

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

มหาวิทยาลัย ศิลปากร

บางกระทุ่มโมเดล

รูปแบบการพัฒนาและเผยแพร่เทคโนโลยี
การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สู่ชุมชนกล้วยตากบางกระทุ่ม
จังหวัดพิษณุโลก



พ็อกเกตบุ๊ก

เรื่อง

บางกระทุ่มโมเดล :

รูปแบบการพัฒนาและเผยแพร่เทคโนโลยีการอบแห้งพลังงาน
แสงอาทิตย์สู่ชุมชนกล้วยตากบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

เสนอต่อ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

โดย

มหาวิทยาลัยศิลปากร

พ.ศ. 2558

พ็อกเกตบุ๊กเรื่อง บางกระทุ่มโมเดล : รูปแบบการพัฒนาและเผยแพร่เทคโนโลยีการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สู่ชุมชนกล้วยตากบางกระทุ่มจังหวัดพิษณุโลก

ผู้เขียน : รองศาสตราจารย์ ดร.เสริม จันทร์ฉาย

ที่อยู่ : ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

โทรศัพท์ : 034-270761 E-mail : serm.janjai@gmail.com

จัดทำโดย : ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

โรงพิมพ์ : บริษัท เพชรเกษมพริ้นติ้ง กรุ๊ป จำกัด จังหวัดนครปฐม

พิมพ์ครั้งที่ 1 : จำนวน 1,000 เล่ม

ปีที่พิมพ์ : 2558

ISBN :

คำนำ

พ็อกเกตบุ๊กนี้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรม **“โครงการส่งเสริมระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนอุตสาหกรรมขนาดใหญ่”** ซึ่งกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้เชิญมหาวิทยาลัยศิลปากรให้ดำเนินการ

มหาวิทยาลัยศิลปากรขอขอบคุณ คุณประพนธ์ กิติจันทโรภาส ผู้ตรวจการกระทรวงพลังงาน คุณธรรมยศ ศรีช่วย อธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน คุณยงยุทธ์ สวัสดิสวนีย์ ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพ คุณกุลวรีย์ บูรณสัจจะวราพร ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ คุณวิรัช มณีขาว ผู้อำนวยการฝ่ายวิเคราะห์ประเมินผลเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนโครงการ

ในการเขียนพ็อกเกตบุ๊กนี้ได้รับการสนับสนุนด้านข้อมูลจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

สารบัญ

	หน้า
• คำนำ	3
• สารบัญ	5
• ตำนานกล้วยตากของชุมชนบางกระทุ่ม	7
• กระบวนการผลิตกล้วยตากของชาวบางกระทุ่ม	10
• ระบบการค้ากล้วยตากในอำเภอบางกระทุ่ม	14
• ปัญหาการผลิตกล้วยตาก	15
• การใช้เทคโนโลยีอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อแก้ปัญหาการผลิตกล้วยตาก	17
• กำเนิดของพาราโบลาโดม	24
• การเผยแพร่โรงอบแห้งเพื่อใช้งานนอกมหาวิทยาลัยเป็นครั้งแรก	31
• ผู้ผลิตกล้วยตากรายใหญ่ในอำเภอบางกระทุ่มเห็นศักยภาพของโรงอบแห้ง	34
• การเผยแพร่โรงอบแห้งเข้าสู่กิจการของผู้ผลิตกล้วยตากรายใหญ่ในอำเภอบางกระทุ่ม	37
• นักเทคโนโลยีอาหารช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ให้กับผู้ผลิตรายใหญ่	40
• การพัฒนาระบบความร้อนเสริม	44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

- ผู้ผลิตกล้วยตากรายใหญ่อื่นๆ ในบางกระทุ่มตื่นตัวอยากใช้พาราโบลาโดม 49
- ผู้ผลิตรายย่อยขวนขวายหาพาราโบลาโดม 53
- การเผยแพร่และสนับสนุนพาราโบลาโดมให้กับผู้ผลิตรายย่อย 55
- ภาพรวมของผลการดำเนินงาน 61
- บทวิเคราะห์ 63
- สรุป 64
- เอกสารอ้างอิง 65

บางกระทุ่มโมเดล :

รูปแบบการพัฒนาและเผยแพร่เทคโนโลยีการอบแห้งพลังงาน
แสงอาทิตย์สู่ชุมชนกล้วยตากบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

บางกระทุ่มโมเดลเป็นรูปแบบของการพัฒนาและเผยแพร่เทคโนโลยีการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (solar drying technology) จากงานวิจัยในมหาวิทยาลัยศิลปากรร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) สู่ชุมชนผลิตกล้วยตากในอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาระบบการผลิตกล้วยตากของอำเภอบางกระทุ่มจนสามารถยกระดับมาตรฐานกล้วยตากให้เป็นที่ยอมรับในระดับชาติและนานาชาติ เอกสารนี้จะกล่าวถึงเรื่องราวของกล้วยตากในอำเภอบางกระทุ่ม การพัฒนาเทคโนโลยีโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกหรือ **“พาราโบลาโดม”** และกระบวนการเผยแพร่เทคโนโลยีดังกล่าวสู่ชุมชนจนเกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมกล้วยตากทั้งผู้ผลิตรายใหญ่และรายย่อย ตลอดจนผลที่ได้ ตามรายละเอียดดังนี้

ตำนานกล้วยตากของชุมชนบางกระทุ่ม

กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้พื้นเมืองของคนไทยซึ่งนิยมบริโภคกันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะกล้วยน้ำว้ามีรสชาติอร่อยราคาไม่แพง และหาซื้อได้ทั่วไปตลอดทั้งปี คนโบราณยังใช้กล้วยน้ำว้าเลี้ยงเด็กทารกด้วย นอกจากบริโภคเป็นผลไม้สดแล้วคนไทยยังรับประทานกล้วยน้ำว้าในรูปของผลไม้แห้งหรือกล้วยตากด้วย ทั้งนี้เพราะกล้วยตากมีรสหวาน หอม อร่อย และยังสามารถเก็บไว้รับประทานได้นานนับเดือน เชื่อกันว่าในสมัยโบราณ

เมื่อนักรบไทยออกไปทำศึกสงคราม นอกจากพกข้าวตากไปเป็นเสบียงแล้ว ยังนำกล้วยตากไปรับประทานเป็นขนมหวานที่ให้กำลังยามเหนื่อยด้วย ดังนั้นกล้วยตากจึงมีประวัติศาสตร์ยาวนานหลายร้อยปี



ก)



ข)

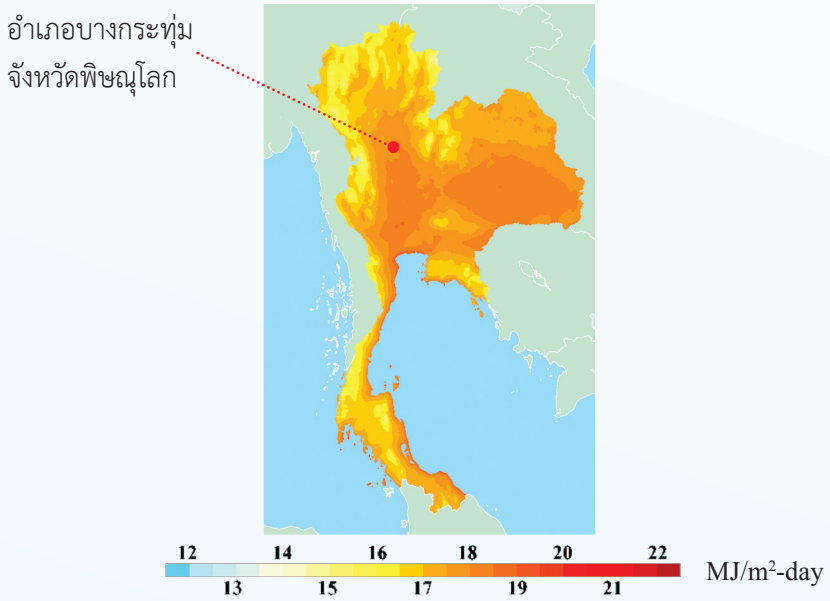
รูปที่ 1 ก) กล้วยน้ำว้าสุก ข) กล้วยตาก

ถึงแม้ว่าการผลิตกล้วยตากจะมีในหลายจังหวัด แต่แหล่งผลิตกล้วยตากที่มีชื่อเสียงและรู้จักกันทั่วไปคือ ที่อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งรู้จักกันในชื่อว่า **“กล้วยตากบางกระทุ่ม”** โดยเป็นกล้วยตากที่เนื้อนุ่ม รสชาติหวานหอมอร่อย ทั้งนี้ เพราะอำเภอบางกระทุ่มมีดินที่เหมาะสมกับการปลูกกล้วยน้ำว้า อีกทั้งยังมีแสงแดดดีเหมาะสมกับการตากกล้วยด้วย

กล้วยตากบางกระทุ่มมีประวัติยาวนานกว่า 100 ปี โดยเริ่มต้นตั้งแต่ในสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 6 พระองค์ทรงโปรดให้จัดตั้งกรมทดน้ำขึ้นในปี พ.ศ. 2457 และกรมฯ ได้ส่งทหารมาขุดลอกคูคลองในอำเภอบางกระทุ่ม จากการที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์และดินดี ประกอบกับมีผู้นำกล้วยน้ำว้าพันธุ์ดีมาปลูก จึงทำให้ชาวบางกระทุ่มปลูกกล้วยกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีผลผลิตมากและพื้นที่อำเภอบางกระทุ่มมีแสงแดดดี ดังนั้นชาวบางกระทุ่มจึงได้แปรรูปผลผลิตที่เหลือจากการจำหน่ายให้เป็นกล้วยตาก โดยในระยะแรกใช้บริโภคเฉพาะในครัวเรือนและซื้อขายกันในชุมชน ต่อมาได้รับความนิยมมากขึ้น ชาวบางกระทุ่มจึงได้ผลิตกล้วยตากเพื่อส่งไปจำหน่ายในพื้นที่อื่นๆ และกลายเป็นอาชีพที่สำคัญของชาวบางกระทุ่ม



รูปที่ 2 ร้านขายกล้วยตากและของฝากที่บริเวณวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร (วัดใหญ่) จังหวัดพิษณุโลก



รูปที่ 3 แผนที่แสงอาทิตย์[1] แสดงตำแหน่งของอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

กระบวนการผลิตกล้วยตากของชาวบางกระทุ่ม

ในการผลิตกล้วยตากของชาวบางกระทุ่มตามวิธีดั้งเดิม ผู้ผลิตจะนำกล้วยน้ำว้ามาบ่มโดยกองกล้วยน้ำว้าบนพื้นดินหรือพื้นคอนกรีตแล้วคลุมด้วยผ้าพลาสติก (รูปที่ 4) ประมาณ 4-6 วัน จนกล้วยสุกมีเปลือกสีเหลือง จากนั้นจะนำมาปอก แล้วนำไปตากบนตะแกรงไม้ไผ่ซึ่งวางบนแคร่ไม้กลางแจ้ง (รูปที่ 5) แล้วปล่อยให้ตากแดดตลอดทั้งวันตอนเย็นจะรวบรวมกล้วยมากองรวมกันแล้วคลุมด้วยผ้าพลาสติกทิ้งค้างคืนบนตะแกรงไม้ไผ่นั้น ทั้งนี้

เพื่อให้ความชื้นภายในผลกล้วยกระจายตัวสม่ำเสมอและทำให้น้ำหวานในผลกล้วยซึมออกมาที่ผิว ทำให้ผลกล้วยฉ่ำและแห้งสม่ำเสมอทั้งผล (รูปที่ 6) เช้าวันรุ่งขึ้นจะเกลี่ยกล้วยออกเพื่อรับแสงแดดอีกครั้งทำซ้ำเช่นนี้จนกล้วยแห้งหรือเหลือความชื้นประมาณ 20 % (ผู้ผลิตกล้วยจะบอกความชื้นของกล้วยโดยอาศัยความชำนาญ) ถ้าแสงแดดดีตลอดทั้งวันก็จะใช้เวลาประมาณ 5 วัน ในกรณีที่ฟ้าครึ้มหรือฝนตกจะทำให้ระยะเวลาการตากยาวขึ้นเป็น 6-7 วัน จากนั้นจะเก็บกล้วยแห้งเข้ามาไว้ในอาคารแล้วแบนกล้วยด้วยมือ (รูปที่ 7) เพื่อให้ผลกล้วยน่ารับประทาน หลังจากนั้นจะนำกล้วยที่แบนแล้วออกไปตากอีก 1 วัน เพื่อฆ่าเชื้อซึ่งจะทำให้สามารถเก็บรักษากล้วยได้นาน แล้วจึงเก็บกล้วยมาผึ่งให้เย็นเพื่อบรรจุถุงส่งจำหน่าย (รูปที่ 8) กรณีที่ฝนตกผู้ผลิตกล้วยก็จะรีบนำผ้าพลาสติกไปคลุมกล้วย ทำให้ผู้ผลิตกล้วยต้องเฝ้าอยู่บริเวณที่ตากกล้วยเพื่อดูแลกล้วยที่ตากไว้



รูปที่ 4 การบ่มกล้วย



รูปที่ 5 การตากกล้วยตามวิธีดั้งเดิมของชาวบางกระทุ่ม



รูปที่ 6 การรวมกล้วยให้เป็นกองในตอนเย็น



รูปที่ 7 การแบนกล้วย



รูปที่ 8 กล้วยตากบรรจุถุง

ระบบการค้ากล้วยตากในอำเภอบางกระทุ่ม

ในอำเภอบางกระทุ่มมีผู้ที่ผลิตกล้วยตากทั้งรายย่อย (ชาวบ้าน) และผู้ผลิตรายใหญ่ (เถ้าแก่) โดยมีผู้ผลิตรายย่อยประมาณ 100 ราย และผู้ผลิตรายใหญ่ 5 ราย โดยทั่วไปผู้ผลิตรายใหญ่จะมีสมาชิกเป็นผู้ผลิตรายย่อย (ลูกไร่) 5-10 ราย โดยผู้ผลิตรายใหญ่จะเป็นผู้จัดหากล้วยสดมาให้ผู้ผลิตรายย่อยทำการตาก จากนั้นจะรับซื้อกล้วยตากที่ได้ แล้วทำการบรรจุหีบห่อติดยี่ห้อ หรือรวบรวมกล้วยตากไปส่งยังตลาดขายส่งที่กรุงเทพฯ ซึ่งมีพ่อค้ามาซื้อไปจำหน่ายอีกต่อหนึ่ง

ผู้ผลิตรายใหญ่บางรายจะตากกล้วยเองด้วยบางส่วน และบางส่วนรับซื้อมาจากผู้ผลิตรายย่อย โดยจะนำกล้วยตากที่ได้มาตัดแต่งเอาส่วนที่เป็นรอยช้ำหรือจุดสีดำ และจุกกล้วยออกแล้วอบด้วยเครื่องอบแบบตู้ลมร้อนที่ใช้แก๊สแอลพีจี (LPG) เป็นเชื้อเพลิงอีกครั้งหนึ่งก่อนบรรจุหีบห่อ จากนั้นจึงส่งไปขาย อาจกล่าวได้ว่าการผลิตกล้วยตากของชาวบางกระทุ่มทั้งหมดเป็นการผลิตเชิงพาณิชย์เพื่อหารายได้ทั้งที่ทำเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม

ปัญหาการผลิตกล้วยตาก

ก่อนการใช้โรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก หรือ **“พาราโบลาโดม”** ซึ่งจะกล่าวถึงอุปกรณ์นี้ภายหลัง ทั้งผู้ผลิตรายใหญ่และรายย่อยต่างมีปัญหาเหมือนกันคือ ในแต่ละปีกล้วยจะเสียหายจากการเปียกฝนจำนวนมาก โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนซึ่งคาดการณ์ลมฟ้าอากาศได้ยาก ผู้ผลิตรายใหญ่รายหนึ่งบอกว่า ปีหนึ่งกล้วยตากของตนเคยเสียหายคิดเป็นเงิน 5 ถึง 6 แสนบาท โดยทั่วไปผู้ผลิตกล้วยตากจะเร่งตากกล้วยในฤดูหนาวและฤดูร้อน จากนั้นผู้ผลิตรายใหญ่จะรับซื้อกล้วยจากผู้ผลิตรายย่อยไปเก็บในห้องเย็นซึ่งมีผู้ให้บริการโดยเก็บค่าบริการ 0.50 บาท ต่อกิโลกรัมต่อเดือน ผู้ผลิตรายใหญ่บางรายก็มีห้องเย็นของตนเอง

ปัญหาอีกอย่างหนึ่งของการผลิตกล้วยตากคือ การรบกวนของแมลงและนก เนื่องจากกล้วยตากมีรสหวานจึงดึงดูดแมลงวันและผึ้ง (ชาวบ้านเรียกว่าตัวมิ้ม) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฟ้าครึ้ม จะมีแมลงวันจำนวนมากมาตอมกล้วยตาก ทำให้กล้วยสกปรก และบางครั้งมีนกมากินกล้วยที่ตากอยู่ ซึ่งทำให้กล้วยเสียหายและสกปรก นอกจากนี้กล้วยที่ตากบนตะแกรงไม้ไผ่กลางแจ้งยังมีปัญหาด้านความสกปรกของตะแกรงไม้ไผ่ และฝุ่นละอองที่ปนเปื้อนกล้วย ปัญหาดังกล่าวนี้ทำให้กล้วยตากไม่ได้มาตรฐาน จึงไม่สามารถส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศได้



รูปที่ 9 แมลงวันรบกวนกล้วยที่ตากบนตะแกรงไม้ไผ่

การใช้เทคโนโลยีอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อแก้ปัญหาการผลิตกล้วยตาก

จากปัญหาความเสียหายที่เกิดขึ้นกับกล้วยตากทำให้ทั้งผู้ผลิตรายใหญ่และรายย่อย แสวงหาเทคโนโลยีการตากกล้วยมาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว ผู้ผลิตรายใหญ่บางรายใช้วิธีตาก 2 ขั้นตอน กล่าวคือ ขั้นแรก ตากแดดตามธรรมชาติ และขั้นที่ 2 นำมาอบแห้งในตู้ลมร้อนที่ใช้แก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิง และพยายามตากกล้วยให้มากที่สุดในช่วงฤดูหนาว (ตุลาคม-กุมภาพันธ์) และฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน) แล้วเก็บกล้วยในห้องเย็นเพื่อจำหน่ายในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-กันยายน) วิธีการดังกล่าวทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

หลังจากวิกฤตการณ์พลังงานเมื่อปี พ.ศ. 2516 นักวิจัยในประเทศต่างๆ ได้ตื่นตัวเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้งานในด้านต่างๆ รวมถึงด้านการอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหาร จากกระแสความตื่นตัวดังกล่าวจึงมีนักวิชาการของมหาวิทยาลัยหลายแห่งในประเทศไทยได้ทำการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (solar dryer) เพื่ออบแห้งผลิตภัณฑ์ต่างๆ [2-6] รวมถึงกล้วย และผู้ผลิตกล้วยตากบางรายนำเทคโนโลยีนี้ไปทดลองใช้งาน

ผู้ผลิตกล้วยรายแรกที่นำเทคโนโลยีการอบกล้วยด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้งานในอำเภอบางกระทุ่มคือ กำนันประภาส สิงหลักษณ์ ท่านใช้เครื่องอบแห้งแบบตู้ซึ่งใช้หลักการพาความร้อนตามธรรมชาติ (natural convection solar dryer) ไปใช้ตากกล้วย (รูปที่ 10) เครื่องอบแห้งดังกล่าวดัดแปลงมาจากเครื่องอบแห้งยางพาราในภาคใต้



รูปที่ 10 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบตู้

เครื่องอบแห้งแบบนี้มีลักษณะเป็นตู้ โดยด้านบนปิดด้วยแผ่นพลาสติกใสบางๆ (polyethylene sheet) ในตู้มีตะแกรงสำหรับวางกล้วย ผนังด้านข้างใต้ตะแกรงมีช่องอากาศเข้าและผนังด้านข้างเหนือตะแกรงมีช่องอากาศออก ในการใช้งานผู้ใช้จะนำกล้วยไปวางบนตะแกรงไม้ไผ่ภายในตู้ แสงอาทิตย์จะส่งผ่านแผ่นพลาสติกไปตกกระทบกล้วยทำให้น้ำในกล้วยระเหยออกมา และลอยผ่านช่องอากาศออกไปยังอากาศแวดล้อมภายนอก เครื่องอบแห้งนี้สามารถใช้อบแห้งกล้วยสุกได้ครั้งละ 10 กิโลกรัม ดังนั้นถ้าต้องการใช้งานเชิงพาณิชย์ต้องใช้ตู้จำนวนมาก กรณีของกำนันประภาสในช่วงแรก (พ.ศ. 2527) ท่านใช้ตู้จำนวน 9 ตู้ เพื่ออบกล้วย ต่อมาในปี พ.ศ. 2545 ได้เพิ่มเป็น 300 ตู้ (รูปที่ 11) ตู้อบแบบนี้สามารถลดการสูญเสียกล้วยจากการเปียกฝนและแมลงวันตอมได้เพราะกล้วยจะอยู่ในตู้ที่มีหลังคา

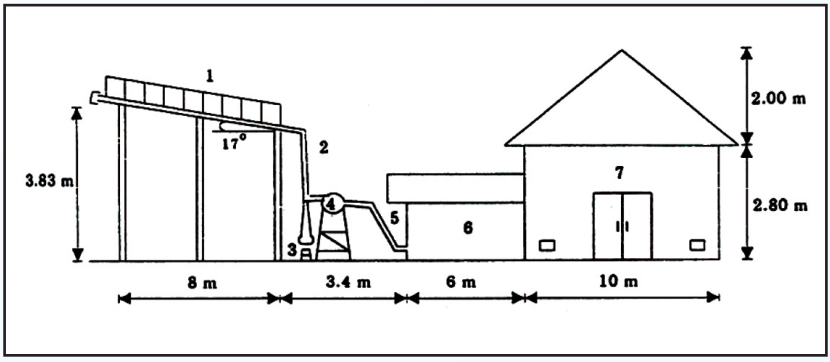
พลาสติกคลุม แต่ในช่วงฟ้าครึ้มจะใช้งานได้ไม่ดีเพราะการพาความร้อนตามธรรมชาติเกิดขึ้นน้อยทำให้กล้วยแห้งช้า อีกทั้งพลาสติกที่คลุมด้านบนฉีกขาดเสียหายง่าย นอกจากนี้ต้องใช้เวลาและแรงงานเพื่อนำกล้วยเข้าไปตากในตู้และนำกล้วยแห้งออกจากตู้ค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงไม่มีการใช้งานแพร่หลาย



รูปที่ 11 ตู้อบกล้วยของกำนันประภาส สิงหลักษณ์

ครอบครัวกำนันประภาสใช้เครื่องอบแห้งดังกล่าวอบกล้วย และนำกล้วยตากที่ได้ไปวางจำหน่ายที่บริเวณวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร (วัดพระพุทธชินราช หรือวัดใหญ่) อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้ชื่อกล้วยตากว่า **“กล้วยตากพลังงานแสงอาทิตย์”** ครอบครัวกำนันประภาสใช้เครื่องอบนี้อยู่หลายปีจนเครื่องทรุดโทรมจึงเปลี่ยนมาใช้พาราโบลาโดม

ปี พ.ศ. 2538 คณะนักวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (ปัจจุบันคือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) ได้ร่วมกับคณะนักวิจัยจากภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนเรศวรเพื่อสร้างระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ในพื้นที่ของมูลนิธิชัยพัฒนา บ้านเกาะคู อำเภอบางกระทุ่ม ภายใต้โครงการอาเซียน-แคนาดา[7] ระบบอบแห้งดังกล่าวประกอบด้วยตัวทำลมร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (solar air heater) เตาเผาแก๊สแอลพีจี เพื่อให้ความร้อนเสริมในช่วงแสงแดดไม่เพียงพอและตู้อบแห้งซึ่งมีตะแกรงหลายชั้นติดตั้งอยู่ในอาคาร (รูปที่ 12) อากาศร้อนจากตัวสร้างลมร้อนจะถูกเป่าเข้าภายในตู้อบแห้งซึ่งมีกล้วยวางบนตะแกรง อาคารดังกล่าวจะใช้ในการเตรียมกล้วยที่จะอบแห้งและบรรจุหีบห่อกล้วยที่อบแห้งแล้ว ระบบอบแห้งนี้มีการใช้งานในช่วงแรก หลังจากนั้นก็หยุดดำเนินการ



รูปที่ 12 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบแห้งกล้วยที่มูลนิธิชัยพัฒนาบ้านเกาะคู อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก โดยมีส่วนประกอบดังนี้ 1. ตัวทำลมร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (solar air heater) 2. ท่ออากาศ 3. เตาเผาแก๊สแอลพีจีเพื่อให้ความร้อนเสริม 4. พัดลมเป่าอากาศ (blower) 5. ท่อลม 6. ห้องซึ่งภายในมีตู้สำหรับวางกล้วยที่ต้องการอบแห้ง 7. ห้องเตรียมผลิตภัณฑ์ [8]

ต่อมาในปี พ.ศ. 2544 คณะนักวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรได้จัดสร้างระบบอบแห้งขนาดใหญ่ (รูปที่ 13) ที่บ้านเกษตรกรรายหนึ่งในตำบลบางกระทุ่ม อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก [9] ระบบดังกล่าวประกอบด้วยตัวทำลมร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องเผาชีวมวลสำหรับให้ความร้อนเสริม และตู้อบแห้งซึ่งมีตะแกรงสำหรับวางกล้วยเป็นชั้นๆ โดยตู้อบแห้งจะอยู่ด้านหน้าอาคารซึ่งสร้างขึ้นสำหรับเตรียมกล้วยที่จะตากและบรรจุหีบห่อกล้วยแห้ง เกษตรกรเจ้าของสถานที่ได้ใช้ระบบอบแห้งดังกล่าวอยู่หลายปีจนระบบทรุดโทรมจึงหยุดใช้



รูปที่ 13 ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอบกล้วยที่บ้านเกษตรกรรายหนึ่งในอำเภอบางกระทุ่ม

นอกจากนี้ ยังมีผู้ผลิตรายใหญ่รายหนึ่งได้ร่วมกับสถานศึกษาในท้องถิ่นดัดแปลงอาคารเป็นโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (รูปที่ 14) เพื่ออบแห้งกล้วย แต่ใช้งานได้ไม่คล่องตัว จึงมิได้ดำเนินการต่อ



รูปที่ 14 โรงอบแห้งกล้วยด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่โรงงานกล้วยตากของผู้ผลิตรายหนึ่ง

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และพยายามนำมาใช้อบกล้วยในบางกระทุ่มที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง แต่ก็ทำให้ได้องค์ความรู้และข้อมูลที่สำคัญสำหรับใช้พัฒนาอุปกรณ์อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ให้เหมาะสมกับการใช้งานยิ่งขึ้น

กำเนิดของพาราโบลาโดม

เมื่อปี พ.ศ. 2539 ผม*ทำโครงการพัฒนาเครื่องอบแห้งตะไคร้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับศาสตราจารย์ ดร. มือเบาเออร์ (Mühlbauer) มหาวิทยาลัยโฮเฮนไฮม์ ประเทศเยอรมัน [10] ศาสตราจารย์ ดร. มือเบาเออร์ออกแบบเครื่องอบแห้งตะไคร้ให้มีหลังคาคลุมเพื่อไม่ให้ตะไคร้ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง เพราะแสงอาทิตย์จะทำให้ตะไคร้มีสีน้ำตาลคล้ำ ไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ศาสตราจารย์ ดร. มือเบาเออร์ ได้ส่ง ดร. เอสเปอร์ (Esper) ซึ่งเป็นนักวิจัยมาสร้างเครื่องอบแห้งดังกล่าวที่มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม ผมกับ ดร. เอสเปอร์ได้สั่งช่างให้ดัดโครงสร้างของหลังคาดังกล่าวเป็นรูปโค้งตรงตำแหน่งสูงสุดและส่วนปลายทั้งสองด้านเป็นแนวตรง ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกในการสร้าง รูปร่างของโครงสร้างนี้จึงคล้ายกับกราฟรูปพาราโบลา โดยมีความกว้างประมาณ 5.5 เมตร และสูงราว 3 เมตร หลังคานี้ประกอบด้วยโครงสร้างดังกล่าว 5 โครง แต่ละโครงมีระยะห่างกันราว 2 เมตร จากนั้นปิดคลุมโครงสร้างทั้งหมดด้วยผ้าใบ 1 ผืน เพื่อกันแดดและฝน (รูปที่ 15)

---

* หมายถึง รองศาสตราจารย์ ดร.เสริม จันทร์ฉาย (ผู้เขียนพ็อกเกตบุ๊กนี้) อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร



รูปที่ 15 ผมกับ ดร. เอสเปอร์และเครื่องอบแห้งตะไคร้ที่มีหลังคาคลุมรูปพาราโบลา เมื่อปี พ.ศ. 2539

หลังจากเสร็จสิ้นโครงการ เครื่องอบแห้งดังกล่าวก็ถูกทิ้งร้างอยู่หลายปี จนกระทั่งปี พ.ศ. 2546 ผมรับคุณวาสนา คำวงษ์สา นักศึกษาลาวภายใต้โครงการความช่วยเหลือประเทศลาวของกรมวิเทศสหการ มาเรียนปริญญาโทซึ่งต้องทำวิทยานิพนธ์ในปีที่ 2 ของการเรียน ผมจึงเกิดความคิดว่าน่าจะใช้ประโยชน์จากโรงคลุมเครื่องอบแห้งที่ทิ้งร้าง เพื่อเป็นงานวิทยานิพนธ์ของคุณวาสนา ประจวบกับกรมวิเทศสหการได้ให้ทุนจำนวน 80,000 บาท กับคุณวาสนาเพื่อใช้ทำวิทยานิพนธ์ ผมจึงให้คุณวาสนาใช้ทุนนี้เพื่อแปลงโรงคลุมดังกล่าวให้เป็นโรงอบแห้ง โดยเริ่มดำเนินงานในราวเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2546 [11]

ในการดำเนินงาน ผมได้ให้คุณวาสนาเอาผ้าใบที่คลุมโรงคลุมเครื่องอบแห้งออกและปิดแทนด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต (polycarbonate sheet) ซึ่งเป็นแผ่นพลาสติกชนิดหนึ่งที่ใช้บังแดดและฝนตามทางเดินระหว่างอาคาร โดยปกติแผ่นโพลีคาร์บอเนตมีหลายสี แต่ผมให้คุณวาสนาใช้ชนิดใส ไม่มีสี เพื่อให้แสงอาทิตย์ผ่านเข้าไปภายในโรงอบแห้งให้ได้มากที่สุด เหตุที่ผมเลือกใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตมีหลายประการที่สำคัญได้แก่ แผ่นโพลีคาร์บอเนตยอมให้แสงอาทิตย์ส่งผ่านได้ดี แต่รังสีความร้อนที่แผ่จากภายในโรงอบแห้งจะผ่านออกมาได้น้อย จึงทำให้เกิดผลเรือนกระจก (greenhouse effect) ซึ่งทำให้ความร้อนส่วนใหญ่ถูกกักเก็บอยู่ภายในโรงอบ นอกจากนี้แผ่นโพลีคาร์บอเนตเป็นฉนวนความร้อนที่ดี มีน้ำหนักเบา ดัดโค้งได้ง่าย มีอายุใช้งานกว่า 10 ปี และราคาต่อหน่วยพื้นที่ใกล้เคียงกับราคากระจก

ในด้านของพื้นโรงอบแห้ง ครั้งแรกผมใช้อิฐบล็อกตัวหนอนเป็นพื้น เพราะคิดว่าสร้างได้ง่าย (รูปที่ 16) แต่หลังจากปูพื้นด้วยอิฐบล็อกเสร็จ ปรากฏว่าความร้อนภายในโรงอบทำให้น้ำในพื้นดินด้านล่างระเหยออกมาทำให้อากาศภายในโรงอบชื้น ซึ่งไม่เหมาะกับการใช้อบแห้ง จึงได้เปลี่ยนมาเป็นพื้นคอนกรีตหนาประมาณ 10 เซนติเมตร และด้านบนฉาบด้วยซีเมนต์ผสมผงฝุ่นดำเพื่อให้พื้นดูดกลืนแสงอาทิตย์ได้ดี ส่วนเพดานโรงอบในตอนแรกผมใส่แผ่นสังกะสีทาสีดำเพื่อช่วยดูดกลืนแสงอาทิตย์และติดพัดลมขนาดใหญ่เพื่อเป่าอากาศผ่านแผ่นดูดกลืนแสงอาทิตย์ (รูปที่ 17) ต่อมาผมพบว่าไม่มีความจำเป็นต้องใช้แผ่นสังกะสีดังกล่าว เพราะพบว่าการปล่อยให้แสงอาทิตย์ผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตมาตกกระทบผลิตภัณฑ์ในโรงอบโดยตรงมีประสิทธิภาพมากกว่า นอกจากนี้ยังลดค่าใช้จ่ายในการสร้างโครงรองรับแผ่นดูดกลืนแสงอาทิตย์และค่าพัดลมขนาดใหญ่



รูปที่ 16 โรงอบแห้งที่ใช้พื้นปูด้วยอิฐบล็อกตัวหนอน

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งในโรงอบจะคายความชื้นออกมา ดังนั้นจึงต้องมีพัดลมดูดอากาศเพื่อดูดความชื้นออกจากโรงอบและต้องมีช่องอากาศเข้าเพื่อให้อากาศไหลเข้าโรงอบทดแทนอากาศที่ถูกดูดออก ผมเลือกใช้พัดลมกระแสตรงขนาด 14 วัตต์ 2 ตัว ติดบริเวณด้านหลังและติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 50 วัตต์ เพื่อให้กำลังไฟฟ้ากับพัดลม การใช้ไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์มีข้อดีคือ เมื่อแสงอาทิตย์มีความเข้มสูง อุณหภูมิภายในโรงอบมีแนวโน้มสูงขึ้น แผงโซลาร์เซลล์ก็จะได้รับพลังงานมากขึ้น ทำให้พัดลมหมุนเร็วขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศภายในโรงอบไม่สูงมากเกินไป

ในทางกลับกัน เมื่อแสงอาทิตย์มีความเข้มต่ำ พัดลมก็จะหมุนช้าทำให้อุณหภูมิภายในโรงอบไม่ลดลงมาก จึงนับเป็นการควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติโดยไม่ต้องมีระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม โรงอบแห้งที่พัฒนาขึ้นนี้ผมเรียกว่าโรงอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกรูปทรงพาราโบลา (parabolic greenhouse solar dryer) ซึ่งต่อมาภายหลังเรียกว่า **“พาราโบลาโดม”** (รูปที่ 18)



รูปที่ 17 โรงอบแห้งที่มีเพดานดูดกลืนแสงอาทิตย์และติดตั้งพัดลมขนาดใหญ่เพื่อเป่าอากาศ



รูปที่ 18 โรงอบแห้งที่สร้างเสร็จเมื่อเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546

ถึงแม้ว่าหลังคาโค้งรูปทรงพาราโบลานี้จะเกิดเพราะความบังเอิญ แต่รูปทรงดังกล่าวก็มีข้อดีหลายอย่าง ประการแรกคือ เป็นรูปทรงที่ลดการต้านทานลม ทำให้ลดค่าใช้จ่ายด้านโครงสร้าง ประการที่ 2 คือ ทำให้โรงอบแห้งรับแสงอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งวัน และประการสุดท้ายคือ เป็นรูปทรงที่สวยงาม

หลังจากที่องค์ประกอบต่างๆ ของโรงอบใช้งานได้ดีแล้ว ผมได้ให้คุณวาสนา ทดลองอบพริกเม็ดใหญ่ในโรงอบ ปรากฏว่าใช้เวลาเพียง 5 วัน พริกก็แห้งแล้ว เมื่อเทียบกับการตากแดดตามธรรมชาติซึ่งใช้เวลากว่า 10 วัน นอกจากนี้พริกแห้งที่ได้จากโรงอบแห้งมีสีสดกว่าพริกที่ตากแดดตามธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะพริกภายในโรงอบมีแผ่นโพลีคาร์บอเนตป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตจากดวงอาทิตย์จึงยังคงมีสีแดงสด [12]



รูปที่ 19 คุณวาสนา คำวงษ์สา (คนหน้า) กับพริกในโรงอบแห้ง

หลังจากที่ประสบความสำเร็จในการอบพริก ผมก็ให้คุณวาสนาและนักศึกษาระดับปริญญาตรีของภาควิชาฟิสิกส์คนหนึ่งทดลองอบกล้วยน้ำว้า (รูปที่ 20) ก็ปรากฏว่าได้กล้วยตากที่รสชาติอร่อยและสีสวย [13] นอกจากนี้ยังอบกล้วยน้ำว้าสุกได้ครั้งละ 100 กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่ที่เคยทำกันมา



รูปที่ 20 กล้วยน้ำว้าที่อบในโรงอบแห้งที่มหาวิทยาลัยศิลปากร

การเผยแพร่โรงอบแห้งเพื่อใช้งานนอกมหาวิทยาลัยเป็นครั้งแรก

ในช่วงนั้น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้รับงบประมาณแผ่นดินเพื่อสร้างเครื่องอบแห้งพริกให้กับโครงการในพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ผมจึงได้นำเรื่องโรงอบแห้งที่ผมพัฒนาไปเสนอต่อเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบของ พพ. ว่าควรสร้างโรงอบแห้งแบบนี้ในโครงการที่ได้รับงบประมาณและเปรียบเทียบสมรรถนะกับเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอื่นๆ พพ. จึงได้ว่าจ้างมหาวิทยาลัยศิลปากรให้ดำเนินโครงการที่ได้รับงบประมาณมา โดยมีผมเป็นหัวหน้าโครงการและได้เลือกดำเนินงานที่อุทยานธรรมชาติวิทยาตามแนวพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในระหว่างดำเนินโครงการผมได้พัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นมาอีก 2 แบบ ได้แก่ เครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อนจากหลังคา และแบบอุโมงค์ลมที่ใช้กระจกปิดด้านบน สำหรับโรงอบแห้งแบบเรือนกระจกรูปทรงพาราโบลา ผมได้ปรับปรุงองค์ประกอบของโรงอบรุ่นแรก โดยเปลี่ยนตำแหน่งของพัดลมดูดอากาศจากด้านหน้าไปเป็นด้านหลัง เปลี่ยนช่องอากาศเข้าไปไว้ด้านหน้าและเพิ่มพัดลมอีก 1 ตัว ทั้งนี้เพื่อให้การไหลเวียนของอากาศภายในโรงอบดีขึ้น [14-15]



รูปที่ 21 โรงอบแห้งแบบเรือนกระจกรูปทรงพาราโบลาที่ปรับปรุงแล้วซึ่งติดตั้งที่โครงการอุทยานธรรมชาติฯ อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี



รูปที่ 22 กล้วยที่อบในโรงอบแห้งที่โครงการอุทยานธรรมชาติฯ



รูปที่ 23 ผลิตภัณฑ์กล้วยตากของโครงการอุทยานธรรมชาติฯ

หลังจากนั้น เจ้าหน้าที่ของอุทยานธรรมชาติฯ ได้ใช้โรงอบแห้งผลิตกล้วยตากจำหน่ายให้กับนักท่องเที่ยวที่มาท่องเที่ยวในอุทยานธรรมชาติฯ โดย ผศ.ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี (อาจารย์กี้) และคณาจารย์จากภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากรเข้าไปช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ (รูปที่ 23)

ผู้ผลิตกล้วยตากรายใหญ่ในอำเภอบางกระทุ่มเห็นศักยภาพของโรงอบแห้ง

ต้นปี พ.ศ. 2550 คุณวุฒิชัย ชะนะมา เจ้าของกิจการ **“กล้วยตากบุปผา”** ที่อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งประสบปัญหากล้วยเสียหายจากการเปียกฝน และพยายามหาเทคโนโลยีใหม่ๆ มาแก้ปัญหานี้ ได้เดินทางไปเยี่ยมชมโรงอบแห้งที่อุทยานธรรมชาติฯ อำเภอสวนผึ้ง และพบว่า โรงอบแห้งนี้น่าจะใช้แก้ปัญหาการอบกล้วยของตนได้ จึงได้เดินทางพร้อมกับผู้ผลิตกล้วยตากรายใหญ่ในอำเภอบางกระทุ่มอีกรายหนึ่ง มาพบผมและ ผศ.ดร.บุศรากรณ์ มหาโยธี ที่ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร คุณวุฒิชัยบอกว่า ตัวเองแสวงหาเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับใช้ตากกล้วยมานานแล้ว และโรงอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่สร้างที่สวนผึ้ง **“ใช่เลย”** สามารถตอบโจทย์ปัญหาการตากกล้วยได้แน่ แต่ความจุของโรงอบยังน้อยเกินไปสำหรับการใช้งานในเชิงพาณิชย์ และขอให้ผมพัฒนาโรงอบซึ่งสามารถอบแห้งกล้วยสดได้อย่างน้อยครั้งละ 1 ตัน ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ผลิตกล้วยตากในอำเภอบางกระทุ่ม

ผมได้รับโจทย์จากคุณวุฒิชัยก็รู้สึกหนักใจเพราะการทำโรงอบขนาด 1 ตัน มีปัญหาต้องแก้ไขหลายอย่าง ที่สำคัญคือ ระบบการไหลเวียนของอากาศและต้องใช้ทุนในการสร้างและทดสอบโรงอบใหญ่อีกมาก โชคดีที่ พพ. ได้รับงบประมาณเพื่อพัฒนาและสาธิตเทคโนโลยีการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศลาว และ พพ. ได้เชิญมหาวิทยาลัยศิลปากรเป็นผู้ดำเนินโครงการ โดยมีผมเป็นหัวหน้าโครงการ ผมจึงถือโอกาสสร้างโรงอบแห้งขนาดใหญ่ที่สามารถอบแห้งกล้วยสุกได้ครั้งละ 1 ตัน ที่วิทยาลัยเกษตรและป่าไม้ปากเซ เมืองปากเซ แขวงจำปาศักดิ์ ทางตอนใต้ของลาว ทั้งนี้เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของการใช้โรงอบแห้งขนาดใหญ่เพื่ออบกล้วยจำนวนมาก (รูปที่ 24)



รูปที่ 24 โรงอบแห้งขนาดใหญ่ซึ่งสร้างที่วิทยาลัยเกษตรและป่าไม้ปากเซ ประเทศลาว



รูปที่ 25 กล้วยที่ทดลองตากในโรงอบแห้งที่วิทยาลัยเกษตรและป่าไม้ปากเซ และนักศึกษาที่ช่วยเตรียมกล้วยสำหรับทดลองอบแห้ง

หลังจากสร้างเสร็จ ผมได้ให้นักวิจัยของผมและนักศึกษาของวิทยาลัยช่วยทำการทดลองอบกล้วยจำนวน 1 ตัน (รูปที่ 25) ผลที่ได้น่าพอใจเพราะกล้วยแห้งมีสีสวยและรสชาติอร่อย [16] แต่เราสามารถทำการทดลองได้จำกัด เพราะหาซื้อกล้วยจำนวนมากได้ยาก อีกทั้งโครงการมีระยะเวลาสั้น เราทำโครงการเสร็จราวเดือนตุลาคม พ.ศ. 2550

การเผยแพร่โรงอบแห้งเข้าสู่กิจการของผู้ผลิตกล้วยรายใหญ่ในอำเภอบางกระทุ่ม

หลังจากเสร็จงานที่ประเทศลาว ผมได้เตรียมวัสดุอุปกรณ์เพื่อสร้างโรงอบกล้วยขนาดใหญ่ให้กับคุณวุฒิชัย ชะนะมา ที่จังหวัดพิษณุโลก โดยคุณวุฒิชัย ได้เตรียมพื้นคอนกรีตไว้แล้ว (รูปที่ 26) ในด้านค่าใช้จ่ายคุณวุฒิชัยเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการทำพื้นคอนกรีต ส่วนผมออกค่าใช้จ่ายในการสร้างโรงอบแห้ง

เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ผมได้ขนส่งอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้จากโรงฝึกงานของภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ ขึ้นไปยังพิษณุโลก พร้อมกับช่าง 4 คน เพื่อสร้างโรงอบแห้ง โดยช่างใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ก็สร้างโรงอบแห้งเสร็จ จากนั้นจึงให้คุณวุฒิชัยทดลองอบกล้วยน้ำว้า โดยใส่กล้วยสุกประมาณ 1000 กิโลกรัม คุณวุฒิชัยโทรศัพท์มารายงานผมว่า กล้วยบางบริเวณในโรงอบไม่แห้ง ในขณะที่บางบริเวณร้อนเกินไปจนกล้วยเปลี่ยนเป็นสีแดงเหมือนกล้วยนึ่ง



รูปที่ 26 พื้นคอนกรีตที่คุณวุฒิชัยเตรียมสำหรับสร้างโรงอบแห้ง



รูปที่ 27 โรงอบกล้วยขนาดใหญ่ที่ผมส่งช่างไปสร้างให้คุณวุฒิชัย เมื่อปลายปี พ.ศ. 2550

ผมใช้หลักการทางวิชาการด้านการอบแห้งที่ได้เล่าเรียนมาวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าว และได้ข้อสรุปว่าปัญหาเกิดจากการไหลเวียนของอากาศที่ไม่สม่ำเสมอภายในโรงอบแห้ง เพราะโรงอบแห้งมีขนาดใหญ่ โดยมีความยาวถึง 20 เมตร และใช้พัดลมกระแสตรงเพียง 6 ตัว ซึ่งใช้ไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เพียง 2 แผงๆ ละ 50 วัตต์ ทำให้การไหลเวียนของอากาศภายในโรงอบแห้งไม่ทั่วถึง คุณวุฒิชัยได้เอาเนื้อเทปเพลงไปห้อยในบริเวณต่างๆ ภายในโรงอบเพื่อดูว่าบริเวณไหนไม่มีการไหลของอากาศ และพบว่าบริเวณที่ห่างจากพัดลมดูดอากาศมากๆ อากาศไม่มีการเคลื่อนไหว ทำให้อากาศบริเวณนั้นอุณหภูมิสูง จากนั้นก็แก้ปัญหาโดยเอาพัดลมตัวใหญ่ (พัดลมเป่าไก่) เป่าจากด้านหน้าและด้านหลังสวนกัน เพื่อกวนอากาศในโรงอบให้ทั่วถึง ผมแนะนำคุณวุฒิชัยว่า ถ้าอุณหภูมิภายในสูงเกินไปให้เปิดประตูหน้าและเพิ่มพัดลมกระแสสลับด้านหลัง คุณวุฒิชัยโทรศัพท์มาปรึกษาผมอยู่เนืองๆ และใช้เวลาอยู่หลายเดือนจึงแก้ปัญหาการไหลเวียนของอากาศสำเร็จ ครั้งหลังสุดคุณวุฒิชัยได้ส่งรูปกล้วยที่ได้มาให้ผมดู (รูปที่ 28) พบว่าได้กล้วยสีสวยสม่ำเสมอทั้งโรงอบ แสดงว่าโรงอบนี้ใช้งานอบกล้วย 1 ตันได้แล้ว คุณวุฒิชัยไปไกลกว่านั้น พยายามใส่กล้วยในโรงอบ 1 ตันครึ่ง และ 2 ตัน โดยวางกล้วยบนตะแกรง 2 ชั้น แต่พบว่าการตากชั้นเดียว ครั้งละ 1 ตัน ให้ผลดีที่สุด นอกจากนี้ คุณวุฒิชัยยังพยายามแก้ปัญหาการอบกล้วยในช่วงฟ้าครึ้มหรือฝนตก โดยใช้เครื่องให้ความร้อนกับลูกไก่ใส่เข้าไปในโรงอบ ผมได้เตือนคุณวุฒิชัยว่า ทำอย่างนั้นมีอันตรายเพราะถ้าเปลวไฟในเครื่องดังกล่าวดับและแก๊สยังคงปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่อง หากเกิดมีประกายไฟในโรงอบจะทำให้โรงอบระเบิดได้ ผมบอกคุณวุฒิชัยว่าขอให้ผมปรึกษากับ พพ. เพื่อวิจัยเรื่องระบบให้ความร้อนเสริมจะดีกว่า



รูปที่ 28 กล้วยในโรงอบที่คุณวุฒิชัยส่งรูปทางไปรษณีย์มาให้ผมดู

นักเทคโนโลยีอาหารช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ให้กับผู้ผลิตรายใหญ่

ผมได้นำข่าวดีเรื่องโรงอบแห้งที่ติดตั้งให้คุณวุฒิชัย (กล้วยตากบุปผา) ใช้งานได้แล้วไปบอกอาจารย์กี้ ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร อาจารย์กี้จึงเกิดความคิดว่าต้องทำโครงการต่อเนื่องจากงานของผม กล่าวคือ ต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ โดยได้ของบประมาณบริการวิชาการจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร และได้รับงบประมาณไปดำเนินการดังกล่าวที่กล้วยตากบุปผาของคุณวุฒิชัย ซึ่งตอนนั้นคุณวุฒิชัยได้จัดทำเป็นโรงงานกล้วยตากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้โรงอบแห้งดังกล่าวผลิตกล้วยตากแบบอุตสาหกรรม (รูปที่ 29) ในช่วงนั้น อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารหลายท่านได้เข้าร่วมโครงการกับอาจารย์กี้ และบางท่านได้

รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) ไปช่วยคุณวุฒิชัยพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่ทันสมัย (รูปที่ 30) และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จากกล้วยตาก เช่น กล้วยตากชุบช็อกโกแลต และกล้วยตากชุบชาเขียว เป็นต้น (รูปที่ 31) คุณวุฒิชัยเป็นคนแรกที่เรียกโรงอบแห้งนี้ว่า **“พาราโบลาโดม”** ซึ่งคนบางกระทุ่มเรียกสั้นๆ ว่า **“โดม”** และใช้พาราโบลาโดมเป็นจุดขาย คุณวุฒิชัยขยายกิจการและสร้างโดมเพิ่มอีกหลายหลัง (รูปที่ 32) ทั้งจากการสนับสนุนของ พพ. และทุนส่วนตัว พร้อมทั้งเปลี่ยนชื่อยี่ห้อกล้วยตากจาก **“กล้วยตากบุปผา”** มาเป็น **“Banana Society”** ตามข้อเสนอแนะของคณะนักวิจัยจากภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร ทั้งนี้เพื่อให้กล้วยตากที่จำหน่ายมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ OTOP และสามารถวางจำหน่ายในห้างและร้านของฝากที่ทันสมัยได้ คุณวุฒิชัยจัดพิธีเปิดโรงงาน **“Banana Society”** ในวันที่ 4 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 โดยรองผู้ว่าราชการจังหวัดพิษณุโลกเป็นประธาน (รูปที่ 33) โดยผมพร้อมทั้งผู้แทนจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยศิลปากร สกว. และ สวทช. ก็ไปร่วมงานด้วย



รูปที่ 29 การผลิตกล้วยตากแบบอุตสาหกรรม



รูปที่ 30 กล้วยตากของ “Banana Society” ในบรรจุภัณฑ์สมัยใหม่



รูปที่ 31 กล้วยตากชุบช็อกโกแลต



รูปที่ 32 พาราโบลาโดมของ Banana Society ที่สร้างเพิ่มเติม



รูปที่ 33 พิธีเปิดโรงงาน Banana Society เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2551 (พาราโบลาโดมตั้งอยู่ด้านหลังของอาคารโรงงาน)

การพัฒนาระบบความร้อนเสริม

ในการตากกล้วยวันแรกของการตากจะมีความสำคัญมาก เพราะต้องทำให้ผิวกล้วยแห้งในตอนเย็น มิฉะนั้นเมื่อปล่อยค้างคืนกล้วยจะเน่าเสียหรือราขึ้น ดังนั้นถ้าวันแรกฝนตกหรือฟ้าครึ้ม ความร้อนไม่เพียงพอ จำเป็นต้องให้ความร้อนเสริม ผมจึงคิดว่าต้องแก้ไขปัญหานี้โดยพัฒนาอุปกรณ์ที่ให้ความร้อนเสริม เนื่องจากผมเคยทำงานพัฒนาเครื่องอบลำไยในโครงการวิจัยกับเยอรมัน (Upland project) และเคยใช้เครื่องเป่าลมร้อนของบริษัทแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งดัดแปลงเครื่องมาจากเครื่องของประเทศไต้หวัน ผมจึงได้เสนอแนวคิดนี้กับ พพ. และ พพ. เห็นชอบจึงได้มอบหมาย

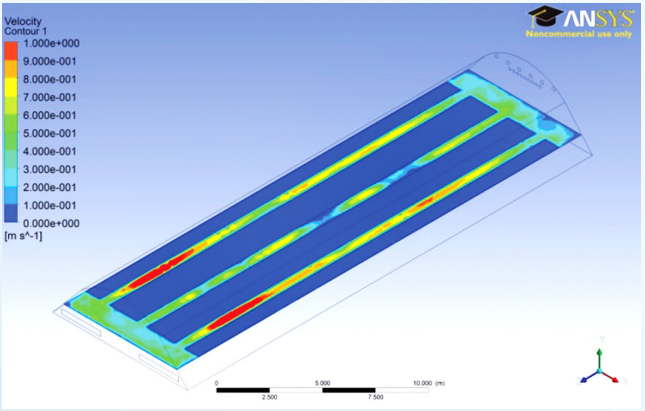
ให้ผมดำเนินการ ผมเริ่มต้นจากการติดตั้งอุปกรณ์ทำลมร้อนจากการเผาแก๊ส และใช้กระดาษแข็งทำเป็นท่อลมร้อน (รูปที่ 34) ที่ลานทดลองการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร (รูปที่ 35) ทั้งนี้เพื่อทดสอบการกระจายของลมร้อนในโรงอบ และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ศึกษาการกระจายตัวของลมในโรงอบ (รูปที่ 36) เนื่องจากเครื่องทำลมร้อนต้องอยู่นอกโรงอบ ดังนั้นผมจึงออกแบบโรงอบแห้งให้มีโรงคลุมเครื่องทำลมร้อนอยู่ทางด้านหลัง (รูปที่ 37) [17]



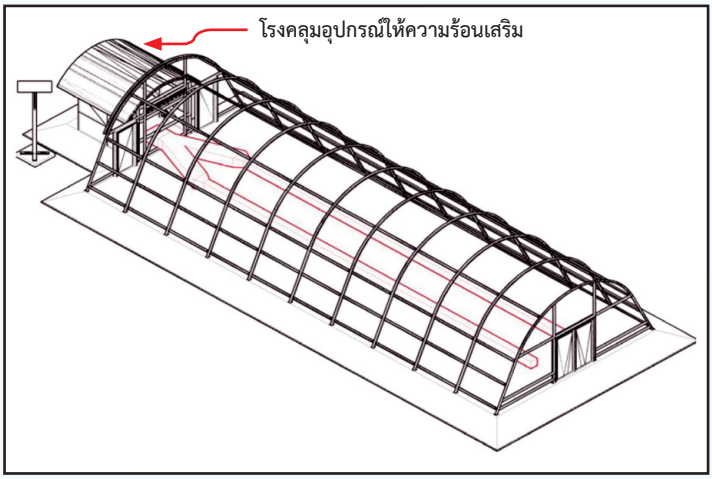
รูปที่ 34 ท่อลมร้อนทำด้วยกระดาษที่ทดลองเพื่อศึกษาการกระจายตัวของลมร้อนในโรงอบ



รูปที่ 35 ลานทดลองเทคโนโลยีการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร



รูปที่ 36 การกระจายของอากาศในโรงอบแห้ง



รูปที่ 37 โครงสร้างพาราโบลาโดมที่ติดตั้งอุปกรณ์ให้ความร้อนเสริม

จากการวิเคราะห์การกระจายของอากาศพบว่า เราสามารถขยายหน้ากว้างของโรงอบแห้งจากเดิม 7.5 เมตร เป็น 8 เมตร ได้ ผมจึงเสนอให้สร้างโรงอบรุ่นใหม่ที่มีหน้ากว้าง 8 เมตร หลังจากทดลองโรงอบรุ่นใหม่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ให้ความร้อนเสริมได้ผลดีแล้ว ผมได้ไปสร้างโรงอบแห้งแบบนี้ 3 จังหวัด ได้แก่ ที่วิสาหกิจชุมชนตำบลดอนตูม อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม (อบมะเขือเทศแช่อิ่ม) โครงการในพระราชดำริบริษัทอุตสาหกรรมการเกษตรเขาค้อ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ (อบกล้วย) และองค์การบริหารส่วนตำบลหัวเรือ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี (อบพริก)



รูปที่ 38 โรงอบแห้งที่ติดตั้งอุปกรณ์ให้ความร้อนเสริมที่จังหวัดนครปฐม เพชรบูรณ์ และอุบลราชธานี

การใช้งานภาคสนามของโรงอบแห้งทั้ง 3 แห่งได้ผลดี ผู้รับผิดชอบงานด้านพลังงานแสงอาทิตย์ของ พพ. จึงจัดตั้งโครงการส่งเสริมการใช้งานโรงอบแห้งดังกล่าว โดยให้เงินสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการสร้างโรงอบแห้ง โดยในปีแรก (พ.ศ.2554) ผู้ขอรับการสนับสนุนจะได้รับเงินสนับสนุน 60% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดของการสร้างโรงอบแห้งโดยต้องสร้างตามแบบมาตรฐาน โครงการสนับสนุนจะลดการสนับสนุนลงทุกปี โครงการนี้รู้จักกันในชื่อว่า “โครงการซับซิดี้ (subsidy)”

ผู้ผลิตกล้วยตากรายใหญ่อื่นๆ ในบางกระทุ่มตื่นตัวอยากใช้พาราโบลาโดม

ข่าวความสำเร็จในการใช้งานพาราโบลาโดมอบกล้วยของ Banana Society ทำให้ผู้ผลิตกล้วยตากรายใหญ่ของจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียงมีความกระตือรือร้นอยากนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ในการผลิตกล้วยตาก เพราะสามารถแก้ปัญหาการตากกล้วยได้และเห็นหนทางที่จะผลิตกล้วยตากแบบอุตสาหกรรม เริ่มจากกล้วยตากจิราพรได้ติดต่อผมให้ไปสร้างพาราโบลาโดมในพื้นที่ซึ่งเตรียมสำหรับสร้างโรงงานกล้วยตาก ผมได้ส่งช่างไปสร้างพาราโบลาโดมให้เมื่อปลายปี พ.ศ. 2552 (รูปที่ 39) หลังจากนั้นเจ้าของกล้วยตากจิราพรได้จัดสร้างพาราโบลาโดมเองโดยใช้ช่างท้องถิ่นอีกหลายหลัง (รูปที่ 40) และเปิดโรงงานผลิตกล้วยตากพร้อมทั้งได้ทำผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จากกล้วยตาก และบรรจุภัณฑ์ที่ทันสมัยต่างๆ



รูปที่ 39 พาราโบลาโดมหลังแรกที่ผมส่งช่างไปสร้างให้ **“กล้วยตากจิราพร”** เมื่อ พ.ศ. 2552



รูปที่ 40 พาราโบลาโดมของโรงงาน **“กล้วยตากจิราพร”** ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2558)

รายต่อมาคือ **“กล้วยตากแม่ตะเพียน”** เจ้าของได้ใช้ทุนส่วนตัวสร้างพาราโบลาโดม 1 หลัง และต่อมาได้รับการสนับสนุนพาราโบลาโดมจากโครงการ **“ซับซิดี้”** ของ พพ. อีก 1 หลัง จากนั้นได้สร้างโดมขึ้นเองอีกหลายหลังพร้อมทั้งทำการผลิตกล้วยตากแบบอุตสาหกรรมโดยมีอาจารย์จากภาคเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร ไปช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์



รูปที่ 41 พาราโบลาโดมที่โรงงาน **“กล้วยตากแม่ตะเพียน”**

ผู้ผลิตรายใหญ่อีกรายหนึ่งคือ **“กล้วยตากนิตยา”** ได้สร้างพาราโบลาโดมเอง 1 หลัง แต่ใช้งานได้ไม่ดี ช่างของผมไปช่วยปรับแก้จนใช้งานได้ดี หลังจากนั้นก็ได้รับการสนับสนุนพาราโบลาโดมอีก 2 หลัง จากโครงการ **“ซับซิดี้”** ของ พพ. พร้อมทั้งทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เช่นเดียวกับผู้ผลิตรายอื่นๆ



รูปที่ 42 พาราโบลาโดมของ **“กล้วยตากนิตยา”** อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

“กล้วยตากอังคณา” เป็นอีกรายหนึ่งที่สร้างโรงงานผลิตกล้วยตาก โดยใช้พาราโบลาโดมซึ่งสร้างโดยช่างท้องถิ่น แต่พาราโบลาโดมดังกล่าวมีรูปทรงและองค์ประกอบต่างจากพาราโบลาโดมตามแบบมาตรฐาน



รูปที่ 43 พาราโบลาโดมของ **“กล้วยตากอังคณา”** อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก

ผู้ผลิตรายย่อยขวนขวายหาพาราโบลาโดม

ความสำเร็จของการใช้พาราโบลาโดมที่ช่วยลดความเสียหายของกล้วยตากและเป็นจุดขายของผู้ผลิตรายใหญ่ เป็นแรงผลักดันให้ผู้ผลิตกล้วยตากรายย่อยเกิดความต้องการพาราโบลาโดมไว้ใช้ตากกล้วยบ้าง บางรายก็ขอรับการสนับสนุนจาก พพ. ตามโครงการ **“ซับซิดี้”** และบางรายก็จ้างช่างท้องถิ่นมาสร้าง โดยดัดแปลงไม่ให้เหมือนพาราโบลาโดมตามแบบมาตรฐานและลดคุณภาพวัสดุเพื่อลดต้นทุน แต่ก็ประสบปัญหาด้านสมรรถนะของโรงอบซึ่งใช้งานไม่ได้ดีเท่าพาราโบลาโดมมาตรฐาน กล้วยตากจากพาราโบลาโดมของผู้ผลิตรายใหญ่ได้กลายเป็นสินค้าที่วางขายในห้างสรรพสินค้าและร้านขายของฝากในจังหวัดใหญ่ๆ และบางรายส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศและกลายเป็นธุรกิจระดับร้อยล้าน



รูปที่ 44 พาราโบลาโดมที่สร้างโดยช่างท้องถิ่น



รูปที่ 45 กล้วยตากจากพาราโบลาโดมของผู้ผลิตรายใหญ่ที่วางจำหน่าย
ในห้างสรรพสินค้า

การเผยแพร่และสนับสนุนพาราโบลาโดมให้กับผู้ผลิตรายย่อย

ในช่วงปี พ.ศ. 2554-2556 ผมเดินทางไปอำเภอบางกระทุ่มหลายครั้ง ผมเห็นความรุ่งเรืองของธุรกิจกล้วยตากของผู้ผลิตรายใหญ่ที่ได้เทคโนโลยีการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จากผลงานการคิดค้นของผมและการสนับสนุนของ พพ. และจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ของนักเทคโนโลยีอาหารจากมหาวิทยาลัยศิลปากร แต่เมื่อมองผู้ผลิตกล้วยตากรายย่อยหรือชาวบ้านธรรมดาซึ่งส่วนใหญ่ยังคงตากกล้วยตามแคร่ไม้ไผ่กลางแจ้ง มีแมลงวันตอมเต็มไปหมด เวลาฝนตกต้องรีบเอาผ้าพลาสติกไปคลุมกล้วยกันจ้าละหวั่น (รูปที่ 46) เห็นแล้วผมรู้สึกหดหู่ใจ ผมคิดว่าต้องช่วยเหลือคนเหล่านี้ ผมจึงนำเรื่องนี้ไปปรึกษากับผู้อำนวยการสำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ของ พพ. ท่านบอกว่าโครงการสร้างพาราโบลาโดมเพื่อช่วยชาวบ้านไม่ใช่พันธกิจของ พพ. โดยตรง แต่อย่างไรก็ตามงานส่งเสริมการใช้ระบบอบแห้งก็มีส่วนช่วยลดการใช้พลังงาน เพราะแต่เดิมผู้ผลิตกล้วยตากจะต้องเอากล้วยตากจากแคร่ไม้ไผ่ไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อนซึ่งใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงเพื่อฆ่าเชื้อก่อนบรรจุหีบห่อ การใช้พาราโบลาโดมช่วยลดขั้นตอนนี้ได้จึงช่วยประหยัดพลังงาน พพ. จึงได้จัดทำ **“โครงการส่งเสริมระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชน”** ขึ้นโดยได้รับงบประมาณให้ดำเนินการในปี พ.ศ. 2557 และผมเป็นหัวหน้าโครงการดังกล่าวในนามของมหาวิทยาลัยศิลปากร ซึ่ง พพ. เชิญให้ดำเนินโครงการ ในโครงการนี้มหาวิทยาลัยศิลปากรจะต้องจัดสร้างพาราโบลาโดมจำนวน 30 หลัง ให้กับชุมชนกล้วยตากในอำเภอบางกระทุ่ม พร้อมทั้งปรับปรุงสถานที่สำหรับเตรียมกล้วยที่จะอบให้ถูกสุขลักษณะ ผมรู้สึกหนักใจเพราะได้รับงบประมาณจำกัดมาก ถึงแม้ว่าผู้เข้าร่วมโครงการ

ต้องออกค่าใช้จ่ายบางส่วนก็ตาม แต่ผมและทีมงานก็ยินดีทำโครงการ โดยขอให้ทุกคนในทีมงานทำงานด้วยความเสียสละและใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ไปช่วยเหลือโครงการ ในการดำเนินงานเริ่มต้นจากที่ พพ. ได้ตั้งคณะกรรมการซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ท้องถิ่น เจ้าหน้าที่ พพ. และผม ทั้งนี้เพื่อวางหลักเกณฑ์และคัดเลือกผู้เข้าร่วมโครงการ โดยหลักเกณฑ์ที่สำคัญคือ ผู้เข้าร่วมโครงการต้องออกเงินบางส่วนของค่าใช้จ่ายเพื่อสร้างพาราโบลาโดม ทั้งนี้เพราะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของงบประมาณที่ได้มา ผมรู้สึกหนักใจมากในข้อกำหนดนี้เพราะรู้ว่าชาวบ้านที่อยากได้พาราโบลาโดมคงไม่มีเงินพอ จากนั้น พพ. ก็เปิดรับสมัคร หลังจากเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์มีผู้สมัครเข้าร่วมโครงการเพียง 4 ราย ทั้งที่มีผู้สนใจอยากเข้าร่วมโครงการจำนวนมาก แต่มีเงินไม่เพียงพออย่างที่คาดการณ์ไว้ แต่โชคดีที่มีผู้สมัครรายหนึ่งคือ คุณกัญญารัตน์ ฟักเงิน ได้ไปติดต่อธนาคารออมสิน สาขาบางกระทุ่ม เพื่อขอสินเชื่อธนาคาร และธนาคารเห็นชอบโดยขอให้คุณกัญญารัตน์จัดตั้งกลุ่มผู้ที่ต้องการสินเชื่อเพื่อสร้างพาราโบลาโดม คุณกัญญารัตน์ได้จัดตั้งกลุ่มซึ่งมีชื่อเรียกว่ากลุ่มบางกระทุ่มโมเดล และทำหน้าที่เป็นประธานกลุ่ม โดยติดต่อประสานงานระหว่างสมาชิกกลุ่มกับธนาคารฯ จนผู้ที่มีปัญหาด้านการเงินได้รับสินเชื่อทุกคน

ผมได้ส่งทีมช่างไปสร้างพาราโบลาโดมตั้งแต่เดือนกันยายน 2557 โดยสร้างพาราโบลาโดมแล้วเสร็จปลายเดือนธันวาคม 2557 จำนวน 30 หลัง (รูปที่ 47 และ 48) และได้จัดฝึกอบรมการใช้พาราโบลาโดมกับผู้ที่ได้รับการสนับสนุน จากนั้นได้ปรับปรุงสถานที่เตรียมกล้วยของสมาชิกกลุ่ม ซึ่งดำเนินการแล้วเสร็จในเดือนพฤษภาคม 2558 พร้อมทั้งได้ออกแบบตราผลิตภัณฑ์ให้กับสมาชิกกลุ่ม (รูปที่ 49 และ 50) สุดท้ายผมได้ร่วมกับ พพ. จัดงานเปิดตัวโครงการเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2558 (รูปที่ 51)

การดำเนินงานโครงการนี้นับว่าเป็นงานที่ยากลำบากเพราะทีมงานทางวิชาการของผมต้องเดินทางจากมหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม ไปยังอำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลกเป็นระยะทาง 400 กิโลเมตร เกือบทุกสัปดาห์ และทีมงานช่างต้องอยู่ทำงานประจำในพื้นที่เป็นเวลา 10 เดือน โดยระหว่างนั้นเกิดอุบัติเหตุ 2 ครั้ง ต้องส่งช่าง 2 คน กลับมารักษาพยาบาลที่จังหวัดนครปฐม อย่างไรก็ตามทุกคนในทีมงานก็ภาคภูมิใจที่ได้ช่วยชาวบ้านสร้างพาราโบลาโดมไว้เป็นเครื่องมือประกอบอาชีพ ซึ่งจะทำให้ชาวบ้านเหล่านั้นมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น



รูปที่ 46 ชาวบ้านผู้ผลิตกล้วยตากรายย่อยกำลังนำผ้าพลาสติกไปปิดกล้วยตากระหว่างที่มีฝนตกกะทันหัน



รูปที่ 47 แผนที่แสดงตำแหน่งของพาราโบลาโดม 30 หลัง ที่จัดสร้างในโครงการ



รูปที่ 48 ตัวอย่างพาราโบลาโดมที่จัดสร้างในโครงการ



รูปที่ 49 ตราของผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตกล้วยตากรายย่อยที่ทีมงานของมหาวิทยาลัยศิลปากรจัดหาผู้ออกแบบให้



รูปที่ 50 ผลิตภัณฑ์กล้วยตากของผู้ผลิตรายย่อยที่เข้าร่วมโครงการ



รูปที่ 51 พิธีเปิดตัวโครงการ

ภาพรวมของผลการดำเนินงาน

การเผยแพร่พาราโบลาโดมสู่ผู้ผลิตกล้วยตากในอำเภอบางกระทุ่ม และกิจกรรมพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ หรือกิจกรรมของบางกระทุ่มโมเดล เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2558) สามารถเห็นภาพรวมของผลการดำเนินงาน ดังนี้

กรณีของผู้ผลิตรายใหญ่ซึ่งมีทั้งหมด 5 ราย ผู้ผลิตเหล่านี้ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการผลิตกล้วยตากจากแบบพื้นบ้านมาเป็นแบบอุตสาหกรรม ทำให้สามารถขยายธุรกิจและมีการจ้างงานในท้องถิ่นประมาณ 200 ตำแหน่ง นอกจากนี้ยังสามารถส่งกล้วยตากไปจำหน่ายต่างประเทศ ทั้งในเอเชียและยุโรปทำรายได้เข้าประเทศปีละกว่าหนึ่งร้อยล้านบาท

กรณีผู้ผลิตรายย่อยที่ได้รับการสนับสนุนพาราโบลาโดม จากการสำรวจ พบว่าการใช้พาราโบลาโดมช่วยลดการเสียหายของกล้วยจากการเปียกฝน สามารถแก้ปัญหาแมลงรบกวนได้ และทำให้ผู้ผลิตรายย่อยมีรายได้เพิ่มขึ้นจนสามารถใช้การผลิตกล้วยตากเป็นอาชีพหลักได้ นอกจากนี้บางรายได้เปลี่ยนจากการมีอาชีพเป็นลูกจ้างในโรงงานกล้วยตากของผู้ผลิตรายใหญ่มาเป็นผู้ผลิตกล้วยตากอิสระ ผู้ผลิตกล้วยตากรายย่อยบางรายที่เคยเป็นลูกไร่ของผู้ผลิตรายใหญ่บอกว่า การมีพาราโบลาโดมทำให้มีอิสระในการขายกล้วยตากมากขึ้น นอกจากนี้กิจกรรมในบางกระทุ่มโมเดลยังส่งผลดีทางอ้อมต่อชาวบางกระทุ่มและประเทศชาติหลายประการ ดังนี้

ประการแรก คือการใช้พาราโบลาโดมทำให้ตัดขั้นตอนการใช้เครื่องอบแห้งลมร้อนซึ่งใช้แก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิง ทำให้ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ประการที่สอง คือการใช้พาราโบลาโดม ทำให้สามารถผลิตกล้วยตากได้ทั้งปี ซึ่งส่งผลให้ชาวสวนกล้วยสามารถขายกล้วยได้ตลอดทั้งปีในราคาที่ยุติธรรม โดยแต่เดิมจะขายกล้วยได้น้อยในช่วงฤดูฝนและราคากล้วยตกต่ำ ประการที่สาม คือ กิจกรรมของบางกระทุ่มโมเดลก่อให้เกิดอุตสาหกรรมในชนบท ทำให้ชาวบ้านมีงานทำในกระบวนการผลิตกล้วยตากตลอดทั้งปี ประการสุดท้าย คือ บางกระทุ่มโมเดลช่วยสืบสานวิถีชีวิตของชุมชนบางกระทุ่ม ซึ่งประกอบอาชีพการทำกล้วยตากมากว่า 100 ปี ให้ดำเนินต่อไปอย่างมั่นคง

บทวิเคราะห์

จากผลการดำเนินงานที่กล่าวไปแล้วข้างต้น อาจกล่าวได้ว่าบางกระทุ่มโมเดล เป็นรูปแบบการพัฒนาและเผยแพร่เทคโนโลยีการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สู่ชุมชนกล้วยตากบางกระทุ่มที่ประสบความสำเร็จ โดยความสำเร็จดังกล่าวเกิดจากปัจจัยต่างๆ หลายประการ ดังนี้

ประการแรก คือ การพัฒนาเทคโนโลยี **“พาราโบลาโดม”** ได้รับการสนับสนุนจาก พพ. อย่างต่อเนื่องทั้งในด้านการวิจัยและการทดลองนำไปใช้งานภาคสนาม ทำให้ได้เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ผลิตกล้วยตากในอำเภอบางกระทุ่ม กล่าวคือ **“พาราโบลาโดม”** เป็นเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนและสะดวกต่อการใช้งาน และมีความจุมากซึ่งเหมาะสมกับการใช้งานในเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้ยังสามารถแก้ปัญหาความเสียหายของกล้วยตากจากการเปียกฝนและแมลงรบกวนได้ การสนับสนุนดังกล่าวนับเป็นวิสัยทัศน์ที่ยาวไกลของ พพ. ประการที่สอง คือ มีการพัฒนาต่อยอดโดยนักเทคโนโลยีอาหาร ทำให้ผลิตภัณฑ์กล้วยตากมีมูลค่าสูงขึ้น ประการที่สาม คือขั้นตอนการเผยแพร่เทคโนโลยีเป็นไปอย่างเหมาะสมตามหลักการส่วนใหญ่ของทฤษฎีการเผยแพร่นวัตกรรม [18] กล่าวคือ กิจกรรมการเผยแพร่เทคโนโลยีในบางกระทุ่มโมเดลเริ่มจากการนำเทคโนโลยีการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่พัฒนาจนเสถียรแล้วไปเผยแพร่สู่ผู้ผลิตกล้วยตากรายใหญ่ที่มีความกระตือรือร้น ซึ่งทำให้เกิดแรงผลักดันให้ผู้ผลิตรายใหญ่อื่นๆ เกิดความต้องการเทคโนโลยีนี้ และส่งผลให้ผู้ผลิตรายย่อยต้องการเทคโนโลยีนี้ด้วย ประการสุดท้าย คือ มีการสนับสนุนด้านการเงินจาก พพ. และสถาบันการเงินท้องถิ่น (ธนาคารออมสิน) ซึ่งช่วยแบ่งเบาภาระการลงทุนของผู้ที่ต้องการเทคโนโลยีทั้งผู้ผลิตรายใหญ่และรายย่อย

สรุป

บางกระทุ่มโมเดล เริ่มจากการพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ **“พาราโบลาโดม”** โดยนักวิจัยของมหาวิทยาลัยศิลปากรร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จากนั้นมหาวิทยาลัยศิลปากรได้ร่วมกับ พพ. นำเทคโนโลยีดังกล่าวเข้าไปเผยแพร่สู่ชุมชนอุตสาหกรรมกล้วยตาก โดยเริ่มจากผู้ผลิตรายใหญ่ ซึ่งต้องการแก้ปัญหาการผลิตกล้วยตากและขยายการผลิตของตน หลังจากนั้นนักเทคโนโลยีอาหารได้เข้าไปช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์กล้วยตากสามารถส่งไปจำหน่ายในตลาดระดับสูงของประเทศและส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ผลดังกล่าวเป็นแรงผลักดันให้ผู้ผลิตรายใหญ่อื่นๆ ตื่นตัวทำตาม จากความสำเร็จของผู้ผลิตรายใหญ่เหล่านี้ช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้ผลิตรายย่อยรวมตัวกัน โดยการสนับสนุนของ พพ. และสถาบันทางการเงินท้องถิ่น กิจกรรมทั้งหมดนี้ก่อให้เกิดการยกระดับมาตรฐานอุตสาหกรรมกล้วยตากของอำเภอบางกระทุ่มทั้งระบบ รูปแบบ (model) ของการพัฒนาและเผยแพร่เทคโนโลยีนี้ หรือ **“บางกระทุ่มโมเดล”** ถือว่าประสบความสำเร็จและอาจนำไปใช้กับชุมชนอื่นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Janjai, S., Masiri, I., Pattarapanichchai, S.,Laksanaboonsong, J., Mapping global solar radiation from long-term satellite data in the tropics using an improved model, International Journal of Photoenergy 2013, ID 210159, 1-11, 2013.
2. Exell, R.H.B., Kornsakoo, S., A low-cost solar rice dryer. Appropriate Technology, 5, 23-25, 1976.
3. Wibulswas, P., Thaina, S., Comparative performance of cabinet dryers with separate air heaters, Paper presented at the workshop on Fuel and Power in the Third World, Bordeaux, France, 1980.
4. Boon-Long, P., Hirun, A., Siriplabbla, P., Therdtoon, P., Sittiphong, N., Siratnapanta,T., Sucharitakul, T., Rerkkriangkrai, P., Solar-assisted tobacco curing, Proceedings of the Regional Seminar on Solar Drying, 28-31 August 1984, Yogyakarta, Indonesia,1984.
5. Soponronnarit, S., Watabutr, W., Therdyothin, A., A drying-storage solar hut: The technical aspect. Renewable Energy Review Journal 8(1), 49-60, 1986.
6. Janjai, S., Hirunlabh, J., Experimental study of solar fruit dryer, Proceedings of the ISES Solar World Congress, Budapest 8, 123-128,1993.

7. Soponronnarit, S., Nathakaranakule, A., Limtrakool, W., Rungjiwaruk, W., Nathakaranakule, S., Rakwichien, W., Banana fruit drying, RERIC International Energy Journal 19, 55-62, 1997.
8. วรวิทย์ รุ่งจิวารักษ์, การศึกษาระบบอบแห้งน้ำว้าด้วยแสงอาทิตย์ขนาดอุตสาหกรรม, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2538.
9. วิสาข์ เจ่าสกุล, การเพิ่มผลผลิตกล้วยตากด้วยระบบ GMP กรณีศึกษา: บ้านคลองกระล่อน อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิษณุโลก, รายงานวิจัย, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวรจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2544.
10. Janjai, S., Chantarasa, W., Hirunlabh, J., Esper, A., Lauer M., Muhlbauer, W. Investigation of the performance of a solar dryer for lemon-grass, Proceedings of International Symposium on Sustaining Food Security and Managing Natural Resources in Southeast Asia. 8-11 January, 2002, Chiang Mai, Thailand.
11. วาสนา คำวงศ์สา, การศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจกที่ใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตเป็นฉนวนโปร่งแสง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2546.

12. Janjai, S., Khamvongsa, V., Bala, B.K. Development, design, and performance of a PV-ventilated greenhouse dryer, International Energy Journal, 8, 249-258, 2007.
13. Janjai, S.,Chaichoet, C., Intawee, P. Performance of a PV-ventilated greenhouse dryer for drying bananas, Proceedings of the Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment, 1-3 December, 2004, Hua Hin, Thailand, pp 15-17, 2004.
14. เสริม จันทร์ฉาย, เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์, รานงานวิจัย, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน กรุงเทพ, 2547.
15. Janjai, S.,Lamlert, N., Intawee, P., Mahayothee, B., Bala, B.K., Nagle, M., Muller, J. Experimental and simulated performance of a PV-ventilated solar greenhouse dryer for drying of peeled longan and banana, Solar Energy 83, 1550-1565, 2009.
16. Janjai,S.,Intawee, P., Kaewkiew, J., Sritus, C., Khamvongsa, V. A large-scale solar greenhouse dryer using polycarbonate cover: Modeling and testing in a tropical environment of Lao People's Democratic Republic, Renewable Energy 36 1053-1062, 2011.

17. Janjai, S., A greenhouse type solar dryer for small-scale dried food industries: Development and dissemination, International Journal of Energy and Environment 3(3), 383-398, 2012.
18. Roger, E.M., Diffusion of Innovations, Free Press, New York, 2003.