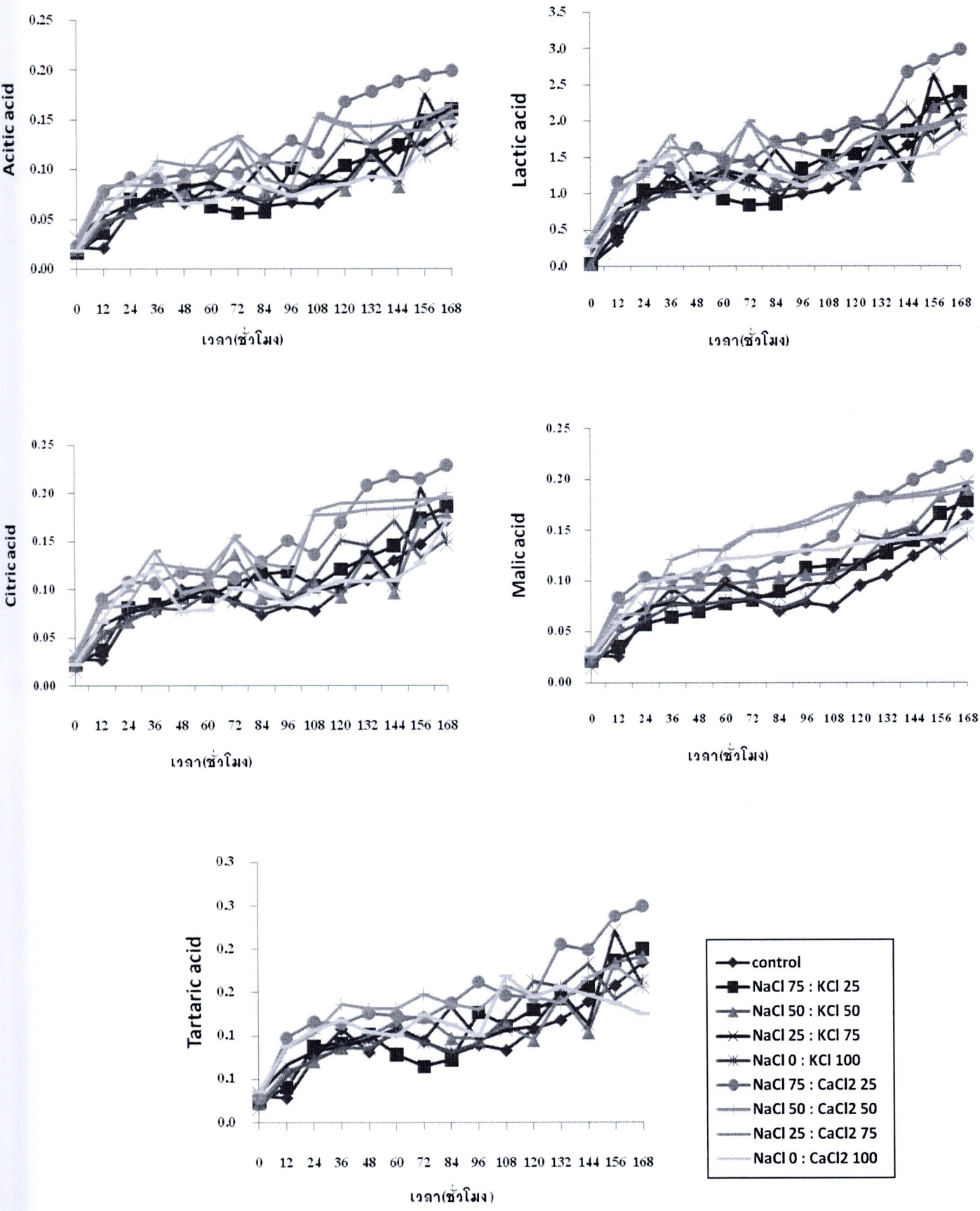
ผลการทดลอง

1.การศึกษาคุณสมบัติเคมี และทางกายภาพของปลาส้มที่มีการใช้สารทดแทน

1.1 คุณสมบัติทางเคมี

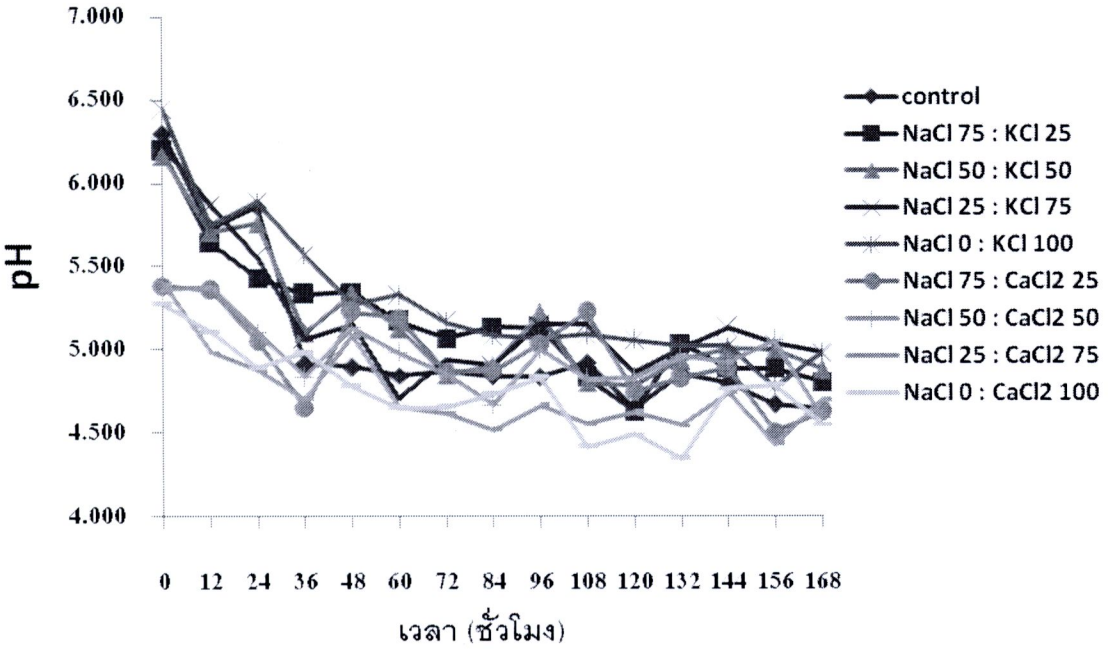
ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity)

จากผลการทดลองการใช้สารทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) และเกลือแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl2) โดยการทดลองนี้ศึกษาปริมาณ acetic acid, lactic acid , citric acid, malic acid และ tartaric acid พบว่าในชั่วโมงที่ 0 ถึง 168 ชั่วโมง มีปริมาณ acetic acid, lactic acid , citric acid, malic acid และ tartaric acid อยู่ในช่วง 0.2178-0.15404, 2.19088-0.2310, 0.18004-0.2496, 0.18270-0.02520 และ 0.17559-0.02811 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($p<0.05$) โดยชั่วโมงที่ 168 มีปริมาณกรดมากที่สุด ยกเว้นปริมาณ tartaric acid ที่มีปริมาณกรดมากที่สุดในชั่วโมงที่ 156 และมีปริมาณกรดน้อยที่สุดในชั่วโมงที่ 0 และปริมาณกรด acetic acid, lactic acid , citric acid, malic acid และ tartaric acid (ภาพ 3) ในแต่ละ treatment จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.12013-0.8146 ,1.75744-1.10984 , 0.13774-0.09227 ,0.13842-0.08812 และ 0.14676-0.09887 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($p<0.05$) โดยที่อัตราส่วนของสารทดแทนเท่ากับ NaCl75 : CaCl225 เป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณกรดทุกตัวมากที่สุดยกเว้น ปริมาณ malic acid ที่มีปริมาณกรดมากที่สุดในสารทดแทนอัตราส่วน NaCl50 : CaCl250 และตัวอย่างควบคุม (NaCl100%) เป็นตัวอย่างที่มีปริมาณกรดทุกตัวน้อยที่สุด ทั้งยังพบว่าสารทดแทนในกลุ่ม CaCl2 มีปริมาณกรดสูงกว่าสารทดแทนในกลุ่ม KCl จากภาพ (ภาพ 3) จะเห็นว่าปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในกระบวนการหมักเพิ่มขึ้น เนื่องจากข้าวทำหน้าที่เป็นตัวเร่งให้จุลินทรีย์จำพวกแลคติกเจริญได้ในช่วยแรกของการหมักและทำให้เกิดกลิ่นรสเปรี้ยวโดยที่จะไปเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรทให้เป็นน้ำตาลและเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดก่อน ที่จุลินทรีย์ชนิดอื่นที่ไม่ต้องการจะเจริญเติบโตทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุลม และคณะ, 2542)



ภาพ 3 แสดงปริมาณกรดทั้งหมดของปลาส้มที่ใช้สารทดแทนเกลือ NaCl ด้วยเกลือ KCl และ $CaCl_2$ ในอัตราส่วนต่างๆ

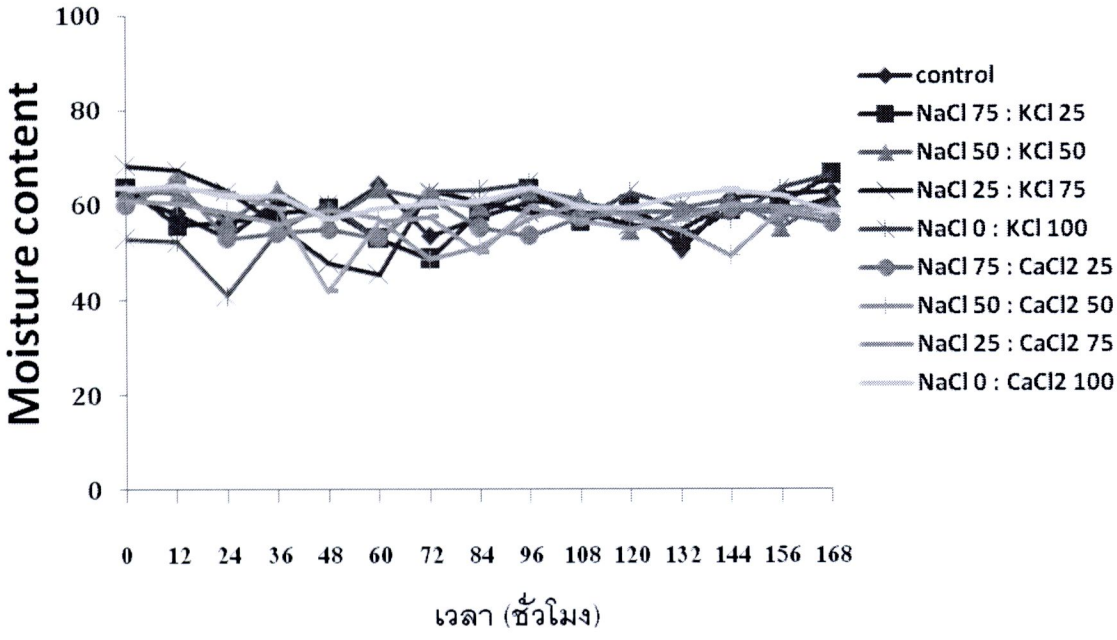
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)



ภาพ 4 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของปลาส้มที่ใช้สารทดแทนเกลือ NaCl ด้วยเกลือ KCl และ $CaCl_2$ ในอัตราส่วนต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า ในชั่วโมงที่ 0 ถึง 168 ชั่วโมง จะมีค่า pH อยู่ในช่วง 5.86-4.76 โดยที่ชั่วโมงที่ 0 มีค่า pH มากที่สุด และชั่วโมงที่ 168 มีค่าน้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นว่าเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น pH มีค่าลดลง และค่า pH ในแต่ละ treatment จะมีค่าอยู่ในช่วง 5.34-4.74 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่อัตราส่วนของสารทดแทนเท่ากับ NaCl 0 : KCl 100 มีค่า pH มากที่สุด และตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 75 มีค่า pH น้อยที่สุด โดยที่สารทดแทนในกลุ่ม KCl มีค่า pH สูงกว่าสารทดแทนในกลุ่ม $CaCl_2$ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรด (ภาพ 3) ซึ่งการลดลองของ pH นี้เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคและเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสีย (Swetwiwathana, Leutz, & Fischer, 1999) Ostergaard et al. (1998) รายงานว่าการเจริญของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลกติกนั้นมีผลอย่างยิ่งต่อการลดลงของค่า pH

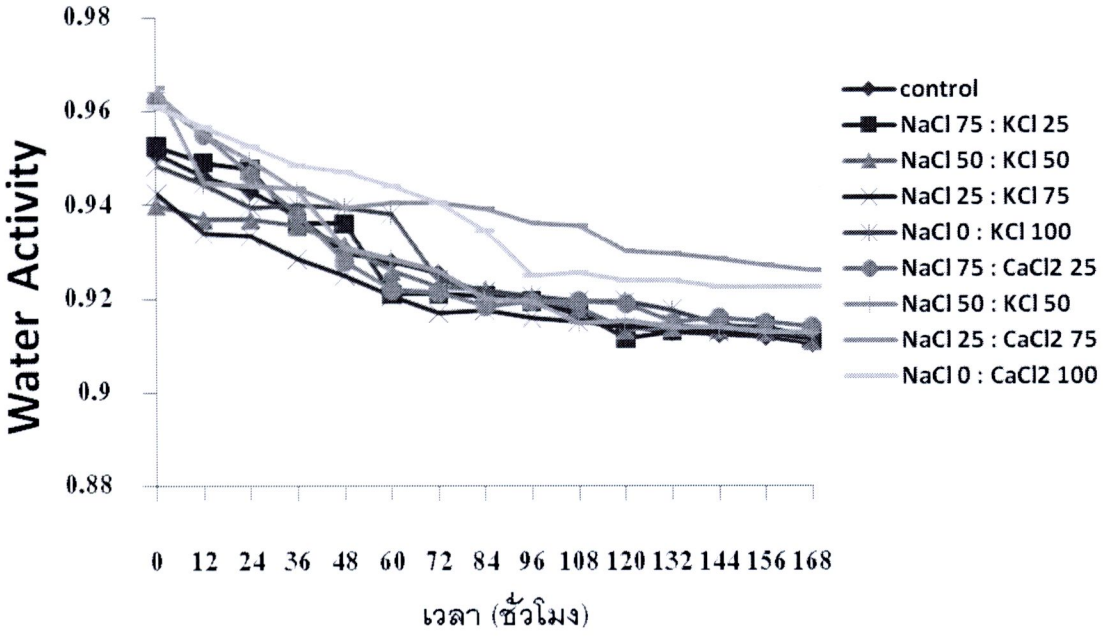
ปริมาณความชื้น (moisture content)



ภาพ 5 แสดงปริมาณความชื้นของปลาส้มที่ใช้สารทดแทนเกลือ NaCl ด้วยเกลือ KCl และ $CaCl_2$ ในอัตราส่วนต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า ชั่วโมงที่ 0 ถึง 168 ชั่วโมงจะมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 62.06 -54.94 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ชั่วโมงที่ 0 มีปริมาณความชื้นมากที่สุด และชั่วโมงที่ 48 น้อยที่สุด ปริมาณความชื้นในแต่ละ treatment จะมีค่าอยู่ในช่วง 61.16 -56.49 โดยตัวอย่างที่ทดแทนด้วยแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 100 มีปริมาณความชื้นมากที่สุด และตัวอย่างที่ทดแทนด้วยแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 50 มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด ซึ่งสารทดแทนในกลุ่ม KCl มีปริมาณความชื้นสูงกว่าสารทดแทนในกลุ่ม $CaCl_2$

ค่า Water activity (Aw)

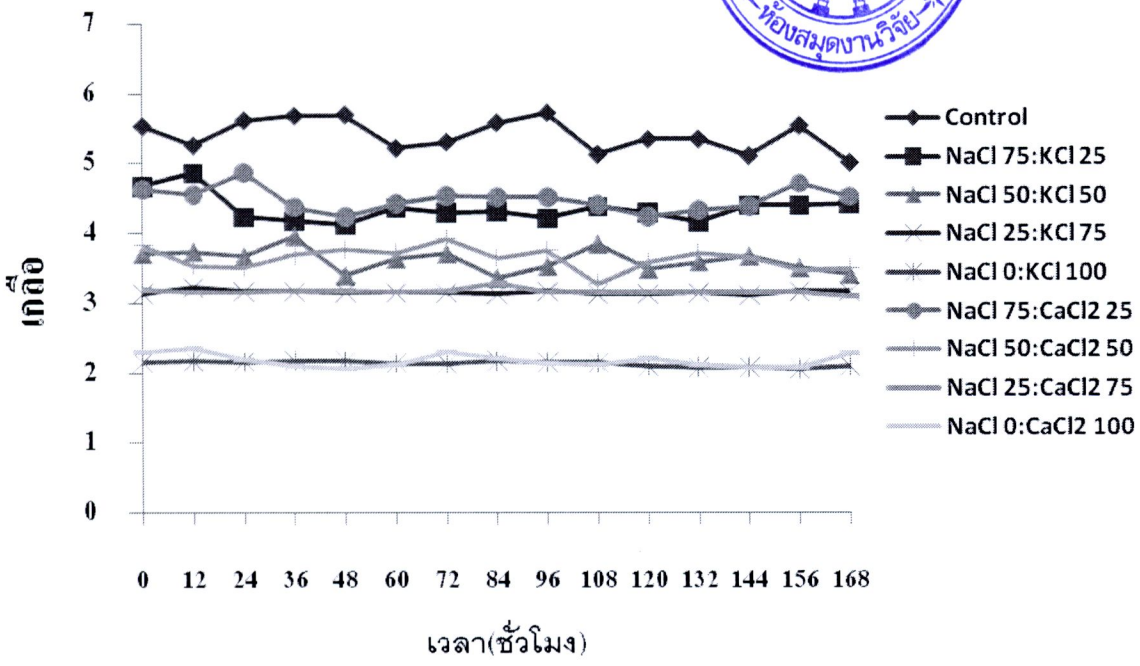


ภาพ 6 แสดงค่า water activity (Aw) ของปลาส้มที่ใช้สารทดแทนเกลือ NaCl ด้วยเกลือ KCl และ $CaCl_2$ ในอัตราส่วนต่างๆ

ผลการทดลองค่า Aw ของแต่ละ treatment มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในชั่วโมงที่ 0 ถึง 168 จะมีค่า Aw อยู่ในช่วง 0.91 -0.95 โดยที่ชั่วโมงที่ 0 จะมีค่า Aw มากที่สุด และมีค่าน้อยที่สุดในชั่วโมงที่ 168 จากภาพ 6 พบว่าค่า Aw ลดลงเมื่อเวลาในกระบวนการหมักเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกลือมีคุณสมบัติในการดึงน้ำออกจากเนื้อปลาและค่า Aw ในแต่ละ treatment จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.94 -0.92 โดยตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 75 มีค่า Aw มากที่สุด และตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 75 มีค่า Aw น้อยที่สุด โดยที่สารทดแทนในกลุ่ม $CaCl_2$ จะมีค่า Aw สูงกว่าสารทดแทนในกลุ่ม KCl เนื่องจากสารในกลุ่ม KCl มีคุณสมบัติในการดึงน้ำออกมากกว่าสารในกลุ่ม $CaCl_2$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

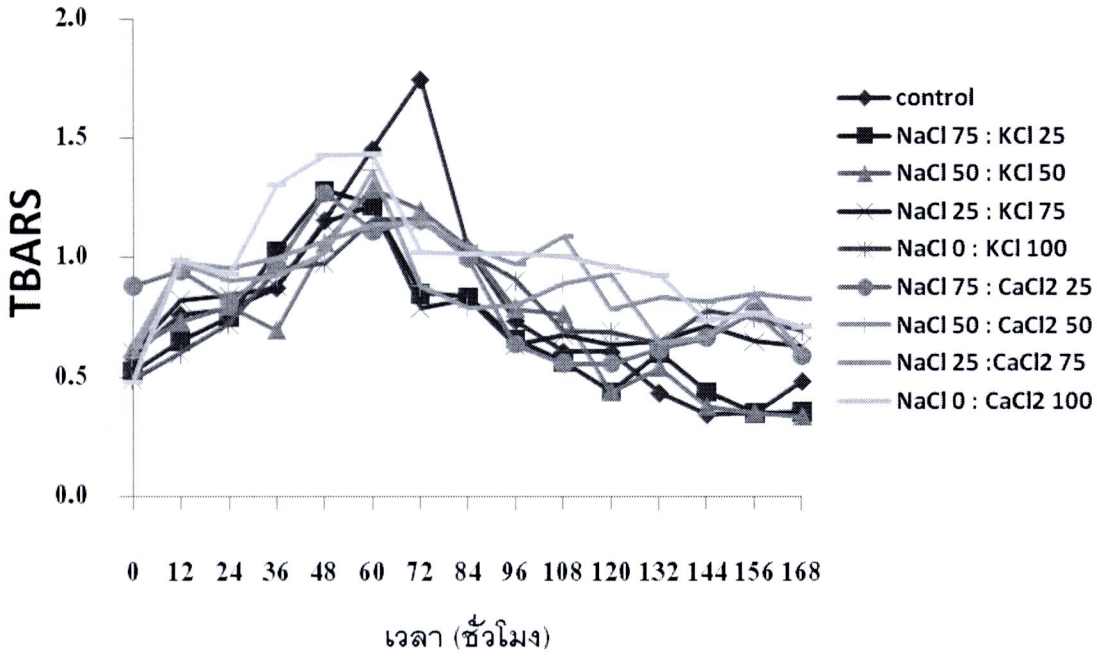
ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)



ภาพ 7 แสดงค่า เกลือโซเดียมคลอไรด์ ของปลาส้มที่ใช้สารทดแทนเกลือ NaCl ด้วยเกลือ KCl และ $CaCl_2$ ในอัตราส่วนต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า ค่าเกลือของแต่ละ treatment มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในชั่วโมงที่ 0 ถึง 168 ชั่วโมง มีค่าเกลืออยู่ในช่วง 2.65 ถึง 5.83 ซึ่งชั่วโมงที่ 0 มีค่าเกลือมากที่สุด และชั่วโมงที่ 24 มีค่าน้อยที่สุด จากภาพ 7 พบว่าค่าเกลือโซเดียมคลอไรด์จะมีค่าคงที่เมื่อเวลาในกระบวนการหมักเพิ่มขึ้น และค่าเกลือในแต่ละ treatment จะมีค่าอยู่ในช่วง 5.4080 ถึง 2.1336 โดยที่ตัวอย่างที่ทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 100 มีค่าเกลือโซเดียมคลอไรด์น้อยที่สุด เนื่องจากในการทดลองนี้ทำการวัดค่าเกลือที่อยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ทำให้ตัวอย่างที่ทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 100 มีค่าเกลือน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมที่เป็นการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 100

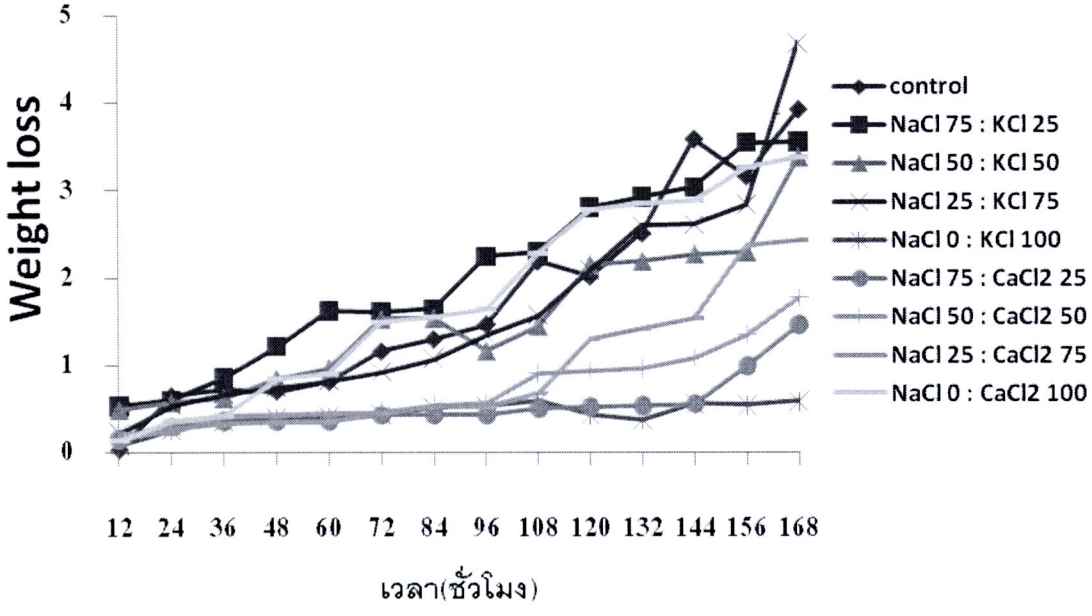
ปริมาณ Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS)



ภาพ 8 แสดงค่า TBARS ของปลาส้มที่ใช้สารทดแทนเกลือ NaCl ด้วยเกลือ KCl และ $CaCl_2$ ในอัตราส่วนต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในชั่วโมงที่ 0 ถึง 168 ชั่วโมง จะมีค่า TBARS อยู่ในช่วง 0.5873 ถึง 1.26 โดยที่ชั่วโมงที่ 60 มีค่า TBARS มากที่สุด และ มีค่าน้อยที่สุดในชั่วโมงที่ 0 จากภาพ 8 จะเห็นค่า TBARS จะเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 0-72 และจะลดลงจะลดลงหลังจากชั่วโมงที่ 72 เนื่องจาก TBARS เป็นค่าที่ใช้วัดการเหม็นหืนเนื่องมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ซึ่ง Hultin, 1992 ได้รายงานว่าการปลดปล่อยเหล็ก (Fe2+) จากฮีมโปรตีน ที่เกิดจากการเสียสภาพของกล้ามเนื้อโปรตีนของเนื้อสัตว์ สามารถ กระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ โดยตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 100 มีค่า TBARS มากที่สุด และตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 25 มีค่า TBARS น้อยที่สุด โดยที่สารทดแทนในกลุ่ม $CaCl_2$ มีค่า TBARS สูงกว่าสารทดแทนในกลุ่ม KCl

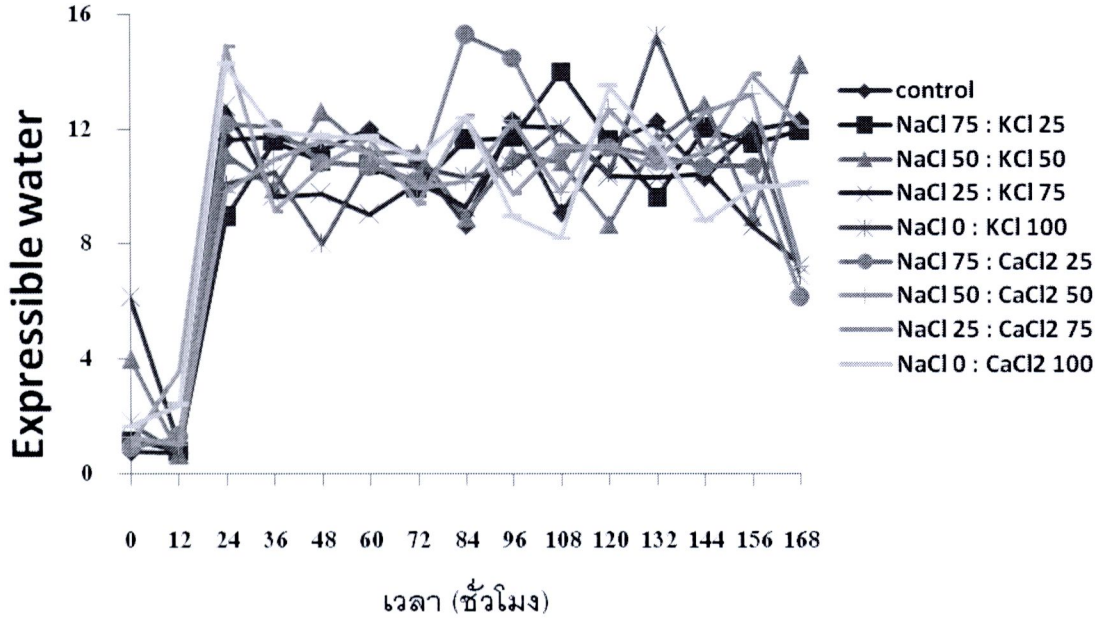
ค่า weight loss



ภาพ 9 แสดงค่า weight loss ของปลาส้มที่ใช้สารทดแทนเกลือ NaCl ด้วยเกลือ KCl และ $CaCl_2$ ในอัตราส่วนต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในชั่วโมงที่ 0 ถึง 168 ชั่วโมง จะมีค่า weight loss อยู่ในช่วง 0.22 ถึง 2.60 โดยที่ชั่วโมงที่ 168 มีค่า weight loss มากที่สุด และมีค่าน้อยที่สุดในชั่วโมงที่ 12 จากภาพ 9 จะเห็นว่าค่า weight loss จะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในกระบวนการหมักเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกลือมีคุณสมบัติในการดึงน้ำออกจากปลาส้มในระหว่างการหมักซึ่งน้ำที่ออกมาคือน้ำหนักที่สูญเสียไปและค่า weight loss ตัวอย่างที่ทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 25 มีค่า weight loss มากที่สุด และตัวอย่างที่ทดแทนด้วยแคลเซียมคลอไรด์ทั้งหมด มีค่า weight loss น้อยที่สุด โดยที่สารทดแทนในกลุ่ม KCl มีค่า weight loss สูงกว่าสารทดแทนในกลุ่ม $CaCl_2$ เนื่องจากค่า weight loss คือค่าที่แสดงน้ำหนักที่สูญเสียไปในระหว่างการหมักแสดงว่าสารทดแทนในกลุ่มKCl มีคุณสมบัติในการดึงน้ำออกได้ดีกว่าสารในกลุ่ม $CaCl_2$ ซึ่งค่าดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับค่า Aw (ภาพ 6) ซึ่งค่า weight loss ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เกิดขึ้นจากการสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสัตว์ (Visessanguan et al., 2003) ดังนั้นจากภาพ 9 จึงอาจกล่าวได้ว่าตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 75 มีความสามารถในการอุ้มน้ำน้อยที่สุด และจากตัวอย่างที่มีการสูญเสียปริมาณน้ำมากนี้ อาจเป็นเหตุทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (Foegeding, Laneir, & Hultin, 1996)

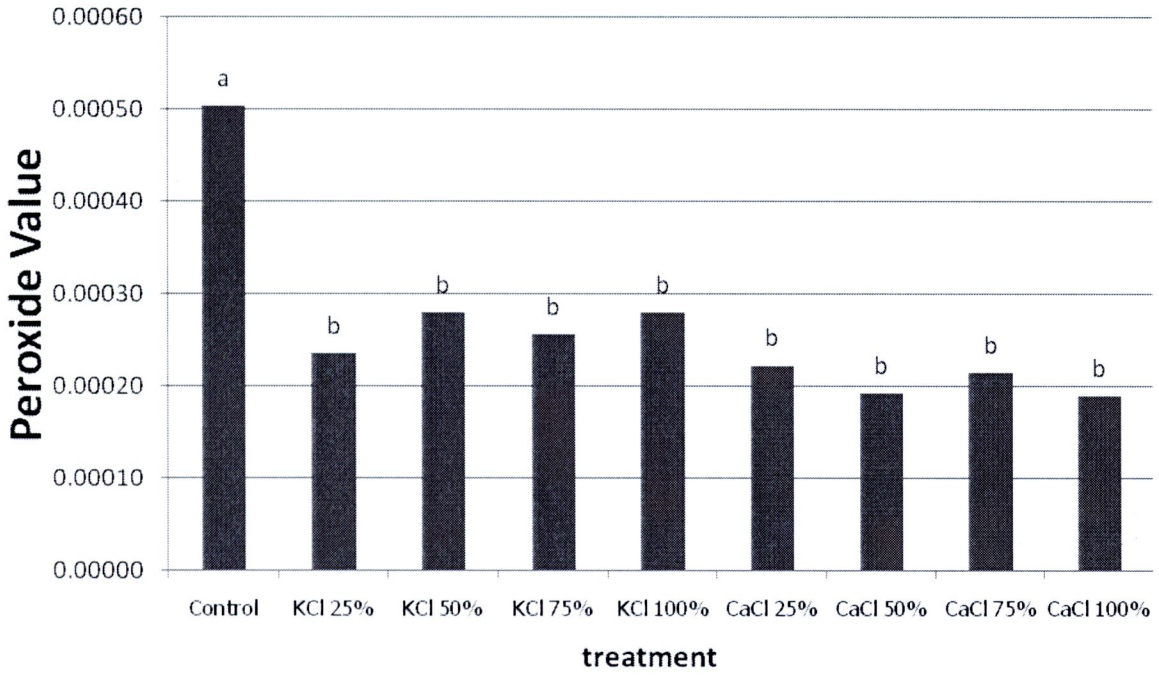
ปริมาณ Expressible water



ภาพ 10 แสดงปริมาณ Expressible water ของปลาส้มที่ใช้สารทดแทนเกลือ NaCl ด้วยเกลือ KCl และ $CaCl_2$ ในอัตราส่วนต่างๆ

ผลการทดลองพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในชั่วโมงที่ 0 ถึง168 ชั่วโมงจะมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 1.60 ถึง 11.78 โดยที่ชั่วโมงที่ 24 มีปริมาณ expressible water มากที่สุด และน้อยที่สุดในชั่วโมงที่ 12 และปริมาณ expressible waterในแต่ละ treatment ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงว่าสารทดแทนในแต่ล่ะอัตราส่วนไม่ส่งผลต่อปริมาณ expressible water โดยที่อัตราส่วนของสารทดแทนเท่ากับ NaCl 25 : $CaCl_2$ 75 มีปริมาณ expressible water มากที่สุด และอัตราส่วนของสารทดแทนเท่ากับ NaCl 25: KCl 75 มีปริมาณ expressible water น้อยที่สุด ซึ่ง Visessanguan et al., 2003 ได้กล่าวไว้ว่าปริมาณ expressible water ที่เพิ่มขึ้นนั้นมีผลต่อค่า weight loss ที่เพิ่มขึ้นด้วย

ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide, PV)

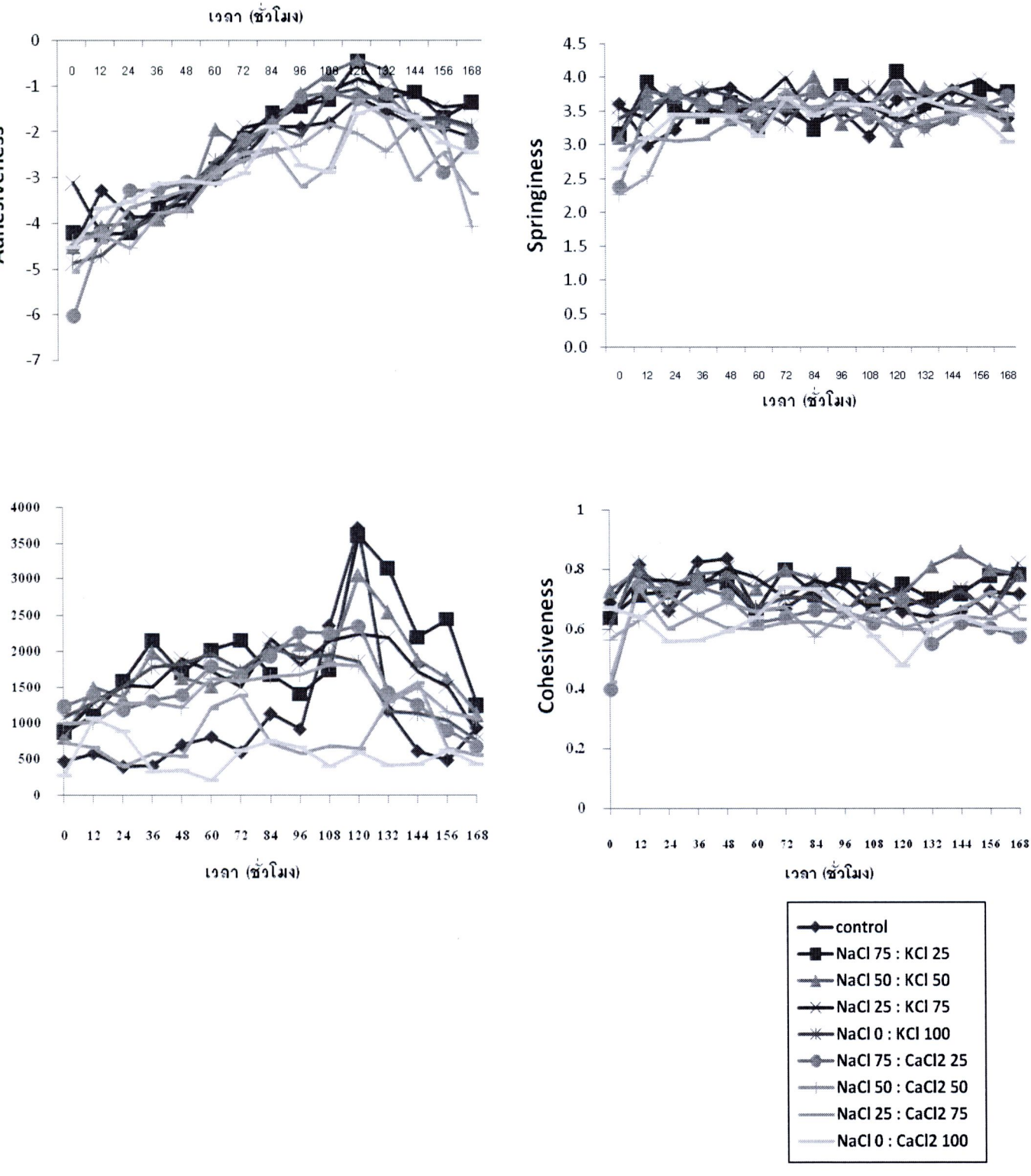


ภาพ 11 ค่าเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ปลาส้มในชั่วโมงที่ 168 ของการหมัก

ผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างควบคุมมีค่าเปอร์ออกไซด์แตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโซเดียมคลอไรด์ทุกตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ตัวควบคุมมีปริมาณเปอร์ออกไซด์มากกว่า ซึ่งค่าดังกล่าวนี้ สอดคล้องกับค่า TBARS ที่ตัวอย่างควบคุมมีปริมาณ TBARS มากกว่าตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนเช่นกัน เหตุนี้เนื่องมาจากเปอร์ออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์อันดับแรก (primary product) ที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งเปอร์ออกไซด์ปกติจะเป็นสารที่ไม่มีกลิ่น แต่เมื่อมีปริมาณมากขึ้น จะเกิดการสลายตัวเป็นผลิตภัณฑ์อันดับสอง (secondary product) ซึ่งเป็นสารระเหยได้ กลุ่มของคีโตน แอลดีไฮด์ หรือแอลกอฮอล์ (นิติพงศ์, 2554) รวมไปถึงมาลอนนีลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารที่บ่งบอกค่า TBARS นั่นเอง

คุณสมบัติทางกายภาพ

Texture properties



ภาพ 12 แสดงค่า Adhesiveness ของปลาส้มที่ใช้สารทดแทนเกลือ NaCl ด้วยเกลือ KCl และ $CaCl_2$ ในอัตราส่วนต่างๆ

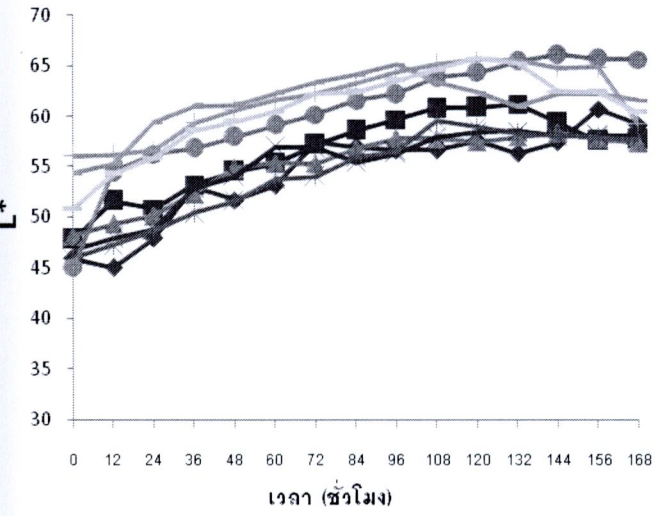
จากภาพ 12 เป็นการวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งรวมไปถึงค่า Adhesiveness, Springiness, hardness และ Cohesiveness พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากภาพ 12 แสดงให้เห็นว่าค่า adhesiveness และ hardness เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นและลดลงหลังจากชั่วโมงที่ 120 ในขณะที่ค่า cohesiveness และ springiness มีความคงที่เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ซึ่งค่า hardness เป็นการวัดเพื่อบอกถึงการเสียสภาพ และการเกิดเจลของกล้ามเนื้อโปรตีน รวมถึงการสูญเสียน้ำระหว่างการหมัก (Hagen, Berdague, Holck, Naes, & Blom, 1996) โดยในชั่วโมงที่ 0 ถึง 168 ชั่วโมง มีค่า Adhesiveness, Springiness, hardness และ Cohesiveness อยู่ในช่วง -1.01 ถึง -4.67 , 3.65 - 2.99, 2063.500 - 822.22 และ 0.74 - 0.64 ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ชั่วโมงที่ 120 มีค่า Adhesiveness, hardness และ Cohesiveness มากที่สุด ส่วนค่า Springiness มีค่ามากที่สุดในชั่วโมงที่ 72 และมีค่าน้อยที่สุดในชั่วโมงที่ 0 และค่า Adhesiveness, Springiness, hardness และ Cohesiveness ในแต่ละ treatment จะมีค่าอยู่ในช่วง -2.22 ถึง -2.98 , 3.63 - 3.31 ,1904.10 - 544.08 และ 0.76 - 0.62 ตามลำดับ

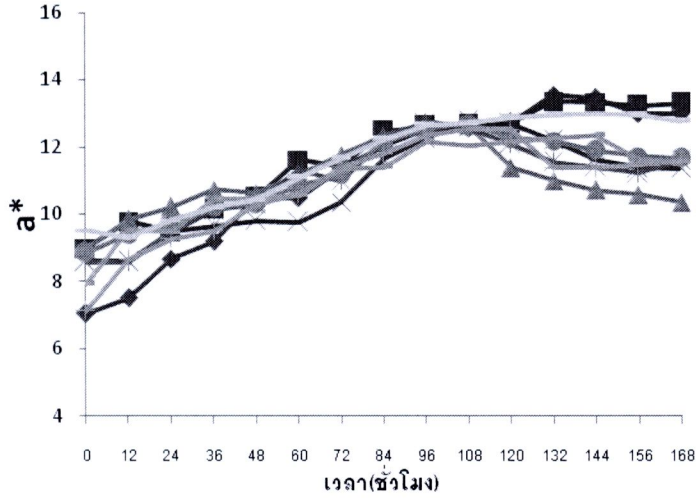
โดยพบว่า อัตราส่วนของสารทดแทนเท่ากับ NaC l25 : KCl 75 มีค่า Springiness และ hardness สูงที่สุดส่วนค่าAdhesiveness และ Cohesiveness อัตราส่วนของสารทดแทน NaCl 75 : KCl 25 และ NaCl 50 : KCl 50 มีค่ามากที่สุดตามลำดับ และในอัตราส่วนของสารทดแทนเท่ากับ NaCl 50 : $CaCl_2$ 50 มีค่า adhesiveness และ Springiness น้อยที่สุด ส่วนค่า hardness และ Cohesiveness มีค่าน้อยที่สุด ในร้อยละสารทดแทน $CaCl_2$ 100

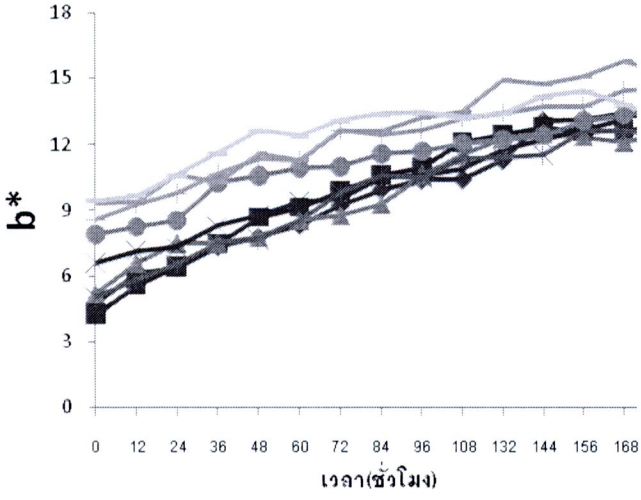
โดยที่สารทดแทนในกลุ่ม KCl มีค่า adhesiveness, Springiness, hardness และ Cohesiveness มากกว่า CaCl2

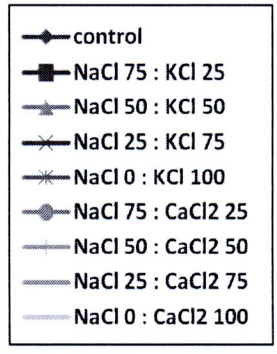
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ค่าสี





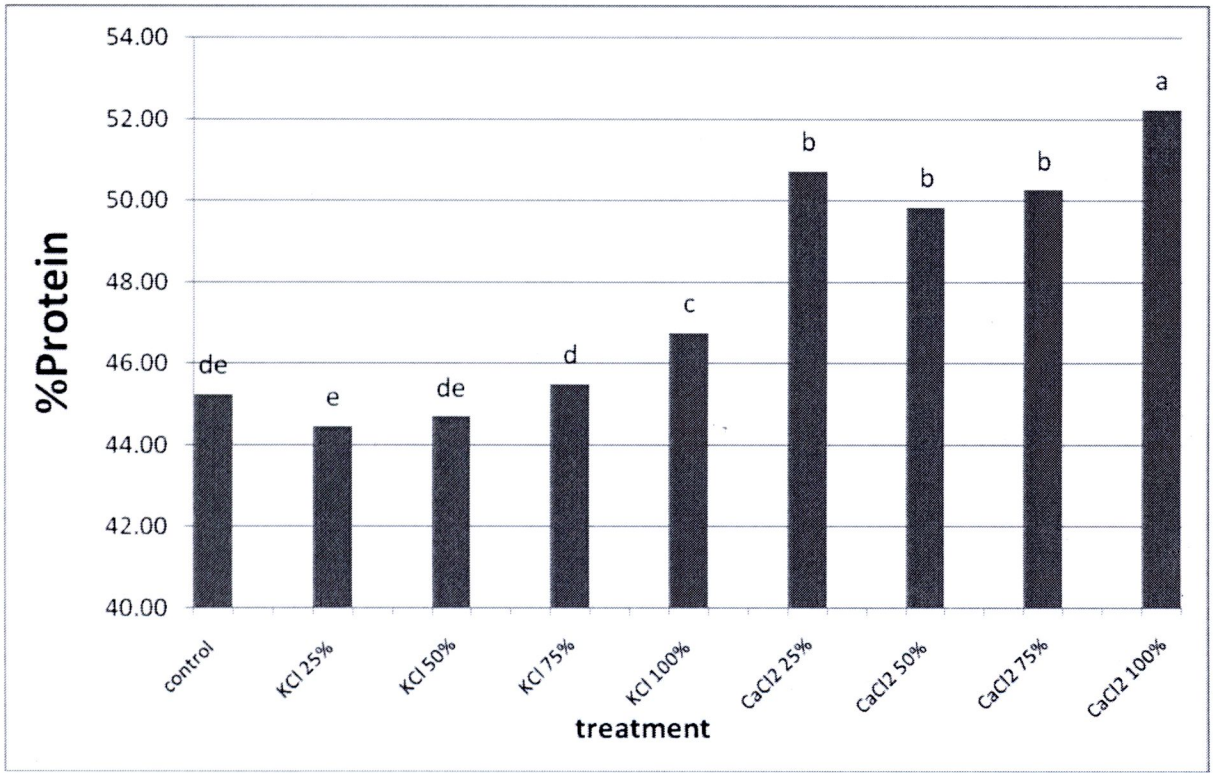




ภาพ 13 แสดงค่าสี L*, a* และ b* ของปลาส้มที่ใช้สารทดแทนเกลือ NaCl ด้วยเกลือ KCl และ $CaCl_2$ ในอัตราส่วนต่างๆ

ผลการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยในชั่วโมงที่ 0 ถึง 168 ชั่วโมง จะมีค่าสี L* ,a* และ b* อยู่ในช่วง 49.33 - 61.23, 8.30 - 12.58 และ 6.76 - 13.55 ตามลำดับ โดยที่ชั่วโมงที่ 108 จะมีค่าสี L* และ a* มากที่สุด ยกเว้นค่า b* มีค่ามากที่สุดในชั่วโมงที่ 168 และมี L* a* และ b* ค่าน้อยที่สุดในชั่วโมงที่ 0 จากภาพ 13 จะเห็นว่าค่าสี L* a* และ b* จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในกระบวนการหมักเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่า L* อาจเกิดจากการเสียสภาพของโปรตีนเนื่องมาจากการฟอร์มตัวของกรด (Sikorski, 2001) ส่วนการเพิ่มขึ้นของค่า a* และ b* เป็นไปได้ว่าเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ ซึ่งเกิดจากกรดอะมิโนอิสระ หรือปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันที่เพิ่มขึ้น (Sikorski, 2001) Gonzalez & Kunla, 1986 ได้รายงานว่า LAB สามารถย่อยซูโครส (ซึ่งถูกย่อยจากข้าวเหนียวในการหมักปลาส้ม) ให้เป็นโมโนแซคคาไรด์ ซึ่งเหมาะแก่การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่ใช้ในการหมัก (30°C) อาจเร่งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ได้เกิดจากเอนไซม์ ซึ่งเป็นผลทำให้ค่า a* และ b* เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 25, 50 และตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 25 มีค่าสี L*, a* และ b* มากที่สุดตามลำดับ และอัตราส่วนของสารทดแทนเท่ากับ NaCl0:KCl100, NaCl 50 : $CaCl_2$ 50 และ NaCl 100 (control) มีค่าสี L* ,a* และ b* น้อยที่สุด โดยที่สารทดแทนในกลุ่ม $CaCl_2$ จะมีค่าสี สูงกว่าสารทดแทนในกลุ่ม KCl ยกเว้นค่าสี a* ที่สารทดแทนในกลุ่ม KCl จะมีค่าสีมากกว่าสารทดแทนในกลุ่ม $CaCl_2$ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

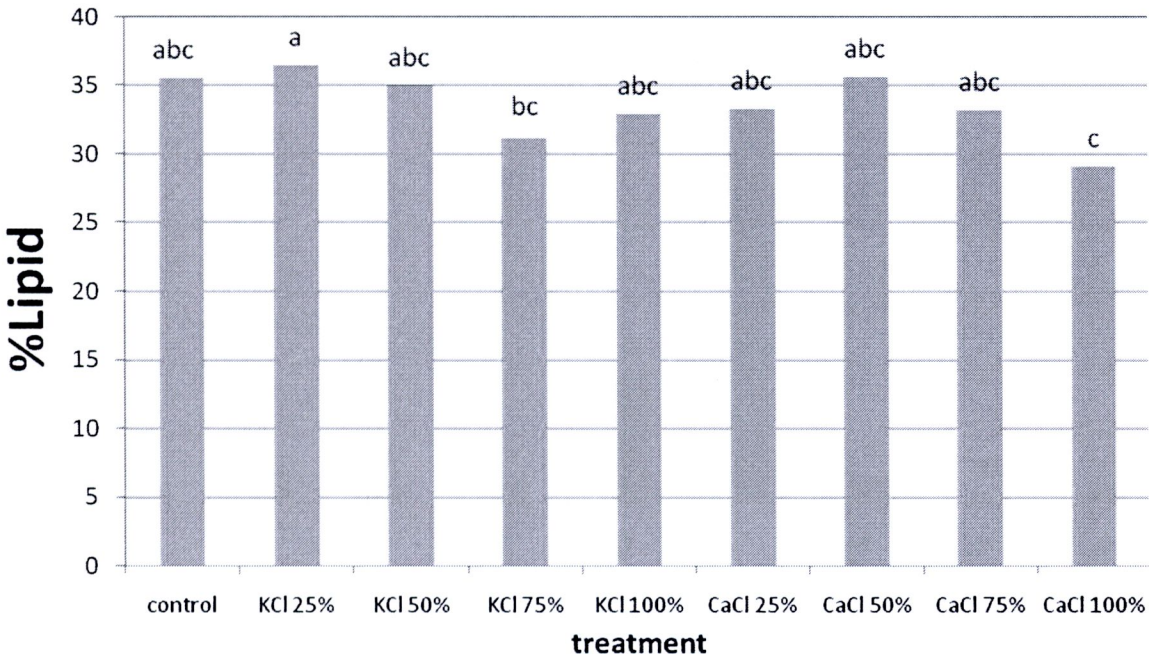
โปรตีน (Protein)



ภาพ 14 ปริมาณโปรตีน (%) ของตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ปลาส้มในชั่วโมงที่ 168 ของการหมัก

ผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 100 มีปริมาณโปรตีนแตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ตัวอย่างที่ทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 25 มีปริมาณโปรตีนต่ำที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 50

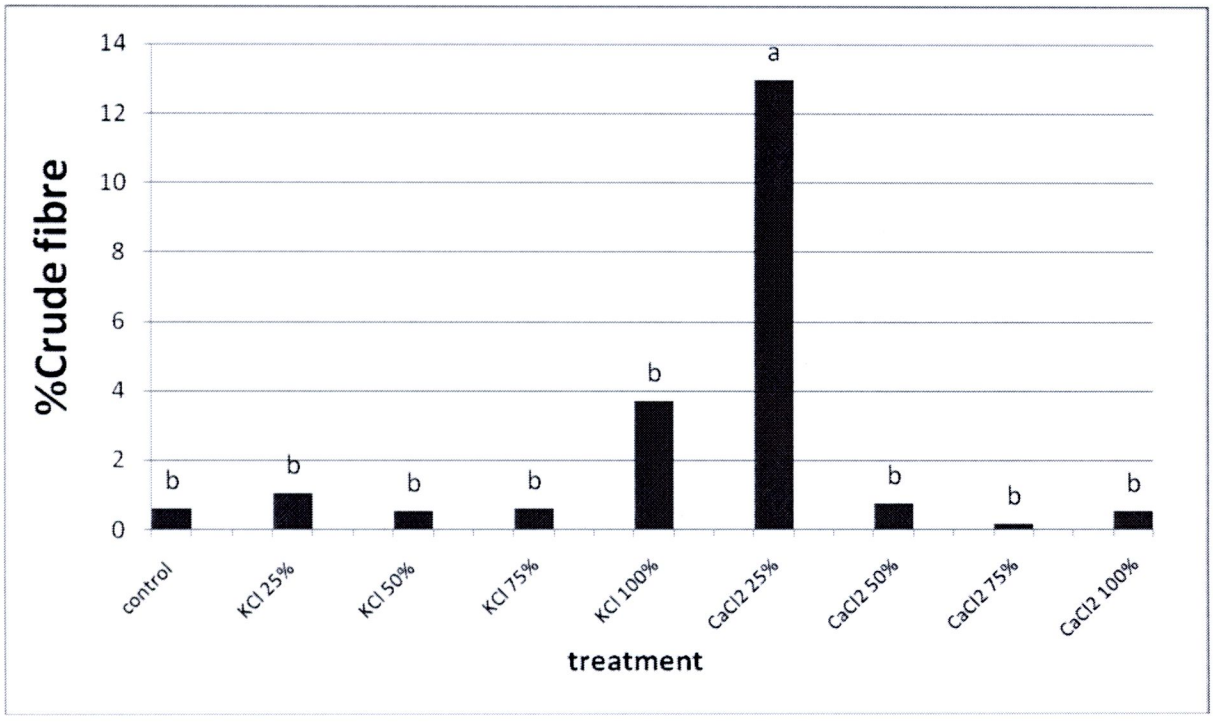
ไขมัน



ภาพ 15 ปริมาณไขมัน (%) ของตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ปลาส้มในชั่วโมงที่ 168 ของการหมัก

ผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างที่มีปริมาณไขมันมากที่สุดคือ ตัวอย่างที่ทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 25 ซึ่งไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่ทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 50 100 และตัวอย่างที่ทดแทนด้วยแคลเซียมคลอไรด์ 25 50 และ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนตัวอย่างที่ทดแทนด้วยแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 100 มีปริมาณไขมันน้อยที่สุด ทั้งยังไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

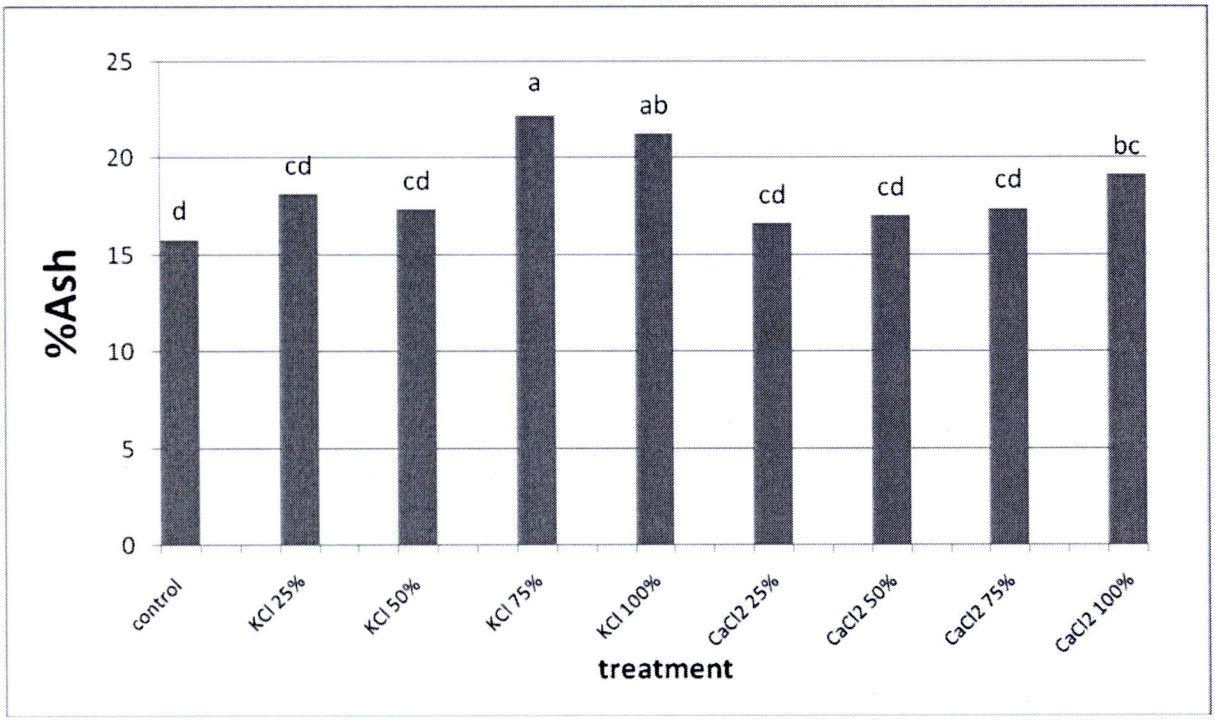
เยื่อใย (Crude fibre)



ภาพ 16 ปริมาณเยื่อใย (%) ของตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ปลาส้มในชั่วโมงที่ 168 ของการหมัก

ผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 25 มีปริมาณไฟเบอร์แตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ตัวอย่างอื่นๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

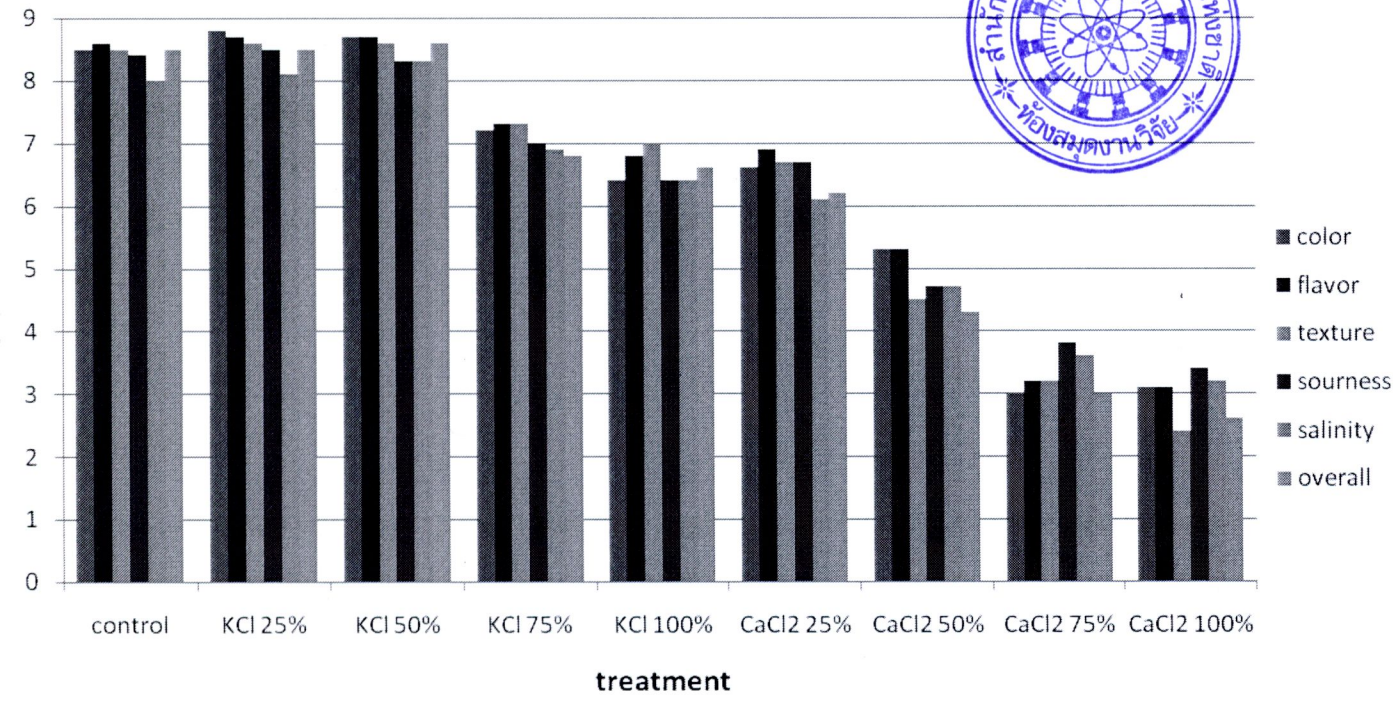
เถ้า (Ash)



ภาพ 17 ปริมาณเถ้า (%) ของตัวอย่างควบคุม และตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ปลาส้มในชั่วโมงที่ 168 ของการหมัก

ผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างที่มีปริมาณเถ้ามากที่สุด คือตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 75 ซึ่งไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 100 ส่วนตัวอย่างที่มีปริมาณเถ้าน้อยที่สุดคือ ตัวอย่างควบคุม ซึ่งไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 25 50 และตัวอย่างที่ใช้สารทดแทนแคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 25 50 และ 75

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



ภาพ 18 คะแนนการทดสอบด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลาส้มในชั่วโมงที่168 ของการหมัก ซึ่งผ่านการปรุงสุกแล้ว โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน

ผลการทดลองพบว่า สารทดแทนโพแทสเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 25 และ50 มีลักษณะสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความเปรี้ยว ความเค็ม และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม ส่วนร้อยละอัตราส่วนอื่นๆของสารทดแทน มีคะแนนการยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับตัวควบคุม