การใช้ประโยชน์จากพืชในท้องถิ่นสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร: กรณีศึกษาพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อความมั่นคงด้านอาหารอย่างยั่งยืน

The use of local plants for the development of a herbal drink; A case study of the local in the Phraek Nam Daeng community Amphawa, Samut Songkhram province to food security and sustainability.

อุดมเดชา พลเยี่ยม

นพพร สกุลยืนยงสุข

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง การใช้ประโยชน์จากพืชในท้องถิ่นสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร : กรณีศึกษาพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงครามเพื่อความมั่นคงด้านอาหารอย่างยั่งยืน

ผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุดมเดชา พลเยี่ยม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์นพพร สกุลยืนยงสุข
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดงสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพรและศึกษาการพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร พืชในท้องถิ่นที่ใช้ในการศึกษาคือขลู่ (*Pluchea indica* (L.) Less) โดยนำใบขลู่มาทดสอบองค์ประกอบพฤกษเคมี ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยการทดสอบความสามารถในการลดปริมาณสาร 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) การทดสอบหาปริมาณฟีนอลโดยใช้ Folin-Ciocalteu's reagent การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณเซลลูโลส และการพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร ผลการวิจัยพบว่า

1. องค์ประกอบพฤกษเคมีของใบขลู่ส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่ม flavonoids และ tannins antraquinones

2. สารสกัดจากใบขลู่ที่สกัดด้วยด้วยเมทานอลแสดงความสามารถในการลดปริมาณสาร 1,1-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ได้มากสุดดังนี้ ใบขลู่สด ใบขลู่แห้ง และใบขลู่แห้งแล้ว 30 วัน มีค่าเท่ากับ 131.23 ± 1.42, 127.55 ± 1.03 และ 125.90 ± 1.28 μg/ml ตามลำดับ

3. สารสกัดจากใบขลู่ที่สกัดด้วยด้วยเมทานอลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงสุดดังนี้ใบขลู่สด ใบขลู่แห้ง และใบขลู่แห้งแล้ว 30 วัน เท่ากับ 84.91 ± 0.54, 82.44 ± 1.09 และ 81.01 ± 1.25 mg GAE/g dw ตามลำดับ

4. กระบวนการผลิตชาใบขลู่ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 7 ชั่วโมง โดยคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ (ฝาด) และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.37 ± 1.22, 7.23 ± 1.16, 6.97 ± 1.30, 7.00 ± 1.14 และ 7.63 ± 1.10 ตามลำดับ

Title The use of local plants for the development of a herbal drink ; A case study of the local in the Phraek Nam Daeng community Amphawa, Samut Songkhram province to food security and Sustainability

Researcher Udomdeja Polyium, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Nopporn Sakulyunyongsuk, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Year 2018

ABSTRACT

This research aims to study the properties of local plants Phraek Nam Daeng community for the development of a herbal drink and development drink herbal tea. Local plants used in the study was Khlu (*Pluchea indica* (L.) Less). The leaves Khlu tested phytochemical composition, antioxidant testing by testing their ability to reduce the amount of chemicals 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), tests the amount of phenol used Folin-Ciocalteu's reagent, nutritional analysis and the amount of cellulose, and developed the herbal drink tea. The research found that

1. Phytochemical composition of Khlu leaf is mainly flavonoids and tannins anthracnones.

2. Extracted from the leaf extract with methanol showed the ability to reduce the amount of substance 1,1-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) was the most abundant. Fresh leaves, dried leaves, and dried leaves were 30 days values at 131.23 ± 1.42, 127.55 ± 1.03 and 125.90 ± 1.28 μg / ml, respectively.

3. Extracts from the leaf extract with methanol showed the highest phenolic content, as follows: fresh leaves, dried leaves, and dried leaves for 30 days were 84.91 ± 0.54, 82.44 ± 1.09 and 81.01 ± 1.25 mg GAE / g dw respectively.

4. The optimal conditions for the process of making Khlu tea is a temperature of 70 °C for 7 hours. The score of sensory evaluation in terms of appearance, color, aroma, flavor (astringent) and overall were 7.37 ± 1.22, 7.23 ± 1.16, 6.97. ± 1.30, 7.00 ± 1.14 and 7.63 ± 1.10, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์จากพืชในท้องถิ่นสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร:กรณีศึกษาพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อความมั่นคงด้านอาหารอย่างยั่งยืนได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยและอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับการทดลองเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบบูชาแด่คณาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้แก่คณะผู้วิจัย

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.4 กรอบแนวความคิดของการวิจัย 4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
2.1 พืชในท้องถิ่น 9
2.2 ขลู่ พืชที่มีศักยภาพ 12
2.3 การสกัดสารจากพืช 20
2.4 การตรวจสอบสารออกฤทธิ์ในพืช 26
2.5 การพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร 31
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 43

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง 59
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี 60
3.2 ข้อมูลพื้นฐานของขลู่ 61
3.3 การศึกษาสมบัติของพืชตัวอย่าง 67
3.4 การพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร 70
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 73
3.6 ระยะเวลาทำการวิจัย 73
3.7 สถานที่ทำการทดลอง 73

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการทดลอง **74**
4.1 การศึกษาสมบัติของพืชตัวอย่าง 75
4.1.1 การทดสอบองค์ประกอบพฤกษเคมี 75
4.1.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 76
4.1.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณเซลลูโลส 82
4.2 การพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร 84
4.2.1 การศึกษาระยะเวลาการอบแห้งใบขลู่ 84
4.2.2 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชาใบขลู่ 84

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และอภิปรายผล **86**
5.1 สรุปผลการทดลอง 86
5.2 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 88

บรรณานุกรม **90**

สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบองค์ประกอบพฤกษเคมี 75
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลู่สด 76
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลู่แห้ง 77
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลู่แห้ง 30 วัน 78
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของใบขลู่สด 79
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของใบขลู่แห้ง 80
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของใบขลู่แห้ง 30 วัน 81
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ 82
ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ 83
ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของชาใบขลู่ที่อบแห้งต่างกัน 3 ระดับอุณหภูมิ เวลา 7 ชั่วโมง 84

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 แผนที่แสดงที่ตั้งของชุมชนแพรกหนามแดง 2
รูปที่ 2.1 ต้นขลู่ 12
รูปที่ 2.2 กระบวนการผลิตชา 33
รูปที่ 3.1 สภาพพื้นที่ ตำบลแพรกหนามแดง อ. อัมพวา จ. สมุทรสงคราม 62
รูปที่ 3.2 ลักษณะทั่วไปของต้นขลู่ 63
รูปที่ 3.3 ลักษณะดอกอ่อนของขลู่ 64
รูปที่ 3.4 ลักษณะดอกแก่ของขลู่ 65
รูปที่ 3.5 ลักษณะใบอ่อนของขลู่ 66

บทที่ 1
บทนำ

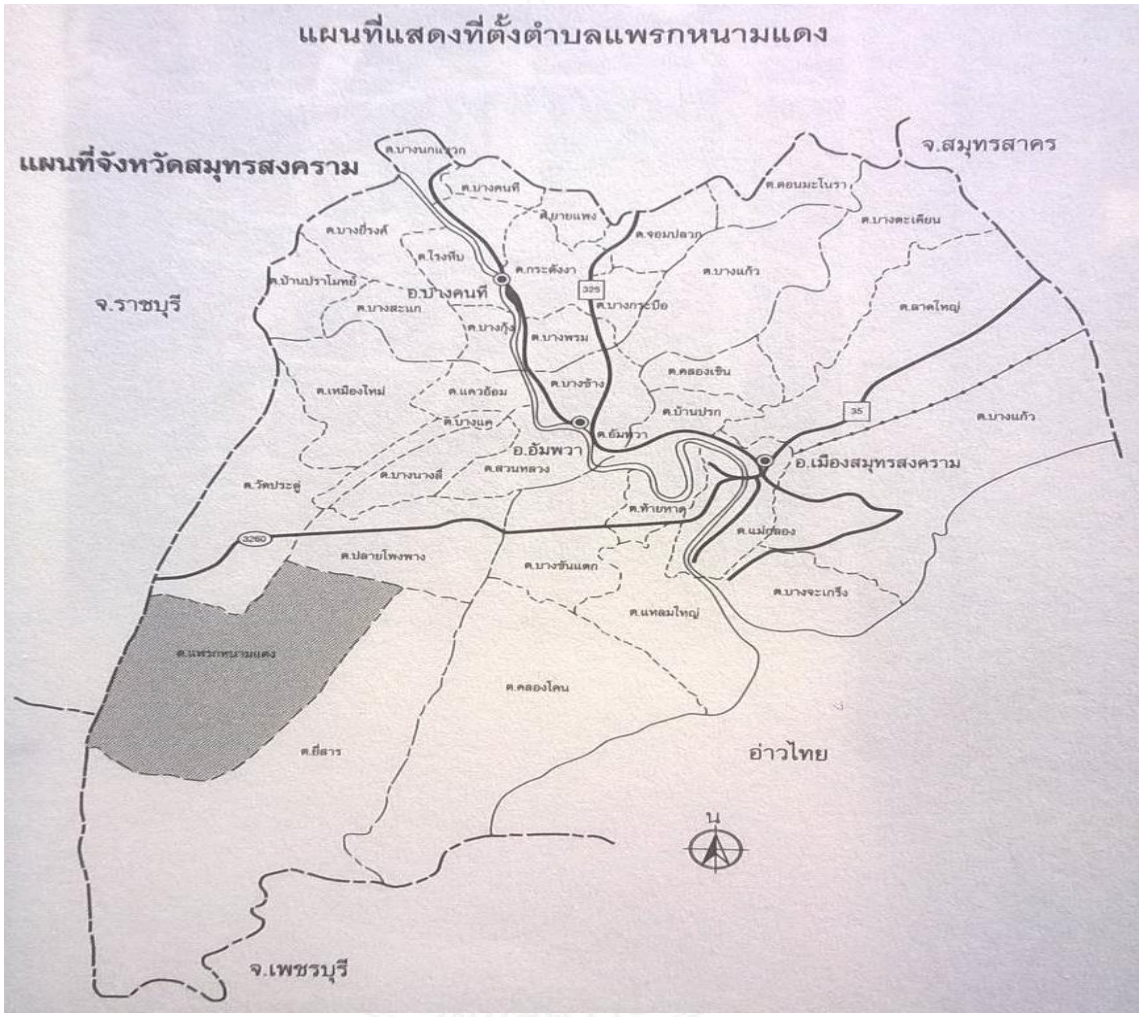
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

การพัฒนาด้านอาหารมีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างชัดเจน ทั้งในด้านการลงทุน การจ้างงาน และการส่งออก ประเทศไทยมีความได้เปรียบด้วยการมีทรัพยากรและความหลากหลายทางชีวภาพ(Biodiversity) ภายในประเทศ จึงเกิดการการพัฒนาอาหารด้วยการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม เข้ามาเพิ่มผลผลิตและมูลค่าให้แก่วัตถุดิบทางอาหาร ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ และเกิดผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการสร้างทางเลือกในการบริโภคอาหาร และยังตอบสนองต่อแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภคในอนาคต ยุทธศาสตร์การวิจัยรายประเด็นด้านอาหารและความมั่นคงได้กำหนดเป้าประสงค์ของยุทธศาสตร์ไว้ 8 ประเด็นคือ 1) ประเทศไทยก้าวสู่ประเทศศูนย์กลางการผลิตและกระจายอาหารของประชาคมเศรษฐกิจ (AEC Food Production and Processing Hub) 2) ประเทศไทยมีปริมาณอาหารที่มีคุณภาพเหมาะสมอย่างเพียงพอมีความมั่นคงด้านอาหารอย่าง ยั่งยืน และบริหารจัดการทรัพยากรเพื่อการผลิตอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ 3) ชุมชนเกษตรกรมีการผลิตอาหารที่เข้มแข็ง มีระบบเศรษฐกิจและการจัดการอาหารที่เป็นธรรม และสร้างรายได้ให้แก่ประเทศและท้องถิ่น 4) อาหาร วัตถุดิบ และปัจจัยการผลิตมีการกระจายอย่างมีประสิทธิภาพในต้นทุนที่แข่งขันได้ 5) สามารถแก้ไขปัญหาและปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสร้างความเข้มแข็งและภูมิคุ้มกันให้กับภาคอุตสาหกรรมอาหารของไทยให้สามารถอยู่รอดและแข่งขันได้ในเวทีการค้าโลก 6) มีการดูแลคุณภาพและความปลอดภัยอาหารในห่วงโซ่อาหาร คุ้มครองผู้บริโภคในประเทศ สร้างความเชื่อมั่นให้กับอาหารส่งออก เพิ่มศักยภาพและขยายโอกาสด้านการตลาดให้กับอาหารไทย 7) ผู้บริโภคมีสุขภาพที่ดีรายบุคคล เหมาะสมกับช่วงอายุ มีสุขอนามัยและการดูแลสุขภาพที่ดี มีการสื่อสารความรู้เพื่อให้ทุกคนสามารถเลือกบริโภคอาหารที่ถูกต้อง ไม่ก่อให้เกิดโรคจากการบริโภคอาหาร และ 8) มีกลไกและระบบการจัดการด้านอาหารที่มีประสิทธิภาพประสิทธิผล สามารถตอบสนองได้ทันต่อสถานการณ์ต่างๆ ทั้งภาวะปกติและภาวะวิกฤติ นั่นคือสภาวะความมั่นคงทางอาหารจึงเป็นประเด็นที่มีความสำคัญและเป็นสถานการณ์ที่ทั่วโลกกำลังประสบปัญหาซึ่งมีแนวโน้มรุนแรงมากขึ้น อันเนื่องมาจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม ทำให้การผลิตพืชอาหารลดลง พืชอาหารมีราคาสูงขึ้น ประชากรไม่สามารถเข้าถึงอาหาร อาหารไม่พอเพียง นำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย อย่างใดอย่างหนึ่งใน 4 ประเด็นที่หลักคือ ความพอเพียง (Availability) การเข้าถึง (Access) การใช้ประโยชน์ (Utilization) และเสถียรภาพ (Stability) (http://www.polsci.tu.ac.th)

พืชพื้นบ้านนอกจากเป็นแหล่งอาหารที่หาได้ง่ายแล้วยังสามารถนำมาขายเพื่อเพิ่มรายได้อีกทางหนึ่ง (ณัฐ อาจสมิติ กลุ่มงานพัฒนาวิชาการแพทย์แผนไทยและสมุนไพร สถาบันการแพทย์แผนไทย (http://www.thaicam.go.th/) หรือสามารถนำพืชพื้นบ้านมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นได้ด้วย

ชุมชนตำบลแพรกหนามแดง

พื้นที่ตำบลแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงครามมีขอบเขตติดกับจังหวัดราชบุรี ในพื้นที่มีลำประโดงอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นลำคลองที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เมื่อสมัยก่อนเรียกคลองที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติว่า "แพรก" ในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำฝนมาก น้ำก็จะไหลจากที่สูงของจังหวัดราชบุรี ผ่านลงมาตามลำคลองต่าง ๆ ซึ่งน้ำที่ไหลมาตามลำคลองนั้นจะเป็นสีแดง ซึ่งอาจเนื่องมาจากดินตะกอนลูกรังต่าง ๆ ที่ไหลมากับน้ำ เมื่อน้ำไหลผ่านมาตามลำคลองถึงชุมชนแห่งนี้ น้ำตาม "แพรก" ต่าง ๆ ที่ชาวบ้านเห็นเป็นสีแดง จนชาวบ้านในเขตพื้นที่เรียกชุมชนนี้ว่า "แพรกน้ำแดง" ต่อมาหลายสิบปีจึงเพี้ยนมาเป็น "แพรกหนามแดง" จนถึงปัจจุบัน (สัจจา บรรจงศิริและคณะ, 2558)



รูปที่ 1.1 แผนที่แสดงที่ตั้งของชุมชนแพรกหนามแดง

ที่มา : กชกร ชิณะวงศ์ .2555 . 10 ปี แพรกหนามแดงกระบวนการเรียนรู้สู่วิถีความปรองดอง. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย วนิดาการพิมพ์ กรุงเทพ.

ลักษณะภูมิประเทศ

ชุมชนตำบลแพรกหนามแดงตั้งอยู่ในอำเภออัมพวา ทิศเหนือ ติดกับ ต.ปลายโพงพาง ต.วัดประดู่ อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม ทิศใต้ ติดกับ ต.ยี่สาร อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม ทิศตะวันออก ติดกับ ต.ยี่สาร อ.อัมพวา จ.สมุทรสงคราม ทิศตะวันตก ติดกับ ต.ห้วยโรง อ.เขาย้อย จ.เพชรบุรี ประกอบด้วย 6 หมู่บ้าน อยู่ห่างจากตัวอำเภออัมพวา ระยะทาง 26 กิโลเมตร และอำเภอเมืองสมุทรสงคราม 16 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 21,138 ไร่ หรือคิดเป็นพื้นที่ 36.23 ตารางกิโลเมตร ชุมชนตำบลแพรกหนามแดง มีสภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มดินเหนียวมีความลาดเอียง โดยทิศเหนือจะสูงกว่าทิศใต้และทิศตะวันตกจะสูงกว่าทิศตะวันออก มีลำคลองเชื่อมโยง ๓๖ ลำคลองจึงมีการไหลเวียนของน้ำขึ้นลงตลอดทั้งปี ฤดูฝนมีน้ำหลากที่พัดพามาโดยธรรมชาติมาทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ ชาวบ้านส่วนใหญ่จึงตั้งบ้านเรือนอยู่ริมฝั่งลาคลอง เพื่อใช้น้ำในการอุปโภค บริโภคเป็นการประกอบอาชีพต้องพึ่งพาสายน้ำเป็นหลักในอดีตคนส่วนใหญ่ทำข้าวนาปีและทำสวนมะพร้าว ช่วงฤดูฝนที่มีน้ำหลากจะมีน้ำจืดปริมาณมากก็จะทำนาข้าว ส่วนฤดูแล้งน้ำจืดมีน้อยก็จะหยุดทำนา บางส่วนก็มีการปลูกมะพร้าวร่วมกับการทานาในร่องสวนและเลี้ยงสัตว เลี้ยงปลา และเลี้ยงกุ้ง (สัจจา บรรจงศิริและคณะ, 2558) การตัดถนนพระรามและการสร้างเขื่อนศรีนครินทร์ จ. กาญจนบุรี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม ส่งผลต่อวัฒนธรรมการดำรงชีวิตและความเป็นอยู่ของผู้คนในชุมชน ทำให้เกิดการย้ายถิ่น การเปลี่ยนอาชีพ และวิถีชีวิต นอกจากนี้ยังเกิดการย้ายถิ่นฐานทั้งย้ายเข้าและย้ายออก ทำให้วิถีชีวิตดั้งเดิมเปลี่ยนไป จากปัญหาดังกล่าวทำให้แนวโน้มในการใช้ประโยชน์จากพืชพื้นเมืองได้รับความนิยมและยอมรับเพิ่มมากขึ้น ซึ่งไม่เพียงแต่การใช้บริโภคเป็นอาหารเท่านั้นการใช้บำรุงสุขภาพและยารักษาโรคยังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ประกอบกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เน้นการพัฒนาบนฐานความหลากหลายทางชีวภาพและการสรางความมั่นคงของฐานทรัพยากรและสิ่งแวดลอม โดยใหความสำคัญกับการพัฒนาคุณคาความหลากหลายทางชีวภาพและภูมิปญญาทองถิ่น โดยใชหลักเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางสำคัญในการจัดการ องค์ความรูและสรางภูมิคุมกันสงเสริมการใชความหลากหลายทางชีวภาพในการสรางความมั่นคงของภาคเศรษฐกิจทองถิ่นและชุมชนรวมทั้งพัฒนาขีดความสามารถและสรางนวัตกรรมจากทรัพยากรชีวภาพที่เปนเอกลักษณของประเทศ

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีเป้าหมายในการนำขลู่ซึ่งเป็นพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดงมาพัฒนาเป็นเครื่องดื่มชาสมุนไพร ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อพัฒนาไปสู่การเป็นอาหารเอกลักษณ์เป็นผลิตภัณฑ์ประจำท้องถิ่นอย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสมบัติของพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดงสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร

1.2.2 เพื่อศึกษาการพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพรจากพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์จากพืชในท้องถิ่นสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร : กรณีศึกษาพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อความมั่นคงด้านอาหารอย่างยั่งยืน กำหนดขอบเขตดังนี้

1.3.1 พื้นที่ทำการศึกษา

- ชุมชนแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม

1.3.2 พืชในท้องถิ่นที่ใช้ในการศึกษา

- ขลู่ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pluchea indica* (L.) Less

1.3.3 ส่วนของพืชในท้องถิ่นที่ใช้ในการศึกษา

- ใบ

1.3.4 ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ในการสกัด

- เฮกเซน เอทิลแอซิเตต และ เมทานอล

1.3.5 สมบัติของพืชในท้องถิ่นสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร

- การทดสอบองค์ประกอบพฤกษเคมี
- การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH radical scavenging
- การตรวจหาปริมาณสารประกอบฟีนอลด้วย Folin-Ciocalteu's reagent
- การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณเซลลูโลส

1.3.6 การพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร

- สภาวะในการทำเครื่องดื่มชาสมุนไพร 2 สภาวะคือ อุณหภูมิและระยะเวลาการอบ
- การประเมินทางประสาทสัมผัส

1.4 กรอบแนวความคิดของการวิจัย

1.4.1 ชาสมุนไพร

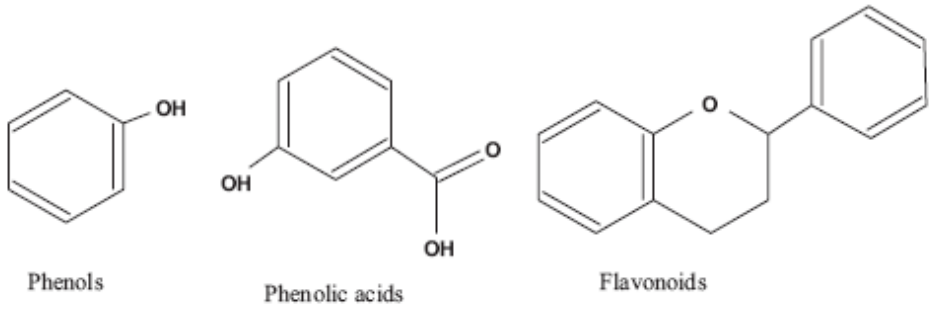
ชาสมุนไพร (herbal tea) เป็นเครื่องดื่มที่ได้จากการนำพืชหรือพืชสมุนไพร (herb) ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ นำมาผ่านกระบวนการแปรรูป ด้วยการทำแห้ง แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่พร้อมใช้ สรรพคุณของชาสมุนไพร คือการทำให้รู้สึกสดชื่น ผ่อนคลาย แก้กระหายซึ่งมาจากน้ำมันหอมระเหยและนอกจากนี้ยังมีสรรพคุณทางยาได้แก่ บรรเทาโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคมะเร็ง เป็นต้น ด้วยสมบัติการกระตุ้นระบบประสาท ระบบหมุนเวียนเลือด ลดคลอเรสเตอรอล และต้านอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) เป็นสารที่สามารถชะลอหรือ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระจึงมีบทบาทในการป้องกันการทำลายสารชีวโมเลกุลในร่างกายจากอนุมูลอิสระซึ่งทำให้เกิดโรคต่างๆ สารต้านอนุมูลอิสระเกิดจากการสังเคราะห์หรือพบในธรรมชาติ สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในธรรมชาติได้แก่ สารประกอบในกลุ่มโพลิฟีนอลซึ่งมีโครงสร้างเป็นสารประกอบฟีนอลิค ประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล ที่เกาะบนวงเบนซีนตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไป เช่น ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) กรดฟีนอลิค (phenolic acids) แทนนิน (tannins) สารประกอบโพลิฟีนอลสามารถพบในพืช ผัก ผลไม้ และสมุนไพร (โอภา, 2549)

1.4.2 สารประกอบที่สำคัญของชา

สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compound) ที่สำคัญคือ ฟลาโวนอยด์ พบในน้ำชา ได้แก่ Flavones, Flavonols, Catechins, Gallocatechin (GC), Gallocatechingallate (GCG), Catechin gallate (CG), Epicatechin (EC), Epicatechin 3-gallate (ECG), Epigallocatechin (EGC) และ epigallocatichin gallate (EGCG) ซึ่งสาร EGCG มีความสำคัญต่อคุณสมบัติในการ ป้องกันและรักษาโรคมากที่สุด (ศิริวรรณ, 2550 และ สมพล และอุทัย, 2545)

โครงสร้างของสารประกอบฟีนอล

สารประกอบฟีนอล (phenol) เป็นอนุพันธ์ของเบนซิน มีสูตรโมเลกุลคือ C_6H_5OH มีโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนหกเหลี่ยมของเบนซิน 1 วง ที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) หนึ่งหมู่



Structures of common phenolic compounds.

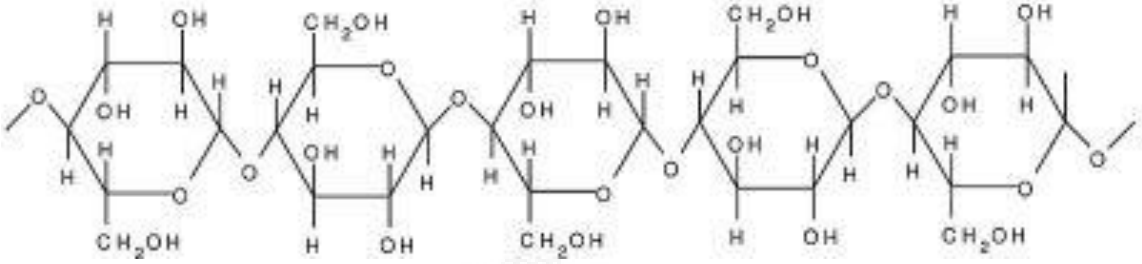
ที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic-compounds

สารประกอบฟีนอลที่พบในธรรมชาติมีหลายชนิดและมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกันตั้งแต่กลุ่มที่มีโครงสร้างอย่างง่ายเช่น กรดฟีนอลิกไปจนถึงกลุ่มที่มีโครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ เช่น ลิกนิน (lignin) กลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบคือ สารประกอบพวกฟลาโวนอยด์ flavonoid)สารประกอบฟีนอลที่พบในพืชมักจะรวมอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) น้ำตาลชนิดที่พบมากที่สุดในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอลคือน้ำตาลกลูโคส (glucose) และพบว่าอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่นๆ เช่น กรดอินทรีย์ (organic acid) รวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน แอลคาลอยด์ (alkaloid) และเทอร์พีนอยด์ (terpenoid) เป็นต้น

สารประกอบฟีนอลหลายชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชันยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและเป็นสารต้านการกลายพันธุ์มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพสามารถการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง โดยสารประกอบ ฟีนอลจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระและไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ ที่มีอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย และใช้ในการถนอมอาหาร โดยใช้เป็นสารกันหืน ป้องกันปฏิกิริยาการออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) (http://www.foodnetworksolution.com)

1.4.3 เซลลูโลส

เซลลูโลส (cellulose) เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ชนิดพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ประเภทฮอโมพอลิแซกคาไรด์ (homopolysaccharide) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ของ β-D-Glucose เชื่อมโยงกันด้วยพันธะไกลโคไซด์แบบ 1,4/- β - linkages เกิดเป็นโซ่ตรงที่ยาวมาก ไม่มีกิ่ง ทำให้โครงสร้างของเซลลูโลสมีความคงตัวสูง (rigid structures) เป็นสายยาวมากกว่า 2,000 หน่วย และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง



ที่มา: https://easychem.com.au/production-of-materials/biomass-research/cellulose/

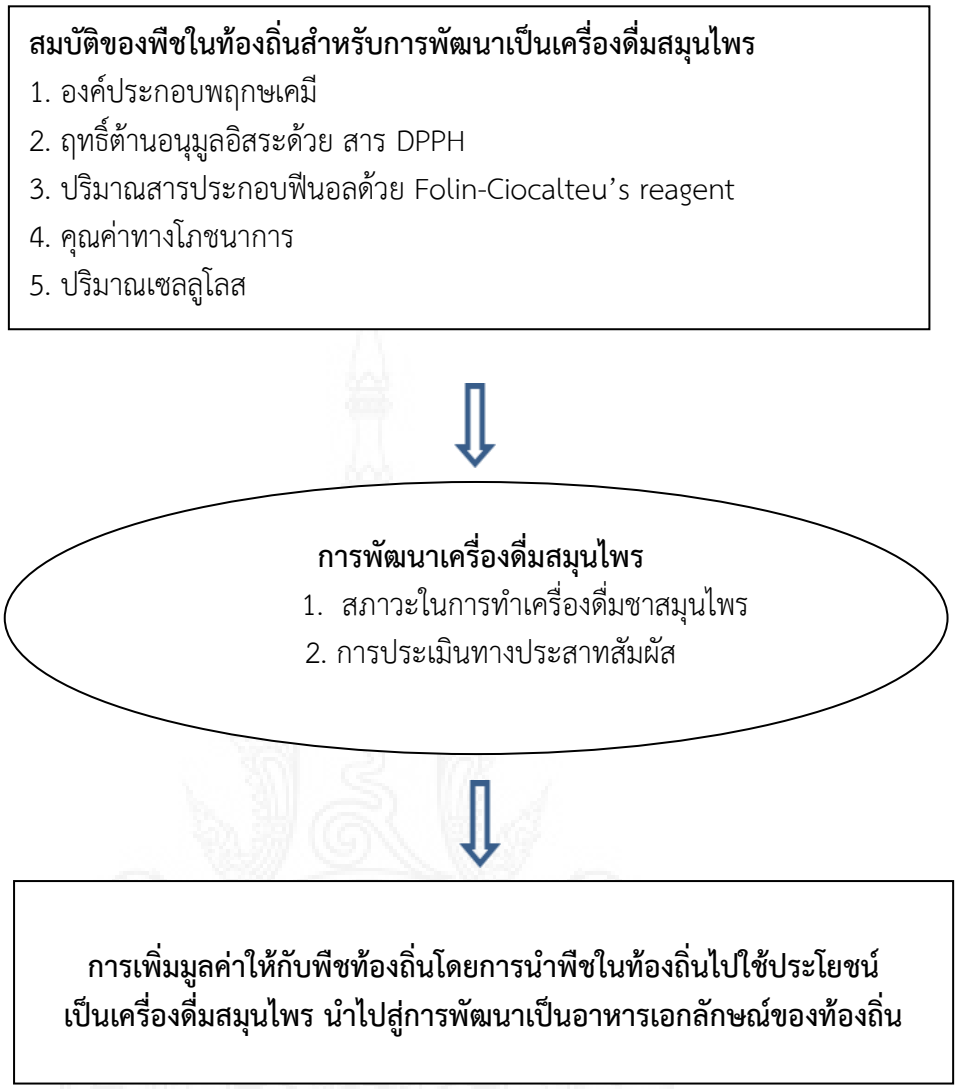
เซลลูโลสเป็นโครงสร้างหลักของผนังเซลล์ของพืช เช่น ผัก ผลไม้ และ เมล็ดธัญพืช โดยอยู่รวมกับเฮมิเซลลูโลส และเพกทินเซลลูโลสจัดเป็นเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ชนิดที่ไม่ละลายในน้ำ และไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ และสัตว์กระเพาะเดี่ยว (http://www.foodnetworksolution.com/)

สมบัติของเซลลูโลส

เซลลูโลสเป็นเส้นใยชนิดไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber, IDF) ไม่ทำปฏิกิริยา กับสารอื่น ไม่ละลายในด่าง และตัวทำละลายเป็นส่วนใหญ่ (Deveries & Reinhold, 1992) เซลลูโลสไม่สามารถละลายน้ำได้ แต่สามารถดูดซับน้ำไว้ที่บริเวณผิวจึงเกิดการพองตัว เนื่องจาก เส้นใยเซลลูโลสจับตัวหนาทึบเป็นเส้นหยาบ มีทั้งโมเลกุลที่เรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันและ สวนทางกัน ทำให้เส้นใยแข็งแรง ไม่เปราะง่าย แต่มีบางส่วนที่โมเลกุลเรียงตัวไม่เป็นระเบียบจับกันไม่แน่น ส่วนนี้เองที่สามารถดูดซับน้ำได้จึงเกิดการพองตัว (ปาริชาติ, 2539) ซึ่งความสามารถ ในการพองตัวทั้งในน้ำและสารละลายจะแตกต่างกันไป โดยเมื่อเรียงลำดับตามความสามารถ ในการพองตัวของเซลลูโลสในสารละลายโดยเรียงลำดับ จากน้อยไปมากได้ดังนี้ ตัวทำละลายอินทรีย์ < น้ำ < เกลือ < กรด < ด่าง (Mark, 1985)

ดังนั้นการพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพรจึงมุ่งประเด็นไปที่พืชที่มีสมบัติที่สำคัญทั้ง 2 ประการ คือเป็นพืชที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงและเป็นพืชที่ใบมีปริมาณไฟเบอร์ซึ่งเป็นเซลลูโลสในระดับสูง ในการวิจัยในครั้งนี้จึงเลือกใช้พืชในท้องถิ่นคือขลูมาใช้พัฒนาเป็นเครื่องดื่มชาสมุนไพร เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับบำรุงสุขภาพและเป็นที่ต้องการของตลาด อีกทั้งการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่น

กรอบแนวความคิดการวิจัย



1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 เครื่องดื่มชาสมุนไพรที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น
1.5.2 การเพิ่มมูลค่าให้กับพืชในท้องถิ่นนำและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน
1.5.3 การส่งเสริมและสร้างจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์พันธุ์พืชในท้องถิ่น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์จากพืชในท้องถิ่นสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร : กรณีศึกษาพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อความมั่นคงด้านอาหารอย่างยั่งยืน คณะผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 พืชในท้องถิ่น

2.2 ขลู่ พืชในท้องถิ่น

2.3 การสกัดสารจากพืช

2.4 การตรวจสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

2.5 การพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 ความมั่งคงทางอาหารของพืชในท้องถิ่น

2.6.2 การศึกษาคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ

2.6.3 การสกัดเซลลูโลส

2.6.4 การพัฒนาชาจากพืช

2.1 พืชในท้องถิ่น

2.1.1 คุณค่าทางโภชนาการ

คุณค่าของพืชในท้องถิ่นมีประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการหลากประการ คนสมัยก่อนนำมาบริโภคเป็นผักพื้นบ้านในชีวิตประจำวันโดยนำมาปรุงเป็นอาหารหรือ นำมาแปรรูปเก็บไว้ยามขาดแคลน ซึ่งในผักพืชบ้านประกอบไปด้วยสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่มีความจำ เป็นต่อร่างกาย ดังนี้

1. ใยอาหาร (Dietary Fibre) ใยอาหาร หมายถึง ส่วนประกอบของพืชที่รับประทานได้ และคาร์โบไฮเดรตประเภทเดียวกันที่ไม่ถูกย่อยและไม่ดูดซึมในลำไส้เล็กของ มนุษย์ แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้โดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ ซึ่งใยอาหารนั้นมีชนิดที่ละลายน้ำ และชนิดที่ไม่ละลายน้ำ เช่น ชนิดที่ละลายน้ำได้แก่เมล็ดแมงลัก ส่วนชนิดที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เสี้ยนของผักคะน้า เป็นต้นการบริโภคพืชผักพื้นบ้านที่มีใยอาหารจะช่วยเพิ่มปริมาณของอุจจาระ ช่วยลดการดูดซึมคอเลสเตอรอล (Cholesterol) และลดการดูดซึมน้ำตาลในลำไส้ปริมาณที่แนะนำให้บริโภคใยอาหาร 25 กรัม (ก.) ต่อวัน การบริโภคใยอาหารมากกว่า 50 กรัมต่อวัน อาจขัดขวางการดูดซึมแร่ธาตุบางชนิดได้เช่น แคลเซียม

2. แร่ธาตุ (Mineral)ในพืชผักพื้นบ้านมีแร่ธาตุ แคลเซียม ฟอสฟอรัสและเหล็ก ซึ่งปริมาณขึ้นอยู่กับพืชผักพื้นบ้าน แต่ละชนิด ดังนี้

2.1 แคลเซียม (Calcium : Ca) เป็นแร่ธาตุที่มีมากที่สุดในร่างกาย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน ช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ ระบบประสาทและกล้ามเนื้อ คนเราจึงจำเป็นต้องได้รับแคลเซียมจากอาหาร ซึ่งแคลเซียมมักมีอยู่มากในอาหารจำพวกนม ปลาตัวเล็กที่รับประทานทั้งก้าง ในขณะเดียวกันก็มีในผักพื้นบ้านอีกด้วย ปริมาณที่แนะนำให้บริโภคแคลเซียม ผู้ใหญ่ อายุ 19-50 ปี ควรบริโภค 800 มิลลิกรัม(มก.) ต่อวัน ส่วนผู้ใหญ่ที่มีอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไปควรบริโภค 1,000 มิลลิกรัมต่อวัน การรับประทานพืชผักพื้นบ้านทำให้เราได้รับแคลเซียมอีกทางหนึ่ง แต่ขณะเดียวกันพืชบางชนิด เช่น ใบชะพลู มีปริมาณออกซาเลต(oxalate)ค่อนข้างสูง ซึ่งถ้าได้รับในปริมาณมากๆและติดต่อกันเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดนิ่วในไตหรือ กระเพาะปัสสาวะได้

2.2 ฟอสฟอรัส (Phosphorus : P) เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อชีวิต มีบทบาทสำคัญคือเป็นส่วนประกอบของกระดูกโดยรวมตัวกับแคลเซียม และเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ ปริมาณที่แนะนำให้บริโภค ผู้ใหญ่ควรบริโภค 700 มิลลิกรัมต่อวัน

2.3 เหล็ก (Iron : Fe) เป็นแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อย แต่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง การขาดธาตุเหล็กทำให้เป็นโรคโลหิตจาง ปริมาณที่แนะนำให้บริโภค ผู้ใหญ่เพศชายให้บริโภค 10.4 มิลลิกรัมต่อวัน ส่วนเพศหญิงให้บริโภค 24.7 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งธาตุเหล็กก็มีอยู่ในพืชผักพื้นบ้านหลากหลายชนิด

3. สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

อนุมูลอิสระหรือประจุอิสระ (Free radical) คือ สารที่มีอะตอม/หมู่อะตอม/โมเลกุลที่มีอิเลคตรอนเดี่ยวจึงเกิดความไม่คงตัว ต้องแย่งอิเลคตรอนจากโมเลกุลข้างเคียง ทำให้เกิดความเสื่อมสลายเซลล์เป็นบริเวณกว้าง ร่างกายของคนเราได้รับอนุมูลอิสระทั้งจากภายในและภายนอกร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นมลพิษต่าง ๆ จากอากาศ อาหาร ที่มีสารเคมีปนเปื้อน ภายในร่างกายเองก็เกิดความเครียด อนุมูลอิสระในขนาดที่พอดีจะมีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีใน เซลล์ กระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาว แต่ถ้ามีมากเกินไปทำให้เกิดความเสื่อมของร่างกายอาจถึงรหัสพันธุกรรม ทำให้การแบ่งเซลล์ผิดปกติเป็นสาเหตุของมะเร็ง ในพืชจะมีการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อความอยู่รอด ซึ่งสาร

ต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน วิตามินซี วิตามินอีที่มีในผักผลไม้ ผักพื้นบ้านที่มีสารต้านอนุมูลอิสระมีดังนี้

3.1 เบต้าแคโรทีน (Beta-Carotene)

เบต้าแคโรทีน จัดอยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์สามารถเปลี่ยนรูปเป็นเรตินอลได้ในทางเดินอาหาร โดยแคโรทีนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน

3.2 วิตามิน (Vitamin)

ในผักพื้นบ้านมีวิตามินที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น วิตามินเอ และวิตามินซี

3.2.1 วิตามินเอ (Vitamin A) มีความสำคัญต่อการมองเห็น การเจริญเติบโตของเซลล์ ระบบภูมิคุ้มกัน และการสร้างเม็ดเลือด ปริมาณที่แนะนำให้บริโภค ผู้ใหญ่เพศชายควรบริโภค 700 ไมโครกรัมต่อวัน เพศหญิงควรบริโภค 600 ไมโครกรัมต่อวัน

3.2.2 วิตามินซี (Vitamin C) มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์คอลลาเจน คาร์นิทีน สารเหนี่ยวนำกระแสประสาท เพิ่มภูมิต้านทานและช่วยในการดูดซึมเหล็ก มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณที่แนะนำให้บริโภค ผู้ใหญ่เพศชายควรรับประทาน 90 มิลลิกรัมต่อวัน ส่วนเพศหญิงควรรับประทาน 75 มิลลิกรัมต่อวัน ผักพื้นบ้านชนิดใดที่สามารถรับประทานสดได้ควรรับประทานสด แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้ความร้อนในการปรุงอาหารควรใช้ในเวลาสั้นๆ เพื่อลดการสูญเสียวิตามินซี

4. โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต (Protien and Carbohydrate)

นอกจากนั้นในผักพื้นบ้านยังมีสารอาหารประเภทโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต อีกด้วย ซึ่งโปรตีนเป็นส่วนประกอบโครงสร้างของร่างกาย มีหน้าที่ช่วยในการเจริญเติบโต คาร์โบไฮเดรตให้พลังงาน

4.1 สารอาหารประเภทโปรตีน จะมีมากในเนื้อสัตว์ ไข่ นม ถั่ว แต่ในขณะเดียวกันผักพื้นบ้านก็มีโปรตีนเช่นกัน แต่จะมีปริมาณที่น้อยกว่า ดังตัวอย่างของผักพื้นบ้านต่อไปนี้ ปริมาณโปรตีนที่แนะนำให้บริโภคต่อวัน ผู้ใหญ่เพศชายให้บริโภค 700 ไมโครกรัมต่อวัน ผู้ใหญ่เพศหญิงให้บริโภค 600 ไมโครกรัมต่อวัน

4.2 สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต เป็นแหล่งพลังงานหลัก โดยคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม เมื่อถูกเผาผลาญในร่างกายจะให้พลังงานประมาณ 4 กิโลแคลอรี่ หน้าที่ของคาร์โบไฮเดรตช่วยสร้างไกลโคเจนเพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำรองของตับ และกล้ามเนื้อ อาหารที่มีสารอาหารจำพวกคาร์ไบไฮเดรตมาก ได้แก่ ข้าว แป้ง น้ำตาล เผือก มัน แต่ผักพื้นบ้านบางชนิดก็มีสารอาหารคาร์โบไฮเดรตอยู่เช่นกัน

ที่มา; คุณค่าทางโภชนาการของพืชผักพื้นบ้านในประเทศไทย ณัฐ อาจสมิติ 2 พฤศจิกายน 2548 เวลา 10.00 - 12.00 น. ณ ห้องประชุมเบญจกูล กรมพัฒน์ฯ เรียบเรียงโดย กลุ่มงานพัฒนาวิชาการแพทย์แผนไทยและสมุนไพร สถาบันการแพทย์แผนไทย

2.1.2 แนวทางการบริโภค

1. บริโภคผักตามฤดูกาล เนื่องจากผักที่ออกตามฤดูกาลมักมีศัตรูธรรมชาติน้อยและมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์สมบูรณ์กว่าผักนอกฤดูกาลผู้บริโภคจึงไม่ต้องเสี่ยงต่อการบริโภคผักที่มีการฉีดยาป้องกันกาจัดศัตรูพืชมาก ขณะเดียวกันผักนอกฤดูกาลบางชนิดอาจมีการสร้างสารบางอย่างมากเป็นพิเศษจนเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

2.รับประทานตารับอาหารที่ใช้ผักพื้นบ้านหลากหลายชนิด เช่น น้าพริกผักจิ้มต่างๆ แกงเลียง แกงแค ยาผักรวม แกงอ่อม ข้าวยา อาหารที่ต้องรับประทานร่วมกับผักหลากชนิดที่ ใช้เป็นเครื่องเคียง ซึ่งเป็นอาหารรสจัดต่างๆ เช่น ลาบ น้าตก แกงไตปลา ขนมจีนน้ายา เป็นต้น การเลือกรับประทาน

อาหารในลักษณะดังกล่าวนอกจากจะมีประโยชน์ในเรื่องช่วยการขับถ่ายแล้ว ยังได้ในเรื่องความสมดุลของธาตุอาหารและคุณค่าทางยาของผักพื้นบ้านบางชนิด การเลือกรับประทานอาหารที่ประกอบด้วยผักเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งในปริมาณมากและบ่อยครั้งอาจก่อให้เกิดโทษได้เนื่องจากขาดสมดุลของธาตุอาหาร เช่นการรับประทานกะหล่าปลีสดเป็นประจาอาจทาให้เกิดโรคคอพอกในเด็กได้เนื่องจากมีสารที่ไปยับยั้งการดูดซึมธาตุไอโอดีน

3. ระมัดระวังบริโภคแต่ผักที่รู้แน่ว่าไม่เป็นพิษ ผักพื้นเมืองหลายชนิดมีความเป็นพิษในตัวเอง เช่น ผักหนามซึ่งมีสารเคมีที่เทื่อถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในกะเพาะแล้วได้ไซยาไนด์ซึ่งเป็นพิษ หรือผักพวกบุก บอน มีผลึกของแคลเซียมออกซาเลตมากและระคายเคือง ทาให้คันเมื่อรับประทาน ผักหลายชนิดหากรับประทานมากและต่อเนื่องอาจทาให้เป็นนิ่วในไตหรือโรคอื่น ๆได้ การรับประทานผักในกลุ่มที่มีพิษต่างๆ จึงต้องสอบถามวิธีการปรุงจากผู้รู้จริง เพื่อความปลอดภัย

ผักพื้นบ้าน: ภูมิปัญญาและมรดกที่คนไทยหลงลืม รศ.ดร. ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการและอุทยานผักพื้นบ้านในวิถีไทย วันพฤหัสบดีที่ 19 ธันวาคม 2556 เวลา 08.30-12.30 น. ณ สานักพิพิธภัณฑ์และวัฒนธรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ http://oamc.ku.ac.th/_web_19_december_56/vegetables_1.pdf

2.2 ขลู่ พืชในท้องถิ่น

รูปที่ 2.1 ต้นขลู่

2.2.1 ลักษณะทางพฤษศาตร์

1. ชื่ออื่นๆ ขี้ป้าน (แม่ฮ่องสอน), หนาดวัว, หนาดงัว, หนวดงั่ว, หนวดงิ้ว (อุดรธานี), ขลู, คลู (ภาคใต้), เพี้ยฟาน (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ), หลวนซี (จีนกลาง) และหล่วงไซ (แต้จิ๋ว)

2. ชื่อสามัญ Indian Marsh Fleabane
THAILAND: Khlu, Nuat ngua, naat wua.
CAMBODIA: Pros anlok.
CHINA: Ge za shu LAOS: Nat luat.
INDONESIA: Beluntas (Indonesian), luntas (Javanese), baruntas (Sundanese).
MALAYSIA: Beluntas, Beluntas paya.
PAPUA NEW GUINEA: A'apu.

3. ชื่อวิทยาศาสตร์ Pluchea indica (L.) Less.

4. วงศ์ ASTERACEAE (COMPOSITAE)

5. ถิ่นกำเนิด คาบสมุทรอินโดจีน เช่น ไทย มาเลเซีย จีน เวียดนาม ปาปัวนิวกินี

6. ลักษณะทั่วไป ไม้พุ่มเตี้ย สูงประมาณ 1-2 ม. ออกดอกติดผล:ออกดอกตลอดปี

7. การขยายพันธุ์ ปักชำและเพาะเมล็ดข้อดีของพันธุ์ไม้:เป็นพันธุ์ไม้ที่เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ดินเค็ม หรือพื้นที่ชายทะเล

8. สภาพพื้นที่ เป็นพันธุ์ไม้ที่ต้องการความชื้นสูงจึงจะเจริญเติบโตได้ดี พื้นที่เหมาะกับการปลูกคือ พื้นที่มีความชื้นสูง อาจจะเป็นพื้นที่ริมน้ำต่างๆ ริมทางระบายน้ำ

2.2.2 สรรพคุณในตำรายาไทย

ต้น สมุนไพรขลู่เป็นพรรณไม้พุ่มขนาดเล็ก ลำต้นมีความสูง 0.5-2 ม. แตกกิ่งก้านมากและเกลี้ยงทั้งต้นสด หรือแห้ง สามารถปรุงเป็นยาต้มรับประทานเพื่อขับปัสสาวะ แก้โรคนิ่วในไตได้ สามารถแก้ปัสสาวะพิการ แก้วัณโรคที่ต่อมน้ำเหลือง เป็นยาช่วยย่อย สามารถแก้ริดสีดวงทวารหนักและริดสีดวงจมูก ใช้ ใบ รสหอมฝาดเมาเค็ม เป็นยาขับปัสสาวะ แก้เบาหวาน ขับนิ่ว นำใบสดแก่ นำมาตำแล้วบีบเอาน้ำ ทาตรงหัวริดสีดวงทวาร ทำให้หัวริดสีดวงหดหายไป แก้กระษัย ยาอายุวัฒนะ สมานภายนอกและภายใน แก้ไข้ ขับเหงื่อ นำใบมาตำผสมกับเกลือกินรักษากลิ่นปาก และระงับกลิ่นตัว นำใบมาต้มดื่มแทน

ชาลดน้ำหนัก บรรเทาอาการปวดเมื่อย มุตกิด น้ำคั้นจากใบสดรักษาริดสีดวงทวาร ใบต้มน้ำอาบแก้ผื่นคัน บำรุงประสาท เป็นยาบีบมดลูก น้ำคั้นใบสดรักษาริดสีดวงทวาร โรคบิด ใบและต้นอ่อน บรรเทาอาการปวดข้อ ในโรคไขข้ออักเสบ รักษาประดง เลือดลม ตำผสมกับแอลกอฮอล์ ทาหลังบริเวณเหนือไต บรรเทาอาการปวดเอว ต้มน้ำอาบรักษาหิด ขี้เรื้อน

ใบและราก เป็นยาฝาดสมาน แก้ไข้ ขับเหงื่อ พอกแก้แผลอักเสบ ผสมกับสมุนไพรอื่น ต้มน้ำอาบรักษาเส้นตึง และทำเป็นขี้ผึ้งทาแผลเรื้อรัง เปลือกต้น นำมาสับเป็นชิ้นมวนบุหรี่สูบแก้โพรงจมูกอักเสบ (ไซนัส) ดอก รสหอมฝาดเมาเค็ม แก้นิ่ว ราก รสหอมฝาดเมาเค็ม แก้กระษัย ขับนิ่ว ทั้งต้น รสหอมฝาดเมาเค็ม ใช้ต้มกินรักษาอาการขัดเบา แก้นิ่วในไต ขับปัสสาวะ แก้ปัสสาวะพิการ แก้ริดสีดวงทวาร แก้มุตกิดระดูขาว แก้ตานขโมย แก้เบาหวาน รักษาวัณโรคที่ต่อมน้ำเหลือง ต้มอาบ แก้ผื่นคัน แก้ประดง เลือดลม และแก้โรคผิวหนัง เปลือกต้น รสเมาขื่นหอม แก้ริดสีดวงจมูก ริดสีดวงทวาร แก้กระษัย ขูดเอาขนออกให้สะอาด ลอกเอาแต่เปลือก หั่นเป็นเส้นมวนสูบ แก้ริดสีดวงจมูก หรือต้ม รมริดสีดวงทวารหนัก

เปลือกใบเมล็ด แก้ริดสีดวงทวารและริดสีดวงจมูก แก้กระษัย สามารถเป็นยาอายุวัฒนะได้ ใบมีกลิ่นหอม สามารถต้มน้ำดื่ม แทนเป็นน้ำชา เพื่อลดน้ำหนัก แก้ปวดเมื่อย ขับระดูขาว แก้แผลอักเสบ และต้มน้ำอาบบำรุงประสาท สำหรับแก้แผลอักเสบ อาจใช้ใบสดตำพอกบริเวณที่เป็น แก้ริดสีดวงทวาร ยาอายุวัฒนะ ดอก แก้โรคนิ่ว

จะเห็นได้ว่าขลู่สามารถขับปัสสาวะ สามารถลดอาการปวดบวมตามร่างกาย อีกทั้งยังช่วยลดน้ำหนักได้ สามารถรักษาโรคริดสีดวงทวาร สามารถรักษาโรควัณโรคต่อมน้ำเหลือง สามารถบรรเทาอาการปวดเมื่อย สามารถบำรุงประสาท รักษาหิดขี้เรื้อน รักษาโรคไขข้ออักเสบ และอื่นๆ อีกมากมาย

2.2.3 ข้อมูลทางเภสัชวิทยา

1. ฤทธิ์ขับปัสสาวะ

นัทพร นิลวิเศษ และคณะได้ศึกษาฤทธิ์ขับปัสสาวะของขลู่พบว่ารูปแบบ 5% และ 10% ของยาชงขลู่ (ยาชง 5% ทำได้โดยชั่งขลู่ 5 กรัมใส่ลงในภาชนะแก้วหรือเคลือบที่ทนความร้อนได้ รินน้ำเดือดลงไปประมาณ 100 มิลลิลิตร ปิดฝาตั้งทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง จึงรินและคั้นน้ำออกกรองให้ได้น้ำยา 100 มิลลิลิตร) ทดลองฤทธิ์ขับปัสสาวะในหนูขาว และในอาสาสมัครที่มีสุขภาพปกติโดยเปรียบเทียบกับยา hydrochlorothiazide พบว่ายาชงขลู่มีผลเพิ่มปริมาณปัสสาวะ และถ้าเพิ่มปริมาณความเข้มข้นก็จะมีผลเพิ่มปริมาณปัสสาวะมากขึ้น

2. ฤทธิ์ต้านการอักเสบ

SenT. และคณะ (ค.ศ. 1991) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบ (antiinflammatory) ของสารสกัดจากรากขลู่พบว่าสารสกัดจากรากขลู่ สามารถต้านการอักเสบได้ โดยสามารถยับยั้งอาการบวมของอุ้งเท้าหนูที่เกิดจากการฉีด carragenin, histamine, serotonin, hyaluronidase และ sodium urate โดยสารสกัดจะยับยั้งกระบวนการที่โปรตีนลอดออกจากหลอดเลือด (exudation) และการเคลื่อนที่ของเม็ดเลือดขาวไปยังบริเวณอักเสบ (leucocyte migration)

3. ฤทธิ์ต้านการอักเสบ

Sen T. และคณะ (ค.ศ. 1993) ได้ทำการศึกษากลไกการต้านการอักเสบ และการต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ของสารสกัดจากรากขลู่ (Pluchea indica Less root extract: PIRE) ที่คาดว่ามีกลไกเกี่ยวข้องกับ 5-lipoxygenase pathway ซึ่งเป็นกระบวนการสังเคราะห์โพรสตาแกลนดิน (prostaglandin) ผลการศึกษาพบว่า PIRE สามารถต้านการอักเสบที่เกิดจาก arachidonic acid, platelet activation factor และสารประกอบ 48/80 ซึ่งเหนี่ยวนำให้เกิดการบวมที่อุ้งเท้าสัตว์ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้สามารถยับยั้งสารประกอบ 48/80 เหนี่ยวนำให้เกิดการหลั่งสารฮีสตามีน (histamine) จาก Mast cell ได้อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลต่อการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร พบว่าสามารถป้องกับการเกิดแผลจากยา indomethacin,เหล้า และ indomethacin ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถลดปริมาณ และความเป็นกรดของกระเพาะอาหารได้อย่างมีนัยสำคัญ

4. ฤทธิ์การปกป้องตับ

Sen T. และคณะ (ค.ศ. 1993) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์การปกป้องตับของสารสกัดจากขลู่ ในหนูที่ตับบาดเจ็บเฉียบพลัน (acute liver damage) จากการเหนี่ยวนำของสารคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (carbontetrachloride: CCl4) พบว่าสามารถลดระดับเอนไซม์ aspartate amino tranferase (AST), alanine amino tranferase (ALT), lactate dehydrogenase (LDH), serum alkaline phosphatase (ALP) และ bilirubin ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ สารสกัดจากขลู่ สามารถลดระยะเวลาการนอนหลับของหนูที่ได้รับ pentobarbitone ได้อย่างมีนัยสำคัญ และลด plasma prothrombin time ได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับ CCl_4

5. ฤทธิ์ป้องกันทางเดินอาหารบาดเจ็บ

Sen T. และคณะ (ค.ศ. 1996) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์สารสกัดจากขลู่ ในการยับยั้งปัจจัยกระตุ้นเกร็ดเลือด (platelet activation factor: PAF) และยับยั้งการเกิดกระเพาะอาหารเสียหาย (gastric demage) พบว่าการให้สารสกัดจากขลู่ สามารถยับยั้งการอักเสบ และอุบัติการเกิดกับทางเดินอาหารส่วนล่างเสียหายได้อย่างมีนัยสำคัญ

6. ฤทธิ์ต่อระบบประสาท

Thongpraditchote S. และคณะ (ค.ศ. 1996) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากรากขลู่ (Pluchea indica Less root extract: PI-E) ต่อระบบประสาทในหนู พบว่าหนูที่ได้รับ PI-E ขนาด 50-100มิลลิกรัม/กิโลกรัม ให้โดยการกินมีการทำงานของระบบประสาทควบคุมการเคลื่อนที่ (locomotor) ทำงานเพิ่มขึ้น และลดระยะเวลาการนอนหลับของหนูที่ได้รับ pentobarbital ให้สั้นลงอย่างมีนัยสำคัญ และขึ้นกับขนาดที่ได้รับ (dose dependent)

นอกจากนี้พบว่า ฤทธิ์ของ PI-E ที่ให้ในหนูที่ได้รับ pentobarbital จะลดลงเมื่อได้รับ flumazenil (1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ให้ทางหลอดเลือดดำ) อย่างมีนัยสำคัญ และ PI-E (50-100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และ diazepam (0.5-5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) สามารถลดพฤติกรรมก้าวร้าวได้ตามขนาดที่ได้รับ (dose dependent) โดยกลไกการออกฤทธิ์ของ PI-E เกี่ยวข้องกับระบบ GABA system ในสมอง แต่อย่างไรก็ตาม PI-E ไม่มีฤทธิ์ระงับการชักที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของ pentyleneterazole

7. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Sen T. และคณะ (ค.ศ. 2002) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดจากรากขลู่ (Pluchea indica Less root extract: PIRE) ในหลอดทดลองและสัตว์ โดยใช้ คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (carbontetrachloride: CCl_4)เหนี่ยวนำให้เกิดกระบวนการสลายไขมัน (lipid peroxidation) และการเปลี่ยนแปลง arachidonic acid จากเอนไซม์ lipoxygenase ซึ่ง 2 กระบวนการนี้ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้น ผลการศึกษาพบว่า PIRE สามารถลดการอักเสบ และการสลายตัวของเม็ดเลือดแดงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้พบว่า PIRE สามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้มากกว่า B755c และ phenidone (สารต้านอนุมูลอิสระ) ได้อย่างมีนัยสำคัญ

8. ฤทธิ์ยับยั้งจุลชีพ

Biswas R. และคณะ (ค.ศ. 2005) ได้ทำการสกัด และประเมินสารประกอบที่พบในขลู่ และความแรงในการต้านเชื้อจุลชีพพบว่าค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อได้(minimum inhibitory concentration: MIC) ของสารสกัดขลู่ต่อเชื้อ Staphylococcus aureus ML 11, S. aureus ML 358, S. aureus NCTC 6571, S. aureus 8530, Salmonella trphi 59, S. typhimurium NCTC 74, Shigella boydii 8 NCTC 254/66, S. dysenteriae 7 NCTC 519/66, Vibrio cholerae 214, Vibrio cholerae 14033, Bacillus lichenniformis, Escherichia coli ATCC 25938, Klebsiella pneumoniae 725, K. pneumoniae 10031 และ Pseudomonas aeruginosa 71 คือ 1500, 2000, > 2000, 1000, 1500, 1500, 1500, 1500, 1000, 1500, > 2000, 1500, > 2000, 2000 และ 2000 นาโนกรัม/มิลลิลิตร

9. ฤทธิ์ขับปัสสาวะ

Muangman V และคณะ (ค.ศ. 1998) ได้ทำการศึกษาการให้สารสกัดผงแห้งจากขลู่ (สารสกัด 3.6 กรัม บรรจุในแคปซูล 12 แคปซูล) ครั้งเดียว (single dose) แก่อาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 15 คน และได้สุ่มผู้ป่วยอีก 30 คน (อาจเป็นนิ่วที่ไตด้วยหรือไม่ก็ได้) ให้รับประทานยาขับปัสสาวะ (hydrochlorothiazide: HCT 50 มิลลิกรัม) เพื่อใช้เป็นกลุ่มควบคุมและเปรียบเทียบและวัดปริมาณปัสสาวะที่ 6 ชั่วโมง ผลพบว่ามีอาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 8 คน (53%) และกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการสุ่ม 7 คน (23%) ตอบสนองต่อฤทธิ์การขับปัสสาวะของขลู่ ส่วนจำนวนผู้ที่ตอบสนองต่อยาขับปัสสาวะ HCT ในอาสาสมัครสุขภาพดี 87% และในผู้ป่วย 67% จากผลการศึกษาจำนวนผู้ตอบสนองต่อสารสกัดจากขลู่น้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับ HCT และจากการทดลองในสัตว์ โดยใช้ต้นขลู่แห้ง 10 กรัม เติมด้วย 200 cc. ต้มให้เดือนแล้วรินเอาน้ำออก แล้วนำไปให้หนูขาวทดลองกิน พบว่ายาต้มที่ได้จากต้นขลู่จะมีฤทธิ์ทำให้ขับปัสสาวะได้มากขึ้น เมื่อเทียบกับยาขับปัสสาวะแผนปัจจุบัน (Hydrochlorothiazide) ปรากฏว่าสามารถขับปัสสาวะได้ดีกว่าและสูญเสียเกลือแร่ในร่างกายน้อยกว่าการใช้ยาแผนปัจจุบัน

2.2.4 คุณค่าทางโภชนาการเบื้องต้น

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของยอดและใบอ่อนขลู่ ต่อ 100 กรัม พลังงาน 42 แคลอรี คาร์โบไฮเดรต 9.4 กรัม โปรตีน 1.8 กรัม ไขมัน 0.5 กรัม น้ำ 86.0 กรัม วิตามินเอ 3,983 หน่วยสากล วิตามินบี 1 0.02 มิลลิกรัม วิตามินซี 30 มิลลิกรัม ธาตุแคลเซียม 256 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 5.6 มิลลิกรัม และ ธาตุฟอสฟอรัส 49 มิลลิกรัม

2.2.5 การใช้ประโยช์พื้นบ้าน

สามารถใช้เป็นยารักษาอาการขัดเบา วันละ 1 กำมือ (สดหนัก 40-50 กรัม แห้งหนัก 15-20 กรัม) หั่นเป็นชิ้นๆ ต้มกับน้ำดื่ม วันละ 3 ครั้ง ก่อนอาหารครั้งละ 1 ถ้วยชา (หรือ 75 มิลลิลิตร)

1. ยาแก้อาการขัดเบา

ใช้ทั้งต้นขลู่ 1 กำมือ (สดหนัก 40-50 กรัม แห้งหนัก 15-20 กรัม) หั่นเป็นชิ้นๆ ต้มกับน้ำดื่ม ครั้งละ 1 ถ้วยชา (75 มิลลิลิตร) วันละ 3 ครั้ง ก่อนอาหาร

2. ยาริดสีดวงทวารริดสีดวงจมูก

ใช้เปลือกต้น ต้มน้ำ เอาไอรมทวารหนัก และรับประทาน แก้โรคริดสีดวงทวาร หรือใช้เปลือกต้น (ขูดเอาขนออก) แบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 นำมาตากแห้งทำเป็นยาสูบ ส่วนที่ 2 นำมาต้มน้ำรับประทาน ส่วนที่ 3 ต้มน้ำเอาไปรมทวารหนัก เปลือกบางของต้นขูดขนออกให้สะอาด ทำเป็นเส้นตากแห้ง คล้ายเส้นยาสูบ แก้ริดสีดวงจมูก

3. การใช้ขลู่ในใบชาลดน้ำหนัก การใช้ยาขับปัสสาวะในทางการแพทย์นั้น มักใช้เพื่อลดความดันโลหิต และเพื่อลดอาการบวมน้ำ อาจมีที่ใช้ในกรณีอื่นอีกบ้าง แต่แพทย์ไม่ใช้ยาขับปัสสาวะ เพื่อลดความอ้วน สมุนไพรที่ใช้ชื่อว่า ใบชาลดความอ้วนทั้งหลาย มักมีสมุนไพรที่มีฤทธิ์ขับปัสสาวะอยู่ด้วย

2.2.6 ภูมิปัญญาพื้นบ้าน

1. ใช้เป็นยาอายุวัฒนะ (ใบสดแก่, เปลือก ใบ เมล็ด)
2. ใบนำมาต้มกับน้ำอาบจะช่วยบำรุงประสาท
3. ทั้งต้นนำมาต้มกินเป็นยารักษาโรคเบาหวาน ส่วนใบก็ใช้ชงดื่มเป็นน้ำชาก็มีสรรพคุณช่วยรักษาโรคเบาหวานได้
4. ใบใช้ชงดื่มแทนน้ำเป็นชา มีสรรพคุณช่วยลดความดันโลหิต (ใบ)
5. ใบสดแก่และรากใช้เป็นยาแก้กระษัย (ราก, ใบสดแก่, ทั้งต้น, เปลือก ใบ เมล็ด[6])
6. ช่วยรักษาโรคตานขโมย (ทั้งต้น)
7. ช่วยแก้ตานซางในเด็ก เข้าใจว่าใช้ใบชงดื่มแทนน้ำชา (ใบ)
8. ทั้งต้นใช้เป็นยารักษาโรควัณโรคที่ต่อมน้ำเหลือง (ทั้งต้น)
9. ขลู่ใช้ปรุงเป็นยาต้มรับประทานแก้โรคเลือด

10. ช่วยรักษาเลือดลม (ใบและต้นอ่อน, ทั้งต้น)

11. ช่วยรักษาไข้ (ใบและรากใบสดแก่)

12. ช่วยขับเหงื่อ (ใบและรากใบสดแก่) บ้างว่าช่วยล้างพิษได้ด้วย

13. ช่วยรักษาริดสีดวงจมูก ด้วยการขูดเอาแต่ผิวของต้นนำมาขูดขนออกให้สะอาด ทำเป็นเส้นตากแห้ง แล้วมวนเป็นยาสูบรักษาริดสีดวงจมูก (ผิวต้นหรือเปลือกต้น ทั้งต้น, เปลือกต้น ใบ เมล็ด)

14. เปลือกต้นนำมาสับเป็นชิ้น ๆ ใช้มวนบุหรี่สูบช่วยแก้โพรงจมูกอักเสบหรือไซนัสได้ (เปลือกต้น)

15. ทั้งต้นสดหรือต้นแห้งใช้เป็นยาช่วยย่อย (ทั้งต้น)

16. น้ำคั้นจากใบช่วยรักษาโรคบิด (ใบ, ใบและราก)

17. ดอกมีรสหอมฝาดเมาเค็ม ช่วยแก้นิ่ว (ดอก) ทั้งต้นมีรสฝาดเค็ม มีสรรพคุณแก้นิ่วได้เช่นกัน (ทั้งต้น)[4] ส่วนใบและรากมีรสหอมฝาดเมาเค็ม มีสรรพคุณขับนิ่วได้เช่นกัน (ใบ,ราก)

18. ทั้งต้นใช้ต้มกับน้ำดื่มเป็นยาก่อนอาหารครั้งละ 75 มิลลิลิตร (ประมาณ 1 ถ้วยชา) วันละ 3 ครั้ง จะช่วยขับปัสสาวะ แก้ปัสสาวะพิการได้ รักษาอาการขัดเบา (ทั้งต้น) ส่วนใบก็เป็นยาขับปัสสาวะด้วยเช่นกัน (ใบ) ซึ่งจากการทดลองในสัตว์และคนปกติ พบว่ายาชงที่ได้จากต้นขลู่จะมีฤทธิ์เป็นยาขับปัสสาวะได้ดีกว่ายาขับปัสสาวะแผนปัจจุบัน (Hydrochlorothiazide) และยังมีข้อดีก็คือ มีการสูญเสียเกลือแร่ในร่างกายน้อยกว่าการใช้ยาแผนปัจจุบัน

19. ทั้งต้นมีรสหอมฝาดเมาเค็ม ช่วยแก้นิ่วในไต (ทั้งต้น)

20. ทั้งต้นช่วยรักษาริดสีดวงทวาร หรือจะใช้เปลือกต้นด้วยการขูดเอาขนออกให้สะอาดแล้วลอกเอาแต่เปลือก นำมาต้มรมริดสีดวงทวารหนัก หรือจะใช้ใบสดเอามาตำบีบคั้นเอาแต่น้ำแล้วนำมาทาตรงหัวของริดสีดวงทวาร จะช่วยทำให้หัวริดสีดวงทวารหดหายไปได้(ทั้งต้นน้ำคั้นจากใบเปลือกใบ เมล็ด

21. ช่วยแก้มุตกิดระดูขาวของสตรี ด้วยการใช้ใบนำมาต้มกับน้ำดื่มเป็นชา (ใบทั้งต้น)

22. ใบใช้ต้มกับน้ำอาบเป็นยาบีบมดลูก (ใบ)

23. ใบใช้ชงดื่มเป็นชา ช่วยลดอาการบวมน้ำได้ (ใบ)

24. ใบและรากใช้เป็นยาฝาดสมาน (ใบและราก)

25. ใบสดแก่ใช้เป็นสมานทั้งภายนอกและภายใน (ใบสดแก่)

26. ใบและรากสดใช้ตำพอกแก้แผลอักเสบ (ใบและราก)

27. ใบและรากใช้ทำเป็นขี้ผึ้งสำหรับทารักษาแผลเรื้อรัง แต่ไม่แน่ใจว่าต้องผสมกับสมุนไพรชนิดอื่น ๆ อีกหรือไม่ (ใบและราก)

28. ทั้งต้นนำมาต้มกับน้ำอาบช่วยแก้ผื่นคันและรักษาโรคผิวหนัง (ทั้งต้น)ส่วนใบก็นำมาต้มกับน้ำอาบแก้ผื่นคันได้เช่นกัน (ใบ)

29. ใบและต้นอ่อนช่วยรักษาประดง (โรคผิวหนังชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดอาการคัน) (ใบและต้นอ่อน) หรือจะใช้ทั้งต้นก็ช่วยรักษาประดงได้เช่นกัน (ทั้งต้น)

30. ใบและต้นอ่อนนำมาต้มกับน้ำอาบจะช่วยรักษาหิด และขี้เรื้อน (ใบและต้นอ่อน)

31. ช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อย ด้วยการใช้ใบนำมาต้มกับน้ำดื่มเป็นชา (ใบ)

32. ใบและต้นอ่อนใช้ตำผสมกับแอลกอฮอล์ นำมาใช้ทาหลังบริเวณเหนือไตจะช่วยบรรเทาอาการปวดเอวได้ (ใบและต้นอ่อน)

33. ช่วยบรรเทาอาการปวดข้อ อาการปวดในโรคไขข้ออักเสบ (ใบและต้นอ่อน)

34. ใบและรากใช้ผสมกับสมุนไพรชนิดอื่น ๆ นำมาต้มกับน้ำอาบจะช่วยรักษาอาการเส้นตึง (ใบและราก)

35. ในปัจจุบันการแพทย์แผนไทยได้มีการทดลองใบขลู่ (จำนวนตามต้องการหรือพอประมาณ) นำมาต้มให้ผู้ป่วยที่เป็นโรคเอดส์ในระยะเริ่มแรกหรือเพิ่งตรวจพบกิน จะช่วยดูแลสุขภาพได้ในระดับหนึ่ง (ใบ) ขนาดและวิธีใช้ : ยาแห้งให้ใช้ประมาณ 15-20 กรัม หากเป็นต้นสดให้ใช้ประมาณ 30-40 กรัม นำมาต้มกับน้ำรับประทาน หรือจะใช้ร่วมกับตัวยาหรือสมุนไพรอื่น ๆ ในตำรับยา

2.3 การสกัดสารจากพืช

2.3.1 หลักการการสกัดสารสำคัญจากพืช

2.3.1.1 การคัดเลือกพืช

1. คัดเลือกพืชที่มีผลในการรักษามานานแล้ว โดยใช้ภูมิปัญญาแผนโบราณ
2. คัดเลือกพืชที่อยู่ในวงศ์ (Family) หรือ genus เดียวกัน โดยใช้หลักของ Chemotaxonomy
3. คัดเลือกพืชในวงศ์ที่ใกล้เคียงกัน โดยดูจาก Botanical และ Chemotaxonomy
4. การคัดเลือกโดยทั่วไปพืชที่จะคัดเลือกควรเป็นพืชที่มีอยู่ในประเทศไทย

2.3.1.2 การเก็บตัวอย่างพืช รัตนา อินทรานุปกรณ์ (2547 : 59-60) กล่าวโดยสรุปดังนี้

1. พืชที่จะนำมาสกัด ต้องมีการตรวจเอกลักษณ์ให้ถูกต้อง เพราะพืชหลายชนิดมีลักษณะคล้ายกันหรือมีชื่อพ้องกัน โดยเฉพาะพืชที่หายากและขาดแคลน ต้องตรวจสอบอย่างรอบครอบ

2. การเลือกเก็บพืชที่สมบูรณ์ มีอายุตามชนิดของพืช สามารถออกดอกออกผลที่มีจำนวนมากพอ เพื่อให้ได้สารสกัดที่มากพอดังนี้

2.1 รากและเหง้า เก็บหลังจากที่พืชเจริญเติบโตเต็มที่แล้วและหยุดการเจริญเติบโตหากเป็นพืชล้มลุกควรเก็บเมื่อต้นตาย

2.2 เปลือกต้น เก็บในระยะเวลาที่พืชเจริญเติบโตเติมที่

2.3 ใบและดอก เก็บก่อนที่พืชจะออกดอกหรือก่อนที่ดอกจะบาน

2.4 ดอก เก็บขณะที่ดอกกำลังจะบานหรือก่อนถึงเวลาผสมเกสร

2.5 ผล เก็บเมื่อผลเจริญเติบโตเต็มที่แต่ยังไม่สุกหรือเมื่อสุกเต็มที่ ตามชนิดของพืช

2.6 เมล็ด เก็บเมื่อแก่เต็มที่แล้ว แต่ควรเก็บก่อนที่ผลจะแตกออก

3. เก็บตัวอย่างให้ถูกฤดูกาลของพืชแต่ละชนิด เช่น พวก ขิง ข่า กระชายดำ จะมีเหง้าอยู่ใต้ดิน ในฤดูฝนเหง้าจะมีน้ำปริมาณมาก ทำให้มีปริมาณสารระเหยต่ำ ดังนั้นจึงควรเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูแล้ง จะได้ปริมาณสารระเหยที่มากกว่า

4. วิธีการเก็บตัวอย่างต้องเหมาะสมต่อการนำไปแยกสกัดสาร พืชบางชนิดต้องสกัดสด หรือบางชนิดต้องสกัดแห้ง

5. เก็บตัวอย่างในปริมาณที่มากพอ เพื่อเก็บไว้เป็น Original Sample ซึ่งการเก็บจะต้องมีการจดบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น วันเวลา ฤดูกาลที่เก็บ สถานที่เก็บ เป็นต้น

6. ถ้าต้องการเก็บตัวอย่างจากร้านค้าและผลิตภัณฑ์ ต้องระวัง สิ่งปลอมปน การใช้ชื่ออื่นมาอ้าง และชื่อพ้องกัน

7. เมื่อเก็บตัวอย่างมาแล้วต้องการทำตัวอย่างแห้ง ต้องใช้อุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของสารออกฤทธิ์

2.3.1.3 การเตรียมตัวอย่างพืช

1. การเตรียมตัวอย่างแบบสด พืชสดสามารถสกัดสารออกฤทธิ์ได้ดี โดยนำพืชสดมาต้มกับแอลกอฮอล์เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และป้องกันไม่ให้สารเคมีในพืชเกิดการเปลี่ยนแปลง

2. การเตรียมตัวอย่างแบบแห้ง เป็นการป้องกันการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่อยู่ในพืชสด การเตรียมตัวอย่างแบบแห้งควรทำให้แห้งด้วยวิธีที่รวดเร็วและใช้อุณหภูมิต่ำ เพราะอุณหภูมิที่สูงจะทำให้สารสำคัญเกิดการเปลี่ยนแปลงได้

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้พืชแห้งโดยทั่วไปดอก ใบ และยอด จะใช้อุณหภูมิที่ 20-40 องศาเซลเซียส ส่วนเปลือกและรากจะใช้อุณหภูมิที่ 30-35 องศาเซลเซียส

4. พืชแห้งควรเก็บในที่แห้ง มืด เย็น และมีอากาศหมุนเวียนและหลีกเลี่ยงการเก็บสมุนไพรไว้เป็นเวลานาน

2.3.1.4 การทำให้ตัวอย่างมีขนาดเล็กลง

การสกัดพืชต้องย่อยตัวอย่างให้มีขนาดให้เล็กลง (comminution or pulverization) เนื่องจากสารสำคัญจะอยู่ภายในเซลล์ในสภาพผลึกหรือผงละเอียด เมื่อได้สัมผัสกับน้ำยาสกัดที่เหมาะสมองค์ประกอบเหล่านั้นจะละลายออกมา โดยการบดพืชให้เป็นผงละเอียดเพื่อทำลายผนังเซลล์และเพิ่มพื้นที่ผิวของพืชที่จะสัมผัสกับน้ำยาสกัด การสกัดจะสมบูรณ์ ถ้าเซลล์แตกออกและน้ำยาสกัดเข้าไปสัมผัสสารสำคัญได้มากที่สุด

1. การหั่นหรือตัดพืชแห้งควรตัดตามยาว (longitudinal cut) หรือตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม (rectangular or cubical cut) ก่อนบด (grinding) โดยใช้เครื่องบดแบบต่างๆ ตามชนิดของวัตถุดิบและขนาดที่ต้องการหลังการบด เช่น เครื่องบดชนิดค้อน(driven hammer mill) เหมาะสำหรับย่อยขนาดพืชที่แตกหักง่าย เช่นรากหรือหัว ขนาดของพืชที่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของตระแกรงที่ใช้ ส่วนสารที่มีขนาดใหญ่จะหมุนเวียนกลับไปย่อยอีก จนได้ขนาดที่เล็กพอที่จะลอดผ่านรูตะแกรง หรือเครื่องบดชนิดตัด (cutting mills) เหมาะสำหรับย่อยใบ เปลือกไม้ และรากที่เหนียวมีเส้นใย ขนาดของพืชที่ต้องการลดขนาดขึ้นกับขนาดของตะแกรงที่ใช้และความเร็วของมอเตอร์ที่ใช้หมุนใบมีด เป็นต้น

2. พืชสดทำได้โดยการหั่น (slicing) โดยใช้มีด หรือพืชที่แช่ในแอลกอฮอล์อาจใช้เครื่องปั่น (waring blender) เป็นต้น นอกจากนี้อาจทำการย่อยเนื้อเยื่อพืชโดยใช้เอนไซม์ (enzyme disintegration) หรือโดยใช้สารเคมี (chemical disintegration)

3. การลดขนาดของพืชให้เป็นผงละเอียดควรคำนึงถึงโครงสร้างของพืชเป็นหลัก ถ้าเป็นโครงสร้างแข็งแรง ซึ่งน้ำยาสกัดแทรกซึมเข้าไปได้ยาก เช่น รก เนื้อไม้ ควรบดให้มีขนาดเล็กกว่าส่วนที่มีโครงสร้างอ่อนนุ่ม ซึ่งน้ำยาสกัดแทรกซึมเข้าไปได้ง่าย เช่น ใบ ดอก การบดพืช

4. การย่อยสมุนไพรให้มีขนาดเล็กมากจนเกินไปจะเกิดผลเสียได้ คือทำให้เกิดปัญหาในการอุดตันเครื่องกรองในขบวนการสกัด และทำให้ได้องค์ประกอบที่ไม่ต้องการมากขึ้นอันเนื่องมาจากเซลล์แตกมากเกินไป ซึ่งบางครั้งทำให้สารสกัดขุ่น ขนาดของผงพืชที่เหมาะสมหาได้จากการทดลองซึ่งเป็นขนาดที่ทำให้ได้สารสกัดที่มีองค์ประกอบสำคัญสูงสุด

2.3.2 เทคนิคการสกัดสารจากพืช

การสกัดสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบจากสมุนไพร(Extraction of Active Constituents from Medicinal Plant) ในเบื้องต้นโดยใช้ตัวทำละลาย(solvent)จะได้สารสกัดหยาบ (crude extract) โดยสารสกัดหยาบนี้เป็นของผสมขององค์ประกอบทางเคมีของสมุนไพรซึ่งจะมีองค์ประกอบที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (pharmacologically active constituents) และองค์ประกอบที่ไม่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (pharmacologically inactive constituents) ซึ่งชนิดและปริมาณขององค์ประกอบในสารสกัดขึ้นอยู่กับสมุนไพรและสภาวะที่ใช้ในการสกัด วัตถุประสงค์ของการสกัดนั้นเพื่อแยกสารสำคัญออกจากสมุนไพร และทำให้ความเข้มข้นของสารสำคัญมีสูงขึ้น และเพื่อลดขนาด (dose) ของการใช้สมุนไพรให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม (รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547) สรุปดังนี้

1. มาเซอเรชัน

มาเซอเรชัน (Maceration) เป็นการหมักสมุนไพรกับตัวทำละลายจนเนื้อเยื่อของสมุนไพรอ่อนนุ่มและตัวทำละลายสามารถแทรกซึมเข้าไปละลายองค์ประกอบภายในผงสมุนไพรออกมาได้

การหมักสมุนไพรควรทำในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทในตัวทำละลายที่เหมาะสม จะทำเป็นเวลานาน 7 วัน หรือจนกระทั่งองค์ประกอบที่ต้องการละลายออกมาหมด ในระหว่างที่หมักผงสมุนไพรอยู่นั้นควรเขย่าเป็นครั้งคราวเพื่อเพิ่มอัตราเร็วของการสกัด เมื่อครบกำหนดเวลาจึงกรอง แยกกาก (marc) ออกจากตัวทำละลาย วิธีการสกัดนี้เหมาะสมกับพืชที่มีโครงสร้างหรือเนื้อเยื่อที่ไม่แข็งแรงมากนัก เช่น ใบ ดอก ซึ่งทำให้อ่อนนุ่มได้ง่าย จัดเป็นวิธีที่ใช้ตัวทำละลายน้อย และเนื่องจากเป็นวิธีการที่ไม่ใช้ความร้อนจึงเหมาะสมกับการสกัดสารที่ไม่ทนต่อความร้อน แต่วิธีการสกัดนี้มักจะไม่สมบูรณ์เนื่องจากไม่ค่อยมีการเคลื่อนที่ของตัวทำละลาย เมื่อสารในสุมนไพรละลายออกมาถึงระดับหนึ่งจะเกิดความสมดุลขององค์ประกอบภายในสมุนไพรและตัวทำละลายที่ใช้ ทำให้อัตราเร็วของการสกัดชะงักลง จึงไม่เหมาะที่จะใช้สกัดในกรณีที่ต้องการสกัดสารสำคัญจากสมุนไพรจนสมบูรณ์

การสกัดแบบมาเซอเรชันใช้เวลานาน จึงมีผู้ดัดแปลงใช้มิกเซอร์ (mixer) หรือโฮโมจีไนเซอร์ (homogenizer) มาช่วยทำให้เซลล์พืชแตกออกมาก่อนทำการสกัด เพื่อลดระยะเวลาการสกัด ต่อมาพัฒนาใช้เสียงที่มีความถี่สูงเกิน 20,000 เฮิรตซ์ ร่วมในการสกัดเรียกวิธีนี้ว่า การสกัดอัลตราซาวน์ (ultrasound extraction) แต่วิธีหลังนี้อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำไปเป็นเพอร์ออกไซด์ ซึ่งอาจมีผลต่อการสกัด นอกจากนี้อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ต่อสารโดยตรง เพราะขณะที่ใช้การสกัดอัลคราซาวน์ทำให้เกิดช่องว่างและมีอากาศแทรกเข้าไปในตัวทำละลาย

2. เพอร์โคเลชัน

เพอร์โคเลชัน (Percolation) เป็นการปล่อยให้ตัวทำละลายไหลผ่านผงสมุนไพรอย่างช้าๆ พร้อมกับละลายสารสำคัญออกมาโดยใช้เครื่องเพอร์โคเลเตอร์ (percolator) วิธีการทำเพอร์โคเลชันคือนำผงสมุนไพรมาหมักกับตัวทำละลายก่อน 1 ชั่วโมง เพื่อให้พองตัวเต็มที่แล้วค่อยๆ บรรจุผงทีละชั้นลงในเพอร์โคเลเตอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นคอลัมน์ (column) ปลายเปิดทั้ง 2 ด้าน โดยด้านบนจะกว้างกว่าด้านล่าง เพื่อความสะดวกในการบรรจุผงสมุนไพร ส่วนปลายด้านล่างปิดเปิดได้ เพื่อที่จะสามารถควบคุมอัตราการไหลของสารสกัดหรือเพอร์โคเลตจากเพอร์โคเลเตอร์ได้ เติมตัวทำละลายหรือตัวทำลาย (menstrumm) ลงไปให้ระดับตัวทำละลายสูงเหนือสมุนไพร (solvent head) ประมาณ 0.5 cm ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงปล่อยตัวทำละลายไหลผ่านผงสมุนไพรในอัตราเร็วที่พอเหมาะ พร้อมกับเติมตัวทำละลาย

ใหม่ลงไปเรื่อยๆ อย่าให้แห้งเก็บเพอร์โคเลตจนการสกัดสมบูรณ์โดยการตรวจสอบจากเพอร์โคเลตส่วนสุดท้าย นำเพอร์โคเลตที่เก็บได้ทั้งหมดรวมกันนำไปกรอง

วิธีเพอร์โคเลชันจัดเป็นวิธีการสกัดที่ดีสำหรับการสกัดสารจากสมุนไพรแบบสมบูรณ์และไม่ต้องใช้ความร้อน แต่วิธีนี้มีข้อเสีย คือเปลืองตัวทำละลายและใช้เวลานาน ดังนั้นจึงมีการดัดแปลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดสารจะใช้เพอร์โคเลเตอร์ต่อกันหลายตัว และให้มีการเคลื่อนที่ของตัวทำละลายเข้าหากัน

3. การสกัดแบบต่อเนื่อง

การสกัดแบบต่อเนื่อง(Continuous extraction) โดยการใช้ซอกซ์เลตเอกแทรกเตอร์ (soxhlet extractor) ซึ่งเป็นระบบปิด โดยใช้ตัวทำละลายซึ่งมีจุดเดือดต่ำ เมื่อได้รับความร้อนจากฮีทติงแมนเทิล (heating mantle) หรือหม้ออังไอน้ำ ตัวทำละลายในภาชนะระเหยขึ้นไปแล้วกลั่นตัวลงมาในทิมเบอร์ (thimble) ซึ่งบรรจุสมุนไพรไว้ ตัวทำละลายจะผ่านผงสมุนไพรซ้ำแล้วซ้ำอีกไปเรื่อยๆ จนกระทั่งองค์ประกอบในสมุนไพรถูกสกัดออกมา เมื่อตัวทำละลายในเอกซ์แทรกติงแชมเบอร์ (extracting chamber) สูงถึงระดับจะเกิดกาลักน้ำ สารสกัดจะไหลกลับลงไปในภาชนะวนเวียนเช่นนี้จนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์

วิธีการสกัดแบบต่อเนื่องนี้เหมาะสมสำหรับการสกัดองค์ประกอบที่ทนต่อความร้อนและใช้ตัวทำละลายน้อย ไม่สิ้นเปลืองแต่มีข้อเสียคือ ไม่เหมาะที่จะใช้กับองค์ประกอบที่ไม่ทนต่อความร้อน และตัวทำละลายที่ใช้ไม่ควรเป็นของผสม เพราะจะเกิดการแยกตัวทำละลายแต่ละชนิดเนื่องจากมีจุดเดือดต่างกัน จะมีผลให้สัดส่วนของตัวทำละลายแตกต่างไปจากเดิม และผลการสกัดที่ไม่ดี

4. การสกัดน้ำมันหอมระเหย

การสกัดน้ำมันหอมระเหย (extraction of volatile oil) มีหลายวิธี เลือกใช้ตามความเหมาะสมของพืชที่ใช้ ดังนี้

4.1 การกลั่น (distillation) ในทางอุตสาหกรรมมี 3 วิธี คือ

การกลั่นโดยใช้น้ำ (water distillation) ใช้กับพืชแห้งซึ่งไม่ถูกทำลายเมื่อต้ม เนื่องจากพืชที่นำมากลั่นจะแช่อยู่ในน้ำเดือดทั้งหมดตลอดระยะเวลาการกลั่น วิธีนี้ใช้กลั่นน้ำมันจากเปลือกไม้ เช่น กลั่นน้ำมันสน (turpentine oil) จากยางสน เป็นต้น

การกลั่นโดยใช้น้ำและไอน้ำ (water and steam distillation) ใช้ได้กับพืชสดและแห้ง ซึ่งอาจถูกทำลายได้ง่ายเมื่อถูกต้ม เช่น กานพลู จะบดให้เป็นผง เติมน้ำให้ท่วมผ่านไอน้ำเข้าไป ส่วนที่กลั่นได้จะมีทั้งน้ำมันและน้ำ ทำการแยกน้ำมันออกมา การกลั่นวิธีนี้สะดวกที่สุดและใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตน้ำมันในทางการค้า

การกลั่นโดยใช้ไอน้ำ (steam distillation) วิธีนี้ใช้กับพืชสด เช่น สะระแหน่ โดยนำพืชสดมาวางบนตะแกรง แล้วผ่านไอน้ำเข้าไปโดยตรง โดยไม่ต้องมีการหมักพืชด้วยน้ำก่อน จัดเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายน้อย

4.2 การบีบหรือการอัด

การบีบหรือการอัด (expression)ใช้กับน้ำมันหอมระเหยที่ใช้วิธีการกลั่นไม่ได้ เนื่องจากถูกทำลายได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน เช่น น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม ได้แก่ น้ำมันผิวมะนาว (lemon oil) น้ำมันผิวส้ม (orange oil)

การบีบทีนิยมคือ วิธีเอกคิวเอล (ecuelle method) ซึ่งใช้กับน้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม (citrus oil) โดยเอาผลไปบีบบนรางที่มีเข็มแหลมๆ อยู่เข็มต้องยาวพอที่จะแทงผ่านผนังชั้นนอก (epidermis) เพื่อให้ต่อมน้ำมันแตกออกมา น้ำมันจะหยดลงไปในรางซึ่งเก็บน้ำมันได้

4.3 วิธีเอ็นฟอยเรนซ์

วิธีเอ็นฟอยเรนซ์ (enfleurange) ใช้กับน้ำมันหอมระเหยของกลีบดอกไม้ต่างๆ เป็นวิธีที่เก็บความหอมได้ดี แต่ก่อนใช้ในอุตสาหกรรมทำน้ำหอม (perfume) วิธีนี้จะใช้ไขมัน (fat) หรือน้ำมันไม่ระเหย (fixed oil) ที่ไม่มีกลิ่นเป็นตัวดูดซับ [ส่วนใหญ่ใช้ไขมันวัว (beef tallow) ร้อยละ 40 กับไขมันหมู (lard) ร้อยละ 60] โดยนำตัวดูดซับมาแผ่เป็นแผ่นบางๆ แล้วเอากลีบดอกไม้มาวางเรียงบนตัวดูดซับนาน 24 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนกลีบดอกไม้ใหม่ ทำเช่นนี้เรื่อยๆ จนตัวดูดซับเอาน้ำมันหอมระเหยมากพอ จึงเอาตัวดูดซับมาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยออกด้วยแอลกอฮอล์

4.4 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย

การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (extraction with solvent) ตัวทำละลายที่นิยมใช้มากที่สุดคือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) อาจใช้ตัวทำละลายอื่น เช่น แอซีโทน (acetone) เมทานอล แอลกอฮอล์ เป็นต้น วิธีนี้จะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการกลั่นที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง ทำให้องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลง และมีกลิ่นผิดไปจากธรรมชาติได้ จึงนำวิธีการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายนี้มาใช้ในทางอุตสาหกรรม แต่ต้นทุนการผลิตสูงกว่าวิธีการกลั่น

2.3.3 การทำสารสกัดให้เข้มข้น

รัตนา อินทรานุปกรณ์ (2547 : 101-102)กล่าวถึงการทำสารสกัดให้เข้มข้น(concentration) สรุปได้ดังนี้ สารสกัดอย่างหยาบที่ได้จะมีปริมาตรมากและเจือจาง ทำให้นำไปแยกองค์ประกอบได้ไม่สะดวกและไม่มีประสิทธิภาพ จึงต้องนำมาทำให้เข้มข้นเสียก่อนด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

1. การระเหย (Free evaporation) เป็นการนำตัวทำละลายออกจากตัวละลาย โดยใช้ความร้อนจากหม้ออังไอน้ำ (water bath) หรือแผ่นความร้อน (hot plate) วิธีนี้อาจทำให้องค์ประกอบในสารสกัดสลายตัวได้เนื่องจากอุณหภูมิสูงเกินไป และหากใช้สารอินทรีย์ (organic solvent) ในการสกัด การระเหยโดยให้ความร้อนโดยตรง (direct heat) บนแผ่นความร้อน อาจเกิดอันตรายได้ง่าย นอกจากนี้ควรคำนึงถึงอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดการสลายตัวของสาระสำคัญ เมื่อใช้ความร้อน

2. การกลั่นในภาวะสุญญากาศ (Distillation in vacuo) เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดเป็นการระเหยเอาตัวทำละลายออกจากตัวทำละลายสกัดโดยการกลั่นที่อุณหภูมิต่ำ พร้อมทั้งลดความดันลงให้เกือบเป็นสุญญากาศ(vacuum pump) เครื่องมือนี้เรียกว่า rotary evaporator ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วน คือ ภาชนะบรรจุสารสกัดอย่างหยาบที่จะกลั่น (distillation flask) ส่วนคอนเดนเซอร์หรือส่วนควบแน่นไอสารละลาย (condenser) และภาชนะรองรับสารละลายหลังการกลั่น (receiving flask) โดยสารสกัดอย่างหยาบซึ่งบรรจุในภาชนะแช่อยู่ในหม้ออังไอน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้และจะหมุน (rotate) ตลอดเวลาที่ทำงาน เพื่อให้มีการกระจายความร้อนอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ภาชนะบรรจุสารสกัดอย่างหยาบนี้จะต้องต่อเข้ากับส่วนควบแน่น ซึ่งมีระบบทำความเย็นหล่ออยู่ตลอดเวลา ปลายของส่วนควบแน่นจะมีภาชนะรองรับ โดยทั้งระบบจะต้อเข้ากับระบบสุญญากาศ สารละลายที่ระเหยออก

จากภาชนะบรรจุจะควบแน่นที่บริเวณคอนเดนเซอร์และหยดลงมาในภาชนะรองรับสารละลายหลังการกลั่นซึ่งสารละลายดังกล่าวสามารถนำไปทำให้บริสุทธิ์และนำกลับมาใช้ใหม่ได้

3. การทำให้แห้ง (drying) เป็นการระเหยเอาตัวทำละลายออกจากตัวทำละลายจนแห้งได้สารสกัดออกมาในสภาพของเข็งหรือกึ่งของแข็ง มีหลายวิธี เช่น การใช้ความเย็น (lyophilizer หรือ freeze dryer) หรือการใช้ความร้อน (spray dyer)

4. อัลตราฟิลเทรชั่น (ultrafiltration) เป็นการนำสารสกัดด้วยน้ำ ทำให้เข้มข้นโดยใช้แผ่นเมมเบรน (membrane) ใช้กับสารที่มีน้ำหลักโมเลกุล (molecular weight) สูงกว่า 5,000

2.4 การตรวจสอบสารออกฤทธิ์ในพืช

รัตนา อินทรานุปกรณ์ (2547 : 19-55) และชุติมา ลิ้มมัทวาภิรัติ์ กล่าวโดยสรุปดังนี้

การตรวจสอบประเภทของสารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑธรรมชาติจากพืช ต้องทราบว่าปฏิกิริยาการตรวจสอบเหลานี้ไมจำเพาะเจาะจง และการใหผลบวกก็เปนเพียงการบอกถึงประเภทของสารผลิตภัณฑธรรมชาติบางชนิดเทานั้น เพราะสารประกอบบางชนิดมีโครงสรางคลายกันแต่เป็นสารตางกลุมกันจะใหผลบวกลวง ในอีกแงหนึ่งการใหผลลบก็อาจเกิดจากสารประกอบที่นำมาทดสอบมีความเขมขนต่ำเกินไป หรือมีปริมาณไมพอตอการตรวจสอบดวยสารเคมี การตรวจสอบเบื้องตนทางพฤกษเคมี ดังนี้

2.4.1 การตรวจสอบด้วยปฏิกิริยาการเกิดสีหรือการเกิดตะกอน

โดยการนำสารตัวอย่างมาทำปฏิกิริยาเคมีจะปรากฏสี หรือเกิดการขุ่น (turbidity) หรือเกิดตะกอน เป็นวิธีที่มีความไว (sensitive) สูง แต่ไม่จำเพาะเจาะจงกับกลุ่มสารเคมีและต้องระวังปริมาณน้ำยาตรวจสอบที่ใช้และภาวะที่เหมาะสม

1. กลุ่มคาร์โบไฮเดรต

ใช้ปฏิกิริยามอลลิช (Molisch's test) การเกิดวงแหวนสีมวงแดงที่รอยตอระหวางชั้นของเหลวกับ Molisch reagent การตรวจสอบสมบัติการเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing agent) ของโมโนแซคคาร์ไรด์ และไดแซ็กคาร์ไรด์ ใช้สารละลายเฟทลิ่ง (Fehling's solution) ถ้ามีจะเกิดตะกอนแดงของคิวปรัสออกไซด์ (cuprous oxide)

การตรวจสอบน้ำตาลดีออกซี (deoxysugar) ใช้ปฏิกิริยาเคอเลอขคิเลียนี (Keller-Kiliani test) โดยละลายน้ำตาลในกรดน้ำส้มที่มีสารเฟอริกคลอไรด์ (ferric chloride) ละลายอยู่เล็กน้อย เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ถ้ามีน้ำตาลดีออกซีจะเห็นสีน้ำตาลแดงเกิดขึ้นตรงรอยต่อของชั้นสารละลายและจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

2. กลุ่มแอลคาลอยด์

อัลคาลอยเปนสารที่มีฤทธิ์เปนดางและมีไนโตรเจนเปนองคประกอบในโมเลกุล true alkaloids ตองมีไนโตรเจนอยูใน heterocyclic ring และมีสูตรโครงสรางทางเคมีที่ซับซอน สามารถตรวจสอบดวยน้ำยาทดสอบเบื้องตน เชน Dragendorff's reagent (potassium bismuth iodide) เกิดตะกอนสีแดงอิฐหรือสีสม Kraut's reagent (potassium bismuth iodide) เกิดตะกอนสีสมน้ำตาลแดง Marme's reagent (potassium cadmium iodide) เกิด ตะกอนสีขาว และ Hager's reagent (picric acid) เกิดตะกอนสีเหลือง ทั้งนี้สารที่ใชตรวจสอบอัลคาลอยด เชน Mayer reagent, Dragendorff reagent, Wagner reagent และ Ammonium reineckate จะใหผลบวกลวงกับ coumarins, polyphenols, purines, amino acids, proteins และสารประกอบไนโตรเจนชนิดอื่น ๆ ซึ่งมักพบไดในสาร สกัดจากพืช ในทางตรงกันขามอัลคาลอยดไมทุกชนิดที่อาจพบไดในสารสกัดจากพืชจะใหผลบวกกับสารทดสอบเหลานี้ เพราะลักษณะเฉพาะหรือคุณสมบัติเฉพาะของโครงสรางทางเคมี

3. กลุ่มไกลโคไซด์

3.1 กลุ่มคาร์ดิแอกกลุ่มไกลโคไซด์

ภายในโครงสรางทางเคมีประกอบดวย steroids nucleus, unsaturated lactone ring และ rare sugar ซึ่งมีความสำคัญในการแสดงฤทธิ์ทางชีวภาพ การตรวจสอบแตละสวนของโครงสรางทำไดดังนี้

1. Steroid nucleus ใชวิธี Liebermann-Burchard test ใหสีฟาหรือเขียว สารทดสอบตองแหงและปราศจากน้ำ

2. Unsaturated lactone ring ตรวจสอบดวย Kedde reagent หรือ Raymond reagent ใหสีมวง น้ำเงิน หรือ Baljet reagent ใหสีสม-แดง

3. Deoxy sugar ตรวจสอบดวย Killer-Kailiani test ใหวงแหวนสีมวงแดงที่รอยต่อระหวางชั้นของเหลว ทั้งนี้สารประกอบหลายชนิดในกลุม sesquiterpene lactones และ cardiacglycosides ที่มีโครงสราง เปน unsaturated lactones จะใหผลบวกกับการทดสอบดวย Kedde reagent, Baljet reagent และ Legal reagent

3.2 กลุ่มซาโปนินไกลโคไซด์

ซาโปนินไกลโคไซด์เป็นสารกลุ่มใหญ่ที่มีโครงสร้างทางเคมีแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ตามชนิดของอะไกลโคน (aglycone) คือ สเตียรอยดอลซาโปจินิน (steroidal sapogenin) และไทรเทอร์พีนอยด์ซาโปจินิน (triterpenoid sapogenic) การตรวจสอบเบื้องต้น จากการเกิดฟองเมื่อเขยากับน้ำ ฟองรูปหกเหลี่ยมจะคงอยูนานกวา 15 นาที และคุณสมบัติการทำใหเม็ดเลือดแดง แตกออก นอกจากนี้ยังตรวจสอบดวย Liebermann-Burchard test โดย steroidal saponins ใหสีฟา-เขียว ในขณะที่ triterpenoid saponins ใหสีมวงแดง

3.3 กลุ่มแอนทราควิโนนไกลโคไซด์

สารในกลุมนี้ประกอบดวยสวนของ aglycone ของanthraquinones และน้ำตาล ซึ่ง anthraquinones มีคุณสมบัติละลายไดดีในดาง แลวเกิดเปนสีชมพูหรือแดง ดังนั้นจึง ไฮโดรไลซ anthraquinone glycosides ดวยกรดหรือดาง หรือ $FeCl_3$ หรือ sodium dithionate ใหกลายเปน aglycone ของ anthraquinones แลวจึงสกัดออกมาดวยตัวทำละลายอินทรีย จากนั้นนำชั้นตัวทำละลายอินทรียมาทดสอบกับดางจะพบสีชมพู-แดง การทดสอบนี้เรียกวา Borntrager test

3.4 กลุ่มไซยาโนจินิกส์ไกลโคไซด์

ทดสอบดวยวิธี Grignard test และ Guaiac-copper sulfate paper วิธีที่นิยมใช้กันมากคือวิธีที่ใช้กระดาษพิเครท เนื่องจากสามารถตรวจหากรดไฮโดรไซยานิกไดแม้ว่ามีปริมาณน้อยขนาด 1 ไมโครกรัมหรือต่ำกว่าได้ ในการจรวจหากรดไฮโดรไซยานิกมีข้อระวัง คือหากผลการตรวจสอบเป็นผลบวก มิได้หมายความว่าในพืชตัวอย่างนั้น มีไซยาโนจินิกไกลโคไซด์อยู่เป็นองค์ประกอบเสมอไป พืชนั้นอาจจะมีไซยาโนจีนิกไลปิด (cyanogenic lipid) ซึ่งจะถูกไฮโดรไลซ์ได้โดยเอนไซม์ไลเปส (lipase enzyme) ที่อยู่ในพืชนั้นและให้กรดนี้ออกมาหากผลการตรวจสอบให้ผลบวกตั้งแต่ช่วงเวลา 16-24 ชั่วโมง ในกรณีนี้กรดไฮโดรไซยานิกที่ถูกปล่อยออกมาส่วนใหญ่เกิดจากสารเคมีที่ระเหยได้ตัวอื่นๆ มากกว่าจะมาจากไซยาโนจีนิกไกลโคไซด์ สารเคมีเหล่านี้อาจเป็นพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือพวกอัลดีไฮด์ที่ระเหยได้ (volatile aldehydes) หรือแม้แต่พวกสารอินทรีย์ไทโอไซยาเนส

(thiocyanates) และไนไทรต์ (nitrites) ก็ให้ผลบวกในการตรวจสอบเช่นเดียวกัน ฉะนั้นช่วงเวลาที่ถือว่าผลการตรวจสอบเป็นผลบวกควรอยู่ในช่วง 15 นาทีถึง 3 ชั่วโมงเท่านั้น

การตรวจหาไซยาโนจีนิกไกลโคไซด์ในพืชตัวอย่างควรทำการเปรียบเทียบกับพืชชนิดเดียวกัน แต่ใช้ภาวะเงื่อนไขที่แตกต่างกัน เช่น หลอดทดลองหนึ่งมีการเติมเอนไซม์อิมัลซิน(emulsion) กับ (linamarase) ลงไป แต่อีกหลอดหนึ่งไม่ต้องเติม เพื่อให้แน่ใจว่าผลการตรวจสอบเป็นผลบวกจริง เนื่องจากพืชบางชนิดถึงแม้จะมีไซยาโนจีนิกไกลโคไซด์เป็นองค์ประกอบจริง แต่อาจขาดเอนไซม์ เบตา-กลูโคซิเดสร่วมอยู่ในพืชนั้น จึงเติมเอนไซม์ทั้งคู่ลงในหลอดทดลองหลอดหนึ่งเพื่อเปรียบเทียบกัน จะช่วยในการตัดสินใจว่าผลการตรวจสอบนั้นเป็นผลบวกจริง

3.5 กลุ่มไอโซไทโอไซยาเนตไกลโคไซด์

การตรวจหาไอโซไทโอไซยาเนตไกลโคไซด์อาจตรวจในสภาพของไกลโคไซด์หรือตรวจหาผลิตภัณฑ์ของไกลโคไซด์จากการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ (enzymic hydrolytic products) เช่น ตรวจหาน้ำตาลกลูโคสหรือหมู่ซัลเฟตหรือโมเลกุลของไอโซไทโอไซยาเนต

การตรวจหาในสภาพไกลโคไซด์จัดเป็นวิธีที่นิยมและง่ายต่อการตรวจหา โดยนำพืชที่ต้องการมาต้มในแอลกอฮอล์เดือด เพื่อขจัดฤทธิ์ของเอนไซม์ จากนั้นทำการสกัดพืชด้วยน้ำต้มเดือดหรือเอทานอลหรือเมทานอล หากพืชมีองค์ประกอบเป็นพวกไขมันมากควรกำจัดไขมันออก แล้วทำให้เข้มข้นโดยเครื่องระเหยแห้งภายใต้ความดันต่ำ (rotary evaporator) และแยกให้ได้สารบริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี (column chromatography) ซึ่งมีอะลูมินา (alumina) เป็นตัวดูดซับหรือมี เรซินชนิดแลกเปลี่ยนประจุลบได้ (anion exchange resin) เป็นตัวแลกเปลี่ยนไอออน นำไกลโคไซด์ที่ได้ไปทำให้บริสุทธิ์โดยการตกผลึกในสารละลายผสมของแอลกอฮอล์และน้ำ จากนั้นศึกษาเอกลักษณ์ของไอโซไทโอไซยาเนตไกลโคไซด์ด้วยเปเปอร์โครมาโทกราฟีหรือรงคเลขกระดาษ (paper chromatography) ในระบบตัวทำละลาย (solvent system) ของบิวทานอล-กรดแอซิติก- น้ำ (butanol-acetic acid-water) จากนั้นฉีดพ่นด้วย 0.2 โมลาร์ของ ซิลเวอร์ไนเทรต (silver nitrate) และอบให้แห้งด้วย 0.2 โมลาร์ของโพแทสเซียมไดโครเมต (potassium dichromate) ถ้าหากเป็นไอโซไทโอไซยาเนตไกลโคไซด์จะสังเกตเห็นจุดสีเหลือปรากฏขึ้นบนพื้นสีแดง

3.6 กลุ่มฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์

ฟลาโวนอยดแบงออกเปน typical flavonoids, related flavonoids และ miscellaneous flavonoids การตรวจสอบสารในกลุมนี้ ทำไดดังนี้

1. Shibata’s reaction หรือ Cyanidin test เปนการตรวจสอบโครงสรางหลักของฟลาโวนอยด หากมีโครงสรางเปน benzo-pyrone ที่เปนโครงสรางสวนสำคัญใน flavones, flavonols, flavanones, flavanonols และ isoflavones จะเกิดปฏิกิริยากับแมกนีเซียมโดยมีกรดไฮโดรคลอริก เขมขนชวยละลายแมกนีเซียมและเรงปฏิกิริยา ไดผลบวกเปนสารละลายสีสม แดง หรือชมพู

2. Pew test ใชหลักการเดียวกันกับ cyanidin test แตใชสังกะสีเปนตัวเรงปฏิกิริยา ผลบวกจะใหสารละลายเปนสี สม แดง แตสีที่เกิดขึ้นจางกวาวิธี cyanidin test

3. Ferric chloride (FCl_3) test เปนการตรวจสอบ phenolic group ในโครงสราง ซึ่งพบไดใน flavonoids, tannins, coumarins, quinones และสารที่ประกอบดวย phenolic group ผลบวกจะเกิดตะกอนหรือสารละลายมีสีเขียว น้ำเงิน หรือดำ

4. Bromine water เปนการตรวจสอบสารในกลุม proanthocyanidins ที่เปนองคประกอบใน condensed tannins ผลบวกเกิดตะกอนสีเหลือง ซึ่ง flavonoids กลุมอื่น ๆ จะใหผลลบ

5. Molisch's test เปนการทดสอบสารกลุมคารโบไฮเดรต หากพบน้ำตาลซึ่งเปนสวนหนึ่งของ glycosides จะพบวงแหวนสีมวงที่รอยตอระหวางชั้นของเหลว และในบางครั้งพบสีมวงกระจายอยูทั่วไปในชั้นลางที่เปนชั้นกรดซัลฟวริก เขมขน

6. การตรวจสอบโดยใชสารละลายกรดและดาง จะพบวาฟลาโวนอยดมีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงสีไดตามสภาพความ เปนกรดหรือดาง หากเปนสารกลุม anthocyanins เมื่ออยูในสภาวะกรดจะใหสีแดง และในสภาวะดางจะใหสีมวง หรือน้ำเงิน หากเปนสารกลุม chalcones และ aurones เมื่ออยูในสภาวะกรดจะใหสีแดง และในสภาวะดางจะใหสี สมหรือแดง ทั้งนี้สารในกลุมฟลาโวนอยดจะใหผลบวกกับ Shinoda test และกรดซัลฟวริก ในขณะที่สารพวก polyphenols ชนิดอื่นก็สามารถใหผลบวกลวงกับสารทดสอบเหลานี้ดวย

4. กลุ่มคูมาริน

คูมารินเปนสารที่มีโครงสรางพื้นฐานเปน benzo-pyrone หรือ phenylpropanoid lactone หรือ benzopyran-2-one ตรวจสอบดวยการนำสารสกัดดวยแอลกอฮอลมาละลายในเอธานอลแลวกรอง จากนั้นนำไปชุบดวยกระดาษ กรอง แลวจึงหยดดวย 10% NaOH จะพบการเรืองแสงที่ long wave UV (365 nm)

5. กลุ่มแทนนิน

แทนนิน เปนสารจำพวก polyphenols แบงออกเปน 3 กลุม คือ 1). hydrolyzable tannins ที่โครงสรางทางเคมี ประกอบดวย phenolic acids และน้ำตาล เมื่อตมในกรดหรือใชเอนไซมจะกลายเปน กรดและน้ำตาล 2). condensed tannins มีโครงสรางเปน oligomer หรือ polymer ที่มี monomer เปน catechins (flavan-3-ol) ซึ่งอาจจัดเปน proanthocyanidins ของ flavonoids เมื่อนำไปตมกับกรดจะเกิดตะกอนสีแดงที่เรียกวา phloba phene จึงเรียกสารเหลานี้วา phlobatannins และ 3). pseudotannins เปนสารเชิงเดี่ยวมีขนาดโมเลกุลเล็ก แทนนินมีฤทธิ์ฝาดสมานและ ตกตะกอนอัลคาลอยดได จึงทำใหอัลคาลอยดหมดฤทธิ์ทางชีวภาพ การตรวจสอบแทนนินอาศัยการเกิดตะกอนระหวาง แทนนินกับ gelatin, lead acetate, zinc acetate หรืออัลคาลอยด ได ดังนี้

1. การตรวจสอบดวย gelatin สารจำพวก true tannins จะเกิดตะกอนคงตัวกับ gelatin แตสารจำพวก pseudotannins จะเกิดตะกอนที่ไมคงตัว

2. การตรวจสอบดวย bromine water หากเปน condensed tannins จะเกิดสีเหลืองกับ bromine water

3. การตรวจสอบดวย $FeCl_3$ หากเปน hydrolyzable tannins จะเกิดตะกอนสีน้ำเงิน ในขณะที่ condensed tannins จะเกิดตะกอนสีเขียว สำหรับสารอื่น ๆ ที่ประกอบดวย phenolic

group เชน flavonoids และ coumarins จะเกิดสี เขียวหรือน้ำเงิน ในขณะที่สารพวก polyphenols อื่น ๆ จะเกิดตะกอนสีน้ำตาลกับสารละลาย ferric chloride (5%) ในน้ำหรือเอธานอล

4. การตรวจสอบดวย vanillin reagent และกรดไฮโดรคลอริกเขมขน พบวา condensed tannins จะเกิดสีแดง

6. กลุ่มเทอร์พีนอยด์

การตรวจสอบเทอร์พีนอยด์อาศัยหลักการเกิดสีกับน้ำยาทดสอบบางชนิด เช่น น้ำยา 2,6-ได-เทอร์-บิวทิว-พารา-ครีซอลในเอทานอล (2,6-di-tert-butyl-p-cresol in ethanol) ใช้ตรวจสอบเพนตาไซคลิกไทรเทอร์พีนอยด์ (pentacyclic trirerpenoids) ให้สีม่วง หรือใช้น้ำยากรดคลอโรซัลโฟนิก (chlorosulfonic acid) ไทรเทอร์พีนอยด์ให้สีแดง เป็นต้น

2.5 การพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร

ชาเปนเครื่องดื่มที่นิยมบริโภค มาอยางยาวนาน ตั้งแตเมื่อหลายรอยปกอน จากกลุมคนเชื้อสายจีนสูกลุมคนทั่วไป จากกลุมสูงอายุสูกลุมวัยทำงานและวัยรุน เนื่องจากกระแสการตื่นตัวเรื่องการดูแลสุขภาพ มีรายงานจากนักวิทยาศาสตรพบวา การดื่มน้ำชา ชวยใหสมองสดชื่น ปองกันโรคอัลไซเมอร นอกจากนั้นชาบางชนิด เช่ ชาอัญชัน ชาใบหม่น และชาหญาหวาน มีประโยชน์ที่จะชวยตานอนุมูลอิสระ และลดคอเลสเตอรอลภายในรางกาย ชวยยับยั้งโรคมะเร็ง และโรคเบาหวานอีกดวย นอกจากนี้การตลาดในปจจุบันที่ทำเขาถึงผูบริโภคไดงาย ทำใหชากลายเปนเครื่องดื่มที่ไดรับความนิยมอยางมาก การผลิตชาจึงเปนกิจการที่เติบโตอยางรวดเร็ว

หลักการจัดประเภทผลิตภัณฑ์ ชา ชาสมุนไพร และเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ผลิตภัณฑ์ที่เป็นส่วนผสมระหวางพืชสมุนไพรตามชนิดที่อยูในบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 เรื่อง ชาสมุนไพร และใบชาสกุล Camellia โดยมีลักษณะเป็นไปตามนิยามของชาสมุนไพร มีหลักการจัดประเภทผลิตภัณฑ์ ดังนี้ (สุนันทา คะเนนอก, 2556)

1. ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของชาสมุนไพรไม่เกิน 10 % จัดเป็น ชา ตามประกาศฯ (ฉบับที่ 196) เช่น ใบชาเขียว 90% มะตูมแห้ง 10% ใบชา 90% ใบเจี่ยวกหู้ลาน 5% ใบหม่อน 5% เป็นต้น

2. ผลิตภัณฑ์ทีมีส่วนผสมของชาสมุนไพรตั้งแต่ 90% ขึ้นไป จัดเป็น ชาสมุนไพร ตามประกาศฯ (ฉบับที่ 280) เช่น มะตูมแห้ง 90% ชาเขียว 10%, ใบเจี่ยวกหู้ลาน 50% ใบหม่อน 40% ใบชา 10% ใบเตย 95% ใบชา 5% เป็นต้น

3. ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของชาสมุนไพรมากกว่า 10% และหรือน้อยกวา 90% จัดเป็นเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศฯ (ฉบบัที่ 214) เช่น ใบเตย 20% ใบชา 80% ดอกเก๊กฮวย 50% ใบชา 50% เป็นต้น

2.5.1 หลักการผลิตชา

1. การทำให้ใบเหี่ยวแห้ง (Withering)

กระบวนการนี้ทำโดยนำใบชาสดมาเคลื่อนย้ายความชุ่มชื้นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8-24 ชั่วโมง (แล้วแต่ชนิดของชาที่ต้องการกระผลิต) โดยตากใบที่เพิ่งเก็บให้แห้งเพื่อลดส่วนประกอบน้ำในใบชา 50-60% ลักษณะใบชาที่ได้ ใบอ่อนนิ่ม และดัดงอง่าย เพื่อจะนำไปผ่านกระบวนการขั้นต่อไป

2. การหมุนกลิ้ง (Rolling)

การรีดใบให้แห้งโดยทำให้บิดงอและยุ่ยในการหมุนกลิ้งจนกระทั่งเซลล์ใบแตกหักบางครั้งอาจใช้การเขย่า น้ำมันที่ปลดปล่อยผ่านกระบวนการหมุนกลิ้งทำให้ชามีกลิ่นหอมพิเศษเฉพาะ ใบสามารถหมุนกลิ้งด้วยเครื่องจักรหรือมือ หัวน้ำมันยังคงเหลือบนใบ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะเกิดช่วงเวลาสั้นๆ ใบที่ผ่านการหมุนกลิ้งจะผลิตชารสดีกว่า โดยปล่อยกลิ่นหอมและรสชาติกลมกล่อม เครื่องร่อนแยกเป็นตัวกำหนดมาตราส่วนเพื่อแบ่งประเภทชาใบที่เล็กที่สุดไปสู่ขั้นตอนต่อไป ในขณะใบที่ใหญ่และแข็งกว่าไปสู่ขั้นตอนการหมุนกลิ้งครั้งที่ 2

3. การหมักหรือการทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Fermentation /Oxidation)

ปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นกระบวนการทางเคมีที่ออกซิเจนถูกดูดซึมเพื่อปลดปล่อยเอนไซม์ที่ทำปฏิกิริยากับอากาศ โดยเริ่มต้นเมื่อเยื่อบุผิวใบแตกหักระหว่างการทำปฏิกิริยาออกไซด์ส่งผลให้ใบเปลี่ยนเป็นสีทองแดงสว่าง และเป็นปัจจัยสำคัญที่ตัดสินว่าเป็นชนิดของชาเขียว ชาดำ หรือชาอูหลง การถ่ายทอดปฏิกิริยาทางเคมีของใบ ส่วนประกอบโพลิฟินอลกัยอากาศความร้อนและระดับความชื้น ขั้นตอนนี้เป็นระยะหัวเลี้ยวหัวต่อที่ส่งผลต่อกลิ่นหอม สีและการเกาะแน่นของชา (เปลี่ยนเป็นสีแดงสนิท) หากขั้นตอนนี้หยุดเร็วเกินไปชาก็จะมีสีเขียว และอาจมีรสชาติคล้ายโลหะ ถ้าหมักนานเกินไปมันจะค่อย ๆ หวานและสูญเสียทั้งคุณภาพและกลิ่นหอม

4. การทำให้แห้งหรือการก่อไฟ

ขั้นตอนนี้ให้ใบแห้งเสมอกันทั่วๆ โดยใช้ความร้อนประมาณ 120-200 องศาฟาเรนไฮต์ต่อเนื่องเพื่อหยุดกระบวนการหมักของปฏิกิริยาออกไซด์ ซึ่งสามารถกระทำได้ 2 วิธี คือการอบไอน้ำโดยใช้ความร้อน และการคั่ว การวางใบชาไว้ในอ่างเหล็กขนาดใหญ่ประมาณ 20-30 วินาที และให้ความร้อนถึง 100 องศาเซลเซียส เป็นการหยุดการทำลายเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุของการหมักใบจึงยังคงเขียว ในญี่ปุ่นกระบวนการนี้บรรจุผลโดยผึ่งใบกับไอน้ำ

การทำให้แห้งโดยการคั่วส่งผลให้ใบชาเปลี่ยนเป็นสีดำและแห้ง คงเหลือความชุ่มชื้นเพียง 2-3% อย่างไรก็ตาม ความร้อนมากเกินไปอาจทำให้ชาสูญเสียรสชาติ สี และกลิ่นหอม

5. การแบ่งระดับ

การแบ่งระดับเป็นขั้นตอนที่มีการแบ่งระดับใบโดยใช้เครื่องร่อนแยกหรือตะแกรงร่อนที่มีปากกระบอกขนาดต่างกัน

2.5.2 กระบวนการผลิตชา

กระบวนการผลิตชาเริ่มจากการเก็บใบชาสด (tea plucking) และนำมาเข้ากระบวนการ (processing) ที่ทำให้เกิดการหมักในระดับที่แตกต่างกันไป จึงแบ่งประเภทชาตามระดับของการหมักจะสามารถแบ่งชาได้หลัก ๆ 3 ประเภท คือ ชาเขียว (green tea) ชาอู่หลง (oolong tea) และชาดำ (black tea) http://agro-industry.mfu.ac.th/events/395

รูปที่ 2.2 กระบวนการผลิตชา

ที่มา : ธีระพงษ์, 2555

กระบวนการผลิตแบ่งเป็น 3 ประเภท

1. ชาเขียว (Green tea) เป็นชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก (Non-fermented tea) กรรมวิธีการผลิตเริ่มจากการหยุดการทำงานของเอนไซม์ Polyphenol oxidase ที่อยู่ในใบชาสดโดยการอบด้วยไอน้ำ (steaming) หรือการคั่วบนกระทะร้อน (pan firing) เพื่อทำให้เอนไซม์ polyphenol oxidase ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยา oxidation และ polymerization ของ polyphenols ที่อยู่ในใบชาได้ เสร็จแล้วนำไปนวด (rolling) เพื่อทำให้เซลล์แตกและนวดเพื่อให้ใบชาม้วนตัว จากนั้นนำไปอบแห้ง สีของน้ำชาประเภทนี้จะมีสีเขียวถึงเขียวอมเหลือง

2. ชาอู่หลง (Oolong tea) เป็นชาที่ผ่านกระบวนการหมักเพียงบางส่วน (Semi-fermented tea) ก่อนหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ด้วยความร้อน กรรมวิธีการผลิตจะมีการผึ่งแดด (withering) ประมาณ 20-40 นาที ภายหลังผึ่งแดดใบชาจะถูกผึ่งในร่มอีกครั้งพร้อมเขย่ากระตุ้นให้ชาตื่นตัว การผึ่งนี้เป็นกระบวนการหมักซึ่งทำให้เอนไซม์ polyphenol oxidase เร่งปฏิกิริยา oxidation และ polymerization ของ polyphenols ทำให้เกิด dimers และสารประกอบเชิงซ้อนของ polyphenols สารประกอบที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ชาอู่หลงมีกลิ่นและสีที่แตกต่างไปจากชาเขียว น้ำชาอู่หลงจะมีสีเหลืองอมเขียว และสีน้ำตาลอมเขียว

3. ชาดำ (Black tea) เป็นชาที่ผ่านกระบวนการหมักอย่างสมบรูณ์ (Completely-fermented tea) ใบชาจะถูกผึ่งให้เอนไซม์ polyphenol oxidase เร่งปฏิกิริยาอย่างเต็มที่ ซึ่ง polyphenols จะถูก oxidized อย่างสมบรูณ์เกิดเป็นสารประกอบกลุ่ม Theaflavins และ Thearubigins ทำให้ชาดำมีสีน้ำตาลแดงชาแต่ละชนิดจะมีลักษณะ สี กลิ่น และรสชาติที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก ๆ 2 ปัจจัย ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีของใบชา และกระบวนการผลิตชา โดยองค์ประกอบทางเคมีของใบชาที่แตกต่างกันเป็นผลมาจากสายพันธุ์ชา สภาพพื้นที่ปลูก สภาพภูมิอากาศ ความอุดมสมบรูณ์ของดิน น้ำ และการดูแลรักษา ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันนี้จะส่งผลต่อปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ทำให้ได้ชาที่มีกลิ่นและรสชาติที่แตกต่างกันไป

2.5.3 ขั้นตอนการผลิตชา

1. การเก็บใบชา (Tea plucking)

การเก็บใบชาเป็นขั้นตอนที่สำคัญเนื่องจากต้องอาศัยความละเอียดในการเก็บ การเก็บใบชาต้องใช้แรงงานคนในการเก็บจึงจะได้ยอดใบชาที่มีคุณภาพดี การเก็บจะต้องเลือกเก็บเฉพาะยอดชาที่ตูมและใบที่ต่ำจากยอดตูมลงมา 2 ใบ (เก็บ 1 ยอด 2 ใบ) เนื่องจาก polyphenols ซึ่งเป็นสารสำคัญในชาจะมีอยู่มากเฉพาะในยอดชาเท่านั้น

หลักการการเก็บชา

(1) เก็บชาที่ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป ให้เก็บยอด 1 ยอด พร้อมกับใบอ่อน 3-4 ใบ

(2) ยอดชาต้องแห้งไม่มีน้ำค้าง หรือน้ำฝนเกาะ

(3) เก็บยอดชาลงในตะกร้าไม้ไผ่ โดยห้ามอัดให้แน่น เนื่องจากจะทำให้ยอดชาหักช้ำได้

(4) หลังจากยอดเต็มตะกร้าแล้ว ต้องนำไปไว้ในที่ร่ม ห้ามนำไปตากแดด

(5) ยอดชาที่เก็บแล้วต้องส่งให้ถึงโรงงานแปรรูปใน 2 ชั่วโมง

(6) หลังเวลา 15.00 น. ห้ามเก็บยอดชา เนื่องจากจะผึ่งแดดไม่ทัน

(7) กรณีฝนตก ยอดชาเปียก ห้ามเก็บชา

2. การผึ่งชา (Withering)

การผึ่งชาเป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารต่าง ๆ ในใบชา การผึ่งชาจะทำให้น้ำในใบชาระเหยไป ทำให้ใบชาเหี่ยวและจะมีการซึมผ่านของสารต่าง ๆ ภายในและภายนอกเซลล์ ในการผึ่งชานี้เอง เอนไซม์ polyphenol oxidase จะเร่งปฏิกิริยา oxidation และ polymerization ทำให้สาร polyphenol เกิดปฏิกิริยาเคมีได้เป็นองค์ประกอบใหม่ที่ทำให้ชามีสีกลิ่น และรสชาติที่แตกต่างกันไป

2.1 การผึ่งชากลางแจ้งด้วยแสงแดด

(1) ต้องมีโรงผึ่งชา พื้นซีเมนต์ หลังคามุงด้วยพลาสติกกันฝน และมีตาข่ายพลางแสง 50-70 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง โรงผึ่งชาต้องมีการถ่ายเทอากาศที่ดี

(2) ขณะทำการผึ่งชา มีฝนตก ต้องใช้พัดลมเป่าให้ยอดชาอ่อนเร็วขึ้น

(3) ความหนาในการผึ่งใบชา ต้องไม่เกิน 3 เซนติเมตร

(4) การพลิกชา ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ถ้ายอดชาเริ่มอ่อนตัว ให้ทำการพลิกชา 1 ครั้ง ประมาณ 1-1 ชั่วโมง 30 นาที

(5) ผึ่งชาจนกระทั่งยอดชานุ่ม เหมือนกับสัมผัสเนื้อผ้า (สังเกตจาก เวลาเก็บชาจากแปลงยอดชาจะแข็งกระด้าง ผิวใบสะท้อนแสงแวววาว ต้องผึ่งชาจนกระทั่งยอดชาอ่อนตัว นุ่ม ผิวใบไม่สะท้อนแสงแวววาว) หลังจากนั้นจึงนำไปผึ่งในที่ร่ม

2.2 การผึ่งชาในที่ร่ม

(1) ต้องมีห้องเฉพาะสำหรับผึ่งชา

(2) ผึ่งชาในกระดังๆละ 1 กิโลกรัม เกลี่ยใบชาให้ทั่วกระด้ง

(3) วางกระด้งไว้บนชั้นวาง ห้ามวางไว้กับพื้น

(4) ช่วงที่ผึ่งบนกระด้ง ถ้ายังไม่ถึงเวลา ห้ามเขย่าหรือพลิกชา

- กรณีสภาพอากาศแจ่มใส ท้องฟ้าโปร่ง ต้องพลิกชาทุก 2 ชั่วโมงรวม 3 ครั้ง
- กรณีฝนตก หรือไม่มีแสง ให้พลิกชาทุก 3 ชั่วโมงรวม 3 ครั้งเช่นกัน

(5) หลังจากนั้นให้นำชาไปเขย่าด้วยเครื่องไม้ไผ่ เพื่อไล่กลิ่นเหม็นเขียวออกใช้เวลา ประมาณ 15 – 20 นาที

(6) นำชาออกจากเครื่องเขย่า ชั่งใส่กระดังๆ ละ 2.5 กิโลกรัม เพื่อรอการคั่วต่อไป

(7) การนำชาไปคั่ว โดยใช้ 2 กระดังต่อการคั่ว 1 ครั้ง

3. การนึ่งชา (Steaming) หรือการคั่วชา (Pan firing)

การนึ่งชาหรือการคั่วชาเป็นขั้นตอนที่ให้ความร้อนกับใบชาเพื่อทำลายเอนไซม์ polyphenol oxidase ทำให้หยุดปฏิกิริยาการหมัก

การคั่วใบชา ยอดชาหรือใบชาที่ผ่านการผึ่งแล้วจะนำมาคั่ว โดยเครื่องคั่ว ซึ่งจุดประสงค์ของการคั่วก็เพื่อให้เซลล์ในใบชาหยุดการทำงาน เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการหมัก และทำให้ใบชาอ่อนนุ่ม สามารถนวดได้ง่าย การคั่วใช้อุณหภูมิประมาณ 280 C – 300 C ประมาณ 6-7 นาที

4. การนวดชา (Rolling)

การนวดชาเป็นขั้นตอนที่ใช้น้ำหนักกดทับลงใบชา เป็นการขยี้ใบชาเพื่อให้เซลล์แตก เมื่อเซลล์แตกจะทำให้สารประกอบต่างๆที่อยู่ในเซลล์ไหลออกมานอกเซลล์และเคลือบอยู่บนส่วนต่าง ๆของใบชา

การนวดใบชาหลังจากคั่วใบชาแล้วจะนำเข้าเครื่องนวดทันทีสลับกันไปมามากกว่า 20 ครั้งต่อชา 1 ถุง ดังกล่าวข้างต้นจุดประสงค์ของการนวดชาก็เพื่อใช้เซลล์ของใบชาแตก น้ำในใบชาจะถูกบีบออกมาคลุกเคล้านอกใบชา เมื่ออบจนแห้งแล้งจะทำให้เกิดสีและกลิ่นออกมาได้ง่าย นอกจากนั้นการนวดชาจะทำให้ใบชามีรูปร่างเป็นเกลียวสวย

5. การหมักชา (Fermentation)

การหมักชาเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเริ่มตั้งแต่การผึ่งชา และนวดชา ก่อนที่จะถึงขั้นตอนการหยุดปฏิกิริยาเอนไซม์ polyphenol oxidase ด้วยความร้อน (steaming หรือ firing) ในกระบวนการนี้เอนไซม์ polyphenol oxidase จะเร่งปฏิกิริยา oxidation ทำให้ polyphenols เกิด oxidized และเกิดปฏิกิริยา polymerization ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง polyphenols ที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้น ซึ่งทำให้ชาเกิดกลิ่น สี และรสชาติที่แตกต่างกันไปตามองค์ประกอบทางเคมีที่อยู่ในชาและตามกรรมวิธีการผลิต

6. การอบแห้ง (Drying)

การอบชาเป็นขั้นตอนการอบแห้งเพื่อลดความชื้นในใบชาให้เหลือประมาณ 5% เพื่อให้สามารถเก็บใบชาไว้ได้นาน

การอบใบชา ใบชาที่ผ่านขั้นตอนการคั่วและอบจนได้ระดับ ที่น่าพอใจแล้วจะนำมาเข้าเครื่องอบ ใช้อุณหภูมิ 100 C และความเร็ว เริ่มต้นที่ 60 โดยจะเพิ่มขึ้นเป็น 70-80 ตามลำดับจนได้ใบชาที่แห้งสม่ำเสมอทั่วกัน

อัตราส่วนของใบชาสด เมื่อทำเป็นชาแห้งแล้วของชาจีนพันธุ์หย่วนจืออู่หลงที่ฟูชูชานฟาร์ม ประเทศไต้หวัน คือ 4.2 - 4.3 ต่อ 1 ส่วนในพื้นที่โครงการหลวง 5 ส่วน

7. การคัดบรรจุ (Sorting and packing)

การคัดบรรจุหลังการอบแห้งจะเป็นการคัดเลือกเศษกิ่งก้านของใบชา และสิ่งเจือปนต่าง ๆ ออกจากใบชา เสร็จแล้วนำมาบรรจุใส่ถุงเพื่อรอจำหน่ายต่อไป

การบรรจุและเก็บรักษา

ยอดชาหรือใบชาที่ทำเป็นชาแห้งเรียบร้อยแล้ว ควรจะนำบรรจุลงในถุงพลาสติกใสแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น เพื่อเตรียมบรรจุลงซองหรือกระป๋อง สำหรับจำหน่ายต่อไป

มาตรฐานเกรดชาและการคัดเกรด

มาตรฐานคุณภาพของใบชาสดที่จะทำให้ได้ชาเกรดคุณภาพหลังจากการแปรรูปนั้นเกิดจากการเอาใจใส่ดูแลรักษาผลผลิตใบชาแปลงของเกษตรกร ตามข้อปฏิบัติที่ได้รับการแนะนำตามโปรแกรมการจัดการดูแลที่เจ้าหน้าที่ส่งเสริมได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนการจัดการผลผลิตหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากแปลงสู่โรงงานแปรรูปตามหลักการปฏิบัติที่ถูกต้อง

สำหรับมาตรฐานเกรดชาจีนที่จะนำมาแปรรูปเป็นชาอู่หลงที่มีคุณภาพที่ดีนั้น ควรเก็บใบชาที่ 1 ยอดกับ 3 - 4 ใบโดยทั้งนี้ยอดชาที่เก็บควรจะมีจำนวนใบ 6 - 7 คู่ใบ หลังจากเก็บจะเหลือใบเพื่อเลี้ยงกิ่งและต้นชา เพื่อให้ได้ผลผลิตในรุ่นต่อไป จำนวน 3 - 4 คู่ใบสำหรับยอดชาที่เก็บนั้นใบที่ 1 และ 2 ควรมีขนาดใกล้เคียงกัน สำหรับยอดชาที่เก็บได้จำนวน 1 กิโลกรัมควรจะมีปริมาณยอดชาจำนวน 35-40 ยอด โดยยอดชาควรจะมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะทำให้ผลผลิตชาที่แปรรูปได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน

สำหรับผลผลิตชาที่แปรรูปเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ยอดชาควรจะม้วนเป็นก้อนที่กลมและแน่นพอควร สีของชาควรมีสีน้ำตาลแดง เม็ดชาไม่ควรมีสีเขียวหรือสีดำ ซึ่งเกิดจากการคั่วไม่สุกหรือไม่เกินไป มีการคัดแยกโดยคัดก้านชาที่มีความยาวออก จากนั้นจึงบรรจุถุงพลาสติกหนากันความชื้นไว้ในห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิที่ระหว่าง 3-6 องศาเซลเซียส หากจะจำหน่ายจึงนำมาทดสอบชิมรสชาติและทดสอบกลิ่น หากกลิ่นและรสชาติดีจะนำมาบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย หากมีกลิ่นที่ไม่ดีต้องนำมาอบไล่กลิ่นก่อนจึงนำมาบรรจุถุงเพื่อจำหน่ายต่อ

2.5.4 ตัวอย่างการผลิตชา

1. การผลิตชาขาว

การผลิตชาขาวมีขั้นตอนที่สั้นที่สุด เนื่องจากไม่ต้องผ่านกระบวนการหมุนกลิ้งและกระบวนการหมักหรือการทำปฏิกิริยาอ๊อกไซด์ ยอดใบชาที่ยังอ่อนๆ ออกใหม่ในเวลา 2-3 วัน ซึ่งยังมีปุยขนอ่อนสีขาวปกคลุมจะถูกเก็บและนำมาตากไว้ให้แห้ง ก่อนจะนำมาเข้าสู่ขั้นตอนการทำแห้งโดยใช้ความร้อนอบไอน้ำทันที เนื่องจากชาขาวไม่มีกระบวนการหมัก ทำให้สีของใบชายังออกเป็นสีเขียวขาวอยู่

2. การผลิตชาเขียว

การผลิตชาเขียวเริ่มต้นจากการทำให้ใบชาแห้งเหี่ยวเป็นอันดับแรก หลังจากใบแห้งเหี่ยวจึงวางบนกระทะก่อไฟหรือนำใบชามาอบไอน้ำ เพื่อป้องกันปฏิกิริยาออกไซด์ ขั้นตอนสุดท้ายคือการหมุนกลิ้งใบและทำให้แห้งอย่างรวดเร็วครั้งสุดท้าย ด้วยวิธีการดังกล่าว จึงทำให้ใบชายังคงมีสีเขียว จากกระบวนการผลิตที่ง่ายและน้อยขั้นตอน ทำให้ชาเขียวยังคงมีสารในพืชที่มีประโยชน์หลงเหลืออยู่มากกว่าชาชนิดอื่น ๆ

มีการทำผลิตภัณฑ์ชาหลากหลายชนิดในยุคปัจจุบัน เช่น ชาเย็นพร้อมดื่ม และ ผสมส่วนผสมอย่างอื่นเพื่อแต่งกลิ่นและรส เช่น เนสที ชาโออิชิ

ชาเขียวสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ชาเขียวอบไอน้ำและชาเขียวคั่ว

1.1 ชาเขียวอบไอน้ำ เป็นการแปรรูปชา หยุดกระบวนการทางเคมีในใบชา ด้วยการอบไอน้ำในช่วงเวลาสั้นๆ คือ เมื่อเก็บยอดชาต้องนำมานึ่งด้วยไอที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0.7 นาที เพื่อหยุดกิจกรรมของเอนไซม์ โพลิฟีน อัลออกซิเดส เสร็จแล้วนำไปนวดอบไอร้อนเพื่อลดปริมาณความชื้นในใบลง ต่อจากนั้นนำมานวดในห้องอุณหภูมิปกติเพื่อทำให้เซลล์แตก และนวดด้วยความร้อนอีก เพื่อทำให้ใบชาม้วนตัวสวยงาม แล้วนำไปอบแห้งให้ความชื้นในใบชาลดเหลือ 4 %
ชาเขียวอบไอน้ำส่วนใหญ่ มีการแปรรูปในประเทศญี่ปุ่น สีของน้ำชาประเภทนี้จะมีสีเขียวถึงเขียวอมเหลือง เนื่องจากยังมีครอโรฟิลอยู่

1.2 ชาเขียวคั่ว เป็นชาที่หยุดกระบวนการทางเคมีในยอดชาด้วยการคั่วด้วยกระทะร้อน ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 300-350 องศาเซลเซียส แล้วนำไปนวดให้เซลแตกและม้วนตัว และอบแห้ง ชาเขียวคั่วสามารถแยกได้เป็น 2 แบบ คือ ชาเขียวคั่วหมักอ่อน และชาเขียวที่ไม่มีการหมัก สีน้ำชามีสีเขียวอ่อนอมเหลือง ส่วนใหญ่มีการแปรรูปในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ไต้หวัน และเกาะทางตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่น

3. การผลิตชาดำ

เป็นชาที่นิยมมากที่สุดในยุโรป แม้ว่าชาที่นำเข้ายุโรปครั้งแรกคือชาเขียว แต่ในเวลาต่อมาชาดำเหมาะสำหรับรสชาติทั่วไป และแทนที่ชาเขียวเกือบสมบูรณ์ การผลิตชาดำผ่านขั้นตอนการแปรรูปมากที่สุด ใบชาที่เก็บจะผ่านกระบวนการหมักเต็มที่ ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอนพื้นฐาน ได้แก่ การทำให้แห้งเหี่ยว (ซึ่งใช้เวลาประมาณ16 ชั่วโมง) การหมุนกลิ้ง การแบ่งประเภท การหมัก การก่อไฟหรือทำให้แห้ง และสุดท้ายการแบ่งระดับ

ใบชาที่นำมาทำชาดำจะถูกนำมาเข้ากระบวนก่อไผจนกระทั่งใบแห้ง 80 % ผลิตผลที่ได้ คือ ใบชาสีน้ำตาลดำ ลักษณะเฉพาะของชาเริ่มที่ขั้นตอนนี้ การทำให้ใบแห้งเกินไป (หากความชื้นคงเหลือน้อยกว่า 2-3%) ผลลัพธ์ คือ ชาจะไม่มีกลิ่นหอม

4. การผลิตชาอู่หลง

ชาอูหลงมีกรรมวิธีคล้ายกับชาดำ คือการทำให้แห้ง การหมุนกลิ้ง การหมัก การเผาไหม้ แต่ความแตกต่างอยู่ที่ใบถูกตากแดดโดยตรง โดยใช้เวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นจึงเขย่าใบในตะกร้าไม้ไผ่เพื่อทำให้ขอบใบมีตำหนิ ขั้นตอนต่อไปคือ ขอบใบที่มีตำหนิจะถูกหมักจนกระทั่งส้นใยใบเริ่มชัดเจนและขอบใบเรียบเป็นสีน้ำตาล ในขณะที่ส่วนกลางยังคงสีเขียว เวลาที่ใช้ในการหมักจะประมาณครึ่งหนึ่งของชาดำ การทำปฏิกิริยาออกไซด์ถูกหยุดโดยการก่อไฟ สำหรับชาอูหลง ใบผ่านความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าเนื่องจากมีส่วนผสมน้ำต่ำกว่า อูหลงเป็นใบชาที่เต็มเสมอเพราะไม่แตกหัก โดยการกลิ้งหมุน มีรสชาติพิเศษเฉพาะเหมือนลูกท้อ

5. การทำชาเขียวใบหม่อนแบบครัวเรือน

การทำชาใบหม่อนแบบครัวเรือน มุ่งเน้นเกษตรกรและบุคคลทั่วไปทำไว้บริโภคเองได้ เกษตรกรที่มีแปลงหม่อนเพื่อใช้เลี้ยงไหมอยู่แล้ว และบุคคลทั่วไปที่ปลูกหม่อนไว้ตามสวนหลังบ้าน หรือปลูกไว้เป็นไม้ประดับ สามารถทำชาใบหม่อนได้ด้วยตนเอง โดยการใช้อุปกรณ์ในครัวเรือนที่มีอยู่แล้ว ไม่ต้องไปหาซื้อเพิ่มเติมประการใด เพราะจากการศึกษาพบว่า ชาใบหม่อนที่ได้จากการทำแบบครัวเรือน มีคุณสมบัติ เช่นเดียวกับการทำชาแบบอุตสาหกรรมโรงงาน การทำชาใบหม่อนแบบครัวเรือนอาจพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมภายในครอบครัวได้ แต่การทำเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายปริมาณมากๆ ต้องคำนึงถึงความสม่ำเสมอในเรื่องคุณภาพ เนื่องจากจะมีความแตกต่างกันในการทำแต่ละครั้ง รวมทั้งมีความแปรปรวนที่อาจเกิดจากความชำนาญของแต่ละบุคคล โดยเฉพาะเรื่องความชื้น ถ้าคั่วชาไม่ได้ที่ความชื้นในใบชาใบหม่อนสูง อาจก่อให้เกิดเชื้อราและแบคทีเรียเข้าทำลายได้ ทำให้ชาใบหม่อนเสื่อมคุณภาพ และอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

6. การทำชาเขียวใบหม่อนแบบครัวเรือน

ใช้ใบหม่อนสดได้ทั้งใบอ่อนและใบแก่ มีขั้นตอนการทำดังนี้ หั่นใบหม่อนให้มีขนาดประมาณ (0.5-1.0) x (3.0-4.0) เซนติเมตร ตัดก้านใบออก นึ่งด้วยไอน้ำเดือดนาน 1-2 นาที โดยเกลี่ยให้ใบหม่อนถูกไอน้ำร้อนอย่างทั่วถึง แต่ต้องระวังอย่าให้ใบหม่อนสุกเป็นสีน้ำตาล(หรือลวกในน้ำร้อนประมาณ 90 องศาเซลเซียส นาน20 วินาทีแล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที นำขึ้นผึ่งลมให้แห้งหมาดๆ) คั่วในกระทะด้วยไฟอ่อนๆ ประมาณ 20 นาที อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง สามารถเก็บรักษาไว้ชงดื่มได้นาน

ลักษณะทั่วไปของน้ำชา

- สี เขียวอ่อนปนน้ำตาล
- กลิ่น หอมใบไม้คั่ว เช่นเดียวกับใบชา แต่มีกลิ่นน้อยกว่า
- รส หวานเล็กน้อย ฝาดน้อยกว่าชาจากใบชา ไม่มีรสขม

ใบหม่อนสดพันธุ์ บร.60 เมื่อนำมาทำชาเขียวจะได้น้ำหนักใบชาเพียง 18.9 % ที่มีความชื้นน้อยกว่า 1.0 % ดังนั้นการจะได้ผลิตภัณฑ์ชาเขียวหม่อนแบบครัวเรือน 1 กิโลกรัม จะต้องใช้ใบหม่อนสดประมาณ 5.3 กิโลกรัม

7. การทำชาจีนใบหม่อนแบบครัวเรือน

นำใบหม่อนสดมาหั่นให้มีขนาดเท่ากับการทำชาเขียว คั่วในกระทะด้วยไฟอ่อนๆ นานประมาณ 20-25 นาที อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง เก็บไว้ในภาชนะป้องกันความชื้นเข้าได้ และแสงแดดส่องถึง

ลักษณะทั่วไปของน้ำชาใบหม่อน

- สี เหลืองอ่อนปนน้ำตาล
- กลิ่น หอมใบไม้คั่ว เช่นเดียวกับใบชา แต่มีกลิ่นน้อยกว่า
- รส หวานเล็กน้อย ฝาดน้อยกว่าชาจากใบชา

ใบหม่อนสดพันธุ์ บร.60 เมื่อนำมาทำชาจีนแบบครัวเรือนจะได้น้ำหนักใบชาเพียง 15.8 % ที่มีความชื้นน้อยกว่า 1.0 % ดังนั้นการจะได้ผลิตภัณฑ์ชาเขียวหม่อนแบบครัวเรือน 1 กิโลกรัม จะต้องใช้ใบหม่อนสดประมาณ 6.3 กิโลกรัม

8. การทำชาฝรั่งใบหม่อนแบบครัวเรือน

ตัดก้านใบทิ้ง หั่นใบหม่อนให้มีขนาด เท่ากับการทำชาเขียวใบหม่อน คั่วในกระทะด้วยไฟอ่อนๆ ขณะคั่วให้นวดใบหม่อนแรงๆเพื่อให้เซลล์ใบหม่อนแตกช้ำ จนกระทั่งใบหม่อนแห้งกรอบ ใช้เวลานานกว่า 25 นาที บดใบหม่อนให้ร่วนเป็นผงด้วยมือ บรรจุซอง เก็บไว้ในภาชนะที่ป้องกันความชื้นและแสงแดดได้

ลักษณะทั่วไปของน้ำชา

สีน้ำตาล (เหลืองทองแดง)

กลิ่น หอมใบไม้คั่ว เช่นเดียวกับชาฝรั่งจากใบชา

รส ฝาดน้อยกว่าชาจากใบชา

ใบหม่อนสดพันธุ์ บร.60 เมื่อนำมาทำชาฝรั่งแบบครัวเรือนจะได้น้ำหนักชาผงเพียง 15.8 % ที่มีความชื้นน้อยกว่า 1.0 % ดังนั้นการจะได้ผลิตภัณฑ์ชาเขียวหม่อนแบบครัวเรือน 1 กิโลกรัม จะต้องใช้ใบหม่อนสดประมาณ 6.3 กิโลกรัม

8. วิธีทำชาเขียวใบหม่อน

การทำชาใบหม่อนแบบครัวเรือน มุ่งเน้นให้เกษตรกรและบุคคลทั่วไปทำไว้บริโภคเองได้ ซึ่งเกษตรกรที่มีแปลงหม่อนเพื่อใช้เลี้ยงไหมอยู่แล้ว หรือบุคคลทั่วไปที่ปลูกหม่อนไว้ตามสวนหลังบ้านหรือปลูกไว้เป็นไม้ประดับ สามารถทำชาเขียวใบหม่อนได้ด้วยตนเอง ด้วยการใช้อุปกรณ์ในครัวเรือนที่มีอยู่แล้วไม่ต้องไปหาซื้อเพิ่มเติม การทำชาเขียวใบหม่อนแบบครัวเรือนอาจจะพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมภายในครัวเรือนได้ แต่การทำเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อจำหน่าย ต้องคำนึงถึง คุณภาพ โดยเฉพาะเรื่องความชื้น ถ้าคั่วชาไม่ได้ที่ ความชื้นในใบชาหม่อนสูงมีเชื้อราและแบคทีเรียทำลายทำให้ชาใบหม่อนเสื่อมคุณภาพ และอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

วิธีทำชาเขียวใบหม่อน
- เก็บใบที่ ๓ - ๔ จากยอด
- หั่นใบให้มีขนาดพอเหมาะ
- นำมาลวกน้ำร้อน ๒๐ - ๓๐ วินาที แล้วนำมาล้างน้ำสะอาด
- ผึ่งให้หมาดๆ แล้วนำมาคั่วด้วยไฟอ่อนๆจนกว่าจะแห้ง
- นวดใบหม่อนเบาๆเพื่อให้ผนังเซลล์แตก
- ทำการบรรจุใส่ภาชนะที่แห้งมีฝาปิดสนิท

2.5.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. เป้าหมายของการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลักษณะทางประสาทสัมผัส (Sensory characteristics ของอาหาร ได้แก่ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และรูปร่าง เป็นลักษณะที่สำคัญสำหรับผู้บริโภค ลักษณะเหล่านี้จะเป็นตัวกำหนดความชอบต่อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคแต่ละคน และมีผลมากต่อการยอมรับผลิตภณฑ์ที่คล้ายคลึงกัน แต่ผลิตโดยผู้ผลิตต่างกัน มีการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปเพื่อให้อาหารคงคุณภาพด้านประสาทสัมผัส การทดสอบทางประสาทสัมผัสประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อการตรวจสอบอย่างแม่นยำ โดยใช้การตอบสนองจากมนุษย์ที่มีต่ออาหาร และต้องควบคุมอคติต่าง ๆ ให้เกิดน้อยที่สุด เช่น ข้อมูลของตัวอย่างที่จะทำการทดสอบต้องไม่ถูกรับรู้จากผู้ทดสอบมาก่อน เป็นต้น การทดสอบทางประสาทสัมผัสจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ และเป็นประโยชน์ต่อผู้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ นักวิทยาศาสตร์การอาหาร เจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพและผู้จัดการแผนกต่าง ๆ

การทดสอบทางประสาทสัมผัส เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยที่ข้อมูลจากตัวอย่างต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบจะถูกนำมาเปลี่ยนหรือนำมาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะผลิต-ภัณฑ์และการรับรู้ของผู้ทดสอบ เช่น เราสามารถประเมินได้ว่าผู้ทดสอบใด ๆ สามารถแยกความแตกต่าง (discrimination) เพียงเล็กน้อยระหว่างตัวอย่างต่าง ๆ ได้กี่ครั้ง หรืออาจให้ผู้ทดสอบทำการให้คะแนน (rating) โดยสัมพันธ์กับการรับรู้ที่มีต่อรสชาติหรือกลิ่นของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

2. คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

International Organization of Standardization (ISO) ได้ให้คำจำกัดความของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเหล่านี้ไว้ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะปรากฏ (appearance) คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทั้งหมดของวัตถุใด ๆ ที่เรามองเห็นด้วยสายตา ไม่ว่าจะเป็นสี ความทึบ ความเลื่อมมันของผิวหน้า และความสม่ำเสมอของรูปร่าง เป็นต้น ซึ่งต่างก็มีอิทธิพลต่อการรับรู้และปฏิกิริยาของเราที่มีต่ออาหารนั้น ๆ

2. กลิ่นรส (flavour) การรับรู้ทางประสาทสัมผัสโดยรวมที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบอาหาร ซึ่งจะเกิดขึ้นทั้งในโพรงปากและโพรงจมูก โดยที่จะเกิดจากระบบรับรสผ่านลิ้น และความรู้สึกเจ็บปวดหรือความรู้สึกระคายเคืองจากความเย็นหรือความเผ็ด เป็นต้น และเกิดจากระบบรับกลิ่นผ่านโพรงจมูกตามลำดับ

3. เนื้อสัมผัส (texture) คุณลักษณะทาง mechanical, geometrical และผิวหน้าของลิตภัณฑ์ที่รับรู้ได้โดยแรงทางกล การสัมผัสและการมองเห็น และการได้ยินเสียง เช่น มนุษย์ใช้การได้ยินเสียงในการประเมินความกรอบ ซึ่งเป็นคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสที่สำคัญในมันฝรั่งทอดกรอบ เป็นต้น

3. การประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัส

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวัด วิเคราะห์และแปลความหมายของลักษณะผลิตภัณฑ์และอาหาร โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ การมองเห็น การได้กลิ่น การรับรส การสัมผัส และการได้ยิน แล้ววิเคราะห์และประมวลผลโดยใช้หลัก การทางสถิติเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่น ใช้วัดความแตกต่างหรือความเหมือนของผลิตภัณฑ์ ใช้วัด คุณภาพหรือปริมาณของลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ปัจจัยที่ใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังนี้

1. การมองเห็น (appearance) วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ อาหารจากการมองเห็น โดยพิจารณา สี ขนาด รูปร่าง ตำหนิและ ความสม่ำเสมอ เป็นต้น

2. กลิ่น (odour) วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจากการใช้ จมูกดมกลิ่นอาหาร ทำให้บ่งบอกถึงลักษณะของกลิ่นอาหาร เช่น กลิ่นส้ม กลิ่นใบเตย เป็นต้น

3. กลิ่นรส (flavor) วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจากการ ใช้ลิ้นรับรส(taste)และกลิ่นที่ได้หลังโพรงจมูกได้แก่ เปรี้ยว หวาน เค็ม ขม หรือกลิ่นสารระเหยต่างๆ เป็นต้น

4. การสัมผัส(kinesthetic)วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจากการสัมผัสได้แก่ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture)ความเหนียว(toughness) ความหนืด (viscosity) เป็นต้น

5. การได้ยิน วัดคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจากการบดเคี้ยวอาหารแล้ววัดการได้ยินเสียง เช่น การได้ยินเสียงในขณะเคี้ยวขนมขบเคี้ยว จะแสดงถึงความกรอบของผลิตภัณฑ์เป็นต้น
http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2560_65_205_p16-17.pdf

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 ความมั่งคงทางอาหารของพืชในท้องถิ่น

ปรเมศวร์ วีระโสภณ จินดา ขลิบทอง และ กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์, (2555) ศึกษาการใช้เทคโนโลยีในระบบการผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์ของเกษตรกรในอำเภอบ้านนาจังหวัดนครนายก การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเกษตรกรผู้ปลูกผักพื้นบ้านอินทรีย์ที่ทำการเพาะปลูกในอำเภอบ้านนาจังหวัดนครนายก เกี่ยวกับ (1) สภาพพื้นฐานทางสังคม และเศรษฐกิจ (2) การใช้เทคโนโลยีในระบบการผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์ (3) ปัญหาและข้อเสนอแนะของเกษตรกรเกี่ยวกับการผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์ (4) ความต้องการการส่งเสริมการผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์ของเกษตรกรประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือเกษตรกรที่ปลูกพืชผักพื้นบ้านอินทรีย์ ในเขตอำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก จำนวน 233 ราย ได้สุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 147 รายโดยวิธีการสุ่มแบบง่าย และคัดเลือกปราชญ์ชาวบ้านผู้ผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์ในอำเภอบ้านนา จำนวน 6 ราย รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าต่ำสุดค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิจัยสรุปได้ว่า (1) เกษตรกรผู้ผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 54 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ไม่มีตำแหน่งทางสังคม มีสมาชิกในครอบครัวเฉลี่ย 3.25 คน ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเกษตรกร มีพื้นที่ปลูกผักพื้นบ้านอินทรีย์เฉลี่ยครอบครัวละ 2.03 ไร่ เป็ นของตนเอง อาชีพหลักทำการเกษตรรายได้รวมเฉลี่ย 114,559.18 บาทต่อปี โดยเป็นรายได้จากการขายผักพื้นบ้านอินทรีย์ เฉลี่ย 29,793.19 บาทต่อปี เกษตรกรประมาณครึ่งหนึ่ง มีภาวะหนี้สินกับธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร มีการรับรู้ข่าวสารทางการเกษตรจากเพื่อนบ้านหรือเครือญาติ ผักพื้นบ้านที่ผลิต คือ ชะอม มะกอก กะเพรา ชะมวงและผักกูดตามลำดับ โดยปลูกแซมกับพืชอื่น มีช่วงฤดูการเพาะปลูกตลอดทั้งปี ต้นทุนเฉลี่ย 3,770.61 บาทต่อไร่ มีพ่อค้ามารับซื้อผลผลิตในพื้นที่ (2) เกษตรกร 2 ใน 3 มีความรู้ในเทคโนโลยีการผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์ระดับปานกลางและเกษตรกรมีการปฏิบัติตามการใช้เทคโนโลยีในระบบการผลิต (3) ปัญหาในการผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์ระดับรุนแรงมาก ได้แก่ ด้านการตลาด ภัยธรรมชาติ ด้านผู้ให้คำปรึกษา และปัจจัยการผลิต ข้อเสนอแนะต้องการให้รัฐแก้ปัญหาด้านการตลาด และภัยธรรมชาติ (4) ความต้องการส่งเสริมเนื้อหาความรู้เรื่องการตลาด การผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์ ต้องการสื่อบุคคลจากทางราชการ สนับสนุนสื่อสิ่งพิมพ์ในรูปคู่มือ มีการฝึ กปฏิบัติ และจัดทำแปลงสาธิตตามเทคโนโลยีการผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์

สุภาพร บางใบ, (2556) ศึกษาการคงอยู่ของพืชสมุนไพรและผักพื้นบ้านของชุมชนลุ่มน้ำเข็กมีวัตถุประสงค์อนุรักษ์พันธุ์พืชสมุนไพรและผักพื้นบ้านและจัดทำคู่มือสมุนไพรและผักพื้นบ้านของชุมชนลุ่มน้าเข็ก โดยให้ชุมชนมีส่วนร่วมในทุกกระบวนการทั้งทางตรงและทางอ้อมในการวิจัย และให้ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วม โดยเทคนิคการศึกษาจะประกอบด้วย การศึกษาชุมชนแบบมีส่วนร่วมและ การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม จากการประชุมผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และการประเมินชุมชนอย่างเร่งด่วน พบว่า ชุมชนหมู่ 5 หมู่บ้านทานตะวัน ต้าบลหนองแม่นา อ้าเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีการปลูกสมุนไพรและผักพื้นบ้านและใช้ประโยชน์ในครัวเรือนของตนเองร้อยละ 33 มีการรวมกลุ่มจัดตั้ง “กลุ่มสมุนไพรบ้านทานตะวัน”ขึ้น รวมถึงมีการจัดการรวบรวมองค์ความรู้จากชุมชนและภาคส่วนต่างๆถอด

ออกมาเป็นทำคู่มือสมุนไพรและผักพื้นบ้านของชุมชนลุ่มน้ำเข็กและมีการร่วมกันจัดท้าสวนสมุนไพรและผักพื้นบ้านเพื่อเป็นศูนย์ถ่ายทอดองค์ความรู้ของชุมชน

ปิยนาถ อิ่มดี, (2557) ศึกษาเกี่ยวกับการฟื้นฟูผักพื้นบ้านและการบริโภคผักพื้นบ้านเพื่อสุขภาวะชุมชนในตำบลแหลมบัวอำเภอนครชัยศรีจังหวัดนครปฐมงานวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมระหว่างผู้วิจัย ครู นักเรียน ผู้ปกครองและผู้นำชุมชน มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาชนิดของพืชผักพื้นบ้านที่มีอยู่ในตำบลแหลมบัวและการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ 2) เพื่อศึกษาวิธีการฟื้นฟูผักพื้นบ้านและการบริโภคผักพื้นบ้านโดยความร่วมมือของโรงเรียนและชุมชนในตำบลแหลมบัว 3) เพื่อจัดทำเป็นหลักสูตรท้องถิ่นในโรงเรียนเรื่องผักพื้นบ้านและการบริโภคผักพื้นบ้านเพื่อสุขภาวะชุมชน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการศึกษาภาคสนาม โดยใช้แบบสอบถาม ตารางระบุรายการผักพื้นบ้าน แนวคำถามประกอบการสัมภาษณ์ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม ปฏิทินชุมชน การสนทนากลุ่ม จัดเวทีชาวบ้าน ร่างหลักสูตรอนุรักษ์ท้องถิ่นและออกแบบกระบวนการเรียนรู้เรื่องการฟื้นฟูผักพื้นบ้านและการบริโภคผักพื้นบ้านเพื่อสุขภาวะชุมชน และทดลองใช้หลักสูตรฯ ผลการศึกษาพบว่าผักพื้นบ้านที่คนในตำบลแหลมบัวนำมาบริโภคมีทั้งหมด 80 ชนิด จำแนกตามลักษณะของลำต้นได้ 4 ประเภท คือไม้ยืนต้น 13 ชนิด ไม้ล้มลุก 44 ชนิด ไม้พุ่ม 7 ชนิดและไม้เลื้อย 16 ชนิด ชาวตำบลแหลมบัวมีประสบการณ์และเรียนรู้วิธีนำผักพื้นบ้านมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารมากที่สุดรองลงมาคือยาสมุนไพร และประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ การฟื้นฟูผักพื้นบ้านและการบริโภคผักพื้นบ้านเพื่อสุขภาวะชุมชนพบว่า กระบวนการมีส่วนร่วมนั้นมีความสำคัญต่อการฟื้นฟู และทำให้เกิดความร่วมมือของโรงเรียนและผู้นำชุมชนในตำบลแหลมบัว โดยพบว่ามี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ค้นหาแนวร่วม ขั้นที่ 2 ลงพื้นที่สืบค้นข้อมูล ขั้นที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน ขั้นที่ 4 การสร้างพื้นที่สีเขียว ขั้นที่ 5 จัดทำหลักสูตรอนุรักษ์ท้องถิ่น เรื่องผักพื้นบ้านและการบริโภคผักพื้นบ้านเพื่อสุขภาวะ และหลักสูตรฯ มีเนื้อหา 5 หน่วย คือ 1) ความหมายความสำคัญ ประเภทและชนิดของผักพื้นบ้าน 2) การนำผักพื้นบ้านไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ 3) การแปรรูปอาหารจากผักพื้นบ้าน 4) เมนูอาหารผักพื้นบ้านเพื่อสุขภาพ 5) ปฏิบัติโครงงานเกี่ยวกับผักพื้นบ้าน

ยุทธนา สุดเจริญ (2553) ศึกษาการประเมินคุณประโยชน์ผักและสมุนไพรพื้นบ้านจังหวัดสมุทรสงครามทำการสำรวจ ข้อมูลผักและสมุนไพรพื้นบ้านจากหน่วยงานของรัฐ และ ประชาชน ได้แก่ ข้อมูลการปลูก ข้อมูลการแปรรูป ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ เป็นต้น จากนั้น เก็บรวบรวมตัวอย่างพืช การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผักและสมุนไพร ตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า ผักและสมุนไพร ที่ปลูกในจังหวัดสมุทรสงครามไว้เพื่อแปรรูปและจำหน่ายนั้น มีปริมาณน้อย มักนำเข้าจากจังหวัดใกล้เคียง เช่น ราชบุรี และกรุงเทพมหานคร นอกจากนี้ยังพบว่าภาครัฐ และภาคประชาชนผู้ผลิต ยังมีทัศนคติที่ขัดแย้งกันเกี่ยวกับการแปรรูป ผลิตภัณฑ์สมุนไพร โดยภาครัฐจะเน้นด้านมาตรฐานการผลิต ส่วนภาคประชาชนจะเน้นการกล่าวอ้างสรรพคุณ และรูปแบบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บผักและสมุนไพรตัวอย่างได้แก่ บวบ เหลี่ยม กะเพรา ชะคราม มะนาวโห่ ใบยอ ลูกยอ ขลู่ เหงือกปลาหมอ รางจืด และพลู จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร แคลเซียม เบต้าแคโรทีน และวิตามินซี ซึ่งพบว่าผักท้องถิ่นบางชนิด เช่น ชะคราม มีศักยภาพที่สามารถแปรรูป เป็นอาหารเพื่อสุขภาพได้ และพืชที่ปลูกได้ในหลายพื้นที่ในประเทศ เช่น ยอ รางจืด และพลู ให้ คุณค่าทางโภชนาการสูงเช่นกัน เมื่อปลูกในจังหวัดสมุทรสงคราม

2.6.2 การศึกษาคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ

ทัศวรรณ คงจันตรี, (2554) การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้านบางชนิดในจังหวัดฉะเชิงเทรา ศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้านบางชนิดในจังหวัดฉะเชิงเทรา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ ลำแพน ชะคราม ดอกโสนดอกขจร สะเดาดิน และมะกอกป่า โดยแบ่งออกเป็นผักสดและผักแห้ง สกัดสารสำคัญโดยแช่เมธานอลนาน 3 วันจากนั้นนำไประเหยแห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นำสารสกัดที่ได้มาทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH scavenging assay ซึ่งทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้นด้วยเทคนิค TLC (Thin layer chromatography) และวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยเทคนิค Spectrophotometry assay โดยการทำปฏิกิริยาระหว่างสารต้านอนุมูลอิสระกับ 2,2–diphenyl–1–picrylhydrazyl (DPPH) แล้ววัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm เปรียบเทียบกับ control, และ BHT (Butylated hydroxytoluene)ซึ่งเป็นสารมาตรฐานผลการทดลองพบว่า ผักพื้นบ้านทั้ง 6 ชนิดมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยที่สารสกัดจากผักสด สะเดาดิน,ผลมะกอกป่า, ชะคราม, ดอกโสน, ผลลำแพน และดอกขจร ให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 0.510, 3.399, 6.771, 9.133, 15.249,และ 20.157 μg/ml ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากผักแห้งพบว่า สะเดาดิน, ผลมะกอกป่า, ลำแพน, ชะคราม, ดอกขจร และดอกโสน ให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 0.982, 1.202, 8.350, 12.534, 18.202 และ 34.695 μg/ml ตามลำดับ สรุปได้ว่าสารสกัดจากสะเดาดินทั้งสดและแห้งให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาคือสารสกัดจากผลมะกอกป่าทั้งสดและแห้ง โดยค่า IC_{50} ของ สารมาตรฐาน BHT มีค่า เท่ากับ 0.075 μg/ml

อรนุช นาคชาติ, (2557) ศึกษาสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผงผักแขยง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผงผักแขยง โดยทำการสกัดผักแขยงสดและผักแขยงแห้งด้วยน้ำร้อนแล้วทำให้เป็นผงด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย สารสกัดที่ได้นำไปหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging ผงผักแขยงที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุดจะถูกนำไปประกอบในอาหารและทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในอาหารผลการทดลองพบว่า 1) ผงที่สกัดได้จากผักแขยงสด มีลักษณะเป็นผงละเอียดนุ่ม สีเขียวเข้มมีกลิ่นหอมฉุนส่วนผงที่สกัดได้จากผักแขยงแห้ง มีลักษณะเป็นผงละเอียดนุ่ม สีน้ำตาล มีกลิ่นหอมละมุนโดยมีร้อยละการสกัดเท่ากับ 0.63±0.01 และ 0.64±0.02 ตามลำดับ 2) ผงผักแขยง สดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากกว่าผงผักแขยงแห้งโดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เท่า กับ 2.62±0.53 และ 1.11±0.32 กรัมกรดแกลลิกเปรียบเทียบต่อ 100 กรัมผงแหง้ ตามลำดับ3) ผงผักแขยงสดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าผงผักแขยงแห้งแต่มีฤทธิ์น้อยกว่าสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน BHA โดยมีค่า IC50 เท่ากับ 0.25±0.00, 1.04±0.00 และ 0.02±0.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ 4) ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักแขยงเมื่อนำไปประกอบอาหารพบว่าต้มปลาที่ใส่ผักแขยงสดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าต้มปลาที่ใส่ผักแขยงแห้ง ต้มปลาที่ใส่ผงผักแขยงสดและต้มปลาที่ไม่ใส่ผักแขยง ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามหากเพิ่มน้ำหนักผงผักแขยงสดปริมาณ 10 เท่าลงไปในอาหารจะทำให้อาหารมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับอาหารที่ใส่ผักแขยงสดการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าผักแขยงสดสามารถนำไปเตรียมเป็นผงไว้ใช้ในยามขาดแคลนหรือนำไปประกอบอาหารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้

ชัชฎาพร องอาจ, (2558) ศึกษาคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านในจังหวัดพระพระนครศรีอยุธยามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมของสารสกัดจากผักพื้นบ้าน 10 ชนิด ใน 16 อาเภอของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยสกัดด้วยน้าที่อุณหภูมิห้อง และสกัดด้วยน้าร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ศึกษาผลของการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu พบว่าสะเดาที่สกัดด้วยน้าร้อน มีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 363.81 mg gallic acid equivalent/g ตัวอย่าง และสูงกว่าสกัดด้วยน้าอุณหภูมิห้อง สมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) และ Ferric reduceing antioxidant power (FRAP) ของผักแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เมื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของปริมาณฟีนอลิกและประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านที่สกัดด้วยร้อนและน้าที่อุณหภูมิห้องพบว่าการสกัดด้วยน้าร้อนมีประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระแปรตามปริมาณฟีนอลิกมีค่า R2 = 0.9987 และ 0.9473 ตามลาดับ ซึ่งสูงกว่าสกัดด้วยน้าที่อุณหภูมิห้องและประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระจะลดลงเมื่อเก็บไว้

2.6.3 การสกัดเซลลูโลส

ฐิตา ฟูเผ่าและคณะ (2557) ศึกษาผลของวิธีการสกัดต่อคุณสมบัติของสารสกัดเซลลูโลสจากกากเมล็ดมะรุม พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของการเมล็ดมะรุมประกอบด้วยเส้นใยสูงถึง 31.03% โดยน้าหนักแห้ง และวิธีการสกัดที่เหมาะสมในการสกัดเซลลูโลสจากกากเมล็ดมะรุมคือการกลัดด้วยน้าร้อนร่วมกับการสกัดด้วยด่าง โดยใช้อุณภูมิพรีไฮโดรไลซิสที่ 70 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกกไซด์ 5 %(w/v) ได้ปริมาณของเซลลูโลสของสารสกัดกากเมล็ดมะรุมอยู่ที่ 96.54% และเซลลูโลสที่ได้มีความสามารถในการพองตัว 8.79 กรัมน้ำต่อกรัมตัวอย่าง สารสกัดเซลลูโลสที่ได้มีความสามารถในการอุ้มน้ำและอุ้มน้ำมันที่ดีกว่าการสกัดเซลลูโลสจากวิธีการสกัดด้วยเอนไซม์ สารสกัดเซลลูโลสที่ได้มีปริมาณเส้นใยสูงถึง 70.74% และเส้นใยที่มีความยาวประมาณ 30-60 ไมโครเมตร ดังนั้นกากเมล็ดมะรุมจึงเป็นวัสดุเติมแต่งอาหารได้ในอนาคต

สวรรยา ปัญญานันท์, **เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ และกล้าณรงค์ ศรีรอต** (2561) **ศึกษาการ**ผลิตเซลลูโลสจากกากมันสำปะหลังที่ผ่านการสกัดแป้งแล้วจึงศึกษาสมบัติ ทางเคมีกายภาพ และพฤติกรรมการไหลของเซลลูโลส โดยกากมันสำปะหลังมีปริมาณแป้งสูงร้อยละ 55 (โดยน้ำหนักแห้ง) เมื่อผ่านการสกัดแป้งด้วยเอนไซม์แอลฟาอะมิเลส (α-amylase) มีปริมาณแป้งลดลงเหลือเพียง ร้อยละ 0.39 (โดยน้ำหนักแห้ง) และมีปริมาณเส้นใยเพิ่มสูงขึ้นเป็นร้อยละ 39 (โดยน้ำหนักแห้ง) เรียกว่า กากมันสำปะหลังที่ผ่าน การสกัดแป้ง (destarched cassava pulp; DCP) ทำการแยกเซลลูโลสจากกากมันสำปะหลังด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (alkali treatment) แล้วทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมคลอไรท์ (bleaching treatment หรือ การฟอกสี) พบว่าเซลลูโลสจากกากมันสำปะหลังมีปริมาณลิกนินและเฮมิเซลลูโลสมีค่าลดลง และมีปริมาณแอลฟา เซลลูโลสเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 81.17 โดยน้ำหนักแห้ง) เมื่อวิเคราะห์โครงสร้างเคมีของเซลลูโลสด้วยวิธีฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟารดสเปกโทรสโคปี (FT-IR spectroscopy) พบว่าลิกนินถูกกำจัดออกได้เป็นเซลลูโลสบริสุทธิ์จากการศึกษาผลของค่าพีเอชต่อพฤติกรรมการไหลของเซลลูโลสพบว่าเซลลูโลสจากกากมันสำปะหลังแสดงพฤติกรรมคล้ายเจล(gellike) และมีพฤติกรรมการไหลแบบเชียร์ทินนิ่ง (shear thinning) คือ ความหนืดลดลงด้วยแรงเฉือนที่สูงขึ้น มี

เสถียรภาพที่ดีในสารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 3 7 และ 11 ตามลำดับ ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ เซลลูโลสในอาหาร

ธีรนันท์ ประคองพันธ์ (2541) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของใยอาหารและเซลโลสที่สกัดจากแกนสับปะรด และการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารโดยเทียบกับเซลลูโลสทางการค้า เริ่มจากการ สกัดแกนสับปะรดด้วยแอลกอฮอล์ 95% จะได้ใยอาหารหลายชนิดรวมกันอยู่ ส่วนเซลลูโลส ได้จากการสกัดด้วยด่างแล้วฟอกสี หลังจากนั้นหาความบริสุทธิ์ของใยอาหาร และเซลลูโลส ที่สกัดได้โดยการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด (%TDF) และหาปริมาณเซลลูโลสใน เซลลูโลสผงที่ได้ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพอื่นๆ ด้วย จากการศึกษาพบว่าใยอาหารและเซลลูโลสจากแกนสับปะรดมีปริมาณใยอาหารรวม 99.8 และ 95.2% ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ และมีปริมาณน้ำอิสระอยู่ประมาณ 0.25 เซลลูโลส จากแกนสับปะรดมีปริมาณเซลลูโลสจากการวิเคราะห์ 91.2% มีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 4.0 ซึ่งต่ำกว่าของใยอาหารที่มีค่าประมาณ 6.2 และยังพบว่าใยอาหารที่มีขนาดใหญ่ จะมีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าขนาดเล็กเล็กน้อย จากการวิเคราะห์ทางกายภาพพบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำ การอุ้มน้ำมัน Settling volume และความสามารถในการ เกิดอีมัลชันของใยอาหาร และเซลลูโลสขนาดใหญ่มีค่าสูงกว่าขนาดเล็ก ภาพที่ได้จากการ ใช้กล้องจุลทรรศน์และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดงให้เห็นความแตกต่างของรูปร่าง สัณฐาน และความพรุนของใยอาหารจากแกนสับปะรด และเซลลูโลสทางการค้า คือ ใยอาหารทั้ง 2 ชนิดจากแกนสับปะรดจะเป็นชิ้นไม่สม่ำเสมอ ผิวขรุขระ และมีความ หลากหลายกว่า ส่วนเซลลูโลสทางการค้าเป็นเส้น เรียบ ยาว การทดลองเสริมใยอาหาร และเซลลูโลสลงในผลิตภัณฑ์อาหาร 3 ชนิดเทียบกับเซลลูโลสทางการค้า พบว่าโดนัทเค้ก ที่เติมใยอาหารจากแกนสับปะรดขนาดใหญ่ 3% ของน้ำหนักรวมช่วยเพิ่มปริมาณความชื้น 10.7-21.7% และลดการอมน้ำมันระหว่างการทอดได้ 7.9-28.8% เค้กที่เติมใยอาหาร ขนาดเดียวกันที่ 4% ของน้ำหนักรวมจะมีปริมาตรมากขึ้นและมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเค้ก เบอร์เกอร์เนื้อที่ได้เติมใยอาหารขนาดเล็กลงไปมีน้ำหนักหลังการทอดมากขึ้นระหว่าง 3.3-10.6% และใยอาหารจากแกนสับปะรดทำให้เนื้อที่ได้มีเนื้อสัมผัสนุ่มมากขึ้นด้วย

2.6.4 การพัฒนาชาจากพืช

รุ่งทิวา ทศานนท์ และ กิตติยา เที่ยงจิตร์, (2553) การพัฒนาชาชงจากใบบัวบก บัวบก (*Centella asiatica* (L.) Urban) เป็นพืชสมุนไพรที่พบได้มากในประเทศไทยมีสารสำคัญคือ asiaticoside ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายจึงพัฒนาชาชงจากใบบัวบกเพื่อให้ได้ชาชงจากใบบัวบกที่มีปริมาณสาร asiaticoside มากที่สุดและศึกษาวิธีการเก็บ รักษาชาชงจากใบบัวบกที่เหมาะสมที่สุด วิธีการศึกษาทำโดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกคือ การศึกษาวิธีการทำแห้งที่ให้ชาชงจากใบบัวบกมีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมต่อการบริโภคและมี ปริมาณสาร asiaticoside มากที่สุดจากการวิเคราะห์โดยวิธี TLC- densitometry ส่วนที่สองเป็น การศึกษาขนาดของผงใบบัวบกที่มีผลต่อปริมาณสาร asiaticoside และความคงตัวทางกายภาพของ ชาชงใบบัวบก ส่วนที่สุดท้ายเป็นการศึกษาความคงตัวทางกายภาพของชาชงจากใบบัวบกในบรรจุ ภัณฑ์ชนิดต่างๆ ผลการศึกษาพบว่าชาชงที่ได้จากวัตถุดิบใบบัวบกที่ผ่านการตากแดด 15 ชั่วโมง, อบแห้งใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 60องศาเซลเซียสนาน 8, 12 และ 16 ชั่วโมง มีลักษณะทางกายภาพที่ไม่แตกต่างกัน โดยชาชงจากใบบัวบกที่ได้

จากการอบใบบัวบกนาน 16 ชั่วโมง มีปริมาณ สาร asiaticoside มากที่สุด ชาชงใบบัวบกได้จากผงใบบัวบกบดหยาบ (sieve No.10) 1 กรัม ที่ชงใน น้ำร้อน 1 เป็นเวลา 2-3 นาที จะมีปริมาณ asiaticoside เท่ากับ 0.8460 มก.ส่วนชาชงที่ได้จาก ผงใบบัวบกบดละเอียด (sieve No.18) จะมีปริมาณ asiaticoside เท่ากับ 0.6404 มก. นอกจากนี้ผงชาแบบหยาบจะมีความคงตัวทางกายภาพดีกว่าผงยาแบบละเอียด และชาชงใบบัวบกที่บรรจุในถุง aluminum foil มีความคงตัวทางกายภาพดีกว่าการบรรจุด้วยถุงพลาสติก และซองกระดาษ

ปริตา ธนสุกาญจน์ ณัฐกานต์ นามมะกุนา ปุณฑริการัตนตรัยวงศ์ และศจี สุวรรณศรี , 2011) พัฒนาเครื่องดื่มน้ำกระชายผสมน้ำผลไมสเตอริไลสที่มีสารตานอนุมูลอิสระสูงผลการศึกษาพบวาคาความเปนกรด ดาง (2-5) และชนิดของวัตถุดิบ (กระชาย สตรอเบอรี่ และองุนแดง) มีผลตอคาสี (L*, a*, b*), ปริมาณฟนอลิกทั้งหมด และกิจกรรมการตานอนุมูลอิสระ อยางมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สูตรที่พัฒนาไดคือ อัตราสวนน้ำกระชายตอน้ำองุนแดง 30:70 คาความเปน กรดดาง 4 มีคาสี L*, a*, b* เทากับ 27.06 , 2.74 และ 12.01 ตามลำดับ มีปริมาณฟนอลิกทั้งหมด 641.79 (mg/L, gallic acid) และกิจกรรมการตานอนุมูลอิสระ 60.42% ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผูทดสอบทั่วไปจำนวน 40 คน โดยใชสเกลความชอบ 9 ระดับ พบวามีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ย 6.35

ธีรพงษ์ เทพกรณ์, (2555) ผลิตและองค์ประกอบทางเคมีจากการหมักยอดใบชาสดเมื่อผ่านกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันทำให้ได้ชาต่างกัน 3 ประเภท คือ ชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ ชาเขียวเป็น ชาที่ไม่ผ่านการหมัก ชาอู่หลงเป็นชาที่หมักเพียงบางส่วน และชาดำเป็นชาที่หมักอย่างสมบูรณ์ ในระหว่างการหมักโมโนเมอริกคาเทชิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในใบชาจะเปลี่ยนไปเป็นไดเมอริกคาเทชินได้หลายชนิด ได้แก่ ทีเอฟลาวิน ทีเอซิเนนซิน ทีเอซิทริน และ ทีเอแนพโทควิโนน จากนั้นจะเกิดการรวมเป็นโพลิเมอริกคาเทชินที่เรียกว่า ทีอะรูบิจิน องค์ประกอบทางเคมีที่เกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนการหมักชาส่งผลต่อสี และรสชาติของชา ทำให้ชาที่ผ่านการหมักมีสีและรสชาติที่ต่างไปจากชาที่ไม่ผ่านการหมัก บทความวิชาการนี้ได้ ทบทวนเอกสารและนำเสนอกระบวนการผลิต และองค์ประกอบทางเคมีที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักชา

ธีรพงษ์ เทพกรณ์, (2557) ชาเขียวอุดมไปด้วยสารคาเทชินที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภคคาเทชินเกิดการสลายตัวและอีพิเมอร์ไรเซชันในระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียวและเครื่องดื่มชาเขียวปัจจัยหลายอย่างส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของคาเทชิน ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ ออกซิเจน ไอออนของโลหะหนัก ตลอดจนส่วนผสมอื่นๆ ที่เติมลงไปในการผลิต ความเข้าใจเกี่ยวกับความคงตัวของคาเทชินระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียวและเครื่องดื่มชาเขียวเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ชาเขียวที่มีคุณภาพสูง ซึ่งจะส่งผลประโยชน์โดยตรงต่อสุขภาพของผู้บริโภค บทความวิชาการนี้ได้ทบทวนเอกสารและนำเสนอความคงตัวของคาเทชินในชาเขียวระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียวและเครื่องดื่มชาเขียว

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เสนอข้อมูลชาผักหวานป่าพร้อมดื่มเป็นเครื่องดื่มที่มีลักษณะกลิ่นหอมเฉพาะตัวและมีสีสันที่แตกต่างจากชาโดยทั่วไปคือมีสีทองใส มีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพไม่แพ้ชาใบหม่อนหรือชาจากพืชชนิดอื่นๆ เนื่องจาก

ชาผักหวานป่ามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าชาใบหม่อนและชาดอกคาฝอย นอกจากนี้ ชาผัก หวานป่า 100 กรัม (ต่อน้ำหนักแห้ง) ประกอบด้วยวิตามินชนิดต่างๆ ได้แก่ วิตามินเอ 9,616.99 ไมโครกรัม ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคข้อเสื่อม วิตามินบี 1 0.18 มิลลิกรัม ช่วยฟื้นฟูร่างกายจากความเหนื่อยล้า ทำให้รู้สึกสดชื่น วิตามินบี 20.26 มิลลิกรัม มีความสำคัญในการสร้างเม็ดเลือดแดง ช่วยในการป้องกันเชื้อโรคและลดรอยเหี่ยวย่น วิตามินบี 310.64 มิลลิกรัม ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด วิตามินซี 37.49 มิลลิกรัม เป็นส่วนสำคัญในการสร้างคอลลาเจน ช่วยรักษาผิวพรรณให้สดใส และวิตามินอี 71.92 มิลลิกรัม ช่วยกำจัดอนุมูลอิสระในไขมัน ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ โคเอนไซม์คิวเทน 1.49 มิลลิกรัม เพิ่มพลังงานให้แก่เซลล์ เพื่อใช้เป็นพลังงานในร่างกาย และช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรค เนื่องจากการเสื่อมสภาพของเซลล์ร่างกาย เช่น โรคหัวใจ โรคข้อเสื่อมและยังมีสารคอลลาเจน 4.94 กรัม เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติทำให้ผิวหนังมีความยืดหยุ่น จึงช่วยยับยั้งการหย่อนยานของผิวหนังและลดริ้วรอยแห่งวัยได้

สิริการ หนูสิงห์, (2557) พัฒนาชาข้าวก่ำเพาะงอกพร้อมชงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตชาข้าวก่ำเพาะงอกพร้อมชงเนื่องจากข้าวก่ำเพาะงอกมีสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ จากการนำข้าวก่ำพาะงอกมาคั่วนาน 5 นาที และนำไปแช่ในน้ำที่อุณหภูมิ (55, 60 และ 65 °C) และเวลาต่าง ๆ (5, 15, 25, 35, 45 และ 60 นาที) ในอัตราส่วนระหว่างข้าวก่ำต่อน้ำเท่ากับ 1:3 โดยน้ำหนัก พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้ได้น้ำชาข้าวก่ำมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดคืออุณหภูมิ 65 °C นาน 35 นาที จากนั้นศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทาแห้งน้ำชาข้าวก่ำด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นกระจายโดยแปรปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน (20, 25 และ 30 % โดยน้าหนัก) และอุณหภูมิขาเข้าของเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย (140 และ 160 °C) พบว่าการเติมมอลโทเดกซ์ทริน 30 % ทำให้ได้ร้อยละผลผลิตผงชาข้าวก่ำสูงที่สุด และมีค่าการละลายดีที่สุดเมื่อนามาคืนรูป มีคะแนนทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏและสีของน้ำชามากที่สุด การใช้อุณหภูมิขาเข้าของการทำแห้ง 160 °C ทำให้ได้ผงชาข้าวก่าที่มีสมบัติทางกายภาพ และมีคะแนนทางประสาทสัมผัสที่ดีกว่าที่อุณหภูมิ 140 °C เมื่อวิเคราะห์ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (EC_{50}) ของผงชาข้าวก่ำโดยวิธี DPPH พบว่ามีค่าเท่ากับ 4.696 mg/ml

รัชพล พะวงศ์รัตน์ ผกามาศ แดงชอบกิจ และ จุฑาทิพย์ โพธิ์อุบล, (2014) พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากใบมะรุม โดยใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (Nine-point hedonic scale) เพื่อหาสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับ และศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษา(4, 35 และ 55°C) ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการต้านอนุมูล อิสระด้วยเทคนิค Ferric reducing antioxidant power (FRAP) และการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และรา เก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน จากการทดลองพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงที่สุดในเครื่องดื่มสมนุไพรที่ประกอบด้วยใบมะรุมและเก็กฮวย ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1.5 โดยน้ำหนัก สำหรับผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อเปลี่ยนแปลงค่าการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าอุณหภูมิไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการต้านอนุมูลอิสระ ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามเครื่องดื่มสมนุไพรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 35 องศาเซลเซียส มีค่าการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยมีค่าการต้านอนุมูลอิสระเหลืออยู่เท่ากับร้อยละ 29.62, 29.09 และ 20.00 ตามลาดบั เมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน ascorbic acid ในขณะที่มีค่าการต้านอนุมูล

อิสระเหลืออยู่เท่ากับร้อยละ 29.09, 28.44 และ 19.13 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน α-tocopherol สาหรับการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่วิเคราะห์ได้มีค่าเกินมาตรฐานเครื่องดื่มสมุนไพรที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม (สมอ.) กำหนด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาวะในการเก็บรักษาหรือกระบวนการผลิตที่ยังได้มาตรฐาน ดังนั้นควรต้องมีการพัฒนาต่อยอดเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับและได้มาตรฐาน

ธีรพงษ์ เทพกรณ์, (2557) ความคงตัวของคาเทชินระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียวและเครื่องดื่มชาเขียว ชาเขียวอุดมไปด้วยสารคาเทชินที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค คาเทชินเกิดการสลายตัวและอีพิเมอร์ไรเซชันในระหว่างกระบวนการผลติชาเขียวและเครื่องดื่มชาเขียว ปัจจัยหลายอย่างส่งผลต่อการปลี่ยนแปลงทางเคมีของคาเทชิน ได้แก่ พีเอช อุณหภูมิ ออกซิเจน ไอออนของโลหะหนัก ตลอดจนส่วนผสมอื่น ๆ ที่เติมลงไปในการผลิตความเข้าใจเกี่ยวกับความคงตัวของคาเทชินระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียวและเครื่องดื่มชาเขียวเป็นส่วนสำคัญในการพฒันาผลิตภณัฑ์ชาเขียวที่มีคุณภาพสูง ซึ่งจะส่งผลประโยชน์โดยตรงต่อสุขภาพของผ้บูริโภค บทความวิชาการนี้ได้ทบทวนเอกสารและนาเสนอความคงตัวของคาเทชินในชาเขียวระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียวและเครื่องดื่มชาเขียว

กรองจันทร์ รัตนประดิษฐ์ และสมจิตต์ ปาละกาศ, (2557) ตรวจสอบฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาใบขลู่และผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อ ความสามารถในการออกฤทธิ์ ในการตรวจสอบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระและของสารสกัดจากใบขลู่ 3 ชนิด คือ สารสกัดจากใบขลู่สด สารสกัดจากใบขลู่ตากแห้ง และสารสกัดจากใบขลู่อบ พบว่าสารสกัดจากใบขลู่อบที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 70 ปริมาตรเป็น 50 เท่า (ปริมาตรต่อน้ำหนักใบขลู่สด) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ สูงสุดเท่ากับ 66.07 ± 2.53 มิลลิกรัมสมมูลของโทรลอกซ์ต่อกรัมตัวอย่าง มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ABTS สูงสุดเท่ากับ 48.53 ± 2.54 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง และมีปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารประกอบ ฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงสุด ให้ค่าเท่ากับ 59.34 ± 2.03 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง และ 36.76 ± 0.98 มิลลิกรัมสมมูลของคาทีชินต่อกรัมตัวอย่างตามลำดับ ส่วนการศึกษาความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส พบว่าสารสกัดจากใบขลู่ทั้ง 3 วิธี ไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส (acetyl cholinesterase) ส่วนการตรวจสอบสารสกัดใบขลู่อบด้วยน้ำร้อน และตรวจสอบ ความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากใบขลู่ ที่สกัดด้วยน้ำร้อนโดยวิธีการสกัดที่แตกต่างกันคือการแช่ในน้ำร้อนที่ อุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกันการสกัดด้วยเครื่องชงกาแฟอัตโนมัติด้วยแรงดัน และการสกัดด้วยเครื่องชงกาแฟแบบหยดพบว่า การสกัดด้วยการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดจากการทดสอบด้วยวิธี DPPH ระยะเวลาสกัด 3-10 นาทีให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยส้าคัญทางสถิติ โดยที่ระยะเวลาสกัด 5 นาทีให้ผลการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS สูงสุดคือ 104.93 ± 0.63 มิลลิกรัมสมมูลกรดแอสคอบิกต่อกรัมตัวอย่างเช่นเดียวกับปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์โดยมีค่าเท่ากับ 58.83 ± 0.32 มิลลิกรัมสมมูลคาทีชินต่อกรัมตัวอย่างสำหรับการสกัดระยะเวลา 10 นาทีให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยการทดสอบด้วยวิธี FRAPและมีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 180.97 ± 7.17 มิลลิกรัมสมมูลเฟอร์รัสซัลเฟตต่อกรัมตัวอย่างและ 66.92 ± 2.21มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่างตามลำดับ แต่การสกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสระยะเวลา 3 นาทีให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์บีสูงที่สุดคือ 50.62 ± 0.96 และ

147.29 ± 1.90 ไมโครกรัมต่อกรัมตัวอย่าง ในขณะที่สารสกัดจากขลู่ไม่มีผลในการยับยั้งการท้างานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (Tyrosinase) โดยเมื่อเปรียบเทียบถึงคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระเมื่อเก็บรักษาสภาพใบขลู่อบแห้งระยะเวลา 3 เดือนพบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดคงที่ โดยที่ปริมาณสารประกอบคลอโรฟิลล์เอและบีลดลง ในส่วนของฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ทดสอบด้วยวิธี DPPHและ ABTS ให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระคงที่ แต่การทดสอบด้วยวิธี FRAP ให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระลดลง

พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง, (2557) ผลิตชาผสมกลีบดอกจำปี การศึกษาการผลิตชาผสมกลีบดอกจำปี มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ดอกจำปีในการเพิ่มกลิ่นและรสให้กับผลิตภัณฑ์ชา โดยการใช้ชาอู่หลงอบแห้งผสมกับกลีบดอกจำปีอบแห้งในอัตราส่วน 1:1 ไปหมักที่อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 5 และ 15 นาที และใช้การหมักชาที่อุณหภูมิห้อง นาน 15 นาที เป็นสิ่งทดลองควบคุม พบว่าผลิตภัณฑ์ชา ผสมกลีบดอกจำปีที่ได้มีปริมาณลินาลูนอยู่ระหว่าง 0.4-2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน พบว่า ผลิตภัณฑ์ชาผสมกลีบดอกจำปีจาก 5 กรรมวิธี ได้รับคะแนน การประเมินคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และกลิ่นดอกจำปี อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (p0.05) จากนั้น นำชาผสมกลีบดอกจำปีซึ่งบรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิทไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 1 และ 2 เดือน พบว่า ผลิตภัณฑ์ชา ผสมกลีบดอกจำปีมีปริมาณน้ำอิสระ (Aw) เพิ่มขึ้น และมีค่าความเป็นสีแดง (a) และความเป็นสีเหลือง (b) ลดลงที่ระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (p)

จิรพร สวัสดิการ และ สาวิณี แก้วเกตุ (2558) พัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรฝางเสริมคอลลาเจน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรเครื่องดื่มสมุนไพรฝางเสริมคอลลาเจนโดยทำการทดลองผลิตน้ำสมุนไพรฝางเสริมคอลลาเจนระดับต่างๆ ได้แก่ 0, 1000, 2000, 3000, 4000 และ 5000 มิลลิกรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (250 มิลลิลิตร) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับต่อลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่าน้ำสมุนไพรฝางเสริมคอลลาเจน 1000 มิลลิกรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ได้รับการยอมรับมากที่สุด เมื่อเก็บรักษาน้ำสมุนไพรฝางเสริมคอลลาเจน ที่ 2-5 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน แล้ววัดค่าคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทุกๆ 2 วันพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงที่ 14 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรด-เบสมีค่า 5- 6ค่าสี L* a* b* มีค่าคงที่ในวันที่ 0ถึง 2วันและจะลดลงในวันที่ 4 ถึง 14วันอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ คือ 6 - 7 วัน ที่การเก็บรักษา 2-5 องศาเซลเซียส

พนิดา อากาศวิภาต และคณะ, (2558) ศึกษาการนำกากใบชามาใช้ซ้ำเพื่อผลิตเครื่องดื่มชา เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำชาสูตร B-1, B-2 และ B-3 ผลิตจากกากใบชาใช้ผสมกับใบชาใหม่ร้อยละ 50, 60 และ 70 (น้ำหนักแห้ง) และน้ำชาสูตร C-1, C-2 และ C-3 ผลิตจากการต้มกากใบชาซ้ำนาน 15, 30 และ 45 นาที โดยมีสูตร A ที่ใช้ใบชาใหม่ร้อยละ100 เป็นชุดควบคุม ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำชา พบว่าการใช้กากใบชาร่วมกับปริมาณใบชาใหม่ในสูตร B ทั้ง 3 สูตรมีผลทำให้ค่าสี (L*, a*, b*) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณคาเฟอีน แทนนิน สารประกอบฟีโนลิก และคาเทชินแตกต่างกับสูตร A ยกเว้นค่าความเป็นกรด-เบส คุณภาพทางเคมีกายภาพของน้ำชาสูตร C ทั้ง 3

สูตรมีความแตกต่างจากสูตร A อย่างชัดเจนเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะเจือจางมาก เมื่อนาน้ำชาสูตร B-1, B-2 และ B-3 มาปรุงแต่งรสนมพบว่าคุณภาพทางกายภาพ และเคมีต่ำกว่าชุดควบคุม ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างด้านรสชาติระหว่างชุดควบคุมและสูตรที่ใช้ใบชาใหม่ในปริมาณ 70% (B-3) ได้อย่างชัดเจน จึงสรุปได้ว่าการนำกากใบชากลับมาใช้ซ้ำทั้งหมดหรือร่วมกับใบชาใหม่ในปริมาณร้อยละ 50, 60 หรือ 70 ไม่เหมาะสำหรับพัฒนาเป็นผลิตภัณ

เอกชัย เดชเรืองศรี ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล อัจฉรา จันทร์ฉาย, (2558) ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาใบหม่อนพร้อมดื่มที่มีการเติมไมโครแคปซูลสารสกัดฟลาโวนอยด์ลงไปในชาใบหม่อน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความสนใจผลิตภณัฑ์ร้อยละ 71.26 จากนั้นศึกษาประสิทธิภาพของไมโครแคปซูลสารสกัดฟลาโวนอยด์ พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไมโครแคปซูลที่วัดด้วยวิธี DPPH มีฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระ 18.11 มิลลิโมลโทรลอกซ์ต่อกรัมของไมโครแคปซูล และการวัดด้วยวิธี FRAP พบว่า ไมโครแคปซูล มีฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระ 30.79 มิลลิโมลโทรลอกซ์ต่อกรัมของไมโครแคปซูล มีค่าการละลายที่ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สามารถละลายได้ถึง 97.68% เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาใบหม่อนทั่วไป ชาใบหม่อนที่มีการเติมไมโครแคปซูลสารสกัดจากใบหม่อน กับชาเขียวทั่วไป พบว่าชาใบหม่อนที่มีการเติมไมโครแคปซูลสารสกัดจากใบหม่อนเพิ่มลงไป มีฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด

ธนกิจ ถาหมี และพิไลรัก อินธิปัญญา, (2559) พัฒนาสูตรชาชงใบหม่อนผสมผลหม่อนโดยใช้การทดลองออกแบบส่วนผสมศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ชาชงจากใบหม่อนและผลหม่อน โดยวางแผนการทดลองแบบ mixture design เพื่อศึกษาปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย ได้แก่ ใบหม่อนอบแห้ง 20-60% ผลหม่อนห่ามอบแห้ง 20-60% และผลหม่อนสุก 20-60% พบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดคือ ใบหม่อนอบแห้ง 30% ผลหม่อนห่ามอบแห้ง 24% และผลหม่อนสกุอบแห้ง 46% ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี 0.273 ความชื้น 4.22% เถ้า 5.38% ค่า EC_{50} 287.08 mg/100 ml ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 5.67 mg/g แอนโทไซยานิน 170.49 mg/100ml เคอร์ซิติน 100.60 mg/l, คาเทชิน 406.62 mg/l, แทนนิน 0.327% ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกคุณลักษณะอยู่ในระดับชอบถึงชอบปานกลาง

จารุวรรณ ภูฆัง และขวัญดาว แจ่มแจ้ง, (2559) การผลิตชาต้านอนุมูลอิสระจากรางจืดและใบย่านาง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตชาต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ รางจืดและย่านาง โดยศึกษา ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากพืช ด้วยวิธี DPPH assay แล้วนำไปแปรรูปเป็นชาด้วยกรรมวิธีการผลิตแบบชาฝรั่ง ชาจีน ชาเขียวและชาอู่หลง หลังจากนั้นนำไปศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระทั้งก่อนชงและหลังชง ศึกษาค่าสี และปริมาณ ความชื้น ผลการศึกษาพบว่าก่อนการแปรรูปรางจืดมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ 72.64% เมื่อ แปรรูปแล้ว พบว่าก่อนชงชารางจืดที่ผลิตแบบชาฝรั่ง มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือ 63.05% หลังชงชา รางจืดที่ผลิตแบบชาฝรั่ง มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดคือ 72.21% เมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน BHT พบว่า BHT มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าชาทุกชนิด คือ 92.53 % ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาลดลงทุกชนิดเมื่อ เทียบกับพืชสด ผลการศึกษาค่าสี พบว่า ชาต้านอนุมูลอิสระมีค่าความสว่างสูงและมีแนวโน้มสีไปทางแดงไป

หาเหลือง ผลการศึกษาปริมาณความชื้น พบว่าชาส่วนใหญ่มีความชื้นเกิน 8% ยกเว้นย่านางที่ผลิตแบบชาเขียว

นักรบ นาคประสม, **หยาดฝน ทนงการกิจ**, **เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์**, **มุกริน หนูคง**, (2560) พัฒนาสูตรที่เหมาะสมสำหรับเครื่องดื่มสมุนไพรจากฝางโดยวิธีการออกแบบการทดลองแบบผสมเพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรจากฝาง (250 มิลลิลิตร) โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบผสม ปัจจัยที่ศึกษามี 3 ปัจจัย คือ ฝาง ในปริมาณ 0.25-0.75% (ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร) น้ำตาล 0-5% (ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร) และน้ำผึ้ง 0-10% (ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร) ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 10 สูตร นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับต่อลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ (ความใส) สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม รวมถึงราคาต้นทุน แล้ววัดค่าคุณลักษณะและการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง (30±1°C) และที่อุณหภูมิแช่เย็น (4±1°C) เป็นเวลา 30 วัน ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยทั้ง 3 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าคะแนนความชอบโดยรวมทางประสาทสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากฝางที่ประกอบด้วยฝาง 0.25% น้าตาล 2.5% และน้ำผึ้ง 5%, โดยน้ำหนักต่อปริมาตร (สูตรที่ 5) เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยมีราคาต้นทุนสูตรเท่ากับ 7.89 บาทต่อขวด เมื่อวัดค่าสี L* (ความสว่าง) a* (สีแดง) และ b* (สีเหลือง) มีค่าเท่ากับ 6.34 5.72 และ 9.20 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.86 และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในนำเท่ากับ 6.0 องศาบริกซ์ เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากฝางที่อุณหภูมิห้อง (30±1°C) และที่อุณหภูมิแช่เย็น (4±1°C) เป็นเวลา 30 วัน พบว่าเมื่อเวลาเก็บรักษานานขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีโดยค่าสีและค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่พบความผิดปกติของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และไม่พบความแตกต่างของกลิ่นหรือลักษณะผิดปกติอื่นๆ และมีค่ายับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับร้อยละ 74.39 และ 77.66 ตามลำดับ ผลการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณเชื้อราและยีสต์ มีค่าน้อยกว่า 250 โคโลนี/มิลลิลิตร ที่อายุการเก็บรักษาผ่านไป 30 วัน

เครือมาศ หอมนวล, (2561) พัฒนาเครื่องดื่มผงชงสมุนไพรถั่งเช่า หลินจือ และโพรไบโอติกจากผลการการทดสอบจากสารสกัดสมุนไพรผง 3 ชนิด โดยออกแบบสูตรตามหลัก Mixture design พบว่าสูตรที่ 3 (ประกอบด้วยสารสกัดถั่งเช่า เห็ดหลินจือ หญ้าหวาน และ B. longum) ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุดจากผู้ทดสอบ 50 คน และผลการตรวจผลิตภัณฑ์พบว่าตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสมุนไพร รวมผงสำเร็จรูป มผช.1441/2552 ผลจากการพัฒนาเครื่องดื่มผงชงสมุนไพรเห็ดหลินจือและถั่งเช่าผสม โพรไบโอติก อุตสาหกรรมสามารถนำไปผลิตเพื่อวางจำหน่ายได้จริง โดยใน 1 ซอง บรรจุ 4.05 กรัม สำหรับชงใน ปริมาณ 150 มิลลิลิตร และปริมาณ Stevia ที่ใช้ใน 1 ซอง เป็นไปตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุขใน ปริมาณที่ใช้ได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

วอนสี ลอคำเฮือง กันตภาส กังสุวรรณ และ นิรมล อุตมอ่าง, n.d.) พัฒนาผลิตภัณฑเครื่องดื่มชาเขียวผสมขาวก่ำชนิดชงละลาย พัฒนาผลิตภัณฑชาเขียวผสมขาวก่ำชนิดชงละลาย ทำการทดลองผันแปร อัตราสวนชาเขียวตอขาวก่ำคั่วผง (โดยน้ำหนัก) 50:50, 60:40, 70:30 และ 80:20 แช

ในน้ำรอนอุณหภูมิประมาณ 95 °C เป็เวลา5 นาที แล้วนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดผู้ทดสอบชิม(n=50) ดวยวิฏิ 9 point hedonic scale ไดสูตรที่ผูบริโภคยอมรับคือ 60:40 จากนั้นศึกษากรรมวิธีการทำแหงแบบพนฝอย โดยศึกษาสารที่ชวยเพิ่มปริมาณของแข็ง ไดแก มอลโตเดกซตริน (รอยละ 2-6) และ ไซโคลเดกซทริน (รอยละ 1-3) วางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD) พบวาสูตรที่เหมาะสมคือ ใชปริมาณมอลโตเดกตรินรอยละ 4 และไซโคเดทตรินรอยละ 3 ซึ่งคุณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ ไดแก ปริมาณผลผลิตรอยละ 4.96 คาวอเตอรแอคติวิตี้ (aw) 0.44 และความชื้นรอยละ 7.0 ผบูริโภครอยละ 90 ใหการยอมรับและร่อยละ 84 เต็มใจซื้อผลิตภัณฑนี้

วรินธร พูลศรี ภูรินทร์ อัครกุลธร และ กรรณพต แก้วสอน (2560) การศึกษาวิธีการอบแห้งในการทำ ชาจากดอกกุหลาบ การศึกษาวิธีการอบแห้งในการทำชาจากดอกกุหลาบ โดยใช้กุหลาบสีขาวและสีแดง โดยนำส่วนที่เป็นกลีบและดอกมาทำเป็นชาด้วยการทำให้แห้งโดยใช้กรรมวิธีการอบด้วยตู้อบลมร้อนเปรียบเทียบกับตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ จากผลการทดลองพบว่ากลีบดอกกุหลาบที่ใช้กรรมวิธีการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนใช้อุณหภูมิที่ 70, 80 และ 90°C มีความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ 19.79 - 22.96 %db ส่วนดอกกุหลาบทั้งดอกทำแห้งด้วย ตู้อบ ลม ร้อนใช้อุณหภูมิที่ 80, 90 แล ะ 100°C มีความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ 19.95 - 28.35 %db ในขณะที่การทำแห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ใช้เวลา 8 ชั่วโมงต่อ วัน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 43°C มีความชื้น สุดท้ายของกลีบดอกกุหลาบอยู่ที่ 22.97 - 26.90 %db และดอกกุหลาบทั้งดอกอยู่ที่ 25.99 - 27.57 %db ทุก กรรมวิธีมีค่า Water activity (aw)อยู่ที่ช่วงระหว่าง 0.3 – 0.5 อัตราการทำแห้งของกลีบดอกกุหลาบด้วยตู้อบลมร้อยอยู่ที่ประมาณ 31 g/hr ส่วนตู้อบพลังงาน แสงอาทิตย์มีอัตราการทำแห้งของกลีบดอกกุหลาบอยู่ที่ ประมาณ 5 g/hr ในขณะที่อัตราการทำแห้งของดอกกุหลาบด้วยตู้อบลมร้อนอยู่ที่ประมาณ 7 g/hr และการทำแห้งดอกกุหลาบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ที่ ประมาณ 0.5 g/hr อย่างไรก็ตามพบว่าชาที่ได้จากทุกกรรมวิธีมีคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคไม่แตกต่างกันทางสถิติ

วชิระ จิระรัตนรังษี และ ปิยะพร บุตรพรหม, (2560) ศึกษาผลของกระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกปริมาณแอนโธไซยานินความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและการยอมรับจากผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวก่ำข้าวก่ำหรือข้าวเหนียวดำ(Oryza sativa L.) โดยมุ่งเน้นผลของกระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากใบข้าวก่ำโดยศึกษาถึงความชื้น สี ผลของปริมาณแอนโทไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และการยอมรับของผู้บริโภค พบว่ากระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณความชื้นของใบชาข้าวก่ำ โดยความชื้นต่ำสุดของใบชาข้าวก่ำพบในกระบวนการคั่วที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส 5 นาที (ปริมาณความชื้นร้อยละ กระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันมีผลต่อสีของทั้งใบชาข้าวก่ำและน้ำชาใบข้าวก่ำกระบวนการแปรรปูโดยการอบและการคั่ว ไม่มีความแตกต่างอยา่งมีนัยสำคัญต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกปริมาณแอนโธไซยานินในใบชาข้าวที่ผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบทั้งสองสภาวะ ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.34 และ 1.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งปริมาณแอนโธยานินที่พบนี้มีปริมาณสูงกว่าปริมาณของแอนโธไซยานินในใบชาข้าวที่ผ่านการคั่วที่ 175 และ 250 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (ปริมาณแอนโธไซยานินเท่ากับ 0.52 และ 0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อ

อุณหภูมิในการแปรรูปเพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) ผู้ทดสอบชิมชอบน้ำชาจากใบชาข้าวก่ำที่ผ่านการแปรรูปโดยการคั่ว ทั้งสองสภาวะมากกว่าการแปรรูปโดยการอบทั้งสองสภาวะ

ชานุพงศ์ ตั้งสมบัติสันติ, (2017) การพัฒนาสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผสมจากสมุนไพรจีนพร้อมดื่มสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วมสมุนไพรจีน 3 ชนิดจากโครงการในพระราชดำริ อำเภอสังคม จังหวัดหนองคาย ได้แก่ เกาลัด พุทรา จีน และแป๊ะก๊วย ถูกเลือกมาใช้ร่วมกับผลไม้แห้ง (4 ปัจจัย) และแต่ละชนิดประกอบด้วย 2 ส่วน (2 ระดับ) เกาลัด (เปลือกและเนื้อเมล็ด) พุทราจีน (เนื้อและเมล็ด) แป๊ะก๊วย (ใบและเนื้อเมล็ด) และผลไม้แห้ง (มะตูมและลำไย) ส่วนประกอบของแต่ละสมุนไพรถูกนำมาเตรียมเป็นน้ำชาสมุนไพรผสมร่วมกัน (24 แฟคทอเรียล: 16 ตัวอย่างองค์ประกอบร่วม) โดยใช้สูตรมาตรฐาน (เครื่องดื่มชาสมุนไพรผสมในตลาดที่ได้รับความนิยมมากที่สุด) แต่ละตัวอย่างถูกชิมและให้คะแนนความชอบในสเกลความชอบ 9 ระดับคะแนน โดยรวมโดยใช้อาสาสมัคร (N=48) ค่าคะแนนความชอบทั้งหมดถูกนำมาวิเคราะห์สมการถดถอยพหุเชิงเส้นตรง ผลของสมการถดถอยถูกใช้คำนวณหาค่าการใช้ประโยชน์ของแต่ละตัวอย่าง สูตรที่มีค่าการใช้ประโยชน์สูงสุดคือสูตรที่ เหมาะสมได้แก่ สูตรที่มีการใช้น้ำชาเปลือกเกาลัด เนื้อพุทราจีน ใบแป๊ะก๊วย และมะตูมแห้ง (อัตราส่วน1:1:1:1; ค่าการใช้ประโยชน์เท่ากับ 93.75) จากนั้น สูตรการผสมนี้ถูกนำไปเปรียบเทียบค่าคะแนนการยอมรับ ในประเด็นต่างๆกับเครื่องดื่มสมุนไพรพร้อมดื่มในตลาด 5 ชนิด ประกอบด้วยเครื่องดื่มสมุนไพรจีนผสม 2 ชนิด เครื่องดื่มน้ำอัญชันและเครื่องดื่มน้ำตะไคร้ และเครื่องดื่มรากบัวผสมพุทราจีน ผลพบว่า สูตรการผสมนี้มีค่าคะแนนความชอบในเรื่องของสี กลิ่น และรสชาติต่ำกว่าเครื่องดื่มสมุนไพรจีนผสมในตลาด ดังนั้น หากต้องการปรับปรุงและพัฒนาสูตรการผสมนี้ต่อไป ควรเพิ่มความเข้มของสี กลิ่น และรสชาติให้มากขึ้น

วิโรจน์ แก้วเรือง, **สุรพจน์ วงศ์ใหญ่**, **สถาพร วงศ์เจริญวนกิจ**, **รัตติยา สำราญสกุล**, n.d.) วิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในชาหม่อน หม่อน (Morus spp.) ได้ถูกนำมาเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการ และคุณสมบัติทางเภสัชวิทยา โดยเฉพาะสารที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน เช่น กลุ่มฟลาโวนอยด์และโพลีฟีนอลโดยรวม ดังนั้น หม่อนจึงมีแนวโน้มในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและยาในอนาคต จึงได้วิเคราะห์ ชนิด ปริมาณ และคุณภาพของสารออกฤทธิ์ในใบหม่อนและชาหม่อน โดยพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารฟลาโวนอยด์ในใบหม่อนด้วยวิธี Reversed-phase HPLC ผ่านคอลัมน์ Inertsil ODS-3 พบปริมาณสารฟลาโวนอยด์ที่สาคัญ 2 ชนิด คือ เควอซิติน และเคมเฟอรอล และวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้มีความถูกต้องและแม่นยำสูงการวิเคราะห์ปริมาณเควอซิตินเคมเฟอรอลและโพลีฟีนอล โดยรวมและฤทธิ์การต้านออกซิเดชันโดยรวมของใบหม่อนอบแห้งซึ่งปลูกที่ศูนย์วิจัยหม่อนไหมนครราชสีมา ศูนย์วิจัยหม่อนไหมอุดรธานี สถานีทดลองหม่อนไหมตาก และศูนย์วิจัยหม่อนไหมแพร่ ในส่วนยอด ใบอ่อน และใบแก่ ของพันธุ์นครราชสีมา 60 บุรีรัมย์ 60 คุณไพ และน้อย พบว่า สถานที่ปลูก ลำดับใบ และพันธุ์ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมกันทำให้ปริมาณสารออกฤทธิ์ เควอซิติน เคมเฟอรอล และโพลีฟีนอลโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ใบหม่อนซึ่งปลูกที่ศูนย์วิจัยหม่อนไหมอุดรธานี ส่วนยอดของพันธุ์นครราชสีมา 60 มีปริมาณเควอซิติน และเคมฟอรอลสูงสุด (2,069.8 และ 869.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) โดยแสดงค่าเป็น gallic acid equivalent) ในชาหม่อน 5 ชนิด พบว่าชาเขียวใบหม่อนที่ผลิตแบบอุตสาหกรรมโรงงาน หรือแบบครัวเรือน (นึ่ง) มีปริมาณเควอซิติน เคมเฟอรอล และโพลีฟีนอลโดยรวมสูงสุด การใช้น้าร้อนชงชาพบว่าที่เวลา 6 และ 60 นาที

ปริมาณเควอซิติน และเคมเฟอรอลในน้าชาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณ โพลีฟีนอลโดยรวมในน้าชาที่เวลา 6, 12, 30 และ 60 นาที ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ฤทธิ์การต้านออกซิเดชันโดยรวมของน้ำชาเขียวใบหม่อนซึ่งผลิตแบบอุตสาหกรรมโรงงานหรือแบบครัวเรือน (นึ่ง) ที่ชงด้วยน้ำร้อนมีค่าสูงที่สุด เมื่อเทียบกับชาชนิดเดียวกันที่ไม่ได้ชงด้วยน้ำร้อน ก่อนที่จะนามาผ่านขั้นตอนการสกัดด้วยวิธีการเดียวกัน และสูงกว่าส่วนยอด ใบอ่อน และใบแก่ของใบหม่อนแห้งพันธุ์เดียวกัน ผลการวิจัยนี้ยืนยัน ได้ว่า ใบหม่อน ชาใบหม่อน และน้าชาใบหม่อนเป็นแหล่งที่ดีของเควอซิติน เคมเฟอรอล และโพลีฟีนอลโดยรวม ซึ่งมีบทบาทในการต้านออกซิเดชัน เป็นผลดีต่อสุขภาพของมนุษย์ในการป้องกันโรคเรื้อรังต่างๆ

ยุพยง บรรจบพุดซา และ จรัสพล รินทระ ศึกษาประสิทธิภาพของชาใบหม่อนต่อระดับไขมันในเลือด ใน ผู้ที่มีระดับไขมันในเลือดสูง ภาวะไขมันในเลือดสูงมีความสัมพันธ์กับโรคหัวใจขาดเลือด การลดระดับไขมันในเลือดช่วยลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าชาใบหม่อนอาจช่วยลดระดับไขมันคอเลสเตอรอลในเลือดแต่ยังต้องการการศึกษาเพิ่มเติม1 ในใบหม่อนมีสารเควอซิติน(Quercetin)และเคมเฟอรอล (Kaempferol) ซึ่งเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยส์ (Flavonoids) ที่มีคุณสมบัติดังนี้ป้องกันการดูดซึมของ น้ำตาลในลำไส้เล็กทำให้กระแสเลือดหมุนเวียนดี และหลอดเลือดแข็งแรง ยับยั้งการเกิดสารก่อมะเร็ง เม็ดเลือด มะเร็งเต้านม และมะเร็งลำไส้ใหญ่ลดอาการแพ้ต่างๆ และยืดอายุเม็ดเลือดขาวสาร quercetin และ isoquercetin สามารถแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชั่น LDL และมีไฟ โตสเตอรอล ซึ่งช่วยลดการดูดซึมคอเลสเตอรอล

รวินิภา ศรีมูล พิริยาภรณ์ อันอาตม์งาม และ วิทยา คณาวงษ (2561) ศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสและแอลฟาอะไมเลส ของสารสกัดจากใบชาขลูในหลอดทดลอง โดยประเมินประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสและแอลฟาอะไมเลสของสารสกัดจากใบชาขลู่ (*Pluchea indica* (L.) Less.) ในหลอดทดลองด้วยวิธีคัลเลอริเมตรีเทียบกับสารมาตรฐานอะคาร์โบส พบว่า สารสกัด จากใบชาขลู่มีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทั้งสองได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (IC_{50} = 2.96±0.46 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

จิราภัทร โอทอง จิราภรณ์ ทองตัน และ ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ, n.d.) พัฒนาชาสมุนไพรย่านาง และสมบัติด้านเคมีกายภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เพื่อพัฒนาชาสมุนไพรย่านางและศึกษาสมบัติด้านเคมีกายภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาย่านางล้วน ชาย่านางผสมดอกเก๊กฮวยและชาย่านางผสม ใบเตยในสัดส่วน 7:1 พบว่าชาย่านางที่พัฒนามีปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน aw อยู่ที่ 0.40-0.50 และ pH มีค่า 5.32-5.67 ค่า a* ของชาย่านางผสมใบเตยมีค่าเป็นสีเขียวมากกว่าชนิดอื่น ค่าสีของน้ำชา (L*,a*,b*) นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ส่วนฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วย วิธี Ferric Reducing Ability Power (FRAP), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำชาย่านางทั้ง 3 สูตรแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) โดยอยู่ในช่วง 2.30-3.11,6.34-6.60 mg TE/100 mL และ 0.72-1.39 mg GAE/100 mL ตามลำดับ เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำชาทั้ง 3 สูตร พบว่ามี คะแนนความชอบด้านสีแตกต่างกัน ส่วนคะแนนความชอบด้านอื่นๆไม่มีความแตกต่างกันซึ่งอยู่ในระดับชอบ เล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

ชัญญรินทร์ สมพร ชินานาตย์ ไกรนารถ และเจนจิราพร โทบุตร, (2018) ศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของชาเขียวจากต้นอ่อนข้าว เพื่อศึกษาพันธุ์ข้าว 3 สายพันธุ์ (ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ข้าวเหนียวฎ่าใหญ่และข้าวหอมนิล) ร่วมกับ กรรมวิธีในการผลิตชาเขียวจากต้นอ่อนข้าว(ใบสดและใบแห้งซึ่งอบแห้งที่อุณหภูมิ65องศาเซลเซียส) ที่มีต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระและการยอมรับของผู้บริโภคผลการศึกษาพบว่าพันธุ์ข้าวและกรรมวิธีการผลิตชามีผลต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยส่าคัญยิ่งทางสถิติโดยปริมาณสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ในชาใบข้าวพันธุ์เหนียวฎ่าใหญ่ที่ผ่านการอบแห้ง มีค่าสูงสุด คือ 86.49 mg/100 g dry weight ส่าหรับปริมาณสารฟีนอลิคทั้งหมด (Total phenolic contents) พบว่า ชาใบข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการอบแห้งมีค่าสูงสุด คือ 151.03 mg gallic acid equivalents/100 g dry weight อย่างไรก็ตามกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของชาใบข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 แบบใบสดมีค่าสูงสุดคือร้อยละ 86 นอกจากนี้แล้ว การวิเคราะห์การยอมรับทางประสาทสัมผัสของชาพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจต่อทุกผลิตภัณฑ์ในระดับดี

สรุปหลักการคัดเลือกพืช ผักหรือพืชสมุนไพรจากท้องถิ่น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปประเด็นสำคัญในการคัดเลือกพืชเพื่อพัฒนาไปเป็นเครื่องดื่มชาสมุนไพรดังนี้

1. คัดเลือกจากพืช ผักหรือพืชสมุนไพรจากท้องถิ่น ซึ่งเป็นพืชที่คนในชุมชนมีการนำมาใช้ในรูปแบบลักษณะต่างๆ ได้แก่เป็นพืช ผักที่นำมาใช้ประกอบอาหารในปัจจุบัน หรือก่อนหน้านี้ผู้คนในสมัยก่อนนำมาใช้การประกอบอาหาร ซึ่งอาจจะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบหลักในอาหารโดยตรง หรือนำมาเป็นเครื่องเคียง เครื่องเทศ หรือประดับตกแต่งอาหารให้ความสวยงามน่ารับประทาน

2. คัดเลือกจากพืชที่มีการใช้ประโยชน์ทางยาสมุนไพรพื้นบ้าน ยาแผนโบราณ ทั้งยาสมุนไพรภายนอกและภายใน ยาสมุนไพรภายนอก ดังเช่น ยาแก้อักเสบ แก้ฟกช้ำ แก้แมลงกัดต่อย โรคผิวหนังหิดและขี้เรื้อน และยาสมุนไพรภายในเช่น แก้ไข้ ยาบำรุงเลือด บำรุงหัวใจ ยาขับปัสสาวะ ลดความดันเป็นต้น

3. คัดเลือกจากพืชที่มีสมบัติดังนี้

3.1 พืชที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระมีประโยชน์ต่อระบบต่างๆ ของร่างกายเช่น สุขภาพดังเช่น ระบบประสาท ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบตับ การเผาผลาญและเบาหวาน ระบบทางเดินอาหาร ระบบกล้ามเนื้อ ระบบสายตา ระบบสืบพันธุ์

วิธีการหารปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ใช้วิธีการต่างๆ เช่น Folin-Ciocalteu’s reagent และ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging

3.2 พืชที่มีปริมาณเซลลูโลสที่พอเหมาะ

4. ปริมาณของพืช ผักหรือพืชสมุนไพรจากท้องถิ่น ควรมีปริมาณมากพอเพื่อรองรับการขยายตลาดในอนาคต

ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้คนในท้องถิ่นและคนภายนอกมีความมั่นใจในความปลอดภัยเมื่อรับประทานดื่มกินเครื่องดื่มชาสมุนไพร และ ได้เครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชในท้องถิ่น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการทดลอง

โครงการวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์จากพืชในท้องถิ่นสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร: กรณีศึกษาพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อความมั่นคงด้านอาหารอย่างยั่งยืน มีวิธีการศึกษาดังนี้

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี
3.2 ข้อมูลพื้นฐานของขลู่
3.3 การศึกษาสมบัติของพืชตัวอย่าง
3.4 การพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
3.6 ระยะเวลาทำการวิจัย
3.7 สถานที่ทำการทดลอง

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์

1. เครื่องบดไฟฟ้า (Blender)
2. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
3. ตู้อบ
4. เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator)
5. เครื่องทำแสง UV
6. เตาไฟฟ้า
7. ชุดคอลัมน์โครมาโทกราฟี (Column chromatography)
8. ชุด TLC
9. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
10. อัลตราไวโอเลต วิสเบิล สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible Spectrophotometer)
11. เครื่องวัดความชื้น (IR Sartorius Model รุ่น MA150C)
12. เครื่องวัดค่า พีเอช (pH-paper)
13. ตู้อบ (Hot air oven)
14. เตาเผา (Furnace)

3.1.2 สารเคมี

1. เฮกเซน (Hexane)
2. เอทานอล (Ethanol)
3. เมทานอล Methanol)
4. เอทิลอะซีเตต (Ethylacetate)
5. ไดคลอโรมีเทน (Dichlorometane)
6.. อะซีโตน (Acetone)
7. ซิลิกาเจล
8. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical)
9. BHT (2, 6 – ditertiary –butyl-4-methyl phenol)
10. BHA (Butylated hydroxyanisole)
11. โซเดียมซัลเฟต (Na2SO4 anhydous)
12. กรดแทนนิค (Tannic acid)
13. กรดแกลลิค (Gallic acid)
14. โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate)
15. สารละลายฟอร์ลิน (Folin ciocalteu reagent)
16. กลุ่มสารทดสอบพฤกษเคมี
17. กลุ่มสารทดสอบคุณค่าทางโภชนาการ

3.2 ข้อมูลพื้นฐานของขลู่

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pluchea indica* (L.) Less. ชื่อวงศ์ ASTERACEAE

ชื่ออื่น ขี้ป้าน (แม่ฮ่องสอน), หนาดวัว หนาดงัว หนวดงั่ว หนวดงิ้ว (อุดรธานี), ขลู่ (ภาคกลาง), เพี้ยฟาน (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ), ขลู คลู (ภาคใต้), หลวนซี (จีนกลาง), หล่วงไซแต้จิ๋ว) เป็นต้น

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น: จัดเป็นพรรณไม้พุ่มขนาดเล็ก ขึ้นเป็นกอ ๆ แตกกิ่งก้านสาขามาก ลำต้นความสูงประมาณ 0.5-2 เมตร ลำต้นกลม เปลือกต้นเรียบเป็นสีน้ำตาลแดงหรือเขียว ที่ลำต้นและกิ่งก้านมีขนละเอียดขึ้นปกคลุม โดยเป็นพรรณไม้ที่ชอบชอบดินเค็มมีน้ำขังตามหนองน้ำ มักขึ้นตามที่ลุ่มชื้นแฉะ ตามริมห้วยหนอง หรือตามหาดทราย ด้านหลังป่าชายเลน ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เมล็ด และวิธีการปักชำ ด้วยการตัดลำต้นชำลงดิน แล้วรดน้ำให้ชุ่ม สามารถปลูกขึ้นได้ง่ายและไม่ต้องการการดูแลรักษาแต่อย่าง

ใบ: ใบเป็นใบเดี่ยวออกตรงข้ามกัน ใบมีขนาดเล็กและมีกลิ่นฉุน ลักษณะของใบเป็นรูปไข่กลับหรือรูปรี ปลายใบแหลมหรือแหลมมีติ่งสั้น ๆ ปลายใบมีขนาดใหญ่กว่าโคนใบ โคนใบสอบ ส่วนขอบใบจักเป็นซี่ฟันและแหลม โดยรอบมีขนขาว ๆ ขึ้นปกคุลม ใบมีความกว้างประมาณ 1.5-5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 2.5-9 เซนติเมตร เนื้อใบมีลักษณะบางคล้ายกระดาษ ใบค่อนข้างแข็งและเปราะ หลังใบและท้องใบเรียบเป็นมัน ค่อนข้างเกลี้ยง และไม่มีก้านใบหรือมีก้านใบสั้น

ดอก: ออกดอกเป็นช่อฝอยสีขาวนวลหรือสีม่วง โดยจะออกตามปลายยอดหรือตามง่ามใบ ดอกมีลักษณะกลม หลายช่อ ๆ มารวมกัน ดอกมีลักษณะเป็นฝอยสีขาวนวลหรือสีขาวอมม่วง กลีบของดอกแบ่งออกเป็นวงนอกและวงใน โดยกลีบดอกวงนอกจะสั้นกว่ากลีบดอกวงใน ดอกวงนอกกลีบดอกจะยาวประมาณ 3-3.5 มิลลิเมตร ส่วนดอกวงในกลีบดอกวงจะมีลักษณะเป็นรูปท่อยาวประมาณ 4-6 มิลลิเมตร ปลายจักเป็นซี่ฟันประมาณ 5-6 ซี่ ภายในมีทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมียสีขาวอมสีม่วงขนาดเล็กอยู่เป็นจำนวนมาก ปลายกลีบดอกหยักเป็นซี่ฟัน 5-6 หยัก ส่วนอับเรณูตรงโคนจะมีลักษณะเป็นรูปหัวลูกสรสั้น ๆ และท่อเกสรเพศเมียจะมีแฉก 2 แฉกสั้น ๆ ก้านช่อดอกมีความยาวประมาณ 5-6 มิลลิเมตร ส่วนดอกย่อยไม่มีก้านดอก ส่วนริ้วประดับมีลักษณะแข็งและเป็นสีเขียว เรียงกันประมาณ 6-7 วง วงด้านนอกนั้นจะมีลักษณะเป็นรูปไข่ ส่วนวงด้านในจะมีลักษณะคล้ายรูปหอกแคบและตรงปลายจะแหลม

ผล: ผลเป็นผลแห้งไม่แตก ผลมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกขนาดเล็ก ยาวประมาณ 0.7 มิลลิเมตร ผลมีสันหรือเหลี่ยม10 สัน มีรยางค์ไม่มาก สีขาว ยาวประมาณ 4 มิลลิเมตร แผ่กว้าง ส่วนเมล็ดขลู่จะมีลักษณะเป็นฝอยเล็ก ๆ เมื่อแก่จะปลิวไปตามลม

รูปที่ 3.1 สภาพพื้นที่ ตำบลแพรกหนามแดง อ. อัมพวา จ. สมุทรสงคราม

รูปที่ 3.2 ลักษณะทั่วไปของต้นขลู่

รูปที่ 3.3 ลักษณะดอกอ่อนของขลู่

รูปที่ 3.4 ลักษณะดอกแก่ของขลู่

รูปที่ 3.5 ลักษณะใบอ่อนของขลู่

3.3 การศึกษาสมบัติของพืชตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดงอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม

3.3.1 การสกัดสารจากพืชตัวอย่าง

การสกัดใช้เทคนิคการสกัดแบบ Sequential Extraction โดยการหมัก(Maceration) ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์จากตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำไปยังมีขั้วสูงคือ เฮกเซน เอทิลอะซิเตต และเมทานอล ตามลำดับ ดังนี้

1. นำส่วนของพืชตัวอย่าง ที่บดละเอียดมาชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน 1.0 Kg แล้วนำมาแช่ด้วยตัวทำละลายคือเฮกเซน ในภาชนะปิด ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

2. นำของผสมมากรองแยกสารสกัดและกากออกจากกัน โดยส่วนที่เป็นสารสกัดนำไประเหยแยกตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนที่อุณหภูมิ 40 °C จะได้สารสกัดหยาบของชั้นเฮกเซน

3. ส่วนที่เป็นกากนำไปผึ่งลมให้แห้ง แล้วนำมาแช่ด้วยตัวทำละลายที่มีขั้วสูงขึ้นคือเอทิลอะซิเตตและเมทานอล ตามลำดับ และทำการสกัดสารโดยใช้วิธีเดียวกันกับตัวทำละลายเฮกเซน

3.3.2 การทดสอบองค์ประกอบทางพฤกษเคมี

1. Alkaloids สารสกัด (ประมาณ 0.5 กรัม) ละลายใน 5% HCl 20 ml อุ่น 15 นาทีกรอง ทดสอบกับ Dragendorff's test, Marme's test, Mayer's test, Wanger's test, และ Kruat' s test สังเกตสีและตะกอนที่เกิดขึ้น

2. Tannins phenolic compounds สารสกัด (ประมาณ 0.5 กรัม) ละลายในน้ำ 20 ml อุ่น 15 นาที กรอง ถ้าขุ่นหยด 4-5 หยด 10% NaCl กรอง นำมาทดสอบกับ gelatin solution, gelatin salt solution, 1% $FeCl_3$, Br2 water, Vanilin, 40% Formalin / HCl, และ Lime water

3. Triterpenes และ **Steroids** สารสกัดเมทานอล (ประมาณ 0.5 กรัม) ละลายด้วย $CHCl_3$ 1-2 ml นำมาทดสอบวิธี Liebermann Burchard test โดย หยด Acetic anhydride 3 หยด จากนั้นค่อยๆ หยด conc. H_2SO_4 1 หยด ลงในหลอดทดลอง สังเกตวงแหวนที่เกิดขึ้นและเขย่าดูสีที่เกิดขึ้น

4. Flavonoids สารสกัด (ประมาณ 0.5 กรัม) ละลายใน Petoleum ether 4 ml กรอง แล้วเอา residue ละลายใน 80 % ethanol 8 ml นำมาทดสอบ Cyadinin test โดยนำลวด Mg มาใส่ ในหลอดทดลอง 3-4 ชิ้น แล้วค่อยหยด conc. HCl 3 หยด สังเกตฟองที่เกิด ทิ้งไว้ให้ละลายจนหมด จากนั้น เติมน้ำ 1 ml และ Octyl alcohol 1 ml สังเกตสีในชั้นของ Octyl alcohol

5. Antraquinones สารสกัด (ประมาณ 0.5 กรัม) ละลายใน 0.5 M KOH 10 ml แล้วเติม 3% H_2O_2 1ml ต้มบนหม้ออังไอน้ำ 10 นาที กรอง ทิ้งให้เย็น หยด CH_3COOH จนเป็นกรด สกัด ด้วย C_6H_6 10 ml นำมาทดสอบ Modified Borntragers test โดยนำชั้นของ C6H6 ไปหยด NH_3 T.S. ตั้งทิ้งไว้

6. Cardiac glycosides สารสกัด (ประมาณ 0.5 กรัม) ละลายใน 10% Lead acetate 10 ml อุ่น 15 นาที ทิ้งให้เย็น กรอง สกัดด้วย $CHCl_3$ 5ml 3 ครั้ง นำมาทดสอบวิธี Liebermann burchard test โดย หยด Acetic anhydride 3 หยด จากนั้นค่อยๆ หยด conc. H_2SO_4 1-2 หยด ลงในหลอดทดลอง สังเกตสีที่เกิดขึ้นและเขย่าดูสีที่เกิดขึ้น

3.3.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

1. การทดสอบด้วย DPPH radical scavenging

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน โดยการนำสารสกัดมาทดสอบความสามารถในการลดปริมาณสาร 1,1-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ตามวิธีของ Brand-Williams และคณะ(1995) (อ้างจาก นันทนา อรุณฤกษ์) มีวิธีการทดสอบดังนี้ นำสารละลายตัวอย่าง 100 ml ผสมกับ DPPH solution (4.5 mg DPPH in 100 ml absolute methanol) ปริมาตร 2.9 ml และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30°C นาน 30 นาที หลังจากนั้นนำมาวัดค่าความสามารถในการดูดกลืนแสงของสาร DPPH ที่เหลือ ที่ความยาวคลื่น 517 nm โดยรายงานเป็นค่า EC_{50} ซึ่งหมายถึง ปริมาณสารทดสอบที่ใช้ในการลดค่าความสามารถในการดูดกลืนแสงของสาร $DPPH_{เริ่มต้น}$ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ butylated hydroxytoluene (BHT) เป็น positive control สารตัวอย่างและ BHT ละลายใน DMSO โดยทำการทดสอบ 3 ซ้ำ

2. การตรวจหาปริมาณสารประกอบฟีนอล

การตรวจหาปริมาณสารประกอบฟีนอล โดยการใช้ Folin-Ciocalteu's reagent ตามวิธีของ Javanmardi และคณะ (2003) (อ้างจาก นันทนา อรุณฤกษ์) มีวิธีการทดสอบดังนี้นำสารสกัดที่มีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร (3 ซ้ำ) ผสมกับ Folin-Ciocalteu's reagent ที่เจือจาง 10 เท่า ปริมาตร 2.5 ml และสารละลาย Na_2CO_3 (7.5%, w/v) ปริมาตร 2 ml ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที วัดค่าความสามารถในการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ปริมาณสารประกอบฟีนอล รายงานเป็น มิลลิกรัมที่เทียบเท่ากับกรดแกลลิคต่อน้ำหนักแห้งของสารสกัดหยาบ 1 กรัม

3.3.4 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ วิธี A.O.A.C. 2010 (ปรับปรุงจาก ยุทธนา สุดเจริญ, 2553)

1. การหาปริมาณของน้ำในตัวอย่างของพืชท้องถิ่น

การหาปริมาณของน้ำ (Proximal analysis of water content) โดยนำตัวอย่างพืชอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง คำนวณเปอร์เซ็นต์ จากน้ำหนักทั้งหมดและด้วยน้ำหนักแห้ง

2. การหาปริมาณของโปรตีนของพืชท้องถิ่น

การหาปริมาณของโปรตีน (Crude protein determination) โดยวิธี Kjeldahl method ดังนี้ การย่อยพืชตัวอย่าง นำตัวอย่างพืชที่แห้งจำนวน 0.5 g ย่อยด้วย conc.H_2SO_4 เติม copper sulfate จำนวน 3 g ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา การย่อยใช้เวลาหนึ่งชั่วโมง สังเกตจากสีของของผสม (mixture) เปลี่ยนเป็นสีเขียวใส ปล่อยให้เย็นหลังจากนั้นเติม 40% NaOH จำนวน 50 ml แล้วนำไปกลั่น ทำการกลั่นเป็นเวลา 3 นาที ส่วนที่กลั่นได้อยู่ใน flask ที่มี 2 % Boric acid solution ซึ่งใช้ methylene blue และ methyl red เป็น indicators จำนวน 60 ml จากนั้น titrate ด้วย 0.1 N H_2SO_4 solution เมื่อถึงจุดสิ้นสุด สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู คำนวณปริมาณโปรตีนและแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์

3. การหาปริมาณของไขมันของพืชท้องถิ่น

การหาปริมาณของไขมัน (Crude fat determination) นำตัวอย่างแห้งจำนวน 1g ด้วย สกัดด้วย petroleum ether จำนวน 30 ml ใน Soxhlet extractor เป็นเวลา3-4 ชั่วโมง จากนั้นนำไประเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Vacuum rotary evaporator ชั่งส่วนที่เหลือคำนวณ และแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์

4. การหาปริมาณของเถ้ารวมของพืชท้องถิ่น

การหาปริมาณของเถ้ารวม (Total ash content) ทำการเผาตัวอย่างแห้ง จำนวน 1 g ด้วย muffle furnace ที่อุณหภูมิ 560 - 600°C จนได้เถ้า จากนั้นนำมาชั่งและแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์

5. การหาปริมาณของคาร์โบไฮเดรตของพืชท้องถิ่น

การหาปริมาณของคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate determination) คำนวณจากผลต่างของน้ำหนักสดกับ ผลรวมของปริมาณน้ำ ปริมาณโปรตีน ปริมาณไฟเบอร์รวม และปริมาณเถ้ารวม

6. การวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยหยาบ (เซลลูโลส)

การวิเคราะห์หาปริมาณเซลลูโลส และลิกนิน เป็นการวิเคราะห์โดยการย่อยองค์ประกอบอื่นที่ละลายได้ในกรดและด่าง ด้วยกรดเจือจางและด่างเจือจาง ได้ส่วนที่เหลือที่เป็นกากจากการย่อยที่ไม่ละลายในกรดและด่างเจือจาง ประมาณ 97% จะกระกอบด้วยเซลลูโลสและลิกนิน และอีกเล็กน้อยเป็นแร่ธาตุอื่นๆ ในสารเยื่อใยทั้งหมดจะมีเซลลูโลสประมาณ 60 - 80% มีลิกนิน 4 - 6%

วิธีการทดสอบ

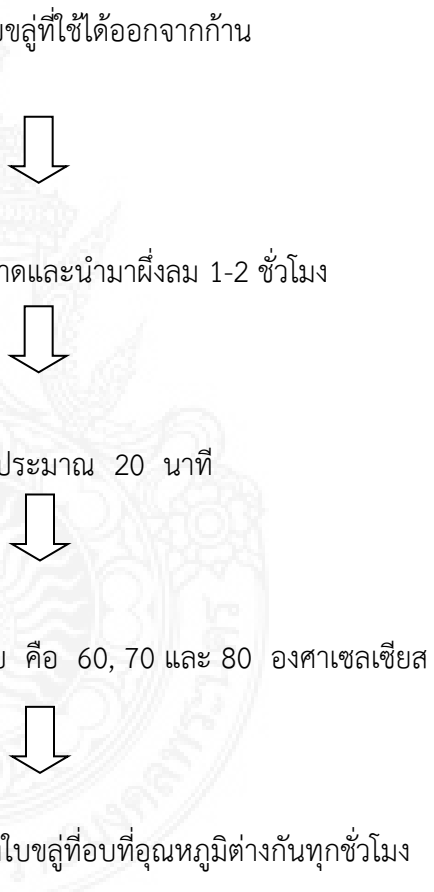
1. ใส่ตัวอย่างประมาณ 20 g ใส่ในบีกเกอร์ เติม 0.255 N กรดซัลฟูริก 200 ml.
2. ให้ความร้อนนานประมาณ 30 นาที ปิดฝา (ขณะต้มพยายามรักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมน้ำร้อนให้เท่าเดิม และเขย่าเป็นครั้งคราว)
3. ทำให้เย็นใน 1 นาที จากนั้นกรองด้วย Buchner funnel ล้างด้วยน้ำร้อนจนกรดหมด วัดค่า pH
4. ใส่บีกเกอร์ เติม 0.313N โซเดียมไฮดรอกไซด์ 200 ml. และทำการย่อยเหมือนข้อ 2
5. ทำให้เย็นใน 1 นาที กรองด้วย Buchner funnel ผ่านผ้ากรอง ล้างด้วยน้ำร้อนจนด่างหมด ทดสอบค่า pH
6. ล้างด้วย Alcohol 10 ml. 2 ครั้ง และล้างด้วย Ether 10 ml. 3 ครั้ง (ทำในตู้ดูดควัน)
7. นำกากถ่ายใส่กระดาษกรองที่ชั่งน้ำหนักแล้ว วางบนจานแก้ว แล้วนำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่
8. นำไปเผาที่ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่
9. คำนวณหาเปอร์เซนต์ของเส้นใยหยาบ

http://foodchemitry.blogspot.com/2016/10/blog-post_23.html

3.4 การพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร

3.4.1 ศึกษาระยะเวลาการอบแห้งใบขลู่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design, CRD) โดยการศึกษาอุณหภูมิอบแห้ง 3 ระดับ คือ 60 , 70 และ 80 องศาเซลเซียส โดยทำการวัดปริมาณความชื้นทุก ๆ ชั่วโมง ซึ่งวัดด้วยเครื่องวัดความชื้น (IR Sartorius Model รุ่น MA150C) อบจนเหลือปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 เนื่องจากไม่มีมาตรฐานของชาใบขลู่จึงเทียบเคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 865/2556) เรื่องขลูแหงชงดื่ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2556)และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 30/2558) เรื่องใบหม่อนแห้งชงดื่ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 120/2558) เรื่องชา (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558)



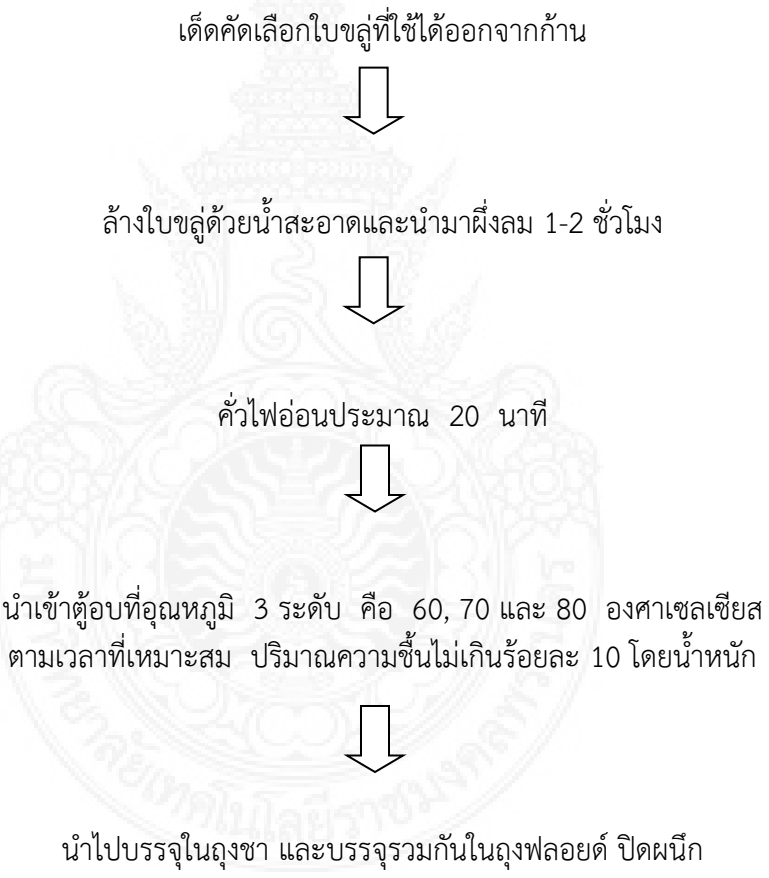
แผนภูมิที่ 1 กรรมวิธีการผลิตชาจากใบขลู่เพื่อทดลองหาระยะเวลาในการอบที่เหมาะสม

นำใบขลู่ที่อบที่อุณหภูมิต่างกันวัดปริมาณความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น (IR Sartorius Model รุ่น MA150C ทุกชั่วโมงที่อบแห้ง โดยสุ่มใบขลู่มาจำนวน 3 ซ้ำ วัดปริมาณความชื้น นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD (Least Significant Difference) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4.2 ศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งใบขลู่ที่ใช้ในการผลิตชาใบขลู่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design , CRD) โดยทำการศึกษาอุณหภูมิในการอบแห้ง 3 ระดับ คือ 60, 70 และ80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยทุกระดับอุณหภูมิใช้เวลาอบที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.1 ซึ่งกรรมวิธีการผลิตชาใบขลู่ แสดงดังแผนภูมิที่ 3.4.2 จากนั้นนำใบขลู่ที่อบแห้งแล้ว ไปหาปริมาณความชื้น (ไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก) เนื่องจากไม่มีมาตรฐานของชาใบขลู่จึงเทียบเคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 865/2556) เรื่องขลูแหงชงดื่ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2556)และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 30/2558) เรื่องใบหม่อนแห้งชงดื่ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558) และ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 120/2558) เรื่องชา (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558)

นำใบขลู่ที่อบได้มาบรรจุใส่ถุงชา ถุงละ 2 กรัม แล้วนำไปบรรจุรวมกันในถุงฟลอยด์ ปิดปากถุงด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อนเพื่อป้องกันการดูดความชื้นกลับเข้าสู่ใบขลู่ที่อบแห้งแล้ว



แผนภูมิที่ 2 กรรมวิธีการผลิตชาจากใบขลู่เพื่อทดลองหาอุณหภูมิอบที่เหมาะสม

3.4.3 การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ (ฝาด) และ ความชอบโดยรวม โดยให้ 1 เป็นคะแนนที่ไม่ชอบมากที่สุดและ 9 เป็นคะแนนที่ชอบมากที่สุด โดย ทำการทดสอบกับผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คนซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาของคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และวางแผนทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) การเตรียมตัวอย่างทำได้โดยเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ใส่ถุงชาจำนวนถุงละ 2 กรัม ต้มน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จากนั้นเทน้ำร้อน 100 มิลลิลิตร ลงในถ้วยชาที่มีถุงชาใบขลู่ 1 ซอง นาน 2 นาที เขย่าถุงชา 10 ครั้ง ทุกๆ 1 นาที และนำออกจากน้ำชาสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ข้อมูลคะแนนความชอบที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ย ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน ANOVA (Analysis of Variance) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD (Least Significant Difference) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ

3.6 ระยะเวลาทำการทดลอง

1 ตุลาคม 2560 – 30 กันยายน 2561

3.7 สถานที่ทำการทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์และผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2. ห้องปฏิบัติการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 4
ผลการทดลอง

โครงการวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์จากพืชในท้องถิ่นสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร : กรณีศึกษาพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อความมั่นคงด้านอาหารอย่างยั่งยืน การวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรจากใบขลู่ พืชในท้องถิ่นแพรกหนามแดงซึ่งมีสมบัติและปริมาณเป็นจำนวนมาก ซึ่งขลู่เป็นพืชที่มีศักยภาพสูงนั้น โดยทำการทดสอบองค์ประกอบของพฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะปริมาณเซลลูโลส และการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มชาสมุนไพร มีผลการทดลองดังนี้

4.1 การศึกษาสมบัติของพืชตัวอย่าง

4.1.1 การทดสอบองค์ประกอบพฤกษเคมี

4.1.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

4.1.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

4.2 การพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร

4.2.1 การศึกษาระยะเวลาการอบแห้งใบขลู่

4.2.2 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชาใบขลู่

4.1 การศึกษาสมบัติของพืชตัวอย่าง

4.1.1 การทดสอบองค์ประกอบพฤกษเคมี

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบองค์ประกอบพฤกษเคมี

Phytochemical screening	ผลการทดสอบ
1. alkaloids	+
2. tannins	++
3. triterpenes	+
4. flavonoids	+++
5. antraquinones	++
6. cardiac glycosides	+

จากตารางที่ 4.1 การทดสอบองค์ประกอบพฤกษเคมีของใบขลู่พบว่ามีองค์ประกอบพฤกษเคมีจากปริมาณมากไปน้อยดังนี้ flavonoids tannins antraquinones และ alkaloids triterpenes cardiac glycosides ตามลำดับ

4.1.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

4.1.2.1 ทดสอบด้วยวิธี DPPH radical scavenging

เมื่อนำใบขลู่สด ใบขลู่แห้ง และใบขลู่แห้งแล้ว 30 วัน มาสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิดตามลำดับของความมีขั้ว ได้แก่ Hexane Ethylacetate และ Methanol แล้วนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยการทดสอบความสามารถในการลดปริมาณสาร 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) จำนวน 3 ซ้ำ ได้ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.2 – 4.4

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลู่สด

สารสกัดใบขลู่สด	**DPPH EC_{50} (μg/ml)**
Standard (BHT)	7.80 ± 0.85
Hexane	158.31 ± 0.83
Ethylacetate	150.24 ± 1.19
Methanol	131.23 ± 1.42

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบขลู่สดด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสาร DPPH เรียงลำดับจากปริมาณน้อยไปมากดังนี้ สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และ Hexane เท่ากับ 131.23 ± 1.42, 150.24 ± 1.19 และ 158.31 ± 0.83μg/ml ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลู่แห้ง

สารสกัด ใบขลู่แห้ง	**DPPH EC_{50} (μg/ml)**
Standard (BHT)	7.80 ± 0.85
Hexane	156.04 ± 1.02
Ethylacetate	147.95 ± 1.57
Methanol	127.55 ± 1.03

จากตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบขลู่แห้งด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสาร DPPH เรียงลำดับจากปริมาณน้อยไปมากดังนี้ สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และHexane เท่ากับ 127.55 ± 1.03, 147.95 ± 1.57 และ 156.04 ± 1.02 μg/ml ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบขลู่แห้ง 30 วัน

สารสกัด ใบขลู่แห้ง 30 วัน	**DPPH EC_{50} (μg/ml)**
Standard (BHT)	7.80 ± 0.85
Hexane	155.27 ± 1.34
Ethylacetate	146.64 ± 1.79
Methanol	125.90 ± 1.28

จากตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบขลู่แห้ง 30 วัน ด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสาร DPPH เรียงลำดับจากปริมาณน้อยไปมากดังนี้สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol EthylacetateและHexane เท่ากับ 125.90± 1.28 ,146.64 ± 1.79 และ 155.27 ± 1.34 μg/ml ตามลำดับ

4.1.2.2 การทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอล

เมื่อนำใบขลู่สด ใบขลู่แห้ง และใบขลู่แห้งแล้ว 30 วัน มาสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ตามลำดับของความมีขั้ว ได้แก่ Hexane Ethylacetate และ Methanol แล้วนำมาทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลโดยการใช้ Folin-Ciocalteu's reagent จำนวน 3 ซ้ำ ได้ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.5 -4.7

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของใบขลู่สด

สารสกัด ใบขลู่สด	**Total Phenolic (mg GAE/g dw)**
Hexane	60.38 ± 1.95
Ethylacetate	78.23 ± 1.34
Methanol	84.91 ± 0.54

จากตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดจากใบขลู่สดด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสารประกอบฟีนอลเรียงลำดับจากปริมาณมากไปน้อยดังนี้ สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และ Hexane เท่ากับ 84.91 ± 0.54, 78.23 ± 1.34 และ 60.38 ± 1.95 mg GAE/g dw ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของใบขลู่แห้ง

สารสกัด ใบขลู่แห้ง	**Total Phenolic (mg GAE/g dw)**
Hexane	57.08 ± 1.37
Ethylacetate	77.59 ± 1.22
Methanol	82.44 ± 1.09

จากตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดจากใบขลู่แห้งด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสารประกอบฟีนอลเรียงลำดับจากปริมาณมากไปน้อยดังนี้ สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และ Hexane เท่ากับ 82.44 ± 1.09, 77.59 ± 1.22 และ 57.08 ± 1.37 mg GAE/g dw ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของใบขลู่แห้ง 30 วัน

สารสกัด ใบขลู่แห้ง	**Total Phenolic (mg GAE/g dw)**
Hexane	54.28 ± 1.17
Ethylacetate	75.95 ± 1.03
Methanol	81.01 ± 1.25

จากตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดจากใบขลู่แห้ง 30 วัน ด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสารประกอบฟีนอลเรียงลำดับจากปริมาณมากไปน้อยดังนี้สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และ Hexane เท่ากับ 81.01±1.25, 75.95 ± 1.03 และ 54.28 ± 1.17 mg GAE/g dw ตามลำดับ

4.1.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณเซลลูโลส

เมื่อนำใบขลู่มาทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการซึ่งประกอบด้วย 1. การหาปริมาณของน้ำในตัวอย่าง (Proximal analysis of water content) 2. การหาปริมาณโปรตีน (Crude protein determination) 3. การหาปริมาณไขมัน (Crude fat determination) 4. การหาปริมาณเถ้ารวม (Total ash content) 5. การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate determination) และปริมาณเส้นใยหยาบ ได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

องค์ประกอบ	**เปอร์เซ็นต์ (% W/W)**
1. น้ำ	60.78 ± 1.24
2. โปรตีน	2.09 ± 1.38
3. ไขมัน	0.98 ± 1.21
4. เถ้า	6.90 ± 1.97
5. คาร์โบไฮเดรต	13.10± 1.45

จากตารางที่ 4.8 วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของใบขลู่พบว่ามีปริมาณน้ำ 60.78 ± 1.24 % ปริมาณโปรตีน 2.09 ± 1.38% ปริมาณไขมัน 0.98 ± 1.21% ปริมาณ เถ้า 6.90 ± 1.97% และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 13.10 ± 1.45 %

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบ

ปริมาณ	เปอร์เซ็นต์ (% W/W)
ปริมาณเซลลูโลส	12.85 ± 1.66

จากตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลสในใบขลู่ พบว่ามีปริมาณ 12.85 ± 1.66 %

4.2 การพัฒนาเครื่องดื่มชาสมุนไพร

4.2.1 การศึกษาระยะเวลาการอบแห้งใบขลู่

ศึกษาระยะเวลาการอบแห้งใบขลู่ โดยทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 60 , 70 และ 80 องศาเซลเซียส โดยทำการวัดปริมาณความชื้นทุก ๆ ชั่วโมง ด้วยเครื่องวัดความชื้น (IR Sartorius Model รุ่น MA150C) อบจนเหลือปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก พบว่าทุกระดับอุณหภูมิเมื่ออบไปได้หนึ่งชั่วโมง นำมาวัดความชื้นได้ค่าไม่เกินร้อยละ 10 และมีแนวโน้มลดลงตอนการอบในทุกระดับอุณหภูมิ และยังพบว่าใบขลู่ที่อบอย่างน้อย 7 ชั่วโมงจึงจะให้สีของน้ำชาได้เป็นสีเหลืองอ่อน ในขณะที่ใบขลู่ที่อบน้อยกว่า 7 ชั่วโมงสีของน้ำชาจะยิ่งจาง ดังนั้นจึงใช้เวลาในการอบใบขลู่ 7 ชั่วโมง

4.2.2 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชาใบขลู่

ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชาใบขลู่ โดยทำการทดลองอบแห้งใบขลู่เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 60, 70 และ80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชาใบขลู่ต่อไป

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของชาใบขลู่ที่อบแห้งต่างกัน 3 ระดับอุณหภูมิ เวลา 7 ชั่วโมง

คุณลักษณะ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส : ชั่วโมง)		
	60:7	70:7	80:7
ลักษณะปรากฏ	5.83 ^{b} ± 1.74	7.37 ^{a} ± 1.22	7.13 ^{a} ± 1.25
สี	6.13 ^{b} ± 1.89	7.23 ^{a} ± 1.16	7.03 ^{a} ± 1.24
กลิ่น	5.77 ^{b} ± 2.16	6.97 ^{a} ± 1.30	6.10 ^{b} ± 1.54
รสชาติ (ฝาด)	5.30 ^{c} ± 2.05	7.00 ^{a} ± 1.14	5.90 ^{b} ± 2.20
ความชอบโดยรวม	5.63 ^{b} ± 1.56	7.63 ^{a} ± 1.10	5.90 ^{b} ± 1.77

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.10 ผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชาใบขลู่ทั้ง 3 ระดับ พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตชาใบขลู่ที่แตกต่างกันมีผลต่อความชอบในด้านต่างๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.2.2 โดยการอบใบขลู่ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดในทุกๆด้าน แต่ลักษณะปรากฏ และสีที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับไม่แตกต่างจากที่ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ส่วนด้านกลิ่น รสชาติ(ฝาด) และความชอบโดยรวม ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากกว่าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีรสชาติของชาใบขลู่ออกขมไหม้ มีกลิ่นเหม็นเขียวของใบขลู่ มีผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ส่วนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กลิ่นเหม็นเขียว และรสชาติฝาดมาก แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อการผลิตชาใบขลู่ การใช้อุณหภูมิที่สูง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติขมออกไหม้มากขึ้น ส่วนการใช้อุณหภูมิที่ต่ำเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติขม ดังนั้นกระบวนการผลิตชาใบขลู่ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 7 ชั่วโมง

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง และอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทดสอบองค์ประกอบทางพฤกษเคมี

การทดสอบองค์ประกอบพฤกษเคมีของใบขลู่พบว่ามีองค์ประกอบพฤกษเคมีจากปริมาณมากไปน้อยดังนี้ flavonoids tannins antraquinones และ alkaloids triterpenes cardiac glycosides ตามลำดับ

5.1.2 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน โดยการนำสารสกัดมาทดสอบความสามารถในการลดปริมาณสาร 1,1-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ตามวิธีของ Brand-Williams พบดังนี้

1. ผลการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบขลู่สดด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสาร DPPH เรียงลำดับจากปริมาณน้อยไปมากดังนี้ สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และ Hexane เท่ากับ 131.23 ± 1.42, 150.24 ± 1.19 และ 158.31 ± 0.83μg/ml ตามลำดับ

2. ผลการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบขลู่แห้งด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสาร DPPH เรียงลำดับจากปริมาณน้อยไปมากดังนี้ สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และHexane เท่ากับ 127.55 ± 1.03, 147.95 ± 1.57 และ 156.04 ± 1.02 μg/ml ตามลำดับ

3. ผลการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบขลู่แห้ง 30 วัน ด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสาร DPPH เรียงลำดับจากปริมาณน้อยไปมากดังนี้สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และHexane เท่ากับ125.90± 1.28 ,146.64 ± 1.79 และ 155.27 ± 1.34 μg/ml ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบขลู่สด ใบขลู่แห้ง และใบขลู่แห้ง 30 วันด้วย Methanol พบปริมาณสาร DPPH ในปริมาณมากที่สุด

การทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอล พืชท้องถิ่นที่มีสารประกอบฟีนอลดังนี้

1. ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดจากใบขลู่สดด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสารประกอบฟีนอลเรียงลำดับจากปริมาณมากไปน้อยดังนี้ สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และ Hexane เท่ากับ 84.91 ± 0.54, 78.23 ± 1.34 และ 60.38 ± 1.95 mg GAE/g dw ตามลำดับ

2. ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดจากใบขลู่แห้งด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสารประกอบฟีนอลเรียงลำดับจากปริมาณมากไปน้อยดังนี้ สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และ Hexane เท่ากับ 82.44 ± 1.09, 77.59 ± 1.22 และ 57.08 ± 1.37 mg GAE/g dw ตามลำดับ

3. ผลการทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลของสารสกัดจากใบขลู่แห้ง 30 วันด้วย Hexane Ethylacetate และ Methanol พบปริมาณสารประกอบฟีนอลเรียงลำดับจากปริมาณมากไปน้อยดังนี้ สารกัดจากใบขลู่สดชั้น Methanol Ethylacetate และ Hexane เท่ากับ 81.01±1.25, 75.95 ± 1.03 และ 54.28 ± 1.17 mg GAE/g dw ตามลำดับ

5.1.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

เมื่อนำใบขลู่มาทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการซึ่งประกอบด้วย 1. การหาปริมาณของน้ำในตัวอย่าง (Proximal analysis of water content) 2. การหาปริมาณโปรตีน (Crude protein determination) 3. การหาปริมาณไขมัน (Crude fat determination) 4. การหาปริมาณเถ้ารวม (Total ash content) 5. การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate determination) และปริมาณเส้นใยหยาบ พบว่ามีปริมาณน้ำ 60.78 ± 1.24 % ปริมาณโปรตีน 2.09 ± 1.38% ปริมาณไขมัน 0.98 ± 1.21% ปริมาณ เถ้า 6.90 ± 1.97% และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 13.10 ± 1.45 % และ ปริมาณเซลลูโลสในใบขลู่ 12.85 ± 1.66 %

5.1.4 การศึกษาระยะเวลาการอบแห้งใบขลู่

การอบแห้งที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 60 , 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าทุกระดับอุณหภูมิเมื่ออบไปได้หนึ่งชั่วโมง นำมาวัดความชื้นได้ค่าไม่เกินร้อยละ 10 และมีแนวโน้มลดลงตอนการอบในทุกระดับอุณหภูมิ และยังพบว่าใบขลู่ที่อบอย่างน้อย 7 ชั่วโมงจึงจะให้สีของน้ำชาได้เป็นสีเหลืองอ่อน ในขณะที่ใบขลู่ที่อบน้อยกว่า 7 ชั่วโมงสีของน้ำชาจะยิ่งจาง ดังนั้นจึงใช้เวลาในการอบใบขลู่ 7 ชั่วโมง

4.1.5 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชาใบขลู่

กระบวนการผลิตชาใบขลู่ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 7 ชั่วโมง โดยคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ (ฝาด) และความชอบโดยรวม ของชาใบขลู่ที่อบแห้งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 7 ชั่วโมง เท่ากับ 7.37 ± 1.22, 7.23 ± 1.16, 6.97 ± 1.30, 7.00 ± 1.14 และ 7.63 ± 1.10

5.2 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์จากพืชในท้องถิ่นสำหรับการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสมุนไพร : กรณีศึกษาพืชในท้องถิ่นชุมชนแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อความมั่นคงด้านอาหารอย่างยั่งยืน การวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรจากใบขลู่ พืชในท้องถิ่นแพรกหนามแดงซึ่งมีสมบัติและปริมาณเป็นจำนวนมาก ซึ่งขลู่เป็นพืชที่มีมีศักยภาพสูงนั้น โดยทำการทดสอบองค์ประกอบของพฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ปริมาณเซลลูโลส และการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มชาสมุนไพรจากผลการค้นพบมีประเด็นที่สำคัญต่อการนำพืชในท้องถิ่นไปใช้ประโยชน์ทางด้านอาหารและประโยชน์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การคัดเลือกพืชในท้องถิ่น โดยพิจารณาจากพืชที่คนในชุมชนมีการนำมาใช้ในรูปแบบลักษณะต่างๆ ได้แก่เป็นพืช ผักที่นำมาใช้ประกอบอาหารในปัจจุบัน หรือก่อนหน้านี้ผู้คนในสมัยก่อนนำมาใช้การประกอบอาหาร ซึ่งอาจจะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบหลักในอาหารโดยตรง หรือนำมาเป็นเครื่องเคียง เครื่องเทศ หรือประดับตกแต่งอาหารให้ความสวยงามน่ารับประทาน เป็นพืชที่มีการใช้ประโยชน์ทางยาสมุนไพรพื้นบ้าน ยาแผนโบราณ ทั้งยาสมุนไพรภายนอกและภายใน ยาสมุนไพรภายนอก ดังเช่น ยาแก้อักเสบ แก้ฟกช้ำ แก้แมลงกัดต่อย โรคผิวหนัง หิดและขี้เรื้อน และยาสมุนไพรภายในเช่น แก้ไข้ ยาบำรุงเลือด บำรุงหัวใจ ยาขับปัสสวะ ลดความดัน เป็นต้น เป็นพืชที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ และมีปริมาณเซลลูโลสที่พอเหมาะ รวมถึงเป็นพืชที่มีปริมาณมากพอเพื่อรองรับการขยายตลาดในอนาคต

2. สารสกัดจากใบขลู่สด ใบขลู่แห้ง และใบขลู่แห้งแล้ว 30 วัน ด้วยเมทานอลแสดงความสามารถในการลดปริมาณสาร 1,1-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ได้ดีที่สุด และพบปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุด กระบวนการผลิตชาใบขลู่ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 7 ชั่วโมง โดยคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ (ฝาด) และความชอบโดยรวมสูงที่สุด วอนสี ลอคำเฮือง และคณะ พัฒนาผลิตภัณฑเครื่องดื่มชาเขียวผสมขาวก่ำชนิดชงละลาย ด้วยการทดลองผันแปร อัตราสวนชาเขียวตอขาวก่ำคั่วผง (โดยน้ำหนัก) 50:50, 60:40, 70:30 และ 80:20 แชในน้ำรอนอุณหภูมิประมาณ 95 °C เป็เวลา5 นาที แล้วนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดผู้ทดสอบชิม(n=50) ดวยวิธี 9 point hedonic scale ซึ่งสอดคล้องกับ วชิระ จิระรัตนรังษี และ ปิยะพร บุตรพรหม, (2560) ที่ศึกษาผลของกระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกปริมาณแอนโธไซยานินความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และการยอมรับจากผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวก่ำข้าวก่ำหรือข้าวเหนียวดำ(*Oryza sativa* L.) โดยผลของกระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาจากใบข้าวก่ำโดยศึกษาถึงความชื้น สี ผลของปริมาณแอนโทไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และการยอมรับของผู้บริโภค พบว่ากระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณความชื้นของใบชาข้าวก่ำ โดยความชื้นต่ำสุดของใบชา

ข้าวก่ำพบในกระบวนการคั่วที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส 5 นาที กระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันมีผลต่อสีของทั้งใบชาข้าวก่ำและน้ำชาใบข้าวก่ำกระบวนการแปรรูปโดยการอบและการคั่ว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณแอนโธไซยานินในใบชาข้าวที่ผ่านการทำแห้งด้วยตู้อบทั้งสองสภาวะ ที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.34 และ 1.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และ สอดคล้องกับ วรินธร พูลศรี ภูรินทร์ อัครกุลธร และ กรรณพต แก้วสอน (2560) ที่ศึกษาวิธีการอบแห้งในการทำ ชาจากดอกกุหลาบ การศึกษาวิธีการอบแห้งในการทำชาจากดอกกุหลาบ โดยใช้กุหลาบสีขาวและสีแดง โดยนำส่วนที่เป็นกลีบและดอกมาทำเป็นชาด้วยการทำให้แห้งโดยใช้กรรมวิธีการอบด้วยตู้อบลมร้อนเปรียบเทียบกับตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่ากลีบดอกกุหลาบที่ใช้กรรมวิธีการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนใช้อุณหภูมิที่ 70, 80 และ 90°C มีความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ 19.79 -22.96 %db ส่วนดอกกุหลาบทั้งดอกทำแห้งด้วย ตู้อบ ลม ร้อนใช้อุณหภูมิที่ 80, 90 แล ะ 100°C มี ความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ 19.95 - 28.35 %db ในขณะที่การทำแห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ใช้เวลา 8 ชั่วโมงต่อ วัน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 43 ℃

บรรณานุกรม

กชกร ชิณะวงศ์ .(2555) .10 ปี แพรกหนามแดงกระบวนการเรียนรู้สู่วิถีความปรองดอง. สำนักงาน กองทุนสนับสนุน การวิจัย.กรุงเทพฯ: วนิดาการพิมพ์.

กรองจันทร์ รัตนประดิษฐ์ และสมจิตต์ ปาละกาศ. (2557). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ การตรวจสอบฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาใบขลู่และผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความสามารถในการออกฤทธิ์. จ. ชลบุรี.

เครือมาศ หอมนวล. (n.d.). การพัฒนาเครื่องดื่มผงชงสมุนไพรถั่งเช่า หลินจือ และโพรไบโอติก.

จารุวรรณ ภูฆัง และขวัญดาว แจ่มแจ้ง. (2559). การผลิตชาต้านอนุมูลอิสระจากรางจืดและใบย่านาง. I *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏก ำแพงเพชร ครั้งที่ 3* (pp. 559–607). จ. กำแพงเพชร: หาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

จิราภัทร โอทอง จิราภรณ์ ทองตัน และ ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. (n.d.). การพัฒนาชาสมุนไพรย่านางและสมบัติด้านเคมีกายภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด.

ฐิตา ฟูเผ่า, อัจฉรา พรหมแสง, พัชรา อ้นโต และวีระ พุ่มเกิด. 2014. ผลของวิธีการสกัดต่อคุณสมบัติของสารสกัดเซลลูโลสจากกากเมล็ดมะรุม. SDU Res. J. 7(2): May-Aug

ชัชฎาพร องอาจ. (2558). คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้านในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, *46*(463), 321–324.

ชัญญรินทร์ สมพร ชินานาตย์ ไกรนารถ และเจนจิราพร โทบุตร. (2018). การศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของชาเขียวจากต้นอ่อนข้าว. การเกษตรราชภัฏ , *17*(1), 27–33.

ชานุพงศ์ ตั้งสมบัติสันติ. (2017). การพัฒนาสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผสมจากสมุนไพรจีนพร้อมดื่มสำหรับนักเรียนชั้ น ประถมศึกษาโดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม. *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 2*, *2*, 1124–1134.

ณัฐ อาจสมิติ. 2548. เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องคุณค่าทางโภชนาการของพืชผักพื้นบ้านในประเทศไทย 2 พฤศจิกายน 2548. กลุ่มงานพัฒนาวิชาการแพทย์แผนไทยและสมุนไพร สถาบันการแพทย์แผนไทย

ดลฤดี พิชัยรัตน์ และ นพรัตน์ มะเห. (2557). ผลของการลวกต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสมบัติการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของผักพื้นบ้านภาคใต้บางชนิด. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, *6*(2), 36–46.

ทัศวรรณ คงจันตรี. (2554). การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในผักพื้นบ้านบางชนิดในจังหวัดฉะเชิงเทรา. *Journal of Rajanagarindra*, 55–60.

ธนกิจ ถาหมี และพิไลรัก อินธิปัญญา. (2559). การพัฒนาสูตรชาชงใบหม่อนผสมผลหม่อนโดยใช้การทดลองออกแบบส่วนผสม. วารสารเกษตร, *32*(2), 235–245.

ธีรพงษ์ เทพกรณ์. (2555). ชา กระบวนการผลิต และองค์ประกอบทางเคมีจากการหมัก. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, *17*(2), 189–196.

ธีรพงษ์ เทพกรณ์. (2557). ความคงตัวของคาเทชินระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียวและเครื่องดื่มชาเขียว. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, *19*(2), 189–198. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/271036168

ธีรนันท์ ประคองพันธ์. (2541) การสกัดและใช้ประโยชน์เส้นใยอาหารและเซลลูโลสจากแกนสับปะรด. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (อาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา) บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล.

นักรบ นาคประสม, หยาดฝน ทนงการกิจ, เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์, มุกริน หนูคงภานาถ แสงเจริญรัตน์ และกาญจนา นาคประสม. (2560). การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมสำหรับเครื่องดื่มสมุนไพรจากฝางโดยวิธีการออกแบบการทดลองแบบผสม. In . *การประชุมวิชาการชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 8 "ทรัพยากรไทย: ศักยภาพมากล้นมีให้เห็น"* (pp. 171–178). จังหวัดสระบุรี: โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ. Retrieved from http://rspg.or.th/rspg_conference_2560/index.html

ปรเมศวร์ วีระโสภณ จินดา ขลิบทอง และ กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์. (2555). การใช้เทคโนโลยีในระบบการผลิตผักพื้นบ้านอินทรีย์ของเกษตรกรในอำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก. In *การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4* (pp. 1–12). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปริตา ธนสุกาญจน์ ณัฐกานต์ นามมะกุนา ปุณฑริการัตนตรัยวงศ์ และศจี สุวรรณศรี. (2011). การพัฒนาเครื่องดื่มฟ้ากระชายผสมฟ้าผลไม้. *Journal of Community Development Research*, *4*(1), 28–38.

ปิยนาถ อิ่มดี. (2557). การฟื้นฟูผักพื้นบ้านและการบริโภคผักพื้นบ้านเพื่อสุขภาวะชุมชนในตำบลแหลมบัว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม. In *การประชุมวิชาการ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ 4* (pp. 373–382). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พงศ์ยุทธ นวลบุญเรืองรุ่งนภา ช่างเจรจา และ นิอร โฉมศรี. (2557). การผลิตชาผสมกลีบดอกจำปี. วารสารแก่นเกษตร , *42*(3), 311–316.

พนิดา อากาศวิภาต และคณะ. (2558). การน ากากใบชามาใช้ซ ้าเพื่อผลิตเครื่องดื่มชา. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ , *14*(1), 45–57.

ยุทธนา สุดเจริญ.2553. การประเมินคุณประโยชน์ผักและสมุนไพรพื้นบ้านจังหวัดสมุทรสงคราม. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา. (2556). ผักพื้นบ้าน: ภูมิปัญญาและมรดกที่คนไทยหลงลืม. เอกสาร ประกอบการสัมมนาวิชาการและอุทยานผักพื้นบ้านในวิถีไทย. 19 ธันวาคม 2556. สำนักพิพิธภัณฑ์และวัฒนธรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รัชพล พะวงศ์รัตน์ ผกามาศ แดงชอบกิจ และ จุฑาทิพย์ โพธิ์อุบล. (2014). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรจากใบมะรุม. *Agricultural Sci. J*, *45*(2), 277–280.

รุ่งทิวา ทศานนท์ กิตติยา เที่ยงจิตร์. (2553). การพัฒนาชาชงจากใบบัวบก.

วชิระ จิระรัตนรังษี และ ปิยะพร บุตรพรหม. (2560). ผลของกระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณแอนโธไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และการยอมรับจากผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ชาใบข้าวกำ. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโล, *9*(17), 91–103.

รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547. การตรวจสอบและการสกัดสาระสำคัญจากสมุนไพร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วอนสี ลอคำเฮือง กันตภาส กังสุวรรณ และ นิรมล อุตมอ่าง. (n.d.). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาเขียวผสมข่าวฎ่าชนิดชงละลาย.

วิโรจน์ แก้วเรือง, สุรพจน์ วงศ์ใหญ่, สถาพร วงศ์เจริญวนกิจ, รัตติยา ส าราญสกุลทิพรรณี เสนะวงศ์. (n.d.). วิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในชาหม่อน. ศูนย์วิจัยหม่อนไหมอุดรธานี สถาบันวิจัยหม่อนไหม.

สวรรยา ปัญญานันท์เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ และกล้าณรงค์ ศรีรอต. การเตรียมและการศึกษาสมบัติของเซลลูโลสจากกากมันสำปะหลัง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า . 2561;32(2):106-116.

สิริการ หนูสิงห์ปาจารีย์ มันดี และบุศราภา ลีละวัฒน์. (2557). การพัฒนาชาข้าวกฎ่าเพาะงอกพร้อมชง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโล, *22*(3), 337–346.

สุภาพ บุณยะรัตเวช. (2523). การทดสอบประเภทของสารเคมีในพืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพร บางใบ. (2556). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ การคงอยู่ของพืชสมุนไพรและผักพื้นบ้านของชุมชนลุ่มน้ำเข็ก.

อรนุช นาคชาติวรรณา เอกทอง และ อรนุช คงลัก. (2557). สารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผงผักแขยง. *Koch Cha Sarn Journal of Science*, *36*(2).

เอกชัย เดชเรืองศรี ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล อัจฉรา จันทร์ฉาย. (2558). การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาใบหม่อนพร้อมดื่ม. In *การจัดประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 34* (pp. 600–607). จ. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น. Retrieved from https://conference.kku.ac.th/ngrc34/

อชิรวิทย์ จันทร์แก้ว. (2558). องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของผักเขียด. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

Bauer, A. W., W. M. M. Kirby, J. C. Sherris, and M. Turck. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. American Journal Clinical Pathology 45:493-6.

Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier, and C. Berset. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science Technology 28:25-30.

Javanmardi, J., C. Stushnoff, E. Locke, and J. M. Vivanco. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. Food Chemistry 83:547-550

Polyium, U., & Thaisong, P. N. (2018). Phytochemical and Nutritional Values of Local Plants in the Phraek Nam Daeng Community Samut Songkhram Province Thailand. *Applied Mechanics and Materials*, *879*(1), 101–107. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.879.101

Saha, M., & Bandyopadhyay, P. K. (2017). Phytochemical screening for identification of bioactive compound and antiprotozoan activity of fresh garlic bulb over trichodinid ciliates affecting ornamental goldfish. *Aquaculture*, *473*, 181–190. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.02.009

Sudjaroen, Y. (2012). Evaluation of ethnobotanical vegetables and herbs in Samut Songkram province. *Procedia Engineering*, *32*, 160–165. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.1251

Suriyaphan, O. (2014). Nutrition, Health Benefits and Applications of Pluchea indica (L.) Less Leaves. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences*, *41*(4), 1–10.