บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งของน้ำผึ้งดอกลำไยต้องมีการเติมสารที่ช่วยลดความเหนียว คือ มอลโทเด็กซ์ทริน โดยเลือกมอลโทเด็กซ์ทรินที่มี DE เท่ากับ 11 และ 18 เนื่องจากมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นสารลดความเหนียวที่หาได้ง่าย ราคาถูก และมีมวลโมเลกุลต่างกันมาก โดยจะใช้มอลโทเด็กซ์-ทรินในอัตราส่วน 30, 40 และ 50% ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำผึ้ง จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าการใช้มอลโทเด็กซ์ทรินปริมาณต่ำกว่า 30% จะไม่สามารถทำเป็นน้ำผึ้งผงได้ แต่ถ้าปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่ใช้มากกว่า 50% จะทำให้น้ำผึ้งผงมีอัตราส่วนของน้ำผึ้งที่น้อยเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bhandari *et al.* (1997) ที่ได้ทำการอบแห้งแบบพ่นฝอยน้ำผึ้งผสมมอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณสูงไม่เกิน 50%

น้ำผึ้งดอกลำไยที่ใช้ในการศึกษานี้ได้นำมาวิเคราะห์คุณภาพ พบว่ามีปริมาณความชื้น, a_w, reducing sugar, acidity และ hydroxymethylfurfural เท่ากับ 20.46%, 0.516, 73.2 mg, 72.7 milliequivalent/kg, 3.4 mg/kg ตามลำดับ และไม่พบสารหนูหรือตะกั่ว

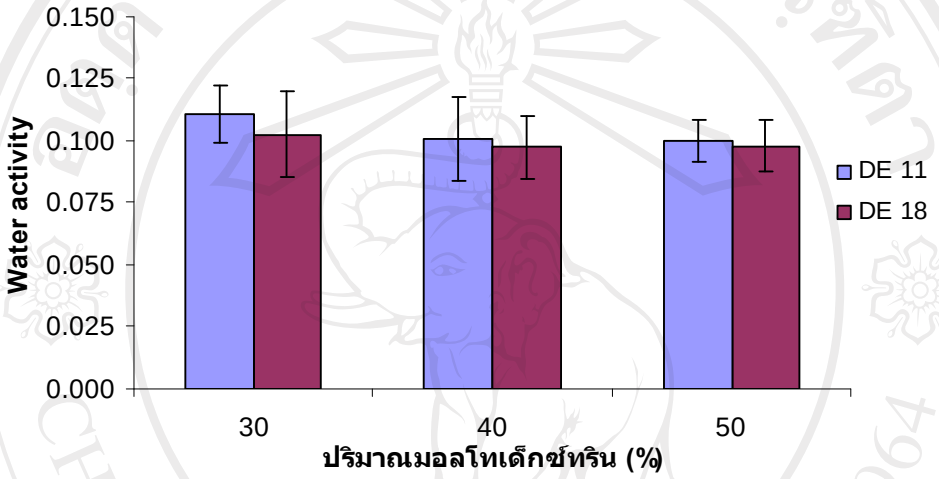
น้ำผึ้งดอกลำไยถูกทำให้แห้งเป็นผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยมีการศึกษาอิทธิพลของการเติมสารลดความเหนียวคือมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีต่อ a_w ปริมาณความชื้น sorption isotherm glass transition temperature ความสามารถในการไหล ความสามารถในการละลาย ค่าสี และการยอมรับทางประสาทสัมผัส ซึ่งน้ำผึ้งผงใช้มอลโทเด็กซ์ทรินที่มี DE เท่ากับ 11 และ 18 ในอัตราส่วน 30, 40 และ 50% ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำผึ้ง อบแห้งที่อุณหภูมิ -45°C ภายใต้สภาวะสุญญากาศที่ความดัน $<133x10^{-3}$ mbar เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง คัดเลือกตัวอย่างน้ำผึ้งผงที่มีคุณภาพดี และได้รับการยอมรับมากที่สุด เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา และทางเคมี ได้ผลดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1 อิทธิพลของระดับ DE และอัตราส่วนของมอลโทเด็กซ์ทรินต่อคุณภาพทางเคมีของน้ำผึ้งผง

4.1.1 a_w ของน้ำผึ้งผง

ค่า a_w ของน้ำผึ้งที่ผสมมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีค่า DE 2 ระดับคือ DE 11 และ DE 18 ใช้ในอัตราส่วน 30, 40 และ 50% ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำผึ้ง ที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีแช่เยือกแข็ง แสดงดังในรูปที่ 4.1



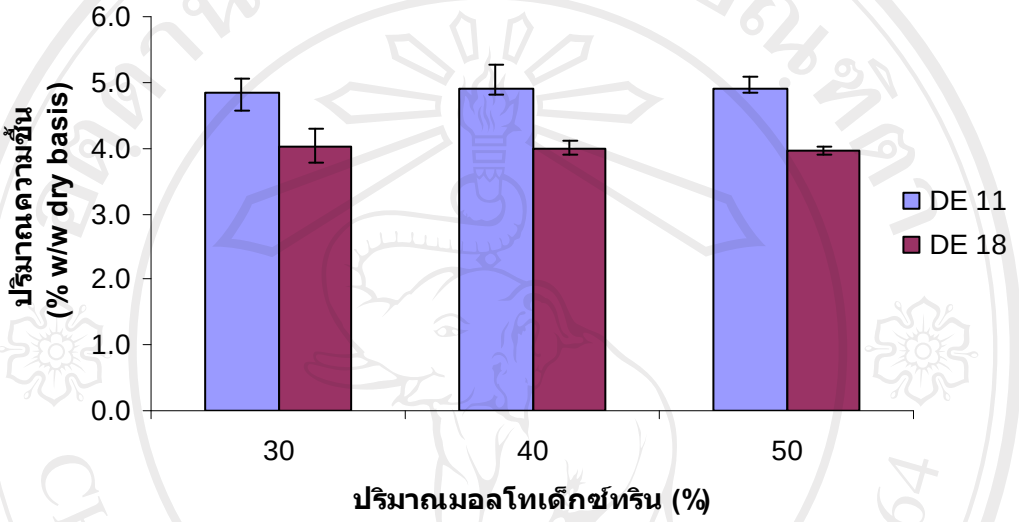
รูปที่ 4.1 ค่า a_w ของน้ำผึ้งผง

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าตัวอย่างน้ำผึ้งผงที่ผลิตได้จากการเติมมอลโทเด็กซ์ทรินที่ระดับ DE และอัตราส่วนต่างๆ มีค่า a_w ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีค่า DE 18 มีค่า a_w ที่ต่ำกว่าน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีค่า DE 11 เพียงเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากมอลโทเด็กซ์-ทรินที่มีค่า DE สูงกว่าจะมีน้ำหนักโมเลกุลที่ต่ำกว่า (Rahman, 1995 และ Klinkesorn *et al*, 2004) จึงทำให้โครงสร้างของโมเลกุลของน้ำผึ้งมีความเป็นรูพรุนมากกว่า ส่งผลให้น้ำภายในน้ำผึ้งระเหิดออกไปได้ในปริมาณที่มากกว่า และทำให้มีค่า a_w ที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบภายในระดับ DE เดียวกันของมอลโทเด็กซ์ทรินที่ผสมลงไปในน้ำผึ้ง พบว่า น้ำผึ้งที่ผสมมอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณ 30, 40 และ 50% มีค่า a_w ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่ผสมลงไปในน้ำผึ้งที่มีปริมาณมากกว่า ทำให้โครงสร้างของน้ำผึ้งจับกับอนุภาคของมอลโทเด็กซ์ทรินได้มากกว่า จึงทำให้เกิดรูพรุนภายในโครงสร้างได้มากกว่า เมื่อทำการระเหิดน้ำจากกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง น้ำผึ้งผงที่ได้จึงมีค่า a_w ที่ต่ำกว่า (Rahman, 1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.2 ความชื้นของน้ำผึ้งผง

ปริมาณความชื้นของน้ำผึ้งผสมมอลโทเด็กซ์ทรินที่ระดับ DE 11 และ DE 18 ใช้ในอัตราส่วน 30, 40 และ 50% ต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำผึ้ง ที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีแช่เยือกแข็ง เป็นดังรูปที่ 4.2



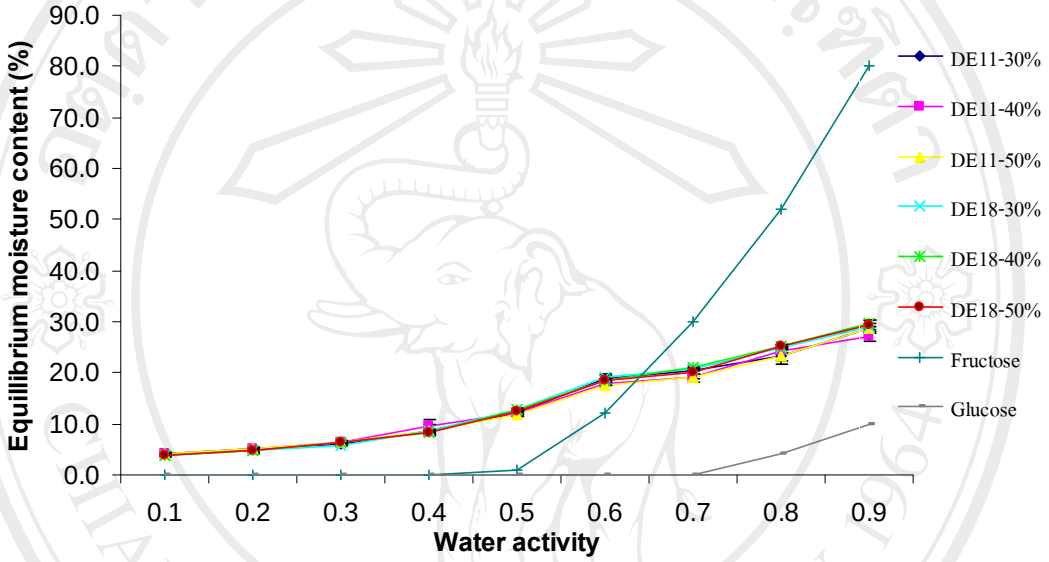
รูปที่ 4.2 ปริมาณความชื้นของน้ำผึ้งผง

จากรูปที่ 4.2 น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีค่า DE 2 ระดับคือ DE 11 และ DE 18 ในปริมาณ 30, 40 และ 50% พบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กทรินเป็นส่วนผสมที่มีค่า DE 11 และ 18 มีปริมาณความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีค่า DE 18 มีปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่า DE 11 เนื่องจากมอลโทเด็กซ์ทริน DE 18 มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า DE 11 จึงทำให้มอลโทเด็กซ์ทริน DE 18 กระจายตัวเข้าไปจับกับน้ำผึ้งได้มากกว่า และดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ได้มากกว่า ดังนั้นความชื้นของผลิตภัณฑ์จึงมีค่าต่ำกว่า (Rahman, 1995) แต่น้ำผึ้งที่ผสมมอลโทเด็กซ์ทรินในปริมาณ 30, 40 และ 50% จะมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความสามารถของมอลโทเด็กซ์ทรินในการจับกับน้ำผึ้งมีค่าสูงระดับหนึ่ง ซึ่งถ้าเพิ่มปริมาณของมอลโทเด็กซ์ทรินที่ใช้ผสมกับน้ำผึ้งให้มากกว่านี้ จะไม่มีผลในการเพิ่มความสามารถในการจับกับน้ำผึ้ง (Fellows, 2000)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.3 การวิเคราะห์หาปริมาณ Sorption isotherm

การวิเคราะห์ sorption isotherm โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (g/100 g dry solid) และ a_w ของน้ำผึ้งผงที่ผสมมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีค่า DE 11 กับ 18 และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่แตกต่างกันคือ 30, 40 และ 50% ซึ่งผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยศึกษาที่ระดับ a_w ในช่วง 0.1 – 0.9 ลักษณะ sorption isotherm ของน้ำผึ้งผงดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 Sorption isotherm ของน้ำผึ้งผงเปรียบเทียบกับ sorption isotherm ของน้ำตาลฟรุกโทสและกลูโคส

จากรูปที่ 4.3 ลักษณะ sorption isotherm ของน้ำผึ้งผงทุกสูตรเป็น adsorption isotherm ที่อยู่ระหว่าง sorption isotherm ประเภทที่ 2 และ 3 เนื่องจากน้ำผึ้งผงมีการดูดซับความชื้นที่สภาวะ a_w 0.1-0.9 (Fellows, 2000) และเมื่อเปรียบเทียบกับ sorption isotherm ของน้ำตาลฟรุกโทสพบว่า ที่ a_w มากกว่า 0.5 น้ำตาลฟรุกโทสจะมี equillibrium moisture content เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึง 80% ที่ a_w เท่ากับ 0.9 สำหรับน้ำตาลกลูโคสในช่วง a_w เท่ากับ 0.1-0.7 จะมี equillibrium moisture content คงที่ และหลังจากนั้นจะมีค่าสูงขึ้นจนถึง 10% ที่ a_w เท่ากับ 0.9 (Grosso *et al.*, 2000) แต่น้ำผึ้งผงมีค่า equillibrium moisture content ค่อนข้างคงที่ในช่วง a_w เท่ากับ 0.1-0.3 เนื่องจากน้ำตาลฟรุกโทส และกลูโคส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำผึ้งมีการดูดซับความชื้นได้ต่ำมากในช่วง a_w เท่ากับ 0.1-0.3 จึงทำให้น้ำผึ้งผงมีการดูดซับความชื้นค่อนข้างคงที่ในช่วง a_w เท่ากับ 0.1-0.3 จากนั้นค่า equillibrium moisture content ของน้ำผึ้งผงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง a_w

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เท่ากับ 0.3-0.6 เนื่องจากได้รับอิทธิพลของการดูดซับความชื้นของน้ำตาลฟรุกโทส หลังจากนั้นที่ a_w มากกว่า 0.6 ค่า equillibrium moisture content ของน้ำผึ้งผงมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างช้าๆ แต่ไม่เกิน 30% เนื่องจากการดูดซับความชื้นของน้ำตาลฟรุกโทสร่วมกับน้ำตาลกลูโคส แต่การดูดซับความชื้นของน้ำผึ้งผงจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และต่ำกว่าการดูดซับความชื้นของน้ำตาลฟรุกโทสกับน้ำตาลกลูโคส เนื่องจากน้ำตาลฟรุกโทสและกลูโคสถูกกักเก็บด้วยมอลโทเด็กซ์ทรินทำให้น้ำผึ้งไม่สัมผัสกับความชื้นโดยตรง นอกจากนี้ มอลโทเด็กซ์ทรินที่ผสมลงไปในน้ำผึ้งยังช่วยให้ค่า T_g ของน้ำผึ้งผงสูงขึ้นด้วย โดยน้ำตาลฟรุกโทส และกลูโคส มีค่า T_g เท่ากับ -42 และ -43 ^{o}C (Rahman, 1995) ค่า T_g ของน้ำผึ้งอยู่ในช่วงระหว่าง -54.14 และ -33.64^{o}C (Ahmed *et al*., 2007) หรือ -47.2 และ -34.6^{o}C (Lazaridou *et al*., 2004) และเมื่อผสมมอลโทเด็กซ์ทริน DE 11 และ 18 ที่มีค่า T_g เท่ากับ 160 และ 141^{o}C ตามลำดับ (Rahman, 1995) ลงไปในน้ำผึ้งในการศึกษานี้ ทำให้มีค่า T_g อยู่ในช่วง 31.4-61.8^{o}C จึงทำให้น้ำผึ้งผงมีการเปลี่ยนแปลงค่า equillibrium moisture content น้อยกว่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลฟรุกโทส และกลูโคส

จากข้อมูล sorption isotherm ของน้ำผึ้งผง นำมาวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ sorption isotherm รูปแบบของ Smith, Oswin, Henderson, Halsey, BET, Chung and Pfost, Caurie, Iglesias and Chirife และ GAB แสดงดังตารางที่ 4.1 และ ข-9 ถึง ข-16

ตารางที่ 4.1 ค่าคงที่ และ R^2 ของ Sorption isotherm ของ Iglesias and Chirife

แบบจำลอง Sorption isotherm	DE และปริมาณของมอลโท-เด็กซ์ทริน	ค่าคงที่ของ Sorption isotherm		R^2	ช่วงของ a_w
Iglesias and Chirife		A	B		0.1-0.9
$\ln\left[M_w + \left(M_w{}^2 + M_{0.5w}\right)^{1/2}\right] = Aa + B$	DE 11 - 30%	2.4306	1.9572	0.9757	
	DE 11 - 40%	2.3655	1.9869	0.9821	
	DE 11 - 50%	2.3866	1.969	0.9886	
	DE 18 - 30%	2.5511	1.8991	0.9746	
	DE 18 - 40%	2.5245	1.9281	0.9817	
	DE 18 - 50%	2.5171	1.9208	0.9832	

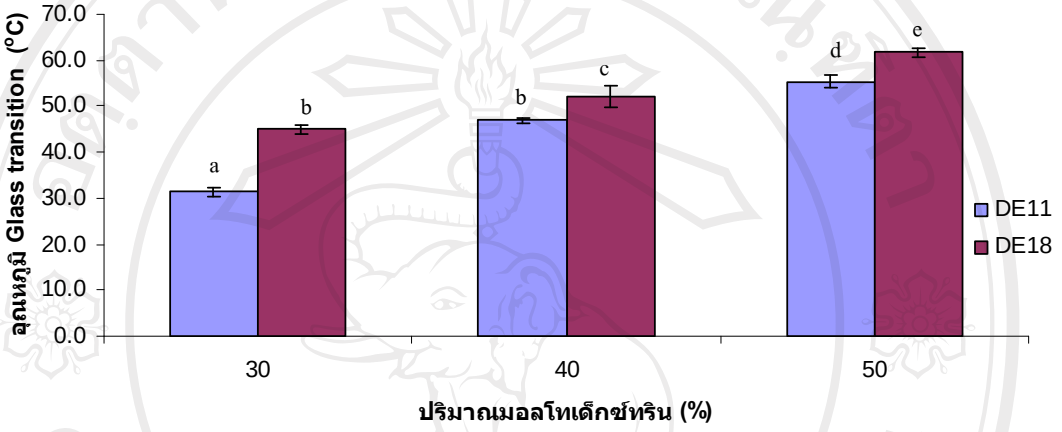
จากตารางที่ 4.1 เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Iglesias and Chirife ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับน้ำผึ้งผง โดยมีค่า R^2 สูงที่สุด อยู่ในช่วง 0.9746 ถึง 0.9886 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Iglesias and Chirife ถูกออกแบบเพื่อใช้อธิบายลักษณะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารที่มีน้ำตาลสูง (Rahman, 1995) ซึ่งแบบจำลองนี้สามารถนำไปใช้ในการทำนายระดับ a_w ของน้ำผึ้งผง และสามารถทำนายได้ว่าจะสามารถเก็บรักษาน้ำผึ้งผงไว้ที่สภาวะปกติได้หรือไม่

4.1.4 อุณหภูมิ Glass Transition (T_g) ของน้ำผึ้งผง

ค่า T_g ของน้ำผึ้งผงเป็นดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ค่า T_g ของน้ำผึ้งผง

(ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าข้อมูลที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$))

จากรูปที่ 4.4 พบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีค่า DE 18 จะมีค่า T_g สูงกว่าน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีค่า DE 11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เนื่องจากน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีค่า DE 18 มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าที่ DE 11 ซึ่งปริมาณความชื้นมีผลต่อค่า T_g โดยปริมาณความชื้นที่ต่ำ ทำให้ค่า T_g มีค่าสูงขึ้น (Rahman, 1995) สำหรับในแต่ละระดับของค่า DE ของมอลโทเด็กซ์ทรินที่เป็นส่วนผสมของน้ำผึ้งผงนั้น พบว่า ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่เป็นส่วนผสมของน้ำผึ้งผงเท่ากับ 50% จะทำให้น้ำผึ้งผงมีค่า T_g สูงกว่าน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่ 40 และ 30% ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังนั้นน้ำผึ้งที่ผสมมอลโทเด็กซ์ทริน DE 18 ปริมาณ 50% ที่ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งจะมีค่า T_g สูงที่สุดเท่ากับ $61.8 \pm 0.9^{\circ}C$ ซึ่งน้ำผึ้งผงที่ผลิตได้ในการศึกษานี้มีค่า T_g สูงกว่าอุณหภูมิห้อง ดังนั้นสามารถเก็บรักษาน้ำผึ้งผงไว้ที่อุณหภูมิห้องได้โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (glass transition) อย่างไรก็ตามต้องควบคุมสภาวะการเก็บรักษาน้ำผึ้งผงไม่ให้มีการดูดความชื้น เพื่อไม่ให้ค่า T_g ของน้ำผึ้งผงลดต่ำลงเนื่องจากอิทธิพลของค่า T_g ที่ต่ำของน้ำ ($-135^{\circ}C$)

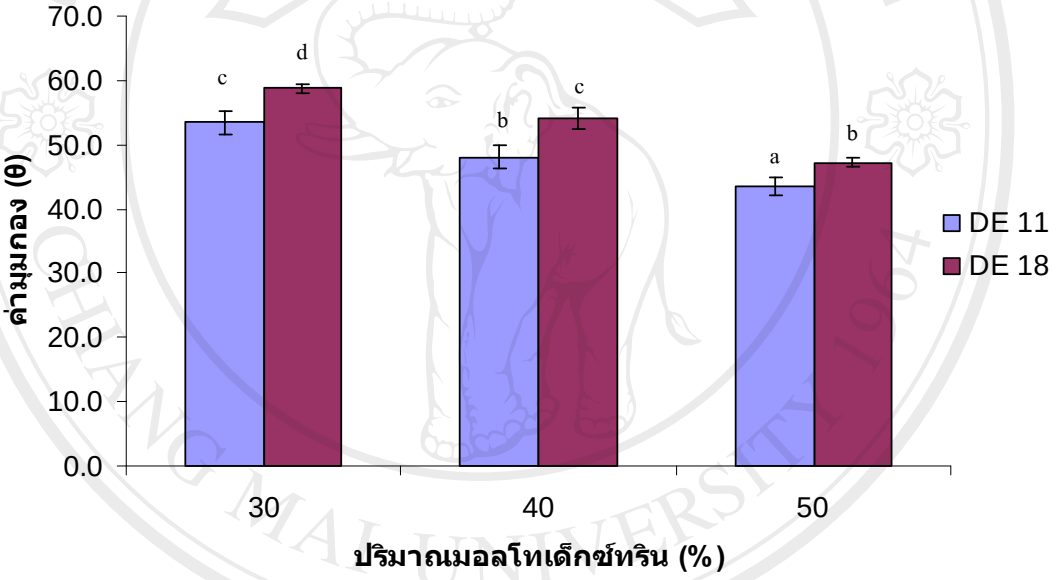
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งถ้า T_g ของน้ำผึ้งผงลดต่ำลงกว่าอุณหภูมิการเก็บรักษา จะมีผลทำให้น้ำผึ้งผงเหนียวเกาะกันเป็นก้อนเนื่องจากเกิด glass transition (Rahman, 1995)

เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีผลต่อ a_w ความชื้น และ T_g พบว่าระดับของ DE และปริมาณของมอลโทเด็กซ์ทรินมีผลกับค่า T_g แต่ไม่มีผลกับค่า a_w และความชื้น

4.1.5 ความสามารถในการไหล

ความสามารถในการไหลแสดงในรูปของค่ามุมกอง ซึ่งค่ามุมกองของน้ำผึ้งผง แสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ค่ามุมกองของน้ำผึ้งผง

จากรูปที่ 4.5 พบว่า ทั้งระดับของ DE และปริมาณของมอลโทเด็กซ์ทรินมีผลต่อค่ามุมกองของน้ำผึ้งผง โดยค่ามุมกองจะลดลง เมื่อใช้มอลโทเด็กซ์ทรินที่มีระดับของ DE ต่ำ และปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินที่สูงเป็นส่วนผสมในน้ำผึ้งผง โดยน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทริน DE 11 เป็นส่วนผสมจะมีค่ามุมกองต่ำกว่าน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทริน DE 18 เป็นส่วนผสม แต่เมื่อเปรียบเทียบน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมภายใน DE ระดับเดียวกัน พบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมปริมาณ 50% มีค่ามุมกองต่ำที่สุด และค่ามุมกองจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อปริมาณของมอลโทเด็กทรินที่เป็นส่วนผสมในน้ำผึ้งผงลดลงเป็น 40 และ 30% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทริน DE 11 ปริมาณ 50% เป็นส่วนผสมจะมีค่ามุมกอง

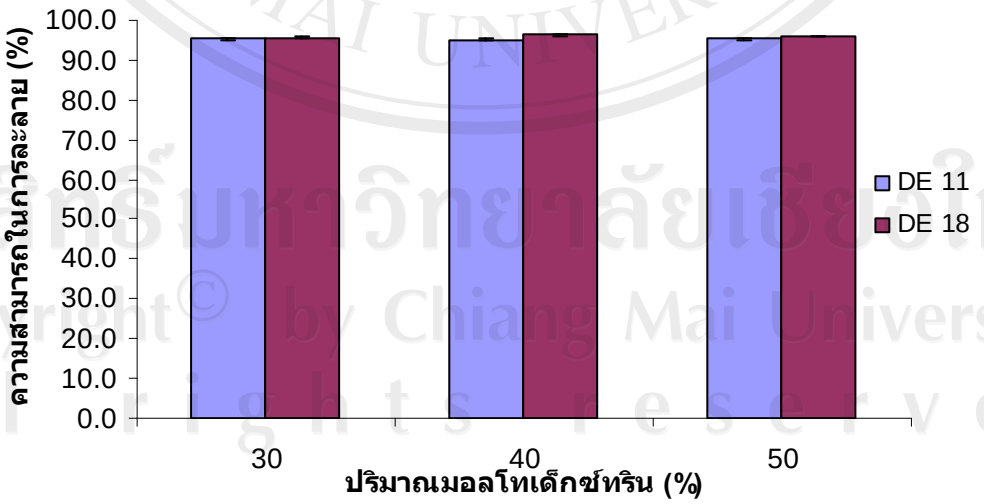
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่ำที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และค่ามุมกองจะเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์-ทริน DE 18 ปริมาณ 50% และ DE 11 ปริมาณ 40% เป็นส่วนผสม ซึ่งให้ค่ามุมกองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และค่ามุมกองของน้ำผึ้งผงมากกว่า 50° เมื่อมอลโทเด็กซ์ทรินที่ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำผึ้งผงมีค่า DE 11 ปริมาณ 30% และ DE 18 ปริมาณ 40% ซึ่งให้ค่ามุมกองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และน้ำผึ้งผงจะมีค่ามุมกองสูงที่สุดเมื่อใช้มอลโท-เด็กซ์ทริน DE 18 ปริมาณ 30% เป็นส่วนผสมในน้ำผึ้งผง

ดังนั้นน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทริน DE 11 ปริมาณ 50% เป็นส่วนผสม จะมีสมบัติในการไหลได้ดีที่สุด เนื่องจากมีค่ามุมกองต่ำที่สุดเท่ากับ $43.5 \pm 1.5^{\circ}$ การเติมมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีระดับของ DE ต่ำ และเติมในปริมาณมากขึ้นนั้น ทำให้น้ำผึ้งผงมีความสามารถในการไหลได้ดีกว่า เนื่องจากมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีระดับของ DE ต่ำ จะมีค่า T_g สูง และมีสมบัติในการไหลที่ดีกว่ามอลโทเด็กซ์ทรินที่มีระดับของ DE สูง (Rahman, 1995) เมื่อเปรียบเทียบกับดัชนีความสามารถในการไหลของ Carr Index พบว่ามุมกองดังกล่าวมีค่าอยู่ในช่วง $30\text{-}45^{\circ}$ แสดงว่ามีความสามารถในการไหลที่ดี (Geldart *et al.,* 2006)

4.1.6 ความสามารถในการละลาย

ความสามารถในการละลายของน้ำผึ้งที่ผสมมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีค่า DE และปริมาณแตกต่างกัน ซึ่งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งได้ผลดังรูปที่ 4.6



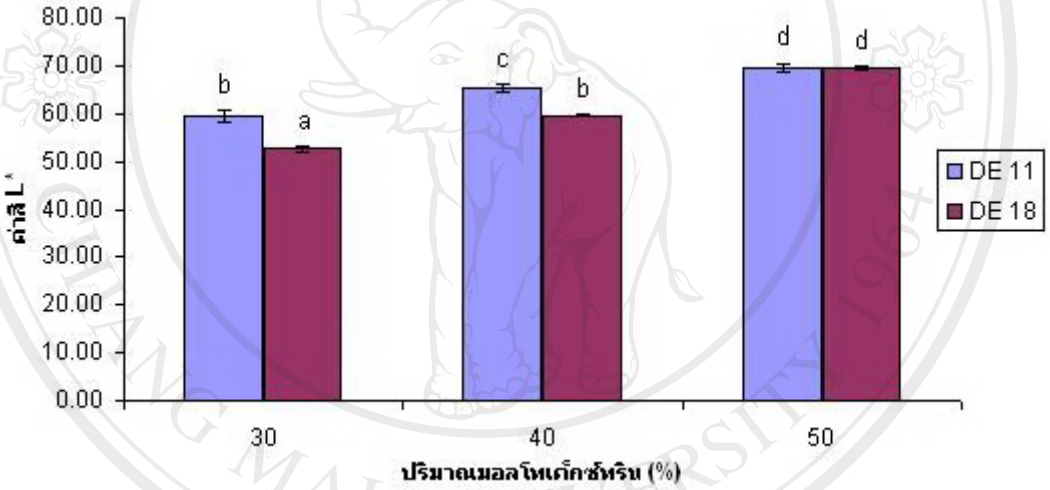
รูปที่ 4.6 ความสามารถในการละลายของน้ำผึ้งผง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรูปที่ 4.6 พบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 และ 18 ที่ปริมาณมอลโทเด็กซ์ทริน 30, 40 และ 50% มีค่าความสามารถในการละลายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 95.1-96.3% ซึ่งบ่งชี้ถึงการละลายที่ดีที่มีผลมาจากการละลายที่ดีของมอลโทเด็กซ์ทริน และการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งไม่มีผลต่อค่าการเกิด insoluble material เนื่องจากความร้อน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระดับของ DE และปริมาณการใช้ของมอลโทเด็กซ์ทรินที่ศึกษาไม่มีผลต่อความสามารถในการละลายของน้ำผึ้งผง

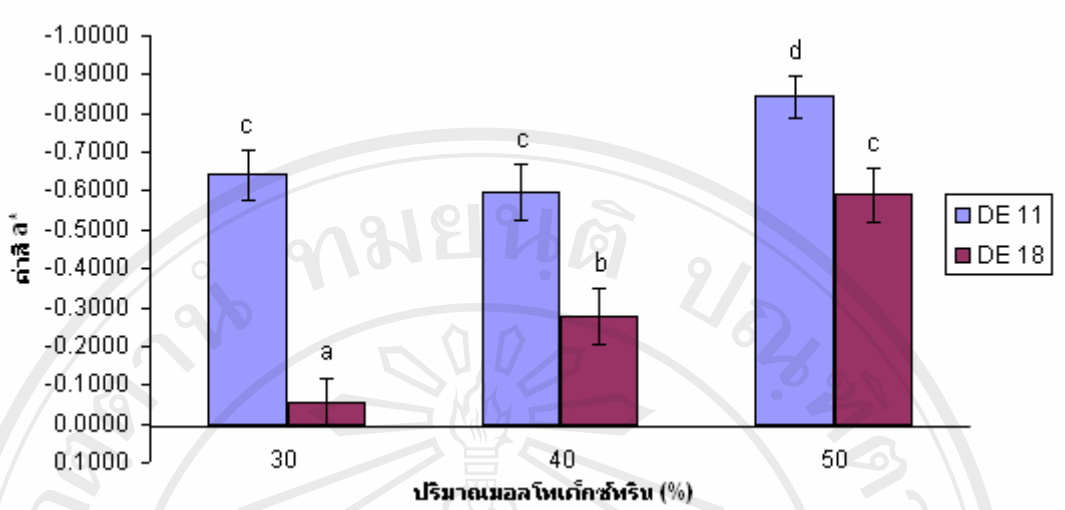
4.1.7 ค่าสีของน้ำผึ้งผง

ค่าสีของน้ำผึ้งผงถูกวิเคราะห์ในระบบ CIE L* a* b* ได้ผลดังรูปที่ 4.7 ถึง 4.9

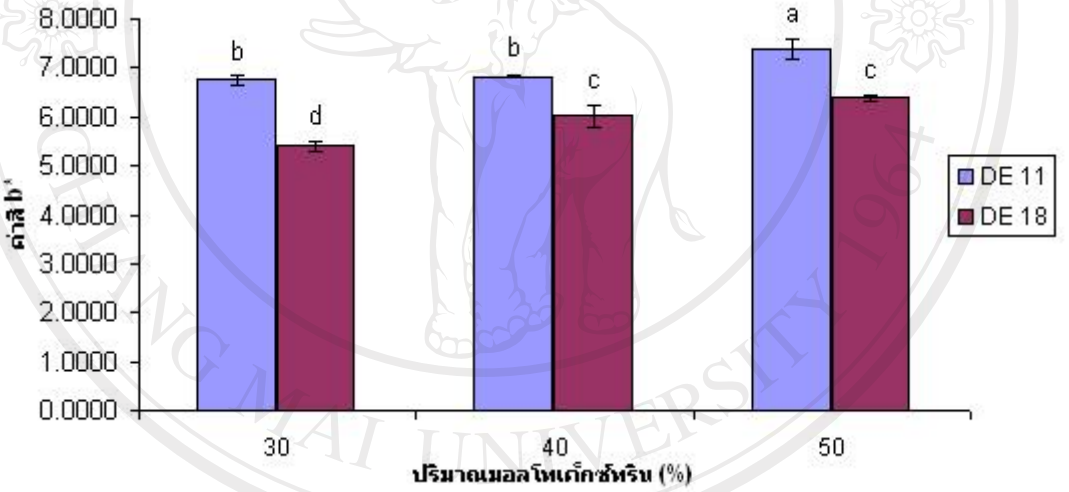


รูปที่ 4.7 ค่าสี L* ของน้ำผึ้งผง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.8 ค่าสี a* ของน้ำผึ้งผง



รูปที่ 4.9 ค่าสี b* ของน้ำผึ้งผง

จากรูปที่ 4.7 เป็นการวิเคราะห์ค่าสี L* ซึ่งอธิบายถึงความแตกต่างของแสงที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 (มืด) ถึง 100 (สว่าง) ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ โดยค่าสี L* มีค่ามาก แสดงว่าตัวอย่างมีความสว่างมาก จากการทดลองพบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 และ DE 11 ปริมาณ 50% ให้ค่าสี L* สูงที่สุด และมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่า L* เท่ากับ 69.68 และ 69.57 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าน้ำผึ้งผงดังกล่าวมีค่าความสว่างสูง และน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 40% ให้ค่าสี L* รองลงมา โดยมีค่าเท่ากับ 65.19 ทำให้ลักษณะของน้ำผึ้งผงดังกล่าวมีความสว่างน้อยลง นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 40% และ DE 11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณ 30% ให้ค่าสี L* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าสี L* เท่ากับ 59.63 และ 59.59 ตามลำดับ สำหรับน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 30% ให้ค่าสี L* ต่ำที่สุดคือ 52.59 ลักษณะของน้ำผึ้งผงจึงมีความสว่างน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากสีของมอลโทเด็กซ์ทรินมีสีขาวเมื่อนำมาผสมกับน้ำผึ้งจะทำให้สีของน้ำผึ้งผงอ่อนลง และมีความสว่างมากขึ้นตามปริมาณของมอลโทเด็กซ์ทรินที่เติมลงไป

สำหรับการวิเคราะห์สี a* แสดงดังรูปที่ 4.8 ซึ่งอธิบายถึงค่าสีที่อยู่ระหว่างสีเขียว (-a*) ถึงสีแดง (+a*) ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ จากการทดลองพบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 30% ให้ค่าสี a* สูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) โดยมีค่าสี a* เท่ากับ -0.06 ซึ่งแสดงว่าน้ำผึ้งผงดังกล่าวมีค่าสีอยู่ในช่วงสีเขียวเล็กน้อย และน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 40% ให้ค่าสี a* รองลงมา โดยมีค่าเท่ากับ -0.28 น้ำผึ้งผงดังกล่าวมีสีเขียวเพิ่มขึ้น สำหรับน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 30 และ 40% กับ DE 18 ปริมาณ 50% มีค่าสี a* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าสี a* เท่ากับ -0.64, -0.60 และ -0.59 ตามลำดับ ค่าสี a* น้อยที่สุดคือ น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 50% มีค่าเท่ากับ -0.84 จากค่าสี a* ที่ได้จากการทดลองแสดงว่าค่าสี a* ของน้ำผึ้งผงอยู่ในช่วงสีเขียวเพียงเล็กน้อย

นอกจากนี้ การวิเคราะห์สี b* แสดงดังรูปที่ 4.9 ซึ่งอธิบายถึงค่าสีที่อยู่ระหว่างสีเหลือง (+b*) ถึง สีฟ้า (-b*) ของตัวอย่างที่วิเคราะห์ จากการทดลองพบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 50% ให้ค่าสี b* สูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) โดยมีค่าสี b* เท่ากับ 7.39 ซึ่งแสดงว่าน้ำผึ้งผงดังกล่าวมีค่าอยู่ในช่วงสีเหลืองสูง และน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 30 และ 40% ให้ค่าสี b* รองลงมา โดยมีค่าเท่ากับ 6.76 และ 6.83 ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) นอกจากนี้น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 40 และ 50% มีค่าสี b* เท่ากับ 6.03 และ 6.39 ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนค่าสี b* น้อยที่สุดคือน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 30% มีค่าเท่ากับ 5.40 จากค่าสี b* ที่ได้จากการทดลองแสดงว่า น้ำผึ้งผงมีสีเหลืองที่มีความเข้มของสีตามลำดับของผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น

ดังนั้นจากการวิเคราะห์สี L* a* b* สรุปได้ว่าปริมาณของมอลโทเด็กทรินมีผลต่อสีของน้ำผึ้งผง โดยถ้ามีปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินน้อย สีของน้ำผึ้งผงจะออกไปทางสีของน้ำผึ้งมาก และถ้ามีปริมาณมอลโทเด็กทรินซ์มาก สีของน้ำผึ้งผงจะออกไปทางสีของมอลโทเด็กซ์ทริน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.8 การยอมรับทางประสาทสัมผัส

จากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีทดสอบความชอบด้วย 9 hedonic scale ในคุณลักษณะต่างๆ ของน้ำผึ้งผงผสมมอลโทเด็กซ์ทรินที่ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งดังนี้คือ สี กลิ่นน้ำผึ้ง รสหวาน ความเป็นเนื้อเดียว และความชอบโดยรวม ทำการทดสอบกับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ได้ผลดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.10 ถึง 4.14

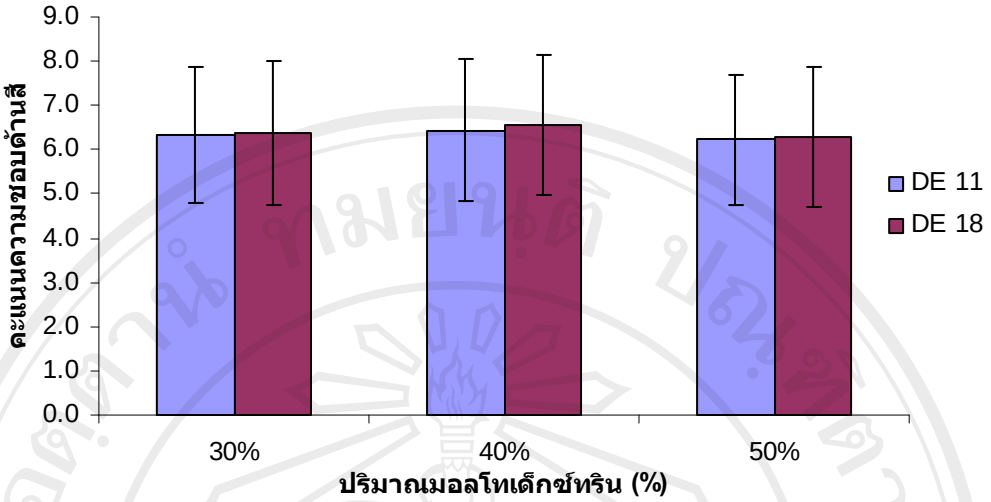
จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.10 แสดงข้อมูลการทดสอบความชอบต่อสีของผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผสมมอลโทเด็กซ์ทรินที่ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งพบว่าน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 และ DE 18 และปริมาณ 30, 40 และ 50% ผู้ทดสอบทั้ง 50 คน ให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งมีระดับความชอบเล็กน้อย โดยน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 30, 40 และ 50% มีคะแนนเท่ากับ 4.8-7.8, 4.8-8.0 และ 4.7-7.7 ตามลำดับ สำหรับน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 30, 40 และ 50% มีคะแนนเท่ากับ 4.8-8.0, 5.0-8.2 และ 4.7-7.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของน้ำผึ้งผงชงละลาย

DE ของมอล-โทเด็กซ์ทริน	ปริมาณของมอล-โทเด็กซ์ทริน(%)	คะแนนความชอบ				
		สี	กลิ่นน้ำผึ้ง	รสหวาน	ความเป็นเนื้อเดียว	ความชอบโดยรวม
11	30	6.3±1.5	6.2±1.3	6.5±1.5	7.6±1.1	6.7±1.2
11	40	6.4±1.6	6.2±1.4	5.9±1.3	7.4±1.3	6.3±1.3
11	50	6.2±1.5	6.0±1.4	5.9±1.7	7.3±1.2	6.4±1.3
18	30	6.4±1.6	6.0±1.4	6.2±1.7	7.5±1.2	6.7±1.4
18	40	6.6±1.6	6.0±1.5	5.8±1.5	7.3±1.3	6.6±1.3
18	50	6.3±1.6	6.2±1.3	5.9±1.7	7.3±1.3	6.4±1.4

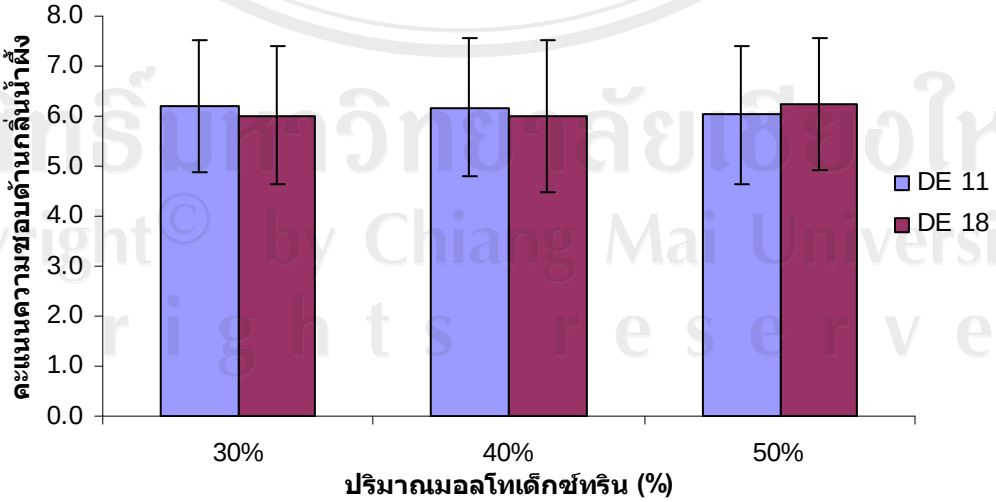
หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.10 ค่าคะแนนความชอบด้านสีของน้ำผึ้งผงชงละลาย

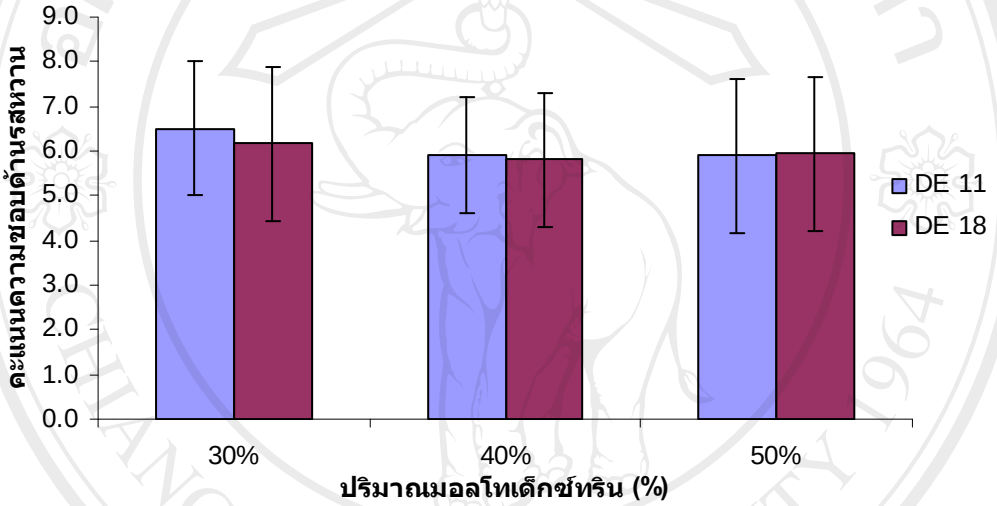
สำหรับการทดสอบความชอบต่อกลิ่นน้ำผึ้งของน้ำผึ้งผงชงละลาย แสดงดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.11 พบว่า ผู้ทดสอบทั้ง 50 คน ให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ต่อผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผสมมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีระดับของ DE และปริมาณแตกต่างกันที่ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีระดับความชอบเล็กน้อย โดยน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 30, 40 และ 50% มีคะแนนเท่ากับ 4.9-7.5, 4.8-7.6 และ 4.6-7.4 ตามลำดับ สำหรับน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 30, 40 และ 50% มีคะแนนเท่ากับ 4.6-7.4, 4.5-7.5 และ 4.9-7.5 ตามลำดับ



รูปที่ 4.11 ค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นน้ำผึ้งของน้ำผึ้งผงชงละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

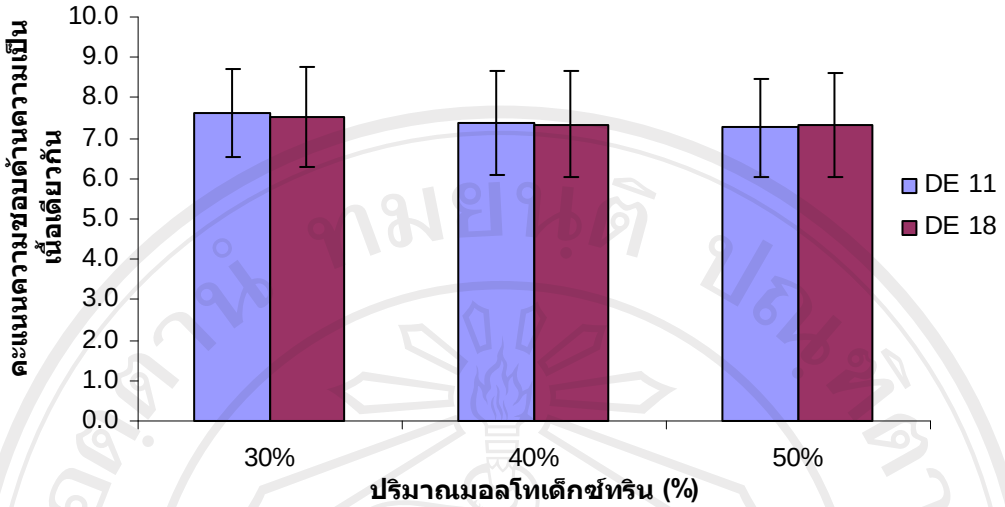
ในการทดสอบความชอบต่อรสหวานของผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผสมมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีระดับ DE และปริมาณแตกต่างกันที่ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.12 พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีระดับความชอบเล็กน้อย โดยน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 30, 40 และ 50% มีคะแนนเท่ากับ 5.0-8.0, 4.6-7.2 และ 4.2-7.6 ตามลำดับ สำหรับน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 30, 40 และ 50% มีคะแนนเท่ากับ 4.5-7.9, 4.3-7.3 และ 4.2-7.6 ตามลำดับ



รูปที่ 4.12 ค่าคะแนนความชอบด้านรสหวานของน้ำผึ้งผงชงละลาย

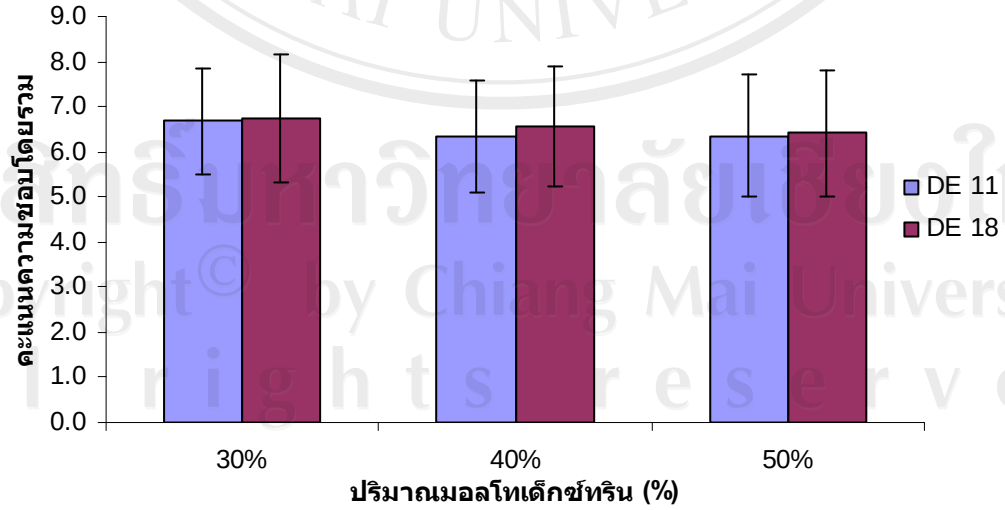
จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.13 แสดงถึงค่าความชอบต่อความเป็นเนื้อเดียวของผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผสมมอลโทเด็กซ์ทรินที่ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งพบว่า ผู้ทดสอบทั้ง 50 คน ให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีระดับความชอบปานกลาง โดยน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 30, 40 และ 50% มีคะแนนเท่ากับ 6.5-8.7, 6.1-8.7 และ 6.1-8.5 ตามลำดับ สำหรับน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์-ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของDE 18 ปริมาณ 30, 40 และ 50% มีคะแนนเท่ากับ 6.3-8.7, 6.0-8.6 และ 6.0-8.6 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.13 ค่าคะแนนความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวของน้ำผึ้งผงชงละลาย

นอกจากนี้การทดสอบความชอบโดยรวมพบว่า ผู้ทดสอบทั้ง 50 คน ให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีระดับความชอบเล็กน้อย ดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.14 โดยน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 30, 40 และ 50% มีคะแนนเท่ากับ 5.5-7.9, 5.0-7.6 และ 5.1-7.7 ตามลำดับ สำหรับน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 30, 40 และ 50% มีคะแนนเท่ากับ 5.3-8.1, 5.3-7.9 และ 5.0-7.8 ตามลำดับ



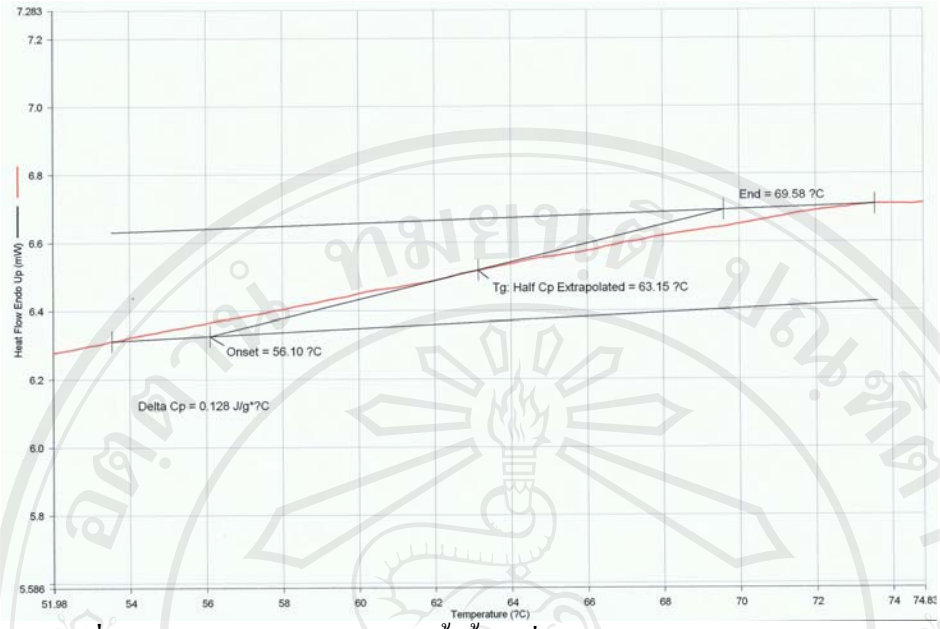
รูปที่ 4.14 ค่าคะแนนความชอบโดยรวมของน้ำผึ้งผงชงละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2 สภาวะที่เหมาะสมต่อการแห้งแบบแช่เยือกแข็งของน้ำผึ้งผสมมอลโทเด็กซ์ทริน

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยรวมพบว่าปริมาณ a_w ปริมาณความชื้น sorption isotherm ความสามารถในการละลาย และการยอมรับทางประสาทสัมผัส มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่การวิเคราะห์ T_g พบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทริน DE 18 ปริมาณ 50% เป็นส่วนผสมจะมีค่า T_g สูงที่สุด ดังรูป 4.15 และน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 11 ปริมาณ 30% มีค่า T_g ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการไหลด้วยวิธีวัดค่ามุมกอง พบว่า น้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทริน DE 11 ปริมาณ 50% เป็นส่วนผสมมีค่ามุมกองต่ำที่สุด และน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินเป็นส่วนผสมที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 30% มีค่ามุมกองสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งของน้ำผึ้งผงคือ การผสมมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีระดับของ DE 18 ปริมาณ 50% ถึงแม้ว่าตามทฤษฎีกล่าวว่า มอลโทเด็กซ์ทรินที่มีค่า DE 11 จะมีค่า T_g สูงกว่า DE 18 (Rahman, 1995) ซึ่งเมื่อนำมอลโทเด็กซ์ทรินที่มีค่า DE 11 ไปผสมในน้ำผึ้ง และนำไปทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งควรจะมีค่า T_g สูงกว่าน้ำผึ้งผงที่มีที่มีมอลโทเด็กซ์ทริน DE 18 เป็นส่วนผสมในปริมาณที่เท่ากัน แต่ในผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผงที่มีผสมมอลโทเด็กซ์ทริน DE 18 ปริมาณ 50% เป็นส่วนผสมจะมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าจึงทำให้มีค่า T_g ของผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผงดังกล่าวมีค่าสูงกว่า เนื่องจากปริมาณความชื้นในตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่า T_g ของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผง ซึ่งเป็นผลมาจากค่า T_g ของน้ำก็มีค่าต่ำถึง -135°C (Onwulata, 2005) ดังนั้นจึงเลือกน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินระดับของ DE 18 ปริมาณ 50% เป็นส่วนผสมเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งของผลิตภัณฑ์น้ำผึ้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.15 DSC thermogram ของน้ำผึ้งผงที่มีมอลโทเด็กซ์ทริน DE 18 ปริมาณ 50% เป็นส่วนผสม

4.3 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผงที่ผลิตในสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง

การวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา และทางเคมีของน้ำผึ้งผงที่ผลิตในสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา และทางเคมี

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพ	ผลการตรวจวิเคราะห์
1. จุลชีววิทยา	
- Total bacteria count	<10 cfu/g
- Coliform bacteria count	<3.0 MPN/g
- Yeast and Mold count	<10 cfu/g
2. เคมี	
- Reducing sugar	51 mg
- Acidity	35 milliequivalent/kg
- Hydroxymethylfurfural	8.3 mg/kg
- Arsenic	ไม่พบ
- Lead	ไม่พบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำผึ้งผงที่ผลิตในสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง แสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่า การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาได้แก่ จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด และ จำนวนยีสต์และรา พบว่ามีจำนวนเท่ากับ <10 cfu/g รวมทั้งแบคที่เรียโคลิฟอร์มมีจำนวนเท่ากับ <3.0 MPN/g แสดงว่าผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผงมีความสะอาด และปลอดภัยไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีได้แก่ reducing sugar มีปริมาณเท่ากับ 51 mg ซึ่งมีปริมาณที่ต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำผึ้งธรรมชาติที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่น้อยกว่า 65 mg (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2539) เนื่องจากมีการเติมมอลโท-เด็กซ์ทรินทำให้ปริมาณ reducing sugar ลดลง ค่า acidity มีปริมาณเท่ากับ 35 milliequivalent/kg โดยค่า acidity ของน้ำผึ้งนั้นเป็นค่าของกรดกลูโคนิกที่เกิดจากน้ำตาลกลูโคสในน้ำผึ้งทำปฏิกิริยากับออกซิเจน และน้ำ ซึ่งเกิดจากน้ำผึ้งสัมผัสกับอากาศหรือมีการเติมน้ำลงไปในน้ำผึ้งเพื่อเพิ่มปริมาณในเชิงการค้า (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2539) ปริมาณ Hydroxymethylfurfural เท่ากับ 8.3 mg/kg ซึ่งมีปริมาณที่ต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำผึ้งธรรมชาติที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน 40 mg/kg โดย Hydroxymethylfurfural จะพบในน้ำผึ้งที่ผ่านการระเหยความร้อนที่อุณหภูมิสูงหรือน้ำผึ้งที่เก็บไว้เป็นระยะเวลานาน เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายน้ำตาลฟรุกโทส ในสภาพที่เป็นกรดอ่อนของน้ำผึ้ง (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2539) นอกจากนี้ยังไม่พบสารหนู และตะกั่วในผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งผงอีกด้วย สาเหตุที่ต้องมีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารหนูและตะกั่วในน้ำผึ้งคือ มาตรฐานที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารหนูและตะกั่วในน้ำผึ้งนั้นได้มีการใช้มาตั้งแต่สมัยอดีตที่มีการเลี้ยงผึ้งในสภาวะแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนของสารตะกั่วในสภาพอากาศที่มาจากการใช้รถยนต์ที่ไม่ใช้น้ำมันไร้สารตะกั่ว และสารหนูนั้นปนเปื้อนมากับดิน น้ำ อากาศ ต้นไม้ในบริเวณที่เลี้ยงผึ้ง ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์ทางคุณภาพจึงสรุปได้ว่า น้ำผึ้งผงที่ผลิตในสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็งมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved