

บทที่ 4

ผล และวิจารณ์การทดลอง

4.1 การศึกษาวงจรชีวิต พฤติกรรม และการเข้าทำลายปลาแห่งของด้วงหนังสือตัว

4.1.1 การศึกษาการสูญเสียโดยน้ำหนักของปลาสวยแห่งรวมควันจากการเข้าทำลายของด้วงหนังสือตัว

หลังจากเก็บปลาสวยแห่งรวมควันไว้เป็นระยะเวลา 3 และ 4 เดือน พบว่าในทั้งสองระยะเวลามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียโดยน้ำหนักของปลาสวยแห่งรวมควัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียโดยน้ำหนัก คือ 3.38 ± 1.43 และ 5.09 ± 1.43 ตามลำดับ (ตาราง 4.1) และยังพบอีกว่าปลาที่มีความชื้นเพิ่มขึ้น โดยสังเกตได้จากในกล่องการทดลองมีราขึ้นบนตัวปลาด้วยดังนั้นผลที่ได้ อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องมาจากความชื้นที่เพิ่มขึ้น

ตาราง 4.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียโดยน้ำหนักของปลาสวยแห่งรวมควันจากการเข้าทำลายของด้วงหนังสือตัว ในระยะเวลา 3 และ 4 เดือนในห้องปฏิบัติการ

ระยะเวลา (เดือน)	เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลาย \pm SE ^{1/}
3	3.38 ± 1.43 ^{NS}
4	5.09 ± 1.43 ^{NS}

^{1/} NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 การศึกษาวงจรชีวิตและพฤติกรรมของด้วงหนังสือตัว

จากการศึกษาวงจรชีวิตและพฤติกรรมของด้วงหนังสือตัวในปลาสวยแห่งรวมควัน พบว่าวงจรชีวิตของด้วงหนังสือตัวประกอบด้วย ระยะไข่ 3.00 ± 0.8 วัน, ระยะหนอน 8 ระยะ ใช้เวลาประมาณ 27.00 ± 6.5 วัน มีระยะก่อนเข้าดักแด้ 4.00 ± 0.9 วัน ระยะดักแด้ 4.59 ± 0.7 วัน และระยะตัวเต็มวัย 34.44 ± 5.1 วัน ในปลาสวยแห่งรวมควัน ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28 ถึง 32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-75 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ถึง พฤษภาคม 2552 รวมระยะเวลาใน

การเจริญเติบโตประมาณ 26-48 วัน และตัวเต็มวัยมีชีวิต (longevity) ประมาณ 27-45 วัน (ตาราง 4.2)

ด้วงหนังสือตัวระยะหนอนวัย 1 จนถึงวัย 8 สามารถเข้าทำลายปลาสรวยแห่งร่มควันได้ และหลังจากนั้นจะมีการหยุดกินอาหารประมาณ 3-5 วัน ก่อนจะเข้าดักแด้ (pre pupa) แล้วเริ่มหยุดการเคลื่อนไหวโดยหาที่ที่เหมาะสมโดยหนอนจะกัดเจาะเนื้อปลาจนเป็นรูแล้วเข้าไปอยู่ หรือมุดอยู่ตามกองเศษเนื้อปลาเพื่อรอเปลี่ยนเป็นระยะดักแด้ เมื่อถึงระยะตัวเต็มวัยการเข้าทำลายหรือกินอาหารน้อยกว่าในระยะหนอนและพบว่าด้วงหนังสือตัวเต็มวัยมีการเดินมากกว่าการบิน

ตาราง 4.2 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตของวงจรชีวิตด้วงหนังสือตัวในปลาสรวยแห่งร่มควัน

ระยะการเจริญเติบโต	ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโต (วัน) \pm SD
ไข่	3.00 \pm 0.8
หนอนวัย1	2.59 \pm 1.3
หนอนวัย2	3.11 \pm 1.0
หนอนวัย3	2.60 \pm 0.5
หนอนวัย 4	5.00 \pm 0.7
หนอนวัย 5	3.40 \pm 0.5
หนอนวัย 6	3.20 \pm 0.8
หนอนวัย 7	3.32 \pm 0.8
หนอนวัย8 (กินอาหาร)	4.00 \pm 0.9
หนอนวัย8(หยุดกินอาหาร)	4.00 \pm 0.9
ดักแด้	4.59 \pm 0.7
ตัวเต็มวัย	34.44 \pm 5.1
ตัวเต็มวัยมีชีวิต (Longevity)	27-45

4.2 การใช้ก๊าซไอโซนในการกำจัดด้วงหนังสือตัวในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

4.2.1 การใช้ก๊าซโอโซนโดยตรงกับด้วงหนังสือตัวในระยะเวลาเจริญเติบโตต่าง ๆ

ด้วงหนังสือ หลังจากได้รับก๊าซโอโซนความเข้มข้น 60 ppm โดยได้รับก๊าซโอโซนโดยตรงเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง พบว่า ทำให้แมลงในระยะหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ดังกล่าวตายเพียง 0.00, 9.92 และ 0.00เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากด้วงหนังสือวัยระยะไข่ ที่มีอัตราการตายสูงสุด คือ 53.99 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.3) ซึ่งการตายของด้วงหนังสือตัวนั้นอาจเนื่องมาจากก๊าซโอโซนมีผลทำให้โปรตีนถูกทำลายได้โดยปฏิกิริยา oxidation ซึ่งจะมีผลกระทบต่อระบบการหายใจของแมลงซึ่งจะมีอัตราการเกิดเมแทบอลิซึม และการขยายของหลอดลมสูงขึ้น มีผลโดยตรงต่อการหายใจ ทำให้การหายใจของแมลงล้มเหลว (Cross *et al.*, 1998) และจากโครงสร้างทางสรีรวิทยาในช่วงระยะเวลาเจริญเติบโตของแมลง ระยะไข่ และระยะดักแด้ เป็นช่วงที่แมลงอยู่ในระยะพักตัว มีการหายใจต่ำ (सानิต, 2546) จึงควรเป็นระยะที่มีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำที่สุด แต่จากการทดลองกลับพบว่า ระยะหนอน และระยะตัวเต็มวัยของด้วงหนังสือตัวกลับเป็นระยะที่ทนทานต่อก๊าซโอโซนมากที่สุด ซึ่งไม่มีเปอร์เซ็นต์การตายเกิดขึ้นเลย อาจเป็นดังเช่นรายงานของ Sousa *et al.* (2008) ที่พบว่า แมลงแต่ละชนิดมีการหายใจ และน้ำหนักตัวแตกต่างกัน แต่อัตราการหายใจ และน้ำหนักตัวไม่มีผลต่อความอ่อนแอของแมลงต่อก๊าซโอโซน ดังนั้นการตายของด้วงหนังสือตัวอาจเนื่องมาจากโครงสร้างทางสรีระของแมลงชนิดนี้อาจช่วยลดการแทรกซึมของก๊าซโอโซนได้ โดยในระยะหนอนของด้วงหนังสือตัวนั้นจะมีขนขึ้นปกคลุมทั่วทั้งลำตัว อีกทั้งในระยะหนอน และระยะตัวเต็มวัยอาจสามารถควบคุมการปิดเปิดของรูอากาศ ซึ่งโดยทั่วไปแมลงมักเปิดรูอากาศเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ เพื่อให้การสูญเสียน้ำจากระบบหายใจเกิดขึ้นน้อยที่สุด และป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย เช่น พวกก๊าซพิษต่าง ๆ (सानิต, 2546) ได้ดีกว่าในระยะไข่ และระยะดักแด้ อีกทั้งผนังลำตัวของด้วงหนังสือตัวในระยะหนอน และระยะตัวเต็มวัยยังมีความหนากว่าระยะดักแด้ และระยะไข่ ซึ่งผนังเป็นเพียงเยื่อบาง ๆ (ชุมพล, 2533) อาจทำให้การซึมผ่านของก๊าซโอโซนผ่านผนังสู่ร่างกายได้ยากกว่าด้วย ฉะนั้นปัจจัยที่ทำให้ด้วงหนังสือตัวอ่อนแอต่อก๊าซโอโซนจึงอาจไม่ได้เกิดจากอัตราการหายใจของแมลงเพียงอย่างเดียว

และจากการทดลองนำด้วงหนังสือวัยระยะไข่ผ่านก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก๊าซโอโซนมีผลต่อการฟักของไข่ ทำให้มีอัตราการฟักต่ำ และใช้ระยะเวลาในการฟักมากกว่าชุดควบคุมที่ไม่ผ่านก๊าซโอโซน ส่วนในระยะหนอน ก๊าซโอโซนมีผลต่อการพัฒนาตัวเร็วขึ้น คือ หนอนมีการลอกคราบเพื่อพัฒนาเปลี่ยนวัยเร็วกว่าในชุดควบคุม ในระยะดักแด้ พบว่าทำให้ดักแด้มีสีคล้ำขึ้น มีการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยที่ไม่สมบูรณ์ และมีการตายสูงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ภาพ 4.1) ส่วนระยะตัวเต็มวัย ก๊าซโอโซนยังไม่ทำให้เกิดผลการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน

ตัวเต็มวัยอาจมีการเคลื่อนที่ช้าลงหลังผ่านก๊าซโอโซนแต่ไม่มีผลต่อการตาย และเมื่อเวลาผ่านไปภายใน 24 ชั่วโมง แมลงมีการเคลื่อนที่เป็นปกติ

ตาราง 4.3 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของด้วงหนังสัตว์ในระยะเวลาเจริญเติบโตต่าง ๆ ที่ผ่านก๊าซโอโซนระดับความเข้มข้น 60 ppm ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

ระยะเวลาเจริญเติบโต	เปอร์เซ็นต์การตาย \pm SE ^{1/}
ไข่	53.99 \pm 4.19a
หนอน	0.00b
ดักแด้	9.92 \pm 3.04b
ตัวเต็มวัย	0.00b

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD (LSD=5.73)



ภาพ 4.1 ดักแด้ของด้วงหนังสัตว์ (*Dermestes maculatus*) มีการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากได้รับก๊าซโอโซน ความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4.2.2 การใช้ก๊าซโอโซนกับด้วงหนังสือตัวในระยะเวลาเจริญเติบโตต่าง ๆ ในปลาสวายแห่ง รมควัน

ด้วงหนังสือตัวระยะไข่หนอนดักแด้ และตัวเต็มวัยที่ปะปนอยู่ในปลาสวายแห่งรมควันเมื่อได้รับก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าด้วงหนังสือตัวระยะไข่ เป็นระยะที่พบการตายมากที่สุด ($51.50 \pm 2.13\%$) รองลงมา คือระยะดักแด้ ($8.26 \pm 2.89\%$) และไม่พบการตายในด้วงหนังสือตัวระยะหนอน และระยะตัวเต็มวัย (ตาราง 4.4) ซึ่งผลการทดลองที่ได้พบว่าในแต่ละระยะของด้วงหนังสือตัว มีเปอร์เซ็นต์การตายใกล้เคียงกับการทดสอบ 4.2.1 แต่มีเปอร์เซ็นต์การตายที่ต่ำกว่าเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากว่าก๊าซโอโซนมีประสิทธิภาพแทรกซึมผ่านวัสดุได้ไม่ดีเท่ากับการใช้ก๊าซโอโซนโดยตรง และการใช้ก๊าซโอโซนรวมเพื่อกำจัดแมลงในผลิตภัณฑ์พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายลดลง หรือน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การตายในกรรมวิธีที่รมโอโซนกับแมลงโดยตรง (Sikber and Oztenkin, 2009)

ตาราง 4.4 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของด้วงหนังสือตัวในปลาสวายแห่งรมควันในระยะเวลาเจริญเติบโตต่าง ๆ ที่ผ่านก๊าซโอโซนระดับความเข้มข้น 60 ppm ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

ระยะเวลาเจริญเติบโต	เปอร์เซ็นต์การตาย \pm SE ^{1/}
ไข่	$51.50 \pm 2.13a$
หนอน	0.00c
ดักแด้	$8.26 \pm 2.89b$
ตัวเต็มวัย	0.00c

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD (LSD=5.62)

การทดสอบการใช้ก๊าซโอโซนกับด้วงหนังสือตัวในระยะหนอน และระยะตัวเต็มวัยผ่านก๊าซ โอโซนระดับความเข้มข้น 60 ppm ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

จากการทดลองที่ 4.2.1 และ 4.2.2 พบว่าด้วงหนังสือตัวในระยะหนอน และระยะตัวเต็มวัย เป็นระยะที่ทนทานต่อก๊าซโอโซนมากกว่าระยะไข่ กับระยะดักแด้ซึ่งยังไม่สามารถสรุประยะที่ทนทานต่อก๊าซโอโซนมากที่สุดได้ ดังนั้นจึงทำการทดสอบด้วงหนังสือตัวในทั้งระยะหนอน กับระยะตัวเต็มวัย ผ่านก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่า ด้วงหนังสือตัวระยะตัวเต็มวัยมีความทนทานต่อก๊าซโอโซนมากที่สุด เนื่องจากพบว่าระยะหนอนของด้วงหนังสือ

สัตว์มีการตายมากกว่าระยะตัวเต็มวัยโดยระยะหนอนของด้วงหนังสือมีการตายเท่ากับ $19.17 \pm 3.44 (P \leq 0.05)$ (ตาราง 4.5) จากการตายของด้วงหนังสือในระยะเวลาหนอน อาจเนื่องมาจากการได้รับก๊าซโอโซนในระยะเวลาที่นานขึ้น ดังเช่นรายงานของ IŞikberetal.(2006) ที่พบว่าการทดลองรมก๊าซโอโซนความเข้มข้นต่ำที่ 1, 5 และ 10 ppm และการรมก๊าซโอโซนความเข้มข้นสูงที่ 50, 80, 120, 200, 300 และ 400 ppm ทุกระยะการเจริญเติบโตของ *Ephestia kuhniella* (Zell) โดยรมเป็นเวลา 2, 3 และ 5 ชั่วโมง พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซโอโซนสูงขึ้นอัตราการตายของแมลงทุกระยะก็เพิ่มขึ้น และเมื่อระยะเวลานานมากขึ้นอัตราการตายของแมลงก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน โดยพบว่าระยะไข่เป็นระยะที่ทนทานที่สุด ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาในการรมมากกว่า 5 ชั่วโมง จึงจะสามารถกำจัดแมลงในระยะไข่ได้อย่างสมบูรณ์สอดคล้องกับการทดลองของ Erjaeetal. (2006) ทดลองใช้ก๊าซโอโซนความเข้มข้น 50-200 กรัม/วัน รมอินทผาลัมที่มีผีเสื้อ *Plodia interpunctella* เข้าทำลายโดยใช้เวลา 30 นาที ถึง 4 ชั่วโมง กับระยะไข่ หนอน และตัวเต็มวัยของผีเสื้อ *Plodia interpunctella* พบว่าก๊าซโอโซนความเข้มข้น 50 กรัม/วัน ระยะเวลา 30 นาที ในอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทำให้ระยะตัวเต็มวัย และระยะหนอนผีเสื้อตายเกือบ 90 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าในระยะไข่เป็นระยะที่ทนทานที่สุด

ตาราง 4.5 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของด้วงหนังสือระยะหนอน และระยะตัวเต็มวัย ที่ผ่านก๊าซโอโซนระดับความเข้มข้น 60 ppm ระยะเวลา 4 ชั่วโมง

ระยะการเจริญเติบโต	เปอร์เซ็นต์การตาย \pm SE ^{1/}
หนอน	19.17 \pm 3.44a
ตัวเต็มวัย	0.00b

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี T-test

4.3 การหาอัตราการใช้ก๊าซโอโซนในระยะเวลาเหมาะสมที่จะทำให้ด้วงหนังสือตายอย่างสมบูรณ์

จากผลการทดลองที่ 4.2 พบว่าระยะตัวเต็มวัยของด้วงหนังสือเป็นระยะที่ทนทานต่อก๊าซโอโซนมากที่สุด ในการทดลองที่ 3 นี้จึงได้นำระยะตัวเต็มวัยของด้วงหนังสือมาผ่านก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm ในระยะเวลา 4, 8, 12, 16, 24 และ 32 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่า มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 0.00, 9.16 \pm 2.85, 37.50 \pm 1.60, 47.49 \pm 3.43, 72.50 \pm 9.06 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตาราง 4.6) จะเห็นได้ว่าด้วง

หนังสือตัวระยะตัวเต็มวัยเริ่มแสดงการตายอยู่ในช่วงเวลาระหว่าง 4-8 ชั่วโมง และระยะเวลา 32 ชั่วโมงเป็นต้นไป ทำให้ด้วงหนังสือตายอย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งจากรายงานของ Kells *et al.* (2001) พบว่าการใช้ก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 50ppm เป็นเวลา 3 วัน สามารถกำจัดตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) มอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) และตัวหนอนของ *Plodia interpunctella* ได้ 92-100 เปอร์เซ็นต์ และลดอัตราการปนเปื้อนของเชื้อรา *Aspergillus parasiticus* Speare ได้ถึง 63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดลองพบว่าด้วงหนังสือได้รับก๊าซโอโซนโดยตรงที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm มีการตายที่สมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) ตั้งแต่ระยะเวลา 32 ชั่วโมงเป็นต้นไป ซึ่งใช้เวลาในการรมก๊าซโอโซนน้อยกว่ารายงานของ Kells *et al.* (2001) ที่ใช้เวลารวมก๊าซโอโซนระดับความเข้มข้น 50 ppm เป็นเวลา 3 วัน แมลงจึงมีอัตราการตายที่สมบูรณ์ นั่นอาจเนื่องมาจากในการทดลองได้รมก๊าซโอโซนร่วมกับข้าวโพด การแทรกซึมผ่านของก๊าซโอโซนเพื่อเข้าไปกำจัดแมลงจึงน้อยลงหรือใช้เวลานานขึ้นกว่าการรมแมลงโดยตรง ซึ่งในการทดลองด้วงหนังสือนี้เป็นการรมก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 60 ppm สัมผัสกับแมลงโดยตรง จากปัจจัยด้านความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่มากกว่า และก๊าซโอโซนได้สัมผัสกับแมลงโดยตรงทำให้ด้วงหนังสือมีระยะเวลาที่ตายอย่างสมบูรณ์ที่ 32 ชั่วโมง ซึ่งส่งผลให้ใช้เวลาในการรมน้อยลง *Sikberet al.* (2009) กล่าวว่าก๊าซโอโซนมีประสิทธิภาพแทรกซึมผ่านวัตถุได้ไม่ดีเท่ากับการใช้สารเคมีรมผลิตผล และการใช้ก๊าซโอโซนรมเพื่อกำจัดแมลงในผลิตผลพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายลดลง หรือน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การตายในกรรมวิธีที่รมก๊าซโอโซนกับแมลงโดยตรง

ตาราง 4.6เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของด้วงหนังสือระยะตัวเต็มวัย ที่ผ่านก๊าซโอโซนระดับความเข้มข้น 60 ppm ในระยะเวลา 4, 8, 12, 16, 24 และ 32 ชั่วโมง

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงหนังสือ ^{1/} ±SE
4	0.00d
8	9.16±2.85d
12	37.50±1.60c
16	47.49±3.43c
24	72.50±9.06b
32	100.00a

^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี LSD (LSD=4.70) และไม่มีการตายในชุดควบคุม

4.4 การตรวจคุณภาพปลาสดแช่แข็ง

4.4.1 การตรวจคุณภาพสี

โดยใช้เครื่องวัดสี Colorimeter

ค่า L^* (brightness) ซึ่งเป็นค่าที่นำมาอธิบายความสว่างของปลาสดแช่แข็ง ผลการวิเคราะห์ พบว่า ปลาสดแช่แข็งในชุดควบคุม ปลาสดแช่แข็งที่ผ่านก๊าซโอโซน 24 ชั่วโมง และ ปลาสดแช่แข็งที่ผ่านก๊าซโอโซน 32 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 24.90, 25.83 และ 27.73 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่า a^* ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความเป็นสีแดงของปลาสดแช่แข็ง พบว่า ปลาสดแช่แข็งในชุดควบคุม ปลาสดแช่แข็งที่ผ่านก๊าซโอโซน 24 ชั่วโมง และ ปลาสดแช่แข็งที่ผ่านก๊าซโอโซน 32 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 4.94, 5.20 และ 5.30 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

และค่า b^* (yellowness) ซึ่งเป็นค่าที่นำมาอธิบายความเหลืองของปลาสดแช่แข็ง ผลการวิเคราะห์ พบว่า ปลาสดแช่แข็งในชุดควบคุม ปลาสดแช่แข็งที่ผ่านก๊าซโอโซน 24 ชั่วโมง และ ปลาสดแช่แข็งที่ผ่านก๊าซโอโซน 32 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 11.29, 11.99 และ 12.14 ตามลำดับซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 4.7)

จากผลการทดลองที่ได้สรุปได้ว่า ค่า L^* ค่า a^* และค่า b^* ของปลาสดแช่แข็งในทั้งทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 4.7 ผลการตรวจคุณภาพสีปลาสดแช่แข็งที่ผ่านก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm ในระยะเวลา 24 และ 32 ชั่วโมง และชุดควบคุมโดยใช้เครื่องวัดสี colorimeter

กรรมวิธี	L^* ^{1/}	a^* ^{1/}	b^* ^{1/}
ชุดควบคุม(ไม่ผ่านก๊าซโอโซน)	24.90 ^{NS}	4.94 ^{NS}	11.29 ^{NS}
ผ่านก๊าซโอโซน 24 ชั่วโมง	25.83	5.20	11.99
ผ่านก๊าซโอโซน 32 ชั่วโมง	27.73	5.30	12.14

^{1/}NS = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ปลาสดววยแห้งรมควันไม่ผ่านก๊าซโอโซน (ชุดควบคุม)



ปลาสดววยแห้งรมควันผ่านก๊าซโอโซน 24 ชั่วโมง



ปลาสดววยแห้งรมควันผ่านก๊าซโอโซน 32 ชั่วโมง

ภาพ 4.2 การเปรียบเทียบสีของปลาสดววยแห้งรมควันที่ไม่ผ่านก๊าซโอโซน (ชุดควบคุม) (ก) และปลาสดววยแห้งรมควันที่ผ่านก๊าซโอโซน 60 ppm ระยะเวลา 24 (ข) และ 32 ชั่วโมง (ค)

การตรวจคุณภาพลิ โดยใช้แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

จากการนำปลาสดแช่แข็งรมควันผ่านก๊าซโอโซนระดับความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 24 และ 32 ชั่วโมงมาให้ผู้ทดสอบตรวจความแตกต่างของลิเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ผ่านก๊าซโอโซน) โดยใช้แบบประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ 35 ราย เห็นว่าปลาสดแช่แข็งรมควันที่ผ่านก๊าซโอโซนระดับความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 24 และ 32 ชั่วโมงมีลิแตกต่างจากชุดควบคุม 8 และ 11 รายตามลำดับ (ตาราง 4.8) ในความแตกต่างดังกล่าวผู้ทดสอบได้ระบุความคิดเห็นว่าปลาสดแช่แข็งรมควันมีลิชนิดเหลืองเล็กน้อย ซึ่งจากผลการทดสอบทำให้ทราบว่า เมื่อนำปลาสดแช่แข็งรมควันผ่านก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลาสั้นอาจทำให้ปลาสดแช่แข็งรมควันมีลิชนิดจาง และเหลืองขึ้นได้

4.4.2 การตรวจคุณภาพกลิ่น

ปลาสดแช่แข็งรมควันผ่านก๊าซโอโซน 24 และ 32 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ผ่านก๊าซโอโซน) นำมาหาความแตกต่างของกลิ่น โดยใช้แบบประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าจากผู้ทดสอบจำนวน 35 ราย เห็นว่ามีกลิ่นแตกต่าง 3 และ 30 ราย ตามลำดับ (ตาราง 4.8) ซึ่งในความแตกต่างของกลิ่นนั้นผู้ทดสอบได้ระบุความคิดเห็นไว้ว่า ปลาที่มีกลิ่นเหม็นฉุน โดยเฉพาะในชั่วโมงที่ 32 ไม่มีกลิ่นเดิมของปลาแช่แข็งรมควันติดอยู่เลย ซึ่งจากผลการทดสอบดังกล่าวทำให้ทราบว่า เมื่อนำปลาสดแช่แข็งรมควันผ่านก๊าซโอโซนเป็นระยะเวลาสั้นอาจทำให้กลิ่นของก๊าซโอโซนติดค้างอยู่บนตัวปลา และทำให้กลิ่นเดิมของปลาแช่แข็งรมควันนั้นหายไป

ตาราง 4.8 ผลการตรวจคุณภาพปลาสดแช่แข็งรมควันผ่านก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm ระยะเวลา 24 และ 32 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ผ่านก๊าซโอโซน) โดยใช้แบบประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ 35 ราย

กรรมวิธี	จำนวนผู้ทดสอบที่สามารถบอกความแตกต่าง	
	ลิ (ราย)	กลิ่น (ราย)
ผ่านก๊าซโอโซน 24 ชั่วโมง	8	3
ผ่านก๊าซโอโซน 32 ชั่วโมง	11	32

หาระยะเวลาการลดกลิ่นตกค้างของก๊าซโอโซนในปลาสดแช่แข็ง

จากผลการทดสอบกลิ่นปลาสดแช่แข็งที่ผ่านก๊าซโอโซน ทำให้ทราบว่าเมื่อนำปลาสดแช่แข็งผ่านก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 32 ชั่วโมง ทำให้มีกลิ่นของก๊าซโอโซนติดค้างบนตัวปลา และทำให้กลิ่นเดิมของปลาแช่แข็งนั้นหายไปได้จึงได้ทำการทดสอบเพิ่มเติมเพื่อหาระยะเวลาที่ทำให้กลิ่นติดค้างของก๊าซโอโซนนั้นจางลงหรือหายไปจากตัวปลา โดยการทดสอบนำปลาสดแช่แข็งผ่านก๊าซโอโซนระยะเวลา 32 ชั่วโมง วางทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 1, 2 และ 3 วัน จากนั้นนำผู้ทดสอบทำการทดสอบดมกลิ่นแล้วบันทึกลงในแบบสอบถามจากผู้ทดสอบ 20 ราย เห็นว่าเมื่อวางทิ้งไว้ 1 วัน มีระดับความแตกต่าง 0 (ไม่แตกต่าง), 1 (แตกต่างเล็กน้อย), 2 (แตกต่างปานกลาง) และ 3 (แตกต่างมาก) เท่ากับ 0, 3, 1 และ 16 ราย ตามลำดับ เมื่อวางทิ้งไว้ 2 วัน ผู้ทดสอบ 20 ราย เห็นว่ามีระดับความแตกต่าง 0, 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0, 3, 8 และ 9 ราย ตามลำดับและเมื่อวางทิ้งไว้ 3 วัน ผู้ทดสอบ 20 ราย เห็นว่ามีระดับความแตกต่าง 0, 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0, 1, 10 และ 9 ราย ตามลำดับ (ตาราง 4.9) จากผลการทดสอบดังกล่าวทำให้ทราบว่าหลังจากนำปลาสดแช่แข็งผ่านก๊าซโอโซน แล้วทิ้งไว้ในระยะเวลาที่นานขึ้นนั้นทำให้กลิ่นติดค้างของก๊าซโอโซนนั้นจางลง และอาจหายไปได้ซึ่งก๊าซโอโซนนั้นไม่ทิ้งพิษตกค้าง เนื่องจากผลของปฏิกิริยาที่ทำกับก๊าซโอโซนจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นออกซิเจน (ไอโซนิก อินเตอร์เนชันแนล, 2551) แต่ระยะเวลาที่ทำให้ก๊าซโอโซนนั้นหายไปอาจต้องขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ใช้ด้วย

ตาราง 4.9 ผลการตรวจสอบกลิ่นตกค้างของก๊าซโอโซนบนพลาสติกแห่งรมควันหลังผ่านก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm เป็นเวลา 32 ชั่วโมง ซึ่งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1, 2 และ 3 วัน เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ผ่านก๊าซโอโซน) โดยใช้แบบประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ 20 ราย

ระดับความแตกต่างของกลิ่น	จำนวนผู้ทดสอบที่รับรู้กลิ่นโอโซนหลังจากพลาสติกแห่งรมควันได้รับก๊าซโอโซนเป็นเวลา		
	1 วัน (ราย)	2 วัน (ราย)	3 วัน (ราย)
0 (ไม่แตกต่าง)	0	0	0
1 (แตกต่างเล็กน้อย)	3	3	1
2 (แตกต่างปานกลาง)	1	8	10
3 (แตกต่างมาก)	16	9	9