

# การทำเตาประสิทธิภาพสูง

เพื่อใช้กับเชื้อเพลิงถ่านและไม้ขนาดเล็ก



การจัดการความรู้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม้ขนาดเล็กและของป่า

โดย : สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้

กรมป่าไม้ สังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



## บทนำ



ไม้เป็นพลังงานที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวันของคนไทยมาตั้งแต่อดีตกาล ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีการพัฒนาแหล่งกำเนิดพลังงานด้านต่างๆ ตลอดจนการนำเอาเชื้อเพลิงอื่นๆ มาทดแทนไม้ฟืน เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ ไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์จากน้ำมันปิโตรเลียม คือ ถ่านหิน และแก๊สหุงต้ม แต่แหล่งพลังงานเหล่านี้เป็นพลังงานที่มนุษย์ไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้และนับวันจะหมดไป ในขณะที่ไม้และเศษวัสดุทางการเกษตร เช่น แกลบ ชังข้าวโพด ชานอ้อย เป็นพลังงานที่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ ซึ่งเราเรียกว่าเป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy)

ปริมาณการใช้ไม้ฟืน และถ่านในปี พ.ศ. 2546 จากรายงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานคิดเป็นปริมาณถึง 10,418 ล้าน กก. และ 3,448 ล้าน กก. ซึ่งเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงการใช้ไม้อย่างมาก ซึ่งหากไม่มีการวางแผนการพัฒนาฟืนฟูและจัดการแหล่งพลังงานไม้ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการแล้วปัญหาการขาดแคลนไม้ก็จะเกิดขึ้นแน่นอน

แนวทางหนึ่งของการใช้พลังงานจากไม้อย่างถูกต้องคือการปรับปรุงเตาหุงต้มที่เกือบทุกครัวเรือนต้องใช้ให้ประหยัดพลังงาน สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อย กรมป่าไม้ โดยสำนักวิจัยการจัดการป่าไม้ และผลิตผลป่าไม้ ได้ทำการวิจัยและออกแบบเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 จนถึงปัจจุบัน มีเตาประสิทธิภาพสูงจำนวน 5 รูปแบบ ทำการส่งเสริมและเผยแพร่ให้แก่โรงงานผู้ผลิตเตาและผู้ใช้โดยสามารถซื้อไปใช้ได้ ในราคาตั้งแต่ 120 - 700 บาท (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเตาและโรงงาน โดยเตาถ่านและเตาฟืนราคาถูกละ 150-180 บาท เตาใช้วัสดุการเกษตรแบบมีปล่องหรือเตาเศรษฐกิจถูกละ 700 บาท เตาใช้วัสดุการเกษตรแบบไม่มีปล่องถูกละ 300 บาท และเตาใช้เชื้อเพลิงอัดแท่งถูกละ 180 บาท)

## พลังงานชีวมวล

ชีวมวล หมายถึง สิ่งที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ อ้อย มันสำปะหลัง ถ่านฟืน แกลบ วัชพืช ต่างๆ หรือแม้กระทั่งขยะและมูลสัตว์

ประเทศไทยมีแหล่งพลังงานประเภทนี้อยู่มาก หากเราหันมานิยมใช้พลังงานประเภทนี้แสวงหาการใช้ในหลากหลายรูปแบบเพิ่มขึ้น และรู้จักใช้อย่างมีประสิทธิภาพ เราจะสามารถลดการใช้พลังงานด้านอื่น อาทิ พลังงานจากน้ำมัน ไฟฟ้า แก๊ส ถ่านหิน ฯลฯ ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และช่วยลดการสูญเสียเงินตราของประเทศในการนำเข้าเชื้อเพลิงดังกล่าว



เครื่องผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวล

ดังนั้นการคิดค้นและพัฒนาการนำชีวมวลมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ จึงเป็นการแสวงหาหนทางใหม่ในการใช้พลังงานเพื่ออนาคต ในขณะที่เดียวกันก็ต้องพยายามลดความสูญเสีย และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานด้วยเช่นกัน ตัวอย่างของเทคโนโลยีพลังงานชีวมวลได้แก่ การผลิตเชื้อเพลิงเหลว (Liquidification Technology) การผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) การผลิตก๊าซโดยการหมัก (Anaerobic Digestion) เตาแก๊สชีวภาพและการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง

## เรานำพลังงานชีวมวลมาใช้ได้อย่างไร ?

เราสามารถนำพลังงานจากชีวมวลมาใช้ได้โดยกระบวนการที่ใช้ความร้อนและกระบวนการทางชีวภาพ

การใช้พลังงานชีวมวลโดยกระบวนการที่ใช้ความร้อนเราจะเห็นได้ทั่วไปในลักษณะของการนำถ่านไม้หรือฟืนมาจุดไฟ เพื่อให้เกิดความร้อนสำหรับนำไปใช้ในการหุงต้มอาหารหรือประโยชน์ในด้านอื่นๆ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันคือ การขาดแคลนทรัพยากรป่าไม้ ถ่านและฟืนหาได้ยากและมีราคา

แพงขึ้นดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องพัฒนาการใช้พลังงานจากชีวมวลให้มีประสิทธิภาพสูงสุดให้มีการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์น้อยที่สุด



ตัวอย่างเชื้อเพลิงชีวมวล

## เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

เตาเป็นอุปกรณ์สำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้พลังงานชีวมวล จึงได้มีการพัฒนาเตาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เราได้นำเตาหุงต้มที่ใช้กันทั่วไปหรือที่เรียกว่า ‘เตาอั้งโล่’ มาพัฒนาเป็นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง ให้มีลักษณะรูปร่างเพรีชิว น้ำหนักเบา สะดวกในการเคลื่อนย้าย ปากเตาลาดเอียง สามารถวางหม้อหุงต้มได้ถึง 9 ขนาด ตั้งแต่เบอร์ 16-32 ปรับปรุงให้ช่องใส่ถ่านมีขนาดพอเหมาะสำหรับการปรุงอาหาร เพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงมากเกินไปจนสิ้นเปลือง ขอบเตาเสมอกันโดยรอบ มีฉนวนกันความร้อนอย่างหนา อยู่ระหว่างตัวเตากับเปลือกเตา เพื่อลดการสูญเสียความร้อนไปยังอากาศภายนอกโดยเปล่าประโยชน์

นอกจากนี้ การพัฒนาให้รูปร่างมีขนาดเล็กและเร็วเพื่อให้สามารถดูดอากาศได้ดีคล้ายปล่องควัน จะช่วยให้ไฟติดง่ายและเร็ว การเผาไหม้สมบูรณ์และให้ความร้อนสูง



## รูปแบบเตาประสิทธิภาพสูง

### เตาหุงต้มประหยัดพลังงานของกรมป่าไม้



#### เตาถ่าน ปม.1

ใช้กับเชื้อเพลิงถ่าน ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ย 32% ในขณะที่เตาที่องค์ตลาดเฉลี่ย 24%



#### เตาฟืน ปม.2

ใช้กับเชื้อเพลิงท่อนที่เป็นไม้ฟืนขนาดเล็ก ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ย 26% ในขณะที่เตาที่องค์ตลาดเฉลี่ย 20%



#### เตาใช้วัสดุการเกษตรแบบมีปล่อง ปม.3

ใช้กับเชื้อเพลิงที่เป็นวัสดุทางการเกษตร เช่น แกลบดิน ชังข้าวโพด ฟางแห้ง กะลามะพร้าว ใบไม้แห้ง ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ย 18% ในขณะที่เตาที่องค์ตลาดเฉลี่ย 12%



เตาใช้วัสดุการเกษตรแบบไม่มีปล่อง ปม.4 ใช้กับเชื้อเพลิงที่เป็นวัสดุทางการเกษตรเช่นเดียวกับเตา ปม.3 ประสิทธิภาพการใช้งานเฉลี่ย 15%



#### เตาใช้วัสดุอัดแท่ง ปม.5

ใช้กับเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นก้อนหรือเป็นแท่ง เช่น ถ่านอัดแท่ง เชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุการเกษตร และไม้ฟืนท่อนสั้น

## วิธีสร้างเตาประสิทธิภาพสูง (อังโล่ถ่าน-ฟืน)

### วิธีสร้างเตาอังโล่ถ่านปม. 1 และเตาฟืน ปม.2

#### 1. วิธีหาแหล่งดิน

การหาแหล่งดินมีส่วนสำคัญต่อการนำมาทำเครื่องปั้นดินเผา เมื่อดูกันธรรมดาแล้วก็คิดว่าดินทั่วไปจะเอามาทำได้ แต่เมื่อนำมาปั้นเอาเข้าเตาเผาไฟก็จะแตกทันที ทั้งนี้เนื่องมาจากดินหลายชนิดไม่ได้มีส่วนผสมให้ถูกส่วนนั่นเอง

แหล่งดินที่นำมาทำเตาหุงต้มได้ดินนั้นได้มาจากที่ราบลุ่มท้องทุ่งนาในหนองน้ำโดยการทดลองของคนโบราณที่ทำสืบทอดกันมา หรือ อาจใช้ดินเหนียวที่ตกตะกอนตามที่ราบต่ำริมแม่น้ำ หรือตามหนองน้ำ



#### ตัวอย่างดินที่ใช้ทำเตา

การเก็บดิน ดินเหนียวที่ขุดได้ตามท้องนา จะต้องขุดลึกลงไปประมาณ 0.50-1.00 เมตร หรือมากกว่า ดินเหนียวมีสีต่างๆกัน เช่น สีเทา สีเทาแก่ ดินที่มีสีเทาอ่อนเวลาเผาแล้วมักจะกลายเป็นสีเหลืองหม่น หรือจะเป็นสีเทาดินเหนียวชนิดนี้เมื่อนำมาผสมกับวัสดุอื่นจะทำให้เกิดความเหนียวและขึ้นรูปได้ดี

เมื่อได้แหล่งดินแล้ว ก็เตรียมขุดขึ้นมากองไว้ และตรวจดูเสียก่อน ถ้าเห็นว่าถูกต้องก็ขนมาเก็บไว้ในโรงเก็บดิน ใต้ถุน หรือสถานที่ที่พอเก็บได้ เอาผ้าใบคลุมหรือพลาสติก อย่าให้เปียกน้ำ เพราะต้องการให้ดินที่จะทำนั้นแห้งเสียก่อน ดินที่ขุดขึ้นใหม่ๆ ไม่สามารถนำมาทำเตาได้ ต้องผ่านการหมักหรือแช่น้ำ

#### 2. การเตรียมดิน

ดินที่จะนำมาเป็นดินเชื้อ หรือนำมาปั้น จะต้องเลือกเอาดินสะอาด อย่าให้มีก้อนหินหรือเศษใบไม้ปะปน ถ้าก้อนหินใหญ่ควรทุบเป็นก้อนเล็กๆ นำไปผึ่งแดด

เมื่อดินแห้งดีแล้ว ให้นำไปแช่น้ำในถังหรือในบ่อที่เตรียมไว้ แช่ดินในน้ำ ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง หรือ 1 วัน จนดินละลายน้ำอย่างทั่วถึง ก็ใช้ได้



การหมักดิน



การย่ำดิน

### 3. การทำดินเชื้อ

ดินเหนียวธรรมชาติ ไม่อาจนำมาทำเครื่องปั้นดินเผาหรือเตาได้เลย เพราะดินเหล่านั้นไม่สามารถทนความร้อนสูงได้นั่นเอง ดังนั้น ก่อนที่จะทำเตา จะต้องมีการทดลองหลาย ๆ วิธี เช่น ผสมทราย ผสมแกลบ หรืออื่นๆ เพื่อให้ดินมีคุณภาพเหมาะสมในการทำเตา จนในที่สุดช่างผู้ทำก็สามารถรู้วิธีใช้ดินเชื้อเข้ามาผสม (ภาคอีสานเรียก ขมูก) โดยใช้ดินเหนียวผสมกลบในอัตราส่วนที่เท่ากัน ปั้นเป็นก้อนแล้วนำไปเผาไฟให้สุก จะได้ดินเชื้อตามต้องการ (ดินบางแห่งอาจผสมขี้เถ้าแกลบใช้ปั้นเตาได้ แต่จะไม่แข็งแรงเท่ากับดินที่ผสมดินเชื้อ)



ดินเชื้อ



การเผาดินเชื้อ

### 4. วิธีการเผาดินเชื้อ

เรียงฟืนให้มีพื้นที่พอกับก้อนดินเชื้อที่จะเผา นำดินเชื้อตั้งเรียงบนกองฟืน จุดไฟเผาโดยใช้ฟางคลุมข้างบน เผาจนดินสุกใช้ได้ ใช้เวลาเผาประมาณ 12 ชั่วโมง

### 5. วิธีการเก็บ ทูบ และร่อนดินเชื้อ

เมื่อดินเชื้อสุกแล้ว ทำการเก็บใส่ภาชนะ ใช้ไม้หรือใส่ครกตำให้ละเอียด เพื่อให้ดินเชื้อผสมกับดินได้ดีจะต้องใช้ตะแกรงร่อนดินเชื้อ เตรียมไว้ให้เพียงพอกับการที่จะปั้นเตาได้ครั้งละไม่น้อยกว่า 50-80 ลูก เพราะการเผาดินเขื่อนั้นจะต้องเสียเวลา เสียทั้งไม้ฟืนที่จะทำการเผา แต่ครั้งเดียว

## 6. การผสมดินและการนวดดิน



เครื่องผสมดิน

ตักดินที่แช่น้ำเตรียมไว้แล้วผสมกับดินเชื้อ นวดให้เข้ากันดี อัตราส่วนดินเหนียว 1 ส่วน กับดินเชื้อ 1 ส่วน ในขณะที่นวดใช้น้ำพรมเล็กน้อย นวดให้ดินเข้ากันดี แล้วปั้นเป็นก้อนขนาดเท่ากับการปั้นเตาได้ครั้งละ 1 ลูก

ดินที่ปั้นเป็นก้อนแล้ว จะต้องทำรูปทรงกระบอก (โกลน) โดเท่ากับแม่แบบพิมพ์ โดยใช้มือทั้งสองข้างเปิดดินออกทั้งสองด้าน เพื่อเตรียมขึ้นแม่แบบพิมพ์ทำการปั้นต่อไป

## 7. การประกอบแม่แบบพิมพ์

แม่แบบมี 2 ประเภท คือแม่แบบพิมพ์ภายนอกและแม่แบบพิมพ์ภายใน โรงงานเตาส่วนใหญ่จะใช้แม่พิมพ์เตาภายนอก ส่วนโรงงานเตาร้อยเอ็ด จะใช้แม่พิมพ์เตาภายใน ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงแม่พิมพ์เตาภายใน

แม่แบบพิมพ์ของเตาอั้งโล่ถ่าน-ฟืน ประกอบด้วยชิ้นส่วนดังนี้

1. แม่แบบพิมพ์ปากเตา	1	ชิ้น
2. แกนกลาง	1	ชิ้น
3. ตัวเตา	8	ชิ้น
4. ก้นเตา	3	ชิ้น

ชิ้นส่วนเหล่านี้ช่างผู้ทำจะต้องเตรียมไว้ก่อน นำมาประกอบเข้าด้วยกัน รััดด้วยยางให้แน่น ยกขึ้นสวมบนแท่นหมุน ซึ่งทำด้วยวงล้อรถจักรยาน



แม่พิมพ์เตาภายใน



แม่พิมพ์เตาภายนอก



## 8. การปั้น การตีเข้ารูปทรง และการปรับแต่งเตาอังโล่ถ่าน

ยกดินที่โคลนไว้ สวมบนแม่แบบพิมพ์ ใช้มือกดและใช้ไม้ตีให้ดินแนบสนิทกับแม่แบบ โดยรอบ เมื่อทุกส่วนเสมอกันแล้ว ใช้มีดและเครื่องมือปาดดินส่วนที่ไม่ต้องการออก



เตาที่ปั้นแล้ว จะใช้เครื่องวัดขนาดสูง 27 เซนติเมตร ส่วนกว้างของก้นเตา 20 ซม. ส่วนหนาของผนังเตา 2 ½ เซนติเมตร เมื่อได้ขนาดตามที่ต้องการแล้ว ทำการยกลงจากแม่แบบเป็นหมุนได้

## 9. การปั้น เตาอังโล่ฟีน

มีวิธีทำเหมือนกันกับการปั้นเตาอังโล่ถ่านจะต่างกันก็ตรงขนาดใหญ่กว่าและรูปทรงจะตั้งตรงเท่านั้น

## 10. การถอดแม่แบบพิมพ์ออก

ทั้งเตาอังโล่ถ่าน-ฟีน มีวิธีถอดแบบเดียวกัน โดยยกส่วนที่ปั้นเสร็จแล้วออกจากแม่แบบ หางยเตาขึ้น ใช้มือกดแกนกลางไว้ ยกแบบปากเตาออก ต่ไปถอดแกนกลาง แบบขึ้นส่วนตัวเตา และขึ้นส่วนก้นเตาออกจนหมด จะได้เตาดินที่มีรูปทรงถูกต้องตามแบบทุกประการ



เตาที่ถอดพิมพ์ ออกแล้ว

## สัดส่วนเตาอังโล่ถ่าน

ปากเตาวัดผ่าศูนย์กลาง	30	เซนติเมตร
ส่วนสูงของตัวเตา	27	เซนติเมตร
เส้าสูง	1	เซนติเมตร
เส้ายาว และ ลาดเอียง	10	เซนติเมตร
ภายในลึก	15	เซนติเมตร



### สัดส่วนเตาอั้งโล่ฟืน

ปากเตาวัดผ่าศูนย์กลาง	28	เซนติเมตร
ส่วนสูงของตัวเตา	23	เซนติเมตร
เส้าสูง	1	เซนติเมตร
เส้ายาว และ ลาดเอียง	5	เซนติเมตร
ภายในลึก	16	เซนติเมตร

### 11. การแต่งเส้าปากเตาและการเจาะหน้าเตา

เมื่อถอดแบบออกแล้ว จะปล่อยเตาไว้ให้ดินหมาดๆ ประมาณ 1-2 วัน ให้ทำการแต่งเส้าและปากเตา โดยใช้มีดปาดแต่ง จากนั้นก็วัดเจาะช่องหน้าเตาถ่านขนาด  $5 \times 14$  เซนติเมตร เตาฟืนเจาะเป็น 2 ช่อง ช่องใส่ฟืนขนาด  $8 \times 15$  เซนติเมตร ช่องเขี่ยขี้เถ้าออกขนาด  $4 \times 15$  เซนติเมตร

เตาที่ปั้นและถอดแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องเก็บไว้ในที่ไม่มีแสงแดด ผึ่งไว้ให้แห้งประมาณ 11-12 วัน เพื่อให้ความชื้นในดินแห้งสนิท จึงจะนำเข้าเผาตามวิธีของชาวบ้าน ซึ่งได้แก่การเผากลางแจ้ง และการเผาด้วยเตาเผาเตา ก็จะได้เตาอั้งโล่ถ่าน-ฟืน นำไปใช้ต่อไป



การปาดแต่งเส้าและปากเตา

## 12. การทำรังผึ้ง

1. ทำแม่พิมพ์วงกลมด้วยวงแหวน โลหะหรือทำด้วยไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม. หนา ขนาด 4 ½ เซนติเมตร นำดินเหนียวผสมกับดินเชื้อ 1 : 1 นวดให้เข้ากันดี นำดินลงแบบ ใช้มีดกดให้แน่น ปาดแต่งให้เรียบ และดินออกเป็นแผ่น ผึ่งไว้ 2 วัน เพื่อให้ดินหมาดใช้แม่แบบเจาะรูสำเร็จเป็นแบบเจาะ ตามรูที่กำหนด จะได้ 61 รู (คูรูปประกอบ) เมื่อเสร็จแล้วผึ่งไว้ย่ำให้ถูกแดดประมาณ 11 – 12 วัน ก็นำมา ประกอบเตาได้โดยไม่ต้องผ่านการเผา เพราะเมื่อรังผึ้งถูกความร้อนจากถ่าน รังผึ้งจะสุกและแข็งตัว

สำหรับรังผึ้งของเตาฟืนก็มีวิธีทำเหมือนกันกับรังผึ้งเตาถ่านจะต่างกันที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร หนาขนาด 2 ½ เซนติเมตร เจาะรู 37 รู และสิ่งที่สำคัญจะต้องนำเข้าเผาไฟ เพื่อให้รังผึ้ง แข็งแรงรับน้ำหนักของท่อนฟืนได้

## 13. การเผาเตาอั้งโล่ถ่าน-ฟืน



เอาเชื้อเพลิงวางข้างล่าง เรียงไม้ฟืนที่เตรียมไว้พอประมาณว่าจะใช้เผาเตาทั้งหมดได้สุก (เป็นวิธี ของช่างระดับชาวบ้าน) จากนั้นเรียงเตาที่จะเผาให้เป็นระเบียบและจุได้มากๆ จุดไฟเผา โดยใช้ฟางใส่ ข้างบน ควบคุมอย่าให้ไฟดับ ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง เตาจะสุกทั่วถึงกัน ปล่อยให้เย็นประมาณ 12 ชั่วโมง หรือ 1 คืน ก็ให้นำเตาออกได้ บางแห่งอาจใช้กลบหรือฟืนเผาในเตาเผา



การเผาเตากลางแจ้งและเผาในเตาเผา

## 14. การนำเตาไต้ถัง ไต้รังผึ้ง และยานวน

เตาที่เหมาะสมกับการใช้งานในครัวเรือนจะเสร็จสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อนำเตาเปลือยลงใส่ในถังเหล็ก ถังกะติ อลูมิเนียม หรือสแตนเลส ทั้งนี้เพื่อที่จะให้เตามีความแข็งแรง ทนทานยิ่งขึ้น ทั้งยังทำให้เกิดความสะอาดเรียบร้อยในครัวเรือน มีหูหิ้ว สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ประการสำคัญผนังเตาจะช่วยให้การควบคุมอุณหภูมิให้ความร้อนสูญเสียน้อยลง

### การนำเตาไต้ถัง

#### การบรรจุถังเตา

1. เตรียมถังที่จะใส่ให้มีขนาดใหญ่กว่าเตาเปลือยเล็กน้อย เจาะช่องให้ตรงกับหน้าเตาที่เป็นช่องใส่เชื้อเพลิงและช่องอากาศเข้าด้านล่าง
2. เอาดินเหนียวผสมซีเมนต์ 1 ส่วน ซีเมนต์ 12 ส่วน คลุกหรือย่ำให้เข้ากันดี ใส่ดินเหนียวไว้ที่ก้นเตาเล็กน้อย แล้วยกเตาเปลือยลงถัง เอาซีเมนต์ที่ผสมใส่ข้าง ๆ เตา ใช้ไม้กระทุ้งอัดให้แน่น เพื่อให้เตามีความทนทาน
3. ใช้ปูนซีเมนต์ผสมทรายละเอียด อัตราส่วน 1 ต่อ 1 ผสมน้ำแล้วยาแนวที่ขอบเตา ขอบปากเตา และช่องหน้าเตา

#### การไต้รังผึ้งและยานวน

1. นำรังผึ้งมาลองวางไว้ตรงกลางเตา ถ้าไม่พอดีให้ใช้มีดถาก
2. เนื่องจากรูรังผึ้งด้านบนและด้านล่างมีขนาดไม่เท่ากัน ให้วางรังผึ้งในลักษณะที่รูรังผึ้งที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่อยู่ด้านล่าง รูรังผึ้งที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กอยู่ด้านบน ทั้งนี้เพื่อมิให้เศษถ่านอุดตันรูรังผึ้ง



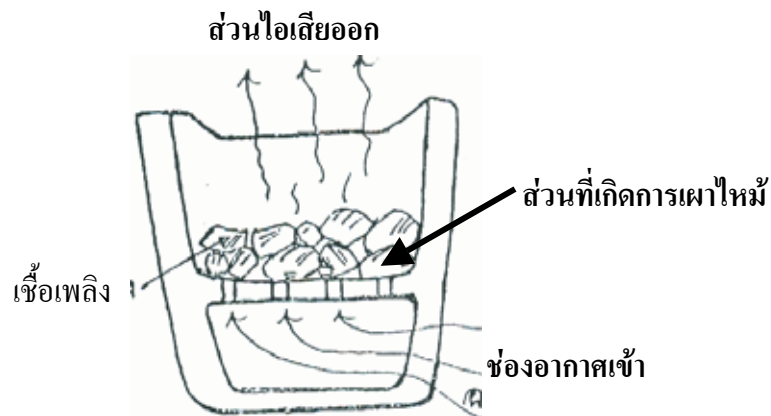
3. นำดินที่ผสมไว้ในอัตราส่วน ดินเหนียว 1 ส่วน ซีเมนต์ 5 ส่วน คลุกให้เข้ากันแล้วยาขอบรังผึ้งให้ติดกับเตา จากนั้นยาภายในเตาทั้งด้านบนและด้านล่าง เพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนไม่ให้เตาแตก
4. หากเตาหรือรังผึ้งมีการแตกหรือชำรุด ให้ใช้ส่วนผสมของดินเหนียว 1 ส่วนผสมกับซีเมนต์ 5 ส่วน ยารอยแตกหรือได้ประสานรอยร้าวได้



การอัดธัญเดา

### หลักในการพัฒนาเตาหุงต้มชีวมวล

เตาหุงต้มมีส่วนประกอบที่จำเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่เกิดการเผาไหม้ ส่วนที่อากาศช่วยในการเผาไหม้เข้า และส่วนที่ไอเสียออก



จากภาพจะเห็นว่าสัดส่วนทั้งสามนี้ถ้าได้มีการออกแบบให้มีสัดส่วนที่เกื้อกูลต่อกันอย่างสมบูรณ์ เตาที่จะมีประสิทธิภาพสูง สามารถนำความร้อนที่เกิดขึ้นไปใช้ได้มากที่สุดโดยให้มีการสูญเสียความร้อนน้อย และเกิดการเผาไหม้สมบูรณ์ในระยะเวลาที่ต้องการ องค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเตาหุงต้มที่จำเป็นต้องนำมาประกอบการพิจารณา ได้แก่

1. ประเภทและชนิดของเตา เช่น เป็นเตามีปล่องหรือไม่มีปล่อง ผู้ใช้ต้องการให้มีช่องปากเตาหลุมเดียวหรือหลายหลุม ลักษณะและขนาดของภาชนะที่ใช้กันอยู่เป็นประจำ

2. ลักษณะทางสังคมและประเพณีในการหุงต้ม เช่น ขนาดของครัวเรือน ระยะเวลาที่ใช้ในการหุงต้ม ใช้ไฟแรงหรือไฟอ่อน ชนิดของอาหาร การใช้เตาเพื่อการทำอย่างอื่นนอกเหนือจากการหุงต้ม เช่น ใช้เป็นเตาผิง เตาอุ่นน้ำชา ฯลฯ

3. ความประสงค์เฉพาะของผู้ใช้ เช่น ความรวดเร็วในการหุงต้ม ความสะดวกในการใช้งาน สามารถทำงานได้ดีตามต้องการทุก ๆ ครั้ง ที่มีการใช้ และปากเตารับภาชนะได้หลายชนิดและหลายขนาด



4. วัสดุและเทคนิคการผลิตเตา เช่น วัสดุราคาไม่แพง มีในท้องถิ่น การออกแบบและการผลิตทำได้ง่าย ตลอดจนความทนทานของเตา

5. คุณสมบัติทางกายภาพของเชื้อเพลิงที่ใช้ ชนิดของเชื้อเพลิงเป็นอะไร เช่น ถ่าน ฟืน เศษเหลือวัสดุทางการเกษตร ( แกลบ เปลือกถั่ว จี้เลื่อย ช้างข้าวโพด ฯลฯ ) รูปร่างของเชื้อเพลิงเป็นคุ้นหรือแท่ง เป็นผง เป็นก้อน เป็นชิ้นเล็กข่อย เป็นเม็ดหรือเป็นฟ่อน ปริมาณความชื้น ความหนาแน่น หรือน้ำหนัก ค่าความร้อน ตลอดจนความสะดวกของเชื้อเพลิง

6. วิธีทดสอบประสิทธิภาพเตาหุงต้ม การเปรียบเทียบการต้มน้ำ การต้มอาหารจริงๆ ระยะเวลาทดสอบและวิธีการวัดผลการทดสอบ



เตาพัฒนาที่วางขายในงานออกร้าน

### คุณสมบัติเตาพัฒนาที่ดี

**“เตาพัฒนา”** ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. เตาพัฒนาจะต้องออกแบบให้รับภาระได้มากชนิดและมากขนาดที่สุด
2. เตาพัฒนาจะต้องสามารถลดระยะเวลาหุงต้มลงได้ หรืออย่างน้อยไม่นานกว่าเตาที่ผู้หุงต้มใช้อยู่ในปัจจุบัน
3. เตาพัฒนาจะต้องมีอายุการใช้งานได้นาน ใช้ได้คุ้มค่า ไม่ต้องหาซื้อบ่อย ๆ
4. เตาพัฒนาที่ผู้ใช้อยากได้ในปัจจุบันเป็นเตาหุงต้มเดี่ยวและเคลื่อนย้ายได้
5. เตาพัฒนาจะต้องใช้เชื้อเพลิงน้อยหรือไม่มากกว่าเตาตลาดชนิดในท้องตลาด
6. เตาพัฒนาต้องใช้ง่ายและปลอดภัย เริ่มตั้งแต่การจุดไฟ การดูแลไฟ การควบคุมความร้อน การเติมเชื้อเพลิง และการดับเพลิง

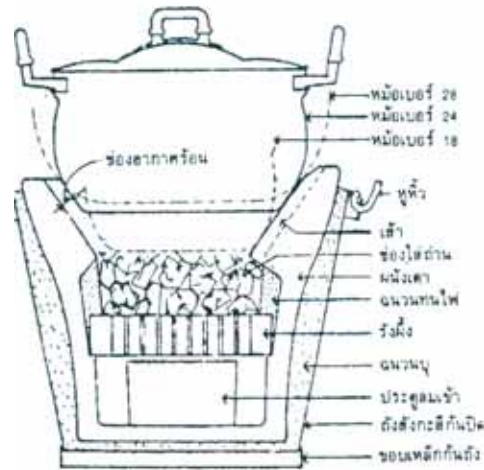
เตาพัฒนาของไทยมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบจะมีรูปร่างลักษณะต่างกันในเรื่องของโครงสร้างและวัสดุที่ใช้ทำเตา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานและชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ ลักษณะเชื้อเพลิงที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราการเผาไหม้ ทำให้ต้องออกแบบช่องเผาไหม้ให้มีลักษณะและขนาดแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเตาพัฒนาทุกแบบที่กล่าวมานี้ยังมีประสิทธิภาพการใช้งานดีกว่าเตาดั้งเดิมที่ไม่ได้มีการพัฒนาหรือปรับปรุงมาก่อน

หลักการพัฒนาเตาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเตา เป็นข้อมูลพื้นฐานที่นักวิจัยที่ปฏิบัติงานด้านเตาหุงต้มจำเป็นต้องทราบ เพื่อจะได้ทำการออกแบบรูปร่างลักษณะเตาให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ สามารถให้ความร้อนหรือประสิทธิภาพการใช้งานสูง และเป็นเตาที่มีรูปแบบสะดวกกับการใช้เชื้อเพลิงที่มีอยู่ในแต่ละท้องถิ่น รวมถึงวัสดุทำเตา และราคาเตาต้องไม่แพงเกินกว่าเตาที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด

### ลักษณะเฉพาะของเตาชีวมวลที่ดีครบถ้วน (กรมป่าไม้)

#### ลักษณะเฉพาะของเตาถ่านที่ดี

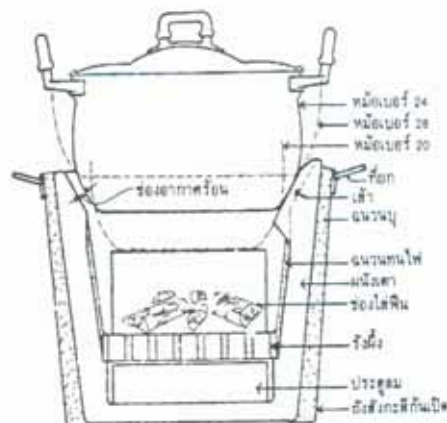
1. ปากเตาด้านในลาดลึก สามารถวางกระทะและหม้อได้หลายขนาด ตั้งแต่หม้อเบอร์ 16 - 32
2. ช่องอากาศร้อนออกกว้าง 0.5 – 1 ซม.
3. ขอบเตาสูงกว่าก้นภาชนะที่วางเสมอเพื่อมิให้ลัดผ่านพาความร้อนออกไปได้
4. เสาวางภาชนะลาดรับกับขอบเตาและมีความสูงตั้งฉากไม่เกิน 1 ซม. (สำหรับให้อากาศร้อนออก)
5. ช่องเชื้อเพลิงมีขนาด 1,500 – 1,700 ซม<sup>3</sup> หรือจุถ่านได้ 400 – 500 กรัม
6. ความสูงจากรังผึ้งถึงก้นหม้อประมาณ 10 – 12 ซม.
7. ประตูลม ควรมีขนาด 6 – 7 × 10 ซม. และมีฝาปิดควบคุมปริมาณอากาศเข้าได้
8. น้ำหนักเตาไม่ควรเกิน 10 กิโลกรัม (ยิ่งเบา越好)
9. รังผึ้งควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 – 17 ซม. รูของรังผึ้งมีขนาดเล็กและถี่ พื้นที่รูคิดเป็น 38-45% ของพื้นที่รังผึ้ง (รูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 ซม. จำนวน 50 รู ขึ้นไป) ความหนาของรังผึ้ง 2.5 – 4.0 ซม.
10. ผนังเตาและฉนวนไม่บางจนเกินไป (ไม่ควรต่ำกว่า 5 ซม.)



โครงสร้างภายในเตาถ่าน ปม.1

### ลักษณะเฉพาะของเตาฟืนที่ดี

1. ผนังเตาด้านในมีส่วนบนลาด วางกระทะและหม้อได้หลายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากเตา 25 – 27 ซม.
2. ช่องอากาศร้อนออกกว้าง 0.8 – 1.0 ซม.
3. ความสูงจากรังผึ้งถึงก้นหม้อประมาณ 10 – 12 ซม.
4. เสาวางภาชนะลาดรับกับขอบเตาเช่นเดียวกับเตาถ่าน
5. น้ำหนักเตาไม่ควรเกิน 10 กิโลกรัม
6. ช่องใส่ฟืนไม่ควรกว้างจนเกินไป (ประมาณ 8 – 9 × 15 – 16 ซม.)
7. รางผึ้งควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 18 ซม. รูรางผึ้งขนาด 1.7 – 1.8 ซม. จำนวน 37 รู ขึ้นไป หรือคิดเป็นพื้นที่รู 37 – 45% พื้นที่รางผึ้ง ความหนา รางผึ้ง 2.5 – 3.0 ซม.



โครงสร้างภายในเตาฟืน ปม.2

## ตารางเปรียบเทียบเตาหุงต้มชีวมวล

ลำดับ	เตาหุงต้มพัฒนา	เตาหุงต้มทั่วไป
1.	ขอบเตาเสมอกันในแนวระดับ	ส่วนใหญ่ในท้องตลาดจะมีขอบเตาเว้า
2.	ขอบเตาสูงกว่ากันภาชนะที่วางเสมอไป ความกว้างของช่องอากาศร้อนไม่เกิน 1 ซม.	กันภาชนะสูงกว่าขอบเตาเป็นส่วนใหญ่
3.	ตัวเตาไม่หนาเทอะทะ น้ำหนักไม่เกิน 10 กิโลกรัม	ความกว้างของช่องอากาศร้อนเกินกว่า 1 ซม. เป็นส่วนใหญ่
4.	รังผึ้งหนากว่าเตาหุงต้มทั่วไป กล่าวคือ เตา พื้นพัฒนา รังผึ้งหนา 3 ซม. เตาถ่านพัฒนารัง ผึ้งหนา 4 ซม. เจารูไม่ต่ำกว่า 50 รูสำหรับ	เตาบางลูกหนาเทอะทะ น้ำหนักเกินกว่า 10 กิโลกรัม
5.	เตาถ่าน, 37 รูสำหรับเตาพื้น	รังผึ้งบางกว่าเตาหุงต้มพัฒนา
6.	เตาถ่านพัฒนา HU = 34%	เตาถ่านทั่ว ๆ ไป HU = 23 – 32%
7.	เตาพื้นไม่มีปล่อง HU = 28%	เตาพื้นไม่มีปล่อง HU = 14 - 26%
8.	เตาพื้นมีปล่อง HU = 19%	เตาพื้นมีปล่อง HU = 4 - 14%
9.	เตาแกลบไม่มีปล่อง HU = 19%	เตาแกลบไม่มีปล่อง HU = 16%
10.	เตาแกลบมีปล่อง HU = 10%	เตาแกลบมีปล่อง HU = 4 - 7%

- หมายเหตุ
1. ลำดับ 1 ถึง 8 เฉพาะเตาพื้น-เตาถ่าน เท่านั้น
  2. HU = ประสิทธิภาพใช้

### หน่วยงานที่ขอข้อมูลเพิ่มเติม

งานพัฒนาพลังงานจากไม้  
 กลุ่มงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ป่าไม้  
 สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตภัณฑ์ป่าไม้ กรมป่าไม้  
 โทร. 02-579-5411, 02-5614292-3 ต่อ 486  
 โทรสาร. 02-579-5411  
 E-mail. [wood\\_energy@hotmail.com](mailto:wood_energy@hotmail.com)

### ที่อยู่โรงงานเตาประสิทธิภาพสูง

1. โรงเตาเตาทอง 37 หมู่ 4 ต. เขาเรียง อ. เมือง จ. ราชบุรี  
โทร. 032-369065, 081-2914853
2. โรงเตาพนมไพร 67 บ้านโนนม่วง  
ม.3 ต. นานวล อ. พนมไพร  
จ. ร้อยเอ็ด โทร. 047-871255