บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ลำไยเป็นผลไม้สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพราะมีรสชาติหวาน อร่อย แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือตอนบนได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย พะเยา แพร่ น่าน แม่ฮ่องสอน และสุโขทัย รวมเป็นร้อยละ 90 ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ ส่วนภาคอื่น ๆ มีการปลูกลำไยกันเล็กน้อย โครงสร้างด้านการตลาดของลำไยมีแหล่งรองรับผลผลิตอยู่ 3 แหล่ง คือ บริโภคสดภายในประเทศประมาณ 30% ส่งออกลำไยสดประมาณ 20% และแปรรูปประมาณ 50% แยกเป็นการแปรรูปลำไยอบแห้งประมาณ 40% และแปรรูปเป็นลำไยกระป๋องประมาณ 10% โดยไทยเป็นผู้ส่งออกลำไยรายใหญ่ของโลก ตลาดหลักของไทยได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน อินโดนีเซีย และฮ่องกง ใน 4-5 ปีที่ผ่านมา ปริมาณการส่งออกลำไยสดและผลิตภัณฑ์แปรรูปมีแนวโน้มสูงขึ้นจากปริมาณ 286,328 ตัน ในปี 2551 เป็น 596,418 ตัน ในปี 2555 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

ลำไยพันธุ์ดอ เป็นพันธุ์ที่ปลูกและดูแลรักษาง่าย ให้ผลผลิตต่อต้นมาก ทำให้เกษตรนิยมปลูก ช่วงระยะเวลาการเก็บผลผลิตเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม เป็นช่วงที่มีปริมาณลำไยเกินความต้องการของตลาด ดังนั้นปัญหาเกี่ยวกับการสูญเสียลำไยหลังการเก็บเกี่ยวนับว่าเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่ง การอบแห้งลำไยก็เป็นวิธีการหนึ่ง ซึ่งจะใช้ในการแปรรูปผลผลิต เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าของผลผลิต ช่วยยืดระยะเวลาการเก็บรักษาและจำหน่าย กรรมวิธีการอบแห้งลำไยมี 2 ลักษณะ คือ ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก (ทั้งลูก) และลำไยอบแห้งเฉพาะเนื้อ ซึ่งวิธีแรกเป็นที่นิยมในการผลิตทางอุตสาหกรรมเป็นที่ยอมรับของตลาดในเรื่องความสะอาด แต่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนานทำให้ต้องใช้พลังงานในการอบแห้งสูง การอบแห้งลำไยเฉพาะเนื้อมีข้อดีคือ สะดวกในการนำไปบริโภค และมีผู้ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการอบแห้งเนื้อลำไยอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังมีการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดออกแต่ยังมีข้อมูลน้อยอยู่ โดย ทัศวรรณ ปัญญาบุตร (2546) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดออกกับลำไยทั้งลูกในปริมาตรและเงื่อนไขการอบแห้งเดียวกัน พบว่าการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดออกใช้เวลาในการอบแห้ง 20 ชั่วโมงส่วนการอบแห้งลำไยทั้งลูกใช้เวลาการอบแห้ง 33 ชั่วโมง และความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดน้อยกว่าการอบแห้งลำไยทั้งลูกประมาณ 6% อีกทั้งได้เนื้อลำไยแห้งมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะเป็นทรงค่อนข้างกลม และลดการสัมผัสกับเนื้อลำไยในขณะทำกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการอบแห้งที่ภาคอุตสาหกรรมควรจะพิจารณา

กระบวนการอบแห้งที่มีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ สามารถช่วยลดความสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง จึงมีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาแบบจำลองการอบแห้งที่มีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ แต่พบว่าแบบจำลองดังกล่าวยังไม่สามารถทำนายความลดลงของความชื้นของวัสดุได้ดีตลอดการทดลอง อาจเป็นผลเนื่องจากในการพัฒนาแบบจำลองการอบแห้งส่วนมากไม่ได้มีการนำผลของค่า ความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนเข้ามาพิจารณาในสมการสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้น และค่าคงที่การอบแห้ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็ว อุณหภูมิของลมร้อนที่มีผลต่ออัตราการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ด เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่สามารถทำนายการลดลงของความชื้นของวัสดุได้อย่างถูกต้อง

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษากระบวนการอบแห้งลำไย พบว่ามีหลายวิธีเช่น การอบแห้งด้วยลมร้อน ปั๊มความร้อน ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง และคลื่นไมโครเวฟ เป็นต้น จากรายงานผลการศึกษาจะมีทั้งการพัฒนาสมการจลนพลศาสตร์ของการอบแห้ง และการจำลองสภาพการอบแห้งเพื่อหาเงื่อนไขการอบแห้งที่เหมาะสม โดยได้สรุปผลงานต่างๆ แสดงดังตาราง 1.1 และ 1.2

ตาราง 1.1 ศึกษาสมการจลนพลศาสตร์ของลำไย

รายละเอียดการศึกษา	เงื่อนไข	ผลการศึกษา
<u>ลำไยเฉพาะเนื้อ</u> **(Achariyaviriya et al., 2000)** -ทำการอบแห้งด้วยลมร้อน -พิจารณาลำไยเป็นทรงกลมกลวง -หาความชื้นสมดุลด้วยวิธีเชิงสถิติแบบคายความชื้น	<u>ความชื้นสมดุล</u> -T = 45-85°C -RH = 11-95% -v = 1 m/s <u>สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้น</u> -T = 45-85°C -v = 1.0 m/s	แบบจำลองของสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นของลำไยเฉพาะเนื้อ โดยที่ตัวแปรอาร์รีเนียสและตัวแปรพลังงานกระตุ้นเป็นฟังก์ชันกับความชื้น พบว่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นรวมที่ได้จากแบบจำลองตัวแปรอาร์รีเนียสเป็นฟังก์ชันเอกโป- เนเชียลดีที่สุด $D_{eff} = 2.567\times10^{-3}\exp(-0.4899M^2+2.634M+0.08618)\exp(\frac{-30.48}{RT_{abs}})$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดการศึกษา	เงื่อนไข	ผลการศึกษา
		แบบจำลองความชื้นสมดุลของลำไยเฉพาะเนื้อ พบว่าแบบจำลองตามรูปแบบสมการของ Oswin (1946) สามารถทำนายความชื้นสมดุลได้ดี $M_{eq} = 0.2208[RH/(1-RH)]^{(0.7052-0.0010T)}$
(ไพรัชต์ ดิฐคณารักษ์กุล, 2548) -ทำการอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟเสริมด้วยลมร้อน -การอบแห้งเป็นแบบลำดับขั้น	-มวลวัสดุ = 0.5 kg -T = 40-60°C -ระดับกำลังไมโครเวฟ = 100, 180, 300 และ450 W -v = 0.7 m/s	พบว่าการวิเคราะห์ค่าคงที่ของจลนศาสตร์การอบแห้งกึ่งทฤษฎี โดยค่าคงที่ของการอบแห้งมีความสัมพันธ์กับระดับกำลังไมโครเวฟและอุณหภูมิลมร้อนดีที่สุด $K = (-0.0305 + 0.0055T)\exp(0.0051 - 4\times10^{-5}T)W$ กระบวนการอบแห้งที่เหมาะสมคือ กระบวนการอบแห้งแบบลำดับขั้นที่ใช้อุณหภูมิ 40°C ระดับกำลังไมโครเวฟ 450 W อบแห้งเป็นเวลา 1.66 h ตามด้วยการอบแห้งด้วยลมร้อน 60°C ระดับกำลังงานไมโครเวฟ 300 W
(นริศ พัวพันวัฒนะ, 2552) -ทำการอบแห้งด้วยอินฟราเรดร่วมกับลมร้อน -พิจารณาลำไยเป็นแผ่นแบนกว้าง -การอบแห้งอินฟราเรดทำให้วัสดุมีความชื้นสมดุลต่ำมาก (M_{eq}= 0)	-มวลวัสดุ = 7 kg -v = 0.3-0.7 m/s -T = 40-60°C -กำลังอินฟราเรด = 200, 500 และ 800 W	. การพัฒนาแบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นเป็นฟังก์ชั่นของกำลังอินฟราเรด ความเร็วลม และอุณหภูมิลมร้อน สามารถทำนายได้ใกล้เคียงที่สุด $D_{eff} = [(1.56\times10^{-11})PT - (3.99\times10^{-9})P + (3.18\times10^{-9})T - (5.98\times10^{-10})\ln(v)P + (2.49\times10^{-9})\ln(v) - 7.37\times10^{-7}]\exp(714.65/RT_{abs})$ การวิเคราะห์ค่าคงที่ของจลนศาสตร์การอบแห้งกึ่งทฤษฎี พบว่าค่าคงที่ของการอบแห้งมีความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการโพลิโนเมียลและ Logarithmic

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดการศึกษา	เงื่อนไข	ผลการศึกษา
		สามารถทำนายได้ใกล้เคียงที่สุด $K = (-0.325v^2) + (1.4597v) + (0.3866\ln(P)) + (0.0043T_{abs}) - (0.2318\ln(P)v) - 3.2950$ ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะแก่การอบแห้งคือ 60°C กำลังอินฟราเรด 500 W ความเร็วลม 0.7 m/s
ลำไยทั้งลูก **(Achariyaviriya, 2001)** -ทำการอบแห้งด้วยลมร้อน -พิจารณาลำไยเป็นทรงกลม	ความชื้นสมดุล -T = 45-85°C -RH = 11-95% -v = 1 m/s สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้น -T = 52-85°C -v = 1 m/s	การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สัมประสิทธิ์การแพร่ของการอบแห้งลำไยทั้งลูก พบว่าแบบจำลองที่ตัวแปรอาร์เนียสเป็นฟังก์ชันเอกโปเนเชียลและตัวแปรพลังงานกระตุ้นเป็นฟังก์ชันเส้นตรงดีที่สุด $D_{eff} = 3.375\times10^{-3} \exp(4.2916M)\exp[(-20900.8 - 14916.2M)/RT_{abs}]$ สำหรับแบบจำลองความชื้นสมดุลของลำไยทั้งลูก พบว่าแบบจำลองตามรูปแบบสมการของ Oswin (1946) สามารถทำนายความชื้นสมดุลได้ดี $M_{eq} = 0.16187[RH/(1-RH)]^{(0.7095-0.003896T)}$
(สารภี ชัญถาวร, 2545) -ทำการอบแห้งด้วยลมร้อน -พิจารณาลำไยเป็นทรงกลม	สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้น -T = 50-90°C -v = 0.7 m/s	แบบจำลองสัมประสิทธิ์การแพร่ปรากฏถูกพัฒนาตามรูปแบบสมการอาร์รีเนียส โดยค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ปรากฏเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิอากาศอบแห้ง -ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ปรากฏของลำไยไม่ใช้สารโปแตสเซียมคลอเรต $D_{eff} = 0.127146 \exp\left[\frac{-34463.97}{RT_{abs}}\right]$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดการศึกษา	เงื่อนไข	ผลการศึกษา
		-ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ปรากฏของลำไยไม่ใช้สารโปแตสเซียมคลอเรต $D_{eff} = 0.3376 \exp\left[\frac{-372026.65}{RT_{abs}}\right]$ การเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์พบว่าพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งลำไยที่ใช้สารโปแตสเซียมคลอเรตจะน้อยกว่าลำไยที่ไม่ใช้สารโปแตสเซียมคลอเรต
(Janjai et al., 2007) -ทำการอบแห้งด้วยลมร้อน -พิจารณาเมล็ดลำไยเป็นทรงกลม,ขั้วผลเป็นทรงกระบอก, ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด เนื้อ และเปลือกลำไยเป็นแบบแผ่นแบน	-T = 50-80°C -v = 0.2 m/s -RH=1.5-13.33% -มวลวัสดุ = 100 kg	พบว่าอุณหภูมิของลมร้อนมีผลต่อสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นของเนื้อลำไยมากที่สุด แต่ไม่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นของส่วนประกอบอื่น ๆ ของลำไย โดยค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นของเนื้อลำไยเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิอบแห้ง $D_{eff} = 5.0\times10^{-9} \exp\left[\frac{-0.27117}{T_{abs}}\right]$
<u>ลำไยคว้านเมล็ด</u> **(ทัศวรรณ ปัญญาบุตร, 2546)** -ทำการอบแห้งด้วยลมร้อน -พิจารณาลำไยเป็นทรงกลมกลวง -สมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งทางทฤษฎีมีการคำนึงผลการหดตัวของวัสดุระหว่างการอบแห้ง	<u>สัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้น</u> -T = 50-90°C -v = 0.7 m/s	การพัฒนาแบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นโดยรวม พบว่าแบบจำลองที่ Arrhenius factor (D_o) และพลังงานกระตุ้นเป็นฟังก์ชันกับความชื้นของลำไยในลักษณะโพลิโนเมียลดีกรีที่ 2 เหมาะสมในการทำนาย $D_{eff} = (-14.260M^2 + 40.731M + 36.378)\times10^{-3} \exp\left(\frac{(370.40M^2 - 2303.8M - 35.533)\times10^{-3}}{RT_{abs}}\right)$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.1 (ต่อ)

รายละเอียดการศึกษา	เงื่อนไข	ผลการศึกษา
		การวิเคราะห์ค่าคงที่ของจลนศาสตร์การอบแห้งกึ่งทฤษฎี พบว่าค่าคงที่ของการอบแห้งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิลมร้อนในรูปแบบสมการเอกโปแนลเชียล $K = 8.8502 \times 10^{-3} \exp(4.0467 \times 10^{-2} T)$
(Somjai et al., 2009) -ทำการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งร่วมกับลมร้อน -พิจารณาลำไยเป็นทรงกลมกลวง -ทำการศึกษาเปรียบเทียบกับการอบแห้งแบบขั้นตอนเดียว ได้แก่ การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งใช้เป็นเงื่อนไขช่วงแรกของการอบแห้งแบบสองขั้นตอน และการอบแห้งด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียวเพื่อเป็นเงื่อนไขในช่วงหลังของการอบแห้งแบบสองขั้นตอน	-มวลวัสดุ = 40 kg -T_{SSD} = 120-180°C -T_{HAD} = 60-70°C -V_{steam} = 2 m/s -$V_{hot\ air}$ = 0.7 m/s	การพัฒนาแบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นโดยรวมของการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งร่วมกับลมร้อนพบว่า -ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง (Superheated Steam) $D_{eff} = 0.005137 \exp\left[\frac{-26.828}{RT_{abs}}\right]$ เมื่อ $120^\circ C \le T \le 180^\circ C$ -ลมร้อน (Hot air) $D_{eff} = 0.0005618 \exp\left[\frac{-18.952}{RT_{abs}}\right]$ เมื่อ IMC= 200% db., $60^\circ C \le T \le 70^\circ C$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.2 ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองการอบแห้งและการจำลองสภาวะการอบแห้ง

รายละเอียดการศึกษา	เงื่อนไขจำลองสภาวะ	ผลการศึกษา
<u>ลำไยเฉพาะเนื้อ</u> **(Achariyaviriya et al, 2000)** -ทำการจำลองสภาวะการอบแห้งด้วยลมร้อน -ใช้แบบจำลองการอบแห้งแบบใกล้สมดุล -สภาวะที่เหมาะสมพิจารณาจากค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะและเวลาอบแห้ง	-T = 55-65°C -SAF = 32-300 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$ -RC = 0-97%	จากการจำลองสภาพเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของการอบแห้งลำไยเฉพาะเนื้อ พบว่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะน้อยที่สุดมีค่า 5.5 MJ/kg_{water} ที่อุณหภูมิ 65°C, SAF 100 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$ และที่ RC 80% โดยใช้เวลาการอบแห้ง 18.5 h
<u>ลำไยทั้งลูก</u> **(Achariyaviriya, 2001)** -ทำการจำลองสภาวะ อบแห้งด้วยลมร้อน -ใช้แบบจำลองการอบแห้งแบบใกล้สมดุล -สภาวะที่เหมาะสมพิจารณาจากค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะและเวลาอบแห้ง	-T = 65-90°C -SAF = 14-30 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$ -RC = 0-95%	จากการจำลองสภาพเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของการอบแห้งลำไยทั้งลูก พบว่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะน้อยที่สุดมีค่า 4.2 MJ/kg_{water} ที่อุณหภูมิ 75°C, SAF 25 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$ และที่ RC 90% ใช้เวลาการอบแห้ง 56 h
(วีรศักดิ์ วงศาสุราฤทธิ์, 2546) -ทำการจำลองสภาวะการอบแห้งลำไยด้วยลมร้อนแบบเบดอยู่กับที่ -ใช้แบบจำลองการอบแห้งแบบใกล้สมดุล	-มวลวัสดุ = 1085 kg -T = 60-80°C -T_{amb} = 20-30°C -RH_{amb}=20-90% -SAF= 20-100 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$ -RC = 0-90% - Δx = 0.2 m	กรณีเครื่องอบแห้งแบบไต้หวัน เงื่อนไขที่เหมาะสมของการอบแห้งคือ ใช้ SAF 31 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$, อุณหภูมิอบแห้ง 60°C เมื่อมีอุณหภูมิแวดล้อม 30°C และความชื้นสัมพัทธ์อากาศแวดล้อม 75% กรณีเครื่องอบแห้งแบบที่มีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ เงื่อนไขที่เหมาะสมของการอบแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.2 (ต่อ)

รายละเอียดการศึกษา	เงื่อนไขจำลองสภาวะ	ผลการศึกษา
- สภาวะที่เหมาะสมพิจารณาจากราคาของพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งต่ำที่สุดในกรณีของเครื่องอบแห้งแบบไต้หวันและเครื่องอบแห้งนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่		คือ ใช้ SAF= 67 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$, อุณหภูมิอบแห้ง 80°C , RC = 97% เมื่อมี T_{amb}= 30°C และ RH_{amb} = 75% จากการจำลองสภาวะพบว่าทั้งกรณีเครื่องอบแห้งไต้หวันและเครื่องอบแห้งแบบนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ T_{amb}และRH_{amb}มีผลต่อ SAF แต่ไม่มีผลต่ออุณหภูมิอบแห้ง
(ธณัฏฐ์ยศ สมใจ, 2547) -ทำการจำลองสภาวะการอบแห้งด้วยลมร้อน -ใช้แบบจำลองการอบแห้งแบบไม่สมดุลมีสมมติฐานเช่นเดียวกับ Brooker et al (1992)	มวลวัสดุแห้ง = 6.045 kg -T = 75°C -RH_{amb}=50% -v = 0.7 m/s -RC = 0-90% - Δx = 0.1-0.2 m -SAF= 60-120 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$	จากการจำลองสภาวะการอบแห้งจะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของชั้นลำไยกับอัตราการไหลจำเพาะของอากาศ พบว่าความหนาของชั้นลำไยกับอัตราการไหลจำเพาะของอากาศ $SAF = (-588.31)L + 173.04$ สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสิ้นเปลืองพลังงาน, อัตราการไหลจำเพาะของอากาศ และสัดส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ พบว่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะแปรผันตรงกับอัตราการไหลจำเพาะของอากาศและแปรผกผันกับสัดส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ $SEC = 52.931 - (90.115)RC + 0.04397\,SAF$
(ภราดร หนูทอง, 2548) -ทำการจำลองสภาวะการอบแห้งด้วยลมร้อน -ใช้แบบจำลองการอบแห้งแบบไม่สมดุล -เพื่อหาความหนาของชั้นลำไยที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งทั้งลูก	-มวลวัสดุ = 12 kg -T = 60-90°C -RC = 0-90% - Δx = 5-60 cm -SAF= 15-90 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$	จากการจำลองสภาวะการอบแห้งพบว่าความหนาของชั้นลำไยที่เหมาะสม คือ 40 cm และควรใช้อุณหภูมิอบแห้ง 75°C, SAF =73 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$ และRC = 90 % ใช้เวลาการอบแห้ง 64.2 h และ SEC = 10.56 MJ/kg_{water} การเพิ่มขึ้นของ RC มีผลต่อการลดลงของ SEC มากที่สุด และการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอบแห้งมีผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.2 (ต่อ)

รายละเอียดการศึกษา	เงื่อนไขจำลองสภาวะ	ผลการศึกษา
		มีผลต่อการลดลงของเวลาอบแห้งมากที่สุด รองมาเป็นการเปลี่ยนแปลงความหนาของชั้นลำไย, ความชื้นเริ่มต้นของลำไย , SAF และ RC ตามลำดับ
(Janjai et al., 2008) -ทำการจำลองสภาวะการอบแห้งด้วยลมร้อน -วิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การอบแห้งลำไยโดยใช้วิธีการทางไฟไนต์อิเลเมนต์ แบบ 2 มิติ	-มวลวัสดุ = 1.250 kg -T = 50-70°C -RH = 8-14% -v = 0.2 m/s	จากการจำลองสภาวะการอบแห้งพบว่าแบบจำลองสามารถทำนายความชื้นเฉลี่ยในเนื้อวัสดุให้ผลที่ดีเมื่อเทียบกับค่าจากการทดลอง และพบว่าเมื่ออุณหภูมิของลมร้อนสูงขึ้นทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นของเนื้อลำไยสูงขึ้นด้วย
<u>ลำไยคว้านเมล็ด</u> **(ทัศวรรณ ปัญญาบุตร, 2003)** -ทำการอบแห้งด้วยลมร้อน -ใช้แบบจำลองการอบแห้งแบบใกล้สมดุล -เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งลำไยทั้งลูกและคว้านเมล็ด	-T = 50-90°C -มวลวัสดุแห้ง = 73 kg -AF = 86 และ130 $kg_{dry\ air}$/h -RC = 90%	จากการจำลองสภาวะการอบแห้งพบว่าที่อุณหภูมิ 70°C และ AF 130 $kg_{dry\ air}$/h ประหยัดพลังงานที่สุด นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะระหว่างการอบแห้งลำไยทั้งลูกและคว้านเมล็ด ที่อุณหภูมิ 75°C, AF 130 $kg_{dry\ air}$/h และ RC 90% พบว่าการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดใช้เวลาการอบและSEC น้อยกว่าการอบแห้งลำไยทั้งลูก โดยใช้เวลาการอบแห้ง 20 h และSEC 4.7 MJ/kg_{water}
(Somjai et al., 2009) -ทำการจำลองสภาวะการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งร่วมกับลมร้อน	-มวลวัสดุ = 20 kg -T_{SSD} = 120-180°C -T_{HAD} = 60-70°C -V_{steam} = 1 m/s -$V_{hot\ air}$ = 0.5-0.7 m/s	จากการจำลองสภาวะเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ด พบว่าค่าความสิ้นเปลืองพลังงานน้อยที่สุด 6.78 kJ/kg_{water} ที่ T_{SSD} 180°C ตามด้วย T_{HAD} 70°C , SAF 101 $kg_{dry\ air}$/h $kg_{dry\ longan}$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.2 (ต่อ)

รายละเอียดการศึกษา	เงื่อนไขจำลองสภาวะ	ผลการศึกษา
-ใช้แบบจำลองการอบแห้งแบบใกล้สมดุล	-SAF = 101 และ 142 $kg_{dry\ air}$/h-$kg_{dry\ longan}$ -RC = 0-90%	และที่ค่า RC 90% (ทำการจำลองสภาพเฉพาะที่ค่าความชื้นหลังการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 200% db.)มีผลต่อการลดลงของเวลาอบแห้งมากที่สุด รองมาเป็นการเปลี่ยนแปลงความหนาของชั้นลำไย, ความชื้นเริ่มต้นของลำไย , SAF และ RC ตามลำดับ

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เมื่ออุณหภูมิลมร้อนเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้นใช้เวลาการอบแห้งน้อยลง แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นกลับทำให้อัตราการอบแห้งลดลง และกระบวนการอบแห้งที่มีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ใหม่ สามารถช่วยลดความสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง กรณีการอบแห้งที่มีการนำอากาศร้อนที่ออกจากห้องอบแห้งกลับมาใช้ใหม่ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนที่ใช้วนกลับมาใช้ในการอบแห้ง น่าจะมีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้น เพื่อช่วยให้แบบจำลองการอบแห้งสามารถทำนายการลดลงของความชื้นได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิลมร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ที่มีผลต่อการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดออก

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิ ความเร็วและความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ด

1.3.2 เพื่อหาเงื่อนไขการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดที่เหมาะสมจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้สมการจลนพลศาสตร์ที่ใช้ในการทำนายการลดลงของความชื้นของวัสดุได้อย่างดี

1.4.2 ได้สภาวะการอบแห้งลำไยคว้านเมล็ดที่เหมาะสม ทำให้ช่วยลดเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และความสิ้นเปลืองพลังงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.5 ขอบเขตการศึกษา

1.5.1 การอบแห้งใช้ลำไยพันธุ์ดอ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25-30 mm

1.5.2 ความชื้นสุดท้ายของการอบประมาณ 18 %db.

1.5.3 พัฒนาสมการจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งโดยใช้รูปแบบสมการทางทฤษฎีและกึ่งทฤษฎี

1.5.4 ทำการอบแห้งแบบชั้นบางที่อุณหภูมิลมร้อน 50-90°C ความชื้นสัมพัทธ์ 3-62% และความเร็วลมร้อน 0.5-1.5 m/s

1.5.5 จำลองสภาพการอบแห้งในช่วงอุณหภูมิลมร้อน 50-90°C ความเร็วลมร้อน 0.5-1.5 m/s และอัตราส่วนการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ 0-90%

1.5.6 ปัจจัยของลมร้อนที่พิจารณา คือ ความเร็ว อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

1.5.7 เกณฑ์การพิจารณาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม พิจารณาเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและความสิ้นเปลืองพลังงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved