วว.

โครงการวิจัยที่ ภ. 50-02 / ย. 2 / รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และ/หรือ เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วย ด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 50-02
การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

โครงการย่อยที่ 2
การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และ/หรือเครื่องดื่มเสริมสุขภาพ
ด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)
การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และ/หรือเครื่องดื่มเสริมสุขภาพ
ด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

โดย

วิมลศรี พรรธนประเทศ

ประไพภัทร คลังทรัพย์ **ศรีศักดิ์ ตรังวัชรกุล**

ศจีวรินทร์ ปนศิริวัฒนกุล **รุจิรา อินทสุนันท์**

ประไพศรี ไม้สนธิ์ **สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง**

บรรณาธิการ วว., กรุงเทพฯ 2554

ลิขิต หาญจางสิทธิ์ สงวนลิขสิทธิ์

บุญเรียม น้อยชุมแพ

พิสุทธิ์ พลับสวาท

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(นางเกษมศรี หอมชื่น)
ผู้ว่าการ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณผู้ช่วยนักวิชาการ พนักงานสังกัดฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ วว. ที่ร่วมปฏิบัติงานในส่วนขั้นตอนการสกัดสารสำคัญ, การตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติสารทางเคมี, การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, รวมถึงการทดสอบความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานสากล. ขอขอบคุณบริษัท อำพลฟู้ดโพรเซสซิ่ง จำกัดและบริษัท SIG Combliboc (Thailand) จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการดำเนินการทดสอบบรรจุกล่อง UHT แบบปลอดเชื้อ, และขอขอบคุณนักวิชาการและผู้ช่วยนักวิชาการฝ่ายเทคโนโลยีอาหารทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานโครงการวิจัยนี้.

ทั้งนี้การดำเนินโครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากการสนับสนุนของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ภายใต้งบประมาณจากกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.) ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2553.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	จ
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	11
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	22
4. สรุปผลการทดลอง	47
5. ข้อเสนอแนะ	48
6. เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	50

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. เปอร์เซ็นต์การละลายน้ำ (% Water Solubility) ของสารสกัดผักพื้นบ้านที่อุณหภูมิห้อง 22

ตารางที่ 2. เปอร์เซ็นต์การละลายน้ำ (% Water Solubility) ของสารสกัดผักพื้นบ้านที่อุณหภูมิต่างๆ 23

ตารางที่ 3. ผลของสภาวะความเป็นกรดเบส ต่อคุณสมบัติของสารสกัดผักพื้นบ้าน 25

ตารางที่ 4. ผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติของสารสกัดผักพื้นบ้าน 27

ตารางที่ 5. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม 30

ตารางที่ 6. คุณสมบัติกายภาพและเคมีของชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม 31

ตารางที่ 7. การยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักหวานบ้านรสน้ำผึ้งมะนาวปรับสารให้ความหวาน 31

ตารางที่ 8. การยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักหวานบ้านรสธรรมชาติ ปรับสารให้ความหวาน 32

ตารางที่ 9. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักเชียงดาพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม 33

ตารางที่ 10. คุณสมบัติกายภาพและเคมีของชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม 34

ตารางที่ 11. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักเชียงดารสน้ำผึ้งมะนาวพร้อมดื่ม (ปรับสารให้ความหวาน) 34

ตารางที่ 12. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักเชียงดารสธรรมชาติพร้อมดื่ม (ปรับสารให้ความหวาน) 35

ตารางที่ 13. คุณสมบัติชาผักหวานบ้านรสธรรมชาติพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่มในระหว่างเก็บรักษา 37

ตารางที่ 14. คุณสมบัติชาผักหวานบ้านรสน้ำผึ้งมะนาวพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่มในระหว่างเก็บรักษา 37

ตารางที่ 15. คุณสมบัติชาผักเชียงดารสธรรมชาติพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่มในระหว่างเก็บรักษา 38

ตารางที่ 16. คุณสมบัติชาผักเชียงดารสน้ำผึ้งมะนาวพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่มในระหว่างเก็บรักษา 39

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 17. ผลการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มผักหวานบ้านพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบยูเอสที (UHT) ในระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง 41

ตารางที่ 18. ผลการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มผักเชียงดาพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบยูเอสที (UHT) ในระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง 42

ตารางที่ 19. การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักพื้นบ้านต้านอนุมูลอิสระกับผลิตภัณฑ์เทียบเคียงในท้องตลาด 45

ตารางที่ 20. คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักหวานบ้านรสธรรมชาติ 45

ตารางที่ 21. คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักเชียงดารสธรรมชาติ 46

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1. ต้นผักหวานบ้าน 3

รูปที่ 2. ยอดผักหวานบ้าน 4

รูปที่ 3. ต้นผักเชียงดา 6

รูปที่ 4. ผลการตรวจฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระชนิด superoxide anion ($O^{\cdot}_2$) ด้วยวิธี PCLในสภาวะการละลายด้วยเอทานอล (lipid phase : ACL) 23

รูปที่ 5. ผลการตรวจฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระชนิด superoxide anion ($O^{\cdot}_2$) ด้วยวิธี PCL ในสภาวะการละลายด้วยน้ำ (water phase : WCL) 24

รูปที่ 6. ผลของ pH ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด 50% เอทานอล ผักหวานบ้าน(WE50) 25

รูปที่ 7. ผลของ pH ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำผักเชียงดา (CD) 26

รูปที่ 8. ผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผักหวานด้วย 50% เอทานอล 28

รูปที่ 9. ผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำผักเชียงดา 28

รูปที่ 10. ผลการทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ใน lipid phase 36

รูปที่ 11. ผลการทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ใน water phase 36

รูปที่ 12. ปริมาณ Antioxidant Activity ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิการเก็บ 5^{O}ซ. 40

รูปที่ 13. ปริมาณAntioxidant Activity ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผัก UHT เก็บที่อุณหภูมิห้อง 43

รูปที่ 14. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักเชียงดา และน้ำผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์ 44

รูปที่ 15. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักเชียงดา และน้ำผักหวานบ้านบรรจุกล่องปลอดเชื้อ (UHT) 44

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF HEALTH DRINK PRODUCTS WITH ANTIOXIDANTS

Wimonsri Phanthanapratet, Prapaipat Klungsupaya, Srisak Trangwacharakul, Sajeevarin Panasiriwattanakul, Rujira Intasunan, Prapaisri Maison and Supoj Pratheepthinthong

ABSTRACT

This research project was carried out by the Food Technology Department (FTD) and Pharmaceutical and Natural Products Department (PNPD) of TISTR with the aim to develop the health drink products containing natural antioxidants. Results obtained from determination of antioxidant activities using various *in vivo* and *in vitro* pharmacological methods showed that "Pak Wan Bann" (*Sauropus androgynus* Merr) and "Pak Chiang Da" (*Gynema inodorum* Dence) possessed potent antioxidant capacity. Moreover, antioxidative properties of these two plants were related to diabetes conditions. These findings, therefore, led to the development of health drink products from Pak Wan Bann and Pak Chiang Da of 4 formulas, namely, Pak Wan Bann drinks (natural and lime-honey flavors) and Pak Chiang Da drinks (natural and lime-honey flavors). The drink products were pasteurized and packed in glass bottles and UHT processed in aseptic cartons. The pasteurized products had a shelf-life of 6 weeks at chill-stored temperature (4-6^{o}C.) whereas the UHT products had more than 6 months shelf life at room temperature (25-30^{o}C.). These products showed greater antioxidant properties as compared to similar products available in the market.

การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์และ/หรือเครื่องดื่มเสริมสุขภาพ ด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

วิมลศรี พรรธนประเทศ[1], ประไพภัทร คลังทรัพย์[2], ศรีศักดิ์ ตรังวัชรกุล[1] ศจีวรินทร์ ปนศิริวัฒนกุล[1], รุจิรา อินทสุนันท์[1] ประไพศรี ไม้สนธิ์[3] และ สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง[4]

บทคัดย่อ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)โดยความร่วมมือในการวิจัยของฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร (ฝทอ.) และฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (ฝภผ.) ได้ดำเนินโครงการวิจัยนี้, โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระจากวัตถุดิบผักพื้นบ้าน. จากข้อมูลผลการทดสอบสมบัติการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทดสอบต่างๆ ทางเภสัชวิทยาทั้งในหลอดทดลองและในสัตว์ทดลอง พบว่า ผักหวานบ้านและผักเชียงดามีศักยภาพสูงในการต้านอนุมูลอิสระ, นอกจากนี้ ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สัมพันธ์กับภาวการณ์เกิดโรคเบาหวานด้วย. ดังนั้น ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร วว. จึงได้วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระจากผักหวานบ้านและผักเชียงดา ทั้งหมดจำนวน 4 สูตร ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เครื่องดื่มผักหวานบ้านพร้อมดื่ม 2 รสชาติ (รสธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว), เครื่องดื่มผักเชียงดาพร้อมดื่ม 2 รสชาติ (รสธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว), ซึ่งผลิตภัณฑ์ในรูปแบบบรรจุขวดพาสเจอร์ไรส์มีอายุการเก็บประมาณ 6 สัปดาห์ที่อุณหภูมิแช่เย็น (4-10°ซ.). สำหรับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกล่องปลอดเชื้อแบบ UHT มีอายุการเก็บมากกว่า 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°ซ.). ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีฤทธิ์ในการต้านอนมูลอิสระสูง เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ลักษณะเดียวกันที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป.

---

[1] ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

[2] ฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ, วว.

[3] ฝ่ายการตลาด, วว.

[4] ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, วว.

1. บทนำ

ประเทศไทยมีความหลากหลายทางพันธุ์พืชสูงมากประเทศหนึ่งในโลก สำหรับผักพื้นบ้านไทยพบว่ามีมากกว่า 400 ชนิด (กองพฤกษศาสตร์ กรมวิชาการเกษตร 2530). คนไทยนับจากอดีตรู้จักใช้ประโยชน์จากพืชผักพื้นบ้านที่เกิดในแหล่งธรรมชาติรอบถิ่นที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะการนำมาใช้บริโภคเพื่อเป็นอาหารและยารักษาโรค. ปัจจุบัน กระทรวงสาธารณสุขได้รณรงค์ให้คนไทยรับประทานผักพื้นบ้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายหลายอย่าง. จากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ทำให้ได้มีการค้นพบสารกลุ่มใหม่ ที่เรียกกันว่า สารผัก (Phytonutrient) เป็นสารอาหารเพื่อการทำงานของเซลล์. สารกลุ่มนี้ที่ไม่ได้เข้าไปทำหน้าที่หลักเหมือนอาหารหลัก 5 หมู่, แต่เข้าไปทำหน้าที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ, สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ป้องกันการกลายพันธุ์ของเซลล์, สารฮอร์โมนหรือเอ็นไซม์ที่ทำหน้าที่ต่างๆ ในร่างกาย.

ผักหวานบ้าน มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Sauropus androgynus* Merr. จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Euphorbiaceae, เป็นผักพื้นบ้านของไทยที่ปลูกได้ทั่วไปในแถบประเทศเขตร้อน. ผักหวานบ้านเป็นไม้พุ่มขนาดกลางสูงประมาณ 2-3 เมตร, ลำต้นแข็งตั้งตรง, เปลือกต้นขรุขระ สีน้ำตาล, กิ่งอ่อนสีเขียวเข้ม ผิวเรียบ, ใบเป็นใบประกอบ ใบกว้าง 1.5-3 เซนติเมตร, ใบย่อยเรียงสลับรูปวงรี ปลายใบแหลม โคนใบมน ขอบใบเรียบสีเขียวเข้ม มีแถบสีขาวบริเวณกลางใบ, ชอบแตกยอดอ่อน ยิ่งตัดก็จะยิ่งแตกยอดออกไปมากมาย โดยเฉพาะในฤดูฝน. การขยายพันธุ์ทำได้โดยการเพาะเมล็ด ถือว่าเป็นผักพื้นบ้านที่ปลอดสารพิษ เนื่องจากไม่มีแมลงกัดกินจึงไม่ต้องใช้สารเคมีฉีดพ่น. (รูปที่ 1).

รูปที่ 1. ต้นผักหวานบ้าน.

การใช้ประโยชน์ทางอาหาร, ยอดอ่อน, ใบอ่อน และผลอ่อน สามารถนำมาต้ม ลวกหรือนึ่งให้สุก เพื่อรับประทานได้, อย่างไรก็ดี มีข้อควรพึงระวังคือผักหวานบ้านไม่ควรนำมารับประทานสด เนื่องจากอาจจะทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับปอดและหลอดลม, ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากสาร Papavarine ที่มีอยู่ในผักหวานสดได้. สำหรับคุณค่าทางโภชนาการของผักหวานบ้านดังแสดงในตารางที่ 1. (รูปที่ 2).

รูปที่ 2. ยอดผักหวานบ้าน.

ตารางที่ 1. คุณค่าทางโภชนาการของผักหวานบ้าน ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณสารสำคัญ
พลังงาน (Cal)	75
โปรตีน (กรัม)	10
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	18.9
ไขมัน (กรัม)	0.4
ใยอาหาร (กรัม)	1.9
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	180
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	211
เหล็ก (มิลลิกรัม)	3.3
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.16
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	115

ที่มา : กองโภชนาการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2535)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) (2009) ได้ทำการศึกษาและทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผักหวานบ้านโดยวิธี Photochemiluminescence (PCL) ด้วยเครื่อง Photochem, พบว่า สารสกัดผักหวานบ้านด้วยน้ำมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสำคัญในกลุ่มที่มีขั้ว (polar compound) และสารสกัดผักหวานบ้านที่สกัดด้วยเอทานอล 50% มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสำคัญในกลุ่มที่ไม่มีขั้ว (non-polar compound). ไหมสุทธิสกุล (2545 และ 2548) ได้ศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดและวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ที่มีความสามารถเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในสมุนไพรและผักพื้นบ้านของไทยบางชนิด, พบว่า สารสกัดผักหวานบ้านด้วยเอทานอลที่เวลา 4.5 ชั่วโมง จะได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดเมื่อตรวจวัดด้วยวิธี RP-HPLC. ไชยมาศและคณะ (2550) ได้ศึกษากระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรจากผักหวานบ้าน โดยการคั่วและอบลมร้อน, พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับชาใบผักหวานที่ใช้เวลาคั่ว 20 นาทีและอบต่อที่อุณหภูมิ 60^{O}ซ. นาน 1 ชั่วโมง โดยชาแห้งที่ได้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกร้อยละ 24.01, ความชื้นร้อยละ 12.22 และปริมาณเถ้าร้อยละ 7.17.

ผักเชียงดา ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Gymnema inodorum* Decnc. อยู่ในกลุ่มพืชตระกูล Asclepiadacec, เป็นผักพื้นบ้านภาคเหนือของไทย. ปัจจุบันมี เกษตรกรปลูกผักเชียงดาในรูปแบบแปลงขนาดใหญ่เพื่อเก็บยอดขายในเชิงการค้าแล้ว เช่น ที่จังหวัดเชียงใหม่, ลำปาง, ลำพูน, จันทบุรี และยังพบว่า มีการปลูกผักเชียงดาในประเทศอินเดีย, จีน, ญี่ปุ่น, ศรีลังกา, เวียดนาม และแอฟริกา, ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของสายพันธุ์. ผักเชียงดามีลักษณะเป็นไม้เถาเลื้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเถาประมาณ 0.5-5.0 เซนติเมตรขึ้นอยู่กับอายุ, เถามีสีเขียวและจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมน้ำตาลเมื่อแก่, ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงเป็นคู่ตรงข้านกัน มีสีเขียวเข้ม รูปร่างกลมรี ก้านใบยาวประมาณ 3-6 เซนติเมตร ใบกว้าง 3-11 เซนติเมตร. ผักเชียงดาเป็นผักที่มีอายุยืน ทนแล้งได้ดี, แตกยอดได้ตลอดปี, ขยายพันธุ์ได้โดยวิธีเพาะเมล็ดหรือปักชำกิ่ง. ผักเชียงดามีคุณค่าทางอาหารสูง, ใบเชียงดามีรสชาติขมฝาด เฝื่อนติดลิ้น, นิยมรับประทานในรูปผักสดหรือลวก หรืออาจนำมาปรุงเป็นอาหารรวมกับผักชนิดอื่นๆ. ยอดอ่อนและใบอ่อนของเชียงดา พบว่า มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิระสูงมาก แสดงผลดังตารางที่ 2. (รูปที่ 3).

ตารางที่ 2. คุณค่าทางโภชนาการของผักเชียงดา ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณสารสำคัญ
โปรตีน (กรัม)	5.4
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	8.6
ไขมัน (กรัม)	1.5
ใยอาหาร (กรัม)	2.5
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	80
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	100
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	150
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	980
บีตาแคโรทีน (ไมโครกรัม)	5,900

ที่มา : กองโภชนาการ กรมวิทยาศาตร์การแพทย์ (2530)

รูปที่ 3. ต้นผักเชียงดา.

จากผลงานวิจัยพบว่าใบผักเชียงดามีสารผักที่สำคัญและมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการยับยั้งการดูดซึมและลดระดับน้ำตาลในลำไส้ได้. ผักเชียงดาใช้เป็นยารักษาเบาหวานในอินเดียและประเทศในแถบเอเชียมานานแล้ว. มีสารสำคัญคือ Gymnemic acid ซึ่งสกัดมาจากรากและใบของผักเชียงดา. สารนี้มีรูปร่างเหมือนน้ำตาลกลูโคส จึงไปจับเซลล์รีเซพเตอร์ในลำไส้, ช่วยป้องกันการดูดซึมของน้ำตาลได้. The U.S. National Library of Medicine (NLM) and the National Institute of

Health (NIH) พบหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ว่า ผักเชียงดาสามารถที่จะช่วยคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานทั้งชนิดพึ่งอินซูลิน (type 1) และไม่พึ่งอินซูลิน (type 2)ได้ เมื่อให้ร่วมกับอินซูลินและยารักษาเบาหวานอื่นๆ และยังมีรายงานว่า มีบางรายใช้ผักเชียงดาอย่างเดียวในการคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยไม่ต้องใช้ยาแผนปัจจุบัน.

นักวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า ผักเชียงดามีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด. มีการยืนยันผลการลดน้ำตาลในเลือดและเพิ่มปริมาณอินซูลินในสัตว์ทดลองและในคนอาสาสมัครที่แข็งแรง, ซึ่งพบว่า ผักเชียงดาไปฟื้นฟูบีตาเซลล์ของตับอ่อน (อวัยวะที่สร้างอินซูลิน), ทำให้ผักเชียงดาสามารถช่วยคุมน้ำตาลได้ในคนเป็นเบาหวานทั้งชนิด type 1 และ type 2. มีการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบประสิทธิภาพ, กลไกออกฤทธิ์ในการลดน้ำตาลในเลือด และมีการศึกษาความเป็นพิษอย่างมากมาย. ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาในมหาวิทยาลัยมาดราส ประเทศอินเดีย ที่ศึกษาผลของผักเชียงดาในหนู โดยให้สารพิษที่ทำลายบีตาเซลล์ในตับอ่อนของหนู, พบว่า หนูที่ได้รับผักเชียงดาทั้งในรูปของผงแห้งและสารสกัดมีระดับน้ำตาลในเลือดกลับมาเป็นปกติภายใน 20-60 วัน, ระดับอินซูลินกลับมาเป็นปกติ และจำนวนของบีตาเซลล์เพิ่มขึ้น. นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณของ hemoglobin A1C ลดลง (ปริมาณสารตัวนี้ ถ้าลดลงแสดงว่าคุมระดับน้ำตาลได้ดี ซึ่งเป็นการลดโอกาสที่จะเกิดโรคแทรกซ้อน เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือดจากการป่วยเป็นโรคเบาหวาน) และปริมาณอินซูลินเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการรักษาเบาหวาน. ประเทศญี่ปุ่นได้ให้ความสนใจผักเชียงดาของไทยเป็นอย่างมาก ได้มีการนำเข้าใบและยอดอ่อนของผักเชียงดาจากประเทศไทยเพื่อนำไปผลิตเป็นชาชงสมุนไพร (Herbal Tea) สำหรับใช้ชงดื่มเพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือด. ในปี ค.ศ. 2001 นักวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัย Nippon Veterinary and Animal Science University กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น ได้ตีพิมพ์ผลงานวิเคราะห์สารบริสุทธิ์ (pure compound) ที่เป็นตัวออกฤทธิ์ในการลดน้ำตาลจากใบของผักเชียงดา. โดยใช้วิธีเทียบเคียงสูตรโครงสร้างของสารออกฤทธิ์ตามธรรมชาติด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ด้วยเทคนิคที่เรียกว่า Structure-Activity Relationship (SAR) และออกแบบสูตรโครงสร้างของสารสำคัญ 4 ตัว (GIA-1, GIA-2, GIA-5, และ GIA-7), ซึ่งพิสูจน์ฤทธิ์ในหนูทดลองแล้วพบว่า สามารถลดระดับน้ำตาลได้ จึงทำการสังเคราะห์สารสำคัญดังกล่าวขึ้นมา. วิธีการนี้ช่วยให้ได้สารออกฤทธิ์ที่แม่นยำและในปริมาณสูง, ช่วยลดปริมาณความต้องการใช้สารออกฤทธิ์ตามธรรมชาติจากใบของผักเชียงดาได้เป็นอย่างมาก. ในปี ค.ศ. 2003, นักวิทยาศาสตร์รายงานถึงผลของสารสกัดผักเชียงดาในหนู ซึ่งนอกจากจะพบฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดและเพิ่มปริมาณอินซูลินแล้ว, ยังลดปริมาณของอนุมูลอิสระในกระแสเลือดของหนูที่เป็นเบาหวานได้อีกด้วย, ทั้งยังช่วยเพิ่มปริมาณของสารกลูตาไทโอน, วิตามินซี และวิตามินอี ในกระแสเลือดของหนูได้อีกด้วย. นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดผักเชียงดามีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดสูงกว่ายาแผนปัจจุบันที่ใช้รักษาเบาหวาน

ชื่อ Glibenclamide. สุดท้ายได้มีการศึกษาถึงความเป็นพิษของผักเชียงดา พบว่าไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์แต่อย่างใด. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2551) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักเชียงดา โดยนำยอดอ่อนของผักเชียงดามาสกัดด้วยรูปแบบต่างๆ. ผลการศึกษาพบว่า ผักเชียงดาคั้นน้ำสดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เกิดจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์, โดยสามารถป้องกันการทำลายดีเอ็นเอในเซลล์ TK6 ซึ่งเป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวของมนุษย์ชนิด Lymphoblastoids ได้ถึงร้อยละ 78.02. การศึกษาครั้งนี้นับเป็นผลงานวิจัยชิ้นแรกของไทยที่บ่งชี้สรรพคุณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักเชียงดา.

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในโครงการนี้ ได้แก่ การวิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ จากวัตถุดิบผักหวานบ้านและผักเชียงดา. ทั้งนี้ เพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพืชผักพื้นบ้านของไทยและเป็นการพัฒนาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้านอนุมูลอิสระในรูปแบบที่ผู้บริโภคยอมรับ, ผ่านการทดสอบพิสูจน์คุณสมบัติด้านต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานการวิจัยระดับสากล และสามารถต่อยอดการผลิตไปสู่เชิงพานิชย์ต่อไปได้.

1.1 วัตถุประสงค์

วิจัยพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตเครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ.

1.2 วิธีดำเนินการ

1.2.1 ศึกษาคุณสมบัติของสารสกัดผักพื้นบ้าน (ผักหวานบ้านและผักเชียงดา)

1. ศึกษาคุณสมบัติการละลายน้ำ (% Water Solubility) ของสารสกัดจากผักพื้นบ้านทั้งสอง ชนิด ได้แก่ สารสกัดน้ำผักเชียงดาและสารสกัดน้ำผักหวานบ้าน. แปรปริมาณสารสกัดระดับต่างๆ (0.01, 0.03 และ 0.05%) และที่อุณหภูมิต่างๆ 3 ระดับ (25- 30^{O}ซ., 40-50^{O}ซ. และ 80-90^{O}ซ.).

2. ศึกษาผลของสภาวะความเป็นกรดเบส โดยการแปรปัจจัย 3 ระดับ (pH 3, pH 5 และ pH 7) ต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำผักหวานบ้าน, สารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้าน และสารสกัดน้ำผักเชียงดา.

3. ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์สำหรับกระบวนการแปรรูปอาหารต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำผักหวานบ้าน, สารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้านและสารสกัดน้ำผักเชียงดา.

1.3 วิจัยและพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตเครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

1.3.1 พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม (เติมสารสกัดจากผักหวานบ้าน).

1. พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตชาผักหวานบ้านพร้อมดื่ม.
2. วิเคราะห์และทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี, จุลินทรีย์ และคุณค่าทางโภชนาการ.
3. ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 50 ตัวอย่าง.
4. ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เบื้องต้น.

1.3.2 พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตเครื่องดื่มชาผักเชียงดาพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม (เติมสารสกัดจากผักเชียงดา).

1. พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตชาผักเชียงดาพร้อมดื่ม.
2. วิเคราะห์และทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี, จุลินทรีย์ และคุณค่าทางโภชนาการ.
3. ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 50 ตัวอย่าง.
4. ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เบื้องต้น.

1.4 พัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบ UHT

1.4.1 พัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบ UHT.

1. พัฒนากระบวนการผลิตชาผักหวานบ้านพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบ UHT.
2. วิเคราะห์และทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์.
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เบื้องต้นในช่วงระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน.

1.4.2 พัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มชาผักเชียงดาพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบ UHT

1. พัฒนากระบวนการผลิตชาผักเชียงดาพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบ UHT.

2. วิเคราะห์และทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์.

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เบื้องต้นในช่วงระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน.

1.5 ทดลองตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

ทดลองตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม และชาผักเชียงดาพร้อมดื่ม 2 สูตร ได้แก่ รสธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว กับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 200 ตัวอย่าง.

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุ อุปกรณ์

2.1.1 วัตถุดิบสด ได้แก่ ผักหวานบ้านและผักเชียงดา.

2.1.2 สารสกัดผักพื้นบ้าน ได้แก่ สารสกัดน้ำผักเชียงดา, สารสกัดน้ำผักหวานบ้านและสารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้าน.

2.1.3 สารปรุงแต่งกลิ่นรส ได้แก่

1. น้ำตาลทราย.
2. สารให้ความหวานซูคราโลส (Sucralose).
3. น้ำผึ้ง.
4. กรดซิตริก (Citric acid : food grade).
5. ผงมะนาว (Spray dry – lemon powder : food grade).

2.1.4 เครื่องมือสำหรับเตรียมตัวอย่างและตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ

1. เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter) รุ่น CR-310 บริษัท Konica-Minolta Corporation. Osaka. Japan.
2. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH Meter) รุ่น S20-K บริษัท Mettler-Toledo GmbH. Switzerland.
3. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หมด (Hand Refractometer) รุ่น N-1E (0-32%) บริษัท Atago. Japan.
4. เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่งรุ่น AFP-1200 L Brand ADAM . UK.
5. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่งรุ่น BP 300S บริษัท Sartorious . Germany.

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 ศึกษาคุณสมบัติของสารสกัดผักพื้นบ้าน (ผักหวานบ้านและผักเชียงดา)

2.2.1.1 ศึกษาคุณสมบัติการละลายน้ำ (% Water Solubility) ของสารสกัดจากผักพื้นบ้านทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ สารสกัดน้ำผักเชียงดา, สารสกัดน้ำผักหวานบ้าน

1. แปรปัจจัยระดับปริมาณ % สารสกัดผักพื้นบ้าน มีขั้นตอนดังนี้

สารสกัดผักพื้นบ้าน

↓

เตรียมสารละลาย (0.01 %, 0.03% และ 0.05%), บันทึกน้ำหนักเริ่มต้น

↓

ละลายในน้ำที่อุณหภูมิห้อง (25- 30^{O}ซ.)

↓

กวนผสมด้วยเครื่องกวนผสม (Stirrer) 10 นาที

↓

เข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงแยกตะกอน (Centrifuge)

6,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที

↓

แยกส่วนใสออก

นำตะกอนที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105^{O}ซ. นาน 3 ชั่วโมง

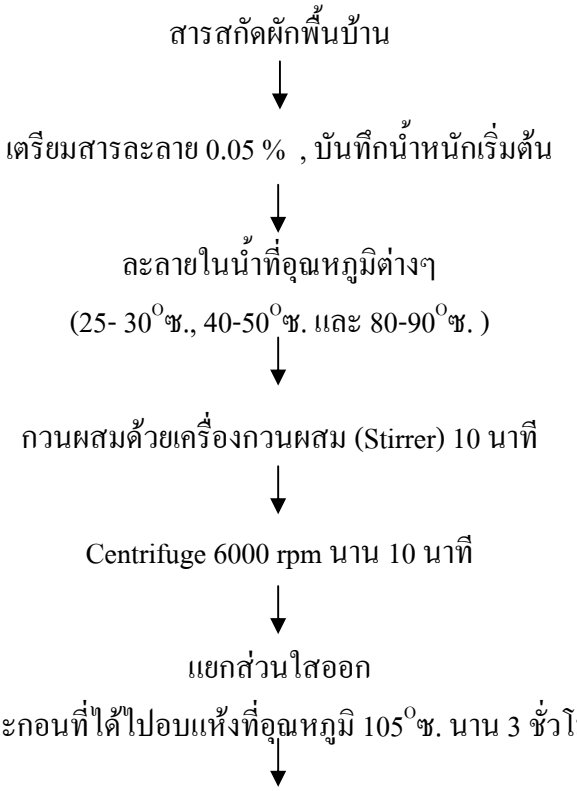
↓

ชั่งน้ำหนักตะกอน ,บันทึกน้ำหนัก

คำนวณ %การละลาย

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

2. แปรปัจจัยอุณหภูมิในการละลาย มีขั้นตอน ดังนี้ :



วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

3. ทำการตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Photochemiluminescence (PCL) ของสารละลายสารสกัดผักพื้นบ้านที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (0.01 , 0.03 และ 0.05%)

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

2.2.1.2 ศึกษาผลของสภาวะความเป็นกรดเบส แปรปัจจัย 3 ระดับ (pH 3 , pH 5 และ pH 7) ต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำผักหวานบ้าน, สารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้าน และสารสกัดน้ำผักเชียงดา มีขั้นตอนดังนี้ :

เตรียมสารละลายสารสกัดผักพื้นบ้าน 0.01%

↓

ปรับความเป็นกรดเบส (pH 3, pH 5 และ pH 7)
ด้วยกรดซิตริก (Citric acid 10% w /v)

↓

วัดค่าต่างๆ ได้แก่ ค่าสี (L, a, b) และ
ตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

2.2.1.3 ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์สำหรับกระบวนการแปรรูปอาหารต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำผักหวานบ้าน, สารสกัด50% เอทานอลผักหวานบ้าน และสารสกัดน้ำผักเชียงดา มีขั้นตอนดังนี้ :

เตรียมสารละลายสารสกัดผักพื้นบ้าน 0.01%

↓

แปรปัจจัยอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์
ระดับต่างๆ 7 ระดับ ดังนี้
(อุณหภูมิห้อง 65^{O}ซ. -15 นาที , 70^{O}ซ. -15 นาที , 75^{O}ซ. -15 นาที ,
80^{O}ซ. -1 นาที, 85^{O}ซ. – 1 นาที และ 90^{O}ซ.- 1 นาที)

↓

วัดค่าต่างๆ ได้แก่ pH , ค่าสี (L, a, b) และ
ตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA) หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

2.2.2 วิจัยและพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตเครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

2.2.2.1 พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

1. พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตชาผักหวานบ้านพร้อมดื่ม

กระบวนการผลิตใบชาผักหวานบ้านแห้ง มีดังนี้ :

ใบผักหวานบ้าน
(ใบแก่ ขนาด 1.5 x 2 ซม. หรือใหญ่กว่าเล็กน้อย)
↓
ล้างทำความสะอาด
↓
นึ่งด้วยไอน้ำนาน 1-3 นาที
↓
นวดในกะทะด้วยไฟอ่อน นานประมาณ 1 ชั่วโมง
↓
ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ถุงพลาสติก PE ชนิดหนา)
เก็บนาน 2-3 เดือน
↓
ได้ใบชาผักหวานบ้านแห้ง
(มีกลิ่นและรสชาติที่ดี)

ปรับสูตรเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพร้อมดื่ม โดยแปรปัจจัยสารปรุงแต่งกลิ่นรส ได้แก่ น้ำตาล, น้ำผึ้ง , กรดซิตริก และผงมะนาวในสัดส่วนต่างๆ.

2. แปรปัจจัยชนิดของสารให้ความหวาน ได้แก่ น้ำตาลและซูคราโลส

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 30 ตัวอย่าง

วิธีการทดสอบ : การให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale 9

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉยๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range test (DMRT).

3. วิเคราะห์และทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี, จุลินทรีย์, ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix), ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b) และตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL.

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

2.2.2.2 พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชาผักเชียงดาพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

1. พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตชาผักเชียงดาพร้อมดื่ม

กระบวนการผลิตใบชาผักเชียงดาแห้ง มีดังนี้ :

ใบผักเชียงดาสด
(ใบแก่ ขนาด 3 x 5 ซม. หรือใหญ่กว่าขึ้นไป)
↓
ล้างทำความสะอาด หั่นตามขวางเป็นชิ้นกว้างประมาณ 1 ซม.
↓
นึ่งด้วยไอน้ำนาน 2-5 นาที
↓
นวดในกะทะด้วยไฟอ่อน นานประมาณ 1-1.5 ชั่วโมง
↓
ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ถุงพลาสติก PE ชนิดหนา)
เก็บนาน 2-3 เดือน
↓
ได้ใบชาผักเชียงดาแห้ง
(มีกลิ่นและรสชาติที่ดี)

ทำการปรับสูตรเครื่องดื่มชาผักเชียงดาพร้อมดื่ม โดยแปรปัจจัยสารปรุงแต่งกลิ่นรส ได้แก่ น้ำตาล, น้ำผึ้ง, กรดซิตริก และผงมะนาว ในสัดส่วนต่างๆ.

2. แปรปัจจัยชนิดของสารให้ความหวาน ได้แก่ น้ำตาลและซูคราโลส ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 50 ตัวอย่าง.

วิธีการทดสอบ : การให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale 9

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉย ๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range test (DMRT).

3. วิเคราะห์และทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพเคมีและจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix), ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b) และตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL.

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA) หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2.2.2.3 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เบื้องต้น

1. ศึกษาอายุการเก็บเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

นำเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม แบบบรรจุขวดพลาสติก (PE) ขนาด 80 มล. จำนวน 2 รสชาติ ได้แก่ รสธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว เก็บที่อุณหภูมิ 5^{O}ซ. และอุณหภูมิ 25^{O}ซ. วิเคราะห์และทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ โดยตรวจคุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์, ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix), ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b), ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL.

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

2. ศึกษาอายุการเก็บเครื่องดื่มชาผักเชียงดาพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

นำเครื่องดื่มชาผักเชียงดาพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม แบบบรรจุขวดพลาสติก (PE) ขนาด 80 มล. จำนวน 2 รสชาติ ได้แก่รสธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว เก็บที่อุณหภูมิ 5^{O}ซ. และอุณหภูมิ 25^{O}ซ. วิเคราะห์และทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เก็บทุก 2 สัปดาห์ โดยตรวจคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix), ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b), ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL.

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

2.2.3 พัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบยูเอชที (UHT)

2.2.3.1 พัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบยูเอชที (UHT)

1. พัฒนากระบวนการผลิตชาผักหวานบ้านพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อ ในระบบ UHT

กระบวนการฆ่าเชื้อและบรรจุแบบปลอดเชื้อ (UHT) มีขั้นตอนดังนี้ :

(เตรียม 100 ลิตร)

เตรียมน้ำชาจากใบชาผักหวานบ้านแห้ง 0.5%

(ใบชาแห้ง 500 กรัม ต่อน้ำ 100 ลิตร)

ต้มใบชาแห้งในน้ำเดือดนาน 5-8 นาที

กรองแยกกากใบชาออก จะได้น้ำชาผักหวานบ้าน

↓

ผสมส่วนผสมต่างๆในถังกวน (Mixing Tank) ที่มีใบพัดและให้ความร้อนขณะกวนผสม

ได้แก่ - สารสกัดจากผักหวานบ้าน 0.01-0.02 %

- ซูคราโลส(สารให้ความหวาน) 0.005%
- น้ำผึ้ง 2%

ผสมให้ส่วนผสมต่างๆ ละลายเข้ากันให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 60-70^{O}ซ.

↓

เข้าสู่ระบบการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110^{O}ซ. เป็นเวลา (Holding time) 3-8 วินาที

(Ultra High Temperature : UHT , Aseptic method)

↓

บรรจุลงกล่องแบบปลอดเชื้อ (Aseptic Method) กล่องขนาด 250 มล.

ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1 สัปดาห์ จึงนำไปตรวจวิเคราะห์ค่าต่างๆ ต่อไป

หมายเหตุ : สถานที่ใช้ในการทดลองฆ่าเชื้อและบรรจุในระบบปลอดเชื้อ คือ บริษัท เอสไอจี คอมบิบล็อค ประเทศไทย จำกัด (SIG Combliboc Thailand).

2. วิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาผักหวานบ้านบรรจุกล่องปลอดเชื้อ

โดยนำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาผักหวานบ้านแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อที่ผลิตได้จากขั้นตอน 2.2.3.1 ข้อ 1 ข้างต้น มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix) , ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b), ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL.

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาผักหวานบ้านบรรจุกล่องปลอดเชื้อในช่วงระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน (นับจากวันที่ผลิต โดยเก็บที่อุณหภูมิห้อง, 25-30^{O}ซ.) วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์, ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix), ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b), ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL.

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

2.2.3.2 พัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มชาผักเชียงดาพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่อง ปลอดเชื้อในระบบยูเอชที (UHT)

1. พัฒนากระบวนการผลิตชาผักเชียงดาพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อ ในระบบ UHT กระบวนการฆ่าเชื้อและบรรจุแบบปลอดเชื้อ (UHT) มีขั้นตอนดังนี้ :

(เตรียม 100 ลิตร)

เตรียมน้ำชาจากใบชาผักเชียงดาแห้ง 0.5%
(ใบชาแห้ง 500 กรัม ต่อน้ำ 100 ลิตร)
ต้มใบชาแห้งในน้ำเดือดนาน 3-5 นาที
กรองแยกกากใบชาออก จะได้น้ำชาผักเชียงดา

↓

ผสมส่วนผสมต่างๆในถังกวน (Mixing Tank) ที่มีใบพัดและให้ความร้อนขณะกวนผสม
ได้แก่ - สารสกัดจากผักเชียงดา 0.01-0.02 %
- ซูคราโลส(สารให้ความหวาน) 0.005%
- น้ำผึ้ง 2%
ผสมให้ส่วนผสมต่างๆ ละลายเข้ากันให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 60-70^{O}ซ.

↓

เข้าสู่ระบบการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110^{O}ซ. เป็นเวลา (Holding time) 3-8 วินาที
(Ultra High Temperature : UHT, Aseptic method)

↓

บรรจุลงกล่องแบบปลอดเชื้อ (Aseptic Method) กล่องขนาด 250 มล.
ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1 สัปดาห์ จึงนำไปตรวจวิเคราะห์ค่าต่างๆ ต่อไป

หมายเหตุ : สถานที่ใช้ในการทดลองฆ่าเชื้อและบรรจุในระบบปลอดเชื้อ คือ บริษัทเอสไอจี คอมบิบล็อค ประเทศไทย จำกัด (SIG Combliboc Thailand).

2. วิเคราะห์ทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาผักเชียงดาบรรจุกล่องปลอดเชื้อ

โดยนำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาผักเชียงดาแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อที่ผลิตได้จากขั้นตอน 2.2.3.2 ข้อ 1 ข้างต้น มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์, ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix) , ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b), ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL.

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาผักเชียงดาบรรจุกล่องปลอดเชื้อในช่วงระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน (นับจากวันที่ผลิต โดยเก็บที่อุณหภูมิห้อง 25-30^{O}ซ.) วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์, ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix) , ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b), ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL.

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance ; ANOVA), หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี New Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95.

2.2.4 ทดลองตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

ทำการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารต้านอนุมูลอิสระจากผักหวานบ้านและผักเชียงดา จำนวน 4 รสชาติ ได้แก่ เครื่องดื่มชาผักหวานบ้านรสธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว, เครื่องดื่มชาผักเชียงดารสธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว เช่นกัน. โดยทำการสำรวจด้วยแบบสอบถาม ในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล, กับผู้สอบถาม จำนวน 200 ตัวอย่าง.

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ศึกษาคุณสมบัติของสารสกัดผักพื้นบ้าน (ผักเชียงดาและผักหวานบ้าน)

3.1.1 ศึกษาคุณสมบัติการละลายน้ำ (% Water Solubility) ของสารสกัดจากผักพื้นบ้านทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ สารสกัดน้ำผักเชียงดา, สารสกัดน้ำผักหวานบ้าน

จากผลการทดลอง ค่าเปอร์เซ็นต์การละลายน้ำ(% Water solubility) ของสารสกัดน้ำผักหวานบ้านและผักเชียงดา แสดงผลดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ, พบว่า สารสกัดผักพื้นบ้านทั้ง 2 ชนิด สามารถละลายน้ำได้ (ในระดับความเข้มข้นของสารละลาย 0.1, 0.3 และ 0.5%) ที่อุณหภูมิห้อง. โดยสารสกัดจากผักเชียงดาด้วยน้ำ สามารถละลายน้ำได้ดีที่สุดในทุกระดับอุณหภูมิ, คุณสมบัติการละลายของสารมีค่าสูงถึงร้อยละ 90-95 โดยประมาณ. แต่สำหรับสารสกัดจากผักหวานบ้านด้วยน้ำ พบว่า สารสกัดละลายได้เพียงบางส่วน ค่าการละลายวัดได้เพียงร้อยละ 80-85.

ตารางที่ 1. เปอร์เซ็นต์การละลายน้ำ (% Water Solubility) ของสารสกัดผักพื้นบ้านที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดสารสกัด	ปริมาณความเข้มข้นสารสกัด (%)	% Water solubility
สารสกัดผักหวานบ้านด้วยน้ำ	0.1	83.98^{ns}
	0.2	80.65^{ns}
	0.3	83.91^{ns}
สารสกัดผักเชียงดาด้วยน้ำ	0.1	95.71^{a}
	0.2	92.74^{b}
	0.3	91.63^{b}

หมายเหตุ : 1. ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

2. ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแสดงความแตกต่างในแนวตั้งของค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3. ns คือ ไม่มีความแตกต่าง($P \leq 0.05$)

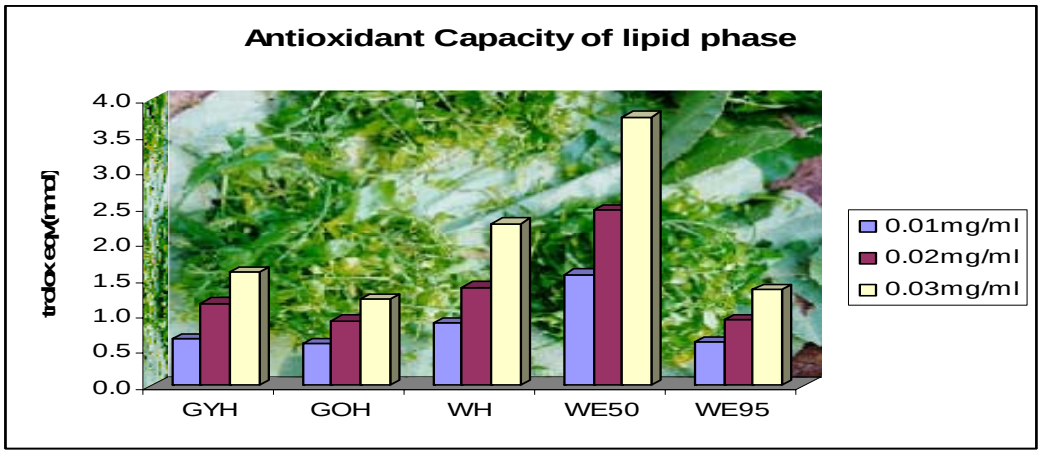
ตารางที่ 2. เปอร์เซ็นต์การละลายน้ำ (% Water Solubility) ของสารสกัดผักพื้นบ้านที่อุณหภูมิต่างๆ

ชนิดสารสกัด	อุณหภูมิ	% Water solubility
สารสกัดผักหวานบ้านด้วยน้ำ	Room Temp. (25-30^{O}ซ.)	84.79^{a}
	Temp 40-50^{O}ซ.	80.61^{a}
	Temp 80-90^{O}ซ.	71.07^{b}
สารสกัดผักเชียงดาด้วยน้ำ	Room Temp. (25-30^{O}ซ.)	92.97^{ns}
	Temp 40-50^{O}ซ.	90.43^{ns}
	Temp 80-90^{O}ซ.	84.01^{ns}

หมายเหตุ : 1. ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

2. ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแสดงความแตกต่างในแนวตั้งของค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P \leq 0.05$)

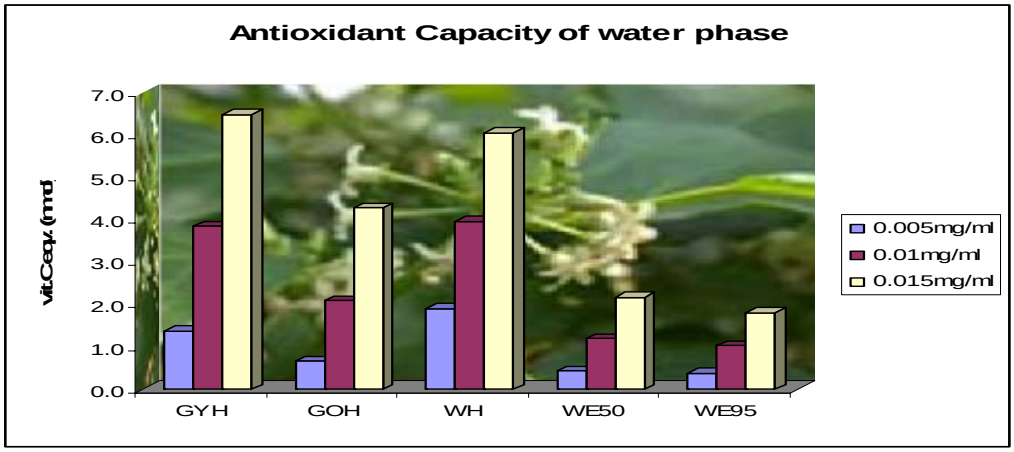
3. ns คือ ไม่มีความแตกต่าง($P \leq 0.05$)



รูปที่ 4. ผลการตรวจฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระชนิด superoxide anion ($O^{\cdot}_{2}$) ด้วยวิธี PCL ในสภาวะการละลายด้วยเอทานอล (lipid phase : ACL).

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสำคัญในกลุ่มที่ไม่มีขั้ว แสดงผลดังรูปที่ 4, พบว่า ตัวอย่างที่มีฤทธิ์สูงที่สุดคือ สารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้าน (WE50). ตัวอย่างที่มีฤทธิ์รองลงมา คือ สารสกัดน้ำผักหวานบ้านด้วยน้ำ (WH). ส่วนสารสกัดน้ำผักเชียงดาส่วนอ่อน (GYH) และสารสกัดน้ำผักเชียงดาส่วนแก่ (GOH) มีฤทธิ์ใกล้เคียงกันและอยู่ในระดับเดียวกันกับสารสกัด 95% เอทานอลของผักหวานบ้าน (WE95). ข้อมูลที่ได้แสดงว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่าง

ผักหวานบ้านเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มที่ทั้งที่เป็นสารมีขั้วและไม่มีขั้ว เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่อง Photochem® ในระบบ lipid phase (ACL).



รูปที่ 5. ผลการตรวจฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระชนิด superoxide anion ($O_2^{\cdot}$) ด้วยวิธี photochemiluminescence (PCL) ในสภาวะการละลายด้วยน้ำ (water phase : WCL).

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสำคัญในกลุ่มที่เป็นสารมีขั้ว แสดงผลดังรูปที่ 5, พบว่า ตัวอย่างสารสกัดที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดใกล้เคียงกัน คือ สารสกัดน้ำผักเชียงดาส่วนอ่อน (GYH) และสารสกัดน้ำผักหวานบ้าน (WH). ตัวอย่างที่มีฤทธิ์รองลงมา คือ สารสกัดน้ำผักเชียงดาส่วนแก่ (GOH) และสารสกัดผักหวานบ้านด้วยเอทานอลทั้งที่เข้มข้น 50% (WE50) และที่ 95% (WE95) มีฤทธิ์ใกล้เคียงกันและเป็นฤทธิ์ที่ต่ำกว่าตัวอย่างอื่น. แสดงว่า สารต้านอนุมูลอิสระที่ออกฤทธิ์เป็นกลุ่มสารที่มีขั้วและสามารถละลายได้ในน้ำ (water phase) เมื่อตรวจวัดด้วยเครื่อง Photochem® ในระบบ water phase (ACW).

3.1.2 ศึกษาผลของสภาวะความเป็นกรดเบส แปรปัจจัย 3 ระดับ (pH 3, pH 5 และpH 7) ต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำผักหวานบ้าน, สารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้าน และสารสกัดน้ำผักเชียงดา

จากผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ความเป็นกรดเบส (pH 3-7) ของสารละลายไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TSS (^{O}Brix) และสำหรับค่าสี (L, a, b) ของสารสกัดผักพื้นบ้านทั้ง 3 ชนิด พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงในส่วนค่าสีแดง (a) เพียงเล็กน้อยเท่านั้น.

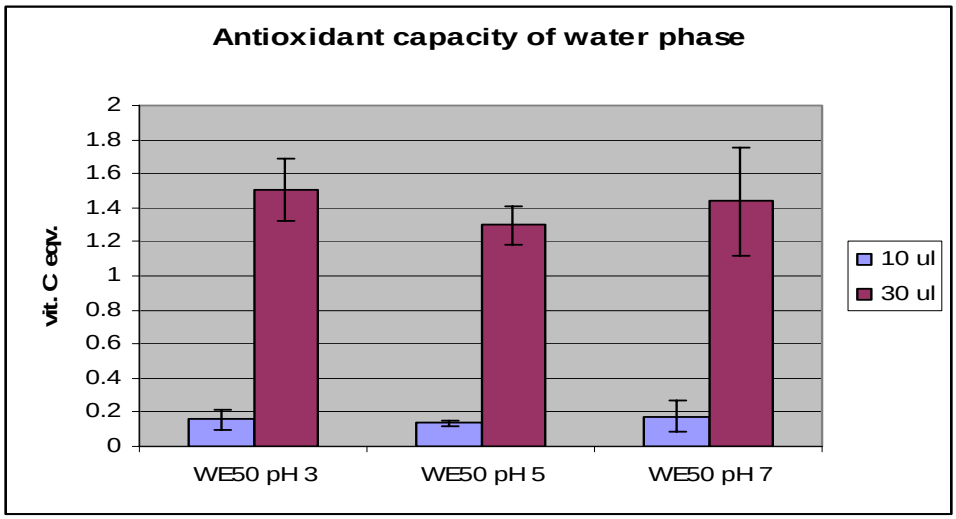
ตารางที่ 3. ผลของสภาวะความเป็นกรดเบส ต่อคุณสมบัติของสารสกัดผักพื้นบ้าน

ชนิดสารสกัด	pH	TSS (^{O}Brix)	ค่าสี		
			L	a	b
สารสกัดน้ำ	7.0	0.0	63.36^{ns}	-0.13^{b}	6.50^{a}
ผักหวานบ้าน	5.0	0.0	63.15^{ns}	0.45^{a}	5.96^{b}
	3.0	0.0	63.06^{ns}	0.78^{a}	5.40^{b}
สารสกัด 50%	7.0	0.0	63.73^{ns}	2.18^{ns}	4.40^{ns}
เอทานอลผักหวานบ้าน	5.0	0.0	63.61^{ns}	2.26^{ns}	4.00^{ns}
	3.0	0.0	63.87^{ns}	2.26^{ns}	3.79^{ns}
สารสกัดน้ำผักเชียงดา	7.0	0.0	97.88^{ns}	2.81^{b}	-0.21^{ns}
	5.0	0.0	98.39^{ns}	4.47^{ab}	-3.30^{ns}
	3.0	0.0	97.77^{ns}	6.21^{a}	-4.26^{ns}

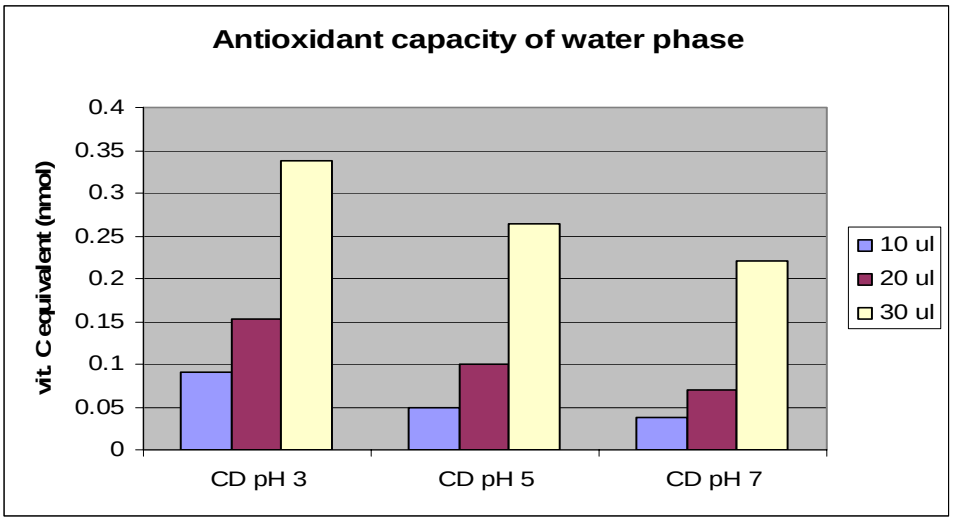
หมายเหตุ : 1. ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

2. ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแสดงความแตกต่างในแนวตั้งของค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3. ns คือ ไม่มีความแตกต่าง($P \leq 0.05$)



รูปที่ 6. ผลของ pH ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้าน (WE50).



รูปที่ 7. ผลของ pH ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำผักเชียงดา (CD).

ผลของสภาวะความเป็นกรดเบส โดยแปรปัจจัย 3 ระดับ (pH 3, pH 5 และ pH 7) ต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักหวานบ้านด้วยเอทานอล 50% (รูปที่ 6) และสารสกัดจากผักเชียงดาด้วยน้ำ (รูปที่ 7). จากผลการทดลองกรณีสารสกัดผักหวานบ้านด้วยเอทานอล 50% พบว่า pH ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อค่า Antioxidant capacity อย่างมีนัยสำคัญ. แต่สำหรับกรณีสารสกัดน้ำผักเชียงดา พบว่า ช่วง pH 3 ที่เป็นสภาวะกรดสูงจะทำให้ค่า Antioxidant capacity มีระดับสูงสุดและค่า Antioxidant capacity จะลดลงในลักษณะเป็นปฏิภาคผกผันกับค่า pH ที่เพิ่มขึ้น, เช่น จาก pH 5 เป็น pH 7 ที่แสดงค่า Antioxidant capacity ต่ำกว่าที่ pH 5 ประมาณ 30-40% (รูปที่ 7).

3.1.3 ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์สำหรับกระบวนการแปรรูปอาหารต่อคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำผักหวานบ้าน , สารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้าน และสารสกัดน้ำผักเชียงดา

ตารางที่ 4. ผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติของสารสกัดผักพื้นบ้าน

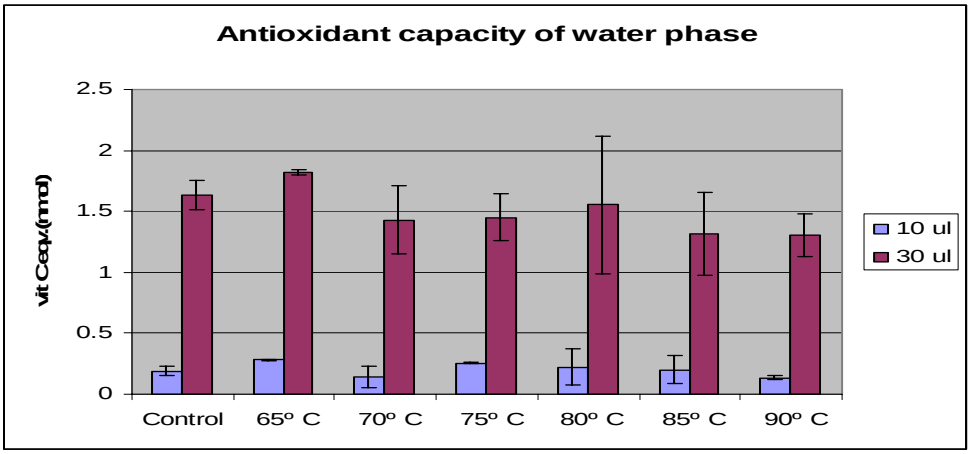
ชนิดสารสกัด	อุณหภูมิ / เวลา	pH	TSS (^{O}Brix)	ค่าสี		
				L	a	b
สารสกัดน้ำ	25^{O}ซ. / 15 นาที	7.03^{ns}	0^{ns}	62.94^{ns}	1.06^{ns}	4.49^{ns}
ผักหวานบ้าน	65^{O}ซ. / 15 นาที	7.07^{ns}	0^{ns}	62.57^{ns}	0.86^{ns}	5.47^{ns}
	70^{O}ซ. / 15 นาที	7.05^{ns}	0^{ns}	62.55^{ns}	0.95^{ns}	5.74^{ns}
	75^{O}ซ. / 15 นาที	7.04^{ns}	0^{ns}	62.85^{ns}	1.11^{ns}	4.91^{ns}
	80^{O}ซ. / 1 นาที	7.05^{ns}	0^{ns}	62.61^{ns}	0.46^{ns}	6.32^{ns}
	85^{O}ซ. / 1 นาที	7.03^{ns}	0^{ns}	62.64^{ns}	0.82^{ns}	5.15^{ns}
	90^{O}ซ. / 1 นาที	7.06^{ns}	0^{ns}	62.55^{ns}	0.72^{ns}	5.32^{ns}
สารสกัด 50%	25^{O}ซ. / 15 นาที	6.37^{a}	0^{ns}	64.40^{ns}	2.05^{a}	3.76^{ns}
เอทานอล	65^{O}ซ. / 15 นาที	6.51^{b}	0^{ns}	64.17^{ns}	2.02^{a}	4.34^{ns}
ผักหวานบ้าน	70^{O}ซ. / 15 นาที	6.65^{b}	0^{ns}	64.32^{ns}	1.96^{ab}	3.84^{ns}
	75^{O}ซ. / 15 นาที	6.66^{b}	0^{ns}	64.14^{ns}	1.83^{ab}	3.74^{ns}
	80^{O}ซ. / 1 นาที	6.56^{ab}	0^{ns}	63.97^{ns}	1.77^{b}	4.07^{ns}
	85^{O}ซ. / 1 นาที	6.64^{b}	0^{ns}	64.23^{ns}	1.86^{ab}	3.67^{ns}
	90^{O}ซ. / 1 นาที	6.61^{ab}	0^{ns}	64.12^{ns}	1.84^{ab}	3.63^{ns}
สารสกัดน้ำผัก	25^{O}ซ. / 15 นาที	6.93^{c}	0^{ns}	60.50^{a}	-3.93^{a}	14.63^{a}
เชียงดา	65^{O}ซ. / 15 นาที	7.09^{a}	0^{ns}	62.65^{b}	-2.88^{b}	12.37^{b}
	70^{O}ซ. / 15 นาที	7.12^{a}	0^{ns}	62.58^{b}	-2.80^{b}	12.12^{b}
	75^{O}ซ. / 15 นาที	7.10^{a}	0^{ns}	62.57^{b}	-2.69^{b}	12.05^{b}
	80^{O}ซ. / 1 นาที	7.02^{b}	0^{ns}	62.46^{b}	-3.30^{ab}	13.12^{b}
	85^{O}ซ. / 1 นาที	7.01^{b}	0^{ns}	62.49^{b}	-3.30^{ab}	13.06^{b}
	90^{O}ซ. / 1 นาที	7.00^{b}	0^{ns}	62.45^{b}	-3.34^{ab}	13.14^{b}

หมายเหตุ : 1. ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

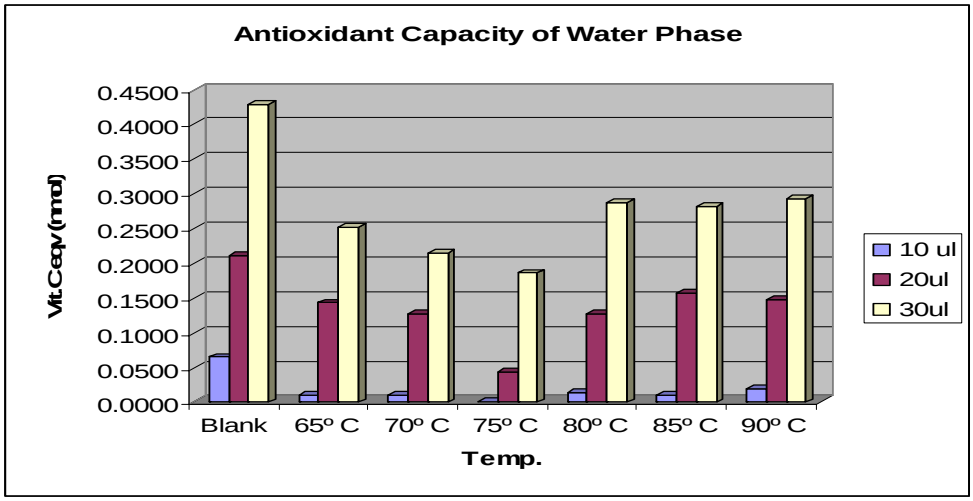
2. ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแสดงความแตกต่างในแนวตั้งของค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P \leq 0.05$)

3. ns คือ ไม่มีความแตกต่าง($P \leq 0.05$)

จากตารางแสดงผลคุณสมบัติด้านกายภาพและเคมีข้างต้น พบว่า อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อพาสเจอร์ไรส์แบบ HTST (80-90 °ซ., 1-2 นาที) และแบบ LTLT (65-75 °ซ. , 15 นาที) มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า TSS (^{O}Brix) , pH และค่าสี (L, a, b) ของสารสกัดผักพื้นบ้านทั้ง 3 ชนิด เพียงเล็กน้อยเท่านั้น.



รูปที่ 8. ผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผักหวานด้วย 50% เอทานอล.



รูปที่ 9. ผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดน้ำผักเชียงดา.

จากผลการทดลองพบว่า สารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้านนั้นการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อแบบ HTST (80-90 °ซ. , 1-2 นาที) และการให้ความร้อนแบบ LTLT (65-75 °ซ. , 15 นาที) ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ. โดยค่า Antioxidant capacity จะลดลงจากสภาวะเริ่มต้นที่ไม่ได้ผ่านความร้อนเพียงเล็กน้อย ประมาณ 10-20%. สำหรับกรณีสารสกัดน้ำผักเชียงดา พบว่าการฆ่าเชื้อแบบ LTLT (65-75 °ซ., 15 นาที) มีผลทำให้ค่า Antioxidant capacity ลดลงมากกว่าการฆ่าเชื้อแบบ HTST (80-90 °ซ., 1-2 นาที) อย่างมีนัยสำคัญ. โดยพบว่า การฆ่าเชื้อแบบ HTST ทำให้ค่า Antioxidant capacity ลดลงประมาณ 20-30%. ส่วนการฆ่าเชื้อแบบ LTLT มีผลลดลงมากถึงกว่า 50% เมื่อเทียบกับสภาวะเริ่มต้นที่ไม่ได้ผ่านความร้อน.

3.2 วิจัยและพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตเครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

3.2.1 พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

เครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

ส่วนประกอบ :
1. ชาผักหวานบ้านแห้ง
2. น้ำผึ้ง
3. น้ำตาลทรายขาว
4. กรดซิตริก
5. ผงมะนาว
6. น้ำสะอาด
7. สารสกัดผักหวานบ้าน

กรรมวิธีการผลิต :

1. ต้มน้ำสะอาดให้เดือด (อุณหภูมิ 90-100^{O}ซ.) เติมใบชาแห้งลงไป ต้มใบชานาน 3-5 นาที.

2. จากนั้นกรองแยกกากใบชาออก เติมน้ำผึ้ง, น้ำตาลทราย, กรดซิตริก, ผงมะนาว และสารสกัด50% เอทานอลผักหวานบ้าน ผสมให้ละลายเข้ากัน, ตั้งไฟให้ความร้อน 80-90^{O}ซ. นาน 1-2 นาที.

3. กรองแยกเศษตะกอนต่างๆ อีกครั้ง เพื่อให้ได้น้ำชาที่ใส, บรรจุน้ำชาที่ได้(ขณะร้อน) ลงในภาชนะบรรจุขวดพลาสติก PE (ล้างสะอาดและอบแห้ง) ที่เตรียมไว้แล้วปิดฝาขวดให้สนิท จากนั้นทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และเก็บตู้เย็น.

3.2.1.1 การปรับสูตรเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

สูตรที่	ส่วนประกอบ						
	ชาแห้ง	น้ำผึ้ง	น้ำตาล	กรดซิตริก	ผงมะนาว	น้ำสะอาด	สารสกัด
1	1-3%	2-5%	5-8%	0.1-0.5%	0.1-0.5%	90.%	0.05-0.1%
2	1-3%	2-5%	3-5%	-	-	90%	0.05-0.1%
3	1-3%	2-5%	5-8%	0.2-0.5%	-	90 %	0.05-0.1%

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 50 ตัวอย่าง

วิธีการทดสอบ : การให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale 9

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 5. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

สูตรที่	คะแนนความชอบด้านต่างๆ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6.40^{b}	6.83^{ns}	6.47^{ns}	6.23^{ns}	6.43^{ab}
2	7.10^{a}	7.10^{ns}	6.30^{ns}	6.70^{ns}	6.83^{a}
3	6.47^{ab}	6.67^{ns}	6.00^{ns}	6.17^{ns}	6.10^{b}

หมายเหตุ : 1. ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

2. ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแสดงความแตกต่างในแนวตั้งของค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3. ns คือ ไม่มีความแตกต่าง($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลองข้างต้น ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่า สูตรที่ 1 (น้ำตาล 5-8%, น้ำผึ้ง 2-5%, กรดซิตริก 0.1-0.5%, ผงมะนาว 0.1-0.5% และสารสกัด 0.05-0.1%) และสูตรที่ 2 (น้ำตาล 3-5%, น้ำผึ้ง 2-5% และสารสกัด 0.05-0.1%) ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด อยู่ในระดับคะแนนที่ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง. ดังนั้น จึงพิจารณาเลือกสูตรที่ 1 (รสน้ำผึ้งมะนาว) และสูตรที่ 2 (รสธรรมชาติ) เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป.

ตารางที่ 6. คุณสมบัติกายภาพและเคมีของชาผักหวานบ้านพาสเจอไรส์พร้อมดื่ม

สูตรที่	TSS (^{O}Brix)	pH	ค่าสี		
			L	a	b
1. รสน้ำผึ้งมะนาว	10.8	3.37	80.26	8.65	42.80
2. รสธรรมชาติ	6.0	5.89	75.94	9.85	45.05

หมายเหตุ : ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

จากตารางที่ 6 ข้างต้น แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม พบว่า รสน้ำผึ้งมะนาว มีความหวานประมาณ 11^{O}Brix มี pH 3.37 ใส มีสีน้ำตาลอ่อน. สำหรับรสธรรมชาติ พบว่า มีความหวานประมาณ 6^{O}Brix มี pH 5.89 ใส มีสีน้ำตาลอ่อนเช่นกัน, ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ชาเขียวพร้อมดื่มที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด.

3.2.1.2 แปรปัจจัยชนิดของสารให้ความหวาน

ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีแคลอรีต่ำ โดยสารให้ความหวานที่เลือกใช้แทนน้ำตาล คือ ซูคราโลส (Sucralose) (มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 600 เท่า แต่มีแคลอรีเท่ากับศูนย์)

แปรปัจจัยชนิดและปริมาณสารให้ความหวาน ดังนี้ :

- รสน้ำผึ้งมะนาว สูตรที่ 1 สารให้ความหวานคือน้ำตาลทรายขาว 5-8 %.
  สูตรที่ 2 สารให้ความหวานคือซูคราโลส 0.01-0.02%.
- รสธรรมชาติ สูตรที่ 1 สารให้ความหวานคือน้ำตาลทรายขาว 3-5 %.
  สูตรที่ 2 สารให้ความหวานคือซูคราโลส 0.005-0.008%.

ตารางที่ 7. การยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักหวานบ้านรสน้ำผึ้งมะนาวปรับสารให้ความหวาน

สูตรที่	คะแนนความชอบด้านต่างๆ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
1	7.21^{ns}	7.10^{ns}	6.54^{ns}	6.83^{ns}	6.94^{ns}
2	7.34^{ns}	7.04^{ns}	6.67^{ns}	6.96^{ns}	6.75^{ns}

หมายเหตุ : 1. ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

2. ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแสดงความแตกต่างในแนวตั้งของค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P \leq 0.05$)

3. ns คือ ไม่มีความแตกต่าง($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 8. การยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักหวานบ้านรสธรรมชาติ ปรับสารให้ความหวาน

สูตรที่	คะแนนความชอบด้านต่างๆ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
1	7.03^{ns}	6.80^{ns}	6.93^{ns}	7.33^{ns}	7.24^{ns}
2	6.98^{ns}	6.86^{ns}	6.87^{ns}	7.46^{ns}	7.52^{ns}

หมายเหตุ : 1. ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

2. ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแสดงความแตกต่างในแนวตั้งของค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3. ns คือ ไม่มีความแตกต่าง($P \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่แสดงดังตารางที่ 7 และ 8 ข้างต้น พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาผักหวานพร้อมดื่มที่ใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาล ทั้ง 2 รสชาติ (รสชาติธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือผู้ทดสอบยอมรับสารซูคราโลสได้เช่นเดียวกับน้ำตาลทราย.

3.2.2 พัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชาผักเชียงดาพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

เครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

ส่วนประกอบ : 1. ชาผักเชียงดาบ้านแห้ง
2. น้ำผึ้ง
3. น้ำตาลทรายขาว
4. กรดซิตริก
5. ผงมะนาว
6. น้ำสะอาด
7. สารสกัดผักเชียงดา

กรรมวิธีการผลิต :

1. ต้มน้ำสะอาดให้เดือด (อุณหภูมิ 90-100^{O}ซ.) เติมใบชาแห้งลงไป ต้มใบชานาน 3-5 นาที.

2. จากนั้นกรองแยกกากใบชาออก เติมน้ำผึ้ง , น้ำตาลทราย , กรดซิตริก , ผงมะนาวและสารสกัดน้ำผักเชียงดา ผสมให้ละลายเข้ากัน ตั้งไฟให้ความร้อน 80-90^{O}ซ. นาน 1-2 นาที.

3. กรองแยกเศษตะกอนต่างๆ อีกครั้ง เพื่อให้ได้น้ำชาที่ใส บรรจุน้ำชาที่ได้(ขณะร้อน)ลงในภาชนะบรรจุขวดพลาสติก PE (ล้างสะอาดและอบแห้ง) ที่เตรียมไว้แล้วปิดฝาขวดให้สนิท จากนั้นทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และเก็บตู้เย็น.

3.2.2.1 การปรับสูตรเครื่องดื่มชาผักเชียงดาพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

สูตรที่	ส่วนประกอบ						
	ชาแห้ง	น้ำผึ้ง	น้ำตาล	กรดซิตริก	ผงมะนาว	น้ำสะอาด	สารสกัด
1	1-3%	2-5%	5-8%	0.1-0.5%	0.1-0.5%	90.%	0.05-0.1%
2	1-3%	2-5%	3-5%	-	-	90%	0.05-0.1%
3	1-3%	2-5%	5-8%	0.2-0.5%	-	90 %	0.05-0.1%

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 50 ตัวอย่าง

วิธีการทดสอบ : การให้คะแนนความชอบแบบ Hedonic scale 9

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉย ๆ 6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 9. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักเชียงดาพาสเจอไรส์พร้อมดื่ม

สูตรที่	คะแนนความชอบด้านต่างๆ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6.63^{ns}	6.80^{ns}	6.00^{ns}	6.57^{a}	6.53^{a}
2	6.70^{ns}	6.76^{ns}	6.10^{ns}	6.53^{a}	6.26^{ab}
3	6.53^{ns}	6.67^{ns}	5.83^{ns}	6.00^{b}	6.12^{b}

หมายเหตุ : 1. ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

2. ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแสดงความแตกต่างในแนวตั้งของค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P \leq 0.05$)

3. ns คือ ไม่มีความแตกต่าง($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลองข้างต้น ดังแสดงในตารางที่ 9 พบว่า สูตรที่ 1 (น้ำตาล 5-8%,น้ำผึ้ง 2-5%, กรดซิตริก 0.1-0.5%, ผงมะนาว 0.1-0.5% และสารสกัด 0.05-0.1%) และสูตรที่ 2 (น้ำตาล 3-5%, น้ำผึ้ง 2-5% และสารสกัด 0.05-0.1%) ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด อยู่ในระดับคะแนนที่ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง. ดังนั้น จึงพิจารณาเลือกสูตรที่ 1 (รสน้ำผึ้งมะนาว) และสูตรที่ 2 (รสธรรมชาติ) เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป.

ตารางที่ 10. คุณสมบัติกายภาพและเคมีของชาผักหวานบ้านพาสเจอไรส์พร้อมดื่ม

สูตรที่	TSS (^{O}Brix)	pH	ค่าสี		
			L	a	b
1. รสน้ำผึ้งมะนาว	11.0	3.16	77.35	11.20	42.81
2. รสธรรมชาติ	6.5	5.89	80.20	13.78	55.10

หมายเหตุ : ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

จากตารางที่ 10 ข้างต้น แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ชาผักเชียงดาพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม พบว่ารสน้ำผึ้งมะนาว มีความหวานประมาณ 11 ^{O}Brix มี pH 3.16 ใสมีสีน้ำตาลอ่อน. สำหรับรสธรรมชาติพบว่ามีความหวาน 6.5 ^{O}Brix มี pH 5.89 ใส มีสีน้ำตาลอ่อนเช่นกัน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ชาเขียวพร้อมดื่มที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด.

3.2.2.2 แปรปัจจัยชนิดของสารให้ความหวาน

ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีแคลอรีต่ำ โดยสารให้ความหวานที่เลือกใช้แทนน้ำตาล คือ ซูคราโลส (Sucralose) (มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 600 เท่า แต่มีแคลอรีเท่ากับศูนย์) แปรปัจจัยชนิดและปริมาณสารให้ความหวาน ดังนี้ :

- รสน้ำผึ้งมะนาว สูตรที่ 1 สารให้ความหวานคือน้ำตาลทรายขาว 5-8%.
  สูตรที่ 2 สารให้ความหวานคือซูคราโลส 0.01-0.02%.
- รสธรรมชาติ สูตรที่ 1 สารให้ความหวานคือน้ำตาลทรายขาว 3-5%.
  สูตรที่ 2 สารให้ความหวานคือซูคราโลส 0.005 -0.008%.

ตารางที่ 11. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักเชียงดารสน้ำผึ้งมะนาวพร้อมดื่ม (ปรับสารให้ความหวาน)

สูตรที่	คะแนนความชอบด้านต่างๆ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6.23^{ns}	6.13^{ns}	6.05^{a}	5.91^{b}	6.15^{ns}
2	6.33^{ns}	6.43^{ns}	5.67^{b}	6.43^{a}	6.62^{ns}

หมายเหตุ : 1. ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

2. ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแสดงความแตกต่างในแนวตั้งของค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3. ns คือ ไม่มีความแตกต่าง($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 12. ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสชาผักเชียงดารสธรรมชาติพร้อมดื่ม (ปรับสารให้ความหวาน)

สูตรที่	คะแนนความชอบด้านต่างๆ				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6.42^{ns}	6.57^{ns}	5.95^{ns}	5.95^{ns}	6.00^{ns}
2	6.05^{ns}	6.52^{ns}	5.95^{ns}	5.81^{ns}	6.20^{ns}

หมายเหตุ : 1. ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

2. ค่าที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับแสดงความแตกต่างในแนวตั้งของค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

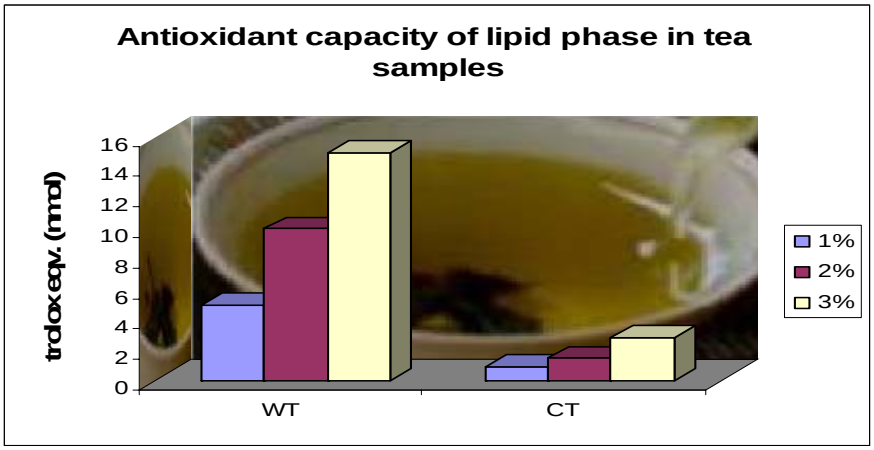
3. ns คือ ไม่มีความแตกต่าง($P \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่แสดงดังตารางที่ 11 และ 12 ข้างต้น พบว่าผลิตภัณฑ์ชาผักเชียงดาพร้อมดื่มที่ใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาล ทั้ง 2 รสชาติ (รสชาติธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือผู้ทดสอบยอมรับสารซูคราโลสได้เช่นเดียวกับน้ำตาลทราย.

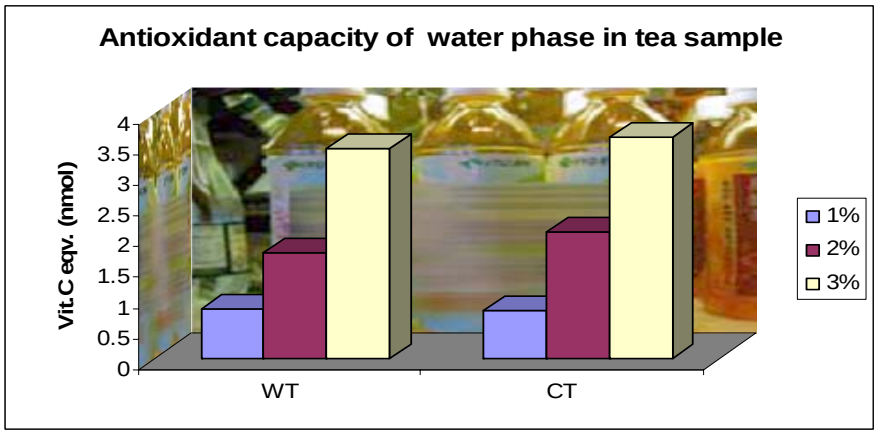
การตรวจฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของต้นแบบผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่ม

จากตัวอย่างต้นแบบผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่ม ได้นำมาตรวจควบคุมคุณภาพ โดยทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ โดยใช้เครื่อง Photochem ® ด้วยวิธี Chemiluminesence assay, พบว่า ในระบบที่เป็น lipid phase (สำหรับสารกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ เทียบกับสารมาตรฐาน คือ Trolox) พบว่า ชาผักหวานบ้านมีฤทธิ์สูงกว่าชาผักเชียงดาในทุกระดับความเข้มข้น คือ 1%, 2% และ 3%. แต่ในระบบที่เป็น water phase (สำหรับสารกลุ่มที่ละลายน้ำ เทียบกับสารมาตรฐาน คือ Vitamin C) พบว่าชาผักหวานบ้านมีฤทธิ์ใกล้เคียงกับชาผักเชียงดา ทั้งใน 3 ระดับความเข้มข้น (1%, 2% และ 3%). แสดงว่า สารออกฤทธิ์ส่วนหนึ่งของผักหวานบ้านอยู่ในกลุ่ม lipid soluble ในขณะที่สารออกฤทธิ์หลักของผักเชียงดาอยู่ในกลุ่มของ water soluble.

จากรูปที่ 10 พบว่า ชาผักหวาน (WT) มีฤทธิ์สูงกว่าชาผักเชียงดา (CT) ทั้งในตัวอย่างชาที่ 1%, 2% และ 3%. แสดงว่า สารออกฤทธิ์ส่วนหนึ่งของผักหวานบ้านอยู่ในกลุ่ม lipid soluble compounds และรูปที่ 11 พบว่า ชาผักหวาน (WT) มีฤทธิ์ใกล้เคียงกับชาผักเชียงดา (CT) ทั้งในตัวอย่างชาที่ 1%, 2% และ 3%. ยืนยันผลว่า สารออกฤทธิ์หลักของทั้งผักเชียงดาและผักหวานบ้านอยู่ในกลุ่มของ water soluble (แต่สูตรชาที่เตรียมมีผลต่อการเพิ่มฤทธิ์ของผักหวานบ้านอย่างมาก).



รูปที่ 10. ผลการทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ใน lipid phase.



รูปที่ 11. ผลการทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ใน water phase.

3.2.3 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เบื้องต้น

3.2.3.1 ศึกษาอายุการเก็บเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

ตารางที่ 13. คุณสมบัติชาผักหวานบ้านรสธรรมชาติพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม ในระหว่างเก็บรักษา

Week	Temp.	TSS	pH	L	a	b	%Acidity	Anti activity (vit C equ.: u mole)	TPC (PCA)
0	5^{O}C	1.87	5.80	51.89	+2.19	+22.90	0.032	215.14	$3.0 * 10^{1}$
	25^{O}C	1.87	5.80	51.89	+2.19	+22.90	0.032	215.14	$3.0 * 10^{1}$
2	5^{O}C	1.80	6.10	48.86	+3.14	+23.44	0.032	-	0
	25^{O}C	1.70	5.64	49.09	+2.82	+23.74	0.032	-	0
4	5^{O}C	2.10	5.77	52.32	+1.82	+21.25	0.032	-	0
	25^{O}C	2.00	5.46	52.63	+1.31	+21.69	0.032	-	$9.0 * 10^{4}$
6	5^{O}C	2.10	6.10	51.34	+2.28	+21.17	0.032	-	0
	25^{O}C	1.90	5.45	52.65	+1.19	+22.04	0.032	-	$4.0 * 10^{6}$
8	5^{O}C	2.00	6.13	50.86	+2.36	+21.47	0.006	513.85	$1.0 * 10^{5}$
	25^{O}C	-	-	-	-	-	-	508.79	

หมายเหตุ : 1) ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

2) มาตรฐานกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ชาพร้อมดื่มต้องมีค่าไม่เกิน 10^{5} ต่อตัวอย่าง 1 cm^{3}

ตารางที่ 14. คุณสมบัติชาผักหวานบ้านรสน้ำผึ้งมะนาวพาสเจอไรส์พร้อมดื่มในระหว่างเก็บรักษา

Week	Temp.	TSS	pH	L	a	b	%Acidity	Anti activity (vit C equ.: u mole)	TPC (PCA)
0	5^{O}C	1.96	3.16	52.56	+1.81	+22.27	0.128	252.19	$5 * 10^{1}$
	25^{O}C	1.96	3.16	52.56	+1.81	+22.27	0.128	252.19	$5 * 10^{1}$
2	5^{O}C	2.00	3.18	57.87	+0.38	+22.49	0.128	-	$1 * 10^{2}$
	25^{O}C	1.90	3.18	56.80	+1.28	+25.01	0.128	-	0
4	5^{O}C	2.20	3.12	55.46	+0.71	+20.22	0.128	-	0
	25^{O}C	2.17	3.08	53.88	+1.64	+20.56	0.128	-	0
6	5^{O}C	2.20	3.02	54.52	+1.02	+20.14	0.128	-	0
	25^{O}C	2.00	3.04	54.07	+1.57	+20.97	0.128	-	0
8	5^{O}C	2.10	3.08	55.51	+0.79	+20.55	0.064	688.92	$3.7 * 10^{5}$
	25^{O}C	2.20	3.07	56.39	-1.61	+21.90	0.096	632.24	$1.09 * 10^{6}$

หมายเหตุ : ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

จากผลการศึกษาอายุการเก็บเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม แบบบรรจุขวดพลาสติก (PE) ขนาด 80 มล. ทั้ง 2 รสชาติ ได้แก่ รสธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว, พบว่าเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านรสธรรมชาติเก็บได้นาน 6 สัปดาห์ และรสน้ำผึ้งมะนาวเก็บได้นาน 8 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 5^{O}ซ. และอุณหภูมิห้อง 25^{O}ซ. ในระยะเวลาการเก็บดังกล่าว ลักษณะทางกายภาพไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ค่าที่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ คือ % ความเป็นกรด. นั่นคือเมื่อเกิดการเสื่อมเสียระดับปริมาณจุลินทรีย์สูงมากกว่ามาตรฐานกำหนด (10^{5}) ค่า% ความเป็นกรดจะลดต่ำลงมาก. สำหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ตลอดอายุการเก็บดังกล่าวข้างต้น สารต้านอนุมูลอิสระยังคงออกฤทธิ์ได้ดี และมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงสัปดาห์แรกของการเก็บอย่างมีนัยสำคัญ. ทั้งนี้ อาจเนื่องจากเมื่อเก็บนานขึ้น สารสกัดผักหวานบ้านที่เติมเกิดการละลายมากยิ่งขึ้น ทำให้ออกฤทธิ์ได้ดีขึ้นนั่นเอง.

3.2.3.2 ศึกษาอายุการเก็บเครื่องดื่มชาผักเชียงดาพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม

ตารางที่ 15. คุณสมบัติชาผักเชียงดารสธรรมชาติพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม ในระหว่างเก็บรักษา

Week	Temp.	TSS	pH	L	a	b	%Acidity	Anti activity (vit C equ.: u mole)	TPC (PCA)
0	5^{O}C	1.60	6.92	44.02	+6.60	+21.25	0.032	133.53	$1.0 * 10^{1}$
	25^{O}C	1.60	6.92	44.02	+6.60	+21.25	0.032	133.53	$1.0 * 10^{1}$
2	5^{O}C	2.10	6.73	47.61	+4.80	+23.53	0.032	-	0
	25^{O}C	1.90	5.47	46.74	+4.59	+23.20	0.032	-	0
4	5^{O}C	2.00	6.47	46.72	+5.29	+23.42	0.032	-	$1.0 * 10^{3}$
	25^{O}C	1.90	5.33	46.11	+4.75	+22.82	0.032	-	$3.8 * 10^{6}$
6	5^{O}C	2.10	6.79	46.80	+5.31	+24.92	0.032	183.38	$9.6 * 10^{5}$
	25^{O}C	-	-	-	-	-	-	236.85	

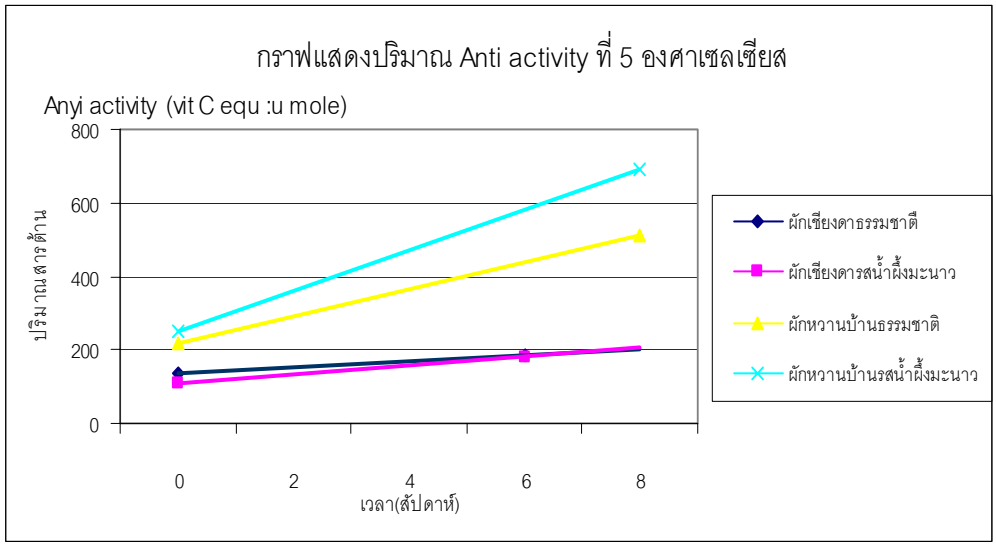
หมายเหตุ : ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 16. คุณสมบัติชาผักเชียงดารสน้ำผึ้งมะนาวพาสเจอร์ไรส์พร้อมดื่ม ในระหว่างเก็บรักษา

Week	Temp.	TSS	pH	L	a	b	%Acidity	Anti activity (vit C equ.: u mole)	TPC (PCA)
0	5^{O}C	1.76	3.36	41.00	+8.36	+19.23	0.128	110.79	$1.6 * 10^{1}$
	25^{O}C	1.76	3.36	41.00	+8.36	+19.23	0.128	110.79	$1.6 * 10^{1}$
2	5^{O}C	2.20	3.27	46.25	+6.26	+20.86	0.128	-	0
	25^{O}C	2.10	3.26	45.10	+6.44	+19.90	0.128	-	0
4	5^{O}C	2.10	3.19	45.35	+6.52	+20.97	0.128	-	$1.3 * 10^{3}$
	25^{O}C	2.10	3.23	46.04	+6.56	+21.58	0.128	-	0
6	5^{O}C	2.20	3.27	45.58	+6.40	+21.20	0.096	181.58	$6.0 * 10^{5}$
	25^{O}C	2.20	3.27	47.72	+6.61	+24.00	0.096	162.45	$3.6 * 10^{5}$

หมายเหตุ : ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

สำหรับเครื่องดื่มชาผักเชียงดาจากผลการทดลอง พบว่ารสธรรมชาติเก็บได้นาน 4 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้องและรสน้ำผึ้งมะนาวเก็บได้นาน 6 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 5^{O}ซ. และอุณหภูมิห้อง 25^{O}ซ. ในระยะเวลาการเก็บดังกล่าว ลักษณะทางกายภาพไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเช่นกัน ค่าที่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ คือ % ความเป็นกรด คือเมื่อเกิดการเสื่อมเสียระดับปริมาณจุลินทรีย์สูงมากกว่ามาตรฐานกำหนด (10^{5}) ค่า % ความเป็นกรดจะลดต่ำลงมาก. สำหรับการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ตลอดอายุการเก็บดังกล่าวข้างต้น สารต้านอนุมูลอิสระยังคงออกฤทธิ์ได้ดี และมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงสัปดาห์แรกของการเก็บอย่างมีนัยสำคัญ. ทั้งนี้ อาจเนื่องจากเมื่อเก็บนานขึ้น สารสกัดผักเชียงดาที่เติมเกิดการละลายมากยิ่งขึ้น ทำให้ออกฤทธิ์ได้ดีขึ้นเช่นเดียวกัน.



รูปที่ 12. ปริมาณAntioxidant Activity ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักพาสเจอไรส์ ที่อุณหภูมิการเก็บ 5^{O}ซ.

3.3 พัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบยูเอชที (UHT)

3.3.1 พัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มชาผักหวานบ้านพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบยูเอชที (UHT)

กระบวนการฆ่าเชื้อและบรรจุแบบปลอดเชื้อ (UHT) มีขั้นตอนดังนี้ เตรียมน้ำชาจากใบชาผักหวานบ้านแห้ง, ต้มใบชาแห้งในน้ำเดือดนาน 5-8 นาที, กรองแยกกากใบชาออกจะได้น้ำชาผักหวานบ้าน, ผสมส่วนผสมต่างๆ (สารสกัดจากผักหวานบ้าน, ซูคราโลสและน้ำผึ้ง) ในถังกวน (Mixing Tank) ที่มีใบพัดและให้ความร้อนขณะกวนผสมที่อุณหภูมิประมาณ 60-70^{O}ซ.

↓

เข้าสู่ระบบการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110^{O}ซ. เป็นเวลา (Holding time) 3-8 วินาที

(Ultra High Temperature : UHT , Aseptic method)

↓

บรรจุลงกล่องแบบปลอดเชื้อ (Aseptic Method) กล่องขนาด 250 มล.

ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1 สัปดาห์ จึงนำไปตรวจวิเคราะห์ค่าต่างๆ ต่อไป

จากนั้น ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักหวานบ้านบรรจุกล่องปลอดเชื้อในช่วงระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน (นับจากวันที่ผลิต โดยเก็บที่อุณหภูมิห้อง, 25-30^{O}ซ.). วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์, ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix), ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b), ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL. ผลแสดงดังตารางที่ 17 พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักหวานบ้านบรรจุกล่องปลอดเชื้อ จะมีอายุการเก็บนานกว่า 6 เดือน. โดยในช่วงระยะเวลาที่เก็บ 6 เดือน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix), ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b) เพียงเล็กน้อย, ไม่มีการเสื่อมเสียที่เกิดจุลินทรีย์. เมื่อตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลงจากปริมาณเริ่มต้นประมาณ 30% (ACW antioxidant activity). นั่นคือระบบการฆ่าเชื้อแบบ UHT และระบบการบรรจุแบบปลอดเชื้อสามารถยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้ดียิ่งขึ้น.

ตารางที่ 17. ผลการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักหวานบ้านพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบยูเอชที (UHT) ในระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง

Time (month)	TSS	pH	L	a	b	%Acidity	Anti activity (vit C equ.: n mole/15ug)	TPC (PCA)
0	1.70	5.80	45.52	+2.56	+22.30	0.035	3.0564	0
2	1.80	5.85	49.61	+1.98	+23.47	0.032	2.9697	0
4	1.80	5.85	50.26	+2.24	+23.16	0.035	2.5926	0
6	1.90	5.80	48.64	+2.68	+21.64	0.035	2.1344	0

หมายเหตุ : ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย

3.3.2 พัฒนากระบวนการผลิตเครื่องดื่มชาผักเชียงดาพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอด เชื้อในระบบยูเอชที (UHT)

กระบวนการฆ่าเชื้อและบรรจุแบบปลอดเชื้อ (UHT) มีขั้นตอนดังนี้ :

เตรียมน้ำชาจากใบชาผักเชียงดาแห้ง ต้มใบชาแห้งในน้ำเดือดนาน 5-8 นาที, กรองแยกกากใบชาออกจะได้น้ำชาผักเชียงดา ผสมส่วนผสมต่างๆ (สารสกัดผักเชียงดา, ซูคราโลสและน้ำผึ้ง) ในถังกวน (Mixing Tank) ที่มีใบพัดและให้ความร้อนขณะกวนผสมที่อุณหภูมิประมาณ 60-70^{O}ซ.

↓

เข้าสู่ระบบการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 110^{O}ซ. เป็นเวลา (Holding time) 3-8 วินาที

(Ultra High Temperature : UHT, Aseptic method)

↓

บรรจุลงกล่องแบบปลอดเชื้อ (Aseptic Method) กล่องขนาด 250 มล.

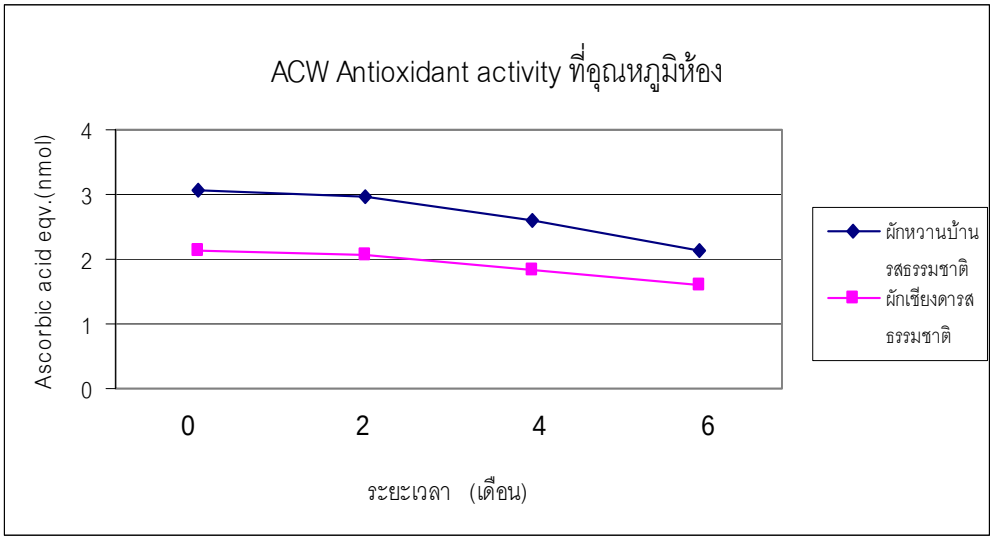
ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1 สัปดาห์ จึงนำไปตรวจวิเคราะห์ค่าต่างๆ ต่อไป

จากนั้น ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักเชียงดาบรรจุกล่องปลอดเชื้อในช่วงระยะเวลาการเก็บ 6 เดือน (นับจากวันที่ผลิต โดยเก็บที่อุณหภูมิห้อง , 25-30^{O}ซ.). วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์, ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix), ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b), ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี PCL, ผลแสดงดังตารางที่ 18.

ตารางที่ 18. ผลการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพทางกายภาพ, เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักเชียงดาพร้อมดื่มรสธรรมชาติแบบบรรจุกล่องปลอดเชื้อในระบบยูเอชที (UHT) ในระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง

Time (month)	TSS	pH	L	a	b	% Acidity	Anti activity (vit C equ.: n mole/15ug)	TPC (PCA)
0	1.60	6.72	45.74	+5.69	+24.30	0.030	2.1262	0
2	1.60	6.75	47.33	+4.98	+22.74	0.032	2.0660	0
4	1.80	6.58	49.10	+5.31	+22.06	0.035	1.8352	0
6	1.80	6.70	46.04	+6.25	+24.42	0.035	1.5884	0

หมายเหตุ : ค่าในตารางแสดงค่าเฉลี่ย



รูปที่ 13. ปริมาณAntioxidant Activity ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผัก UHT เก็บที่อุณหภูมิห้อง.

จากตารางที่ 18 และรูปที่ 13 พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักเชียงดาบรรจุกล่องปลอดเชื้อจะมีอายุการเก็บนานกว่า 6 เดือน. โดยในช่วงระยะเวลาที่เก็บ 6 เดือน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS : Brix), ความเป็นกรดเบส (pH), ค่าสี (L, a, b) เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย, ไม่มีการเสื่อมเสียที่เกิดจุลินทรีย์ และเมื่อตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลงจากปริมาณเริ่มต้นประมาณ 25% (ACW antioxidant activity). นั่นคือ ระบบการฆ่าเชื้อแบบ UHT และระบบการบรรจุแบบปลอดเชื้อสามารถยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้ดียิ่งขึ้น เช่นกัน.

3.4 ทดลองตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ

ทำการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคทั่วไป เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารต้านอนุมูลอิสระจากผักหวานบ้านและผักเชียงดา จำนวน 4 รสชาติ ได้แก่ เครื่องดื่มชาผักหวานบ้านรสธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว, เครื่องดื่มชาผักเชียงดารสธรรมชาติและรสน้ำผึ้งมะนาว เช่นกัน. โดยทำการสำรวจด้วยแบบสอบถาม ในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลกับผู้สอบถามจำนวน 200 ตัวอย่าง. ผลการประเมิน พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารต้านอนุมูลอิสระจากผักเชียงดาและผักหวานบ้าน, ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน. โดยให้คะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับชอบปานกลางและมีคะแนนใกล้เคียงกันทั้งก่อนและหลังดื่ม.

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักเชียงดาและน้ำผักหวานบ้านในภาชนะบรรจุที่ วว. ได้พัฒนาขึ้น เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เชิงพาณิชย์ แสดงดังรูปที่ 14 และ 15.

รูปที่ 14. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักเชียงดาและน้ำผักหวานบ้านพาสเจอไรส์.

รูปที่ 15. ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักเชียงดา และน้ำผักหวานบ้านบรรจุกล่องปลอดเชื้อ (UHT).

ตารางที่ 19. การเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักพื้นบ้านต้านอนุมูลอิสระกับผลิตภัณฑ์เทียบเคียงในท้องตลาด

ปริมาณต่อ 100 ml	ชาผักเชียงดารสธรรมชาติ	ชาผักหวานบ้านรสธรรมชาติ	ผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด (ชาเขียวพร้อมดื่ม)
พลังงาน(กิโลแคลอรี)	8	8	20
น้ำตาล(กรัม)	2.6	2.4	7
โซเดียม (มิลลิกรัม)	4	2.9	10

ผลวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (2553)

ตารางที่ 20. คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักหวานบ้านรสธรรมชาติ

	ต่อ 100 มิลลิลิตร (101.7 กรัม)	ต่อหน่วยบริโภค (200 มิลลิลิตร)	% ปริมาณที่แนะนำต่อวัน
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	8	15	-
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	-	0	-
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	-	0	0
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	-	0	0
โปรตีน (กรัม)	-	0	0
คาร์โบไฮเดรต (รวมใยอาหาร)	1.9	4	1
(กรัม)	0.1	0	0
ใยอาหาร (กรัม)	2.4	5	0
น้ำตาล (กรัม)	2.9	5	0
โซเดียม (มิลลิกรัม)	-	-	0
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	0.01	0.02	0
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.01	0.02	0
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	-	-	0
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	0.1	0.2	0
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.1	-	0
เถ้า (กรัม)	99.4	-	0
ความชื้น(กรัม)			

ผลวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (2553)

ตารางที่ 21. คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผักเชียงดารสธรรมชาติ

	ต่อ 100 มิลลิลิตร (101.7 กรัม)	ต่อหน่วยบริโภค (200 มิลลิลิตร)	% ปริมาณที่แนะนำต่อวัน
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	8	15	-
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	-	0	-
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	-	0	0
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	-	0	0
โปรตีน (กรัม)	-	0	0
คาร์โบไฮเดรต (รวมใยอาหาร)	2.0	4	1
(กรัม)	-	0	0
ใยอาหาร (กรัม)	2.6	5	0
น้ำตาล (กรัม)	4	10	0
โซเดียม (มิลลิกรัม)	-	-	0
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	0.01	0.02	0
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	-	-	0
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	-	-	0
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	0.04	0.08	0
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.04	-	0
เถ้า (กรัม)	99.7	-	0
ความชื้น(กรัม)			

ผลวิเคราะห์ข้อมูลโดยสถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (2553)

จากตารางที่ 19 พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักพื้นบ้าน ทั้งผักเชียงดาและผักหวานบ้านที่ได้พัฒนาสูตรขึ้นนั้น มีปริมาณน้ำตาลและปริมาณโซเดียมต่ำกว่า จึงให้พลังงานต่ำกว่าเครื่องดื่มชาเขียวพร้อมดื่มที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ประมาณ 2-3 เท่า.

ส่วนผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผักพื้นบ้านทั้ง 2 ชนิด แสดงในตารางที่ 20 และ 21. โดยพบว่า เครื่องดื่มน้ำผักพื้นบ้านทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณของใยอาหาร, วิตามิน, แคลเซียม และเหล็กใกล้เคียงกัน แต่ไม่มีส่วนประกอบของคอเลสตอรอลในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

4. สรุปผลการทดลอง

สารสกัดผักพื้นบ้านที่สกัดได้ 3 ชนิด ได้แก่สารสกัดน้ำผักหวานบ้าน, สารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้าน และสารสกัดน้ำผักเชียงดา. จากผลการทดลอง พบว่า สารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้าน และสารสกัดน้ำผักเชียงดา สามารถละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิห้อง (ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 – 1%). ที่สภาวะ pH ต่ำ (ความเป็นกรดสูง) สารจะออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดียิ่งขึ้น และการพาสเจอร์ไรส์โดยการใช้ความร้อนสูง 80-90^{O}ซ., 1 นาที จะมีผลให้ Antioxidant activity ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น.

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ เครื่องดื่มสกัดผักหวานบ้านพร้อมดื่ม 2 รสชาติ คือ รสธรรมชาติ (ประกอบด้วย ชาแห้ง 1-3%, น้ำตาล 3-5%, น้ำผึ้ง 2-5% และสารสกัด 50% เอทานอลผักหวานบ้าน 0.05-0.1%), รสน้ำผึ้งมะนาว (ประกอบด้วย ชาแห้ง 1-3%, น้ำตาล 5-8%, น้ำผึ้ง 2-5%, กรดซิตริก 0.1-0.5%, ผงมะนาว 0.1-0.5% และสารสกัดน้ำผักเชียงดา 0.05-0.1%). ส่วนเครื่องดื่มสกัดผักเชียงดาพร้อมดื่ม 2 รสชาติ ได้แก่ รสธรรมชาติ (ประกอบด้วย ชาแห้ง 1-3%, น้ำตาล 3-5%, น้ำผึ้ง 2-5% และสารสกัด 0.05-0.1%), รสน้ำผึ้งมะนาว (ประกอบด้วย ชาแห้ง 1-3%, น้ำตาล 5-8%, น้ำผึ้ง 2-5%, กรดซิตริก 0.1-0.5%, ผงมะนาว 0.1-0.5% และสารสกัด 0.05-0.1%) เช่นเดียวกัน. ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบพาสเจอร์ไรส์มีอายุการเก็บประมาณ 6 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง และผลิตภัณฑ์ในรูปแบบ UHT บรรจุกล่องแบบปลอดเชื้อจะมีอายุการเก็บมากกว่า 6 เดือนที่อุณหภูมิห้อง. ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีฤทธิ์ในการต้านอนมูลอิสระสูง เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ลักษณะเดียวกัน (ชาพร้อมดื่ม) ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป.

5. ข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระนี้ดำเนินงานภายใต้ชุดโครงการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ, วัตถุดิบที่นำมาศึกษา ประกอบไปด้วย กลุ่มผักพื้นบ้านชนิดต่างๆ (ผักหวานบ้าน, ผักเชียงดา) และกลุ่มวัสดุเหลือใช้จากโรงงานแปรรูปอุตสาหกรรม (เปลือกเมล็ดมะขามและเมล็ดองุ่น). จากการทดลองเบื้องต้น พบว่า สารสกัดสำคัญจากวัตถุดิบวัสดุเหลือใช้ข้างต้นออกฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีเช่นเดียวกันกับสารสกัดสำคัญของกลุ่มผักพื้นบ้าน. อย่างไรก็ดี เนื่องจากมีข้อจำกัดของงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปีและระยะเวลาวิจัยของโครงการที่สิ้นสุด, ดังนั้น ทำให้สารสกัดสำคัญของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมยังไม่ได้มีการพัฒนาไปเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบใดๆ แต่องค์ความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปต่อยอดในชุดโครงการวิจัยอื่นๆ ในอนาคตต่อไปได้.

6. เอกสารอ้างอิง

ชุณหสวัสดิกุล, บรรจบ. 2542. ผักพื้นบ้านรักษาโรคไขมันในเลือดสูง ความดันเลือดสูง โรคหัวใจและโรคเบาหวาน. ในรวมบทความการสัมมนาวิชาการเรื่องผักพื้นบ้านและอาหารพื้นบ้าน สถาบันแพทย์แผนไทย, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก.

ไชยมาศ, วิไล. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรจากผักหวานบ้าน. *วารสารการเกษตรราชภัฏ* ปีที่6, ฉบับที่ 2, หน้า 30-38.

เมืองมั่น, วีระสิงห์. 2542. การดูแลสุขภาพด้วยการบริโภคอาหาร. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องผักพื้นบ้านและอาหารพื้นเมือง, นนทบุรี : สถาบันแพทย์แผนไทย กระทรวงสาธารณสุข.

ล้วนรัตน์, บุญอ้อม. 2541. Antioxidant จากสมุนไพร. เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง Free radicals in health and diseases, กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร. 2535. คุณค่าโภชนาการของผักพิ้นบ้านไทย. นนทบุรี : สถาบันวิจัยสมุนไพร, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

หน่วยปฏิบัติการวิจัยเคมีสารสนเทศ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2553. ผักเชียงดา ผู้ฆ่าน้ำตาล, [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.thrai.sci.ku.ac.th/node/1477, [เข้าถึงเมื่อ 1 มิถุนายน 2553].

ไหมสุทธิสกุล, พิชญ์อร. 2552. การสกัดและการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในสมุนไพรและผัก พื้นบ้านของไทยบางชนิด, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย,

อิฐรัตน์, อรุณพร. 2544. อาหารเป็นยา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชเวช คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Internationnal Food Information. Functional Food Fact Sheets : Antioxidants, 2002. Council. Cinnecticut Avenue , N.W., Suite 430. Washington DC.

Klungsupya, P, 2008. Research and Development of New Ready to drink “Chang da “ Beverage from *Gymnema inodorum* Dence. The 2nd International Trade Exhibitor and Conference for Biotechnology , Bangkok Thailand.

Muangman, T., 2009. Anti-Hyperglycemic activity of Sauporus Androgenus Leaves Extract on Alloxan-induced Diabetic Rats. The 8th Joint Seminar Innovation Research in Natural Products for Sustainable Development. Bangkok Thailand.

Nation Library of Medicine and Medical Subject Heading., 2003. Gymnema sylvestre. [online]. Available at http://www.nlm.nih.gov/cgi/mesh/2003/MB-cgi term= GYMNEM A SYLVESTRE, [accessed 1 June 2006].

ภาคผนวก

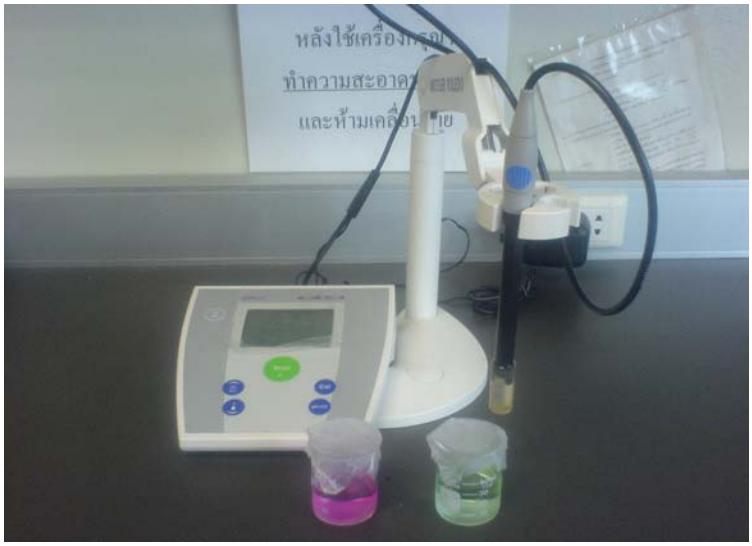
ก. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

1. การวัด pH (ยี่ห้อ METTLER TOLEDL)

วิธีการวิเคราะห์

1. การปรับ Calibration สองตำแหน่งของเครื่อง pH meter
   - จุ่มแท่ง electrode ลงในสารละลายบัฟเฟอร์ ที่มีค่าเท่ากับ 4 หมุนภาชนะบรรจุช้าๆ แล้ววัดค่า โดยกดปุ่ม Calibrate (Cal).
   - จุ่มแท่ง electrode ลงในสารละลายบัฟเฟอร์ ที่มีค่าเท่ากับ 7 หมุนภาชนะบรรจุช้าๆ แล้ววัดค่า โดยกดปุ่ม Calibrate (Cal).
2. การวัดค่า pH
   - จุ่มแท่ง electrode ลงในตัวอย่างที่ต้องการวัด แล้วกดปุ่ม read เพื่ออ่านค่า (เมื่อตำแหน่งค่าทศนิยมไม่กระพริบ แสดงว่าค่าถึงจุดคงที่).
3. ล้างแท่ง electrode ด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้ง.
4. การเก็บรักษา electrode
   - กรณีที่ใช้ต่อเนื่อง จุ่ม electrode ในน้ำกลั่น
   - กรณีที่ไม่ใช้เป็นเวลานาน ปิด fill hole จุ่ม electrode ลงในสารละลายประเภทเดียวกันกับที่บรรจุใน electrode



pH meter (ยี่ห้อ METTLER TOLEDO)

2. การตรวจวัดของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (° Brix)

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดฝารีแฟรกโตมิเตอร์ ล้างด้วยน้ำกลั่น เช็ดให้แห้ง
2. นำตัวอย่างที่ต้องการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ โดยหยดบนกระจก 2-3 หยด
3. ปิดฝารีแฟรกโตมิเตอร์อย่างช้าๆ
4. ส่องดูปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ดูได้จากระดับของสเกล
5. ทำการจดบันทึก ทำซ้ำ 3 ซ้ำ

รีแฟรกโตมิเตอร์ (refractometer)

3. <u>การหาปริมาณกรดทั้งหมดโดยวิธีไทเทรต</u>

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ปิเปตสารตัวอย่างที่เตรียมไว้มา 3 มิลลิลิตร ใส่ใน Flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. หยดฟีนอล์ฟธาลีน 2-3 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์
3. นำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนถึงจุดจุติ เมื่อสารละลายใน Flask เปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ ทำซ้ำ 3 ซ้ำ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด

<u>การคำนวณปริมาณกรดซิตริก</u>

$$\text{ปริมาณกรดทั้งหมด (\%)} = \frac{V \times N \times 70.05 \times 100}{W \times 1000}$$

V = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้ในการไทเทรต (ml)

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (normal)

W = น้ำหนักสารตัวอย่าง (g)

* จำนวนสมมูลกรดของกรดซิตริก เท่ากับ 70.05 g / mol

อุปกรณ์การไทเทรต

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1. <u>เครื่องวัดสี (Chroma Meter)</u>

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. กดปุ่มเปิดเครื่อง
2. นำแผ่น White Calibrate วางลงบนหัววัด กดปุ่ม Calibrate
3. กดปุ่ม Measure จะปรากฏค่าที่วัดได้ Y = 94.3 , x = 0.3134 , y = 0.3196 ซึ่งเป็นค่าที่ตรงกับค่าที่ระบุไว้บนแผ่น White Calibrate แสดงว่าการ Calibrate เสร็จสมบูรณ์แล้ว
4. กดปุ่ม Color space select เพื่อเลือกให้แสดงผลค่าสีในระบบ L a* b*
5. นำตัวอย่างใส่ลงในกระบอกรับตัวอย่าง
6. วางกระบอกรับตัวอย่างบนหัวยิง ปิดทับด้วย White Calibrate กดปุ่ม Measure
7. ค่าสีที่วัดจะถูกบันทึกเก็บไว้ในตัวเครื่อง และถูกพิมพ์ลงสู่แผ่นกระดาษ

เครื่องวัดสี (Chroma Meter) ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น CR 310

ข. ผลงาน / ผลผลิตของโครงการ

โปสเตอร์การนำผลงานวิจัยเผยแพร่สู่ผู้ประกอบการเชิงพานิชย์