

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก
CONSTRUCTION OF SMALL SMOKEHOUSE



โดย
นายสุรพงษ์ ช่วยมั่นคง

รหัสนักศึกษา
๙๕๕๓
๙๕๕๓

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 73128
วัน,เดือน,ปี..... 3 ก.ค. 2550

b. 117 82638
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
ปีการศึกษา 2549

ชื่อเรื่อง	การประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก Construction of Small Smokehouse	
ชื่อ-สกุล	นายสุรพงษ์ ช่างมันคง	
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร	ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร
คณะ	วิศวกรรมอุตสาหการ	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. รุจริน ลิ้มสุกวานิช	

บทคัดย่อ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็กที่ใช้สำหรับรมควันอาหารประเภทต่างๆ เช่น เนื้อสัตว์ ปลา เป็นต้น โดยอาศัยหลักการทำงานของแผ่นทำความร้อนของกาต้มน้ำ มาใช้ในการเริ่มต้นการเผาไหม้ขี้เลื่อย ตู้อบรมควันที่ประดิษฐ์ขึ้นมีโครงสร้างหลักอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ตู้อบรมควันและตู้ผลิตควัน โดยใช้พัดลมดูดอากาศเป็นตัวดูดควันจากตู้ผลิตควัน ไปยังตู้อบรมควัน

การเริ่มดำเนินการประดิษฐ์ตู้อบรมควัน เริ่มต้นด้วยการวางแผน ศึกษารูปแบบของตู้อบรมควัน วัสดุอุปกรณ์ และศึกษาเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการรมควัน และที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก เพื่อเป็นแนวทางในการประดิษฐ์ตู้อบรมควัน จากนั้นทำการออกแบบ กำหนดขนาด เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการประดิษฐ์ให้ได้ตามความเหมาะสม และทำการขึ้นโครงตัวตู้อบรมควันและตู้ผลิตควัน คิดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ฉีดพ่นสีตัวเครื่อง เก็บรายละเอียดต่างๆให้เรียบร้อย จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพของตู้อบรมควันที่ได้ประดิษฐ์ขึ้น โดยทำการทดสอบผลของระยะเวลาที่ใช้ในการรมควัน และปริมาณของขี้เลื่อยที่ต้องใช้ในการรมควัน ต่อการติดกลิ่นรมควันของเนื้อหมูผลการทดสอบประสิทธิภาพครั้งแรกพบว่า ตู้อบรมควันมีรอยร้าวตามบริเวณขอบรอยตะเข็บของผนังตู้ ไม่สามารถรมควัน ได้จึงดำเนินการแก้ปัญหาโดยเชื่อมต่อด้วยลวดเชื่อมให้มีลักษณะรอยที่ร้าวโดยรอบตู้รมควัน นอกจากปัญหารอยร้าวตามตะเข็บตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังมีปัญหากระแสไฟฟ้ารั่ว ซึ่งผู้จัดทำได้ดำเนินการแก้ไขโดย ตรวจสอบการต่อเชื่อมสายไฟฟ้าใหม่ทั้งหมดและทำการเปลี่ยนสายไฟฟ้าและเปลี่ยนสวิตช์ เปิด-ปิดใหม่พบว่าไม่มีการรั่วของกระแสไฟอีก ภายหลังจากการแก้ไขครั้งที่หนึ่ง จึงทำการทดสอบประสิทธิภาพการรวมวันเป็นครั้งที่สอง พบว่าเนื้อหมูมีการติดสีกลิ่นรวมวันดีโดยกลิ่นรวมวันจะมีมากขึ้นเมื่อใช้เวลาในการรวมวันมากขึ้น พบว่าเวลาที่สั้นที่สุดที่ทำให้เกิดการติดกลิ่นรวมวันคือ 40 นาที ส่วนปริมาณจี๊ดเยื่อที่เหมาะสมและต้องใช้ในการก่อให้เกิดกลิ่นคือ 1/2 กิโลกรัม สำหรับปัญหาที่พบในการทดสอบครั้งที่สอง คือ ประสิทธิภาพรวมวันไม่แน่นอนสนิทกับตัวผู้จึงทำให้การรวมวันขาดประสิทธิภาพที่ควรมี และเกิดปัญหาควันลอยตัวออกมาตามรอยต่อนี้เป็นจำนวนมากค่อนข้างมาก ซึ่งผู้จัดทำยังไม่ได้ทำการแก้ไขปัญหานี้ แต่มีข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขโดย บริเวณขอบประตูให้ทำการติดยางหรือขอบยางโดยรอบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของคู่อบรมวันขนาดเล็กที่ได้ประดิษฐ์ขึ้น นอกจากนี้วัสดุที่ใช้ควรเป็นชนิดกันสนิมได้ หรือทาสีกันสนิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษเรื่องการประดิษฐ์อุบรรมควันขนาดเล็กในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะ ได้รับคำแนะนำจากท่าน อาจารย์ ดร.รุจริน ลิ่มสุกวานิช ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำจากท่านเป็นอย่างดีตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอบคุณพระคุณ พ่อ-แม่ ที่ให้กำลังใจ ให้กำลังใจทรัพย์ ดูแล และให้ความห่วงใยมาโดยตลอด

ขอบใจเพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ รวมทั้งกำลังใจที่ส่งมาให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุรพงษ์ ช่วยมันคง

20 พฤศจิกายน 2549

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรณรงค์.....	4
2.1.1 วัตถุประสงค์ในการรณรงค์.....	4
2.1.2 สภาพของการผลิตควัน.....	4
2.1.3 คุณสมบัติของควันไฟ.....	5
2.1.4 ลักษณะของการรณรงค์.....	6
2.1.5 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนในควันไฟ.....	7
2.1.6 ผลกระทบของการรณรงค์ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์.....	7
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก.....	9
2.2.1 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการรณรงค์.....	9
2.2.2 คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก.....	10
บทที่ 3 วิธีการสร้างอุปกรณ์.....	16
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก.....	16
3.2 ส่วนประกอบของตู้อบรมควันขนาดเล็ก.....	17
3.3 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์.....	23
3.4 สถานที่จัดสร้างอุปกรณ์.....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 ระยะเวลาในการประดิษฐ์ตัวอักษร.....	24
บทที่ 4 ผลการสร้างอุปกรณ์.....	25
4.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพ.....	25
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ.....	26
4.3 การปรับปรุงแก้ไข.....	26
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	27
5.1 สรุปผล.....	27
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	28
บรรณานุกรม.....	29
ภาคผนวก.....	30
งบประมาณในการสร้างตัวอักษรขนาดเล็ก	

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ตู้รมควัน ขนาด 70X50X40 เซนติเมตร.....	17
2 ตู้กำเนิดควัน ขนาด 30X30X30 เซนติเมตร.....	17
3 ท่อปล่อยควัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว.....	18
4 ท่อระบายควัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว.....	18
5 พัดลมดูดอากาศ ขนาด 220 โวลต์.....	18
6 เตาเผาเชื้อเพลิง ขนาด 220 โวลต์.....	19
7 ชั้นสำหรับวางชิ้นเนื้อ.....	19
8 การติดตั้งพัดลมดูดควัน.....	21
9 การติดตั้งเตาเผาเชื้อเพลิง.....	21
10 การติดตั้งชั้นวางชิ้นเนื้อ.....	22
11 ลักษณะชั้นวางชิ้นเนื้อที่ติดตั้งเสร็จ.....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

1.1 ความสำคัญของปัญหา

การรมควันเป็นการใช้ความร้อน และควันไฟควบคู่กันไป เพื่อให้ผลิตภัณฑ์แห้งและมีกลิ่นรสของควันไฟ คาดกันว่ามีต้นกำเนิดมาจากชาวอินเดียนแดงที่แขวนเนื้อที่ล่ามาได้ไว้บนส่วนสูงของเต็นท์รูปกรวย เมื่อติดไฟให้ความร้อนในการทำการปรุงอาหาร ควันไฟที่เกิดขึ้นลอยไปเกาะบนเนื้อที่แขวนผึ่ง หรือตากไว้ทำให้รสชาติของเนื้อสัตว์ดีขึ้นและทำให้เนื้อสัตว์มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว โดยมาจากส่วนของฟีนอลที่ใช้ก่อไฟนั่นเอง โดยวัตถุประสงค์ของการรมควันได้แก่ เป็นการถนอมอาหาร เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสดีขึ้น ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ ป้องกันผลิตภัณฑ์ไม่ให้เหม็นหืน เนื่องจากการออกซิไดซ์ เป็นต้น

เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จะถูกทำให้สุกและรมควันไปด้วยกัน โดยความร้อนในช่วงแรกจะทำให้เนื้อหมักสุกและเกิดสีที่คงตัวขึ้น และสารประกอบต่างๆในควันไฟจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสเฉพาะตัวเกิดขึ้น (เขาวัดอักษร สุรพันธ์พิสิษฐ์, 2536:58) โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการรมควัน ซึ่งควรคำนึงถึงได้แก่ ขนาดของตู้อบ เวลาที่ใช้ในการอบ ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ความร้อนที่ต้องการ ความชื้นสัมพัทธ์ การไหลเวียนของลม ลักษณะการหมุนเวียนของลม ความหนาแน่นของควัน (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ, 2547 :78)

ในปัจจุบันมีการนำเทคนิคการรมควันมาใช้ในการบวนการแปรรูปอาหารประเภทเนื้อสัตว์กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งการแปรรูปอาหารจากเนื้อสัตว์และการทำผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยวิธีการรมควันเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีการแปรรูปเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ (03630111) ของภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่ทั้งนี้ในห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหารและผลิตภัณฑ์ของภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ยังขาดแคลนตู้อบรมควันที่จะใช้ในการประกอบการเรียนการสอนอยู่ ดังนั้นผู้ทำปัญหาพิเศษจึงมีความสนใจที่จะประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็กขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการประกอบการเรียนการสอนในวิชาดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตตู้อบรมควันขนาดเล็กเพื่อใช้ในการรมควันอาหารประเภทเนื้อสัตว์

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ผลิตภัณฑ์บรมควันขนาดเล็ก ที่สามารถใช้สำหรับรมควันเนื้อสัตว์และอาหาร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้คู่มือบรมควันขนาดเล็ก ในการรมควันเนื้อสัตว์และอาหาร
2. ได้อุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ภาควิชาการุศาสตร์เกษตร คณะการุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง การประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและเก็บรวบรวมเอกสารจากแหล่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการรมควัน ซึ่งเอกสารและข้อมูลที่ได้ สามารถจัดแบ่งเนื้อหาออกได้เป็น 2 ส่วนดังนี้ คือ

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรมควัน โดยเอกสารส่วนนี้จะครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ในการรมควัน สภาพะของการผลิตควัน คุณสมบัติของควันไฟ ลักษณะของการรมควัน สารประกอบไฮโดรคาร์บอนในควันไฟ และผลกระทบของการรมควันที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ ส่วนที่สองคือการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็กซึ่งจะครอบคลุมถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ตู้อบรมควัน

2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรมควัน

การรมควันเป็นการใช้ความร้อนและควันไฟควบคู่กันไป เพื่อให้ผลิตภัณฑ์แห้งและมีกลิ่นรสของควันไฟ คาดกันว่ามีต้นกำเนิดมาจากชาวอินเดียแดงที่แขวนเนื้อสัตว์ที่ล่ามาได้ไว้บนส่วนสูงของต้นไม้ที่รกชัวย เมื่อติดไฟให้ความร้อนภายในและทำการปรุงอาหาร ควันไฟที่เกิดขึ้นลอยไปเกาะบนเนื้อที่แขวน ผึ่ง หรือตากไว้ทำให้รสชาติของเนื้อสัตว์ดีขึ้น (เขาวลัทธิ สุรพันธ์พิสิษฐ์, 2536 : 58)

การรมควันสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมายถึง กระบวนการที่ให้ผลิตภัณฑ์ถูกรวมควันไฟในช่วงเวลาของการผลิต วิธีการรมควันนี้ที่แท้จริงแล้วได้เริ่มต้นมาจากการทำให้เนื้อแห้งโดยแขวนไว้เหนือเตาไฟหรือกองไฟ และต่อมาจึงพัฒนามาเป็นการรมเพื่อให้มีรสชาติเฉพาะตัว และให้มีรูปร่างสีสันทันที่นำรับประทานมากกว่าที่จะเป็นไปเพื่อการเก็บรักษา ควันไฟประกอบไปด้วยสารประกอบเคมีประมาณ 200 กว่าชนิด โดยส่วนใหญ่จะเป็นพวก อัลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ ฟีนอล กรดอินทรีย์ ครีโซล และ acyclic ไฮโดรคาร์บอน ถึงแม้ว่าสารประกอบเหล่านี้จะมีคุณสมบัติทำลายแบคทีเรียได้ แต่ก็เชื่อกันว่าฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสาเหตุสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนี้มากกว่า และนอกจากนั้นฟินอลยังมีคุณสมบัติในการชะลอการเกิดการหืน จึงถือว่าเป็น antioxidant ได้ แต่ถ้ามองในแง่ของรสชาติและกลิ่นของการรมควันแล้วสารประกอบทั้งหมดที่กล่าวมา ต่างก็มีส่วนในการสร้างรสชาติและกลิ่นของเนื้อรมควันด้วยกันทั้งนั้น (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529 : 229)

2.1.1 วัตถุประสงค์ในการรมควัน

วัตถุประสงค์ของการรมควันได้แก่ เป็นการถนอมอาหาร เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสดีขึ้น ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ ป้องกันผลิตภัณฑ์ไม่ให้เหม็นหืน เนื่องจากการออกซิไดซ์ เป็นต้น เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จะถูกทำให้สุกและรมควันไปด้วยกัน โดยความร้อนในช่วงแรกจะทำให้เนื้อหมักสุกและเกิดสีที่คงตัวขึ้น นอกจากนั้นจะเกิดสีน้ำตาลขึ้นบนผิวหนังของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีและกลิ่นรสเฉพาะตัวเกิดขึ้น (เขาวัดกษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์, 2536 : 58) ในปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่า การที่ควันไฟจะช่วยในการเก็บรักษาเนื้อนั้นน่าจะเป็นไปได้ น้อยมาก ส่วนประกอบของควันจะซึมเข้าไปในผิวหนังของเนื้อ แต่จะไม่ลึกเกินกว่า 2-3 มิลลิเมตรจากผิว ดังนั้นในผลิตภัณฑ์ชนิดที่ผิวหนังยังคงเป็นเนื้อเดียวกันตลอดนั้น ควันไฟก็อาจจะยังคงมีผลบ้างในแง่ของการเก็บรักษา แต่ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดที่ต้องลอกเอาไส้บรรจุออกหรือมีการผ่านให้บางนั้น ก็เท่ากับว่าผลของควันไฟในแง่การเก็บรักษามีค่าเป็นศูนย์ และเนื่องจากในปัจจุบันการรมควันจะรมเป็นระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น จึงเท่ากับว่าเป็นการรมควันเพื่อรสชาติและสีสัมผัสมากกว่า แต่อย่างไรก็ตาม การรมควันไม่ว่ามากหรือน้อยจะช่วยทำให้ผิวหนังของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่มีรูปร่างเป็นไส้กรอก เช่น แพรงค์เฟอร์เตอร์นั้น มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งคงตัว และเนียนจนสามารถลอกเอาไส้บรรจุออกได้ง่ายขึ้น จึงน่าจะเป็นผลดีที่ตามมาของการรมควันอีกอย่างหนึ่งด้วย (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529 : 229)

2.1.2 สภาพะของการผลิตควัน

วรรณ ตังเจริญชัย (2537 : 63) กล่าวว่า มีปัจจัยหลายประการในขบวนการสันดาป เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และอากาศ ซึ่งพบว่ามีผลต่อปริมาณและชนิดของสารที่สร้างกลิ่นรสในควัน

ก) อุณหภูมิ

อิทธิพลของอุณหภูมิต่อปริมาณของสารฟินอลิก คาร์บอนิล และกรดที่อยู่ในควันที่เกิดขึ้น โดยใช้อุณหภูมิสูงถึง 400-600 องศาเซลเซียส มีรายงานว่าอุณหภูมิที่ 400 องศาเซลเซียส

จะได้สารที่ให้กลิ่นรสที่มีความเข้มข้นกว่าที่อุณหภูมิ 500 และ 600 องศาเซลเซียส การศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิต่อปริมาณสารฟีนอลิก โดยเลือกอุณหภูมิตั้งแต่ 400 องศาเซลเซียส ถึง 1050 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณของสารดังกล่าวมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นและค่อยๆ ลดลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (วรรณ คังเจริญชัย, 2537 : 63)

ข) อากาศ

ปริมาณของอากาศขณะเกิดควันเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่พบว่า มีผลต่อสารที่ให้กลิ่นรส เมื่อปริมาณออกซิเจนสูงขึ้นไปมีผลให้ furfuryl alcohol ลดลง และในการผลิตฟูแรส นั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยออกซิเจน ที่น่าสนใจคือ guaiacol ซึ่งเป็นสารฟีนอลิก และ cyclotene ซึ่งเป็นสารคาร์บอนิลเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในสภาวะที่มีออกซิเจนร้อยละ 10 หลังจากนั้นก็เริ่มลดลงเมื่อระดับออกซิเจนเพิ่มขึ้นอีก (วรรณ คังเจริญชัย, 2537 : 63)

ค) ความชื้นของไม้

ความชื้นเริ่มต้นของ ไม้มีผลต่อชนิดและปริมาณของสารระเหยในควัน ซึ่งมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ไม้ที่มีความชื้นต่ำมีแนวโน้มที่จะให้สารฟีนอลิก กรด และสารคาร์บอนิลสูง ความชื้นระดับปานกลางให้ผลทางประสาทสัมผัสที่ดี เนื่องจากการสร้างสารให้กลิ่นรสแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความชื้น จึงจำเป็นต้องรักษาความชื้นของ ไม้ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม (วรรณ คังเจริญชัย, 2537 : 64)

ง) ขนาดอนุภาคของไม้

อนุภาคขนาดใหญ่ย่อมต้องใช้ความเร็วลมสูงกว่าอนุภาคขนาดเล็ก เพื่อที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้เท่ากัน ดังนั้นถ้าความเร็วลมคงที่อัตราการเผาไหม้ย่อมแตกต่างกันตามอนุภาคของ ไม้ (วรรณ คังเจริญชัย, 2537 : 64)

2.1.3 คุณสมบัติของควันไฟ

ควันไฟที่ดีจะได้มาจากไม้เนื้อแข็ง ไม้ที่นิยมใช้กันมากในยุโรปได้แก่ ไม้จากต้นฮิคคอรี่ แอปเปิ้ล พลัม โอ๊ก และเมเปิ้ล หรือไม้อื่นๆ ที่ไม่มียาง สำหรับในประเทศไทยนิยมใช้จี้เลื่อยไม้สักหรือจี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งอื่นๆ ชั่งข้าวโพด และกากอ้อย เป็นต้น

ควันไฟประกอบด้วยสารเคมีต่างๆ มากกว่า 200 ชนิด ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่ซับซ้อน มีผู้เก็บตัวอย่างจากคราบควันที่เตารมควันเป็นการค้าที่ใช้รมควันผลิตภัณฑ์ พบว่ามีส่วนประกอบต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการเกิดกลิ่นรส และการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์ดังนี้คือ

ฟอร์แมลดีไฮด์	25-40	ส่วนในด้านส่วน
ไฮเออร์แอลดีไฮด์	140-180	ส่วนในด้านส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอร์มิคแอซิด	90-125	ส่วนในล้านส่วน
แอซิดิก และ ไฮเออร์แอซิด	460-500	ส่วนในล้านส่วน
ฟีนอล	20-30	ส่วนในล้านส่วน
คีโตน	190-200	ส่วนในล้านส่วน
เรซิน และ แวกซ์	> 100	ส่วนในล้านส่วน

องค์ประกอบที่สำคัญในควันไฟมีผลต่อการถนอมรักษา และทำให้เกิดกลิ่นรสกับผลิตภัณฑ์คือ ฟีนอล และ ฟอร์มัลดีไฮด์

โดยที่สารประกอบพวก ฟีนอล ต่างๆ ที่มีอยู่ในควันไฟเกือบ 200 ชนิด จะทำหน้าที่เป็น

- เป็นตัวป้องกันการเกิดการเหินหิน
- เป็นส่วนหนึ่งของกลิ่นควันไฟในผลิตภัณฑ์รมควัน
- มีผลเป็นสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

ส่วน formaldehyde จากควันไฟเป็นตัวทำลายและป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์บนชิ้นเนื้อและผลิตภัณฑ์และมีผลต่อแมลงต่างๆ ที่อาจปนเปื้อนมาด้วย มีผู้วิจัยค้นคว้าพบว่าแบคทีเรียชนิดที่ไม่มีสปอร์จะถูกทำลายลงไปเป็นส่วนใหญ่ เมื่อใช้เวลารมควันได้ ½ - 2 ชั่วโมง และจะถูกทำลายหมดไปเมื่อใช้เวลารมควัน 3 ชั่วโมง (เสาวลักษณ์ สุรพันธุ์พิศิษฐ์, 2536 : 58-60)

2.1.4 ลักษณะของการรมควันมี 2 วิธีคือ

ก) การรมควันเย็น

เนื้อสัตว์ที่จะต้องรมควันต้องวาง หรือแขวนให้สูงหรือห่างจากกองไฟโดยใช้ขี้เลื่อยคลุมกองไฟไว้หรือใช้แผ่นโลหะกันไม่ให้ความร้อนผ่านมายังชิ้นเนื้อมากนัก อุณหภูมิในตู้รมควันไม่ควรสูงเกินกว่า 45 องศาเซลเซียส เนื่องจากการใช้ความร้อนต่ำในการรมควัน จึงต้องใช้เวลาานมากตั้งแต่ 24 ชั่วโมงไปจนถึง 2 สัปดาห์ การรมควันโดยวิธีนี้ถ้าจะให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นควันใช้เวลาเพียง 24 ชั่วโมงก็ใช้ได้แล้วแต่ถ้าจะใช้ผลิตภัณฑ์เก็บรักษาไว้ได้นานต้องรมควันเป็นอาทิตย์ขึ้นไป

ข) การรมควันร้อน

เนื้อสัตว์ที่รมควันจะถูกแขวน หรือวางไว้ใกล้กับไฟ ใช้เวลาในการรมควันประมาณ 3-4 ชั่วโมง อุณหภูมิในตู้รมควันใช้ตั้งแต่ 60-120 องศาเซลเซียส โดยวิธีการนี้เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จะสุกและสามารถรับประทานได้ทันทีที่รมควันเสร็จหรือจะเก็บไว้ได้นาน โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำ

ปัจจุบันมีการผลิตควันท้าขึ้นเพื่อใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อหลายๆชนิด และมีข้อดีกว่าควันทไฟธรรมดา คือ ใช้พลังงานผลิตต่ำกว่า ก่อนการทำให้สุก ทำให้มีกลิ่นควันติดอยู่กับผลิตภัณฑ์ได้โดยไม่ต้องมีเครื่องผลิตควันติดอยู่กับตู้อบ และสะดวกในการใช้มากกว่าการรมควันแบบเดิม เพราะอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ทำความสะดวกง่ายกว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นควันสม่ำเสมอ และมีความคงตัวดีกว่า โดยควันท้า สามารถกำจัดส่วนขององค์ประกอบของควัน ที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งในร่างกายผู้บริโภคได้ (เขาวลัทธิ สรพันธ์พิศิษฐ์, 2536 : 59)

2.1.5 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนในควันทไฟ

พบว่ามีสารพวก polycyclic hydrocarbon บางชนิดในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์รมควันที่เป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง คือ benz(a)pyrene และ dibenz(a)anthracene คั้งนั้นประชากรที่นิยมบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์รมควันเช่น พวก Baltic sea fisherman และพวก Icelander จะมีโอกาสเป็นมะเร็งมากกว่าคนทั่วไป แต่โดยทั่วไปจะพบสารนี้ในปริมาณต่ำ เช่น ในปลารมควันพบ benz(a)pyrene เพียง 0.5 มิลลิกรัม ในปลาจอร์ค 1 กิโลกรัม หรือเพียง 0.3 มิลลิกรัม ในปลา-แดง 1 กิโลกรัม สำหรับพวก higher level ของ polycyclic hydrocarbon อื่นๆ ที่พบในปลารมควันจะไม่มีผลต่อการเกิดมะเร็ง

สาร polycyclic hydrocarbon พบว่าไม่มีบทบาทสำคัญต่อการเก็บรักษาหรือคุณสมบัติด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์รมควัน ดังนั้นในการสังเคราะห์ควันท้า จึงสามารถแยกสารนี้ออกไปได้ ทำให้การรมควันโดยใช้ควันท้ามีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากกว่าการใช้ควันทธรรมดา ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการใช้การรมควันในการถนอมรักษา ได้แก่ แฮม เบคอน ไส้กรอกประเภทรมควันต่างๆ เช่น ไส้กรอกเวียนนา ไส้กรอกโบโลซ่า และอื่นๆ (เขาวลัทธิ สรพันธ์พิศิษฐ์, 2536 : 60)

2.1.6 ผลกระทบของการรมควันที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

ก) คุณค่าโภชนาการ สารประกอบฟีนอลที่มีอยู่ในควันทสามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการของอาหารรมควัน ทั้งนี้เพราะว่า สารดังกล่าวมีคุณสมบัติการเป็นวัตถุกันหืน สารประกอบฟีนอลที่มีจุดเดือดสูงจะมีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันหืน ได้มากกว่าสารประกอบฟีนอลที่มีจุดเดือดต่ำ วิธีการทำควันทมีผลกระทบต่อกิจกรรมการเป็นวัตถุกันหืนได้ เช่น วิธีการเผาไหม้ไม้ย่างซ้าๆ ควันทที่ได้จาก วิธีนี้จะมียุทธสมบัติการเป็นวัตถุกันหืนมาก นอกจากนี้ส่วนที่เป็นอนุภาคจะช่วยเสริมคุณสมบัติการเป็นวัตถุกันหืนได้มากกว่าส่วนที่เป็นไอ

เนื่องจากทั้งควันทและ ไนโตรดมีคุณสมบัติการเป็นวัตถุกันหืนอย่างรุนแรง ฉะนั้นจึงเป็นไปได้ว่าสารดังกล่าวจะประกอบกันขึ้นเป็นกลิ่นรสที่สำคัญของเนื้อหมักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาการเป็นสารทำลายแบคทีเรีย นั้น สืบเนื่องมาจากผลร่วมระหว่างความร้อน ความแห้ง และองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ในควันไม้ แต่ว่าสารประกอบของควันนี้จะเป็นส่วนสำคัญที่สุด เมื่อสารประกอบในควัน เช่น ฟอรัมาลดีไฮด์ กรดอะซิติก และสารอื่น ๆ อยู่บนผิวหน้าของอาหารจะสามารถป้องกันการเกิดสปอร์และการเจริญของแบคทีเรียและเชื้อราหลายชนิด เนื่องจากสารประกอบในควันแทรกทะลุเข้าไปในส่วนภายในของอาหารค่อนข้างช้ามาก ฉะนั้นจึงมีผลกระทบกระเทือนต่อจุลินทรีย์ในส่วนที่ลึกเข้าไปในอาหาร

เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่า การรมควันและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของหมู่น้ำที่ของโปรตีนบางหมู่จะเกิดขึ้นพร้อมกัน ฟีนอลและโพลีฟีนอลในควันจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนที่มีหมู่ซัลฟิไรล ในขณะที่หมู่คาร์บอนิลจะทำปฏิกิริยากับ หมู่อะมิโน

การศึกษาการสูญเสียวิตามิน และแร่ธาตุของอาหารรมควัน พบว่าโดยทั่วไปการรมควันจะทำให้เกิดการสูญเสียไทอามีน ประมาณร้อยละ 2-25 โดยจะมีการสูญเสียไนอาซีนและไรโบเฟลวินเพียงเล็กน้อย การสูญเสียนี้เป็นผลจากความร้อน แต่การสูญเสียไทอามีนและไรโบเฟลวินจะลดลง ถ้าใช้วิธีการหมักแบบแห้งเนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นวัตถุกันหืน จึงเชื่อว่าการรมควันสามารถป้องกันการสูญเสียของวิตามินที่ละลายในไขมันได้

ข) คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส สีของอาหารรมควันจะเป็นปัจจัยสำคัญในการยอมรับของผู้บริโภค การเกิดสีในอาหารรมควันจะสัมพันธ์โดยตรงกับระดับความชื้น ความเข้มข้นและอุณหภูมิ สีที่ดีควรมีระดับความชื้นร้อยละ 6-10 เพื่อทำให้เกิดการคุดกลืนควันที่ดี และแห้งพอที่จะทำให้เกิดการแทรกทะลุของควัน

อุณหภูมิและความชื้น เป็นปัจจัยวิกฤตต่อการเกิดกลิ่นและรส ความชื้นมีความจำเป็นต่อการคุดกลืนสารประกอบในไอ อุณหภูมิของการรมควันควรต่ำพอที่จะป้องกันการแห้งมากเกินไป อย่างไรก็ตามการรมควันที่อุณหภูมิต่ำสามารถเปลี่ยนคุณสมบัติของกลิ่นได้ คือการคุดกลืนของฟีนอลที่มีจุดเดือดสูงคั้งนั้นวิธีการรมควันจึงมีความสำคัญต่อการเกิดกลิ่นและรสของอาหารรมควัน คุณสมบัติของกลิ่นและรสในอาหารรมควันเกิดจากสารประกอบของฟีนอล ในส่วนที่เป็นไอจะมีฟีนอลต่าง ๆ ถึง 20 ชนิด ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อกลิ่นและรสสำหรับควันเหลว ซึ่งทำให้สามารถรมควันที่อุณหภูมิต่ำ จะเป็นเหตุให้กลิ่นควันเปลี่ยนไป ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ควันเหลวจะมีกลิ่นอ่อนลง เพราะมีฟีนอลเพียง 2-3 ชนิด และผลิตภัณฑ์นี้มีกลิ่นหอมกว่ากลิ่นที่ได้จากการรมควันแบบคั้งเค็ม

ค) การเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัสของอาหารรมควัน

ความร้อนมีผลต่อการสูญเสียคุณสมบัติการละลาย เนื่องจากโปรตีนเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารของอาหารที่มีผลต่อคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสในอาหารประเภทกล้ามเนื้อ จึงทำให้ออกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรมควันเป็นขั้นตอนหนึ่งของการแปรรูปด้วยความร้อนในบางระดับเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเนื้อ-
สัมผัส การรมควันมีผลต่อกล้ามเนื้อและมีอิทธิพลเพิ่มขึ้นจากการแปรรูปด้วยความร้อน ซึ่งมีผล
ต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของโปรตีนและเนื้อสัมผัส การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนส่งผลให้
เกิด cross-linking บริเวณผิวของเนื้อสัตว์ ทำให้ผิวแน่น เนื้อสัมผัสแข็งขึ้นขณะที่คานินจะนุ่ม
กว่า ซึ่งมีผลทำให้การซึมผ่านขององค์ประกอบควัน สีและกลิ่นจะไม่สม่ำเสมอ (วรรณฯ คังเจริญ-
ชัย, 2537 : 90)

เมื่อสารประกอบในควันทำปฏิกิริยากับโปรตีนที่ผิวหนัง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง
ลักษณะเนื้อสัมผัสหลายอย่าง การสูญเสียการละลายของโปรตีน ระหว่างการรมควันอาจเกิดจาก
ผลของควันและความร้อน การสูญเสียการละลายของโปรตีนในเนื้อสัตว์สัมพันธ์กับการเชื่อมโยง
ของโปรตีนที่ผิวหนังร่วมกับการเกิดสีและกลิ่น เมื่อเกิดการเชื่อมโยงมากเกินไปจะ ไปยับยั้งการทาง
ทะเลขององค์ประกอบของควัน จากผลดังกล่าว บริเวณใต้ผิวหนังที่ยังไม่สัมผัสกับควันจะมี
ลักษณะนุ่ม สามารถแตกตัวได้ ในขณะที่ผิวหนังจะมีลักษณะแข็ง

ง) การรมควันแบบอื่นๆ ผู้บริโภคในบางประเทศต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีสีชวน
บริโภคแต่ไม่ต้องการกลิ่นรมควันมากเกินไป จึงทำให้มีการคิดค้นสีเทียมและสารละลายของ
สารประกอบคาร์บอนิลเข้มข้น แล้วฉีดพ่นที่ผิวหนังของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งมาก่อน
หลังจากนั้นจึงนำไปทำให้แห้งอีกครั้งด้วยรังสีอินฟราเรด เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาของสีขึ้น แต่
สารละลายนี้มีราคาแพงและไม่ค่อยอยู่ตัว นอกจากนี้วิธีดังกล่าว อาจทำโดยใช้วิธีการจับตัวแบบ
ไฟฟ้าสถิต แต่่ววิธีนี้จะให้กลิ่นรสที่ไม่ตรงกับผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ไม่นิยมทั่วไป (ไพบุลย์
ธรรมรัตน์วาลิก, 2532 : 44-45)

2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก

2.2.1 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการรมควัน ซึ่งควรคำนึงถึง ได้แก่

ก) ขนาดของตู้อบ ขนาดของตู้อบเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง เพราะในการ
รมควันอาหารนั้นหากความไม่เหมาะสมของขนาดตู้อบรมควัน จะส่งผลทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและ
เสียค่าใช้จ่ายโดยใช่เหตุ

ข) เวลาที่ใช้ในการอบ ระยะเวลาในการอบหรือการรมควันมีผลทำให้คุณภาพของ
เนื้อหรือกลิ่นรสที่ได้คลาดเคลื่อนไปจากความต้องการ ดังนั้นจำเป็นต้องใช้เวลาในการอบรมควันให้
เหมาะสมเพื่อให้ได้อาหารที่รมควันมีกลิ่นรสตามต้องการ

ค) ช่วงอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ช่วงอุณหภูมิหรืออุณหภูมิที่ใช้ในการอบต้องไม่มากไม่น้อยเกินไป เพราะอุณหภูมิเป็นตัวสำคัญ ที่ส่งผลทำให้การรมควันมีกลิ่นรสที่เหมาะสม อุณหภูมิเหมาะสมในการรมควันจะอยู่ที่ประมาณ 400-600 องศาเซลเซียส

ง) ความร้อนที่ต้องการ ความร้อนในการรมควันที่ต้องการนั้นจำเป็นต้องสูงพอที่จะทำให้เชื้อเกิดการเผาไหม้ได้

จ) ความชื้นสัมพัทธ์ จากการรายงาน พบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อการติดกลิ่นควันของเนื้อเพราะหากมีความชื้นสัมพัทธ์มากจะส่งผลทำให้กลิ่นรสของควันเคลือบชั้นเนื้อนั้นลดลงและอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญจะส่งผลทำให้อุณหภูมิของการผลิตควันลดลง

ฉ) การไหลเวียนของลม ต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องและต้องไม่แรงมากและจำเป็นต้องมีการไหลเวียนจากตู้กำเนิดควันไปยังตู้รมควันอย่างสะดวกและรวดเร็ว

ช) ลักษณะการหมุนเวียนของลม ภายในตู้รมควันต้องหมุนเวียนไปเกาะชิ้นของอาหารที่นำมารวมควันอย่างทั่วถึงและมีการไหลเวียนอยู่ตลอดเวลา

ซ) ความหนาแน่นของควัน ยิ่งความหนาแน่นของควันมีมากก็จะส่งผลทำให้กลิ่นรสของอาหารเพิ่มขึ้นเพราะจำนวนของควันจะไปเคลือบชั้นเนื้อมากขึ้น

2.2.2. คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประคิบรู่ตู้อบรมควันขนาดเล็ก

ก) โลหะแผ่น โลหะแผ่นที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีหลายชนิดส่วนมากได้แก่ เหล็กซึ่งรีดออกเป็นแผ่น มีขนาดความหนาหลายขนาดต่างกัน และยังมีเคลือบผิวด้วยโลหะต่างๆ อาทิ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น สแตนเลส (ฉวีวรรณ ภูภูมิรัตน์ และถวิลจิตร เข้มใจ, 2545 : 9)

ข) ท่อเหล็ก เป็นท่อที่ทำจากเหล็กเหนียว ซึ่งเป็นเหล็กที่มีกรรมวิธีที่ผลิตง่าย ๆ ไม่ยุ่งยาก มีคาร์บอนผสมอยู่ไม่เกิน 0.1% และกากโลหะ 1-3 % เหล็กเหนียวจะมีกากโลหะที่แข็งสอดแทรกกระจายอยู่ในเนื้อเหล็ก เป็นผลให้เหล็กมีคุณสมบัติที่เหนียวมากต้านทานการกัดกร่อน และสามารถยึดเกาะสารเคลือบต่างๆ ได้ดีซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำวัสดุชิ้นงานทางวิศวกรรม

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2473 เป็นต้นมา เหล็กเหนียวส่วนมากจะผลิตโดยกระบวนการแอสตัน (Aston process) โดยเหล็กดิบจะถูกหลอมละลายในเตาคิวโปลา และนำมาทำให้บริสุทธิ์ในเตาเบสเซอร์ ซึ่งคาร์บอน แมงกานีส ฟอสฟอรัส ซิลิคอน และกำมะถันในน้ำเหล็กจะถูกออกซิไดซ์ ทำให้ได้เหล็กเหนียวที่เกือบจะบริสุทธิ์ในขั้นตอนที่ 2 กากโลหะจะถูกกำจัดออกในเตาโอเพ่น-ฮาร์ทโดยการหลอมละลายรวมตัวกับเหล็กออกไซด์ และขั้นตอนที่ 3 เหล็กที่บริสุทธิ์จะถูกเทลงไปในกากโลหะที่หลอมละลาย เหล็กเหนียวจะถูกทำให้แข็งตัวอย่างรวดเร็วด้วยก๊าซ เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนียวจะแข็งตัวเป็นชั้นเล็กๆ โดยมีกากโลหะเหลวแทรกอยู่ทั่วไปแล้วนำเหล็กเหนียวมาอัดด้วยลูกบอลลจนรวมตัวเป็นก้อนแข็ง แล้วเหล็กเหนียวจะถูกรีดให้มีรูปร่างต่างๆตามที่ต้องการ

เหล็กเหนียวที่ผลิตด้วยกระบวนการแอสตันจะมีคาร์บอนน้อยกว่า 0.03% ซิลิคอน 0.13% กำมะถันน้อยกว่า 0.02% ฟอสฟอรัสประมาณ 0.18% และแมงกานีสน้อยกว่า 0.1% เหล็กเหนียวจะใช้ผลิตท่อ เหล็กเส้น เหล็กเพลาค้น เหล็กแผ่น ชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานน้ำมัน ชิ้นส่วนของอยู่ต่อเรือ และหมุดย้ำ เป็นต้น (วิระ รัตนไชย, 2538 : 57)

ค) สแตนเลส สแตนเลสเป็นโลหะเปลือยประเภท ferrous metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็กโครเมียม นิกเกิล ธาตุอื่นๆ อีกเล็กน้อย สแตนเลสมีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของสแตนเลสจะมีลักษณะคล้ายเงินเป็นมันวาว

สแตนเลสนิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหารหรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด ที่ต้องการความสวยงามใช้ได้ทั้งภายนอกและภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิว เพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นๆทั้งสิ้น

คุณสมบัติทางกายภาพของสแตนเลสก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่นๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่างๆ ที่ผสมลงไปในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่างๆ ที่ผสมเข้าเป็นสแตนเลส ได้แก่

- นิกเกิล (nickel) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดีและเพิ่มความยืดตัวในขณะตัด โกงไม่ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

- แมงกานีส (manganese) จะเพิ่มความแข็งแรงความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

- โครเมียม (chromium) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

- วานาเดียม (vanadium) จะเพิ่มความเหนียวให้สแตนเลส

- โมลิบดีนัมและ โคลัมเบียม (molybdenum and columbium) จะต้านทานการกัดกร่อน

- ทิตาเนียม (titanium) และแมกนีเซียม (magnesium) จะทำให้สแตนเลสมีน้ำหนักเบา

- สแตนเลสมีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่างๆที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลักคือ เหล็ก (Fe) นิกเกิล (Ni) โครเมียม (Cr)

- สแตนเลสแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆได้เป็น 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้าง ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) austenitic stainless จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18% นิกเกิล 8% ธาตุอื่นๆผสมอยู่อีกประมาณ 2-4 % สแตนเลสประเภทนี้จัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า chrome-nickel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติของความเป็นแม่เหล็กอยู่

2) martensitic stainless steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5-17% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 12% สแตนเลสประเภทนี้มีความแข็งแรงอยู่มาก แต่มีความเปราะอีกเช่นเดียวกัน

3) ferritic stainless steel ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17-27% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% สแตนเลส ประเภทนี้มีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

สแตนเลส เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่นๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือกสแตนเลสให้เหมาะสมกับงานด้วย (ฉวีวรรณ กุฎุมิรัตน์ และถวิลจิตร เข็นใจ, 2545 : 10-11)

ง) นอต นอตหรือแป้นเกลียวหรือเกลียวตัวเมียสำหรับจับชิ้นงานให้แน่นกัน สลักเกลียวหรือเกลียวตัวผู้และมีวงแหวนรองรับอยู่ระหว่างนอตกับชิ้นงาน ชนิดของนอต มี 3 ชนิด ดังนี้

1. นอตธรรมดา (common nuts)

- นอตหกเหลี่ยม (hex Nut)
- นอตเหลี่ยมบาง (jam nut)
- นอตหกเหลี่ยมเป็นร่องผ่าบน (castle or castellated Nut)
- นอตหกเหลี่ยมคล้ายป้อมปืน (slotted nut)
- นอตหกเหลี่ยมหัวกลม (cap or acorn nut)

2. นอตล็อกตัวเอง (self-locking nut)

3. นอตหางปลาหรือนอตมีปีก (wing nut or thumb screw or butterfly nut)

จ) แหวนรอง เป็นเกลียวหรือแหวน สำหรับทำหน้าที่รองรับอยู่ระหว่างนอตกับชิ้นงานช่วยทำให้นอตกับชิ้นงานยึดกันแน่นและนอตจะไม่คลายหรือหลวมได้ง่าย เป็นต้น ซึ่งมีนอตหรือเกลียวตัวเมียหรือสลักเกลียวตัวผู้ทำหน้าที่ขันยึดชิ้นงานไว้แน่น

ชนิดของแหวนรอง (washers) มี 6 ชนิด ดังนี้

1. แหวนแบน (standard washer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แหวนผ่าข้าง (split ring washer)
3. แหวนมีพื้นข้างนอก (external type)
4. แหวนมีพื้นข้างใน (internal type)
5. แหวนมีพื้นข้างนอก-ใน (internal external type)
6. แหวนมีพื้นข้างนอกเอียงเป็นมุม (countersunk-type) (วิระ รัตนไชย, 2538 :

113-115)

ฉ) **สลักเกลียว** สลักเกลียวหรือเกลียวตัวผู้ สำหรับจับยึดชิ้นงานให้แน่นกับนอตหรือแฉกเกลียว และมีแหวนรองรับอยู่ระหว่างนอตกับชิ้นงาน ส่วนต่างๆ ของสลักเกลียว มีดังนี้

1. ขนาดของสลักเกลียว (diameter of bolt)
2. ขนาดของหัวสลักเกลียว (diameter of head)
3. ความหนาของหัวสลักเกลียว (height of head)
4. ความยาวของสลักเกลียว (length of bolt)
5. ความยาวของส่วนที่เป็นเกลียว (length of thread)

ช) **สกรู** หัวเขตสกรูมีหลายชนิด เช่น หัวกลม (round head) หัวแบน (flat head) หัวกลมด้านข้างทรงกระบอก (fillister head) หัวรูปไข่ (oval head) หัวหกเหลี่ยม (hexagonal head) หัวหกเหลี่ยมข้างใน (internal hex or allen) หัวหกแฉกหน้าข้างใน (fluted) และหัวสี่แฉก (Phillips) สำหรับจับยึดชิ้นงานให้แน่นตามต้องการ แต่ละรูชิ้นงานมีเกลียวในด้วย จึงยึดชิ้นงานได้แน่น เป็นต้น

สำหรับปลายเข็ตสกรูมีหลายชนิด เช่น ปลายแบน (flat point) ปลายรูกรวย (con point) ปลายรูปไข่ (oval point) และปลายรูปถ้วย (cup point) สำหรับกดแน่นชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานนั้นแนบแน่นด้วย แต่ในรูชิ้นงานมีเกลียวด้วย ปลายเข็ตสกรูจะกดแน่นในรูชิ้นงานเป็นต้น (บุญธรรม ภัทธราชกุล, 2540 : 114-115)

ซ) **สี** สีเป็นวัสดุที่ใช้เคลือบชิ้นงาน ใช้ป้องกันการผุกร่อนของชิ้นงานที่เป็นโลหะ เหล็กใช้เพิ่มความสวยงามให้กับชิ้นงาน รถยนต์ต้องการสีที่ให้ความมันเงาแวววาว สีถูกใช้งานในอุตสาหกรรมแทบทุกชนิด สีจึงเป็นวัสดุที่มีความสำคัญอย่างมาก น้ำมันจากเมล็ดฝ้ายถูกใช้เป็นน้ำมันสำหรับผสมสี น้ำมันสนและทินเนอร์ถูกใช้เป็นตัวทำละลายของสี ให้สีความเงาจากการเคลือบ ต้องการเวลาในการระเหยสั้นกว่าการใช้ปรอทสี สีมีส่วนประกอบของสิ่งต่อไปนี้

สารยึดเกาะ เป็นของเหลวทำหน้าที่เคลือบติดผิวงาน ยึดติดเนื้อสี และสารเพิ่มคุณภาพต่างๆ จุดประสงค์ของสารยึดเกาะคือมีมากมายหลายชนิด ได้แก่ น้ำมันจากธรรมชาติ เซลลูโลสและฟลูออโรคาร์บอนเรซิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อสี เนื้อสีมีจุดประสงค์เพื่อควบคุมสีต่างๆ ให้ได้ตามที่ต้องการ ทำให้สีมีความต้องการ ทำให้สีมีความเงางาม ป้องกันสนิม และทำให้เกิดความราบเรียบของชิ้นงาน ด้วยยัง การเกิดสนิมที่ใส่ไปในสีได้แก่ ตะกั่วแดง ตะกั่วน้ำเงิน สังกะสีโครเมต สีต่างๆ อาจได้มาจากทาง สารเคมีธรรมชาติหรือสารประกอบโลหะ เนื้อสีจำนวนมากจะอยู่ในสารยึดเกาะ เป็นของแข็งและไม่ละลายในสารละลายแต่จะเสื่อมคุณภาพเมื่อปล่อยทิ้งๆ ไว้ในบรรยากาศ

สารทำละลาย เป็นสารที่ทำให้ยึดเกาะติดเกิดการละลายเงาาง โดยเมื่อเติมสารทำละลายลงไป จะทำให้ความหนืดของสารยึดเกาะลดลง และจะเพิ่มปริมาณของสี แต่จะไม่ลดประสิทธิภาพของสารละลาย

สารเพิ่มคุณภาพ เป็นวัสดุที่เติมลงไปเพื่อปริมาณเล็กน้อย ทำให้สีมีคุณภาพทางเคมีที่ดี ในการทำให้สีเกิดการเคลือบติดผิวชิ้นงานได้ดี ไม่เกิดฟองไหลได้ดี มีความเสถียรแม้ อากาศเย็น ทำให้รวมตัวกันได้ดี ยึดเกาะผิวงานได้ดี

ชนิดและการเลือกใช้สี

เนื่องจากสีมีหลายชนิดและหลายประเภท เวลาใช้งานต้องเลือกให้ถูกต้อง สีมียู่ด้วยกัน 4 ชนิด ได้แก่

1. สีน้ำมัน (Oil Paint) ประกอบด้วยผงสี ตัวประสาน ตัวทำละลาย สารปรุงแต่งตัวประสานใช้น้ำมันชักแห้ง ตัวทำละลายใช้น้ำมันสน สีน้ำมันมีอยู่หลายชนิด

2. สีเคลือบ (Enamel Paint) ประกอบด้วยผงสี ตัวประสาน และตัวทำละลายตัวประสานจะใช้น้ำมันวานิชจากธรรมชาติ ตัวทำละลายใช้น้ำมันสนสีเคลือบอีกชนิดหนึ่งตัวประสานใช้น้ำมันวานิช จากการสังเคราะห์ (ยูเรียฟอร์มมาดีไฮด์) ตัวทำละลายใช้ทินเนอร์ (ชนิดนี้จะแห้งเร็ว)

3. สีแลคเกอร์ (Lacquer Paint) ประกอบไปด้วยผงสี สารปรุงแต่ง ตัวประสาน และตัวทำละลาย ตัวประสานใช้ในโครเจนเซลลูโลส ตัวทำละลายใช้ทินเนอร์

4. สีพลาสติกหรือสีน้ำ (Emulsion Paint) ประกอบไปด้วยผงสี สารปรุงแต่ง ตัวประสานใช้กาวลาเทกซ์หรือกาว PVA ตัวทำละลายใช้น้ำ (บุญธรรม ภัทรจารกุล, 2540 : 305-306)

๗) วัสดุที่ใช้ในงานเชื่อม วัสดุที่ใช้ในงานเชื่อมทุกวัสดุมีลักษณะพิเศษของคนอยู่ เพื่อที่จะได้ผลเชื่อมที่มุ่งต้องรู้ลักษณะพิเศษของวัสดุอย่างสมบูรณ์และต้องเลือกเงื่อนไขของการเชื่อมที่เหมาะสมแก่ลักษณะของวัสดุ ในปัจจุบันวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมเพิ่มมากขึ้น ตามวิวัฒนาการของวิธีการถลุงเหล็กกล้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาโลหะผสม ความสามารถต่างๆ ของวัสดุปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอ เพื่อสนองความต้องการ การซับซ้อนของอุตสาหกรรม ดังนี้ การเชื่อมโลหะผสมสำคัญมากยิ่งขึ้นและแต่ไม่เฉพาะลวดเชื่อมเท่านั้น เครื่องเชื่อมก็ถูกปรับปรุงอยู่ตามการเพิ่มขึ้นของชนิดของวัสดุอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อม (Welding)

การเชื่อมหมายถึงวิธีที่ทำให้โลหะอย่างน้อย 2 ชิ้น หลอมละลายติดกันแน่นและประสานติดเป็นเนื้อเดียวกันตรงบริเวณรอยเชื่อม โดยปกติมักใช้แรงกด ใช้ลวดเชื่อม ซึ่งอาจจะใช้ อย่างหนึ่งอย่างใดหรือไม่ใช้ทั้ง 2 อย่างก็ได้

การต่อโลหะโดยการเชื่อมนี้ ยังแบ่งกรรมวิธีที่นิยมใช้มาก สำหรับโลหะแผ่นบางได้ อีกเป็นสามวิธีได้แก่

ก. การเชื่อมก๊าซ (Gas welding) หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้น ให้ติดกัน โดยอาศัยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ของก๊าซ 2 ชนิดผสมกัน ก๊าซที่ได้โดยทั่วไปคือ ออกซิเจน (Oxygen, O_2) กับอะเซทิลีน (Acetylene, C_2H_2) ความร้อนที่ได้ประมาณ 5,800-6,300 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งมากเพียงพอที่จะหลอมละลายโลหะทั้งสองชิ้นให้ติดกัน

ข. การเชื่อมไฟฟ้า (Arc welding) หมายถึง การเชื่อมประสานโลหะ 2 ชิ้น ให้ติดกัน โดยใช้ความร้อนจากการอาร์ค (Arc) ของขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ความร้อนที่ได้จะมีประมาณ 10,000 องศาฟาเรนไฮต์

ค. การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance) หมายถึง การเชื่อมโดยอาศัยความต้านทานกระแสไฟฟ้าของแผ่นโลหะเป็นตัวทำให้เกิดความร้อนขึ้นในโลหะกำลังหลอมละลายด้วยและในขณะที่โลหะเย็นตัวลงก็จะทำให้โลหะยึดติดกัน (เกษมชัย บุญเพ็ญ, 2536 : 116)

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

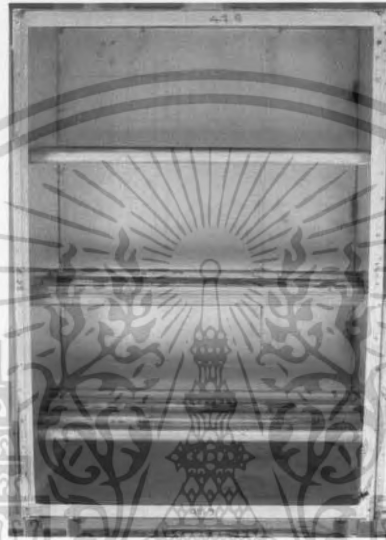
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ตู้อบรวมควันขนาดเล็ก

1. เหล็กกล่องขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 40 เซนติเมตร จำนวน 6 เส้น
2. เหล็กกล่องขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 50 เซนติเมตร จำนวน 1 เส้น
3. แผ่นเหล็กความหนา 1 มิลลิเมตร ขนาด 70X50 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น
4. แผ่นเหล็กความหนา 1 มิลลิเมตร ขนาด 50X40 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น
5. แผ่นเหล็กความหนา 1 มิลลิเมตร ขนาด 30X30 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น
6. แผ่นเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 30X10 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น
7. พัดลมดูดควัน จำนวน 1 ตัว ขนาด 220 โวลต์
8. แผ่นทำความร้อนจากฐานกาต้มน้ำ จำนวน 1 ตัว
9. ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว โดยที่เชื่อมต่อเป็นรูปตัว L
10. ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ความยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน
11. ท่อเหล็กกลม ขนาด 1 นิ้ว ยาว 50 เซนติเมตร จำนวน 12 เส้น
12. สวิตช์ จำนวน 2 ตัว
13. นอต, สกรู 28 ตัว

3.2 ส่วนประกอบของตู้บรมควันขนาดเล็ก

ตู้บรมควันขนาดเล็กที่ได้ออกแบบ และสร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

ตู้บรมควัน ขนาด 70X50X40 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ตู้บรมควัน

ตู้กำเนิดควัน ขนาด 30X30X30 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพที่ 2)

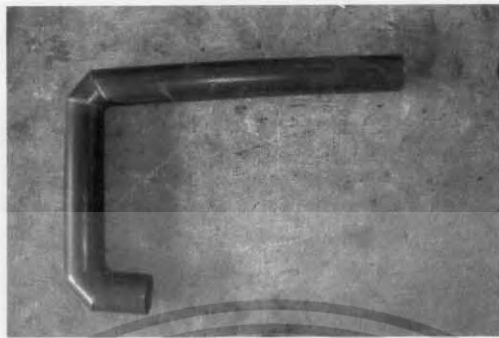


ภาพที่ 2 ตู้กำเนิดควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ศูนย์ฯ เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

73128

ท่อปล่อยควัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว (ดังแสดงในภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ท่อปล่อยควัน

ท่อระบายควัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว (ดังแสดงในภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ท่อระบายควัน

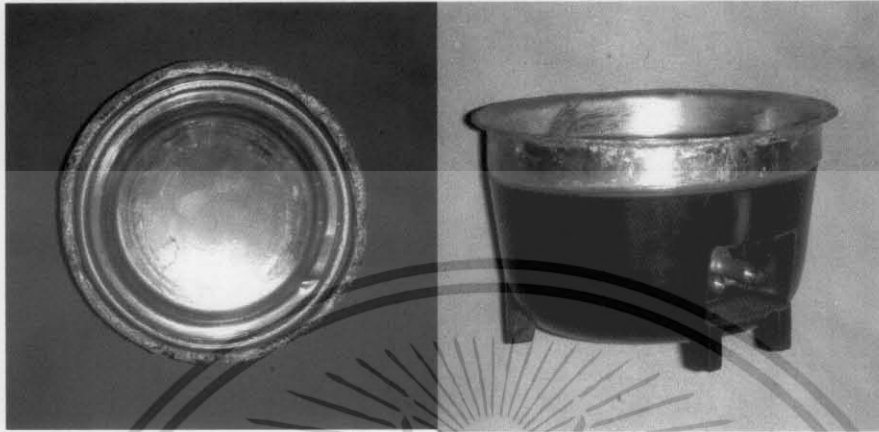
พัดลมดูดอากาศ ขนาด 220 โวลต์ (ดังแสดงในภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 พัดลมดูดอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตาเผาขี้เถ้า ขนาด 220 โวลต์ (ดังแสดงในภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 เตาเผาขี้เถ้า

ชั้นสำหรับวางเนื้อที่จะนำมารมควัน (ดังแสดงในภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ท่อเหล็กขนาด 1 นิ้ว ที่นำมาทำชั้นสำหรับวางเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์

3.3.1 วิธีการดำเนินงาน

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง การประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็กมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- 1) ศึกษาถึงส่วนประกอบที่จำเป็นพื้นฐานในการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องรมควันขนาดเล็ก
- 2) นำข้อมูลเกี่ยวกับการประดิษฐ์ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของตู้รมควัน มาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ เพื่อออกแบบและพิจารณาขั้นตอนในการสร้าง รวมถึงประเภทของวัสดุอุปกรณ์ต้องให้เหมาะสม ในด้านราคาและการใช้งาน
- 3) จัดซื้ออุปกรณ์ที่ได้พิจารณาไว้ และเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นในการประกอบเครื่องอบรมควัน โดยต้องคำนึงถึงความประหยัดและเหมาะสมกับการใช้งาน
- 4) ดำเนินการสร้างตู้อบรมควัน โดยทำตามขั้นตอนในหัวข้อ 3.3.2
- 5) ตรวจสอบความสมบูรณ์ของตัวเครื่อง
- 6) ทดสอบประสิทธิภาพของตู้อบรมควัน
- 7) ทำการแก้ไขปัญหาที่พบหลังการตรวจสอบ
- 8) จัดทำคู่มือ ประกอบการใช้ตู้อบรมควัน
- 9) จัดทำปัญหาพิเศษให้เป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

3.3.2 การประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก

1) การประกอบส่วนฐาน

นำเหล็กกล่องขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 40 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น โดยใช้ผู้เชื่อมไฟฟ้า มาเชื่อมต่อกับเหล็กกล่องขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 50 เซนติเมตร จำนวน 1 เส้น และเหล็กกล่องขนาด 1/2 นิ้ว ความยาว 40 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น เมื่อเชื่อมต่อกันเสร็จแล้วนำไปประกอบเชื่อมต่อกับตู้รมควัน

2) การประกอบส่วนของตู้รมควัน

นำแผ่นเหล็กความหนา 1 มิลลิเมตร ขนาด 70X50 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่น มาเชื่อมต่อกับแผ่นเหล็กความหนา 1 มิลลิเมตร ขนาด 50X40 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่นเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว จำนวน 2 รู ด้านบนของผู้เพื่อใช้ต่อประกอบกับท่อส่งควันและท่อระบายควัน

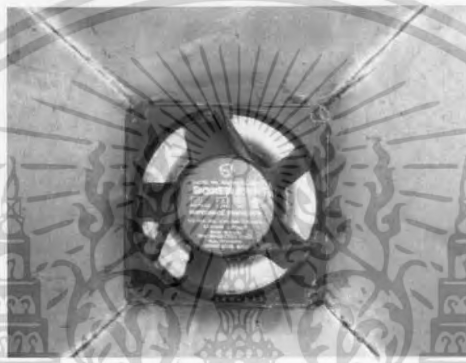
3) การประกอบส่วนผู้ผลิตควัน

นำแผ่นเหล็กความหนา 1 มิลลิเมตร ขนาด 30X30 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น มาเชื่อมต่อกันให้เป็นกล่องลูกบาศก์โดยเว้นด้านบนไว้สำหรับติดพัดลม นำแผ่นเหล็กรูปสี่เหลี่ยมคางหมูขนาด 30X10 เซนติเมตรมาเชื่อมต่อกันด้านบนของกล่องลูกบาศก์ที่เชื่อมต่อไว้ข้างต้นแล้ว

4) การติดตั้งพัดลมดูดควัน

ติดตั้งพัดลมดูดควันบริเวณด้านบนของผู้ผลิตควันแล้วยึดด้วยสกรู ดังแสดงใน

ภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การติดตั้งพัดลมดูดควัน

5) การติดตั้งเตาเผาขี้เลื่อย

นำเอากาน้ำร้อนไฟฟ้ามาตัดเอาแต่ส่วนก้นของกาซึ่งเป็นส่วนที่มีแผ่นให้ความร้อนอยู่ แล้วทำการเจาะรูด้านล่างของผู้ผลิตควันให้มีขนาดพอดีกับเตาเผาขี้เลื่อย จากนั้นนำกาน้ำร้อนที่ตัดเอาไว้แล้วนำมาเคาะด้านบนให้แบนออกด้านข้างโดยรอบประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำกาน้ำร้อนที่ได้ประกอบลงไปในรูที่เจาะไว้ให้แน่น (ดังภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 การติดตั้งเตาเผาขี้เลื่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การติดตั้งท่อส่งควันและท่อระบายควัน

นำท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ซึ่งมีการเชื่อมต่อกันเป็นรูปตัว L เรียบร้อยแล้วเชื่อมต่อกับรูที่เจาะไว้ที่ตุ้มควันแล้วนำมาเชื่อมต่อกับแผ่นเหล็กขนาด 10X10 เซนติเมตร ที่เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ไว้เรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นนำมาเชื่อมต่อกับด้านบนของตู้ผลิตควันนำท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ความยาว 20 เซนติเมตร เชื่อมต่อกับตุ้มควันด้านบน

7) การติดตั้งชั้นวางชิ้นเนื้อ

นำท่อเหล็กกลม ขนาด 1 นิ้ว ยาว 50 เซนติเมตร ปัดรูทั้งสองด้านแล้วเจาะรูใหม่ให้มีขนาดเล็กทั้งหมด 12 เส้น

เจาะรูตุ้มควันด้านข้างโดยแถวแรกวัดจากด้านบนของตู้ลงมา 20 เซนติเมตร จากนั้นทำการเจาะรู 4 รู ห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร ส่วนแถวที่สองวัดจากแถวแรก 20 เซนติเมตร แล้วก็ทำเหมือนกับแถวที่ 1 แถวที่ 3 ก็ทำเหมือนกันทั้งสองแถว (ดังภาพที่ 10 และ 11)



ภาพที่ 10 การติดตั้งท่อเหล็กกลมเป็นชั้นวางชิ้นเนื้อ

ภาพที่ 11 ลักษณะชั้นวางชิ้นเนื้อที่ติดตั้งเสร็จ

8) เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่กล่าวข้างต้นก็จะได้ตู้อบรมควันขนาดเล็ก สำหรับการใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การใช้ตู้อบรมควันขนาดเล็ก

1. ตรวจสอบเช็คลูกกรงและชิ้นส่วนของตู้อบรมควันให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งาน
2. ตรวจสอบเช็กลูกกรงและเตาเผาว่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่
3. เช็บบล็อกพัดลมดูดควันและตรวจสอบการรั่วของกระแสไฟ
4. นำอาหารที่จะทำการรมควันใส่ไว้ในตู้อบรมควัน
5. ใส่ขี้เถ้าลงในเตาเผาพร้อมเปิดสวิทช์เตาเผาโดยใส่ขี้เถ้าก่อนเมื่อไฟเริ่มติดให้ใส่เพิ่ม
6. เมื่อขี้เถ้าติดดีแล้วปิดสวิทช์เตาเผาพร้อมเปิดสวิทช์พัดลมดูดอากาศ
7. ตรวจสอบเช็ขี้เถ้าอยู่เป็นระยะๆ
8. ปิดพัดลมดูดควัน
9. เปิดตู้รมควันคูสิและกลิ่นของอาหาร
10. เปิดที่ระบายควันและเปิดพัดลมดูดอากาศ
11. นำอาหารออกจากตู้รมควัน
12. ดึงสายไฟฟ้าออกและใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาดๆ เช็ดภายในตู้รมควัน
13. ตรวจสอบเช็คลูกกรงต่างๆให้อยู่สภาพที่จะพร้อมใช้งานตามเดิม

3.3.4 การบำรุงรักษาตู้อบรมควันขนาดเล็ก

1. ก่อนจะทำการรมควันตรวจสอบเช็คลูกกรงทุกครั้ง
 2. เมื่อรมควันเสร็จ ใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาดๆ เช็ดบริเวณภายในทุกครั้ง
- ข้อควรระวัง**
1. ระวังระวังไม่ควรเปิดเตาเผาขี้เถ้าไว้ตลอดเวลาเมื่อขี้เถ้าติดให้ปิดเตาทันที
 2. ควรเปิดพัดลมดูดควันหลังจากขี้เถ้าติดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว
 3. ตรวจสอบลูกกรงให้พร้อมก่อนใช้งาน

3.4 สถานที่จัดสร้างอุปกรณ์

82/3 ซอยอ่อนนุชนิเวศน์ 1 ถนนลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ

10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ระยะเวลาในการประดิษฐ์ตู้อบรมควัน

ในการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็กใช้ระยะเวลาในการดำเนินการจากเดือน เมษายน – กันยายน พ.ศ. 2549 เวลา รวม 24 สัปดาห์

สัปดาห์ที่ 1-3 ศึกษารูปแบบและโครงสร้างของตู้อบรมควันขนาดเล็ก

สัปดาห์ที่ 4-5 ร่างแบบและออกแบบตู้ตามวัตถุประสงค์ เขียนแบบแล้วกำหนดขนาดของตู้อบรมควัน

สัปดาห์ที่ 6-8 ศึกษาและเลือกวัสดุที่จะนำมาประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก สำนักรวราคา และเปรียบเทียบราคาของวัสดุและอุปกรณ์ตามท้องตลาด จัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการ

สัปดาห์ที่ 9-11 ทำโครงสร้างของตู้อบรมควันขนาดเล็กและติดตั้งท่อส่งควัน

สัปดาห์ที่ 12-15 ติดตั้งผู้ผลิตควัน พัดลมดูดควันและเตาเผาเชื้อเพลิง

สัปดาห์ที่ 16-19 ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตู้อบรมควัน

สัปดาห์ที่ 20 ทดลองประสิทธิภาพตู้อบรมควันขนาดเล็ก ครั้งที่ 1

สัปดาห์ที่ 21-23 ทำการปรับปรุงแก้ไข

สัปดาห์ที่ 24 ทดสอบประสิทธิภาพตู้อบรมควันขนาดเล็ก ครั้งที่ 2

บทที่ 4

ผลการสร้างอุปกรณ์

4.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของตู้อบรมควันขนาดเล็กที่ได้ประดิษฐ์ ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะต่างๆดังต่อไปนี้

- ระยะเวลาในการรมควัน
- ปริมาณของขี้เลื่อยที่ใช้

โดยการทดสอบประสิทธิภาพของตู้อบรมควันขนาดเล็กซึ่งมีขั้นตอนในการทดสอบดังต่อไปนี้

1) การเตรียมวัตถุดิบในการทดสอบ คือ

- เนื้อหมู จำนวน 2 กิโลกรัม
- ขี้เลื่อย จำนวน 1 กิโลกรัม

2) วิธีการทดสอบ

1.เตรียมตู้อบรมควันขนาดเล็กโดยตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องมือและอุปกรณ์

ต่างๆ

2.นำขนาดเนื้อหมูที่มีขนาดความหนา 2 เซนติเมตร ความยาว 8 เซนติเมตร จำนวน 2 กิโลกรัม นำมาวางในตู้อบรมควัน

3) ตรวจสอบลักษณะของเนื้อหมูและเวลาที่ใช้ในการรมควัน

มีคายนเนื้อหมูที่ได้นำมาตรวจสอบด้านประสาทสัมผัส สี กลิ่น ความนุ่ม

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

ครั้งที่ 1 จากการทดสอบประสิทธิภาพตู้อบรมควันขนาดเล็ก ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2549 ณ บ้านเลขที่ 82/3 ซอยอ่อนนุชนิเวศน์ 1 ถนนลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 ผลปรากฏว่าเมื่อทำการเปิดเครื่องรมควัน โดยนำซี่เลื่อยใส่ลงในเตาเผาพบว่าการเผาไหม้เกิดขึ้นดี และตัวของพัลลมุดควันสามารถดูดควันได้อย่างดี แต่ตู้อบรมควันยังมีรอยรั่วตามบริเวณขอบรอยต่อของตะเข็บผนังตู้ โดยไม่สามารถรมควันได้จึงจำเป็นต้องอุดรอยรั่วบริเวณตู้ นอกจากนี้ปัญหารั่วตามตะเข็บตู้ ยังมีปัญหากระแสไฟรั่ว

ครั้งที่ 2 จากการทดสอบประสิทธิภาพตู้อบรมควันขนาดเล็ก ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 9 ตุลาคม 2549 ณ บ้านเลขที่ 82/3 ซอยอ่อนนุชนิเวศน์ 1 ถนนลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 ผลปรากฏว่าเมื่อทำการใส่เนื้อหมูที่มีขนาดความหนา 2 เซนติเมตร ความยาว 8 เซนติเมตร จำนวน 2 กิโลกรัม และทำการเปิดเตาเผาซี่เลื่อยที่ใส่ซี่เลื่อยไว้แล้ว เมื่อซี่เลื่อยเริ่มติดไฟ ทำการปิดเตาเผาและเปิดพัลลมุดควัน เปิด-ปิดพัลลมุดควันเป็นระยะทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง โดยจับเวลาและตรวจดูเป็นระยะๆ พบว่าเวลาที่สั้นที่สุดที่ทำให้เกิดการติดกลิ่นรมควันคือ 40 นาที สำหรับปัญหาที่พบในการทดสอบครั้งที่สอง คือ ประสิทธิภาพของตู้ไม่แนบสนิทกับตัวตู้จึงทำให้การรมควันขาดประสิทธิภาพที่ควรจะมี และเกิดปัญหาควันลอยตัวออกมาตามรอยต่อนี้เป็นจำนวนมาก

4.3 การปรับปรุงแก้ไข

จากการทดลองประสิทธิภาพตู้อบรมควัน ในครั้งนี้ พบจุดพร่องที่ต้องแก้ไขเพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้สนใจ และคิดพัฒนาตู้อบรมควันขนาดเล็กให้ดียิ่งขึ้นดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพของตู้ไม่แนบสนิทกับตัวตู้จึงทำให้การรมควันขาดประสิทธิภาพที่ควรจะมี และเกิดปัญหาควันลอยตัวออกมาตามรอยต่อนี้เป็นจำนวนมาก ซึ่งผู้จัดทำยังไม่ได้ทำการแก้ไขปัญหานี้ แต่มีข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขโดย บริเวณขอบประตูให้ทำการติดยางหรือขอบยางโดยรอบ

2. วัสดุที่ใช้ควรเป็นชนิดกันสนิมได้ หรือทาด้วยสีกันสนิม

3. การติดตั้งรมพบไฟให้ควรตรวจสอบคู่มือก่อนการทดลองและควรมีการต่อสายดินเพื่อป้องกันไฟรั่ว

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง “การประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก” มีวัตถุประสงค์ เพื่อประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็กเพื่อใช้สำหรับรมควันอาหารประเภทต่างๆ เช่น เนื้อสัตว์ ปลา

ในการดำเนินการศึกษาประกอบ ไปด้วยการออกแบบตู้อบรมควันขนาดเล็กโดยได้ศึกษา ถึงหลักการรมควันและส่วนประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และรายละเอียดทั้งหมดสำหรับนำมาเรียบเรียงเป็นขั้นตอนในการออกแบบและประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก ที่อาศัยหลักการทำงานของแผ่นความร้อนของกาดม้มน้ำร้อน ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานได้ดี รวมทั้งใช้ต้นทุนการผลิตต่ำ ผู้จัดทำ ได้ทำการเลือกวัสดุที่นำมาใช้ในการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็ก พร้อมทั้งสำรวจราคาและเปรียบเทียบวัสดุอุปกรณ์ในท้องตลาด ก่อนทำการจัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆตามที่ต้องการและนำมาทำการวัดขนาดเพื่อตัดตกแต่งให้ได้ตามแบบที่วางไว้ทำการเชื่อมต่อ ชิ้น โครงสร้างหลักคือส่วนของตู้รมควันและผู้ผลิตควัน คิดตั้งพัดลมดูดควันและชิ้น โครงสร้างฐานเพื่อติดตั้งล้อเลื่อน ตกแต่งวัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน

ผลการทดลองประสิทธิภาพพบว่ามีการรั่วของควันบริเวณรอยต่อของตะเข็บของผู้ และการรั่วของกระแสไฟ และได้ดำเนินการแก้ไขโดยการอุดรอยรั่วโดยการเชื่อมปิดด้วยลวดเชื่อม ไฟฟ้าและเชื่อมต่อสายไฟใหม่ทั้งหมดพบว่าวันที่เกิดขึ้นมีความสม่ำเสมอ และสามารถควบคุมปริมาณควันและระยะเวลาในการอบรมควันได้ จึงเหมาะสมที่จะนำมาแปรรูปอาหารที่ต้องการรมควันและต้องการที่เพิ่มมูลค่าของอาหาร

ผลจากการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ทำให้ได้ตู้อบรมควันขนาดเล็กซึ่งมีต้นทุนการผลิตต่ำ โดยอาศัยแผ่นทำความร้อนจากกาดม้มน้ำมาเผาไหม้ขี้เลื่อยและใช้พัดลมดูดอากาศดูดควันเข้าสู่ตู้รมควัน พบว่าวันที่เกิดขึ้นนั้นทำให้ได้เนื้อหมูที่มีกลิ่นของควันตามต้องการ นอกจากนี้ยังได้ปัญหาพิเศษเรื่อง การประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็กพร้อมคู่มือการใช้ตู้อบรมควัน

1 เล่ม

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็กที่อาศัยแผ่นความร้อนของกาดัมน้ำร้อน ผู้จัดทำมีข้อเสนอแนะในการประดิษฐ์ตู้อบรมควันขนาดเล็กในลักษณะนี้ และเพื่อปรับปรุงชิ้นงานในเรื่องต่อไปนี้เป็นคือ

1. ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในเรื่องเครื่องมือกลและเครื่องมือไฟฟ้าซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จะใช้สร้างเครื่องมือเป็นอย่างดี
2. จากการทดสอบประสิทธิภาพของตู้อบรมควันขนาดเล็กที่อาศัยแผ่นความร้อนของกาดัมน้ำร้อน พบว่าประตูของตู้รมควันเป็นชิ้นส่วนที่ต้องมีการออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อป้องกันการรั่วไหลของควันไฟ และภายในตู้อบรมควันที่มีการสัมผัสกับอาหารที่นำมารมควัน ควรใช้วัสดุที่ไม่เป็นสนิมและทนความร้อน และอีกอย่างที่สำคัญควรมีการติดตั้งสายดินเพื่อป้องกันไฟรั่วอีกด้วย



บรรณานุกรม

- เกษมชัย บุญเพ็ญ. 2536 . ทฤษฎีเครื่องกล. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 214 น.
- จุฑารัตน์ เสรมกุล และคณะ. 2547. เอกสารประกอบการฝึกอบรม “ผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากเนื้อสุกร ครั้งที่ 2”. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (อัดสำเนา)
- ชัยณรงค์ คันทพนิต. 2529 . วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช. 275 น.
- ณัฐวรรณ กุฎุมิรัตน์ และ ถวิลจิตร เย็นใจ. 2545. การประดิษฐ์เครื่องปอกเปลือกและกระทุ้งแกนสับประรด. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 33 น.
- บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2540. วัสดุช่าง. กรุงเทพฯ : ที เอส ยู เคชั่น. 309 น.
- ประทีป คุ่มทอง. 2547. เครื่องหั่นกล้วยดิบ. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 62 น.
- ไพบุลย์ ชรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ : โอเคียนสโตร์. 302 หน้า.
- เขวาลักษณ์ สุรพันธ์พิสุทธิ์. 2536. เทคโนโลยีการผลิตเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สหมิตร-ออฟเซต. 133 หน้า.
- วรรณมา ตั้งเจริญชัย. ควีนสำหรับบรมควีนอาหาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 133 น.
- วีระ รัตนไชย. 2538. งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 206 น.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งบประมาณในการสร้างตู้อบรมควันขนาดเล็ก

1. กาต้มน้ำร้อน 1 เครื่อง	300	บาท
2. แผ่นโลหะความหนา 0.5 มิลลิเมตร 1 แผ่น	2,000	บาท
3. พัดลม 1 ตัว	500	บาท
4. ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 2 เมตร	500	บาท
5. เหล็กกล่องขนาด 1/2 นิ้ว จำนวน 1 เส้น	500	บาท
6. สวิตช์ จำนวน 2 ตัว	150	บาท
7. นอต , สกรู	100	บาท
8. ลูกล้อ 4 ตัว	100	บาท
9. สีสเปรย์ทนความร้อน (ดำ) 2 กระป๋อง	240	บาท
10. ท่อเหล็กกลม ขนาด 1 นิ้ว	500	บาท
11. สายไฟฟ้า ยาว 3 เมตร	60	บาท
รวม	4,950	บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้