ผลการทดลอง

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียวและการเปลี่ยนแปลงทาง ด้านเคมี กายภาพและจุลชีววิทยา

๑. ผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาช่อนสด

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาช่อนสด พบว่า มีปริมาณความชื้น ร้อยละ๗๒.๒๑±๐.๗๑ เถ้าร้อยละ๑.๖๗±๐.๓๖ โปรตีนร้อยละ ๑๖.๕๔±๐.๓๖ เยื่อใยร้อยละ ๐.๐๗±๐.๐๑ ไขมันร้อยละ ๒.๗๕±๐.๒๕ และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ ๕.๗๖±๐.๖๑ ดังตาราง ๒

ตาราง ๒ องค์ประกอบทางเคมีของปลาช่อนสด

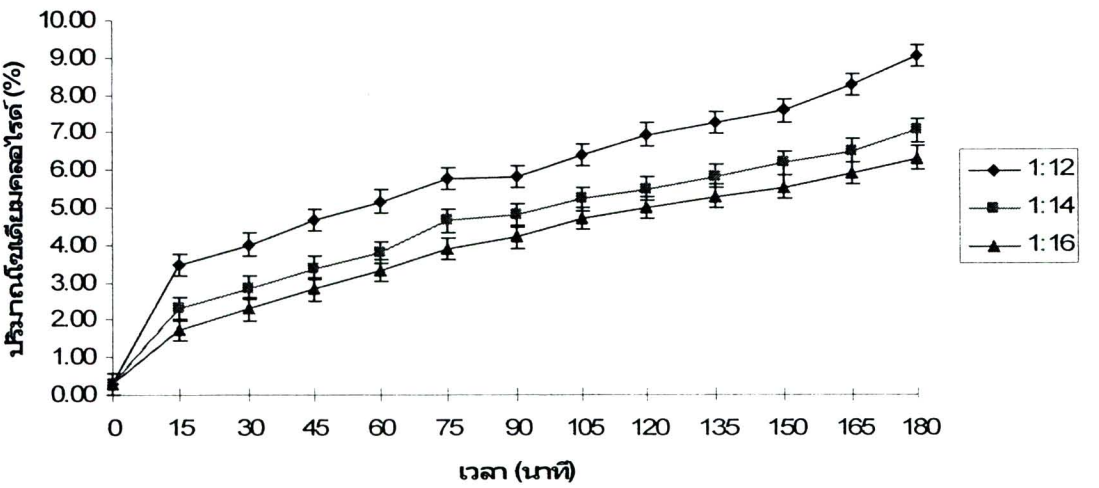
องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	๗๒.๒๑ ± ๐.๗๑
เถ้า	๑.๖๗ ± ๐.๑๔
โปรตีน	๑๖.๕๔ ± ๐.๓๖
เยื่อใย	๐.๐๗ ± ๐.๐๑
ไขมัน	๒.๗๕ ± ๐.๒๕
คาร์โบไฮเดรต	๕.๗๖ ± ๐.๖๑

๒. ผลของชนิดและปริมาณความเข้มข้นของเกลือในกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว

ในการศึกษานี้ศึกษาวิธีการทำเค็มปลาช่อนแดดเดียว ๒.๐ วิธี คือการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งและแบบใช้น้ำเกลือ โดยอัตราส่วนเกลือแห้งต่อเนื้อปลาที่ศึกษา คือ ๑.๐:๑๒.๐ ๑.๐:๑๔.๐ และ ๑.๐:๑๖.๐ น้ำหนักโดยน้ำหนัก ระยะเวลา ๑๘๐.๐ นาที พบว่า อัตราส่วนของเกลือแห้งต่อเนื้อปลา และระยะเวลาในการทำเค็มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลา โดยปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลาที่ทำเค็มในอัตราส่วนเกลือแห้ง : เนื้อปลา เท่ากับ ๑.๐:๑๒.๐ นั้นจะเพิ่มขึ้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ๔.๓๐-๑๐.๔๔ ส่วนการทำเค็มในอัตราส่วน ๑.๐:๑๔.๐ และ ๑.๐:๑๖.๐ จะมีค่าร้อยละ ๓.๙๒-๙.๒๙ และ ๓.๖๗-๙.๘๕ (ภาพ
๑)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย

แต่การเพิ่มขึ้นของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ของเนื้อปลานั้นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอและเมื่อเปรียบเทียบที่อัตราส่วนเกลือแห้งต่อเนื้อปลาต่างกันในระยะเวลาเดียวกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยอัตราส่วนเกลือแห้งต่อเนื้อปลา ๑.๐:๑๒.๐ จะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงกว่าที่อัตราส่วน ๑.๐:๑๔.๐ และ ๑.๐:๑๖.๐ ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่าเนื่องจากการทำเค็มแบบเกลือแห้งนั้น เกลือจะดูดน้ำจากตัวปลามาละลายตัวเองเป็นน้ำเกลือแล้วจึงซึมเข้าสู่ตัวปลาซึ่งความเข้มข้นของน้ำเกลือที่เกิดขึ้นจะเท่ากับน้ำเกลืออิ่มตัว ระยะเวลาในการทำเค็มมีผลต่อปริมาณโซเดียมคลอไรด์เนื่องจากน้ำจะซึมออกจากตัวปลาและเกลือที่ใช้ในการทำเค็มจะเหลือน้อยลง ทำให้ความเข้มข้นของน้ำเกลือเกิดการเจือจางลง โดยที่อัตราส่วนของเกลือที่น้อยกว่าจะเกิดการเจือจางมากกว่าเกลือที่อัตราส่วนสูงกว่า (Lupin, ๑๙๘๒, p. ๑๔)

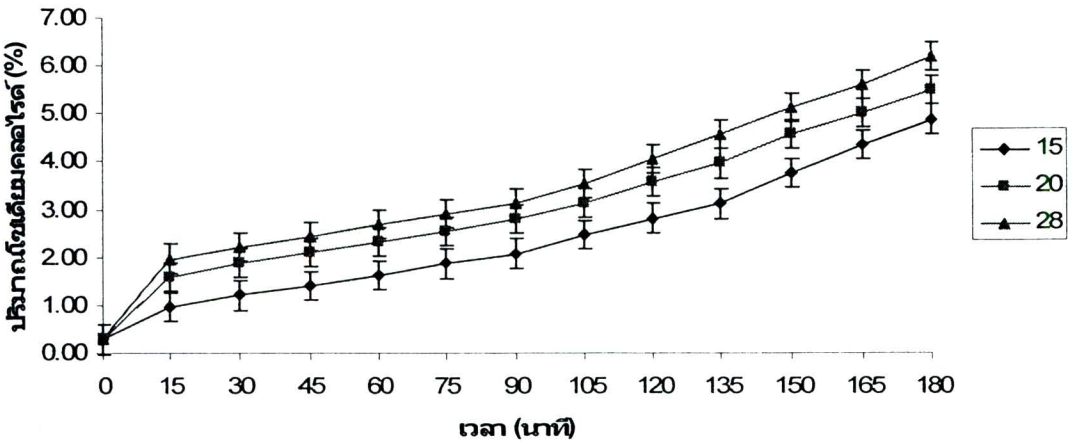


ภาพ ๑ การเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลาช่อนที่ระยะเวลาต่างๆ โดยการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งที่อัตราส่วนที่แตกต่างกัน

การทดลองทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ ๑๕.๐ , ๒๐.๐ และ ๒๘.๐ เป็นระยะเวลา ๑๘๐.๐ นาที พบว่าความเข้มข้นของน้ำเกลือและระยะเวลามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลาลักษณะเดียวกันกับการทดลองทำเค็มแบบใช้เกลือแห้ง (ภาพ ๒) โดยปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลาที่ทำเค็มแบบน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ ๒๘.๐ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ๑.๙๖-๖.๑๙ ส่วนการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ ๑๕.๐ และ ๒๐.๐ จะอยู่ในช่วงร้อยละ ๐.๙๔-๔.๘๗ และ ๑.๕๘-๕.๔๙ ตามลำดับ โดยที่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลาจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอและเมื่อเปรียบเทียบที่ความเข้มข้นต่างๆกันที่ระยะเวลาเดียวกันนั้นจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๘.๐ นั้นจะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงกว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ ๑๕.๐ และ ๒๐.๐ ตามลำดับ Bellagha, et al.,

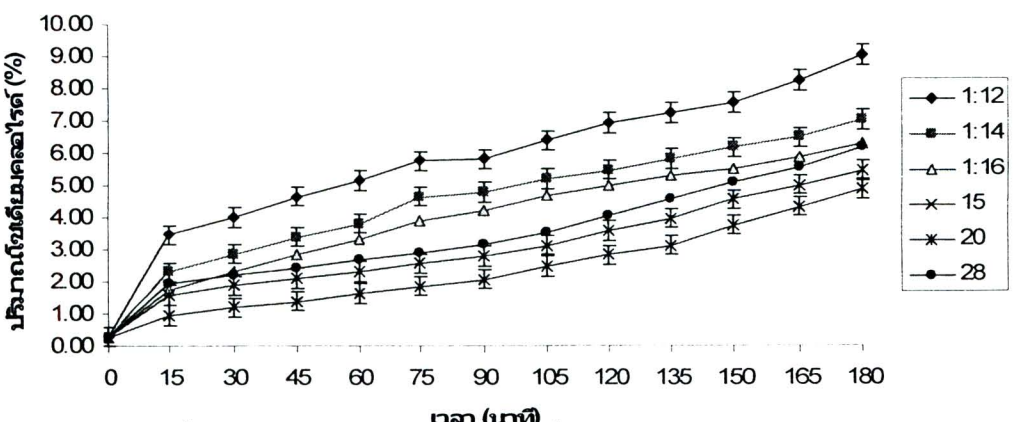
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 12 ก.ย. 2554
เลขทะเบียน 242302

(๒๐๐๖, pp. ๙๔๗-๙๕๒) พบว่าการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๑.๐ นั้นจะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่น้อยกว่าการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้ง



ภาพ ๒ การเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลาช่อนที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยการทำเค็มแบบน้ำเกลือ

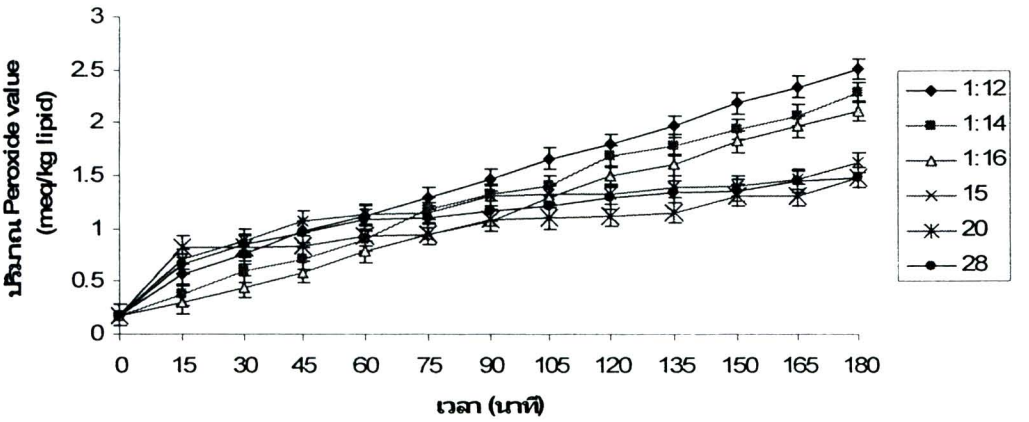
เมื่อเปรียบเทียบวิธีการทำเค็มทั้ง ๒.๐ วิธีจะเห็นได้ว่าการทำเค็มโดยใช้เกลือแห้งนั้นอัตราการซึมของโซเดียมคลอไรด์เข้าสู่เนื้อปลาได้รวดเร็วกว่าการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบ ณ ช่วงเวลาเดียวกัน (ภาพ ๓) และการทำเค็มทั้ง ๒.๐ วิธีนั้นพบว่าที่ระยะเวลาเดียวกันแต่ความเข้มข้นต่างกันมีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งจะให้ค่าอัตราการซึมได้ดีกว่าน้ำเกลือ โดยสาเหตุที่การทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งให้ค่าอัตราการซึมของโซเดียมคลอไรด์เข้าสู่เนื้อปลาได้รวดเร็วกว่าการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือเนื่องจากโดยปกติแล้วการแพร่นั้นจะเกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากจุดที่มีความเข้มข้นสูงไปยังจุดที่มีความเข้มข้นต่ำและความเข้มข้นของเกลือแห้งจะมีความเข้มข้นมากกว่าความเข้มข้นของน้ำเกลือจึงทำให้อัตราการแพร่ของเกลือแห้งจะดีกว่าน้ำเกลือ (กาญจนา สุภาภักดิ์, ๒๕๔๗)



ภาพ ๓ การเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมคลอไรด์เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทำเค็มแบบเกลือแห้งและแบบน้ำเกลือ

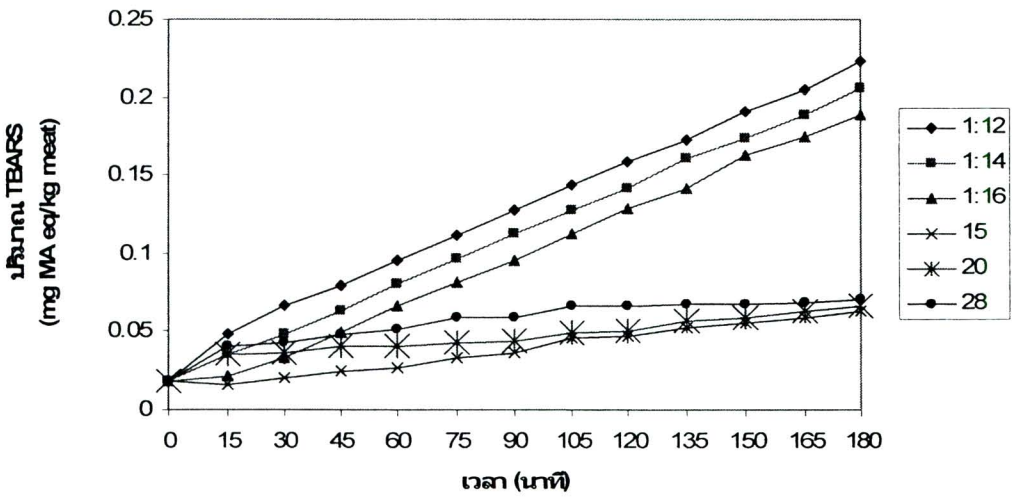
๓. ผลของชนิดและปริมาณความเข้มข้นของเกลือที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

การเปลี่ยนแปลงค่า PV ในการทำเค็มปลาช่อนแดดเดียว พบว่าค่า PV ของเนื้อปลาเมื่อทำเค็มแบบใช้เกลือแห้ง จะมีค่าอยู่ในช่วง ๐.๕๖-๒.๕๐ meq/kg lipid (ภาพ ๔) โดยค่า PV ของเกลือแห้งต่อเนื้อปลาที่อัตราส่วน ๑.๐:๑๒.๐ จะมีค่า PV สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่อัตราส่วน ๑.๐:๑๔.๐ และ ๑.๐:๑๖.๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่า PV จะสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการทำเค็มเพิ่มมากขึ้น ค่า PV จะมีค่าอยู่ในช่วง ๐.๓๗-๒.๒๘ และ ๐.๒๙-๒.๑๑ meq/kg lipid ตามลำดับ (ภาพ ๔) สำหรับการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือพบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๘.๐ ค่า PV จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลา ๑๕.๐ ถึง ๙๐.๐ นาที มีค่าอยู่ในช่วง ๐.๖๖-๑.๑๖ meq/ kg lipid ที่ระยะเวลา ๙๐.๐ ถึง ๑๘๐.๐ นาทีจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ โดยเพิ่มขึ้นจาก ๑.๑๖-๑.๔๘ meq/ kg lipid เนื้อปลาช่อนประกอบด้วยไขมันที่มีคุณภาพดี มีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายและกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอยู่สูง (กองโภชนาการ, ๒๕๕๐, หน้า ๔) ดังนั้นจึงทำให้ปลาช่อนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและจะเกิดการหืนได้ง่าย ซึ่งปัจจัยที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ ออกซิเจนในอากาศ ความร้อน แสงและเอนไซม์ เป็นต้น ซึ่งเราสามารถที่จะวัดการหืนเนื่องจากออกซิเดชันได้คือการวัดค่า PV และ TBARS (นิธิยา รัตนาปนนท์, ๒๕๔๕, หน้า ๑๐๗) เนื้อปลาที่ผ่านกระบวนการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งนั้นจะสัมผัสกับอากาศทำให้เนื้อปลามีค่า PV ที่สูงขึ้นเนื่องจากพื้นที่ผิวของเนื้อปลาจะสัมผัสอากาศเพิ่มขึ้นเร็วกว่าการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือ โดยที่การทำเค็มแบบน้ำเกลือเนื้อปลาจะสัมผัสกับอากาศได้น้อย เพราะว่าน้ำเกลือจะท่วมทั้งตัวปลาทำให้เนื้อปลาไม่สัมผัสกับอากาศหรือเกิดการสัมผัสได้น้อยกว่าการทำเค็มแบบเกลือแห้ง และ นงนุช รักสกุลไทย (๒๕๓๘, หน้า ๕๖) พบว่าน้ำเกลือจะไปลดปริมาณออกซิเจนที่จะสัมผัสกับเนื้อปลาซึ่งจะช่วยลดการเกิด oxidation ของไขมันได้และยังพบว่าปลาที่มีปริมาณไขมันสูงอย่างปลาช่อนนั้นไม่ควรที่จะทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งเพราะผลิตภัณฑ์นั้นจะเกิดการหืนได้ง่ายซึ่งสอด คล้องกับ Castell, Maclean, and Moore, (๑๙๖๕, pp. ๙๒๙-๙๔๔) ที่พบว่าในปลาที่มีไขมันสูงจะเกิดออกซิเดชันได้เร็วมากซึ่งในการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือจะช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันได้ดีโดย Chizzolini, Novelli, and Zanardi, (๑๙๙๘, pp. ๘๗-๙๙) พบว่าค่า PV จะต้องอยู่ในช่วง ๒.๐-๔.๐ meq/kg lipid ถึงจะอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้แต่จากการทดลองนั้นจะได้ค่าที่อยู่ในช่วงระหว่าง ๐.๒๙-๒.๕ meq/kg lipid แสดงว่าปลาช่อนเค็มยังไม่มีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน แม้ว่าเกลือจะเป็นส่วนประกอบสำคัญที่มีผลต่อรสชาติของอาหาร แต่เกลือก็เป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดกลิ่นหืนได้ ทั้งนี้เนื่องจากความไม่บริสุทธิ์ของเกลือ เกลือจึงเป็นตัวทำให้เกิดโพรออกซิแดนท์ โดย Borgstrom, (๑๙๗๑, p. ๖๓) และ Sallam and Samejima, (๒๐๐๖, pp. ๘๖๕-๘๗๑) พบว่าเกลือนั้นเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาperoxidation ได้ และยังพบว่าความเข้มข้นของเกลือมีความสัมพันธ์กับการเกิดกลิ่นรสในเนื้อหมักซึ่งการเกิดกลิ่นรสนั้นอาจเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างเนื้อและเนื้อเยื่อไขมัน (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, ๒๕๓๒, หน้า ๓๗)



ภาพ ๔ การเปลี่ยนแปลงค่า Peroxide value ในเนื้อปลาช่อนที่ระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งและน้ำเกลือที่อัตราส่วนและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

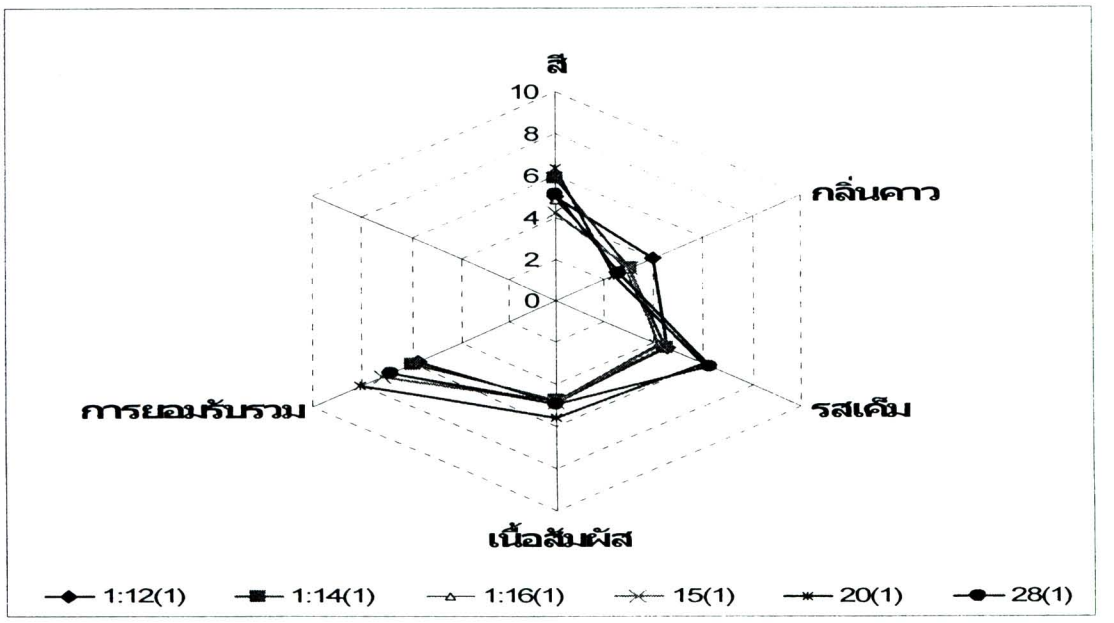
การเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในการทำเค็มปลาช่อนแดดเดียว พบว่าค่า TBARS ของเนื้อปลาเมื่อทำเค็มแบบใช้เกลือแห้ง จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง ๐.๐๔-๐.๒๒ mg MA eq/kg meat ซึ่งที่อัตราส่วน ๑.๐:๑๒.๐ จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กว่าที่อัตราส่วน ๑.๐:๑๔.๐ และ ๑.๐:๑๖.๐ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง ๐.๐๓-๐.๒๐ และ ๐.๐๒-๐.๑๘ mg MA eq/kg meat ตามลำดับ (ภาพ ๕) สำหรับการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือร้อยละ ๒๘.๐ ค่า TBARS ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ที่ระยะเวลาตั้งแต่ ๑๕.๐ ถึง ๑๘๐.๐ นาที โดยมีค่าอยู่ในช่วง ๐.๐๑-๐.๐๗ mg MA eq/kg meat ส่วนการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะเวลาตั้งแต่ ๑๕.๐ ถึง ๑๘๐.๐ นาที โดยมีค่าอยู่ในช่วง ๐.๐๒-๐.๒๒ mg MA eq/kg meat ทั้งนี้ยังพบว่าเมื่อระยะเวลาในการทำเค็มเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เนื้อปลามีค่า TBARS เพิ่มขึ้นอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการทำเค็มแบบเกลือแห้งและแบบน้ำเกลือนั้นพบว่าการทำเค็มทั้ง ๒.๐ วิธี มีค่า TBARS ที่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งจะมีค่า TBARS ที่สูงกว่าการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือ Fanbin, et al., (๒๐๐๗) พบว่าเมื่อปลานั้นสัมผัสกับอากาศจะทำให้เกิดการออกซิเดชันได้ง่ายมากขึ้น Bellagha, et al., (๒๐๐๖) นั้นพบว่าเมื่อทำเค็มที่ปริมาณความเข้มข้นที่อิ่มตัวนั้นจะให้ผลที่ดีที่สุดส่วนรองลงมาคือ ที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๑.๐ และ Smith, et al., (๒๐๐๖, pp. ๑-๓) พบว่าโดยทั่วไปแล้วปริมาณ TBARS ในเนื้อปลาจะต้องอยู่ในช่วง ๐.๑-๐.๓ mg MA eq/kg meat ถึงจะอยู่ในขั้นการยอมรับ



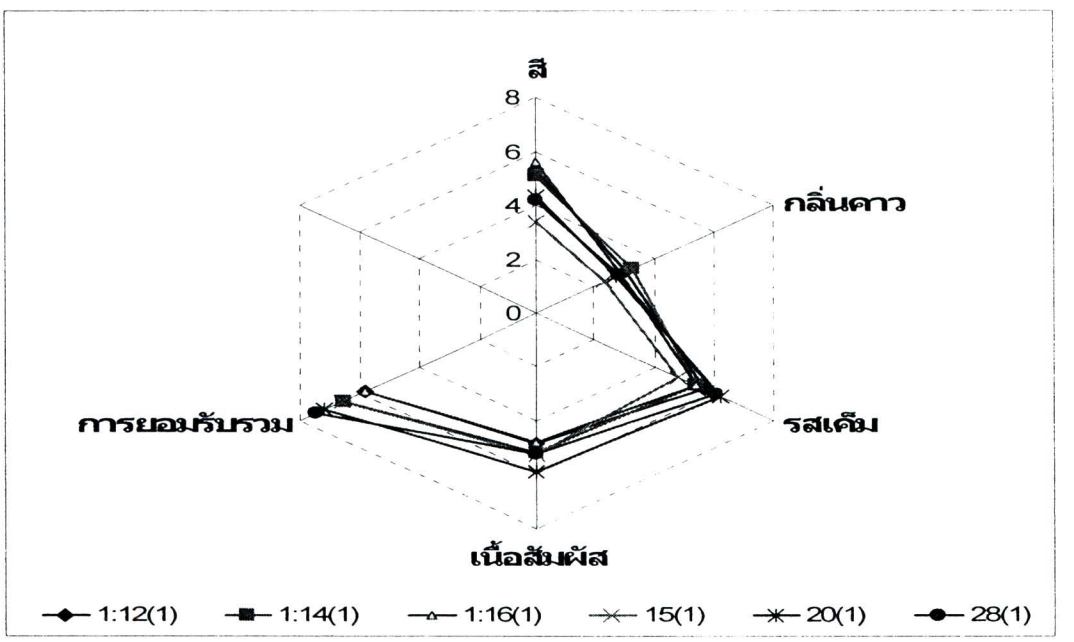
ภาพ ๕ การเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในเนื้อปลาช่อนที่ระยะเวลาต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งและน้ำเกลือที่อัตราส่วนและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

จากการทดลองทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับในด้านสี กลิ่นคาว รสเค็ม เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ซึ่งเปรียบเทียบคะแนนด้านต่างๆ ดังนี้คือ เปรียบเทียบการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งและการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือ เปรียบเทียบอัตราส่วนและความเข้มข้นที่แตก ต่างกันและเปรียบเทียบระยะเวลาในการทำเค็มที่แตกต่างกัน ซึ่งคะแนนในทุก ๆ ด้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ซึ่งคะแนนที่มีแนวโน้มสูงที่สุดคือ การทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๐.๐ เป็นเวลา ๑.๐ ชั่วโมง (ภาพ ๖, ๗ และ ๘)

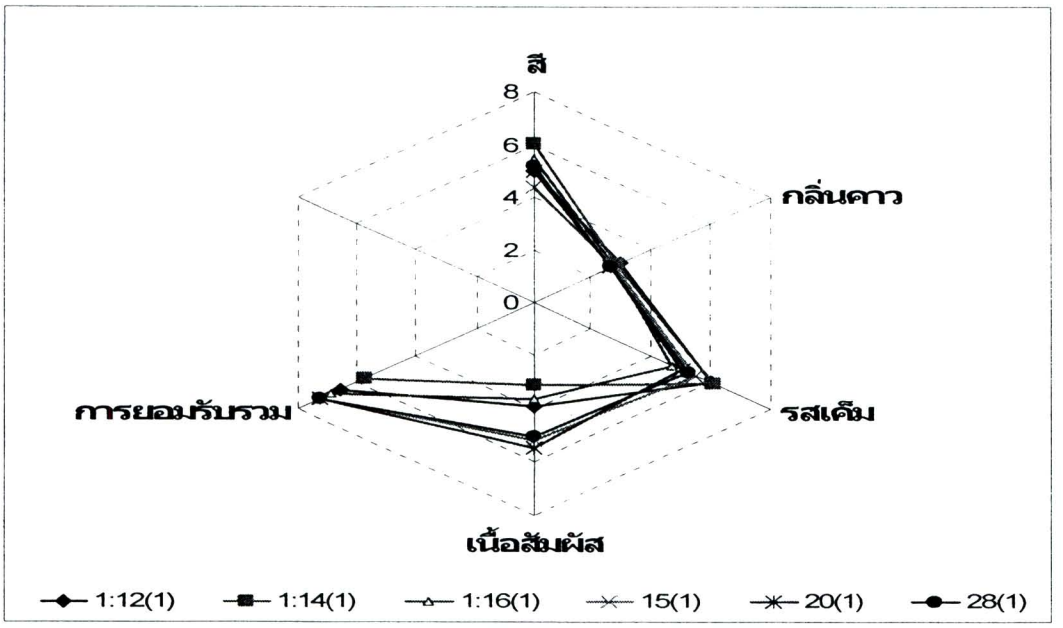
ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสภาวะการทำเค็มที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปลาช่อนแดดเดียว คือ การทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๐.๐ เป็นเวลา ๖๐.๐ นาที จากการพิจารณาจากปริมาณโซเดียมคลอไรด์ ค่า PV และ TBARS และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทั้งนี้เนื่องจากการทำเค็มแบบใช้น้ำเกลือจะช่วยการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน อีกทั้งจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด



ภาพ ๖ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเมื่อเปรียบเทียบการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งและน้ำเกลือ ที่ชั่วโมงที่ ๑



ภาพ ๗ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเมื่อเปรียบเทียบการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งและน้ำเกลือ ที่ชั่วโมงที่ ๒

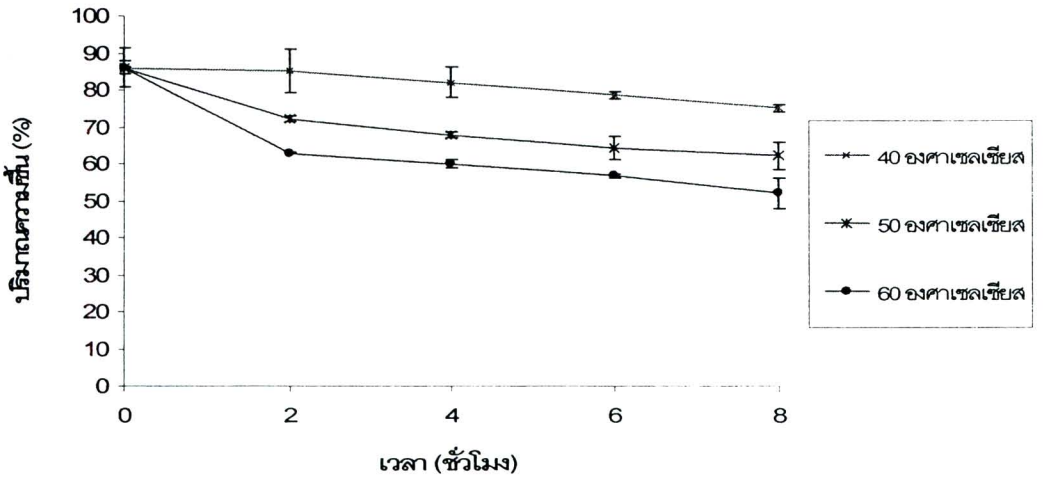


ภาพ ๘ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเมื่อเปรียบเทียบการทำเค็มแบบใช้เกลือแห้งและน้ำเกลือ ที่ชั่วโมงที่ ๓

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งและการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี กายภาพและจุลชีววิทยา

๑. ผลของสภาวะอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น

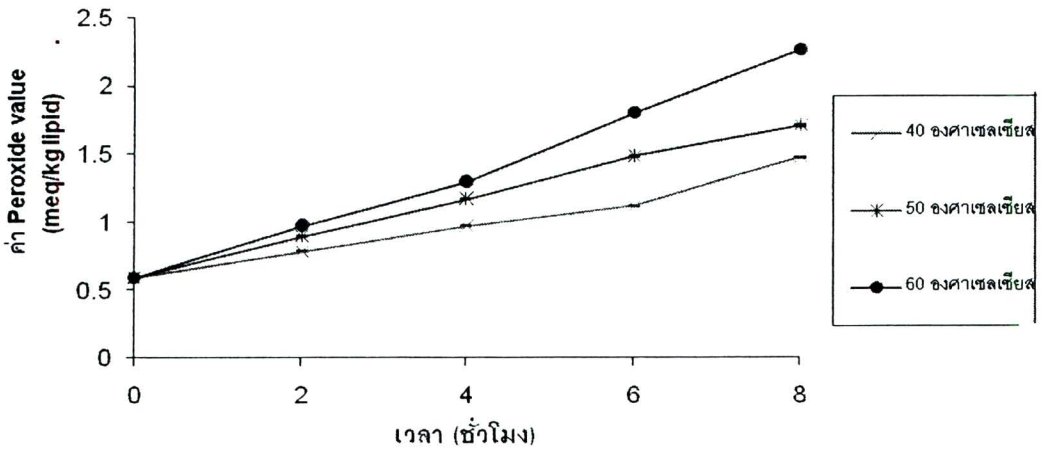
ศึกษาอุณหภูมิในการอบแห้งของปลาช่อนแดดเดียว ๓.๐ อุณหภูมิ ได้แก่ ๔๐.๐ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ระยะเวลา ๘.๐ ชั่วโมง เมื่อสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้นทุก ๆ ๒.๐ ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น โดยปริมาณความชื้นในเนื้อปลาที่อบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียสจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ๕๑.๙๘-๘๖.๐๑ ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส จะมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ ๗๕.๑๘-๘๖.๐๑ และ ๖๒.๓๑-๘๖.๐๑ ตามลำดับ (ภาพ ๙) แต่ปริมาณความชื้นของเนื้อปลานั้นมีแนวโน้มลดลงอย่างสม่ำเสมอและเมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิที่แตกต่างกันในระยะเวลาเดียวกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐ องศาเซลเซียส จะมีปริมาณความชื้นลดลงสูงกว่าที่อุณหภูมิ ๔๐ และ ๕๐ องศาเซลเซียส กล่าวคือ อุณหภูมิและระยะเวลามีผลต่อการลดปริมาณความชื้น ยิ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นและระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นจะทำให้อัตราการระเหยน้ำสูงขึ้นด้วยและเมื่ออุณหภูมิสูงเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดการสูญเสียความชื้นได้เร็วขึ้นเท่านั้น (Aydin,๒๐๐๙, pp. ๑๗๓-๑๘๒ ; Jun and Min, ๒๐๐๘, pp. ๑๔๗๘-๑๔๘๔)



ภาพ ๙ การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของปลาช่อนแดดเดียวในระหว่างการอบแห้ง

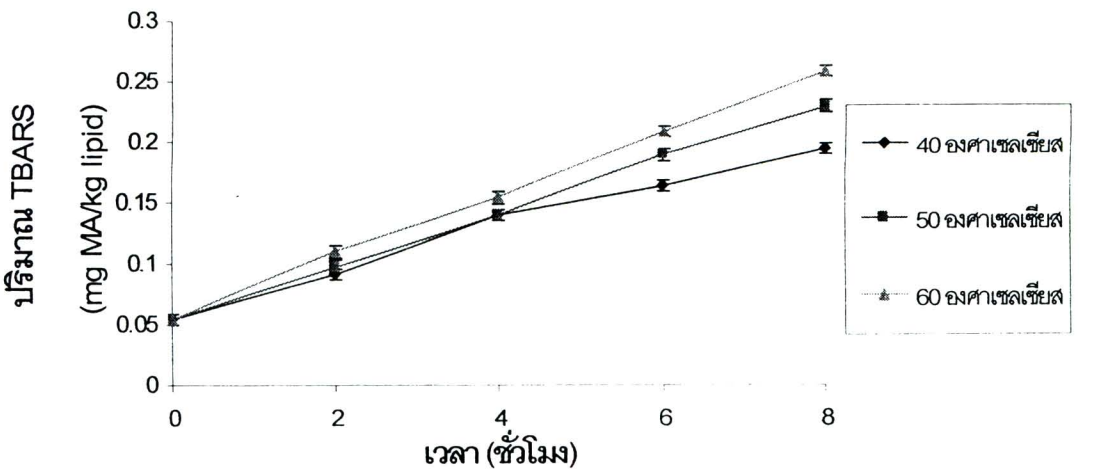
๒. ผลของสภาวะการอบแห้งต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

การเปลี่ยนแปลงค่า PV ในการอบแห้งปลาช่อนแดดเดียว พบว่าค่า PV ของเนื้อปลาเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส จะมีค่าอยู่ในช่วง ๐.๕๙-๒.๒๖ meq/kg lipid (ภาพ ๑๐) โดยค่า PV ของเนื้อปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส จะมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ภาพ ๑๐) สำหรับการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ค่า PV จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลา ๒.๐ ถึง ๘.๐ ชั่วโมง มีค่าอยู่ในช่วง ๐.๕๙-๒.๒๖ meq/ kg lipid ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส ค่า PV จะมีค่าเท่ากับ ๐.๕๙-๑.๔๗ และ ๐.๕๙-๑.๗๑ ตามลำดับ เนื้อปลาที่ผ่านกระบวนการอบแห้งจะสัมผัสกับอากาศทำให้เนื้อปลานั้นมีค่า PV ที่สูงขึ้นเนื่องจากพื้นที่ผิวของเนื้อปลาจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นจึงทำให้ค่า PV เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดย Chizzolini, Novelli, and Zanardi, (๑๙๙๘, pp. ๘๗-๙๙) พบว่าค่า PV จะต้องอยู่ในช่วง ๒.๐-๔.๐ meq/kg lipid ถึงจะอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้แต่จากการทดลองนั้นจะได้ค่าที่อยู่ในช่วงระหว่าง ๐.๒๙-๒.๕ meq/kg lipid แสดงว่าปลาช่อนเค็มยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ แม้ว่าความร้อนจะเป็นส่วนประกอบสำคัญที่มีผลต่อกลิ่นรสของอาหาร แต่ความร้อนก็เป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดกลิ่นหืนได้ อุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อค่า TBARS และ PV เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาการออกซิเดชันของไขมัน ตัวเร่งในปฏิกิริยาในขั้นนี้คือ ความร้อน การเสื่อมเสียคุณภาพเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในปลาเค็มแห้งเช่นเดียวกับปลาเค็ม โดยเฉพาะเมื่อมีความชื้นต่ำจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงและมีความร้อน แสง ปริมาณเกลือและ haemoprotein เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (นงนุช รักสกุลไทย, ๒๕๓๘, หน้า ๖๗)



ภาพ ๑๐ การเปลี่ยนแปลงค่า PV ของปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการอบแห้ง

การเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในการทำเค็มปลาช่อนแดดเดียว พบว่าค่า TBARS ของเนื้อปลาเมื่ออบแห้ง นั้นจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง ๐.๐๕-๐.๒๖ mg MA eq/kg meat พบว่าที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส มีค่าอยู่ในช่วง ๐.๐๕-๐.๒๖ จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กว่าที่การอบแห้งที่ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง ๐.๐๕-๐.๒๓ และ ๐.๐๕-๐.๒๖ mg MA eq/kg meat ตามลำดับ (ภาพ ๑๑) ทั้งนี้ยังพบว่าเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มมากขึ้นจะทำให้เนื้อปลานั้นมีค่า TBARS เพิ่มขึ้นอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการไฮโดรไลซิสของฟอสโฟลิพิดในระหว่างกระบวนการอบแห้งจึงทำให้ค่า TBARS นั้นเพิ่มขึ้น (Angle, Adan, and Olga, ๒๐๐๘, pp. ๙๕๑-๙๕๖ ; Hernandez, Navarro and Toldra, ๑๙๙๙, pp. ๕๐๑-๕๐๘ ; Cobos, Viega and Diaz, ๒๐๐๔, pp. ๔๑๑-๔๑๘) Fanbin, et al., (๒๐๐๗, pp. ๑๐๓-๑๑๑) พบว่าเมื่อปลานั้นสัมผัสกับความร้อนจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ง่ายมากขึ้น



ภาพ ๑๑ การเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ของปลาช่อนแดดเดียวในระหว่างการอบแห้ง

๓. ผลของสภาวะการทำแห้งต่อค่า A_w

การเปลี่ยนแปลงค่า A_w พบว่าเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า A_w ของเนื้อปลาลดลง ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง ๐.๘๒-๐.๙๑ (ตาราง ๓) โดยค่า A_w ของเนื้อปลาที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียส จะมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตาราง ๓) สำหรับการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ค่า A_w จะลดลงอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลา ๒.๐ ถึง ๘.๐ ชั่วโมง มีค่าอยู่ในช่วง ๐.๘๒- ๐.๙๑ ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส ค่า A_w จะมีค่าเท่ากับ ๐.๘๓-๐.๙๑ และ ๐.๘๒-๐.๙๑ ตามลำดับ โดยปกติแล้วค่า A_w ในผลิตภัณฑ์อาหารแห้งจะอยู่ในช่วง ๐.๗๕-๑.๐ Aro, et al., (๒๐๐๐, pp. ๖๐๘๕-๖๐๙๓) ; Guille'n and Ruiz, (๒๐๐๓, pp. ๒๙๗-๓๐๔) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นมากขึ้นจะทำให้ค่า A_w ลดลงทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยที่มีผลทำให้ค่า A_w ลดลงคือ อุณหภูมิกล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นอัตราการทำให้แห้งก็จะสูงขึ้นด้วยจึงทำให้ปลาช่อนแดดเดียวมีค่า A_w ลดลง

ตาราง ๓ การเปลี่ยนแปลงค่า Aw ของปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการอบแห้งเมื่อเปรียบเทียบที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ระยะเวลาในการอบแห้ง(ชั่วโมง)	ค่า A_w		
	๔๐ องศาเซลเซียส	๕๐ องศาเซลเซียส	๖๐ องศาเซลเซียส
๐	๐.๙๑ ± ๐.๐๓^{a}	๐.๙๑ ± ๐.๐๓^{a}	๐.๙๑ ± ๐.๐๒^{a}
๒	๐.๘๙ ± ๐.๐๒^{b}	๐.๘๘ ± ๐.๐๒^{b}	๐.๘๗ ± ๐.๐๕^{b}
๔	๐.๘๘ ± ๐.๐๑^{c}	๐.๘๗ ± ๐.๐๓^{c}	๐.๘๕ ± ๐.๐๗^{c}
๖	๐.๘๖ ± ๐.๐๒^{d}	๐.๘๕ ± ๐.๐๑^{d}	๐.๘๔ ± ๐.๐๑^{d}
๘	๐.๘๔ ± ๐.๐๓^{e}	๐.๘๓ ± ๐.๐๒^{e}	๐.๘๒ ± ๐.๐๖^{e}

ตัวอักษร a-e ในแนวนอนที่อุณหภูมิแตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

๔. ผลของการอบแห้งต่อค่าสี L* a* และ b*

๔.๑ ค่าสี L* การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* พบว่าเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าสี L* ของเนื้อปลาลดลง ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง ๔๘.๗๘-๖๔.๗๔ ซึ่งการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐ องศาเซลเซียสจะมีค่า L* ที่สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง ๔๘.๗๘-๖๔.๗๓ ๔๘.๗๘-๖๑.๗๙ และ ๔๘.๗๘-๕๘.๕๘ ตามลำดับ (ตาราง ๔) และยังพบว่าที่อุณหภูมิในการอบแห้ง ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ค่าสี L* มีแนวโน้มลดลงมากกว่าอุณหภูมิในการอบแห้ง ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยที่ค่าสี L* มีแนวโน้มลดลงเมื่อ
ระยะเวลาในการอบเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเกิดโปรตีนจับตัวเป็นก้อนจึงทำให้เนื้อปลามีสีเข้มขึ้น (ประเสริฐ สายสิทธิ์, ๒๕๒๔ อ้างอิงโดย มัทนา แสงจินดาวงษ์, ๒๕๔๘, หน้า ๗๖)

๔.๒ ค่าสี a* การเปลี่ยนแปลงค่าสี a* พบว่าเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าสี a* ของเนื้อปลาเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง ๒.๘๕-๘.๔๒ ซึ่งการอบแห้งที่อุณหภูมิ

๔๐.๐ องศาเซลเซียสจะมีค่าสี a* ที่สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง ๒.๘๕-๘.๔๒ ๒.๘๕-๗.๗๘ และ ๒.๘๕-๓.๓๓ ตามลำดับ (ตาราง ๔) และยังพบว่าที่อุณหภูมิในการอบแห้ง ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ค่าสี a* เพิ่มขึ้นมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq ๐.๐๕$) ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดเอนไซม์ เป็นปฏิกิริยาเสื่อมเสียที่สำคัญ อัตราของปฏิกิริยาจะช้าลงเมื่อค่าพีเอช อุณหภูมิ และความชื้นมีค่าต่ำ สำหรับออกซิเดชันของไขมันโดยออกซิเจนทำให้เกิดกลิ่นหืน กลิ่นไหม้ การเปลี่ยนสี และการสูญเสียวิตามิน การป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันอาจทำได้โดยการกำจัดออกซิเจนหรือใช้อุณหภูมิต่ำหรือการใช้วัตถุกันหืน ปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นปฏิกิริยาจะลดลงที่ชั้นโมโน แต่ปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณความชื้นมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าชั้นโมโน เนื้อที่ผ่านการทำให้สุกก่อนจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายกว่าเนื้อวัวดิบ แม้ว่าเนื้อสัตว์อื่น ๆ จะมีลักษณะตรงกันข้ามกับปรากฏการณ์ดังกล่าวก็ตามการเสื่อมเสียของโปรตีนและวิตามินเกิดขึ้นในเนื้อสดได้ดีกว่าในเนื้อที่ผ่านการทำให้สุกและอบแห้ง (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, ๒๕๓๒, หน้า ๒๙๔)

๔.๓ ค่าสี b* การเปลี่ยนแปลงค่าสี b* พบว่าเมื่อระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าสี b* ของเนื้อปลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียสจะมีค่าสี b* ที่สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง ๖.๒๒-๒๑.๐๑ ๖.๒๒-๑๓.๓๖ และ ๖.๒๒-๑๗.๖๖ ตามลำดับ (ตาราง ๔) และยังพบว่าที่อุณหภูมิในการอบแห้ง ๖๐.๐ องศาเซลเซียสค่าสี b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq ๐.๐๕$) มากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้ง ๓.๐ ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq ๐.๐๕$) ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction เป็นการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในระหว่างกระบวนการอบแห้งหรือเกิดจากการสัมผัสกับออกซิเจนในระหว่างกระบวนการผลิต แสง ออกซิเจน และอุณหภูมิ ก็มีผลต่อความคงตัวของสี ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ค่าสีนั้นเกิดการเข้มขึ้น (นงนุช รักสกุลไทย, ๒๕๓๘, หน้า ๖๗ ; Lario et al., ๒๐๐๔, pp. ๑๑๓-๑๑๗)

ตาราง ๔ การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* a* และ b* ของปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการอบแห้ง

อุณหภูมิในการอบแห้ง (℃)	ระยะเวลาในการอบแห้ง(ชั่วโมง)	ค่าสี		
		L*	a*	b*
๔๐ ℃	๐	๖๔.๖๕ ± ๐.๕๑^{a}	๒.๘๕ ± ๐.๕๘^{a}	๖.๒๒ ± ๐.๓๗^{d}
	๒	๖๒.๘๓ ± ๐.๗๒^{a}	๓.๐๘ ± ๐.๘๒^{a}	๘.๐๖ ± ๐.๘๒^{c}
	๔	๕๙.๓๗ ± ๐.๓๓^{b}	๓.๑๐ ± ๐.๖๑^{a}	๙.๗๓ ± ๐.๓๖^{b}
	๖	๕๗.๑๔ ± ๐.๓๑^{b}	๓.๒๔ ± ๐.๗๔^{a}	๑๒.๖๓ ± ๐.๘๙^{a}
	๘	๔๐.๗๘ ± ๐.๓๙^{c}	๓.๓๓ ± ๐.๓๓^{a}	๑๓.๓๖ ± ๑.๒๔^{a}
๕๐ ℃	๐	๖๑.๗๙ ± ๐.๒๗^{a}	๒.๘๕ ± ๐.๕๘^{c}	๖.๒๒ ± ๐.๓๗^{e}
	๒	๕๐.๑๓ ± ๕.๖๗^{b}	๖.๑๘ ± ๐.๔๘^{b}	๗.๗๑ ± ๐.๒๒^{d}
	๔	๔๙.๗๕ ± ๐.๕๐^{c}	๖.๗๕ ± ๑.๑๓^{b}	๑๓.๕๒ ± ๐.๕๔^{c}
	๖	๔๙.๓๗ ± ๑.๐๒^{c}	๖.๙๐ ± ๐.๗๖^{a}	๑๕.๖๙ ± ๐.๔๑^{b}
	๘	๔๖.๗๘ ± ๐.๓๙^{c}	๗.๗๘ ± ๐.๖๕^{a}	๑๗.๔๗ ± ๐.๕๐^{a}
๖๐ ℃	๐	๕๘.๕๘ ± ๐.๓๓^{a}	๒.๘๕ ± ๐.๕๘^{c}	๖.๒๒ ± ๐.๓๗^{d}
	๒	๕๗.๕๗ ±๐.๖๓^{ab}	๖.๔๖ ± ๑.๐๐^{b}	๑๕.๗๗ ± ๐.๖๖^{c}
	๔	๕๔.๗๗ ±๐.๖๓^{bc}	๖.๗๙ ± ๐.๓๘^{ab}	๑๖.๔๙ ± ๐.๖๕^{c}
	๖	๕๓.๕๔ ± ๐.๕๕^{c}	๘.๔๒ ± ๑.๔๓^{a}	๑๗.๕๖ ± ๐.๑๔^{b}
	๘	๔๓.๗๘ ± ๐.๓๙^{d}	๘.๔๓ ± ๑.๒๕^{a}	๒๑.๐๑ ± ๐.๕๓^{a}

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวอักษร a-e ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

๕. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบที่มีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน ๒๐.๐ คน พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในด้านสี กลิ่น และการยอมรับรวม พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กว่าที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส ด้านรสเค็มและเนื้อสัมผัส คะแนนที่มีแนวโน้มสูงที่สุดคือ การอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตาราง ๕) ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการสูญเสียกลิ่นรสที่ระเหยได้และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ซึ่งรวมถึงการเกิดการแห้งกรอบอันเนื่องจากการหดตัว (มัทนา แสงจินดาวงษ์, ๒๕๔๘, หน้า ๙๙)

ตาราง ๕ การทดสอบทางประสาทสัมผัสปลาช่อนแดดเดียว

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ย		
	๔๐°C	๕๐°C	๖๐°C
สี	๖.๔๐±๑.๔๙^{a}	๕.๗๐±๑.๓๘^{b}	๗.๕๕±๐.๙๔^{ab}
กลิ่น	๗.๐๐±๑.๔๙^{ab}	๖.๔๕±๑.๖๔^{b}	๗.๔๕±๑.๑๕^{a}
รสเค็ม	๗.๒๕±๑.๑๒^{a}	๕.๘๕±๑.๕๓^{b}	๖.๗๐±๑.๔๙^{ab}
เนื้อสัมผัส	๗.๓๐±๑.๒๖^{a}	๕.๘๐±๑.๕๔^{b}	๖.๘๐±๑.๙๙^{ab}
การยอมรับรวม	๗.๓๕±๐.๘๓^{a}	๖.๒๐±๑.๒๔^{b}	๗.๔๕±๑.๐๔^{a}

ตัวอักษร a-b ในแนวนอนที่อุณหภูมิแตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<๐.๐๕$)

๖. ผลของการเปลี่ยนแปลงทางจุลชีววิทยา

เมื่อนำปลาช่อนเค็มแดดเดียวไปอบแห้งและวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา (ตาราง ๖) พบว่าปลาช่อนที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียสมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่มากกว่าปลาช่อนที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียสมีอัตราการระเหยน้ำจากตัวปลาในปริมาณที่ต่ำกว่าอุณหภูมิอื่น ๆ ในระยะเวลาเดียวกัน ดังนั้นจุลินทรีย์จึงสามารถเจริญเติบโตในระหว่างการอบแห้งได้ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของปลาแดดเดียวได้กล่าวไว้ว่าต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน ๑๐.๐^{๖} cfu/g ปริมาณยีสต์และราต้องไม่เกิน ๕๐๐.๐ โคโลนี/ตัวอย่าง ๑.๐ กรัม ปริมาณ *E. coli* ต้องน้อยกว่า ๕๐.๐ โคโลนี/ ตัวอย่าง ๑.๐ กรัม และปริมาณ *S. aureus* ต้องน้อยกว่า ๒๐๐.๐ โคโลนี/ตัวอย่าง ๑.๐ กรัม และ พบว่า ปริมาณ *E.coli* และ *S. aureus* ไม่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการอบแห้ง

ตาราง ๖ การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ของปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการอบแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

อุณหภูมิ ในการอบแห้ง (°C)	ระยะเวลา ในการอบแห้ง (ชั่วโมง)	ปริมาณจุลินทรีย์	
		Total plate count (cfu/g)	Yeast and Mold (cfu/g)
๔๐ °C	๐	a๔.๖๑±๓.๐๒x๑๐^{๗}d	a๓.๒๕±๐.๙๖x๑๐^{๕}b
	๒	a๒.๔๖±๑.๐๗x๑๐^{๖}c	a๒.๕๐±๐.๓๒x๑๐^{๔}b
	๔	a๑.๙๑±๐.๗๘x๑๐^{๖}b	a๒.๐๐±๐.๔๒x๑๐^{๔}a
	๖	a๑.๗๘±๐.๔๒x๑๐^{๖}b	a๑.๘๓±๐.๙๖x๑๐^{๔}a
	๘	a๓.๗๗±๑.๐๗x๑๐^{๕}a	a๑.๗๙±๐.๘๑x๑๐^{๔}a
๕๐ °C	๐	a๔.๖๑±๓.๐๒x๑๐^{๗}d	a๓.๒๕±๐.๙๖x๑๐^{๕}d
	๒	b๒.๘๓±๐.๑๘x๑๐^{๖}c	a๒.๒๐±๐.๙๖x๑๐^{๔}c
	๔	b๒.๔๖±๓.๗๘x๑๐^{๖}b	b๑.๗๕±๐.๕๘x๑๐^{๓}b
	๖	b๑.๓๗±๓.๒๗x๑๐^{๕}a	b๑.๕๐±๒.๓๘x๑๐^{๒}b
	๘	b๑.๑๒±๐.๑๑x๑๐^{๕}a	b๑.๐๐±๐.๙๖x๑๐^{๒}a
๖๐ °C	๐	a๔.๖๑±๓.๐๒x๑๐^{๗}d	a๓.๒๕±๐.๙๖x๑๐^{๕}d
	๒	c๑.๐๑±๒.๑๘x๑๐^{๕}c	c๑.๐๖x±๓.๘๔๑๐^{๔}c
	๔	c๒.๗๘±๓.๔๗x๑๐^{๕}b	c๗.๓๓±๓.๓๖x๑๐^{๓}b
	๖	c๑.๑๓±๐.๔๓x๑๐^{๔}b	c๑.๗๕±๐.๙๖x๑๐^{๒}a
	๘	c๒.๐๔±๐.๘๗x๑๐^{๔}a	c๑.๕๐±๐.๕๔x๑๐^{๒}a

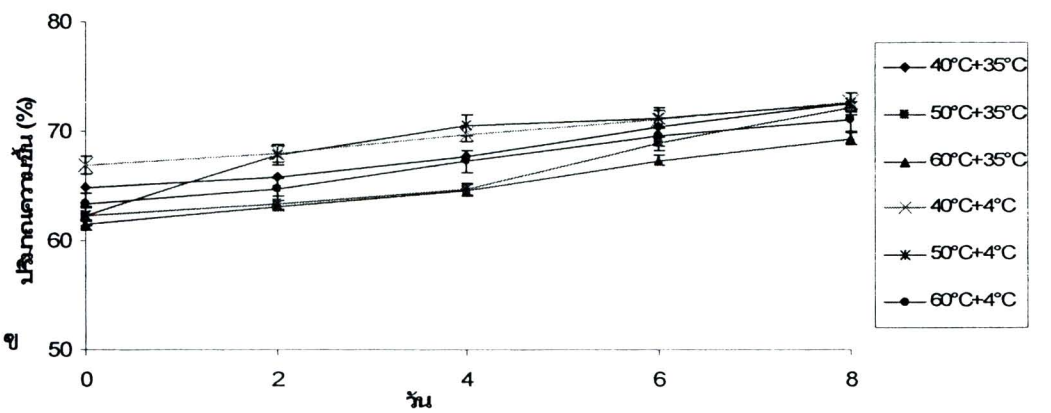
ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวอักษร a-e ในด้านหลังแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
ตัวอักษร a-c ในด้านหน้าแนวตั้งที่อุณหภูมิแตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในระหว่างการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี กายภาพและจุลชีววิทยา

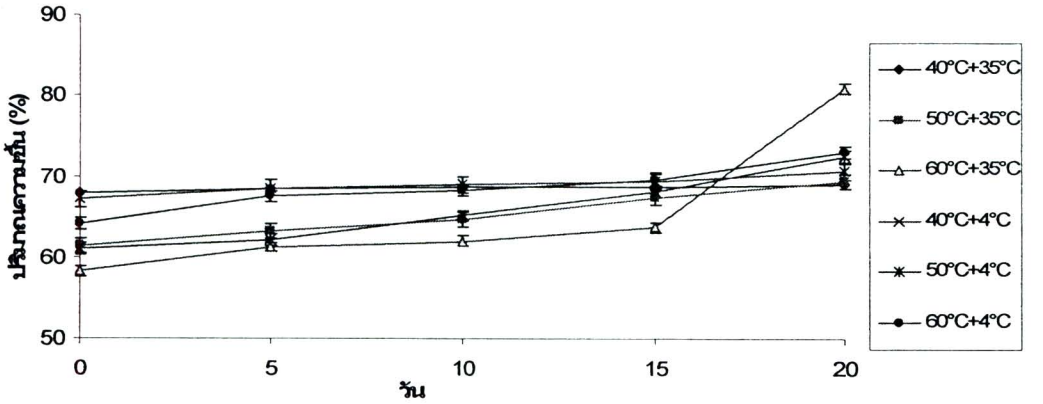
๑. ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อปริมาณความชื้น

โดยทั่วไปจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตในอาหารแห้งที่มีความชื้นต่ำ ๆ แต่บางครั้งหลังจากตากแห้งแล้วผลิตภัณฑ์ดูดความชื้นกลับเข้าไปใหม่ถ้าเก็บรักษาไม่ดี หรือในพวกผลไม้แห้ง เช่น ลูกพรุน จะมีความชื้นเหลืออยู่ระหว่างร้อยละ ๒๕.๐-๓๐.๐ ซึ่งพวกยีสต์และรายังเจริญได้ ในปลาตากแห้งก็พบว่ามักเสื่อมคุณภาพเนื่องจากมีราขึ้น โดยเฉพาะราที่ชอบเกลือหรือทนเกลือได้ (Halophilic หรือ halotolent fungi) ที่พบมากคือ *Wallemia, Oospora, Aspergillus* โดยทั่วไปเรียกราพวกนี้ว่า dun ซึ่งอาจสร้าง mycotoxin ที่มีอันตรายต่อผู้บริโภคได้และในกระบวนการ metabolism ของราพวกนี้จะคายน้ำ ทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์สูงขึ้น ซึ่งทำให้แบคทีเรียพวกอื่น

สามารถเจริญเติบโตได้ภายหลัง (นงนุช รักสกุลไทย, ๒๕๓๘, หน้า ๖๗) ในการศึกษานี้ได้นำปลาช่อนแดดเดียวจากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพและจุลชีววิทยา ทั้ง ๓.๐ อุณหภูมิ ได้แก่ ๔๐.๐ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการอบแห้ง ๘.๐ ชั่วโมง นำไปศึกษาสภาวะอายุการเก็บรักษาและภาชนะบรรจุที่เหมาะสม พบว่าสภาวะในการเก็บรักษาและบรรจุภัณฑ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น กล่าวคือ ปริมาณความชื้นของปลาช่อนแดดเดียวที่บรรจุในสภาวะปกติและสภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นจะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์อบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ องศาเซลเซียสที่สภาวะการบรรจุแบบปกติเก็บรักษาในอุณหภูมิตู้เย็น ปริมาณความชื้นในวันที่ ๒.๐ และ ๔.๐ จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มากกว่าในตัวอย่างอื่น ๆ ซึ่งมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ ๖๔.๙๐-๗๒.๕๓ ส่วนตัวอย่างที่อบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียสที่สภาวะการบรรจุแบบปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าตัวอย่างอื่น ๆ ซึ่งจะมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ ๖๑.๔๒-๖๙.๓๓ (ภาพ ๑๒) ส่วนการบรรจุแบบสุญญากาศ พบว่า ตัวอย่างที่อบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียสในการเก็บที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มากกว่าตัวอย่างที่อบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส ส่วนตัวอย่างที่อบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส เก็บในอุณหภูมิตู้เย็นจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพ ๑๓)



ภาพ ๑๒ การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการเก็บรักษา ในสภาวะการบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

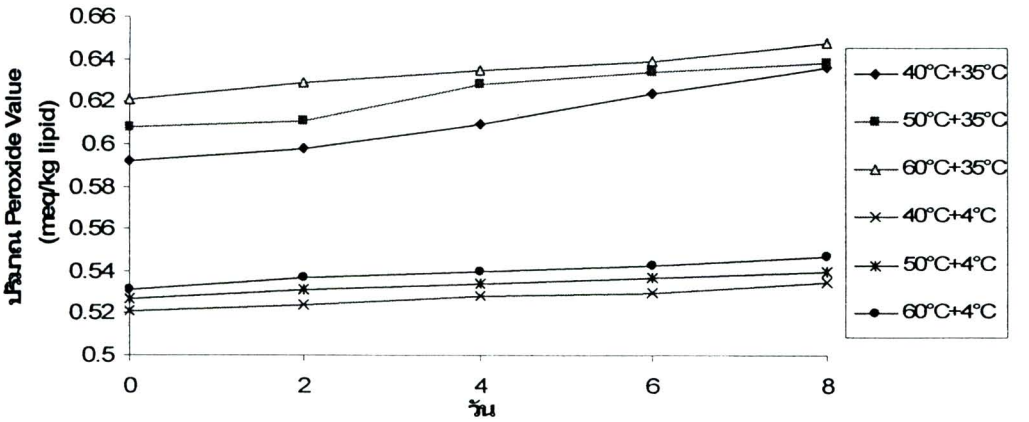


ภาพ ๑๓ การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

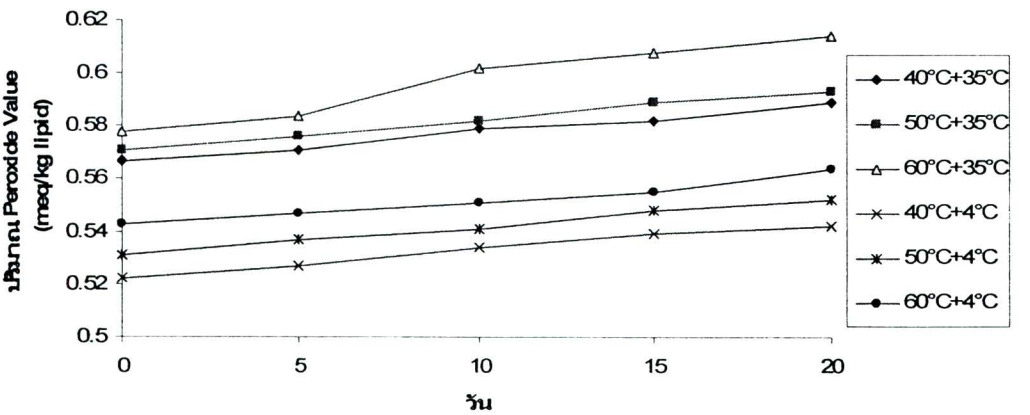
๒. ผลการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างการเก็บรักษา

การเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เนื้อ สัตว์ปีกและอาหารทะเลอบแห้ง อาหารประเภทนี้มักเสื่อมเสียอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและปฏิกิริยาเอนไซม์ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนระหว่างการเก็บรักษา ปฏิกิริยาเสื่อมเสียจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส ตลอดจนการสูญเสียคุณสมบัติการคืนตัว (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, ๒๕๓๒, หน้า ๒๙๔) Laura, et al., (๒๐๐๘, pp. ๓๒๙๖-๓๓๐๐) พบว่าอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้กลิ่นหืนเพิ่มมากขึ้นและสีเปลี่ยนแปลง โดยเกิดจากไขมันและmyoglobin oxidation อีกทั้งยังทำให้โครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป (Cornet, and Bousset, ๑๙๙๐, pp. ๒๒๖-๒๓๑) การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาเค็มแห้งในบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีสภาวะสุญญากาศจะช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งจะลดการหืนของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาและยังป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องใช้อากาศในการเจริญเติบโต (aerobic microorganism) บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ควรมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดีและมีลักษณะ flexible ซึ่งจะช่วยป้องกันการเกิดช่องว่างระหว่างบรรจุภัณฑ์กับผลิตภัณฑ์ (งามทิพย์ ภู่วโรดม, ๒๕๕๐, หน้า ๒๗๕-๒๗๖) การเปลี่ยนแปลงค่า PV ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษา พบว่าค่า PV ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียว อยู่ในช่วงระหว่าง ๐.๕๓-๐.๖๕ meq/kg lipid และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า PV มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และปลาช่อนแดดเดียวอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส ค่า PV มีแนวโน้มสูงกว่าปลาช่อนแดดเดียวที่อบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อบรรจุสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ค่า PV มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มากกว่าในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวที่บรรจุสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น และเมื่อบรรจุในสภาวะปกติค่า PV ในเนื้อปลาช่อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้

เนื่องจากการบรรจุในสภาวะปกติการบรรจุในสภาวะปกติจะทำให้เกิดกลิ่นหืนได้เร็วกว่าการบรรจุแบบสุญญากาศ จากภาพ ๑๔ และ ๑๕ จะเห็นได้ว่าค่า PV มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ค่า PV มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

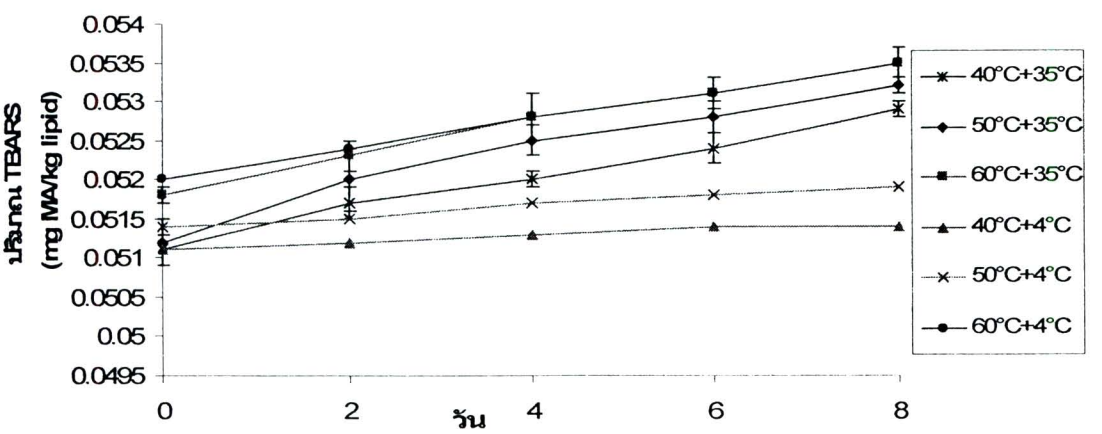


ภาพ ๑๔ การเปลี่ยนแปลงค่า PV ของเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

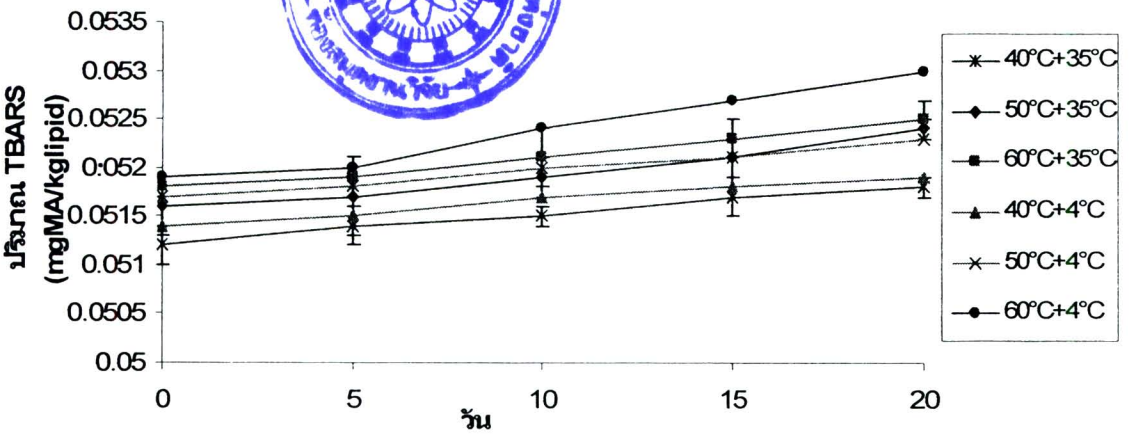


ภาพ ๑๕ การเปลี่ยนแปลงค่า PV ของเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

จากการเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษา พบว่าค่า TBARS ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวจะมีลักษณะคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงค่า PV โดยค่าTBARS อยู่ในช่วงระหว่าง ๐.๐๕๑-๐.๐๕๓๕ meq/kg lipid และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า TBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq ๐.๐๕$) และปลาช่อนแดดเดียวอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียสมีค่า TBARS สูงกว่าปลาช่อนแดดเดียวที่อบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq ๐.๐๕$) และเมื่อบรรจุสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ค่า TBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq ๐.๐๕$) มากกว่าในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวที่บรรจุสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นและเมื่อบรรจุในสภาวะปกติค่า TBARS ในเนื้อปลาช่อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq ๐.๐๕$) ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุในสภาวะปกติการบรรจุในสภาวะปกติจะทำให้เกิดกลิ่นหืนได้เร็วกว่าการบรรจุแบบสุญญากาศ จากภาพ ๑๖ และ ๑๗ จะเห็นได้ว่าค่า TBARS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ค่า TBARS มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq ๐.๐๕$) ทั้งนี้เนื่องจากถุง HDPE ที่ใช้ในการทดลองมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ไม่ดีพอที่จะป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในระหว่างการเก็บรักษาส่วนปลาช่อนที่ผ่านการบรรจุในสภาวะสุญญากาศมีบางถุงเกิดการรั่วซึมที่สายตาเปล่าไม่สามารถที่จะมองเห็นได้จึงทำให้ออกซิเจนเข้าไปในถุงได้เป็นบางถุง สาเหตุที่ทำให้เกิดถุงรั่วก็อาจมีสาเหตุได้กล่าวคือ ส่วนที่เป็นครีบของปลาช่อนและส่วนที่เป็นหัวซึ่งมีความแหลมคมทำให้ถุงเกิดรอยรั่วได้ อีกทั้งยังพบว่าการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นจะช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันได้ (ภาพ ๑๖ และ ๑๗) (Huang, Lovell, and Dunham, ๑๙๙๔, pp. ๖๔-๖๖ ; Josepson, Lindsay, and Stuiber, ๑๙๘๕, pp. ๑-๔) พบว่า การบรรจุในสภาวะสุญญากาศสามารถยับยั้งการเกิด TBARS ได้ดีกว่าการบรรจุในสภาวะปกติและ Laksahmanan, (๒๐๐๐, pp. ๒๖-๔๐) พบว่าค่า TBARS อยู่ในช่วง ๑.๐-๒.๐ mg malonaldehyde/kg lipid เป็นช่วงที่ยอมรับได้ Bewer, and Wu, (๑๙๙๓, pp. ๑๒๑๙-๑๒๒๓) พบว่าค่า TBARS ในเนื้อที่บรรจุในถุงสุญญากาศ วันที่ ๖.๐ และ ๙.๐ จะมีปริมาณสูงสุด (>๒๐.๐ mg MDA/kg meat)



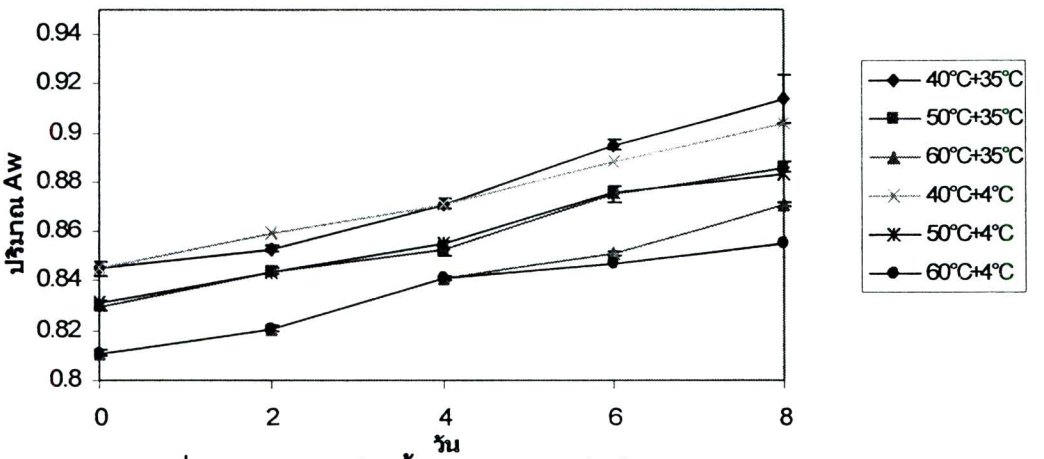
ภาพ ๑๖ การเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ของเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน



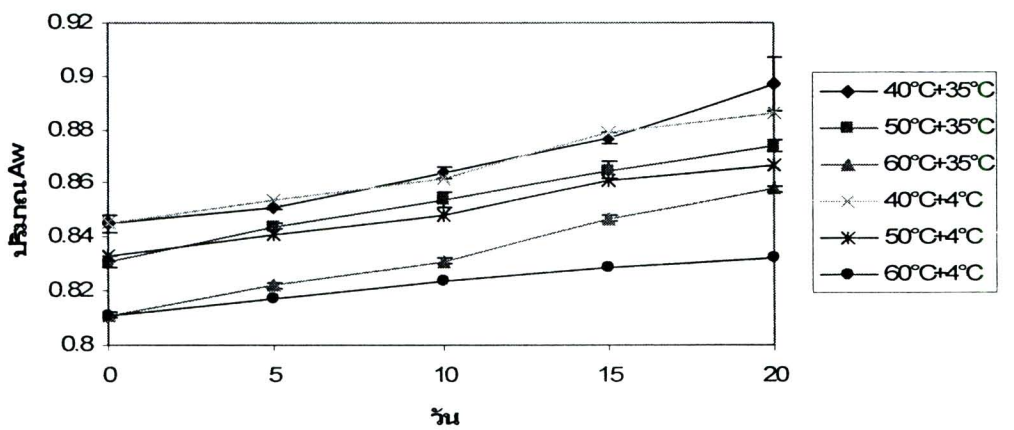
ภาพ ๑๗ การเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

๓. ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อค่า A_w

การเปลี่ยนแปลงค่า A_w พบว่าเมื่อระยะ เวลาในการเก็บรักษานานขึ้นจะทำให้ค่า A_w ของเนื้อปลาเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง ๐.๘๔-๐.๙๔ (ภาพ ๑๘ และ ๑๙) โดยมีค่าอยู่ในช่วง ๐.๘๑-๐.๘๖ โดยค่า A_w ของเนื้อปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียส จะมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ภาพ ๑๘ และ ๑๙) ค่า A_w จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่วันที่ ๒.๐-๘.๐ ในการบรรจุในสภาวะปกติ ส่วนการบรรจุในสภาวะสุญญากาศจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ และอุณหภูมิในการเก็บรักษานั้นมีผลต่อค่า A_w กล่าวคือ ปลาช่อนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีค่า A_w ในตัวปลาสูงกว่าปลาช่อนที่เก็บรักษาในตู้เย็น ซึ่งปลาช่อนแดดเดียวจะมีเมือกสีดำ คล้ายราหรือมีจุดสีส้ม และมีกลิ่นเหม็นเป็นบางตัวเมื่อบรรจุภายใต้สภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากตู้อบลมร้อนไม่สามารถควบคุมความเร็วลมได้ และปลาบางตัวจะมีขนาดที่ไม่ค่อยเท่ากันจึงทำให้ค่า A_w ไม่เท่ากันและค่า A_w จะสัมพันธ์กับผลทางจุลชีววิทยา



ภาพ ๑๘ การเปลี่ยนแปลงค่า A_w ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบปกติที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน



ภาพ ๑๙ การเปลี่ยนแปลงค่า A_w ในเนื้อปลาช่อนแดดเดียวในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

๔. ผลของอายุการเก็บรักษาต่อค่าสี L* a* และ b*

๔.๑ ค่าสี L* การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษาโดยเปรียบเทียบสภาวะการบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อค่าสี L* อุณหภูมิในการเก็บรักษาและสภาวะการบรรจุ โดยปลาช่อนที่ผ่านอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียสมีค่าสี L* เพิ่มขึ้นมากกว่าปลาช่อนแดดเดียวอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนการบรรจุในสภาวะสุญญากาศมีค่าสี L* เพิ่มขึ้นมากกว่าการบรรจุในสภาวะปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นค่าสี L* เพิ่มขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งอาจจะบอกได้ว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิสูงกว่าจะมีค่าสี

L* ที่มากกว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากตาราง ๗, ๘ และ ๙ เมื่อเปรียบเทียบสภาวะในการเก็บรักษา พบว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี L* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ ในการบรรจุปลาช่อนในสภาวะสุญญากาศจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าสี L* ในเนื้อปลาช่อนน้อยกว่าการบรรจุในสภาวะปกติ ส่วนอุณหภูมิในการเก็บรักษาพบว่า การเก็บรักษาปลาช่อนแดดเดียวอุณหภูมิตู้เย็นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสี L* น้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

๔.๒ ค่าสี a* การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษาโดยเปรียบเทียบสภาวะการบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าค่าสี a* มีผลต่ออุณหภูมิในการอบแห้ง อุณหภูมิในการเก็บรักษาและสภาวะการบรรจุ โดยปลาช่อนที่ผ่านอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียสมีค่าสี a* เพิ่มขึ้นมากกว่าปลาช่อนแดดเดียวอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนการบรรจุในสภาวะสุญญากาศมีค่าสี a* เพิ่มขึ้นมากกว่าการบรรจุในสภาวะปกติ ส่วนอุณหภูมิในการเก็บเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นค่าสี a* เพิ่มขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งอาจจะบอกได้ว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิสูงกว่าจะมีค่าสี a* ที่มากกว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากตาราง ๗, ๘ และ ๙ พบว่า ค่าสี a* มีผลต่อระยะเวลาในการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิจิเนชันของเม็ดสีไมโอโกลบิน ได้เป็นออกซีไมโอโกลบิน โดยตัวอย่างที่เก็บอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็นมีค่าสี a* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ เมื่อเก็บปลาช่อนไว้เป็นระยะเวลานานค่าสี a* จะมีค่าเพิ่มขึ้นจึงบอกได้ว่าเนื้อปลาช่อนเมื่อเก็บไว้นานจะทำให้มีสีแดงคล้ำและอาจจะบอกได้ว่าปลาอาจจะเน่าเสีย และจากภาพ ๒๘ พบว่าปลาที่ผ่านการบรรจุที่สภาวะสุญญากาศจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และลักษณะเนื้อปลาจะมีสีที่แดงมากกว่าปลาที่ผ่านการบรรจุที่สภาวะปกติ Paleari, et al., (๑๙๙๘, pp. ๒๐๕-๒๑๐) พบว่าเนื้อปลาช่อนที่มีค่าสี a* ไปทางบวกจึงบอกได้ลักษณะสีจะมีสีแดงเข้มโดยจะมีปริมาณฮีมอยู่สูง และการบรรจุแบบสุญญากาศจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีแดงอย่างรวดเร็วลักษณะเนื้อปลาจะมีสีเข้มขึ้นซึ่งจะมีผลต่อคุณสมบัติของกล้ามเนื้อลายของเนื้อปลาช่อนแดดเดียวทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาของออกซิจิเนชัน (Oxygenation) ของเม็ดสีไมโอโกลบินในเนื้อ (Myoglobin) จะได้สารชื่อออกซีไมโอโกลบิน (Oxymyoglobin) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เนื้อมีสีแดง สารนี้จะเสถียรดีขึ้นเมื่ออยู่ในบรรยากาศ ที่มีความดันของก๊าซออกซิเจนสูง ๆ จึงทำให้เนื้อปลามีสีเข้มขึ้น (งามทิพย์ ภู่วโรดม, ๒๕๕๐, หน้า ๒๗๕-๒๗๖)

๔.๓ ค่าสี b* การวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวระหว่างการเก็บรักษาโดยเปรียบเทียบสภาวะการบรรจุและอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่าค่าสี b* มีผลต่ออุณหภูมิในการอบแห้ง อุณหภูมิในการเก็บรักษาและสภาวะการบรรจุ โดยปลาช่อนที่ผ่านอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียสมีค่าสี b* เพิ่มขึ้นมากกว่าปลาช่อนแดดเดียวอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ และ ๕๐.๐ องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนการบรรจุในสภาวะสุญญากาศมีค่าสี b* เพิ่มขึ้นมากกว่าการบรรจุในสภาวะปกติ ส่วนอุณหภูมิในการเก็บเก็บรักษา พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นค่าสี b* เพิ่มขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งอาจจะบอกได้ว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิสูงกว่าจะมีค่าสี b* ที่มากกว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากตาราง ๗ ๘

และ ๙ เมื่อเปรียบเทียบจากทั้ง ๒ ภาพในสภาวะการบรรจุที่แตกต่างกัน กล่าวคือในการบรรจุในสภาวะปกติจะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าสี b* มากกว่าการบรรจุในสภาวะสุญญากาศและเปรียบเทียบกันระหว่างสภาวะการเก็บรักษา คือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสี b* มากกว่าอุณหภูมิตู้เย็น โดยที่ทั้งการเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น ค่าสี b* เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) Paleari, et al., (๑๙๙๘, pp. ๒๐๕-๒๑๐) พบว่าค่าสี b* จะมีค่าลดลงเล็กน้อยหรือคงที่เมื่อเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศในระหว่างการเก็บ ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction เป็นการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในระหว่างกระบวนการอบแห้งหรือเกิดจากการสัมผัสกับออกซิเจนในระหว่างกระบวนการผลิต หรือแม้แต่กระทั่งแสง ออกซิเจน อุณหภูมิ ก็มีผลต่อความคงตัวของสี ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ค่าสีนั้นเกิดการเข้มขึ้น (นงนุช รักสกุลไทย, ๒๕๓๘, หน้า ๖๗, ; Lario, et al., ๒๐๐๔, pp. ๑๑๓-๑๑๗)

ตาราง ๗ ค่าสี L* a* และ b* ระหว่างการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐ องศาเซลเซียส ในสภาวะการเก็บรักษาและสภาวะบรรจุที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิการอบแห้ง (℃)	อุณหภูมิการเก็บรักษา (℃)	บรรจุ (ปกติ/สุญญากาศ)	วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าสี		
				L*	a*	b*
๔๐	ห้อง	ปกติ	๐	๕๘.๒๒ ± ๐.๑๙^{d}	๒.๑๕ ± ๐.๐๙^{a}	๒๐.๔๙ ± ๒.๗๖^{a}
			๒	๕๙.๔๓ ± ๐.๑๒^{c}	๒.๐๙ ± ๐.๐๕^{a}	๒๐.๔๑ ± ๐.๘๐^{a}
			๔	๖๐.๕๔ ± ๐.๓๙^{b}	๑.๙๙ ± ๐.๐๓^{ab}	๒๐.๓๗ ± ๒.๔๗^{a}
			๖	๖๑.๘๙ ± ๐.๖๕^{a}	๑.๙๓ ± ๐.๐๒^{ab}	๒๐.๓๑ ± ๓.๔๓^{a}
			๘	๖๒.๔๘ ± ๐.๔๓^{a}	๑.๘๗ ± ๐.๐๕^{b}	๒๐.๒๒ ± ๐.๖๙^{a}
	ตู้เย็น	ปกติ	๐	๖๒.๖๗± ๐.๒๘^{d}	๒.๒๑ ± ๐.๑๒^{a}	๒๔.๔๖ ± ๐.๘๙^{a}
			๒	๖๓.๑๒ ± ๐.๑๑^{c}	๒.๑๖ ± ๐.๐๘^{a}	๒๔.๓๙ ± ๑.๒๑^{a}
			๔	๖๔.๒๑ ± ๐.๖๖^{b}	๒.๑๐ ± ๑.๓๕^{a}	๒๔.๓๔ ± ๑.๔๓^{a}
			๖	๖๔.๗๖ ± ๐.๔๑^{b}	๒.๐๕ ± ๐.๔๓^{a}	๒๔.๓๐ ± ๒.๑๑^{a}
			๘	๖๕.๖๘ ± ๐.๑๖^{a}	๑.๙๘ ± ๐.๑๖^{a}	๒๔.๒๖ ± ๑.๓๕^{a}
	ห้อง	สุญญากาศ	๐	๖๑.๗๖ ± ๐.๗๖^{d}	๑.๙๕ ± ๐.๑๖^{a}	๑๙.๔๓ ± ๐.๒๘^{a}
			๕	๖๒.๘๗ ± ๐.๐๙^{c}	๑.๘๘ ± ๐.๕๕^{b}	๑๙.๓๗ ± ๐.๕๔^{a}
			๑๐	๖๓.๐๘ ± ๐.๑๒^{c}	๑.๘๓ ± ๐.๐๗^{b}	๑๙.๓๒ ± ๐.๙๘^{a}
			๑๕	๖๔.๓๓ ± ๐.๑๓^{b}	๑.๗๙ ± ๐.๘๗^{b}	๑๙.๒๘ ± ๒.๓๕^{a}
			๒๐	๖๕.๗๖ ± ๐.๒๕^{a}	๑.๗๒ ± ๐.๕๖^{c}	๑๙.๒๒ ± ๑.๑๓^{a}
	ตู้เย็น	สุญญากาศ	๐	๖๒.๖๗ ± ๐.๙๑^{d}	๒.๓ ± ๐.๔๘^{a}	๑๙.๔๓ ± ๐.๘๑^{a}
			๕	๖๓.๘๗ ± ๐.๒๖^{c}	๒.๒๕ ± ๐.๑๑^{a}	๑๙.๓๗ ± ๑.๐๐^{a}
			๑๐	๖๔.๒๒ ± ๑.๔๒^{c}	๒.๑๙ ± ๐.๔๐^{b}	๑๙.๓๒ ± ๐.๗๕^{a}
			๑๕	๖๕.๓๕ ± ๐.๘๓^{b}	๒.๑๓ ± ๐.๒๑^{b}	๑๙.๒๘ ± ๐.๔๑^{a}
			๒๐	๖๖.๖๖ ± ๐.๔๓^{a}	๒.๐๙ ± ๐.๕๓^{b}	๑๙.๒๒ ± ๐.๕๐^{a}

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)
ตัวอักษร a-e ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตาราง ๘ ค่าสี L* a* และb* ระหว่างการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐ องศาเซลเซียส ในสภาวะการเก็บรักษาและสภาวะบรรจุที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิ การอบแห้ง (℃)	อุณหภูมิการเก็บรักษา (℃)	บรรจุ (ปกติ/สุญญากาศ)	วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าสี		
				L*	a*	b*
๕๐	ห้อง	ปกติ	๐	๖๐.๓๒ ± ๐.๓๘^{a}	๑.๗๙ ± ๐.๙๑^{a}	๑๘.๐๐ ± ๐.๘๘^{a}
			๒	๖๐.๕๑ ± ๐.๗๙^{a}	๑.๕๗ ± ๐.๙๖^{b}	๑๗.๗๓ ± ๐.๒๑^{b}
			๔	๖๑.๓๓ ± ๐.๔๗^{b}	๑.๓๔ ± ๐.๙๒^{c}	๑๗.๖๘ ± ๐.๑๘^{b}
			๖	๖๒.๗๖ ± ๑.๒๑^{c}	๑.๑๒ ± ๐.๑๙^{d}	๑๗.๖๑ ± ๐.๔๖^{c}
			๘	๖๓.๓๙ ± ๑.๗๕^{d}	๐.๙๘ ± ๐.๗๖^{e}	๑๗.๕๕ ± ๐.๑๘^{c}
	ตู้เย็น	ปกติ	๐	๖๓.๒๒ ± ๐.๓๔^{a}	๑.๓๑ ± ๐.๓๓^{a}	๑๙.๓๙ ± ๐.๘๑^{a}
			๒	๖๔.๙๙ ± ๐.๙๒^{b}	๑.๑๙ ± ๐.๑๓^{b}	๑๙.๓๒ ± ๐.๑๑^{b}
			๔	๖๕.๘๗ ± ๐.๕๔^{c}	๑.๑๒ ± ๐.๘๕^{b}	๑๙.๒๖ ± ๐.๖๔^{b}
			๖	๖๖.๒๑ ± ๐.๙๙^{d}	๑.๐๖ ± ๐.๖๗^{c}	๑๙.๑๙ ± ๐.๒๓^{c}
			๘	๖๗.๓๒ ± ๐.๖๙^{e}	๑.๐๒ ± ๐.๘๙^{c}	๑๙.๑๑± ๐.๙๑^{d}
	ห้อง	สุญญากาศ	๐	๖๒.๓๔ ± ๐.๘๘^{a}	๑.๗๑ ± ๐.๙๑^{a}	๑๘.๓๗ ± ๐.๕๓^{a}
			๕	๖๒.๕๔ ± ๐.๕๐^{b}	๑.๖๘ ± ๐.๑๙^{a}	๑๘.๓ ± ๐.๔๗^{b}
			๑๐	๖๓.๐๙ ± ๐.๓๕^{c}	๑.๖๒ ± ๐.๓๑^{b}	๑๘.๒๕ ± ๐.๘๐^{c}
			๑๕	๖๕.๔๖ ± ๐.๙๑^{d}	๑.๕๗ ± ๐.๑๐^{b}	๑๘.๑๗ ± ๐.๗๖^{d}
			๒๐	๖๖.๗๘ ± ๐.๔๔^{e}	๑.๕๒ ± ๐.๓๙^{c}	๑๘.๑๑ ± ๐.๓๕^{e}
	ตู้เย็น	สุญญากาศ	๐	๖๓.๗๙ ± ๐.๑๙^{a}	๒.๐๘ ± ๐.๔๒^{a}	๒๒.๙๖ ± ๐.๗๔^{a}
			๕	๖๔.๖๕ ± ๐.๖๕^{b}	๒.๐๕ ± ๐.๑๘^{a}	๒๒.๙๓ ± ๐.๐๘^{a}
			๑๐	๖๖.๔๔ ± ๐.๗๖^{c}	๑.๙๘ ± ๐.๔๔^{b}	๒๒.๘๗ ± ๐.๖๗^{b}
			๑๕	๖๗.๓๔ ± ๐.๕๖^{d}	๑.๙๒ ± ๐.๑๑^{c}	๒๒.๘๑ ± ๐.๔๓^{c}
			๒๐	๖๘.๔๓ ± ๐.๘๐^{e}	๑.๗๗ ± ๐.๓๒^{d}	๒๒.๗๖ ± ๐.๔๐^{d}

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)
ตัวอักษร a-e ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตาราง ๙ ค่าสี L* a* และ b* ระหว่างการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐ องศาเซลเซียส ในสภาวะการเก็บรักษาและสภาวะบรรจุที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิการอบแห้ง (℃)	อุณหภูมิการเก็บรักษา (℃)	บรรจุ (ปกติ/สุญญากาศ)	วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าสี		
				L*	a*	b*
๖๐	ห้อง	ปกติ	๐	๖๑.๖ ± ๐.๘๘^{d}	๑.๒๖ ± ๐.๐๕^{a}	๑๓.๔ ± ๐.๕๐^{a}
			๒	๖๒.๑ ± ๐.๑๑^{d}	๑.๐๙ ± ๐.๑๖^{b}	๑๓.๓๕ ± ๐.๐๓^{b}
			๔	๖๓.๒๔ ± ๐.๑๘^{c}	๐.๙๙ ± ๐.๖๔^{c}	๑๓.๒๙ ± ๐.๐๗^{c}
			๖	๖๔.๙๗ ± ๐.๗๘^{b}	๐.๘๕ ± ๐.๑๐^{d}	๑๓.๒๔ ± ๐.๔๐^{d}
			๘	๖๕.๗๐± ๐.๒๘^{a}	๐.๖๕ ± ๐.๕๔^{e}	๑๓.๑๙ ± ๐.๙๔^{e}
	ตู้เย็น	ปกติ	๐	๖๖.๒๑± ๐.๕๘^{e}	๑.๓๕ ± ๐.๑๐^{a}	๑๖.๖๑ ± ๐.๑๗^{a}
			๒	๖๗.๓๒ ± ๐.๘๗^{d}	๑.๒๒ ± ๐.๖๒^{b}	๑๖.๕๙ ± ๐.๒๙^{a}
			๔	๖๘.๓๓ ± ๑.๐๐^{c}	๑.๑๗ ± ๐.๑๕^{b}	๑๖.๕๒ ± ๐.๔๕^{b}
			๖	๖๙.๕๔ ± ๐.๕๔^{b}	๑.๑๒ ± ๐.๙๓^{b}	๑๖.๔๙ ± ๐.๓๐^{b}
			๘	๗๐.๑๐ ± ๐.๐๖^{a}	๐.๙๙ ± ๐.๙^{c}	๑๖.๔๔ ± ๐.๗๕^{c}
	ห้อง	สุญญากาศ	๐	๖๓.๘๗ ± ๐.๔๕^{e}	๑.๕๑ ± ๐.๓๙^{a}	๑๖.๓๘ ± ๐.๔๙^{a}
			๕	๖๔.๑๑ ± ๐.๘๒^{d}	๑.๔๗ ± ๐.๓๖^{a}	๑๖.๓๑ ± ๐.๓๑^{b}
			๑๐	๖๕.๓๔ ± ๐.๖๐^{c}	๑.๔๒ ± ๐.๖๑^{b}	๑๖.๒๖ ± ๐.๔๗^{c}
			๑๕	๖๖.๗๖ ± ๐.๘๒^{b}	๑.๓๘ ± ๐.๕๐^{b}	๑๖.๒๒ ± ๐.๕๔^{c}
			๒๐	๖๗.๓๓ ± ๐.๒๐^{a}	๑.๓๓ ± ๐.๕๔^{b}	๑๖.๑๘ ± ๐.๔๙^{c}
	ตู้เย็น	สุญญากาศ	๐	๖๖.๓๒ ± ๐.๔๕^{e}	๒.๐๔ ± ๐.๖๓^{a}	๒๒.๐๕ ± ๐.๗๐^{a}
			๕	๖๗.๔๔ ± ๐.๗๙^{d}	๑.๙๘ ± ๐.๙๐^{a}	๒๑.๙๙ ± ๐.๐๔^{b}
			๑๐	๖๘.๕๖ ± ๐.๐๒^{c}	๑.๘๓ ± ๐.๒๖^{a}	๒๑.๙๕ ± ๐.๕๗^{b}
			๑๕	๖๙.๔๘ ± ๐.๒๘^{b}	๑.๗๐ ± ๐.๕๑^{b}	๒๑.๙ ± ๐.๐๕^{c}
			๒๐	๗๐.๒๒ ± ๐.๘๕^{a}	๑.๖๓ ± ๐.๔๖^{b}	๒๑.๘๒ ± ๐.๔๕^{d}

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)
ตัวอักษร a-e ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

๕. ผลการเปลี่ยนแปลงทางจุลชีววิทยา

๕.๑ ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียส จะมีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ องศาเซลเซียสเนื่องจากปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียสจะมีลักษณะโดยทั่วไปคือความแห้งของปลาจะน้อยกว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส และปลาที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียสในการเก็บรักษาสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีอายุการเก็บรักษา ๔.๐ วัน เนื่องจากจะเกิดราเป็นจุดสีดำ และมีกลิ่นเหม็นอับของราและแบคทีเรีย จึงทำให้ปลาที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียสนั้นมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าปลาที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ และ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส และปลาที่ผ่านการบรรจุในสภาวะปกติจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าปลาที่ผ่านการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ จากตาราง ๑๐, ๑๑ และ ๑๒ เป็นการเปรียบเทียบสภาวะในการเก็บรักษา ระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น พบว่า ปลาช่อนที่เก็บที่อุณหภูมิห้องจะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าปลาช่อนที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจบอกได้ว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาและสภาวะการบรรจุมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจึงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

๕.๒ ผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และรา การเปลี่ยนแปลงปริมาณยีสต์และรา พบว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียสจะมีปริมาณยีสต์และราที่มากกว่าปลาที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๕๐ และ ๖๐ องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และปลาที่ผ่านการบรรจุในสภาวะปกติจะมีปริมาณยีสต์และรามากกว่าปลาที่ผ่านการบรรจุในสภาวะสุญญากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากตาราง ๑๐, ๑๑ และ ๑๒ เป็นการเปรียบเทียบสภาวะในการเก็บรักษาระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น พบว่าปลาช่อนที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิห้องจะมีปริมาณยีสต์และรามากกว่าปลาช่อนที่ผ่านการเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจบอกได้ว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษาและสภาวะการบรรจุมีผลต่อปริมาณยีสต์และราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้นปริมาณยีสต์และราจึงมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

๕.๓ ผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus เป็นแบคทีเรียที่ย้อมสีติดแกรมบวก เจริญเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ หรือเป็นคู่หรือเกาะกัน ๔ เซลล์หรือเกาะกลุ่มกันคล้ายพวงองุ่น สปีชีส์ที่สำคัญที่สุดคือ *S. aureus* ซึ่งมักจะสร้างสารสีเหลืองจนถึงสีส้มในขณะเจริญ แต่บางครั้งก็เป็นสีขาว และบางชนิดยังสร้างเอนเทอโรทอกซิน (enterotoxin) ซึ่งทำให้อาหารเป็นพิษ *S. aureus* สามารถเจริญในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน และมีความต้องการ A_w ต่ำ ในอาหารมักมาจากมนุษย์และสัตว์ ซึ่งมักมีเชื้ออยู่ที่จมูก ผิวหนังและแผลต่างๆ สภาพที่เหมาะสมต่อการผลิตสารพิษก็จะเป็นสภาพที่ดีที่สุดสำหรับการเจริญ การผลิตสารพิษจะทำได้ที่อุณหภูมิ ๑๕.๖-๔๖.๑ องศาเซลเซียส ปลาเป็นอาหารที่มีโปรตีนมักจะส่งเสริมให้ *Straphylococcus* สร้างสารพิษมากกว่าชนิดอื่น (สุมาลี เหลืองสกุล, ๒๕๔๕, หน้า ๔๖, ๒๒๓)

ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *S. aureus* ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “ปลาแดดเดียว” (มผช.๒๙๘/๒๕๔๙) จากการวิเคราะห์ปริมาณ *S. aureus* ไม่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษา และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “ปลาแดดเดียว” (มผช. ๒๙๘/๒๕๔๙)

๕.๔ ผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ *E.coli* *Escherichia* มักพบในอุจจาระคน ติดสีแกรมลบ รูปท่อน แยกได้จากลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น และแพร่กระจายทั่วไปในธรรมชาติ เป็นตัวหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์ม ในสกุลยังแบ่งออกได้เป็นหลายไบโอไทป์ (biotype) และซีโรไทป์ (serotype) บางชนิดเป็นสาเหตุให้เกิดโรคในคน *E. coli* สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ ๓๗.๐ องศาเซลเซียส เชื้อจะไม่ทนต่อความร้อน *E. coli* ทำให้เกิดอาการท้องเสียคล้ายกับอหิวาตกโรค (สุมาลี เหลืองสกุล, ๒๕๔๕, หน้า ๔๕) ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *E.coli* ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “ปลาแดดเดียว” (มผช.๓๑๒/๒๕๔๗) เนื่องจาก *E. coli* เป็นดัชนีชี้วัดในด้านสุขลักษณะของการผลิตที่ดี (GMP) จากการวิเคราะห์ปริมาณ *E. coli* ไม่พบในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวในระหว่างการเก็บรักษา และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน “ปลาแดดเดียว” (มผช. ๒๙๘/๒๕๔๙) ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าปลาช่อนที่ผ่านการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา ปริมาณ *S. aureus* และปริมาณ *E. coli* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิในการเก็บรักษาจึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) รวมทั้งอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพและจุลชีววิทยาและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว

ตาราง ๑๐ ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาของปลาซ่อนแดดเดียวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐ องศาเซลเซียส ในสภาวะการเก็บรักษาและสภาวะบรรจุที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิการอบแห้ง (℃)	อุณหภูมิการเก็บรักษา (℃)	บรรจุ (ปกติ/สุญญากาศ)	วันที่เก็บตัวอย่าง	Total plate count (cfu/g)	Yeast and Molds (cfu/g)
๔๐	ห้อง	ปกติ	๐	๗.๒๗±๐.๒x๑๐^{๕}a	๗.๘๙±๐.๔x๑๐^{๓}a
			๒	๓.๙๑±๐.๒x๑๐^{๕}b	๙.๕๐±๐.๐x๑๐^{๓}a
			๔	๑.๐๕±๐.๓x๑๐^{๖}a	๒.๓๐±๐.๑x๑๐^{๒}b
			๖	๔.๗๒±๐.๑x๑๐^{๗}b	๒.๖๘±๐.๑x๑๐^{๓}b
			๘	๓.๗๐±๐.๑x๑๐^{๔}b	๔.๖๘±๐.๒x๑๐^{๓}ab
	ตู้เย็น	ปกติ	๐	๓.๒๕±๐.๑x๑๐^{๗}b	๘.๕๘±๐.๑x๑๐^{๓}c
			๒	๒.๒๖±๐.๑x๑๐^{๓}b	๑.๖๙±๐.๐x๑๐^{๓}a
			๔	๒.๖๓±๐.๒x๑๐^{๕}a	๕.๒๕±๐.๑x๑๐^{๓}d
			๖	๒.๔๑±๐.๑x๑๐^{๕}a	๒.๖๘±๐.๑x๑๐^{๒}c
			๘	๒.๙๘±๐.๒x๑๐^{๖}a	๓.๗๘±๐.๑x๑๐^{๒}b
	ห้อง	สุญญากาศ	๐	๓.๕๕±๐.๐x๑๐^{๔}c	๕.๔๓±๐.๒x๑๐^{๓}d
			๕	๒.๓๕±๐.๑x๑๐^{๕}b	๒.๐๐±๐.๒x๑๐^{๓}c
			๑๐	๕.๔๘±๐.๒x๑๐^{๖}a	๕.๕๐±๐.๐x๑๐^{๓}b
			๑๕	๖.๖๓±๐.๑x๑๐^{๖}a	๑.๖๐±๐.๐x๑๐^{๒}a
			๒๐	๗.๒๘±๐.๑x๑๐^{๖}a	๒.๑๓±๐.๐x๑๐^{๒}a
	ตู้เย็น	สุญญากาศ	๐	๔.๓๑±๐.๐x๑๐^{๓}d	๑.๘๓±๐.๑x๑๐^{๓}d
			๕	๑.๖๐±๐.๑x๑๐^{๔}c	๒.๒๑±๐.๐x๑๐^{๓}d
			๑๐	๒.๙๕±๐.๓x๑๐^{๕}bc	๑.๓๘±๐.๐x๑๐^{๓}c
			๑๕	๓.๖๐±๐.๑x๑๐^{๖}ab	๘.๕๕±๐.๐x๑๐^{๓}b
			๒๐	๖.๑๓±๐.๑x๑๐^{๗}a	๒.๗๐±๐.๓x๑๐^{๒}a

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวอักษร a-e ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตาราง ๑๑ ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐ องศาเซลเซียส ในสภาวะการเก็บรักษาและสภาวะบรรจุที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิการอบแห้ง (℃)	อุณหภูมิการเก็บรักษา (℃)	บรรจุ (ปกติ/สุญญากาศ)	วันที่เก็บตัวอย่าง	Total plate count (cfu/g)	Yeast and Molds (cfu/g)
๕๐	ห้อง	ปกติ	๐	๘.๖๑±๐.๖x๑๐^{๗}b	๖.๙๐±๐.๒x๑๐^{๓}c
			๒	๔.๙๖±๐.๑x๑๐^{๕}a	๑.๓๕±๐.๒x๑๐^{๓}b
			๔	๔.๖๐±๐.๒x๑๐^{๕}a	๑.๖๘±๐.๐x๑๐^{๓}b
			๖	๓.๖๐±๐.๑x๑๐^{๖}a	๑.๑๔±๐.๑x๑๐^{๒}b
			๘	๔.๓๓±๐.๒x๑๐^{๗}a	๑.๓๕±๐.๐x๑๐^{๗}a
	ตู้เย็น	ปกติ	๐	๓.๗๑±๐.๓x๑๐^{๗}c	๖.๙๐±๐.๒x๑๐^{๓}c
			๒	๑.๒๔±๐.๑x๑๐^{๕}b	๑.๓๕±๐.๒x๑๐^{๓}b
			๔	๓.๐๘±๐.๓x๑๐^{๕}a	๑.๖๘±๐.๑x๑๐^{๓}b
			๖	๓.๓๓±๐.๒x๑๐^{๖}a	๑.๑๔±๐.๑x๑๐^{๓}b
			๘	๑.๒๕±๐.๒x๑๐^{๗}a	๑.๓๕±๐.๐x๑๐^{๒}a
	ห้อง	สุญญากาศ	๐	๙.๗๐±๐.๒x๑๐^{๗}d	๔.๙๓±๐.๐x๑๐^{๓}a
			๕	๓.๗๕±๐.๓x๑๐^{๕}b	๔.๑๕±๐.๑x๑๐^{๓}ab
			๑๐	๔.๒๘±๐.๑x๑๐^{๕}ab	๓.๔๕±๐.๒x๑๐^{๓}b
			๑๕	๔.๗๕±๐.๑x๑๐^{๖}ab	๓.๓๐±๐.๑x๑๐^{๒}b
			๒๐	๗.๓๘±๐.๐๐x๑๐^{๖}a	๕.๐๕±๐.๐x๑๐^{๒}a
	ตู้เย็น	สุญญากาศ	๐	๔.๗๘±๐.๒x๑๐^{๕}d	๑.๙๓±๐.๓x๑๐^{๓}a
			๕	๙.๔๓±๐.๒x๑๐^{๕}c	๑.๑๘±๐.๑x๑๐^{๓}a
			๑๐	๔.๓๘±๐.๑x๑๐^{๕}d	๔.๗๕±๐.๕x๑๐^{๓}a
			๑๕	๒.๐๘±๐.๒x๑๐^{๕}b	๓.๑๐±๐.๐x๑๐^{๓}a
			๒๐	๔.๙๘±๐.๑x๑๐^{๕}a	๕.๕๓±๐.๕x๑๐^{๒}a

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤๐.๐๕)
ตัวอักษร a-e ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤๐.๐๕)

ตาราง ๑๒ ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาของปลาซ่อนแดดเดียวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐ องศาเซลเซียส ในสภาวะการเก็บรักษาและสภาวะบรรจุที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิการอบแห้ง (℃)	อุณหภูมิการเก็บรักษา (℃)	บรรจุ (ปกติ/สุญญากาศ)	วันที่เก็บตัวอย่าง	Total plate count (cfu/g)	Yeast and Molds (cfu/g)
๖๐	ห้อง	ปกติ	๐	๑.๑๙±๐.๑x๑๐^{๗}c	๖.๓๐±๐.๓x๑๐^{๗}b
			๒	๕.๔๗±๐.๓x๑๐^{๔}ab	๔.๒๔±๐.๓x๑๐^{๗}a
			๔	๓.๐๖±๐.๒x๑๐^{๕}b	๓.๔๐±๐.๑x๑๐^{๗}a
			๖	๗.๑๓±๐.๑x๑๐^{๖}a	๒.๘๐±๐.๑x๑๐^{๒}a
			๘	๓.๘๕±๐.๒x๑๐^{๗}b	๔.๔๐±๐.๐x๑๐^{๒}b
	ตู้เย็น	ปกติ	๐	๗.๘๑±๐.๑x๑๐^{๒}c	๔.๐๕±๐.๓x๑๐^{๗}c
			๒	๗.๓๖±๐.๑x๑๐^{๗}c	๓.๓๘±๐.๒x๑๐^{๗}c
			๔	๖.๐๐±๐.๒x๑๐^{๔}a	๑.๗๕±๐.๒x๑๐^{๗}a
			๖	๒.๔๕±๐.๑x๑๐^{๕}b	๑.๘๐±๐.๐x๑๐^{๗}b
			๘	๒.๒๐±๐.๒x๑๐^{๖}b	๑.๙๗±๐.๐x๑๐^{๒}b
	ห้อง	สุญญากาศ	๐	๑.๕๕±๐.๐x๑๐^{๗}d	๒.๒๘±๐.๒x๑๐^{๗}b
			๕	๒.๒๐±๐.๑x๑๐^{๔}c	๑.๓๖±๐.๑x๑๐^{๗}a
			๑๐	๒.๓๘±๐.๑x๑๐^{๕}abc	๑.๔๐±๐.๐x๑๐^{๗}a
			๑๕	๓.๑๐±๐.๐x๑๐^{๖}b	๑.๖๓±๐.๒x๑๐^{๒}a
			๒๐	๔.๖๐±๐.๑x๑๐^{๖}a	๑.๕๐±๐.๐x๑๐^{๒}a
	ตู้เย็น	สุญญากาศ	๐	๔.๙๓±๐.๑x๑๐^{๒}d	๘.๗๕±๐.๑x๑๐^{๗}d
			๕	๖.๕๐±๐.๒x๑๐^{๒}c	๓.๗๕±๐.๐x๑๐^{๗}c
			๑๐	๗.๒๕±๐.๒x๑๐^{๗}bc	๔.๒๐±๐.๑x๑๐^{๗}b
			๑๕	๑.๐๕±๐.๒x๑๐^{๔}ab	๑.๑๒±๐.๐x๑๐^{๗}a
			๒๐	๑.๕๓±๐.๐x๑๐^{๕}a	๑.๒๑±๐.๑x๑๐^{๗}a

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>๐.๐๕)
ตัวอักษร a-e ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<๐.๐๕)

๖. ผลของอายุการเก็บรักษาต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส จากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมทั่วไป ใช้แบบทดสอบ Hedonic scale ๙ point จำนวน ๒๐.๐ คน โดยคะแนนที่ผู้ทดสอบชิมไม่ให้การยอมรับมีคะแนนต่ำกว่า ๕ คะแนน พบว่าปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๔๐.๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๘.๐ ชั่วโมง ทำการบรรจุในสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นาน ๔.๐ วัน ปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการบรรจุในสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นาน ๖.๐ วัน ปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการบรรจุในสภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นาน ๘.๐ วันและปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการบรรจุในสภาวะปกติและสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า ๒๐.๐ วัน (ตาราง ๑๓) ปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๕๐.๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๘.๐ ชั่วโมง ทำการบรรจุในสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นาน ๖.๐ วัน ปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการบรรจุในสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า ๘.๐ วัน ปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการบรรจุในสภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า ๒๐.๐ วัน (ตาราง ๑๔) และพบว่าปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ ๖๐.๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๘.๐ ชั่วโมง ทำการบรรจุในสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า ๘.๐ วัน ปลาช่อนแดดเดียวที่ผ่านการบรรจุในสภาวะปกติและเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า ๘.๐ วัน ปลาที่ผ่านการบรรจุในสภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า ๒๐.๐ วัน (ตาราง ๑๕)

ตาราง ๑๓ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวในการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๔๐ องศาเซลเซียสระหว่างการเก็บรักษา

TR	วันที่	คะแนน				
		สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
อุณหภูมิห้อง+ สภาวะปกติ	๐	๗.๑๕±๐.๙๙^{C}	๗.๐๕±๐.๖๐^{c}	๘.๔๕±๐.๕๑^{a}	๗.๖๐±๐.๕๐^{c}	๗.๗๕±๐.๔๔^{b}
	๒	๖.๘๐±๐.๔๑^{bc}	๙.๕๕±๑๓.๕^{a}	๗.๘๐±๐.๔๑^{a}	๖.๔๕±๐.๕๑^{c}	๗.๑๐±๐.๗๙^{a}
	๔	๖.๐๕±๐.๗๖^{ab}	๕.๗๕±๐.๔๔^{b}	๖.๓๐±๐.๕๗^{b}	๔.๗๐±๐.๔๗^{d}	๕.๗๐±๐.๔๗^{c}
	๖	๕.๐๐±๐.๘๖^{c}	๔.๘๐±๐.๔๑^{b}	๕.๘๕±๐.๓๗^{a}	๓.๖๕±๐.๔๙^{c}	๔.๘๕±๐.๓๗^{b}
	๘	๓.๖๐±๐.๙๙^{b}	๒.๗๐±๐.๔๗^{d}	๔.๖๕±๐.๔๙^{a}	๒.๗๕±๐.๔๔^{e}	๓.๗๕±๐.๔๔^{c}
อุณหภูมิตู้เย็น + สภาวะปกติ	๐	๗.๗๕±๐.๗๒^{ab}	๗.๙๙±๐.๕๕^{a}	๘.๑๐±๐.๙๑^{ab}	๘.๒๕±๐.๘๕^{a}	๗.๙๕±๑.๐๙^{ab}
	๒	๗.๒๐±๐.๗๗^{cd}	๖.๗๐±๐.๘๕^{a}	๗.๖๕±๐.๔๙^{a}	๗.๒๐±๐.๘๙^{d}	๗.๖๕±๐.๗๖^{b}
	๔	๖.๔๐±๐.๕๐^{c}	๕.๘๕±๐.๘๑^{b}	๕.๕๕±๐.๖๐^{cd}	๖.๔๕±๐.๕๑^{b}	๖.๔๐±๐.๕๐^{d}
	๖	๖.๖๕±๐.๕๑^{a}	๕.๖๐±๐.๕๐^{a}	๕.๔๐±๐.๖๐^{b}	๕.๗๕±๐.๔๔^{a}	๖.๐๐±๐.๗๓^{e}
	๘	๕.๖๐±๐.๕๐^{a}	๓.๙๕±๐.๖๙^{b}	๕.๐๕±๐.๖๙^{b}	๔.๖๕±๐.๔๙^{bc}	๕.๔๐±๐.๕๐^{a}
อุณหภูมิห้อง + สภาวะสุญญากาศ	๐	๗.๓๕±๐.๘๑^{c}	๗.๖๐±๐.๕๑^{c}	๗.๕๕±๐.๕๑^{c}	๗.๑๕±๐.๘๑^{d}	๗.๕๕±๐.๕๑^{d}
	๕	๖.๔๕±๐.๗๖^{d}	๖.๕๐±๐.๕๑^{b}	๗.๑๐±๐.๙๑^{b}	๗.๐๐±๐.๘๖^{b}	๗.๑๕±๐.๘๑^{d}
	๑๐	๕.๗๐±๐.๔๗^{d}	๕.๗๐±๐.๔๗^{e}	๖.๕๕±๐.๕๑^{d}	๖.๘๕±๐.๖๔^{b}	๖.๙๐±๐.๗๙^{c}
	๑๕	๔.๙๐±๐.๖๔^{d}	๔.๘๐±๐.๔๑^{c}	๕.๓๕±๐.๗๕^{d}	๕.๗๐±๑.๐๘^{c}	๖.๔๐±๑.๐๔^{c}
	๒๐	๓.๘๐±๐.๘๙^{d}	๓.๓๕±๐.๘๑^{d}	๓.๘๐±๐.๘๓^{d}	๔.๕๕±๐.๗๖^{d}	๕.๘๐±๑.๐๕^{c}
อุณหภูมิห้อง + สภาวะสุญญากาศ	๐	๘.๒๐±๐.๗๐^{ab}	๘.๓๐±๐.๖๖^{ab}	๘.๐๐±๐.๗๙^{bc}	๘.๐๕±๐.๘๓^{bc}	๘.๒๐±๐.๗๗^{bc}
	๕	๗.๔๕±๐.๕๑^{bc}	๗.๐๕±๐.๗๖^{b}	๗.๗๕±๐.๗๒^{a}	๗.๒๕±๐.๗๙^{b}	๘.๐๕±๐.๘๓^{ab}
	๑๐	๖.๕๕±๐.๕๑^{b}	๖.๕๐±๑.๐๐^{cd}	๗.๕๕±๐.๕๑^{ab}	๖.๙๐±๐.๖๗^{b}	๗.๗๐±๑.๐๓^{ab}
	๑๕	๕.๕๕±๐.๕๑^{c}	๕.๗๕±๐.๖๔^{b}	๖.๕๐±๐.๕๑^{c}	๖.๒๐±๐.๗๗^{bc}	๗.๓๐±๑.๒๑^{ab}
	๒๐	๕.๒๐±๐.๔๙^{b}	๕.๒๕±๐.๗๙^{b}	๕.๕๕±๐.๕๑^{c}	๕.๘๐±๐.๗๗^{c}	๖.๖๕±๑.๐๓^{b}

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ตัวอักษร a-d ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง ๑๔ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวในการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๕๐ องศาเซลเซียสระหว่างการเก็บรักษา

TR	วันที่	คะแนน				
		สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
อุณหภูมิห้อง+	๐	๗.๘๕±๐.๘๑^{ab}	๗.๔๕±๐.๕๑^{bc}	๗.๖๐±๐.๘๘^{c}	๗.๘๕±๐.๓๗^{abc}	๗.๙๕±๐.๖๙^{b}
สภาวะปกติ	๒	๖.๘๐±๐.๔๑^{bc}	๖.๗๐±๐.๖๖^{a}	๖.๖๕±๐.๔๙^{b}	๖.๘๕±๐.๕๙^{cd}	๗.๖๐±๐.๕๐^{a}
	๔	๗.๐๕±๐.๖๙^{bc}	๕.๘๐±๐.๔๑^{b}	๕.๘๐±๐.๔๑^{a}	๕.๖๕±๐.๔๙^{c}	๖.๕๕±๐.๖๙^{c}
	๖	๖.๔๐±๐.๖๐^{a}	๕.๔๐±๐.๕๐^{a}	๔.๗๐±๐.๔๗^{c}	๔.๘๐±๐.๔๑^{b}	๕.๕๐±๐.๕๑^{d}
	๘	๕.๕๐±๐.๖๑^{a}	๔.๔๐±๐.๕๐^{a}	๓.๔๐±๐.๘๒^{d}	๓.๗๐±๐.๔๗^{d}	๔.๐๕±๐.๗๖^{c}
อุณหภูมิตู้เย็น	๐	๗.๔๕±๐.๖๙^{bc}	๖.๒๕±๐.๗๙^{d}	๗.๙๕±๐.๓๙^{bc}	๗.๗๐±๐.๙๘^{bc}	๘.๑๕±๑.๐๓^{ab}
+ สภาวะปกติ	๒	๗.๒๐±๐.๗๗^{cd}	๖.๖๕±๐.๕๙^{a}	๗.๗๐±๐.๔๗^{a}	๗.๖๕±๐.๔๙^{ab}	๗.๘๕±๐.๗๕^{a}
	๔	๕.๖๕±๐.๕๙^{c}	๔.๕๕±๐.๕๑^{c}	๖.๗๐±๐.๔๗^{a}	๖.๖๕±๐.๔๙^{ab}	๗.๖๕±๐.๔๙^{a}
	๖	๔.๖๐±๐.๕๐^{d}	๓.๕๐±๐.๕๑^{c}	๔.๗๕±๐.๔๔^{c}	๕.๖๕±๐.๔๙^{a}	๖.๕๕±๐.๕๑^{e}
	๘	๓.๗๐±๐.๔๗^{b}	๓.๓๕±๐.๔๙^{c}	๔.๖๕±๐.๔๙^{b}	๕.๕๕±๐.๕๑^{a}	๕.๖๕±๐.๔๙^{a}
อุณหภูมิห้อง +	๐	๘.๐๐±๐.๗๓^{b}	๘.๑๐±๐.๕๕^{b}	๗.๙๕±๐.๖๙^{bc}	๗.๗๕±๐.๗๙^{c}	๗.๘๕±๐.๗๕^{cd}
สภาวะ	๕	๗.๒๐±๐.๗๗^{c}	๗.๑๐±๐.๘๕^{b}	๗.๘๕±๐.๕๙^{a}	๗.๓๕±๐.๙๓^{b}	๗.๓๕±๐.๙๙^{cd}
สุญญากาศ	๑๐	๖.๐๕±๐.๗๖^{cd}	๖.๒๕±๐.๕๖^{d}	๖.๙๐±๐.๘๕^{cd}	๗.๐๐±๑.๐๒^{b}	๖.๙๕±๑.๐๐^{c}
	๑๕	๕.๐๕±๐.๖๙^{d}	๕.๗๐±๐.๔๗^{b}	๖.๘๕±๐.๖๗^{bc}	๖.๕๕±๑.๐๐^{b}	๗.๐๕±๐.๘๓^{bc}
	๒๐	๔.๖๕±๐.๔๙^{c}	๔.๖๕±๐.๔๙^{c}	๖.๕๕±๐.๕๑^{ab}	๕.๑๕±๑.๑๘^{d}	๖.๗๕±๑.๐๑^{b}
อุณหภูมิตู้เย็น	๐	๘.๑๕±๐.๘๘^{ab}	๘.๐๕±๐.๘๓^{b}	๘.๑๕±๐.๘๑^{ab}	๘.๔๕±๐.๖๙^{ab}	๘.๔๕±๐.๖๙^{ab}
+ สภาวะ	๕	๗.๘๕±๐.๗๕^{ab}	๗.๙๐±๐.๗๒^{a}	๘.๐๐±๐.๗๙^{c}	๘.๑๐±๐.๗๙^{a}	๘.๒๕±๐.๗๙^{ab}
สุญญากาศ	๑๐	๖.๕๐±๐.๕๑^{b}	๖.๘๕±๐.๔๙^{bc}	๗.๘๕±๐.๗๕^{a}	๗.๘๕±๐.๗๕^{b}	๗.๗๐±๑.๐๘^{c}
	๑๕	๖.๑๐±๐.๖๔^{b}	๕.๘๐±๐.๔๑^{b}	๗.๖๐±๐.๙๔^{a}	๗.๖๕±๐.๖๗^{a}	๗.๔๕±๑.๐๙^{ab}
	๒๐	๕.๖๕±๐.๔๙^{a}	๔.๗๕±๐.๔๔^{c}	๖.๙๐±๑.๑๑^{ab}	๖.๘๕±๑.๐๘^{b}	๗.๑๕±๑.๑๓^{ab}

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)
ตัวอักษร a-d ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตาราง ๑๕ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาซ่อนแดดเดียวในการอบแห้งที่อุณหภูมิ ๖๐ องศาเซลเซียสระหว่างการเก็บรักษา

TR	วันที่	คะแนน				
		สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ยอมรับรวม
อุณหภูมิห้อง+	๐	๗.๐๐±๐.๗๓^{C}	๗.๔๐±๐.๖๘^{bc}	๗.๗๐±๐.๔๗^{bc}	๘.๐๕±๐.๖๐^{abc}	๘.๑๐±๐.๖๔^{ab}
สภาวะปกติ	๒	๖.๗๕±๐.๖๔^{c}	๖.๖๐±๐.๘๘^{a}	๖.๖๐±๐.๕๐^{b}	๗.๒๕±๐.๗๒^{bc}	๗.๙๐±๐.๗๙^{a}
	๔	๖.๐๕±๐.๗๖^{b}	๕.๕๕±๐.๕๑^{b}	๕.๔๕±๐.๕๑^{d}	๖.๘๐±๐.๔๑^{a}	๖.๖๕±๐.๖๗^{c}
	๖	๕.๒๐±๐.๔๑^{bc}	๔.๗๐±๐.๗๓^{b}	๔.๖๐±๐.๕๐^{c}	๕.๗๕±๐.๔๔^{a}	๕.๕๕±๐.๕๑^{cd}
	๘	๓.๗๕±๐.๗๒^{a}	๓.๕๐±๐.๕๑^{c}	๓.๘๕±๐.๓๗^{c}	๔.๕๐±๐.๕๑^{c}	๕.๒๐±๐.๗๗^{b}
อุณหภูมิตู้เย็น	๐	๘.๒๐±๐.๕๒^{a}	๖.๒๕±๐.๗๙^{d}	๘.๕๐±๐.๖๑^{a}	๘.๑๕±๐.๘๘^{ab}	๘.๔๕±๐.๙๔^{a}
+ สภาวะปกติ	๒	๖.๖๕±๐.๕๙^{a}	๗.๓๕±๐.๕๘^{a}	๗.๖๐±๐.๕๐^{a}	๗.๘๕±๐.๖๗^{a}	๘.๐๐±๐.๙๒^{a}
	๔	๗.๕๐±๐.๕๑^{d}	๔.๕๕±๐.๕๑^{a}	๖.๕๐±๐.๕๑^{ab}	๖.๘๕±๐.๓๗^{a}	๗.๒๕±๐.๗๒^{b}
	๖	๔.๖๐±๐.๕๐^{d}	๔.๖๕±๐.๔๙^{b}	๕.๗๐±๐.๔๗^{ab}	๕.๗๐±๐.๔๗^{a}	๕.๘๕±๐.๓๗^{bc}
	๘	๕.๕๕±๐.๕๑^{a}	๒.๘๐±๐.๔๑^{d}	๔.๘๐±๐.๔๑^{ab}	๔.๘๕±๐.๓๗^{b}	๕.๗๐±๐.๔๗^{b}
อุณหภูมิห้อง +	๐	๗.๙๕±๐.๗๖^{b}	๘.๑๐±๐.๗๒^{b}	๗.๙๐±๐.๘๕^{bc}	๘.๐๐±๐.๗๓^{bc}	๘.๑๐±๐.๗๒^{bc}
สภาวะ	๕	๗.๔๕±๐.๖๙^{bc}	๗.๗๕±๐.๗๙^{a}	๗.๖๕±๐.๔๙^{a}	๗.๕๐±๑.๐๕^{b}	๗.๘๐±๐.๙๕^{bc}
สุญญากาศ	๑๐	๖.๒๕±๐.๘๕^{bc}	๗.๒๐±๐.๗๗^{ab}	๗.๓๐±๐.๖๖^{bc}	๗.๓๕±๐.๗๕^{b}	๗.๔๕±๐.๘๙^{bc}
	๑๕	๕.๒๕±๐.๗๙^{cd}	๖.๐๐±๐.๗๙^{b}	๗.๑๐±๐.๗๙^{ab}	๖.๕๕±๑.๐๙^{b}	๖.๙๐±๑.๐๗^{bc}
	๒๐	๔.๕๐±๐.๕๑^{c}	๕.๐๐±๑.๐๒^{bc}	๕.๔๕±๑.๐๐^{c}	๕.๙๕±๐.๘๙^{c}	๖.๔๕±๑.๐๙^{bc}
อุณหภูมิตู้เย็น	๐	๘.๖๐±๐.๖๘^{a}	๘.๕๕±๐.๕๑^{c}	๘.๕๐±๐.๖๙^{a}	๘.๗๕±๐.๔๔^{a}	๘.๖๕±๐.๔๙^{a}
+ สภาวะ	๕	๘.๑๕±๐.๘๘^{a}	๘.๑๕±๐.๘๑^{a}	๗.๗๐±๑.๐๓^{a}	๘.๖๐±๐.๕๐^{a}	๘.๔๐±๐.๗๕^{a}
สุญญากาศ	๑๐	๗.๙๕±๐.๗๖^{a}	๗.๕๕±๐.๙๔^{a}	๗.๔๕±๑.๐๙^{c}	๘.๑๕±๐.๘๘^{a}	๘.๑๕±๐.๘๑^{a}
	๑๕	๗.๗๐±๐.๔๗^{a}	๗.๐๐±๐.๘๖^{a}	๖.๗๐±๑.๑๒^{bc}	๗.๗๐±๑.๒๒^{a}	๗.๘๐±๑.๐๖^{a}
	๒๐	๕.๙๕±๐.๕๑^{a}	๕.๗๕±๐.๖๔^{a}	๖.๐๕±๑.๓๙^{bc}	๗.๕๐±๑.๑๙^{a}	๗.๖๐±๑.๐๔^{a}

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)
ตัวอักษร a-d ในแนวตั้งที่อุณหภูมิเดียวกันและสภาวะการเก็บรักษาที่แตกต่างกันให้แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การออกแบบบรรจุภัณฑ์

ผลจากการสำรวจแบบสอบถามในเรื่องปัจจัยในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปลาช่อนเค็มตากแห้ง ลักษณะภาชนะบรรจุที่ต้องการ รวมทั้งผู้ตอบแบบสอบถามจะซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่ถ้าผู้ผลิตปรับเปลี่ยนภาชนะบรรจุที่ท่านต้องการ แสดงดังตาราง ๑๖ พบว่า ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์ปลาช่อนเค็มตากแห้งหรือไม่คือ ความปลอดภัย/ความสะอาด คิดเป็นร้อยละ ๕๗.๐ รองลงมาคือ รสชาติ คิดเป็นร้อยละ ๑๘.๓ และ ราคา คิดเป็นร้อยละ ๑๒.๖ สำหรับภาชนะบรรจุที่ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการ คือ บรรจุถุงพลาสติก คิดเป็นร้อยละ ๓๙.๔ รองลงมาคือ บรรจุแบบสุญญากาศ คิดเป็นร้อยละ ๓๑.๖ และเมื่อถามว่า ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการปรับเปลี่ยนภาชนะบรรจุตามที่ท่านต้องการหรือไม่ พบว่า ผู้ตอบสอบถามส่วนใหญ่จะซื้อผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ ๖๖.๔ ไม่แน่ใจ คิดเป็นร้อยละ ๓๐.๔ และไม่ซื้อ คิดเป็นร้อยละ ๑๓.๒ และเมื่อสอบถามถึงสาเหตุในการตัดสินใจเลือกซื้อ เมื่อปรับเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ พบว่า บรรจุภัณฑ์แบบใหม่จะทำให้เก็บไว้ได้นาน คิดเป็นร้อยละ ๓๖.๔ รองลงมาคือ ความสะดวกสบาย คิดเป็นร้อยละ ๓๓.๗ ส่วนสาเหตุที่ผู้ตอบแบบสอบถามไม่แน่ใจที่จะซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีการปรับเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์แบบใหม่ เนื่องจาก ไม่แน่ใจในเรื่องรสชาติว่าจะอร่อยหรือไม่ คิดเป็นร้อยละ ๕๕.๓ รองลงมา ไม่แน่ใจในเรื่องราคา และเหตุผลที่ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ปลาช่อนเค็มตากแห้ง เมื่อปรับเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์แบบใหม่ พบว่า จะทำให้ราคาแพงขึ้น คิดเป็นร้อยละ ๕๒.๑

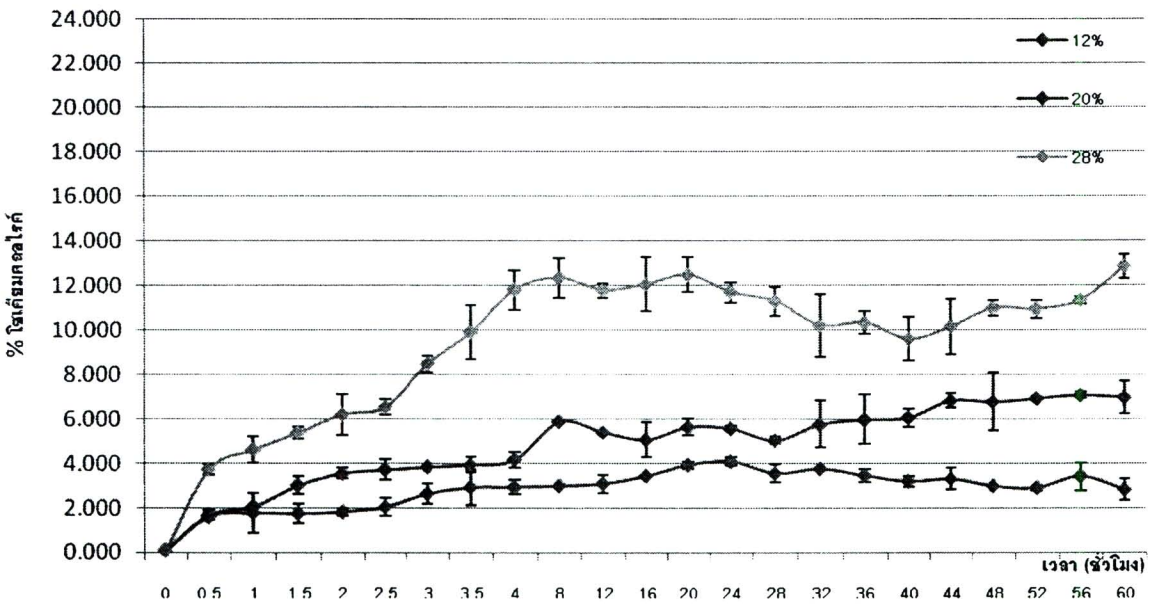
ตาราง ๑๖ ลักษณะของภาชนะบรรจุปลาช่อนเค็มตากแห้ง และการตัดสินใจในการเลือกซื้อปลาช่อนเค็มตากแห้ง

ปัจจัย		ร้อยละ
ลักษณะภาชนะที่ต้องการ		
	บรรจุถุงพลาสติก	๓๙.๔
	บรรจุแบบสุญญากาศ	๓๑.๖
	ถาดพลาสติก	๑๘.๑
	อื่นๆ	๑๑.๐
เลือกซื้อผลิตภัณฑ์เมื่อมีการปรับเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์		๖๖.๔
	ความแปลกใหม่	๓.๓
	เก็บได้นาน	๓๖.๔
	ความสะดวกสบาย	๓๓.๗
	อยากทดลอง	๖.๐
	อื่นๆ	๒๐.๕
ไม่แน่ใจในการตัดสินใจซื้อ		๓๐.๔
	ไม่แน่ใจในราคา	๒๖.๓
	ไม่แน่ใจในรสชาติว่าอร่อยหรือไม่	๕๕.๓
	อื่นๆ	๑๘.๔
ไม่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีการปรับเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์		๑๓.๒
	ราคาแพงขึ้น	๕๒.๑
	ไม่ชอบรับประทาน	๓๑.๓
	ผลิตภัณฑ์ไม่น่าสนใจ	๑๖.๗

ภาพ ๒๐ ตัวอย่างการออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาช่อนเค็มแห้ง

ศึกษาสมการจลน์ศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการทำแห้งผลิตภัณฑ์ปลา

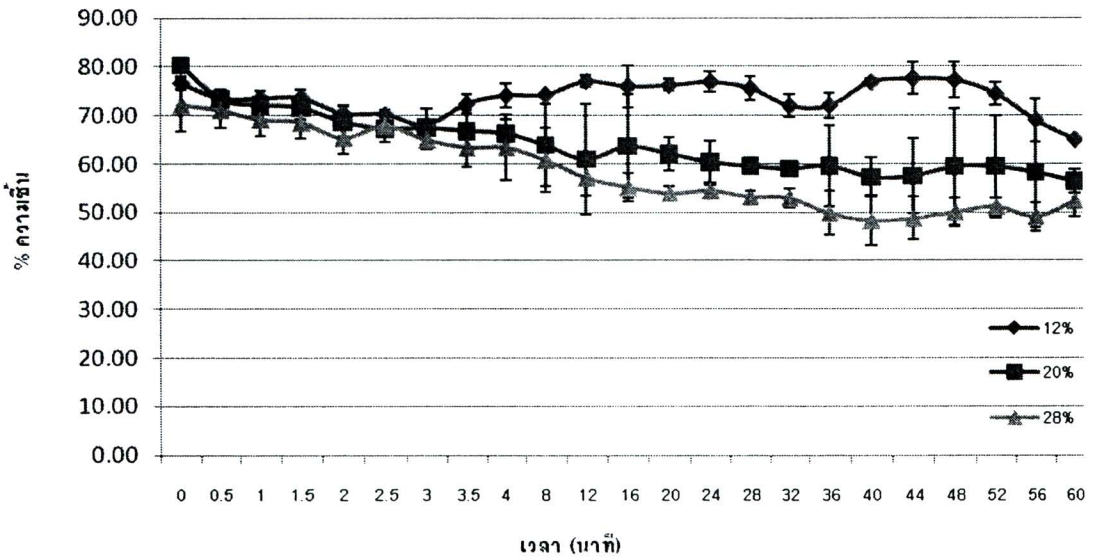
ในการศึกษานี้ศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ความเข้มข้นร้อยละ ๑๒.๐ ๒๐.๐ และ ๒๘.๐ โดยใช้อัตราส่วนน้ำเกลือต่อเนื้อปลาที่ศึกษา คือ ๑.๐:๑.๐ น้ำหนักโดยน้ำหนัก ระยะเวลา ๖๐.๐ ชั่วโมงพบว่า ความเข้มข้นของน้ำเกลือและระยะเวลาในการทำเค็มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลา โดยปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลาที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๘ นั้นจะเพิ่มขึ้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ๓.๗๒๕-๑๒.๘๔๑ ส่วนที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๐ และ ๑๒ จะมีค่าร้อยละ ๑.๖๘๗-๗.๐๗๙ และ ๑.๕๙๙-๔.๐๙๕ ตามลำดับ (ภาพที่ ๖) แต่การเพิ่มขึ้นของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ ๒๘ ของเนื้อปลานั้นจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา ๐.๐-๔.๐ ชั่วโมง ส่วนที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ ๒๐ และ ๑๒ จะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นปริมาณของโซเดียมคลอไรด์จะเริ่มอิ่มตัวและเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อปลาที่มีความเข้มข้นต่างกันในระยะเวลาเดียวกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ ๒๘ จะมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงกว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๐ และ ๑๒ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการแพร่ ซึ่งจะเกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากจุดที่มีความเข้มข้นสูงไปยังจุดที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าเมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นของเนื้อปลาและน้ำเกลือเริ่มเข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium States) จึงทำให้ปริมาณของโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลามีค่าขึ้นลง ๆ (Bimbenet & Loncin, ๑๙๙๕)



ภาพ ๒๑ การเปลี่ยนแปลงปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในเนื้อปลาช่อนที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยการทำเค็มโดย ใช้น้ำเกลือที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ที่อุณหภูมิห้อง

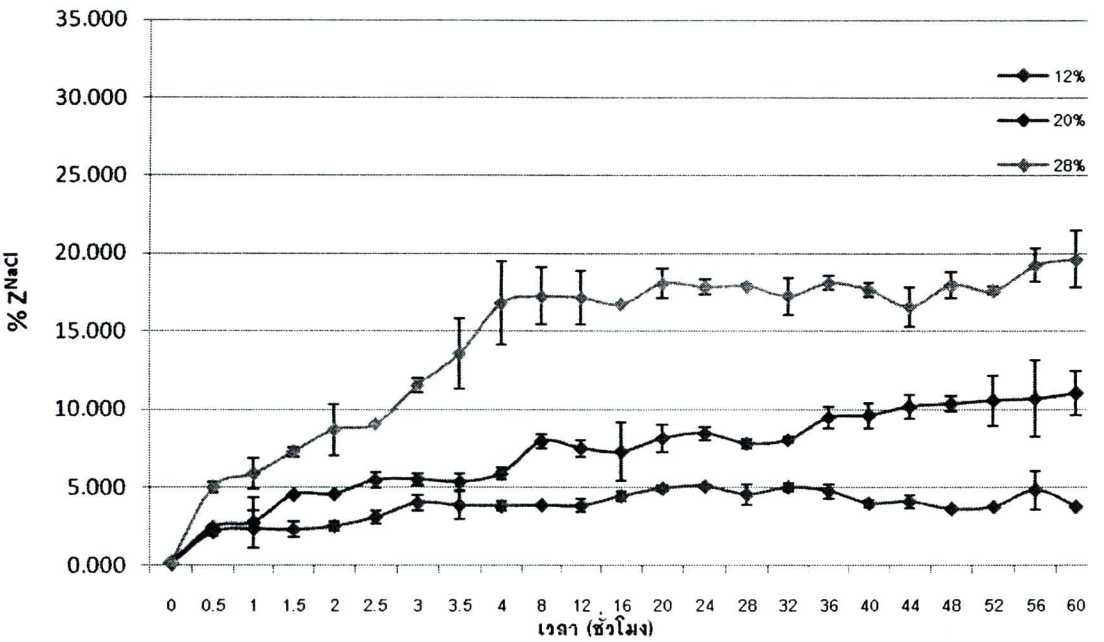
ส่วน %ความชื้นที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ ๑๒.๐ ๒๐.๐ และ ๒๘.๐ เป็นระยะเวลา ๖๐.๐ชั่วโมง พบว่าระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือและระยะเวลามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ %ความชื้น โดยที่ %ความชื้นที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ ๒๘.๐ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ๔๘.๓๒-๗๒.๑๕ ส่วนที่ความเข้มข้นร้อยละ

๒๐ และ ๑๒ จะมีค่าร้อยละ ๕๖.๔๔-๘๐.๓๘ และ ๖๕.๐๑-๗๗.๖๑ ตามลำดับ (ภาพที่ ๗) แต่การลดลงของความชื้นจะมีแนวโน้มที่ลดลงมากเมื่อเทียบในระดับความเข้มข้นที่สูงกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณน้ำเกลือที่ซึมเข้าสู่เนื้อปลาทำให้น้ำที่อยู่ในเนื้อปลาถูกดึงออก ส่งผลให้ปริมาณความชื้นของเนื้อปลาลดต่ำลงในระดับความเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้น (Eichler et al., ๑๙๙๗)



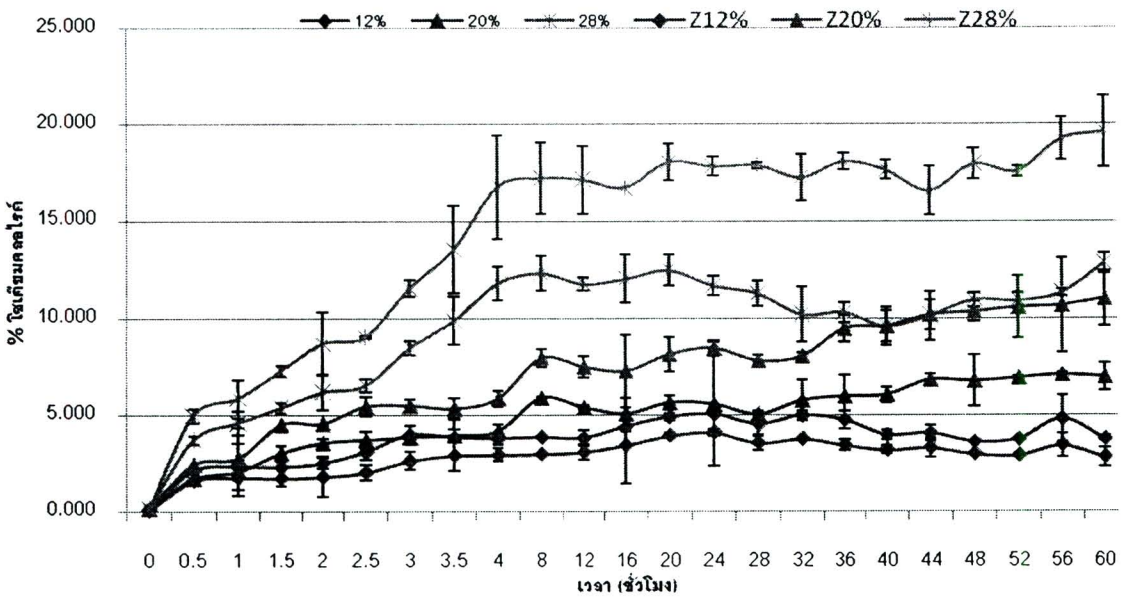
ภาพ ๒๒ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นของเนื้อปลาช่อนที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยการทำเค็มโดย ใช้น้ำเกลือที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ที่อุณหภูมิห้อง

และสำหรับค่า Z^{NaCl} ที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ ๑๒.๐ ๒๐.๐ และ ๒๘.๐ โดยใช้อัตราส่วนน้ำเกลือต่อเนื้อปลาที่ศึกษา คือ ๑:๑ น้ำหนักโดยน้ำหนัก ระยะเวลา ๖๐.๐ ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของน้ำเกลือและระยะเวลาในการทำเค็มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโซเดียมคลอ-ไรด์ในเนื้อปลา โดยค่า Z^{NaCl} ในเนื้อปลาที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๘ นั้นจะเพิ่มขึ้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ๔.๙๘๒-๑๙.๖๑๖ ส่วนที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๐ และ ๑๒ จะมีค่าร้อยละ ๒.๔๔๔-๑๑.๐๒๐ และ ๒.๑๒๘-๕.๐๕๕ ตามลำดับ (ภาพที่ ๘) แต่การเพิ่มขึ้นของค่า Z^{NaCl} ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ ๒๘ ของเนื้อปลานั้นจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา ๐.๐-๔.๐ ชั่วโมง ส่วนที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ ๒๐ และ ๑๒ จะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นค่า Z^{NaCl} จะเริ่มคงที่และเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อปลาที่มีความเข้มข้นต่างกันในระยะเวลาเดียวกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยที่ความเข้มข้นของน้ำเกลือร้อยละ ๒๘ จะมีค่า Z^{NaCl} สูงกว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ ๒๐ และ ๑๒ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการแพร่ ซึ่งจะเกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากจุดที่มีความเข้มข้นสูงไปยังจุดที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าเมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นของเนื้อปลาและน้ำเกลือเริ่มเข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium States) จึงทำให้ค่า Z^{NaCl} ในเนื้อปลามีค่าขึ้นลง ๆ (Bimbenet & Loncin, ๑๙๙๕)



ภาพ ๒๓ การเปลี่ยนแปลงของค่า Z^{NaCl} ในเนื้อปลาช่อนที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยการทำเค็มโดยใช้น้ำเกลือที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ที่อุณหภูมิห้อง

และเมื่อเปรียบเทียบวิธีการหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ทั้ง ๒ วิธีจะเห็นได้ว่าวิธีการหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์โดยอาศัยค่า Z^{NaCl} ในการพยากรณ์มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงกว่าการหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบ ณ ช่วงเวลาเดียวกัน (ภาพที่ ๙) และการหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ทั้ง ๒ วิธีที่ระยะเวลาเดียวกันแต่ความเข้มข้นแตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสาเหตุที่ค่า Z^{NaCl} ในการพยากรณ์มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงกว่าการหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ มีผลมาจากการหาปริมาณโซเดียมคลอไรด์จะคำนวณจากตัวอย่างทั้งหมด (Total samples) ส่วนการหาค่า Z^{NaCl} จะคำนวณเฉพาะปริมาณโซเดียมคลอไรด์จากสถานะของเหลวในกล้ามเนื้อปลา (muscle fish liquid phase) จึงทำให้มีอัตราส่วนเป็นร้อยละที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Nguyen et al, ๒๐๑๑)



ภาพ ๒๔ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณโซเดียมคลอไรด์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง %NaCl และค่า Z^{NaCl} ในเนื้อปลาช่อนที่ระยะเวลาต่าง ๆ โดยการทำเค็มโดยใช้น้ำเกลือที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ที่อุณหภูมิห้อง