บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

ตอนที่ 1. การศึกษาวิธีการผลิตสารสกัดสารสำคัญจากกากองุ่นแดง

4.1 คุณภาพวัตถุดิบ

เมื่อเทียบเคียงกับมาตรฐาน ประกาศกระทรวงเรื่องมาตรฐานอาหารปนเปื้อน พบว่า มีสารโลหะหนัก สารหนู ตะกั่ว สังกะสี ดีบุก และปรอท อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งพบว่า เฉพาะทองแดง มีค่าเกินมาตรฐาน ส่วน เหล็ก และ แคดเมียม ไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานไว้ ดังตาราง 4.1

ทั้งนี้ในการเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงเพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สุดท้ายว่าควรตรวจวิเคราะห์โลหะหนักชนิดใดว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ เนื่องจากโลหะหนักเหล่านี้จัดเป็นสารพิษต่อร่างกาย หากร่างกายได้รับในปริมาณมาก

ซึ่งแท้จริงแล้วหากต้องการประยุกต์นำสารสกัดไปใช้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายใดนั้น ต้องทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลวิเคราะห์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์นั้น ๆ โดยสารโลหะหนักที่ถือเป็นตัวหลักที่ต้องวิเคราะห์ คือ ทองแดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1 เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในวัตถุดิบกากองุ่นกับมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน

สารโลหะหนัก	ประกาศกระทรวง ฉบับที่ 98 -มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน	วัตถุดิบกากองุ่นแดง
	(mg/kg)	
สารหนู (Arsenic ;As)	2.00	0.07
ตะกั่ว (Lead ;Pb)	1.00	0.14
ทองแดง (Copper ;Cu)	20.00	26.65
สังกะสี (Zinc ;Zn)	100.00	13.04
เหล็ก (Iron ;Fe)	N/A	43.66
ดีบุก (Tin ;Sn)	250.00	6.77
แคดเมียม (Cadmiun ;Cd)	N/A	0.04
ปรอท (Mercury ;Hg)	0.02	< 0.012

N/A; Not available.

ผลการตรวจคุณภาพสารสำคัญเบื้องต้นเพื่อหาวิธีการเตรียมตัวอย่างและตัวทำละลายที่เหมาะสม ได้ผลดังตาราง 4.2 และผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยวิธี HPLC แสดงดังตาราง 4.3 โดยสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ในตัวอย่างกากองุ่นบดแห้งและตัวอย่างสดบดให้ปริมาณสูงไม่แตกต่างกัน แต่ตัวอย่างสดไม่ผ่านการบดจะให้ปริมาณน้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในทั้งสองตัวทำละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณแทนนินทั้งหมด พบว่า ตัวอย่างสดบดจะให้ปริมาณสูงที่สุด รองลงมาเป็นตัวอย่างแห้งสกัดด้วยตัวทำละลาย 50% เอทานอล ตัวอย่างแห้งและตัวอย่างสดไม่ผ่านการบดสกัดด้วยสารละลายผสม ethanol:water:HCl ตามอัตราส่วน 70:29:1 v/v/v และตัวอย่างสดที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 50% เอทานอล ตามลำดับ

ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด พบว่าเฉพาะตัวอย่างสดสกัดด้วยตัวทำละลาย 50% เอทานอล ให้ปริมาณน้อยที่สุด

ตัวอย่างกากองุ่นแห้งบดให้ปริมาณสารที่สกัดได้สูงสุด รองลงมาคือ ตัวอย่างสดบดและตัวอย่างสดไม่ผ่านการบด ตามลำดับ โดยตัวทำละลาย 50% เอทานอล จะให้ปริมาณสารสกัดที่น้อยกว่าในทุกตัวอย่าง

ตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นวัตถุดิบกากองุ่นแดง

สิ่งทดลอง[1]	TPC[2]	TN[3]	TA[4]	Yield of extract (%)
FSA	10.30 ± 0.56^{b}	$4.49 \pm 0.04^{c,d}$	$1.15 \pm 0.01^{a-c}$	11.28 ± 0.17^{e}
FSB	8.50 ± 0.23^{b}	3.67 ± 0.07^{d}	0.94 ± 0.00^{c}	10.54 ± 0.11^{f}
DSA	63.68 ± 14.47^{a}	4.49 ± 0.53^{c}	1.48 ± 0.53^{a}	24.13 ± 0.16^{a}
DSB	81.78 ± 29.88^{a}	5.22 ± 0.52^{b}	$1.40 \pm 0.27^{a,b}$	22.91 ± 0.15^{b}
FCA	78.74 ± 4.38^{a}	7.04 ± 0.46^{a}	$1.17 \pm 0.12^{a-c}$	19.21 ± 0.15^{c}
FCB	75.89 ± 8.89^{a}	6.57 ± 0.55^{a}	$1.04 \pm 0.11^{b,c}$	17.19 ± 0.21^{d}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

1) FSA = กากองุ่นสดใน ethanol:water:HCl = 70:29:1 v/v/v, FSB = กากองุ่นสดใน 50% ethanol, DSA = กากองุ่นแห้งบดใน ethanol:water:HCl = 70:29:1 v/v/v,

DSB = กากองุ่นแห้งบดใน 50% ethanol , FCA = กากองุ่นสดบดใน ethanol:water:HCl = 70:29:1 v/v/v, FCB = กากองุ่นสดบดใน 50% ethanol,

2) Total phenolic content ; mg GAE / g dry sample,

3) Total tannin ; mg Tannic acid / g dry sample,

4) Total anthocyanins ; mg / g dry sample.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนการวิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่า มีปริมาณคาเทชิน (catechin) สูงในตัวอย่างแห้งและตัวอย่างสดบด สกัดด้วยตัวทำละลาย 50% เอทานอล เช่นเดียวกับ ปริมาณอิพิคาเทชิน (epicatechin)

ปริมาณเรสเวอราทรอล (resveratrol) จะพบสูงสุดในตัวอย่างแห้งสกัดด้วยตัวทำละลาย 50% เอทานอล รองลงมาคือตัวอย่างสดบด สกัดด้วยตัวทำละลาย 50% เอทานอล

ส่วนปริมาณเคอร์ซิทิน (quercetin) ตัวอย่างแห้งและตัวอย่างสดบด สกัดด้วยตัวทำละลาย 50% เอทานอล มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน แต่จะพบมากที่สุดในตัวอย่างแห้งสกัดด้วยสารละลายผสม ethanol:water:HCl = 70:29:1 v/v/v

จากผลการศึกษา จึงได้เลือกใช้ตัวอย่างสดบด และใช้สารละลาย 50% เอทานอล ที่ให้ค่าปริมาณสารสำคัญสูงไม่แตกต่างกับการใช้ตัวอย่างแห้ง อีกทั้งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในการทำแห้ง กำหนดให้กากองุ่นสดบดเป็นวัตถุดิบในกระบวนการสกัดโดยการแช่กากองุ่นแดงบด (เปลือกและเมล็ด) ในตัวทำละลายอินทรีย์ (maceration) โดยใช้อัตราส่วนตัวอย่างต่อตัวทำละลาย 1:3 คือ ตัวอย่างกากองุ่นแดงบด 60 กรัม ผสมเอทิลแอลกอฮอล์ 180 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 เขย่าด้วยอัตราคงที่ 90 ครั้งต่อนาที ในการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่เหมาะสมภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและเวลาด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ต่อไป

ตาราง 4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญวัตถุดิบกากองุ่นแดงด้วยเครื่อง HPLC

สิ่งทดลอง	Catechin	Epicatechin	Resveratrol	Quercetin
	mg / g dry sample			
DSA	0.10 ± 0.01^{b}	0.42 ± 0.14^{c}	0.0034 ± 0.0001^{c}	0.0029 ± 0.0009^{a}
DSB	7.36 ± 1.37^{a}	1.26 ± 0.22^{a}	0.0116 ± 0.0004^{a}	0.0002 ± 0.0000^{b}
FCA	0.12 ± 0.02^{b}	0.01 ± 0.01^{b}	0.0002 ± 0.0000^{d}	0.0001 ± 0.0000^{b}
FCB	8.64 ± 1.49^{a}	1.28 ± 0.23^{a}	0.0068 ± 0.0008^{b}	0.0002 ± 0.0000^{b}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

1) DSA = กากองุ่นแห้งบดใน ethanol:water:HCl = 70:29:1 v/v/v,

DSB = กากองุ่นแห้งบดใน 50% ethanol , FCA = กากองุ่นสดบดใน ethanol:water:HCl = 70:29:1 v/v/v,

FCB = กากองุ่นสดบดใน 50% ethanol

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 การศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่เหมาะสม

การทดลองนี้เป็นการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิและเวลาในการสกัดสารสำคัญจากกากองุ่นแดงเพื่อใช้เป็นกระบวนการผลิตเป็นผงสารสกัดต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ปริมาณสารสำคัญสูงสุด ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการสกัดของแต่ละสิ่งทดลอง (ตาราง 3.1) แสดงดังตาราง 4.4 พบว่าในทุกสิ่งทดลองจะให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าในงานวิจัยของ ทรงศิริ และคณะ (2552) ที่ใช้เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 50 ในการสกัดเปลือกและเมล็ดองุ่นแดงเช่นเดียวกัน และพบว่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด มีปริมาณสูงกว่าในงานวิจัยของ Khanal *et al*. (2009) ที่ทำการสกัดกากองุ่น 24 ชั่วโมง (1134 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) ยกเว้นในสิ่งทดลองที่ 4 คือ อุณหภูมิและเวลาที่ระดับสูง จะได้ปริมาณแอนโทไซยานินที่ต่ำกว่า

ตาราง 4.4 ผลการทดลองการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการสกัดกากองุ่นแดงที่เหมาะสม

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	TPC[1]	TN[2]	TA[3]	Yield of extract (%)
1	(1)	88.35 ± 1.91^{e}	7.66 ± 0.04^{d}	$1.32 \pm 0.08^{a,b}$	$21.97 \pm 1.15^{d,e}$
2	a	104.70 ± 2.79^{b}	8.56 ± 0.10^{c}	$1.26 \pm 0.05^{b-d}$	24.13 ± 0.43^{b}
3	b	87.94 ± 4.38^{e}	7.33 ± 0.44^{e}	$1.33 \pm 0.06^{a,b}$	$21.14 \pm 0.10^{e,f}$
4	ab	106.78 ± 7.10^{b}	9.25 ± 0.13^{b}	1.08 ± 0.05^{e}	23.71 ± 0.24^{b}
5	-αa	86.26 ± 3.23^{e}	7.14 ± 0.30^{e}	$1.30 \pm 0.05^{a-c}$	20.10 ± 0.05^{g}
6	+αa	117.75 ± 5.77^{a}	9.66 ± 0.41^{a}	$1.24 \pm 0.01^{c,d}$	27.64 ± 0.59^{a}
7	-αb	94.76 ± 1.63^{d}	7.74 ± 0.03^{d}	1.37 ± 0.08^{a}	20.93 ± 0.14^{f}
8	+αb	103.38 ± 4.17^{b}	8.62 ± 0.18^{c}	1.20 ± 0.01^{d}	22.85 ± 0.20^{c}
9	Cp1	$98.40 \pm 3.61^{c,d}$	7.69 ± 0.33^{d}	1.22 ± 0.04^{d}	$21.71 \pm 0.24^{d-f}$
10	Cp2	$101.96 \pm 2.16^{b,c}$	8.80 ± 0.24^{c}	1.33 ± 0.03^{a}	$22.20 \pm 0.45^{c,d}$

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

*สิ่งทดลองดังแสดงในตาราง 3.1,

1) Total phenolic content ; mg GAE / g dry sample,

2) Total tannin ; mg Tannic acid / g dry sample,

3) Total anthocyanins ; mg / g dry sample.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้ด้วยวิธี HPLC จะพบว่า ปริมาณคาเทชิน และอิพิคาเทชิน ของสารสกัดที่วิเคราะห์ได้ มีปริมาณสูงกว่าในองุ่นพันธุ์ Cencibel, Cabernet sauvignon, Merlot และ Shiraz จากการวิเคราะห์ในงายวิจัยของ Monteagre *et al*. (2006)

ตาราง 4.4 (ต่อ)

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	Catechin	Epicatechin	Resveratrol	Quercetin
		mg / g dry sample			
1	(1)	10.34 ± 0.57^{d}	1.65 ± 0.22^{d}	$0.0069 \pm 0.0011^{a,b}$	ND.
2	a	12.86 ± 2.05^{b}	$2.13 \pm 0.37^{b,c}$	$0.0059 \pm 0.0005^{a-c}$	ND.
3	b	10.21 ± 0.81^{d}	1.60 ± 0.17^{d}	0.0074 ± 0.0014^{a}	ND.
4	ab	16.05 ± 1.24^{a}	2.49 ± 0.23^{a}	0.0033 ± 0.0003^{d}	ND.
5	-αa	$10.51 \pm 0.56^{c,d}$	1.78 ± 0.11^{d}	$0.0071 \pm 0.0015^{a,b}$	ND.
6	+αa	$12.20 \pm 0.87^{b,c}$	$1.93 \pm 0.17^{b-d}$	0.0020 ± 0.0001^{d}	ND.
7	-αb	9.89 ± 0.58^{d}	1.71 ± 0.09^{d}	$0.0066 \pm 0.0008^{a,b}$	ND.
8	+αb	13.53 ± 0.92^{b}	$2.27 \pm 0.14^{a,b}$	$0.0054 \pm 0.0006^{b,c}$	ND.
9	Cp1	9.47 ± 0.45^{d}	1.61 ± 0.10^{d}	0.0050 ± 0.0007^{c}	ND.
10	Cp2	$10.86 \pm 0.81^{c,d}$	$1.90 \pm 0.12^{c,d}$	$0.0060 \pm 0.0007^{a-c}$	ND.

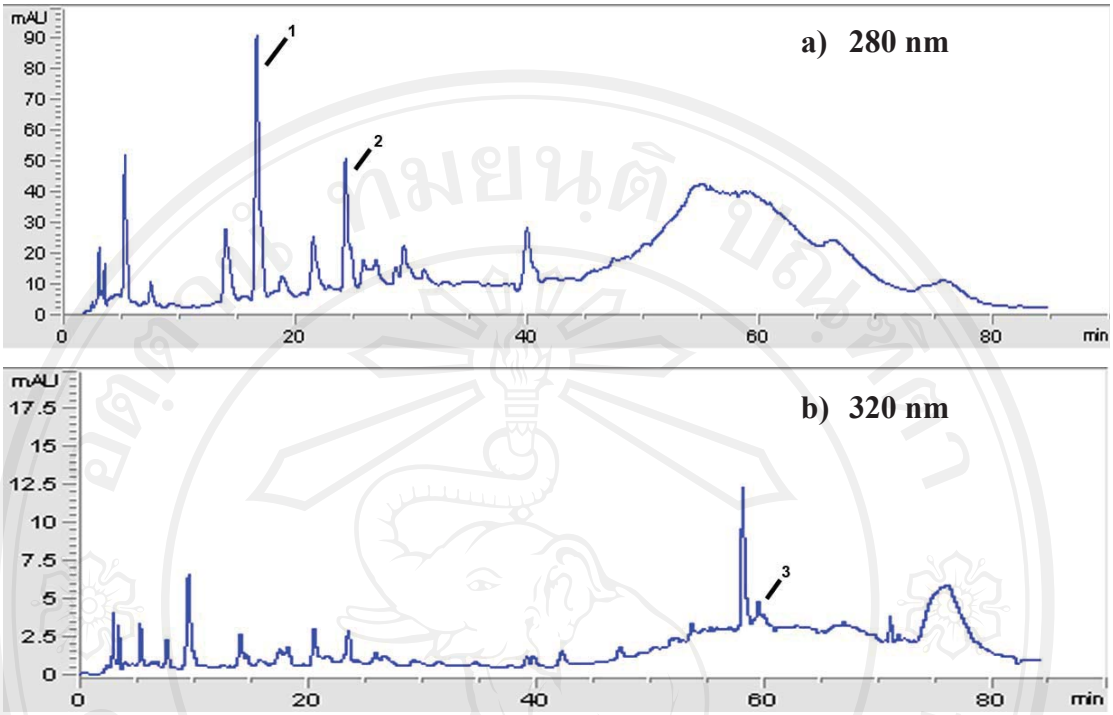
ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

*สิ่งทดลองดังแสดงในตาราง 3.1,

ND. = Not detected

โดยแสดงตัวอย่างโครมาโทแกรมดังภาพ 4.1 ส่วนเคอร์ซิทินไม่สามารถตรวจพบได้ ทั้งนี้ในการวิเคราะห์เคอร์ซิทินจะพบอยู่ในรูปของไกลโคไซด์มากกว่ารูปเคอร์ซิทินอิสระ (Kammerer, 2004) ที่ใช้เป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์ด้วย HPLC ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ควรใช้สารมาตรฐานในรูปองค์ประกอบอื่น ๆ ในการวิเคราะห์เพิ่มเติม ดังนั้นในการวิเคราะห์ปริมาณ เคอร์ซิทิน ที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่อง HPLC อันเนื่องจากชนิดของสารมาตรฐานไม่เหมาะสม ในการทดลองขั้นต่อไปจะวิเคราะห์ในรูปของ ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด เทียบกับ สารเคอร์ซิทินมาตรฐานเนื่องจากสารเคอร์ซิทินที่มีอยู่ในวัตถุดิบกากองุ่นแดง ถือเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่สำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.1 ตัวอย่างโครมาโทแกรมที่วิเคราะห์ได้จากสิ่งทดลองด้วย HPLC a) 280 nm, b) 320 nm, 1: Catechin, 2: Epicatechin, 3: Resveratrol

การใช้โปรแกรมทางสถิติ Design-Expert วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยกำหนดให้มีค่า Adjusted R-square มากกว่า 60% พบว่า ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนินทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ปริมาณเรสเวอราทรอล และร้อยละของปริมาณสารสกัด มีค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) นั่นคือ อุณหภูมิและเวลาในการสกัดภายในช่วงที่ทำการศึกษามีผลต่อปริมาณดังกล่าว ส่วน ปริมาณคาเทชิน และอิพิคาเทชิน ในการสกัดภายในช่วงที่ทำการศึกษาไม่มีผลต่อค่าดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

โดยสามารถแสดงเป็นสมการความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญต่าง ๆ ได้ดังตาราง 4.5

จากสมการความสัมพันธ์สามารถสร้างกราฟ contour plot ของแต่ละค่าตอบสนอง ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนินทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ปริมาณเรสเวอราทรอล และร้อยละของปริมาณสารที่สกัดได้ มีค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แสดงดังภาพ 4.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.5 สมการความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพ

คุณภาพทางเคมีกายภาพ	สมการ	P-value	Adj. R^2
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g dry sample)	$49.14 + 0.70X_1 + 0.82X_2$	0.0001	0.90
ปริมาณแทนนินทั้งหมด (mg Tannic acid/g dry sample)	$6.87 + 0.01X_1 - 0.45X_2 + 8.50 \times 10^{-3}X_1X_2$	0.0046	0.81
ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (mg/g dry sample)	$1.10 + 4.43 \times 10^{-3}X_1 + 0.08X_2 - 1.58 \times 10^{-3}X_1X_2$	0.0260	0.65
ปริมาณเรสเวอราทรอล (mg/g dry sample)	$1.89 \times 10^{-4} + 2.65 \times 10^{-4}X_1 + 4.48 \times 10^{-4}X_2 - 1.87 \times 10^{-6}X_1^2 + 8.33 \times 10^{-5}X_2^2 - 2.50 \times 10^{-5}X_1X_2$	0.0121	0.88
ปริมาณสารที่สกัดได้ (ร้อยละ)	$13.79 + 0.14X_1$	0.0021	0.68

หมายเหตุ X_1 = อุณหภูมิ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

X_2 = เวลา มีหน่วยเป็นชั่วโมง

จากตาราง 4.5 และภาพ 4.2 สามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดปริมาณคาเทชิน ปริมาณเรสเวอราทรอล และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด จะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิหรือระยะเวลาในการสกัด ซึ่งเป็นหลักการปรกติในการเพิ่มความสามารถในการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Tzia and Liadakis, 2003) โดย

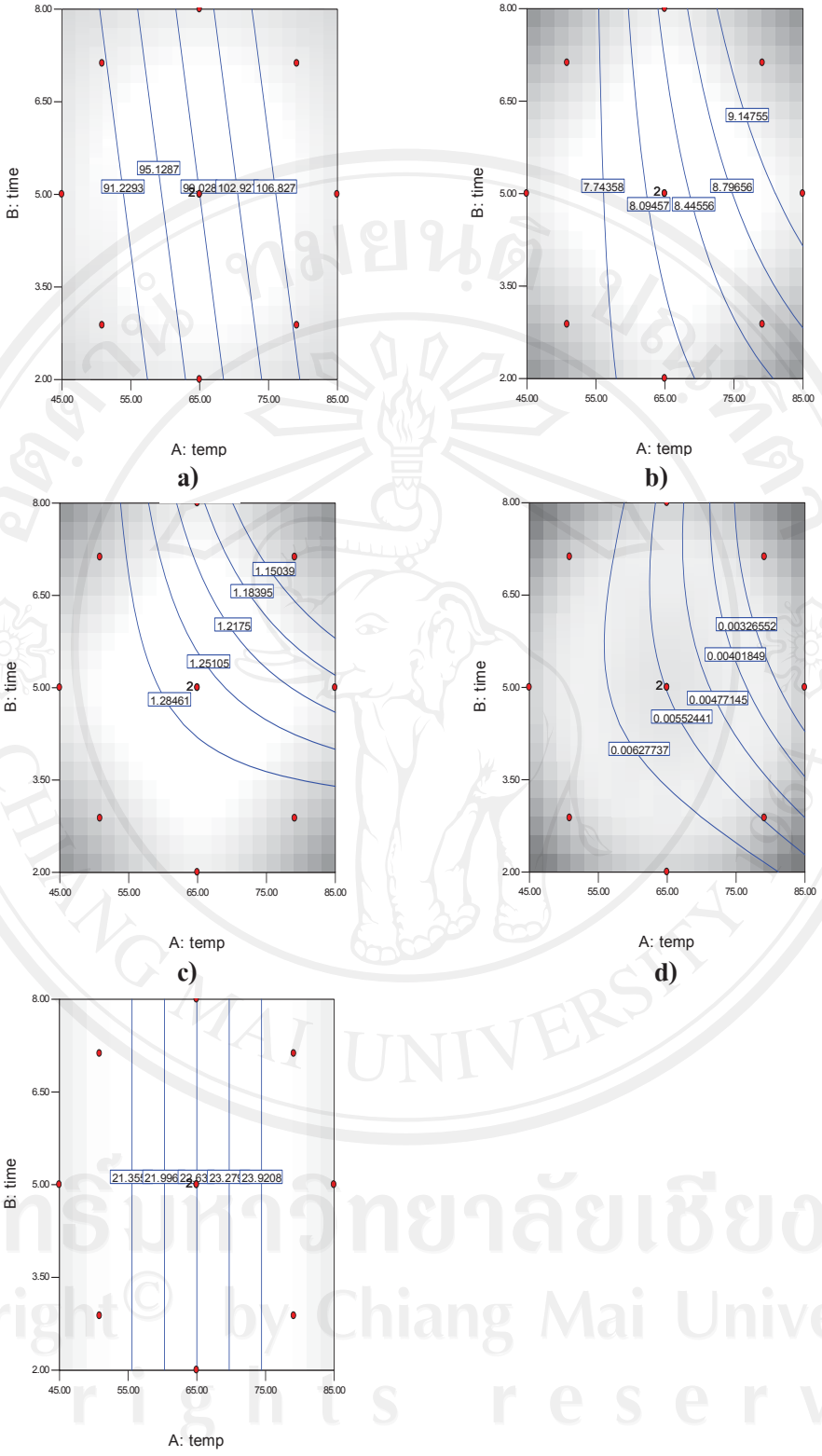
ปริมาณแทนนินทั้งหมด จะลดลงเมื่อทำการเพิ่มระยะเวลาในการสกัด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cork and Krockenerger (1991) ที่พบว่าแทนนินที่สกัดได้ในพืชจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 2 ถึง 5 ชั่วโมง อันเนื่องจากการเสียสภาพของแทนนินในปฏิกิริยา Hydrolytic degradation ที่ใช้ตัวทำละลายที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ (Lindroth and Pajutee, 1987)

ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด จะลดลงเมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัด เนื่องจากเสียสภาพในระหว่างการสกัด (Morais *et al.*, 2002)

ปริมาณเรสเวอราทรอล จะลดลงเมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดเช่นกัน

ปริมาณสารที่สกัดได้ จะเพิ่มขึ้นเมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิ ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vatai *et al*. (2009) พบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในการสกัดด้วยเอทานอล จะส่งผลให้ปริมาณสารที่สกัดได้เพิ่มมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.2 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองจากการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการสกัดกากองุ่นแดง a) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด , b) ปริมาณแทนนินทั้งหมด , c) ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด , d) ปริมาณเรสเวอราทรอล , e) ร้อยละของปริมาณสารที่สกัดได้

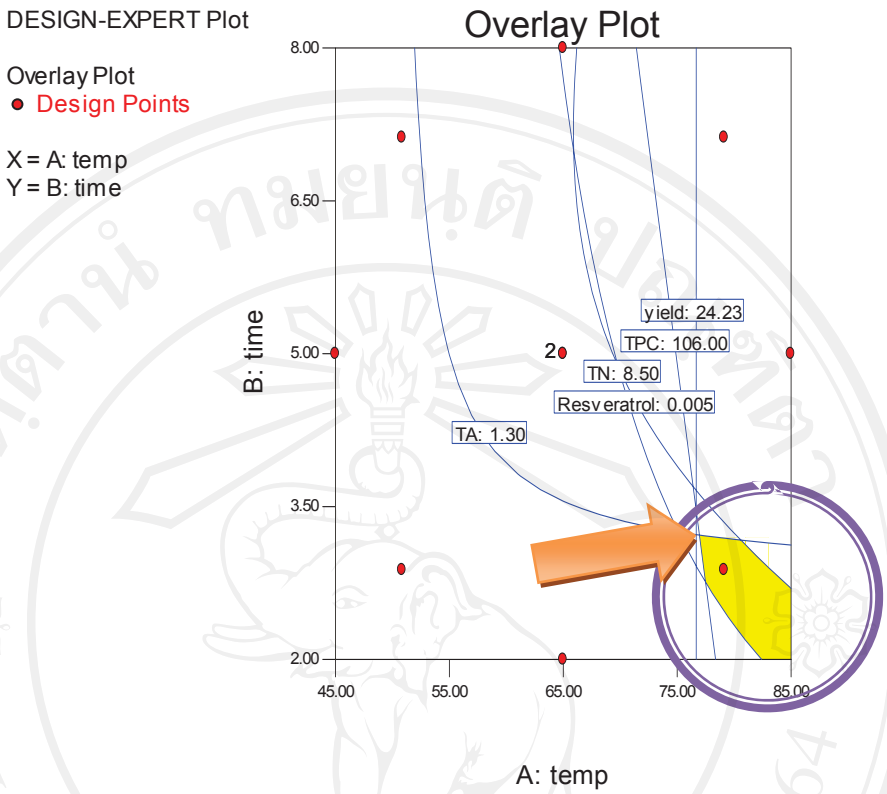
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากสมการความสัมพันธ์ และพื้นที่ตอบสนอง ของปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนินทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ปริมาณเรสเวอราทรอล และร้อยละของปริมาณสารสกัด (ตาราง 4.4-4.5 และภาพ 4.2) นำมาผ่านการวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม Design-Expert โดยกำหนดให้มีค่า Adjusted R-square มากกว่า 60% แล้วคัดเลือกเฉพาะค่าตอบสนองที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ทำการหาสภาวะกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด (optimization) โดยกำหนดให้ได้ค่าสารสำคัญสูงที่สุด สำหรับกระบวนการสกัดกากองุ่นแดงโดยวิธีการสร้างพื้นที่ตอบสนอง (Response surface methodology) ของค่าตอบสนองที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) พบว่า สภาวะกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธีการสร้างพื้นที่ตอบสนอง คือ แสดงดังภาพ 4.3

จากภาพจะเห็นได้ว่าส่วนของพื้นที่สีเหลือง (วงกลม) เป็นส่วนที่แสดงถึงอุณหภูมิและเวลาในการสกัดกากองุ่นแดงที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิต

โดยในการหาสภาวะของกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด (optimization) ได้ทำการคัดเลือกสภาวะ ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกระบวนการสกัดกากองุ่นแดง คือ ที่อุณหภูมิ 79.14 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 53 นาที (ลูกศรชี้) โดยนำสภาวะการผลิตนี้ไปใช้ในการทดลองการศึกษาผลของการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีต่อการบดบังรสขมและความคงตัวของผงสารสกัดที่เหมาะสมต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.3 กระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการสกัดกากองุ่นแดง

การตรวจสอบสมการที่ใช้ในการทำนายการสกัดกากองุ่นแดง

เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมของการสกัดกากองุ่นแดงแล้ว จึงทำการทดสอบเพื่อยืนยันสมการว่า สามารถทำนายค่าที่ต้องการได้หรือไม่ โดยทำการเลือกจุดที่อยู่ในช่วงที่ได้ข้างต้นไปทำการผลิต แล้ววัดค่าทางเคมี จุดที่เลือกใช้ในการทดสอบสมการคือ อุณหภูมิ 79.14 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 53 นาที นำค่าที่ได้จากการทดลองจริง ทำการผลิต 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทำนายด้วยสมการ ผลแสดงในตาราง 4.6 ซึ่งจะเห็นได้ว่าร้อยละความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตามต่างๆ นั้นมีความแตกต่างกันน้อย คือ อยู่ในช่วงร้อยละ 1.92 ถึง ร้อยละ 9.63 ทั้งนี้ Hu (1999) ได้อธิบายว่า สมการทำนายที่เหมาะสมนั้นควรมีร้อยละความคลาดเคลื่อนของค่าที่ได้จากการทดลองและค่าที่ได้จากการทำนายนั้นควรแตกต่างกันน้อยกว่าร้อยละ 10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 ค่าคุณภาพทางเคมีกายภาพของสารสกัดจากกากองุ่นแดงที่ได้จากการทำนายและจากการทดลอง

คุณภาพทางเคมีกายภาพ	ค่าจากการทดลอง*	ค่าจากการทำนาย	ความคลาดเคลื่อน** (ร้อยละ)
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g dry sample)	101.79 ± 1.33	106.96	5.07
ปริมาณแทนนินทั้งหมด (mg Tannic acid/g dry sample)	9.14 ± 0.53	8.58	6.08
ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (mg/g dry sample)	1.39 ± 0.17	1.31	5.69
ปริมาณเรสเวอราทรอล (mg/g dry sample)	0.0049 ± 0.0003	0.0054	9.63
ปริมาณคาเทชิน (mg/g dry sample)	12.13 ± 1.53	11.92	1.92
ปริมาณสารที่สกัดได้ (ร้อยละ)	24.04 ± 3.19	24.56	2.17

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวัดค่า 3 ซ้ำ

**คำนวณร้อยละจากสูตร

ร้อยละของความคลาดเคลื่อน = |ค่าจากการทดลอง - ค่าจากการทำนาย| × 100 / ค่าจากการทดลอง

4.3 การไมโครเอนแคปซูเลชันของผงสารสกัดที่เหมาะสม

โดยในแต่ละสิ่งทดลองควบคุมปริมาณผงสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็งที่ร้อยละ 1 โดยมีผงสารสกัดจากกากองุ่นแดงที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็งคุณภาพทางเคมีและกายภาพดังตาราง 4.7

การทดลองนี้เป็นการศึกษาถึงของการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีต่อการบดบังรสขมและความคงตัวของผงสารสกัดจากกากองุ่นแดงเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการพัฒนาต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ผงสารสกัดที่มีความคงตัวและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีปริมาณสารสำคัญสูงสุด โดยผลการศึกษาการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสของผงสารสกัดในแต่ละสิ่งทดลองแสดงดังตาราง 4.11 - 4.13

ตาราง 4.7 คุณภาพทางเคมีกายภาพของผงสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็ง

คุณภาพทางเคมี/กายภาพ	ปริมาณ
คุณภาพทางเคมี	
TPC[1]	662.93 ± 0.28
TFC[2]	142.10 ± 2.93
TN[3]	51.86 ± 1.73
TA[4]	2.58 ± 0.01
EC_{50}[5]	0.62 ± 0.07
Catechin[6]	54.61 ± 21.01
Epicatechin[6]	10.76 ± 3.59
Resveratrol[6]	0.02 ± 0.02
คุณภาพทางกายภาพ	
การละลาย (ร้อยละ)	97.94 ± 0.92

1) Total phenolic content ; mg GAE / g freeze dry powder DW,

2) Total flavonoid content ; mg Q / g freeze dry powder DW,

3) Total tannin ; mg Tannic acid / g freeze dry powder DW,

4) Total anthocyanins ; mg / g freeze dry powder DW,

5) mg freeze dry powder DW / mL DPPH,

6) mg / g freeze dry powder DW.

โดยทำการหา Threshold ของผงสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็งเบื้องต้น เพื่อเก็บไว้เป็นข้อมูลหากมีผู้สนใจนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ โดย พบว่า Threshold ของรสขมอยู่ที่ระดับปริมาณสารสกัด 0.66 กรัมต่อลิตร และThreshold ของความฝาดเฝื่อนอยู่ที่ระดับปริมาณสารสกัด 0.58 กรัมต่อลิตร ดังตาราง 4.8 ถึง 4.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.8 Threshold รสขมของผงสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็ง

Trained panel	ความเข้มข้นของสารสกัด (กรัม/ลิตร)						Threshold (กรัม/ลิตร)	Log(Threshold)
	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0		
1	0	0	+	++			0.75	-0.125
2	0	0	+	+	+	++	0.75	-0.125
3	0	0	0	+	++		1.50	0.176
4	0	+	+	++			0.25	-0.602
5	0	+	+	++			0.25	-0.602
6	0	0	0	+	++		1.50	0.176
7	0	0	+	++			0.75	-0.125
8	0	0	0	+	++		1.50	0.176
9	0	0	+	++			0.75	-0.125
10	0	+	+	++			0.25	-0.602
							Average	-0.178
							Best estimated thresholds ($10^{(Average)}$)	0.66

0 = ไม่รับรู้, + = เริ่มรับรู้, ++ = ไม่ยอมรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.9 Threshold ความฝาดเฝื่อนของผงสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เย็ง

Trained panel	ความเข้มข้นของสารสกัด (กรัม/ลิตร)						Threshold (กรัม/ลิตร)	Log(Threshold)
	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0		
1	0	0	0	+	++		1.50	0.176
2	0	0	0	0	+	++	2.50	0.398
3	0	0	+	+	++		0.75	-0.125
4	0	0	+	++			0.75	-0.125
5	0	+	++				0.25	-0.602
6	0	+	++				0.25	-0.602
7	0	0	+	++			0.75	-0.125
8	0	0	+	+	++		0.75	-0.125
9	0	+	+	++			0.25	-0.602
10	0	+	+	++			0.25	-0.602
							Average	-0.233
							Best estimated thresholds ($10^{(Average)}$)	0.58

0 = ไม่รับรู้, + = เริ่มรับรู้, ++ = ไม่ยอมรับ

ทำการทดสอบเพื่อยืนยันระดับความเข้มข้นเริ่มต้น (Threshold) ของการรับรู้รสขมและความฝาดเฝื่อนที่ได้ ด้วยวิธีการทดสอบ เลือกตัวอย่างคี่จากสามตัวอย่าง (Triangle) ด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 10 คน โดยให้ตัวอย่างที่แตกต่าง คือ A น้ำเปล่าผสมสีแดง (ปองโซ 4 อาร์) ร้อยละ 0.01 (Best Odour Co., Bangkok, TH) และ B สารละลายสารสกัด 0.66 กรัมต่อลิตร ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ พบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างได้ นั่นคือ ตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แสดงผลการทดสอบดังตาราง 4.10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 ผลการทดสอบด้วยวิธีการทดสอบ เลือกตัวอย่างคี่จากสามตัวอย่าง (Triangle) ของผงสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็ง

Triangle test	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**
จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด (คน)	10	10	10
จำนวนผู้ทดสอบที่ตอบถูก (คน)	7	8	10
จำนวนผู้ทดสอบที่ตอบผิด (คน)	3	2	0
ค่า Chi-square จากการคำนวณ	4.51*	7.81*	17.11*
ค่า Chi-square จากตาราง (df=1) ที่ค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95		3.84	

ทั้งนี้สรุปได้ว่า ระดับความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบผู้ทดสอบสามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างตัวอย่างได้ จากค่า Chi-square ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า Chi-square จากตาราง ที่ df=1 ทั้งสามซ้ำ ทั้งนี้ ระดับความเข้มข้นของผงสารสกัดผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็ง 0.66 กรัมต่อลิตร เนื่องจากจะเป็นระดับความเข้มข้นเริ่มต้นได้ทั้งรสขมและความฝาดเฝื่อน เนื่องจากจะใช้เป็นตัวอย่าง warm-up ในการทดสอบรสขมและความฝาดเฝื่อนของผงสารสกัดที่ทำการไมโครเอน-แคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ต่อไป

ผลการไมโครเอนแคปซูเลชันดังตาราง 4.11 พบว่า ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ระหว่าง 13.20 – 41.59 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อตัวอย่างผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคป-ซูเลชันแห้ง 1 กรัม ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.52 – 1.32 มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคอร์-ซิทินต่อตัวอย่างผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันแห้ง 1 กรัม ปริมาณแทนนินทั้งหมดอยู่ระหว่าง 6.41 – 16.56 มิลลิกรัมของกรดแทนนิกต่อตัวอย่างผงสารสกัดที่ผ่านการไมโคร-เอนแคปซูเลชันแห้ง 1 กรัม ปริมาณแอนโทไซยานินอยู่ระหว่าง 0.12 – 0.80 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างผง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันแห้ง 1 กรัม ปริมาณสารคาเทชินอยู่ระหว่าง 0.56 – 1.99 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันแห้ง 1 กรัม อิพิคาเทชินอยู่ระหว่าง 0.10 – 0.31 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันแห้ง 1 กรัม และเรสเวอราทรอลอยู่ระหว่าง 0.00042 – 0.00096 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างผงสารสกัดที่ผ่านการไมโคร-เอนแคปซูเลชันแห้ง 1 กรัม

ตาราง 4.11 ผลของการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสต่อคุณภาพทางเคมีของผงสารสกัด

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	TPC[1]	TN[2]	TA[3]	TFC[4]
1	(1)	27.76 ± 1.97^{b}	16.56 ± 0.04^{a}	0.21 ± 0.02^{e}	1.23 ± 0.03^{b}
2	a	14.53 ± 1.64^{e}	9.51 ± 0.04^{g}	0.16 ± 0.01^{f}	0.52 ± 0.01^{h}
3	b	22.60 ± 3.53^{c}	11.99 ± 0.04^{d}	0.26 ± 0.02^{c}	0.95 ± 0.04^{c}
4	ab	13.55 ± 2.13^{e}	8.94 ± 0.05^{h}	0.13 ± 0.02^{g}	0.53 ± 0.04^{h}
5	$-\alpha$a	41.59 ± 4.39^{a}	13.38 ± 0.11^{b}	0.33 ± 0.01^{b}	1.32 ± 0.01^{a}
6	$+\alpha$a	13.20 ± 0.33^{e}	7.18 ± 0.05^{i}	0.12 ± 0.01^{g}	0.54 ± 0.04^{h}
7	$-\alpha$b	23.03 ± 2.89^{c}	9.69 ± 0.02^{f}	0.80 ± 0.01^{a}	0.83 ± 0.01^{d}
8	$+\alpha$b	$20.36 \pm 2.74^{c,d}$	6.41 ± 0.03^{j}	0.32 ± 0.02^{b}	0.79 ± 0.05^{e}
9	Cp1	18.32 ± 0.98^{d}	11.71 ± 0.04^{e}	0.18 ± 0.01^{e}	0.68 ± 0.02^{f}
10	Cp2	17.91 ± 1.00^{d}	13.02 ± 0.04^{c}	$0.17 \pm 0.01^{e,f}$	0.64 ± 0.01^{g}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

*สิ่งทดลองดังแสดงในตาราง 3.2,

1) Total phenolic content ; mg GAE / g dry powder,

2) Total tannin ; mg Tannic acid / g dry powder,

3) Total anthocyanins ; mg / g dry powder,

4) Total flavonoid content ; mg Quercetin / g dry powder.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.11 (ต่อ)

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	Catechin[1]	Epicatechin[1]	Resveratrol[1]
1	(1)	1.99 ± 0.77^{a}	0.31 ± 0.13^{a}	0.00093 ± 0.00013^{a}
2	a	0.56 ± 0.12^{d}	0.11 ± 0.02^{c}	$0.00064 \pm 0.00002^{b,c}$
3	b	$0.88 \pm 0.46^{c,d}$	$0.16 \pm 0.11^{b,c}$	0.00042 ± 0.00003^{e}
4	ab	0.56 ± 0.14^{d}	0.10 ± 0.04^{c}	0.00066 ± 0.00009^{b}
5	-αa	1.43 ± 0.27^{b}	$0.26 \pm 0.11^{a,b}$	0.00096 ± 0.00007^{a}
6	+αa	0.61 ± 0.13^{d}	0.11 ± 0.02^{c}	$0.00054 \pm 0.00005^{c,d}$
7	-αb	$1.23 \pm 0.37^{b,c}$	$0.23 \pm 0.07^{a,b}$	0.00042 ± 0.00001^{e}
8	+αb	0.64 ± 0.14^{d}	0.12 ± 0.02^{c}	$0.00048 \pm 0.00004^{d,e}$
9	Cp1	0.63 ± 0.15^{d}	0.10 ± 0.02^{c}	$0.00051 \pm 0.00001^{d,e}$
10	Cp2	0.64 ± 0.07^{d}	0.10 ± 0.03^{c}	$0.00045 \pm 0.00005^{d,e}$

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

*สิ่งทดลองดังแสดงในตาราง 3.2,

1) mg / g encapsulate powder DW.

สำหรับความคงตัวของผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสดูจากลักษณะทางกายภาพ (ตาราง 4.12) พบว่า ผลผลิตอยู่ระหว่างร้อยละ 33.76 – 91.07 ค่าความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 1.97 – 2.91 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) อยู่ระหว่าง 0.15 – 0.31 และการละลายอยู่ระหว่างร้อยละ 97.47 – 98.38

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.12 ผลของการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพของผงสารสกัด

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	ผลผลิต (ร้อยละ)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	a_w	การละลาย (ร้อยละ)
1	(1)	$9.18 \pm 0.98^{a,b}$	2.91 ± 0.03^{a}	0.31 ± 0.01^{a}	98.38 ± 0.09^{a}
2	a	10.08 ± 0.78^{a}	$2.58 \pm 0.05^{b,c}$	0.25 ± 0.01^{b}	98.00 ± 0.03^{d}
3	b	6.17 ± 0.88^{d}	$2.86 \pm 0.10^{a,b}$	$0.24 \pm 0.01^{b,c}$	97.74 ± 0.01^{f}
4	ab	7.22 ± 0.78^{d}	$2.44 \pm 0.06^{c,d}$	$0.22 \pm 0.00^{c,d}$	$98.21 \pm 0.04^{b,c}$
5	$-\alpha$a	6.03 ± 0.78^{d}	$2.74 \pm 0.39^{a-c}$	$0.20 \pm 0.01^{d,e}$	98.14 ± 0.08^{c}
6	$+\alpha$a	10.62 ± 0.76^{a}	2.07 ± 0.07^{e}	$0.18 \pm 0.00^{f,g}$	$98.28 \pm 0.03^{a,b}$
7	$-\alpha$b	$9.12 \pm 0.84^{a,b}$	$2.12 \pm 0.01^{d,e}$	$0.19 \pm 0.00^{e,f}$	98.15 ± 0.01^{c}
8	$+\alpha$b	6.35 ± 0.83^{d}	$2.19 \pm 0.04^{d,e}$	$0.17 \pm 0.01^{g,h}$	97.47 ± 0.03^{g}
9	Cp1	$8.34 \pm 0.12^{b,c}$	$2.12 \pm 0.04^{d,e}$	0.15 ± 0.01^{h}	$97.79 \pm 0.03^{e,f}$
10	Cp2	$9.09 \pm 0.95^{a,b}$	1.97 ± 0.00^{e}	0.15 ± 0.00^{h}	97.88 ± 0.03^{e}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

Duncan's new Multiple Range Test (DMRT).

*สิ่งทดลองดังแสดงในตาราง 3.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำการเปรียบเทียบทดสอบรสขมและความฝาดเฝื่อน โดยกำหนดให้แต่ละสิ่งทดลองมีความเข้มข้น 5 กรัมผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันต่อลิตร (ได้มาจากการทำ pretest) เพื่อให้เห็นถึงผลของมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสต่อการบดบังรสขม และความฝาดเฝื่อน

โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 10 คน ทดสอบโดยใช้สเกลเชิงเส้น 150 มิลลิเมตร โดยกำหนดให้ตัวอย่าง warm-up คือสารละลายผงสารสกัดที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็งที่ความเข้มข้น 0.66 กรัมต่อลิตร จะมีระดับรสขมและความฝาดเฝื่อน บนสเกลอยู่ที่ 1.9 และ 3.0 เซนติเมตร (ได้จากการหาข้อตกลงในกลุ่มผู้ทดสอบ จากการทำ Hybrid descriptive analysis method และใช้ตัวอย่างอ้างอิงเดียวกันกับตาราง 4.39) ทำการฝึกฝนจนมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ต่ำกว่า 10% ของค่าเฉลี่ยในแต่ละลักษณะ แล้วจึงทดสอบสิ่งทดลอง แสดงผลดังตาราง 4.13

ตาราง 4.13 ผลการทดสอบรสขมและความฝาดเฝื่อนของผงสารสกัดผ่านการไมโครเอนแคป-ซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	รสขม[1]	ความฝาดเฝื่อน[1]
1	(1)	2.5 ± 0.8^{a}	$1.9 \pm 0.6^{a,b}$
2	a	0.8 ± 0.4^{e}	0.8 ± 0.5^{e}
3	b	$2.0 \pm 0.5^{a,b}$	$1.6 \pm 0.7^{a-c}$
4	ab	$1.4 \pm 0.6^{c,d}$	$1.5 \pm 0.6^{a-d}$
5	$-\alpha$a	2.4 ± 0.7^{a}	$1.9 \pm 0.7^{a,b}$
6	$+\alpha$a	$1.3 \pm 0.5^{d,e}$	$1.1 \pm 0.7^{b-e}$
7	$-\alpha$b	$1.8 \pm 0.5^{b,c}$	$1.4 \pm 0.6^{c-e}$
8	$+\alpha$b	$2.0 \pm 0.4^{a,b}$	$1.0 \pm 0.6^{d,e}$
9	Cp1	$2.2 \pm 0.3^{a,b}$	2.1 ± 0.5^{a}
10	Cp2	$2.1 \pm 0.6^{a,b}$	2.0 ± 0.6^{a}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

*สิ่งทดลองดังแสดงในตาราง 3.2,

1) ให้คะแนนบนสเกลเส้นตรงความยาว 150 มิลลิเมตร โดยมีขีดกั้นหัวท้ายที่ 12.5 และ 137.5 มิลลิเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ Regression model ใช้โปรแกรมทางสถิติ Design-Expert วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยกำหนดให้มีค่า Adjusted R-square มากกว่า 60% พบว่า ร้อยละผลผลิต ค่าการละลาย ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ปริมาณคาเทชิน อิพิคาเทชิน ระดับรสขมและความฝาดเฝื่อน มีค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) นั่นคือ ปริมาณมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ภายในช่วงที่ทำการศึกษามีผลต่อค่าตอบสนองดังกล่าว

สำหรับปริมาณ ความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w) ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ปริมาณแทนนินทั้งหมด และปริมาณเรสเวอราทรอล ในการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอก-ซีเมทิลเซลลูโลสภายในช่วงที่ทำการศึกษาไม่มีผลต่อค่าดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

โดยสามารถแสดงเป็นสมการความสัมพันธ์ของมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิล-เซลลูโลสที่มีผลต่อค่าตอบสนองต่าง ๆ ได้ดังตาราง 4.14

ตาราง 4.14 สมการความสัมพันธ์ของมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพ และประสาทสัมผัส ของผงสารสกัดผ่านการไมโครเอนแคป-ซูเลชัน

คุณภาพ	สมการ	P-value	Adj. R^2
คุณภาพทางกายภาพ			
ผลผลิต (ร้อยละ)	$7.45 + 0.15X_1 - 2.65\ X_2$	0.0011	0.82
การละลาย (ร้อยละ)	$99.86 - 0.17X_1 - 1.40X_2 + 3.75 \times 10^{-3}X_1^2 + 0.02\ X_2^2 + 0.06X_1X_2$	0.0195	0.84
คุณภาพทางเคมี			
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g dry sample)	$39.68 - 1.05X_1$	0.0012	0.72
ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (mg Q/g dry sample)	$1.46 - 0.13X_1 - 0.77X_2 - 2.16 \times 10^{-3}X_1^2 + 0.24\ X_2^2 + 0.02X_1X_2$	0.0016	0.96

หมายเหตุ X_1 = มอลโตเด็กทริน มีหน่วยเป็นร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v)

X_2 = คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มีหน่วยเป็นร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.14 (ต่อ)

คุณภาพ	สมการ	P-value	Adj. R^2
คุณภาพทางเคมี			
ปริมาณคาเทชิน (mg /g dry sample)	$4.17 - 0.23X_1 - 2.70X_2 + 3.58x10^{-3}X_1^2 + 0.63X_2^2 + 0.08X_1X_2$	0.0028	0.94
ปริมาณอิพิคาเทชิน (mg /g dry sample)	$0.70 - 0.04X_1 - 0.45X_2 + 7.26x10^{-3}X_1^2 + 0.14X_2^2 + 9.52 x10^{-3}X_1X_2$	0.0003	0.98
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
รสขม[a]	$2.98 - 0.06X_1$	0.0018	0.69
ความฝาดเฝื่อน[a]	$1.41 + 0.07X_1 + 1.05X_2 - 4.54x10^{-3}X_1^2 - 1.63X_2^2 + 0.07X_1X_2$	0.0241	0.83

หมายเหตุ X_1 = มอลโตเด็กทริน มีหน่วยเป็นร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v)

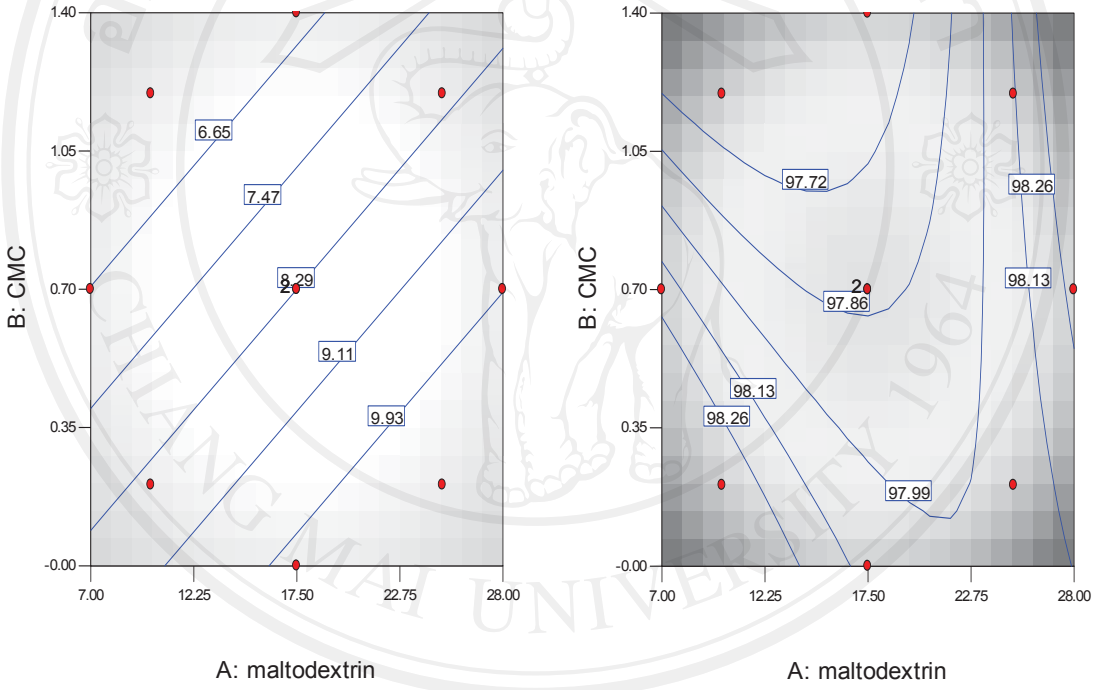
X_2 = คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มีหน่วยเป็นร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v)

[a]เตรียมตัวอย่างโดยละลายผงสารสกัดผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชัน 5 กรัมต่อน้ำหนึ่งลิตรแล้วให้คะแนนบนสเกลเส้นตรงความยาว 150 มิลลิเมตร โดยมีขีดกั้นหัวท้ายที่ 12.5 และ 137.5 มิลลิเมตร

จากสมการความสัมพันธ์สามารถสร้างกราฟ contour plot ของแต่ละค่าตอบสนอง ร้อยละผลผลิต ค่าการละลาย ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแทนนินทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ปริมาณคาเทชิน อิพิคาเทชิน ระดับรสขม และ ความฝาดเฝื่อน มีค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แสดงดังภาพ 4.4 ถึง 4.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากภาพ 4.4a พบว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณมอลโตเด็กทริน จะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากมอลโตเด็กทรินมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มอุณหภูมิจุดเหนียว กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยกับสารละลายน้ำตาล ช่วยให้ผงที่ได้ไม่เกาะติดกับผนังเครื่อง (Adhikari *et al.*, 2004; Goula and Adamopoulos, 2008) แต่การเพิ่มขึ้นของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสมีผลให้ปริมาณผลผลิตลดลง ในส่วนของการละลายภาพ 4.4b พบว่า การเพิ่มปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสทำให้ความสามารถในการละลายลดลงนั่นคือทำให้มีตะกอนที่ไม่ละลายเพิ่มมากขึ้น อาจเป็นผลเนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่ต่ำจะทำให้ CMC ที่อยู่ในรูปอิสระตกตะกอน (นิธิยา, 2545)

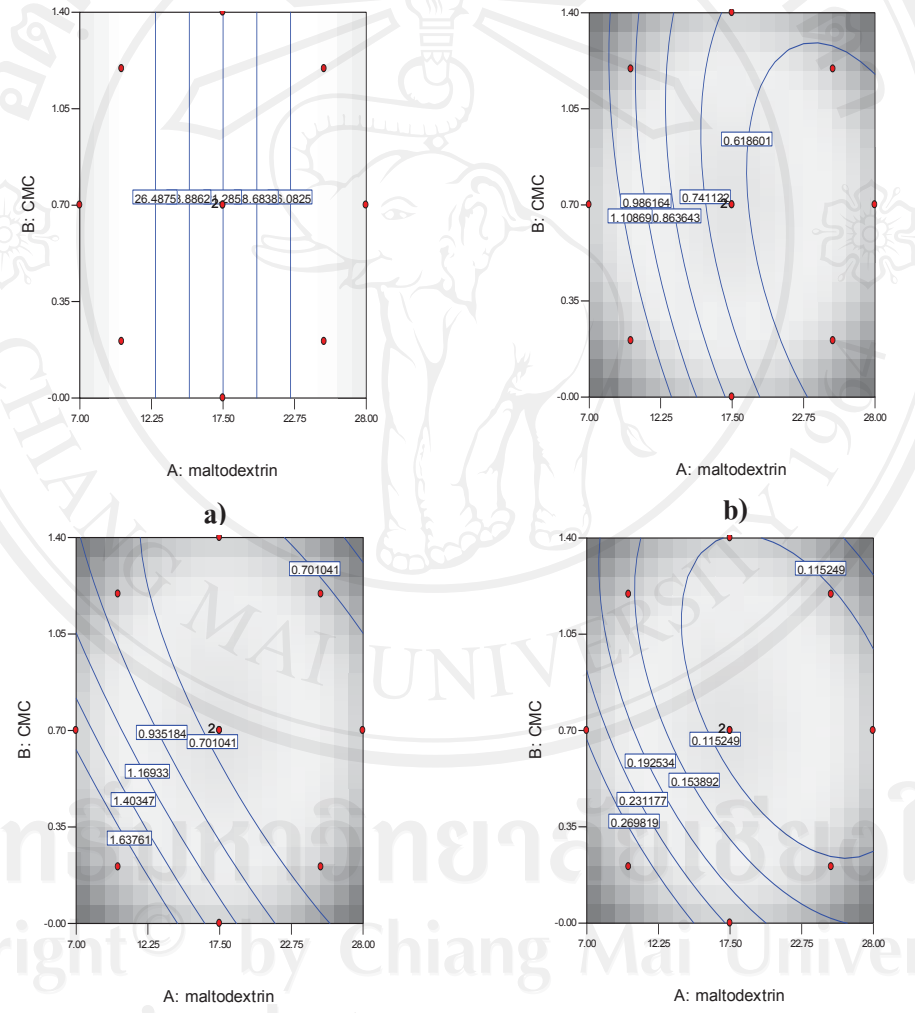


a) **b)**

ภาพ 4.4 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองจากการศึกษาผลของมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ a) ร้อยละผลผลิต และ b) การละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากภาพ 4.5a พบว่า ปริมาณมอลโตเด็กทรินมีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด โดยเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กทรินจะส่งผลให้ปริมาณสารสำคัญดังกล่าวลดลง ทั้งนี้ช่วงของปริมาณคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ผันแปรไม่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญดังกล่าว เนื่องจากการเติมมอลโต-เด็กทรินจะทำให้ปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลเพิ่มมากขึ้นทำให้อัตราการสูญเสียของแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นในกระบวนการทำแห้ง ส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดลดลง (Nielsen *et al*., 1993)



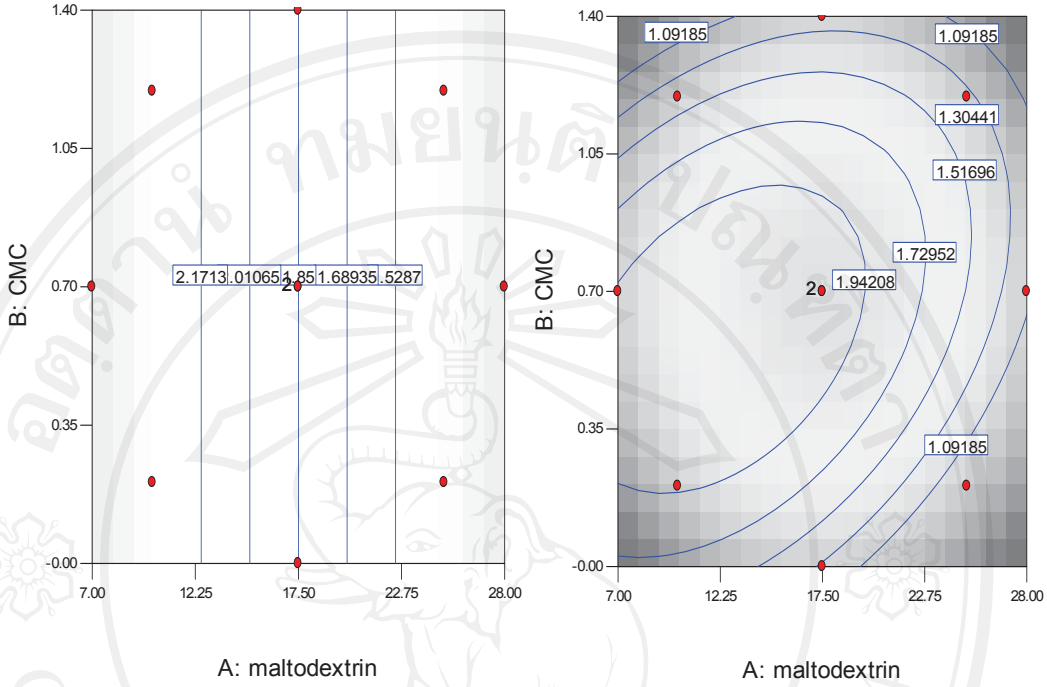
ภาพ 4.5 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองจากการศึกษาผลของมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซี-เมทิลเซลลูโลสที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมี a) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด, b) ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด, c) ปริมาณคาเทชิน และ d) ปริมาณอิพิคาเทชิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 4.5 b, c และ d พบว่า ปริมาณมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่ผันแปรมีผลต่อปริมาณสารสำคัญ โดยการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กทรินหรือคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสทำให้ปริมาณสารสำคัญลดลง ทั้งนี้หากเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสส่งผลให้ ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด แทนนินทั้งหมด คาเทชินและอิพิคาเทชิน เพิ่มขึ้น อันเนื่องจากของผสมระหว่างมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสสามารถช่วยในการรักษาสารสำคัญในกลุ่มนี้ไว้ได้ สอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่เสนอว่ามอลโตเด็กทรินเหมาะที่จะใช้เป็นสารเคลือบเพื่อรักษาสารสำคัญในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Anandaraman and Reineccius, 1986; Beatus *et al*., 1985; Wagner and Warthesen, 1995)

จากภาพ 4.6a พบว่าปริมาณมอลโตเด็กทรินมีผลต่อรสขม โดยหากเพิ่มปริมาณจะทำให้รสขมลดลง เนื่องจากมอลโตเด็กทรินมีคุณลักษณะเฉพาะคือ รสหวานซึ่งทำให้การรับรู้รสขมลดลง (Keast and Breslin, 2002) ส่วนความฝาดเฝื่อน (ภาพ 4.6b) พบว่า ปริมาณมอลโตเด็กทรินหรือคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ความฝาดเฝื่อนลดลง เป็นผลจากความหนืดที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กทรินหรือคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจะทำให้การรับรู้ถึงความฝาดเฝื่อนลดลง (Troszynska *et al*., 2010) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Smith *et al*. (1996) ที่แสดงถึงการรับรู้ความฝาดเฝื่อนของสารละลายแทนนินจากเมล็ดองุ่นที่ลดลงเมื่อเติม CMC และในงานวิจัยที่ศึกษาถึงการเติม CMC ในอาหาร เช่น น้ำแครนเบอรี่ และ น้ำนมถั่วเหลือง พบว่ามีผลทำให้ ความฝาดเฝื่อนลดลง เช่นกัน (Courregelongue *et al*., 1999; Peleg and Noble, 1999)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.6 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองจากการศึกษาผลของมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซี-เมทิลเซลลูโลสต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส a) รสขม และ b) ความฝาดเฝื่อน

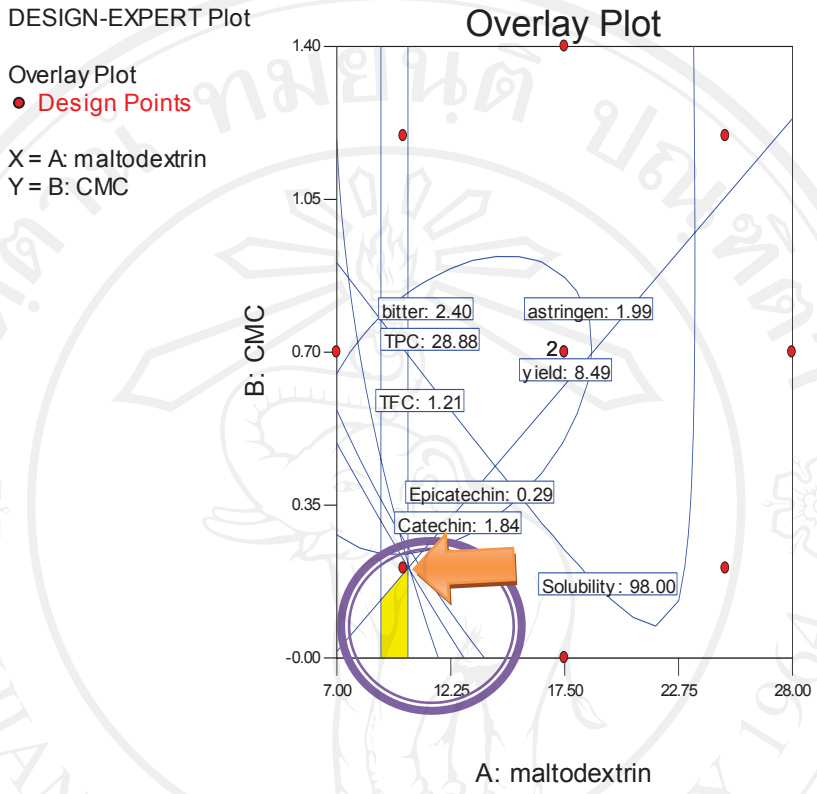
เมื่อนำผลการทดลองใน ตาราง 4.11 - 4.15 และภาพ 4.4 – 4.6 มาวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม Design-Expert โดยกำหนดให้มีค่า Adjusted R-square มากกว่า 60% และคัดเลือกเฉพาะค่าตอบสนองที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เพื่อนำไปทำการหาสภาวะกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด (optimization) โดยกำหนดให้ได้ค่าสารสำคัญ ผลผลิต และการละลายสูงที่สุด ได้รสขมและความฝาดเฝื่อนน้อยที่สุดสำหรับกระบวนการไมโครเอนแคปซูเลชันสกัดกากองุ่นแดงด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิล-เซลลูโลส

โดยวิธีการสร้างพื้นที่ตอบสนอง (Response surface methodology) ของค่าตอบสนองที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) พบว่า ปริมาณมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิล-เซลลูโลสในกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธีการสร้างพื้นที่ตอบสนอง คือ แสดงดังภาพ 4.7 จากภาพจะเห็นได้ว่าส่วนของพื้นที่สีเหลือง (วงกลม) เป็นส่วนที่แสดงถึงปริมาณมอลโตเด็ก-ทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิต

พบว่ากระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุด คือ มอลโตเด็กทรินร้อยละ 10.10 น้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 0.21 น้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) (ลูกศรชี้)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยนำสภาวะการผลิตนี้ไปผลิตผงสารสกัดเพื่อใช้ในการทดลองเพื่อหาระดับของปริมาณผงสารสกัดที่จะผสมในผลิตภัณฑ์สุดท้ายต่อไป



ภาพ 4.7 ปริมาณมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตผงสารสกัด

การตรวจสอบสมการที่ใช้ในการทำนายผลการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสที่มีต่อการบดบังรสขมและความคงตัวของผงสารสกัด

เมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมของการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสแล้ว จึงทำการทดสอบเพื่อยืนยันสมการว่า สามารถทำนายค่าที่ต้องการได้หรือไม่ ทั้งนี้งานวิจัยของ Hu (1999) ได้อธิบายว่า สมการทำนายที่เหมาะสมนั้นควรมีร้อยละความคลาดเคลื่อนของค่าที่ได้จากการทดลองและค่าที่ได้จากการทำนายนั้นควรแตกต่างกันน้อยกว่าร้อยละ 10 และเมื่อทำการเลือกจุดที่อยู่ในช่วงที่ได้ข้างต้นไปทำการผลิต แล้ววัดค่าทางเคมี กายภาพและประสาทสัมผัส โดยจุดที่เลือกใช้ในการทดสอบสมการคือ ที่ปริมาณ มอลโตเด็กทรินร้อยละ 10.10 น้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 0.21 น้ำหนักต่อปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(%w/v) นำค่าที่ได้จากการทดลองจริง ทำการผลิต 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทำนายด้วยสมการ ผลแสดงในตาราง 4.15 พบว่ามีความแตกต่างกัน อยู่ในช่วงร้อยละ 1.11 ถึง ร้อยละ 9.84

ตาราง 4.15 ค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของการไมโครเอนแคปซูเลชันสารสกัดจากกากองุ่นแดงที่ได้จากการทำนายและจากการทดลอง

คุณภาพ	ค่าจากการทดลอง*	ค่าจากการทำนาย	ความคลาดเคลื่อน** (ร้อยละ)
คุณภาพทางกายภาพ			
ผลผลิต (ร้อยละ)	7.73 ± 0.06	8.49	9.84
การละลาย (ร้อยละ)	97.29 ± 0.92	98.37	1.11
คุณภาพทางเคมี			
ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (mg GAE/g dry sample)	31.56 ± 0.40	29.05	7.95
ปริมาณแทนนินทั้งหมด (mg Tannic acid/g dry sample)	14.14 ± 0.09	15.39	8.84
ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (mg Q/g dry sample)	1.27 ± 0.08	1.23	3.15
ปริมาณคาเทชิน (mg /g dry sample)	1.74 ± 0.47	1.86	6.41
ปริมาณอิพิคาเทชิน (mg /g dry sample)	0.28 ± 0.09	0.31	9.12

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวัดค่า 3 ซ้ำ

**คำนวณร้อยละจากสูตร

ร้อยละของความคลาดเคลื่อน = | ค่าจากการทดลอง - ค่าจากการทำนาย |× 100 / ค่าจากการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.15 (ต่อ)

คุณภาพ	ค่าจากการทดลอง*	ค่าจากการทำนาย	ความคลาดเคลื่อน** (ร้อยละ)
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
รสขม[a]	2.27 ± 0.90	2.33	2.64
ความฝาดเฝื่อน[a]	1.91 ± 0.89	1.96	2.62

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวัดค่า 3 ซ้ำ

**คำนวณร้อยละจากสูตร

ร้อยละของความคลาดเคลื่อน = |ค่าจากการทดลอง - ค่าจากการทำนาย|× 100 / ค่าจากการทดลอง

[a]เตรียมตัวอย่างโดยละลายผงสารสกัดผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชัน 5 กรัมต่อน้ำหนึ่งลิตรแล้วให้คะแนนบนสเกลเส้นตรงความยาว 150 มิลลิเมตร โดยมีขีดกั้นหัวท้ายที่ 12.5 และ137.5 มิลลิเมตร

ทำการตรวจสอบค่าคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอน-แคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส (ตาราง 4.16) เพื่อใช้เป็นค่าในการควบคุมในการผลิตในครั้งต่อ ๆ ไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.16 คุณภาพทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอน-แคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส

คุณภาพทางเคมี/กายภาพ	ปริมาณ
คุณภาพทางเคมี	
TPC[1]	31.56 ± 0.40
TFC[2]	1.27 ± 0.08
TN[3]	14.14 ± 0.09
TA[4]	0.36 ± 0.01
EC_{50}[5]	1.27 ± 0.25
Catechin[6]	1.74 ± 0.47
Epicatechin[6]	0.28 ± 0.09
Resveratrol[6]	0.00068 ± 0.00022
คุณภาพทางกายภาพ	
ผลผลิต (ร้อยละ)	7.73 ± 0.06
การละลาย (ร้อยละ)	97.29 ± 0.92
ความชื้น (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	2.65 ± 0.06
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w)	0.27 ± 0.01
คุณภาพทางประสาทสัมผัส	
รสขม[a]	2.27 ± 0.90
ความฝาดเฝื่อน[a]	1.91 ± 0.89

1) Total phenolic content ; mg GAE / g encapsulate powder DW,

2) Total flavonoid content ; mg Q / g encapsulate powder DW,

3) Total tannin ; mg Tannic acid / g encapsulate powder DW,

4) Total anthocyanins ; mg / g encapsulate powder DW,

5) mg encapsulate powder DW / mL DPPH,

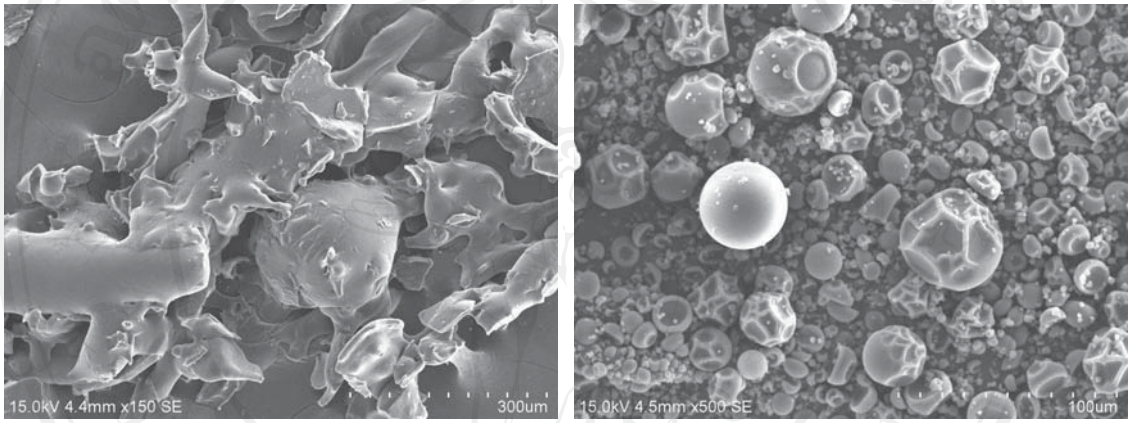
6) mg / g encapsulate powder DW.

[a]เตรียมตัวอย่างโดยละลายผงสารสกัดผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชัน 5 กรัมต่อน้ำหนึ่งลิตรแล้วให้คะแนนบนสเกลเส้นตรงความยาว 150 มิลลิเมตร โดยมีขีดกั้นหัวท้ายที่ 12.5 และ137.5 มิลลิเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตรวจลักษณะโครงสร้างของไมโครแคปซูลด้วยการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM)

โดยจากภาพ พบว่า ผงสารสกัดที่ได้จากการทำแห้งแบบแช่แข็ง มีลักษณะเป็นแผ่นไม่เป็นรูปทรงใด ๆ (ภาพ 4.8a) ส่วนผงสารสกัดที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย ผ่านการเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและ CMC จะมีลักษณะเป็นทรงกลมบางส่วน และส่วนใหญ่จะเป็นทรงกลมที่ผิดรูปโดยมีการยุบตัวและหดตัว อีกทั้งมีหลายขนาด (ภาพ 4.8b)



a) **b)**

ภาพ 4.8 ผงสารสกัดที่ได้จากการทำแห้ง a) แบบแช่แข็ง และ b) แบบพ่นฝอย

โดยลักษณะของผงสารสกัดนั้น เกิดการยุบตัวในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Saenz *et al*. (2009) ที่ทำการศึกษาการไมโครเอนแคปซูเลชันสารสำคัญในลูกแพร์ด้วยมอลโตเด็กทรินและอินนูลิน และการศึกษาการเอนแคปซูเลชันสารไลโคปีนด้วยบีตาไซโคลเด็กตรินและกัมอะราบิก โดยลักษณะการยุบตัวดังกล่าวมีความสามารถในการป้องกันสารแกนไว้ได้ดี (Nunes and Mercadante, 2007)

ในงานวิจัยของ Cai and Corke (2000) ได้รายงานว่าการที่จะทำให้ผิวของไมโครแคปซูลมีความเรียบ ไม่เกิดการยุบตัว สามารถทำได้โดยการใช้มอลโตเด็กทรินที่มีค่าสมมูลย์เด็กโตรสสูง (25 DE) หรือใช้แป้งดัดแปรเป็นสารเคลือบ (Senklang and Anprung, 2010)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงสำเร็จรูปเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง

ผลการทดลอง ตอนที่ 2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผงสำเร็จรูป โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงสำเร็จรูปเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง เพื่อให้ตอบสนองความต้องการอาหารสุขภาพของผู้บริโภคนั้น ในการพัฒนาอาศัยความคิดเห็นของผู้บริโภคเป็นสำคัญ เริ่มจากการพัฒนาและทดสอบแนวความคิดผลิตภัณฑ์จากการสำรวจผู้บริโภค รวมทั้งศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยข้อมูลที่ได้นำไปประเมินแนวคิดผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อไป

4.4 การสำรวจผู้บริโภค

จากการสำรวจผู้บริโภคในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะเวลาการเก็บข้อมูลคือช่วงเดือน มีนาคม ถึง เมษายน 2552 ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตา โดยกำหนดจำนวนแบบสอบถามใน 5 ช่วงอายุแต่ละช่วงอายุอย่างน้อย 80 ชุด ได้ข้อมูลทั้งหมด 430 ชุด จำแนกเป็นเพศชาย 182 คน คิดเป็นร้อยละ 42.33 เพศหญิง 248 คน คิดเป็นร้อยละ 57.67 โดยแบ่งเป็นช่วงอายุต่ำกว่า 15 ปี 84 คน คิดเป็น ร้อยละ 19.53 อายุ 15-30 ปี 85 คน คิดเป็นร้อยละ 19.77 อายุ 31-45 ปี 87 คน คิดเป็นร้อยละ 20.23 อายุ 46-60 ปี 86 คน คิดเป็นร้อยละ 20.00 อายุมากกว่า 60 ปี 88 คน คิดเป็นร้อยละ 20.47 โดยส่วนใหญ่มีสถานภาพโสด 256 คน คิดเป็นร้อยละ 59.53 อาชีพนักเรียน/นักศึกษา 140 คน คิดเป็น ร้อยละ 32.56 มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี 191 คน คิดเป็นร้อยละ 44.42 รายได้ต่อเดือน ต่ำกว่า 10,000 บาท 280 คน คิดเป็นร้อยละ 65.12 ดังตาราง 4.17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.17 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (*n=430*)

รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	182	42.33
หญิง	248	57.67
รวม	**430**	**100.00**
อายุ		
ต่ำกว่า 15 ปี	84	19.53
15 – 30 ปี	85	19.77
31 – 45 ปี	87	20.23
46 – 60 ปี	86	20.00
มากกว่า 60 ปี	88	20.47
รวม	**430**	**100.00**
สถานภาพ		
โสด	256	59.53
สมรส	174	40.47
รวม	**430**	**100.00**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.17 (ต่อ)

รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
อาชีพ		
ข้าราชการและพนักงานรัฐวิสาหกิจ	50	11.63
ธุรกิจส่วนตัว	31	7.21
นักเรียน/นักศึกษา	140	32.56
เกษตรกร	9	2.09
เกษียณ	33	7.67
พนักงานบริษัทเอกชน	46	10.70
แม่บ้าน	46	10.70
ว่างงาน	22	5.12
รับจ้าง	26	6.05
อื่น ๆ ได้แก่ แม่ค้า ลูกจ้างชั่วคราว ฯ	27	6.27
รวม	**430**	**100.00**
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	67	15.58
มัธยมศึกษา	94	21.86
ปวช./ปวส.	15	3.49
ปริญญาตรี	191	44.42
ปริญญาโท	54	12.56
ปริญญาเอก	9	2.09
รวม	**430**	**100.00**
รายได้ต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	280	65.12
10,001 – 20,000 บาท	104	24.18
20,001 – 30,000 บาท	27	6.28
30,001 – 40,000 บาท	14	3.26
40,001 – 50,000 บาท	4	0.93
50,001 บาทขึ้นไป	1	0.23
รวม	**430**	**100.00**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคน้ำผลไม้ (ตาราง 4.18) พบว่าโดยปกติสถานที่ที่ผู้บริโภคซื้อน้ำผลไม้เป็นอันดับหนึ่ง คือ ร้านสะดวกซื้อ ร้อยละ 27.08 อันดับที่สองคือ ซุปเปอร์มาร์เก็ต ร้อยละ 21.84 อันดับที่สามคือ ไฮเปอร์มาร์ท ร้อยละ 16.83 อันดับที่สี่และห้าคือ แผงลอย และศูนย์อาหารคิดเป็นร้อยละ 11.22 และ 8.86 ตามลำดับ โดยยี่ห้อน้ำผลไม้ที่ผู้บริโภครู้จักเป็นอันดับหนึ่ง คือ สแปลช คิดเป็นร้อยละ 13.06 อันดับที่สองคือ มาลี ร้อยละ 12.91 อันดับที่สามคือ ยูนิฟ ร้อยละ 12.77 อันดับที่สี่และห้าคือ ทิปโก้ และดีโด้ คิดเป็นร้อยละ 12.44 และ10.90 ตามลำดับ ทั้งนี้ยี่ห้อน้ำผลไม้ที่ผู้บริโภคเลือกดื่มเป็นอันดับหนึ่ง คือ ทิปโก้ คิดเป็นร้อยละ 28.14 อันดับที่สองคือ ยูนิฟ ร้อยละ 22.09 อันดับที่สามคือ มาลี ร้อยละ 16.05 อันดับที่สี่และห้าคือ สแปลช และ ดีโด้ คิดเป็นร้อยละ 15.35 และ 7.68 ตามลำดับ พบว่าส่วนใหญ่ผู้บริโภคเลือกซื้อน้ำผลไม้ขนาดเล็ก (200-250 มิลลิลิตร) คิดเป็นร้อยละ 48.61 และไม่รู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผง คิดเป็นร้อยละ 51.40

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.18 ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคน้ำผลไม้

รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
สถานที่ซื้อน้ำผลไม้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ซุปเปอร์มาร์เก็ต	296	21.84
ร้านสะดวกซื้อ เช่น 7-11	367	27.08
แผงลอย	152	11.22
ร้านอาหารและภัตตาคาร	85	6.27
ศูนย์อาหาร (Food center)	120	8.86
งานแสดงสินค้าต่าง ๆ	76	5.61
โรงแรม	27	1.99
ไฮเปอร์มาร์ท เช่น โลตัส, แมคโคร ฯลฯ	228	16.83
อื่น ๆ ได้แก่ ร้านขายของชำ ฯลฯ	4	0.30
รวม	**1355**	**100.00**
ยี่ห้อน้ำผลไม้ที่รู้จัก (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ทิปโก้	347	12.44
ยูเอฟซี	247	8.86
มาลี	360	12.91
ยูนิฟ	356	12.77
สแปลช	364	13.06
ไบเล่	174	6.24
ชบา	176	6.31
ทวิสเตอร์	233	8.36
ดีโด้	304	10.90
ดอยคำ	187	6.71
สุนทรา	32	1.15
อื่น ๆ ได้แก่ มินิทเมด ซูส เอซีเฟรช ฯลฯ	8	0.29
รวม	**2788**	**100.00**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.18 (ต่อ)

รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
ยี่ห้อน้ำผลไม้ที่เลือกดื่ม		
ทิปโก้	121	28.14
ยูเอฟซี	24	5.58
มาลี	69	16.05
ยูนิฟ	95	22.09
สแปลช	66	15.35
ไบเล่	1	0.23
ชบา	1	0.23
ทวิสเตอร์	14	3.26
ดีโด้	33	7.68
ดอยคำ	5	1.16
สุนทรา	0	0.00
อื่น ๆ ได้แก่ มินิทเมด ชูส เอซีเฟรช ฯลฯ	1	0.23
รวม	**430**	**100.00**
ขนาดของน้ำผลไม้ที่ซื้อ		
เล็ก (200-250 มิลลิลิตร)	209	48.61
กลาง (500-750 มิลลิลิตร)	142	33.02
ใหญ่ (1,000 มิลลิลิตร)	79	18.37
รวม	**430**	**100.00**
การรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผง		
รู้จัก	209	48.60
ไม่รู้จัก	221	51.40
รวม	**430**	**100.00**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (ตาราง 4.19) ผลไม้ที่ผู้บริโภคต้องการให้นำไปทำเป็นน้ำผลไม้ผง เป็นอันดับหนึ่ง คือ ส้ม คิดเป็นร้อยละ 27.91 อันดับที่สองคือ สับปะรด ร้อยละ 12.09 อันดับที่สามคือ ทับทิม ร้อยละ 11.40 อันดับที่สี่และห้าคือ ฝรั่ง และ มะนาว คิดเป็นร้อยละ 10.93 และ 10.00 ตามลำดับ โดยจากการที่แนวโน้มการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงใกล้เคียงกันแต่มีแนวโน้มที่ไม่รู้จักมากกว่าเล็กน้อย ดังนั้นจะเห็นว่า เหตุผลที่กลุ่มตัวอย่างเลือกซื้อน้ำผลไม้ชนิดผง เพราะเห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่เป็นสำคัญ คิดเป็นร้อยละ 18.44 รองลงมาคือ เก็บรักษาคุณค่าทางอาหารได้นาน ประหยัดเนื้อที่ในการเก็บ และรสชาติอร่อย คิดเป็นร้อยละ 15.89, 12.59 และ11.25 ตามลำดับ ในส่วนของเหตุผลที่ว่า หาซื้อได้ง่าย วิตามินสูง สะดวกในการบริโภคมากกว่าชนิดน้ำ ราคาถูกกว่าน้ำผลไม้ชนิดน้ำ ไม่มีน้ำผลไม้รสชาติที่ต้องการจำหน่าย และไม่เติมสารกันบูด มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนเหตุผลที่เลือกซื้ออื่น ๆ มีผลค่อนข้างน้อย ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลือกที่จะไม่ซื้อน้ำผลไม้ชนิดผงคือ ขาดความสด คิดเป็นร้อยละ 23.93 เหตุผลรองลงมาคือ ต้องชงก่อนดื่มทำให้ยุ่งยาก หาซื้อได้ลำบาก ไม่รู้จักผลิตภัณฑ์ รสชาติไม่อร่อย คิดเป็นร้อยละ 20.45, 16.01, 13.49 และ11.92 ตามลำดับ ส่วนเหตุผลที่ว่าผลิตภัณฑ์ดูไม่สะอาดและมีสารกันบูด ก็มีผลให้กลุ่มตัวอย่างไม่ซื้อน้ำผลไม้ชนิดผง ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เหตุผลที่ไม่ซื้ออื่น ๆ มีผลค่อนข้างน้อยเช่นกัน

ในส่วนความคิดเห็น หากผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงมีการเติมสารสกัดจากองุ่น พบว่าส่วนใหญ่เห็นด้วย 400 คน คิดเป็นร้อยละ 93.02 โดยบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการส่วนใหญ่ คือ ซองพลาสติกในกล่องกระดาษ คิดเป็นร้อยละ 45.35 รองลงมาคือ ขวดแก้ว ร้อยละ 30.47 และปริมาณที่เหมาะสมที่ชงได้ 1 แก้ว คือ 30 กรัม คิดเป็น ร้อยละ 36.05 รองลงมาคือ 40 กรัม คิดเป็นร้อยละ 28.61 ทั้งนี้ราคาที่เหมาะสมของน้ำผลไม้ผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง 1 ซองที่ชงได้ 1 แก้ว อยู่ที่ 10-15 บาท คิดเป็นร้อยละ 50.00 สังเกตพบว่าราคาที่สูงขึ้นจะให้สัดส่วนที่ลดลงตามลำดับ นอกจากนี้การวิจัยแนวโน้มการซื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผง ในราคาที่เหมาะสม ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจซื้อ 369 คน คิดเป็นร้อยละ 85.81

ผลการสำรวจพบว่า ปัจจุบันผู้บริโภคยังไม่รู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผง แต่ผู้บริโภคเห็นด้วยกับการเสริมสารสกัดจากองุ่นและมีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพัฒนาสูง โดยผลไม้ที่ผู้บริโภคต้องการให้นำมาทำเป็นน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากองุ่นมากที่สุด คือ ส้ม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกส้มสายน้ำผึ้งเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงสำเร็จรูปเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.19 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์

รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
ผลไม้ที่ต้องการให้นำไปทำเป็นน้ำผลไม้ชนิดผง		
สับปะรด	52	12.09
ส้ม	120	27.91
ฝรั่ง	47	10.93
มังคุด	25	5.81
แก้วมังกร	12	2.79
ลูกหม่อน	15	3.49
ทับทิม	49	11.40
ลำไย	22	5.12
ลิ้นจี่	32	7.44
มะนาว	43	10.00
อื่น ๆ ได้แก่ องุ่น แอปเปิ้ล แตงโม ฯลฯ	13	3.02
รวม	**430**	**100.00**
เหตุผลที่เลือกซื้อน้ำผลไม้ชนิดผง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ไม่มีน้ำผลไม้รสชาติที่ต้องการจำหน่าย	83	6.22
เก็บรักษาคุณค่าทางอาหารได้นาน	212	15.89
รสชาติอร่อย	150	11.25
หาซื้อได้ง่าย	105	7.87
วิตามินสูง	106	7.95
ประหยัดเนื้อที่ในการเก็บ	168	12.59
ความแปลกใหม่	246	18.44
สะดวกในการบริโภคกว่าชนิดน้ำ	99	7.42
ราคาถูกกว่าน้ำผลไม้ชนิดน้ำ	8.4	6.30
ไม่เติมสารกันบูด	74	5.55
อื่น ๆ ได้แก่ พกพาสะดวก ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ ฯลฯ	7	0.52
รวม	**1334**	**100.00**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.19 (ต่อ)

รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
เหตุผลที่ไม่ซื้อน้ำผลไม้ชนิดผง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ขาดความสด	275	23.93
ผลิตภัณฑ์ดูไม่สะอาด	69	6.01
ต้องชงก่อนดื่มทำให้ยุ่งยาก	235	20.45
หาซื้อได้ลำบาก	184	16.01
รสชาติไม่อร่อย	137	11.92
ไม่รู้จักผลิตภัณฑ์	155	13.49
มีสารกันบูด	83	7.23
อื่น ๆ ได้แก่ ไม่มีประโยชน์ ราคาแพง ฯลฯ	11	0.96
รวม	**1149**	**100.00**
การเติมสารสกัดจากกากองุ่นในผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผง		
เห็นด้วย	400	93.02
ไม่เห็นด้วย	30	6.98
รวม	**430**	**100.00**
ลักษณะบรรจุภัณฑ์ของน้ำผลไม้ชนิดผงที่ต้องการ		
ขวดพลาสติก	76	17.67
ขวดแก้ว	131	30.47
ขวดโลหะ	24	5.58
ซองพลาสติกในกล่องกระดาษ	195	45.35
อื่น ๆ ได้แก่ ขวดพลาสติก กระป๋อง ฯลฯ	4	0.93
รวม	**430**	**100.00**
ปริมาณที่เหมาะสมของน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงที่ชงได้ 1 แก้ว		
20 กรัม	79	18.37
30 กรัม	155	36.05
40 กรัม	123	28.61
50 กรัม	68	15.81
อื่น ๆ ได้แก่ 10 กรัม	5	1.16
รวม	**430**	**100.00**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.19 (ต่อ)

รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
ราคาที่เหมาะสมของน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผง 1 ซองที่ชงได้ 1 แก้ว		
10 – 15 บาท	215	50.00
16 – 19 บาท	110	25.58
20 – 25 บาท	91	21.16
มากกว่า 25 บาท	14	3.26
รวม	**430**	**100.00**
ความสนใจหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม		
ซื้อ	369	85.81
ไม่ซื้อ	61	14.29
รวม	**430**	**100.00**

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อน้ำผลไม้ผง

สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยโดยใช้การจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Factor analysis เพื่อทำการจับกลุ่มหรือรวมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน เพื่อให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ศึกษา ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อน้ำผลไม้ชนิดผงของผู้บริโภคจากทั้งหมด 20 ตัวแปร พบว่าผลของการวิเคราะห์ปัจจัยตามกระบวนการได้ปัจจัยจากการจับกลุ่มเพียง 5 ปัจจัย ซึ่งประกอบด้วย ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านการบรรจุ ปัจจัยด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ปัจจัยด้านการตลาดและปัจจัยด้านความสะดวกสบาย ซึ่งมีโมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบในแต่ละปัจจัย (the relation model of each component) ดังนี้

Component 1 : Product factor = 0.25 Safe + 0.27 Taste + 0.25 Clean + 0.27 Nutrition + 0.22 Concentration

Component 2 : Packaging factor = 0.35 Shelf-life + 0.36 Brand + 0.24 Multi-size + 0.21 Package + 0.25 Appearance + 0.24 Convenient

Component 3 : Sensory factor = 0.42 Aroma + 0.40 Sweet + 0.38 Color + 0.16 Advertise

Component 4 : Marketing factor = 0.52 Gift + 0.51 Sale + 0.28 Price

Component 5 : Convenient factor= 0.56 Portability + 0.46 Accessibility

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

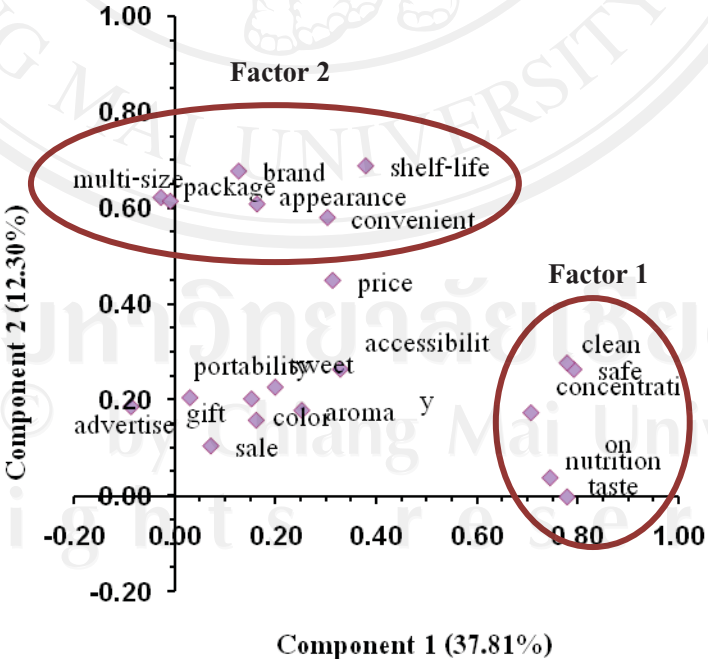
ตาราง 4.20 น้ำหนักตัวแปรในแต่ละปัจจัยการตัดสินใจซื้อน้ำผลไม้ผง

	Variables	Component				
		1	2	3	4	5
Product factor	safe	0.794	0.264	0.122	-0.007	-0.059
	taste	0.780	-0.002	0.229	0.061	0.114
	clean	0.780	0.277	0.084	0.028	0.003
	nutrition	0.746	0.038	-0.002	0.014	0.257
	concentration	0.708	0.173	0.183	0.107	0.144
Packaging factor	shelf-life	0.379	0.688	0.040	0.152	-0.009
	brand	0.126	0.677	0.297	0.028	0.076
	multi-size	-0.029	0.622	0.086	0.258	0.427
	package	-0.010	0.615	0.233	0.202	0.506
	appearance	0.163	0.609	0.252	0.062	0.285
	convenient	0.303	0.581	0.142	0.225	0.115
Sensory factor	aroma	0.252	0.178	0.816	0.091	0.168
	sweet	0.199	0.227	0.791	0.121	0.184
	color	0.161	0.158	0.775	0.304	0.038
	advertise	-0.088	0.186	0.462	0.453	0.212
Marketing factor	gift	0.029	0.205	0.291	0.828	0.010
	sale	0.071	0.104	0.168	0.824	0.316
	price	0.313	0.449	-0.013	0.486	0.151
Convenient factor	portability	0.152	0.202	0.159	0.216	0.829
	accessibility	0.329	0.264	0.217	0.131	0.722
	Eigenvalues	7.56	2.46	1.45	1.06	1.01
	Variance Explained (%)	37.81	12.30	7.25	5.32	5.06

หมายเหตุ : สกัดปัจจัยด้วยวิธี principle component analysis

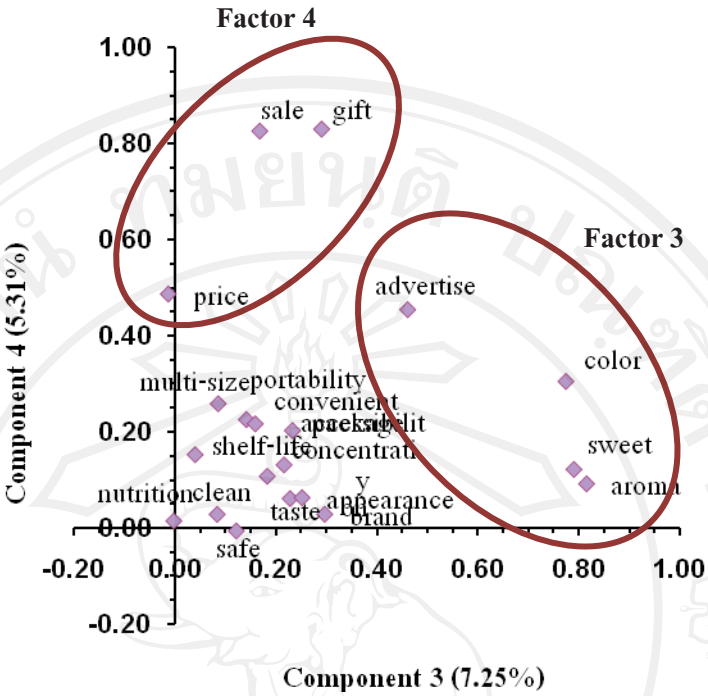
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยจากทั้งหมด 20 ตัวแปร ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อน้ำผลไม้ชนิดผงของผู้บริโภค ทำการหมุนแกนปัจจัยโดยวิธี Varimax เพื่อทำการจัดกลุ่มตัวแปรได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.20 โดยค่าในตาราง เป็นค่า Factor loading แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 20 ตัวแปรกับปัจจัยใหม่ทั้ง 5 ปัจจัย เมื่อมีการหมุนแกนปัจจัยแล้ว โดยปัจจัยที่ 1 คือปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (product factor) ประกอบด้วย 5 ตัวแปร คือ ความปลอดภัยในการบริโภค (safe) รสชาติของน้ำผลไม้ (taste) ความสะอาด (clean) คุณค่าทางโภชนาการ (nutrition) และความเข้มข้น (concentration) ปัจจัยที่ 2 คือปัจจัยด้านการบรรจุ (packaging factor) ประกอบด้วย 6 ตัวแปร คือ อายุการเก็บรักษา (shelf-life) ตรายี่ห้อ (brand) ความหลากหลายของขนาดบรรจุ (multi-size) บรรจุภัณฑ์ (package) ลักษณะปรากฏ (appearance) และความสะดวกในการบริโภค (convenient) ปัจจัยที่ 3 คือปัจจัยด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (sensory factor) ประกอบด้วย 4 ตัวแปร คือ กลิ่น (aroma) รสหวาน (sweetness) สีของผลิตภัณฑ์ (color) และการโฆษณาผลิตภัณฑ์ (advertise) ปัจจัยที่ 4 คือปัจจัยด้านการตลาด (marketing factor) ประกอบด้วย 3 ตัวแปร คือ ของสมนาคุณ (gift) ลดราคา (sale) และราคา (price) และปัจจัยที่ 5 คือปัจจัยด้านความสะดวกสบาย (convenient factor) ประกอบด้วย 2 ตัวแปร คือ ความสะดวกสบายในการพกพา (portability) และความสะดวกสบายในการหาซื้อ (accessibility)



ภาพ 4.9 Component plot in rotated space (component 1, 2) of fruit juice powder

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.10 Component plot in rotated space (component 3, 4) of fruit juice powder

ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นสามารถที่จะนำมาอธิบายความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องในทิศทางที่เป็นไปในลักษณะเดียวกันดังภาพ 4.9 และ 4.10 ประกอบกันเป็นแต่ละปัจจัยที่สกัดออกมา ได้ดังนี้

1. ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดต่อการตัดสินใจซื้อน้ำผลไม้ผงของผู้บริโภค โดยมีตัวแปรที่มีความสำคัญรวมเป็นปัจจัยทั้งหมด 5 ตัวแปร คือ ความปลอดภัยในการบริโภค รสชาตินำผลไม้ ความสะอาด คุณค่าทางโภชนาการและความเข้มข้น ทั้งนี้เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคหันมาใส่ใจกับสุขภาพกันมากขึ้นโดยในการที่จะเลือกซื้อหรือเลือกบริโภคอะไรก็ตาม สิ่งนั้นจะต้องมีความสะอาดปลอดภัย ตอบสนองความต้องการด้านรสชาติ อีกทั้ง เกิดผลดีต่อสุขภาพจากคุณค่าทางโภชนาการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zeithaml (1988) ที่พบว่าการรับรู้ถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะมาจากปริมาณของส่วนผสมหรือคุณลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากคุณภาพทั่วไป และในส่วนของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้การรับรู้ถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะมาจากระดับความเข้มข้น และผู้บริโภคส่วนมากใช้รสชาติเป็นดัชนีวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ปัจจัยด้านการบรรจุ ผู้บริโภคเห็นว่ามีความสำคัญรองลงมาจากปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ สำหรับปัจจัยนี้มีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน ประกอบด้วย 6 ตัวแปร คือ อายุการเก็บรักษา ตรายี่ห้อ ความหลากหลายของขนาดบรรจุ บรรจุภัณฑ์ ลักษณะปรากฏและความสะดวกในการบริโภค โดยแต่ละตัวแปรในปัจจัยด้านการบรรจุนี้เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับรูปร่าง รูปแบบ และลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ เป็นสิ่งที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเมื่อมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกมาจำหน่าย ปัจจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการกำหนดลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะทำการพัฒนาออกมาสู่ตลาดในอนาคต โดยงานวิจัยของ Bonner and Nelson (1985) ได้สรุปว่าบรรจุภัณฑ์ที่ดีและเหมาะสมจะช่วยรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกลิ่นรส รสชาติ กลิ่น และลักษณะปรากฏ ส่งผลต่อการเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดให้กับผลิตภัณฑ์ในที่สุด และในงานวิจัยที่ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มเสริมคุณค่าทางอาหารของ Luckow and Delahunty (2004a) พบว่า ยี่ห้อ และข้อมูลโภชนาการ มีอิทธิพลต่อการยอมรับของกลุ่มผู้บริโภคมากกว่าลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

3. ปัจจัยด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 3 ประกอบด้วย 4 ตัวแปร คือ กลิ่น รสหวาน สีของผลิตภัณฑ์และการโฆษณาผลิตภัณฑ์ โดยตัวแปรที่ได้จะส่งเสริมปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์และการบรรจุ คือ ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผงที่ทำการพัฒนาจะต้องมีลักษณะโครงสร้างผลิตภัณฑ์ด้าน กลิ่น รสหวาน และสีของผลิตภัณฑ์ที่ดี ส่วนการใช้การโฆษณาจะเป็นส่วนเสริมที่ช่วยในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ได้ดีที่สุด โดยงานวิจัยของ Stillman (1993) พบว่า ผู้บริโภคตัดสินผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกลิ่นผลไม้จากสีที่เหมาะสมกับชนิดผลไม้ และในงานวิจัย Luckow and Delahunty (2004b) พบว่ารสหวานและกลิ่นรสเปรี้ยวมีผลให้เกิดการยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ทั้งนี้ในงานวิจัยของ Elder and Krishna (2009) ยังพบอีกว่าการใช้โฆษณาที่มีองค์ประกอบของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสหลายลักษณะจะสามารถสื่อให้ผู้บริโภครับรู้ถึงรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้ดียิ่งขึ้น

4. ปัจจัยด้านการตลาดประกอบด้วย 3 ตัวแปร คือ ของสมนาคุณ ลดราคาและราคา ของผลิตภัณฑ์ ปัจจัยนี้ทำให้ทราบว่าเครื่องมือที่จะใช้ในการส่งเสริมตลาด เครื่องมือใดที่มีผลต่อผู้บริโภคและเหมาะที่จะนำมาใช้เพื่อให้เกิดการตัดสินใจซื้อต่อไป ทั้งนี้พบว่าราคาใช้เป็นเครื่องตัดสินใจในคุณภาพผลิตภัณฑ์เมื่อระดับความเชื่อมั่นของตรายี่ห้อมีความแตกต่างกัน โดยผู้บริโภคจะเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูงกว่าเนื่องจากแสดงถึงคุณภาพที่ดีกว่า (Strokes, 1985) และในงานวิจัยของ Zeithaml and Berry (1987) พบว่าในลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่แตกต่างนั้นผู้บริโภคเพศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หญิง สูงอายุ แต่งงานแล้ว และไม่ได้ทำงานนอกบ้าน จะมีการจดจำและให้ความสำคัญต่อราคาอยู่ในระดับที่สูงที่สุด

5. ปัจจัยด้านความสะดวกสบาย ประกอบด้วย 2 ตัวแปร คือ ความสะดวกสบายในการพกพาและความสะดวกสบายในการหาซื้อ ปัจจัยนี้จะเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับปัจจัยด้านการบรรจุมากที่สุด เนื่องจากรูปร่างบรรจุภัณฑ์ และขนาดบรรจุที่เหมาะสมและหลากหลาย ทำให้เกิดความสะดวกสบายส่งผลให้ผู้บริโภคเข้าถึงตัวผลิตภัณฑ์ได้ง่ายและสามารถกระจายผลิตภัณฑ์ให้เข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคได้อย่างรวดเร็ว

ในส่วนของค่า Eigenvalues ของแต่ละปัจจัยนั้น ก็มีความแตกต่างกันออกไป เป็นค่าที่บ่งบอกถึงจำนวนของตัวแปรและความสำคัญของตัวแปรที่มีอยู่ในแต่ละปัจจัยโดยจะพิจารณาเห็นได้ว่าปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์จะมีค่า Eigenvalues เท่ากับ 7.56 ซึ่งเป็นค่าที่สูงสุดของปัจจัยทั้ง 5 แสดงว่าผู้บริโภคให้ความเห็นว่า ปัจจัยนี้ประกอบด้วยตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการการตัดสินใจซื้อน้ำผลไม้ผงของผู้บริโภคมากที่สุด รองลงมาก็คือปัจจัยด้านการบรรจุที่มีค่า Eigenvalues เท่ากับ 2.46 ปัจจัยด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสมีค่า Eigenvalues เท่ากับ 1.45 ปัจจัยด้านการตลาดมีค่า Eigenvalues เท่ากับ 1.06 และปัจจัยด้านความสะดวกสบายก็มีค่า Eigenvalues เท่ากับ 1.01 ตามลำดับของความสำคัญของปัจจัยที่ผ่านการวิเคราะห์ปัจจัยแล้ว

สำหรับค่า Variance Explained เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการอธิบายของปัจจัยนั้น บ่งบอกถึงความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีต่อการตัดสินใจซื้อน้ำผลไม้ผงของผู้บริโภค โดยรวมทั้งหมดร้อยละ 67.75 จำแนกเป็น ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ร้อยละ 37.81 ปัจจัยด้านการบรรจุร้อยละ 12.30 ปัจจัยด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสร้อยละ 7.25 ปัจจัยด้านการตลาดร้อยละ 5.32 และปัจจัยด้านความสะดวกสบายร้อยละ 5.06 ตามลำดับ

ทั้งนี้เมื่อทำการทดสอบ ความเที่ยงเชิงความสอดคล้องภายใน (interaction consistency reliability) ซึ่งเป็นวิธีการวัดความเที่ยงของแบบทดสอบเพียงชุดเดียวและนำไปทดลองเพียงครั้งเดียวแล้วนำผลที่ได้มาคำนวณความเที่ยง กับตัวแปรทั้ง 20 ตัว ด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's alpha coefficient method) ผลที่ได้มีค่าเท่ากับ 0.911 ซึ่งแสดงว่าผลที่ได้จากการวัดด้วยแบบสอบถามชิ้นนี้ มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง (ร้อยละ 91.1) ไม่ว่าจะนำไปทดสอบกี่ครั้งผลที่ได้จะใกล้เคียงกันเสมอ (วัฒนา, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นแนวทางการพัฒนาน้ำผลไม้ผง สิ่งที่สำคัญที่จะต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก คือ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ที่มีความปลอดภัยในการบริโภค ความสะอาด รสชาติ รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการ จากนั้นพิจารณาการบรรจุ ไม่ว่าจะเป็นอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ยี่ห้อ บรรจุภัณฑ์ ขนาดบรรจุ เพื่อให้มีความสะดวกในการบริโภค ตามด้วยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ในด้านกลิ่น รสหวาน และสี สามารถนำไปใช้เป็น โครงร่างในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ส่วนการส่งเสริมการขายที่ดี คือ การโฆษณา ของสมนาคุณ ลดราคา ตามลำดับ และความสะดวกสบายที่ควรคำนึงถึงคือ ความสะดวกในการหาซื้อและพกพา จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนามานั้นได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคในที่สุด

การศึกษาทิศทางในการพัฒนาน้ำผลไม้ผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง

จากการสำรวจผู้บริโภคสามารถวิเคราะห์เพื่อหากลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายโดยศึกษาถึงพฤติกรรมการบริโภคน้ำผลไม้ที่สำคัญ คือ การรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผง และความต้องการของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง อีกทั้งความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัด และความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ จำแนกตามข้อมูลทั่วไป คือ เพศ อายุ สถานภาพ อาชีพ ระดับการศึกษา และรายได้ต่อเดือน ของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานด้วยวิธี Chi-square

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธี Chi-square Test ในกรณีที่ค่า Eij < 5 และเกินร้อยละ 20 ของจำนวน cell ทั้งหมด ซึ่งไม่เป็นตามเงื่อนไขของการใช้ Pearson Chi-square จะทำการจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ (pool data) และหากจัดกลุ่มข้อมูลแล้วยังไม่สามารถวิเคราะห์ได้จะใช้ Fisher's Exact Test เพื่อคำนวณหาค่า Significant ของค่าสถิติ (Howitt and Cramer, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปกับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผง ดังตาราง 4.21

ตาราง 4.21 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปกับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผง

ข้อมูลทั่วไป	Chi-square Tests	
	χ^2	Significant
เพศ	0.786	0.375
อายุ	31.962	<0.001
สถานภาพ	5.175	0.023
อาชีพ	22.289	0.008
ระดับการศึกษา	22.101	0.001
รายได้ต่อเดือน	1.810	0.613

หมายเหตุ : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

จำแนกตามเพศ พบว่า เพศชายและหญิงมีการรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

จำแนกตามอายุ พบว่า กลุ่มอายุที่ต่างกันมีการรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.22 โดยผู้ตอบแบบสอบถามกลุ่มอายุ 15 – 30 ปี และ 31 – 45 ปี เป็นกลุ่มอายุที่มีการรู้จักผลิตภัณฑ์เป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 74.12 และ 50.57 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 15 ปี 46 – 60 ปี และมากกว่า 60 ปี เป็นกลุ่มอายุที่ไม่รู้จักผลิตภัณฑ์เป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 57.14, 65.12 และ 59.09 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.22 จำนวนร้อยละข้อมูลอายุกับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล		การรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผง		รวม
		รู้จัก	ไม่รู้จัก	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
อายุ	ต่ำกว่า 15 ปี	36	48	84
		(42.86)	(57.14)	(100.00)
	16 - 30 ปี	63	22	85
		(74.12)	(25.88)	(100.00)
	31 - 45 ปี	44	43	87
		(50.57)	(49.43)	(100.00)
	46 - 60 ปี	30	56	86
		(34.88)	(65.12)	(100.00)
	มากกว่า 60 ปี	36	52	88
		(40.91)	(59.09)	(100.00)
รวม		209	221	430
		(48.60)	(51.40)	(100.00)

หมายเหตุ : $\chi^2 = 31.962$, $P < 0.001$

จำแนกตามสถานภาพ พบว่า สถานภาพที่ต่างกัน (โสดหรือสมรส) มีการรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.23 โดยผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรสแล้วไม่รู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผงเป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 58.05

จำแนกตามอาชีพ พบว่า อาชีพที่ต่างกันมีการรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.24 โดย อาชีพ นักเรียน/นักศึกษา พนักงานเอกชน และข้าราชการ เป็นกลุ่มอาชีพที่มีการรู้จักผลิตภัณฑ์เป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 57.14, 56.52 และ 56.00 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.23 จำนวนร้อยละข้อมูลสถานภาพกับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล		การรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผง		รวม
		รู้จัก	ไม่รู้จัก	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
สถานภาพ	โสด	136 (53.13)	120 (46.88)	256 (100.00)
	สมรส	73 (41.95)	101 (58.05)	174 (100.00)
รวม		209 (48.60)	221 (51.40)	430 (100.00)

หมายเหตุ : $\chi^2 = 5.175$, P = 0.023

จำแนกตามระดับการศึกษา พบว่า ระดับการศึกษาที่ต่างกันมีการรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.25 โดยกลุ่มที่มีระดับการศึกษาปริญญาเอก ปริญญาโท และปริญญาตรี รู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผงเป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 77.78, 66.67 และ 51.31 ตามลำดับ

จำแนกตามรายได้ต่อเดือน พบว่า แต่ละระดับรายได้มีการรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.24 จำนวนร้อยละข้อมูลอาชีพกับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล		การรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผง		รวม
		รู้จัก	ไม่รู้จัก	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
อาชีพ	ข้าราชการและพนักงานรัฐวิสาหกิจ	28 (56.00)	22 (44.00)	50 (100.00)
	ธุรกิจส่วนตัว	9 (29.03)	22 (70.97)	31 (100.00)
	นักเรียน/นักศึกษา	80 (57.14)	60 (42.86)	140 (100.00)
	เกษตรกร	2 (22.22)	7 (77.78)	9 (100.00)
	เกษียณ	15 (45.45)	18 (54.55)	33 (100.00)
	พนักงานบริษัทเอกชน	26 (56.52)	20 (43.48)	46 (100.00)
	แม่บ้าน	15 (32.61)	31 (67.39)	46 (100.00)
	ว่างงาน	11 (50.00)	11 (50.00)	22 (100.00)
	รับจ้าง	8 (30.77)	18 (69.23)	26 (100.00)
	อื่น ๆ	15 (55.56)	12 (44.44)	27 (100.00)
รวม		209 (48.60)	221 (51.40)	430 (100.00)

หมายเหตุ : χ^2= 22.289, P = 0.008

อื่น ๆ ได้แก่ แม่ค้า ค้าขาย ลูกจ้างชั่วคราว พนักงานมหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.25 จำนวนร้อยละข้อมูลการศึกษากับการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล		การรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผง		รวม
		รู้จัก	ไม่รู้จัก	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
การศึกษา	ประถมศึกษา	26	41	67
		(38.81)	(61.19)	(100.00)
	มัธยมศึกษา	40	54	94
		(42.55)	(57.45)	(100.00)
	ปวช./ปวส.	2	13	15
		(13.33)	(86.67)	(100.00)
	ปริญญาตรี	98	93	191
		(51.31)	(48.69)	(100.00)
	ปริญญาโท	36	18	54
		(66.67)	(33.33)	(100.00)
	ปริญญาเอก	7	2	9
		(77.78)	(22.22)	(100.00)
รวม		209	221	430
		(48.60)	(51.40)	(100.00)

หมายเหตุ : χ^2= 22.101, P = 0.001

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปกับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผง ดังตาราง 4.26

ตาราง 4.26 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปกับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผง

ข้อมูลทั่วไป	Chi-square Tests	
	χ^2	Significant
เพศ	4.127	0.042
อายุ	18.801	0.001
สถานภาพ	2.549	0.110
อาชีพ	4.959	0.292
ระดับการศึกษา	2.810	0.245
รายได้ต่อเดือน	2.766	0.251
การรู้จักน้ำผลไม้ผง	4.469	0.035

หมายเหตุ : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

จำแนกตามเพศ พบว่า เพศชายและหญิงมีความเห็นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.27 ส่วนใหญ่เพศหญิงเห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผงคิดเป็นร้อยละ 95.16

จำแนกตามอายุ พบว่า กลุ่มอายุที่ต่างกันมีความเห็นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.28 โดยผู้ตอบแบบสอบถามกลุ่มอายุมากกว่า 60 ปี 15 – 30 ปีและ46 – 60 ปี เป็นกลุ่มอายุที่เห็นด้วยให้มีการเติมสารสกัดลงในผลิตภัณฑ์เป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 98.86, 97.65 และ 93.02 ตามลำดับ

ในข้อมูลที่จำแนกตาม สถานภาพ อาชีพ ระดับการศึกษา และรายได้ต่อเดือน พบว่า ความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.27 จำนวนร้อยละข้อมูลเพศกับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผง

ข้อมูล		ความคิดเห็นในการเติมสารสกัด		รวม
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
เพศ	ชาย	164 (90.11)	18 (9.89)	182 (100.00)
	หญิง	236 (95.16)	12 (4.84)	248 (100.00)
รวม		400 (93.02)	30 (6.98)	430 (100.00)

หมายเหตุ : χ^2= 4.127, P = 0.042

ตาราง 4.28 จำนวนร้อยละข้อมูลอายุกับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผง

ข้อมูล		ความคิดเห็นในการเติมสารสกัด		รวม
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
อายุ	ต่ำกว่า 15 ปี	77	7	84
		(91.67)	(8.33)	(100.00)
	16 - 30 ปี	83	2	85
		(97.65)	(2.35)	(100.00)
	31 - 45 ปี	73	14	87
		(83.91)	(16.09)	(100.00)
	46 - 60 ปี	80	6	86
		(93.02)	(6.98)	(100.00)
	มากกว่า 60 ปี	87	1	88
		(98.86)	(1.14)	(100.00)
รวม		400	30	430
		(93.02)	(6.98)	(100.00)

หมายเหตุ : χ^2= 18.801, P = 0.001

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งนี้เมื่อนำข้อมูลการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงและความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผงมาทดสอบความสัมพันธ์ พบว่า การรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงที่ต่างกันจะมีความเห็นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.29 โดยผู้บริโภคที่รู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผงเห็นด้วยให้มีการเติมสารสกัดสูงกว่าผู้บริโภคที่ไม่รู้จักผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 95.69

ตาราง 4.29 จำนวนร้อยละข้อมูลการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงกับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผง

ข้อมูล		ความคิดเห็นในการเติมสารสกัด		รวม
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
การรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผง	รู้จัก	200	9	209
		(95.69)	(4.31)	(100.00)
	ไม่รู้จัก	200	21	221
		(90.50)	(9.50)	(100.00)
รวม		400	30	430
		(93.02)	(6.98)	(100.00)

หมายเหตุ : $\chi^2 = 4.469$, $P = 0.035$

3. ความสนใจหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากอรุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม ดังตาราง 4.30

สำหรับการวิเคราะห์ความคิดเห็นในการเติมสารสกัด ด้วยวิธี Chi-square Test พบว่ามีค่า Eij < 5 และเกินร้อยละ 20 ของจำนวน cell ทั้งหมด ซึ่งไม่เป็นตามเงื่อนไขของการใช้ Pearson Chi-square จึงใช้ Fisher's Exact Test เพื่อคำนวณหาค่า Significant ของค่าสถิติ (Howitt and Cramer, 2005)

จำแนกตามเพศ พบว่า เพศชายและหญิงมีความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.30 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม

ข้อมูล	Chi-square Tests			
	χ^2	Fisher's Exact Test	Eij (ร้อยละ)	Significant
เพศ	2.101	-	-	0.147
อายุ	12.705	-	-	0.013
สถานภาพ	0.137	-	-	0.711
อาชีพ	13.610	-	-	0.034
ระดับการศึกษา	17.581	-	-	0.004
รายได้ต่อเดือน	9.372	-	-	0.009
การรู้จักน้ำผลไม้ผง	5.720	-	-	0.017
ความคิดเห็นในการเติมสารสกัด	-	33.979	25.00	<0.001

หมายเหตุ : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

จำแนกตามอายุ พบว่า กลุ่มอายุที่ต่างกันความสนใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.31 โดยผู้ตอบแบบสอบถามกลุ่มอายุ16 – 30 ปี 31 – 45 ปี และ 46 – 60 ปี เป็นกลุ่มอายุที่มีความสนใจที่จะซื้อเป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 95.29, 86.21 และ 86.05 ตามลำดับ

จำแนกตามสถานภาพ พบว่า สถานภาพที่ต่างกัน (โสดหรือสมรส) มีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.31 จำนวนร้อยละข้อมูลอายุกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม

ข้อมูล		การตัดสินใจซื้อ		รวม
		ไม่ซื้อ	ซื้อ	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
อายุ	ต่ำกว่า 15 ปี	20 (23.81)	64 (76.19)	84 (100.00)
	16 - 30 ปี	4 (4.71)	81 (95.29)	85 (100.00)
	31 - 45 ปี	12 (13.79)	75 (86.21)	87 (100.00)
	46 - 60 ปี	12 (13.95)	74 (86.05)	86 (100.00)
	มากกว่า 60 ปี	13 (14.77)	75 (85.23)	88 (100.00)
รวม		61 (14.19)	369 (85.81)	430 (100.00)

หมายเหตุ : $\chi^2 = 12.705$, P = 0.013

จำแนกตามอาชีพ พบว่า อาชีพที่ต่างกันมีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.32 โดย อาชีพ พนักงานเอกชน เกษียณ และข้าราชการ เป็นกลุ่มอาชีพที่มีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์เป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 97.83, 90.91 และ 90.00 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.32 จำนวนร้อยละข้อมูลอาชีพกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม

ข้อมูล		การตัดสินใจซื้อ		รวม
		ไม่ซื้อ	ซื้อ	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
อาชีพ	ข้าราชการและ	5	45	50
	พนักงานรัฐวิสาหกิจ	(10.00)	(90.00)	(100.00)
	ธุรกิจส่วนตัว	7	24	31
		(22.58)	(77.42)	(100.00)
	นักเรียน/นักศึกษา	24	116	140
		(17.14)	(82.86)	(100.00)
	เกษียณ	3	30	33
		(9.09)	(90.91)	(100.00)
	พนักงานบริษัทเอกชน	1	45	46
		(2.17)	(97.83)	(100.00)
	แม่บ้าน	11	35	46
		(23.91)	(76.09)	(100.00)
	อื่น ๆ	10	74	84
		(11.90)	(88.10)	(100.00)
รวม		61	369	430
		(14.19)	(85.81)	(100.00)

หมายเหตุ : $\chi^2 = 13.610$, P = 0.034

อื่น ๆ ได้แก่ เกษตรกร รับจ้าง แม่บ้าน ว่างงาน ค้าขาย ลูกจ้างชั่วคราว

จำแนกตามระดับการศึกษา พบว่า ระดับการศึกษาที่ต่างกันมีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.05) ดังตาราง 4.33 โดยกลุ่มที่มีระดับการศึกษาปริญญาเอก ปริญญาโท และปริญญาตรี มีการรู้จักผลิตภัณฑ์เป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 77.78, 66.67 และ 51.31 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.33 จำนวนร้อยละข้อมูลระดับการศึกษากับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม

ข้อมูล		การตัดสินใจซื้อ		รวม
		ไม่ซื้อ	ซื้อ	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
การศึกษา	ประถมศึกษา	18	49	67
		(26.87)	(73.13)	(100.00)
	มัธยมศึกษา	16	78	94
		(17.02)	(82.98)	(100.00)
	ปวช./ปวส.	4	11	15
		(26.67)	(73.33)	(100.00)
	ปริญญาตรี	19	172	191
		(9.95)	(90.05)	(100.00)
	ปริญญาโท	3	51	54
		(5.56)	(94.44)	(100.00)
	ปริญญาเอก	1	8	9
		(11.11)	(88.89)	(100.00)
รวม		61	369	430
		(14.19)	(85.81)	(100.00)

หมายเหตุ : $\chi^2 = 17.581$, P = 0.004

จำแนกตามรายได้ต่อเดือน พบว่า แต่ละระดับรายได้มีความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ชนิดผงที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.05) ดังตาราง 4.34 โดยกลุ่มที่มีรายได้ต่อเดือนมากกว่า 20,001 บาท และ 10,001 - 20,000 บาท มีความสนใจซื้อสูงกว่ากลุ่มที่มีรายได้ น้อยกว่า 10,000 บาท คือ ร้อยละ 95.65, 91.35 และ 82.14 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.34 จำนวนร้อยละข้อมูลรายได้ต่อเดือนกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม

ข้อมูล		การตัดสินใจซื้อ		รวม
		ไม่ซื้อ	ซื้อ	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
รายได้ต่อเดือน	น้อยกว่า 10,000 บาท	50	230	280
		(17.86)	(82.14)	(100.00)
	10,001 - 20,000 บาท	9	95	104
		(8.65)	(91.35)	(100.00)
	มากกว่า 20,001 บาท	2	44	46
		(4.35)	(95.65)	(100.00)
รวม		61	369	430
		(14.19)	(85.81)	(100.00)

หมายเหตุ : $\chi^2 = 9.372$, P = 0.009

โดยทั้งนี้เมื่อนำข้อมูลการรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงและความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยในการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ชนิดผงมาทดสอบความสัมพันธ์กับความสนใจซื้อ พบว่า การรู้จักน้ำผลไม้ชนิดผงที่ต่างกันจะมีความสนใจซื้อที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.35 โดยผู้บริโภคที่รู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผงมีความสนใจซื้อสูงกว่าผู้บริโภคที่ไม่รู้จักผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 89.95 และความคิดเห็นในการเติมสารสกัดที่แตกต่างกันมีความสนใจซื้อที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.36 โดยผู้บริโภคที่เห็นด้วยกับการเติมสารสกัดในน้ำผลไม้ผงมีความสนใจซื้อสูงกว่าผู้บริโภคที่ไม่เห็นด้วย คิดเป็นร้อยละ 88.50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.35 จำนวนร้อยละข้อมูลการรู้จักน้ำผลไม้ผงกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม

ข้อมูล		การตัดสินใจซื้อ		รวม
		ไม่ซื้อ	ซื้อ	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
การรู้จักผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ผง	รู้จัก	21 (10.05)	188 (89.95)	209 (100.00)
	ไม่รู้จัก	40 (18.10)	181 (81.90)	221 (100.00)
รวม		61 (14.19)	369 (85.81)	430 (100.00)

หมายเหตุ : χ^2= 5.720, P = 0.017

ตาราง 4.36 จำนวนร้อยละข้อมูลความคิดเห็นในการเติมสารสกัดกับความสนใจซื้อหากมีน้ำผลไม้เสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงชนิดผงจำหน่ายในราคาที่เหมาะสม

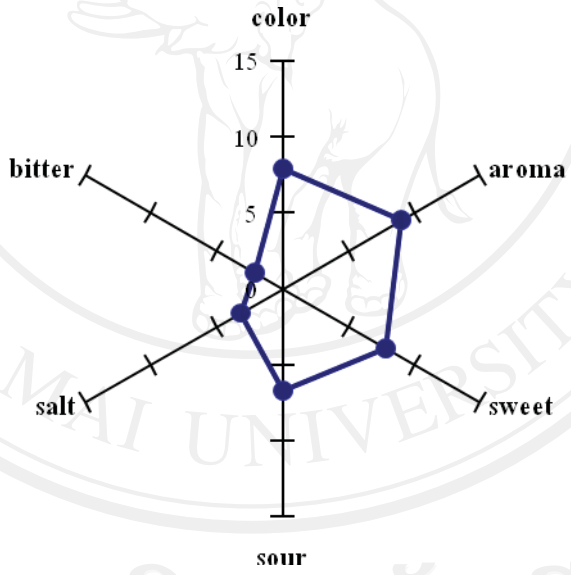
ข้อมูล		การตัดสินใจซื้อ		รวม
		ไม่ซื้อ	ซื้อ	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
ความคิดเห็นในการเติมสารสกัด	เห็นด้วย	46 (11.50)	354 (88.50)	400 (100.00)
	ไม่เห็นด้วย	15 (50.00)	15 (50.00)	30 (100.00)
รวม		61 (14.19)	369 (85.81)	430 (100.00)

หมายเหตุ : เนื่องจาก ค่า Eij < 5 และเกินร้อยละ 20 ของจำนวน cell ทั้งหมด ซึ่งไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของการใช้ Pearson Chi-square จึงใช้ Fisher's Exact test เพื่อคำนวณค่า Significant ทางสถิติโดยค่า Fisher's Exact test = 33.979, P < 0.001

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย มีลักษณะทั่วไปที่สำคัญ คือ เพศหญิง มีอายุระหว่าง 16 – 30 ปี อาชีพนักเรียน/นักศึกษา พนักงานเอกชน และข้าราชการ ระดับการศึกษาตั้งแต่ปริญญาตรีขึ้นไป มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ตั้งแต่ 20,000 บาท โดยจากการวิเคราะห์ยังพบว่ากลุ่มผู้บริโภคที่มี อายุ 46 – 60 ปี และมากกว่า 60 ปี ยังเป็นกลุ่มที่น่าสนใจ เนื่องจากมีความเห็นด้วยและเป็นกลุ่มที่มีทั้งอาชีพ ระดับการศึกษาและรายได้อยู่ในเกณฑ์ ทั้งหมดนี้ยังพบอีกว่าหากสามารถทำให้ผู้บริโภคมีการรู้จักน้ำผลไม้ผงและเห็นด้วยกับการเติมสารสกัด จะทำให้มีความสนใจในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผงสำเร็จรูปเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงสูงขึ้นได้

ผลที่ได้จากการสำรวจผู้บริโภคในส่วนสุดท้ายตามแบบสอบถาม พบว่าสามารถสร้างเป็นแนวคิดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผงสำเร็จรูปเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง ดังภาพ 4.10



ภาพ 4.11 เค้าโครงผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง

จากภาพ 4.11 สามารถอธิบายได้ว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผงสำเร็จรูปเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการ คือ มีรสหวานนำเปรี้ยว และมีกลิ่นของผลไม้ที่จะนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผงสำเร็จรูปเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง เด่นในระดับมาก มีสี และรสหวาน ของผลิตภัณฑ์ระดับปานกลาง ส่วนรสเค็ม และรสขม อยู่ในระดับเล็กน้อย ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 การประยุกต์การวิเคราะห์เชิงพรรณนาในผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงสำเร็จรูป

ผลจากการประยุกต์การวิเคราะห์เชิงพรรณนา พบว่า ได้ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงจากผู้ผ่านการฝึกฝนทั้งหมด 19 ลักษณะ ดังตาราง 4.37 ประกอบด้วย สี จะให้คะแนนจากสีเหลืองมะนาวไปจนถึงสีส้มบนสเกลเส้นตรง ความขุ่น ดูจากความหนาแน่นของอนุภาคภายในตัวอย่างน้ำส้มผงที่ละลายน้ำ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นหอมหวาน กลิ่นส้ม กลิ่นหมัก กลิ่นผ่านความร้อน ให้คะแนนจากกลิ่นอ่อนไปเข้ม รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม รสขม กลิ่นรสส้ม กลิ่นรสหมัก กลิ่นรสผ่านความร้อน ความฝาดเฝื่อน ความรู้สึกหลังกลืนรสเปรี้ยว ความรู้สึกหลังกลืนรสหวาน ความรู้สึกหลังกลืนรสขม และความรู้สึกหลังกลืนความฝาดเฝื่อน ให้คะแนนความเข้มจากมากไปน้อย ทั้งนี้จะไม่มีลักษณะเฉพาะของเนื้อส้มหรือกากส้ม เนื่องจากตัวอย่างที่เตรียมใช้น้ำส้มที่ผ่านการกรองเอากากออกเพื่อลดปัญหาในการทำแห้งแบบพ่นฝอย ซึ่งจะแตกต่างกับงานวิจัยของ Perez-Cacho *et al*. (2008) ที่พบลักษณะเฉพาะกากส้ม ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่ดีที่ได้จากการพัฒนาคำศัพท์เพื่อใช้ในการทดสอบผู้บริโภคกับตัวอย่างน้ำส้มคั้นสดและน้ำส้มผ่านกระบวนการทางความร้อน

ตาราง 4.37 คำศัพท์และคำอธิบายที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพรรณนา

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ค่ากำกับ[b]	คำอธิบาย
ลักษณะปรากฏ		
- สี	เหลือง-ส้ม	ความเข้มสีส้มจากสีเหลืองมะนาวไปสีส้ม
- ความขุ่น	ใส-ขุ่น	ปริมาณอนุภาคในน้ำ จากไม่มีไปจนมีหนาแน่น
กลิ่น		
- กลิ่นเปรี้ยว[a]	อ่อน-เข้ม	ลักษณะกลิ่นของผลไม้ที่ให้รสเปรี้ยว เช่น มะนาว
- กลิ่นหอมหวาน[a]	อ่อน-เข้ม	ลักษณะกลิ่นของผลไม้ที่ให้รสหวาน เช่น ส้ม
- กลิ่นส้ม[a]	อ่อน-เข้ม	ลักษณะกลิ่นที่ทำให้นึกถึงส้ม
- กลิ่นหมัก	อ่อน-เข้ม	ลักษณะกลิ่นของอาหารที่ผ่านการหมัก เช่น โยเกิร์ต
- กลิ่นผ่านความร้อน[a]	อ่อน-เข้ม	ลักษณะกลิ่นของส้มที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน เช่น น้ำส้มต้ม

[a]Civille and Lyon (1996)

[b]คำศัพท์ ค่ากำกับและคำอธิบาย ได้จากการตกลงในกลุ่มระหว่างฝึกฝนโดยใช้สเกลเชิงเส้น ความยาว 150 มิลลิเมตร มีขีดกั้นหัวท้ายที่ 12.5 และ 137.5 มิลลิเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.37 (ต่อ)

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ค่ากำกับ[b]	คำอธิบาย
กลิ่นรส		
- รสเปรี้ยว[a]	น้อย-มาก	รสที่ลิ้นสามารถรับรู้ได้จากการกระตุ้นของกรด
- รสหวาน[a]	น้อย-มาก	รสที่ลิ้นสามารถรับรู้ได้จากการกระตุ้นของน้ำตาล
- รสเค็ม[a]	น้อย-มาก	รสที่ลิ้นสามารถรับรู้ได้จากการกระตุ้นของเกลือ
- รสขม[a]	น้อย-มาก	รสที่ลิ้นสามารถรับรู้ได้จากการกระตุ้นของคาเฟอีน
- กลิ่นรสส้ม[a]	น้อย-มาก	ลักษณะกลิ่นรสที่ทำให้นึกถึงส้ม
- กลิ่นรสหมัก[a]	น้อย-มาก	ลักษณะกลิ่นรสของผลไม้ที่ผ่านการหมัก
- กลิ่นรสผ่านความร้อน[a]	น้อย-มาก	ลักษณะกลิ่นรสที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน
- ความฝาดเฝื่อน[a]	น้อย-มาก	ความรู้สึกแห้งบนลิ้น
ความรู้สึกหลังกลืน		
- รสเปรี้ยว[a]	น้อย-มาก	รสที่ลิ้นสามารถรับรู้ได้จากการกระตุ้นของกรดหลังการกลืน
- รสหวาน[a]	น้อย-มาก	รสที่ลิ้นสามารถรับรู้ได้จากการกระตุ้นของน้ำตาลหลังการกลืน
- รสขม[a]	น้อย-มาก	รสที่ลิ้นสามารถรับรู้ได้จากการกระตุ้นของคาเฟอีนหลังการกลืน
- ความฝาดเฝื่อน[a]	น้อย-มาก	ความรู้สึกแห้งบนลิ้นหลังการกลืน

[a]Civille and Lyon (1996)

[b]คำศัพท์ ค่ากำกับและคำอธิบาย ได้จากการตกลงในกลุ่มระหว่างฝึกฝนโดยใช้สเกลเชิงเส้น ความยาว 150 มิลลิเมตร มีขีดกั้นหัวท้ายที่ 12.5 และ 137.5 มิลลิเมตร

ทั้งนี้ผลของความเข้มของตัวอย่างอ้างอิงที่ได้จากค่าเฉลี่ยและการหาข้อตกลงในกลุ่มสามารถเตรียมได้ดังตาราง 4.38 โดยในการเตรียมตัวอย่างอ้างอิงบางลักษณะเฉพาะที่ไม่สามารถหาข้อตกลงกับตัวอย่างอ้างอิงของ Meilgaard *et al*. (2007) หรือ Civille and Lyon (1996) จะใช้ตัวอย่างควบคุมเป็นตัวอย่างอ้างอิงมาตรฐาน ในการฝึกฝนผู้ทดสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.38 ตัวอย่างอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์เชิงพรรณนา

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ตัวอย่างอ้างอิง	ความเข้ม[a] (mm.)
ลักษณะปรากฏ		
สี		
- สีเหลือง	0.01% Sunset yellow FCF (Winner's brand; Great hill Ltd., Bangkok, TH) L* = 29.90, a* = -4.06, b* = 14.40	27
- สีส้ม	0.01% Tratarzine (Best Odour Co., Bangkok, TH) L* = 27.56, a* = 3.61, b* = 11.45	110
ความขุ่น	น้ำปราศจากไอออน	0
	ตัวอย่างควบคุม[b]	110
กลิ่น		
กลิ่นเปรี้ยว	0.05 mL กลิ่นมะนาว (Danisco, Copenhagen, DK)	75
	ตัวอย่างควบคุม[b]	52.5
กลิ่นหอมหวาน	0.05 mL กลิ่นส้ม (Best Odour Co., Bangkok, TH)	86
	ตัวอย่างควบคุม[b]	23
กลิ่นส้ม	0.05 mL กลิ่นส้ม (Best Odour Co., Bangkok, TH)	91
	ตัวอย่างควบคุม[b]	37
กลิ่นหมัก	Minute maid pulpy™ (Food and Drinks Public Company Limited., Chonburi, TH)	28
	ตัวอย่างควบคุม[b]	19
กลิ่นผ่านความร้อน	Minute maid pulpy™	78
	ตัวอย่างควบคุม[b]	46

[a]คะแนนจากการหาค่าเฉลี่ยและตกลงในกลุ่มระหว่างฝึกฝนโดยให้คะแนนบนสเกลเชิงเส้น ความยาว 150 มิลลิเมตร มีขีดกั้นหัวท้ายที่ 12.5 และ 137.5 มิลลิเมตร

[b]ตัวอย่างควบคุม เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

[c]Meilgaard *et al*. (2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.38 (ต่อ)

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ตัวอย่างอ้างอิง	ความเข้ม[a] (mm.)
กลิ่นรส		
รสเปรี้ยว[c]	0.05% กรดซิตริกละลายในน้ำปราศจากไอออน	20
	0.35% กรดซิตริกละลายในน้ำปราศจากไอออน	50
	0.50% กรดซิตริกละลายในน้ำปราศจากไอออน	100
รสหวาน[c]	2% น้ำตาลละลายในน้ำปราศจากไอออน	20
	5% น้ำตาลละลายในน้ำปราศจากไอออน	50
	10% น้ำตาลละลายในน้ำปราศจากไอออน	100
	16% น้ำตาลละลายในน้ำปราศจากไอออน	150
รสเค็ม[c]	0.20% เกลือละลายในน้ำปราศจากไอออน	25
	0.35% เกลือละลายในน้ำปราศจากไอออน	50
	0.50% เกลือละลายในน้ำปราศจากไอออน	85
รสขม[c]	0.05% คาเฟอีนละลายในน้ำปราศจากไอออน	20
	0.35% คาเฟอีนละลายในน้ำปราศจากไอออน	50
	0.50% คาเฟอีนละลายในน้ำปราศจากไอออน	100
กลิ่นรสส้ม	Minute maid pulpy™	28
	ตัวอย่างควบคุม[b]	37
กลิ่นรสหมัก	Minute maid pulpy™	25
	ตัวอย่างควบคุม[b]	12.5
กลิ่นรสผ่านความร้อน	Minute maid pulpy™	51
	ตัวอย่างควบคุม[b]	45
ความฝาดเฝื่อน[d]	0.02% alum	20
	0.10% alum	100

[a]คะแนนจากการหาค่าเฉลี่ยและตกลงในกลุ่มระหว่างฝึกฝนโดยให้คะแนนบนสเกลเชิงเส้น ความยาว 150 มิลลิเมตร มีขีดกั้นหัวท้ายที่ 12.5 และ 137.5 มิลลิเมตร

[b]ตัวอย่างควบคุม เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

[c]Meilgaard *et al*. (2007)

[d]Beecher *et al*. (2008)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.38 (ต่อ)

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ตัวอย่างอ้างอิง	ความเข้ม[a] (mm.)
ความรู้สึกหลังกลืน		
รสเปรี้ยว[c]	0.05% กรดซิตริกละลายในน้ำปราศจากไอออน	20
	0.35% กรดซิตริกละลายในน้ำปราศจากไอออน	50
รสหวาน[c]	2% น้ำตาลละลายในน้ำปราศจากไอออน	20
	5% น้ำตาลละลายในน้ำปราศจากไอออน	50
รสขม[c]	0.05% คาเฟอีนละลายในน้ำปราศจากไอออน	20
	0.35% คาเฟอีนละลายในน้ำปราศจากไอออน	50
ความฝาดเฝื่อน[d]	0.02% alum	10
	0.10% alum	50

[a]คะแนนจากการหาค่าเฉลี่ยและตกลงในกลุ่มระหว่างฝึกฝนโดยให้คะแนนบนสเกลเชิงเส้น ความยาว 150 มิลลิเมตร มีขีดกั้นหัวท้ายที่ 12.5 และ 137.5 มิลลิเมตร

[b]ตัวอย่างควบคุม เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

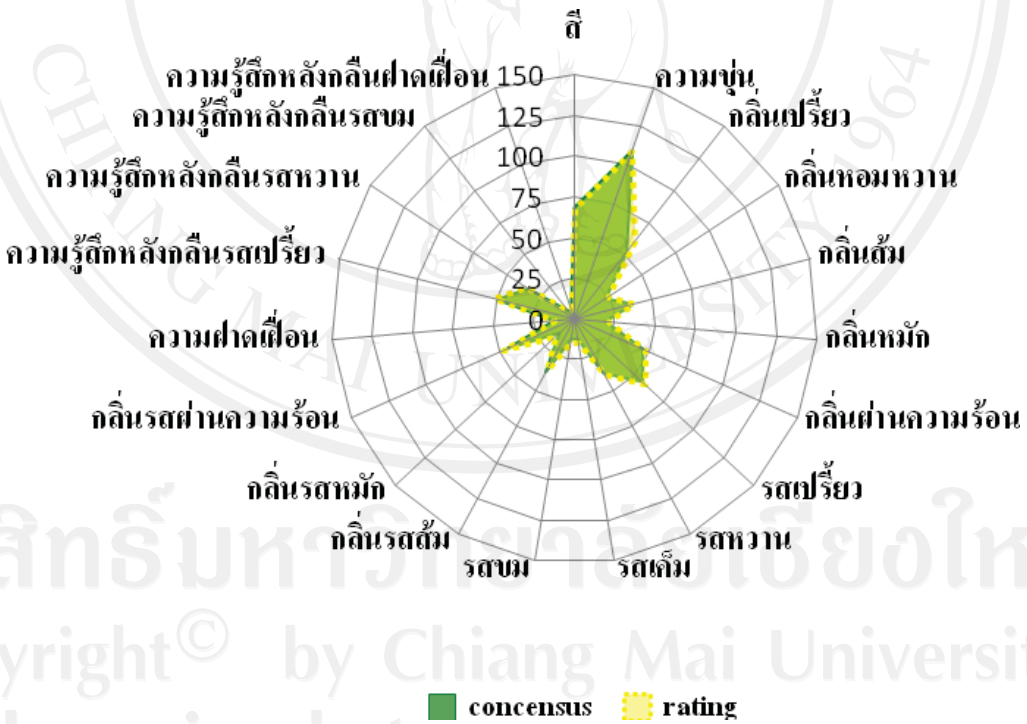
[c]Meilgaard *et al*. (2007)

[d]Beecher *et al*. (2008)

ทั้งนี้ตัวอย่างควบคุม หรือ warm-up ที่ใช้ในการฝึกฝนผู้ทดสอบจะใช้สูตรพื้นฐาน (ดัดแปลงจาก นันทกร และลำไพร, 2544) มีส่วนผสม ดังนี้ คือ น้ำตาล ร้อยละ 10 กรดซิตริก ร้อยละ 0.5 เกลือ ร้อยละ 0.11 และน้ำส้มสายน้ำผึ้งคั้น (*Citrus retculata* Blanco cv. Sai Nam Pung) กรองเอากากออก ทำการปรับให้ได้คุณภาพตามที่กำหนด (ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 9-11 องศาบริกซ์และค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.9-4.5) ร้อยละ 73.39 ละลายส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นผสม มอลโตเด็กทริน ร้อยละ 16 (พรรณจิรา และคณะ, 2545) ทิ้งให้อิ่มตัว 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอย กำหนดอุณหภูมิของลมร้อนช่วงเข้า (inlet) และ ออก (outlet) ที่ 145 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยตัวอย่างควบคุม หรือ Warm-up จะมีค่าคะแนนความเข้มเฉลี่ยที่ได้จากการฝึกฝนในแต่ละลักษณะเฉพาะ พร้อมกับแสดงผลการให้คะแนนของผู้ทดสอบหลังการฝึกฝน ดังตาราง 4.39 จากผลการฝึกฝนผู้ทดสอบด้วยตัวอย่าง warm-up จะพบว่าสูตรมาตรฐานเริ่มต้นที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มผงสำเร็จรูปนั้นมีโครงร่างผลิตภัณฑ์ตามลักษณะเฉพาะที่ผู้ฝึกฝนสร้างได้ 19 ลักษณะ ดังนี้ โดยลักษณะเด่น คือ ผลิตภัณฑ์มีความขุ่นอยู่มาก สี กลิ่นเปรี้ยว รสเปรี้ยว ความรู้สึกหลังกลืนรสเปรี้ยว กลิ่นผ่านความร้อน กลิ่นรสผ่านความร้อน อยู่ในระดับกลาง โดยมีสีอยู่ระหว่างกึ่งกลางของสีเหลืองถึงค่อนไปทางสีส้ม ส่วน รสเปรี้ยว กลิ่นเปรี้ยว ความรู้สึกหลังกลืนรสเปรี้ยว จะมีความเข้มอ่อนลงตามลำดับ กลิ่นผ่านความร้อนและกลิ่นรสผ่านความร้อนใกล้เคียงกัน ทั้งนี้จะมีลักษณะเฉพาะของ รสหวาน ความรู้สึกหลังกลืนรสหวาน กลิ่นส้ม กลิ่นรสส้ม กลิ่นหมัก กลิ่นรสหมัก รสเค็ม อยู่ในระดับน้อยตามลำดับ โดยมีรสขม ความฝาดเฝื่อนและความรู้สึกหลังกลืนความฝาดเฝื่อน อยู่ในระดับน้อยมาก โดยสามารถอธิบายได้ดังภาพ 4.12



ภาพ 4.12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้จากการให้คะแนนคุณลักษณะต่าง ๆ ด้วยตัวอย่าง Warm-up

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.39 ค่าคะแนนของตัวอย่างควบคุม Warm-up[a]

ลักษณะผลิตภัณฑ์	ความเข้ม[b] (mm.)	คะแนน[c] (mm.)
ลักษณะปรากฏ		
สี	69	67.7±5.00
ความข่น	110	108.7±7.50
กลิ่น		
กลิ่นเปรี้ยว	52.5	60.3±6.80
กลิ่นหอมหวาน	23	24.6±2.80
กลิ่นส้ม	37	37.6±6.50
กลิ่นหมัก	19	20.8±3.80
กลิ่นผ่านความร้อน	46	47.6±6.00
กลิ่นรส		
รสเปรี้ยว	57	59.2±4.20
รสหวาน	38	38.8±4.00
รสเค็ม	12.5	14.9±0.40
รสขม	12.5	15.0±0.40
กลิ่นรสส้ม	37	35.6±5.40
กลิ่นรสหมัก	12.5	15.9±2.90
กลิ่นรสผ่านความร้อน	45	48.2±6.20
ความฝาดเฝื่อน	12.5	12.6±0.78
ความรู้สึกหลังกลืน		
รสเปรี้ยว	49	51.3±6.10
รสหวาน	34	35.4±6.10
รสขม	6.25	6.0±0.70
ความฝาดเฝื่อน	6.25	6.3±0.39

[a]ตัวอย่างควบคุม เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

[b]คะแนนจากการหาค่าเฉลี่ยและตกลงในกลุ่มระหว่างฝึกฝน โดยให้คะแนนบนสเกลเชิงเส้น ความยาว 150 มิลลิเมตร มีขีดกั้นหัวท้ายที่ 12.5 และ 137.5 มิลลิเมตร

[c]Mean ± SD (n = 10) จากการให้คะแนนบนสเกลเชิงเส้นความยาว 150 มิลลิเมตรหลังผ่านการฝึกฝน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งนี้ในลักษณะเด่นความขุ่นนั้นเป็นผลมาจากมอลโตเด็กทรินมีอนุภาคสีขาวจะทำให้น้ำผลไม้มีสีขุ่นขึ้น และอาจเพราะในกระบวนการทำแห้งมีการให้ความร้อนสูงจึงเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลในน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโนอิสระที่มีอยู่ในน้ำผลไม้ (Fennema, 1976)

ลักษณะเฉพาะที่ได้ทั้งหมด 19 ลักษณะ คือ สี ความขุ่น กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นหอมหวาน กลิ่นส้ม กลิ่นหมัก กลิ่นผ่านความร้อน รสเปรี้ยว รสหวาน รสเค็ม รสขม กลิ่นรสส้ม กลิ่นรสหมัก กลิ่นรสผ่านความร้อน ความฝาดเฝื่อน ความรู้สึกหลังกลืนรสเปรี้ยว ความรู้สึกหลังกลืนรสหวาน ความรู้สึกหลังกลืนรสขมและความรู้สึกหลังกลืนความฝาดเฝื่อน

4.6 การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของน้ำผลไม้ผง

การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของน้ำผลไม้ เป็นการทดลองเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด จากการผันแปรปริมาณน้ำตาลซูโครส (ร้อยละ 10 - 25 น้ำหนักต่อปริมาตร) กรดแอสคอร์บิก (ร้อยละ 0.3 – 0.8 น้ำหนักต่อปริมาตร) และมอลโตเด็กทริน (ร้อยละ 10 – 30 น้ำหนักต่อปริมาตร) กำหนดปริมาณ เกลือ ร้อยละ 0.11 น้ำหนักต่อปริมาตร แล้วนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้ เครื่อง Spray dryer (JCM, Thailand) ผลการทดลองในแต่ละสิ่งทดลอง (ตาราง 3.3) แสดงดังตาราง 4.40 - 4.42

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี L* a* และ b* โดยระบบ CIE ของน้ำส้มแต่ละสูตรก่อนทำแห้งกับน้ำส้มสายน้ำผึ้งผงหลังชงละลาย 35 กรัม ในน้ำ 250 มิลลิลิตร ผลดังตาราง 4.40 และ 4.41 พบว่า น้ำส้มแต่ละสูตรก่อนทำแห้งมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ระหว่าง 25.35 – 41.50 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 3.59 – 3.78 ค่าสี L* a* b* อยู่ระหว่าง 27.13 – 45.56, -1.54 – 1.64 และอยู่ระหว่าง 10.94 – 27.14 ตามลำดับ

ส่วนน้ำส้มสายน้ำผึ้งผงหลังชงละลายมีค่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ระหว่าง 11.35 – 12.65 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 3.79 – 4.10 ค่าสี L* a* และ b* อยู่ระหว่าง 24.99 – 30.09, -2.57 ถึง -0.88 และอยู่ระหว่าง 2.81 – 5.85 ตามลำดับ

น้ำส้มแต่ละสูตรมีลักษณะทางกายภาพผลดังตาราง 4.42

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.40 คุณภาพของแต่ละสิ่งทดลองน้ำส้มสายน้ำผึ้งก่อนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	คุณภาพก่อนทำแห้ง				
		ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH)	L*	a*	b*
1	(1)	25.35 ± 0.07^{f}	$3.75 \pm 0.07^{a-c}$	28.23 ± 0.04^{k}	-1.40 ± 0.04^{g}	11.69 ± 0.09^{m}
2	a	34.95 ± 0.21^{c}	$3.77 \pm 0.04^{a,b}$	27.13 ± 0.08^{m}	-1.30 ± 0.10^{g}	10.94 ± 0.07^{o}
3	b	25.70 ± 0.14^{f}	$3.76 \pm 0.06^{a-c}$	$28.11 \pm 0.06^{k,l}$	-1.54 ± 0.10^{g}	11.37 ± 0.12^{n}
4	ab	35.25 ± 0.34^{c}	$3.65 \pm 0.07^{d-f}$	28.05 ± 0.08^{l}	-0.94 ± 0.06^{f}	12.61 ± 0.06^{l}
5	c	34.80 ± 0.28^{c}	3.78 ± 0.03^{a}	41.27 ± 0.05^{d}	-0.61 ± 0.06^{e}	22.56 ± 0.03^{e}
6	ac	40.95 ± 0.07^{a}	$3.78 \pm 0.04^{a,b}$	41.67 ± 0.03^{c}	0.21 ± 0.01^{d}	24.82 ± 0.06^{d}
7	bc	34.80 ± 0.28^{c}	$3.68 \pm 0.03^{b-e}$	42.94 ± 0.25^{b}	0.96 ± 0.16^{b}	27.14 ± 0.31^{a}
8	abc	41.40 ± 0.00^{a}	3.59 ± 0.02^{f}	40.25 ± 0.07^{e}	0.67 ± 0.04^{c}	25.06 ± 0.07^{c}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

*สิ่งทดลองดังตาราง 3.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.40 (ต่อ)

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	คุณภาพก่อนทำแห้ง				
		ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH)	L*	a*	b*
9	-αa	27.35 ± 0.07^{e}	3.69 ± 0.01^{a-d}	34.04 ± 0.13^{h}	-0.64 ± 0.20^{e}	17.97 ± 0.24^{h}
10	+αa	40.10 ± 0.14^{b}	3.67 ± 0.04^{c-f}	34.29 ± 0.05^{g}	0.96 ± 0.02^{b}	21.04 ± 0.11^{f}
11	-αb	33.95 ± 0.21^{d}	3.78 ± 0.04^{a,b}	34.77 ± 0.08^{f}	0.13 ± 0.04^{d}	20.16 ± 0.08^{g}
12	+αb	34.90 ± 0.14^{c}	3.59 ± 0.01^{e,f}	31.85 ± 0.06^{j}	-0.99 ± 0.05^{f}	14.90 ± 0.12^{k}
13	-αc	25.80 ± 0.28^{f}	3.70 ± 0.01^{a-d}	31.75 ± 0.04^{j}	0.01 ± 0.05^{d}	17.04 ± 0.15^{i}
14	+αc	41.50 ± 0.42^{a}	3.79 ± 0.02^{a}	45.56 ± 0.02^{a}	1.64 ± 0.12^{a}	26.52 ± 0.16^{b}
15	Cp1	33.70 ± 0.42^{d}	3.78 ± 0.03^{a}	33.23 ± 0.08^{i}	-0.40 ± 0.29^{e}	15.52 ± 0.06^{j}
16	Cp2	33.60 ± 0.57^{d}	3.77 ± 0.05^{a,b}	33.19 ± 0.10^{i}	-0.39 ± 0.29^{e}	15.50 ± 0.08^{j}
17	Cp3	33.50 ± 0.71^{d}	3.78 ± 0.04^{a,b}	33.21 ± 0.11^{i}	-0.41 ± 0.29^{e}	15.53 ± 0.07^{j}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

*สิ่งทดลองดังตาราง 3.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.41 คุณภาพของแต่ละสิ่งทดลองน้ำส้มสายน้ำผึ้งผงที่ได้จากการชงละลาย[1]

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	คุณภาพจากการชงละลาย				
		ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH)	L*	a*	b*
1	(1)	$12.20 \pm 0.28^{a-f}$	3.87 ± 0.05^{c}	$25.50 \pm 0.20^{g-i}$	-1.48 ± 0.10^{d}	4.86 ± 0.08^{b}
2	a	$11.70 \pm 0.14^{f-h}$	3.98 ± 0.04^{b}	25.04 ± 0.10^{i}	$-0.96 \pm 0.05^{a,b}$	$3.85 \pm 0.09^{d,e}$
3	b	$12.30 \pm 0.14^{a-d}$	3.78 ± 0.03^{d}	$25.73 \pm 0.14^{e-h}$	-1.51 ± 0.04^{d}	$4.51 \pm 0.06^{b,c}$
4	ab	$12.30 \pm 0.42^{a-d}$	3.87 ± 0.04^{c}	24.99 ± 0.09^{i}	-0.88 ± 0.01^{a}	3.54 ± 0.07^{e}
5	c	$12.20 \pm 0.28^{a-f}$	3.99 ± 0.02^{b}	27.32 ± 0.01^{d}	-1.90 ± 0.11^{e}	$3.72 \pm 0.12^{d,e}$
6	ac	12.65 ± 0.21^{a}	4.09 ± 0.01^{a}	28.75 ± 0.01^{c}	-1.89 ± 0.01^{e}	2.93 ± 0.07^{f}
7	bc	$12.30 \pm 0.14^{a-d}$	3.88 ± 0.03^{c}	27.55 ± 0.14^{d}	-1.91 ± 0.11^{e}	$3.75 \pm 0.13^{d,e}$
8	abc	$12.55 \pm 0.21^{a,b}$	3.87 ± 0.04^{c}	$25.65 \pm 0.05^{f-h}$	$-1.15 \pm 0.06^{b,c}$	2.93 ± 0.03^{f}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

*สิ่งทดลองดังตาราง 3.3,

1) เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.41 (ต่อ)

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	คุณภาพจากการชงละลาย				
		ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)	ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH)	L*	a*	b*
9	-αa	12.10 ± 0.14^{b-g}	3.88 ± 0.04^{c}	30.09 ± 0.13^{a}	-2.57 ± 0.02^{g}	5.85 ± 0.32^{a}
10	+αa	12.35 ± 0.21^{a-c}	3.99 ± 0.02^{b}	29.49 ± 0.10^{b}	-2.18 ± 0.06^{f}	4.33 ± 0.31^{c}
11	-αb	11.80 ± 0.28^{d-h}	4.08 ± 0.03^{a}	28.50 ± 0.04^{c}	-2.18 ± 0.04^{f}	4.15 ± 0.22^{c,d}
12	+αb	11.60 ± 0.28^{g,h}	3.77 ± 0.05^{d}	26.27 ± 0.17^{e}	-1.47 ± 0.09^{d}	3.78 ± 0.07^{d,e}
13	-αc	11.75 ± 0.07^{e-h}	3.87 ± 0.04^{c}	25.36 ± 0.22^{h,i}	-1.45 ± 0.13^{d}	5.50 ± 0.08^{a}
14	+αc	11.35 ± 0.07^{h}	4.10 ± 0.01^{a}	29.39 ± 1.15^{b}	-1.85 ± 0.31^{e}	2.81 ± 0.85^{f}
15	Cp1	11.90 ± 0.14^{c-g}	3.99 ± 0.01^{b}	26.05 ± 0.10^{e-g}	-1.31 ± 0.18^{c,d}	3.45 ± 0.08^{e}
16	Cp2	12.25 ± 0.07^{a-e}	3.89 ± 0.02^{c}	26.04 ± 0.09^{e-g}	-1.30 ± 0.18^{c,d}	3.43 ± 0.08^{e}
17	Cp3	11.95 ± 0.21^{c-g}	3.98 ± 0.03^{b}	26.09 ± 0.06^{e,f}	-1.33 ± 0.17^{c,d}	3.47 ± 0.08^{e}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

*สิ่งทดลองดังตาราง 3.3,

1) เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.42 คุณภาพทางกายภาพของแต่ละสิ่งทดลองน้ำส้มสายน้ำผึ้งผง

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	คุณภาพ			
		ผลผลิต (ร้อยละ)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละน้ำหนักแห้ง)	การละลาย (ร้อยละ)	a_w
1	(1)	$13.36 \pm 1.30^{f,g}$	6.59 ± 0.29^{b}	98.61 ± 0.25^{a}	0.31 ± 0.02^{ns}
2	a	$12.25 \pm 1.89^{g,h}$	5.24 ± 0.40^{c}	97.84 ± 0.36^{b}	0.31 ± 0.01^{ns}
3	b	$16.48 \pm 1.64^{e-g}$	5.75 ± 0.13^{c}	$97.92 \pm 0.68^{a,b}$	0.31 ± 0.01^{ns}
4	ab	$15.27 \pm 2.36^{e-g}$	5.17 ± 0.16^{c}	$97.79 \pm 0.91^{a,b}$	0.33 ± 0.01^{ns}
5	c	$18.45 \pm 3.21^{e,f}$	2.36 ± 0.10^{f}	$97.85 \pm 0.37^{a,b}$	0.33 ± 0.02^{ns}
6	ac	$16.97 \pm 3.65^{e-g}$	3.52 ± 0.36^{e}	97.07 ± 1.30^{b}	0.34 ± 0.01^{ns}
7	bc	$15.98 \pm 2.74^{e-g}$	3.45 ± 0.01^{e}	$98.15 \pm 0.89^{a,b}$	0.36 ± 0.04^{ns}
8	abc	$25.16 \pm 3.04^{b,c}$	4.37 ± 0.21^{d}	$97.62 \pm 0.42^{a,b}$	0.34 ± 0.02^{ns}
9	-αa	$20.07 \pm 2.33^{d,e}$	3.44 ± 0.01^{e}	$97.78 \pm 0.17^{a,b}$	0.32 ± 0.04^{ns}
10	+αa	41.81 ± 2.54^{a}	3.52 ± 0.04^{e}	98.68 ± 0.25^{a}	0.30 ± 0.01^{ns}
11	-αb	$23.64 \pm 3.75^{c,d}$	3.45 ± 0.38^{e}	98.84 ± 0.29^{a}	0.31 ± 0.00^{ns}
12	+αb	$19.87 \pm 3.25^{d,e}$	5.42 ± 0.30^{c}	98.90 ± 0.14^{a}	0.30 ± 0.01^{ns}
13	-αc	8.11 ± 0.82^{h}	7.62 ± 0.19^{a}	$98.10 \pm 0.40^{a,b}$	0.32 ± 0.02^{ns}
14	+αc	28.48 ± 3.68^{b}	3.12 ± 0.11^{e}	98.61 ± 0.42^{a}	0.34 ± 0.02^{ns}
15	Cp1	$15.77 \pm 2.60^{e-g}$	5.52 ± 0.46^{c}	98.60 ± 0.37^{a}	0.32 ± 0.01^{ns}
16	Cp2	$15.69 \pm 2.59^{e-g}$	5.49 ± 0.18^{c}	98.57 ± 0.42^{a}	0.32 ± 0.01^{ns}
17	Cp3	$15.76 \pm 2.59^{e-g}$	5.54 ± 0.44^{c}	98.57 ± 0.38^{a}	0.32 ± 0.01^{ns}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT), ตัวอักษร ns (non-significant) ที่กำกับค่าของข้อมูลในคอลัมน์แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อมูล ($P \geq 0.05$),

*สิ่งทดลองดังตาราง 3.3

จากตาราง 4.42 พบว่าร้อยละผลผลิตมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 8.11-41.81 ค่าวอเตอร์-แอกทิวิตี อยู่ระหว่าง 0.30-0.36 ความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 2.36-7.62 และการละลายอยู่ระหว่างร้อยละ 1.10-3.16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดสอบการยอมรับ (acceptance test) ของผู้บริโภค ในด้านความชอบโดยรวม สี กลิ่นโดยรวม กลิ่นส้ม กลิ่นรสโดยรวม รสหวาน รสเปรี้ยว รสขม ความฝาดเฝื่อน และความรู้สึกหลังชิมโดยรวม ใช้ผู้บริโภคทั้งหมด 57 คน ทำการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (Meilgaard *et al*., 2007) และใช้การจัดหน่วยการทดลองของแผนมาตรฐานของ BIB (Balance Incomplete Block Design) ตามวิธีของ สุรพล (2526) โดยจำนวนสิ่งทดลองเท่ากับ 19 (t=19) โดยเพิ่มตัวอย่างจุดกลางอีก 2 สิ่งทดลอง จำนวนบลอคเท่ากับ 57 (b=57) ในแต่ละสิ่งทดลองแสดงดังตาราง 4.43

ตาราง 4.43 คะแนนความชอบในแต่ละลักษณะของแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	คะแนนความชอบในแต่ละลักษณะ				
		ความชอบโดยรวม[1]	สี[1]	กลิ่นโดยรวม[1]	กลิ่นส้ม[1]	กลิ่นรสโดยรวม[1]
1	(1)	7.0 ± 0.7^{a}	7.1 ± 0.8^{a}	7.5 ± 0.6^{a}	7.2 ± 0.8^{a}	5.9 ± 0.8^{b}
2	a	$4.8 \pm 1.0^{c,d}$	$6.1 \pm 1.2^{c,d}$	$6.3 \pm 1.1^{b,c}$	$5.2 \pm 1.0^{d,e}$	4.4 ± 1.0^{c}
3	b	5.5 ± 0.6^{b}	$6.4 \pm 0.8^{b,c}$	$5.6 \pm 1.3^{d,e}$	$5.5 \pm 1.0^{c,d}$	5.7 ± 1.3^{b}
4	ab	5.9 ± 0.9^{b}	$5.9 \pm 1.1^{c,d}$	$4.2 \pm 0.8^{h,i}$	$4.0 \pm 0.9^{h-j}$	4.7 ± 1.1^{c}
5	c	$4.3 \pm 0.7^{c-e}$	4.9 ± 1.0^{e}	$5.7 \pm 1.1^{d,e}$	$4.4 \pm 0.8^{f-h}$	$3.7 \pm 0.9^{d,e}$
6	ac	$4.3 \pm 0.8^{d,e}$	$3.5 \pm 1.8^{f,g}$	3.7 ± 1.5^{i}	3.5 ± 0.9^{j}	2.1 ± 0.8^{f}
7	bc	3.3 ± 1.7^{f}	2.3 ± 0.5^{h}	$4.2 \pm 1.2^{h,i}$	$4.3 \pm 1.1^{g-i}$	$3.6 \pm 1.3^{d,e}$
8	abc	4.9 ± 0.8^{c}	3.1 ± 0.7^{g}	$4.6 \pm 1.1^{g,h}$	$4.4 \pm 0.9^{f-h}$	4.6 ± 0.9^{c}
9	$-\alpha$a	5.7 ± 1.8^{b}	4.7 ± 0.7^{e}	$5.2 \pm 0.8^{e,f}$	$4.4 \pm 0.9^{f-h}$	4.6 ± 1.2^{c}
10	$+\alpha$a	4.9 ± 1.1^{c}	$3.6 \pm 1.5^{f,g}$	$5.0 \pm 0.8^{f,g}$	$4.9 \pm 0.8^{e,f}$	5.0 ± 1.0^{c}
11	$-\alpha$b	4.0 ± 0.8^{e}	$3.7 \pm 0.8^{f,g}$	$5.9 \pm 0.8^{c,d}$	$4.8 \pm 1.0^{e-g}$	$3.6 \pm 0.6^{d,e}$
12	$+\alpha$b	6.8 ± 0.8^{a}	4.0 ± 0.8^{f}	$4.9 \pm 2.0^{f,g}$	$4.5 \pm 1.6^{f-h}$	6.9 ± 0.8^{a}
13	$-\alpha$c	7.2 ± 0.8^{a}	$6.8 \pm 1.0^{a,b}$	6.6 ± 1.2^{b}	6.1 ± 1.1^{b}	6.3 ± 1.0^{b}
14	$+\alpha$c	2.1 ± 0.8^{g}	2.3 ± 1.0^{h}	4.0 ± 0.7^{i}	$3.7 \pm 1.1^{i,j}$	2.0 ± 0.7^{f}
15	Cp1	5.6 ± 1.0^{b}	5.7 ± 1.0^{d}	$6.1 \pm 0.7^{b-d}$	6.2 ± 0.8^{b}	6.0 ± 0.7^{b}
16	Cp2	5.9 ± 1.1^{b}	4.9 ± 1.2^{e}	$6.1 \pm 0.8^{b-d}$	6.3 ± 0.9^{b}	6.0 ± 1.0^{b}
17	Cp3	5.9 ± 1.1^{b}	5.0 ± 0.9^{e}	$6.1 \pm 0.8^{b-d}$	$6.0 \pm 1.2^{b,c}$	5.9 ± 1.4^{b}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT). *สิ่งทดลองดังตาราง 3.3,

1) เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.43 (ต่อ)

สิ่งทดลอง*	รหัสปัจจัย	คะแนนความชอบในแต่ละลักษณะ				
		รสเปรี้ยว[1]	รสหวาน[1]	รสขม[1]	ความฝาดเฝื่อน[1]	ความรู้สึกหลังชิมโดยรวม[1]
1	(1)	5.9 ± 0.9^{b}	$6.1 \pm 0.8^{b,c}$	7.7 ± 0.8^{a}	7.8 ± 0.6^{a}	6.9 ± 0.9^{a}
2	a	$4.0 \pm 0.9^{e,f}$	$4.3 \pm 1.2^{g,h}$	$7.0 \pm 0.8^{c-e}$	7.0 ± 0.7^{b}	$6.3 \pm 0.9^{a-c}$
3	b	$4.1 \pm 1.1^{d,e}$	3.7 ± 0.8^{i}	$6.9 \pm 0.8^{d,e}$	$6.3 \pm 1.0^{c-e}$	$5.1 \pm 1.5^{e,f}$
4	ab	5.0 ± 0.9^{c}	6.0 ± 0.7^{c}	5.7 ± 1.1^{g}	5.9 ± 0.8^{e}	$5.9 \pm 0.7^{c,d}$
5	c	3.2 ± 0.6^{g}	$3.9 \pm 0.7^{h,i}$	$6.7 \pm 1.0^{d,e}$	4.7 ± 1.6^{g}	4.6 ± 1.2^{f}
6	ac	1.9 ± 0.7^{i}	$4.6 \pm 1.8^{f,g}$	4.3 ± 1.9^{h}	$4.8 \pm 1.3^{f,g}$	4.7 ± 1.5^{f}
7	bc	$3.5 \pm 1.5^{f,g}$	2.8 ± 1.3^{j}	$6.1 \pm 0.9^{f,g}$	$4.8 \pm 0.7^{f,g}$	3.7 ± 1.0^{g}
8	abc	$4.3 \pm 0.8^{d,e}$	$4.7 \pm 1.0^{e-g}$	5.8 ± 0.4^{g}	5.9 ± 0.7^{e}	$6.0 \pm 0.8^{b-d}$
9	-αa	2.5 ± 0.5^{h}	2.5 ± 0.5^{j}	$6.5 \pm 0.5^{e,f}$	5.3 ± 0.9^{f}	$5.4 \pm 0.9^{d,e}$
10	+αa	$4.4 \pm 1.7^{c-e}$	$6.5 \pm 1.0^{a,b}$	$7.5 \pm 0.5^{a-c}$	$6.2 \pm 0.8^{d,e}$	6.6 ± 0.7^{a}
11	-αb	$4.4 \pm 1.1^{c-e}$	5.4 ± 1.0^{d}	$6.9 \pm 0.8^{d,e}$	6.0 ± 0.9^{e}	5.7 ± 1.0^{d}
12	+αb	6.5 ± 0.6^{a}	6.9 ± 0.8^{a}	$7.1 \pm 1.0^{b-d}$	$6.7 \pm 0.9^{b-d}$	6.9 ± 0.8^{a}
13	-αc	6.0 ± 0.8^{b}	6.8 ± 0.9^{a}	$7.5 \pm 0.5^{a,b}$	$6.5 \pm 1.5^{b-e}$	$6.4 \pm 1.2^{a-c}$
14	+αc	1.9 ± 0.7^{i}	1.7 ± 0.6^{k}	6.0 ± 0.9^{g}	4.0 ± 0.7^{h}	3.6 ± 0.5^{g}
15	Cp1	$4.6 \pm 0.9^{c,d}$	$5.0 \pm 0.7^{d-f}$	$6.9 \pm 0.8^{d,e}$	$6.9 \pm 0.8^{b,c}$	6.6 ± 0.9^{a}
16	Cp2	$4.5 \pm 0.9^{c-e}$	$5.1 \pm 0.7^{d,e}$	$7.1 \pm 0.8^{b-d}$	7.0 ± 1.3^{b}	6.7 ± 1.2^{a}
17	Cp3	$4.7 \pm 1.1^{c,d}$	$5.2 \pm 1.0^{d,e}$	$7.2 \pm 0.7^{b-d}$	$6.6 \pm 1.6^{b-d}$	$6.5 \pm 1.5^{a,b}$

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT),

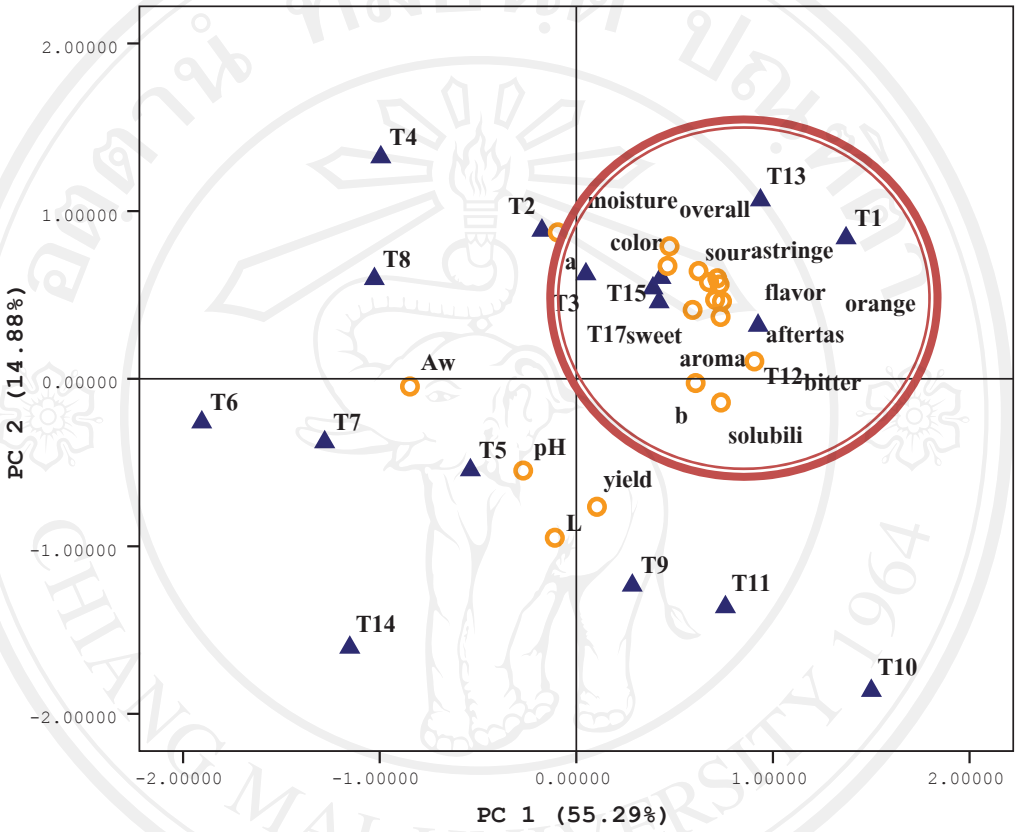
*สิ่งทดลองดังตาราง 3.3,

1) เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากตาราง 4.43 พบว่าคะแนนความชอบในแต่ละลักษณะของความชอบโดยรวม สี กลิ่นโดยรวม กลิ่นส้ม กลิ่นรสโดยรวม รสเปรี้ยว รสหวาน รสขม ความฝาดเฝื่อน และความรู้สึกหลังชิมโดยรวม อยู่ระหว่าง 2.1-7.2, 2.3-7.1, 3.7-7.5, 3.5-7.2, 2.1-6.9, 1.9-6.5, 1.7-6.9, 4.3-7.7, 4.0-7.8 และ 3.6-6.9 ตามลำดับ

เมื่อนำค่าที่ได้จากตาราง 4.41 ถึง 4.43 มาสร้างเป็นภาพ biplot เพื่อดูความสัมพันธ์หาลักษณะเด่นของผงน้ำส้มแต่ละสูตรในแต่ละสิ่งทดลอง วิเคราะห์ด้วยวิธี Principal component analysis (PCA) โดยใช้โปรแกรม SPSS ผลแสดงดังภาพ 4.13



ภาพ 4.13 PCA biplot of sensory hedonic and of orange powder treatments

หมายเหตุ : T1 – T17 คือสิ่งทดลองดังแสดงในตาราง 3.3

จากภาพ 4.13 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดที่อยู่ทั้ง 2 components ได้ 71.52% (variance explain) โดยแกน PC1 (55.29%) และ PC2 (14.88%) พบว่า สิ่งทดลองที่ 1, 3, 12, 13, 15, 16 และ 17 เป็นกลุ่มของสิ่งทดลองที่มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในทุกด้านเด่น คือ ความชอบโดยรวม, สี, กลิ่นโดยรวม, รสเปรี้ยว, รสหวาน, รสขม และความรู้สึกหลังกลืนโดยรวม อีกทั้งมีค่าสีเหลือง (b*) สูง ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของน้ำส้มผง

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ด้วยโปรแกรมทางสถิติ Design-Expert โดยกำหนดให้มีค่า Adjusted R-square มากกว่า 60% พบว่า คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้าน ความชอบโดยรวม สี กลิ่นส้ม กลิ่นรสโดยรวม ความฝาดเฝื่อน คุณภาพทางเคมี ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) คุณภาพทาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กายภาพ ค่าสีเหลือง (b*) มีค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) นั่นคือ น้ำตาลซูโครส กรดแอสคอร์บิกและมอลโตเด็กทริน ภายในช่วงที่ทำการศึกษามีผลต่อลักษณะดังกล่าว ส่วน กลิ่นโดยรวม รสเปรี้ยว รสหวาน รสขม ความรู้สึกหลังชิมโดยรวม ค่าความสว่าง (L*)ค่าสีแดง (a*) ค่า a_w ร้อยละผลผลิต และค่าการละลาย ภายในช่วงที่ทำการศึกษาไม่มีผลต่อค่าดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$)

โดยสามารถแสดงเป็นสมการความสัมพันธ์ของน้ำตาลซูโครส กรดแอสคอร์บิก และมอลโตเด็กทรินที่มีผลต่อลักษณะต่าง ๆ ได้ดังตาราง 4.44-4.45 และภาพ 4.13 – 4.22

ตาราง 4.44 สมการความสัมพันธ์ของน้ำตาลซูโครส กรดแอสคอร์บิก และมอลโตเด็กทรินที่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สมการ	P-value	Adj. R^2
ความชอบโดยรวม[1]	$8.09 - 0.38X_1 + 25.06X_2 - 0.44X_3$ $+ 0.01X_1^2 - 56.38X_2^2 + 0.02X_3^2$ $+ 0.28X_1X_2 + 5.66x10^{-3}X_1X_3$ $- 2.75 x10^{-4}X_1^3 + 32.63X_2^3 - 3.92X_3^3$	0.0001	0.98
สี[1]	$7.53 - 0.14X_3$	<0.0001	0.74
กลิ่นส้ม[1]	$6.33 + 0.13X_1 + 2.57X_2 - 0.08X_3$ $- 8.88x10^{-3}X_1^2 - 7.99 X_2^2 - 4.11x10^{-3}X_3^2$ $+ 0.10X_1X_2 + 4.50x10^{-3} X_1X_3 + 0.18X_2X_3$	0.0180	0.76
กลิ่นรสโดยรวม[1]	$3.82 + 2.36X_2 + 0.11X_3 - 5.29 x10^{-3}X_3^2$	0.0010	0.63
ความฝาดเฝื่อน[1]	$7.95 + 0.12X_1 - 3.87X_2 - 0.06X_3$ $- 5.41x10^{-3}X_1^2 - 4.81x10^{-3}X_3^2$ $+ 4.00x10^{-3} X_1X_3 + 0.19X_2X_3$	0.0004	0.84

หมายเหตุ X_1 = น้ำตาลซูโครส มีหน่วยเป็น ร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (10-25 %w/v)

X_2 = กรดแอสคอร์บิก มีหน่วยเป็น ร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (0.3-0.8 %w/v)

X_3 = มอลโตเด็กทริน มีหน่วยเป็น ร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (10-30 %w/v)

1) เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.45 สมการความสัมพันธ์ของน้ำตาลซูโครส กรดแอสคอร์บิก และมอลโตเด็กทรินที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพ ของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผง

คุณภาพทางเคมีกายภาพ	สมการ	P-value	Adj. R^2
ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH)[1]	$3.91 + 4.64x10^{-3}X_1 - 0.31X_2 + 5.25x10^{-3}X_3$	<0.0001	0.80
ค่าสีเหลือง (b*)[1]	$7.99 - 0.31X_1 - 0.06X_3 + 7.06x10^{-3}X_1^2$	<0.0001	0.76
ปริมาณความชื้น	$7.11 - 0.12X_3$	0.0001	0.61

หมายเหตุ X_1 = น้ำตาลซูโครส มีหน่วยเป็น ร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (10-25 %w/v)

X_2 = กรดแอสคอร์บิก มีหน่วยเป็น ร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (0.3-0.8 %w/v)

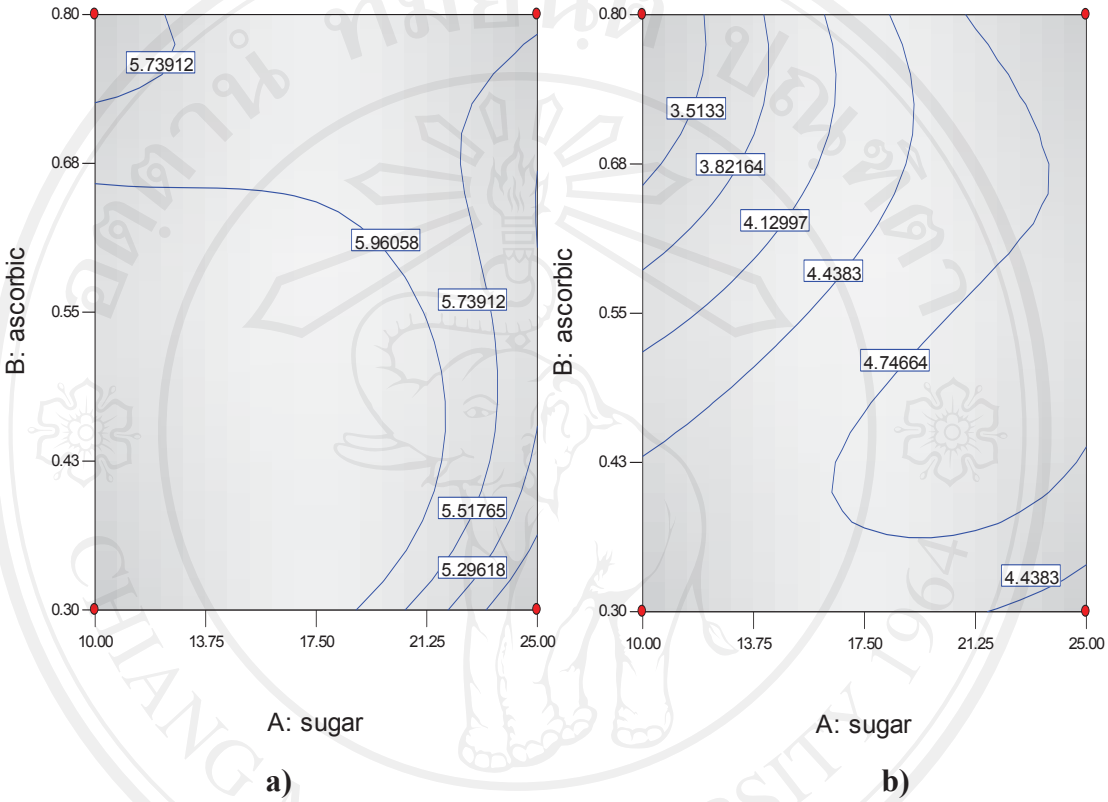
X_3 = มอลโตเด็กทริน มีหน่วยเป็น ร้อยละน้ำหนักต่อปริมาตร (10-30 %w/v)

1) เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

จากตาราง 4.44-4.45 สามารถสร้างเป็นภาพ contour ของแต่ละค่าตอบสนองแสดงดังภาพ 4.13 – 4.24

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าความชอบโดยรวม ปัจจัยทั้งสาม คือ น้ำตาล กรดแอสคอร์บิก และ มอลโตเด็กทริน มีผลต่อค่าความชอบโดยรวม สามารถอธิบายได้ดังภาพ 4.14 โดยที่ระดับปริมาณมอลโตเด็กทรินระดับสูง (ภาพ 4.14b) จะให้ค่าความชอบโดยรวมที่น้อยกว่าระดับต่ำ (ภาพ 4.14a)



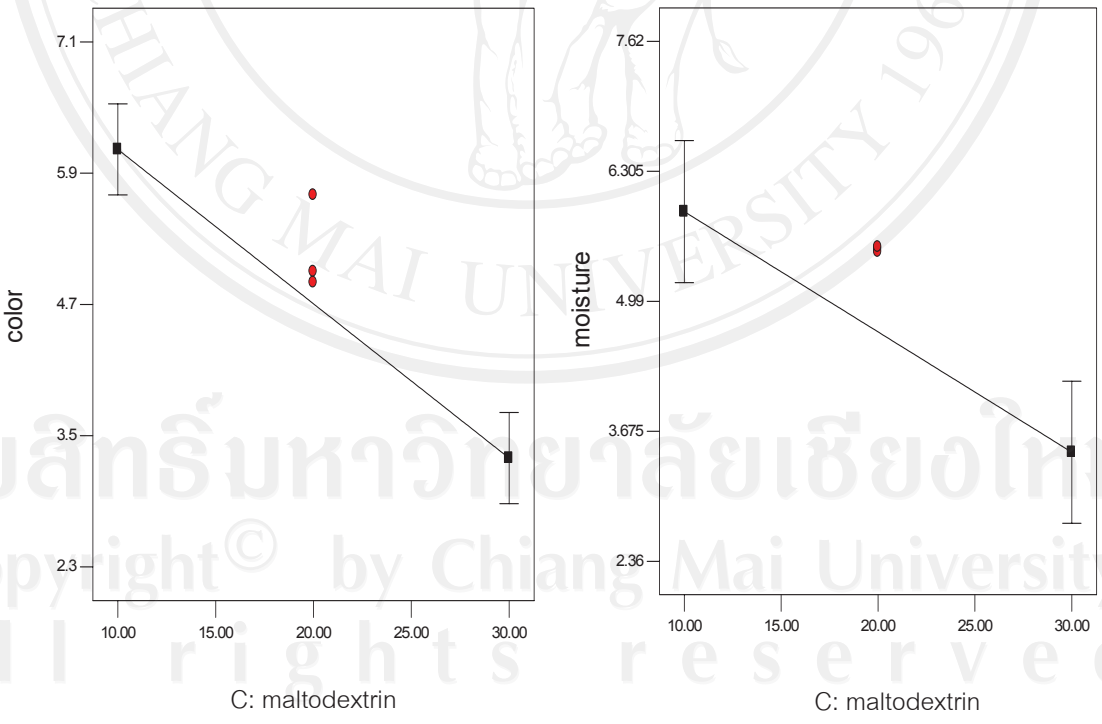
ภาพ 4.14 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองค่าความชอบโดยรวม
a) มอลโตเด็กทรินร้อยละ 10 และ b) มอลโตเด็กทรินร้อยละ 30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า ความชอบสี และปริมาณความชื้นจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กทริน แสดงดังภาพ 4.15a และ 4.15b ตามลำดับ

ความชอบด้านสีที่ลดลงเมื่อเพิ่มมอลโตเด็กทรินอาจเพราะสีของน้ำส้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Quek *et al.* (2007) ที่พบว่าสีแดงของน้ำแตงโมผงจะหายไปเมื่อเพิ่มระดับมอลโตเด็กทริน และเพราะโครงสร้างของบีตาแคโรทีนที่เป็นสารให้สีเหลืองเกิดการสูญเสียไปเนื่องจากความร้อน (Stefanovich and Karel, 1982) ทำให้สีผลิตภัณฑ์ที่ได้ลดลงไปความชอบจึงลดลงตาม

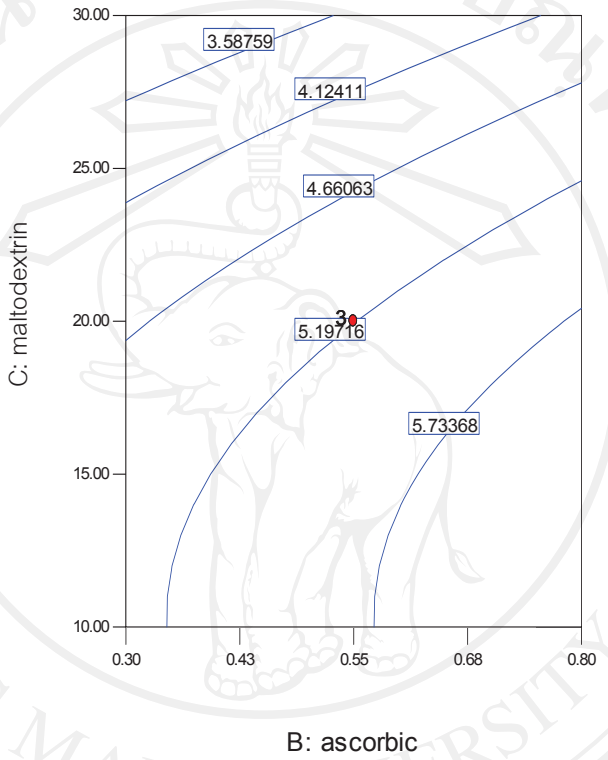
ปริมาณความชื้นที่ลดลงจากผลของการเพิ่มระดับปริมาณมอลโตเด็กทรินสอดคล้องกับงานวิจัยของ Quek *et al.* (2007) ที่ศึกษาระดับของมองโตเด็กตรินที่ใช้แตกต่างกันในการผลิตน้ำแตงโมผง ทั้งนี้การเติม มอลโตเด็กทริน จะช่วยให้อุณหภูมิจุดเหนียว (sticky point temperature) สูงขึ้น ทำให้ง่ายต่อการทำแห้งและลดการดูดความชื้นกลับของผงที่ได้ (Bhandari *et al.*, 1993) อีกทั้งการเพิ่มปริมาณของแข็งในสารละลายด้วยการเติมมอลโตเด็กทรินจะช่วยลดปริมาณน้ำอิสระลงช่วยให้ความชื้นลดลง (Abadio *et al.*, 2004; Shrestha *et al.*, 2007)



ภาพ 4.15 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนอง a) สี และ b) ปริมาณความชื้น ที่ระดับซูโครสร้อยละ 17.50 และกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

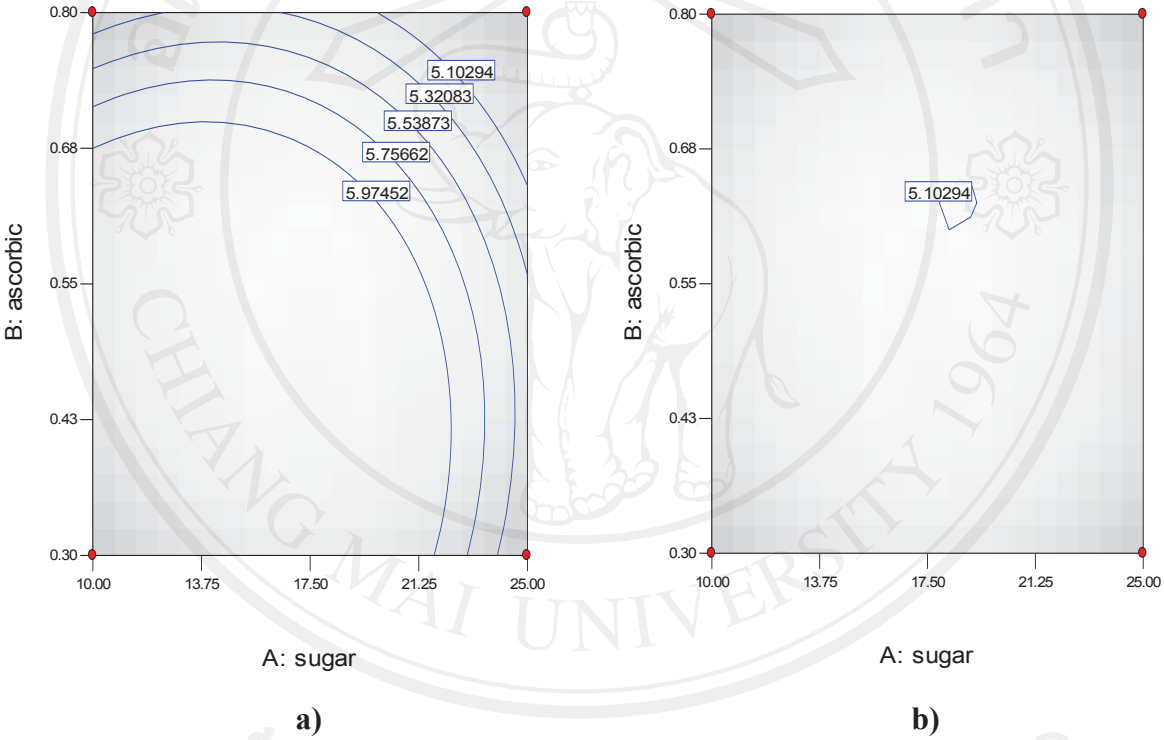
กลิ่นรสโดยรวม จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณกรดแอสคอร์บิกและมอลโตเด็กทริน แต่ถ้าหากเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กทรินในปริมาณสูงมากจะทำให้ค่าความชอบด้านกลิ่นรสโดยรวม ลดลง แสดงดังภาพ 4.16



ภาพ 4.16 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองความชอบด้านกลิ่นรสโดยรวม ที่ระดับซูโครสร้อยละ 17.50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

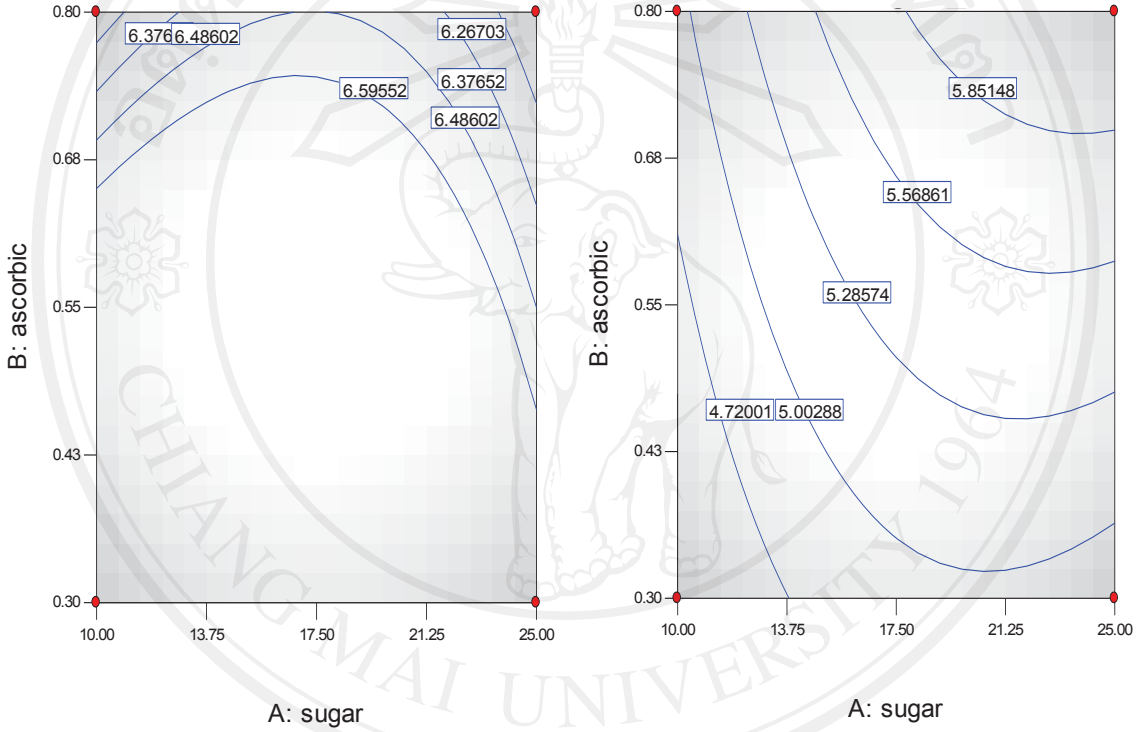
กลิ่นส้ม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณมอลโตเด็กทรินที่ระดับต่ำและสูงจะพบว่าที่ปริมาณมอลโตเด็กทรินระดับต่ำ ร้อยละ 10 (ภาพ 4.17 a) พบว่า ความชอบด้านกลิ่นส้ม จะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณกรดแอสคอร์บิกและน้ำตาลซูโครส แต่สามารถให้พื้นที่ตอบสนองที่มีค่าความชอบด้านกลิ่นส้มมากกว่า 5.5 ได้ ส่วนที่ปริมาณมอลโตเด็กทรินระดับสูง ร้อยละ 30 (ภาพ 4.17 b) จะไม่เหลือพื้นที่ตอบสนองที่ให้ค่าความชอบด้านกลิ่นส้มมากกว่า 5.5 อยู่เลย แสดงว่าการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กทรินทำให้ความชอบด้านกลิ่นส้มมีค่าลดลงเช่นกัน



ภาพ 4.17 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองความชอบด้านกลิ่นส้ม
a) มอลโตเด็กทรินร้อยละ 10 และ b) มอลโตเด็กทรินร้อยละ 30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

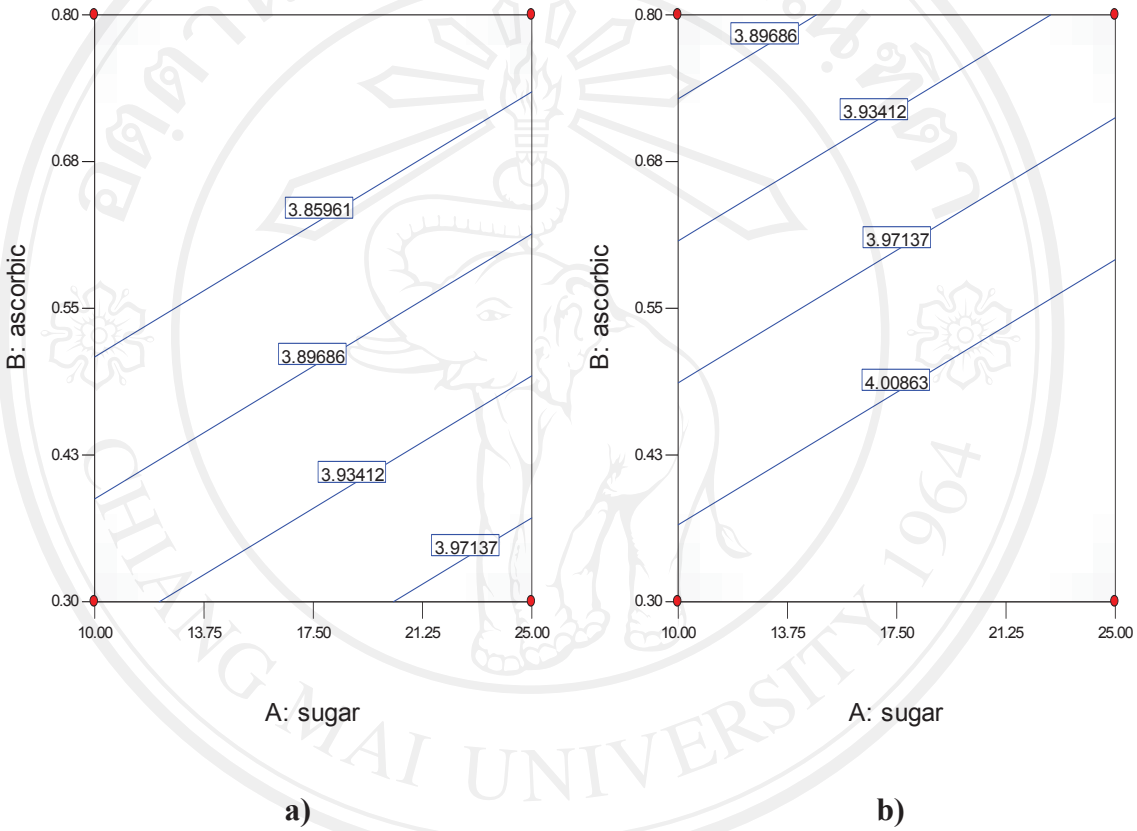
ความฝาดเฝื่อน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณมอลโตเด็กทรินที่ระดับต่ำและสูงจะพบว่า ที่ปริมาณมอลโตเด็กทรินระดับต่ำ ร้อยละ 10 (ภาพ 4.18 a) พบว่า ความชอบด้านความฝาดเฝื่อนสามารถให้พื้นที่ตอบสนองที่มีค่าความชอบด้านกลิ่นส้มมากกว่า 6 ได้ ส่วนที่ปริมาณมอลโต-เด็กทรินระดับสูง ร้อยละ 30 (ภาพ 4.18 b) จะเหลือพื้นที่ตอบสนองที่ให้ค่าความชอบด้านกลิ่นส้มน้อยกว่า 6 แสดงว่าการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กทรินทำให้ความชอบด้านความฝาดเฝื่อนมีค่าลดลง



ภาพ 4.18 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองความชอบด้านความฝาดเฝื่อน
a) มอลโตเด็กทรินร้อยละ 10 และ b) มอลโตเด็กทรินร้อยละ 30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

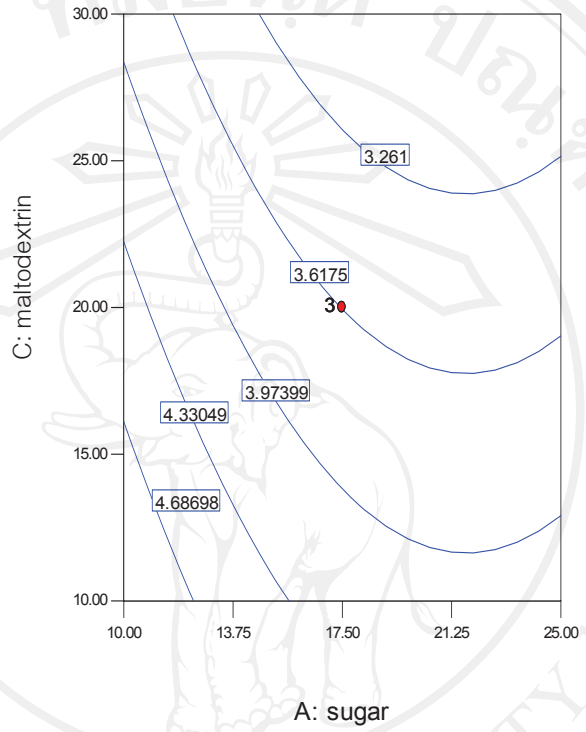
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณปริมาณน้ำตาลซูโครสและลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณกรดแอสคอร์บิก โดยที่ปริมาณมอลโตเด็กทรินระดับต่ำ ร้อยละ 10 แสดงดังภาพ 4.19 a จะมีค่า pH ไม่เกิน 4 ส่วนปริมาณมอลโตเด็กทรินระดับสูง ร้อยละ 30 แสดงดังภาพ 4.19 b จะให้ค่า pH เกิน 4 แสดงว่าการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กทรินจะทำให้ค่า pH สูงขึ้น



ภาพ 4.19 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
a) มอลโตเด็กทรินร้อยละ 10 และ b) มอลโตเด็กทรินร้อยละ 30

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าสีเหลือง (b*) จะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลซูโครสและมอลโตเด็กทริน แสดงดังภาพ 4.20 เนื่องจากโครงสร้างของบีตาแคโรทีนที่เป็นสารให้สีเหลืองเกิดการสูญเสียไปเนื่องจากความร้อน (Stefanovich and Karel, 1982) ทำให้สีผลิตภัณฑ์ที่ได้ลดลงไป



ภาพ 4.20 กราฟ contour plot ของค่าตอบสนองค่าสีเหลือง (b*)
ที่ระดับกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

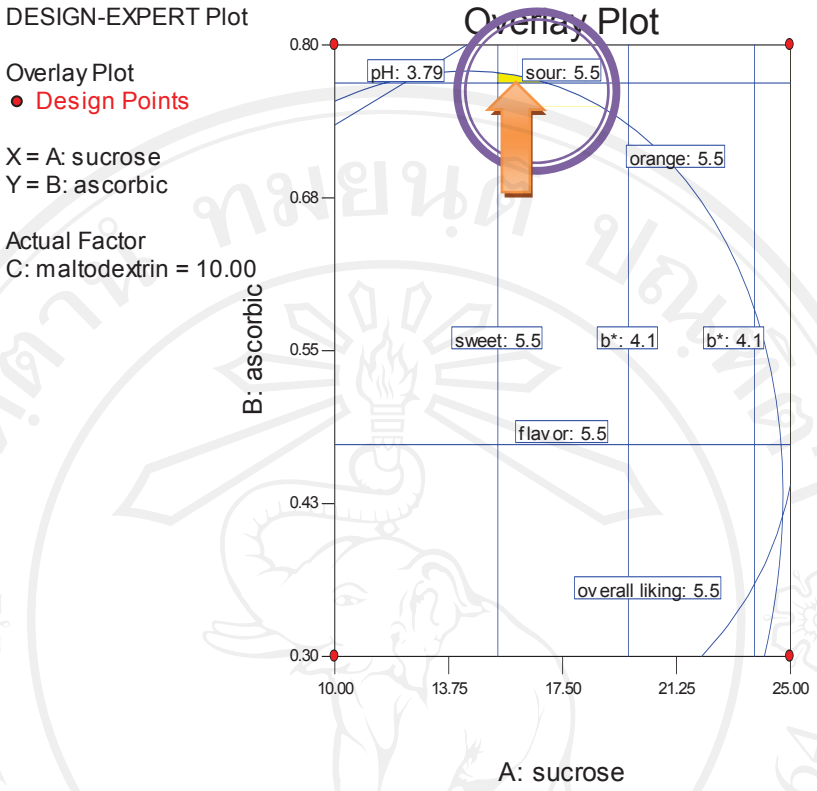
ในการทดลองนี้ใช้คะแนนการยอมรับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้าน ความชอบโดยรวม สี กลิ่นโดยรวม กลิ่นส้ม กลิ่นรสโดยรวม รสเปรี้ยว รสหวาน ความฝาดเฝื่อน ความรู้สึกหลังชิมโดยรวม 5.5 คะแนนขึ้นไป (จากการใช้วิธี 9-point hedonic scale) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำส้มผง โดยในการเลือกใช้ระดับคะแนนทางด้านการทดสอบการยอมรับในการหาช่วงสูตรที่เหมาะสมนั้นมีการเลือกใช้ค่าที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้วิจัย เช่น งานวิจัยของ Prinyawiwatkul *et al.* (1993, 1997) ได้ใช้ระดับคะแนนที่ 5.5 เป็นเกณฑ์ในการหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดของ extruded snack และใช้ระดับคะแนนที่ 5.4 ในการหาสูตรของ nugget ไก่ นอกจากนี้ Deshpande and McWatters (2008) ได้ใช้ระดับคะแนนที่ 5.0 ในการหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องดื่มจากถั่วลิสงและถั่วเหลือง

ผลการทดลองที่ได้กล่าวมาในข้างต้น (ตาราง 4.43 - 45 และภาพ 4.13 - 4.24) นำมาผ่านการวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม Design-Expert โดยกำหนดให้มีค่า Adjusted R-square มากกว่า 60% และคัดเลือกเฉพาะค่าตอบสนองที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เพื่อนำไปทำการหาสูตรน้ำส้มผงที่เหมาะสมที่สุด (optimization) สำหรับใช้ในการพัฒนาเครื่องดื่มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงต่อไป โดยวิธีการสร้างพื้นที่ตอบสนอง (Response surface methodology) ของค่าตอบสนองที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) พบว่า สูตรที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธีการสร้างพื้นที่ตอบสนอง แสดงดังภาพ 4.21 สูตรที่เหมาะสมในการผลิต คือจุดที่อยู่ภายในพื้นที่สีเหลือง (ลูกศรชี้ในวงกลม) ทั้งนี้จากการวิเคราะห์แบบ Numerical คือ น้ำตาลซูโครสร้อยละ 16.02 น้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.77 น้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) ปริมาณมอลโตเด็กทรินร้อยละ 10.00 น้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v)

โดยสามารถนำไปปรับใช้สำหรับผู้ประกอบการหรือผู้วิจัย ที่มีความสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงสำเร็จรูป หรือเป็นแนวทางการวิจัยในน้ำผลไม้ผงชนิดอื่น ๆ หรือนำผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงไปประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงอัดเม็ด ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงผสมเกลือแร่ และอื่น ๆ ต่อไป

ทั้งนี้ในงานวิจัยในขั้นต่อไป จะกำหนดสูตรผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผง คือ น้ำตาลซูโครสร้อยละ 16.00 น้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.77 น้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) ปริมาณมอลโตเด็กทรินร้อยละ 10.00 น้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) เพื่อให้สะดวกในการผลิต เพื่อใช้ในการทดลองถัดไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.21 สูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการศึกษาผลของน้ำตาลซูโครส กรดแอสคอร์บิก และมอลโตเด็กทริน ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผง

การตรวจสอบสมการที่ใช้ในการทำนายสูตรผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผง

เมื่อได้สูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงแล้ว จึงทำการทดสอบเพื่อยืนยันสมการว่า สามารถทำนายค่าที่ต้องการได้หรือไม่ โดยทำการเลือกจุดที่อยู่ในช่วงที่ได้ข้างต้นไปทำการผลิต แล้ววัดค่าคุณลักษณะต่าง ๆ โดยจุดที่เลือกใช้ในการทดสอบสมการคือ น้ำตาลซูโครส 16.00 %w/v กรดแอสคอร์บิก 0.77 %w/v ปริมาณมอลโตเด็กทริน 10.00 %w/v นำค่าที่ได้จากการทดลองจริง ทำการผลิต 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทำนายด้วยสมการ ผลแสดงในตาราง 4.46 ซึ่งจะเห็นได้ว่าร้อยละความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตามต่าง ๆ นั้นมีความแตกต่างกันน้อย คือ อยู่ในช่วงร้อยละ 1.49 ถึง ร้อยละ 8.33 โดยร้อยละความคลาดเคลื่อนของค่าที่ได้จากการทดลอง และค่าที่ได้จากการทำนายนั้นจะต้องแตกต่างกันน้อยกว่าร้อยละ 10 จึงจะเหมาะสมต่อการทำนายของสมการ (Hu, 1999)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.46 เปรียบเทียบค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส เคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงที่ได้จากการทำนายและจากการทดลอง

คุณภาพ	ค่าจากการทดลอง*	ค่าจากการทำนาย	ความคลาดเคลื่อน** (ร้อยละ)
คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
ความชอบโดยรวม[1]	6.4 ± 1.1	6.3	1.56
สี[1]	6.0 ± 1.6	6.1	1.67
กลิ่นส้ม[1]	6.0 ± 1.4	5.5	8.33
กลิ่นรสโดยรวม[1]	6.3 ± 1.0	6.2	1.59
ความฝาดเฝื่อน[1]	7.1 ± 0.9	6.6	1.49
คุณภาพทางเคมี			
ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH)[1]	3.59 ± 0.01	3.80	5.85
คุณภาพทางกายภาพ			
ค่าสีเหลือง (b*)[1]	4.47 ± 0.02	4.30	3.59
ความชื้น (ร้อยละ)	5.72 ± 0.67	5.89	2.97

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*n=50*)

**คำนวณร้อยละจากสูตร

ร้อยละของความคลาดเคลื่อน = | ค่าจากการทดลอง - ค่าจากการทำนาย |× 100 / ค่าจากการทดลอง

1) เตรียมได้จากการละลายผงน้ำส้ม 35 กรัมด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งนี้สูตรที่ได้จะนำไปผลิตและนำไปผสมกับผงสารสกัดที่ผ่านกระบวนการไมโคร-เอนแคปซูเลชันในระดับที่เหมาะสมเพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายต่อไป

ตอนที่ 3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงสำเร็จรูปเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง

4.7 การศึกษาระดับความเข้มข้นของผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันที่มีต่อรสขม

ผลการหา Threshold ของผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโต-เด็กทรินและคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลสเบื้องต้น เพื่อเก็บไว้เป็นข้อมูลหากมีผู้สนใจนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ โดย พบว่า Threshold ของรสขมอยู่ที่ระดับปริมาณสารสกัด 3.17 กรัมต่อลิตร และ Threshold ของความฝาดเฝื่อนอยู่ที่ระดับปริมาณสารสกัด 3.35 กรัมต่อลิตร ดังตาราง 4.47 ถึง 4.48

ตาราง 4.47 Threshold รสขมของผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็ก-ทรินและคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส

Trained panel	ความเข้มข้นของสารสกัด (กรัม/ลิตร)						Threshold (กรัม/ลิตร)	Log(Threshold)
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0		
1	0	+	++				2.5	0.40
2	0	+	+	+	+	++	2.5	0.40
3	0	+	+	+	+	++	2.5	0.40
4	0	+	+	+	++		2.5	0.40
5	0	0	+	+	+	++	3.5	0.54
6	0	0	+	+	++		3.5	0.54
7	0	0	0	+	++		4.5	0.65
8	0	0	0	0	+	++	5.5	0.74
9	0	+	+	+	+	++	2.5	0.40
10	0	0	+	++			3.5	0.54
							Average	0.50
							Best estimated thresholds ($10^{(Average)}$)	3.17

0 = ไม่รับรู้, + = เริ่มรับรู้, ++ = ไม่ยอมรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.48 Threshold ความฝาดเฝื่อนของผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส

Trained panel	ความเข้มข้นของสารสกัด (กรัม/ลิตร)						Threshold (กรัม/ลิตร)	Log(Threshold)
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0		
1	0	+	+	++			2.5	0.40
2	0	0	+	+	+	++	3.5	0.54
3	0	0	+	+	+	++	3.5	0.54
4	0	+	+	+	++		2.5	0.40
5	0	+	+	+	+	++	2.5	0.40
6	0	+	++				2.5	0.40
7	0	0	+	+	++		3.5	0.54
8	0	0	0	0	+	++	5.5	0.74
9	0	0	0	0	+	++	5.5	0.74
10	0	0	+	++			3.5	0.54
							Average	0.52
							Best estimated thresholds ($10^{(Average)}$)	3.35

0 = ไม่รับรู้, + = เริ่มรับรู้, ++ = ไม่ยอมรับ

ผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชันที่ได้ จะนำไปผสมกับเครื่องดื่มผงชงละลายได้จากแบบสอบถามในระดับที่เหมาะสมที่ต่อไป โดยเริ่มใส่ในระดับ 3.17 กรัมต่อลิตรขึ้นไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำการทดสอบเพื่อยืนยันระดับความเข้มข้นเริ่มต้น (Threshold) ของการรับรู้รสขม และความฝาดเฝื่อนที่ได้ ด้วยวิธีการทดสอบ เลือกตัวอย่างคี่จากสามตัวอย่าง (Triangle) ด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 10 คน โดยให้ตัวอย่างที่แตกต่าง คือ A น้ำเปล่าผสมสีแดง (ปองโซ 4 อาร์) ร้อยละ 0.01 (Best Odour Co., Bangkok, TH) และ B สารละลายสารสกัด ที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชัน 3 กรัมต่อลิตร ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ พบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างได้ นั่นคือ ตัวอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แสดงผลการทดสอบดังตาราง 4.49

ตาราง 4.49 ผลการทดสอบด้วยวิธีการทดสอบ เลือกตัวอย่างคี่จากสามตัวอย่าง (Triangle) ของสารละลายสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชัน

Triangle test	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**
จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด (คน)	10	10	10
จำนวนผู้ทดสอบที่ตอบถูก (คน)	10	9	10
จำนวนผู้ทดสอบที่ตอบผิด (คน)	0	1	0
ค่า Chi-square จากการคำนวณ	17.11*	12.01*	17.11*
ค่า Chi-square จากตาราง (df=1) ที่ค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95		3.84	

ทั้งนี้สรุปได้ว่า ระดับความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบผู้ทดสอบสามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างตัวอย่างได้ จากค่า Chi-square ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า Chi-square จากตาราง ที่ df=1 ทั้งสามซ้ำ โดยที่ระดับความเข้มข้นของผงสารสกัดสารละลายสารสกัด ที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชัน 3 กรัมต่อลิตร ถือเป็นระดับความเข้มข้นเริ่มต้น (Threshold) ของการรับรู้รสขม และความฝาดเฝื่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.8 การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มผงสำเร็จรูปเพื่อสุขภาพเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง

เพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบ CRD ผันแปรปริมาณสารสกัดจากกากองุ่นแดงที่ได้จากการศึกษาระดับความเข้มข้นของสารสกัดที่มีต่อรสชมโดยผสมในน้ำผลไม้ผงสำเร็จรูป ผลการทดลองในแต่ละสิ่งทดลองแสดงดังตาราง 4.50 - 4.52

จากตาราง 4.50 พบว่ามีค่า a_w ความชื้น การละลาย และค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยค่า a_w ความชื้น และการละลาย มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มระดับผงสารสกัดจากกากองุ่นแดง โดยมีตะกอนที่ไม่ละลายเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับผงสารสกัดจากกากองุ่นแดง แต่ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าไม่แตกต่างกันในทุกระดับของสิ่งทดลอง แต่ค่าความเป็นกรด-ด่างจะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับผงสารสกัดจากกากองุ่นแดง ทั้งนี้อันเนื่องมาจากผงสารสกัดมีค่า a_w ความชื้น ที่ต่ำกว่าผงน้ำส้มสายน้ำผึ้งผง เมื่อทำการผสมในระดับที่สูงขึ้นจึงทำให้ค่า a_w ความชื้น ต่ำลง และความเป็นกรด-ด่างของสารละลายสารสกัดมีความเป็นด่างที่สูงกว่าจึงมีผลให้สิ่งทดลองมีความเป็นด่างสูงขึ้นเมื่อเพิ่มระดับผงสารสกัดจากกากองุ่นแดง

ตาราง 4.50 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	ระดับสารสกัด (%w/v)	a_w	ความชื้น	การละลาย
1	0.0	0.34 ± 0.00^{a}	6.79 ± 0.13^{a}	98.49 ± 0.22^{a}
2	0.3	0.33 ± 0.01^{a}	5.97 ± 0.21^{b}	98.36 ± 0.02^{ab}
3	0.5	0.31 ± 0.01^{b}	5.97 ± 0.01^{b}	97.77 ± 0.07^{bc}
4	1.0	0.32 ± 0.00^{b}	5.89 ± 0.21^{b}	97.43 ± 0.48^{cd}
5	1.5	0.32 ± 0.00^{b}	5.82 ± 0.06^{b}	97.31 ± 0.20^{cd}
6	2.0	0.31 ± 0.00^{b}	5.78 ± 0.06^{b}	96.86 ± 0.40^{d}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.50 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ระดับสารสกัด (%w/v)	ค่าความเป็นกรด- ด่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)
1	0.0	3.76 ± 0.01^{d}	12.30 ± 0.14^{ns}
2	0.3	3.78 ± 0.01^{c}	12.30 ± 0.14^{ns}
3	0.5	$3.80 \pm 0.00^{b,c}$	12.30 ± 0.14^{ns}
4	1.0	3.81 ± 0.01^{b}	12.30 ± 0.14^{ns}
5	1.5	$3.82 \pm 0.01^{a, b}$	12.30 ± 0.14^{ns}
6	2.0	3.83 ± 0.00^{a}	12.30 ± 0.14^{ns}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT), ตัวอักษร ns (non-significant) ที่กำกับค่าของข้อมูลในคอลัมน์แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อมูล ($P \geq 0.05$).

ผลจากตาราง 4.50 (ต่อ) พบว่า ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีค่าที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่ค่าสีแดง (a*) จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงสารสกัด ส่วนค่าสีเหลือง (b*) จะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณผงสารสกัดจากกากองุ่นแดง

ตาราง 4.50 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	L*	a*	b*
1	24.59 ± 0.93^{ns}	-1.23 ± 0.02^{f}	5.02 ± 0.26^{a}
2	25.46 ± 0.56^{ns}	-0.91 ± 0.10^{e}	5.18 ± 0.15^{b}
3	25.71 ± 0.43^{ns}	-0.70 ± 0.03^{d}	3.58 ± 0.09^{c}
4	25.54 ± 0.25^{ns}	0.12 ± 0.04^{c}	3.32 ± 0.16^{c}
5	25.17 ± 0.18^{ns}	0.44 ± 0.03^{b}	2.98 ± 0.22^{d}
6	24.78 ± 0.17^{ns}	0.88 ± 0.04^{a}	2.72 ± 0.13^{d}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT), ตัวอักษร ns (non-significant) ที่กำกับค่าของข้อมูลในคอลัมน์แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อมูล ($P \geq 0.05$).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.51 พบว่าระดับรสขมและความฝาดเฝื่อนจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณผงสารสกัดโดยในแต่ละระดับที่เพิ่มขึ้นมีระดับรสขมและความฝาดเฝื่อนที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตาราง 4.51 ระดับรสขมและความฝาดเฝื่อนของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ

สิ่งทดลอง	ระดับสารสกัด (%w/v)	รสขม[a]	ความฝาดเฝื่อน[a]
1	0.0	0.3 ± 0.1^{e}	0.5 ± 0.3^{c}
2	0.3	0.6 ± 0.3^{e}	1.2 ± 0.7^{b}
3	0.5	1.2 ± 0.3^{d}	1.3 ± 0.7^{b}
4	1.0	2.3 ± 0.6^{c}	1.8 ± 0.7^{b}
5	1.5	3.7 ± 0.9^{b}	2.6 ± 0.9^{a}
6	2.0	5.5 ± 0.7^{a}	3.1 ± 0.9^{a}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) Duncan's new Multiple Range Test (DMRT).

[a]Mean ± SD ($n = 10$) จากการให้คะแนนบนสเกลเชิงเส้นความยาว 150 มิลลิเมตรหลังผ่านการฝึกฝน

ผลการทดสอบความชอบและการยอมรับในด้านคุณภาพต่าง ๆ (ตาราง 4.52) ทั้งนี้แต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่า เมื่อเพิ่มระดับผงสารสกัดจะทำให้ความชอบในทุกลักษณะผลิตภัณฑ์ลดลง ยกเว้นในสิ่งทดลองที่เติมผงสารสกัดที่ระดับร้อยละ 0.3 น้ำหนักต่อปริมาตร จะมีคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม สี รสเปรี้ยว รสหวาน และรสขม ที่ไม่แตกต่างกับสิ่งทดลองที่ไม่เติมผงสารสกัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.52 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ ในแต่ละลักษณะ (*n = 50*)

สิ่งทดลอง	คะแนนความชอบในแต่ละลักษณะ									
	ความชอบโดยรวม	สี	กลิ่นโดยรวม	กลิ่นส้ม	กลิ่นรสโดยรวม	รสเปรี้ยว	รสหวาน	รสขม	ความฝาดเฝื่อน	ความรู้สึกหลังชิมโดยรวม
1	6.6 ± 1.0^{a}	6.3 ± 1.0^{a}	6.2 ± 0.6^{a}	6.0 ± 0.7^{a}	6.2 ± 0.8^{a}	5.8 ± 0.7^{a}	6.0 ± 0.8^{a}	6.6 ± 0.8^{a}	6.6 ± 1.1^{a}	6.7 ± 0.6^{a}
2	6.5 ± 0.9^{a}	6.1 ± 0.8^{a}	5.8 ± 0.6^{b}	5.6 ± 0.8^{b}	5.7 ± 0.8^{b}	5.8 ± 0.6^{a}	6.0 ± 0.7^{a}	6.2 ± 0.9^{a}	6.0 ± 1.2^{b}	6.0 ± 0.9^{b}
3	5.8 ± 0.9^{b}	5.5 ± 1.0^{b}	5.4 ± 0.8^{c}	5.3 ± 0.8^{b}	5.3 ± 0.7^{c}	5.6 ± 0.7^{a}	5.5 ± 0.8^{b}	5.5 ± 1.0^{b}	5.3 ± 1.2^{c}	5.1 ± 1.1^{c}
4	5.0 ± 1.1^{c}	4.1 ± 0.9^{c}	5.0 ± 0.7^{d}	4.9 ± 0.8^{c}	4.6 ± 0.9^{d}	4.9 ± 0.8^{b}	4.8 ± 0.8^{c}	4.8 ± 1.1^{c}	4.4 ± 1.4^{d}	4.2 ± 1.2^{d}
5	3.3 ± 0.9^{d}	2.9 ± 0.9^{d}	4.7 ± 0.8^{e}	4.6 ± 0.9^{d}	4.2 ± 0.8^{e}	4.5 ± 1.1^{c}	4.0 ± 1.2^{d}	3.5 ± 1.0^{d}	3.4 ± 1.2^{e}	3.3 ± 0.9^{e}
6	1.8 ± 0.9^{e}	2.2 ± 0.8^{e}	4.4 ± 0.9^{f}	4.0 ± 0.8^{e}	3.6 ± 1.0^{f}	3.9 ± 1.1^{d}	3.5 ± 1.2^{e}	2.3 ± 1.2^{e}	2.2 ± 1.1^{f}	2.2 ± 1.0^{f}

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

Duncan's new Multiple Range Test (DMRT).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของการยอมรับและการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ แสดงดังตาราง 4.53 – 4.54

จำแนกตามระดับสารสกัด พบว่า ระดับที่ต่างกันมีการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.53 โดย ที่ระดับร้อยละ 0.3 และ 0.5 น้ำหนักต่อปริมาตรเป็นเป็นระดับที่มีการยอมรับผลิตภัณฑ์เป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 90.00 และ 88.00 ตามลำดับ

ตาราง 4.53 จำนวนร้อยละข้อมูลการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ

ข้อมูล		การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัด		
		ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	รวม
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
ระดับสารสกัด (% w/v)	0.0	46 (92.00)	4 (8.00)	50 (100.00)
	0.3	45 (90.00)	5 (10.00)	50 (100.00)
	0.5	44 (88.00)	6 (12.00)	50 (100.00)
	1.0	12 (24.00)	38 (76.00)	50 (100.00)
	1.5	5 (10.00)	45 (90.00)	50 (100.00)
	2.0	0 (0.00)	50 (100.00)	50 (100.00)
รวม		**148 (49.33)**	**152 (50.67)**	**300 (100.00)**

หมายเหตุ : $\chi^2 = 191.661$, $P < 0.001$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จำแนกตามระดับสารสกัด พบว่า ระดับที่ต่างกันมีการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังตาราง 4.54 โดย ที่ระดับร้อยละ 0.3 น้ำหนักต่อปริมาตร เป็นเป็นระดับที่มีการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เป็นส่วนใหญ่ คือ ร้อยละ 90.00

ตาราง 4.54 จำนวนร้อยละข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดที่ระดับต่าง ๆ

ข้อมูล		การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัด		รวม
		ซื้อ	ไม่ซื้อ	
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
ระดับสารสกัด (% w/v)	0.0	47 (94.00)	3 (6.00)	50 (100.00)
	0.3	45 (90.00)	5 (10.00)	50 (100.00)
	0.5	23 (46.00)	27 (54.00)	50 (100.00)
	1.0	0 (0.00)	50 (100.00)	50 (100.00)
	1.5	0 (0.00)	50 (100.00)	50 (100.00)
	2.0	0 (0.00)	50 (100.00)	50 (100.00)
รวม		**115 (38.33)**	**185 (61.67)**	**300 (100.00)**

หมายเหตุ : $\chi^2 = 216.494$, $P < 0.001$

จากตาราง 4.50 – 4.54 พบว่า ปริมาณผงสารสกัดที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับร้อยละ 0.3 น้ำหนักต่อปริมาตร (%w/v) โดยจะเติมลงไป 0.75 กรัมในผงน้ำส้ม 35 กรัม เนื่องจากเมื่อชงละลายจะให้รสขม และความฝาดเฝื่อนในระดับที่ยอมรับได้และมีการตัดสินใจซื้อที่เหมาะสม ทั้งนี้ผลการทดสอบผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม สี และ รสขม ไม่แตกต่างจากน้ำส้มสายน้ำผึ้งผงชงละลายที่ไม่เติมสารสกัด โดยระดับปริมาณผงสารสกัดที่เหมาะสมนี้นำไปทดสอบผลิตภัณฑ์สุดท้ายต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 4. การศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย

4.9 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์สุดท้ายของผู้บริโภค

จากการพัฒนาสูตรในการทดลองข้างต้นทำให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงโดยมีองค์ประกอบก่อนการทำแห้ง ดังนี้ น้ำตาลร้อยละ 16 น้ำหนักต่อปริมาตร กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.77 น้ำหนักต่อปริมาตรและมอลโตเด็กทรินร้อยละ 10 น้ำหนักต่อปริมาตร เมื่อผ่านการทำแห้งทำการผสมผงสารสกัดจากกากองุ่นแดงร้อยละ 0.3 น้ำหนักต่อปริมาตร โดยในการทดสอบกำหนดให้ละลายน้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง 35 กรัมในน้ำ 250 มิลลิลิตร

ตาราง 4.55 คะแนนความชอบของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายน้ำผึ้งผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงที่ผ่านการพัฒนา (*n=200*)

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบเฉลี่ย
ความชอบโดยรวม	6.3±0.9
สี	5.9±0.9
กลิ่นโดยรวม	5.8±0.7
กลิ่นส้ม	5.7±0.8
กลิ่นรสโดยรวม	6.1±0.8
รสเปรี้ยว	5.7±0.7
รสหวาน	5.8±0.8
รสขม	6.6±0.9
ความฝาดเฝื่อน	6.5±0.8
ความรู้สึกหลังกลืนโดยรวม	6.2±0.8

จากตาราง 4.55 พบว่า การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบน้อย โดยมีค่าคะแนนความชอบโดยรวม (6.3±0.9) สี (5.9±0.9) กลิ่นโดยรวม (5.8±0.7) กลิ่นส้ม (5.7±0.8) กลิ่นรสโดยรวม (6.1±0.8) รสเปรี้ยว (5.7±0.7) รสหวาน (5.8±0.8) รสขม (6.6±0.9) ความฝาดเฝื่อน (6.5±0.8) ความรู้สึกหลังกลืนโดยรวม (6.2±0.8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยจำนวนการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์และการตัดสินใจซื้อต่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายจากผู้บริโภคสามารถแสดงได้ดังตาราง 4.56-4.57

ตาราง 4.56 จำนวนร้อยละข้อมูลการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ข้อมูล	การยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัด		รวม
	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
ผลิตภัณฑ์สุดท้าย	181 (90.50)	19 (9.50)	200 (100.00)

ตาราง 4.57 จำนวนร้อยละข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ข้อมูล	การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัด		รวม
	ซื้อ	ไม่ซื้อ	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
ผลิตภัณฑ์สุดท้าย	149 (74.50)	51 (25.50)	200 (100.00)

จากตาราง 4.56 และ 4.57 สามารถสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่พัฒนาได้ผู้บริโภคให้การยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 90.50 และผู้บริโภคสนใจซื้อคิดเป็นร้อยละ 74.50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลที่ได้จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากองุ่นแดง จากคุณลักษณะความชอบโดยรวม สี กลิ่นโดยรวม กลิ่นส้ม กลิ่นรสโดยรวม รสเปรี้ยว รสหวาน รสขม ความฝาดเฝื่อน และความรู้สึกหลังกลืนโดยรวม โดยใช้เทคนิคโลจิสติกรีเกสชัน พบว่าคุณลักษณะด้านความฝาดเฝื่อน และความรู้สึกหลังกลืนโดยรวมมีผลต่อการยอมรับ

ผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากองุ่นแดงของผู้บริโภคมาก ดังตาราง 4.58 โดยพิจารณาค่า Wald's Chi square คือเท่ากับ 5.108 (P = 0.024) และ 4.552 (P = 0.033) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า odd ratio ของการวิเคราะห์ด้านการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคก็จะพบว่า คุณลักษณะด้านความฝาดเฝื่อน และความรู้สึกหลังกลืนโดยรวมมีค่า odd ratio เท่ากับ 0.416 และ2.268 ตามลำดับ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง ทำให้ทราบได้ว่า ถ้าคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความฝาดเฝื่อนลดลง 1 คะแนน จะทำให้โอกาสของการยอมรับผลิตภัณฑ์ลดลง 0.416 เท่า และถ้าสามารถเพิ่มคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านความรู้สึกหลังกลืนโดยรวมให้ได้คะแนนเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะทำให้โอกาสของการยอมรับผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น 2.268 เท่า ตามลำดับ

ตาราง 4.58 ค่าคุณลักษณะที่ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้เทคนิคโลจิสติกรีเกสชัน

Hedonic attributes	Beta	Wald's chi-square	Significant (P < 0.05)	Odd ratio [Exp(B)]
ความชอบโดยรวม	0.406	1.592	0.207	1.501
สี	-0.045	0.025	0.875	0.956
กลิ่นโดยรวม	-0.240	0.387	0.534	0.787
กลิ่นส้ม	0.480	1.429	0.232	1.616
กลิ่นรสโดยรวม	0.589	3.249	0.071	1.803
รสหวาน	0.272	0.542	0.462	1.313
รสเปรี้ยว	-0.035	0.007	0.935	0.965
รสขม	-0.306	0.883	0.347	0.736
ความฝาดเฝื่อน	**-0.877**	**5.108**	**0.024**	**0.416**
ความรู้สึกหลังกลืนโดยรวม	**0.819**	**4.552**	**0.033**	**2.268**
ค่าคงที่สมการ	-3.112	0.555	0.456	0.045

ร้อยละความถูกต้อง = 90.50%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยสามารถสร้างสมการทำนายการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากองุ่นแดงได้ดังนี้

การยอมรับ = -3.11 +0.41ความชอบโดยรวม -0.04สี -0.24กลิ่นโดยรวม +0.48กลิ่นส้ม +0.59กลิ่นรสโดยรวม +0.27รสหวาน -0.04รสเปรี้ยว -0.31รสขม **-0.88ความฝาดเฝื่อน* +0.82ความรู้สึกหลังกลืนโดยรวม***

(ร้อยละความถูกต้อง = 90.50%)

ทั้งนี้พบว่า การยอมรับของผู้บริโภคทั้งหมด 200 คน แบ่งเป็นยอมรับ 181 คนและไม่ยอมรับ 19 คน โดยกรณีที่ยอมรับ 181 คนนั้น เมื่อใช้สมการทำนายการยอมรับจะทำนายว่ายอมรับ 179 คนและตัดสินใจไม่ยอมรับ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 98.90 โดยมีความถูกต้องในการจัดกลุ่มสมการคิดเป็นร้อยละ 90.50 ดังตาราง 4.59

ตาราง 4.59 ผลการวิเคราะห์และการทดสอบความถูกต้องของสมการการยอมรับในผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากองุ่นแดง

		ทำนาย		ร้อยละความถูกต้อง
		ไม่ยอมรับ	ยอมรับ	
ข้อมูลการยอมรับ	ไม่ยอมรับ	2	17	10.53
	ยอมรับ	2	179	98.90

หมายเหตุ: ร้อยละความถูกต้อง = (179+2)/(181+19) = 90.50%

โดยในการวิเคราะห์ในแนวทางเดียวกันกับการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากองุ่นแดง จากคุณลักษณะความชอบโดยรวม สี กลิ่นโดยรวม กลิ่นส้ม กลิ่นรสโดยรวม รสเปรี้ยว รสหวาน รสขม ความฝาดเฝื่อน และความรู้สึกหลังกลืนโดยรวม โดยใช้เทคนิคโลจิสติกรีเกสชัน พบว่าคุณลักษณะด้านสี และความรู้สึกหลังกลืนโดยรวมมีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากองุ่นแดงของผู้บริโภคมาก ดังตาราง 4.60 โดยพิจารณาค่า Wald's Chi square คือเท่ากับ 9.939 (P = 0.002) และ 14.373 (P = <0.001) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า odd ratio ของการวิเคราะห์ด้านการการตัดสินใจซื้อต่อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคก็จะพบว่า คุณลักษณะด้านสี และความรู้สึกหลังกลืนโดยรวมมีค่า odd ratio เท่ากับ 1.929 และ2.902 ตามลำดับ ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่มีผลต่อการการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง ทำให้ทราบได้ว่า ถ้าเพิ่มคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านสี และความรู้สึกหลังกลืนโดยรวมให้ได้คะแนนเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะทำให้โอกาสของการยอมรับผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น 1.929 และ2.902 เท่า ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.60 ค่าคุณลักษณะที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคโดยใช้เทคนิคโลจิสติกรีเกสชัน

Hedonic attributes	Beta	Wald's chi-square	Significant (P < 0.05)	Odd ratio [Exp(B)]
ความชอบโดยรวม	0.114	0.300	0.584	1.121
สี	**0.657**	**9.939**	**0.002**	**1.929**
กลิ่นโดยรวม	-0.330	1.383	0.240	0.719
กลิ่นส้ม	0.166	0.380	0.537	1.180
กลิ่นรสโดยรวม	0.127	0.265	0.607	1.135
รสหวาน	0.256	0.947	0.330	1.291
รสเปรี้ยว	0.228	0.661	0.416	1.257
รสขม	0.202	0.809	0.368	1.224
ความฝาดเฝื่อน	-0.198	0.571	0.450	0.820
ความรู้สึกหลังกลืนโดยรวม	**1.065**	**14.373**	**<0.001**	**2.902**
ค่าคงที่สมการ	-12.481	14.057	<0.001	<0.001

ร้อยละความถูกต้อง = 80.50%

โดยสามารถสร้างสมการทำนายการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำส้มผสมเสริมสารสกัดจากอุ่นแดงได้ดังนี้

การตัดสินใจซื้อ = -12.48* +0.11ความชอบโดยรวม +0.66**สี*** -0.33กลิ่นโดยรวม +0.17กลิ่นส้ม +0.13กลิ่นรสโดยรวม +0.26รสหวาน +0.23รสเปรี้ยว +0.20รสขม -0.20ความฝาดเฝื่อน +**1.07ความรู้สึกหลังกลืนโดยรวม***

(ร้อยละความถูกต้อง = 80.50%)

ทั้งนี้พบว่า การตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคทั้งหมด 200 คน แบ่งเป็นตัดสินใจซื้อ 149 คน และไม่ซื้อ 51 คน โดยกรณีที่ตัดสินใจซื้อ 149 คนนั้น เมื่อใช้สมการทำนายการตัดสินใจซื้อจะทำนายว่าตัดสินใจซื้อ 142 คนและตัดสินใจไม่ซื้อ 7 คน คิดเป็นร้อยละ 95.30 โดยมีความถูกต้องในการจัดกลุ่มสมการคิดเป็นร้อยละ 80.50 ดังตาราง 4.61

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.61 ผลการวิเคราะห์และการทดสอบความถูกต้องของสมการการตัดสินใจซื้อในผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากองุ่นแดง

		ทำนาย		ร้อยละความถูกต้อง
		ไม่ซื้อ	ซื้อ	
ข้อมูลการตัดสินใจ	ไม่ซื้อ	19	32	37.25
	ซื้อ	7	142	95.30

หมายเหตุ: ร้อยละความถูกต้อง = (142+19)/(149+51) = 80.50%

4.10 การทดสอบคุณภาพทางเคมีผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง

ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงสุดท้ายนำไปทดสอบเพื่อวิเคราะห์ค่าทางเคมี แสดงดังตาราง 4.62

ตาราง 4.62 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

คุณภาพทางเคมี	ปริมาณ
TPC[1]	6.54 ± 0.33
TFC[2]	1.94 ± 0.12
TN[3]	5.51 ± 0.93
TA[4]	4.20 ± 0.05
EC_{50}[5]	269.29 ± 38.39
Catechin[6]	0.06 ± 0.02
Epicatechin[6]	0.03 ± 0.01
Resveratrol[6]	0.00010 ± 0.00001

1) Total phenolic content ; mg GAE / g dry powder DW,

2) Total flavonoid content ; mg Q / g dry powder DW,

3) Total tannin ; mg Tannic acid / g dry powder DW,

4) Total anthocyanins ; mg / g dry powder DW,

5) mg dry powder DW / mL DPPH,

6) mg / g dry powder DW.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.62 (ต่อ)

คุณภาพทางเคมี	ปริมาณ
พลังงาน (kcal/100g)	371.98 ± 0.20
ไขมัน (g/100g)	0.05 ± 0.00
โปรตีน (g/100g)	1.41 ± 0.00
คาร์โบไฮเดรต (g/100g)	90.46 ± 0.05
ใยอาหาร (dietary fiber) (g/100g)	1.33 ± 0.01
น้ำตาล (g/100g)	89.14 ± 0.05
เถ้า (g/100g)	0.70 ± 0.01
เกลือ (mg/100g)	110.85 ± 1.48
วิตามินซี (mg/100g)	1731.00 ± 14.14
แคลเซียม (mg/100g)	43.34 ± 4.65
เหล็ก (mg/100g)	1.55 ± 0.01

จากตาราง 4.62 ผลการทดสอบคุณภาพทางเคมีผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง พบว่า ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ประกอบด้วยผงสารสกัดจากกากองุ่นแดงร้อยละ 0.3 น้ำหนักต่อปริมาตร จะมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 6.54±0.33 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อตัวอย่างผงแห้ง 1 กรัม ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 1.94±0.12 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิทินต่อตัวอย่างผงแห้ง 1 กรัม ปริมาณแทนนิน 5.51±0.93 มิลลิกรัมสมมูลของแทนนิกต่อตัวอย่างผงแห้ง 1 กรัม ปริมาณแอนโทไซยานิน 4.20±0.05 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างผงแห้ง 1 กรัม ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (EC_{50}) 269.29±38.39 มิลลิกรัมตัวอย่างผงแห้ง 1 กรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาณสารสำคัญคาเทชิน อิพิคาเทชิน และ เรสเวอราทรอล 0.06±0.02, 0.03±0.01 และ 0.00010±0.00001 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างผงแห้ง 1 กรัม ตามลำดับ

ทั้งนี้ 100 กรัมของน้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง พบว่า มีค่าพลังงาน 371.98 ±0.20 กิโลแคลลอรี มีปริมาณไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร น้ำตาล เถ้า 0.05±0.00, 1.41±0.00, 90.46±0.05, 0.70±0.01, 89.14±0.05 และ 0.70±0.01 กรัมตามลำดับ โดยมีปริมาณเกลือ วิตามินซี แคลเซียม และเหล็ก 110.85±1.48, 1731±14.14, 43.34±4.65 และ 1.55±0.01 มิลลิกรัมตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.11 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง

ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดงสุดท้ายนำไปทดสอบเพื่อวิเคราะห์ค่าทางกายภาพ แสดงดังตาราง 4.63

ตาราง 4.63 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

คุณภาพทางกายภาพ	ปริมาณ
ความชื้น (ร้อยละ)	5.97 ± 0.21
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (a_w)	0.33 ± 0.01
การละลาย (ร้อยละ)	98.36 ± 0.02
ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH)[1]	3.78 ± 0.01
ค่าความสว่าง (L*)[1]	25.46 ± 0.56
ค่าสีแดง (a*)[1]	-0.91 ± 0.10
ค่าสีเหลือง (b*)[1]	5.18 ± 0.15
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)[1]	12.30 ± 0.14

[1]ละลายผงน้ำส้มเสริมสารสกัด 35 กรัมในน้ำ 250 มิลลิลิตร

จากตาราง 4.63 ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง พบว่า ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี 0.32±0.01 ปริมาณความชื้นร้อยละ 5.97±0.21 ค่าการละลายร้อยละ 98.36±0.02 ค่าสี L* a* และ b* หลังชงละลาย (35 กรัม ละลายในน้ำ 250 มิลลิลิตร) เท่ากับ 25.46±0.56, -0.91±0.10 และ 5.18±0.15 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.78±0.01 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 12.30±0.14 องศาบริกซ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.12 ข้อมูลคุณภาพและคุณลักษณะจำเพาะของวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตน้ำส้มผงสำเร็จรูปเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง

การกำหนดลักษณะจำเพาะ (Specification) ของผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง มีรายละเอียดดังนี้

4.12.1 วัตถุดิบ

1. กากองุ่นแดง *Vitis vinifera* L. (เปลือกและเมล็ด) พันธุ์แบลคควีน (Black queen) ได้จากบริษัท สยามไวเนอรี่ จำกัด อ.บางโทรัด จ.สมุทรสาคร ประเทศไทย หลังจากการคั้นน้ำออก บรรจุในถุงพลาสติกแช่แข็งเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2. สารสกัดจากกากองุ่นแดง สกัดจากอัตราส่วนกากองุ่นแดงต่อเอทานอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 50 ด้วยอัตราส่วน = 1:3 ที่อุณหภูมิ 79.14 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 53 นาที เขย่าด้วยอัตราคงที่ 90 ครั้งต่อนาที ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและเวลาด้วยเครื่องอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ระเหยตัวทำละลายออก โดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศ ทำแห้งแบบแช่แข็ง บรรจุถุงสุญญากาศ เก็บอุณหภูมิ 20 - 22 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 55 - 65

3. ผงสารสกัดไมโครเอนแคปซูเลชันด้วยมอลโตเด็กทรินและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เตรียมจากละลายผงสารสกัดจากกากองุ่นแดงร้อยละ 1 จากนั้นเติมมอลโตเด็กทรินร้อยละ 10.10 น้ำหนักต่อปริมาตรและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 0.21 น้ำหนักต่อปริมาตร ทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิของลมร้อนช่วงเข้า (inlet) และ ออก (outlet) ที่ 145 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ บรรจุถุงสุญญากาศ เก็บอุณหภูมิ 20 - 22 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 55 - 65

4. น้ำส้ม คั้นจากส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง *Lonicera japonica Thunb.* เพาะปลูกในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ปรับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด 9-11 องศาบริกซ์และค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.9-4.5 กรองและบรรจุถุงเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

5. กรดแอสคอร์บิก เป็นผงละเอียดสีขาว ละลายน้ำได้ดี เกรดอาหาร มีจำหน่ายทั่วไป

6. มอลโตเด็กทริน เป็นผงละเอียดสีขาว ละลายน้ำได้ดี เกรดอาหาร มีจำหน่ายทั่วไป

7. ผงน้ำส้ม เตรียมจากละลายน้ำส้มเติมเกลือร้อยละ 0.11 น้ำหนักต่อปริมาตร เติมน้ำตาลซูโครสร้อยละ 16.00 น้ำหนักต่อปริมาตร กรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.77 น้ำหนักต่อปริมาตร มอลโตเด็กทรินร้อยละ 10.00 น้ำหนักต่อปริมาตร ทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิของลมร้อนช่วงเข้า (inlet) และ ออก (outlet) ที่ 145 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ บรรจุถุงสุญญากาศ เก็บอุณหภูมิ 20 - 22 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 55 - 65

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.12.2 สูตรของผลิตภัณฑ์น้ำส้มผงเสริมสารสกัดจากกากองุ่นแดง
กำหนดผงน้ำส้ม 35 กรัม เติมผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชัน 0.75 กรัม

4.12.3 กรรมวิธีการผลิต

1. ส่วนผสมต่อหนึ่งซองประกอบด้วย ผงน้ำส้ม 35 กรัม เติมผงสารสกัดที่ผ่านการไมโครเอนแคปซูเลชัน 0.75 กรัม
2. การบรรจุ บรรจุในซองสุญญากาศ ปิดสนิท
3. การเก็บรักษา เก็บเก็บอุณหภูมิ 20 - 22 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 55 - 65

4.12.4 คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ดังตาราง 4.62-4.63
ทั้งนี้กำหนดการชงละลายผลิตภัณฑ์สุดท้ายไว้ที่ หนึ่งซองต่อน้ำ 250 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved