



รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากผลผลิตเกษตร
และวัสดุเหลือทิ้งจากการตัดแต่ง

Healthy Food Product Development from Agricultural Product
and Material Remainder from Trimming

แผนงานวิจัย : แผนงานวิจัยและพัฒนาสนับสนุนงานโครงการหลวง

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ วิริยจารี และคณะ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากผลผลิตเกษตร
และวัสดุเหลือทิ้งจากการตัดแต่ง

Healthy Food Product Development from Agricultural Product
and Material Remainder from Trimming

แผนงานวิจัย : แผนงานวิจัยและพัฒนาสนับสนุนงานโครงการหลวง

คณะผู้วิจัย

สังกัด

1. รศ.ดร.ไพโรจน์

วิริยาริ

มูลนิธิโครงการหลวง

2. นางศิริกานต์

อินทมนต์

มูลนิธิโครงการหลวง

3. นางสาวสิริลักษณ์

ปิยะจันทร์

มูลนิธิโครงการหลวง

ธันวาคม 2555

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากผลผลิตเกษตรและวัตถุดิบที่เหลือจากการตัดแต่ง ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณในการให้การสนับสนุนการวิจัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคลากร เจ้าหน้าที่ โรงงานแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ และโรงงานคัดบรรจุ มูลนิธิโครงการหลวง สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และผู้ทดสอบชิมทุกท่าน ที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนโครงการวิจัย ทางด้านข้อมูล อุปกรณ์ และสถานที่ มาโดยตลอด

ท้ายที่สุดนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดโครงการวิจัย ซึ่งทำให้โครงการดำเนินไปได้ด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ คณะผู้วิจัยขออ้อมรับแนวความคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งปวง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการทำงานในอนาคต ส่วนองค์ความรู้ที่เกิดจากโครงการวิจัยนี้ขอให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติโดยรวมต่อไป

คณะผู้จัดทำ

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รศ.ดร.ไพโรจน์ วิริยจารี

ผู้ประสานงานโรงงานแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์
มูลนิธิโครงการหลวง

นักวิจัย

นางศิริกานต์ อินทมนต์

โรงงานแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มูลนิธิโครงการหลวง

นางสาวศิริลักษณ์ ปิยะจันทร์

โรงงานแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มูลนิธิโครงการหลวง



บทสรุปผู้บริหาร

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากปัญหาวัตถุดิบที่เหลือจากการตัดแต่งโดยเฉพาะผัก เช่น ผักกาดขาวปลี ผักกาดหอม ผักกาดทางหงส์ ผักกาดหวาน ปวยเล้ง เป็นต้น พบว่าในขั้นตอนการตัดแตงนั้นเกิดการสูญเสียถึงร้อยละ 20 – 30 ทำให้เกิดเศษวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันทางโรงงานคัดบรรจุได้นำไปจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์และนำไปทำเป็นปุ๋ย ซึ่งมีมูลค่าผลผลิตค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่ามีปัญหาผลผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น กะหล่ำปลี บล็อกโคลี่ และผลผลิตอื่น ๆ ที่มีภาวะล้นตลาด เช่น ถั่วแขก ถั่วลันเตา เป็นต้น ทางคณะวิจัยจึงเล็งเห็นถึงการนำวัตถุดิบที่เหลือจากการตัดแต่งและผลผลิตดังกล่าวมาทำการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่า เนื่องจากผักและผลผลิตดังกล่าวเป็นวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของสารอาหารที่ดี เช่น แคลเซียม โฟเลต วิตามินซี และเบต้าแคโรทีน เป็นต้น ซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้

นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์โดยการนำใบชาและถั่วมาใช้เป็นส่วนประกอบ ทั้งนี้เนื่องจากใบชามีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ส่วนถั่วนั้นสามารถนำมาหมักด้วยเทคนิคเชื้อบริสุทธิ์ เพื่อให้ได้สารไฟโตเอสโตรเจน ซึ่งเป็นสารที่มีโครงสร้างและบทบาทคล้ายเอสโตรเจนที่เป็นฮอร์โมนเพศหญิง ช่วยลดอาการข้างเคียงเนื่องจากภาวะหมดประจำเดือน มีคุณสมบัติในการช่วยป้องกันโรคมะเร็งบางชนิด โรคหัวใจ หลอดเลือด และโรคกระดูกพรุน (Murphy *et.al.*, 2002 ; Messina, 1999)

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพขึ้นเป็น 2 รูปแบบ คือ เครื่องดื่มสารอาหารสูงพร้อมดื่ม และเครื่องดื่มสารอาหารสูงอัดเม็ด เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกของผลิตภัณฑ์ให้กับผู้บริโภค

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาสารที่เป็นประโยชน์ได้แก่ วิตามินซี แคลเซียม โฟเลต และเบต้าแคโรทีนในกลุ่มผักของมูลนิธิโครงการหลวงที่มักมีปัญหาในด้านต่างๆ ร่วมกับการศึกษาคุณประโยชน์ของผลผลิตอื่นๆ ของมูลนิธิ เช่น ชาและถั่ว จากนั้นศึกษากระบวนการสกัดเพื่อให้ได้สารอาหารจากแหล่งต่างๆ ในปริมาณที่มากที่สุด เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสารอาหารสูงพร้อมดื่ม และเครื่องดื่มสารอาหารสูงอัดเม็ด โดยศึกษาสูตรและวิธีการที่เหมาะสมของแต่ละผลิตภัณฑ์

การศึกษากระบวนการผลิตวัตถุดิบในกลุ่มผัก

ทำการศึกษาปริมาณผักที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำน้ำผักเข้มข้น ได้ส่วนผสมที่เหมาะสม คือ ผักกาดขาวปลี ผักกาดหอม ผักกาดหางหงส์ ผักกาดหวาน ปวยเล้ง กะหล่ำปลี บล๊อคโคลี่ ถั่วแขก และถั่วลันเตา ร้อยละ 6.20, 30.67, 11.93, 3.64, 2.29, 14.62, 1.94, 28.10 และ 0.61 ตามลำดับ สกัดในสภาวะเย็นโดยใช้อัตราส่วนระหว่างผักต่อน้ำ เท่ากับ 2 : 1 โดยใช้เวลาในการสกัด 5 นาทีต่อ ลิตร

การศึกษากระบวนการผลิตวัตถุดิบในกลุ่มชา

ทำการคัดเลือกชาที่เหมาะสมจากคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ โดยพบว่าจากกลุ่มชาที่ทำ การทดสอบ ชาที่มีความเหมาะสมเนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ได้แก่ ชาเขียว จึงเลือก นำชาเขียวมาทำการสกัดด้วยการต้มในน้ำ ในอัตราส่วนใบชาต่อน้ำ เท่ากับ 1:10 ใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลาในการสกัดชา 120 นาที

การศึกษากระบวนการผลิตวัตถุดิบในกลุ่มถั่ว

ทำการคัดเลือกถั่วที่เหมาะสม จากปริมาณไฟโตเอสโตรเจนชนิดไอโซฟลาโวน ได้ชนิดถั่ว ที่เหมาะสม คือ ถั่วเหลืองผิวดำ จากนั้นนำถั่วมาหมักด้วยเชื้อบรืสุทธ์เพื่อให้ได้น้ำถั่วหมักชีวภาพเข้มข้น

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มสารอาหารสูงพร้อมดื่ม และเครื่องดื่มสารอาหารสูงอัดเม็ด

สูตรที่เหมาะสมของกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสารอาหารสูงพร้อมดื่ม และวัตถุดิบเริ่มต้น ของเครื่องดื่มสารอาหารสูงอัดเม็ด คือ ใช้ น้ำเคปทูลเบอร์รี่ น้ำผักเข้มข้น น้ำชา และน้ำถั่ว ร้อยละ 46.15, 39.11, 13.74 และ 1.00 ตามลำดับ แต่งสี กลิ่นและรสด้วย สีเหลืองมะนาว กลิ่นฟรุติตี้ และฟรุติตี้ไซรัป ร้อยละ 0.05, 0.1 และ 5 ตามลำดับของส่วนผสมทั้งหมด ทำการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที

ส่วนเครื่องดื่มสารอาหารสูงอัดเม็ด ใช้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเช่นเดียวกับเครื่องดื่ม สารอาหารสูงพร้อมดื่ม จากนั้นทำแห้งด้วยเทคโนโลยีโฟมเมท โดยใช้กลีเซอรอลโมโนสเตียเรท เป็นสารช่วยทำให้เกิดโฟม และไขมันโกลโคเลคซทรินเป็นสารช่วยเพิ่มปริมาณ ร้อยละ 15 และ 20 ตามลำดับ ใช้ความเร็วในการตีระดับสูงสุด เป็นเวลา 10 นาที นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จะได้วัตถุดิบผงสำหรับใช้ในการอัดเม็ด ทำการผสมวัตถุดิบผง กับน้ำตาล

แลคโตส พอลิไวนิลไพโรลิโดน เค 30 แมกนีเซียมสเตียเรท และทัลคัม ร้อยละ 58.32, 34.02, 4.86, 0.93 และ 1.87 ตามลำดับ

ต้นทุนในการผลิต

1. ต้นทุนการผลิตน้ำผักสกัดเข้มข้นในระดับห้องปฏิบัติการเท่ากับ 336 บาท/กิโลกรัม โดยมีผลผลิต ร้อยละ 58.3
2. ต้นทุนการผลิตน้ำชาสกัดเข้มข้นในระดับห้องปฏิบัติการเท่ากับ 315 บาท/กิโลกรัม โดยมีผลผลิต ร้อยละ 72.7
3. ต้นทุนการผลิตน้ำหมักชีวภาพเข้มข้นในระดับห้องปฏิบัติการเท่ากับ 1,282 บาท/กิโลกรัม โดยมีผลผลิต ร้อยละ 165
4. ต้นทุนการผลิตเครื่องคั้นสารอาหารสูงพร้อมคั้นในระดับห้องปฏิบัติการเท่ากับ 910 บาท/กิโลกรัม หรือ 41.36 บาทต่อขวด (45 มิลลิตร) โดยมีผลผลิต ร้อยละ 92
5. ต้นทุนการผลิตเครื่องคั้นสารอาหารสูงอัดเม็ดในระดับห้องปฏิบัติการเท่ากับ 4,281.51 บาท/กิโลกรัม หรือ 2.57 บาทต่อเม็ด (0.6 กรัม) โดยมีผลผลิต ร้อยละ 80

แนวทางในการผลิตเชิงการค้า

แนวทางการผลิตในเชิงการค้าทำการเปรียบเทียบกับการผลิตของโรงงานแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มูลนิธิโครงการหลวง โดยพิจารณาถึง

1. ความสามารถในการจัดหาวัตถุดิบ สามารถจัดหาได้เพียงพอต่อความสามารถในการผลิตระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่ใช้เป็นผลผลิตของทางมูลนิธิโครงการหลวง ยกเว้นถั่วเหลืองฝัดดำที่ยังมีผลผลิตน้อย แต่ก็เพียงพอต่อการผลิตเนื่องจากใช้ถั่วเหลืองฝัดดำในปริมาณที่ไม่มากนัก
2. ความสามารถในการผลิตระดับอุตสาหกรรม สำหรับเครื่องคั้นสารอาหารสูงพร้อมคั้นและเครื่องคั้นสารอาหารสูงอัดเม็ด พบว่า ความสามารถในการผลิตของโรงงานแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ยังมีข้อจำกัดของเครื่องมือบางชนิดที่ใช้ในกระบวนการผลิต คือ เครื่องระเหยสุญญากาศ เครื่องมือที่ใช้ในการตอกและอัดเม็ด
3. คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เครื่องคั้นสารอาหารสูงพร้อมคั้น และเครื่องคั้นสารอาหารสูงอัดเม็ดยังมีคุณค่าทางโภชนาการน้อยเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ตามท้องตลาด เนื่องจากงานวิจัยไม่ได้เติมแหล่งวิตามินซี แคลเซียม เบต้าแคโรทีน และโฟเลต ดังนั้นสารอาหารที่ได้จึงมาจากวัตถุดิบที่

ใช้เท่านั้น หากต้องการสารอาหารเพิ่มมากขึ้นเพื่อสามารถแข่งขันกับท้องตลาดได้ ควรมีการศึกษาการเติมสารอาหารเพิ่มเข้าไปด้วย

การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องต้มสารอาหารสูงพร้อมดื่มและเครื่องต้มสารอาหารสูงอัดเม็ด

คุณภาพผลิตภัณฑ์	เครื่องต้มสารอาหารสูงพร้อมดื่ม	เครื่องต้มสารอาหารสูงอัดเม็ด
คุณภาพทางกายภาพ		
ค่าสี L (ค่าความสว่าง)	28.45 ± 0.60*	69.14 ± 1.86
a* (ค่าสีแดง-เขียว)	-1.68 ± 0.02	-1.01 ± 0.18
b* (ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน)	14.21 ± 0.40	14.21 ± 0.44
คุณภาพทางเคมี		
ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์	-	0.283
pH	4.00	6.00
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°brix)	15	-
ร้อยละของเถ้า (g / 1 หน่วยบริโภค)	1.44	0.15
ปริมาณวิตามินซี (mg / 1 หน่วยบริโภค)	1.20	0.95
ปริมาณเบต้าแคโรทีน (μg / 1 หน่วยบริโภค)	5.98	1.25
ปริมาณโฟเลต (μg / 1 หน่วยบริโภค)	1.39	0.12
ปริมาณแคลเซียม (mg / 1 หน่วยบริโภค)	4.71	2.30
ปริมาณไฟโตเอสโตรเจนชนิดอะไกลโคน	433.34	44.33
ปริมาณไฟโตเอสโตรเจนชนิดกลูโคไซด์	128.98	12.90
ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ	72.90	ไม่พบ

คุณภาพผลิตภัณฑ์	เครื่องดื่มน้ำอาหาร สูงพร้อมดื่ม	เครื่องดื่มน้ำอาหารสูง อัดเม็ด
คุณภาพทางเชื้อจุลินทรีย์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g) ปริมาณยีสต์และรา (cfu/g) ปริมาณ Coliforms และ <i>E.coli</i> (MPN/g)	ไม่พบ ไม่พบ ไม่พบ	1.5×10^2 ไม่พบ ไม่พบ
คุณภาพทางประสาทสัมผัส สี กลิ่นรส รสชาติ การยอมรับโดยรวม (เมื่อคะแนนความชอบ 1-5)	4.45 ± 0.89 4.33 ± 0.92 4.00 ± 0.79 4.14 ± 0.82	4.55 ± 0.22 4.82 ± 0.42 4.73 ± 0.36 4.40 ± 0.29
ต้นทุนผลิตภัณฑ์	41.36 บาทต่อขวด (45 มิลลิลิตร)	2.57 บาทต่อเม็ด (0.6 กรัม)
ภาพผลิตภัณฑ์		

หมายเหตุ : *ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1 หน่วยบริโภคของเครื่องดื่มน้ำอาหารสูงพร้อมดื่ม เท่ากับ 45 มิลลิลิตร

1 หน่วยบริโภคของเครื่องดื่มน้ำอาหารสูงอัดเม็ด เท่ากับ 600 มิลลิกรัม

Executive Summary

Introduction

Concerning all of trimming vegetables such as chinese cabbage, head lettuce, chinese cabbage-michili type, cos lettuce, and spinach which result to 20%-30% remainders. Nowadays, all these huge amount of vegetables have been commonly used for producing pet food and fertilizer which give quite low profit. Furthermore, these have been found that some kind of vegetables such as cabbage and broccoli [together with some other kinds of vegetables which give quite excess supplies and with lower standard, they are as follows: cabbage, broccoli, snap beans and garden peas] which do not meet the standard. In addition, excess supplies of both snap beans and garden peas are also giving such big problems. Therefore, the idea of using all these reminders in order to produce nutritional food which contain reasonable foods with valuable nutritional substances which would be good beneficial for health by giving some useful substances such as calcium, folate, vitamin C and beta-carotene.

In addition, this research study has been shown a means to increase nutritional aspects by adding tea leaves together with peas as another two kinds of ingredients to the product. Since tea leaves contain high amount of antioxidant whereas peas could be brought for fermentation using pure starter culture technique in order to be used for reducing symptom related to menopause which can prevent some kinds of cancers, heart disease, Coronary heart disease and osteoporosis (Murphy *et al.*, 2002; Messina, 1999).

This research has intended to develop two forms of “health foods”, they are ready to drink beverage containing high nutritional values and high pellet beverage nutrition foods in order to add up an alternative foods for consumers.

Scope of this research work

To study of some useful vitamins and minerals: such as Vitamin C, Beta-carotene, folate and calcium which contain in vegetables which have been produced by The Royal Project Foundation together with tea and peas grown by other organization were focus. They were studied in terms of their benefits to human's

health. The extraction process was also examined in terms of both quantities and qualities as the sources to produce nutritional beverage and pellet beverage nutrition.

Study on the process of concentrate vegetable juice

The study has been revealed about the optimal proportions of mixed vegetables to be used as raw materials to prepare concentrated vegetable juice, all the mixture of these vegetables were as follows: chinese cabbage, head lettuce, chinese cabbage-michili type, cos lettuce, spinach, cabbage, broccoli, snap bean, garden pea were 6.20%, 30.67%, 11.93%, 3.64%, 2.29%, 14.62, 1.94%, 28.10% and 0.61% respectively. The extraction process time for maceration was 5 minutes per liter and the ratio of vegetable to water were 2:1.

Process of Tea-concentration

Green tea was selected in order to get the suitable properties in term of to be able as antioxidant source using water distillation with the ratio of tea to water 1:10 at 70 degree celcius for 120 minutes extraction.

Process of Fermentation of Bean

Selection of suitable raw material soybean by considering the amount of Phytoestrogen in term of Isoflavone. The suitable soybean selected was “Black Soybean” (Black type) which was brought to be fermented using “pure starter culture technique” in order to receive fermented black soybean.

Study the Optimum Recipe for Producing Nutritional beverage and Pellet beverage nutrition.

In order to accept the optimum formulation of high nutritional beverage, it was found out that the appropriate proportions of pellets beverage nutrition were as follows: cape gooseberry juice, concentrated vegetable juice, tea, and bean on the proportion of 46.15%, 39.11%, 13.74% and 1.00% respectively, then mixed with coloring matter of lemon-yellow 0.05%, fruity flavor 0.1%, and 5% of fructose syrup, followed by sterilization at 80 degree celcius for 5 minutes.

Concerning “Pellet beverage nutrition”, the optimum proportion of recipe which similar proportions of nutritional beverage have been used. Foam mat drying process had been applied using glyceryl monostearate (10%) in order to produce foam together with maltodextrin (20%) in order to increase the mass with maximum speed of 10 minutes, followed by drying at 60 degree celcius for 3 hours duration. The final product which was powdered form was ready to be formed into pellet beverage nutrition. This product had been formed by mixing the powdered form of 58.32% with lactose 34.02%, polyvinylpyrrolidone K 30 4.86%, magnesium stearate 0.93% and talcum 1.87% respectively.

Cost of Product

- 1) Concentrate vegetable juice (in the Laboratory rate) = 336 baht/kg whereas the percent yield 58.3%
- 2) Concentrate tea (in the Laboratory rate) = 315 baht/kg and percentage of yield = 72.7%
- 3) Concentrate Fermented Bean (in the Laboratory rate) = 1,282 baht/kg and percentage of yield = 165%
- 4) Nutritional Beverage Laboratory 910 baht/kg or 41.36 baht/bottle (45 ml) and with percentage of yield = 92%
- 5) Cost of “Pellet Beverage Nutrition” Laboratory is 4,281.51 baht/kg. or 2.57 baht/pellet (0.6 g) and percentage of yield = 80%

Trends to be able to produce “Commercially”

The trends of commercial production comparing with the production processing in the plant together with the processing and product development factory, The Royal Project Foundation.

- 1) The possibilities to supply all of raw materials to meet the requirement of industrial production would be possible since all raw materials to be used come from The Royal Foundation except one of them socalled “Black soybean” which eventhough it happens to be recognized as “low productivity” but still quite enough to be used.

2) In the case of the ability to produce as so-called “Industrial scale” for the product namely “Nutritional Beverage” and “Pellet beverage nutrition”, it has been quite outstanding that the Royal Project Foundation still lacks some specific and efficiency equipment to be used for manufacturing process..i.e. An evaporator, tablet forming engine.

3) The qualities of beverage nutrition and pellet beverage nutrition still contain not of the nutritious standards comparing with the products which have been launched in the market. It is necessary to fortify some useful food ingredients to make the products to be more useful and fit for human consumption; not just the original ones from the raw materials which these important points should be also taken into consideration as well.

Quality of nutritional beverage and pellet beverage nutrition

Product properties	nutritional beverage	pellet beverage nutrition
Physical properties		
Color: L (lightness)	28.45 ± 0.60*	69.14 ± 1.86
a* (Red-Green)	-1.68 ± 0.02	-1.01 ± 0.18
b* (Yellow-Blue)	9.14 ± 0.40	14.21 ± 0.44
Chemical properties		
Water activity	-	0.283
pH	4.00	6.00
Total soluble solid (°brix)	15	-
Ash (g/1 serving size)	1.44	0.15
Vitamin C (mg/1 serving size)	1.20	0.95
Beta-carotene (µg/1 serving size)	5.98	1.25
Folate (µg/1 serving size)	1.39	0.12
Calcium (mg/1 serving size)	4.71	2.30
Phytoestrogen as aglycone	433.34	44.33
Phytoestrogen as glucoside	128.98	12.90
Antioxidation	72.90	ND
Microbiological Properties		
Total Plate Count (cfu/g)	ND	1.5 x 10 ²
Yeast and Mold (cfu/g)	ND	ND
E. Coli and Coliform (MPN/g)	ND	ND
Sensory Properties		
Color	4.45 ± 0.89	4.55 ± 0.22
Flavor	4.33 ± 0.92	4.82 ± 0.42
Taste	4.00 ± 0.79	4.73 ± 0.36
Overall Acceptability (Score 1-5)	4.14 ± 0.82	4.40 ± 0.29

Product properties	nutritional beverage	pellet beverage nutrition
Cost of product	41.36 baht/bottle (45 ml)	2.57 baht/pellet (0.6 g)
Picture of product		

Note : *Average $\pm$ Standard deviation, ND = Not detected

1 serving size of beverage nutrition as 45 milliliters and pellet beverage nutrition as 600 milligrams.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
บทสรุปผู้บริหาร	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ด
บทคัดย่อ	1
บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์	5
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	7
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	45
บทที่ 4 ผลการวิจัย	53
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	77
บทที่ 6 การศึกษาต้นทุนและแนวทางในการผลิตเชิงการค้า	80
เอกสารอ้างอิง	90
ภาคผนวก	94

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบทางเคมีของถั่วเมล็ดแห้ง	17
2	องค์ประกอบสารอาหารของถั่วแดงหลวงน้ำหนัก 100 กรัม	19
3	ปริมาณวิตามินซีอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับกลุ่มบุคคลวัยต่างๆ	21
4	ปริมาณสูงสุดของวิตามินซีที่รับได้ในแต่ละวัน	22
5	แหล่งอาหารของวิตามินซี	22
6	ปริมาณการสะสมแคลเซียมในร่างกายตามกลุ่มวัยต่างๆ	25
7	ปริมาณความต้องการแคลเซียมต่อวันของร่างกายช่วงวัยต่างๆ	26
8	ปริมาณโฟเลตอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับกลุ่มบุคคลวัยต่างๆ	29
9	ปริมาณโฟเลตในอาหาร	30
10	สารกันติดที่ใช้ดอกอัญมณี และปริมาณที่ใช้โดยทั่วไป	41
11	สารช่วยไหลและปริมาณที่ใช้โดยทั่วไป	42
12	ตัวอย่างสารช่วยลื่นและปริมาณที่ใช้โดยทั่วไป	42
13	ตัวอย่างสารยึดเกาะและปริมาณที่ใช้โดยทั่วไป	43
14	สารช่วยแตกตัวและปริมาณที่ใช้โดยทั่วไป	43
15	ระดับของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาการสกัดน้ำผักเข้มข้น	45
16	การวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment with 2 center points ที่ใช้ในการศึกษาการสกัดน้ำผักเข้มข้น	46
17	ระดับของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาการสกัดน้ำชาเข้มข้น	46
18	การวางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial experiment with 3 center points ที่ใช้ในการศึกษาการสกัดน้ำชาเข้มข้น	47
19	ระดับปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบทั้งหมดที่เหมาะสม	48
20	การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ของกระบวนการฆ่าเชื้อ เครื่องคั้นสารอาหารสูง	49
21	ระดับของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบทั้งหมดที่เหมาะสม	51
22	ร้อยละของผลผลิตที่ไม่ได้ตามชั้นมาตรฐานของพืชในกลุ่มผัก	53

ตารางที่		หน้า
23	ผลการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี แคลเซียมและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจของปริมาณเบต้าแคโรทีนและโฟเลต ในผักทั้ง 9 ชนิด	54
24	สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI)	55
25	ปริมาณวิตามินซี แคลเซียม โฟเลตและเบต้าแคโรทีนของวัตถุดิบผักที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มสารอาหารสูง	57
26	ส่วนผสมที่เหมาะสมของผักที่นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มสารอาหารสูง	58
27	ปริมาณสารอาหารของอัตราส่วนผักที่เหมาะสมที่นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มสารอาหารสูงจากการแทนค่าสมการข้อจำกัด	59
28	ปริมาณแคลเซียมและวิตามินซีในน้ำผักสกัดเข้มข้น	59
29	ผลการวิเคราะห์ค่า The half maximal inhibitory concentration (IC ₅₀) ของชาชนิดต่างๆ	60
30	ผลการวิเคราะห์ค่า The half maximal inhibitory concentration (IC ₅₀) ของชาเขียวที่ผ่านกระบวนการสกัดจากการแปรระดับอุณหภูมิ เวลา และอัตราส่วนใบชาต่อน้ำ	61
31	สมการแบบหุนทางคณิตศาสตร์ของเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดน้ำชาเมื่ออัตราส่วนคงที่	62
32	ผลการวิเคราะห์ปริมาณไอโซฟลาโวนชนิดกลูโคไซด์ในถั่วแต่ละชนิด	63
33	ผลการวิเคราะห์ปริมาณไอโซฟลาโวนชนิดอะไกลโคนในถั่วแต่ละชนิด	63
34	ระดับของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบทั้งหมดที่เหมาะสม	65
35	คุณภาพทางด้านเคมีของเครื่องดื่มสารอาหารสูง 15 สูตร จากการทดลองแบบ Mixture Design	66
36	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสารอาหารสูง 15 สูตร จากการทดลองแบบ Mixture Design	67
37	คุณภาพทางด้านเคมีและเชื้อจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มสารอาหารสูงที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ	69
38	คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสารอาหารสูงที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ	70

ตารางที่		หน้า
39	คุณภาพของโพนที่ได้ เมื่อเติม GMS ที่ระดับต่างกัน	71
40	ระดับของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบทั้งหมดที่เหมาะสม	72
41	การวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design ของส่วนผสมเครื่องคั่วสารอาหารสูงอัดเม็ด	73
42	คุณภาพทางประสาทสัมผัสเครื่องคั่วสารอาหารสูงอัดเม็ด 11 สูตร	73
43	คุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องคั่วสารอาหารสูงพร้อมคั่วและผลิตภัณฑ์เครื่องคั่วสารอาหารอัดเม็ด	75
44	ขั้นตอนการผลิตน้ำผักสกัดเข้มข้น น้ำหนักที่สูญเสีย และต้นทุนผลิตภัณฑ์	82
45	ขั้นตอนการผลิตน้ำชาสกัดเข้มข้น น้ำหนักที่สูญเสีย และต้นทุนผลิตภัณฑ์	83
46	ขั้นตอนการผลิตน้ำถั่วหมักชีวภาพเข้มข้น น้ำหนักที่สูญเสีย และต้นทุนผลิตภัณฑ์	84
47	ขั้นตอนการผลิตเครื่องคั่วสารอาหารสูง น้ำหนักที่สูญเสีย และต้นทุนผลิตภัณฑ์	85
48	ขั้นตอนการผลิตเครื่องคั่วสารอาหารสูงอัดเม็ด น้ำหนักที่สูญเสีย และต้นทุนผลิตภัณฑ์	87

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
1	ผักกาดขาวปลี	8
2	ผักกาดหอมห่อ	9
3	ผักกาดหางหงส์	9
4	ผักกาดหวาน	10
5	ปวยเล้ง	11
6	กะหล่ำปลี	11
7	บล็อคโคลี่	12
8	ถั่วแขก	13
9	ถั่วลันเตา	13
10	โครงสร้างทางเคมีของ Gypenoside	14
11	เจียวูหลาน	15
12	ชาอู่หลง	16
13	ชาเขียว	17
14	ถั่วเหลือง	19
15	ถั่วแดงหลวง	19
16	เกพกูสเบอร์รี่	20
17	โครงสร้างโมเลกุลของไอโซฟลาโวน	33
18	โครงสร้างทางเคมีของ GMS	36
19	กระบวนการที่ดีที่สุด (Optimization) สำหรับการศึกษาและคัดเลือกเพื่อหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำชา	62
20	สูตรที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องคั้นสารอาหารสูง	68
21	ส่วนผสมที่ดีที่สุดของเครื่องคั้นสารอาหารสูงอัดเม็ด	74
22	เครื่องคั้นสารอาหารสูงพร้อมคั้น	102
23	เครื่องคั้นสารอาหารสูงอัดเม็ด	102