หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ข้าวจัดเป็นพืชที่สำคัญสำหรับประเทศกสิกรรมทั่วไปรวมทั้งประเทศไทยด้วย โดยที่ข้าวเป็นทั้งพืชที่ให้ผลผลิตในการบริโภคเป็นอาหารหลัก และเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้ประเทศมากที่สุดประเภทหนึ่ง ในปัจจุบันประชากรของประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น ทำให้การบริโภคข้าวเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องเพิ่มผลผลิตข้าวให้เพียงพอต่อความต้องการในการบริโภค แต่เนื่องจากการเพิ่มผลผลิตโดยการปลูกข้าวเพิ่มขึ้นถูกจำกัดด้วยพื้นที่การเพาะปลูก การชลประทาน และสภาพแวดล้อมอื่นๆ ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตข้าวที่สามารถกระทำได้วิธีหนึ่งคือ การลดการสูญเสียข้าวเปลือกในด้านต่างๆ ซึ่งได้แก่ การกำจัดศัตรูของข้าว การป้องกันความเสียหายที่เกิดจากเชื้อรา และการป้องกันการสูญเสียข้าวเปลือกจากสัตว์และแมลง สิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นการเพิ่มผลผลิตข้าวโดยไม่ต้องเพิ่มพื้นที่ในการเพาะปลูก และทำให้ชาวนาสามารถมีรายได้เพิ่มขึ้นอีกด้วย ตารางที่ 1.1 แสดงเนื้อที่เพาะปลูกและผลผลิตของข้าวในภาคต่างๆ ของประเทศ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปลูกข้าวนาปรัง(ข้าวครั้งที่ 2)ในประเทศไทยนั้น ชาวนาจะต้องเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกในช่วงต้นฤดูฝนประมาณเดือนพฤษภาคม–มิถุนายน ขณะที่ข้าวเปลือกมีความชื้นสูง ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีฝนตกบ่อย ทำให้อากาศมีความชื้นสูงและระยะเวลาที่มีแสงอาทิตย์จัดเป็นช่วงเวลาสั้นๆ ดังนั้นการรอให้ข้าวเปลือกแห้งเองในนาและการตากข้าวเปลือกไว้กลางแจ้งจึงไม่สามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกได้มากนัก ทำให้ข้าวเปลือกยังคงมีความชื้นสูงกว่า 14 % มาตรฐานเปียก(wet basis) จึงเกิดปัญหาต่างๆ ตามมา(1) คือ

1. ชาวนาจะต้องรีบขายข้าวเปลือกให้เร็วที่สุด และมักจะขายได้ในราคาต่ำ
2. เมื่อนำข้าวเปลือกมาสี จะมีเปอร์เซนต์การแตกหักของข้าวสูง
3. ข้าวเปลือกจะถูกเชื้อราทำลายได้ง่าย
4. ข้าวเปลือกเป็นฟันหนูได้ง่าย ทั้งนี้เนื่องจากข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงกว่า 14 % มาตรฐานเปียก(wet basis) จะมีอัตราการหายใจสูง และผลจากการหายใจของข้าวเปลือก

ตารางที่ 1.1 เนื้อที่เพาะปลูกและผลผลิตของข้าวในภาคต่างๆ ของประเทศ(2)

ปี	ภาคเหนือ		ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ		ภาคกลาง		ภาคใต้	
	เนื้อที่ (พันไร่)	ผลผลิต (ตัน)	เนื้อที่ (พันไร่)	ผลผลิต (ตัน)	เนื้อที่ (พันไร่)	ผลผลิต (ตัน)	เนื้อที่ (พันไร่)	ผลผลิต (ตัน)
2516/17	11496	3984	22199	4638	15494	5451	3081	825
2517/18	10390	3872	20683	3795	14980	4829	3836	890
2518/19	12004	4322	25017	5326	15055	4647	3526	1005
2519/20	10795	4111	23760	4686	15149	5103	3891	1168

จะทำให้เกิดความร้อนสะสมในเมล็ดข้าวเปลือกสูงมากขึ้น เมื่อนำข้าวเปลือกเหล่านี้มาสีจะได้ข้าวที่มีสีเป็นสีเหลืองซึ่งเรียกว่าข้าวเป็นพันหนู

5. เมื่อนำข้าวเปลือกเหล่านี้มาเป็นพันธุ์สำหรับเพาะปลูกในปีต่อไป ข้าวเปลือกจะมีเปอร์เซนต์การงอกต่ำ

ในตารางที่ 1.2 แสดงถึงปัญหาต่างๆ จากการเก็บข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงในภาคกลาง โดยเปรียบเทียบถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างข้าวนาปีและข้าวนาปรัง

ตารางที่ 1.2 ปัญหาต่างๆ จากการเก็บข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงในภาคกลาง(1)

ปัญหา	ข้าวนาปี		ข้าวนาปรัง	
	จำนวนตัวอย่าง	%	จำนวนตัวอย่าง	%
แตกหักมากเมื่อทำการสี	34	8.0	68	17.1
เกิดเชื้อราและเมล็ดงอก	20	4.7	142	35.7
ถูกทำลายโดยสัตว์และแมลง	162	38.3	170	42.7
ไม่มีปัญหา	207	49.0	18	4.5
รวม	423	100.0	398	100.0

สำหรับการตากข้าวนาปีโดยเฉพาะในจังหวัดภาคเหนือ กระทำโดยการปล่อยให้ข้าวเปลือกสุกและแห้งเองตามธรรมชาติในท้องนา ทำให้เกิดความเสียหายทั้งทางด้านการสูญเสียข้าวเปลือกและคุณภาพของข้าวภายหลังการสีต่ำด้วย ทั้งนี้เนื่องจากช่วงการเก็บเกี่ยวข้าวนาปีเป็นช่วงฤดูหนาวประมาณเดือนพฤศจิกายน–ธันวาคม ซึ่งมีความแตกต่างของอุณหภูมิของอากาศในเวลากลางวันและกลางคืนมาก รวมทั้งความชื้นของอากาศในเวลากลางคืนสูง ทำให้เกิดการหดตัวและขยายตัวภายในเมล็ดข้าวเปลือกสลับกันไป ลักษณะเช่นนี้ทำให้เกิดความเค้นในเมล็ดข้าวเปลือกซึ่งยังผลให้มีอัตราการร้าวของเมล็ดข้าวเปลือก และเปอร์เซนต์ของข้าวหักภายหลังการสีสูงด้วย(3) ตารางที่ 1.2 แสดงถึงปัญหาต่างๆ จากการเก็บข้าวเปลือกที่มีความชื้นสูงในภาคกลาง

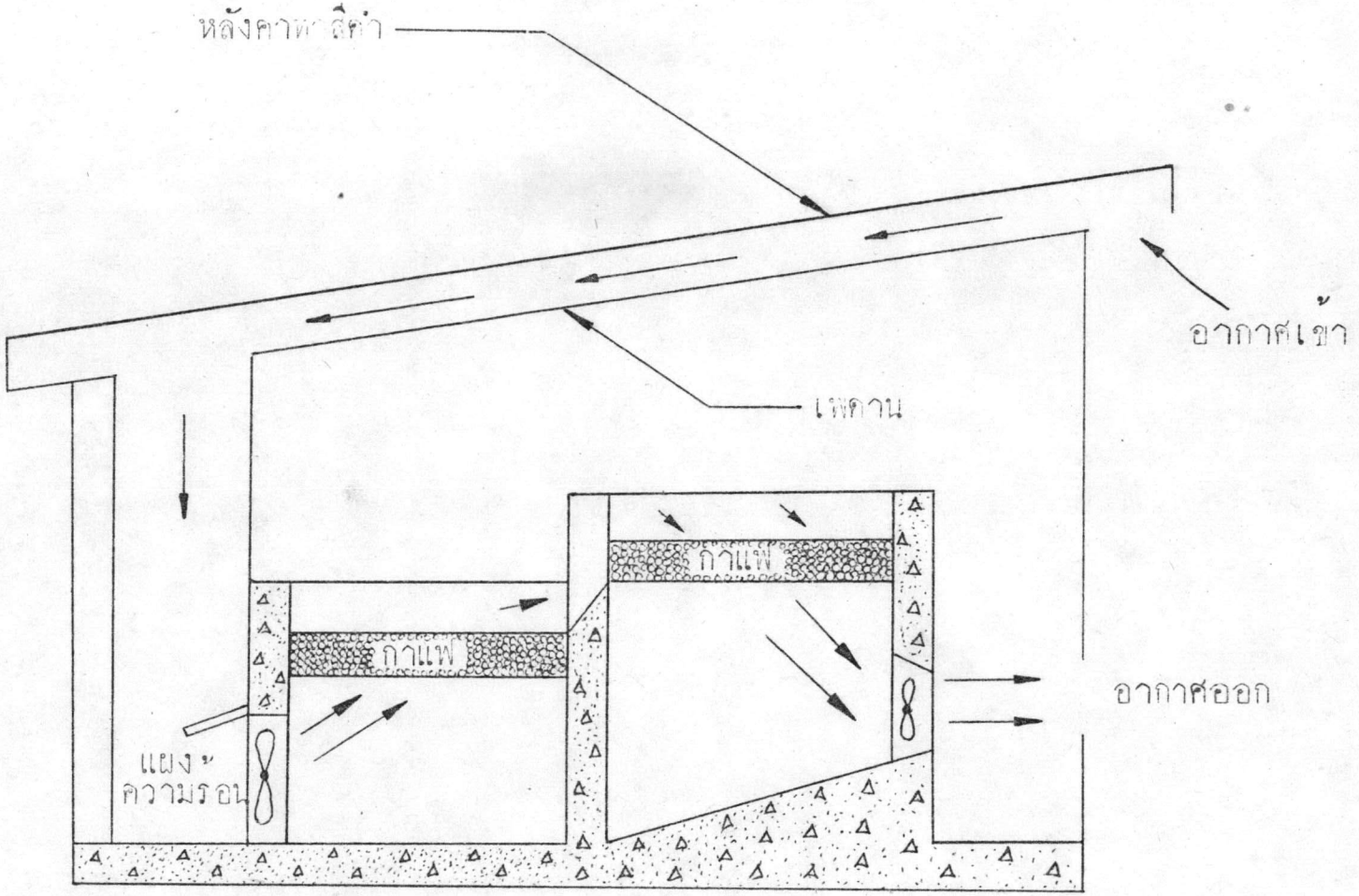
จากปัญหาดังกล่าว เพื่อที่จะลดการสูญเสียข้าวเปลือกและเพิ่มรายได้ให้แก่ชาวนามาก

ชื้น อาจกระทำได้โดยการเก็บเกี่ยวข้าวเปลือกในขณะที่ยังมีความชื้นสูงอยู่ประมาณ 23-25 % มาตรฐานเปียก(wet basis) แล้วนำมาอบให้ข้าวเปลือกมีความชื้นลดลงเหลือประมาณ 14 % มาตรฐานเปียก(wet basis) (4) และเก็บข้าวเปลือกไว้ขายเมื่อมีราคาสูงขึ้น การอบข้าวเปลือกให้มีความชื้นลดลงนั้น สามารถกระทำได้โดยการผ่านอากาศร้อนไปยังข้าวเปลือกเพื่อให้ความร้อนดึงเอาความชื้นของข้าวเปลือกออกมา แต่เนื่องจากพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งเป็นแหล่งความร้อนที่จะทำให้อากาศร้อนขึ้นนั้นมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ และมีแนวโน้มที่จะขาดแคลนในอนาคตอันใกล้นี้ ดังนั้นเราอาจนำพลังงานจากธรรมชาติมาใช้แทนโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งมีค่าสูงและคงที่เกือบตลอดปีในประเทศไทย(5)

1.2 <u>การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

Thomas และ Zilles(6) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้อบสมุนไพรและเครื่องเทศขึ้นที่เมืองซานตา บาร์บารา มลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา (ที่เส้นรุ้ง 34 องศา 25 ลิปดาเหนือ) โดยสร้างเป็นกล่องรูปสามเหลี่ยมมุมฉากแผงรับแสงอาทิตย์มีพื้นที่รับแสงขนาด 1.50 ตารางเมตร วางเอียงทำมุม 40 องศากับแนวราบหันหน้าไปทางทิศใต้และใช้แผ่นพลาสติกใสเป็นแผ่นปิดบนแผงรับแสงอาทิตย์ มีพัดลมดูดอากาศจากแผงรับแสงอาทิตย์ด้วยอัตราการไหลของอากาศ 2.83 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที อุณหภูมิของอากาศที่ใช้อบไม่เกิน 43 องศาเซลเซียส ผลที่ได้จากการทดลองอบเมื่อเทียบกับการตากแดดไว้กลางแจ้งพบว่า สามารถลดเวลาในการตากแห้งลงได้ 50-75 % ในฤดูร้อน

Phillips, Rodriguez-Arias และ Justiniano(6) แห่งภาควิชาวิศวกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเปอร์โตริโก (ที่เส้นรุ้ง 18 องศา 16 ลิปดาเหนือ) ได้ทดลองสร้างห้องอบเมล็ดกาแฟโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1.1 โดยดัดแปลงหลังคาของห้องอบซึ่งเอียงเป็นมุม 6.3 องศา หันหน้าไปทางทิศใต้เป็นแผงรับแสงอาทิตย์ และได้ติดตั้งพัดลมดูดอากาศ 2 เครื่องดูดอากาศจากช่องว่างระหว่างหลังคากับเพดานเข้าและออกจากห้องอบ ภายในห้องอบประกอบด้วยตู้อบ 2 ตู้ ตู้แรกเป็นตู้อบให้แห้ง(Dryer) ตู้หลังเป็นตู้อบให้ความชื้นลดลง(Pre-dryer) ซึ่งอากาศร้อนจะผ่านตู้อบแรกไปยังตู้อบหลัง ความสูงของเมล็ดกาแฟที่ใส่ในตู้อบประมาณ 30 เซนติเมตร ห้องอบเมล็ดกาแฟนี้จะติดตั้งแผงความร้อนสำรอง 4 แผง แต่



รูปที่ 1.1 แผนภูมิห้องอบเมล็ดกาแฟโดยใช้แสงอาทิตย์ที่ประเทศเปอร์โตริโก

ละแผงมีขนาดกำลังผลิต 1.3 กิโลวัตต์ ควบคุมอุณหภูมิในการอบไม่ให้เกิน 49 องศาเซลเซียส ผลของการอบโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์พบว่า สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ประมาณ 60 % เมื่อเทียบกับการใช้ไฟฟ้า

เมื่อไม่นานมานี้ มีผู้นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการอบแห้งไม้ในหลายๆ ประเทศ (6) ดังเช่นที่ประเทศอินเดีย Sharma และ Nath แห่งสถาบันวิจัยป่าไม้ ได้ทดลองสร้างเรือนอบแห้งไม้ขึ้น โดยใช้หลังคาซึ่งเอียงทำมุม 27 องศา หันหน้าไปทางทิศใต้ (ที่เส้นรุ้ง 30 องศา 19 ลิปดาเหนือ) ทำหน้าที่รับพลังงานแสงอาทิตย์โดยมีแผ่นพลาสติกใส 2 ชั้นวางห่างกัน 5 เซนติเมตรปกคลุมอยู่ ภายในเรือนอบแห้งสามารถบรรจุไม้กระดานหนา 25 เซนติเมตรรวมปริมาตรได้ 3.5 ลูกบาศก์เมตร อุณหภูมิที่ใช้อบสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศแวดล้อมประมาณ 10–15 องศาเซลเซียส ผลการทดลองเมื่อเทียบกับการอบแห้งโดยใช้อากาศที่อุณหภูมิแวดล้อมพบว่า สามารถลดเวลาที่ใช้ในการอบลงได้ถึง 60 % และในทำนองเดียวกัน ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา Peck ได้ทดลองสร้างเรือนอบแห้งไม้ขึ้นที่เมืองเมดิสัน มลรัฐวิสคอนซิน (ที่เส้นรุ้ง 43 องศา 8 ลิปดาเหนือ) อุณหภูมิที่ใช้ทำการอบสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมประมาณ 5–12 องศาเซลเซียส ได้ทดลองอบแห้งไม้โอ๊คแดงรวมปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร อบแห้งแผ่นไม้จนมีความชื้น 15 % มาตรฐานแห้ง(dry basis) ใช้เวลาในการอบประมาณ 40 วัน และสามารถลดเวลาลงได้ประมาณ 50 % เมื่อเทียบกับการอบแห้งโดยใช้อากาศแวดล้อม

สำหรับในประเทศไทย มีผู้ทำการศึกษาวิจัยการอบแห้งอยู่หลายแห่งด้วยกันคือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี(7) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(8) กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์(9) และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(10)

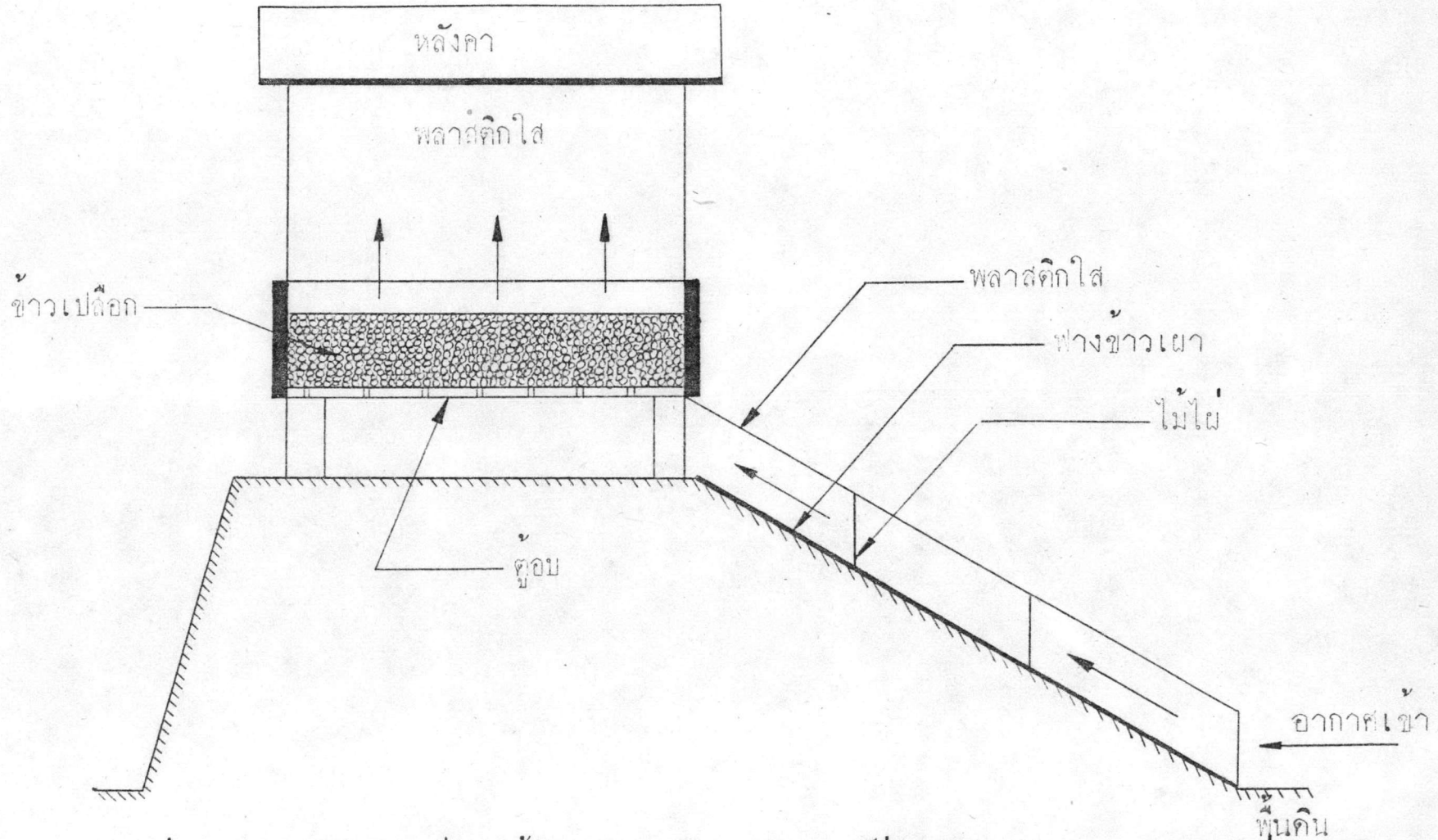
วิจัยซึ่งศึกษาโดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีนั้น เป็นการศึกษาวิจัยตู้อบแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ผลการทดลองพบว่า ตู้อบแห้งที่ใช้กระจกเป็นผนังกั้นไม่มีแผงรับแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนในการอบแห้งสูงสุด 68 % ส่วนตู้อบแห้งที่ใช้กระจกเป็นผนังกั้นมีแผงรับแสงอาทิตย์ยื่นออกมามีประสิทธิภาพ 25.5 % ตู้อบแห้งมีผนังกั้นเป็นกระจกมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงกว่าชนิดมีผนังกั้นเป็นพลาสติกใสประมาณ 5 % และพบว่า ช่องระบายอากาศชื้นขนาด 0.8 % ของพื้นที่รับแสงในแนวราบของตู้อบแห้งให้ประสิทธิภาพในการอบแห้งสูงที่สุด จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจพบว่า ตู้อบแห้งแบบใช้กระจกเป็นผนังกั้นไม่มีแผงรับ

แสงอาทิตย์มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจมากที่สุด ค่าใช้จ่ายในการอบแห้งประมาณ 0.114 บาท ต่อเมกกะจูลของพลังงานที่ได้รับ หรือ 0.272 บาทต่อกิโลกรัมของน้ำที่ระเหย เวลาของการคุ้มทุนประมาณ 9 เดือน

ส่วนวิจัยซึ่งศึกษาโดยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นการศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการบ่มใบยาสูบ โดยทดลองบ่มใบยาสูบขึ้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ผลการทดลองพบว่า การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทำให้สามารถลดพลังงานหลักลงได้มากกว่า 13 % โดยที่แผงรับแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนประมาณ 70 % ที่อัตราการไหลของอากาศสูง และประมาณ 67 % ที่อัตราการไหลของอากาศต่ำ จากการประเมินค่าทางเศรษฐกิจพบว่า พลังงานที่ได้จากแผงรับแสงอาทิตย์มีราคา 0.058 บาทต่อเมกกะจูล หรือ 0.229 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

วิจัยซึ่งทำการศึกษาโดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นการศึกษาถึงการอบข้าวเปลือกโดยใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง หลักการทำงานของเครื่องอบข้าวเปลือกนี้คือ อากาศร้อนจากการเผาน้ำมันจะผ่านเข้าไปในตู้อบข้าวเปลือกโดยพัดลมดูดอากาศซึ่งขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซินขนาด 12 แรงม้าหรือขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 8 แรงม้า ตู้อบแห้งข้าวเปลือกมีขนาด 2.44x2.44x0.60 เมตร อากาศที่ผ่านข้าวเปลือกมีอัตราการไหลเท่ากับ 1.90 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที อุณหภูมิของอากาศที่ใช้อบประมาณ 43±3 องศาเซลเซียส ผลจากการใช้เครื่องอบข้าวเปลือกนี้พบว่า สามารถอบข้าวเปลือกได้ครั้งละประมาณ 2000 กิโลกรัม ความหนาของชั้นข้าวเปลือกเท่ากับ 60 เซนติเมตร ลดความชื้นของข้าวเปลือกจาก 25 % เป็น 14 % มาตรฐานเปียก ใช้เวลาในการอบประมาณ 4-5 ชั่วโมง และยังพบว่า ความแตกต่างของความชื้นของชั้นข้าวเปลือกระหว่างชั้นบนกับชั้นล่างประมาณ 3 % จำนวนเชื้อเพลิงที่ทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 1.5-2.0 ลิตรต่อชั่วโมงและใช้สำหรับขับพัดลมดูดอากาศประมาณ 1.5 ลิตรต่อชั่วโมงเมื่อใช้เครื่องยนต์ดีเซล และประมาณ 2.0-2.5 ลิตรต่อชั่วโมงเมื่อใช้เครื่องยนต์เบนซิน

สำหรับวิจัยซึ่งศึกษาโดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย เป็นการศึกษาวิจัยการอบข้าวเปลือกโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งความร้อนสำหรับทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น และอากาศร้อนจะผ่านไปยังตู้อบข้าวเปลือกโดยการไหลเวียนตามธรรมชาติ (Natural



รูปที่ 1.2 แผนภูมิของเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งพัฒนาโดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

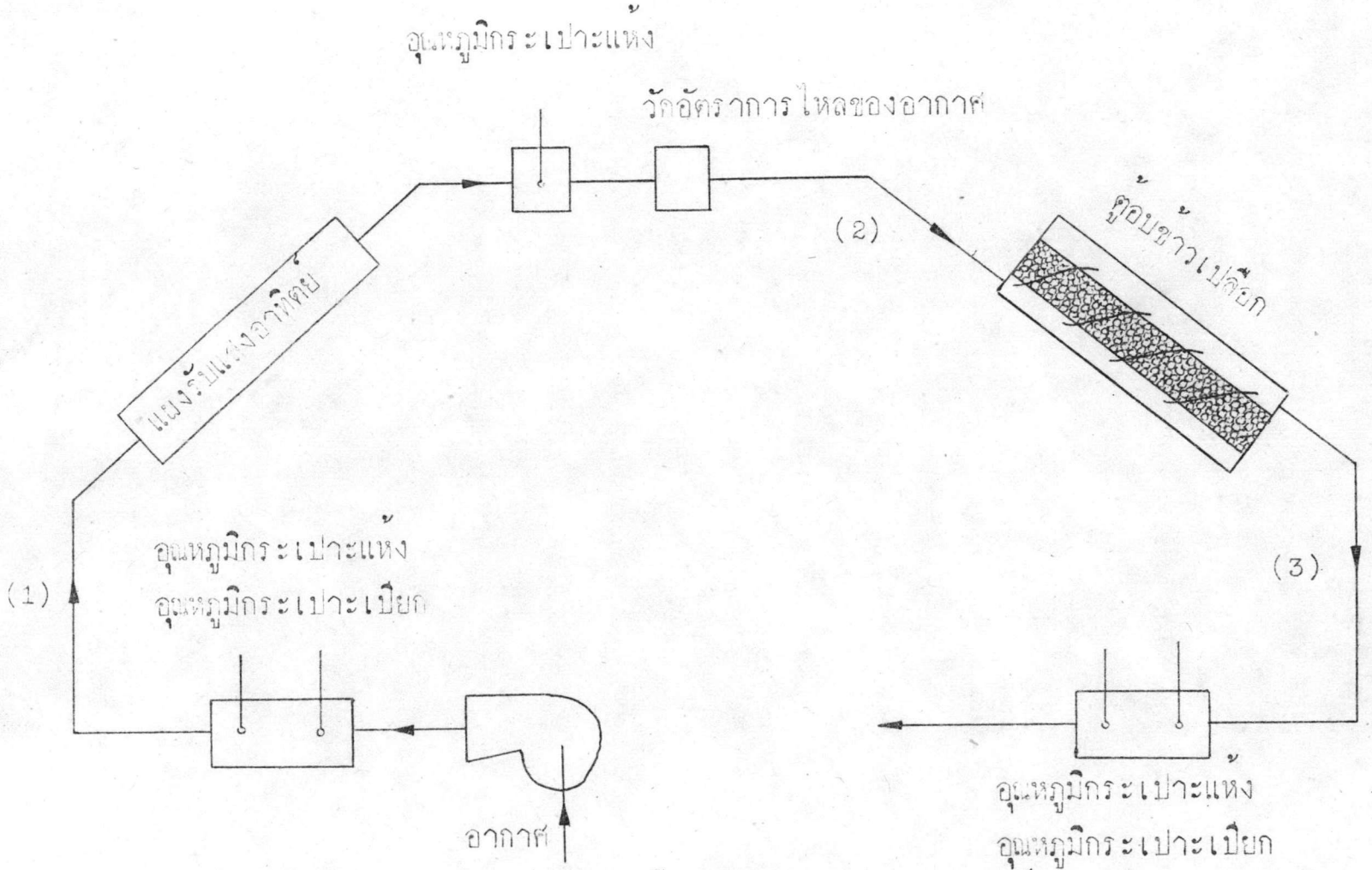
convection) (ดูรูปที่ 1.2) แผงรับแสงอาทิตย์ดัดแปลงจากพื้นดินซึ่งเอียงทำมุมกับแนวราบ และปูพื้นด้วยแกลบเผาเพื่อดูดความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ มีพื้นที่ขนาด 3 ตารางเมตร ขนาดของตู้อบมีพื้นที่ 1 ตารางเมตร ผลจากการทดลองโดยใช้อบข้าวเปลือกหนา 15 เซนติเมตรพบว่า สามารถลดความชื้นลงจาก 22 % มายัง 14 % มาตรฐานเปียก ใช้เวลาในการอบ 2–3 วันเมื่อท้องฟ้าแจ่มใส และพบว่า ข้าวเปลือกที่บริเวณชั้นล่างและชั้นบนจะแห้งเร็วกว่าที่บริเวณชั้นกลาง ประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ประมาณ 33 % และอัตราการไหลของอากาศขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงอาทิตย์ วิจัยนี้ทางสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียได้ทำการพัฒนาเพิ่มขึ้นอีก(11) โดยปรับปรุงให้สามารถอบข้าวเปลือกได้ประมาณครั้งละ 1 ตัน พื้นที่ของตู้อบมีขนาด 11.5 ตารางเมตร และพื้นที่รับแสงอาทิตย์เท่ากับ 34.5 ตารางเมตร นอกจากนั้นยังพบว่า การใช้ปล่องอากาศ(Chimney) ช่วยเพิ่มอัตราการไหลของอากาศอีกด้วย

นอกจากนี้ยังมีผู้เสนอการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์อีกแห่งหนึ่งคือ ข้อเสนอของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(12) ข้อเสนอนี้แตกต่างจากการวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียคือ อากาศที่ผ่านเข้าอบข้าวเปลือกเป็นแบบการไหลบังคับ (Forced circulation) โดยมีหลักการทำงานคือ อากาศจะถูกดูดเข้ามายังแผงรับแสงอาทิตย์ด้วยพัดลมดูดอากาศซึ่งขับโดยมอเตอร์ อากาศนี้จะได้รับความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น และผ่านต่อไปยังตู้อบข้าวเปลือกเพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือกต่อไป

1.3 จุดประสงค์ของการวิจัย

จุดประสงค์ของวิจัยนี้ เพื่อทำการศึกษาและจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ของเครื่องอบข้าวเปลือกโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และสร้างเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นเพื่อทำการทดลองและเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลจากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำการศึกษานี้ ประกอบด้วยส่วนประกอบใหญ่ 3 ส่วนคือ พัดลมดูดอากาศ แผงรับแสงอาทิตย์ และตู้อบข้าวเปลือก (ดูรูปที่ 1.3) เครื่องอบข้าวเปลือกนี้มีหลักการทำงานคือ อากาศที่อุณหภูมิแวดล้อมจะถูกดูดเข้ามายังแผงรับแสงอาทิตย์โดยพัดลมดูดอากาศ อากาศที่ผ่านแผงรับแสงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และจะผ่านต่อไปยังตู้อบ



รูปที่ 1.3 แผนภูมิของเครื่องอบข้าวเปลือกพลังงานแสงอาทิตย์

ข้าวเปลือกเพื่อทำการอบต่อไป เครื่องอบข้าวเปลือกนี้จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนเพื่อทำให้อากาศที่เข้าอบข้าวเปลือกมีอุณหภูมิสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากในประเทศไทยมีค่าความเข้มของพลังงานแสงอาทิตย์สูงเกือบตลอดปี (ดูตารางที่ 1.3) อากาศที่เข้าอบข้าวเปลือกมีการไหลเป็นแบบการไหลบังคับ (Forced circulation) ทั้งนี้เพื่อให้อากาศไหลผ่านข้าวเปลือกอย่างสม่ำเสมอ และป้องกันการเกิดปัญหาจากอัตราการไหลต่ำ

ตารางที่ 1.3 ค่าเฉลี่ยของพลังงานแสงอาทิตย์ต่อวันบนพื้นราบในแต่ละช่วงเดือนของกรุงเทพมหานครและจังหวัดเชียงใหม่ (5)

ช่วงเดือนของปี	พลังงานแสงอาทิตย์ (เมกกะจูลต่อ $ม.^2$-วัน)	
	กรุงเทพมหานคร	เชียงใหม่
14 มกราคม–26 กุมภาพันธ์	16.71	18.05
27 กุมภาพันธ์–12 เมษายน	18.88	18.76
13 เมษายน–28 พฤษภาคม	18.21	20.39
29 พฤษภาคม–15 กรกฎาคม	15.62	17.54
16 กรกฎาคม–31 สิงหาคม	15.70	15.66
1 กันยายน–15 ตุลาคม	15.32	18.05
16 ตุลาคม–29 พฤศจิกายน	16.45	16.96
30 พฤศจิกายน–13 มกราคม	16.58	15.95
เฉลี่ย	16.68	17.67