

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กล้วย

กล้วยจัดอยู่ในวงศ์ (family) Musaceae ในอันดับ (order) Scitamineae หรือ Zingiberales ประกอบด้วย 8 วงศ์ด้วยกันคือ Cannaceae, Marantaceae, Zingiberaceae, Costaceae, Lowiaceae, Heliconiaceae, Strelitziaceae, Zingiberaceae และ Musaceae โดย Musaceae นี้เป็นกล้วยที่ปลูกมากกว่าในวงศ์อื่นและเป็นวงศ์ที่ใหญ่ที่สุดประกอบด้วย 2 สกุล (genus) คือ *Ensete* และ *Musa* (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2538, หน้า 26) กล้วยมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีอากาศร้อนชื้นและกึ่งร้อนได้แก่ ตอนเหนือของอินเดีย พม่า กัมพูชา ไทย จีน ตอนใต้ และแถบหมู่เกาะอินโดนีเซีย เกาะบอร์เนียว ใต้หวัน และฟิลิปปินส์ สำหรับกล้วยที่ปลูกในประเทศไทยจากการสำรวจ ในระหว่างปี พ.ศ. 2522-2525 ได้รายงานว่าจากการเก็บรวบรวมพันธุ์กล้วยจาก 39 จังหวัดของภาคต่าง ๆ ได้กล้วยทั้งหมด 323 พันธุ์ และเมื่อนำมาทำการจำแนกชนิดของกล้วยและนับจำนวนโครโมโซม พบว่ามี 59 สายพันธุ์ โดยกล้วยที่รับประทานได้เกือบทั้งหมดมีวิวัฒนาการมาจากกล้วยป่าทั้งสิ้น ยกเว้นกล้วยตานีซึ่งมีลักษณะของกล้วยป่าที่ไม่พบในประเทศไทย สันนิษฐานว่าถิ่นกำเนิดกล้วยของกล้วยตานีอยู่ในแคว้นอัลซัมของอินเดีย (หมายเหตุ จิตวีธรรม, 2548, หน้า 10)

1. พฤกษศาสตร์กล้วย

กล้วยเป็นไม้ล้มลุกขนาดใหญ่ มีอายุหลายปี ลำต้นตั้งตรง เมื่อโตเต็มที่อาจจะมี ความสูง 2-9 เมตร แต่ลำต้นที่เราเห็นกันนั้นแท้จริงแล้วเป็นลำต้นเทียม (pseudostem) ประกอบด้วย กาบใบที่อัดกันแน่น (หยาวกกล้วย) ส่วนลำต้นที่แท้จริงของกล้วยจะเกิดเป็นเหง้าใต้ดิน (corm) ใบเป็นใบเดี่ยวสีเขียวขนาดใหญ่ ผิวใบด้านบนเรียบเป็นมัน ท้องใบสีนวล เส้นกลางใบใหญ่และแข็ง ก้านใบยาว ดอกของกล้วยออกเป็นช่อ (inflorescence) อยู่ที่ปลายยอด ลักษณะห้อยหัวลง สีแดงคล้ำ เรียกว่า ปลี (banana flower) เมื่อเปิดกาบปลีดูจะเห็นดอกเดี่ยวเรียงกัน ตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อที่ 5-15 ของช่อดอกเป็นดอกตัวเมีย ส่วนปลายของช่อดอกเป็นดอกตัวผู้ ซึ่งเป็นความตั้งใจของธรรมชาติที่ไม่ต้องการให้เกิดการผสมพันธุ์กันเองของพ่อแม่ต้นเดียวกัน เพราะกว่าที่กาบปลีซึ่งคลุมดอกตัวผู้จะเปิดออกดอกตัวเมียก็โรยไปหมดแล้ว

ผลของกล้วยทั้งหมดบนก้านดอกรวม เรียกว่า เครือ (bunch) ส่วนผลกล้วยแต่ละกลุ่ม แต่ละข้อ เรียกว่า หวี (hand) แต่ละผลเรียกว่า ผลกล้วย (finger) กล้วยเครือหนึ่งอาจจะมีจำนวน

หวี 5-15 หวี และแต่ละหวีมีจำนวนผลตั้งแต่ 5-20 ผล ขนาด ของผลเมื่อโตเฉลี่ยประมาณ 5-15 เซนติเมตร กว้าง 2.5-5 เซนติเมตร ผลสุกโดยทั่วไปมีเปลือกสีเหลือง แต่อาจมีสีเขียวหรือแดง แล้วแต่พันธุ์ กล้วยส่วนใหญ่ที่เรารับประทานไม่มีเมล็ดทั้งนี้เพราะผลกล้วยเกิดขึ้นได้ด้วยกระบวนการ parthenocarpy คือ การเกิดเนื้อได้โดยไม่ต้องผสมพันธุ์ เนื้อส่วนใหญ่ในนั้นเกิดจากขอบนอกของร่องของรังไข่ การขยายตัวของผนังกันรังไข่และแกนกลาง และขยายไปทั่วรังไข่จนกระทั่งผลแก่ ไข่หรือโอวูลมีการหดตัวลงในระยะแรกและจะเป็นเป็นเม็ดสีน้ำตาลเล็ก ๆ ฝังอยู่ในเนื้อเมื่อผลแก่ แต่ไข่พวกกล้วยจะไม่มีเมล็ดเสียทั้งหมด เพราะหากได้รับการผสมจากละอองเกสรที่มากพอ กล้วยก็จะมีเมล็ด (สุจิตา อัญญาโพธิ์, 2549)

สำหรับกล้วยน้ำว้า (*Musa* (ABB group)) 'Kluai Namwa' มีชื่ออื่น ๆ ได้แก่ กล้วยใต้ (เชียงใหม่, เชียงราย), กล้วยตานีอ่อน (อุบลราชธานี), กล้วยมะลิอ่อน (จันทบุรี), กล้วยอ่อน (ชัยภูมิ) ชื่อสามัญ Pisang Awak กล้วยน้ำว้ามีลำต้นเทียมสูงไม่เกิน 3.5 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 15 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกสีเขียวอ่อน มีประดำเล็กน้อย ด้านในสีเขียวอ่อน ก้านใบมีร่องค่อนข้างแคบ เส้นกลางใบสีเขียว ก้านช่อดอกไม่มีขน ใบประดับรูปไข่ค่อนข้างป้อม ม้วนงอขึ้นปลายป้าน ด้านบนสีแดงอมม่วงมีขน ด้านล่างสีแดงเข้ม เครือหนึ่งมี 7-10 หวี หวีหนึ่ง มี 10-16 ผล ผลใหญ่กว่ากล้วยไข่ กว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 11-13 เซนติเมตร มีเหลี่ยม ก้านผลยาว ผลมีความยาวใกล้เคียงกับกล้วยไข่ เปลือกหนากว่ากล้วยไข่ เมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อสีขาว รสหวาน ที่แกนกลางหรือเรียกว่า ไส้กลาง มีสีเหลือง ชมพู หรือขาว ซึ่งทำให้แบ่งออกได้เป็นกล้วยน้ำว้าเหลือง กล้วยน้ำว้าแดง และกล้วยน้ำว้าขาว (เบญจมาศ ศิลาย้อย, 2538, หน้า 66)

2. คุณค่าทางอาหารของกล้วย

กล้วยอุดมด้วยสารอาหารมากมายหลายชนิด ผลของกล้วยเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางอาหารมากที่สุดโดยมีแร่ธาตุ วิตามิน และเส้นใยอาหาร ดังตาราง 1 ซึ่งเป็นตัวช่วยในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย กล้วยหลายชนิดมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์จึงเหมาะเป็นอาหารของเด็กจนถึงคนชรา กล้วยที่คนไทยใช้เลี้ยงเด็กอ่อนคือกล้วยน้ำว้า กล้วยน้ำว้าที่สุกงอม มีรสหวาน มีคุณค่าทางอาหารมากและย่อยง่าย นอกจากนี้กล้วยน้ำว้ายังมีโปรตีนใกล้เคียงกับนมแม่อีกด้วย (หมายใจ จิตธีธรรม, 2548, หน้า 42) สำหรับการผลิตกล้วยเพื่อรับประทานในประเทศนั้น โดยทั่วไปมักรับประทานผลสดหรือนำมาประกอบอาหารหวาน เช่น กล้วยไข่ ใช้ทำกล้วยเชื่อม กล้วยบวดชี ข้าวเม้าทอด กล้วยน้ำว้าใช้ทำกล้วยเชื่อม กล้วยบวดชี กล้วยทอด กล้วยบั้ง กล้วยตาก ขนมหกล้วย ข้าวต้มมัด ข้าวต้มจิ้ม กล้วยหักมุกใช้ทำกล้วยเชื่อม และกล้วยย่าง ส่วนกล้วยหอมส่วนใหญ่รับประทานผลสด และอาจรับประทานร่วมกับไอศกรีมและทำฟรุตสลัด

ตาราง 1 ปริมาณส่วนประกอบคุณค่าทางอาหารของกล้วยชนิดต่าง ๆ ในส่วนที่รับประทาน
ได้ 100 กรัม

ปริมาณสารอาหาร	กล้วยน้ำว้า	กล้วยไข่	กล้วยหอมทอง	กล้วยเล็บมือนาง	กล้วยหักมุก
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	122	145	131	81	112
โปรตีน (กรัม)	1.2	1.5	1.0	1.8	1.2
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	26.1	34.4	31.4	18.1	26.3
ไขมัน (กรัม)	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
วิตามินต่าง ๆ					
เอ (หน่วยสากล)	375	633	132	133	116
บีหนึ่ง (มิลลิกรัม)	0.03	0.02	0.04	0.03	0.14
บีสอง (มิลลิกรัม)	0.04	0.09	0.03	0.04	0.10
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	0.06	1.4	1.0	0.6	0.8
ซี (มิลลิกรัม)	14	16	7	8	16
เกลือแร่ (มิลลิกรัม)					
แคลเซียม	12	24	26	10	18
ฟอสฟอรัส	32	22	46	24	22
เหล็ก	0.8	0.5	0.6	1.3	0.4
น้ำ (กรัม)	71.6	62.8	66.3	79.2	71.2

ที่มา หมายถึง จิตร์ธรรม, 2548, หน้า 41

การสุกของกล้วยนั้นทำให้คุณค่าทางอาหารของกล้วยเปลี่ยนแปลง จะมีปริมาณแป้งลดลงแต่ปริมาณน้ำตาลจะมากขึ้นคือกล้วยมีรสหวานมากขึ้น ในกล้วยที่มีโครโมโซม AA, AAA เช่น กล้วยไข่ กล้วยหอม ปริมาณแป้งลดลงอย่างมากเมื่อสุกโดยจะเริ่มลดเมื่อกล้วยมีการเปลี่ยนแปลงสี สำหรับปริมาณกรดตั้งแต่ดิบจนสุกจะค่อนข้างต่ำ และถ้ากล้วยมีชุดโครโมโซม ABB เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยหักมุก กล้วยหิน ปริมาณแป้งลดลงแต่ไม่มากเท่ากล้วยในกลุ่มแรกและความหวานมากขึ้นแต่ไม่เท่ากับกล้วยในกลุ่มแรกเช่นกัน แต่ปริมาณกรดมีค่อนข้างสูง ดังนั้นจะเห็นว่ากล้วยเหล่านี้

เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยหักมุก มักมีแข็งมากเมื่อดิบและแม้สุกแล้วก็ยังมีปริมาณแข็งอยู่มาก จึงทำให้เกิดความเหนียวและมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2538, หน้า 201) นอกจากนี้สามารถแบ่งขั้นตอนการสุกตามการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกล้วยหลังจากตัดมาบ่มหรือ Peel Color Index (PCI) ดังนี้

ระยะที่ 1 เปลือกเขียว ผลแข็ง ไม่มีการสุก

ระยะที่ 2 เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวออกเหลือง

ระยะที่ 3 เริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวออกเหลืองมากขึ้นแต่ยังมีสีเขียวมากกว่าสีเหลือง

ระยะที่ 4 เริ่มเปลี่ยนสีเขียวออกเหลืองและมีสีเหลืองมากกว่าสีเขียว

ระยะที่ 5 เปลือกเป็นสีทอง แต่ปลายยังเป็นสีเขียว

ระยะที่ 6 ทั้งผลมีสีเหลือง (ผลสุก)

ระยะที่ 7 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาล (สุกเต็มที่มักกลิ่นหอม)

ระยะที่ 8 ผิวสีเหลืองและเริ่มมีจุดสีน้ำตาลมากขึ้น (สุกมากเกินไปเนื้อเริ่มอ่อนตัวและมีกลิ่นแรง)

3. พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิต

กล้วยเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ที่สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย อาทิเช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยหอม กล้วยหักมุก กล้วยเล็บมือนาง เป็นต้น ซึ่งกล้วยน้ำว้ามีพื้นที่เพาะปลูกและปริมาณผลผลิตรวมต่อปีมากกว่ากล้วยชนิดอื่น ๆ ดังตาราง 2 โดยในปีพ.ศ. 2546 มีพื้นที่เพาะปลูกกล้วยคิดเป็นร้อยละ 77.58 ของพื้นที่เพาะปลูกกล้วยทั้งหมดซึ่งให้ผลผลิตสูงมาก จึงทำให้ราคาตกต่ำมากกว่ากล้วยชนิดอื่น

FAO ได้รายงานในปี 1992 ว่า ประเทศไทยสามารถผลิตกล้วยได้ถึง 1.6 ล้านตัน แต่มีการส่งออกเพียง 500 - 1,000 ตันต่อปี ซึ่งทั้งหมดส่วนใหญ่จะบริโภคภายในประเทศ ส่วนราคากล้วยที่ขายในตลาดโลกนั้น ทุกขั้นตอนการขายจะมีผลกำไรมากกว่าร้อยละ 25 และด้วยปริมาณความต้องการของตลาดส่งออกรวมทั้งโลกที่มีมาก กล้วยจึงจัดเป็นไม้ผลเมืองร้อนที่มีการจำหน่ายในตลาดโลกสูงสุด (พานิชย์ ยศปัญญา, 2542, หน้า 133)

ตาราง 2 สถิติเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยไข่ ปีเพาะปลูก 2546

พืช/พันธุ์	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)			ผลผลิต เฉลี่ย (กก./ไร่)	ผลผลิตรวม (ตัน)	ราคาเฉลี่ย (บาท/กก.)
	ให้ผล	ยังไม่ให้ผล	รวม			
กล้วยน้ำว้า	630,795	94,933	725,728	2,549	1,607,584	3.53
กล้วยหอม	73,113	16,727	89,840	2,969	217,072	5.77
กล้วยไข่	49,159	26,018	75,177	2,799	137,596	5.10

ที่มา กรมส่งเสริมการเกษตร, 2546. เว็บไซต์

4. กล้วยตาก

กล้วยตากทำจากผลกล้วยที่สุกงอมแล้วปอกเปลือกเอาตัวเนื้อมากกล้วยไปผึ่งแดดเป็นกล้วยกล้วยแปรรูปที่รู้จักกันดีและเป็นที่ยอมรับประทานมากในประเทศไทย และประเทศไทยได้ผลิตกล้วยตากเป็นสินค้าส่งออก จากสถิติของกรมศุลกากรระบุว่า การส่งออกในปี 2547 มีปริมาณการส่งออกกล้วยตาก จำนวน 1,370 ตัน มูลค่า 163.36 ล้านบาท โดยส่งออกไปประเทศสหรัฐอเมริกา มากที่สุดด้วยปริมาณ 347 ตัน มูลค่า 148.23 ล้านบาท และส่งออกไปยังประเทศจีน 868 ตัน มูลค่า 19.31 ล้านบาท และมีอัตราการส่งออกกล้วยตากเพิ่มขึ้นร้อยละ 56.99 ในปี 2548 (ศูนย์วิทยบริการ, 2548) กล้วยที่นิยมทำกล้วยตากคือ กล้วยน้ำว้า ไม่นิยมกล้วยหอมหรือกล้วยไข่และกล้วยหักมุก อาจเป็นเพราะกล้วยหอมและกล้วยไข่มีน้ำมาก และมีแป้งน้อยเมื่อสุกงอม กล้วยตากที่อร่อยส่วนมากจึงมาจากกล้วยน้ำว้า และกล้วยน้ำว้าที่ตากแล้วอร่อยที่ขึ้นชื่อที่จังหวัดพิษณุโลก คือ กล้วยตากอำเภอบางกระทุ่ม (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2538, หน้า 242-243) ซึ่งทำกันเป็นอุตสาหกรรมใหญ่ โดยแต่ละปีกล้วยที่ผ่านการแปรรูปมีประมาณ 3-3.6 ล้านกิโลกรัม สร้างรายได้รวม 60-80 ล้านบาท (พานิชย์ ศศปัญญา, 2542, หน้า 79) กล้วยที่ใช้ คือ กล้วยน้ำว้าขาว ซึ่งมีรสหวาน เมื่อตากจะให้กล้วยที่มีสีน้ำตาล การทำกล้วยตากนั้น หลังจากปอกเปลือกกล้วยแล้ว นำมาผึ่งแดดบนเสื่อ 1-2 แดดจากนั้นนำไปคึ่งและกดแบน ไม่มีการเติมน้ำตาล ความหวานมาจากน้ำตาลซึ่งมีอยู่เดิมในกล้วย (เบญจมาศ ศิลาชัย, 2538, หน้า 243)

มาตรฐานกล้วยตาก

มาตรฐานกล้วยตากที่ส่งออกขายในตลาดยุโรป (เบญจมาศ ศิลาย้อย, 2538, หน้า 243) กำหนดดังนี้

1. ควรมีสีเหลืองทองสม่ำเสมอ
2. ไม่มีสิ่งปนเปื้อน
3. มีเนื้อแน่น รสหวาน
4. ไม่มีเชื้อรา แบคทีเรียและแมลงปะปน

นอกจากนี้ยังมีการกำหนดขนาดของกล้วยตากตามมาตรฐานดังนี้

เกรด 1 มีความยาวไม่ต่ำกว่า 4.5 นิ้ว

เกรด 2 มีความยาวไม่ต่ำกว่า 4.0-4.5 นิ้ว

เกรด 3 มีความยาวต่ำกว่า 4 นิ้ว

และมีการควบคุมคุณภาพเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้อบแห้ง พ.ศ. 2532 ของกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดสุขลักษณะสำหรับผลไม้แห้งมาตรฐานเลขที่ มอก. 62 กำหนดไว้ว่าผลิตภัณฑ์ผลไม้แห้งจะมีจุลินทรีย์ได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดดังต่อไปนี้

1. Total plate count ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
2. *Escherichia coli* โดยวิธี Most Probable Number (MPN) ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
3. *Staphylococcus aureus* ต้องตรวจไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม
4. *Salmonella* sp. ต้องตรวจไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
5. ราและยีสต์ต้องไม่เกิน 1×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การแปรรูปผักและผลไม้โดยวิธีการทำแห้ง

ผักและผลไม้เป็นผลผลิตจากพืช ซึ่งมีกลิ่นและรสชาติตามธรรมชาติที่เหมาะสมแก่การบริโภค ผักและผลไม้เป็นอาหารประเภทหนึ่งที่ทำให้สารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด ได้แก่ แร่ธาตุ วิตามิน คาร์โบไฮเดรต และเส้นใยอาหาร นอกจากนี้ผลไม้บางชนิดยังมีโปรตีนและไขมันด้วย ส่วนประกอบหลักของผลไม้ คือ น้ำ รองลงมา คือ คาร์โบไฮเดรต ทั้งที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เช่น น้ำตาลต่าง ๆ และที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เช่น สตาร์ช เซลลูโลส สารประกอบเพกตินและลิกนิน ซึ่งคาร์โบไฮเดรตเหล่านี้ ยกเว้น สตาร์ช เซลลูโลส รวมเรียกว่า เส้นใยอาหาร ปัจจุบันพบว่าเส้นใยอาหารมีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพและช่วยป้องกันโรคบางชนิดได้

การพัฒนาเทคโนโลยีทางการเกษตร ทำให้มีการผลิตผักและผลไม้จำนวนมากขึ้น และมีมากเกินความต้องการ รวมทั้งมีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดให้นานขึ้น และลดการสูญเสียให้น้อยลงได้สามารถขนส่งไปจำหน่ายได้ในระยะทางไกลมากขึ้น อย่างไรก็ตามผักและผลไม้หลายชนิดยังมีปริมาณเกินความต้องการของตลาด ต้องนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ตามความเหมาะสม และมีปริมาณการผลิตเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของผู้บริโภค เป้าหมายหลักของการแปรรูปอาหารก็คือ การเปลี่ยนอาหารที่เน่าเสียได้ง่าย เช่น ผักและผลไม้ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัวและสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น เป็นการลดการสูญเสียผักและผลไม้วิธีหนึ่ง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ ภายหลังจากแปรรูปสามารถนำมาใช้บริโภคได้ทันทีและยังมีคุณภาพทางโภชนาการอยู่สูง

การแปรรูปผักและผลไม้โดยวิธีการทำแห้ง เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับคามนิยมซึ่งหลักการของการทำแห้ง คือการไล่ไอน้ำออกจากผักและผลไม้ เพื่อป้องกันการเจริญและการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสียและยับยั้งปฏิกิริยาการเสื่อมสลายต่าง ๆ ที่เร่งด้วยเอนไซม์ ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้แห้งบางชนิดยังสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้อง (นิธิยา รัตนานพนธ์, 2544, หน้า 97-98)

1. การทำแห้งผักผลไม้โดยการอบแห้งแบบลมร้อน

การอบแห้งแบบลมร้อนมีกลไกการทำแห้ง คือ เมื่ออากาศหรือลมร้อนพัดผ่านผิวหน้าอาหารที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังผิวหน้าอาหารและน้ำในอาหารจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ไอน้ำจะแพร่ผ่านฟิล์มอากาศและถูกพัดพาโดยลมร้อนที่เคลื่อนที่สภาวะดังกล่าวจะทำให้ความดันไอที่ผิวหน้าของอาหารต่ำกว่าความดันไอด้านในของอาหารเป็นผลให้เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำขึ้น อาหารชั้นด้านในจะมีความดันไอน้ำสูงและค่อย ๆ ต่ำลงเมื่อชั้นอาหารเข้าใกล้อากาศแห้ง ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดแรงดันเพื่อไล่ไอน้ำออกจากอาหาร น้ำจะเคลื่อนที่ไปยังผิวหน้าด้วยกลไกดังต่อไปนี้ (วิไล รังสาตทอง, 2545, หน้า 260)

1. การเคลื่อนที่ของของเหลวด้วยแรงแคปิลารี
2. การแพร่ของของเหลวซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความเข้มข้นของตัวละลายในอาหารส่วนต่าง ๆ
3. การแพร่ของของเหลวซึ่งถูกดูดซับโดยผิวหน้าของแข็งในอาหาร
4. ความแตกต่างของความดันไอทำให้เกิดการแพร่ของไอน้ำในช่องอากาศของอาหาร

อาหาร

1.1 การเคลื่อนที่ของน้ำ

การเคลื่อนที่ของน้ำเมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากภายในชั้นอาหารออกมาที่ผิวมี 2 วิธี คือ (สุคนธ์ชิน ศรีงาม, 2546, หน้า 188-189)

1. การเคลื่อนที่ด้วยแรงผ่านช่องแคบ (capillary force) เป็นการเคลื่อนที่ในอาหารที่มีเซลล์โปร่ง มีช่องว่างระหว่างเซลล์ต่อเนื่องกันเป็นทางแคบ ๆ เกิดแรงดันน้ำขึ้นมาตามท่อ การเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นได้สะดวกรวดเร็ว แต่จะหยุดเมื่อน้ำในทางแคบ ๆ นั้น ขาดตอนลง

2. การเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ (diffusion) เป็นการเคลื่อนที่ในอาหารที่มีเนื้อแน่น ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ที่ต่อเนื่องเป็นทางแคบ ๆ หรือเกิดในอาหารอบแห้งไประยะหนึ่งที่แรงผ่านช่องแคบหมดไปแล้ว น้ำต้องแพร่ผ่านเซลล์จึงเคลื่อนที่ได้ช้า เมื่อน้ำเคลื่อนที่มาที่ผิวอาหารแล้วจึงระเหยกลายเป็นไอ เคลื่อนย้ายออกไปกับกระแสลมหรือถูกดูดออกไปด้วยระบบสุญญากาศ

1.2 อัตราการทำแห้ง

ลักษณะการเคลื่อนย้ายของน้ำในอาหารมีผลต่ออัตราการทำแห้ง (การสูญเสีย น้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา) ถ้าอาหารมีเนื้อโปร่งการเคลื่อนที่เป็นการไหลผ่านช่องแคบ (capillary flow) น้ำเคลื่อนที่มาที่ผิวอาหารได้เร็วกว่าการระเหยกลายเป็นไอ จึงทำให้ผิวอาหารเปียกชุ่มด้วยน้ำ การระเหยของน้ำเกิดขึ้นอย่างอิสระด้วยอัตราคงที่ จึงเรียกรัตการทำแห้งช่วงนี้ว่า ช่วงอัตราการทำแห้งคงที่ ต่อมาเมื่อการไหลผ่านช่องแคบหมดไป น้ำต้องเคลื่อนที่ด้วยการแพร่ที่ช้าลงมากจนมาที่ผิวไม่เพียงพอผิวอาหารจึงแห้ง การระเหยเกิดขึ้นได้ช้าลง อัตราการทำแห้งจึงลดลง เรียกรัตการทำแห้งช่วงนี้ว่า ช่วงอัตราการทำแห้งลดลง อาหารที่มีเนื้อแน่น น้ำจะเคลื่อนจากภายในชั้นอาหารได้ช้าจึงมีเฉพาะช่วงอัตราการทำแห้งลดลง การทำแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่อความชื้นในเตาสมดุลกับความชื้นของอาหารหรือค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของอาหารคูณ 100 และเรียกความชื้นของอาหารขณะนั้นว่า ความชื้นสมดุล (สุคนธ์ชิน ศรีงาม, 2546, หน้า 189)

1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

การทำแห้งคือการเคลื่อนย้ายน้ำออกจากอาหาร ดังนั้นปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำจึงมีผลต่ออัตราเร็วการทำแห้ง (สุคนธ์ชิน ศรีงาม, 2546, หน้า 189) ดังนี้

1. ธรรมชาติอาหาร อาหารที่มีลักษณะเนื้อที่โปร่งมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบเร็วกว่าการแพร่ในอาหารที่มีลักษณะเนื้อแน่น ดังนั้นอาหารกลุ่มแรกจึงแห้งเร็วกว่ากลุ่มหลัง อาหารที่มีน้ำตาลสูงจะเหนียวเหนอะหนะ ซึ่งเป็นปัจจัยที่กีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำทำให้การทำแห้งช้า อาหารที่มีการลวก นวดคลึง ทำให้เซลล์แตกจะแห้งเร็วขึ้น

2. ขนาดและรูปร่าง ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก เช่น อาหารที่มี

รูปร่างเหมือนกัน ถ้ามีขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งได้เร็วกว่า ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายน้ำออกไปด้วย ถ้าชิ้นเล็กมาทับถมกัน การระเหิดเกิดขึ้นได้เฉพาะที่ผิวสัมผัสกับอากาศจึงเกิดได้ช้าทั้ง ๆ ที่พื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมีมาก

3. ตำแหน่งอาหารในเครื่องอบแห้ง น้ำในอาหารที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่าหรือสัมผัสลมร้อนที่มีความชื้นต่ำย่อมระเหยได้ดีกว่า

4. ปริมาณอาหารต่อถาด ถ้าปริมาณอาหารต่อถาดมากเกินไป อาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อนหรือได้รับความร้อนจากถาดแล้ว แต่ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านขึ้นอาหารตอนบนออกมาได้จึงแห้งช้า

5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากแล้วจะรับไอน้ำได้น้อยกว่าอากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่น้อย

6. อุณหภูมิของอากาศร้อน ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิของอากาศเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การแพร่กระจายของน้ำในอาหารดีขึ้นด้วย

7. ความเร็วของอากาศร้อน อากาศร้อนทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปได้ด้วย ดังนั้นเมื่อความเร็วอากาศร้อนเพิ่มขึ้นการเคลื่อนย้ายไอน้ำก็จะเกิดขึ้นได้ดี การเคลื่อนย้ายไอน้ำเกิดขึ้นเต็มที่ที่ความเร็วลม 244 เมตร/นาที่ นอกจากนั้นความเร็วของอากาศร้อนยังทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเครื่องอบแห้งอากาศจึงสัมผัสอาหารได้ดีขึ้น

1.4 การทบทวนเอกสารงานวิจัยการทำแห้งผักและผลไม้โดยการอบแห้งแบบลมร้อน

Kotwaliwale, Bakane and Verma (2007) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและคุณสมบัติทางกายภาพของเห็ดนางรมระหว่างการอบลมร้อน ที่ระดับอุณหภูมิ 50, 55, 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าความแข็งและความเหนียวของเห็ดเพิ่มขึ้น ขณะที่การเกาะกันระหว่างอนุภาคและความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นในระยะแรกแต่ลดลงในระยะต่อมาของการอบแห้ง อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ความแข็งเพิ่มขึ้นและเกิดสีดำในเห็ดอบแห้ง

Chang, et al. (2006) ศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติสารต้านอนุมูลอิสระของมะเขือเทศสด มะเขือเทศอบแห้งแบบแช่แข็งและมะเขือเทศอบแห้งด้วยลมร้อนโดยใช้มะเขือเทศ 2 ชนิดคือ I-Tien-Hung (ITH) และ Sheng-Neu (SN) พบว่ามะเขือเทศ SN สดมีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูงที่สุดแต่มีปริมาณฟลาโวนอยด์ต่ำสุด มะเขือเทศ ITH และ SN ที่อบแห้งด้วยลมร้อนมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดและมะเขือเทศ SN ที่อบแห้งด้วยลมร้อนยังมีไลโคปีน (lycopene) สูงสุด ส่วนมะเขือเทศที่อบแห้งแบบแช่แข็งให้ค่า reducing power สูง

Leite, Mancini and Borges (2007) ศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งต่อคุณลักษณะทางเคมี คุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางจุลชีววิทยาของกล้วยอบแห้ง โดยศึกษาการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส อัตราเร็วลมคงที่ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง พบว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ผลิตกัณฑ์ได้รับการยอมรับดีกว่า

Lewicki and Jakubczyk (2004) ศึกษาผลของอุณหภูมิและปริมาณน้ำต่อคุณสมบัติทางกายภาพของแอปเปิ้ลอบแห้ง ที่ระดับอุณหภูมิ 50-80 องศาเซลเซียส วัดคุณสมบัติทางกายภาพด้วยวิธีคอมเพรสชัน-รีแลคเซชัน หลังจาก 5 สัปดาห์ของการอบแห้ง พบว่ากราฟคอมเพรสชัน-รีแลคเซชัน ที่อุณหภูมิ 50, 60, และ 70 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีผลต่อเนื้อสัมผัสของแอปเปิ้ลอบแห้งมากกว่าอุณหภูมิที่ต่ำกว่า

2. การทำแห้งผักผลไม้โดยการอบแห้งด้วยไมโครเวฟ

การอบแห้งด้วยไมโครเวฟ เป็นการอบแห้งโดยใช้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เหมาะสมซึ่งสามารถทะลุทะลวงเข้าไปในตัวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำให้แห้ง โดยคลื่นดังกล่าวจะถูกดูดกลืน โดยน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการระเหยของน้ำจึงเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก พลังงานไมโครเวฟทำให้อาหารร้อนขึ้นทั้งชิ้นพร้อมกับการระเหยความชื้น จึงเป็นการช่วยแก้ปัญหาเรื่องที่ทำอาหารมีคุณสมบัติการนำความร้อนต่ำได้ ทำให้สามารถป้องกันความเสียหายของผิวหน้าอาหารได้ ช่วยปรับปรุงการถ่ายเทความร้อนในช่วงท้ายของการทำแห้งและลดการเกิดเปลือกแข็ง คลื่นไมโครเวฟจะเลือกให้ความร้อนเฉพาะส่วนที่ชื้นโดยส่วนที่แห้งจะไม่ได้รับผลกระทบ (วิล รังสาดทอง, 2545, หน้า 338)

2.1 การเกิดความร้อนด้วยไมโครเวฟ

เมื่อคลื่นไมโครเวฟถูกดูดซับเข้าสู่ชิ้นอาหารจะเกิดความร้อนได้สองแบบร่วมกันซึ่งได้แก่ (สายสนม ประดิษฐดวง, 2546, หน้า 199-200)

1. Ionic Polarization เป็นการเกิดความร้อน เนื่องจากผลของการเคลื่อนที่ของไอออนในสารละลายเมื่อเข้าไปอยู่ในสนามไฟฟ้า แต่ละไอออนซึ่งมีประจุไฟฟ้าประจำตัวจะถูกกระตุ้นและเร่งให้มีการเคลื่อนที่ จึงทำให้เกิดการเสียดสีกันขึ้นกับองค์ประกอบอื่น ๆ และมีการเปลี่ยนพลังงานจลน์ออกมาเป็นพลังงานความร้อน แล้วจึงกระจายความร้อนไปสู่ส่วนอื่น ๆ ต่อไป การเกิดความร้อนแบบนี้เกิดได้ในของเหลวภายในเซลล์ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลาย

2. Dipole Rotation เป็นการเกิดความร้อนกับสารประกอบมีขั้ว (polar) ได้แก่ น้ำ ในสภาพปกติสารประกอบนั้นจะเรียงตัวประจุบวกและลบอย่างไม่มีระเบียบ เมื่อเข้าไปอยู่ใน

สนามไฟฟ้า ประจุบวกและประจุลบของสารนั้นจะเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางเพื่อเรียงตัวอย่างมีระเบียบ

การเคลื่อนที่ด้วยการหมุนตัวกลับไปกลับมาอย่างรวดเร็วตามระดับความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ คือ 915-2450 ล้านครั้งต่อ 1 วินาที ซึ่งผลของความเร็วในการหมุนตัวและการเสียดสีกันทำให้เกิดความร้อนขึ้นและเป็นลักษณะการเกิดความร้อนที่สำคัญ

2.2 การทบทวนเอกสารงานวิจัยการทำแห้งผักผลไม้โดยการอบแห้งด้วยไมโครเวฟ

คำเนิง วาทยโยธา (2546) ศึกษาการอบแห้งกล้วยน้ำว้าด้วยตู้อบไมโครเวฟ ดัดแปลงซึ่งจำลองแบบการทำงานของเครื่องไมโครเวฟร่วมกับสายพานลำเลียงภายใต้อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ใช้ออบ 60 องศาเซลเซียส และระดับคลื่นไมโครเวฟ 3 ระดับคือ 0.24, 0.40 และ 0.56 วัตต์/กรัม โดยป้อนคลื่นไมโครเวฟเป็นเวลา 0.5 นาที แล้วหยุด 5 นาที สลับกันจนอบเสร็จ พบว่าเวลาและพลังงานที่ใช้ออบลดลงมากเมื่อใช้ระดับพลังงานไมโครเวฟที่สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้ระดับพลังงานไมโครเวฟต่ำทำให้ได้คุณภาพผลิตภัณฑ์กล้วยอบที่ดีกว่า

Ozkan, Akbudak, and Akbudak (2007) ศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการอบแห้งผักโขม ทำการศึกษาโดยนำผักโขม 50 กรัม โดยผ่านการอบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนมีความชื้นร้อยละ 9.01 จากนั้นจะใช้ระดับกำลังไมโครเวฟ 8 ระดับ คือ 90, 160, 350, 500, 650, 750, 850, และ 1000 วัตต์ อบจนความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 0.1 พบว่าการสูญเสียวิตามินซีของผลิตภัณฑ์อบแห้งที่ระดับกำลังไมโครเวฟเท่ากับหรือมากกว่า 500 วัตต์ น้อยกว่าที่ระดับกำลังไมโครเวฟที่ต่ำกว่า 50 วัตต์ การใช้กำลังไมโครเวฟระดับ 500 และ 850 วัตต์ ให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลืองดีที่สุดในที่กำลังไมโครเวฟ 750 วัตต์ เป็นระดับกำลังไมโครเวฟที่เหมาะสมในการอบแห้งผักโขม

Soysal (2004) ศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการทำอบแห้งผักชีฝรั่ง โดยใช้กำลังไฟไมโครเวฟ 7 ระดับ คือ 360, 450, 540, 630, 720, 810 และ 900 วัตต์ พบว่าใช้ระยะเวลาการอบแห้งลดลงเมื่อกำลังไมโครเวฟเพิ่มขึ้นและการใช้เทคนิคไมโครเวฟในการอบแห้งผักชีฝรั่งที่ระดับกำลังไมโครเวฟ 900 วัตต์ แทนที่การอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 30, 40, 50, และ 65 องศาเซลเซียส สามารถลดระยะเวลาการอบแห้งได้ถึง 111, 92, 37 และ 31 เท่า ตามลำดับ และการเปลี่ยนแปลงของค่าสีไม่ขึ้นกับกำลังไมโครเวฟและการใช้กำลังไมโครเวฟ 900 วัตต์ ในการทำแห้งทำให้ระยะเวลาสั้นลงถึงร้อยละ 64 เมื่อเทียบกับกำลังไมโครเวฟ 360 วัตต์และผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพที่ดี

2.3 การทบทวนเอกสารงานวิจัยการทำแห้งผักผลไม้โดยการอบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

คำนึ่ง วาทยโยธา (2548) ศึกษาคุณลักษณะการอบแห้งแบบชั้นบางของชิ้นมันสำปะหลัง ด้วยลมร้อน และอิทธิพลของไมโครเวฟต่อคุณลักษณะการอบแห้งแบบชั้นบางของชิ้นมันสำปะหลัง ด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน วิธีการศึกษาใช้ขนาดชิ้นมันสำปะหลัง 3 ขนาด (3-4, 4-5 และ 5-6 มิลลิเมตร) ความหนาของชั้นการอบแห้งเท่ากับ 3 เซนติเมตร อุณหภูมิอากาศร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็ว การไหลของอากาศผ่านพื้นที่หน้าตัดการอบ 4 ระดับ (0.2, 0.3, 0.4, และ 0.5 เมตรต่อวินาที) และความเข้มไมโครเวฟ 3 ระดับ (0.18, 0.30 และ 0.45 วัตต์/กรัม) พบว่าพฤติกรรมการอบแห้งแบบชั้นบางเกิดขึ้นเมื่อความเร็วของอากาศมีค่าตั้งแต่ 0.4 เมตรต่อวินาที ทุกระดับความเข้ม ไมโครเวฟไม่มีอิทธิพลต่อการลดลงของความชื้นในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ แต่ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลงทุกความเข้มไมโครเวฟมีอิทธิพลต่อการลดลงของความชื้นอย่างมาก เมื่อเทียบกับการอบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียว

Maskan (2001a,b) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีและการเหี่ยวของผลกีวีเมื่อทำแห้งด้วยลมร้อน คลื่นไมโครเวฟ และการใช้ลมร้อนร่วมกับคลื่นไมโครเวฟ โดยใช้ลูกกีวีที่ผ่านการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ± 0.5 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดกระบวนการหายใจ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟที่ 210 วัตต์ และเครื่องอบแห้งแบบถาดที่ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.29 เมตร/วินาที สำหรับกรณีใช้ลมร้อนร่วมกับไมโครเวฟจะมีการให้ลมร้อนก่อนเป็นเวลา 135 นาที จึงให้ความร้อนต่อด้วยคลื่นไมโครเวฟ โดยให้ผลิตภัณฑ์อบแห้งมีปริมาณความชื้นอยู่ที่ 1.2 กิโลกรัม/น้ำกิโลกรัมของแห้งแห้ง พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับความร้อนเป็นเวลา 10 นาที และ 50 นาที สำหรับคลื่นไมโครเวฟและลมร้อนตามลำดับ และการอบแห้งด้วยไมโครเวฟจะทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์มากกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อน และคุณสมบัติการเหี่ยวของกีวีมีค่าเท่ากับร้อยละ 85, 81, และ 76 เมื่ออบแห้งกีวีด้วยไมโครเวฟ ลมร้อน และลมร้อนร่วมกับไมโครเวฟตามลำดับ นอกจากนั้นการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟจะให้คุณสมบัติการดูดนํ้าคั้นของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าการให้ความร้อนด้วยลมร้อน ในขณะที่การให้ความร้อนด้วยลมร้อนร่วมกับไมโครเวฟให้ผลิตภัณฑ์ที่ต่ำกว่าการให้ความร้อนเพียงอย่างเดียวเนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดการเหี่ยวลดลง และมีคุณสมบัติการดูดนํ้าคั้นที่ดี

Maskan (2000) ศึกษาการอบแห้งกล้วยโดยมีการให้ความร้อน 3 แบบ คือ การอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1.45 เมตรต่อวินาที การให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟที่กำลัง 350 490 และ 700 วัตต์ และการอบแห้งแบบลมร้อน ตามด้วยการให้คลื่นไมโครเวฟที่กำลัง 350 วัตต์ พบว่าการใช้คลื่นไมโครเวฟสามารถลดเวลาการอบแห้งได้ถึง

ร้อยละ 64.3 และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้คลื่นไมโครเวฟมีสีน้ำตาลอ่อนกว่าการอบแห้งแบบลมร้อน

Sharma and Prasad (2000) ศึกษาการอบแห้งหวักระเทียมด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่อุณหภูมิ 40, 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 1 และ 2 เมตรต่อวินาที กำลังไมโครเวฟต่อเนื้อ 40 วัตต์ พบว่าผลิตภัณฑ์ยังคงคุณสมบัติดีกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียว ผลิตภัณฑ์มีสีสว่างกว่า มีกลิ่นของกระเทียมแรงกว่าและประหยัดเวลาในการอบแห้งได้มากถึงร้อยละ 80-90 และให้ผลิตภัณฑ์ที่พึงพอใจต่อผู้บริโภค

Litvin, Mannheim, and Miltz (1998) ศึกษาการอบแห้งแครอทโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟร่วมกับการแช่แข็งและอบแห้งลมร้อน พบว่าแครอทที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟร่วมด้วยจะมีค่าการดูดคืนน้ำต่ำกว่าแครอทที่ผ่านการแช่แข็ง และอบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียว การนำคลื่นไมโครเวฟมาใช้ร่วมในการอบแห้งสามารถลดระยะเวลาการอบแห้งได้

3. การทำแห้งผักผลไม้ด้วยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน

กระบวนการออสโมซิส (osmosis) เป็นกระบวนการที่ดึงน้ำออกจากสารละลายที่เจือจางผ่านเยื่อเลือกผ่าน (semipermeable membrane) ที่กั้นสารละลายเจือจางนี้ออกจากสารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าที่ล้อมรอบอยู่ โดยจะเกิดกระบวนการแพร่ของน้ำจากสารละลายที่เจือจางผ่านเยื่อเลือกผ่านไปสู่ออสโมติกที่เข้มข้นกว่า จนกระทั่งถึงระดับความเข้มข้นที่ไม่เกิดการแพร่ของน้ำระหว่างสารละลายทั้งสอง โดยที่ตัวถูกละลายนั้นไม่สามารถที่จะแพร่ผ่านเยื่อเลือกผ่านในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับการแพร่ของน้ำได้ หรือถ้าเป็นไปได้ก็เกิดขึ้นได้ช้ามาก แต่สำหรับการถ่ายเทน้ำด้วยกระบวนการออสโมซิสในผลไม้ มีเยื่อหุ้มเซลล์ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีชีวิตทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่าน สามารถที่จะยืดขยายและหดตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเจริญเติบโต และแรงดันเต่ง (turgor pressure) ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ เนื้อเยื่อส่วนใหญ่จะมีลักษณะโครงสร้างที่ทำให้ตัวทำละลายสามารถเคลื่อนที่ผ่านได้อย่างอิสระนอกจากนี้ยังยอมให้โมเลกุลของตัวถูกละลายบางชนิด เช่น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเคลื่อนที่ผ่านได้เพื่อให้เซลล์สามารถดำรงชีวิต ดังนั้นในกระบวนการออสโมซิสที่เกิดขึ้นในผลไม้จะเกิดการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำจากภายในเซลล์ออกมาภายนอกเซลล์ ในขณะเดียวกันก็มีการแพร่ของสารถูกละลาย ซึ่งนิยมใช้น้ำตาลหรือเกลือแกง เข้าไปในเซลล์ของผลไม้ด้วยอัตราการแพร่ที่ช้ากว่าอัตราการแพร่ของน้ำ จึงนิยมใช้กระบวนการนี้เพื่อดึงน้ำออกจากชิ้นผลไม้บางส่วนก่อนที่จะนำผลไม้นั้นไปอบแห้ง (ชลดา มานะกุล, 2537, หน้า 11)

กระบวนการทำแห้งด้วยวิธีออสโมติก เป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้งผลไม้ที่ไวต่อความร้อน หรือผลไม้ประเภทที่มีเนื้ออ่อนนุ่ม (soft fruit) เนื่องจากวิธีนี้ ผลไม้ไม่ต้องสัมผัส

กับอุณหภูมิสูงเป็นเวลานานแบบวิธีอบแห้งธรรมดา จึงช่วยลดการถูกทำลายเนื่องจากความร้อนต่อ กลิ่นรสและคุณค่าทางโภชนาการ เช่น วิตามินของผลไม้ นอกจากนี้ความเข้มข้นสูงของสารละลาย น้ำตาลที่ใช้ทำให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาสีน้ำตาลทำงานได้น้อยลงทำให้ไม่เกิดการเปลี่ยนสี จึงไม่จำเป็นต้องใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือใช้เพียงเล็กน้อย ผลไม้ที่ทำแห้งด้วยวิธีนี้ จึงยังคงรักษา กลิ่นรสและสีตามธรรมชาติไว้ได้

การถนอมอาหารด้วยวิธีนี้เป็นกระบวนการเบื้องต้น โดยทำให้ผักและผลไม้สูญเสีย น้ำไปบางส่วน โดยอาศัยหลักการออสโมซิส ซึ่งเป็นการแพร่ของน้ำจากสารละลายเจือจางไปยัง สารละลายเข้มข้นกว่า โดยโมเลกุลของน้ำซึมผ่านเยื่อบางของผักผลไม้ การแพร่ของน้ำตาลจะเกิด ช้ากว่าการแพร่ของน้ำ ทำให้สามารถควบคุมปริมาณน้ำตาลที่ผ่านเข้าไปได้ ด้วยระยะเวลาการแช่ มักแช่ผลไม้ในน้ำเชื่อมที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะทำให้น้ำหนักของ ผลไม้ลดลงถึงร้อยละ 50 และต้องใช้วิธีการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนควบคู่ไปด้วย เพื่อลดความชื้น ให้มีปริมาณที่เหมาะสม ควรมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 15 จะได้ผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้งมี กลิ่นรสหวานใกล้เคียงธรรมชาติ โดยมีความหวานน้อยกว่าผลไม้แช่อิ่มและยังคงมีกลิ่นรสของ ผลไม้เหลืออยู่ด้วย (กรมส่งเสริมสหกรณ์, 2547, หน้า 17-18)

3.1 ข้อดีและข้อเสียของการดองน้ำออกจากอาหารด้วยแรงดันออสโมติก (ชลดา มานะกุล, 2537, หน้า 12)

ข้อดีของวิธีนี้คือ

1. กระบวนการดองน้ำออกจากอาหารด้วยแรงดันออสโมติก จะใช้พลังงานใน การทำแห้งอาหารน้อยกว่าอาหารที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการนี้มาก่อน จึงลดการสูญเสียและกลิ่นรส เนื่องจากความร้อน
2. น้ำตาลหรือน้ำเชื่อม ที่ใช้เป็นสารละลายออสโมติก สามารถป้องกันการ สูญเสียกลิ่นรสของผลไม้สดซึ่งมักจะสูญเสียไปในขณะการอบแห้ง
3. การใช้น้ำตาลหรือน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นสูง ๆ นั้น สามารถที่จะป้องกันการ เปลี่ยนสีของผลไม้จากกระบวนการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ (enzymatic oxidative browning) ได้ ทำให้ผลไม้มีสีดีสวยโดยใช้สารเคมี เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ลดลง หรือไม่ ใช้เลย
4. เมื่อนำผลไม้ที่ผ่านกระบวนการนี้ไปทำแห้งอีกครั้ง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มี ลักษณะแตกต่างจากผลไม้ที่ทำแห้งแบบธรรมดา เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เนื่องจากผลไม้แห้งที่ ผ่านกระบวนการนี้จะมีมีความหวานสูงขึ้น เนื่องจากน้ำตาลสามารถแพร่เข้าไปในชิ้นผลไม้ได้ และมี ข้อสันนิษฐานว่า กรดผลไม้ในชิ้นผลไม้จะย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ซึ่ง

น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวน่าจะเคลื่อนที่เข้าไปในชั้นผลไม้ได้ดีกว่าน้ำตาลโมเลกุลคู่ อย่างไรก็ตามกลไกการแพร่ของน้ำตาลและการเพิ่มของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ในชั้นผลไม้มันยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจน

ข้อเสียเปรียบของวิธีนี้ คือ

1. ความเป็นกรดของผลไม้จะลดลง สำหรับผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ต้องการความเป็นกรดสูงสามารถแก้ไขได้โดยเติมกรดผลไม้ลงไปในการเชื่อม
2. เนื่องจากกระบวนการนี้จะทำให้ปริมาณน้ำตาลในผลไม้เพิ่มขึ้น เมื่อนำไปอบแห้งมักเกิดเป็นฟิล์มของเกล็ดน้ำตาลที่ผิวหน้าของชิ้นผลไม้ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ สามารถที่จะลดปริมาณน้ำตาลที่เคลือบผิวหน้าได้โดยนำชิ้นผลไม้ไปล้างอย่างรวดเร็วเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการดึงน้ำออกจากอาหารด้วยแรงดันออสโมติก
3. มักเกิดการหืนของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องนาน ๆ อาจเกิดจากการที่มีปริมาณน้ำมันหอมระเหย (essential oil) เหลืออยู่มากกว่าผลไม้แห้งทั่วไป
4. ค่าใช้จ่ายในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ ที่ผ่านการอบแห้งด้วยแรงดันออสโมติกจะสูงกว่าการอบแห้งธรรมดาโดยใช้อากาศหรือสุญญากาศ แต่จะต่ำกว่าการทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็ง (freeze drying)

3.2 การทบทวนเอกสารงานวิจัยการทำแห้งผักผลไม้โดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน ออสโมติกดีไฮเดรชันร่วมกับลมร้อน ออสโมติกดีไฮเดรชันร่วมกับไมโครเวฟ และออสโมติกดีไฮเดรชันร่วมกับไมโครเวฟและลมร้อน

Pereira, Antonio, and Ahmé (2007) ศึกษาผลของกำลังไมโครเวฟ, ความเร็วลมและอุณหภูมิต่อการทำแห้งชิ้นตอนสุดท้ายของกล้วยที่ผ่านการทำแห้งด้วยออสโมติกโดยออสโมติกกล้วยด้วยสารละลายซูโครสผสมกับกรดซิตริกร้อยละ 1 และกรดแอสคอร์บิกร้อยละ 0.6 ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 90 นาที จากนั้นทำแห้งโดยกระบวนการไมโครเวฟแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ เฟส 1 (760W, 2 กิโลกรัม/กิโลกรัมของแห้งแห้ง), เฟส 2 (380 W, 0.67 กิโลกรัม/กิโลกรัมของแห้งแห้ง), เฟส 3 (0 W, 76 W และ 230 W จนมีความชื้น 0.17 กิโลกรัม/กิโลกรัมของแห้งแห้ง) และใช้ลมร้อน 50 องศาเซลเซียส 3.3 เมตร/วินาที, 70 องศาเซลเซียส 3.3 เมตร/วินาที และ, 70 องศาเซลเซียส 5.7 เมตร/วินาที พบว่าการเพิ่มกำลังไมโครเวฟทำให้อัตราการทำแห้งเพิ่มขึ้นและลดระยะเวลาการทำแห้งลง

Fernandes, et al. (2006a) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการใช้กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันในการผลิตกล้วยอบแห้ง โดยใช้กระบวนการอบด้วยลมร้อนและกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน 4 แบบคือ 50 องศาเซลเซียส 50 องศาปริกซ์, 50 องศาเซลเซียส 70 องศาปริกซ์, 70 องศาเซลเซียส 50 องศาปริกซ์ และ 70 องศาเซลเซียส 70 องศาปริกซ์ ตามด้วยการอบด้วยลม

ร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันก่อนการอบแห้งด้วยลมร้อนสามารถลดระยะเวลาการอบแห้งได้ถึง 3 ชั่วโมงเมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียว

Fernandes, et al. (2006b) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันและการอบด้วยลมร้อนของมะละกอ ใช้กระบวนการอบด้วยลมร้อนและกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน 4 แบบคือ 50 องศาเซลเซียส 50 องศาปริกซ์, 50 องศาเซลเซียส 70 องศาปริกซ์, 70 องศาเซลเซียส 50 องศาปริกซ์ และ 70 องศาเซลเซียส 70 องศาปริกซ์ ตามด้วยการอบด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้สารละลายออสโมติกที่ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสสูง คือ 70 องศาเซลเซียส 70 องศาปริกซ์ สามารถลดระยะเวลาการทำแห้งได้ดีกว่าสภาวะอื่นเมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียว

Mayor, et al. (2006) ศึกษากระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันของฟักทอง โดยใช้โซเดียมคลอไรด์เป็นสารละลายออสโมติก ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5-25 โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 12-38 องศาเซลเซียส และเวลา 9 ชั่วโมง ขนาดชิ้นฟักทอง 1.5 เซนติเมตรอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างชิ้นฟักทอง 5/3 พบว่าการสูญเสีย น้ำ, ของแข็งและการลดลงของน้ำหนักอยู่ในช่วงร้อยละ 0-45, 0-16, 0-37 ของน้ำหนักเริ่มต้น ตามลำดับ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ, ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกและระยะเวลาที่ใช้ โดยมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่สุดของน้ำและของแข็งในชิ้นฟักทองเกิดขึ้นภายใน 3 ชั่วโมงแรกของกระบวนการออสโมติก

Peiró, et al. (2006) ศึกษาการไหลของสารอาหารโมเลกุลเล็กผ่านสารละลายออสโมติกระหว่างกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันของส้มโอโดยใช้เวลาในกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราส่วนสารละลายออสโมติก:ผลไม้เท่ากับ 5:1 ใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส 55 องศาปริกซ์ พบว่าการสูญเสียของกรดแอสคอร์บิก, กรดซิตริก แร่ธาตุและกรดกาแลกติกุโลนิกเกี่ยวข้องกับกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันของผลไม้จำพวกส้ม สารอาหารโมเลกุลเล็กเหล่านี้จะไหลสู่สารละลายออสโมติกและสามารถนำสารละลายออสโมติกกลับมาใช้อีกได้ถึง 8 ครั้ง นอกจากนี้สารละลายออสโมติกยังสามารถใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ได้อีกด้วย

Tsamo, et al. (2005) ศึกษาการแพร่ของน้ำและตัวถูกละลายในระหว่างกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันของชิ้นหัวหอมและมะเขือเทศในสารละลายเกลือ น้ำตาล และสารละลายผสมระหว่างเกลือและน้ำตาล พบว่าสารละลายผสมระหว่างเกลือและน้ำตาลในอัตราส่วน 45:15

โดยแช่ขึ้นหัวหอมและมะเขือเทศเป็นเวลา 15 นาที และ 2 ชั่วโมง สามารถทำแห้งได้สูงที่สุดและเกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างเซลล์และการแลกเปลี่ยนตัวถูกละลายน้ำเพิ่มขึ้น

Hussain, et al. (2004) ศึกษาผลการผสมกันระหว่างซูโครสและกลูโคสต่อคุณภาพของกล้วยที่ผ่านกระบวนการอบไมติกดีไฮเดรชัน โดยใช้สารละลายซูโครส-กลูโคส ในอัตราส่วน 1:1, 7:3 และการใช้ซูโครสเพียงอย่างเดียว เป็นสารละลายอบไมติก ใช้เวลา 72 ชั่วโมง พบว่าการใช้สารละลายซูโครสเพียงอย่างเดียว ทำให้ปริมาณความชื้นลดลงสูงสุด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ในขณะที่การใช้สารละลายซูโครส-กลูโคส ในอัตราส่วน 7:3 มีคะแนนการยอมรับด้านสี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัสสูงสุด

Erle and Schubert (2000) ศึกษากระบวนการอบไมติกร่วมกับไมโครเวฟในสภาวะสูญญากาศในการขจัดน้ำออกจากแอปเปิ้ลและสตรอเบอร์รี่ โดยใช้สารละลายซูโครสเข้มข้นร้อยละ 60 ใช้กำลังไฟไมโครเวฟ 390 วัตต์ เป็นเวลา 37 นาที ร่วมกับ 195 วัตต์ เป็นเวลา 15 นาที สำหรับทำแห้งสตรอเบอร์รี่ และใช้ไมโครเวฟที่ กำลังไฟ 390 วัตต์ เป็นเวลา 21 นาที ร่วมกับ 195 วัตต์ เป็นเวลา 13 นาที สำหรับทำแห้งแอปเปิ้ล พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการอบไมติกดีไฮเดรชันโดยใช้สารละลายซูโครสก่อนการทำแห้งด้วยไมโครเวฟนั้นมีคุณภาพที่ดีทั้งสี รสชาติและปริมาณวิตามินซี โดยแอปเปิ้ลและสตรอเบอร์รี่ยังคงเหลือวิตามินซีอยู่ประมาณร้อยละ 60 และ 50 ตามลำดับ

Rahman (1995) ศึกษาผลของอุณหภูมิของสารละลายน้ำตาล โดยการแช่ขึ้นสับปะรดในสารละลายน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ ที่อุณหภูมิ 30, 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอัตราการสูญเสียน้ำ (WL) และการเพิ่มปริมาณน้ำตาล (SG) จะเพิ่มขึ้น ส่วนน้ำหนักของชิ้นผลไม้ (WR) และอัตราส่วนของการสูญเสียน้ำต่อการเพิ่มปริมาณน้ำตาล (WL/SG) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการอบแห้งและการเก็บรักษาผักและผลไม้

ความชื้นในผักและผลไม้อบแห้งเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อความคงตัวของอาหารแห้ง ปัจจัยรองลงมา คือ อุณหภูมิ เพราะอุณหภูมिनอกจากจะเร่งปฏิกิริยาเสื่อมสลาย เช่น ปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิส การเกิดออกซิเดชันของลิปิด ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ และการเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนให้เกิดเร็วขึ้นแล้ว ยังเร่งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียอีกด้วย แสงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความคงตัวของผักและผลไม้อบแห้ง เพราะทำให้สารสีถูกทำลายทั้งคลอโรฟิลล์และแคโรทีน รวมทั้งวิตามินบางชนิดก็ถูกทำลายด้วย

แสง เช่น วิตามินซี วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และวิตามินเอ ดังนั้นภาชนะบรรจุที่ใช้ควรป้องกันไม่ให้ผักและผลไม้อบแห้งถูกแสง (นิธิยา รัตนานนท์, 2544, หน้า 101-111)

1. ลักษณะเนื้อสัมผัสและการคืนรูป

การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสภายหลังการอบแห้ง จะมีผลต่อคุณภาพของผลไม้ ซึ่งสามารถปรับปรุงให้คุณภาพดีขึ้นได้โดยการลวกและอาจเติมแคลเซียมคลอไรด์ลงไป ในน้ำที่ใช้ลวก การปกปิดเปลือกและหั่นขึ้นก่อนทำแห้งมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะเมื่อแช่น้ำให้คืนตัว การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสอาจเกิดขึ้นเมื่อสตาร์ชเกิดเจลลาคีโนเซชัน หรือเกิดผลึก (crystallization) ของเซลลูโลส การเคลื่อนย้ายของโมเลกุลน้ำในอาหารระหว่างการอบแห้ง ทำให้อาหารเหี่ยวและปริมาตรลดลง การอบแห้งอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัสมากกว่าอุณหภูมิต่ำ เมื่อน้ำระเหยออกไปจะทำให้ตัวถูกละลายมีความเข้มข้นที่ผิวมากขึ้นถ้าอากาศมีอุณหภูมิสูง โดยเฉพาะกับผลไม้ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพที่ซับซ้อนบริเวณผิว และผิวนอกของอาหารจะแข็งขึ้น เรียกว่า case hardening ซึ่งจะลดอัตราการแห้งของส่วนที่อยู่ด้านในชั้นอาหาร และผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งที่ได้จะมีผิวนอกแห้งและภายในยังชื้นอยู่ ทำให้ความชื้นระหว่างผิวนอกและด้านในของอาหารมีความแตกต่างกันสูง

2. กลิ่นและรสชาติ

ระหว่างการอบแห้งความร้อนจะทำให้สารให้กลิ่นระเหยออกไป ดังนั้นการสูญเสียสารให้กลิ่นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ และความเข้มข้นของของแข็งทั้งหมดในอาหาร ความดันไอของสารที่ระเหยได้ และความสามารถในการละลายน้ำ หากเป็นสารที่ระเหยง่ายจะสูญเสียตั้งแต่เริ่มต้นอบ ส่วนช่วงหลังของอาหารอบจะมีการสูญเสียเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการควบคุมภาวะที่ใช้ในการอบแห้งจะช่วยลดการสูญเสียกลิ่นและรสชาติได้

3. การสูญเสียสารสีธรรมชาติ

การทำแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวของอาหารและเปลี่ยนการสะท้อนแสงของสีมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารแคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์ ซึ่งเกิดจากความร้อนและการออกซิเดชันระหว่างการอบแห้ง ยิ่งการอบแห้งใช้เวลานานและอุณหภูมิสูงยิ่งเกิดได้ง่ายและอาจเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) ระหว่างการเก็บรักษาหากยังมีกิจกรรมของเอนไซม์เหลืออยู่

4. การสูญเสียวิตามิน (วิตามินซีและบีตา-แคโรทีน)

การอบแห้งมีผลทำให้ปริมาณวิตามินซีและแคโรทีนลดลง ซึ่งจะแปรผันตามวิธีการอบแห้งที่ใช้ ผลการศึกษาวิธีการอบแห้งแครอท 2 วิธี คือ วิธีการอบแห้งแบบธรรมดา (air drying) และการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (vacumm freeze drying) พบว่า วิธีแรกมีเบตา-แคโรทีนเหลือ

เพียงร้อยละ 60 ขณะที่วิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งมีบีตา-แคโรทีนเหลือถึงร้อยละ 80 การอบแห้งอย่างรวดเร็วจะสูญเสียวิตามินซีน้อยกว่าการอบแห้งอย่างช้า ๆ การทำผักอบแห้งโดยการตากแดดจะสูญเสียวิตามินซีมาก

5. การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและบทบาทของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

การเก็บรักษาผักและผลไม้อบแห้งเป็นระยะเวลานาน จะเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบที่เร่งด้วยเอนไซม์และแบบที่ไม่อาศัยเอนไซม์ แบบที่เร่งด้วยเอนไซม์เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมโนและออร์โทไดฟีนอลให้เป็นวงแหวนควิโนน ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อและเกิดปฏิกิริยา condensation ได้เป็นสีน้ำตาล เรียกว่า เมลานิน (melanin) ปฏิกิริยาเหล่านี้ถูกเร่งด้วยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

สำหรับการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard browning) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างหมู่อะมิโนกับหมู่คาร์บอนิล ทำให้เกิดโพลีเมอร์ของสารสีน้ำตาลที่ไม่ละลายน้ำเรียกว่าเมลานอยดิน (melanoidin) มีผลให้เกิดสีและกลิ่นไม่พึงประสงค์ และยังทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ ปัจจุบันนิยมใช้รมกำมะถันหรือจุ่มสารละลายซัลไฟต์ก่อนนำไปอบแห้ง ซึ่งจะควบคุมปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ในผักและผลไม้อบแห้งได้ระดับหนึ่ง แต่ต้องจำกัดปริมาณการใช้

6. อิทธิพลของ a_w

a_w มีบทบาทสำคัญมากต่อการแปรรูปและการเก็บรักษาอาหารอบแห้ง a_w มีผลต่อปฏิกิริยาที่ทำให้อาหารเน่าเสีย การเจริญหรือความคงตัวของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นภายในอาหารซึ่งสัมพันธ์กับความคงตัวของอาหาร ปัจจุบันเป็นที่ทราบแน่ชัดแล้วว่าจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ในอาหารที่ปราศจากน้ำหรืออาหารแห้งเมื่ออาหารนั้นมี a_w อยู่ในช่วง 0.6-0.7 หรือต่ำกว่า แต่ยังมีปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นได้ทั้งที่มีเอนไซม์และไม่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่ง เช่น ปฏิกิริยาการออกซิเดชันของลิพิดและปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ เป็นต้น ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวหากเกิดกับอาหารจะทำให้มีสี กลิ่น รสชาติ และความคงตัวเปลี่ยนไปด้วยระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษา

7. จุลินทรีย์

การอบแห้งอาจมีจุลินทรีย์บางส่วนลดจำนวนลงหรือถูกทำลายแต่ก็อาจมีจุลินทรีย์บางส่วนสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิที่ใช้อบแห้ง ค่า a_w ของอาหารอบแห้ง ค่าความเป็นกรดต่าง สารกันบูด ออกซิเจน และอื่น ๆ ดังนั้นการมีชีวิตอยู่รอด

ของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียจึงเป็นปัญหา และจะเป็นปัญหามากยิ่งขึ้นหากพบว่ามีจุลินทรีย์
ที่ทำให้เกิดโรคปนเปื้อนอยู่ด้วย

