บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG มีหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. การอบแห้ง
2. พลังงานแสงอาทิตย์
3. กระจก
4. ก๊าซ LPG (ก๊าซหุงต้ม)
5. เนื้อ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการอบแห้ง [1]

ทฤษฎีการอบแห้ง คือ กระบวนการให้ความร้อนกับของแข็งที่มีของเหลว (โดยทั่วไปคือน้ำ) ประกอบอยู่หรือการให้ความร้อนกับสารละลายเพื่อให้ของเหลว หรือตัวทำละลายนั้นระเหยออกไป กระบวนการอบแห้งสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภทตามวิธีการให้ความร้อนหรือลักษณะของก๊าซร้อน โดยร้อยกลไกการอบแห้งและความเร็วเชิงมวลในการอบแห้งย่อมแตกต่างกันไปตามลักษณะทางกายภาพของวัสดุที่จะอบแห้ง ในกรณีสารละลายหรือวัสดุจำพวกเจลน้ำจะกลายเป็นไอหลังจากเคลื่อนย้าย มาที่พื้นผิวของวัสดุโดยการแพร่แต่ในกรณีของแข็งที่มีรูพรุนมาก น้ำอาจเคลื่อนย้ายมาที่ผิวของวัสดุโดยการแพร่ของไอน้ำ หรือการไหลที่หนืดอย่างอิสระ (free viscous flow) หลังจากเริ่มทำการอบแห้งที่ ช่วงที่ว่านี้เรียกว่า ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ ซึ่งความร้อนทั้งหมดที่ป้อนเข้าสู่วัสดุในช่วงนี้ จะใช้ในการทำให้น้ำกลายเป็นไอ ในช่วงนี้อุณหภูมิของวัสดุจะคงที่ ถ้าวัสดุได้รับความร้อนจากการป้อนลมร้อนเพียงอย่างเดียว อุณหภูมิของวัสดุจะคงที่ ถ้าวัสดุได้รับความร้อนจากการป้อนลมร้อนเพียงอย่างเดียว อุณหภูมิของวัสดุจะเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของลมร้อน เมื่อเวลาผ่านไปการถ่ายของน้ำภายในเนื้อวัสดุจะค่อยๆ ช้าลง และน้ำก็จะเริ่มถ่ายเทไปยังพื้นผิววัสดุไม่ทัน ช่วงการอบแห้งอัตราคงที่ก็จะสิ้นสุดลง อัตราการอบแห้งก็จะเริ่มช้าลง อัตราส่วนความชื้นในวัสดุ ณ จุดนี้เรียกว่าอัตราส่วนความชื้นวิกฤต เลยจุดวิกฤตนี้ไปเรียกว่าช่วงอัตราการอบแห้งช้าลง จนในที่สุดอัตราส่วนความชื้นในวัสดุจะเข้าสู่อัตราส่วนความชื้นสมดุล จากนี้ไปก็จะไม่มีที่สิ้นสุด

2.1.1 การอบแห้งช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ [2]

การถ่ายเทความร้อน และมวลระหว่างวัสดุและอากาศ เหมือนกับการถ่ายเทความร้อนและมวลร้อนที่กระเปาะเปียกของเทอร์โมมิเตอร์ การถ่ายเทความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นที่ผิวนอกของวัสดุเท่านั้น น้ำจะเกาะที่ผิวของวัสดุเป็นจำนวนมาก เมื่อเพิ่มความเร็วลมที่ไหลผ่านวัสดุจะทำให้ฟิล์มอากาศนิ่งมีความหนาลดลง เป็นผลให้ความต้านทานต่อการไหลของความร้อนและมวลลดลงด้วย เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของการอบแห้ง จะทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างที่ผิววัสดุและของกระแสอากาศที่ไหลอย่างอิสระมีมากขึ้น เป็นผลให้การถ่ายเทความร้อนและมวลดีขึ้นและเมื่อลดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอบแห้ง จะเป็นผลให้ความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนความชื้นอิ่มตัวที่ผิววัสดุและอัตราส่วนความชื้นของกระแสอากาศที่ไหลอย่างอิสระมีมากขึ้น เป็นผลให้การถ่ายเทความร้อนและมวลดีขึ้นและเมื่อลดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอบแห้ง จะเป็นผลให้ความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนความชื้นอิ่มตัวที่ผิววัสดุและอัตราส่วนความชื้นของกระแสอากาศที่ไหลอย่างอิสระมีมากขึ้นทำให้เกิดการถ่ายเทมวลดีขึ้น ตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ คือ อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม

2.1.2 การอบแห้งช่วงอัตราการอบแห้งลดลง

ในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง ความชื้นของวัสดุมีค่าต่ำกว่าความชื้นวิกฤต การถ่ายเทความร้อนและมวลมิได้เกิดขึ้นเฉพาะที่ผิววัสดุเท่านั้น แต่เกิดภายในเนื้อของวัสดุด้วย การเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในวัสดุมายังผิวช้ากว่าการพาความชื้นจากผิววัสดุไปยังอากาศ ทำให้อัตราการอบแห้งลดลง อัตราการระเหยน้ำ จะถูกควบคุมโดยความต้านทานต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำในวัสดุ ในขณะนั้นอุณหภูมิของวัสดุมีค่าสูงขึ้น และสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียก เมื่อลดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอบแห้ง จะเป็นผลให้เกิดความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนความชื้นเพิ่มขึ้น และมีผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิหรือลดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแล้ว จะเป็นผลให้การถ่ายเทความร้อนและมวลดีขึ้น

2.1.3 การอบแห้งความชื้นสมดุล

ความชื้นสมดุลของวัสดุมีความสำคัญต่อกระบวนการอบแห้งเพราะเมื่อทำการอบแห้งวัสดุโดยใช้อากาศที่สภาวะคงที่ (อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์คงที่) ความชื้นของวัสดุจะลดต่ำจนถึงจุดๆ หนึ่งซึ่งไม่เปลี่ยนแปลง ในขณะนั้นความชื้นในวัสดุมีความดันไอเท่ากับความดันไอของบรรยากาศที่อยู่รอบๆ และอุณหภูมิของวัสดุก็เท่ากับอุณหภูมิของอากาศรอบๆ ด้วย ซึ่งเรียกความชื้นในขณะนั้นว่า ความชื้นสมดุล ค่าความชื้นสมดุลขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ความชื้นสมดุลขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ

2.1.4 ความชื้น [3]

ความชื้น (Humidity) หมายถึง ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศเมื่อน้ำได้รับความร้อนน้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอเรียกว่า การระเหย ซึ่งความร้อนที่ใช้ในการทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำเรียกว่าความร้อนแฝง (Latent Heat) เมื่ออากาศเย็นลงไอน้ำจะเริ่มกลั่นตัวเป็นละออง และ คายความร้อนแฝงออกมาด้นอากาศจะได้รับไอน้ำได้มากหรือน้อยอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้นอุณหภูมิจึงเป็นตัวกำหนดปริมาณไอน้ำในอากาศ อากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะรับ ไอน้ำได้มากกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำถ้าอากาศไม่สามารถรับไอน้ำได้เรียกว่า ไอน้ำอิ่มตัว (Saturate)

ความชื้นในอากาศ

ความชื้นที่มีอยู่ในอากาศแบ่งเป็น4ประเภท

1)**ความชื้นสัมบูรณ์** (Absolute Humidity) คือ น้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่จริงในปริมาตรของอากาศจำนวนหนึ่ง คำนวณ ได้จากน้ำหนักของไอน้ำต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอากาศ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าความชื้นสัมบูรณ์ คือ ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศหน่วยคิดเป็นกรัม/ลูกบาศก์เมตร เช่น น้ำหนักของไอน้ำ 25 กรัม ต่อลูกบาศก์เมตร ความชื้นสัมบูรณ์มักจะ ไม่ค่อยนิยมนำมาใช้ในทางอุตุนิยมวิทยาเพราะเมื่ออากาศลอยตัวขึ้นหรือจมตัวลงจะทำให้ปริมาตรของอากาศเปลี่ยนแปลงเนื่องจากบริเวณรอบ ๆ ความกดอากาศจะเปลี่ยนแปลง แม้ว่าไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศจะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง เช่น ไอน้ำที่มีอยู่จำนวนไม่เท่ากันปริมาตรเพิ่มขึ้นความชื้นสัมบูรณ์ลดลงแต่เมื่อปริมาตรลดลงความชื้นสมบูรณ์จะเพิ่มขึ้น

2) **ความชื้นจำเพาะ** (Specific Humidity) หมายถึง น้ำหนักหรือความชื้นที่มีอยู่ในอากาศ (Q) เป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไอน้ำ (Mv) ต่อน้ำหนักของอากาศชื้น น้ำหนักของไอน้ำ (Mv) รวมกับน้ำหนักของอากาศ (Ma) มักใช้เป็นกรัมของน้ำต่อ 1 กิโลกรัมของอากาศชื้นดังสมการ $Q = Mv/Mv + Ma$ ความชื้นจำเพาะของอากาศจะมีค่าคงที่เมื่ออากาศขยายหรือหดตัว โดยที่ความชื้นจะไม่เปลี่ยนแปลงยังมีค่าคงเดิมแม้ว่าปริมาตรของอากาศจะขยายตัวหรอหดตัวก็ตาม

3) **ความชื้นสัมพัทธ์** (Relative Humidity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของไอน้ำที่มีอยู่จริงที่อุณหภูมิ และ ความกดดันหนึ่งต่อ น้ำหนักของไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิและความกดนั้นคิดเป็นค่าร้อยละ ตัวอย่างเช่น อากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร เมื่ออุณหภูมิ 30°c มีไอน้ำอยู่9 กรัม และในอุณหภูมินั้นอากาศอิ่มตัวมีไอน้ำอยู่30กรัมความชื้นสัมพัทธ์=100x9/30=ร้อยละ 30ความชื้นสัมพัทธ์เป็นวิธีวัดความชื้นในอากาศที่ใช้มากที่สุดการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์จะไม่ทำให้ปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศเปลี่ยนแปลงแต่อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงและถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์จะเปลี่ยนแปลงไป

4)**อุณหภูมิจุดน้ำค้าง** (Dew Pojnt Temperaturs) คืออุณหภูมิซึ่งอากาศถูกทำให้เย็นลง (ความกดอากาศคงที่) ถึงอุณหภูมิหนึ่งที่ไอน้ำจุดอิ่มตัวพอดีอุณหภูมิของจุดน้ำค้าง จะเป็นเท่าใดก็ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนไอน้ำ ที่มีอยู่จริงในอากาศ ถ้าอากาศมีไอน้ำมาก อุณหภูมิของจุดน้ำค้างจะสูง แต่ถ้าไอน้ำมีน้อยอุณหภูมิของจุดน้ำค้างจะต่ำ ถ้าอุณหภูมิของอากาศลดต่ำกว่าจุดน้ำค้าง จะมีการกลั่นตัวในรูปของหยาดน้ำฟ้า ตัวอย่าง เช่น ในฤดูร้อนแก้วน้ำที่ใส่น้ำแข็งตั้งทิ้งไว้ความชื้น ของอากาศ จะรวมกันเป็นหยดน้ำเกาะอยู่ รอบนอกแก้วอุณหภูมิของแก้วน้ำที่ใส่น้ำแข็งจะต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่อยู่โดยรอบ อุณหภูมิของจุดน้ำค้าง จะบอกถึงความไม่สะดวกสบายของมนุษย์ในช่วงที่มีอากาศอุ่นและชื้นได้ศึกษาว่าความชื้นสัมพัทธ์ยกเว้นสำหรับผู้ที่เคยชินกับอากาศร้อนชื้น คนส่วนใหญ่รู้สึกว่าอากาศชื้นไม่สะดวกสบาย เมื่ออุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงกว่า 20 องศา ในขณะที่บางคนอาจรู้สึกไม่สะดวกสบายเมื่ออุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงกว่า 17 องศา

สถานะของน้ำ

สถานะของน้ำมี 3 สถานะคือของแข็งในรูปของน้ำแข็งของเหลวในรูปของน้ำ และก๊าซในรูปของไอน้ำ น้ำที่อยู่ในรูปของแข็งโมเลกุลจะรวมตัวกันเป็นผลึกในรูปของเหลวโมเลกุลจะแยกออกจากกัน ส่วนในรูปของก๊าซโมเลกุลจะเป็นฝุ่นฟุ้งกระจาย โดยน้ำอาจเปลี่ยนสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะ หนึ่งได้โดยกรรมวิธีต่างๆต่อไปนี้

ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว โดยกรรมวิธีการละลาย(Melting)

ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซ โดยกรรมวิธีการระเหย(Evaporation)

ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซ โดยไม่ต้องผ่านการเป็นของเหลว โดยกรรมวิธีการระเหิด (Sublimation) และในทางกับกัน

ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง โดยกรรมวิธีการแข็งตัว (Freezing)

ก๊าซเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง โดยไม่ต้องผ่านการเป็นของเหลว โดยกรรมวิธีการระเหิดกับ (Deposition)

ก๊าซเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวโดยกรรมวิธีการกลั่นตัว(Condensation)

ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำโดยอุณหภูมิคงเดิมเรียกว่า ความร้อนแฝง มีหน่วยเป็นคาลอรีต่อกรัม โดยน้ำ 1 กรัม จะกลายเป็นน้ำแข็งต้องคายความร้อนออก 80 คาลอรี ในทางกับกันน้ำแข็งจะกลายเป็นน้ำต้องใช้ความร้อน 80 คาลอรี ในทำนองเดียวกันน้ำ 1 กรัม จะกลายเป็นไอน้ำต้องใช้ความร้อนถึง 600 คาลอรี ในทางกับกันเมื่อไอน้ำจะกลายเป็นน้ำต้องคายความร้อนออก 600 คาลอรี ส่วนน้ำแข็งจะกลายเป็นไอน้ำต้องใช้ความร้อน 680 คาลอรี และในทางกับกันเมื่อไอน้ำกลายเป็นน้ำแข็งต้องคายความร้อนออก 680 คาลอรี

ไอน้ำในบรรยากาศ

ไอน้ำที่มีอยู่ในบรรยากาศมีความสำคัญต่อลักษณะภูมิอากาศหลายประการคือ

1.ไอน้ำกลั่นตัวในรูปของเมฆ และหยาดน้ำฟ้ารวมทั้งทำให้เกิด หมอกน้ำค้าง และน้ำค้างแข็ง

2 ไอน้ำดูดกลืนการแผ่รังสี ที่สำคัญคือการแผ่รังสีของพื้น โลกซึ่งรวมทั้งการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ด้วย

3.จำนวนไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ มีอิทธิพลต่ออัตราของการระเหยซึ่งมีความสำคัญต่อทั้งชีวิตพืชและชีวิตสัตว์โดยตรง

4. ไอน้ำเปลี่ยนรูปเป็นของเหลวหรือของแข็ง ความร้อนแฝงถูกปล่อยออกมาในรูปของพลังงานภายใน(ความร้อน)ความร้อนนี้ทีอิทธิพลต่อการลอยตัวของอากาศและการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวตั้ง

ความดันอากาศและการระเหย

ไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศได้จากการระเหยของน้ำในมหาสมุทร แหล่งน้ำตอนในภาคพื้นทวีปขนาดเล็ก พื้นดินที่ชื้นและการคายน้ำของพืชการระเหยของน้ำจากดิน และ การคายน้ำของพืช (Evapotran and piration) บางครั้งการระเหยหมายถึงผลรวมของกระบวนการเหล่านี้ แต่ทั่วไปจะหมายถึง การสูญเสียน้ำของพืช จำนวนและอัตราการระเหยจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่างคือ

1. ความชื้นที่มีอยู่ในบริเวณพื้นผิว (การระเหยไม่เกิดขึ้นจากดินแห้ง)

2.ไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศเหนือผิวดิน

3. อุณหภูมิของอากาศและการระเหยของผิวดิน

4. ความแรงของลม

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า อากาศเป็นก๊าซผสมที่ประกอบด้วย ก๊าซถาวรของอากาศแห้งกับไอน้ำที่เปลี่ยนแปลงจำนวนหนึ่งและสิ่งเจือปนอื่นๆอีกเล็กน้อย ความกดอากาศเป็นผลรวมของความกดของก๊าซแต่ละชนิดที่ผสมอยู่ เป็นส่วนประกอบของอากาศ ความดันไอ หมายถึง ส่วนของความกดที่เกิดจากไอน้ำที่มีอยู่ ในอากาศแต่ไอน้ำที่ผสมอยู่ในอากาศ มีอยู่น้อยเพียงร้อยละ 2-3 ของส่วนผสมของอากาศเท่านั้น ดังนั้นความดันไอมีน้อยกว่า ส่วนของความกดที่เกิดจากก๊าซแต่ละชนิดที่ผสมอยู่ในอากาศมาก เช่นก๊าซไนโตรเจนและ ก๊าซออกซิเจน (ตัวอย่างที่ระดับน้ำทะเล ณ วันที่กำหนดให้ความกดอากาศมีค่า 1000 มิลลิบาร์จะมีความดันจากไอน้ำอยู่เพียง 15 มิลลิบาร์)ขณะที่ก๊าซถาวเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยปริมาณความดันไอผันแปรไปกับเวลาและที่ตั้ง การตรวจสอบการระเหยนั้นสังเกตได้จากภาชนะที่ปิด (เช่นเหยือกแก้ว) ที่มีน้ำอยู่ก้นแก้วโมเลกุลของน้ำหนีจากน้ำที่เป็นของเหลวเข้าสู่อากาศขณะเดียวกับโมเลกุล ของก๊าซบางส่วนกับเข้าสู่ของเหลว ถ้าจำนวนโมเลกุลที่หนีออกมามีมากกว่าจำนวนโมเลกุลที่กับเข้าไปแทนที่ทำให้มีการระเหย

2.2 พลังงานแสงอาทิตย์ [4]

2.2.1 รังสีจากดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ให้พลังงานในรูปของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงานที่เกิดขึ้นในดวงอาทิตย์เนื่องจากปฏิกิริยา thermonuclear fusion ของไฮโดรเจน 4 อะตอม มาเป็นฮีเลียม 1 อะตอม มวลที่หายไปในปฏิกิริยานี้กลายเป็นพลังงาน ตามสูตรของไอน์สไตน์ คือ $E = mc^2$ ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นมาแล้ว 4.5 พันล้านปี และคาดว่ายังมีไฮโดรเจนเพียงพอที่จะเกิดปฏิกิริยานี้อีกประมาณ 4.5 พันล้านปี นับเป็นเวลานานหลายชั่วอายุของมนุษย์ เราจึงมักได้ยินคำกล่าวอยู่เสมอว่าพลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นสิ่งถาวรยืนนาน เป็นแหล่งพลังงานที่จะมีให้ใช้ได้ตลอดไป ในยุคที่มีการตื่นตัวกันมากในด้านวิกฤตการณ์พลังงาน อันเป็นผลจากการเพิ่มของประชากรในอัตราสูงกับการใช้ทรัพยากรในรูปพลังงานกันอย่างฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศพัฒนา ทั้งหลาย พลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นแหล่งพลังงานที่ได้รับความสนใจกันมากในยุคนี้และหลายประเทศได้เริ่มโครงการวิจัยอย่างจริงจังแล้วเพื่อหาทางนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์กันให้ แพร่หลายขึ้น

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามาถึงบรรยากาศของโลกเรานั้นอยู่ในรูปของพลังงานรังสี (radiant energy) ประกอบด้วยโฟตอนของรังสีชนิดต่าง ๆ เช่น โฟตอนของแสง โฟตอนของรังสีอุลตราไวโอเลต โฟตอนของรังสีอินฟราเรด เป็นต้น ขนาดของแต่ละโฟตอนขึ้นอยู่กับค่าความถี่ของรังสีนั้น ๆ รังสีที่มีความถี่มากจะมีพลังงาน 1 โฟตอน มากกว่ารังสีที่มีความถี่น้อยกว่า พิจารณาค่าความถี่ พลังงานโฟตอน เนื่องจากพลังงาน 1 โฟตอนของรังสีจากดวงอาทิตย์มีขนาดความถี่หรือความยาวช่วงคลื่นต่างกัน เมื่อพลังงานนี้เข้าสู่บรรยากาศของโลกจะชนกับอะตอมของสสารที่มีขนาดต่าง ๆ กัน การเกิดปฏิกิริยาก็จะต่างกันด้วย ความยาวช่วงคลื่นของแต่ละโฟตอนจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของวัตถุ ที่จะสามารถดูดกลืนไว้ได้ พลังงาน 1 โฟตอนของรังสีอุลตราไวโอเลตมีความยาวช่วงคลื่นประมาณ 10^{-7} เมตร แต่พลังงาน 1 โฟตอนของรังสีอินฟราเรดมีความยาวช่วงคลื่นมากกว่า 100 เท่า ส่วนพลังงาน 1 โฟตอนของแสงมีค่าความยาวช่วงคลื่นระหว่างรังสีทั้งสองชนิดนี้ โฟตอนของรังสี อุลตราไวโอเลต แสง และรังสีอินฟราเรด อาจถูกดูดกลืนไว้ได้ในอะตอมและโมเลกุล ส่วนโฟตอนของคลื่นวิทยุซึ่งมีความยาวช่วงคลื่นยาวมากเป็นร้อย ๆ เมตร ต้องใช้สายอากาศยาว ๆ จึงจะรับคลื่นวิทยุได้

นอกจากนี้การดูดกลืนของรังสียังขึ้นกับชนิดของสสาร เช่น แก้วดูดกลืนรังสีอุลตราไวโอเลตไว้ได้ แต่ปล่อยให้แสงทะลุผ่านไปได้ กระดาษอาจใช้กับรังสีอินฟราเรดและแสงไว้ได้ แต่ไม่อาจจะกั้นรังสี อุลตราไวโอเลตได้

ปฏิกิริยาของพลังงานรังสีกับสสารอาจเกิดขึ้นหลายอย่าง ดังนี้

1. ชนแล้วสะท้อนกลับ

2. ถูกดูดกลืนไว้ในสสารนั้น มีผลให้โมเลกุลหรืออะตอมของสสารนั้นสั่น แล้วคายรังสีออกมา รังสีที่คายออกมานี้อาจมีความยาวช่วงคลื่นเท่าเดิมหรือยาวขึ้นก็ได้

3. ถูกดูดกลืนไว้ในสสารนั้นแล้วกลายเป็นพลังงานความร้อน

4. ถูกดูดกลืนไว้ในสสารนั้นแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช

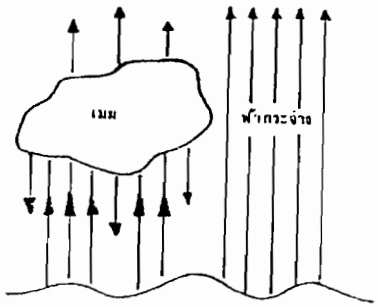
พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เข้ามาสู่โลกไม่ใช่ทั้งหมดที่โลกดูดกลืนเอาไว้ บางส่วนสะท้อนกลับเมื่อกระทบกับเมฆหรือฝุ่นละอองในบรรยากาศ และผิวโลกที่ทำหน้าที่คล้ายกระจกที่สะท้อนแสง ปริมาณการสะท้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของผิว โดยเฉลี่ยเกือบ 40% ของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามาสะท้อนกลับ บริเวณที่เป็นป่า การสะท้อนจะน้อยกว่าที่ขั้วโลกซึ่งมีน้ำแข็งปกคลุม ณ บริเวณขั้วโลก รังสีตกสะท้อนกลับเกือบหมด จึงทำให้อากาศหนาวเย็น

พลังงานที่ถูกดูดกลืนไว้ในบรรยากาศอาจคายพลังงานออกมาใหม่หรือสูญเสียไปเป็นความร้อน ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้มีความสำคัญมากเมื่อเกิดขึ้นที่ผิวโลก พื้นดินดูดกลืนความร้อนไว้แล้วทำให้บรรยากาศส่วนล่างร้อนขึ้น นั่นคือ พลังงานแสงอาทิตย์ทำให้เกิดพลังงานจลน์เป็นกระแสลมต่าง ๆ ซึ่งนำไปหมุนกังหันลมได้ เป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ทางอ้อม เนื่องจากผิวโลกได้รับความร้อนไม่เท่ากันทุกแห่ง รวมทั้งแรงโน้มถ่วงของโลกและการหมุนรอบแกนของโลกด้วย จึงเป็นเหตุให้เกิดการเคลื่อนที่ของบรรยากาศและน้ำในมหาสมุทร

นอกจากมีการดูดกลืนแสงอาทิตย์ไว้ในบรรยากาศซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตแล้ว การที่สิ่งมีชีวิตจะมีชีวิตอยู่บนโลกได้อย่างปลอดภัยก็เพราะยังมีการดูดกลืนรังสีอุลตราไวโอเลต ซึ่งเป็นรังสีที่ดวงอาทิตย์ให้ออกมาเช่นกัน รังสีอุลตราไวโอเลตถูกดูดกลืนไว้เกือบหมดที่ชั้นบนของบรรยากาศที่มีก๊าซโอโซน คือ ในชั้นสตราโตสเฟียร์ ถ้ารังสีอุลตราไวโอเลตไม่ถูกโอโซนดูดกลืนไว้ สิ่งมีชีวิตบนโลกไม่อาจมีชีวิตอยู่ได้เลย ปกติแล้วบรรยากาศดูดกลืนแสงไว้น้อยมาก แสงส่วนใหญ่จะผ่านทะลุเข้ามาสู่ผิวโลก พืชหรือพื้นดินบนผิวโลกจะดูดกลืนไว้ แล้วคายให้รังสีใหม่ที่มีความยาวช่วงคลื่นยาวขึ้นออกมา เช่น ให้ออกมาเป็นรังสีความร้อน (รังสีอินฟราเรด) ซึ่งเป็นรังสีที่มีความยาวช่วงคลื่นยาวกว่าแสง รังสีอินฟราเรดนี้ไม่อาจทะลุผ่านบรรยากาศออกไปได้ จะถูกโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำดูดกลืนเอาไว้ ดังนั้น คาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำจึงเปรียบคล้ายเป็นม่านกั้นรังสีอินฟราเรด เอาไว้ ซึ่งทำให้เกิดผลดี เพราะถ้าปราศจากม่านนี้แล้ว ในเวลากลางคืนโลก จะ คายพลังงานที่ได้รับในตอนกลางวันกลับไปสู่ภายนอกหมด จะมีผลให้ตอนกลางคืนบนโลกหนาวเย็นมากทีเดียว แต่แทนที่จะเป็นเช่นนั้น พลังงานที่โลกคายออกมาเกือบครึ่งหนึ่งจะถูกไอน้ำ

และคาร์บอนไดออกไซด์ดูดกลืนไว้ ส่วนที่เหลือหนีออกนอกบรรยากาศของโลกไปได้ โดยวิธีนี้ทำให้โลกไม่หนาวจัดในเวลากลางคืน

ในคืนที่มีเมฆปกคลุมท้องฟ้ามากกับคืนที่มีท้องฟ้ากระจ่าง คืนไหนอากาศจะร้อนอบอ้าวกว่ากัน พิจารณาจากรูป 2.1



รูปที่ 2.1 คืนที่มีท้องฟ้ากระจ่างจะเย็นกว่าคืนที่มีเมฆปกคลุม

ปรากฏการณ์ดังกล่าวข้างบนนี้ เรียกว่า greenhouse effect ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในเรือนกระจกปลูกต้นไม้ แสงอาทิตย์จากภายนอกทะลุผ่านเข้ามาในเรือนกระจกนี้ได้ แต่รังสีอินฟราเรดที่เกิดขึ้นภายในเรือนกระจกนี้ไม่อาจทะลุผ่านกระจกออกไปได้ เพราะกระจกกั้นรังสีอินฟราเรดไว้ ได้จึงทำให้อุณหภูมิภายในเรือนกระจกอบอุ่น ต้นไม้ต่าง ๆ เจริญเติบโตทุกฤดู ปรากฏการณ์เช่นเดียวกันนี้เกิดขึ้นกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของเราหลายอย่าง เช่น รถยนต์ที่ปิดกระจกและจอดทิ้งไว้กลางแดด เป็นต้น ดังนั้น คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศของโลกจึงมีผลเหมือนเรือนกระจก เพราะกั้นความร้อนไม่ให้หนีออกไปนอกโลกได้ได้มีการสำรวจปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศของโลกเมื่อเร็ว ๆ นี้ พบว่า ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มมากขึ้น และการถางป่า รอบ ๆ โลก จึงมีปัญหาเกี่ยวกับการเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศของโลกอันจะเป็นผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกผลอีกอย่างหนึ่งของพลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นสิ่งสำคัญต่อมนุษย์ คือ ความร้อนจาก ดวงอาทิตย์ เมื่อน้ำได้รับพลังงานมากพอที่จะพ้นจากการดึงไว้ของโมเลกุลของน้ำที่อยู่ใกล้ ๆ กัน จึงทำให้โมเลกุลของน้ำหลุดจากกันได้ กระบวนการนี้เรียกว่า "การกลายเป็นไอ" ไอน้ำที่ลอยขึ้นสูงจะถูกพัดพาไปตามลม จนกระทั่งตกลงมาเป็นฝน ทำให้มีน้ำบนโลก การไหลของน้ำเมื่อผ่านกังหันจะนำไปใช้ในงานต่าง ๆ ได้ เช่น ในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น เป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ทางอ้อมอีกวิธีหนึ่ง

2.2.2 มนุษย์นำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง

มนุษย์รู้จักใช้ความร้อนและแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์มานานแล้ว มีหลักฐานพอเชื่อถือได้ว่า เมื่อประมาณ 2,000 ปีมาแล้ว อาร์คีมีดีส (Archemedes) สามารถรวมแสงอาทิตย์ไปเผาเรือของข้าศึกในการทำสงครามกันได้ และยังพบว่านำเอาความร้อนจากแสงอาทิตย์ไปใช้กลั่นของเหลว โดยเฉพาะพวกน้ำหอมและการกลั่นน้ำจืด โจเซฟ พรีสเลย์ (Joseph Priesley) ค้นพบก๊าซออกซิเจนโดยการรวมแสงอาทิตย์ไปเผาออกไซด์ของปรอทและได้ก๊าซออกซิเจนออกมา ในปี ค.ศ. 1872 ได้มีการตั้งโรงงานกลั่นน้ำจืดจากน้ำทะเลโดยใช้แสงอาทิตย์ สามารถผลิตน้ำจืดได้ถึงวันละ 600 แกลลอน ต่อมาในปี ค.ศ. 1878 มีงานมหกรรมที่นครปารีส และมีการแสดง การใช้แสงอาทิตย์ในการผลิตไอน้ำเพื่อใช้หมุนเครื่องพิมพ์

เมื่อราว 50 ปีที่แล้วมา แฮร์ริงตัน (J.A. Harington) เป็นคนแรกที่พยายามหาวิธีสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ให้ใช้ในการผลิตไอน้ำเพื่อใช้สูบน้ำขึ้นไปเก็บไว้บนถังซึ่งอยู่สูงถึง 20 ฟุต เมื่อปล่อยให้น้ำไหลลงมาสามารถนำไปหมุนกังหันในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ อย่างไรก็ดีอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นและใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นเชื้อเพลิงก่อนปี ค.ศ. 1950 ล้วนมีประสิทธิภาพสู้อุปกรณ์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลไม่ได้ปัจจุบันได้มีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นประโยชน์ต่าง ๆ ได้หลายประการด้วยกันดังนี้ การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยการใช้เซลล์สุริยะเปลี่ยนพลังงาน แสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงได้มีการสร้างอุปกรณ์เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง คือ การสร้างเซลล์สุริยะ (solar cell) เซลล์สุริยะทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดแบบเอ็น (n – type) และชนิดแบบพี (p – type) ประกอบกันเป็นรอยต่อ ความหนาของเซลล์สุริยะนี้จะน้อยมากประมาณ 0.04 นิ้ว ผิวด้านหนึ่งของเซลล์จะทำหน้าที่รับแสงอาทิตย์โดยที่ผิวของสารกึ่งตัวนำทั้งสองจะมีขั้วไฟฟ้าสำหรับนำกระแสไฟฟ้าออกสู่วงจรภายนอก เมื่อแสงอาทิตย์ตกลงบนเซลล์ โฟตอนของแสงที่มีพลังงานพอเหมาะจะทำ ให้อิเลกตรอน หลุดออกเป็นอิสระจากอะตอมของสารกึ่งตัวนำ เกิดเป็นคู่พาหะอิเลกตรอน – โฮล ขึ้นใกล้ ๆ บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำทั้งสองนั้น อิเลกตรอนและโฮลที่เกิดขึ้นนั้นจะถูกทำให้เคลื่อนที่เนื่องจากสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างรอยต่อนั้นในทิศทางซึ่งจะทำให้ อิเลกตรอนเคลื่อนไปสู่ด้านสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ส่วนโฮลจะเคลื่อนไปสู่ด้านสารนำชนิดพี มีผลทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นระหว่าง ขั้วไฟฟ้าของเซลล์นั้น

เมื่อเซลล์สุริยะได้รับแสงอาทิตย์เต็มที่จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นประมาณ 15 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร และให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าประมาณ 0.3 โวลต์ ราคาในปัจจุบันประมาณ 40,000 บาทต่อตารางเมตร คิดเป็นราคาผลิตไฟฟ้าประมาณ 1 ล้านบาทต่อกิโลวัตต์

2.2.3 ความเข้มแสงอาทิตย์ปีพ.ศ.2548 [5]

ความเข้มแสงอาทิตย์ จะได้รับอิทธิพลสำคัญจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันออกเฉียงใต้พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคมโดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 24 MJ/m^2 ต่อวัน บริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดทั้งปีอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยครอบคลุมบางส่วนของจังหวัด นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี อุดรธานี และบางส่วนของภาคกลาง ที่จังหวัด สุพรรณบุรี ชัยนาท อยุธยา ลพบุรี โดยได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 19 ถึง 20 MJ/m^2 ต่อวัน พื้นที่ดังกล่าวคิดเป็น 14.3 % ของพื้นที่ทั้งหมดทั่วประเทศ นอกจากนี้ยังพบว่า 50.2 % ของพื้นที่ทั้งหมดที่ได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีอยู่ในช่วง 18 -19 MJ/m^2 ต่อวัน และมีเพียง 0.5 % ของพื้นที่ทั้งหมดที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ต่ำกว่า 16 MJ/m^2 ต่อวัน จากการคำนวณรังสีรวมของ ดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศพบว่ามีค่าเท่ากับ 18.2 MJ/m^2 ต่อวัน จากผลที่ได้รับนี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนค้างสูง

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มแสงของจังหวัดนครสวรรค์

เดือน	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงMJ/m^2
มกราคม	19.1
กุมภาพันธ์	19
มีนาคม	19.8
เมษายน	20.6
พฤษภาคม	20.3
มิถุนายน	19.2
กรกฎาคม	18.5
สิงหาคม	18.1
กันยายน	17.7
ตุลาคม	17
พฤศจิกายน	18.1
ธันวาคม	18.7

2.2.4 ตัวรับรังสีควงอาทิตย์ [6]

ตัวรับรังสีควงอาทิตย์ เป็นรูปแบบหนึ่งของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำ หน้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้อยู่ในรูปพลังงานความร้อน สามารถแบ่งได้เป็น 6 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. ตัวรับรังสีแบบอัดลม ทำ ด้วยฟิล์มพลาสติก ชั้นนอกทำ ด้วยพลาสติกใส ส่วนชั้นในทำ ด้วยพลาสติกสีดำ ทำ หน้าที่ดูดกลืนรังสีควงอาทิตย์ และเปลี่ยนเป็นความร้อน พลาสติกใสยอมให้รังสีควงอาทิตย์ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคลื่นสั้นส่งผ่าน แต่ให้ผลตรงกันข้ามสำ หรับความร้อนซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคลื่นยาว ตัวรับรังสีแบบอัดลมจะแฟบเมื่อไม่มีอากาศไหลและจะพองตัวเมื่อเป่าลมเข้าไปในตัวรับรังสี รูปทรงเมื่อพองลมแล้วมีหลายแบบดังภาพที่ 6 (สมชาติ, 2540)ตัวรับรังสีแบบนี้ราคาถูกและสามารถพับหรือม้วนเก็บได้เมื่อไม่ต้องการใช้งาน อย่างไรก็ตามอายุการใช้งานของพลาสติกมักจะสั้น โดยเฉพาะพลาสติกที่ไม่สามารถทนแดดได้เป็นระยะเวลานาน

2. ตัวรับรังสีแบบรูปทรงสามเหลี่ยม ทำ ด้วยฟิล์มพลาสติกใสยึดติดบนโครงแข็งซึ่งมีหน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมภายในพลาสติกสีดำทำหน้าที่เป็นตัวดูดกลืนรังสีหลักการทำงานของตัวรับรังสีแบบนี้คล้ายกับของตัวรับรังสีแบบอัดลม

3. ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบ มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ ภาพตัดขวางของตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบแบบหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำ คัญสามส่วน ส่วนแรก คือ แผ่นดูดรังสีซึ่งทำ หน้าที่ดูดกลืนรังสีควงอาทิตย์และเปลี่ยนเป็นความร้อน แล้วถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศที่ไหลผ่าน ส่วนที่สอง คือ แผ่นปิดใสซึ่งอยู่บนสุดทำ หน้าที่ลดการสูญเสียความ โดยไม่ยอมให้รังสีความร้อนส่งผ่านแผ่นปิดใส และส่วนที่สาม คือ ฉนวนความร้อนอยู่ส่วนล่างสุดของตัวรับรังสี ทำ หน้าที่ป้องกันการสูญเสียความร้อนทางด้านล่างของตัวรับรังสี ตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบอาจมีแผ่นปิดใสหลายชั้น ซึ่งอาจทำ ให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงขึ้น หรืออาจไม่มีแผ่นปิดใส ซึ่งทำให้มีต้นทุนต่ำและสร้างได้ง่าย แต่ประสิทธิภาพเชิงความร้อนจะต่ำตัวรับรังสีแบบแผ่นเรียบมักจะติดตั้งในลักษณะที่เอียงทำ มุมกับพื้นราบเท่ากับมุมของเส้นรุ้ง

4. ตัวรับรังสีบนเครื่องอบแห้ง ติดตั้งบนผนังของเครื่องอบแห้งเมล็ดพืชรูปทรงกระบอกพื้นที่ที่ติดตั้งตัวรับรังสีเท่ากับสองในสามของพื้นที่ผนังทั้งหมด และหันหน้าไปทางทิศใต้ สำ หรับประเทศในเขตเหนือเส้นศูนย์สูตร การติดตั้งตัวรับรังสีบนผนังของเครื่องอบแห้งทำ ให้สามารถลดต้นทุนลงได้โดยการใช้ผนังของเครื่องอบแห้งเป็นตัวดูดรังสี แล้วปิดด้วยแผ่นปิดใส วิธีนี้อาจไม่เหมาะสมกับประเทศเราเนื่องจากอัตราดูดของควงอาทิตย์โดยส่วนใหญ่มีค่ามาก ทำ ให้มุมตกกระทบของรังสีควงอาทิตย์บนตัวรับรังสีซึ่งติดอยู่บนผนังของเครื่องอบแห้งมีค่ามาก มีผลให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวรับรังสีมีค่าต่ำ

5.ตัวรับรังสีบนหลังคาและผนังของโรงเรือนวัตถุประสงค์ของตัวรับรังสีแบบนี้ก็เหมือนกับตัวรับรังสีบนเครื่องอบแห้ง คือ ต้องการลดต้นทุนตัวรับรังสีควงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาน่า

จะเหมาะสมกับบ้านเรา ซึ่ง อัลติจูดของดวงอาทิตย์ที่มีค่ามาก ทำ ให้มุมตกกระทบของดวงอาทิตย์บนตัวรับรังสีซึ่งติดตั้งอยู่บนหลังคามีค่าน้อย มีผลให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของตัวรับรังสีมีค่าสูง

6. ตัวรับรังสีและตัวเก็บความร้อน ตัวรับรังสีและตัวเก็บความร้อนเป็นหน่วยเดียวกัน ตัวเก็บความร้อนสร้างจากชั้นหินก้อนเล็ก ๆ ซึ่งทาสีดำ ตรงด้านที่รังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบ ด้านบนสุดปิดด้วยแผ่นปิดใส อากาศจะไหลผ่านชั้นหินก่อนเข้าเครื่องอบแห้งจากมีการสูญเสียความร้อนน้อยที่สุด ตัวอย่างของเตาประหยัดพลังงานได้แก่

1. เตาหุงต้มแบบประหยัดของนายหล้า คีอำมาตย์ สำหรับใช้ในครัวเรือนทำ จากกระป๋องขนาดสูงประมาณ 1 ฟุต ฝาเปิดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 - 7 นิ้ว ซึ่งได้แก่พวกกระป๋องนม นำ มาตัดช่องด้านล่างให้เป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด 2 นิ้วพับเข้าด้านในให้อากาศเข้า ทำ การเติมเชื้อเพลิงโดยการนำขี้เลื่อยบรรจุลงในกระป๋อง การบรรจุ จะต้องทำ ให้ตรงกลางของขี้เลื่อยเป็นช่องทางเดินลม ทำ ได้โดยนำ ไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ปักลงตรงกลางกระป๋อง แล้วเติมผงขี้เลื่อยลงไปรอบ ๆ และใช้ไม้อีกท่อนกระทุ้งขี้เลื่อยให้มีการอัดตัวในกระป๋อง เมื่อดึงไม้ออกก็จะได้เตาบรรจุเชื้อเพลิงพร้อม จะใช้งานได้ พบว่าสามารถใช้หุงต้มได้นาน 3 - 4 ชั่วโมง โดยเตาไม่ดับและไม่ต้องเติมเชื้อเพลิงอีกเลยแผ่นปิดใสทาสีดำ ด้าน หิน

. 2. เตาแกลบและวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เป็นเตาที่ใช้แกลบ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ซังข้าวโพด กากอ้อย ขี้กบ และขี้เลื่อยจากโรงเลื่อย เป็นเชื้อเพลิง ลักษณะของเตาแกลบแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

2.1 เตาแกลบมีปล่อง ทำ ด้วยปูนซีเมนต์ มีปล่องเพื่อให้เกิดแรงดูดของอากาศ จะทำ ให้เกิดการเผาไหม้แกลบได้ดี โดยต่อปล่อง สูงประมาณ 2.50 เมตร

2.2 เตาแกลบไม่มีปล่อง ทำ ด้วยแผ่นเหล็กม้วนเป็นทรงกรวย เจาะรูโดยรอบ มีตัวเตาอีกชั้นหนึ่งเพื่อรับภาชนะ มีขาตั้งรับ 3 ขายาณนวโดยรอบ ใส่แกลบแล้วจุดไฟประกอบอาหารได้ เตาชนิดนี้เรียกว่า เตามีชัย หรือเตาเขาอีค่าง

3. เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง เป็นเตาหุงต้มที่ได้รับการปรับปรุงให้สามารถใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงได้อย่างมีประสิทธิภาพ หมายถึงเตาที่ใช้ฟืนและถ่านน้อยลงกว่าปกติ ให้ไฟแรงเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจของครัวเรือนโดยตรงและต่อประเทศโดยรวม ซึ่งทางกรมป่าไม้ได้สร้างเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงขึ้น 2 ชนิด คือ เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแบบใช้ถ่าน และเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแบบใช้ฟืน

3.1 เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแบบใช้ถ่าน มีส่วนประกอบตัวเตาจะมีลักษณะเพรียว น้ำหนักเบา แข็งแรง ทนทาน หุงต้มได้รวดเร็วกว่า เตาธรรมดา ประหยัดเชื้อเพลิงได้ประมาณ 34% ให้ไฟแรง ความร้อนสูง อุณหภูมิกลางเตาประมาณ 1,000 - 1,200 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพการใช้งาน

เฉลี่ย 32% อายุการใช้งานสูงกว่า 3 ปี ราคาสูงกว่าเตาอั้งโล่ตามท้องตลาด 2 - 3 เท่า ใช้ตั้งภาชนะได้หลายขนาด

3.2 เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแบบใช้ฟืน ตัวเตาจะมีลักษณะเพรียว น้ำหนักเบา แข็งแรงทนทาน หุงต้มได้รวดเร็วกว่าเตาธรรมดา ประหยัดเชื้อเพลิงได้ประมาณ 28 % ให้ไฟแรง ความร้อนสูง อุณหภูมิกลางเตาประมาณ 1,000 - 1,200 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ย 32 % อายุการใช้งานสูงกว่า 3 ปี ราคาสูงกว่าเตาอั้งโล่ตามท้องตลาด 2 - 3 เท่า ใช้ตั้งภาชนะได้หลายขนาด

2.2.5 การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตมรสุมที่เส้นรุ้ง 5 - 21 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 96 - 100 องศาตะวันออก หลังจากศึกษาโดยไพราโนมิเตอร์ (Pyranometer) และวิธีอื่น ๆ พบว่าประเทศไทยมีปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง เพียงพอที่จะนำ มาใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมายและกว้างขวาง

วัตถุประสงค์ของการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์

การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์และรักษาการไหลของอากาศโดยการพาแบบธรรมชาติหรือการพาแบบบังคับ ทำ ให้ความชื้นสมดุลลดลง และเพิ่มความเร็วในการนำ เอาความชื้นออกจากผลิตภัณฑ์ ความร้อนจากแสงอาทิตย์อาจจ่ายให้กับผลิตภัณฑ์โดยตรง หรือโดยแสงอาทิตย์ทำ ให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นจากผลิตภัณฑ์จะถูกนำ ออกไปโดยอากาศร้อนโดยการพาแบบธรรมชาติหรือแบบบังคับ กระบวนการนี้จะดำ เนินต่อไปจนกระทั่งไปถึงความชื้นสมดุล ซึ่งความชื้นสมดุล คือ ความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในภาวะสมดุลกับความชื้นสัมพัทธ์ของสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยที่มีผลกับการอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์

1. การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ และ ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ความเข้มรังสีหาได้จากละติจูดของที่ตั้ง ตำ แหน่งของดวงอาทิตย์ และความใสของท้องฟ้า

2. อุณหภูมิ อัตราการอบแห้งของผลิตผลเกษตรขึ้นอยู่กับอุณหภูมิอากาศ สำหรับ directsolar dryer นั้น ผลิตภัณฑ์อบแห้งจะดูดซับรังสีดวงอาทิตย์และถ่ายเทความร้อนส่วนหนึ่งให้กับอากาศแห้งที่เข้าไปในเครื่องอบแห้ง และ อากาศจะนำ เอาความชื้นที่ระเหยจากผลิตภัณฑ์ออกไป แต่สำหรับ กรณีของ Indirect solar dryer อากาศจะถูกทำ ให้ร้อนในตัวเก็บรังสีและถูกส่งเข้าไปยังหน่วยอบแห้ง โดยอุณหภูมิของอากาศแห้งต้องเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์

3. ความชื้นสัมพัทธ์ ความสามารถของการอบแห้งขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างความชื้นของผลิตภัณฑ์กับความชื้นสมดุลของผลิตภัณฑ์ ซึ่งหาได้จากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

แห้ง ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูง ความสามารถในการอบแห้งจะช้า ทำให้อัตราการอบแห้งต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำสุดตอนเที่ยงเมื่ออุณหภูมิสูงสุด

4. ความชื้นของผลิตภัณฑ์ การเลือกแบบของเครื่องอบแห้งแสงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับความชื้นเริ่มต้นและปริมาณความชื้นที่จะเอาออก ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ถูกบังคับโดยระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แห้ง คือถ้าความชื้นสุดท้าย ต่ำ อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์จะนาน และอัตราการอบแห้งของผลิตภัณฑ์จะถูกบังคับโดยความชื้นของผลิตภัณฑ์

ประเภทของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ Passive solardryer ซึ่งเป็นเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ ใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่ง พลังงานเพียงอย่างเดียว และ Active solar dryer ซึ่งเป็นเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แหล่งความร้อนเสริมร่วมด้วย เช่น แหล่งพลังงานที่ใช้ขับพัดลมเพื่อให้อากาศหมุนเวียนผ่านชั้นของเมล็ดด้วยกล่องสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า ถาดวางผลิตภัณฑ์ และแผ่นปิดใส รังสีดวงอาทิตย์จะส่องผ่านแผ่นปิดใส และถูกดูดซับไว้บนพื้นผิวสีดำ ภายใน ทำให้เกิดการสะสมของพลังงานความร้อนในเครื่องอบแห้งเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิในเครื่องอบแห้งเพิ่มขึ้น ทำ ให้เกิดการไหลของอากาศแห้งเข้าทางช่องด้านหน้า และผ่านออกจากเครื่องอบแห้งในช่องทางด้านหลัง เครื่องอบแห้งชนิดนี้เหมาะกับการอบผัก และผลไม้ปริมาณน้อย สำหรับใช้ในครัวเรือน ตัวอย่างของเครื่องอบชนิดนี้ได้แก่เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบกล่องของวารุณี (2524) ที่มีการถ่ายเทอากาศแบบธรรมชาติ กล่องอบแห้งทั้ง 5 กล่อง มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตัวกล่องทำ ด้วยไม้ยางทาสีดำด้านบนปิดด้วยกระจกใสเอียงทำ มุม 14, 18, 23 และ 30 องศา ด้านล่างเจาะเป็นช่องให้อากาศเย็นจากภายนอกเข้าช่องระบายอากาศออกอยู่ส่วนบนของด้านหลังกล่อง สามารถปรับขนาดได้เป็น 8, 11 และ 15 %ของพื้นที่รับแสง ทำ การทดลองอบแห้งผ้าชื้นม้วนเป็นรูปทรงกระบอก พบว่ากล่องอบแห้งที่มีมุมเอียงกระจก 14 องศา และช่องระบายอากาศออกขนาด 11 % ของพื้นที่รับแสง ให้ประสิทธิภาพการอบแห้งสูงสุด คือ 48.41% และมีอัตราการอบแห้ง 3.2 kg/m2.dayที่ค่าความเข้มแสง 16.7 MJ/m2.day อุณหภูมิสูงสุดในห้องอบแห้งมีค่า 53 °C

2.3 กระจก (glass) [7]

กระจก (glass) เป็นวัสดุที่ใช้ตกแต่งภายในอาคารเพื่อความสวยงามและเพิ่มความสว่างไสวให้กับอาคารบ้านเรือนใช้กับ อุตสาหกรรม ยานยนต์และมีการใช้งานทั่ว ๆ ไปอย่างกว้างขวางวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระจกประมาณ 80% ได้มาจากแหล่งผลิต ในประเทศได้แก่ ทรายแก้ว (silica sand) หินฟันม้า หินโดโลไมต์ (dolomite) เศษกระจก(cullets)และวัตถุดิบที่นำเข้าจาก ต่างประเทศ ได้แก่ โซดาแอช ผงคาร์บอน ผงเหล็ก โซเดียมซัลเฟต ดังนี้

ปัจจุบันได้มีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นประโยชน์ต่าง ๆ ได้หลายประการ ด้วยกันกรรมวิธีการผลิตกระจกจะเริ่มผลิตโดยการนำวัตถุดิบซึ่งได้แก่ ทรายแก้ว หินฟันม้า หินโดโลไมต์ เศษกระจก โซดาแอช หินปูน และโซเดียมซัลเฟตุมาผสมเข้าด้วยกันตามอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้ แล้วนำส่วนผสมที่ได้นั้นไปใส่ในเตา ที่มีอุณหภูมิ 1,500 องศาเซลเซียส จนวัสดุต่าง ๆ เกิดการหลอมละลายจนได้น้ำแก้ว (เชื้อเพลิงได้แก่ น้ำมันเตาซึ่งใช้แทนถ่านหิน) หลังจากนั้น จะปรับอุณหภูมิของน้ำแก้วให้เหลือประมาณ 1,100 องศาเซลเซียสจนมีความหนืดพอเหมาะต่อการขึ้นรูปน้ำแก้ว จะถูกนำไป ผ่านกระบวนการที่ทำให้เป็นแผ่น โดยวิธีการปล่อยให้ไหลลงไปฟอร์มตัวเป็นแผ่นกระจกบนผิวดีบอกแหลมกรรมวิธีนี้ จะได้ แผ่นกระจก ที่เรียกว่า กระจกโฟลต มีคุณสมบัติดีกว่าแผ่นกระจกที่ผลิตโดยระบบอื่น ๆ คือผิวของแผ่นกระจก จะเรียบ ไม่เป็นคลื่น มีความหนาสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น ผิวสุกใส แวววาว ไม่ขุ่นมัว การผลิตกระจกแผ่นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ

2.3.1 อุตสาหกรรมกระจกแผ่น

อุตสาหกรรมกระจกแผ่นเป็นอุตสาหกรรมการผลิตกระจกพื้นฐาน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่

1. **กระจกโฟลต (float glass)** ได้มาจากกระบวนการผลิตที่เรียกว่า กระบวนการโฟลต (float process) เป็นกระจกที่มีคุณภาพดีเยี่ยม มีผิวทั้งสองด้านเรียบสนิท เป็นกระจกที่มีความโปร่งใส มีคุณภาพสูง ทนทานต่อการขูดขีดเป็นรอยได้ดี มีความหนาประมาณ 2 ถึง 19 มิลลิเมตร ส่วนใหญ่ใช้งานกับประตู หน้าต่าง อาคาร ตู้แสดงสินค้า ใช้กับการก่อสร้างที่ต้องการผนังเป็นกระจกขนาดใหญ่

2. **กระจกชีต (sheet glass)** เป็นกระจกที่มีคุณภาพด้อยกว่ากระจกโฟลตเล็กน้อยเป็นกระจกแผ่นเรียบ ใช้งานกับหน้าต่างของที่อยู่อาศัย อาคาร กรอบรูป ผลิตภัณฑ์กระจกชีตงสามารถแบ่งออกเป็นกระจกใส กระจกสี กระจกฝ้า (เป็นกระจกชีตที่นำมาขัดฝ้าที่ผิวใช้เป็นฝากั้นห้องหรือประตู) และกระจกคอกลวดลายที่มีลวดลายพิมพ์ลงด้านหนึ่งด้านใดของกระจก สามารถมองผ่านได้สลัว ๆ มีคุณสมบัติกึ่งทึบกึ่งใส เหมาะกับงานตกแต่งภายใน เช่น โคมไฟ บานประตู หน้าต่าง และภายนอกอาคาร

2.3.2 อุตสาหกรรมกระจกต่อเนื่อง อุตสาหกรรมกระจกต่อเนื่องเป็นการนำกระจกโฟลตและกระจกชีตมาแปรรูป เพื่อประโยชน์ใช้สอยตามคุณสมบัติและลักษณะงานที่แตกต่างกันได้แก่

1. **กระจกเงา (mirror glass)** ได้จากการฉาบโลหะเงินลงไปที่ด้านใดด้านหนึ่งของกระจกโฟลตชนิดใสหรือกระจกโฟลตสีตัดแสง แล้วนมาเคลือบด้วยสารโลหะทองแดงเป็นการป้องกันโลหะเงินอีกชั้นหนึ่ง และเพื่อความทนทานในการใช้งาน และเคลือบทับด้วยสีที่มีคุณภาพและมีความหนาที่เหมาะสม สีที่เคลือบแต่ละชั้นจะผ่านการอบแห้งด้วยความร้อนสูงทำให้การยึดติดกันระหว่างชั้นต่าง ๆ ดีขึ้น

2. กระจกสะท้อนแสง (heat reflection glass) ได้จากการนำกระจกแผ่นใสมาเคลือบด้วยออกไซด์ของโลหะ ขนาดความหนาของการเคลือบขึ้นอยู่กับระดับความเข้มของแสงที่ส่องผ่านกระจกสะท้อนแสงมีคุณสมบัติด้านการสะท้อนแสงได้ดี เมื่อมองจากภายนอก อาคารจะคล้ายกระจกเงา หากมองจากภายในอาคารจะคล้ายกระจกเงา หากมองจากภายในอาคารจะคล้ายกระจกสีตัดแสง

3. กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (architectural flat tempered safety glass) ได้จากการนำกระจกแผ่นธรรมดามาเผาที่มีอุณหภูมิ 650 ถึง 700 องศาเซลเซียส แล้วใช้ลมเป่าทั้งสองด้านเพื่อให้กระจกเย็นลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ผิวของกระจกจะอยู่ในสภาพแรงอัด ขณะที่ภายในของกระจกอยู่ในสภาวะแรงดึง ด้วยผิวที่อยู่ในสภาวะแรงอัด เมื่อกระจกถูกกระแทกหรือทุบจนแตก แผ่นกระจกจะแตกละเอียดเป็นเม็ดเล็ก ๆ ที่ไม่มีคม มีความแข็งกว่ากระจกธรรมดา 2 ถึง 3 เท่า นิยมใช้งานกับยานพาหนะ หรือส่วนของอาคารที่ง่ายต่อการถูกกระแทก

4. กระจกนิรภัยหลายชั้น (architectural flat laminaty safeted glass) เป็นกระจกที่เพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้มากขึ้น มีขั้นตอนการผลิตดังนี้

ก. การเตรียมกระจก โดยการคัดเลือกกระจกที่มีคุณสมบัติดี และไม่มีตำหนิ เลือกความหนา ความกว้าง และความยาว แล้วตัดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ

ข. การทำความสะอาด ขั้นตอนนี้จะต้องใช้เครื่องล้าง ซึ่งต้องใช้น้ำสะอาดล้าง ขัดและเป่ากระจกให้แห้ง

ค. การเข้าประกอบวัสดุตั่นกลาง โดยการนำฟิล์มโพลีไวนีลบิวไทราล (polyvinyl butyral) ที่มีคุณสมบัติเหนียวและแข็งแรงมาปิดทับหน้ากระจกที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว และนำกระจกอีกแผ่นมาประกบลงบนกระจกแผ่นแรก ดึงฟิล์มให้ดึงและประกอบกระจกให้ขอบเสมอกันทุกด้านแล้วตัดฟิล์มส่วนเกินทิ้ง

ง. การอัดประกบ กระจกที่ประกอบกับวัสดุตั่นกลางแล้ว จะถูกอัดประกบโดยใช้ความร้อนที่มีอุณหภูมิ 120 ถึง 130 องศาเซลเซียส แล้วใช้ลูกกลิ้งรีดกระจกทั้งสองแผ่นให้ติดสนิทกัน

จ. การอบ กระจกที่อัดประกอบแล้วจะเป็นกระจกกึ่งสำเร็จรูป คือเนื้อฟิล์มจะใสขึ้นแต่ยังไม่ใสมาก จึงต้องนำเข้าเตาอบใหญ่อีกครั้งหนึ่ง เตาอบใหญ่เป็นเตาอบซึ่งอบกระจกโดยควบคุมความร้อนและความดันจนได้กระจกที่ใสมากจนไม่สามารถมองเห็นแผ่นฟิล์มได้ กระจกนิรภัยหลายชั้นมีคุณสมบัติป้องกันขโมยอย่างได้ผล เพราะยากแก่การเจาะผ่าน และเมื่อเกิดการกระแทกหรือชนอย่างรุนแรง ชิ้นส่วนที่แตกจะไม่หลุดออกจากกัน ยังคงสภาพเดิม เพียงแต่มีรอยร้าวเกิดขึ้น

5. กระจกฉนวน (sealed insulating glass) เป็นกระจก 2 แผ่นหรือมากกว่าวางคู่ขนานกัน มีระยะห่างพอสมควร ขอบกระจกทุกด้านมีสารจำพวกการบรรจุอยู่เพื่อให้กระจกคงรูป และป้องกันอากาศชื้นจากภายนอกที่จะเข้ามาในช่องว่างระหว่างแผ่นกระจก มีประสิทธิภาพมากกว่ากระจก

อากาศชื้นจากภายนอกที่จะเข้ามาในช่องว่างระหว่างแผ่นกระจก มีประสิทธิภาพมากกว่ากระจกธรรมดา 2 เท่า มีคุณสมบัติสามารถลดปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านกระจก ลดระดับเสียงที่ผ่านผนังอาคารลง เหมาะสำหรับห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ ห้องคอมพิวเตอร์

6. กระจกเสริมลวด (wired glass) เป็นกระจกที่มีเส้นลวดแผงตาข่ายลวดฝังภายในกระจก จัดเป็นกระจกนิรภัยชนิดหนึ่ง เมื่อแตก เส้นลวดจะช่วยยึดเศษกระจกไม่ให้หลุดลงมา ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ มี 2 ชนิดคือ กระจกชนิดขุ่น (โปร่งแสง) และชนิดใส (โปร่งใส)

7. กระจกกันกระสุน เป็นกระจกที่ผลิตโดยการนำกระจกนิรภัยชนิดพิเศษมาติดกับกระจกนิรภัยหลายชั้น โดยมีแผ่นพิมพ์พลาสติกขั้นกลาง (ได้แก่ โพลีคาร์บอเนต โพลีไวนีลบิวไทราล)

2.4 เชื้อเพลิงก๊าซ [9] หมายถึง เชื้อเพลิงที่มีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติธรรมดา หรืออาจหมายถึง ก๊าซทุกชนิดที่สามารถนำมาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนแล้เกิดการเผาไหม้ทำให้ได้พลังงานความร้อนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ตัวอย่างเชื้อเพลิงประเภทนี้คือ ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซหุงต้ม (ก๊าซ LPG) ก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวมวล และก๊าซที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตสิ่งอื่น เช่น ก๊าซที่ได้จากการถลุงแร่ เป็นต้น

ในที่นี้ผู้เขียนอยากจะทำความเข้าใจกับนักศึกษาเฉพาะ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวให้กระจ่างชัดเจนว่า ก๊าซหุงต้ม หรือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas, LPG) เป็นก๊าซภายใต้ความดัน ซึ่งประกอบด้วย โพรเพน และบิวเทน ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่พอเหมาะ ผลิตได้จากการกลั่นแยกก๊าซธรรมชาติในโรงแยกก๊าซ หรือผลิตจากโรงกลั่นน้ำมันในโรงกลั่น LPG ส่วนใหญ่จะใช้เป็นเชื้อเพลิง ทั้งในครัวเรือนและกิจการอุตสาหกรรม โดยบรรจุเป็นของเหลว ใส่ถังที่ทนความดันเพื่อให้ขนถ่ายง่าย นอกจากนี้ยังนิยมใช้แทนน้ำมันเบนซินในรถยนต์ เพราะราคาถูก มีค่าออกเทนสูง เผาไหม้ได้สมบูรณ์

คุณสมบัติของก๊าซ LPG

1.สี ก๊าซ LPG จะไม่มีสีเมื่อก๊าซเกิดการรั่วจากถัง เราจึงไม่สามารถที่จะมองเห็นก๊าซที่รั่วออกมาได้ นอกจากก๊าซจะรั่วออกมามาก เราจึงจะมองเห็นเป็นละอองขาว ซึ่งละอองขาวนี้ก็คือไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศทำการกลั่นตัวเป็นละอองเมื่อได้รับความเย็นจัดจากการระเหยตัวของก๊าซ

2.ความเป็นพิษ ก๊าซนี้จะไม่มีพิษ เมื่อนำไปเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ จะไม่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์หรือก๊าซพิษ เนื่องจากก๊าซนี้มีน้ำหนักมากกว่าอากาศ ดังนั้นเมื่อเกิดการรั่วภายในห้องแคบ มันจะเข้าไปแทนที่อากาศ ทำให้ออกซิเจนบริเวณนั้นมีไม่เพียงพอ ผู้ที่สูดดมก๊าซเข้าไปอาจมีอาการวิงเวียนคลื่นเหียนและหมดสติได้

3.กลิ่น เป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่น เนื่องจากก๊าซที่ผลิตได้นี้ไม่มีกลิ่น จึงมีความจำเป็นต้องใส่สารที่มีกลิ่นฉุนลงไปเพื่อเป็นการเตือนเมื่อเกิดก๊าซรั่ว สารที่เติมนั้นส่วนมากจะใช้เอทิลเมอร์- แคปแทน (C_2H_5SH) หรือ Thiophane

4.น้ำหนัก เป็นก๊าซที่เบากว่าน้ำและหนักกว่าอากาศ เมื่อก๊าซอยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว ก๊าซจะมีน้ำหนักครึ่งหนึ่งของน้ำ ดังนั้นก๊าซเหลวจะลอยอยู่เหนือน้ำ หากก๊าซรั่วลงในคูน้ำ ท่อน้ำ หรือแม่น้ำ มันอาจลอยไปติดไฟ ณ จุดที่ห่างออกไปแล้วลุกลามมายังจุดที่ก๊าซรั่วได้รวดเร็ว เมื่ออยู่สถานะที่เป็นไอ ไอก๊าซจะหนักประมาณ 2 เท่าของอากาศ ดังนั้นเมื่อก๊าซรั่ว ก๊าซจะเคลื่อนตัวไหลไปรวมตัวในที่ต่ำกว่า

5.จุดเดือด จุดเดือดของก๊าซจะต่ำ มีจุดเดือนประมาณ 0^0C แต่อุณหภูมิเฉลี่ยของบ้านเราประมาณ 20^0C ดังนั้นเมื่อก๊าซถูกปล่อยออกจากภาชนะบรรจุก็จะเดือด โดยเปลี่ยนสถานะจากของเหลวที่ถูกกดดันอยู่กลายสภาพเป็นไอทันที การที่ก๊าซเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอจำเป็นต้องดูดความร้อนจากบริเวณใกล้เคียง ซึ่งจะทำให้บริเวณนั้นหรือบริเวณปลายท่อที่ปล่อยไอก๊าซออกจะมีน้ำแข็งเกาะจนทำให้ท่อเกิดการตัน ซึ่งอาจมีผลทำให้ถังบรรจุเกิดการระเบิดได้

6.ความข้นใส ก๊าซ LPG มีความข้นใสต่ำ จึงทำให้ก๊าซรั่วได้ง่าย ดังนั้น อุปกรณ์ที่ใช้กับก๊าซจึงต้องออกแบบให้แข็งแรง ทนต่อความดันสูง ดังนั้น การใช้ภาชนะ เช่น ถังบรรจุก๊าซที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดอาจจะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงขึ้นได้

7.อัตราการขยายตัว ก๊าซ LPG มีอัตราการขยายตัวสูง ดังนั้น การเติมก๊าซใส่ลงในภาชนะจึงไม่ควรเติมให้เต็ม ต้องให้มีช่องว่างสำหรับขยายตัวของก๊าซเมื่อได้รับความร้อน อัตราการขยายตัวของก๊าซที่สถานะของเหลวกลายเป็นก๊าซที่สถานะไอ คือ ก๊าซเหลว 1 หน่วยปริมาณจะเปลี่ยนเป็นไอก๊าซได้ปริมาณ 250 หน่วยปริมาณ ดังนั้น เมื่อก๊าซรั่วจะมีอันตรายมากกว่าไอก๊าซรั่ว

8. ส่วนผสมของก๊าซกับอากาศที่ทำให้ติดไฟได้ อัตราส่วนของก๊าซในอากาศที่ทำให้ติดไฟ คือ ประมาณ 1.5-9.0 ส่วนในส่วนผสม 100 ส่วน จะเห็นได้ว่า หากมีอากาศน้อยหรือมากกว่าสัดส่วนดังกล่าวก๊าซจะไม่ติดไฟ

ตารางที่2.4.1 คุณสมบัติต่างของก๊าซ LPG

คุณสมบัติ	โพรเพน	โพรพีน	นอร์มัลบิวเทน	ไอโซบิวเทน
สูตรโมเลกุล	C_3H_8	C_3H_6	C_4H_{10}	C_4H_{10}
จุดเดือน (^0C)	-42.07	-47.70	-0.50	-11.73
ความดันไอ (Kg/cm^2,20^0C)	8.0	9.8	2.0	2.95
ความถ่วงจำเพาะ(เทียบกับน้ำ=1)	0.508	0.522	0.584	0.563
ช่วงการลุกไหม้ในอากาศ (%)	2.37-9.50	2.00-11.10	1.86-8.41	1.80-8.44
ค่าความร้อนทางเชื้อเพลิง (kcad/Kg)	12,034	11,692	11,832	11,797
ค่าออกเทน	125	85	91	99

ประโยชน์ของก๊าซ LPG

ปัจจุบันมีการนำก๊าซหุงต้มไปใช้เป็นเชื้อเพลิงกันอย่างแพร่หลาย และหลายลักษณะ อาทิเช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน ใช้ในอุตสาหกรรม และใช้กับยานพาหนะ การใช้ประโยชน์ก๊าซแอลพีจีในลักษณะต่างๆ อาจกล่าวได้โดยย่อดังต่อไปนี้

1. ใช้ในครัวเรือน

การใช้ก๊าซแอลพีจีหรือก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนนั้น ส่วนใหญ่นิยมใช้สำหรับประกอบอาหารแทนการใช้ถ่านและเชื้อเพลิงชนิดอื่น เพราะเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด ไม่มีเขม่าและควันไฟที่จะทำให้บ้านเรือนสกปรก และน่ารำคาญ นอกจากนี้ยังมีวิธีการใช้ที่ง่าย สะดวก และประหยัดเวลาอีกด้วย ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้ก๊าซหุงต้มกันอย่างแพร่หลายทั่วไป การใช้ประโยชน์นอกเหนือจากการใช้ประกอบอาหารแล้ว ยังมีการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำน้ำร้อน อบเสื้อผ้า เป็นต้น สำหรับอุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ และถังบรรจุก๊าซ

2. ใช้ในอุตสาหกรรม

ก๊าซโดยทั่วไปเมื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง จะสามารถควบคุมการให้ความร้อนได้อย่างเที่ยงตรง และของเสียที่เกิดจากการเผาไหม้นั้นไม่ก่อให้เกิดมลพิษในสิ่งแวดล้อม คุณสมบัติพิเศษเหล่านี้จึงทำให้เกิดความนิยมใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมดังต่อไปนี้

2.1 อุตสาหกรรมอาหาร ใช้ในการอบ ปิ้ง ขนมต่างๆ การทำอาหารคั่ว การทำอาหารประเภทหุงต้ม การรักษาอุณหภูมิ การอบนึ่งฆ่าเชื้อโรค การทอด การบ่มผลไม้ให้สุก เป็นต้น ซึ่งจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดี เพราะผู้ใช้สามารถควบคุมความร้อนได้คงที่ตามต้องการ

2.2 อุตสาหกรรมกระจก ใช้ในการผลอมกระจก และอบเผาเนื้อกระจกให้มีคุณภาพ

2.3 อุตสาหกรรมอบ-พ่นสี ใช้ในการอบสีทำแห้ง การเผาน้ำมัน การขจัดน้ำให้แห้ง การให้ความร้อนถังแช่สี

2.4 อุตสาหกรรมเครื่องกลและโลหะภัณฑ์ ใช้ในการหลอมโลหะ การตีโลหะผสมชนิดเบา และเหล็กกล้าให้เป็นรูป การเชื่อมต่อโลหะ การเผาร้อนและการอบแบบห่อโลหะให้แห้ง

2.5 อุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งพิมพ์ ใช้อบสิ่งพิมพ์ หลอมโลหะสำหรับตัวอักษรตัวพิมพ์ ใช้หลอมแผ่นดีบุก ให้ความร้อนแม่พิมพ์ ให้ความร้อนลูกกลิ้งทำกระดาษ และใช้ในการอบกาว การติดกาวให้แห้ง

นอกจากนี้ยังมีอุตสาหกรรมอื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น สำหรับใช้ก๊าซหุงต้มในโรงงานอุตสาหกรรม จำเป็นต้องมีการจัดตั้งถังเก็บให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการเก็บ และการใช้งาน ซึ่งถังจะมีขนาดต่างๆ ตามปริมาณการใช้ของโรงงาน

3. ใช้ในรถยนต์

ก๊าซหุงต้ม นอกจากจะใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน และอุตสาหกรรมต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ยังมีการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์อีกด้วย

ข้อดีของการใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันเบนซิน

1. ก๊าซหุงต้มมีค่าออกเทนสูงกว่าน้ำมันเบนซิน คือ มีค่าออกเทนประมาณ 100-115
2. ก๊าซหุงต้มถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ในรูปของไอ เพราะฉะนั้นการเผาไหม้จึงสมบูรณ์กว่าน้ำมัน ซึ่งถูกฉีดเข้าไปในรูปของของเหลว จึงทำให้ไม่มีเขม่า เครื่องยนต์สะอาด
3. ในสภาวะธรรมดา ก๊าซหุงต้มมีสถานะเป็นไอ ฉะนั้นก๊าซที่เหลือใช้ในห้องเผาไหม้จึงระเหยออกไปได้หมด แต่ถ้าเป็นน้ำมันเบนซินเมื่อเหลือจากการเผาไหม้ไม่หมด จะไปละลายฟิล์มน้ำมันหล่อลื่นที่เคลือบลูกสูบและกระบอกสูบ ทำให้ประสิทธิภาพการหล่อลื่นลดลง นอกจากนี้น้ำมันเบนซินที่เหลืออาจตกลงไปเจือปนกับน้ำมันหล่อลื่นในอ่างหล่อลื่นได้ ทำให้น้ำมันหล่อลื่นเสื่อมสภาพเร็ว
4. ก๊าซหุงต้มไม่มีสารตะกั่วเจือปน และเกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ ดังนั้นไอเสียที่เกิดขึ้น จึงคงไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ
5. ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงที่มีความดันในตัวเอง เพราะฉะนั้นเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซหุงต้มจึงสตาร์ทติดง่าย

ข้อเสียของการใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันเบนซิน

1.รถยนต์ที่จะใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง จะต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบเครื่องยนต์ให้สามารถใช้งานกับก๊าซหุงต้มได้ เช่น ติดตั้งถังบรรจุก๊าซที่ออกแบบสำหรับใช้กับรถยนต์ ติดตั้งตัวผสม 2 ระบบ เพื่อทำหน้าที่ผสมก๊าซกับอากาศ ซึ่งสามารถใช้กับน้ำมันได้ด้วย ติดตั้งตัวจ่ายก๊าซ วาล์วปิดเปิด และกรองก๊าซ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งาน

2. สถานีเติมก๊าซ ในปัจจุบันมีน้อย เมื่อเทียบกับสถานีบริการน้ำมันเบนซิน

3.การเติมก๊าซในรถยนต์ ต้องใช้ความระมัดระวังสูงกว่าการเติมน้ำมัน โดยปกติถังบรรจุก๊าซควรบรรจุไว้ไม่เกินร้อยละ 85 ของปริมาณถัง และต้องระวังอย่าให้มีประกายไฟในบริเวณใกล้เคียง ห้ามสูบบุหรี่ในขณะเติมก๊าซ หรือ โดยสารอยู่บนรถใช้ก๊าซ

องค์ประกอบของก๊าซปิโตรเลียมเหลว การหาองค์ประกอบต่างๆ ของก๊าซปิโตรเลียมเหลว เพื่อใช้ประโยชน์ในการคำนวณ ในการใช้ก๊าซแอลพีจีเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และเพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยปกติ ก๊าซ LPG จะมีองค์ประกอบดังนี้

1. มีเทน (methane)
2. อีเทน (ethane)
3. โพรเพน (propane)
4. โพรพีลีน (propylene)
5. ไอโซบิวเทน (iso-butane)
6. นอร์มอลบิวเทน (n-butane)
7. บิวทีน (butane)
8. เพนเทน และส่วนที่หนักกว่า (pentane and heavier)

โดยมีโพรเพนและบิวเทนเป็นองค์ประกอบหลัก

2.5 เนื้อสัตว์ [10]

เนื้อสัตว์มีโปรตีนอยู่ประมาณ 14-26% ซึ่งมีคุณภาพดีพอๆกับนมและไข่ ในเนื้อสัตว์จะมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายในการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ทุกคนควรได้รับโปรตีนวันละ 1 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในเนื้อสัตว์มีไขมันด้วย แต่จะมีมากหรือน้อยนั้นต้องขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อสัตว์ อายุ และอาหารของสัตว์ ในเนื้อปลาส่วนใหญ่จะมีไขมันน้อย เนื้อสัตว์ส่วน

ใหญ่ จะแทบไม่มีคาร์โบไฮเดรตเลย ยกเว้นในตับซึ่งจะมีเพียงเล็กน้อย และอยู่ในรูปของไกลโคเจน เนื้อสัตว์มีฟอสฟอรัสและเหล็กมาก ไม่มีวิตามินเอ

2.5.1 ส่วนประกอบของเนื้อสัตว์

1. กล้ามเนื้อเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่จะเป็นกล้ามเนื้อลายที่ใช้ในการเคลื่อนไหวตามที่จิตใจบังคับ ส่วนหัวใจ ตับ ลำไส้ และกระเพาะเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่นอกเหนืออำนาจทางจิตใจ กล้ามเนื้อประกอบด้วยเซลล์กล้ามเนื้อหลายเซลล์รวมกันเป็นมัด แต่ละเซลล์จะมีรูปร่างเรียวยาว มีนิวเคลียสหลายอัน มีขนาดแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของสัตว์ เซลล์กล้ามเนื้อของวัวยาวกว่าของแกะ เมื่อสัตว์มีการเจริญเติบโต เซลล์ในสัตว์จะเพิ่มขนาดขึ้น แต่ไม่ได้เพิ่มปริมาณเซลล์ รอบเซลล์จะมีเยื่อบางๆหุ้มอยู่ เรียกว่า ซาร์โคเลมมา เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แล้ว จะเห็นว่าในเซลล์กล้ามเนื้อมีเส้นเล็กๆขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 ไมครอนยาวตลอดเซลล์ มีชื่อเรียกว่า ไฟบริล ส่วนที่หนาจะเป็นสีแก่ ส่วนที่บางเป็นสีอ่อน จึงเห็นเนื้อเยื่อเป็นลายๆ ในไฟบริลมีโปรตีน 2 ชนิดคือ แอคติน และไมโอซิน ซึ่งจำเป็นในการทำให้กล้ามเนื้อเคลื่อนไหวได้

2. เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน มีส่วนช่วยในการยึดกล้ามเนื้อให้ติดกัน ส่วนที่อยู่ล้อมรอบเซลล์กล้ามเนื้อแต่ละกล้ามเนื้อ เรียกว่า เอนโดไมเซียม เซลล์กล้ามเนื้อหลายอันรวมกันเป็น 1 มัด มีพังผืดชื่อ เพอริไมเซียม ล้อมรอบ พังผืดส่วนนอกสุดเป็นแผนใหญ่หุ้มกล้ามเนื้อไว้ทั้งส่วน เช่น ส่วน ขา เรียกว่า อีพีไมเซียม กล้ามเนื้อเหล่านี้มีเอ็นยึดให้ติดกระดูกอีกทีหนึ่ง เนื้อเยื่อเกี่ยวพันประกอบด้วยของเหลว เรียกว่า ground substances ยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอนว่านอกจากน้ำแล้วยังมีอะไรอีกบ้าง และเส้นใยเหนียวๆชนิดคอลลาเจน และอีลาสติน เนื้อสัตว์ส่วนใหญ่จะมีเส้นใยชนิดคอลลาเจนมากกว่าอีลาสติน เส้นใยคอลลาเจนจะมีสีขาว ประกอบด้วยไฟบริลซึ่งวางเรียงกันเป็นตามยาว เหมือนกับไฟบริลของกล้ามเนื้อ มีความยืดหยุ่นไม่เท่าอีลาสติน เส้นเอ็นที่ยึดกล้ามเนื้อกับกระดูก ประกอบด้วยคอลลาเจนเป็นส่วนใหญ่ เส้นใยอีลาสตินมีสีเหลือง บางกว่าเส้นใยคอลลาเจน แต่มีความแข็งแรงกว่ามาก เส้นใยนี้เมื่อยืดออก ก็จะหดกลับที่เดิมทันที มีมากในเส้นเอ็น ซึ่งยึดกับกระดูกด้วยกันหรือกระดูกอ่อน เมื่อเราต้มเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนานๆ เส้นใยคอลลาเจนจะสลายไป และได้เจลลาตินซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่สมบูรณ์มาแทน ส่วนอีลาสติน เมื่อถูกต้มแล้วก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด

3. เนื้อเยื่อไขมัน เมื่อสัตว์กินอาหารมากเกินความต้องการ พลังงานที่เหลือจะถูกแปรสภาพกลายเป็นไขมัน และจะถูกสะสมอยู่ในร่างกาย ไขมันบางส่วนจะอยู่ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหรือเซลล์กล้ามเนื้อ บางส่วนก็อยู่ในเนื้อเยื่อไขมันโดยเฉพาะ ในช่วงแรก ไขมันจะถูกสะสมอยู่รอบๆอวัยวะภายในและใต้ผิวหนัง ต่อมาจึงสะสมอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อ จนเมื่อได้รับไขมันมากๆอีกก็จะแทรกเข้าสู่

ภายในและใต้ผิวหนัง ต่อมาจึงสะสมอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อ จนเมื่อได้รับไขมันมากๆอีกก็จะแทรกเข้าสู่ภายในกล้ามเนื้อ การที่จะให้เกิดเรื่องดังกล่าว จำเป็นต้องอาศัยอาหารสัตว์มาก ในต่างประเทศถือว่าเนื้อที่มีไขมันแรกอยู่ในกล้ามเนื้อ จะเป็นเนื้อชั้นดี มีราคาแพง รสชาติดี ดังนั้นในประเทศที่ผลิตเนื้อสัตว์ขายเป็นอุตสาหกรรมจึงค้นคว้าหาวิธีที่ทำให้ไขมันแรกอยู่ในกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วกันอย่างกว้างขวาง ปริมาณไขมันในเนื้อสัตว์ขึ้นอยู่กับตำแหน่งอวัยวะของสัตว์ ชนิดของสัตว์ เช่น ไก่แก่มีไขมันมากกว่าไก่อ่อน เนื้อน่องมีไขมันน้อย ฯลฯ มันหมูจะมีสีขาว มันวัวจะมีสีเหลือง ซึ่งมาจากแคโรทีนในอาหาร ยิ่งสัตว์กินแคโรทีนสูง เนื้อก็จะยิ่งเหลือง ไขมันที่ปนมากับเนื้อสัตว์มีทั้งชนิดอ่อนและชนิดแข็งมันของแพะและวัวมีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวสูง ไขมันที่รอบไตหมูแข็งกว่าส่วนที่อยู่ใต้ผิวหนัง หมูที่เลี้ยงด้วยถั่วเหลืองมีไขมันอ่อนนุ่มกว่าหมูที่เลี้ยงด้วยอาหารอย่างอื่น

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัตว์ภายหลังการถูกฆ่า

จะมีการเปลี่ยนแปลงมากมาย บางครั้งอาจเป็นปฏิกิริยาทางเคมี บางครั้งก็อาจเกิดปฏิกิริยาทางกายภาพ ซึ่งทำให้องค์ประกอบของสัตว์เปลี่ยนแปลง กล้ามเนื้อของสัตว์ขณะที่มีชีวิตจะนุ่ม ยืดหยุ่นได้ แต่เมื่อสัตว์ตายแล้ว กล้ามเนื้อจะเกร็ง แข็งและเหนียว เรียกว่า ริกอร์มอร์ติส ต่อจากนั้นไม่นานเนื้อสัตว์จะกลับมาอ่อนนุ่มอีก ในขณะเดียวกันถ้ามีเอนไซม์มาทำปฏิกิริยา ทิ้งนานไว้นาน จุลินทรีย์จะเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดเมือกขึ้นที่ผิวเนื้อ ในเวลาต่อมาไม่นานก็จะมีกลิ่นเหม็นเน่า อาการเกร็งของกล้ามเนื้อเกิดจากการหายไปของ ATP จากกล้ามเนื้อ และโปรตีนชนิดแอคซิน รวมกับไมโอซิน ได้แอคโตโมโอซิน ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวจนหยิกงอ ต่อมาเส้นใยกล้ามเนื้อจะคลายออกเป็นเส้นตรง เพราะบางส่วนถูกเอนไซม์ย่อย ทำให้เส้นใยขาดเป็นช่วงๆ เนื้อจึงนุ่มขึ้น อาการเกร็งของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วกับสัตว์ที่ดิ้นมากก่อนถูกฆ่า และกับสัตว์ที่มีอายุน้อย การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเนื้อสัตว์หลังถูกฆ่าอีกอย่างคือ pH เนื้อสัตว์จะมีความเป็นกรดมากขึ้น ในเนื้อวัว กล้ามเนื้อขณะมีชีวิตมี pH ประมาณ 7.4 เมื่อสัตว์ตายแล้ว แต่ละเซลล์ก็ยังคงทำหน้าที่ต่อไปเรื่อยๆ ไม่ได้ถูกกำจัดออก จึงมีกรดแลคติคตั้งอยู่ในกล้ามเนื้อ ทำให้ pH ลดลงเหลือ 5.5 แต่ถ้าสัตว์อดอาหารอดอาหารหรือตกใจก่อนถูกฆ่า ปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจะน้อยกว่าปกติ กรดแลคติคก็จะเกิดน้อยกว่า ทำให้ pH ลดลงเหลือ 6.6 เท่านั้น pH สูงเช่นนี้ทำให้สีของเนื้อเปลี่ยน จากสีน้ำตาลแดงเป็นสีม่วงดำ เนื้อจะแฉะ ไม่น่ากิน วิธีแก้ไขคือ เลี้ยงสัตว์ให้อิ่มก่อนนำไปฆ่า ในต่างประเทศ หลังจากที่ฆ่าสัตว์แล้ว จะต้องแขวนสัตว์เก็บไว้ในห้องเย็นระยะหนึ่งเพื่อให้เนื้อสตว์ผ่านระยะเกร็ง (ริกอร์มอร์ติส) จนเนื้อสัตว์นุ่มแล้วจึงนำออกขาย

2.5.2 สีของเนื้อ

เม็ดสีที่ให้สีแดงแก่เนื้อสัตว์ คือ ฮีโมโกลบิน และไมโอโกลบิน ฮีโมโกลบินยังคงเหลือติดอยู่บ้างเล็กน้อยในเส้นเลือดฝอยหรืออวัยวะที่มีเลือดหล่อเลี้ยงมากๆ ฮีโมโกลบินจะพาออกซิเจนไปตามเส้นเลือดเพื่อส่งให้อวัยวะต่างๆ ไมโอโกลบินรับออกซิเจนจากฮีโมโกลบินไว้ใช้ในการหดตัวของเซลล์กล้ามเนื้อ เนื้อสัตว์มีสีเข้มมากน้อยไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

1.ชนิดของสัตว์ เช่น เนื้อวัวสีแดงสดกว่าเนื้อหมูและเนื้อแกะ

2.อายุของสัตว์ เช่น เนื้อของสัตว์ที่มีอายุมากจะมีสีแดงเข้มมากกว่าเนื้อของสัตว์ที่มีอายุน้อย

3.การออกกำลังกายของสัตว์ เช่น อวัยวะส่วนที่ออกกำลังกายมาก จะมีสีเข้มมากกว่าส่วนที่ออกกำลังกายน้อย

4.อาหารของสัตว์

5.ปริมาณออกซิเจนที่ได้รับ ไมโอโกลบินของสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่มีสีม่วงแดง เมื่อรวมตัวกับออกซิเจนได้สีแดงสดของออกซีไมโอโกลบิน เมื่อสัตว์ตาย ออกซิเจนจะหมดไปอย่างรวดเร็ว ไมโอโกลบินจะกลับเป็นสีม่วงแดง ถ้าเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานาน เนื้อชั้นในก็คงยังมีสีม่วงแดง เพราะไม่ได้รับออกซิเจน เวลาตัดขาย ตามรอยตัดจะมีสีแดงสดเพียงชั่วขณะเพราะไมโอโกลบินรวมกับออกซิเจนในอากาศอีก ดังนั้น เนื้อที่วางขายจึงมีสีแดงเฉพาะภายนอก และภายในเป็นสีม่วงแดง

สีที่เปลี่ยนไปแล้วก่อให้เกิดปัญหาในเนื้อสัตว์ คือ ไมโอโกลบินเปลี่ยนเป็นสารสีน้ำตาลแดง ชื่อ เมทไมโอโกลบิน จะเกิดขึ้นเมื่อเหล็กในฮีมเปลี่ยนจาก ferrous เป็น ferric เนื่องจากเหล็กถูกเติมออกซิเจน การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงไม่ได้ทำให้รสชาติของเนื้อเสียไป แต่มองดูไม่น่ากินเท่านั้น สารที่ช่วยลดออกซิเจนสามารถเปลี่ยนให้เมทไมโอโกลบินกลับเป็นไมโอโกลบินได้ การเกิดเมทไมโอโกลบินจะเกิดได้รวดเร็วเมื่อมีแบคทีเรียเจือปน และในที่อุณหภูมิสูง สภาพที่ทำให้โปรตีนโกลบินเปลี่ยนลักษณะธรรมชาติ ก็เร่งปฏิกิริยาการเกิดเมทไมโอโกลบิน เช่น การแช่แข็ง เกลือ แสงอุลตราไวโอเลต และโลหะบางชนิด การเปลี่ยนสีเนื่องจากการเกิดการเกิดเมทไมโอโกลบินสามารถป้องกันได้โดยการเติมวิตามินซีลงไป หลังจากที่เนื้อสัตว์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงเพราะเกิดจากเมทไมโอโกลบินแล้ว ปฏิกิริยาของเอนไซม์และการกระทำของแบคทีเรีย อาจทำให้ออกซิเจนเข้าไปในเนื้อสัตว์อีก ทำให้มีสารสีน้ำตาล เขียวหรือซีด เมื่อถึงขั้นนี้แล้ว รสและกลิ่นของเนื้อก็จะเปลี่ยนไป ไม่สามารถทำให้กลับคืนมาอีกได้ ในการหุงต้ม ตอนแรกเนื้อจะมีสีแดง(ซึ่งเป็นสีของออกซีฮีโมโกลบิน) ต่อมาเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณของออกซีฮีไมโกลบินลดลง เนื้อสัตว์จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล(เป็นสีที่บ่งบอกว่าเนื้อสุกแล้ว) และเหล็กถูกเติมออกซิเจน เปลี่ยนจาก ferrous เป็น ferric ได้สารชื่อ denatured globin hemichrome สารนี้เร่งการเกิดปฏิกิริยาการเหม็นหืนของไขมันในเนื้อสุก ด้วยเหตุนี้เนื้อสุกที่เก็บไว้ในตู้เย็นจึงมีกลิ่นหืนภายในเวลาอันสั้น

2.5.3 ความนุ่มของเนื้อสัตว์

1.ชนิดและปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน(พังผืด) เนื้อที่มีพังผืดมากจะเหนียวมาก ถ้ามีพังผืดน้อยก็จะไม่เหนียว เนื้อเยื่อเกี่ยวพันในเนื้อสัตว์มี2ชนิด คือ คอลลาเจนสีขาว และอีลาสตินที่มีสีเหลือง แม้ว่าเมื่อเนื้อยังดิบ อีลาสตินจะเหนียวน้อยกว่าคอลลาเจน แต่อีลาสตินไม่ปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อนในขณะที่คอลลาเจนสลายตัวให้เจลลาติน ดังนั้นเนื้อในส่วนที่มีอีลาสตินจึงเหนียวกว่าส่วนที่มีคอลลาเจน ชนิดและปริมาณของพังผืดสัตว์ต่างชนิด ต่างอายุ และต่างเพศ ย่อมแตกต่างกัน เนื้อวัวมีพังผืดมากกว่าเนื้อหมู เนื้อปลาส่วนใหญ่นุ่มเพราะมีพังผืดน้อยมาก เนื้อของสัตว์ที่มีอายุมากจะมีพังผืดมากกว่าสัตว์ที่มีอายุน้อย เนื้อควายแก่จึงเหนียวกว่าควายหนุ่ม สัตว์ตัวผู้มีพังผืดมากกว่าตัวเมีย ยกเว้นไก่ตัวผู้ที่ตอนแล้ว สัตว์ที่ออกกำลังกายมากจะมีพังผืดมาก และมีอีลาสตินมากด้วย

2.ลักษณะและตำแหน่งของกล้ามเนื้อ เนื้อสัตว์ส่วนที่มีเซลล์กล้ามเนื้อมากเบียดกันแน่นแข็งแรงและหยาบกว่า ตั้งแต่เกิด จำนวนเซลล์กล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง แต่ขนาดและความยาวของเซลล์จะมากขึ้น กล้ามเนื้อของสัตว์ที่มีอายุมากจะมีขนาดใหญ่กว่าสัตว์ที่มีอายุน้อย เนื้อของสัตว์แก่จึงเหนียวกว่าสัตว์อ่อน เซลล์กล้ามเนื้อของสัตว์ตัวเมียมีขนาดเล็กและละเอียดกว่าสัตว์ตัวผู้(ยกเว้นตัวผู้ที่ถูกตอนแล้ว) อวัยวะส่วนที่ออกแรงมากจะเหนียวกว่าส่วนที่ไม่ได้ออกแรง

2.5.4 รสชาติของเนื้อสัตว์

ในกล้ามเนื้อสัตว์มีสารหลายอย่าง เช่น น้ำ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน เม็ดสี เกลืออินทรีย์และอนินทรีย์ น้ำเนื้อสัตว์ที่มีไนโตรเจน ได้แก่ ครีเอติน และยูเรีย เป็นต้น น้ำเนื้อส่วนที่ไม่มีไนโตรเจน ได้แก่ กรดแลคติค เป็นต้น สารเหล่านี้จะให้กลิ่นและรส แต่เดิมเข้าใจว่าน้ำเนื้อส่วนที่มีและไม่มีไนโตรเจนโดยเฉพาะครีเอติน และครีเอตินนิน เป็นสารที่ให้กลิ่นและรสที่สำคัญ แต่เมื่อไม่นานมานี้ได้ค้นพบว่า สารพวกนี้มีรสและกลิ่นอ่อนมากรสชาติของเนื้อมาจากส่วนที่เป็นน้ำมากกว่าส่วนที่เป็นเนื้อ รสหวานและเค็มของเนื้อมาจากเลือด ดังนั้น ถ้าล้างเนื้อจนน้ำในเนื้อไหลออกไปหมดเนื้อสัตว์จะชืดไม่มีกลิ่นและรส การหุงต้มทำให้รสชาติดีขึ้นบ้าง เพราะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เส้นใยโปรตีนในเซลล์กล้ามเนื้อ นอกจากสารต่างๆคงที่กล่าวมาแล้ว รสชาติของเนื้อยังขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. ชนิดของสัตว์ สัตว์แต่ละชนิดจะมีกลิ่นเฉพาะตัว
2. เพศของสัตว์ สัตว์ตัวผู้มีรสชาติดีกว่าตัวเมีย ยกเว้นตัวผู้ที่ถูกตอน
3. เพศของสัตว์ สัตว์แก่มีรสชาติดีกว่าสัตว์อ่อน
4. การออกกำลังกาย เนื้อสัตว์ตรงส่วนที่มีการออกกำลังกายเสมอ จะมีกลิ่นและรสที่ดีมาก

5. ระยะเวลาที่เก็บ ระหว่างที่แขวนเนื้อสัตว์ไว้ในห้องเย็น เนื้อสัตว์จะมีรสชาติดีขึ้นเรื่อยๆ ยกเว้นเนื้อปลาที่ควรรับประทานทันทีหลังฆ่า แต่ว่า ไขมันในเนื้อสัตว์อาจได้รับออกซิเจนทำให้มีกลิ่นเหม็นหืน ทำให้รสชาติของเนื้อสัตว์ด้อยลง

6.อาหารสัตว์ สัตว์ที่เลี้ยงด้วยธัญพืชธรรมดา จะมีรสชาติปานกลาง แต่ถ้าในอาหารสัตว์มีสารประกอบที่มีกำมะถัน เนื้อสัตว์ก็อาจมีกลิ่นของกำมะถันด้วย สัตว์ที่เลี้ยงด้วยปลาป่นจะมีรสชาติไม่ค่อยดี

2.5.5 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัตว์ระหว่างหุงต้ม

1.สี บางคนไม่ชอบสีของเลือด เมื่อเห็นสีแดงของเนื้อสัตว์ก็รู้สึกว่ากินไม่ลง ความร้อนในการหุงต้มช่วยให้สีแดงของไมโอโกลบินกลายเป็นสีน้ำตาลมองดูน่ากินยิ่งขึ้น ไมโอโกลบินเริ่มเปลี่ยนสีที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เนื้อเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีแดงสดเนื่องจากไมโอโกลบินรวมตัวกับออกซิเจน ได้ออกซิไมโอโกลบิน ที่อุณหภูมิประมาณ 65-68 องศาเซลเซียส โปรตีนเริ่มเปลี่ยนสภาพธรรมชาติ ออกซิไมโอโกลบินเริ่มสลายตัวได้สีน้ำตาลของ denatured globin hemichrome เนื้อวัวจะเปลี่ยนสีได้ที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส เราจะดูสีของเนื้อเป็นเครื่องวัดความสุกหรือดิบของเนื้อ ถ้าเนื้อมีสีน้ำตาลแสดงว่าเนื้อสุกแล้ว ถ้ายังมีสีแดงอยู่ก็แสดงว่าเนื้อยังไม่สุก ถ้ามีทั้ง2สีก็แสดงว่า เนื้อยังสุกไม่หมด

2.เส้นใยโปรตีนของเซลล์กล้ามเนื้อ ในเนื้อดิบส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อแท้ๆมีน้ำมากและไม่มีมันปน เมื่อได้รับความร้อน โปรตีนในเนื้อสัตว์จะเปลี่ยนสภาพธรรมชาติ โปรตีนจะแข็งตัว ถ้าใช้ความร้อน40องศาเซลเซียสโปรตีนจะไม่หดตัว ถ้าใช้ความร้อนสูงกว่านี้โปรตีนก็จะหดตัว อุณหภูมิยิ่งสูงขึ้น เส้นใยโปรตีนก็จะยิ่งหดตัวมากและแข็งมากขึ้น ขณะที่โปรตีนหดตัว น้ำในเนื้อก็จะถูกบีบออกมา ทำให้เนื้อแห้งและมีน้ำหนักน้อยลง ระหว่างหุงต้ม ชิ้นเนื้อจะหดตัวตามทางยาวและทางกว้าง ตอนแรกอาจจะมีความหนามากขึ้น แต่เมื่อเนื้อสุกเต็มที่ กล้ามเนื้อจะหดตัวทั้ง3ด้าน การหดตัวและเสียน้ำ ทำให้เนื้อเสียรสชาติ ดังนั้นเวลาหุงต้มเนื้อ ก็ไม่ควรใช้เวลาในการต้มมาก เมื่อเนื้อสุกแล้วก็ควรหยุดหุงต้ม

3.เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน การหุงต้มเนื้อส่วนที่เหนียวแตกต่างจากการหุงต้มเนื้อส่วนที่นุ่ม เนื้อส่วนที่เหนียวแม้โปรตีนจะแข็งตัวแล้ว แต่เนื้อก็ยังไม่นุ่ม จึงต้องใช้เวลาหุงต้มนานกว่า การหั่นหรือสับเนื้อจะช่วยย่นระยะเวลาการหุงต้มให้สั้นขึ้น

4.ไขมัน ความร้อนทำให้ไขมันละลาย หากปิ้งหรือย่างเนื้อ ไขมันก็จะหยดลงสู่เตา ทำให้น้ำหนักของเนื้อเสียไป

5.รสชาติ ความร้อนเปลี่ยนแปลงไขมันและโปรตีน ทำให้กลิ่นและรสเปลี่ยนจากเนื้อดิบกลายเป็นเนื้อสุก เนื้อที่มีการหุงต้มจะมีรสชาติดีกว่าเนื้อที่ไม่ได้หุงต้ม แต่ถ้าต้มนานเกินไปจนเนื้อหดตัวมากและมีน้ำระเหยออกจากเนื้อมากจนมีรสชาติไม่อร่อย

2.6งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภรต กุญชร ณ อยุธยา และ คณะ [10] ได้ออกแบบเครื่องอบแห้งสำหรับผลผลิตทางการเกษตรโดยใช้หลักการรวมกันของเครื่องอบแห้งประเภทกล่องและเครื่องอบแห้งประเภทพาความร้อนออกแบบให้มีลักษณะโครงสร้างเป็นรูปสามเหลี่ยม ซึ่งมีอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงสุด 55 องศาเซลเซียส และลักษณะโค้งมีอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งสูงสุด 50 องศาเซลเซียส เครื่องอบแห้งทั้งสองนี้มีขนาด 1.0 x 2.0 x 1.3 เมตร โครงทำด้วยไม้ไผ่ หุ้มด้วยพลาสติกใส อุปกรณ์รับรังสีและเก็บสะสมความร้อน คือ หินก่อสร้างสีดำ เมื่อใช้วัตถุดิบในการอบแห้งคือปลาและกล้วย ได้ผลดังนี้คือ ใช้เวลาในการอบแห้งปลา 3 วัน ซึ่งจะได้ปลาที่มีน้ำหนักร้อยละ 31 - 35ของน้ำหนักเดิม ถ้าเป็นกล้วยจะใช้เวลาในการอบแห้ง 4 วัน มีน้ำหนักเหลืออยู่ร้อยละ 37 - 44ของน้ำหนักเดิมผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งนี้สะอาดเหมาะสำหรับบริโภค

สุเมธ สุพิชญากูร และ คณะ [11] ได้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งปลาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีลักษณะเด่น คือ มีพัดลมช่วยในการระบายอากาศออกจากตู้อบแห้ง พัดลมนี้จะทำงานโดยใช้พลังงานลม และ เป็นเครื่องอบแห้งที่มีแผงรับรังสีอาทิตย์แยกออกจากตัวเครื่องอบแห้ง ทำให้วัสดุอบแห้งได้รับความร้อนทั้งทางตรงและทางอ้อม คือ ทางตรงจะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง และทางอ้อมจะได้รับความร้อนจากอากาศร้อนที่ผ่านแผงรับรังสีอาทิตย์ซึ่งแผงรับรังสีอาทิตย์เป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 1.00 x 2.00 x 0.08 ลูกบาศก์เมตร มีแผ่นดูดซับรังสีเป็นสังกะสีลอนทาสีดำด้านขนาด 1.00 x 1.20 ตารางเมตร ติดตั้งอยู่ส่วนล่างด้านหน้าของเครื่องอบแห้ง ทำมุม 40 องศาเหนือ ส่วนของตัวตู้เป็นตู้สี่เหลี่ยมขนาด 1.00 x 1.00 x 1.60ลูกบาศก์เมตร ปิดด้วยพลาสติกอ่อนใสทุกด้าน ยกเว้นด้านล่างปูด้วยสังกะสีดำด้านรองพื้นด้วยไม้และโฟม ภายในตู้อบแห้งแบ่งเป็นชั้นสำหรับวางวัสดุอบแห้ง 5 ชั้น ขนาด 1 x 1ตารางเมตรหลังคามีช่องปรับขนาดได้พร้อมทั้งติดตั้งพัดลมดูดอากาศไว้ จากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งสูงกว่าอากาศแวดล้อมประมาณ 5 – 6 องศาเซลเซียส ขณะที่ความเร็วลมภายนอกประมาณ 50 - 240 เมตรต่อนาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีกว่าตากกลางแจ้ง เพราะปราศจากสิ่งรบกวนและฝุ่นละออง แต่การตากกลางแจ้งสามารถลดความชื้นของผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าการตากในตู้อบแห้งในเวลาที่เท่า ๆ กัน การเพิ่มประสิทธิภาพของตู้อบแห้งนี้ สามารถทำได้โดยติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ใช้ไฟฟ้าแทนพัดลมดูดอากาศที่ใช้พลังลมเพื่อช่วยในการระบายอากาศออกจากตู้อบแห้งให้ดียิ่งขึ้น

ณัฐวุฒิ คุษฎี และคณะ[12] ศึกษาการอบแห้งกล้วยน้ำว้าโดยใช้แสงอาทิตย์เป็นพลังงานเสริม โดยทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้ง เพื่อศึกษาเทคนิคและความเป็นไปได้ในการอบแห้งผลไม้ ที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นบางส่วน จากการทดสอบสมรรถนะของตู้โดยใช้กล้วยน้ำว้าโดยพิจารณาอิทธิพลตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง คือ อุณหภูมิอากาศร้อนที่ใช้อบแห้งอัตราการไหลจำเพาะของอากาศ อัตราการไหลเวียนกลับของอากาศ โดยดูในแง่คุณภาพที่ได้ จากการทดลองพบว่า เมื่ออุณหภูมิอบแห้งมีค่าประมาณ 60 oC อัตราการไหลจำเพาะของอากาศประมาณ 10 กิโลกรัมอากาศแห้งต่อชั่วโมงต่อกิโลกรัมกล้วยแห้ง อัตราส่วนอากาศเวียนกลับประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี เวลาที่ใช้ในการอบแห้งสั้น และความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะต่ำ

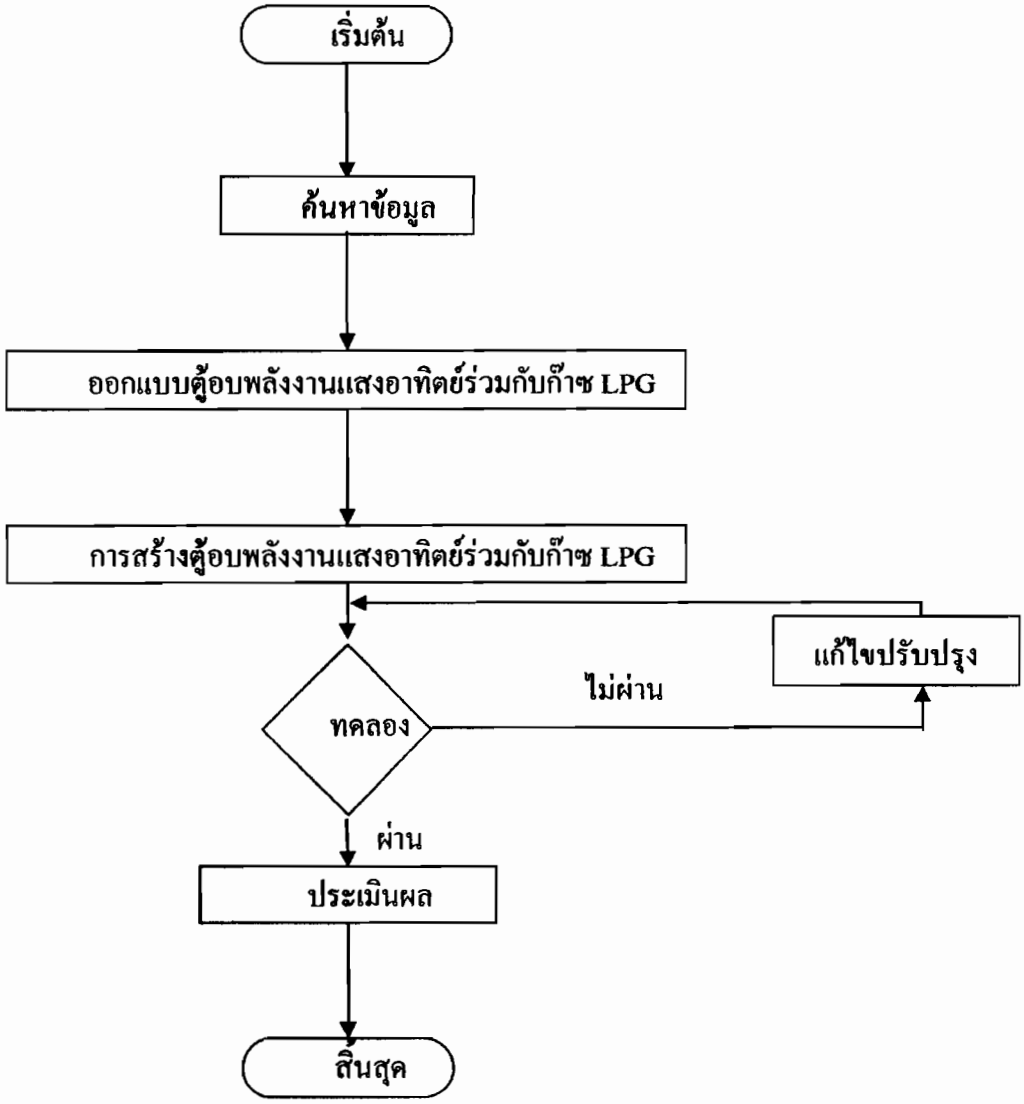
จงจิตร์ และคณะ [13] ศึกษาถึงสมรรถนะของเครื่องอบแห้งแบบโมดุล เพื่อใช้ในการอบแห้งปลาหมึก โดยทำการทดสอบปลาหมึกที่สภาวะการอบแห้งต่างๆ พบว่า สภาวะอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับอบแห้งปลาหมึก 10 กิโลกรัม ที่ความชื้นเริ่มต้นประมาณร้อยละ 82 มาตรฐานเปียกจนกระทั่งความชื้นสุดท้ายลดลงเหลือประมาณร้อยละ 25 มาตรฐานเปียก การอบแห้งแบ่งออกเป็น2 ช่วง ช่วงแรกทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ความชื้นในช่วงแรกลดลงเหลือประมาณร้อยละ 54 มาตรฐานเปียก และทำการอบแห้งในช่วงหลัง ใช้อุณหภูมิ 40องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง รวมเวลาการอบแห้ง 14 ชั่วโมง อัตราการไหลของอากาศ 0.048กิโลกรัมต่อวินาที อัตราการไหลเวียนกลับของอากาศที่ผ่านการอบแห้งแล้วมีค่าร้อยละ 80 ความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง พบว่าในวันที่มีรังสีอาทิตย์ตกบนแผงรับรังสี19.05 เมกกะจูลต่อตารางเมตร และประสิทธิภาพของแผงรับรังสีมีค่าร้อยละ 28.84 มีการใช้พลังงานจากแหล่งต่าง ๆ คือ พลังงานที่ใช้กับขดลวดความร้อน 5.46 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย พลังงานความร้อนที่ได้จากแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์ 1.83 เมกกะจูลกิโลกรัมน้ำที่ระเหยพลังงานความร้อนที่ได้จากพัดลมเป่าอากาศ 1.57 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย คิดเป็นร้อยละ61.63, 20.65 และ 17.72 ของพลังงานที่สิ้นเปลืองทั้งหมดตามลำดับ การอบแห้งที่นำอากาศที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ร้อยละ 80 ประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 25.86 ของพลังงานที่สิ้นเปลืองทั้งหมดต้นทุนที่ใช้ในการระเหยน้ำ 1 กิโลกรัมออกจากปลาหมึกแห้งมีค่า 13.84 บาทต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย เมื่อกำหนดอายุการใช้งานของเครื่อง 15 ปี

จงจิตร์ และคณะ [14] ได้ศึกษาและออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานความร้อนทิ้งจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ เพื่ออบแห้งพริกและกระเทียม พบว่า สภาวะและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งพริกหนัก 450 กิโลกรัม ที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 76% มาตรฐานเปียก จนมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 13% มาตรฐานเปียก โดยในการอบแห้งจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยในห้องอบประมาณ 50.4 oC ใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 46 ชั่วโมง มีการใช้อัตราการไหลของน้ำร้อนและอากาศเท่ากับ 1 กิโลกรัมต่อวินาที ส่วนสภาวะและเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งกระเทียมหนัก 245

กิโลกรัม ที่มีความชื้นเริ่มต้นประมาณ 75% มาตรฐานเปียก จนมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 55% มาตรฐานเปียก โดยในการอบแห้งจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยในห้องอบประมาณ 34.8 oCใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 94 ชั่วโมง มีการใช้อัตราการไหลของน้ำร้อนและอากาศเท่ากับ0.04 กิโลกรัมต่อวินาที และ 1 กิโลกรัมต่อวินาที ตามลำดับจากการสำรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้งเห็ดนางฟ้าเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการตากแห้งตามธรรมชาติโดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่นการใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงธรรมชาติ ได้แก่ ฟืนและถ่าน เป็นต้น ซึ่งการใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงธรรมชาตินี้ อาจก่อให้เกิดปัญหามลภาวะขึ้นในภายหลังได้ แต่การอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และการอบแห้งโดยใช้ตู้อบแห้งไฟฟ้า ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะน้อยมาก แต่ก็ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาเครื่องอบแห้งแบบโมดุลขึ้น ซึ่งคาดหวังว่าจะสามารถนำไปใช้ในการ อบแห้งเห็ดนางฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อ

บทที่ 3
การออกแบบและขั้นตอนการดำเนินการ

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG (ก๊าซหุงต้ม) มีการออกแบบและวิธีการดำเนินงานดังนี้ เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสามารถเรียงลำดับการออกแบบและขั้นตอนการดำเนินการดังแผนภูมิต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 การออกแบบและขั้นตอนการทำงาน

3.1 การศึกษาข้อมูล

ทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นปัญหาในการดำรงชีวิตประจำวันของคนไทยที่พบมาก คือ การเก็บถนอมอาหาร เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตอากาศร้อน อาหารต่างๆ จึงเน่าเสียได้ง่าย การนำอาหารต่างๆ มาตากแดดให้แห้งจึงเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก เพราะเป็นวิธีที่ประหยัด แต่การนำอาหารมาตากแห้งก็มักเจอปัญหาต่างๆ มากมาย เช่น แมลงวันตอมและวางไข่ใส่อาหาร ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย หรือเป็นพาหะนำเชื้อโรคต่างๆ มาติดต่อถึงคนโดยผ่านทางอาหาร และในฤดูฝนหรือเวลาที่ไม่มีแสงแดดเราก็ไม่สามารถนำอาหารไปตากแดดได้

จากการศึกษาปัญหาดังกล่าว พบว่าถ้าเรานำอาหารไปให้ความร้อนโดยแสงอาทิตย์ในเนื้อที่ซึ่งจำกัด โดยมีวัสดุห่อหุ้มไว้จะทำให้อาหารนั้นแห้งเร็ว เพราะความร้อนที่เกิดขึ้นจะสะสมไว้ได้มากกว่าที่โล่ง และยังช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ จากการตากแห้งในที่โล่งเป็นอย่างดี ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้ออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG (ก๊าซหุงต้ม) รูปทรงสามเหลี่ยมขึ้น เพื่อให้การระบายความชื้นซึ่งเกิดจากการอบแห้งอาหารในตู้อบถ่ายเทออกไปภายนอกได้ง่ายและออกแบบให้มีขนาดพอเหมาะในการเคลื่อนย้ายและในขณะที่ไม่มีแสงแดดหรือในเวลาที่ฝนตกเราก็สามารถใช้ก๊าซ LPG ในการอบแห้งอาหารเพื่อไม่ให้อาหารเกิดความชื้น

3.2 การออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG (ก๊าซหุงต้ม)

การออกแบบตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG ถูกออกแบบให้เป็นรูปสามเหลี่ยม เพื่อให้ได้มุมในการรับแสงทั้ง 2 ด้าน โดยมีกระจกเป็นตัวรับแสงและมีสแตนเลสเป็นตัวเพิ่มความร้อนให้ห้องของตู้อบร้อนมากยิ่งขึ้น และอาศัยการเผาไหม้จากก๊าซหุงต้มที่มีหัวแก๊สติดอยู่ด้านล่างของตู้อบเพื่อใช้ในเวลาที่ไม่มีแสงแดดหรือในเวลาที่ฝนตก

3.3 การสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG ใช้ความร้อนจากแสงแดดและความร้อนจากก๊าซ LPG (ก๊าซหุงต้ม) มีความกว้าง 66 เซนติเมตร ยาว 162 เซนติเมตร สูง 74 เซนติเมตร ความร้อนจะถูกเก็บสะสมไว้ภายในห้องของตู้อบโดยมีกระจกและสแตนเลสเป็นตัวเก็บความร้อน ตู้อบจะแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นบน และชั้นล่างจะเป็นที่ติดตั้งหัวแก๊สและท่อส่งแก๊ส จำนวน 2 หัว ชั้นบนจะเป็นห้องในการอบเนื้อมีรูระบายที่ด้านบน ความจุจำนวน 4 ตะแกรง ตะแกรงเหล็กมีความกว้าง 39 เซนติเมตร ยาว 61 เซนติเมตร ความกว้างของรูตะแกรง 2.5 เซนติเมตร ผนังด้านข้างทั้ง 4 ด้าน หุ้มด้วยแผ่นสแตนเลส ติดล้อที่ขาของตู้อบที่ด้านล่างจำนวน 4 ล้อ ด้านบนของตู้อบติดกระจกมีขนาดความกว้าง 56 เซนติเมตร ยาว 162 เซนติเมตร ติดเทอร์โมมิเตอร์ ช่วงวัดอุณหภูมิตั้งแต่ 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส

การสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG มีขั้นตอนในการทำดังต่อไปนี้

3.3.1 ทำการขึ้นรูปตัดเชื่อมโครง

3.3.2 วัดและตัดแผ่นสแตนเลส

3.3.3 ติดแผ่นสแตนเลสเข้ากบโครงใช้คีเบสยึดให้แน่น

3.3.4 ใส่ล้อที่ขาของตู้จำนวน 4 ล้อ

3.3.5 เจาะรูระบายที่ด้านบนของตู้

3.3.6 ติดกระจกที่ด้านบน 2 แผ่น

3.3.7 ใส่กลอนประตู

3.3.8 ติดตั้งหัวแก๊สและท่อส่งแก๊ส

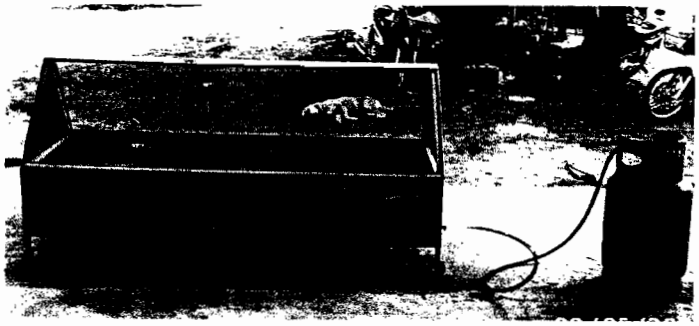
3.4 วิธีการใช้งานของตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG

วิธีการอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

1. นำเนื้อใส่ตระแกรง ½ กิโลกรม จำนวน 4 ตระแกรง
2. นำตระแกรงใส่เนื้อเข้าตู้อบ
3. ปิดประตูตู้อบ

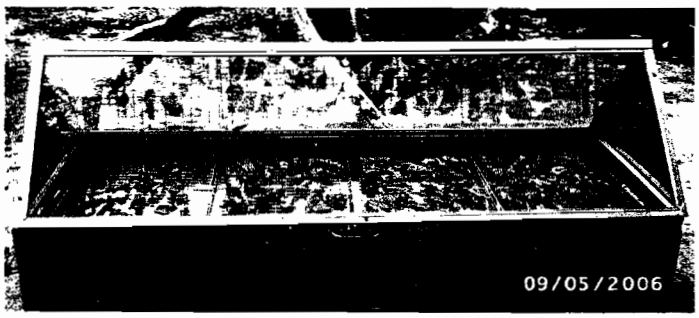
วิธีการอบด้วยก๊าซ LPG

1. นำเนื้อใส่ตระแกรง ½ กิโลกรัม จำนวน 4 ตระแกรง
2. เปิดวาล์วแก๊ส
3. จุดไฟที่หัวแก๊ส
4. นำตระแกรงใส่เนื้อเข้าตู้อบ
5. ปิดประตูตู้อบ



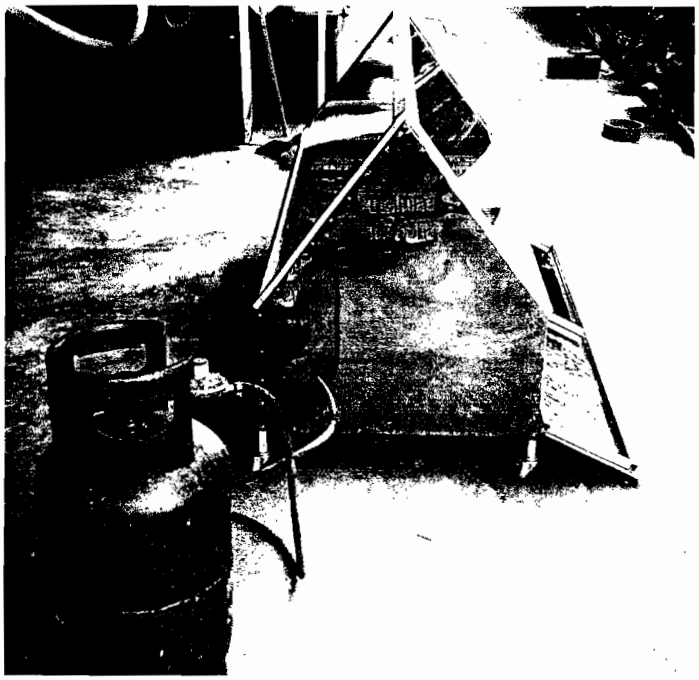
รูปที่ 3.2 ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซLPG

ด้านหลังของตู้อบมีวาว์ลเปิด ปิด แก๊ส จำนวน 2 หัว เพื่อ เร่ง เบา แก๊สให้เหมาะสมกับการอบ



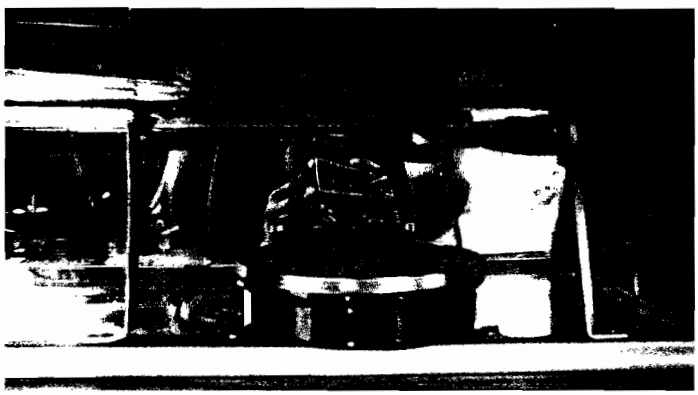
รูปที่ 3.3 ด้านหน้าตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซLPG

ด้านหน้าจะมีประตูเปิดปิดเพื่อใส่ตระแกรงลองเนื้อจำนวน 4 ตระแกรงมีกระจกเป็นตัวรับแสง 2 ข้างของตู้อบและมีสแตนเลสเป็นตัวเพิ่มอุณหภูมิในห้องของตู้อบ



รูปที่ 3.4 ด้านข้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซLPG

ด้านข้างของตู้จะมีท่อส่งแก๊สเพื่อต่อเข้ากับถังแก๊สใช้เป็นพลังงานเสริมในเวลาไม่มีแสงแดด หรือในช่วงฤดูฝน ด้านบนของตู้จะมีรูระบายเพื่อระบายความร้อนภายในตู้อบไม่ให้เป็นไอ



รูปที่ 3.5 หัวแก๊สตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซLPG

ด้านล่างของตู้อบจะมีหัวแก๊สจำนวน 2 หัวเพื่อใช้เป็นพลังงานเสริม ข้างบนหัวแก๊สมีแผ่นสแตนเลสรับความร้อนจากแก๊สเพื่อไม่ให้ความร้อนมากเกินไป

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการดำเนินการจัดสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซLPGเพื่อหาความเป็นไปได้ในการนำตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซLPGไปใช้ว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานได้จริงหรือไม่โดยการทดลองดังนี้

4.1 วัสดุอุปกรณ์การทดลอง

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซLPG

4..1.1 เนื้อ

4.1.2 ก๊าซหุงต้ม

4.1.3 ตู้

4.1.4 ตระแกรง

4.1.5 หัวแก๊ส

4.1.6 ถังแก๊ส

4.1.7 นาฬิกาจับเวลา

4.1.8 ตราชั่งน้ำหนัก

4.1.9 สมุดจดบันทึก

4.2 วิธีการทดลอง (การอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์)

1. หั่นเนื้อเป็นชิ้นบางๆใส่ตระแกรงๆละ 1/2กิโลกรัม จำนวน 4 ตระแกรง
2. นำเนื้อแต่ละตระแกรงมาชั่งกิโลเพื่อหาน้ำหนักของเนื้อก่อนทดลอง
3. นำเนื้อใส่ตู้อบ
4. นำเนื้อมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 15 นาที พร้อมกับบันทึกค่าเพื่อหาอัตราการอบแห้งและความชื้น

วิธีการทดลอง(การอบด้วยก๊าซ LPG)

1. หั่นเนื้อเป็นชิ้นบางๆ ใส่ตระแกรงๆ ละ 1/2กิโลกรัมจำนวน 4 ตระแกรง
2. นำถังแก๊สมาชั่งกิโลเพื่อหาน้ำหนักของแก๊สก่อนทดลอง
3. ตั้งอุณหภูมิให้คงที่
4. นำเนื้อแต่ละตระแกรงมาชั่งกิโลเพื่อหาน้ำหนักของเนื้อก่อนทดลอง
5. นำเนื้อใส่ตู้อบ
6. นำเนื้อออกมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 5 นาทีพร้อมกับบันทึกค่าอัตราการอบแห้งและความชื้น สมดุล
7. นำถังแก๊สมาชั่งกิโลเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองของแก๊สหลังการทดลอง

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาคำนวณหา อัตราการอบแห้ง ความชื้น(มาตรฐานแห้ง)

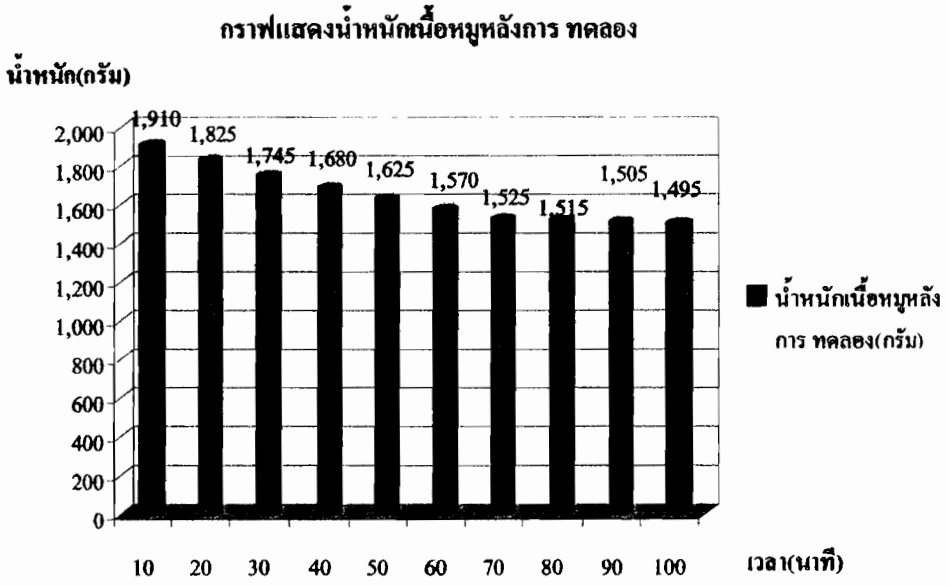
อัตราการอบแห้ง = ปริมาณน้ำที่ระเหยออก/ระยะเวลา

$$\text{ความชื้น(มาตรฐานแห้ง)} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ}) - (\text{น้ำหนักหลังอบแห้ง})}{(\text{น้ำหนักหลังอบ})} \times 100$$

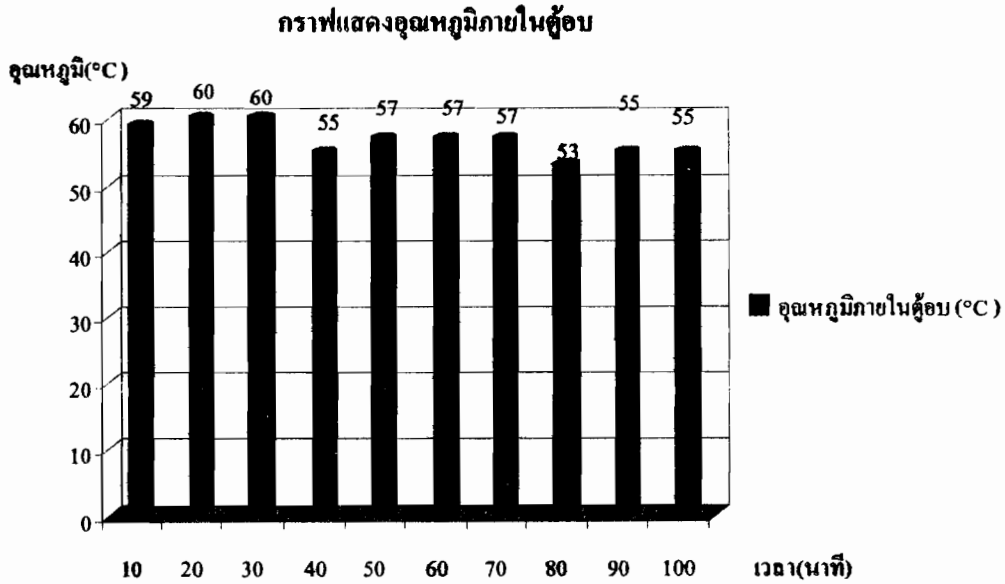
ตารางที่ 4. 1แสดง การอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ น้ำหนักเนื้อหมู 2,000 กรัม เวลา 12.30-13.40 นาฬิกา

เวลา(นาที)	น้ำหนักเนื้อหมูหลังการทดลอง(กรัม)	อุณหภูมิภายในตู้อบ (°C)	อุณหภูมิภายนอกตู้อบ (°C)	สภาพเนื้อหมู	ความชื้นมาตราฐานแห้ง%	อัตราการอบแห้ง g/min
0	2,000	48	37	เหมือนเดิม	-	0
10	1,910	59	37	เหมือนเดิม	4.7	9
20	1,825	60	37	เหมือนเดิม	4.6	8.75
30	1,745	60	37	เริ่มแห้ง	4.5	8.5
40	1,680	55	38	เริ่มแห้ง	3.8	8
50	1,625	57	38	แห้ง	3	7.5
60	1,570	57	38	แห้ง	2.5	7.1
70	1,525	57	38	แห้งใช้ได้	2.2	6.7
80	1,515	53	37	แห้งเกิน	1.8	6
90	1,505	55	37	แห้งเกิน	1.5	5.6
100	1,495	55	37	แห้งเกิน	1.2	5

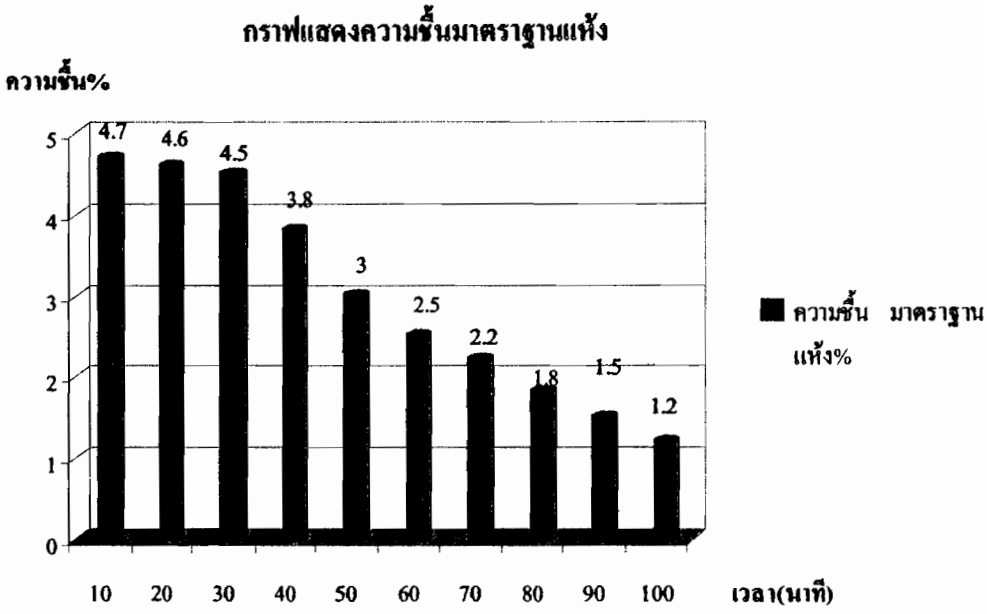
จากตารางที่ 4.1 การอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ตั้งแต่เวลา 12.30 – 13.40 นาฬิกา น้ำหนักเนื้อหมู 2,000 กรัม เวลาในการอบแห้งเนื้อหมู 70 นาที น้ำหนักเนื้อหมูหลังการอบแห้งจะเหลือ 1,525 กรัม เนื้อหมูจะแห้งใช้ได้ ความชื้นของเนื้อหมูจะเหลือ 2.2 % ได้ข้อมูลจากแบบสอบถามพ่อค้าขายเนื้อหมูแคดเดียว ถ้าอบแห้งเนื้อหมูเกิน 70 นาที เนื้อหมูจะแห้งเกินไป



รูปที่ 4.1น้ำหนักเนื้อหมูจากการทดลองอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 4.2 อุณหภูมิจากการทดลองอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

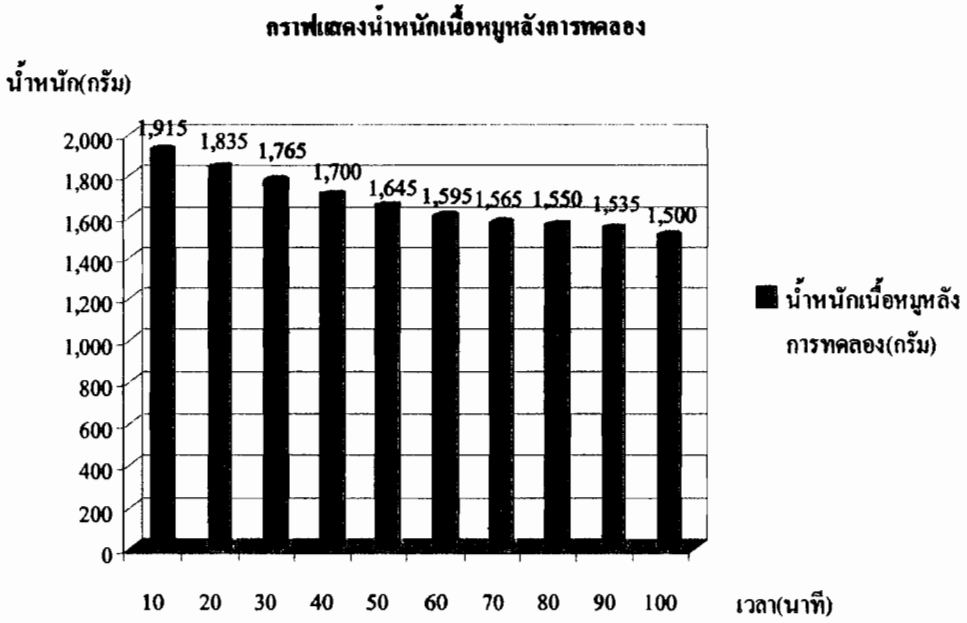


รูปที่ 4.3 ปริมาณความชื้นที่ลดลง

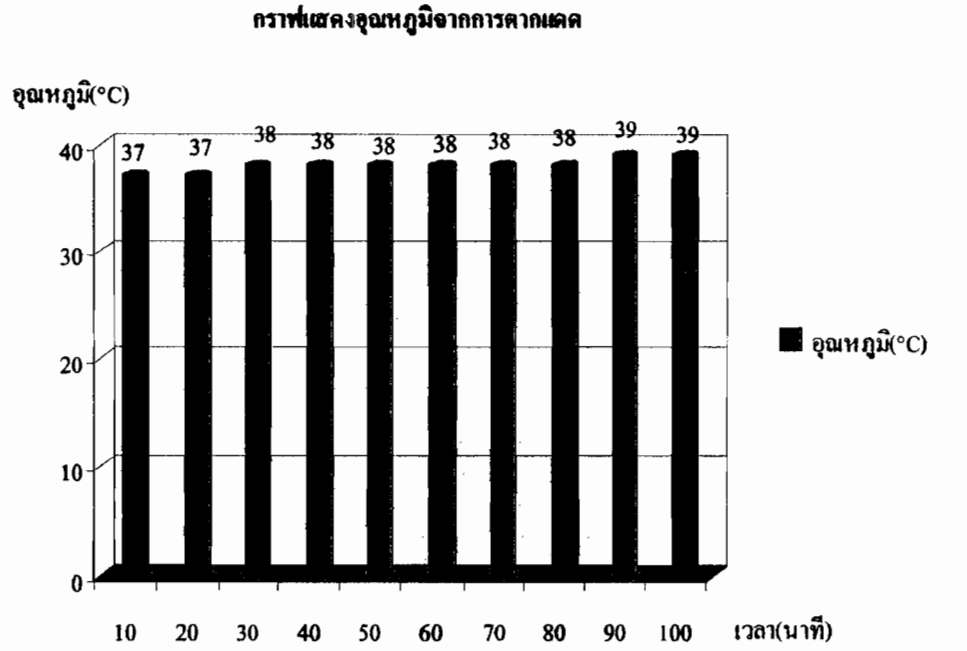
ตารางที่ 4.2 แสดงผลจากการตากแดด น้ำหนักเนื้อหมู 2,000 กรัม เวลาในการ ตากแดด 12.30 -14.10 นาฬิกา

เวลา(นาที)	น้ำหนักเนื้อหมูหลังการทดลอง (กรัม)	อุณหภูมิ(°C)	สภาพเนื้อหมู	ความชื้นมาตราฐานแห้ง %	อัตราการอบแห้งg/min
0	2,000	37	เหมือนเดิม	-	0
10	1,915	37	เหมือนเดิม	4.4	8.5
20	1,835	37	เหมือนเดิม	4	8.25
30	1,765	38	เหมือนเดิม	3.9	7.3
40	1,700	38	เริ่มแห้ง	3.8	7.2
50	1,645	38	เริ่มแห้ง	3.3	7.1
60	1,595	38	เริ่มแห้ง	3.1	6.75
70	1,565	38	แห้ง	2.9	6.2
80	1,550	38	แห้ง	2.5	5.6
90	1,535	39	แห้ง	2.3	5.1
100	1,500	39	แห้งใช้ได้	2.2	5

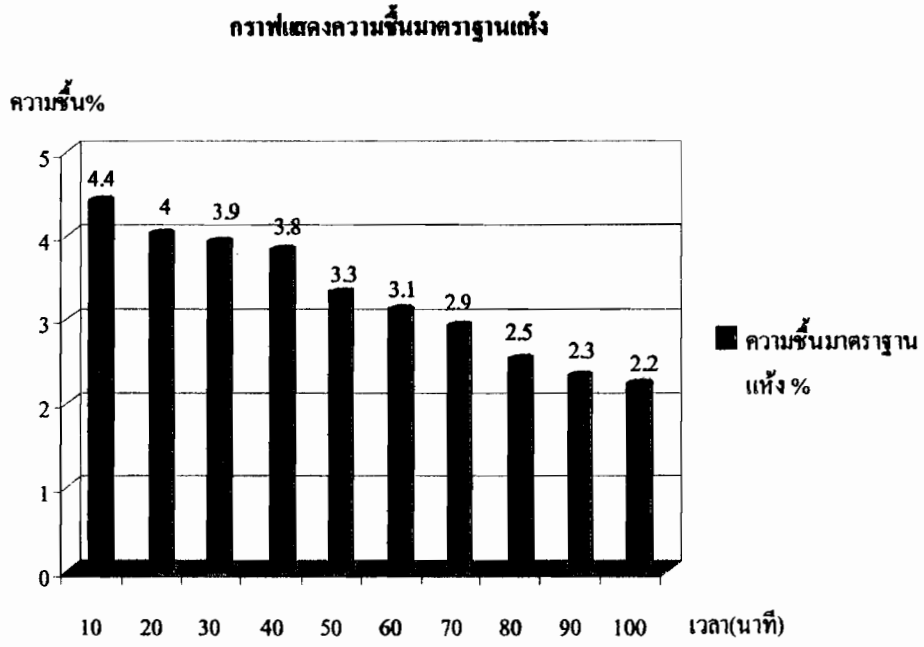
จากตารางที่ 4.2 ผลการตากแดดตั้งแต่เวลา 12.30-14.10 นาฬิกา น้ำหนักเนื้อหมู 2,000 กรัม เวลาในการอบแห้งเนื้อ หมู 100 นาที น้ำหนักเนื้อหมูหลังการอบแห้งจะเหลือ 1,500 กรัม เนื้อหมูจะแห้งใช้ได้ ความชื้นของเนื้อหมูจะเหลือ 2.2 % ได้ข้อมูลจากแบบสอบถามพ่อค้าขายเนื้อหมูแดดเดียว ถ้าอบแห้งเนื้อหมูเกิน 100 นาที เนื้อหมูจะแห้งเกินไป



รูปที่ 4.4 น้ำหนักเนื้อหมูจากการทดลองตากแดดตั้งแต่เวลา 12.30-14.14 นาฬิกา



รูปที่ 4.5 อุณหภูมิจากการทดลองตากแดดตั้งแต่เวลา 12.30-14.14 นาฬิกา

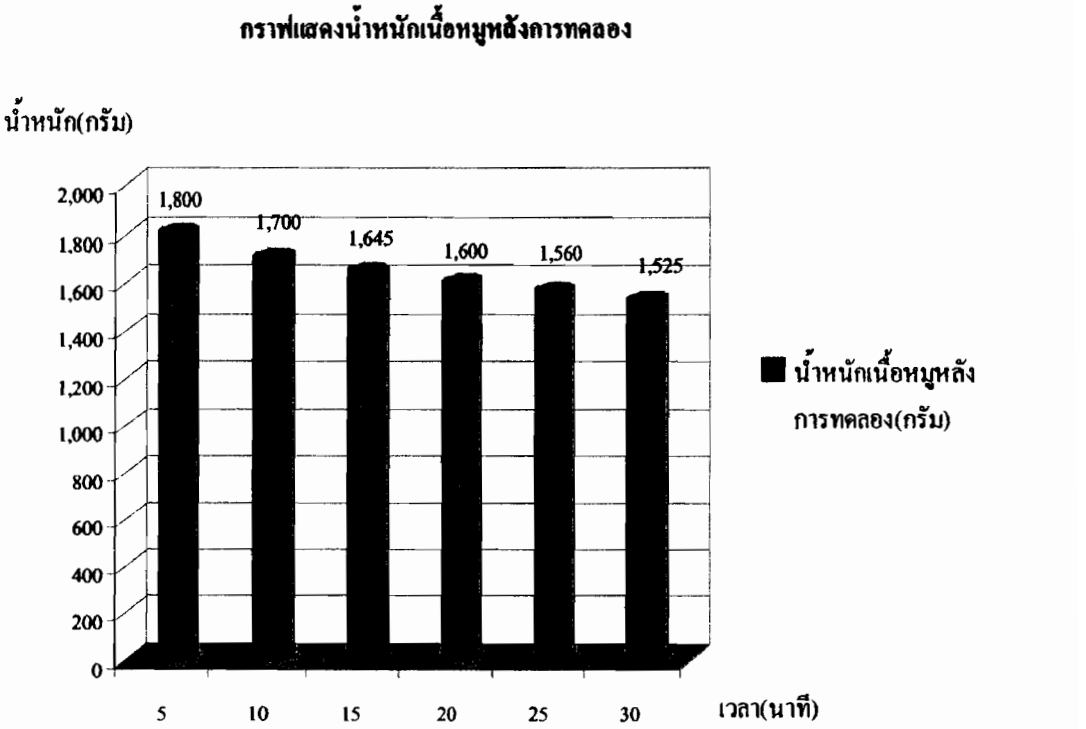


รูปที่ 4.6 ปริมาณความชื้นที่ลดลงจากการทดลองตากแดด

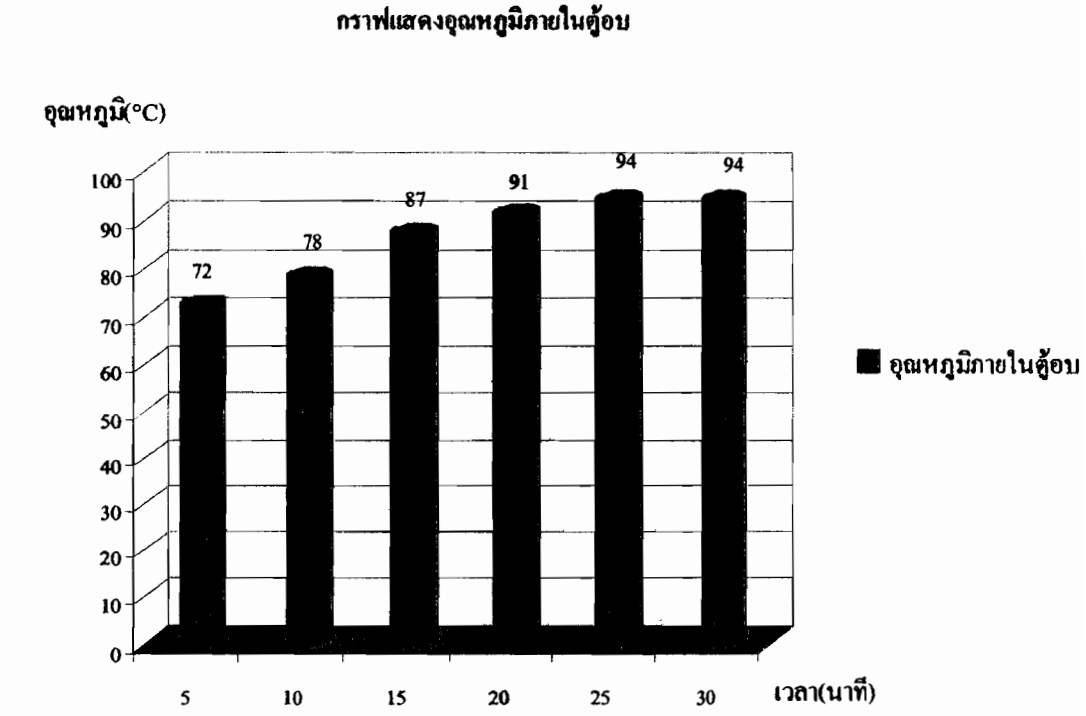
ตารางที่ 4.4 แสดงการอบด้วยพลังงานเสริมจากก๊าซ LPG+ ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ น้ำหนักเนื้อ หมู 2,000 กรัม เร่งแก๊สหมายเลข 1 เวลาในการอบ 12.30- 13.00 นาฬิกา

เวลา(นาที)	น้ำหนักเนื้อหมูหลังการทดลอง (กรัม)	อุณหภูมิภายในตู้อบ (°C)	อุณหภูมิภายนอกตู้อบ (°C)	สภาพเนื้อหมู	ความชื้นมาตราฐานแห้ง%	อัตราการอบแห้งg/min
0	2,000	39	38	เหมือนเดิม	-	0
5	1,790	75	38	เริ่มแห้ง	9	42
10	1,660	82	38	แห้ง	7.8	34
15	1,590	90	39	แห้ง	4.4	27.3
20	1,555	93	39	แห้งใช้ได้	2.2	22.25
25	1,530	95	39	แห้งเกิน	1.7	18.8
30	1,510	97	39	แห้งเกิน	1.5	16.33

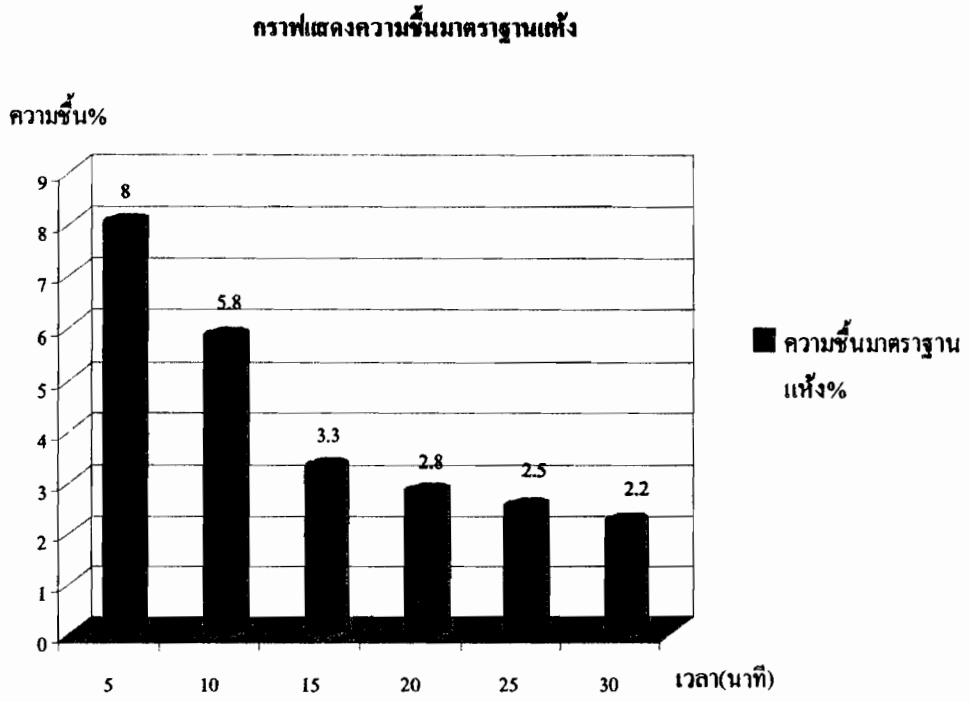
จากตารางที่ 4.4 การอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ + ก๊าซ LPG ตากแดด ตั้งแต่เวลา 12.30 – 12.50 นาฬิกาน้ำหนักเนื้อหมู 2,000 กรัม เวลาในการอบแห้งเนื้อหมู 20 นาที น้ำหนักเนื้อหมูหลังการอบแห้งจะเหลือ 1,555 กรัม เนื้อหมูจะแห้งใช้ได้ ความชื้นของเนื้อหมูจะเหลือ 2.2 %ได้ข้อมูลจากแบบสอบถามพ่อค้าขายเนื้อหมูแดดเดียว ถ้าอบแห้งเนื้อหมูเกิน 20 นาที เนื้อหมูจะแห้งเกินไป



รูปที่ 4.7 น้ำหนักเนื้อหมูจากการทดลองอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์+ก๊าซLPG ตากแดด



รูปที่ 4.8 อุณหภูมิจากการทดลองอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์+ก๊าซLPG ตากแดด

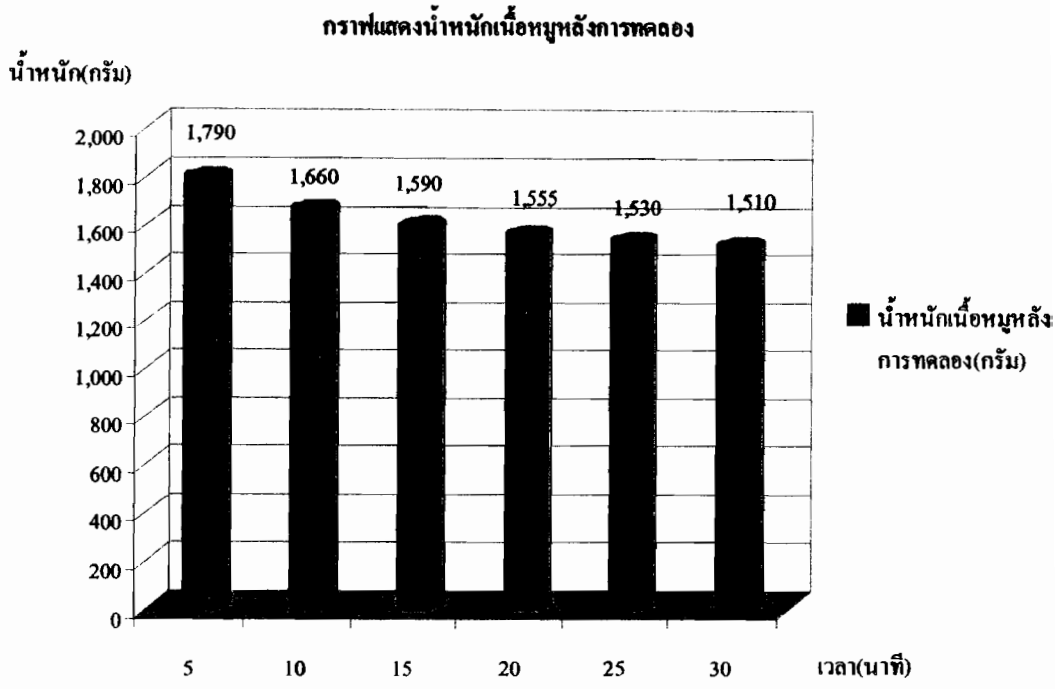


รูปที่ 4.9 ปริมาณความชื้นที่ลดลง

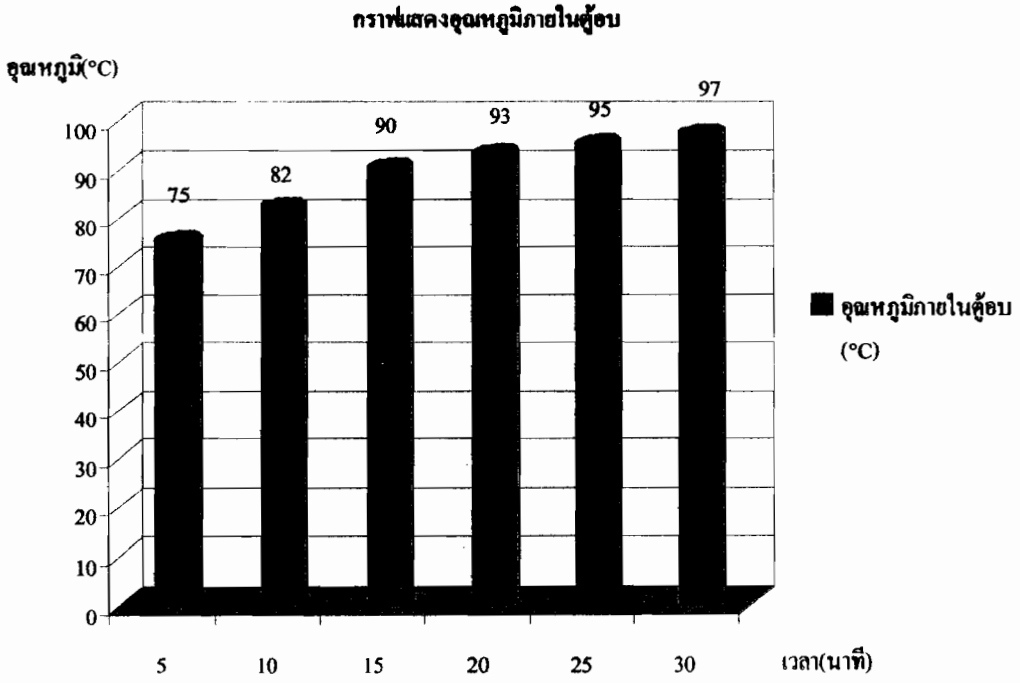
ตารางที่ 4. 3 แสดงการอบด้วยพลังงานเสริมจากก๊าซ LPG+ ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ น้ำหนักเนื้อ หมู 2,000 กรัม เร่งแก๊สหมายเลข 1 ในการอบในที่ร่ม

เวลา(นาที)	น้ำหนักเนื้อหมูหลังการทดลอง(กรัม)	อุณหภูมิภายในตู้อบ (°C)	อุณหภูมิภายนอกตู้อบ (°C)	สภาพเนื้อหมู	ความชื้นมาตราฐานแห้ง%	อัตราการอบแห้งg/mim
0	2,000	39	38	เหมือนเดิม	-	0
5	1,800	72	38	เหมือนเดิม	8	40
10	1,700	78	38	เริ่มแห้ง	5.8	30
15	1,645	87	38	เริ่มแห้ง	3.3	23.6
20	1,600	91	38	แห้ง	2.8	20
25	1,560	94	39	แห้ง	2.5	17.6
30	1,525	94	39	แห้งใช้ได้	2.2	15.8

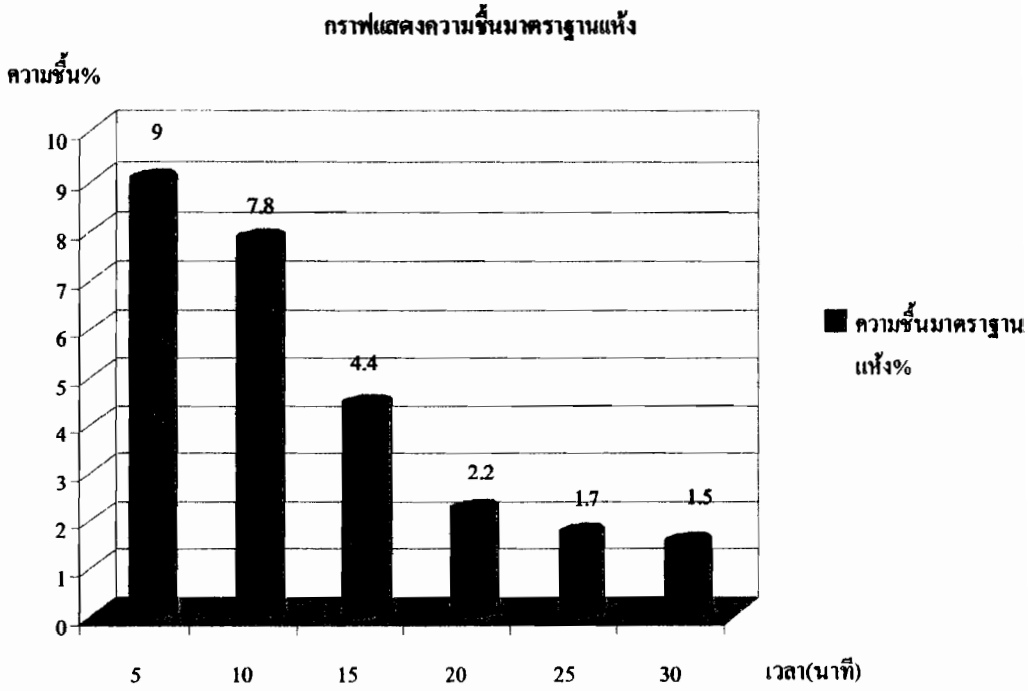
จากตารางที่ 4.3 การอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ + ก๊าซLPG ในที่ร่ม น้ำหนักเนื้อหมู 2,000 กรัม เวลาในการอบแห้งเนื้อหมู 30 นาที น้ำหนักเนื้อหมูหลังการอบแห้งจะเหลือ 1,525 กรัม เนื้อหมูจะแห้งใช้ได้ ความชื้นของเนื้อหมูจะเหลือ 2.2% ได้ข้อมูลจากแบบสอบถามพ่อค้าขายเนื้อหมูแคดเดียว ถ้าอบแห้งเนื้อหมูเกิน 30 นาที เนื้อหมูจะแห้งเกินไป



รูปที่ 4.10 น้ำหนักเนื้อหมูจากการอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์+ก๊าซLPG ในที่ร่ม



รูที่4.11 อุณหภูมิภายในตู้อบจากการอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์+ก๊าซLPG ในที่ร่ม



รูปที่ 4.12 ปริมาณความชื้นที่ลดลง

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบการอบแห้งในแต่ละชนิด

รายการ	เวลาในการอบแห้ง(นาที)	น้ำหนักเนื้อหมูหลังการอบแห้ง(กรัม)	ความชื้นมาตรฐานแห้ง%
1. อบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์	70	1,525	2.2
2. การตากแดด	100	1,500	2.2
3. อบด้วยพลังงานเสริมจากก๊าซ LPG+ ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ในที่ร่ม	30	1,525	2.2
4. อบด้วยพลังงานเสริมจากก๊าซ LPG+ ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ตากแดด	20	1,555	2.2

4.4 สรุปแบบสอบถามข้อมูลของเนื้อหมูหลังการอบแห้ง

จากที่ได้ข้อมูลจากพ่อค้า แม่ค้า ขายเนื้อแดดเดียว ได้ให้ข้อมูลของเนื้อหมูที่นำจะมาทำการตากแดดจะต้องหั่นให้บางที่สุด ประมาณ 3 มิลลิเมตร เพื่อให้เนื้อแห้งเร็ว เนื้อหมูที่ตากแดดจะไม่ให้แห้งจนเกินไป เพราะจะทำให้น้ำหนักของเนื้อยุบมากเมื่อนำไปขายจะขาดทุนจะใช้เวลาในการตากแดดประมาณ 80-100 นาที

จากที่ได้ทำแบบสอบถามพ่อค้า แม่ค้า พบว่าเนื้อหมูที่อบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ในเวลา 70 นาที ระดับความคิดเห็นคือ ดีที่สุด เนื้อหมูที่อบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ + ก๊าซLPGในที่ร่ม เวลา 30 นาที ระดับความคิดเห็นคือ ดีมาก เนื้อหมูที่อบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ + ก๊าซLPG ตากแดด เวลา 20 นาที ระดับความคิดเห็นคือ ดีมาก ส่วนเนื้อหมูที่ตากแดดในเวลา 100 นาทีระดับความคิดเห็นคือ ดี จากความคิดเห็นของพ่อค้า แม่ค้า พบว่า เนื้อหมูที่อบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ในเวลา 70 นาที อยู่ในระดับที่ดีที่สุด ที่มาจากภาคผนวก จ

ตารางที่4.6 แสดงค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของพ่อคา แม่ค้า

รายการ	ค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น
1. เนื้อหมูที่อบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ในเวลา 70 นาที	ดีที่สุด
2. เนื้อหมูที่อบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ + ก๊าซLPG ในที่ร่ม เวลา 30 นาที	ดีมาก
3. เนื้อหมูที่อบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ + ก๊าซLPG ตากแดด เวลา 20 นาที	ดีมาก
4. เนื้อหมูที่ตากแดดในเวลา 100 นาที	ดี

4.5 เปรียบเทียบเชิงเศรษฐ์ศาสตร์

4.5.1 ค่าใช้จ่ายวัตถุดิบ

1. เนื้อหมู 2 กิโลกรัม ๆ ละ 80 บาท

2. แก๊ส 1 ถัง 275 บาท ใช้แก๊สในแต่ละครั้ง 0.5 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน 9 บาท ต่อครั้ง

4.5.2 ราคาในการขาย

1. ขีดละ 16 บาท

4.5.3 ระยะเวลาในการคืนทุน

1. ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซLPG ราคาตู้ 12,000 บาท

2. การอบเนื้อหมูในแต่ละครั้งจะอบได้ 2 กิโลกรัม เมื่ออบแห้งแล้วน้ำหนักจะเหลือประมาณ 1 กิโลกรัม 6 ขีด คิดเป็นเงิน 256 บาท หักค่าเนื้อหมู 160 บาท จะเหลือ 96 บาท ในหนึ่งวันจะอบเนื้อหมูได้ประมาณ 16 กิโลกรัมคิดเป็นเงิน 768 บาท ต่อวัน ในหนึ่งเดือนจะได้เงิน 23,000 บาท ประมาณ 16 วัน ก็จะได้ต้นทุนในการสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลองโดยการอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

ผลการทดลองอบเนื้อหมูในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าเวลาที่เหมาะสมในการอบเนื้อหมูให้แห้งเร็ว จะต้องอบตั้งแต่เวลา 12.00 นาฬิกาเป็นต้นไปเพราะว่าอุณหภูมิในช่วงนี้จะสูงและประหยัดเวลา ใช้เวลาในการอบแห้งเนื้อหมูประมาณ 70 นาที ความชื้นของเนื้อหมูที่อบแห้งจะลดเหลือ 2.2 % เนื้อหมูที่อบแห้งในตู้อบต้องไม่เกิน 70นาที เพราะถ้าเกิน 70 นาทีเนื้อหมูจะแห้ง และ แข็งเกินไป

5.2 สรุปผลการทดลองโดยการอบด้วยก๊าซหุงต้ม

ผลการทดลองอบเนื้อหมูด้วยก๊าซหุงต้มจะใช้เป็นพลังงานเสริมของการอบแห้ง อุณหภูมิภายในตู้อบจะต้องไม่ให้เกิน 100 องศาเซลเซียส เร่งความแรงของแก๊สที่เลข 1 อุณหภูมิภายในตู้อบจะพอดีกับการอบ เพราะถ้าเร่งแก๊สที่หมายเลข 2 อุณหภูมิภายในตู้อบจะเกิน 100 องศาเซลเซียส จะทำให้เนื้อหมูที่อบจะแห้งเฉพาะภายนอก การใช้แก๊สในการอบแห้งถ้าจะให้ประหยัดเวลามากยิ่งขึ้นควรนำตู้อบมาตากแดดด้วย เพราะอุณหภูมิภายในตู้อบก็สูงอยู่แล้วเมื่อนำแก๊สหุงต้มมาอบร่วมกันจะประหยัดแก๊สในการอบ เพราะไม่ต้องเร่งแก๊สแรง ใช้เวลาในการอบ 20-30 แล้วแต่อุณหภูมิของแสงแดดในช่วงนั้นๆ ความชื้นที่เหมาะสมของเนื้อที่อบแห้งจะอยู่ในช่วง 2.2 %

5.3 สรุปผลการทดลองโดยการตากแดด

ผลการทดลองโดยการตากแดดพบว่าอุณหภูมิของการตากแดดจะอยู่ในช่วง 36-39 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะไม่คงที่ทำ ให้ความชื้นระเหยออกได้ช้า การตากแดดใช้เวลาประมาณ 100 นาที ความชื้นที่ได้คือ 2.2 % เนื้อจะแห้ง สีของเนื้อจะเป็นสีดำไม่น่ารับประทาน

5.4 เปรียบเทียบระหว่างการใช้ตู้อบและการตากแดด

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซ LPG ได้ออกแบบให้ประหยัดเวลาและปลอดภัยจากมด แมลง ที่จะมารบกวนเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วระหว่าง การใช้ตู้อบ กับการตากแดด พบว่าการอบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ จะประหยัดเวลาของการตากแดดได้ถึง 30 นาที ส่วนการอบด้วยก๊าซหุงต้มจะประหยัดเวลาของการตากแดดได้ถึง 70-80 นาที เนื้อหมูที่อบด้วยตู้อบจะมีสีออกเหลือง ดูนารับประทาน ส่วนเนื้อหมูที่ตากแดดจะออกสีดำ คล่ำ

5.5 วิจารณ์ผลการทดลอง

เนื่องจากในขณะที่ทำการทดลองทางผู้จัดทำได้ทดลองอบเฉพาะเนื้อหมู แต่คาดว่าน่าจะอบเนื้อประเภทอื่นๆ และ สมุนไพรได้จริง ทางผู้จัดทำยังไม่ได้ทำการทดลอง ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับ ก๊าซ LPG มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดีคือ ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งที่สะอาดจากฝุ่นละอองและแมลง ประหยัดเวลาในการตากแดด ข้อเสีย ในการปรับอัตราเร่งของแก๊สยังไม่เหมาะสมกับการอบ

5.6 ข้อเสนอแนะ

1 เนื่องจากตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ ร่วมกับ ก๊าซ LPGใช้ต้นทุนในการผลิตสูงควรพัฒนา ให้ตู้อบมีต้นทุนที่ต่ำ เช่น หาวัสดุอุปกรณ์ที่เหลือใช้มาดัดแปลงเพื่อประหยัดต้นทุนในการผลิต

2 ควรทดลองอบแห้งผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น เพื่อศึกษาอัตราการอบแห้ง และ ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม

บรรณานุกรม

[1] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์,2535, **การอบแห้งเมล็ดธัญพืช**,คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, พิมพ์ครั้งที่ 5, 378 หน้า.

[2] วิวัฒน์ คล่องพานิช และ ชลทิศ ศรีสัตบุตร,2533, **รายงานการวิจัยการศึกษาการอบแห้งลำไยโดยใช้ก๊าซหุงต้ม**, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 36 หน้า.

[3 http://www.lesa.in.th/atmosphere/airmoisture/atmmoisture.htm

[4] Frank Kreithh & William Z. Biack, **Basic Heat Transfer**, Harper & Row, Publisher, New York,1980.

[5]http:// www.lesaproject.com/journais/pakpeaw

[6] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์,2540, **การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท**, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 338 หน้า

[7] www.web. ku. Ac. th

[8] http:// teacher. Stjohn. ac. th

[9] www. Thaigoodview. com

[10] ภรต กุญชร ณ อยุธยา, และ คณะ, 2526, **การออกแบบและทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์**,รายงานผลการวิจัยภาควิชาวิศวกรรมเกษตรคณะวิศวกรรมศาสตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 65 หน้า

[11] สุเมธ สุพิชญางกูร, พัลลภ กระต่ายทอง และศิโรจน์ ดุละลัมพะ, 2527, **"การออกแบบและปรับปรุงเครื่องอบแห้งสัตว์น้ำพลังแสงแดด"**, รายงานประจำปี 2527 กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, หน้า 113-119.

[12] ณัฐวุฒิ ดุษฎี, และจงจิตร์ หิรัญลาภ,2535, **"การอบแห้งกล้วยน้ำว้าโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเสริม"** การประชุมวิชาการเรื่องความก้าวหน้าทางวิศวกรรมเคมี, 25-26มิถุนายน 2535, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 15 หน้า.

[13] จงจิตร์ หิรัญลาภ, วารุณี เตีย, เสริม จันทร์ฉาย และศิรินุช จินดารักษ์, 2538, **การพัฒนาการอบแห้งปลาหมึกด้วยเครื่องอบแห้งแบบโมดุล"** วิศวกรรมสาร"ฉบับวิจัยและพัฒนา" . ปีที่ 6.ฉบับ 2.หน้า 11

[14] จงจิตร์ หิรัญลาภ, **กระบวนการพลังงานแสงอาทิตย์ในรปความร้อน**. 2542. ศนย์วิจัยวิทยาศาสตร์