บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำผึ้ง (honey)

น้ำผึ้ง เป็นผลิตภัณฑ์ที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในด้านอาหารสุขภาพ เป็นสิ่งที่ใช้ปรุงรสเพื่อให้ความหวานมาตั้งแต่อดีตกาล และในปัจจุบันน้ำผึ้งมีความสำคัญอย่างมากทางด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นสินค้าส่งออกและสร้างรายได้ให้กับประเทศไทยเพิ่มขึ้นทุกปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) โดยน้ำผึ้งเกิดจากการที่ผึ้งงานบินไปดูดน้ำหวานจากจากต่อมน้ำหวานของพืชชนิดต่าง ๆ ที่เรียกว่าน้ำต้อย แล้วเก็บไว้ในส่วนของทางเดินอาหารที่มีลักษณะเป็นถุง เพื่อใช้เก็บน้ำผึ้งโดยเฉพาะ เมื่อผึ้งบินกลับมาผึ้งรังก็จะคายน้ำผึ้งให้ผึ้งอีกกลุ่มหนึ่งนำไปเก็บไว้ในหลอดรวงซึ่งก็จะมีน้ำย่อยบางชนิดผสมเข้าไปด้วย จากนั้นผึ้งงานจะทำการบ่ม โดยการกระพือปีกเพื่อลดความชื้น ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและทางกายภาพ จนได้เป็นน้ำผึ้งในที่สุด ซึ่งจะมีความชื้นประมาณร้อยละ 20 ผึ้งงานจึงปิดฝาหลอดรวงด้วยไขผึ้ง (สิริวัฒน์และคณะ, 2528)

2.1 ชนิดของน้ำผึ้ง

จากการที่ผึ้งงานบินออกไปหาอาหารนั้นผึ้งสามารถแยกระดับความหวานของแหล่งน้ำหวานได้ และจะเลือกดูดน้ำหวานจากพืชที่ให้ความหวานมากกว่า แสดงให้เห็นว่าผึ้งงานมีประสาทสัมผัสที่มีประสิทธิภาพ และจากการที่ผู้เลี้ยงผึ้งมีการจัดการเลี้ยงผึ้งไว้บริเวณที่มีพืชชนิดเดียวกันที่บานพร้อมกันในปริมาณมาก ทำให้น้ำผึ้งส่วนใหญ่เป็นน้ำผึ้งที่มาจากพืชนิดเดียวกัน จึงสามารถระบุได้ว่าน้ำผึ้งนั้นเป็นน้ำผึ้งชนิดใดตามพืชอาหารของผึ้ง เช่น การบ่งบอกว่าเป็นน้ำผึ้งลำไย น้ำผึ้งสาบเสือ น้ำผึ้งทานตะวัน น้ำผึ้งลิ้นจี่ เป็นต้น ซึ่งน้ำผึ้งแต่ละชนิดก็จะมีกลิ่น สี รส ที่แตกต่างกันไป (ไชยา , 2531) นอกจากนี้ยังมี น้ำผึ้งป่า ซึ่งเป็นผลผลิตจาก ผึ้งที่มาจากรังผึ้งตามธรรมชาติที่ได้จากการตีผึ้ง เช่น ผึ้งหลวง หรืออาจจะเป็น น้ำผึ้งที่ได้จากพันธุ์ผึ้ง เลี้ยงที่เก็บสะสมน้ำหวานจากดอกไม้นานาพันธุ์ เช่น ผึ้งโพรง และผึ้งพันธุ์

ชนิดพืชอาหารของผึ้งจำแนกได้ดังนี้

1. พืชที่มีปริมาณน้ำหวานมากแต่เกสรน้อย ได้แก่ ลิ้นจี่ เงาะ สาบเสือ
2. พืชที่มีปริมาณน้ำหวานน้อยแต่เกสรมาก ได้แก่ พืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าวโพด
3. พืชที่ให้ทั้งเกสรและน้ำหวานในปริมาณสมดุลพอสมควร ได้แก่ นุ่น ลำไย ทานตะวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1 ฤดูกาลเก็บน้ำหวานของผึ้ง (วิฑูรย์และคณะ, 2547)

ชนิดน้ำผึ้ง	ฤดูกาลเก็บน้ำหวาน
น้ำผึ้งลำไย	กุมภาพันธ์ – เมษายน
น้ำผึ้งลิ้นจี่	มกราคม- มีนาคม
น้ำผึ้งเงาะ	มกราคม-กุมภาพันธ์
น้ำผึ้งนุ่น	ธันวาคม- มกราคม
น้ำผึ้งมะพร้าว	ตลอดปี
น้ำผึ้งทานตะวัน	พฤศจิกายน- ธันวาคม
น้ำผึ้งสาบเสือ	พฤศจิกายน- ธันวาคม
น้ำผึ้งยางพารา	มีนาคม-เมษายน

2.2 องค์ประกอบของน้ำผึ้ง

2.2.1 กลุ่มฟลาโวนอยด์

สารพฤกษเคมีในกลุ่มของฟลาโวนอยด์นี้เป็นสารประกอบจำพวกโพลีฟีนอล (polyphenolic compounds) มีสูตรโครงสร้างหลักเป็นฟลาแวน (flavan) มักมีสีสันหลากหลายสวยงาม พบได้อย่างกว้างขวางใน ดอกไม้ ผลไม้ และ พืชนานาพันธุ์ สารกลุ่ม ฟลาโวนอยด์ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพและในปัจจุบันได้รับความสนใจในการศึกษาวิจัยเพื่อนำมาใช้ในทางยา อาหารและเครื่องสำอางเป็นอย่างมาก (ปรีชา, 2549) นอกจากนี้มีการศึกษาการใช้สารฟลาโวนอยด์โดยการทาภายนอกมีประสิทธิภาพต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าวิตามิน C ประมาณ 20 เท่า ดีกว่าวิตามิน E ประมาณ 50 เท่า นอกจากนี้สารฟลาโวนอยด์ยังสามารถใช้กันหืนสำหรับน้ำมันพืชได้ด้วย นอกจากมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแล้วยังมีสมบัติอื่นด้วย เช่น ทำให้การหมุนเวียนของโลหิตดีขึ้น ฟลาโวนอยด์บางประเภทมีสรรพคุณบรรเทาอาการอักเสบ ต้านไวรัสและช่วยบำรุงตับให้แข็งแรง สารพฤกษเคมีในกลุ่มฟลาโวนอยด์ เช่น เคอซิติน (quercetin) สามารถยับยั้งเอนไซม์ xenthine oxidase และต้านออกซิเดชันของสารไขมัน (ในหลอดทดลอง) เสริมความแข็งแรงของหลอดเลือดฝอย ต้านการอักเสบและฆ่าเชื้อโรคได้ดี นอกจากนี้มีการรายงานว่า สาร เคอซิติน สามารถยับยั้งเอนไซม์ elastase, collagenase, hyaluronidase และ tyrosinase ได้ จึงนำมาใช้ในเครื่องสำอางชะลอความแก่และขจัดฝ้าได้ สารฟลาโวนอยด์ (บริสุทธิ์) ใช้ในเครื่องสำอางในความเข้มข้นเพียง 0.05-0.15% และยังไม่พบผลข้างเคียง (อ้อมบุญ, 2536)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2 กลุ่มสารประกอบฟีนอลิค

สารประกอบฟีนอลิคจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอก นอกจากน้ำผึ้งแล้ว สามารถพบ ได้ในพืชผัก ผลไม้ ชาเขียว ชาดำ ช็อกโกแลต และไวน์แดง เป็นต้น ปัจจุบันพบสารประกอบฟีนอลิคมากกว่า 8,000 ชนิด แม้ว่าปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิคในธรรมชาติจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน แต่พบว่าปริมาณโดยเฉลี่ยที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 20 มิลลิกรัม - 1 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าวิตามินอีที่ได้รับต่อวัน สารโพลีฟีนอลิคเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญ เนื่องจากมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ไวรัส ต้านการอักเสบ การแพ้ และมีคุณสมบัติในการสลายลิ่มเลือด รวมไปถึงการเป็นสารต้านการก่อมะเร็ง และสามารถลดความดันโลหิตจากฤทธิ์ขยายหลอดเลือด เหล่านี้เป็นต้น ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูล (โอภา , 2549) เป็นสารที่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนเบนซีนที่มีจำนวนหมู่ไฮดรอกซี (-OH) เกาะอยู่อย่างน้อยหนึ่งกลุ่ม มักรวมอยู่กับโมเลกุลของน้ำตาล ใน รูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycoside) และพบในส่วนของช่องว่างภายในเซลล์ สารฟีนอลิคเป็นสารกลุ่มใหญ่มีสูตรโครงสร้างและคุณสมบัติแตกต่างกันในแต่ละประเภทสามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้ (ศิริวรรณและสุวรรณา, 2527)

1. สารประกอบฟีนอลแบบง่าย (simple phenolic compound) เป็นสารที่พบทั่วไปในธรรมชาติ โดยมีวงแหวนเบนซีนเพียง 1 วงเท่านั้น ได้แก่ กลุ่มฟีนอล (phenol) กลุ่มกรดฟีนอลิค (phenolic acid)
2. ฟีนิลโพรพานอยด์ (phenylpropanoid) เป็นสารที่มีองค์ประกอบของวงแหวนเบนซีนต่อกับสายของคาร์บอนอีก 3 อะตอม ส่วนมากเป็นองค์ประกอบของลิกนิน เช่น p-coumaric acid, caffeic acid, ferulic acid
3. โพลีฟีนอล (polyphenol) เป็นสารที่มีโครงสร้างของฟีนอลหรือฟีนิลโพรพานอยด์หลายวงมาต่อกัน สูตรโครงสร้างคือ (-C6-C3-C6-)n และ (-C6-C3-)n ตามลำดับสามารถยับยั้งโลหะซึ่งเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสร้างอนุมูลอิสระโดยเป็นตัวให้โปรตอนหรืออิเล็กตรอนแก่โลหะ ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นสารประกอบกลุ่มใหญ่ มีสูตรโครงสร้างคือ -C6-C3-C6- หรือ -C6-C1-C6- หรือ -C6-C2-C6- (C6 คือ หมู่ ฟีนอล) สารในกลุ่มนี้ได้แก่ flavon-3-ols, flavone, flavan-3-ols, flavanone, anthocyanin (Rice-Evans *et al*., 1997)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.3 สารอื่น ๆ (Bogdanov, 2009)

น้ำผึ้งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตเป็นหลักประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง น้ำตาลที่พบในน้ำผึ้งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ ฟรุกโตส และ กลูโคส ซึ่งน้ำผึ้ง 2 ชนิดนี้มี

ความสำคัญในการบ่งบอกชนิดของน้ำผึ้ง นอกจากนี้ยังมีน้ำตาลชนิดอื่นๆ เกือบ 25 ชนิด ที่พบ เช่น ซูโครส มอลโตส เทรฮาโลส ทูราโนส น้ำตาลฟรุกโตส

กรด และค่า pH มีความสำคัญต่อรสของน้ำผึ้ง โดยกรดที่พบในน้ำผึ้งประกอบด้วย กรดกลูโคนิค ซึ่งเป็นตัวหลักที่พบ นอกจากนี้ยังพบ เช่น ฟอร์มิก อะซีติก ซิตริก แลคติก มาลิก เป็นต้น โดยปกติแล้วค่า pH ของน้ำผึ้งจะอยู่ในช่วง 3.3-4.6

โปรตีน กรดอะมิโนและเอนไซม์ ในน้ำผึ้งมีประมาณ 0.7 % ถือว่าพบในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ แต่อย่างไรก็ตามองค์ประกอบส่วนนี้มีความสำคัญในการบ่งบอกคุณภาพของน้ำผึ้ง โดยเฉพาะกรดอะมิโนโพรลีน น้ำผึ้งที่มีคุณภาพดีจะมีปริมาณของโพรลีนมากกว่า 200 mg/kg แต่กรดอะมิโนชนิดอื่น ๆ ไม่ได้เป็นตัวตัดสินคุณภาพของน้ำผึ้ง เอนไซม์พี่พบในน้ำผึ้งได้แก่ เอนไซม์ ไดเอสเตส เป็นตัวที่แสดงถึงความสดใหม่ของน้ำผึ้ง เอนไซม์อินเวอร์เทสซึ่งย่อยซูโครสให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ น้ำตาล ฟรุกโตสและกลูโคส เอนไซม์คะตะเลส ซึ่งสามารถเปลี่ยนเปอร์ออกไซม์เป็นน้ำและออกซิเจน นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์อีกหนึ่งตัวที่สำคัญคือ กลูโคสออกซิเดส ทำหน้าที่ผลิตสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และกรดกลูโคนิคจากกลูโคส ซึ่งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคได้

แร่ธาตุ พบอยู่ในช่วง 0.02-1.03 g/100 g ชนิดหลักที่พบในน้ำผึ้งคือโพแทสเซียม นอกจากนี้ยังมี Mg, Ca, Al, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Co, Cr, Ni, Cd และ P

กลิ่น รส และสารโพลีฟีนอล ในน้ำผึ้งแต่ละชนิดจะมีความหวาน รสชาติ ที่แตกต่างกันไปตามแหล่งน้ำหวาน ดังนั้นกลิ่นรสสามารถใช้บ่งชนิดของน้ำผึ้งได้ น้ำผึ้งจะมีปริมาณของสารโพลีฟีนอล ที่แตกต่างกันด้วย สารโพลีฟีนอลส่วนใหญ่จะเป็นสารฟลาโวนอยด์ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชั่นหรือสารต้านอนุมูลอิสระ จะเห็นได้ว่า ส่วนประกอบของน้ำผึ้งนอกจากมีคุณสมบัติทางโภชนาการแล้ว ยังมีสรรพคุณทางยาด้วย ดังนั้นสามารถสรุปองค์ประกอบของน้ำผึ้งได้ดังตาราง 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2 รายละเอียดองค์ประกอบของน้ำผึ้ง

องค์ประกอบของน้ำผึ้ง	
น้ำ	17.20 %
ฟรุกโทส	38.91 %
กลูโคส	31.29 %
ซูโครส	1.31 %
น้ำตาลอื่นๆ	8.8 %
กรดรวม	0.57 %
เกลือแร่	0.16 %
ไนโตรเจน	0.041 %
สารที่ไม่ทราบชนิด	2.43 %

ที่มา : พงศ์เทพ, 2534

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแหล่งน้ำหวานที่ได้จากพืช (Blossom honey) กับแหล่งน้ำหวานจากแหล่งอื่น (Honeydew honey) ดังตาราง 3 จะเห็นได้ว่าแหล่งที่มาของน้ำผึ้งทำให้องค์ประกอบของน้ำผึ้งแตกต่างกันไปไม่มากก็น้อย นอกจากนี้ในต่างประเทศมีการศึกษาองค์ประกอบของน้ำผึ้งชนิดต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องเช่นกัน ยกตัวอย่างองค์ประกอบของน้ำผึ้งที่มาจากต่างประเทศ ดังตาราง 4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3 องค์ประกอบของน้ำผึ้งจากแหล่งน้ำหวานที่มาจากพืช และที่มีจากแหล่งอื่น

องค์ประกอบ (g/100 g)	Blossom honey		Honeydew honey	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด
น้ำ	17.2	15-20	16.3	15-20
Monosaccharides				
ฟรุกโตส	38.2	30-45	31.8	28-40
กลูโคส	31.3	24-40	26.1	19-32
Disaccharides				
ซูโคส	0.7	0.1-4.8	0.5	0.1-4.7
อื่น ๆ	5.0	2-8	4.0	1-6
Trisaccharides				
เมเลซิโตส	< 0.1	-	4.0	0.3-22.0
เออโลส	0.8	0.5-6	1.0	0.1-6
อื่น ๆ	0.5	0.5-1	3.0	0.1-6
โอลิโกแซคคาไลด์อื่น ๆ	3.1	-	10.1	-
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	79.7	-	80.5	-
แร่ธาตุ	0.2	0.1-0.5	0.9	0.6-2.0
กรดอะมิโนและโปรตีน	0.3	0.2-0.4	0.6	0.4-0.7
กรด	0.5	0.2-0.8	1.1	0.8-1.5
ค่า pH	3.9	3.5-4.5	5.2	4.5-6.5

ที่มา : White, *et al.*, 1975 และ Bogdanov, *et al.*, 2003

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4 องค์ประกอบของน้ำผึ้งจากต่างประเทศ 3 ชนิด ด้วยกัน คือ Heteroflora, Chestnut และ Rhododendron

องค์ประกอบ	Heteroflora	Chestnut	Rhododendron
ปริมาณความชื้น (%,W/W)	17.0 ± 1.5	19.7 ± 1.7	19.0 ± 1.3
ปริมาณเถ้า (%,W/W)	0.20 ± 0.04	0.50 ± 0.03	0.24 ± 0.03
ปริมาณกรดทั้งหมด (meq/kg)	29.4 ± 1.5	36.7 ± 1.9	33.6 ± 2.1
ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (%,W/W)	0.16 ± 0.02	0.170 ± 0.009	0.065 ± 0.006
น้ำตาลซูโคส (%,W/W)	1.47 ± 0.05	2.87 ± 0.006	3.34 ± 0.005
Invert sugar (%,W/W)	65.8 ± 5.3	66. 8± 6.2	65.9 ± 5.9
HMF (mg/kg)	19.2 ± 2.0	28.6 ± 1.9	24.1 ± 2.1
ค่าไดแอสเตสแอคติวิตี	17.9 ± 1.3	17.7 ± 1.4	23.0 ± 2.1
Water-insoluble fraction (%,W/W)	0.085 ± 0.004	0.05 ± 0.005	0.07 ± 0.003

ที่มา : Küçük *et al.*, 2007

2.3 สมบัติทางชีวภาพของน้ำผึ้ง

2.3.1 ความสามารถต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity)

Oxidative stress อธิบายได้ว่าภาวะที่เกิดความไม่สมดุลกันระหว่างการผลิตอนุมูลอิสระ (free radical) และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) ให้กับสิ่งมีชีวิต ซึ่งอนุมูลอิสระสามารถเกิดขึ้นเองโดยกระบวนการเมตาบอลิซึมภายในเซลล์หรือถูกกระตุ้นจากภายนอกเซลล์ที่มาจากสิ่งแวดล้อมภายนอกร่างกาย ได้แก่ รังสี ก๊าซออกซิเจน สารเคมี ยา สิ่งปนเปื้อนในอากาศ สารปรุงแต่งอาหาร และอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถทำความเสียหายให้แก่ภายในเซลล์ได้ (Cheeseman and Slater, 1993) หากอนุมูลอิสระมีมากเกินกว่าร่างกายจะกำจัดได้จะก่อให้เกิดอันตรายแก่สารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ทำให้เกิดโรคตามมา เช่น โรคหัวใจ เบาหวาน ต้อกระจก โรคหืดหอบ โรคหลอดลมอักเสบ โรคเกี่ยวกับระบบประสาท และโรคมะเร็งต่าง ๆ ดังนั้นเมื่อร่างกายไม่สามารถกำจัดอ นุมูลอิสระส่วนเกินได้หมดจึงจำเป็นต้องพึ่งสารต้านอนุมูลอิสระจากภายนอกเพื่อยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระ (Papas, 1998)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำผึ้งมีสารที่ให้ antioxidant activity ได้แก่ glucose oxidant, catalase, ascorbic acids, flavonoids, phenolic acids, carotenoid derivatives, Maillard reaction products, กรดอมิโน และโปรตีน ดังเช่นการยับยั้ง lipoprotein oxidation (in vitro) ในเซรั่มของมนุษย์ ของสารในกลุ่มฟีนอลิค (Gheldof *et al*., 2003) และมีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับ antioxidant activity ในการจำลองระบบ lipid peroxidation ของน้ำผึ้ง buckwheat เทียบกับวิตามินอี 1 mM พบว่ามี antioxidant activity ที่คล้ายคลึงกัน (Nagai *et al.*, 2006) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยถึงปริมาณสาร antioxidant ที่มีอยู่ในพลาสมา เมื่อรับประทานน้ำผึ้งเข้าไป พบว่าน้ำผึ้งไปเพิ่มสาร antioxidant และมีการลดลงของปริมาณเซรัมในพลาสมา (Schramm *et al.*, 2003) อีกกรณีหนึ่งมีการให้อาหารเสริมในแต่ละวันร่วมกับการให้น้ำผึ้ง 1.2 g/kg ของน้ำหนักตัว พบว่าน้ำผึ้งจะช่วยเพิ่ม antioxidant ในเลือด โดยมีการเพิ่มขึ้นของ vitamin C 47 %, β-carotene 3 %, uric acid 12 %, glutathione reductase 7 % (Al-Waili, 2003)

2.3.2 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรค (Antibacterial activity)

น้ำผึ้งมีความสามารถในการยับยั้ง จุลินทรีย์ รา และแบคทีเรียได้ดี โดยเฉพาะแบคทีเรีย แกรมบวกในหลายชนิดที่มีความสามารถในการก่อโรค ทั้ง bacteriostatic และ bactericidal นอกจากนี้ยังมีรายงานที่แสดงว่าน้ำผึ้งสามารถยับยั้ง *Rubella* virus (in *vitro*) (Zeina et al., 1996), *Leishmania* (Zeina *et al.*, 1997) และ *Echinococcus* (Kilicoglu *et al.*, 2006) เนื่องด้วยน้ำผึ้งมีคุณสมบัติเฉพาะตัวดังรายงานของ Molan (1996) คือ

แรงดันออสโมซิส

เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำผึ้ง เมื่อหักปริมาณน้ำหรือความชื้นออก 95-99 % ที่เหลือจะเป็นน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่น้ำตาลที่พบจะเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว คือ กลูโคสและฟรุกโทส จึงทำให้เกิดแรงดันออสโมซิส เกิดการดูดซึมน้ำออกจากเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ นอกจากนี้น้ำผึ้งยังมีค่า water activity (a_w) 0.562–0.62 ทำให้จุลินทรีย์ส่วนมากเจริญไม่ได้ แต่มียีสต์บางชนิดสามารถเจริญได้ จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียในน้ำผึ้ง

ความเป็นกรด

ในน้ำผึ้งจะมีความเป็นกรดสูง โดยมีค่า pH 3.2–4.5 ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ส่วน pH ที่เป็นกลาง จะเป็น pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ส่วนมาก สำหรับค่า pH ต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้นั้น จะมีค่าที่แตกต่างกันออกไปเช่น *Escherichia coli* เท่ากับ 4.3, *Salmonella* sp. เท่ากับ 4.0, *Pseudomonas aeruginosa* เท่ากับ 4.4 และ *Streptococcus pyogenes* เท่ากับ 4.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารต้านแบคทีเรียตัวหลักที่ถูกค้นพบ โดยถูกสร้างขึ้นจากกลไกของเอนไซม์ในน้ำผึ้ง โดยเอนไซม์กลูโคสออกซิเดสที่หลั่งออกมาจากต่อม hypopharyngeal ของผึ้ง จะช่วยเปลี่ยนน้ำหวานจากดอกไม้ให้กลายเป็นน้ำผึ้ง และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะถูกสร้างขึ้นโดยปฏิกิริยา

$$C_6H_{12}O_6 + H_2O + O_2 \xrightarrow{\text{glucose oxidase}} C_6H_{12}O_7 + H_2O_2$$

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะทำปฏิกิริยาเป็นสารฆ่าเชื้อ ในระหว่างที่น้ำผึ้งได้รับการบ่มอย่างเพียงพอและจะสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในปริมาณต่ำ เนื่องจากสารดังกล่าวแตกตัวได้ง่าย และ หากอยู่ในสภาพที่มีไอออนของโลหะหนักและมีวิตามินซีในน้ำผึ้ง สารเหล่านี้จะไปสลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้กลายเป็นออกซิเจนและน้ำ

สารเคมีในน้ำผึ้ง

การค้นพบสารในน้ำผึ้งที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้นอกจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เช่น pinocembrin, benzyl alcohol, 3,5-dimethoxy-4-hydroxybenzoic acid (syringic acid), methyl 3,5-dimethoxy-4-hydroxybenzote (methyl syringate), 3,4,5-trimetho xybenzoic acid, 2-hydroxy-3-phenylpropionic acid, 2-hydroxybenzoicacid และ 1,4-dihydroxybenzene

2.4 คุณค่าของน้ำผึ้งและผลิตภัณฑ์จากน้ำผึ้ง

คุณค่าทางอาหาร น้ำผึ้งเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ที่มีกลิ่นหอม แตกต่างกันไปตามชนิดของน้ำผึ้ง จึงนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร เพื่อช่วยเสริมรสชาติและกลิ่น น้ำตาลในน้ำผึ้งจะถูกนำไปเผาผลาญเป็นพลังงานออกมา และความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย บำรุงสมองให้แข็งแรงและสดชื่นแจ่มใส นอกจากนี้ยังสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด ที่ผ่านมามีการนำน้ำผึ้งมาทำเป็นผลึกเพื่อสะดวก และง่ายต่อการบริโภค เช่นนำมาเป็นส่วนประกอบของอาหาร ใช้เพื่อปรุงรสหวานของชา กาแฟ เป็นต้น (Borisovich and Rinatovna, 2009)

คุณค่าทางยารักษาโรค นิยมนำน้ำผึ้งมาเป็นส่วนผสมในยาสมุนไพรหลายชนิดเพื่อใช้ในการรักษาโรคต่าง ๆ ได้ เช่น แก้ไอ เจ็บคอ หลอดลมอักเสบ ขับเสมหะ ทดแทนการสูญเสียน้ำในผู้ป่วยที่มีอาการท้องเดิน ช่วยเร่งให้ลำไส้ที่อักเสบมีการฟื้นตัวเร็วขึ้น และรักษาบาดแผล เนื่องจากมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค และสรรพคุณในการลดอักเสบ ช่วยเร่งการสร้างเนื้อเยื่อใหม่ น้ำผึ้งจึงใช้สมานแผลชนิดต่าง ๆ เช่น แผลสด แผลถลอก แผลไฟไหม้ แผลเรื้อรังต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากรักษาโรคแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำผึ้งยังถูกนำมาใช้เป็นเครื่องสำอางกันอย่างแพร่หลายอีกด้วย (สรจักร, 2542) เช่น การนำน้ำผึ้งมารักษาบาดแผลร่วมกับ ozonated oil (Jan, 2009) ผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพโดยนำน้ำผึ้งผสมกับ placenta powder ทำออกมาในรูปแบบแคปซูล (Tan, 2009)

การนำน้ำผึ้งมาประยุกต์ใช้กับเจลก็แพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากคุณค่า สรรพคุณ และลักษณะเฉพาะตัวของน้ำผึ้ง เห็นได้จากมีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป ซึ่งก็มีมากมายหลายรูปแบบทั้งในรูปของเจลบำรุงผิว เจลทำความสะอาด เจลที่มีสรรพคุณในการรักษา และมีการจดสิทธิบัติเพื่อเป็นการป้องกันทรัพย์สินทางปัญญา เช่น honey based skin care preparation เป็นการผลิตเจลเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลผิวพรรณสำหรับใช้รักษาบาดแผล และใช้ในแนวทางของเครื่องสำอาง โดยที่เจลมีส่วนประกอบของสารให้ความชุ่มชื้น เช่น glycerin และมีสารก่อเจลเป็นพอลิเมอร์ ซึ่งในอนาคตคาดว่าจะมีการนำส่วนประกอบอื่นเติมลงไปด้วย (Vandeputte, 2006) ในประเทศจีนมีการผลิตเจลเพื่อรักษาโรคท้องร่วงสำหรับเด็ก โดยมีน้ำผึ้งเป็นส่วนประกอบ (Jing, 2006) การผลิตเจลสำหรับทำความสะอาดผิว เช่น ในงาน purifying washing gel มีส่วนประกอบที่หลากหลาย ได้แก่ sodium laurethsulfate, amphoteric SAS, lauryl glucoside, PEG-7 glyceryl cocoate, moisturizing additives, allantoin, thickening agents, PEG-40 hydrogenized castor oil, PEG-55 propylene glycol oleate or PEG-120 methyl glucose trioleate or methyl glucose dioleate, trilon B, dietary citric acid, conserving agents, perfumery composition และ น้ำ นอกจากนี้อาจมีการเพิ่มส่วนประกอบบางอย่างเข้าไปด้วย เช่น น้ำผึ้ง hydrolyzed silk protein และ hydrolyzed milk protein เป็นต้น เพื่อทำให้ผิวนุ่มและมีความยืดยุ่น นอกจากนี้ยังปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง (Chigarina *et al*., 2005)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Cooper *et al.* (1999) ได้ศึกษาความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียของน้ำผึ้ง มานูก้า (Manuka) และน้ำผึ้งพาสเจอร์ (pasture) ต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* 58 สายพันธุ์ ที่ทำให้เกิดการติดเชื้อที่บาดแผล พบว่าน้ำผึ้งมานูก้าให้ผลการยับยั้งที่ 2-3 % (v/v) ส่วนน้ำผึ้งพาสเจอร์ ให้ค่าการยับยั้งที่ 3-4 % (v/v)

Weston *et al.* (1999) ทำการแยกสารฟีนอลิค จากน้ำผึ้งที่ได้จากต้นมานูก้า และหาส่วนที่มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย โดยพบว่าสารฟีนอลิค ประกอบด้วย benzoic acids, cinnamic acids และ flavonoids แต่ flavonoids ที่พบในน้ำผึ้งนั้นต่างจากที่พบในใบของต้น มานูก้า แต่เหมือนกับน้ำผึ้งและ พรอพอลิส จากยุโรป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Theunissen *et al.* (2001) ได้ตรวจสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อราของน้ำผึ้งจากอเมริกาใต้ 3 ชนิดซึ่งเป็นน้ำผึ้งจากพืช wasbessie, bluegum และ fynbos ต่อการเจริญของเชื้อ *Candida albicans* โดยทำการเจือจางน้ำผึ้งในอาหารเลี้ยงเชื้อ brain-heart infusion broth ที่ระดับความเข้มข้น 0-25 % จากนั้นเพาะเลี้ยงเชื้อทิ้งไว้ข้ามคืน และหาความสามารถในการยับยั้งโดยวัดค่าการดูดกลืนแสง พบว่าน้ำผึ้ง wasbessie เท่านั้นที่สามารถยับยั้งเชื้อได้

Cooper *et al.* (2002) ศึกษาน้ำผึ้งมานูก้าและน้ำผึ้งพาสเจอร์ พบว่าสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกรูปร่างกลมได้ โดยใช้น้ำผึ้งเทียม (artifitial honey) คือสารที่มีแต่น้ำตาลเป็นองค์ประกอบเป็นตัวเปรียบเทียบผล พบว่าต้องใช้น้ำผึ้งเทียมที่มีความเข้มข้นสูงกว่า น้ำผึ้งทั้ง 2 ชนิด อย่างน้อย 3 เท่า จึงจะสามารถยับยั้งเชื้อได้

Yao *et al.* (2003) ได้ศึกษาสารในกลุ่ม flavonoids, phenolic acids และ abscisic acid ของน้ำผึ้งจากออสเตรเลีย และ นิวซีแลนด์โดยใช้เทคนิค HPLC พบว่าประกอบด้วย flavonoids 15 ชนิด จากน้ำผึ้ง jelly bush ของประเทศออสเตรเลีย สารที่พบส่วนใหญ่คือ myricetin, luteolin และ tricetin ส่วน phenolic acids ทั้งหมดพบ gallic acids และ coumaric acids สารประเภท flavonoids ที่พบในน้ำผึ้งจากนิวซีแลนด์ คือ quercetin, isorhamnetin, chrysin, luteolin และ unknown flavanone สารประเภท phenolic acids ที่พบคือ gallic acid และ พบ abscisic acid ในน้ำผึ้งทั้งสองชนิด

Lusby *et al.* (2005) ได้ศึกษาความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคของน้ำผึ้ง 6 ตัวอย่างด้วยกัน โดย 3 ตัวอย่างเป็นน้ำผึ้งที่นำมาจากท้องถิ่น และอีก 3 ตัวอย่างเป็นน้ำผึ้งที่ใช้ในการรักษาที่ผลิตขายทางการค้า และเปรียบเทียบความสามารถของน้ำผึ้งทั้ง 2 กลุ่ม กับเชื้อแบคทีเรียทดสอบ 13 ชนิด และยีสต์ 1 ชนิด โดยวิธี agar dilution และใช้ความเข้มข้นของน้ำผึ้ง 0.1-20 % พบว่า แบคทีเรีย 12 ชนิด ถูกยับยั้งการเจริญโดยน้ำผึ้ง ยกเว้นแบคทีเรีย *Serratia marcescens* และยีสต์ *Candida albican*s จากการศึกษาน้ำผึ้งทั้ง 2 กลุ่ม ให้การยับยั้งเชื้อก่อโรคไม่ต่างกัน

Meda *et al.* (2005) ได้ศึกษาสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด flavonoids และ prolines จากการกำจัดอนุมูลอิสระโดยใช้น้ำผึ้ง 27 ตัวอย่างของ Burkina Fusan ซึ่งประกอบด้วย multifloral 18 ตัวอย่าง honeydew 2 ตัวอย่าง unifloral 7 ตัวอย่าง โดยน้ำผึ้งเหล่านั้นได้มาจากดอกของพืชในวงศ์ Combretaceae และพืชในจีนัส *Vitellaria, Acacia* และ *Lannea* พบว่าน้ำผึ้ง honeydew มีสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดสูงสุด และน้ำผึ้ง ในจีนัส *Vitellaria* มี prolines สูงสุด สรุปได้ว่าน้ำผึ้งในจีนัส *Vitellaria* ให้ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด

Baltrušaitytė *et al.* (2007) ได้ศึกษาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำผึ้ง 35 ตัวอย่าง beebread 9 ตัวอย่าง จากหลายแหล่งใน Lithuania โดยใช้วิธี 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diamonium salt (ABTS) radical cation decolourisation และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity พบว่าสารสกัดน้ำผึ้ง และสารสกัด beebread มีค่า scavenging activity ระหว่าง 43-95.7 %

Kenjerić *et al*. (2006) เขาศึกษาสาร flavonoids จากน้ำผึ้ง Robinia ที่ผลิตในประเทศ Croatia 40 ตัวอย่าง ที่ถูกผลิตขึ้นในปี ค .ศ. 2002 และปี ค.ศ. 2003 ปีละ 20 ตัวอย่าง เขาพบว่าองค์ประกอบของ flavonoid ทั้ง 2 ฤดูกาลเก็บนั้นมีความแตกต่างกัน แต่พบชนิดของ flavonoid เป็นเช่นเดิม ซึ่ง flavonoid มีปริมาณมากในฤดูที่แห้ง และอุณหภูมิสูง

Socha *et al*. (2009) เขาได้ทำการตรวจสอบ total phenolic content และ flavonoid profiles ของน้ำผึ้งที่มาจากพืชสมุนไพร 10 ตัวอย่าง เขาพบว่า total phenolic content ของน้ำผึ้งอยู่ในช่วง 21.7-75.3 mg gallic acid equivalents/100 g product และเมื่อวิเคราะห์ flavonoid โดยเทคนิค HPLC พบว่าชนิดของสาร flavonoid ที่โดดเด่น คือ hesperetin และ naringenin นอกจากนี้น้ำผึ้ง Thyme (ต้นไม้พุ่มเตี้ยใช้เป็นเครื่องเทศ) ให้ quercertin content ที่มีค่าสูงมาก (1,199.9µg/100g)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved