บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิจัย

การพัฒนา และเผยแพร่เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากชีวมวลเพื่อการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีโดยมีรายละเอียดของผลการดำเนินงานดังนี้

การคำนวณหาประสิทธิภาพตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 14

$$\eta_C = \frac{m\, C_p\, (t_{oc} - t_{ic}) \times 100}{G_T\, A_C}$$

เมื่อ η_C = ประสิทธิภาพตัวรับรังสีดวงอาทิตย์, %

m = อัตราการไหลเชิงมวลอากาศ, kg/s

G_T = รังสีรวมที่ตกกระทบบนระนาบตัวรับรังสี, W/m^2

A_C = พื้นที่ตัวรับรังสีดวงอาทิตย์, m^2

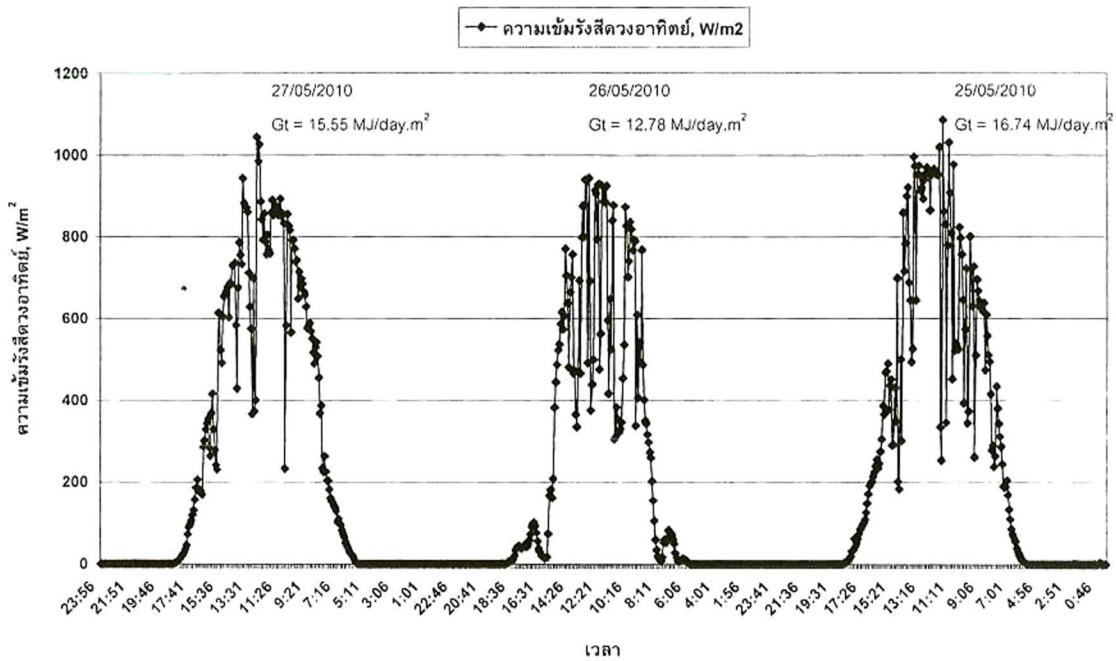
t_{ic} = อุณหภูมิอากาศไหลเข้าตัวรับรังสีดวงอาทิตย์, ^oC

t_{oc} = อุณหภูมิอากาศไหลออกจากตัวรับรังสีดวงอาทิตย์, ^oC

C_p = ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศที่ความดันคงที่, $J/kg.^oC$

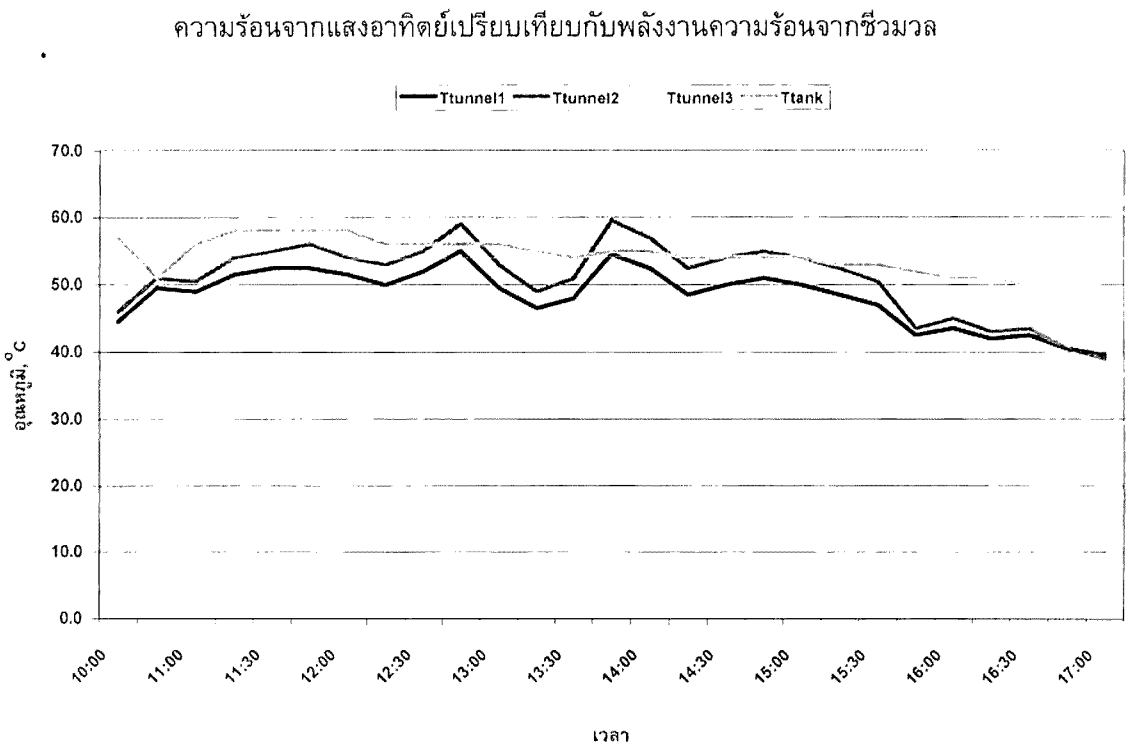
ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์มีค่าเท่ากับ 50.4%

การศึกษาการกระจายของอุณหภูมิภายในอุโมงค์อบแห้งโดยใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับพลังงานความร้อนจากชีวมวล



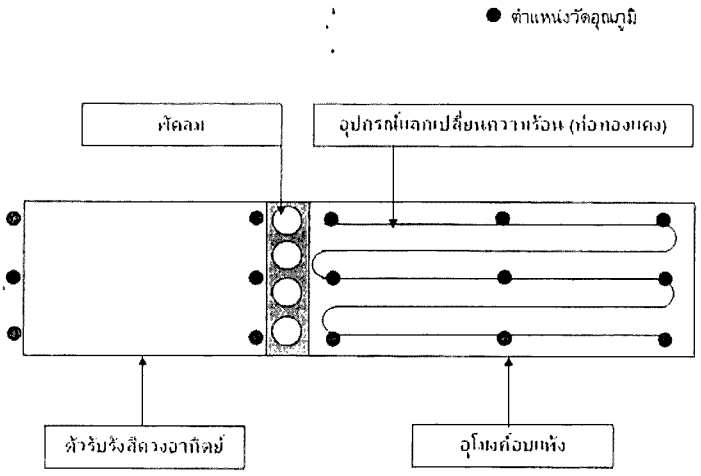
รูปที่ 10 แสดงความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาการทดสอบ 25-27 พฤษภาคม 2553

รูปที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบการกระจายของอุณหภูมิภายในอุโมงค์อบแห้งโดยใช้พลังงาน



รูปที่ 12 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในอุโมงค์อบแห้งโดยใช้พลังงานความร้อนจากชีวมวลและถังเก็บน้ำร้อน

ศึกษาการถ่ายเทความร้อนของน้ำร้อนภายในท่อทองแดงที่ถ่ายเทความร้อนให้กับอุโมงค์อบแห้ง เพื่อดูความเป็นไปได้ของการนำน้ำร้อนที่ผลิตจากเตาชีวมวลมาใช้ร่วมกับเครื่องอบแห้งฯ



รูปที่ 13 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (ท่อทองแดง) ภายในอุโมงค์อบแห้ง

การหาสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความร้อนของท่อแลกเปลี่ยนความร้อน

ในการวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน การเปลี่ยนแปลงของตัวต้านทานความร้อนในการเคลื่อนที่ความร้อนจากของไหลอุณหภูมิสูงไปสู่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจะมีความสัมพันธ์ในเชิงสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน U เมื่อพิจารณาผลรวมของตัวต้านทานความร้อน R ไหลผ่านท่อระหว่างด้านในและด้านนอก ตัวต้านทานความร้อนสามารถหาได้จากความสัมพันธ์

R = (ตัวต้านทานความร้อนด้านใน) + (ตัวต้านทานความร้อนของท่อ)
+ (ตัวต้านทานความร้อนด้านนอก)

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำ $T_m = 100\ ^{o}C$ ที่

$v = 0.294 \times 10^{-6}\ m^2/s$ $k = 0.680\ W/m.\ ^{o}C$ $Pr = 1.74$

เรย์โนลนัมเบอร์ของการไหลของน้ำคือ
เมื่อ u_m = ความเร็วเฉลี่ยของน้ำ, m/s
D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ

เราจะใช้สมการ Dittus-Boelter ในการหาสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนด้านในของน้ำไหล h_i :

$$Nu = 0.023\ Re^{0.8}\ Pr^{0.3}$$

$$= 0.023\ (14687.07)^{0.8}(1.74)^{0.3}$$

$$= 58.54$$

$$h_i = Nu\frac{k}{D_i} = 58.54x\frac{0.680}{0.0254} = 1567.21 W/m^2.{}^{o}C$$

การประเมินคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอากาศที่อุณหภูมิทั่วไปสามารถประมาณการอุณหภูมิได้เท่ากับ $T_f \cong (100 + 54)/2 = 77\ ^{o}C$

$v = 20.76 \times 10^{-6}\ m^2/s$ $k = 0.03003\ W/(m.\ ^{o}C)$ $Pr = 0.697$

เรย์โนลนัมเบอร์สำหรับอากาศไหลผ่านกลายเป็น

$$\mathrm{Re} = \frac{u_\infty D}{\nu} = \frac{(5)x(0.0254)}{20.76x10^{-6}} = 6117.53$$

นัลเซิลนัมเบอร์สำหรับอากาศไหลสามารถนิยามได้ตามสมการดังนี้

$$Nu = (0.4\,\mathrm{Re}^{0.5} + 0.06\,\mathrm{Re}^{2/3})\,\mathrm{Pr}^{0.4}$$

$$= [0.4 \times (6117.53)^{0.5} + 0.06 \times (6117.53)^{2/3}] \times (0.697)^{0.4}$$

$$= 44.45$$

และ

$$h_o = Nu\frac{k}{D_o} = 44.45x\left(\frac{0.03003}{0.0254}\right) = 52.55W/m^2.^oC$$

เนื่องจากความของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อมีความใกล้เคียงกันมาก $D_o \cong D_i$) สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนกลายเป็น

$$U = \frac{1}{1/h_i + 1/h_o} = \frac{1}{1/1567.21 + 1/52.55} = 50.84W/m^2.^oC$$

การสูญเสียความร้อนในแต่ละช่วงความยาวของท่อสามารถคำนวณได้จาก:

$$Q = AU\,\Delta T$$

$$= \pi DU(T_i - T_o)$$

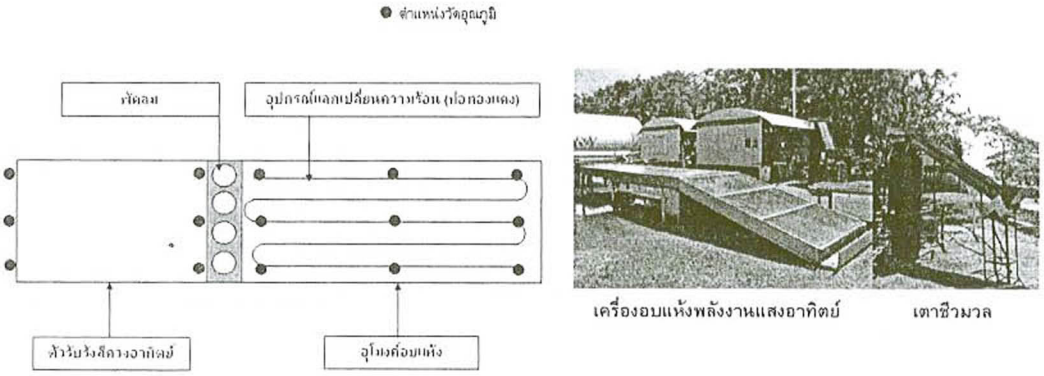
$$= (\pi) \times (0.0254) \times (50.84) \times (100 - 54)$$

$$= 186.52\ \mathrm{W/m}$$

ประชากรของประเทศไทยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ผลผลิตส่วนใหญ่เป็น ข้าว ผัก และผลไม้ แต่ประสบปัญหาเมื่อผลผลิตที่ออกมา จำหน่ายไม่หมด ผักและผลไม้ที่เหลือจะเน่าเสียและมีราคาต่ำ ดังนั้นการแปรรูปผักและผลไม้ที่เหลือเพื่อเก็บไว้จำหน่ายหรือเก็บไว้บริโภคระยะยาวในระดับอุตสาหกรรมท้องถิ่นจึงจำเป็น การอบแห้งผักและผลไม้เป็นการแปรรูปผลผลิต

ทางการเกษตรที่น่าสนใจ ส่วนใหญ่ในการอบแห้งจะใช้พลังงานจากฟืน ไฟฟ้า และน้ำมัน พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่เปลี่ยนรูปจากแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานความร้อนเพื่อใช้ในการอบแห้งแทนไฟฟ้าและน้ำมัน ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด และเป็นมิตร กับสิ่งแวดล้อม กอปรกับประเทศไทยมีศักยภาพในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เนื่องจากประเทศไทยมีแสงอาทิตย์เกือบตลอดทั้งปี โดยมีค่าพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 17 MJ/day m^2 ซึ่งมีศักยภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้งานในรูปของความร้อนในกระบวนการอบแห้ง ซึ่งเป็นที่นิยมทำกันโดยทั่วไปทั้งในระดับชาวบ้านและระดับอุตสาหกรรม เพราะการตากแห้งนี้ง่าย สะดวก และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยแต่การตากแห้งของชาวบ้านเป็นแบบธรรมชาติ ได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ถูกสุขลักษณะ เปื้อนฝุ่นละออง มีแมลงรบกวนหรืออาจวางไข่ไว้ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายภายหลังได้ และยังมีปัญหาอันเนื่องมาจากฝนตกซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากในกระบวนการตากแห้งอีกด้วย การใช้เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยมีมานานแล้วแต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายเนื่องจากไม่มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่เกษตรกร และงานวิจัยส่วนมากเน้นผลิตเครื่องอบแห้งเพื่ออุตสาหกรรมขนาดกลาง ซึ่งต้องใช้ต้นทุนในการก่อสร้างค่อนข้างสูงทำให้ไม่สามารถเข้าถึงเกษตรกรส่วนใหญ่ซึ่งมีรายได้ต่ำ

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากชีวมวลซึ่งเป็นเครื่องอบแห้งที่มีต้นทุนในการก่อสร้างต่ำ การก่อสร้างไม่ยุ่งยากซับซ้อนและยังเป็นเครื่องอบแห้งที่ทำงานได้ดี มีความเหมาะสมที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรนำไปใช้ในการอบแห้งเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิตนั้น



รูปที่ 14 เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากชีวมวล

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากชีวมวล มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนคือ 1) ตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ 2) อุโมงค์อบแห้ง 3) แหล่งพลังงานความร้อนเสริมจากชีวมวล โดยมีขดท่อทองแดงเป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนอยู่ภายในอุโมงค์อบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่วางไว้ในอุโมงค์อบแห้งสามารถรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ 2 ทาง คือ ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ดยต

รงเนื่องจากหลังคาของอุโมงค์อบแห้งเป็นกระจก และได้รับความร้อนจากอากาศร้อนที่ไหลผ่านแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ โดยใช้พัดลมในการกำหนดอัตราการไหลของอากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้ง และในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์หรือแสงอาทิตย์มีไม่เพียงพอ หรือมีฝนตกตลอดทั้งวันจะมีแหล่งพลังงานความร้อนเสริมที่ทำการผลิตน้ำร้อนโดยใช้เตาชีวมวล ส่งความร้อนผ่านระบบแลกเปลี่ยน (ขดท่อทองแดง) ภายในอุโมงค์อบแห้ง ทำให้ระบบฯ สามารถอบแห้งได้ตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน จากการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 50.4% ขดท่อทองแดงที่มีน้ำร้อนอุณหภูมิเฉลี่ย 55.0 – 60.0 ^{o}C ไหลผ่านภายในอุโมงค์อบแห้งสามารถช่วยเพิ่มอุณหภูมิภายในอุโมงค์อบแห้งโดยเฉลี่ย 2.5 – 5.0 ^{o}C สามารถปรับอุณหภูมิอากาศอบแห้งได้หลายระดับมีความเหมาะสมต่อการเผยแพร่ให้เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจนำไปใช้เพื่ออบแห้งสำหรับการแปรรูปผลิตผล

ผลการจัดประชุมสัมมนาในโครงการพัฒนา และเผยแพร่เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงาน ความร้อนจากชีวมวลเพื่อการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร

สรุปผลการประชุมสัมมนา เรื่อง "เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และชีวมวลเพื่อการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร"

1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อส่งเสริม เผยแพร่เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ให้กับกลุ่มแม่บ้าน และผู้สนใจทั่วไป

1.2 เพื่อให้กลุ่มชุมชน กลุ่มแม่บ้าน มีความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในการแปรรูปสำหรับผลิตผลทางการเกษตร

2. รายละเอียดเนื้อหาในการประชุมสัมมนา "เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร"

- เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้
- เทคโนโลยีพลังงานชีวมวลและการประยุกต์ใช้
- ซักถามข้อสงสัย

3. วิทยากร

- ดร.พิสิษฏ์ มณีโชติ อาจารย์ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร บรรยายเรื่อง "เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้"
- ดร.พิสิษฏ์ มณีโชติ อาจารย์ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร บรรยายเรื่อง "เทคโนโลยีพลังงานชีวมวลและการประยุกต์ใช้"

4. กำหนดประชุมสัมมนาฯ

กำหนดการโครงการประชุมสัมมนาฯ
เรื่อง "เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และชีวมวล
เพื่อการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร"
วันพุธ ที่ 9 มิถุนายน 2553
ณ โรงเรียนบ้านเขาน้อย จังหวัด----------
.....

9:00 น. – 9:30 น.	ลงทะเบียน
9:30 น. – 9:40 น.	กล่าวรายงานความเป็นมาของโครงการฯ โดย ดร.พิสิษฏ์ มณีโชติ หัวหน้าโครงการวิจัย
9:40 น. – 9:50 น.	กล่าวเปิดงานการประชุมสัมมนาฯ โดย ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดเขาน้อย
9:50 น. – 10:30 น.	บรรยาย "เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้"
10:30 น. – 10:45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.45 น. – 11.45 น.	บรรยาย "เทคโนโลยีพลังงานชีวมวลและการประยุกต์ใช้"
11:45 น. – 12:00 น.	ซักถามข้อสงสัย และร่วมรับประทานอาหารกลางวัน พร้อมปิดการประชุมสัมมนาฯ

6. ผู้เข้ารับการประชุมสัมมนาฯ

กลุ่มผู้เข้าร่วมการประชุมสัมมนาฯ เป็นกลุ่มเกษตรกร และผู้สนใจทั่วไป จำนวน 50 คน ณ โรงเรียนวัดเขาน้อย จังหวัดพิษณุโลก

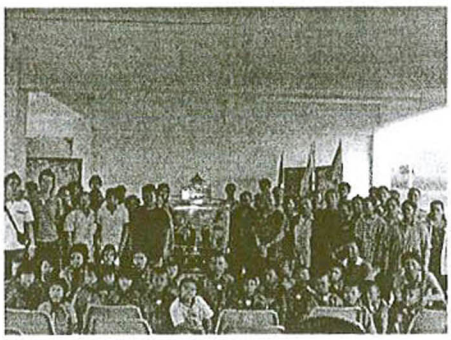
7. สถานที่จัดประชุมสัมมนาฯ

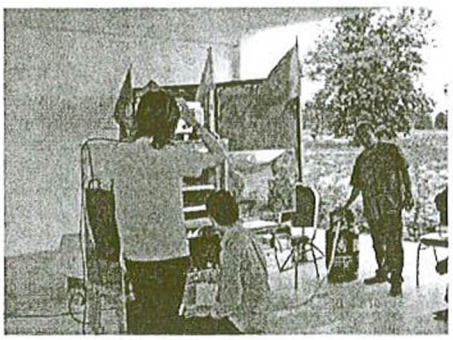
ณ โรงเรียนบ้านเขาน้อย จังหวัดพิษณุโลก

8. สรุปผลการประเมินการประชุมสัมมนา

การประชุมสัมมนา เรื่อง **"เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลเพื่อการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร"** มีผู้เข้าร่วมการอบรมฯ จำนวนทั้งสิ้น 50 ท่าน โดยการใช้แบบประเมินผลการประชุมสัมมนาฯ ซึ่งผลการประเมินการจัดประชุมสัมมนาฯ จำนวนผู้เข้ารับการประชุมสัมมนาฯ คิดเป็นร้อยละ 80 พบว่า กลุ่มชุมชน กลุ่มแม่บ้าน มีความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในการแปรรูปสำหรับผลิตผลทางการเกษตรและสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ไปใช้ในการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรเพื่อนำไปประกอบเป็นอาชีพเสริมในพื้นที่ต่อไปได้ โดยให้ภายในแต่ละกลุ่มสามารถบริหารจัดการกันเองภายในกลุ่มเพื่อให้เกิด การผลิตและการขาย และสามารถสร้างเป็นรายได้เสริมภายในกลุ่มได้ อีกทั้งเป็นการเพิ่มรายได้และลดรายจ่ายต้นทุนด้านพลังงานที่ใช้ในปัจจุบัน ชุมชนมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

ภาพกิจกรรมการประชุมสัมมนาฯ





- ติดตามและประเมินผลโครงการ โดยการเข้าไปสังเกตการณ์ และสอบถามในพื้นที่จริงเพื่อเก็บข้อมูล

จากการพัฒนา ส่งเสริม และเผยแพร่เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร สำหรับกลุ่มเกษตรกร กลุ่มแม่บ้าน และผู้สนใจทั่วไป ในพื้นที่เป้าหมาย พบว่า สามารถช่วยส่งเสริม เผยแพร่ เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรให้กับกลุ่มเกษตรกรที่มีศักยภาพในแต่ละพื้นที่ได้ ถือเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิต เพิ่มรายได้และลดรายจ่ายต้นทุนด้านพลังงานที่ใช้ในปัจจุบัน ชุมชนมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น กลุ่มเกษตรกรเป้าหมายมีความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ก่อนการนำไปใช้ในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรเพื่อนำไปประกอบเป็นอาชีพเสริมในพื้นที่ได้ กลุ่มเกษตรกรเป้าหมายสามารถนำเอาวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น กล้วย สมุนไพร มาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า และยังสามารถสร้างอาชีพเสริมให้กับกลุ่มเกษตรกรพื้นที่เป้าหมายได้ จากการนำวัตถุดิบในชุมชนมาแปรรูป และสามารถขยายผลไปยังหมู่บ้านใกล้เคียงต่อไปได้ ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนจากการใช้พลังงาน เช่น น้ำมัน ไฟฟ้า ฟืน ในการอบแห้ง และสร้างจิตสำนึกในการประหยัดพลังงานและปรับเปลี่ยนมาใช้พลังงานทดแทนอย่างยั่งยืนให้กับกลุ่มเกษตรกรดังกล่าวได้ต่อไป

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานความร้อนจากชีวมวลที่ทำการพัฒนาเพื่อใช้ในการส่งเสริม และเผยแพร่สำหรับกลุ่มเกษตรกร กลุ่มแม่บ้าน และผู้สนใจทั่วไป ซึ่งในการทดสอบสมรรถนะพบว่า ประสิทธิภาพตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ มีค่าเท่ากับ 50.4% ขดท่อทองแดงที่มีน้ำร้อนอุณหภูมิเฉลี่ย 55.0 – 60.0 ^{o}C ไหลผ่านภายในอุโมงค์อบแห้งสามารถช่วยเพิ่มอุณหภูมิภายในอุโมงค์อบแห้งโดยเฉลี่ย 2.5 – 5.0 ^{o}C สามารถปรับอุณหภูมิอากาศอบแห้งได้หลายระดับมีความเหมาะสมต่อการเผยแพร่ให้เกษตรกรหรือผู้ที่สนใจนำไปใช้เพื่ออบแห้งสำหรับการแปรรูปผลิตผล และจากการประชุมสัมมนาเพื่อเผยแพร่เทคโนโลยีพบว่า ร้อยละ 80 พบว่า กลุ่มชุมชนกลุ่มแม่บ้าน มีความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในการแปรรูปสำหรับผลิตผลทางการเกษตรและสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ไปใช้ในการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรเพื่อนำไปประกอบเป็นอาชีพเสริมในพื้นที่ต่อไปได้