหลังอบเสร็จให้คงคุณภาพ ในด้านความชื้นและปริมาณสารออกฤทธิ์

การทดลองที่ 1 การหาปริมาณความชื้นในตัวอย่างชาดอกเก๊กฮวยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 25 องศาเซลเซียสและ 55 องศาเซลเซียส

วิธีการทดลอง

- ชั่งชาดอกเก็กฮวยน้ำหนัก 200 กรัมต่อถุง บรรจุในถุง PE, ถุงไนล่อน, ถุง Aluminum foil, ถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจนเข้าไป โดยเก็บตัวอย่างไว้ที่ 3 อุณหภูมิ ได้แก่ 4 องศาเซลเซียส 25 องศาเซลเซียสและ 55 องศาเซลเซียส ซึ่งแต่ละอุณหภูมิจะทำการทดลองทั้งหมดสามซ้ำ และจะนำตัวอย่างชามาหาค่าความชื้นทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์

ตู้เก็บตัวอย่างดอกเก็กฮวยอบแห้งที่สามารถควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษาได้

การหาปริมาณความชื้น (Moisture Content) (AOAC, 1995)

- นำตัวอย่างใบชา 4 กรัม ชั่งใน moisture can นำมาทำให้แห้งในเตาอบ ที่อุณหภูมิ 70องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 15 นาที นำไปใส่ในโถดูดความชื้นประมาณ 30 นาที จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักคงไว้จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ น้ำหนักส่วนที่หายไปมีค่าเท่ากับปริมาณความชื้นในตัวอย่าง

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$$

ผลการทดลอง

ตารางที่ 3 ค่าความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4°C, 25 °C และ 55 °C

ชนิดบรรจุภัณฑ์/อุณหภูมิ	% ความชื้น						
	สัปดาห์ที่						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุง PE/ 4 °C	2.05	2.85	2.74	2.58	3.89	4.29	3.24
	1.78	2.86	2.98	3.55	3.38	3.16	3.32
	1.73	3.28	3.60	3.60	4.06	3.72	3.15
ค่าเฉลี่ย	1.85	3.00	3.11	3.24	3.78	3.72	3.24
ถุง Nylon/ 4 °C	2.05	2.80	2.71	3.56	3.24	3.65	3.57
	1.78	3.13	3.14	3.62	3.32	3.26	3.75
	1.73	3.05	3.28	3.15	3.38	3.29	3.29
ค่าเฉลี่ย	1.85	3.00	3.04	3.44	3.31	3.40	3.54
ถุง Aluminum foil/ 4 °C	2.05	3.39	2.50	3.24	3.29	3.56	1.93
	1.78	3.41	2.38	3.34	3.25	2.68	2.47
	1.73	2.73	2.54	3.25	2.74	2.73	1.62
ค่าเฉลี่ย	1.85	3.18	2.47	3.28	3.09	2.99	2.00
ถุง Nylon-N_2/ 4 °C	2.05	3.56	2.69	3.29	2.45	3.05	3.04
	1.78	3.47	2.77	3.23	2.49	3.04	3.49
	1.73	3.38	2.71	2.62	2.95	3.01	3.12
ค่าเฉลี่ย	1.85	3.47	2.72	3.05	2.63	3.03	3.22
ถุง PE/ 25 °C	2.05	4.09	5.16	3.82	5.74	4.89	4.91
	1.78	3.61	3.76	3.91	4.54	4.76	6.10
	1.73	3.54	4.33	4.71	4.22	5.38	4.58
ค่าเฉลี่ย	1.85	3.75	4.42	4.15	4.83	5.01	5.20
ถุง Nylon/ 25 °C	2.05	3.01	4.57	3.91	4.45	5.99	5.55
	1.78	3.38	3.65	3.81	5.64	5.89	4.64
	1.73	4.12	4.50	3.87	4.93	6.18	4.84
ค่าเฉลี่ย	1.85	3.50	4.24	3.86	5.01	6.02	5.01
ถุง Aluminum foil/ 25 °C	2.05	3.19	2.50	2.75	3.24	3.08	2.62
	1.78	3.05	2.38	3.05	2.55	2.85	3.36
	1.73	3.64	2.54	2.51	2.98	3.17	3.42
ค่าเฉลี่ย	1.85	3.29	2.47	2.77	2.92	3.03	3.13
ถุง Nylon-N_2/ 25 °C	2.05	2.72	2.81	4.15	3.79	6.03	6.75
	1.78	3.02	3.24	4.02	4.40	6.02	6.65
	1.73	3.34	3.07	4.74	3.50	5.88	6.46
ค่าเฉลี่ย	1.85	3.03	3.04	4.30	3.90	5.98	6.62

ชนิดบรรจุภัณฑ์/อุณหภูมิ	% ความชื้น						
	สัปดาห์ที่						
	0	2	4	6	8	10	12
ถุง PE/ 55 °C	2.05	0.38	1.04	0.57	0.39	0.58	0.31
	1.78	0.39	1.08	0.48	0.25	0.75	0.30
	1.73	0.48	0.77	0.23	0.29	0.54	0.34
ค่าเฉลี่ย	1.85	0.42	0.96	0.43	0.31	0.62	0.32
ถุง Nylon/ 55 °C	2.05	0.57	0.93	0.52	0.28	0.64	0.34
	1.78	0.59	0.84	0.87	0.24	0.53	0.56
	1.73	0.49	1.17	0.42	0.25	0.28	0.39
ค่าเฉลี่ย	1.85	0.55	0.98	0.60	0.26	0.48	0.43
ถุง Aluminum foil/ 55 °C	2.05	2.91	3.38	3.75	3.97	4.67	4.12
	1.78	3.28	3.41	2.40	6.08	3.83	5.18
	1.73	2.73	2.35	3.37	4.19	4.57	4.58
ค่าเฉลี่ย	1.85	2.97	3.05	3.17	4.75	4.36	4.63
ถุง Nylon-N_2/ 55 °C	2.05	1.69	1.90	0.60	2.32	0.53	0.15
	1.78	1.55	0.64	0.48	0.54	0.48	0.12
	1.73	1.41	0.72	0.47	0.44	0.48	0.41
ค่าเฉลี่ย	1.85	1.55	1.09	0.52	1.10	0.50	0.23

ปริมาณความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งในวันเริ่มต้นการทดลองมีปริมาณ 1.85% เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือนที่ 25°C พบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 4.42% รองลงมาได้แก่ เก็กฮวยที่เก็บในถุง Nylon มีความชื้น 4.24% และเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณความชื้น 3.04% และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณความชื้น 2.47% และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุง PE มีปริมาณความชื้น 4.83% รองลงมาได้แก่ชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจน ซึ่งมีปริมาณความชื้น 3.89% ถุงไนล่อนมีความชื้น 3.70% และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีความชื้น 2.92% และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนพบว่า ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีความชื้น 6.62% รองลงมาได้แก่ ดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE มีความชื้น 5.20% และชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนมีความชื้น 5.01% และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุดเท่ากับ 3.13% (รูปที่ 1)

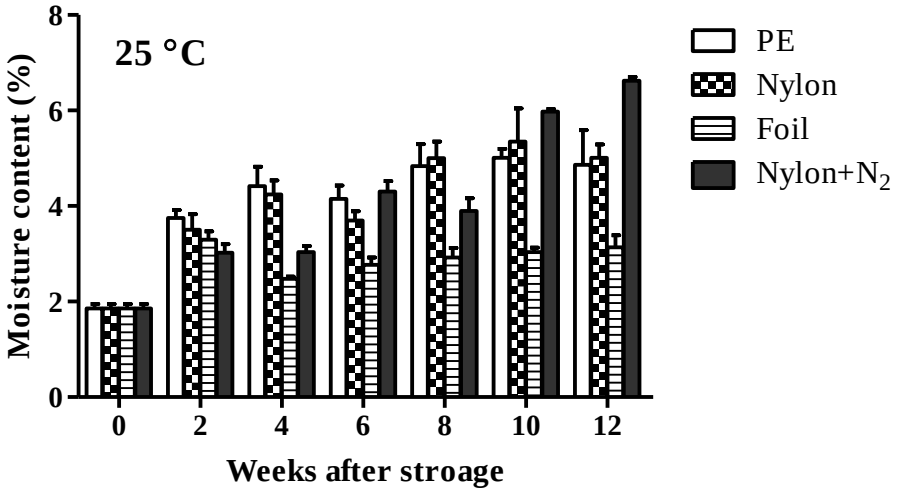
เมื่อเก็บรักษาดอกเก็กฮวยอบแห้งที่ 55°C พบว่า ปริมาณความชื้นในตัวอย่างในวันเริ่มต้นมีปริมาณความชื้น 1.85% เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณความชื้น 3.05% รองลงมาได้แก่ชุดที่เก็บในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีความชื้น 1.09% และชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนมีความชื้น 0.98% และชุดที่เก็บรักษาในถุง PE มีปริมาณความชื้น 0.96% และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือนโดยชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีความชื้นมากที่สุด (4.75%) และชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีความชื้น 1.11% ตามมาด้วยชุดที่เก็บรักษาในถุง PE ดอกเก็กฮวยอบแห้งมีปริมาณความชื้น 0.31% และชุดที่เก็บในถุงไนล่อนมีปริมาณความชื้น 0.26% หลังจากนั้นเมื่อเก็บรักษาดอกเก็กฮวยที่ 55 °C เป็นเวลา 3 เดือน

พบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีความชื้นมากที่สุด (4.63%) แต่ไม่มีความแตกต่างจากเดือนที่ 2 ของการเก็บรักษา รองลงมาได้แก่ชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 0.67% ตามมาด้วยชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีปริมาณความชื้น 0.43% และชุดที่เก็บรักษาในถุง PE มีปริมาณความชื้น 0.32% ซึ่งไม่มีความแตกต่างจากการเก็บเป็นเวลา 2 เดือน (รูปที่ 3)

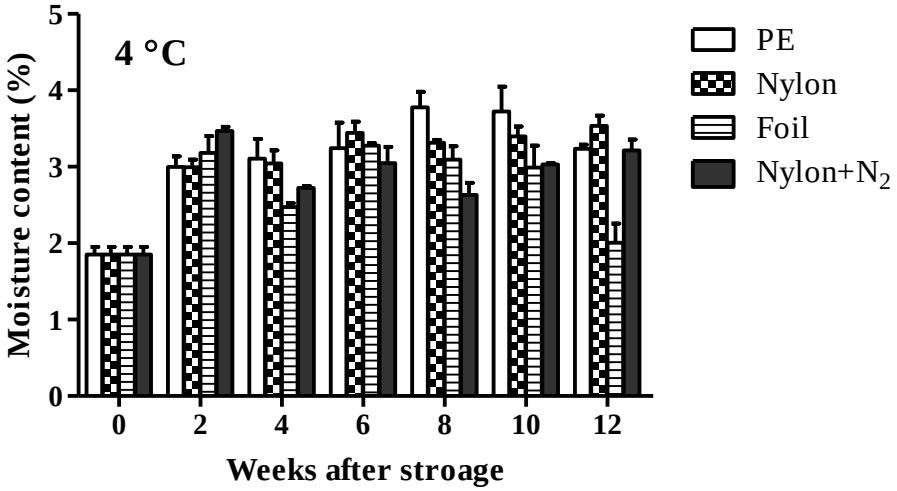
ดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาที่ 4 ˚C พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุง PE มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้น (1.85%) เป็น 3.11% รองลงมาได้แก่ชุดที่เก็บในถุงไนล่อนมีปริมาณความชื้น 3.04% และชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีความชื้น 2.72% และดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณความชื้น 2.47% และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่า ชุดที่เก็บรักษาในถุง PE ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเป็น 3.78% รองลงมาคือชุดเก็บรักษาในถุงไนล่อนมีปริมาณความชื้น 3.31% ซึ่งมีความชื้นเพิ่มขึ้นจากเดือนที่ 1 ของการเก็บรักษา และชุดที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีความชื้น 3.09% และชุดที่เก็บรักษาถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีความชื้น 2.63% และเมื่อเก็บรักษาดอกเก็กฮวยอบแห้งที่ 4 ˚C เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนมีความชื้น 3.53% รองลงมาได้แก่ชุดที่เก็บในถุง PE มีปริมาณความชื้น 3.24% ซึ่งมีปริมาณความชื้นใกล้เคียงกับชุดเก็บในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีความชื้น 3.22% (รูปที่ 2)

จากผลการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิ 25 ºC ถุง Aluminum foil มีความสามารถคงคุณภาพของดอกเก็กฮวยอบแห้งได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจน ถุงไนล่อน และถุง PE ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไป %ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุง Aluminum foil เพิ่มขึ้นน้อยกว่า %ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจน ถุงไนล่อน และถุง PE ตามลำดับ แต่เมื่อเทียบอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาดอกเก็กฮวยอบแห้งจะพบว่า ที่อุณหภูมิ 55ºC ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิห้องปกติ (เพื่อศึกษาการเสียสภาพของชาดอกเก็กฮวยที่อุณหภูมิสูง) ไม่ว่าจะใช้ถุงชนิดใดเป็นบรรจุภัณฑ์ก็จะเห็นได้ว่า % ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งจะลดลง เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงทำให้ปริมาณน้ำในชาดอกเก็กฮวยระเหยออกไป แต่ถุง Aluminum foil ก็ยังคงเป็นบรรจุภัณฑ์ที่รักษาความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งได้ดีที่สุด

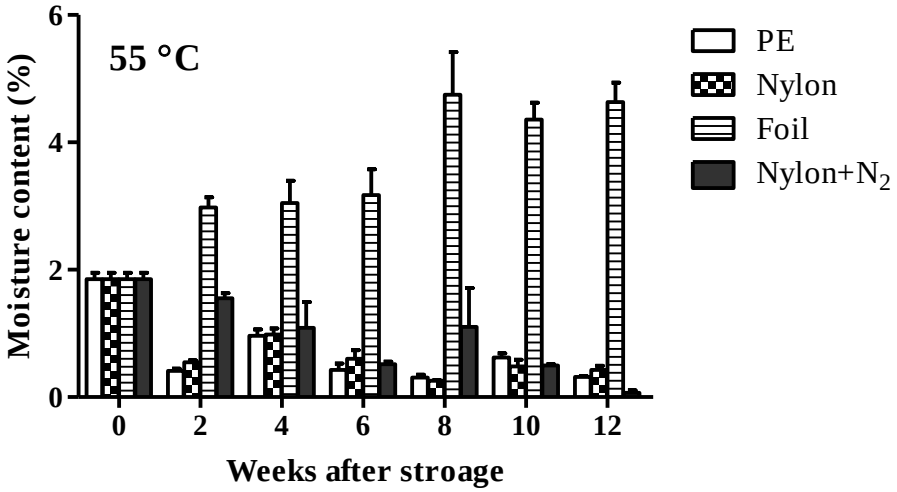
สำหรับที่อุณหภูมิ 4ºC เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการเก็บดอกเก็กฮวยอบแห้งเพื่อให้คงคุณภาพไม่ว่าจะใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดใดก็ตาม แต่การจะเก็บดอกเก็กฮวยอบแห้งที่อุณหภูมิ 4ºC ต้องมีการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในห้องเย็น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ในการเก็บดอกเก็กฮวยอบแห้งเพื่อให้คงคุณภาพควรใช้บรรจุภัณฑ์เป็น ถุง Aluminum foil ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 25ºC เนื่องจาก ค่า %ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่ 4ºC กับ ที่ 25ºC มีค่า %ความชื้นไม่แตกต่างกัน จึงเลือกที่ใช้อุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ 25ºC เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต



รูปที่ 1 กราฟแสดงค่า %ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25°C



รูปที่ 2 กราฟแสดงค่า %ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 4°C



รูปที่ 3 กราฟแสดงค่า %ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงชนิดต่างๆ ที่อุณหภูมิ 55°C

การทดลองที่ 2 การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางเคมีของชาเก็กฮวยที่เก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ โดยมี 2 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยที่ 1: สภาวะและบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ถุงพอลิเอทิลีน (PE), ไนลอน (Nylon), อลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium foil) และถุงไนลอน+ก๊าซไนโตรเจน
ปัจจัยที่ 2: อุณหภูมิในการเก็บรักษา ได้แก่ 4, 25 และ 55 องศาเซลเซียส

ทรีตเมนต์ที่ 1 = บรรจุในถุง PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 2 = บรรจุในถุง PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 3 = บรรจุในถุง PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 4 = บรรจุในถุงไนลอน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 5 = บรรจุในถุงไนลอน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 6 = บรรจุในถุงไนลอน รักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 7 = บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 8 = บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 9 = บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 10 = บรรจุในถุงถุงไนลอน+ก๊าซไนโตรเจนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 11 = บรรจุในถุงไนลอน+ก๊าซไนโตรเจน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 12 = บรรจุในถุงไนลอน+ก๊าซไนโตรเจน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

เก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน และตรวจเช็คผลทุก 4 สัปดาห์

<u>การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางเคมีของชาเก็กฮวย</u>

1. ปริมาณเบต้าแคโรทีน (β-Carotene) (ตามวิธีการของ Nagata และ Yamashita, 1992)

วิธีการทดลอง

นำตัวอย่างใบชาจำนวน 1.0 กรัม ใส่ตัวทำละลาย Acetone-Hexane (4:6) 20 ml นำไปปั่นด้วยเครื่อง centrifuge แล้วนำส่วนใส ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectophotometer ที่ความยาวคลื่นดังนี้ 663, 645, 505 และ 453 นาโนเมตร และนำค่าความยาวคลื่นต่างๆ ที่ได้ไปแทนค่าในสูตรคำนวน

$$\beta\text{-carotene (mg/100ml)} = 0.216A_{663} - 1.22A_{645} - 0.304A_{505} + 0.452A_{453}$$

A_{663} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร
A_{645} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 645 นาโนเมตร
A_{505} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 505 นาโนเมตร
A_{453} = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 453 นาโนเมตร

2. ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free-fatty acid) (A.O.A.C., 1976)

วิธีเตรียมสารเคมี

สารละลายแอลกอฮอล์-ฟีนอฟธาลีน 0.4 กรัม ละลายใน ethanol ร้อยละ 95 ปริมาตร 1 ลิตร

วิธีการทดลอง

ชั่งตัวอย่างชาดอกเก๊กฮวย 2 กรัม ใส่ใน flask มีจุกขนาด 125 มิลลิลิตร เติมเบนซีน 50 มิลลิลิตร ใส่ Magnet ปิดจุกให้สนิท นำตัวอย่างไปเขย่านาน 30 นาที แล้วนำมาตั้งทิ้งไว้ให้นอนก้นประมาณ 3 นาที นำมากรองด้วยกระดาษกรอง ขณะกรองให้นำกระจกนาฬิกาปิดบนกรวยแก้วเพื่อป้องกันตัวทำละลายระเหย ปิเปตสารที่กรองได้มา 25 มิลลิลิตร ใส่ในฟาล์คขนาด 125 มิลลิลิตรแล้วเติมสารละลายแอลกอฮอล์-ฟีนอฟธาลีน 25 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปไตเตรตกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ทำ blank โดยใช้เบนซีน 25 มิลลิลิตร และสารละลายแอลกอฮอล์-ฟีนอฟธาลีน 25 มิลลิลิตร

$$\text{Fat acidity (mg KOH/100 น้ำหนักแห้ง)} = \frac{1000 \times (T-B) \times N \times 280.40}{100 - W}$$

T = มิลลิลิตรของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง
B = มิลลิลิตรของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรตกับ blank
N = นอร์มอลของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์
W = ความชื้นของตัวอย่าง (ร้อยละ)

3. ปริมาณ polyphenol (ดัดแปลงจาก Terada et al., 1987)

ชั่งตัวอย่างชาดอกเก็กฮวย 0.2 กรัม ลงใน extraction tube แบบมีฝาเกลียวขนาด 10 มิลลิลิตร เติม Methanol 70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer อุ่นใน water bath ที่ควบคุมอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ทุกๆ 5 นาที ให้นำตัวอย่างมากวนผสมด้วย vortex

mixer ยก extraction tube ขึ้นจาก water bath ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไป centrifuge ที่ความเร็ว 3500 รอบต่อนาที นาน 20 นาที ด้วยเครื่อง centifuger

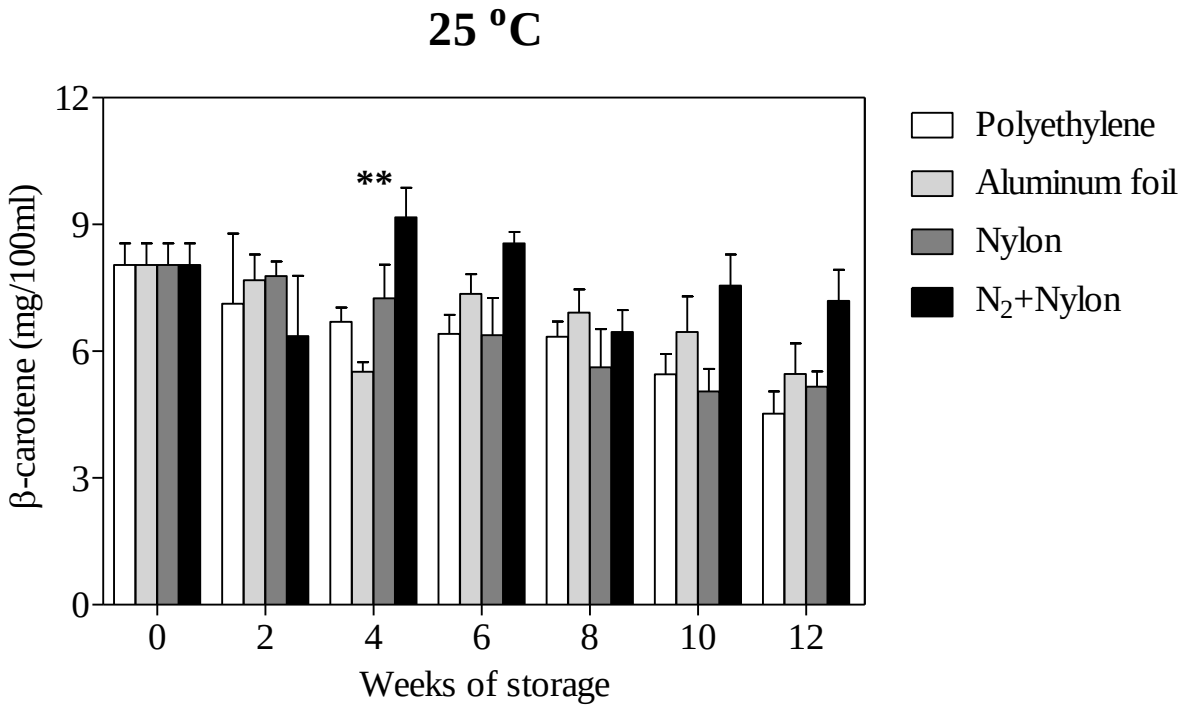
วิธีการทดลอง

หา % dry matter content ตามวิธีการหาความชื้นและน้ำหนักแห้ง เจือจางสารละลายสกัด 300 เท่า โดยปิเปต สารละลายสกัด 1 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบด้วยน้ำกลั่น ปิเปต folin-Ciocalteu reagent 10 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 5 มิลลิลิตร ลงในแต่ละ tube พร้อมกวนผสมด้วย vortex mixer ภายใน 3-8 นาที ปิเปต 4 มิลลิลิตร Sodium carbonate ความเข้มข้น 7.5 เปอร์เซ็นต์ ลงในแต่ละ tube พร้อมกวนผสมด้วย vortex mixer ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร โดยใช้ tube ที่ใส่น้ำกลั่นเป็น blank

ผลการทดลอง

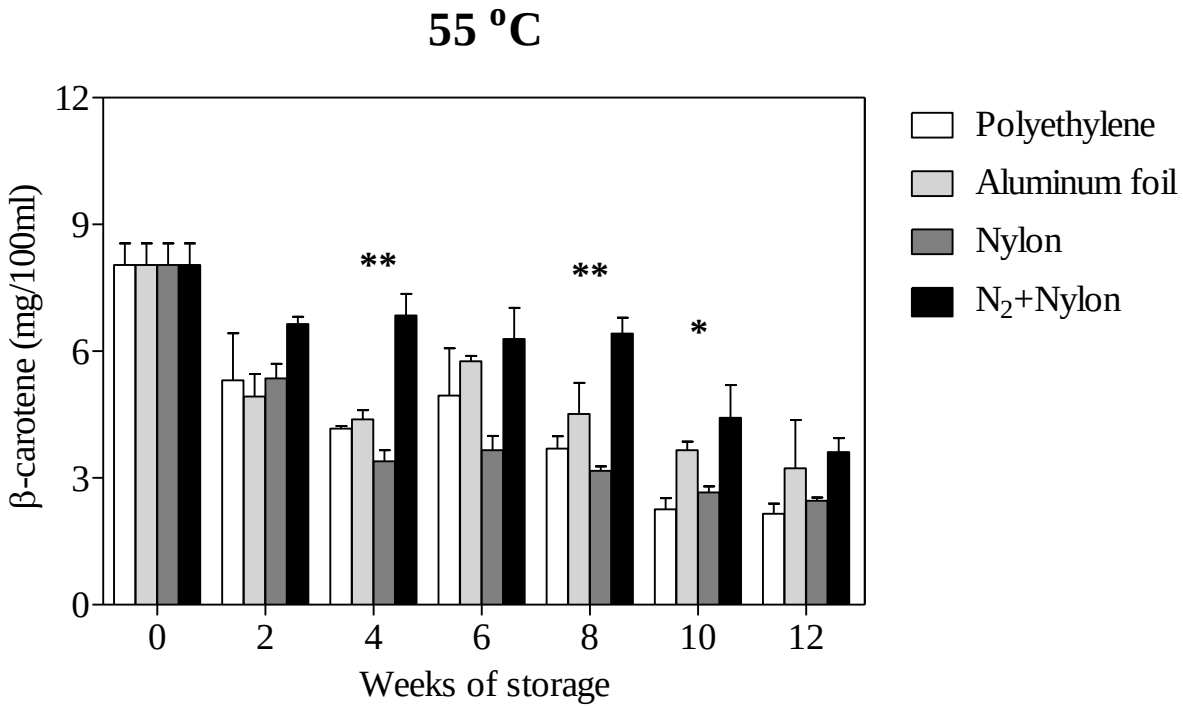
1. ปริมาณเบต้าแคโรทีน (β-Carotene)

ปริมาณเบต้าแคโรทีนของดอกเก็กฮวยอบแห้งในวันเริ่มต้นการทดลองมีปริมาณ 8.03 mg/100 ml เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือนที่ 25°C พบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นเป็น 9.17 mg/100 ml ในขณะที่บรรจุภัณฑ์อื่นๆ มีปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลง ดังนี้ ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 7.24 mg/100 ml และเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 6.69 mg/100 ml และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 5.51 mg/100 ml และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลงเป็น 6.45 mg/100 ml ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 5.62 mg/100 ml และเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 6.34 mg/100 ml และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 6.91 mg/100 ml และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนพบว่า ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเบต้าแคโรที 7.19 mg/100 ml ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 5.16 mg/100 ml และเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 4.52 mg/100 ml และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 5.46 mg/100 ml (รูปที่ 4)



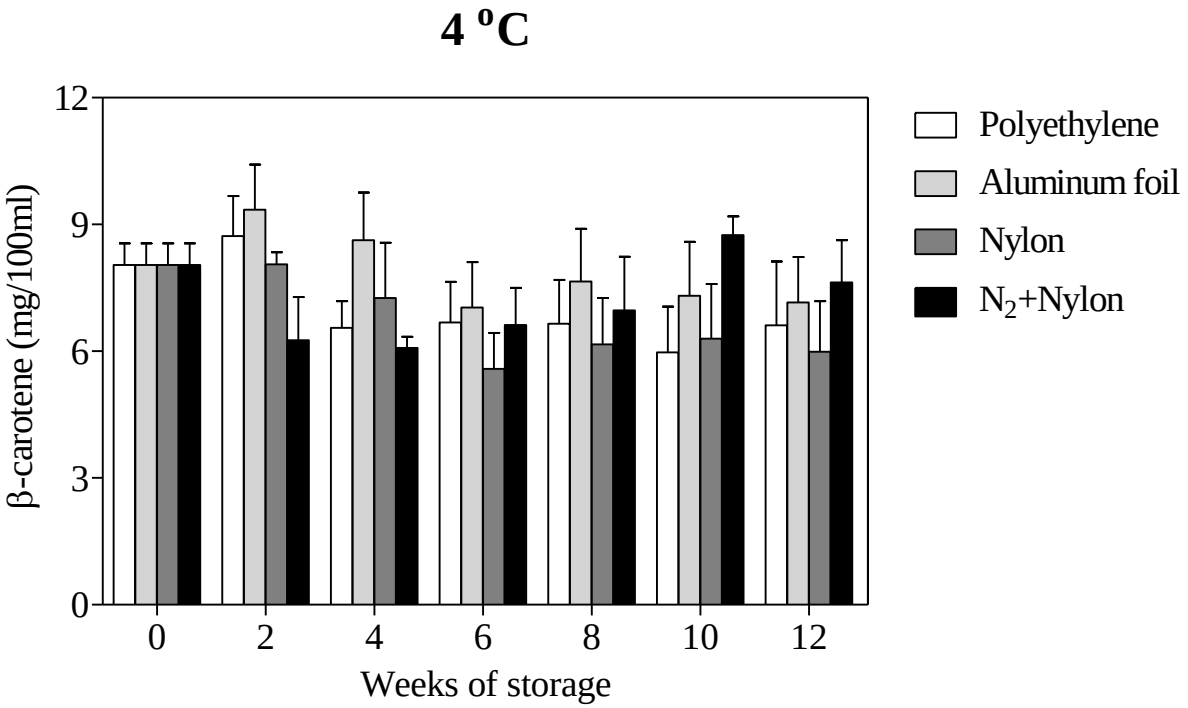
รูปที่ 4 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 25°C เป็นเวลา 3 เดือน

เมื่อเก็บรักษาดอกเก็กฮวยอบแห้งที่ 55°C พบว่า ในวันเริ่มต้นมีปริมาณปริมาณเบต้าแคโรทีนเป็น 8.03 mg/100 ml เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าพบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลงเป็น 6.84 mg/100 ml รองลงมาคือดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 4.38 mg/100 ml และเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 4.16 mg/100 ml และชุดที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 3.39 mg/100 ml และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลงเป็น 6.41 mg/100 ml ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 4.51 mg/100 ml และเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 3.69 mg/100 ml และชุดที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 3.16 mg/100 mlและเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนพบว่า ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเบต้าแคโรทีนเป็น 3.61 mg/100 ml ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 3.22 mg/100 ml และเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 2.15 mg/100 ml และชุดที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 2.46 mg/100 ml (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 55 ˚C เป็นเวลา 3 เดือน

ดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาที่ 4 ˚C พบว่า เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นจากวันเริ่มต้น (8.03 mg/100 ml) เป็น 8.63 mg/100 ml รองลงมาได้แก่ชุดที่เก็บในถุงไนล่อนมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 7.26 mg/100 ml และชุดที่เก็บรักษาในถุง PE มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 6.55 mg/100 ml และดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 6.08 mg/100 ml และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่า ชุดที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ มีปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลงเป็น 7.64 mg/100 ml รองลงมาคือ ชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นเป็น 6.96 mg/100 ml ชุดเก็บรักษาในถุง PE มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 6.65 mg/100 ml ซึ่งมีความชื้นเพิ่มขึ้นจากเดือนที่ 1 ของการเก็บรักษา และชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 6.15 mg/100 ml และเมื่อเก็บรักษาดอกเก็กฮวยอบแห้งที่ 4ºC เป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเบต้าแคโรทีนลดลงเป็น 7.62 mg/100 ml รองลงมาคือ ชุดที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นเป็น 7.15 mg/100 ml ชุดเก็บรักษาในถุง PE มีปริมาณเบต้าแคโรทีน 6.61 mg/100 ml และชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 5.91 mg/100 ml (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 4 ˚C เป็นเวลา 3 เดือน

จากผลการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิ 25 ˚C ถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจน มีความสามารถคงคุณภาพของดอกเก็กฮวยอบแห้งได้ดีที่สุดโดยมีปริมาณสารออกฤทธิ์ (เบต้าแคโรทีน) สูงสุด รองลงมาคือ ถุง Aluminum foil ถุงไนล่อน และถุง PE ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณเบต้าแคโรทีนของดอกเก๊กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจนคงปริมาณเบต้าแคโรทีนได้มากที่สุด และเมื่อเทียบที่อุณหภูมิ 55˚C ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิห้องปกติ พบว่าถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจน มีความสามารถคงคุณภาพของดอกเก็กฮวยอบแห้งได้ดีที่สุดโดยมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงสุด รองลงมาคือ ถุง Aluminum foil ถุงไนล่อน และถุง PE ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเป็นไปตามการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 ˚C

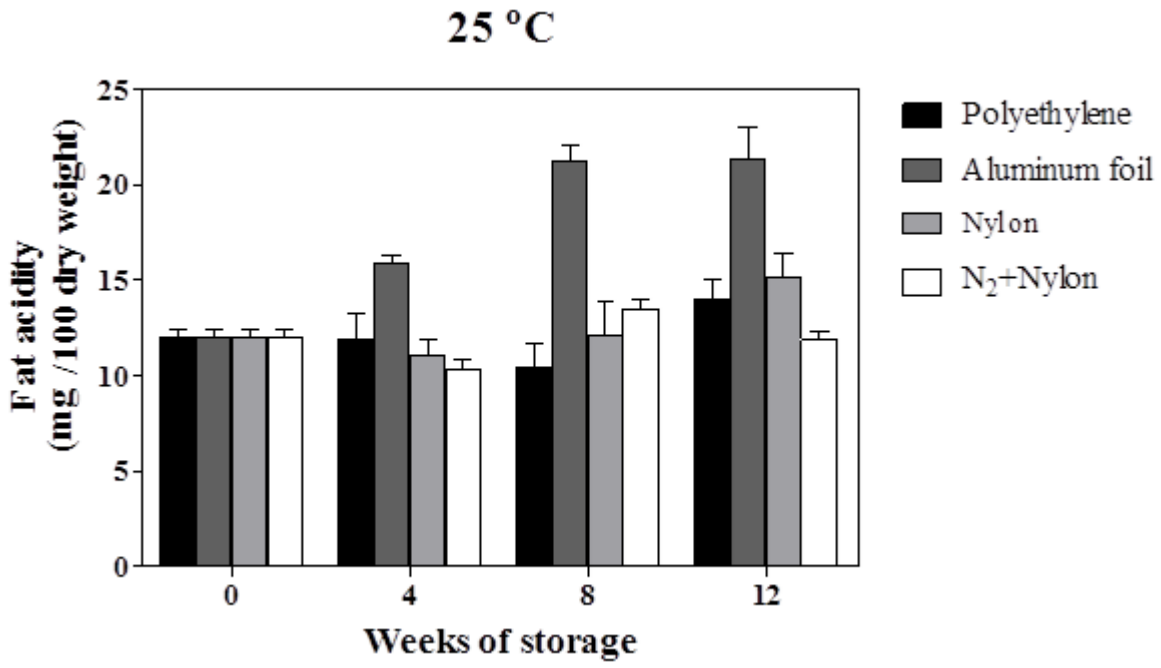
สำหรับที่อุณหภูมิ 4ºC เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการเก็บดอกเก็กฮวยอบแห้งเพื่อให้คงคุณภาพมากที่สุด เนื่องจาก ปริมาณเบต้าแคโรทีนของดอกเก๊กฮวยอบแห้งคงปริมาณเบต้าแคโรทีนได้มากที่สุด โดย ถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจน มีความสามารถคงคุณภาพของดอกเก็กฮวยอบแห้งได้ดีที่สุดโดยมีปริมาณสารออกฤทธิ์ (เบต้าแคโรทีน) สูงสุด รองลงมาคือ ถุง Aluminum foil ถุง PE และถุงไนล่อน ตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ในการเก็บดอกเก็กฮวยอบแห้งเพื่อให้คงคุณภาพสารออกฤทธิ์ควรใช้บรรจุภัณฑ์เป็นถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจนหรือ ถุง Aluminum foil เนื่องจากสามารถคงปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้ได้มากที่สุดทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษา (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 4 ปริมาณเบต้าแคโรทีนในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีน (PE) ถุงไนล่อน ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์และถุงไนล่อนที่บรรจุก๊าซไนโตรเจน ที่อุณหภูมิ 4 ºC 25 ºC และ 55 ºC เป็นเวลา 3 เดือน

Treatments	β-carotene content (mg/100 ml)			
	0 month	1 month	2 month	3 month
Polyethylene + 25 ºC	8.03	6.69	6.34	4.52
Nylon + 25 ºC	8.03	7.24	5.62	5.16
Aluminium foil + 25 ºC	8.03	5.51	6.91	5.46
Nylon + N_2 flash + 25 ºC	8.03	9.17	6.45	7.19
Polyethylene + 4 ºC	8.03	6.55	6.65	6.61
Nylon + 4 ºC	8.03	7.26	6.15	5.91
Aluminium foil + 4 ºC	8.03	8.63	7.64	7.15
Nylon + N_2 flash + 4 ºC	8.03	6.08	6.96	7.62
Polyethylene + 55 ºC	8.03	4.16	3.69	2.15
Nylon + 55 ºC	8.03	3.39	3.16	2.46
Aluminium foil + 55 ºC	8.03	4.38	4.51	3.22
Nylon + N_2 flash + 55 ºC	8.03	6.84	6.41	3.61

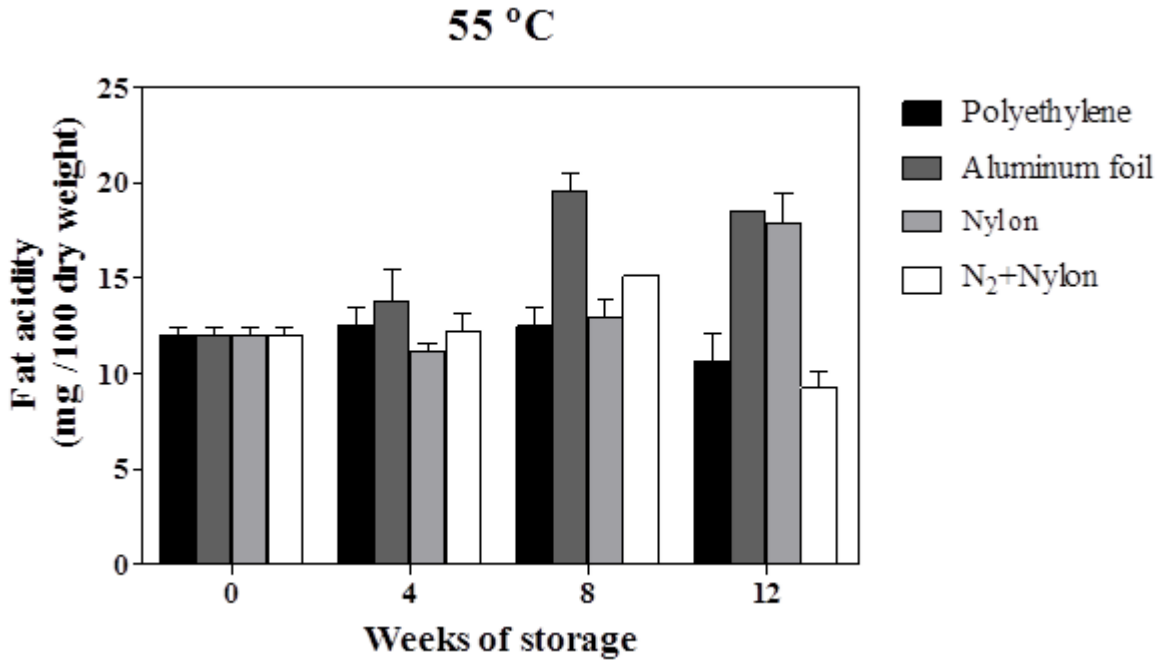
2. ปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid)

ปริมาณกรดไขมันอิสระของดอกเก็กฮวยอบแห้งในวันเริ่มต้นการทดลองมีปริมาณ 11.96 mg/100 mgDW เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือนที่ 25˚C พบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณกรดไขมันอิสระลดลงเป็น 10.37 mg/100 mgDW ในขณะที่บรรจุภัณฑ์อื่นๆ ก็มีปริมาณกรดไขมันอิสระลดลง ดังนี้ ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณปริมาณกรดไขมันอิสระ 10.09 mg/100 mgDW และเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 11.93 mg/100 mgDW และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นเป็น 15.90 mg/100 mgDW และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณกรดไขมันอิสระเป็น 10.51 mg/100 mgDW ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 12.13 mg/100 ml และเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 12.44 mg/100 mgDW และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 21.23 mg/100 mgDW และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนพบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 11.89 mg/100 ml ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 15.11 mg/100 ml และเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 13.96 mg/100 mgDW และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 21.31 mg/100 mgDW (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 ปริมาณกรดไขมันอิสระในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 25 ˚C เป็นเวลา 3 เดือน

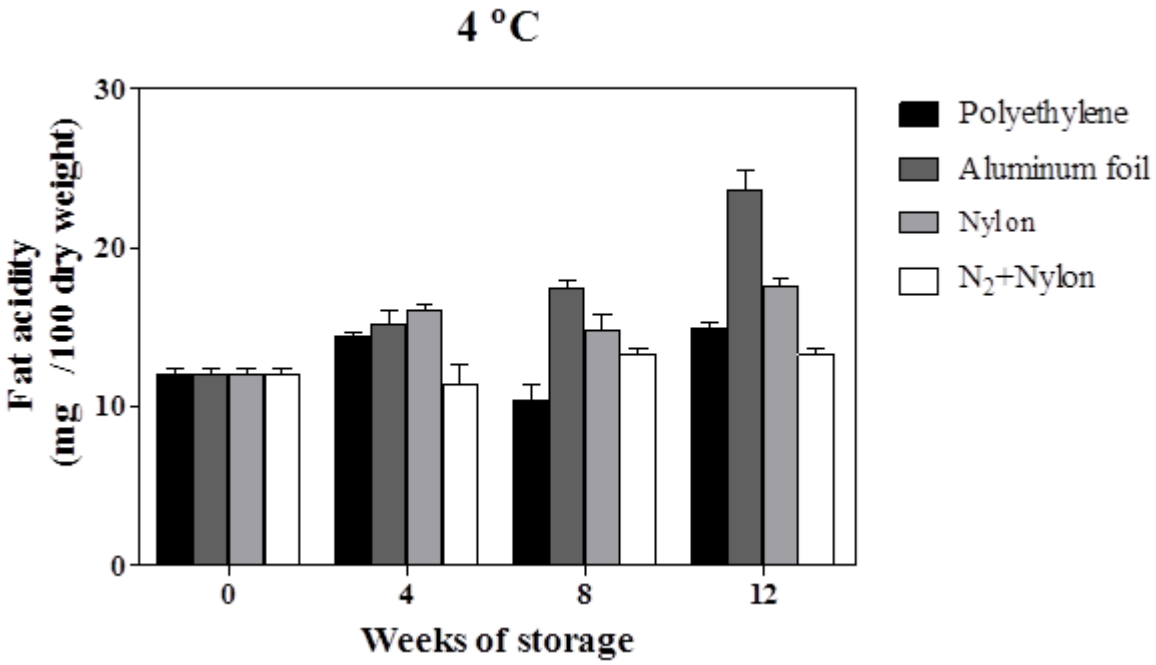
เมื่อเก็บรักษาดอกเก็กฮวยอบแห้งที่ 55˚C พบว่า ในวันเริ่มต้นมีปริมาณปริมาณกรดไขมันอิสระเป็น 11.96 mg/100 mgDW เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง Nylon มีปริมาณกรดไขมันอิสระลดลงเป็น 11.15 mg/100 mgDW แต่ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์อื่นๆ มีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ดังนี้ ถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นเป็น 12.25 mg/100 mgDW ถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 12.56 mg/100 mgDW และถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 13.80 mg/100 mgDW และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง Nylon มีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นเป็น 12.92 mg/100 mgDW ถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นเป็น 15.14 mg/100 mgDW ถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 12.47 mg/100 mgDW และถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 19.56 mg/100 mgDW และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง Nylon มีปริมาณกรดไขมันอิสระเป็น 12.66 mg/100 mgDW ถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณกรดไขมันอิสระเป็น 15.26 mg/100 mgDW ถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 12.66 mg/100 mgDW และถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 18.50 mg/100 mgDW (รูปที่ 8)



รูปที่ 8 ปริมาณกรดไขมันอิสระในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 55 ˚C เป็นเวลา 3 เดือน

ปริมาณกรดไขมันอิสระของดอกเก็กฮวยอบแห้งในวันเริ่มต้นการทดลองมีปริมาณ 11.96 mg/100 mgDW เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือนที่ 4˚C พบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณกรดไขมันอิสระลดลงเป็น 11.34 mg/100 mgDW ในขณะที่บรรจุภัณฑ์อื่นๆ ก็มีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ดังนี้ ดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 14.42 mg/100 mgDW ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 15.18 mg/100 mgDW และถุง Nylon มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 16.07 mg/100 mgDW และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณกรดไขมันอิสระเป็น 13.24 mg/100 mgDW ดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 10.35 mg/100 mgDW ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 14.82 mg/100 ml และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 17.47 mg/100 mgDW และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนพบว่า ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 13.26 mg/100 ml ดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง PE ปิดผนึกมีปริมาณกรดไขมันอิสระ 14.86 mg/100 mgDW ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บในถุง Nylon มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 17.53 mg/100 ml และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณกรดไขมันอิสระ 23.59 mg/100 mgDW (รูปที่ 9)

ปริมาณกรดไขมันอิสระ เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของชาดอกเก็กฮวยได้โดย ถ้ามีปริมาณกรดไขมันอิสระมากแสดงว่ามีความหืน ทำให้คุณภาพกลิ่นของชาลดลง ที่อุณหภูมิต่ำจะคงสภาพกลิ่นชาได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาชาดอกเก็กฮวยให้มีคุณภาพ คือ ที่อุณหภูมิ 25 ºC จากตารางที่ 3 พบว่า ที่อุณหภูมิ 25 ºC บรรจุภัณฑ์ที่ใช้เก็บชาดอกเก็กฮวยแล้วทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเกิดขึ้นน้อยที่สุดคือ และถุงไนล่อนที่บรรจุก๊าซไนโตรเจน รองลงมาคือ ถุง PE ถุงไนล่อน และ ถุง Aluminum foil ตามลำดับ



รูปที่ 9 ปริมาณกรดไขมันอิสระในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 4 ˚C เป็นเวลา 3 เดือน

ตารางที่ 5 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีน (PE) ถุงไนล่อน (Nylon) ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ (Aluminium foil) และถุงไนล่อนที่บรรจุก๊าซไนโตรเจน (Nylon + N_2 flash) ที่อุณหภูมิ 4 ºC 25 ºC และ 55 ºC เป็นเวลา 3 เดือน

Treatments	Free fatty acid content (mg/100 mgDW)			
	0 month	1 month	2 month	3 month
Polyethylene + 25 ºC	11.96	11.93	12.44	13.96
Nylon + 25 ºC	11.96	11.09	12.13	15.11
Aluminium foil + 25 ºC	11.96	15.90	21.23	21.31
Nylon + N_2 flash + 25 ºC	11.96	10.37	10.51	11.89
Polyethylene + 4 ºC	11.96	14.42	10.35	14.86
Nylon + 4 ºC	11.96	16.07	14.82	17.53
Aluminium foil + 4 ºC	11.96	15.18	17.47	23.59
Nylon + N_2 flash + 4 ºC	11.96	11.34	13.24	13.26
Polyethylene + 55 ºC	11.96	12.56	12.47	12.66
Nylon + 55 ºC	11.96	11.15	12.92	17.87
Aluminium foil + 55 ºC	11.96	13.80	19.56	18.50
Nylon + N_2 flash + 55 ºC	11.96	12.25	15.14	15.26

3. ปริมาณ polyphenol

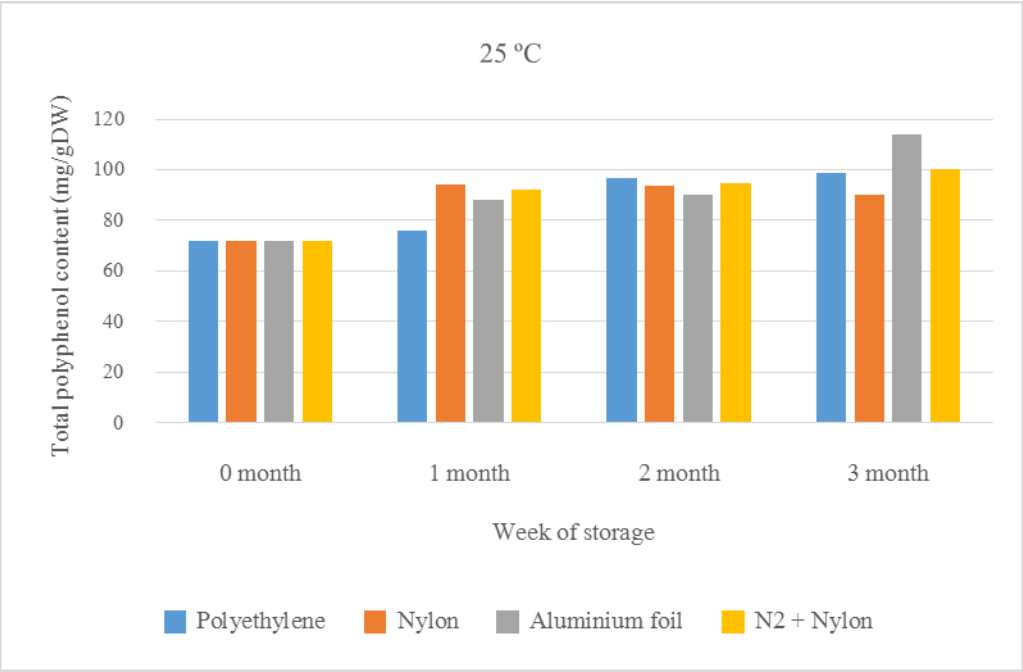
ปริมาณ polyphenol ของดอกเก็กฮวยอบแห้งในวันเริ่มต้นการทดลองมีปริมาณ 72.0499 mg/gDW เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือนที่ 25˚C พบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง Nylon ปิดผนึกมีปริมาณ polyphenol เพิ่มขึ้นเป็น 94.0161 mg/gDW รองลงมาได้แก่ เก็กฮวยที่เก็บในถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน ปริมาณpolyphenol เพิ่มขึ้นเป็น 92.2902 mg/gDW เก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณ polyphenol เป็น 88.1235 mg/gDW และชุดที่เก็บในถุง PE มีปริมาณ polyphenol เป็น 75.9960 mg/gDW และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุง Nylon ปิดผนึกมีปริมาณ polyphenol เป็น 93.6968 mg/gDW (รูปที่ 10)

เมื่อเก็บรักษาดอกเก็กฮวยอบแห้งที่ 55˚C พบว่า ปริมาณ polyphenol ในตัวอย่างในวันเริ่มต้นมีปริมาณ 72.0499 mg/gDW เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง Nylon ปิดผนึกมีปริมาณ polyphenol เป็น 105.011 mg/gDW ซึ่งมากกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณ polyphenol มีแนวโน้มเดียวกับการเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือน โดยชุดที่เก็บในถุง Nylon ปิดผนึกยังคงมีปริมาณ polyphenol ที่มากขึ้น (107.0255 mg/gDW) หลังจากนั้นเมื่อเก็บรักษาดอกเก็กฮวยที่ 55 ˚C เป็นเวลา 3 เดือนพบว่าดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุง Nylon ปิดผนึกยังคงมีปริมาณ polyphenol ที่มากขึ้นเช่นกัน (120.7269 mg/gDW) รองลงมาได้แก่ชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจน ตามมาด้วยชุดที่เก็บรักษาในถุง PE และชุดที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ตามลำดับ (รูปที่ 11)

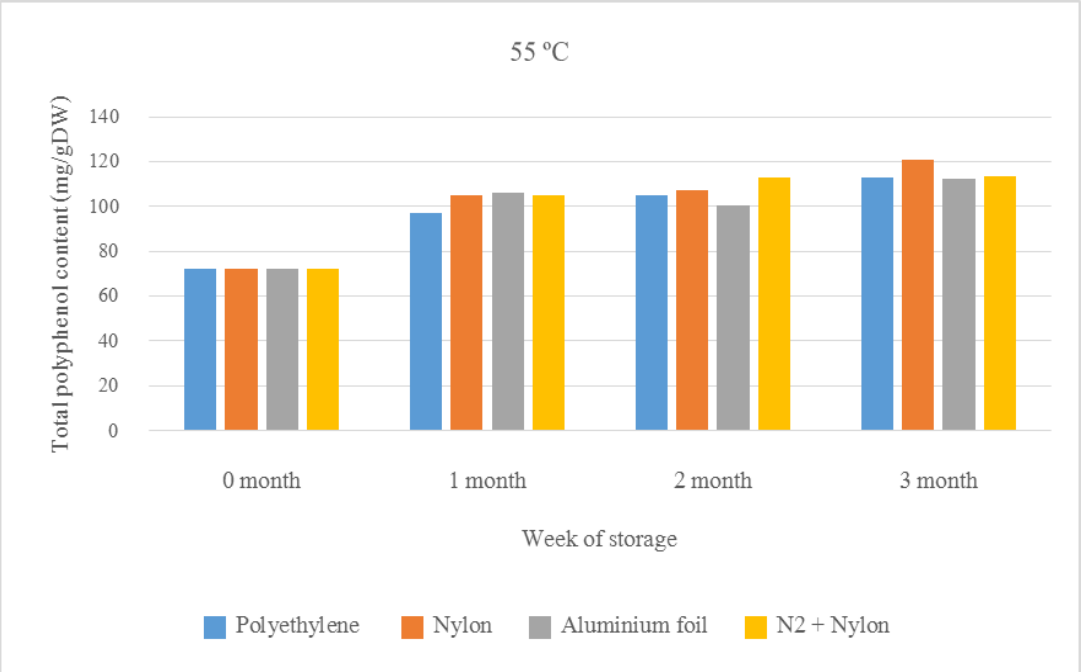
ดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาที่ 4 ˚C พบว่า ดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุง Nylon ปิดผนึกคงปริมาณ polyphenol ได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ตามรูปที่ 12

ตารางที่ 6 ปริมาณ polyphenol ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีน (PE) ถุงไนล่อน (Nylon) ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ (Aluminium foil) และถุงไนล่อนที่บรรจุก๊าซไนโตรเจน (Nylon + N_2 flash) ที่อุณหภูมิ 4 ºC 25 ºC และ 55 ºC เป็นเวลา 3 เดือน

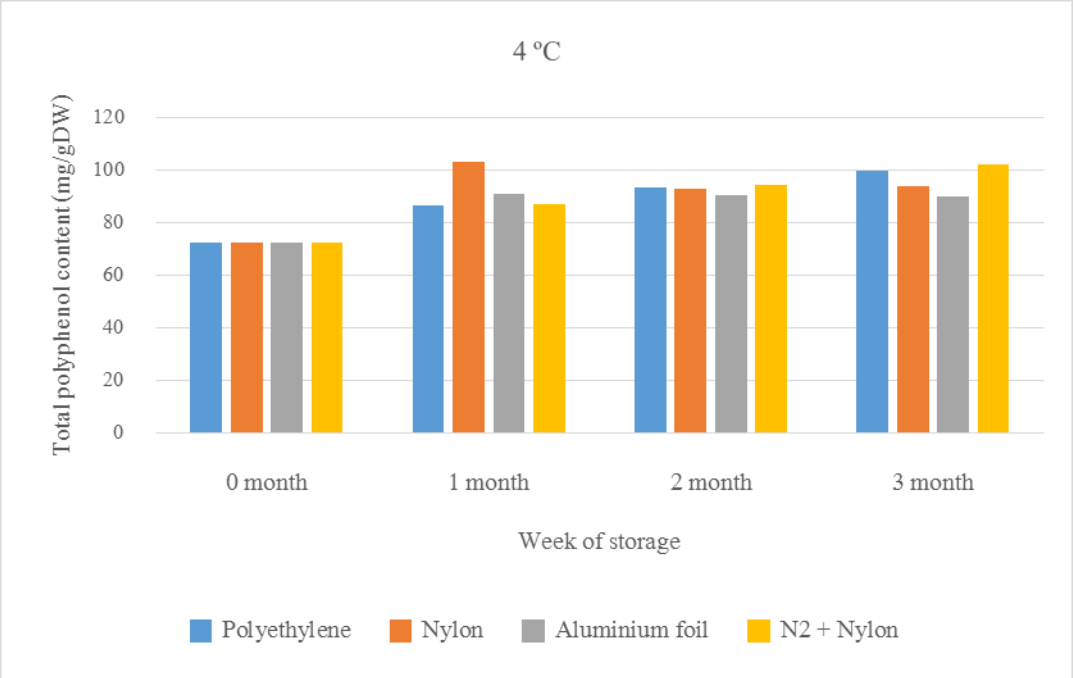
Treatments	Total polyphenol content (mg/gDW)			
	0 month	1 month	2 month	3 month
Polyethylene + 25 ºC	72.0499	75.9960	96.5785	98.5554
Nylon + 25 ºC	72.0499	94.0161	93.6968	90.0167
Aluminium foil + 25 ºC	72.0499	88.1235	90.3513	114.203
Nylon + N_2 flash + 25 ºC	72.0499	92.2902	94.4419	100.2509
Polyethylene + 4 ºC	72.0499	86.3291	93.3850	99.5894
Nylon + 4 ºC	72.0499	102.950	92.5563	93.5903
Aluminium foil + 4 ºC	72.0499	90.9063	90.0928	89.6518
Nylon + N_2 flash + 4 ºC	72.0499	86.7853	94.2898	101.810
Polyethylene + 55 ºC	72.0499	97.1411	104.9650	112.6597
Nylon + 55 ºC	72.0499	105.011	107.0255	120.7269
Aluminium foil + 55 ºC	72.0499	106.227	100.6387	112.5684
Nylon + N_2 flash + 55 ºC	72.0499	104.973	113.0170	113.5493



รูปที่ 10 ปริมาณ polyphenol ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 25 ˚C เป็นเวลา 3 เดือน



รูปที่ 11 ปริมาณ polyphenol ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 55 ˚C เป็นเวลา 3 เดือน



รูปที่ 12 ปริมาณ polyphenol ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ถุง Nylon ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ และถุง Nylon ที่มีก๊าซไนโตรเจน โดยเก็บรักษาที่ 4 ˚C เป็นเวลา 3 เดือน

ศึกษาผลของชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บชาดอกเก็กฮวยหลังอบเสร็จให้คงคุณภาพ ในด้านเชื้อจุลินทรีย์

การทดลองที่ 3 การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างชาดอกเก๊กฮวยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ โดยมี 2 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยที่ 1: สภาวะและบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ถุงพอลิเอทิลีน (PE), ไนลอน (Nylon), อลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium foil) และถุงไนลอน+ก๊าซไนโตรเจน
ปัจจัยที่ 2: อุณหภูมิในการเก็บรักษา ได้แก่ 4, 25 และ 55 องศาเซลเซียส

ทรีตเมนต์ที่ 1 = บรรจุในถุง PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 2 = บรรจุในถุง PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 3 = บรรจุในถุง PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 4 = บรรจุในถุงไนลอน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 5 = บรรจุในถุงไนลอน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 6 = บรรจุในถุงไนลอน รักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 7 = บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 8 = บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 9 = บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 10 = บรรจุในถุงถุงไนลอน+ก๊าซไนโตรเจนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
ทรีตเมนต์ที่ 11 = บรรจุในถุงไนลอน+ก๊าซไนโตรเจน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ทรีตเมนต์ที่ 12 = บรรจุในถุงไนลอน+ก๊าซไนโตรเจน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

เก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน และตรวจเช็คผลทุก 2 สัปดาห์

วิธีการทดลอง

การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์

ทำการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่

- ตรวจหาเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA)
- ตรวจหาเชื้อ Samonella โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar + 0.1 g/l bromocresal green
- ตรวจหาเชื้อ Escherichia coli โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ EMB
- ตรวจหาเชื้อ Yeast และ Mold โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) + chloramphenid 100 mg/l

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

1. สุ่มตัวอย่างชาเก๊กฮวยจำนวน 10 กรัม ใส่ถุง Stomacher แล้วใส่สารละลาย Sodium chloride ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 90 มิลลิลิตร
2. ตีผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Stomacher นาน 1 นาที ตัวอย่างที่ได้จะมีความเจือจาง เท่ากับ 10-1
3. นำตัวอย่างของมะละกอที่อยู่ใน sodium chloride ความเข้มข้น 10-1 มาทำการเจือจางอีก 10 เท่า โดยนำตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ใน Peptone water 9 มิลลิลิตร อาจทำเช่นนี้ต่อไปอีกจนได้สารละลายตัวอย่างตามต้องการ
4. นำตัวอย่างความเข้มข้นต่างๆนี้ ไปทำการตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ต่อไป โดยในแต่ละระดับความเข้มข้น ทำจำนวน 3 ซ้ำ

วิธีวิเคราะห์จุลินทรีย์ในอาหาร

1. การวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ทำการวิเคราะห์โดยวิธี dilution plate method

สำหรับจุลินทรีย์ทั้งหมด Esherichia coli และ Samonella โดยเตรียมตัวอย่างตามวิธีข้างต้น จากนั้นนำอาหารที่อุ่นประมาณ 45-50 องศาเซลเซียส เทอาหารลงบนจานเลี้ยงเชื้อที่มีสารละลายตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร จากนั้นผสมให้เข้ากันโดยหมุนจานอาหารเลี้ยงเชื้อสลับซ้ายขวาอย่างละ 5 ครั้ง จากนั้นทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว นำเข้าตู้บ่มเชื้อ 37 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ประมาณ 48 ชั่วโมง จากนั้นนำมานับจำนวนโคโลนี

2. การวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ทำการวิเคราะห์โดยวิธี spread plate method

สำหรับยีสต์และรา โดยนำอาหารที่อุ่นประมาณ 45-50 องศาเซลเซียส เทลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัว ใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร ของความเข้มข้นต่างๆที่จะใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ตามวิธีการเตรียมตัวอย่าง โดยใช้ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ใช้แท่งแก้วลักษณะโค้งงอตั้งฉาก (spreader) เขี่ยไปมาเพื่อให้กระจายเต็มพื้นที่จานอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นนำเข้าตู้บ่มเชื้อ 37 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ประมาณ 5 วัน จากนั้นนำมานับจำนวนโคโลนี

ตารางที่ 7 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างได้แก่ ถุงโพลีเอทิลีน (PE) ถุงไนล่อน ถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์และถุงไนล่อนที่บรรจุก๊าซไนโตรเจน ที่อุณหภูมิ 4 °C 25 °C และ 55 °C เป็นเวลา 4 เดือน

Treatments	Total plate count (log_{10} CFU/g)				
	0 month	1 month	2 month	3 month	4 month
Polyethylene + 25 °C	0.849	0.835	0.000	0.000	0.100
Nylon + 25 °C	0.849	1.000	0.000	0.477	0.000
Aluminium foil + 25 °C	0.849	0.602	0.000	0.477	0.301
Nylon + N_2 flash + 25 °C	0.849	0.602	0.000	0.000	0.000
Polyethylene + 4 °C	0.849	0.835	0.318	0.000	0.502
Nylon + 4 °C	0.849	0.602	0.301	0.000	0.477
Aluminium foil + 4 °C	0.849	0.778	0.301	0.000	0.000
Nylon + N_2 flash + 4 °C	0.849	0.301	0.699	0.000	0.000
Polyethylene + 55 °C	0.849	0.715	0.000	0.000	0.159
Nylon + 55 °C	0.849	0.699	0.000	0.602	0.699
Aluminium foil + 55 °C	0.849	0.477	0.000	0.000	0.000
Nylon + N_2 flash + 55 °C	0.849	0.301	0.000	0.602	0.000

ผลการทดลอง

จากการทดลองวิเคราะห์ตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นมีปริมาณ 0.849 log_{10} CFU/g และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1 เดือนที่ 25°C พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเก็กฮวยที่เก็บในถุงไนล่อนมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้น 0.1510 log_{10} CFU/g ในขณะชุดที่เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์และถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเชื้อลดลงเท่ากับ 0.2473 และ 0.2476 ตามลำดับ ในขณะที่ดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาที่ 4 °C พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลงเล็กน้อย โดยชุดที่เก็บในถุงไนล่อนมีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 0.301 log_{10} CFU/g รองลงมาได้แก่ชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อน ชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนรยมฟรอยด์และถุง PE โดยมีปริมาณเชื้อ 0.602 0.778 และ 0.835 log_{10} CFU/g ตามลำดับ และสำหรับตัวอย่างที่เก็บรักษาที่ 55 °C พบว่า ชุดที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีไนโตรเจนมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 0.301 log_{10} CFU/g รองลงมาได้แก่ ชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ ถุงไนล่อน และถุง PE โดยพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 0.477 0.699 และ 0.715 log_{10} CFU/g ตามลำดับ และหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือนพบว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาในทุกบรรจุภัณฑ์ที่ 25 °C และ 55 °C ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ แต่ชุดตัวอย่างที่เก็บรักษาที่ 4°C ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ โดยดอกเก็กฮวยที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนทีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดเท่ากับ 0.7 log_{10} CFU/g และชุดทดลองที่เหลือตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 0.301-0.318 log_{10} CFU/g และหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือนแล้วนำมาตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่า ชุดที่เก็บรักษาที่ 4 °C ในทุกบรรจุภัณฑ์ไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนและอะลูมิเนียมฟรอยด์ที่เก็บรักษาที่ 25 °C พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 0.48 log_{10} CFU/g และชุดที่เก็บรักษาที่ 55°C ที่เก็บในถุงไนล่อน และถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 0.602 log_{10} CFU/g ในขณะที่ดอกเก็กฮวยที่เก็บในถุง PE และอะลูมิเนียม

ฟรอยด์ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน พบว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่ 25°C ที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนและถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ แต่ดอกเก็กฮวยที่เก็บในถุง PE พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 0.1 log_{10} CFU/g และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 0.3 log_{10} CFU/g ในขณะที่ตัวอย่างที่เก็บรักษาที่ 4 °C ในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์และถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ แต่ตัวอย่างที่เก็บในถุง PE และถุงไนล่อนมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 0.5 และ 0.48 log_{10} CFU/g ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างที่เก็บรักษาที่ 55 °C พบว่าถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์และถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ และตัวอย่างที่เก็บในถุง PE และถุงไนล่อนมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 0.16 และ 0.7 log_{10} CFU/g ตามลำดับ

แต่ทั้งนี้ไม่พบเชื้อ E.coli Coliform และ Salmonella ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในแต่ละบรรจุภัณฑ์ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ (ตารางที่ 7)

ศึกษาผลของชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บชาดอกเก็กฮวยหลังอบเสร็จให้คงคุณภาพ ในด้านชนิดของสาร volatile ที่มีอยู่ในชาดอกเก็กฮวย

การทดลองที่ 4 ศึกษา volatile compounds ที่มีในชาดอกเก็กฮวยโดยระเบียบวิธี GC-MS

วิธีการทดลอง

สารมาตรฐานที่ใช้: α-pinene, β-caryophyllene, isoberneol, (-)-borneol

การเตรียมตัวอย่างชาดอกเก็กฮวยสำหรับวิเคราะห์ด้วย ระเบียบวิธี GC-MS

นำตัวอย่างชามาบดให้ละเอียด แล้วนำผงชาน้ำหนัก 1 กรัม ละลายใน 4 mL n-hexane จากนั้นนำไป sonicate เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่ได้มากรอง เก็บส่วนใสไว้ในขวดสีชา เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธี GC-MS ต่อไป

วิธีทดสอบ Direct inject sample solution to GC-MS

ภาวะการทดสอบ Inlet temp. 230°C, Spilt mode 20:1, Injection volume 1μL

Column: DB-WAX UI (60m x 0.25mm, film thickness 0.25μm)

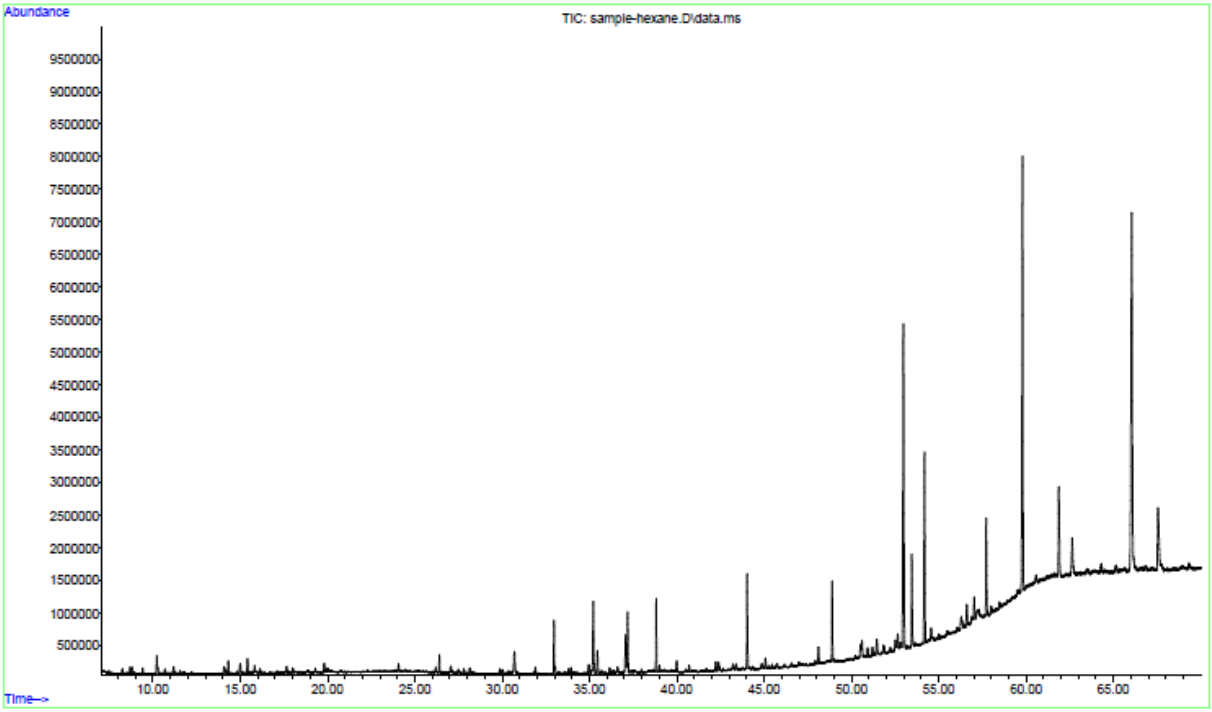
Column flow: He 1.0 mL/min

Oven: 50°C ramp to 230 (rate 3°C/min) hold 10 min (total run time 70 min)

Detector: MSD, Scan Mass: 30-450 amu.

GC: Model 7890B, Agilent Technologies

MSD: Model 5977B, Agilent Technologies



รูปที่ 13 โครมาโตแกรมของสารละลายชาดอกเก๊กฮวยในตัวทำละลายเฮกเซนที่ได้จากเครื่อง GC-MS

ตารางที่ 8 สารประกอบ volatile ที่เป็นองค์ประกอบของชาดอกเก๊กฮวย

Volatile Compounds*	Retention time (RT, min)	%Relative peak area	Quality**
α-Pinene	8.70	0.19	96
D-Limonene	14.32	0.40	99
2-Pinen-7-one	27.05	0.21	97
Pentacosane	31.90	0.22	90
cis-β-Farnesene	33.04	0.23	93
trans-β-Farnesene	33.95	0.23	99
β-Bisabolene	35.45	0.84	95
α-Farnesene	36.15	0.20	93
β-Sesquiphellandrene	37.07	1.36	98
1-(1,5-Dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-benzene	37.18	2.07	99
Caryophyllene	45.74	0.23	85
Heneicosane	48.11	0.61	99
2,4-Bis(1,1-dimethylethyl)phenol	54.56	0.34	94
Tetracosane	58.48	0.20	83
Pentacosane	59.79	15.17	99
Heptacosane	66.04	18.63	99

*Volatile compounds ได้จากการเปรียบเทียบเชิงคุณภาพของพีคกับฐานข้อมูล W10N14.L

**รายงานเฉพาะพีคที่มี Quality ตั้งแต่ 75 ขึ้นไป

ผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ชาดอกเก๊กฮวยโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน ด้วยเทคนิค GC-MS พบว่า ชาดอกเก๊กฮวยมีองค์ประกอบเป็นสารประเภท volatile ที่มีหน้าที่สำคัญในการเป็นสารออกฤทธิ์ที่ช่วยดูแลรักษาสุขภาพ โดยเฉพาะ Germacrene D เป็นสารในกลุ่ม sesquiterpenoids ซึ่งมีการศึกษาในหลอดทดลอง (in vitro) ว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (anti-mycobacterial activity) นอกจากนี้ ในชาดอกเก็กฮวยมีสาร sesquiphellandrene และ caryophyllene ยังมีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ (antimicrobial activity) และ ต่อต้านการติดเชื้อ (anti-infective agents) ส่วนสารที่ออกฤทธิ์ในการต่อต้านอนุมูลอิสระในชาดอกเก็กฮวย ได้แก่ α-Pinene และ β-Sesquiphellandrene คุณสมบัติพิเศษของเก๊กฮวยเหลือง คือ ช่วยดับร้อน แก้ร้อนในได้ดีกว่าบำรุงหลอดเลือด มีส่วนช่วยในกระบวนการต่อต้านอนุมูลอิสระ และมีส่วนช่วยในการสร้างเนื้อเยื่อคอลลาเจน ซึ่งความโดดเด่นทางยาของเก๊กฮวย เป็นผลมาจากสารออร์แกนิคกลุ่ม volatile ในดอกเก๊กฮวย

ส่วนสาร volatile ที่ทำให้ชาดอกเก๊กฮวยมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ซึ่งชาดอกเก็กฮวยที่ได้จากศูนย์โครงการหลวงสะโง๊ะ มีสารที่ให้กลิ่นหลักดังนี้ α-Pinene, caryophyllene, Bisabolene (พบในน้ำมันหอมระเหยของพืชกลุ่ม citrus), β-Farnesene (พบในน้ำมันหอมระเหยของพืชกลุ่ม citrus และ green), D-Limonene (พบในน้ำมันหอมระเหยของพืชกลุ่ม citrus) และ Germacrene D (พบในน้ำมันหอมระเหยของพืชกลุ่ม Ocimum)

สรุป (Conclusion)

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า สำหรับที่อุณหภูมิ 4ºC เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสำหรับการเก็บดอกเก็กฮวยอบแห้งเพื่อให้คงคุณภาพไม่ว่าจะใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดใดก็ตาม แต่การจะเก็บดอกเก็กฮวยอบแห้งที่อุณหภูมิ 4ºC ต้องมีการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในห้องเย็น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ในการเก็บดอกเก็กฮวยอบแห้งเพื่อให้คงคุณภาพควรใช้บรรจุภัณฑ์เป็น ถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจน ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 25ºC เนื่องจาก ค่า %ความชื้นของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่ 4ºC กับ ที่ 25ºC มีค่า %ความชื้นไม่แตกต่างกัน จึงเลือกที่ใช้อุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ 25ºC เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจนยังคงคุณภาพของปริมาณสารออกฤทธิ์ในดอกเก็กฮวยอบแห้งทั้งปริมาณเบต้าแคโรทีนและปริมาณ polyphenol

จากผลการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิ 25 ˚C ถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจน มีความสามารถคงคุณภาพของดอกเก็กฮวยอบแห้งได้ดีที่สุดโดยมีปริมาณสารออกฤทธิ์ (เบต้าแคโรทีน) สูงสุด รองลงมาคือ ถุง Aluminum foil ถุงไนล่อน และถุง PE ตามลำดับ เนื่องจากเมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณเบต้าแคโรทีนของดอกเก็กฮวยอบแห้งที่บรรจุในถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจนคงปริมาณเบต้าแคโรทีนได้มากที่สุด และที่อุณหภูมิ 25˚C เมื่อเก็บชาดอกเก็กฮวยไว้เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าถุงไนล่อนที่เติมแก๊สไนโตรเจน มีความสามารถในการคงปริมาณ polyphenol ไว้ได้ดีที่สุด

นอกจากนี้ ยังพบว่าที่อุณหภูมิ 25 ºC บรรจุภัณฑ์ที่ใช้เก็บชาดอกเก็กฮวยแล้วทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเกิดขึ้นน้อยที่สุดคือ ถุงไนล่อนที่บรรจุก๊าซไนโตรเจน ซึ่งปริมาณกรดไขมันอิสระ เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของชาดอกเก็กฮวยได้โดย ถ้ามีปริมาณกรดไขมันอิสระมาก แสดงว่ามีความหืน ทำให้คุณภาพกลิ่นของชาลดลง

จากผลการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ สรุปได้ว่า เมื่อเก็บรักษาชาดอกเก็กฮวยเป็นเวลา 4 เดือน พบว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่ 25ºC ที่เก็บรักษาในถุงไนล่อนและถุงไนล่อนที่มีก๊าซไนโตรเจนไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ แต่ดอกเก็กฮวยที่เก็บในถุง PE พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 0.1 $\log_{10}$ CFU/g และชุดที่เก็บในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ 0.3 $\log_{10}$ CFU/g แต่ทั้งนี้ไม่พบเชื้อ E.coli Coliform และ Salmonella ในดอกเก็กฮวยอบแห้งที่เก็บรักษาในแต่ละบรรจุภัณฑ์ที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ

จากผลการวิเคราะห์ชาดอกเก๊กฮวยโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน ด้วยเทคนิค GC-MS พบว่า ชาดอกเก๊กฮวยมีองค์ประกอบเป็นสารประเภท volatile ที่มีหน้าที่สำคัญในการเป็นสารออกฤทธิ์ที่ช่วยดูแลรักษาสุขภาพ โดยเฉพาะ Germacrene D เป็นสารในกลุ่ม sesquiterpenoids ซึ่งมีการศึกษาในหลอดทดลอง (in vitro) ว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย (anti-mycobacterial activity) นอกจากนี้ ในชาดอกเก็กฮวยมีสาร sesquiphellandrene และ caryophyllene ยังมีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ (antimicrobial activity) และ ต่อต้านการติดเชื้อ (anti-infective agents) ส่วนสารที่ออกฤทธิ์ในการต่อต้านอนุมูลอิสระในชาดอกเก็กฮวย ได้แก่ α-Pinene และ β-Sesquiphellandrene ทำให้ชาดอกเก๊กฮวยมีฤทธิ์ทางยาในการช่วยดับร้อน แก้ร้อนในได้ดีกว่าบำรุงหลอดเลือด มีส่วนช่วยในกระบวนการต่อต้านอนุมูลอิสระ และมีส่วนช่วยในการสร้างเนื้อเยื่อคอลลาเจน ซึ่งความโดดเด่นทางยาของเก๊กฮวย เป็นผลมาจากสารออร์แกนิคกลุ่ม volatile ในดอกเก๊กฮวย ส่วนสาร volatile หลักที่ทำให้ชาดอกเก๊กฮวยที่ได้จากศูนย์โครงการหลวงสะโง๊ะมีกลิ่นหอมเฉพาะ ได้แก่ α-Pinene, caryophyllene, Bisabolene, β-Farnesene, D-Limonene และ Germacrene D

ข้อเสนอแนะ (Recommendation)

1. ชาดอกเก็กฮวย มีสารออกฤทธิ์เป็นพวก phenolic compounds ซึ่งมีบทบาทในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant compounds) จึงควรมีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารดังกล่าวในระหว่างการเก็บรักษาชาดอกเก็กฮวย
2. ในการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพของชาดอกเก็กฮวย ควรเพิ่มการทดสอบคุณภาพของน้ำชาโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้งด้านสี กลิ่นและรสชาติของน้ำชาดอกเก็กฮวย

3. ส่วนประกอบตอนท้าย

เอกสารอ้างอิง (References)

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) เรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

กระทรวงสาธารณสุข. 2544. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ. 2543 เรื่อง ชา ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง. ลงวันที่ 24 มกราคม 2544

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2526. มอก. 460-2526 ชาใบ(ชาจีน) http://web.ku.ac.th/agri/char/

Brabandt, H.; Ehlert, D., Chamomile harvesters: A review. *Industrial Crops and Products* 2012, 34, (1), 818-824.

Chan, E. W. C.; Lim, Y. Y.; Chong, K. L.; Tan, J. B. L.; Wong, S. K., Antioxidant properties of tropical and temperate herbal teas. *Journal of Food Composition and Analysis* 23, (2), 185-189.

Harbourne, N.; Jacquier, J. C.; OaRiordan, D., Optimisation of the extraction and processing conditions of chamomile (Matricariachamomilla L.) for incorporation into a beverage. *Food Chemistry* 2009,115, (1), 15-19.

Horavic, D.; Komes, D. e.; Belvic□ak, A.; Ganic, K. K. e.; Ivekovic, D.; Karlovic, D., The composition of polyphenols and methylxanthines in teas and herbal infusions. *Food Chemistry* 2009,115, (2), 441-448.

Novakova, L.; Vildova, A.; Mateus, J. P.; Gonasalves, T.; Solich, P., Development and application of UHPLC-MS/MS method for the determination of phenolic compounds in Chamomile flowers and Chamomile tea extracts. *Talanta*82, (4), 1271-1280.

Pischel, I., Chamomile-Industrial profiles. *Journal of Ethnopharmacology*2007,110, (1), 183-184.

Raal, A.; Orav, A.; Passa, T. n.; Valner, C.; Malmiste, B.; Arak, E., Content of essential oil, terpenoids and polyphenols in commercial chamomile (Chamomillarecutita L. Rauschert) teas from different countries. *Food Chemistry* 2012, 131, (2), 632-638.

ผลงานตีพิมพ์ สิ่งตีพิมพ์เพื่อเผยแพร่ สิทธิบัตรหรือผลงานอื่น ๆ จากโครงการนี้

ชื่อผลงาน	ผู้แต่ง	ปีที่ตีพิมพ์	ชื่อวารสาร
ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการรักษาคุณภาพเบต้าแคโรทีนในชาดอกเก็กฮวย	รัตนา รุ่งศิริสกุล และ พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย	2561	วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 49(2)(พิเศษ): 57-60
การเปรียบเทียบปริมาณสารออกฤทธิ์ในชาดอกคาโมมายล์ที่อบแห้งโดยพลังงานแสงอาทิตย์และเตาต้นแบบที่ได้รับการพัฒนาแล้ว	พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย ชลิดา ฉิมวารี และรัตนา รุ่งศิริสกุล	2559	วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 47(3/1)(พิเศษ): 285-288

ชื่อผลงาน	ประเภทผลงาน	ผู้จัดทำ	ปีที่ผลิต	ผู้ใช้ประโยชน์
โครงการพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์ชาเก๊กฮวยอย่างครบวงจร	กระบวนการผลิตและอบแห้งดอกเก็กฮวยตามมาตราฐาน GMP เพื่อรักษาปริมาณสารออกฤทธิ์และจัดทำระบบควบคุมคุณภาพของการผลิตชาดอกเก็กฮวย	รัตนา รุ่งศิริสกุล สายลม สัมพันธ์เวชโสภา และ พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย	2560	โครงการหลวงสะโง๊ะ จังหวัดเชียงราย และชุมชนสะโง๊ะ
	ออกแบบฉลากบรรจุภัณ์	นิมิต เหม่งเวหา		

ภาคผนวก

งานออกแบบบรรจุภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ชุมชนดอยสะโง้
ชาดอกเก๊กฮวย
Chrysanthemum
ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโง้ ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2522 เพื่อช่วยเหลือชาวบ้านดอยสะโง้
ที่ยังมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ยากจน การคมนาคมไม่สะดวกสบาย ขณะนั้น
โดยทางจังหวัดเชียงรายได้กันพื้นที่ ประมาณ 9,000 ไร่ ในการปรับเป็นพื้นที่จัดสรรทำกิน
และถ่ายทอดวิทยาการเกษตรแผนใหม่ ให้แก่ชาวบ้าน ครอบคลุมพื้นที่รับผิดชอบ 4 หมู่บ้าน
ประโยชน์ของน้ำเก๊กฮวยมีอยู่ด้วยกันหลายประการ นอกจากความหอมสดชื่นแก้กระหายแล้ว ยังเป็นยาเย็น ดับพิษร้อน
แก้ร้อนใน ในตำราการแพทย์แผนจีน ช่วยในระบายและย่อยอาหาร ช่วยขยายหลอดเลือดแดงใหญ่ที่เลี้ยงหัวใจ
ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดต่าง ๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง, โรคเส้นเลือดตีบ และโรคหัวใจได้
ช่วยขจัดสารพิษให้ออกจากร่างกาย ช่วยดูดซับสารก่อมะเร็งและจุลินทรีย์ต่าง ๆ
ส่วนประกอบ: ดอกเก๊กฮวยแห้ง
Ingredients: Dried Chrysanthemum 100%
น้ำหนักสุทธิ
Net Weight 200 กรัม g.
อส.สขเ/2558
ผลิตและจัดจำหน่ายโดย บ้านดอยสะโง้ ตำบลศรีดอนมูล อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงใหม่ 50100
Produce and Distributed by Doi Sa-Ngo, Si Don Mun, Chiang Saen District, Chiang Rai 57150
0 123456 789012

ชาดอกเก๊กฮวย
Chrysanthemum

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโงะ ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2522 เพื่อช่วยเหลือชาวบ้านดอยสะโงะ ที่ยังมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ยากจน การคมนาคมไม่สะดวกสบาย ขณะนั้น โดยทางจังหวัดเชียงรายได้กันพื้นที่ ประมาณ 9,000 ไร่ ในการปรับเป็นพื้นที่จัดสรรทำกิน และถ่ายทอดวิทยาการเกษตรแผนใหม่ ให้แก่ชาวบ้าน ครอบคลุมพื้นที่รับผิดชอบ 4 หมู่บ้าน

ประโยชน์ของน้ำเก๊กฮวยมีอยู่ด้วยกันหลายประการ นอกจากความหอมสดชื่นแก้กระหายแล้ว ยังเป็นยาเย็น ดับพิษร้อน แก้ร้อนใน ในตำราการแพทย์แผนจีน ช่วยในระบายและย่อยอาหาร ช่วยขยายหลอดเลือดแดงใหญ่ที่เลี้ยงหัวใจ ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดต่าง ๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง, โรคเส้นเลือดตีบ และโรคหัวใจได้ ช่วยขจัดสารพิษให้ออกจากร่างกาย ช่วยดูดซับสารก่อมะเร็งและจุลินทรีย์ต่าง ๆ

ส่วนประกอบ: ดอกเก๊กฮวยแห้ง
Ingredients: Dried Chrysanthemum 100%

น้ำหนักสุทธิ
Net Weight 200 กรัม
g.

อย.สข1/2558

0 123456 789012

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย บ้านดอยสะโง้ ตำบลศรีดอนมูล อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงใหม่ 50100
Produce and Distributed by Doi Sa-Ngo, Si Don Mun, Chiang Saen District, Chiang Rai 57150