



พลัง+งาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น

พลัง+งาน : ฉบับคิดเป็นทำเป็น

สมุนไพรรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับการดูดซับความชื้น

ผู้แต่ง : ดร.นเรศ มีโส

พิมพ์ครั้งแรก : พฤษภาคม 2553

จำนวน : 2,000 เล่ม

สนับสนุนโดย

ชุดโครงการสนับสนุน จัดการความรู้ และประเมินผล
โครงการวิจัยและพัฒนา “พลังงานทางเลือกเพื่อสุขภาพในชุมชน”
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

จัดพิมพ์โดย

มูลนิธินโยบายสุขภาพ ที่อยู่ 87/495 หมู่บ้านภัสสรรัตนานิเบศร์ (ซอย 31)
ถ.บางกรวย-ไทรน้อย ต.บางรักใหญ่ อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110
โทรศัพท์ 02-920 9691-2 โทรสาร 02- 920 8845

ที่ปรึกษาวิชาการ : ดร.เดชรัต สุขกำเนิด

บรรณาธิการ : กัลยา นาคลิ่งกา

ออกแบบปก และรูปเล่ม

กชพร วรรณมณี

สุจินต์ เจตน์เกษตรกรณ

พิมพ์ที่

บริษัท แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น จำกัด โทร 02-942 0195



พลัง+งาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรรอบแห่งแสงอาทิตย์ร่วมกับการดูดซับความชื้น

คำนำ

“พลังงานด้านวิกฤต”หลายท่านสงสัยว่าจะเป็นไปได้อย่างไรเพราะทุกวันนี้พลังงานเองหรือเปล่าที่เป็นตัวก่อวิกฤตไม่ว่าจะเป็นการรับภาระจากราคาที่สูงขึ้น ปัญหามลพิษจากภาคการผลิตพลังงาน บางครั้งทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นในสังคม...วิกฤตเหล่านี้ต่างส่งผลต่อการดำรงชีวิตของผู้คนหรือ เรียกว่ากระทบต่อสุขภาพทั้งทางกาย จิตใจสังคมและปัญญา...แต่แท้ที่จริงแล้ว“พลังงาน”ยังมีทางเลือกอื่นที่ประชาชนอย่างเราๆสามารถพึ่งพาตนเองและสร้างขึ้นมาเองได้จากทรัพยากรใกล้บ้านผสมผสานกับภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีอยู่...ทางเลือกนั้นอยู่ในมือท่านแล้ว

“พลัง+งาน” ฉบับคิดเป็นทำเป็นนี้ ถือเป็นฉบับพิเศษที่รวบรวมองค์ความรู้ ของแต่ละเทคโนโลยีพลังงานทางเลือกตั้งแต่ประวัติความเป็นมาหลักการการประยุกต์ใช้ขั้นตอนการทำงานลงทุนและผลตอบแทน ตลอดจนแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมโดยทั้งหมดจะผ่านการเขียนที่เข้าใจง่ายเหมาะสำหรับผู้สนใจที่จะลงมือปฏิบัติการพลังงานในบ้านชุมชนและองค์กรของท่านหรือเพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมประกอบกับรูปเล่มที่มีขนาดกะทัดรัดพกพาสะดวกเหมาะกับการนำไปเผยแพร่และขยายผลทั้งนี้ได้จัดทำออกมาเป็นชุดการเรียนรู้เทคโนโลยีพลังงานทางเลือกเพื่อสุขภาพในชุมชน ทั้งหมด 10 เล่ม 10 เทคโนโลยี

เนื้อหาในเล่ม เป็นการถอดบทเรียนจากการเรียนรู้ผ่าน “ชุดโครงการสนับสนุนจัดการความรู้ และประเมินผลโครงการวิจัยและพัฒนาพลังงานทางเลือกเพื่อสุขภาพในชุมชน” ที่ค้นคว้าพัฒนาสาธิตพลังงานทางเลือกในชุมชนต่างๆทั่วประเทศและหวังจะให้งานวิจัยที่เกิดขึ้นนี้ เป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ สามารถนำไปใช้ได้จริงและขยายผลไปสู่การพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของประเทศไทยได้มากขึ้น

ขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ที่เปิดโอกาสให้ประชาชนเข้าถึงการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานอันจะนำไปสู่สังคมแห่งสุขภาวะขอขอบคุณผู้เขียนทุกๆ ท่านที่เสียสละเวลามาร้อยเรียงกลั่นกรองความรู้จนออกมาเป็นชุดการเรียนรู้เล่มนี้ได้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มเล็กๆ ที่ท่านถืออยู่นี้ จะเป็นผู้ช่วยที่เอื้อประโยชน์และให้ความรู้ สำหรับการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของทุกๆ ท่าน

ขอบพระคุณที่ท่านร่วมเป็นส่วนหนึ่งของปฏิบัติการทีมงาน “ชุดโครงการสนับสนุน จัดการความรู้ และประเมินผลโครงการวิจัยและพัฒนาพลังงานทางเลือกเพื่อสุขภาพในชุมชน”





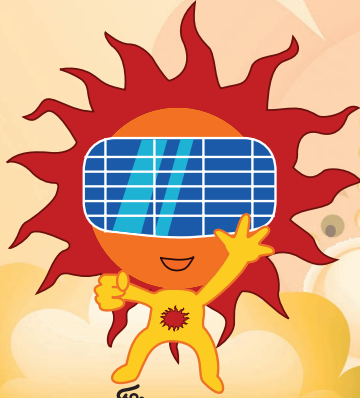
2 พลัง+งาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับการดูดซับความชื้น

สารบัญ

หน้า

ประวัติความเป็นมาของเทคโนโลยี.....	3
หลักการโดยทั่วไปของเทคโนโลยี.....	5
แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในภาพรวม.....	8
ขั้นตอนการทำ.....	9
ประมาณการการลงทุนและผลตอบแทนเบื้องต้น.....	12
ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.....	17
ข้อควรพึงระวังในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี.....	19
ศักยภาพการพัฒนาในอนาคต.....	20
เอกสารอ้างอิง.....	21
กิตติกรรมประกาศ.....	22





ประวัติความเป็นมาของเทคโนโลยี

ในปัจจุบันกระแสทั่วโลกกำลังพูดถึงเรื่องสุขภาพ จึงทำให้เกิดการตื่นตัวในการนำสมุนไพรมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพในรูปแบบต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์สำหรับการรักษาโรค ผลิตภัณฑ์สำหรับการดูแลผิวพรรณ และผลิตภัณฑ์สำหรับสปา เป็นต้น ซึ่งกระบวนการแปรรูปสมุนไพรนั้นจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการอบแห้ง เพราะสมุนไพรจะมีความชื้นสูง ทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาได้นาน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องนำมาผ่านกระบวนการอบแห้งเพื่อลดความชื้นและรักษาคุณภาพของสมุนไพรก่อนบรรจุภัณฑ์

สำหรับกระบวนการอบแห้งสมุนไพรในระดับชุมชนส่วนใหญ่จะนิยมใช้เครื่องอบแห้งที่ใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวกลางในการอบแห้งสมุนไพร เนื่องจากเป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลภาวะที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของคนในชุมชน และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูงสำหรับประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีแสงอาทิตย์เกือบตลอดทั้งปี โดยมีค่าพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 17 MJ/day m^2 ซึ่งมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้ให้ความร้อนในกระบวนการอบแห้งสมุนไพร โดยทั่วไปเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิในการอบแห้งประมาณ $50-60^\circ \text{C}$ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการอบแห้งสมุนไพร เพราะสมุนไพรจะไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เช่น สี และรูปทรง และไวต่อการสูญเสียคุณภาพทางเคมี เช่น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และสารหอมระเหยได้ง่าย แต่อุณหภูมิในการอบแห้งดังกล่าวจะเกิดขึ้นเฉพาะเวลาที่มีแสงแดดเพียงพอเท่านั้น ซึ่งถ้าเวลาที่ไม่มีความชื้นหรือเวลาที่ความชื้นไม่เพียงพอ เช่น เวลาฝนตกหรือเวลากลางคืน อุณหภูมิในการอบแห้งดังกล่าวก็จะไม่เกิดขึ้น





- 4 พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น
จึงเป็นสาเหตุทำให้การอบแห้งสมุนไพรใช้เวลานาน และเกิดความเสียหายต่อคุณภาพ
ทางกายภาพและทางเคมีของสมุนไพร ซึ่งปัญหาดังกล่าวนี้นี้จึงกลายมาเป็น
“ ข้อจำกัดของเครื่องอบแห้งสมุนไพรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ”

จากข้อจำกัดของเครื่องอบแห้งสมุนไพรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ดังที่กล่าวมา
เบื้องต้นนี้คณะผู้วิจัยจากหน่วยวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร
(Research Unit of Drying Technology for Agricultural Products, ReDTec)
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามซึ่งประกอบด้วย ดร.นเรศ มีโส หัวหน้า
โครงการวิจัย ร่วมกับ รศ.ดร.ศิริธร ศิริอมรรพธน์ และนายศักดิ์ชัย ตรีดี ผู้ร่วมโครง
การวิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเอากระบวนการดูดซับความ
ชื้นของสารดูดความชื้นมาใช้ร่วมกับเครื่องอบแห้ง
สมุนไพรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อดัดแปลง
คุณสมบัติของอากาศอบแห้งก่อนที่จะนำ
ไปใช้ในการอบแห้งให้มีความชื้นลดลง
ต่ำกว่าอากาศอบแห้งที่ใช้ความ
ร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไป
ซึ่งผลที่ตามก็จะทำให้ระยะเวลาใน
การอบแห้งลดลง และทำให้คุณภาพของสมุนไพรมีการเปลี่ยนแปลงหรือสูญเสียน้อยกว่า
สมุนไพรที่ผ่านการอบแห้งจากเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไป



หลักการโดยทั่วไปของเทคโนโลยี

สำหรับหลักการของการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรทั่วไปจะใช้ อากาศร้อน (Hot air) จากพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น ไฟฟ้า น้ำมัน แก๊ส และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น มาเป็นตัวกลางในการอบแห้ง โดยมีอัตราการอบแห้ง (Drying rate) ของผลิตผลทางการเกษตรทั่วไปอยู่ 2 ช่วง คือ ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ (Constant drying rate) และช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (Falling drying rate) ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งในช่วงเริ่มต้นของการอบแห้ง อัตราการอบแห้งคงที่ สาเหตุเนื่องจากที่บริเวณผิวของผลิตผลทางการเกษตรมีฟิล์มน้ำเกาะอยู่เป็นจำนวนมาก และความร้อนจากอากาศร้อนที่ได้รับมาส่วนใหญ่จึงถูกนำมาใช้ในการระเหยน้ำออกจากบริเวณผิวของผลิตผลทางการเกษตรไปสู่ อากาศร้อนที่อยู่รอบๆ ด้วยอัตราคงที่ ดังนั้นจึงเรียกช่วงนี้ว่า อัตราการอบแห้งคงที่ ต่อมาเมื่อปริมาณน้ำที่บริเวณผิวของผลิตผลทางการเกษตรลดลงอย่างมาก และขณะเดียวกันการระเหยน้ำที่บริเวณผิวของผลิตผลทางการเกษตรก็จะเกิดขึ้นต่อเนื่องจนกระทั่งความชื้นของผลิตผลทางการเกษตรลดลงถึงความชื้นวิกฤติ (Critical moisture content, MCRITICAL) การอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรในช่วงนี้จะถูกเรียกว่า อัตราการอบแห้งลดลง สาเหตุดังกล่าวนี้นี้เนื่องจากอัตราการแพร่จากภายในของผลิตผลทางการเกษตรช้ากว่าอัตราการระเหยน้ำที่บริเวณผิวจึงส่งผลทำให้อัตราการอบแห้งลดลง และสุดท้ายความชื้นของผลิตผลทางการเกษตรจะลดลงไปจนกระทั่งความชื้นของผลิตผลทางการเกษตรสมดุลกับความชื้นของอากาศร้อนที่อยู่รอบๆ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ความชื้นของวัสดุไม่มีการเปลี่ยนแปลง และจะเรียกความชื้นจุดดังกล่าวนี้ว่า ความชื้นสมดุล (equilibrium moisture content, MEQUILIBRIUM) (Brooker et al.,1992) ซึ่งผลิตผลทางการเกษตรส่วนมากที่สมดุลกับความชื้นของอากาศร้อนที่อยู่รอบๆ นี้จะมีความชื้นอยู่ในระดับที่มีความ



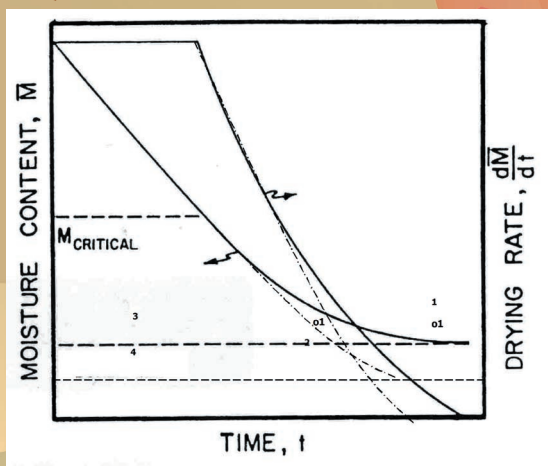


6 พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น

ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา แต่ถ้าอากาศร้อนที่อยู่รอบๆ ผลผลิตทางการเกษตรมีความชื้นสูงขึ้นก็จะส่งผลทำให้ความชื้นสมดุลระหว่างผลผลิตทางการเกษตรและอากาศร้อนที่อยู่รอบๆสูงขึ้นตามไปด้วยจึงเป็นสาเหตุทำให้การอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรใช้ระยะเวลานานและเกิดความเสียหายต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลผลิตทางการเกษตร

จากสาเหตุดังที่กล่าวผ่านมาเบื้องต้น จึงได้มีการนำเอากระบวนการดูดซับความชื้นของสารดูดความชื้นมาดูดซับความชื้นอากาศร้อนก่อนที่จะนำไปอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรให้มีความชื้นต่ำกว่าอากาศร้อนปกติซึ่งถ้านำอากาศร้อนที่มีความชื้นต่ำไปอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรจะทำให้ความชื้นของผลผลิตทางการเกษตรสมดุลกับความชื้นของอากาศร้อนที่มีความชื้นต่ำอยู่ในระดับต่ำกว่าผลผลิตทางการเกษตรที่อบแห้งด้วยอากาศร้อนปกติ จึงส่งผลทำให้ความชื้นของผลผลิตทางการเกษตรที่อบแห้งด้วยอากาศที่มีความชื้นต่ำลดลงจนถึงระดับที่มีความปลอดภัยต่อการเก็บรักษาได้ง่ายและใช้เวลารอบแห้งเร็วกว่าผลผลิตทางการเกษตรที่อบแห้งด้วยอากาศร้อนปกติ

ระยะโปรเจกต์เกษตรปลอดภัยแบบอินทรีย์



- การอบแห้งด้วยอากาศร้อนปกติ
- - - - การอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่มีความชื้นต่ำ
- 1 และ 2 ระดับความชื้นที่มีความปลอดภัยต่อการเก็บรักษา
- 3 ระดับที่ความชื้นของผลผลิตทางการเกษตรสมดุลกับความชื้นของอากาศร้อนปกติที่อยู่รอบๆ
- 4 ระดับที่ความชื้นของผลผลิตทางการเกษตรสมดุลกับความชื้นของอากาศร้อนที่มีความชื้นต่ำ

รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (Moisture content) และอัตราการอบแห้ง (Drying rate) ของผลผลิตทางการเกษตรภายใต้การอบแห้งด้วยอากาศร้อนปกติและการอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่มีความชื้นต่ำ (Meeso, 2008 และเนเรศ มีโส และคณะ, 2553)



พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น 7

ส่วนสารดูดความชื้นหลังการดูดซับความชื้นอากาศร้อนในกระบวนการดูดซับจนกระทั่งอิ่มตัวแล้ว ยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่อีกโดยการนำมาผ่านกระบวนการไล่ความชื้นด้วยอากาศร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ หรือพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำมัน แก๊ส และพลังงานทดแทน เป็นต้น นอกจากนี้กระบวนการดูดซับความชื้นอากาศร้อนของสารดูดความชื้นยังมีลักษณะเด่นอีกลักษณะหนึ่งคือ เมื่ออากาศแวดล้อมที่มีอุณหภูมิประมาณ 30-35° C ไหลผ่านสารดูดความชื้น ในอากาศแวดล้อมจะแพร่ไปยังผิวของสารดูดความชื้น หลังจากนั้นความชื้นที่ผิวของสารดูดความชื้นจะเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำและถูกดูดซับเข้าไปสู่ภายในสารดูดความชื้น ซึ่งในระหว่างที่ความชื้นในอากาศแวดล้อมถูกควบแน่นเป็นหยดน้ำ ความชื้นจะคายความร้อนออกมาแผ่ถ่ายเทให้กับอากาศ ส่งผลทำให้อากาศแวดล้อมที่ไหลผ่านสารดูดความชื้นออกมามีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 50-55°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมและสามารถนำมาอบแห้งสมุนไพรในเวลาที่ไม่ได้มีแสงแดดหรือมีแสงแดดไม่เพียงพอได้ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้จึงได้นำเอาลักษณะเด่นดังกล่าวนี้มาพัฒนาเพิ่มเข้าไปในเครื่องอบแห้งสมุนไพรเพื่อให้สามารถทำงานได้ 3 สภาวะคือสภาวะที่มีแสงอาทิตย์เพียงพอ สภาวะที่ไม่มีแสงอาทิตย์ และสภาวะที่มีแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ

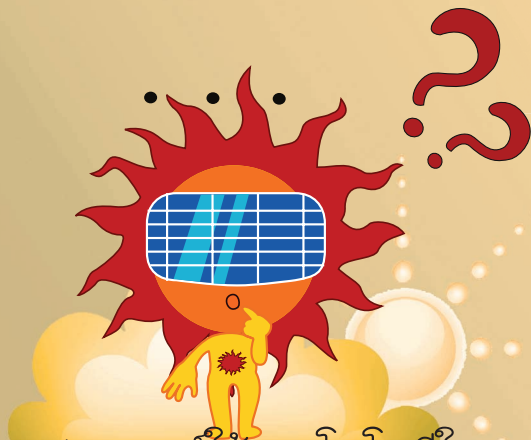
หลักการโดยทั่วไปของเทคโนโลยี





8 ผลงาน นวัตกรรมคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น

แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในภาพรวม



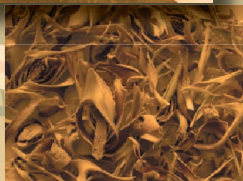
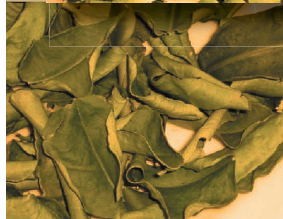
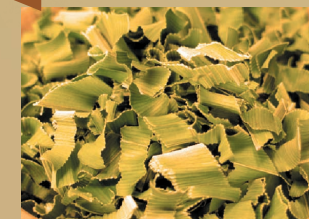
แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในภาพรวม

ผลิตผลทางการเกษตรในแต่ละฤดูกาลจะมีผลผลิตเป็นจำนวนมากและเกิดการเน่าเสียได้ง่ายจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการนำผลิตผลทางการเกษตรมาแปรรูปเป็น

ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ เพื่อให้ผลิตผลทางการเกษตรสามารถยืดอายุการเก็บรักษาและนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายและคุ้มค่า ดังนั้นคณะผู้วิจัยจากหน่วยวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ร่วมกับ หน่วยวิจัยอาหารเพื่อสุขภาพและไขมันเพื่อสุขภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารและ

โภชนาศาสตร์คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัทยมหาสารคามจึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์พืชและสมุนไพรอบแห้งประเภทต่างๆ อาทิเช่น ใบมะกรูดอบแห้ง ตะไคร้อบแห้ง ใบเตยอบแห้ง ขาใบหม่อนอบแห้ง ชาดอกไม้ออบแห้งผลไม้อบแห้งและเครื่องเทศอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งผลิตภัณฑ์พืชและสมุนไพรอบแห้งเหล่านี้ จะมีข้อเด่น ได้แก่ มีสีสวยงามใกล้เคียงกับของสด มีกลิ่นหอมไม่เหม็นเขียวมีความชื้นหลังการอบแห้งอยู่ในระดับที่มีความปลอดภัยต่อการเก็บรักษา สามารถเก็บไว้ได้ นานมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงกว่าผลิตภัณฑ์อบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไปเช่นสารต้านอนุมูลอิสระและสารต้านไกลโคซีน (สาเหตุของโรคเบาหวาน) เป็นต้น

รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์พืชและสมุนไพรอบแห้งที่ผ่านการอบแห้ง





ระบบอบแห้งสมุนไพรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกระบวนการดูดซับความชื้นอากาศอบแห้งต้นแบบได้ออกแบบและสร้างขึ้นที่ห้องปฏิบัติการของหน่วยวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร (ReDTec) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามตามรายละเอียดในเอกสารขอรับอนุสิทธิบัตรเลขที่คำขอรับอนุสิทธิบัตรไทยที่ 0903000388 (นเรศ มีโส และคณะ, 2552) และ 0903000216 (นเรศ มีโส และคณะ, 2552) ซึ่งระบบอบแห้งสมุนไพรดังกล่าวมีขั้นตอนการสร้างแต่ละส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

4.1 ห้องอบแห้งสมุนไพร ดังแสดงในรูปที่ 3 มีลักษณะเป็นท่อห้าเหลี่ยมกลวง โดยที่บริเวณด้านบนของห้องอบแห้งสมุนไพรมีลักษณะเป็นรูปจั่วซึ่งทำด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตสำหรับให้รังสีอาทิตย์ส่องผ่านเข้ามาภายในห้องอบแห้งสมุนไพร ที่บริเวณด้านข้างทั้งสองด้านของห้องอบแห้งสมุนไพรจะมีประตูแบบลิ้นชักสำหรับเปิด-ปิดเพื่อนำถาดบรรจุสมุนไพรเข้า-ออกจากห้องอบแห้งสมุนไพร ส่วนที่ปลายด้านล่างของห้องอบแห้งสมุนไพร จะเปิดโล่งสำหรับให้กระแสอากาศร้อนไหลทะลุผ่านถาดบรรจุสมุนไพรในทิศทางจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนที่บริเวณปลายด้านของห้องอบแห้งสมุนไพรจะเปิดโล่งสำหรับให้กระแสอากาศร้อนไหลผ่านถาดบรรจุสมุนไพรในทิศทางขนานกับบริเวณด้านบนของถาดบรรจุสมุนไพร ส่วนบริเวณปลายอีกด้านหนึ่งของห้องอบแห้งสมุนไพรก็จะเปิดโล่งเช่นเดียวกันสำหรับปล่อยอากาศร้อนขึ้นทิ้งไปสู่แวดล้อมภายนอกห้องอบแห้งสมุนไพร



รูปที่ 5 อุปกรณ์กำเนิดความร้อนด้วยรังสีดวงอาทิตย์



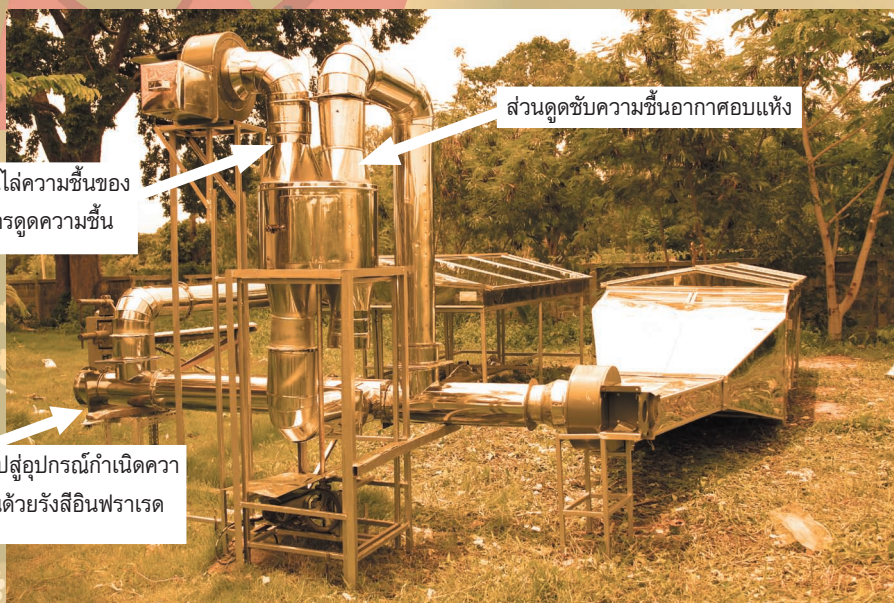


10 พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น

4.2 ชุดดูดซับความชื้นอากาศอบแห้ง ดังแสดงในรูปที่ 4 ประกอบด้วยห้องดูดซับความชื้นอากาศมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวง โดยภายในจะติดตั้งด้วยวงล้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวงเหมือนกับห้องดูดซับความชื้นอากาศ ยกเว้นที่บริเวณภายในของวงล้อจะแบ่งออกเป็นหกหรือแปดช่องขึ้นอยู่กับขนาดของวงล้อเพื่อป้องกันอากาศที่ไหลผ่านแต่ละช่องของวงล้อไม่ให้รบกวนกันในเวลาที่ช่องแต่ละช่องของวงล้อหมุนไปอยู่ในตำแหน่งคาบเกี่ยวกับช่องต่างๆ ของฝา

ปิดที่บริเวณความสูงครึ่งของวงล้อจะเปิดโล่งเพื่อใส่ถาดตะแกรงบรรจุเม็ดสารดูดความชื้นที่มีลักษณะเป็นรูปหนึ่งส่วนหกหรือหนึ่งส่วนแปดของทรงกระบอก ซึ่งถ้าถาดตะแกรงบรรจุเม็ดสารดูดความชื้นภายในช่องของวงล้อถาดใดหมุนมาตรงกับช่องขนาดเท่ากับพื้นที่หนึ่งในสี่ของฝาปิด จะเรียกตะแกรงบรรจุเม็ดสารดูดความชื้นนั้นว่า ส่วนดูดซับความชื้นอากาศอบแห้ง และถ้าหมุนมาตรงกับช่องขนาดเท่ากับพื้นที่ครึ่งหนึ่งของฝาปิดจะเรียกตะแกรงบรรจุเม็ดสารดูดความชื้นนั้นว่า ส่วนไล่ความชื้นของสารดูดความชื้น และที่ตำแหน่งตรงกลางบริเวณด้านล่างของวงล้อจะเชื่อมต่อกับแกนเพลลา ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของแกนเพลลาจะต่อเข้ากับชุดขับหมุนวงล้อ

ใช้เพื่อการทำ



รูปที่ 4 ชุดดูดซับความชื้นอากาศอบแห้ง และอุปกรณ์กำเนิดความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรด



พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความร้อน 11

4.3 อุปกรณ์กำเนิดความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรด มีลักษณะเป็นท่อสี่เหลี่ยมกลวง โดยมีแผ่นกำเนิดความร้อนแบบรังสีอินฟราเรดติดตั้งอยู่ที่บริเวณผนังด้านในของด้านข้างทั้งสองด้านสำหรับทำให้อากาศแวดล้อมที่ไหลผ่านเป็นอากาศร้อน ซึ่งแผ่นกำเนิดความร้อนแบบรังสีอินฟราเรดดังกล่าวจะกำเนิดความร้อนออกมาโดยการใช้แก๊สเข้าไปเผาแผ่นกำเนิดความร้อนแบบรังสีอินฟราเรดให้ร้อน

4.4 อุปกรณ์กำเนิดความร้อนด้วยรังสีดวงอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 5 มีลักษณะโครงสร้างเป็นท่อห้าเหลี่ยมกลวง โดยที่บริเวณด้านบนมีผนังลักษณะเป็นรูปจั่ว ซึ่งทำด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตสำหรับให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านเข้าไปภายใน ที่บริเวณด้านล่างและด้านข้างทั้งสองด้านจะเป็นผนังทึบ ซึ่งผนังด้านในที่บริเวณด้านล่างและที่บริเวณด้านข้างทั้งสองด้านจะทาสีดำเพื่อให้ดูดกลืนรังสีอาทิตย์ และเปลี่ยนเป็นความร้อนขึ้น ส่วนที่บริเวณปลายด้านหนึ่งของอุปกรณ์กำเนิดความร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จะเปิดโล่งสำหรับนำอากาศแวดล้อมจากภายนอกเข้ามาผ่านภายในและที่บริเวณปลายอีกด้านหนึ่งของอุปกรณ์กำเนิดความร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จะมีลักษณะเป็นท่อห้าเหลี่ยมกลวงสำหรับรวมอากาศร้อนจากภายในของอุปกรณ์กำเนิดความร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ส่งไปยังชุดดูดซับความร้อนอากาศอบแห้ง



อุปกรณ์กำเนิดความร้อนด้วยรังสีดวงอาทิตย์

รูปที่ 5 อุปกรณ์กำเนิดความร้อนด้วยรังสีดวงอาทิตย์





12 พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความร้อน



ประมาณการการลงทุนและผลตอบแทนเบื้องต้น

สำหรับการประมาณการการลงทุนในการสร้างระบบอบแห้งสมุนไพรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกระบวนการดูดซับความร้อนอากาศอบแห้งต้นแบบทั้งหมด ประมาณ 162,439.7 บาท ซึ่งสามารถแยกเป็นการลงทุนในการสร้างแต่ละส่วนประกอบของระบบอบแห้งสมุนไพรดังกล่าว ดังนี้

5.1 ห้องอบแห้งสมุนไพรแบบอุโมงค์

วัสดุขนาด	ความยาว	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคาทั้งสิ้น
หรือพื้นที่ที่ใช้				
1.เหล็กกล่อง (ก 2"xส 2"xย 6m)	23.6 เมตร	3.9 ท่อน	330	1,287
2.เหล็กกล่อง (ก 1"xส 1"xย 6m)	45.5 เมตร	7.6 ท่อน	150	1,140
3.สแตนเลสบาง (ก 1.2m x ย 2.4m)	52.0 เมตร ²	18.1 แผ่น	1500	27,150
4.แผ่นโพลีคาร์บอเนต (ก 2.1m x ย 6m x น 6mm)	6.4 เมตร ²	0.5 แผ่น	4100	2,050
5.เหล็กฉาก (ก 1"xส 1"xย 6m)	15.1 เมตร	15.1 ท่อน	200	3,020
6.ฉนวน (ก 0.3m x ย 5m)	26.0 เมตร ²	17.3 แผ่น	150	2,595
7.น็อตเบอร์ 10 (1kg)	10.0 กิโลกรัม	10.0 กิโลกรัม	100	1,000

หมายเหตุ

ก หมายถึง ความกว้าง

ส หมายถึง ความสูง

ย หมายถึง ความยาว

น หมายถึง ความหนา

รวมราคาวัสดุ

38,242

วัสดุสิ้นเปลือง

3,824.2

ค่าแรงช่าง

19,121

ค่าออกแบบ

5,736.3

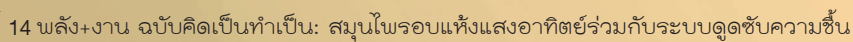
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด

66,923.5

5.2 ชุดดูดซับความชื้นอากาศคอบแห้ง

วัสดุ (ขนาด)	ความยาว หรือพื้นที่ที่ใช้	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคาทั้งสิ้น	
1.สแตนเลสบาง (ก 1.2m x ย 2.4m)	31.3 เมตร ²	10.9 แผ่น	1500	16,350	
2.เหล็กฉาก (ก 1" x ส 1" x ย 6m)	8.2 เมตร	1.4 ท่อน	200	280	
3.ฉนวน (ก 0.3m x ย 5m)	15.7 เมตร ²	10.4 แผ่น	150	1,560	
4.น็อตเบอร์ 10 (1kg)	1.0 กิโลกรัม	10.0 กิโลกรัม	100	1,000	
5.เหล็กแผ่น	2.0 เมตร ²	0.7 ท่อน	1500	1,050	
6.มอเตอร์หมุนวงล้อ		1.0 เครื่อง	3500	3,500	
7.เฟืองทดรอบ		1.0 ชุด	4000	4,000	
8.พัดลม		1.0 เครื่อง	9000	9,000	
หมายเหตุ				รวมราคาวัสดุ	36,740
ก หมายถึง ความกว้าง				วัสดุสิ้นเปลือง	3,674
ส หมายถึง ความสูง				ค่าแรงช่าง	18,370
ย หมายถึง ความยาว				ค่าออกแบบ	5,511
				รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	64,295

ประมาณการการลงทุนและผลตอบแทนเบื้องต้น



เป้าหมาย

ย หมายถึง ความยาว

5.4 อุปกรณ์การวัดความร้อนด้วยรังสีดวงอาทิตย์

วัสดุ (ขนาด)	ความยาว หรือพื้นที่ที่ใช้	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคาทั้งสิ้น
1.เหล็กกล่อง (ก 2"xส 2"xย 6m)	26.6 เมตร	4.4 ท่อน	330	1,452
2.เหล็กกล่อง (ก 1"xส1"xย 6m)	29.2 เมตร	4.9 ท่อน	150	735
3.สแตนเลสบาง (ก 1.2m x ย 2.4m)	6.4 เมตร ²	2.2 แผ่น	1500	3,300
4.แผ่นโพลีคาร์บอเนต (ก 2.1m x ย 6m x น 6mm)	7.6 เมตร ²	0.6 แผ่น	4100	2,460
5.ทราย 1 Cubic	0.2 เมตร ³	0.2 เมตร ³	550	110
6.แผ่นสังกะสี (ก 1.2m x ย 2.4m)	16.0 เมตร ²	5.6 แผ่น	500	2,800
7.น็อตเบอร์ 10 (1 kg)	10.0 กิโลกรัม	10.0 กิโลกรัม	100	1,000

หมายเหตุ

ก หมายถึง ความกว้าง

ส หมายถึง ความสูง

ย หมายถึง ความยาว

น หมายถึง ความหนา

รวมราคาวัสดุ

11,857

วัสดุสิ้นเปลือง

1,185.7

ค่าแรงช่าง

5,928.5

ค่าออกแบบ

1,778.55

รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด

20,749.75

ประมาณการการลงทุนและผลตอบแทนเบื้องต้น

พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรรอบแห่งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความร้อน 15

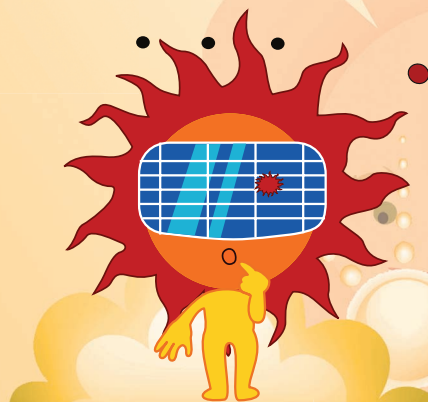


16 พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น

ก.ดูดอากาศแห้งและเก็บไว้ในระบบเก็บพลังงาน

5.5 อุปกรณ์กำเนิดความร้อนด้วยรังสีอินฟราเรด

วัสดุ (ขนาด)	ความยาว หรือพื้นที่ที่ใช้	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวมทั้งสิ้น
1.สแตนเลสบาง (ก 1.2mxย 2.4m)	1.0 เมตร ²	0.3 แผ่น	1500	450
2.เหล็กฉาก (ก 1"xส 1"xย 6m)	8.2 เมตร	1.4 ท่อน	200	280
3.ฉนวน (ก 0.3mxย 5m)	0.9 เมตร ²	0.6 แผ่น	150	90
4.นีโอเบอร 10 (1kg)	1.0 กิโลกรัม	10.0 กิโลกรัม	100	1,000
5.เหล็กแผ่น	0.9 เมตร ²	0.3 แผ่น	1500	450
7.ระบบควบคุมและหัวเผาไหม้		1.0 ชุด	25000	25,000
หมายเหตุ				
ก หมายถึง ความกว้าง			รวมราคาวัสดุ	27,270
ส หมายถึง ความสูง			วัสดุสิ้นเปลือง	2,727
ย หมายถึง ความยาว			ค่าแรงช่าง	13,635
			ค่าออกแบบ	4,090.5
			รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	47,722.5



ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย

ระบบอบแห้งสมุนไพรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกระบวนการดูดซับความชื้นอากาศอบแห้งเป็นระบบอบแห้งสมุนไพรต้นแบบเครื่องแรกที่จะได้วิจัยและพัฒนาขึ้นที่ห้องปฏิบัติการของหน่วยวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร (ReDTec) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อนำไปอบแห้งผลิตภัณฑ์พืชและสมุนไพรประเภทต่างๆ อาทิเช่น ใบมะกรูด ข่า ตะไคร้อบแห้ง ใบเตย ชาใบหม่อน ชาดอกไม้มะลิ ผลไม้ และเครื่องเทศอื่นๆ ให้กับกลุ่มแม่บ้านสหกรณ์นิคมปากท่า ภายใต้การกำกับของสหกรณ์นิคมปากท่า อ.ปากท่า จ.อุดรดิตถ์ ดังนั้นสำหรับตัวอย่างการใช้ประโยชน์ระบบอบแห้งสมุนไพรดังกล่าวในประเทศไทยได้เพียงแค่ห้องปฏิบัติการของหน่วยวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร (ReDTec) และโรงงานของกลุ่มแม่บ้านสหกรณ์นิคมปากท่า เท่านั้น ดังแสดงในรูป





18 พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น



รูปที่ 6 การอบแห้งสมุนไพรโดยใช้ระบบอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกระบวนการดูดซับความชื้นอากาศอบแห้งต้นแบบที่โรงงานของกลุ่มแม่บ้านสหกรณ์นิคมปากท่า อ.ปากท่า จ.อุดรธานี



รูปที่ 7 การนำลาดบรรจุสมุนไพรที่เชื่อมแห้งออกจากห้องอบแห้ง



ข้อควรพึงระวังในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

ระบบอบแห้งสมุนไพรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกระบวนการดูดซับความชื้นอากาศอบแห้งต้นแบบที่สร้างขึ้นในครั้งนี้เป็น การออกแบบกลไกการทำงานอย่างง่าย ๆ โดยได้นำเอาข้อมูลจากงานวิจัยที่ทางหน่วยวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร (ReDTec) ได้ทำการวิจัยมาก่อนหน้านั้นมาช่วยในการออกแบบเพื่อให้ระบบอบแห้งสมุนไพรดังกล่าวมีความเหมาะสมกับระดับชุมชน รวมทั้งไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของคนในชุมชน ดังนั้นข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้ระบบอบแห้งสมุนไพรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับกระบวนการดูดซับความชื้นอากาศอบแห้งต้นแบบมีแค่เพียง 2 จุดคือ จุดที่หนึ่งคือ อย่าให้มอเตอร์ของพัดลมเป่าอากาศสัมผัสกับน้ำหรือความชื้น เนื่องจากจะทำให้กระแสไฟฟ้าลัดวงจรและเกิดการรั่วไหล และจุดที่สองคือ อย่าให้น้ำมันของห้องเฟืองทดรอบต่ำกว่าระดับที่กำหนดหรือแห้ง เนื่องจากจะทำให้เฟืองทดรอบเกิดการสึกหรอ





20 พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความร้อน



ศักยภาพการพัฒนาในอนาคต

ปัจจัยที่เอื้อต่อศักยภาพการพัฒนาในอนาคตของระบบอบแห้งสมุนไพรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกระบวนการดูดซับความร้อนอากาศอบแห้งต้นแบบนี้คือ

8.1 การทำการอบแห้งสมุนไพรของระบบอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับกระบวนการดูดซับความร้อนอากาศอบแห้งต้นแบบสามารถทำงานได้ 3 สภาวะ ได้แก่ สภาวะที่มีแสงอาทิตย์เพียงพอ (เช่น เวลากลางวันที่มีแสงอาทิตย์เพียงพอ) สภาวะที่ไม่มีแสงอาทิตย์ (เช่น เวลากลางคืน หรือฝนตก) และสภาวะที่มีแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ (เช่น เวลาตอนเช้าและตอนเย็นในช่วงที่มีแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ หรือเวลาเมฆบังแสงอาทิตย์) ซึ่งสามารถแก้ไขข้อจำกัดทางด้านการทำการอบแห้งสมุนไพรของเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไปที่ไม่สามารถทำการอบแห้งสมุนไพรในสภาวะที่ไม่มีแสงอาทิตย์ได้

8.2 ระบบอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกระบวนการดูดซับความร้อนอากาศอบแห้งต้นแบบมีระยะเวลาในการอบแห้งสมุนไพรน้อยกว่าเครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไป

8.3 คุณภาพทางกายภาพ (เช่น สี และรูปทรง) และคุณภาพทางเคมี (เช่น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และสารหอมระเหย) ของสมุนไพรหลังผ่านการอบแห้งโดยใช้ระบบอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกระบวนการดูดซับความร้อนอากาศอบแห้งต้นแบบมีการเปลี่ยนแปลงหรือสูญเสียน้อยกว่าสมุนไพรหลังผ่านการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วไป



พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น 21



เอกสารอ้างอิง

นเรศ มีโส ศิริธร ศิริอมรรพณ และศักดิ์ชัย ดรติ, 2553, การพัฒนาและถ่ายทอดระบบอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกระบวนการดูดซับความชื้นอากาศอบแห้งสำหรับอบแห้งสมุนไพรในระดับชุมชน, รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยและพัฒนา ปี 2551 แผนสนับสนุนโครงการเปิดรับทั่วไปและนวัตกรรม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.).

นเรศ มีโส ศิริธร ศิริอมรรพณ ศักดิ์ชัย ดรติ ภาณุมาตย์ พัฒโท พชรภมร พงษ์เพชร สมพร หงษ์ก, 2552, เครื่องดูดซับความชื้นอากาศโดยใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรดเป็นตัวกลางในการไล่ความชื้น, เลขที่คำขอรับอนุสิทธิบัตรไทย 0903000216.

นเรศ มีโส ศิริธร ศิริอมรรพณ ศักดิ์ชัย ดรติ ภาณุมาตย์ พัฒโท พิษชากรณ วันโย และสมพร หงษ์ก, 2552, เครื่องอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรโดยใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับรังสีอินฟราเรด, เลขที่คำขอรับอนุสิทธิบัตรไทย 0903000388.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ, 2540, บทที่ 12 การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์, การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท, พิมพ์ครั้งที่ 7. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ : หน้า 276-278.

Brooker, D.B., Bakker-Arkema, F.W. and Hall, C.W., 1992, Drying and storage of grains and oilseeds. Van Nostrand Reinhold Press, New York : 450pp.

Meeso, N., 2008, Far-infrared Heating in Paddy Drying Process. New Food Engineering Research Trends. In A.P. Urwaye (Eds.), Nova Science Publishers, Inc., New York : 225-256.

มูลนิธินโยบายสุขภาพ โทรศัพท 0-2920-9691-2

www.energygreenhealth.com อีเมลล์ energygreenhealth@yahoo.com





22 พลังงาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น



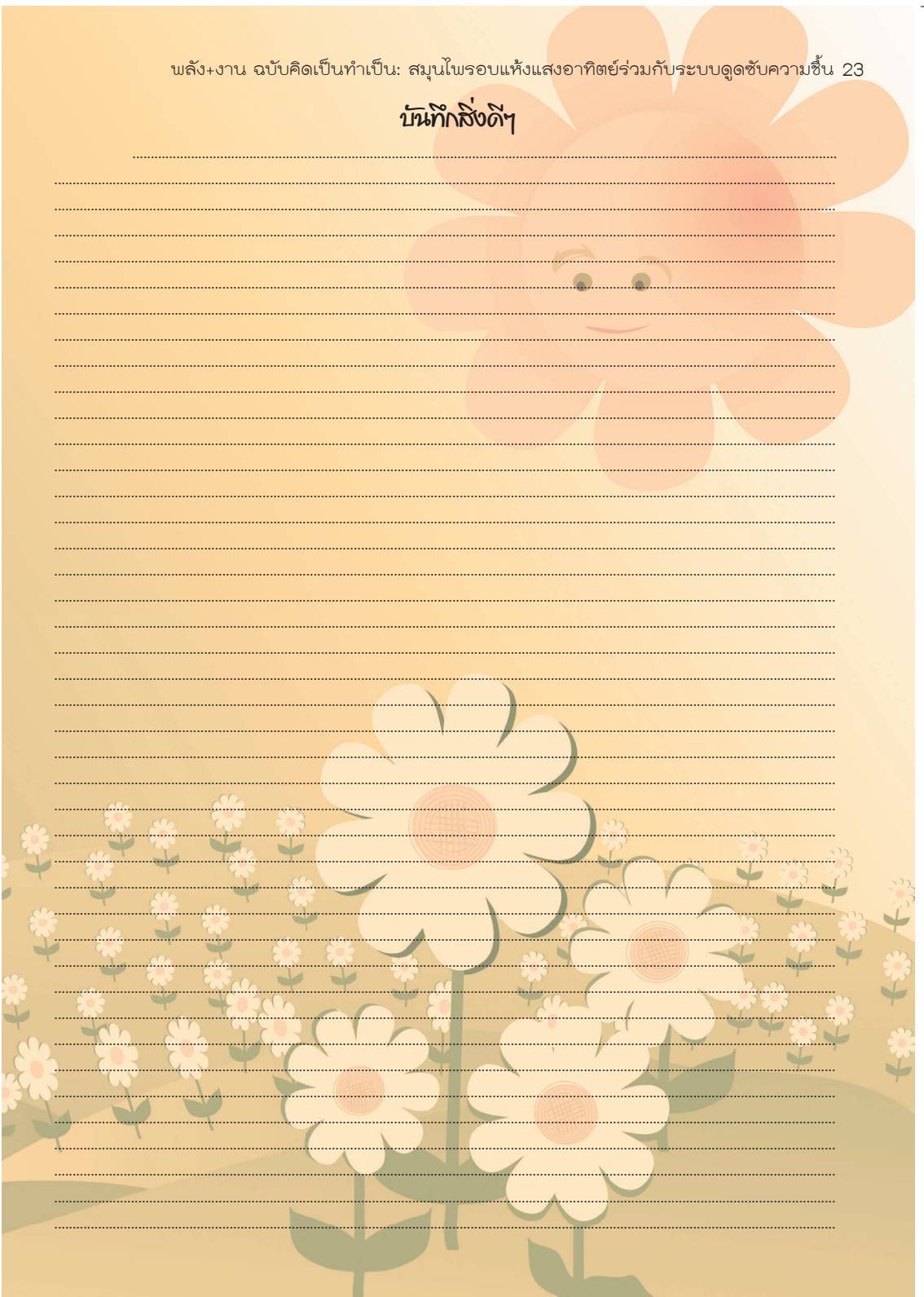
กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สสว.) สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัยของหน่วยวิจัยเทคโนโลยีการอบแห้งผลิตผลทางการเกษตร (ReDTec) คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ในการสร้างระบบอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับกระบวนการดูดซับความชื้นอากาศอบแห้งต้นแบบ หน่วยวิจัยอาหารเพื่อสุขภาพและไขมันเพื่อสุขภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคามสำหรับการอนุเคราะห์เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพสมุนไพรและ กลุ่มแม่บ้านสหกรณ์นิคมปากท่าภายใต้การกำกับของสหกรณ์นิคมปากท่า อ.ปากท่า จ.อุดรธานี สำหรับการอนุเคราะห์สมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง



พลัง+งาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น 23

บันทึกสิ่งดีๆ





24 พลัง+งาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น: สมุนไพรอบแห้งแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบดูดซับความชื้น

บันทึกสิ่งดีๆ

