420

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง การศึกษาอัตราการทำแห้งของปลานิลจากเครื่องอบรมควัน

(Dehydration rate of TILAPIA in pilot-plant smoker-dryer)

โดย นายบัณฑิต แสงพุทธา

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก...

..... 11/3/30 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**
( ) .../.../...

..... 17/3/30 **กรรมการของภาควิชา**
( )

..... 16/1/30 **กรรมการของภาควิชา**
( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( ) **หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร**

วันที่ ... เดือน ..... พ.ศ. ...

13442
18 พ.ย. 2530
ปพ
ป259ก
2529

ACC.
DATE 18 พ.ย. 2530
CALL

13442

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ (45499)

เรื่อง

การศึกษาอัตราการทำแห้งของปลานิลจากเครื่องอบรมควัน

(Dehydration rate of TILAPIA in pilot - plant smoker - dryer)

โดย

นายบัณฑิต แสงพุทธา

T096474

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2529

ปพ.
ป259ก
2529

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96474
วัน,เดือน,ปี.....

บทคัดย่อ

เรื่อง

การศึกษาอัตราการทำแห้งของปลานิลจากเครื่องอบรมควัน

(Dehydration rate of TILAPIA in pilot-plant smoker-dryer)

เครื่องมืออบรมควัน ที่มีอยู่ในภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร ปัจจุบันเทคโนโลยีระจอมเกล้า ลาดกระบัง เป็นเครื่องมือที่ถูกสร้างขึ้นมาโดยการย่อส่วนมาจากเครื่องมืออบรมควันในระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งเมื่อจะนำมาใช้ทำการปฏิบัติการหรืองานวิจัย ก็ควรจะต้องทราบถึงอัตราการทำแห้งที่มีต่อผลิตภัณฑ์ และระยะเวลาการของเครื่องอบรมควันนี้เสียก่อน เพื่อให้เกิดความผิดพลาดในการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้ปลานิลเป็นวัตถุดิบในการอบแห้ง ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การอบแห้งนั้นไม่สามารถที่จะควบคุมให้อุณหภูมิในการอบคงที่อย่างสม่ำเสมอได้ ดังนั้นอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งจะอยู่ในช่วง 60° ถึง 75° น. และในระหว่างของเครื่องอบแห้งนี้ ไม่มีผลต่ออัตราการทำแห้งที่แตกต่างกันมาก ทั้งนี้เพราะว่าภายในตู้อบนี้มีการเคลื่อนเวียนและกระจายตัวของอากาศร้อนที่สม่ำเสมอและทั่วถึงกันส่วนลักษณะของปลานิลที่ใช้ในการอบแห้งนั้น ปลาที่แบบ split จะมีอัตราการทำแห้งที่ดีกว่าปลาที่เป็น Whole และเมื่ออบที่เวลา 12 ชั่วโมง แล้วจากการวิเคราะห์ว่าผลิตภัณฑ์ปลาแห้งที่ได้จะมีค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลืออยู่เพียง 38 ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ดังกล่าวนี้ มีความเหมาะสมสำหรับนำเอาไปทำผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อไป

คำนิยม

ในการดำเนินการทดลองและรวบรวมผลการวิเคราะห์ปัญหาพิเศษ เรื่อง การศึกษาอัตราทำแห้งของปลานิลจากเครื่องอบรมควันครั้งนี้ ได้รับการช่วยเหลือและแนะนำจาก อาจารย์ระติพร หาเรือนกิจ, อาจารย์วรรณา ลิ่วเกษมศานต์ และอาจารย์มาลี กิจเวคิน ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และทำให้ผลการทดลองต่าง ๆ สำเร็จลุล่วงไปตามวัตถุประสงค์

ผู้จัดทำขอขอบคุณอย่างสูงในความกรุณาของท่านทั้งสามไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

บัณฑิต แสงพุทธา

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(3)
สารบาญภาพผนวก	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
การตรวจเอกสาร	3
- ความรู้เกี่ยวกับการทำแห้ง	3
- ความรู้เกี่ยวกับอัตราการทำแห้ง	4
- ความรู้เกี่ยวกับเครื่องอบแห้ง	7
- ความรู้เกี่ยวกับปลานิล	9
อุปกรณ์และวิธีการ	10
วิธีการทดลอง	10
ผลการทดลอง	18
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	26
สรุป	29
ข้อเสนอแนะ	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	32

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียไปของถั่วที่เป็นแบบ whole และ split	21

สารบาญภาพ

รูปที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับอัตราการทำแห้ง	5
2	ขนาดของปลามีผลต่ออัตราการทำแห้ง	6
3	ลักษณะและรูปแบบของเครื่องอบรมควัน	16
4	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่สูญเสียไปของปลานิลที่เป็นแบบ whole ในแต่ละชั้น เมื่ออบทั้งหมด 5 ชั้น ที่อุณหภูมิ 60 ° - 75 ° ซ.	19
5	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่สูญเสียไปของปลานิลที่เป็นแบบ whole ในแต่ละชั้น เมื่ออบทั้งหมด 3 ชั้น ที่อุณหภูมิ 60 ° - 75 ° ซ.	20
6	เปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ในปลานิลที่อบแห้ง ในระยะเวลา 6 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง	22
7	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่สูญเสียในปลานิลที่เป็นแบบ whole เมื่ออบ 3 ชั้น เวลา 12 ชั่วโมง	23
8	เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เหลืออยู่ในปลานิลที่เป็นแบบ whole เมื่ออบ 3 ชั้น เวลา 12 ชั่วโมง	24

สารบาญภาพผนวก

รูปที่		หน้า
1	ตู้อบรมศพัน	32
2	ตู้ฟักศพัน	33

คำนำ

การทำแห้งเป็นการถนอมอาหารที่ทำกันมาแต่โบราณ หลังจากมนุษย์รู้จักทำไฟขึ้นเป็นครั้งแรก และพยายามที่จะหาวิธีการที่จะเก็บรักษาอาหารไว้รับประทานยามเมื่อขาดแคลนหรือหมดฤดูกาลแล้ว และโดยที่มนุษย์เราได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นความร้อนจากธรรมชาติ จึงเป็นการทำแห้งที่นิยมกันอย่างมากในสมัยก่อน เพราะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากนัก แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้นความต้องการอาหารเพื่อบริโภคก็เพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว ดังนั้นเทคโนโลยีของการทำแห้ง จึงได้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการทำแห้งที่ได้จากเครื่องมือกล

การทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งนี้ มีข้อดีกว่าการทำแห้งโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์หลายประการ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะสะอาดปราศจากการปนเปื้อนจากภายนอกเพราะว่ามีการปกปิดที่มิดชิดกว่า และการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งนี้จะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ในการทำแห้งได้อย่างแน่นอนตามที่ต้องการ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพที่เหมาะสมกับการบริโภค และยังก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในตัวผลิตภัณฑ์ได้อีกมาก

อย่างไรก็ตามการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งนี้ จะต้องมีการศึกษาอัตราการทำแห้งและประสิทธิภาพของเครื่อง เพื่อให้การใช้ประโยชน์ในเครื่องทำแห้งนี้มีประสิทธิภาพมากที่สุดและคุ้มค่าต่อการลงทุนในเครื่องมือนั้น ๆ การศึกษาเกี่ยวกับอัตราการทำแห้งนี้จะเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเครื่องให้ได้มากที่สุด เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดี โดยเฉพาะปลานิลที่เป็นปลาที่มีความเหมาะสมต่อการทำแห้งประเภทหนึ่ง ซึ่งจะก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ต่อมา

วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาลักษณะของการเตรียมปลานิลที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้งก่อนจะนำเข้าเครื่องทำแห้ง

- เพื่อศึกษาหาอัตราการทำแห้งโดยจะอาศัยปัจจัยในด้านของอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้ง

- เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องทำแห้ง

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- ทราบถึงอัตราทำแห้งและประสิทธิภาพของเครื่องทำแห้ง
- ทราบถึงข้อดีและข้อเสียของเครื่องทำแห้ง เพื่อนำไปปรับปรุงต่อไปในอนาคต
- ทราบถึงอัตราการทำแห้งของปลานิลด้วยเครื่องทำแห้ง เพื่อใช้ในงานวิจัยต่อไป

การตรวจเอกสาร

การทำปลาแห้งเริ่มต้นในอเมริกา ในปี ค.ศ. ๑๘๓๗ โดยนำปลาไปทำให้สุกก่อนด้วยไอน้ำ แล้วจึงแยกเอากระดูก และก้างออก นำเนื้อปลาสุกไปขยี้บนตระแกรงลวดให้เป็นก้อนเล็กแล้วจึงนำไปทำแห้งโดยอุณหภูมิที่อุณหภูมิ ๒๐๐ องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา ๓ ชั่วโมง ต่อมาในปี ค.ศ. ๑๘๘๐ จึงมีผู้ขอจดทะเบียน วิธีทำปลาแห้งโดยใช้ความร้อนจากไอน้ำ และในปี ค.ศ. ๑๙๐๐ ราวสกอตแอนด์ได้คิดทำปลาแห้งผสมกับแป้ง ปลาที่ใช้ทำแห้งคือปลาคอด (cod) เมื่อปลาแห้งแล้วจึงนำไปเคลือบด้วยแป้งอีกชั้นหนึ่ง ปลาแห้งที่ได้จะถูกส่งไปให้ทหารที่ทำสงครามอยู่ในทวีปอาฟริกาใต้ (ประเสริฐ, ๒๕๑๘)

ในสมัยเจงกิจขาน (Ghengis Khan) อาหารทำแห้งส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในกิจการทหาร (Brockman ,๑๙๖๙) การส่งกำลังบำรุงในเรื่องของอาหารนั้นบ่อยครั้งจะถูกแจกจ่ายไปตามน้ำหนักของอาหารที่พอจะเอาไปได้ ดังนั้นการที่จะลดน้ำหนักของอาหารลงได้นั้นก็จะต้องใช้วิธีการทำแห้ง โดยการกำจัดความชื้นออก เพื่อให้นำไปให้ได้มากที่สุดและยังสามารถเก็บรักษาอาหารให้อยู่ได้นานวันด้วย

(FAO ,๑๙๖๖, ๑๙๖๙) ได้ให้คำจำกัดความของศัพท์ ๒ คำไว้ว่า การทำแห้ง (Dehydration) โดยทั่วไปหมายถึง การกำจัดความชื้นหรือน้ำที่ประกอบอยู่ในตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะป้องกันการเข้าไปทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ หรือเพื่อจะหมายถึงการเก็บรักษาระดับความชื้นไว้ระดับหนึ่ง เพื่อดัดแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และศัพย์อีกคำก็คือ การบ่มหมัก (Cured) โดยทั่วไปแล้วคล้ายกับการทำแห้ง (Dehydrated) การรมควัน (smoked) หรือการดอง (pickled) ซึ่งแต่ละวิธีจะทำให้เกิดการสูญเสียของน้ำได้ แต่การเก็บรักษาและการป้องกัน (preservative) ปฏิกิริยาที่จะเกิดขึ้นโดยสารเคมีหรือเอนไซม์ (Enzyme) ต่าง ๆ จะต้องนำไปลดปริมาณน้ำออกโดยการทำแห้ง

ในการทำแห้ง จะต้องคำนึงถึงสภาพสองอย่างคือ การถ่ายเทของมวลและการถ่ายเทของความร้อน การถ่ายเทของมวลในที่นี้คือ การเคลื่อนย้ายของโมเลกุลของน้ำจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในเนื้อปลา จนกระทั่งโมเลกุลของน้ำจะเคลื่อนออกมาสู่ผิวหน้าของเนื้อปลาต่อไปก็เป็นการนำโมเลกุลน้ำออกจากผิวของเนื้อปลา และโมเลกุลของน้ำก็จะถูกนำออกมาสู่บรรยากาศภายนอก ความร้อนจะเคลื่อนย้ายไปในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนย้ายของน้ำ ความร้อนจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ภายนอกจะเคลื่อนย้ายไปที่ผิวของเนื้อปลา แล้วจะเคลื่อนที่เข้าไปในเนื้อปลา โดยความร้อนจำนวนนี้จะเป็นพลังงานเพื่อให้น้ำระเหยกลายเป็นไอ (ประเสริฐ, ๒๕๑๘)

ในเนื้อปลา (เกษม, ๒๕๒๕) น้ำที่ประกอบอยู่ในเนื้อปลามีอยู่สองสภาวะคือน้ำที่อยู่ในรูปอิสระ (Free water) ซึ่งจะเป็นน้ำที่จะถูกกำจัดออกได้ง่าย โดยใช้ความร้อนและอีกสภาวะหนึ่ง คือ น้ำที่อยู่ในรูปของพันธะทางเคมี(bound water) ซึ่งน้ำให้ลักษณะนี้จะถูกกำจัดออกไปได้ยากดังนั้นการทำแห้งจะมีลักษณะเหมือนหรือคล้ายกับน้ำในรูปของน้ำที่อยู่ในรูปอิสระที่พื้นผิวที่เรียกว่า การทำแห้งอัตราคงที่(Constant drying rate) และเมื่อโมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่ออกไปจากเนื้อปลามากขึ้นจะทำให้ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในเนื้อปลาน้อยลงไปทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า การทำแห้งอัตราไม่คงที่ (falling drying rate) ดังรูปที่ ๑

การคำนวณอัตราการทำแห้งที่คงที่

ในช่วงอัตราแห้งคงที่น้ำจะถูกนำออกจากส่วนที่เทียบเท่ากับการเคลื่อนที่ของน้ำอิสระ ดังนั้นอัตราการทำแห้งจึงถูกควบคุมด้วยอัตราการถ่ายเทความร้อนจากอากาศไปยังโมเลกุลของน้ำที่พื้นผิวของเนื้อปลาและความแตกต่างระหว่างความดันไอย่อยของน้ำที่พื้นผิวของเนื้อปลา

การถ่ายเทความร้อนภายในตู้อบ โดยมากจะเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน ซึ่งอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการพาจะหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = H_c A (t_a - t_s)$$

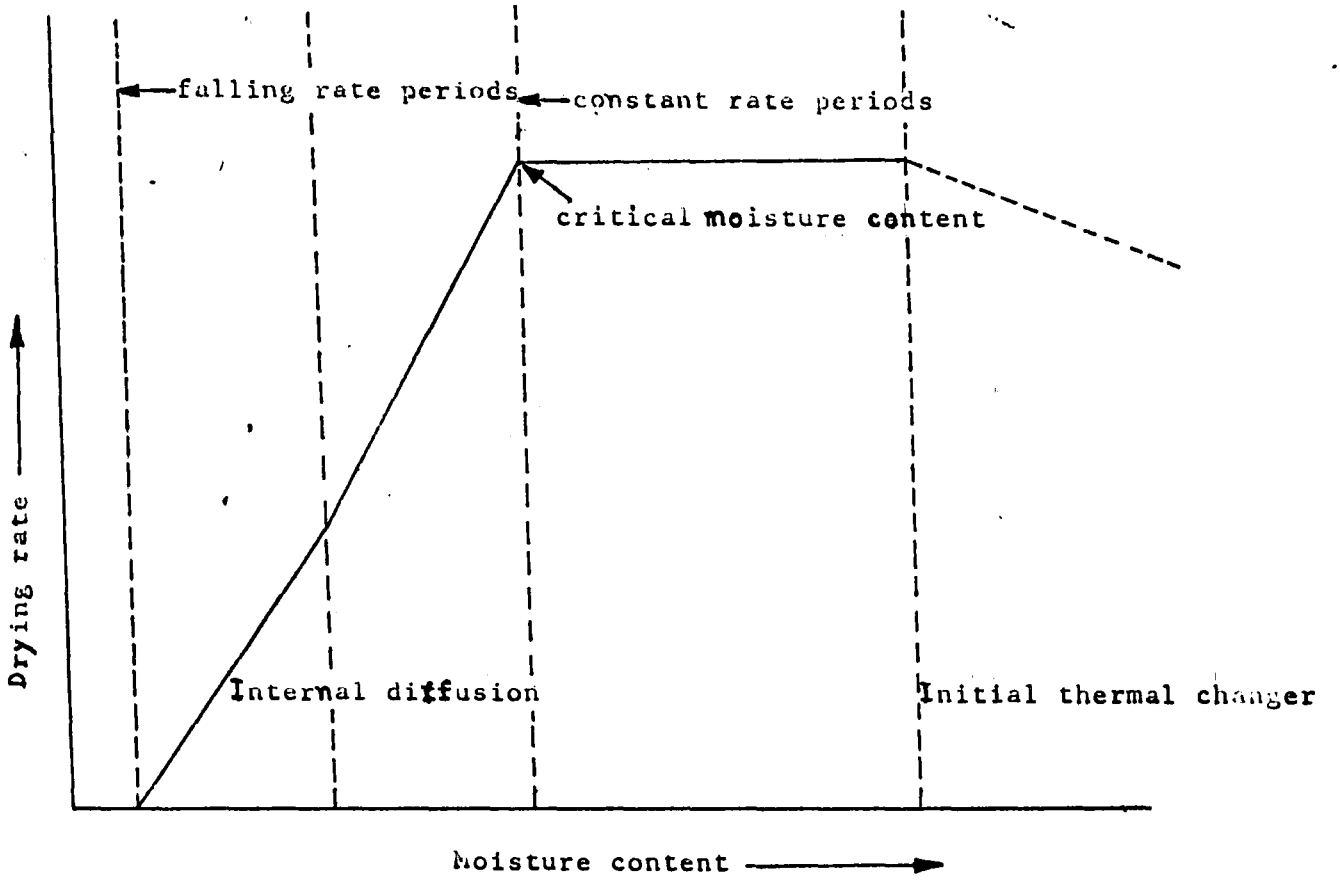
เมื่อ Q = เป็นอัตราการถ่ายโอนความร้อน

H_c = เป็นสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนโดยการพา

A = เป็นเนื้อที่ซึ่งการทำแห้งเกิดขึ้น

t_a = เป็นอุณหภูมิของอากาศ

t_s = เป็นอุณหภูมิของพื้นที่ผิวที่ทำแห้ง

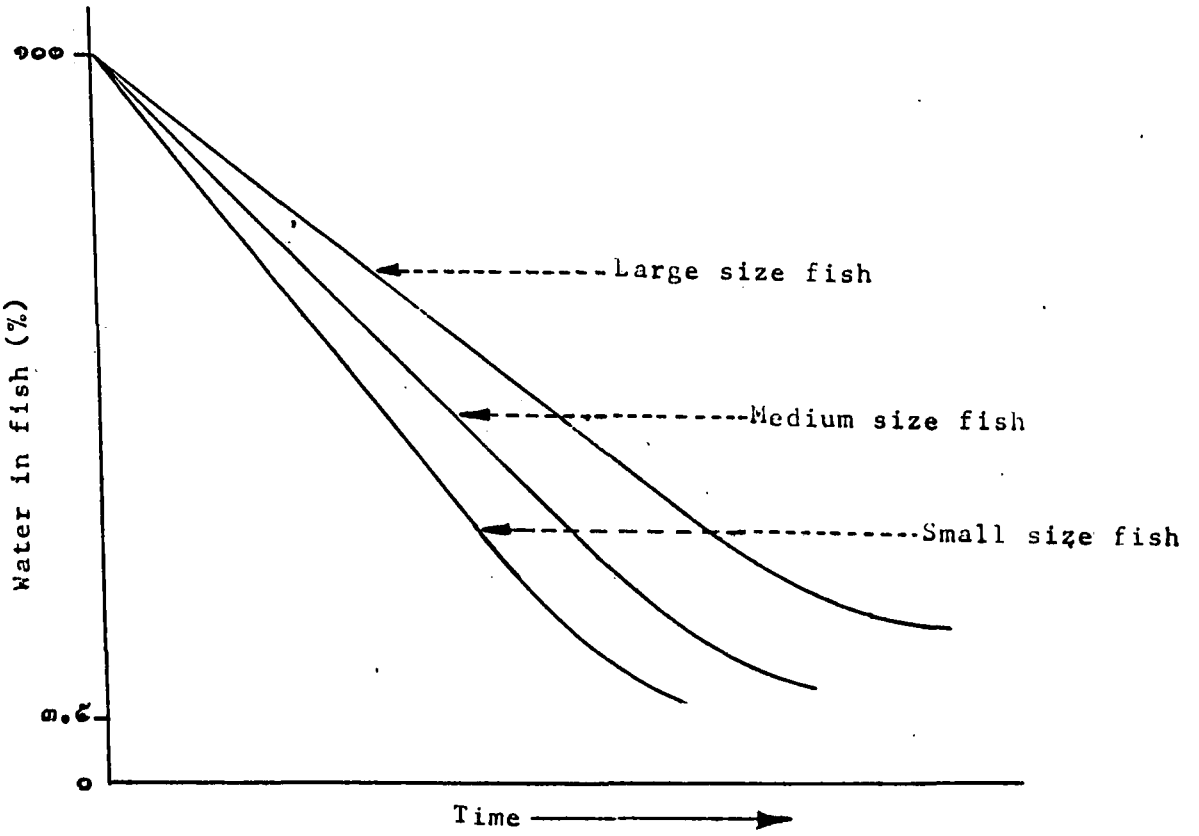


รูปที่ ๑ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับอัตราการทำแห้ง

ที่มา : Dehydration of Food ๑๙๗๑

อัตราการทำแห้งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง (Lenton,๑๙๔๙) เช่น การหมุนเวียนของอากาศ อุณหภูมิภายในตู้อบ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศทั้งภายในและภายนอกตู้อบ ความชื้นในตัวปลาพื้นที่ผิวของตัวปลาที่จะสัมผัสความร้อน และบางที่อาจขึ้นอยู่กับปริมาณของเกลือที่มีอยู่ในเนื้อปลาด้วย

อัตราการทำแห้งของผลิตภัณฑ์ปลานั้นจะแตกต่างกันไปตามขนาดของตัวปลา ตัวปลาที่มีขนาดเล็กจะใช้เวลาน้อยกว่าปลาขนาดใหญ่ เมื่อใช้อุณหภูมิเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณความชื้นในตัวปลาแตกต่างกัน(Charm , ๑๙๗๑) ดังรูปที่ ๒



รูปที่ ๒ ขนาดของปลามีผลต่ออัตราการทำแห้ง

การทำแห้งปลานั้นมักจะกระทำในอุโมงค์อบหรือตู้อบ ที่สามารถจะควบคุมสภาพแวดล้อมได้ (Lenton , ๑๙๘๔) ในการทำปลาแห้งนั้นควรจะใช้ลมที่มีความเร็วประมาณ ๒๐๐ - ๓๐๐ ฟุตต่อนาที ถ้าความเร็วของลมน้อยกว่านี้จะทำให้ปลาแห้งช้า แต่ถ้าเพิ่มความเร็วของลมขึ้นปลาจะแห้งเร็วขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้งคือประมาณ ๗๕° - ๘๐°c และมีความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ ๔๔ - ๕๕ เปอร์เซนต์ อย่างไรก็ตามถ้าอุณหภูมิในระยะเริ่มต้นสูงขึ้น จะทำให้ผิวหน้าของอาหารแห้งเร็วจนเกินไป ทำให้ความชื้นภายในอาหารระเหยออกมาได้ยากขึ้น

สำหรับเครื่องทำแห้งที่จะใช้ในการศึกษาอัตราการทำแห้งนี้ถูกจัดให้อยู่ในประเภทของการทำแห้งด้วยเครื่องจักร โดยอาศัยวิธีการถ่ายเทความร้อนแบบใช้อากาศเป็นตัวพาความร้อน และจัดให้เป็นชนิดของเครื่องทำแห้งแบบตู้อบหรือห้องอบ (cabinet dryer) ภายในมีถาดหรือชั้นสำหรับใส่อาหารอาจจะมีหลาย ๆ ชั้น มีพัดลมเป่าอากาศร้อนไปยังอาหารหรือทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศ การให้ความร้อนอาจจะทำให้โดยใช้กระแสอากาศผ่านไปบนถาดหรือชั้นที่วางอาหารอยู่ เครื่องทำแห้งประเภทนี้ส่วนใหญ่มักจะใช้อากาศเป็นตัวพาความร้อน และนำเอาไอน้ำที่เกิดขึ้นออกจากตู้อบด้วย (เกษม, ๒๕๒๕)

ลมร้อนในตู้อบจะทำหน้าที่ ๒ ประการคือ

๑) พาความร้อน (Convection) จากแหล่งกำเนิดไปให้ชิ้นปลาและความร้อนจำนวนนี้จะถูกนำ (Conduction) ไปสู่ส่วนที่อยู่ข้างในของชิ้นปลา พลังงานความร้อนที่ลมพาจะนำเอาไปใช้เพื่อเปลี่ยนสภาพของน้ำให้กลายเป็นไอ

๒) พาเอาไอน้ำที่ระเหยออกมาจากเนื้อปลาออกไปให้พ้นบริเวณ เพื่อเปิดโอกาสให้น้ำในเนื้อปลาที่เหลือได้ระเหยออกมาแทนที่ โดยใช้ลมทำหน้าที่ดังกล่าว ปลาสดเมื่อนำมาทำแห้งจะหดตัวลง และเมื่อน้ำระเหยออกไปมากขึ้นเนื้อจะแข็งและแน่น เรียกว่า stock fish (Meryman , ๑๙๕๙)

การรมควัน (smoking) เป็นการถนอมอาหารโดยการเอาน้ำออกจากอาหารร่วมกับการเก็บรักษาโดยใช้สารเคมีที่ได้จากการเผาไหม้ของไม้ อาหารที่ใช้

รมควันส่วนมากคือ ปลา การค้นพบปลารมควันเข้าใจว่าจะพบโดยบังเอิญ อย่างเช่น เอาปลาไปแขวนไว้ใกล้ ๆ กับเตาไฟเพื่อให้ปลาแห้ง ปลารมควันส่วนมากจะต้องผ่านการใส่เกลือมาก่อน ถ้าเป็นปลาตัวเล็กจะใช้ทั้งตัว (Whole) หรือเอาเหงือกและไส้ออก และปลาขนาดกลางจะถูกแยกออก (split) ถ้าเป็นปลาขนาดใหญ่จะต้องตัดหรือแยกออกเป็นชิ้น ๆ วิธีจะรมควันก็จะเอาปลาใส่เข้าไปในตู้รมควัน (smoked house) ถ้าเป็นปลาตัวเล็ก ๆ ก็ทำเป็นแผงด้วยไม้ไผ่เสียบไม้ หรือใช้เชือกร้อยแล้วจึงวางบนลวดตาข่าย ชนิดของตู้อบรมควันมีหลายแบบ ตั้งแต่แบบที่ทำง่าย ๆ ด้วยไม้ทำเป็นตู้รูปสี่เหลี่ยมธรรมดาไปจนถึงแบบที่สามารถจะควบคุมอุณหภูมิและการถ่ายเทของลมได้ ปลาที่จะนำมารมควันจะต้องนำมาทำความสะอาด (cleaned) และควักไส้พุงออก (eviscerated) การควักไส้พุงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะเป็นแหล่งของพวกแบคทีเรีย (bacteria) และยังเป็นแหล่งของเอนไซม์ (enzyme) ที่จะทำให้ปลาเสียได้ (Jarvis, ๑๙๕๐)

อุณหภูมิของการอบรมควันมีผลมากต่อผลิตภัณฑ์ปลานิลที่ได้ ปลานิลที่ไม่ได้ผ่านการแช่เกลือและใช้อุณหภูมิอยู่ในช่วง ๑๐๐ °ซ. และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม แต่การเก็บรักษาอยู่ในช่วง ๒ วัน ซึ่งจะต้องนำปลานั้นมารมควันอยู่เสมอ สำหรับปลานิลที่ผ่านการแช่เกลือแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสแข็งและสามารถเก็บไว้ได้นาน (Watanabe, ๑๙๗๑)

การอบรมควันปลานิลเพื่อที่จะให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์นั้น จากการทดลองและวิจัยของคณะกรรมการวิจัยของทะเลสาบโวลต้า (Valta Lake Research project) ในประเทศแซมเบีย (Zambia) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (Watanabe and Cabrita, ๑๙๗๑)

๑. การชั่งน้ำหนักปลานิล (Scaling)

๒. การเตรียมปลาโดยการแผ่ (dressing in split-open form)

๓. การทำความสะอาด (cleaning and washing)

๔. การนำปลาไปจุ่มหรือแช่น้ำเกลือ (Soaking in saturated brine)

๕. การอบรมควันเริ่มต้น เพื่อให้ได้เปอร์เซนต์ผลผลิต (yield) ประมาณ ๗๕ - ๘๐ โดยน้ำหนัก (Pre-smoking)

๖. การอบรมควันที่อุณหภูมิ ๔๐° - ๖๐° ซ. (warm smoking)

๗. การเก็บผลิตภัณฑ์ปลานิลที่ได้เมื่อมีเปอร์เซนต์ผลผลิตอยู่ในช่วง ๔๐ - ๕๐ โดยน้ำหนัก

ปลานิลได้เริ่มเข้ามามีบทบาทในประเทศไทยครั้งแรก เมื่อ พ.ศ. ๒๕๐๘ โดยเจ้าฟ้าอากิฮิโต มงกุฎราชกุมาร แห่งประเทศญี่ปุ่น ได้ส่งปลานิล จำนวน ๕๐ ตัวมาทูลเกล้าถวายแด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ ๒๕ มีนาคม ๒๕๐๘ ในระยะแรกได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ปล่อยลงเลี้ยงในบ่อดิน เนื้อที่ประมาณ ๑๐ ตารางเมตร ในบริเวณสวนจิตรลดาพระราชวังดุสิต และเมื่อเลี้ยงมาได้ ๕ เดือนเศษ ปรากฏว่ามีลูกปลาเกิดขึ้นใหม่อีก ๖ บ่อ มีเนื้อที่เฉลี่ยบ่อละประมาณ ๘๐ ตารางเมตร ซึ่งในโอกาสนี้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงย้ายปลาด้วยพระองค์เอง จากบ่อเดิมไปปล่อยในบ่อใหม่ทั้ง ๖ บ่อ เมื่อวันที่ ๑ กันยายน ๒๕๐๘ ต่อจากนั้นทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ มอบให้กรมประมงจัดส่งเจ้าหน้าที่วิชาการมาตรวจสอบการเจริญเติบโตมาประจำทุกเดือน (เอกสารวิชาการ, ๒๕๒๔)

ประโยชน์ของปลานิล

ปลานิลเป็นปลาที่มีเนื้อมากและรสดี สามารถที่จะใช้เป็นอาหารได้หลายอย่าง เช่น ทอด ต้ม แกง ตลอดจนทำน้ำยาได้ดีเท่ากับเนื้อปลาช่อน นอกจากนี้ยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ ได้ เช่นเดียวกับปลาชนิดอื่น โดยทำเป็นปลาเค็ม ตากแห้ง ปลารมควัน ปลากรอบ ปลาร้า ปลาเจ่าหรือปลาส้ม และประกอบเป็นอาหารได้อีกชนิด ผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นนี้สามารถเก็บไว้ได้นานทั้งสามารถนำไปจำหน่ายเป็นรายได้เพิ่มขึ้นตามความต้องการได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และเครื่องมือ

๑. วัตถุดิบ
   - ปลานิลขนาดประมาณ ๒๕๐ - ๓๐๐ กรัม

๒. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
   - เครื่องมืออบรมควันและอุปกรณ์อบรมควัน
   - เครื่องชั่งละเอียด ๔ ตำแหน่ง (Sartorius, ๑๒๐๕ mp.)
   - เครื่องชั่งธรรมดา
   - อุปกรณ์เตรียมปลานิล
   - Desiccator
   - Dial Thermometer
   - Electrical oven (๓๐°-๒๒๐°c, Memmert)
   - Moister Can
   - Thermometer

วิธีการทดลอง

การทดลองเพื่อศึกษาอัตราการทำแห้งของปลานิลจากเครื่องอบรมควัน ประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียด พอสังเขปดังนี้

๑. ขั้นตอนการเตรียมปลาและลักษณะของปลาก่อนเข้าเครื่องอบรมควัน
   - คัดเลือกปลานิลที่มีขนาดและคุณภาพที่เหมาะสมโดยทั่วไปแล้วจะใช้ปลานิลขนาด ๒๕๐ กรัมขึ้นไป
   - ทำความสะอาดปลานิลโดยการล้างด้วยน้ำสะอาด เอาเศษหญ้า, ดิน, หิน ออก
   - ชั่งน้ำหนักปลานิลทั้งหมดที่มีจำนวนแน่นอนก่อนทำการเตรียมปลา
   - ทำการเตรียมปลานิลตามลักษณะที่ต้องการตามวัตถุประสงค์ที่จะ

ทำการทดลองซึ่งมีอยู่ ๒ ลักษณะคือ ชนิดที่จะอบทำแห้งทั้งตัว (Whole) และชนิดที่จะอบทำแห้งแบบแผ่กลางลำตัวปลา (split) สำหรับการเตรียมปลานิลแบบ Whole นั้น จะเริ่มจากการตัดครีบ ตัดหางออก การขอดเกล็ดปลาออก การตัดเอาหัวปลาออก และควักไส้พุงออกมา และสำหรับการเตรียมปลานิลชนิดแผ่ลำตัว split. ก็เช่นเดียวกันเหมือนกับ การเตรียมปลานิลแบบทั้งตัว เพียงแต่ผ่าเนื้อปลานิลตามแนวยาวทาง. ด้านข้างจากต้นคอจนถึงปลายหางตามแนวกระดูกสันหลัง

- ทำความสะอาดปลานิลที่เตรียมได้อีกครั้งด้วยน้ำสะอาด
- ทำการชั่งน้ำหนักปลานิลที่เตรียมได้เพื่อหาค่าของเปอร์เซนต์การสูญเสียในผลิตภัณฑ์
- ทำการเกี่ยวลวดแขวนเข้ากับตัวปลา โดยเกี่ยวทางด้านหาง เพื่อให้น้ำหยดออกได้โดยสะดวก
- นำปลาที่เกี่ยวลวดแขวนเรียบร้อยแล้วไปแขวนเข้ากับไม้หาดภายในตู้อบ
- ทำเครื่องหมายหรือสัญญลักษณ์ที่จะแสดงให้รู้ว่าปลานิลตัวใดเป็นปลาที่ใช้เป็นปลาตัวอย่างในการทดลองในแต่ละชั้นของเครื่องอบรมควัน

๒. ขั้นตอนการอบแห้ง โดยควบคุมให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ ซึ่งในที่นี้อยู่ในช่วง ๖๕° - ๗๕° ซ.

- ทำการเดินหรืออุ่นเครื่องอบแห้งเสียก่อนให้ได้ อุณหภูมิใกล้เคียงกับ ๖๐° - ๖๕° ซ.
- ทำการชั่งน้ำหนักปลาตัวอย่างก่อนที่จะเริ่มต้นอบแห้ง โดยจะสุ่มปลาในแต่ละชั้นของเครื่องอบแห้งมาอย่างน้อย ๒ ตัว และวัดอุณหภูมิภายในตัวปลาด้วย โดยการใช้ Dial thermometers เสียบให้เข้าไปในตัวปลาที่อยู่ตรงกลางของเครื่องอบแห้งและสะดวกในการมองเห็นด้วย

- ทำการอบแห้งปลานิล โดยควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง ๖๕° - ๗๕° ซ. ตลอดการทดลอง
- ทำการชั่งน้ำหนักปลานิลที่ใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง ทุก ๆ ครึ่งชั่วโมงพร้อมทั้งจดบันทึกค่าของอุณหภูมิภายในตัวปลาทุกครั้ง จนครบ ๑๒ ชั่วโมง ตามลำดับ
- ตั้งแต่ชั่วโมงที่ ๙ ถึงชั่วโมงที่ ๑๒ ให้สุ่มหยิบปลาในตู้อบในแต่ละชั้น ๆ ละ ๑ ตัว มาทุก ๆ ๑ ชั่วโมง แล้วปล่อยไว้ให้เย็นสักพัก จากนั้นทำการชูดลอกเอาเนื้อปลาบางส่วนประมาณ ๓ - ๕ กรัม ในแต่ละตัวนำมาใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงอย่างมิดชิดทำเครื่องหมายบอกระดับของชั้นที่หยิบปลาตัวนั้นออกมาและชั่วโมงที่หยิบออกมาทำการปฏิบัติแบบนี้ไปจนครบ ๑๒ ชั่วโมง แล้วนำเนื้อปลาที่เก็บได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อปลาในแต่ละชั่วโมงต่อไป

๓. ขั้นตอนการหาอัตราการทำแห้งของเครื่องอบรมควัน

- นำข้อมูลจากการชั่งน้ำหนักปลาตัวอย่างที่ชั่งได้ทุก ๆ ๒ ชั่วโมง มาคำนวณหาค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียไปในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

สูตร การหาเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสีย $= \frac{(A - B)}{A} \times ๑๐๐$

A = น้ำหนักของปลานิลก่อนทำการอบแห้ง (กรัม)

B = น้ำหนักของปลานิลหลังทำการอบแห้งในแต่ละช่วงเวลา (กรัม)

(อำนวย, ๒๕๒๙)

- นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟเพื่อทำการเปรียบเทียบ

๔. ขั้นตอนการหาเปอร์เซนต์ของปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อปลา ตั้งแต่ชั่วโมงที่ ๙ ถึงชั่วโมงที่ ๑๒ ตามลำดับ

- นำเนื้อปลาที่ชูดลอกออกมาจากปลาตัวอย่างที่ได้มาใส่ลงไปใน

Moister can ที่อบไล่ความชื้นและทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียด ๔ ตำแหน่ง จดบันทึกค่าน้ำหนักที่ได้ไว้

- นำ Moister can ที่ชั่งได้แล้วไปอบที่เตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ ๔๕ °c ๓ ชั่วโมง
- นำเอา Moister can ที่อบแล้วมาตั้งทิ้งไว้ใน Desiccator จนอุณหภูมิลดลง
- นำเอา Moister can ดังกล่าวไปชั่งด้วยตาชั่ง ๔ ตำแหน่ง อีกครั้ง จดบันทึกค่าไว้
- นำเอาข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าเปอร์เซนต์ของความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อปลา โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

สูตร การหาเปอร์เซนต์ความชื้น = $\frac{(A - B)}{A} \times ๑๐๐$

A = น้ำหนักของเนื้อปลาก่อนทำการอบแห้ง (กรัม)

B = น้ำหนักของเนื้อปลาหลังทำการอบแห้ง (กรัม)

(อำนวย, ๒๕๒๔)

- นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟเพื่อนำไปเปรียบเทียบ

๔. ขั้นตอนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองโดยวิเคราะห์จากเส้นกราฟที่ได้จากผลการทดลอง

ลักษณะของตู้อบรมควันที่จะใช้ในการศึกษา

ตู้อบรมควันนี้ถ้าแบ่งออกเป็นส่วนประกอบหลักจะแบ่งออกได้เป็นส่วนของตู้อบรมควันและตู้ผลิตควัน ซึ่งยังแบ่งออกเป็นส่วนย่อยได้ดังต่อไปนี้

๑) เตาเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นส่วนที่ให้พลังงานความร้อนภายในตู้อบ โดยได้รับเชื้อเพลิงจากแก๊สหุงต้มซึ่งอยู่ภายนอก

๒) ประตู อยู่ทางด้านหน้าของตู้อบทำด้วยแผ่นเหล็กเรียบขนาดบาง ที่ขอบประตูรอบด้านมีแผ่นผ้าใบยึดติดอยู่เพื่อเป็นประกับกันควันและความร้อนรั่วออกมา

เมื่อเวลาปิดประตูและเดินเครื่อง

๓) ปล่องปล่อยควัน อยู่ตรงส่วนกลางของตู้อบ มีลักษณะเป็นปล่องที่ต่อท่อมาจากภายนอก ซึ่งท่อดังกล่าวจะต่อมาจากตู้ผลิตควัน มีหน้าที่ปล่อยควันออกให้กระจายไปทั่ว ๆ ตู้อบรมควัน

๔) ขั้นระดับ มีหน้าที่สำหรับนำเอาไม้หรือตระแกรงมาวางพาดเพื่อที่จะห้อยหรือแขวนผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาอบรมควันหรือทำให้แห้ง ซึ่งขั้นระดับนี้ ภายในตู้อบรมควันนั้นมีอยู่ ๕ ระดับขั้น

๕) ตัวควบคุมการระบายอากาศและควันมีหน้าที่ปล่อยควันหรืออากาศออกไปจากตู้อบรมควัน เพื่อลดอุณหภูมิลงหรือลดปริมาณของควันลง ตัวควบคุมนี้จะติดตั้งอยู่ด้านบนของตู้อบรมควัน โดยการทำงานนั้นจะควบคุมด้วยมือ

๖) ตู้ผลิตควัน มีหน้าที่ผลิตควันซึ่งจะนำเข้าไปใช้ในตู้อบรมควัน ควันในมีถาดสำหรับใส่เชื้อเพลิงที่จะนำมาทำให้เกิดควัน ควันที่ผลิตได้จะถูกนำเข้าไปในตู้อบรมควันได้ด้วยตัวดูดควันด้านบน

๗) Blower ตัวที่ ๑ ติดตั้งอยู่ด้านบนของตู้อบมีหน้าที่ขับใบพัดซึ่งอยู่ทางด้านบนของห้องอบ เพื่อกระจายความร้อนและควันไปส่วนข้าง ๆ ของตู้ให้มากขึ้น เพื่อการหมุนเวียนของความร้อนเป็นไปได้อย่างทั่วถึง

๘) Blower ตัวที่ ๒ ติดตั้งอยู่ด้านหลังของตู้อบรมควัน มีหน้าที่ดูดควันที่ผ่านการใช้งานมาแล้วกลับเข้าไปในตู้อบรมควันใหม่ เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนใหม่ และเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียมากเกินไป

๙) Blower ตัวที่ ๓ ติดตั้งอยู่บนส่วนหัวของตู้ผลิตควัน มีหน้าที่ดูดควันที่ผลิตได้ตู้ผลิตควันเข้าไปใช้ในตู้อบรมควัน

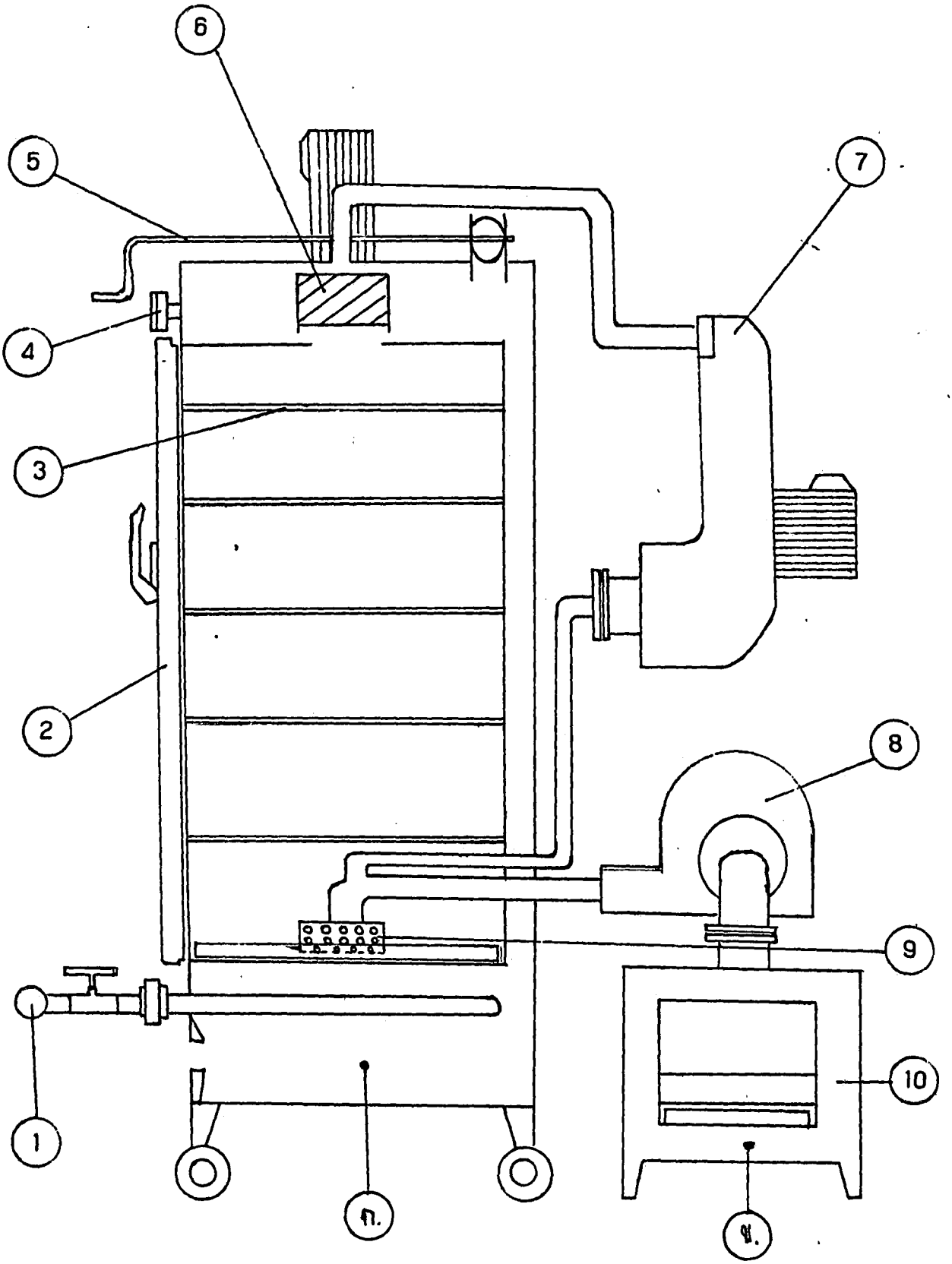
๑๐) เครื่องวัดอุณหภูมิภายในตู้จะติดตั้งอยู่ด้านหน้าของตู้อบรมควันและอยู่ด้านบนเหนือขอบประตูตู้อบ มีหน่วยในการวัดเป็นองศาเซนติเกรท

ลักษณะการทำงานของตู้อบรมควัน

ตู้อบรมควันนี้ด้านล่างของตู้จะประกอบไปด้วยเตาที่ให้ความร้อนและเป็นส่วนที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ (gas Valve) โดยอาศัยเชื้อเพลิงจากแก๊สหุงต้มภายนอกถัดขึ้นมาจะเป็นปล่องปล่อยควัน ซึ่งจะมีท่อต่อมาจากตู้อบรมควัน โดยควันที่ผลิตได้นั้นจะถูกส่งเข้ามาในตู้ด้วยเครื่องปั๊มลม (blower) และกระจายไปทั่วตู้อบรมควัน จากนั้นจะถูกดูดออกจากตู้อบโดยตัวดูดด้านบนและด้านหลัง และจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสีย

ภายในตู้อบรมควันจะแบ่งออกเป็นชั้น ๆ ตามแนวระดับ (horizontal) เพื่อที่จะนำเอาวัตถุดิบมาวางหรือแขวนได้ ด้านบนสุดของเครื่องจะมีลิ้นปิดเปิดเพื่อควบคุมการระบายอากาศและอุณหภูมิภายในตู้อบ เพื่อให้เกิดลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ตามต้องการ ซึ่งจะควบคุมโดยการใช้มือหมุนปิดไปปิดมา(manual) ตู้ควันจะติดตั้งอยู่ด้านหลัง เป็นแหล่งผลิตควันจากเนื้อไม้ต่าง ๆ โดยจะมีถาดสำหรับที่จะวางเศษไม้วัสดุต่าง ๆ ที่จะนำมาเพื่อผลิตควัน และเมื่อไฟถูกจุดติดแล้วก็จะปิดประตูควันทันที ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ จึงเกิดควันขึ้นในตู้ได้ และควันจะเข้าไปในตู้อบรมควันได้โดยเครื่องอัดลมที่ติดตั้งอยู่ด้านบนของตู้ควันนั้นเอง

รูปที่ ๓ ลักษณะและรูปแบบของเครื่องอบรมควัน



(ก) หมายถึง ตู้อบรมควัน

(ข) หมายถึง ตู้ควันหรือตู้ผลิตควัน

๑ หมายถึง เตาเชื้อเพลิง

๒ หมายถึง ประตูตู้อบรมควัน

๓ หมายถึง ชั้นระดับสำหรับวางแขวนผลิตภัณฑ์

๔ หมายถึง เครื่องวัดอุณหภูมิ

๕ หมายถึง ตัวควบคุมการระบายความร้อนและควัน

๖ หมายถึง Blower ตัวที่ ๑

๗ หมายถึง Blower ตัวที่ ๒

๘ หมายถึง Blower ตัวที่ ๓

๙ หมายถึง ปล่องปล่อยควัน

๑๐ หมายถึง ตู้ผลิตควัน

96474

ผลการทดลอง

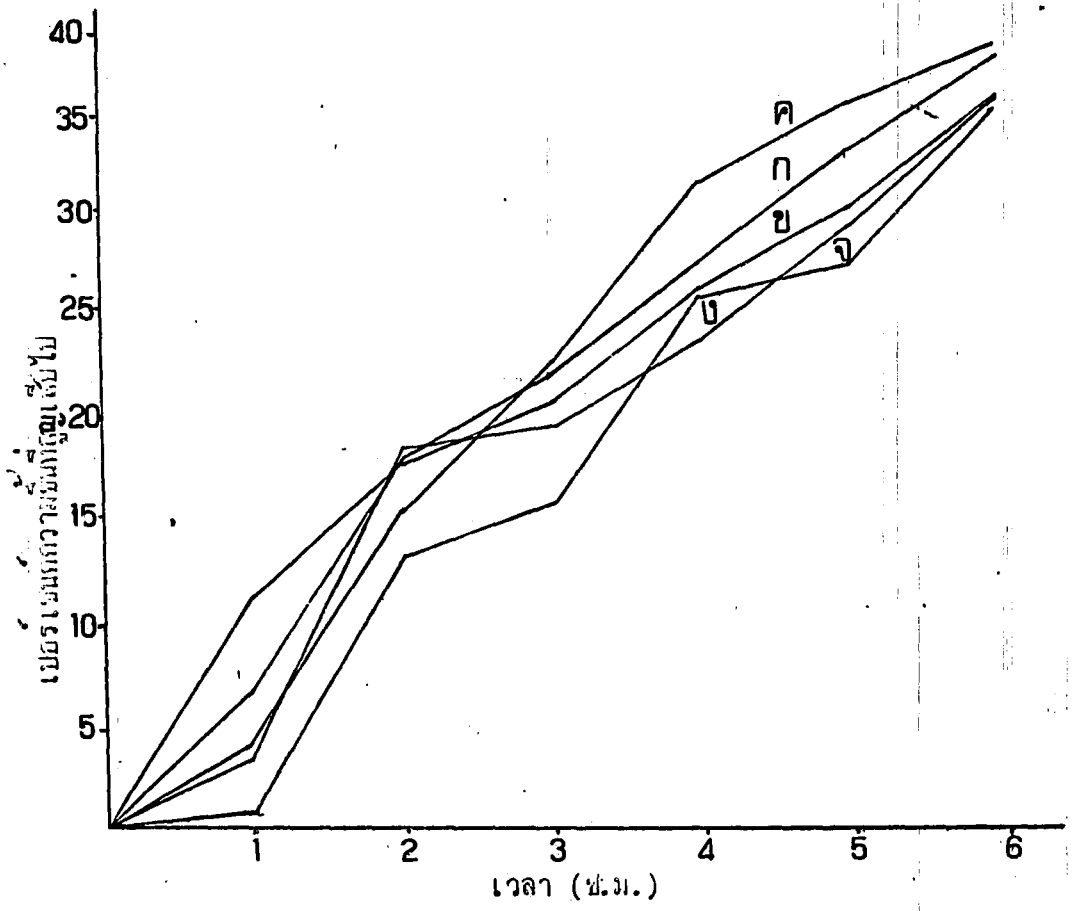
การศึกษาหาอัตราการทำแห้งของเครื่องอบรมควันในครั้งนี้ จากการทดลองพบว่า ปลานิลที่จะนำเข้าไปอบในตู้อบนี้ ถ้าใช้อบแห้งทั้ง 5 ชั้น จะต้องใช้ปลานิลทั้งสิ้นเป็นจำนวนถึง 150 ตัว ทั้งปลาแบบ whole และ split และถ้าจะใช้อบแห้ง 3 ชั้น จะใช้ปลาทั้งสิ้น 90 ตัว ทั้งปลาแบบ whole และ split ทั้งนี้เพราะว่าจะกำหนดให้แต่ละชั้นของเครื่องอบแห้ง ใส่ไม้แขวนได้ 5 อัน และไม้แขวนแต่ละอันจะแขวนปลาได้ 6 ตัว จึงจะเหมาะสมที่สุด ทั้งนี้เพราะว่า ถ้าแขวนปลามากเกินที่กำหนดแล้ว จะทำให้ตัวปลาติดกัน ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการระเหยน้ำออก รวมทั้งก่อให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศที่ไม่ดีอีกด้วย

ในการอบแห้งนี้ จะใช้อุณหภูมิในการอบอยู่ในช่วง 60 °- 75 ° ซ. เวลาในการอบจะมี 2 ช่วงคือ ที่ 6 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง

สำหรับผลการทดลองเป็นดังต่อไปนี้

1. การศึกษาหาอัตราการทำแห้ง ในด้านของระดับชั้นในการอบ
   - 1.1 ปลานิลที่อบทั้ง 5 ชั้น และ 3 ชั้น ที่อบเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียไปไม่แตกต่างกันมาก จะอยู่ในช่วง 2-3% ปรากฏผลดังรูปที่ 4 และ 5
   - 1.2 ปลานิลที่เข้าอบแห้ง ที่เป็นแบบ whole และแบบ split มีเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียแตกต่างกัน ซึ่งอยู่ในช่วง 10-20% ปรากฏผลดังตารางที่ 1
   - 1.3 ปลานิลที่เข้าอบแห้ง ที่ระยะเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันในด้านของเปอร์เซนต์ ปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่อย่างมากคือ อยู่ในช่วง 30% ปรากฏผลดังรูปที่ 6
   - 1.4 การอบแห้งปลานิล 3 ชั้น ที่เวลา 12 ชั่วโมง จะมีค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียไปและค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลืออยู่ที่สัมพันธ์กัน และมีค่าเปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลืออยู่ในชั่วโมงที่ 12 เท่ากับ 38.78 ซึ่งเหมาะสมสำหรับการนำเอาไปทำ ผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อไปดังปรากฏผลดังรูปที่ 7 และ 8

รูปที่ 4 เปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียไปของปลานิลที่เป็นแบบ whole ในแต่ละชั้น เมื่ออบทั้งหมด 5 ชั้น ที่อุณหภูมิ 60 - 75 °ซ.



ก = ชั้นที่ 1 (ชั้นล่างสุดของตู้อบ)

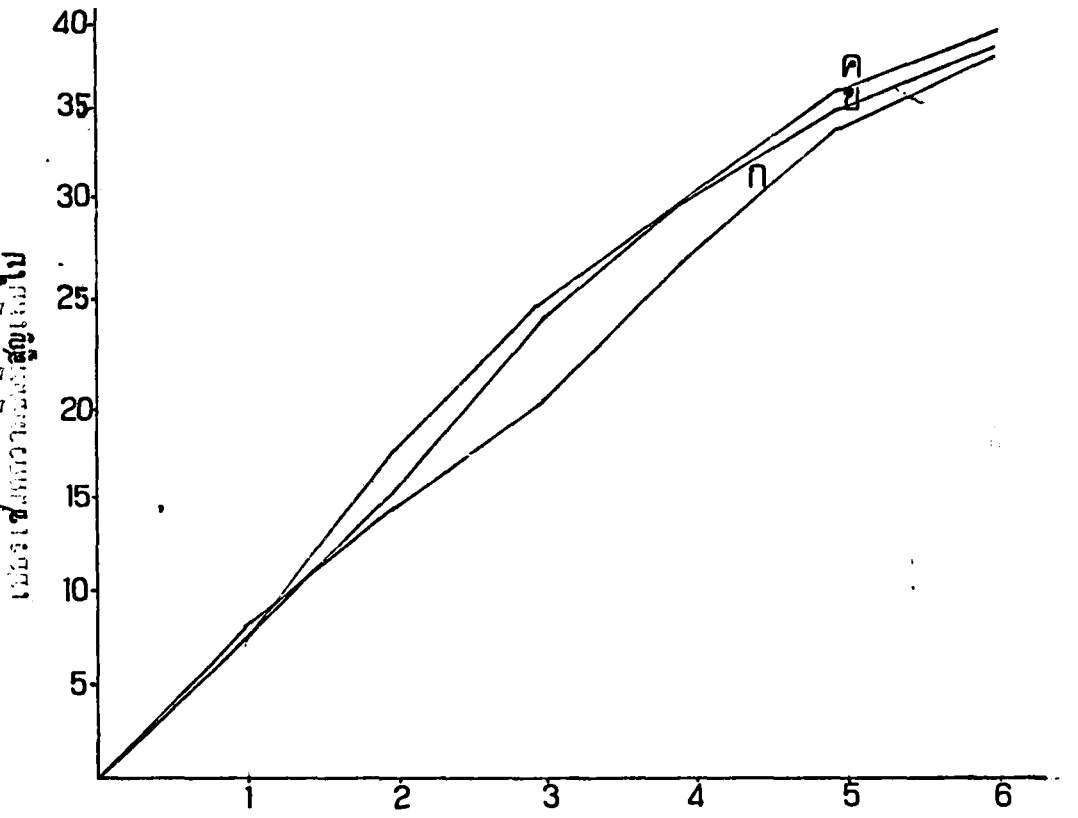
ข = ชั้นที่ 2

ค = ชั้นที่ 3

ง = ชั้นที่ 4

จ = ชั้นที่ 5 (ชั้นบนสุดของตู้อบ)

รูปที่ 5 เปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียไปของปลานิลที่เป็นแบบ whole ในแต่ละชั้น เมื่ออบทั้งหมด 3 ชั้น ที่อุณหภูมิ 60 °- 75 °ซ.



ก = ชั้นที่ 2 (ชั้นที่นับถัดมาจากชั้นล่างสุด)

ข = ชั้นที่ 3 (ชั้นกลาง)

ค = ชั้นที่ 4 (ชั้นที่นับถัดมาจากชั้นบนสุด)

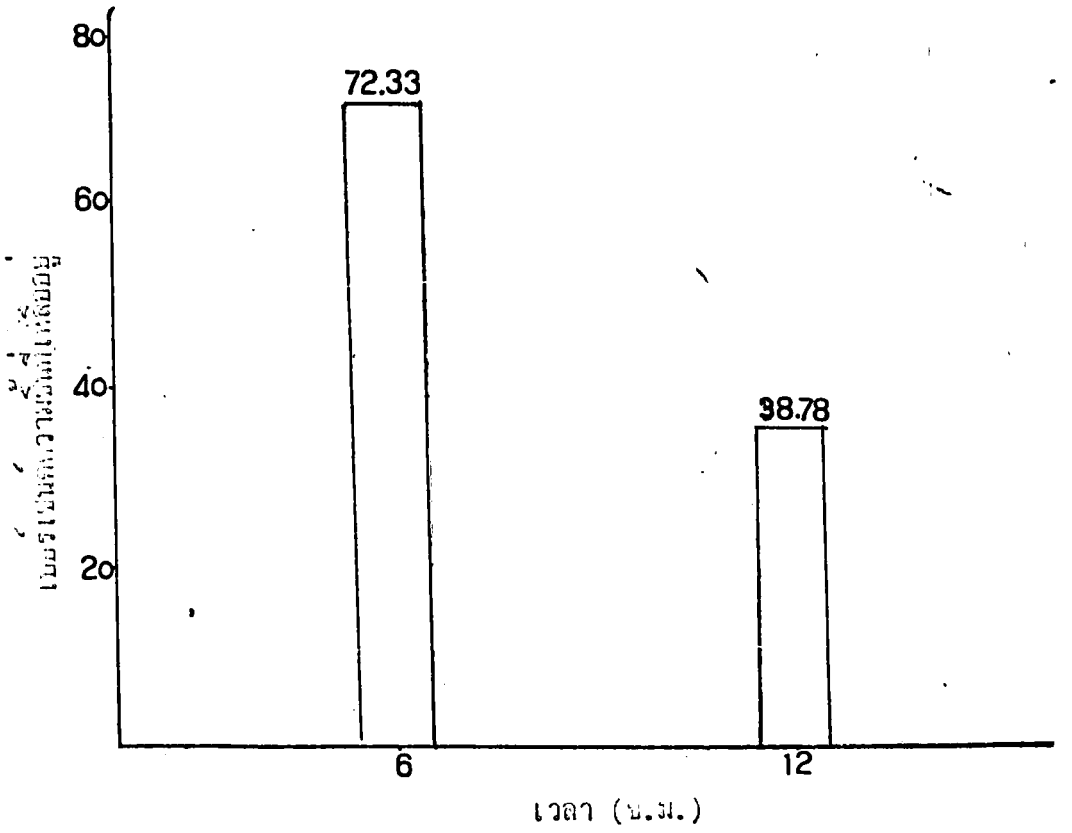
13442

ตารางที่ 1 เปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียในปลาที่เป็นแบบ whole และ split

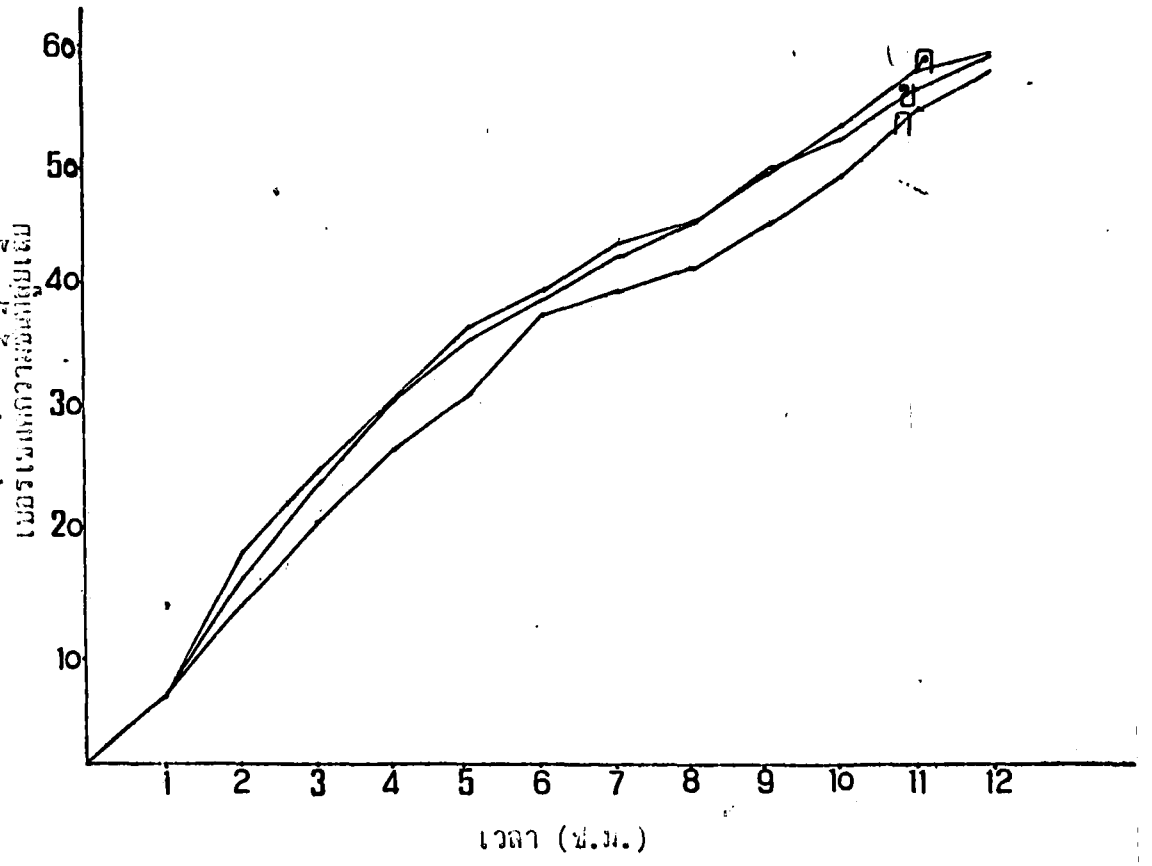
เวลาที่ใช้ในการอบ (ช.ม.)	ลักษณะของปลาที่เตรียม	
	whole	split
1	3.70	12.79
2	16.04	28.23
3	23.46	40.54
4	32.10	49.37
5	35.80	56.55
6	39.50	62.09

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
เทคโนโลยี...

รูปที่ 6 เปอร์เซนต์ปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ในปลานิลที่อบแห้ง ในระยะเวลา 6 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง



รูปที่ 7 เปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียในปลานิลที่เป็นแบบ whole เมื่ออบ 3 ชั้น เวลา 12 ชั่วโมง

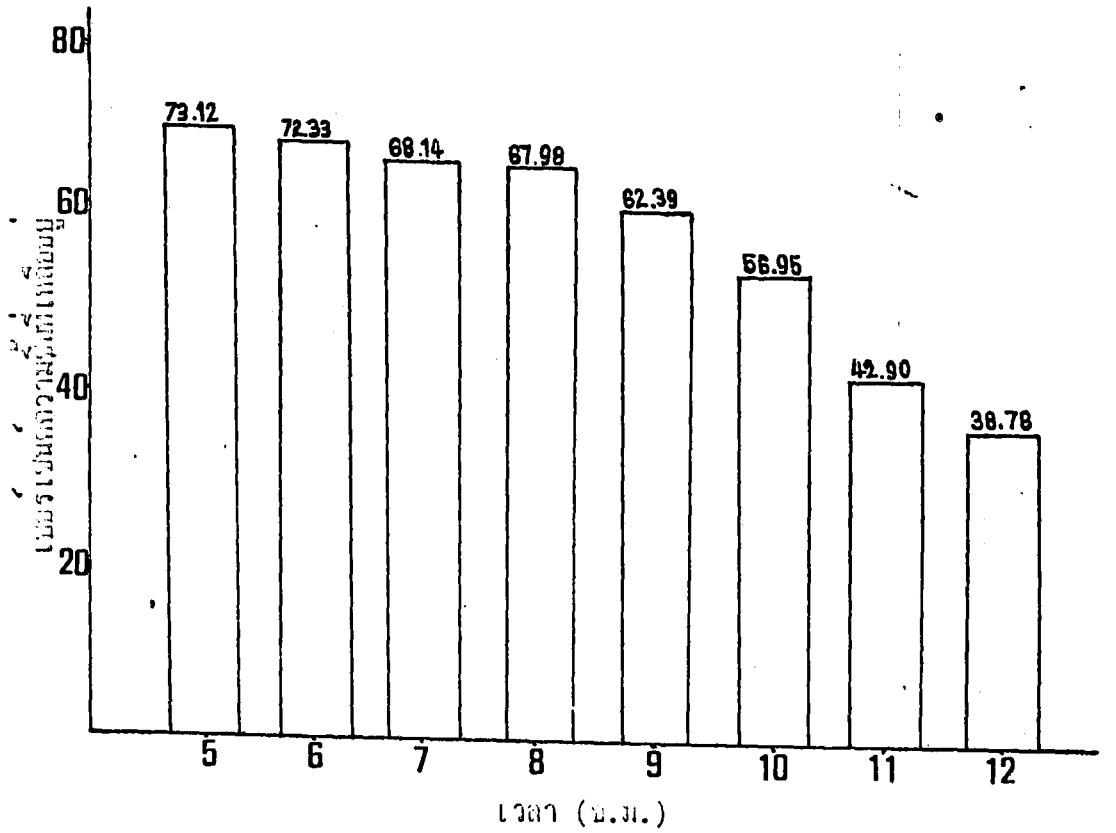


ก = ชั้นที่ 2 (ชั้นที่นับถัดมาจากชั้นล่างสุด)

ข = ชั้นที่ 3 (ชั้นกลาง)

ค = ชั้นที่ 4 (ชั้นที่นับถัดมาจากชั้นบนสุด)

รูปที่ 8 เปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลืออยู่ในปลานิลที่เป็นแบบ whole เมื่ออบ 3 ชั้น เวลา 12 ชั่วโมง



จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการอบปลานั้น จะอยู่ในช่วง 60 °- 75 °ซ. ทั้งนี้เพราะว่าจะไม่ทำให้ปลาสุกอีกประการหนึ่ง เครื่องอบแห้งนี้ไม่สามารถที่จะทำให้อุณหภูมิในการอบคงที่อยู่ในระดับสม่ำเสมอได้ตลอด

สำหรับลักษณะของปลานิลที่อบแห้งเมื่อครบ 12 ชั่วโมง มีดังต่อไปนี้

1. ผิวหนังของปลาด้านนอก มีสีคล้ำและแห้ง แต่ไม่มากเกินไป
2. ผิวเนื้อตรงส่วนคอ มีสีดำเป็นจุด ๆ โดยเฉพาะส่วนที่มีไขมันไหลซึมออกมา และบริเวณช่องท้องปลา
3. เนื้อส่วนใน มีลักษณะแห้งบางเป็นเส้น ๆ ผิวหนังกับเนื้อส่วนในจะลอกให้หลุดออกจากกันได้ เนื้อในส่วนนี้จะคล้ายกับกำลังจะสุก มีกลิ่นหอมเหมือนปลาสุก มีความชื้นน้อยมาก
4. เมื่อปล่อยปลาทิ้งไว้สักพัก จะมีไขมันซึมออกมาทั่วตัวปลา แต่น้อยมาก
5. เมื่อนำปลาที่อบนี้ไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ปลาจะมีราขึ้นภายใน 5 วัน และที่อุณหภูมิเย็นแช่แข็ง 5 °- 6 °ซ. จะเก็บรักษาโดยไม่มีราขึ้นเลยประมาณ 2 เดือนเต็ม ๆ แต่เนื้อสัมผัส (texture) ของตัวปลา จะเสียไปหมด คือมีความอ่อนนุ่มไม่คงตัว

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1) ผลการศึกษาหาอัตราการทำแห้ง ปรากฏว่าปลานิลที่ใช้อบในแบบ 5 ชั้น และ 3 ชั้นนั้น เมื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละชั้น ไม่มีความแตกต่างกันมาก ในด้านของเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียไป คือจะอยู่ในช่วงใกล้เคียงกันไม่ห่างกันมากนัก ซึ่งปลาที่อบทั้ง 5 ชั้น จะมีค่าเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียอยู่ในช่วง 36 ถึง 39% และปลาที่อบแค่ 3 ชั้น จะมีค่าเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียอยู่ในช่วง 38 ถึง 40% ซึ่งผลดังกล่าวพอจะบอกให้ทราบว่า ความร้อนและอากาศร้อนที่หมุนวนอยู่ในตู้อบนี้ จะกระจายไปได้ทั่วถึงกันทั้งหมดภายในตู้อบและลมร้อนดังกล่าว ไม่มีผลที่จะทำให้เกิดความแตกต่างของอัตราการทำให้แห้งในแต่ละชั้น แตกต่างกันเลยทั้งนี้เพราะว่า ภายในตู้อบนี้มี Blower พัดกระจายลมร้อนให้ไปได้ทั่วถึงกันตลอด ไม่ว่าจะเป็นชั้นที่ 1 หรือ 5 จะมีค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียเท่ากัน การที่ในตู้อบนี้มีอัตราการทำแห้งทั่วถึงกัน เพราะว่า Blower ที่อยู่ด้านบนของตู้ จะพัดให้ลมร้อนกระจายกลับเข้ามาทางด้านข้าง ๆ ซึ่งเจาะรูระบายลมไว้รอบ ๆ ตู้อบ ซึ่งรูดังกล่าวจะเป็นช่วงผ่านเข้ามาของลมร้อนดังกล่าว และอีกประการหนึ่งที่ทำให้ค่าเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียในแต่ละชั้น ไม่แตกต่างกันมากนักเพราะว่าตู้อบนี้มีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะทำให้เกิดค่าของอัตราทำแห้งที่แตกต่างกันมากนักในแต่ละชั้นของตู้อบ ซึ่งค่าที่ปรากฏนั้นอาจจะเกิดเนื่องมาจากขนาดของตัวปลา และความสดของตัวปลาในระหว่างที่ทำการทดลองมากกว่า

จากการทดลองพบว่าการอบที่ใช้ทั้งหมด 5 ชั้นนั้นไม่เหมาะสม เพราะว่าใช้จำนวนปลาที่อบมาก ทำให้ตัวผลิตภัณฑ์ที่เข้ามาอบภายในตู้แน่นมาก เพราะน้ำที่ออกจากตัวปลาชั้นบน มักจะหยดลงติดปลาชั้นล่าง แทนที่จะหยดลงมาในถาดด้านล่างของตู้อบ ซึ่งผลดังกล่าวจะทำให้ปลาที่อบอยู่ด้านล่าง จะแห้งช้ากว่าปกติ และอาจจะก่อให้ปลามีลักษณะที่สุกด้วย อีกประการหนึ่งปลาที่อบอยู่ชั้นล่างสุด (ชั้นที่ 1) ไม่เหมาะสมที่จะทำการอบ เพราะว่าชั้นล่างสุดของตู้อบนี้ จะมีท่อควันต่อเข้ามาจากภายนอกทางด้านหลังของตู้อบ ปลาที่แขวนอยู่ชั้นล่างสุดจะไปสัมผัสกับท่อและปล่องควันซึ่งอาจก่อให้เกิดการอุดตันของควันที่จะทำการรมควันได้ และอาจก่อให้เกิดการไหม้ของปลาที่อบแห้ง ถ้าตัวปลาไปสัมผัสท่อทางดังกล่าว การแขวนปลาในชั้นนี้ จึงต้องแขวนปลาให้พ้นสิ่งดังกล่าว จึงทำให้ไม่เกิดระเบียบในการแขวน และก่อให้เกิดความยากลำบากในการทำงานด้วย

2) ผลการศึกษาหาอัตราการทำแห้ง ระหว่างปลานิลที่เตรียมแบบ whole และแบบ split พบว่าปลานิลที่เตรียมแบบ whole จะมีค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียน้อยกว่าปลานิลที่เตรียมแบบ split ดังตารางที่ 1 จะเห็นว่าในชั่วโมงที่ 6 นั้น ปลานิลที่เป็นแบบจะมีค่าเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียเพียง 39.50% แต่ในปลานิลที่เป็นแบบ split จะมีค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียถึง 62.09% ซึ่งแตกต่างกันมากอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งผลดังกล่าวเกิดเนื่องมาจากหลักความจริงที่ว่า ในปลานิลที่เป็นแบบ whole และแบบ split มีลักษณะที่ไม่เหมือนกันคือ ปลาที่เป็นแบบ split จะมีอัตราการระเหยน้ำได้มากกว่า เพราะว่าปลาที่เป็น split จะมีการตัดแผ่เอาตัวปลาออกมาให้เนื้อด้านในสัมผัสกับความร้อนด้านนอกอย่างเต็มที่ ทำให้ความร้อนสามารถเข้าไปทำให้น้ำระเหยได้มากกว่า ซึ่งตรงกันข้ามกับปลานิลที่เป็นแบบ whole เพราะว่าเป็นปลาที่ไม่มีการแผ่ลำตัวออก ทำให้น้ำที่จะระเหยออกนั้น เป็นไปได้ยากเนื่องจากความร้อนเคลื่อนที่เข้าไปในตัวปลาได้ช้ากว่า จึงทำให้มีปริมาณของความชื้นที่เหลืออยู่สูงกว่าปลาที่เป็นแบบ split เมื่ออบที่อุณหภูมิและระยะเวลาเดียวกัน

3) ผลการศึกษาหาอัตราการทำแห้ง ระหว่างปลานิลที่อบแห้งที่ระยะเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่ามีแตกต่างกันอย่างมากในด้านของเปอร์เซนต์ปริมาณความชื้นที่คงเหลืออยู่ ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย ดังผลในรูปที่ 6 พบว่าปลานิลที่อบที่เวลา 6 ชั่วโมง จะมีเปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลืออยู่ถึง 72 - 33 และปลานิลที่อบเวลา 12 ชั่วโมง จะมีเปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลืออยู่เพียง 38.78 ซึ่งแตกต่างกันมาก เพราะว่าอัตราการทำแห้งจะแปรผันไปตามระยะเวลาในการอบแห้งเสมอ ยิ่งทำการอบโดยใช้เวลานานมาก เปอร์เซนต์ความชื้นสูญเสียไป ยิ่งมีค่ามากและค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลืออยู่ ยิ่งมีค่าน้อยลงตามลำดับ และจากการศึกษาพบว่าการอบที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมงนี้ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเปอร์เซนต์ความชื้นอยู่ในช่วงประมาณ 38 ถึง 40% ซึ่งเปอร์เซนต์ความชื้นดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป เช่นปลานิลรมควัน เพราะว่าถ้าปลานิลมีความชื้นมาก จะทำให้ควันที่นำมารมควันไม่ติดกับตัวปลา และถ้าปลานิลแห้งไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งและแห้งเกินไป

4) ผลการศึกษาอัตราการทำแห้งของปลานิลที่อบทั้งหมด 3 ชั้น เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าเมื่ออบครบ 12 ชั่วโมง จะมีค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียไปถึง 58 – 61% และค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลืออยู่ประมาณ 38 – 40% (รูปที่ 7, 8) ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างมาก เพราะว่าเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียมาก ค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลืออยู่ยิ่งน้อยลงตามลำดับ

สรุป

จากการทดลองการศึกษาหาอัตราการทำแห้งของตู้อบแห้ง ในครั้งนี้พอจะสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) การอบแห้งที่เป็นแบบ 3 ชั้น จะเหมาะสมกว่าการอบแห้งที่เป็นแบบ 5 ชั้น
2) อัตราของการทำแห้งในแต่ละระดับชั้นมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมาก
3) ลักษณะของตัวปลาที่เตรียมแบบ split จะมีอัตราการทำแห้งที่ดีกว่าปลาที่เตรียมแบบ whole
4) ระยะเวลาในการอบที่ 12 ชั่วโมง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ปลาที่ได้มีค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่สูญเสียไปถึง 58 - 60% และมีค่าของเปอร์เซนต์ความชื้นที่เหลืออยู่เพียง 38 - 40% ซึ่งความชื้นดังกล่าวมีค่าพอเหมาะที่จะนำเอาผลิตภัณฑ์ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

ข้อเสนอแนะ

1) เครื่องมืออบแห้งนี้ ควรจะขยายช่องระบายอากาศหรือความชื้นที่ระเหยออกมาให้กว้างกว่านี้ เพื่อให้ความชื้นดังกล่าวถูกกำจัดออกไปสู่ภายนอกได้มากที่สุด เพื่อก่อให้เกิดลักษณะของการอบแห้งที่ดี
2) เครื่องมืออบแห้งนี้ ควรจะทำฉนวนที่ประตูของเครื่องให้สามารถป้องกันความร้อนหรือควันไม่ให้รั่วไหลออกมาสู่ภายนอก
3) เครื่องมืออบแห้งนี้ ควรจะปรับปรุงเตาเชื้อเพลิงเสียใหม่เพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้วาวล์ที่มีประสิทธิภาพต่อการควบคุมปริมาณของแก๊สเชื้อเพลิงได้อย่างแน่นอนและสม่ำเสมอ

เอกสารอ้างอิง

เกษม ปราริปูดลุง. ดร. 2525. การทำงานเป็นหน่วยในกระบวนการผลิตอาหาร. 107-122 น. แปลจาก Earle R.L. Unit operations in Food processing. Mossey University of Manawatu. New Zealand.

เฉลิมพงษ์ วรสะริน. 2525. การศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพปลานิลเก็บในน้ำแข็งและอุณหภูมิห้อง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2-4 น.

ประเสริฐ สายสิทธิ์. ดร. 2514. ผลิตผลิตประมงและหลักการถนอมอาหาร. คณะเกษตร-มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 299-331 น.

วัลนา ประพมลินธุ์. ดร. 2522. ตำราการถนอมอาหาร ภาควิชาเคมีกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี. 29-31 น.

อมร ประชุมคดี. 2506. การถนอมรักษาอาหารโดยวิธีทำให้แห้ง. รายงานจากฝ่ายศึกษาทดลองและวิจัย องค์การผลิตอาหารสำเร็จรูป กระทรวงกลาโหม. พระนครฯ.

อำนวย โชติญาณวงษ์. 2524. การวิเคราะห์ผลิตผลิตประมง. ภาควิชาผลิตผลิตประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ 16, 86 น.

Dennis R. Heldman. 1980. Food Process Engineering second Edition. AVI Publishing Company, INC. Westport, Connecticut 265-269 p.

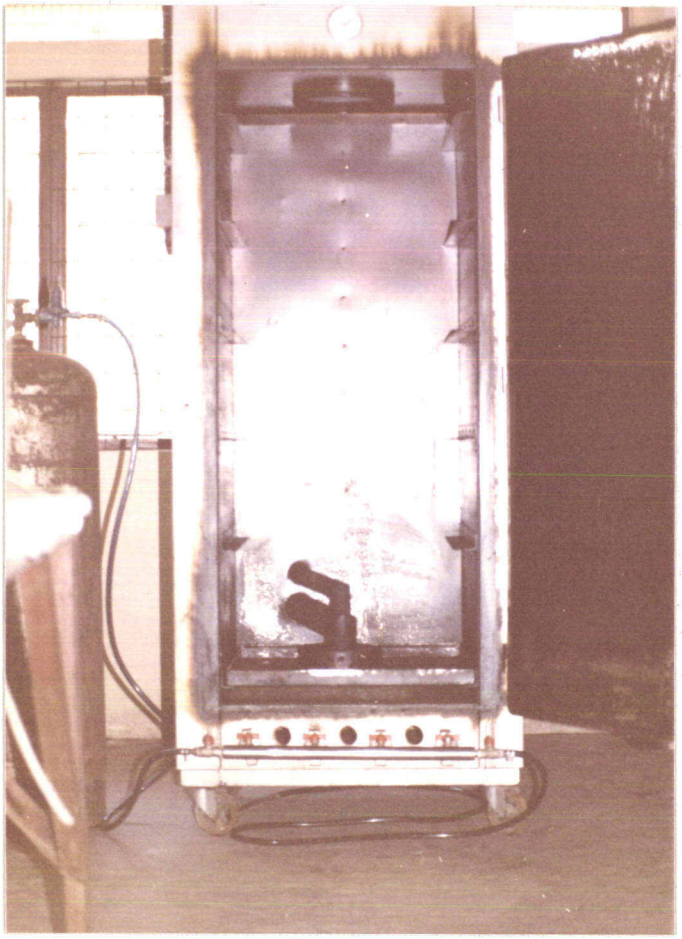
Harry W. Vow Loesecke. 1943. Drying and Dehydration of Food. Reinhold Publishing corporation. 169-173 p.

Kreuzer. R. 1974. Fishery products. Published by Orrangement with the Food and Agriculture Organization of the United Nations by fishing News (Books) Ltd. 311-314 p.

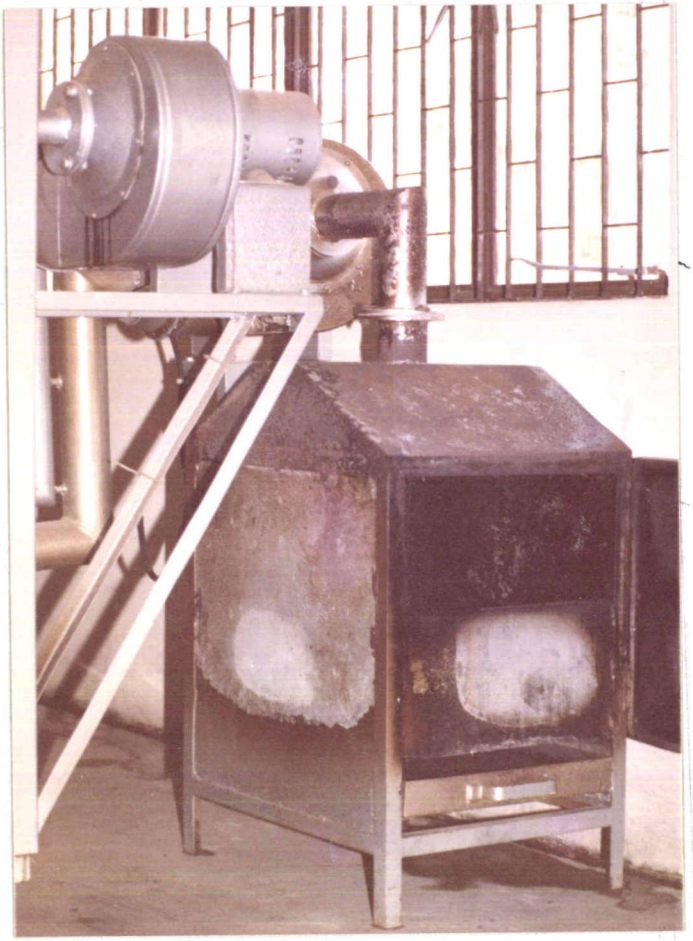
Maar A. 1966. Fish Culture incentral East Africa. FAO. Rome. 133-114 p.

Ronsivalli L.J. and Learson R.J. 1973. Dehydration of Fishery products. In Food Dehydration. Secon Edition Volume 2. The Avi publishing company, Inc. 266-273 p.

ภาคผนวก



รูปที่ 1 ตู้อบรมควัน



รูปที่ 2 ตู้เสิดกลวัน