บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 วิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

MDCM ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในงานวิจัยนี้ เป็นผลิตผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการแปรรูปเนื้อไก่สดแช่เยือกแข็งจาก บริษัท อาหารเบทเทอร์ จำกัด จ. สมุทรสาคร นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า และวัดค่าสี (L*, a*, b*) ของวัตถุดิบ ผลวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.1 – 4.2

ตารางที่ 4.1 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของวัตถุดิบ MDCM

องค์ประกอบ	%โดยน้ำหนัก(เปียก)*
โปรตีน	8.85 ±0.23
ไขมัน	15.02 ±0.35
ความชื้น	75.15 ± 0.29
เถ้า	1.02 ± 0.07

*ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4.2 ค่าสี (L*, a*, b*) ของวัตถุดิบ MDCM

ตัวอย่าง	ค่าสี**		
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
เนื้อ MDCM	46.08 ± 1.31	15.73 ± 0.40	8.02 ± 0.78

**ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 5 ซ้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ MDCM ดังตารางที่ 4.1 พบว่ามีโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า 8.85, 15.02, 75.15 และ 1.02% โดยน้ำหนักตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าสีของ MDCM ดังตารางที่ 4.2 พบว่ามีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) 46.08, 15.73 และ 8.02 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการจัดระดับชั้นคุณภาพของ MDCM จากการสำรวจคุณภาพ MDCM ที่ผลิตในประเทศไทยโดย พันธิพา จันทวัฒน์ และคณะ (2546) ที่สุ่มตัวอย่าง MDCM จากโรงงานหลักที่ผลิต MDCM จำนวน 8 โรงงาน และได้กำหนดระดับชั้นคุณภาพของ MDCM ออกเป็น 3 ระดับชั้นคุณภาพคือ AA, A และ B โดยใช้ปริมาณ โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าเป็นเกณฑ์ และกำหนดให้ MDCM ชั้นคุณภาพ AA มีโปรตีนมากกว่า 11% ไขมันน้อยกว่า 15% ความชื้นน้อยกว่า 75% และเถ้าน้อยกว่า 1% MDCM ชั้นคุณภาพ A มีโปรตีน 9 - 11% ไขมันน้อยกว่า 15% ความชื้นน้อยกว่า 75% และเถ้าน้อยกว่า 1% และ MDCM ชั้นคุณภาพ B มีโปรตีนน้อยกว่า 9% ไขมันมากกว่า 15% ความชื้นมากกว่า 75% และเถ้ามากกว่า 1% จากผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของวัตถุดิบ MDCM (ตารางที่ 4.1) ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ จะเห็นได้ว่า MDCM ดังกล่าวจัดอยู่ในชั้นคุณภาพ B ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ต้องการนำ MDCM ชั้นคุณภาพต่ำมาปรับปรุงคุณภาพและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

จากปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า ของ MDCM ชั้นคุณภาพ B ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการวิจัย พบว่ามีไขมันอยู่ในปริมาณสูงเมื่อเทียบกับ MDCM ระดับชั้นคุณภาพ AA และ A นอกจากนี้อาจกล่าวได้ว่า MDCM มีโปรตีนต่ำกว่า ไขมันสูงกว่า และสีเข้มกว่า HDCM และเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ (Hernandez และคณะ, 1986) เนื่องจากในกระบวนการแยกเนื้อออกจากกระดูกด้วยเครื่อง มีไขมันและรงควัตถุจากไขกระดูกปนเปื้อนออกมากับส่วนเนื้อในปริมาณสูง ส่งผลให้เนื้อชนิดนี้มีปริมาณโปรตีนต่ำ ไขมันสูงและมีสีเข้มทำให้เกิดปัญหาด้านสีและมีโอกาสเกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยา oxidation ของไขมันได้ง่าย (Dhillon และ Maurer, 1975a) เมื่อนำไปใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพด้อยลงไปอาทิ ลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนนิ่มลง ผลิต-ภัณฑ์เกิดกลิ่นหืนเร็ว และมีสีเข้มขึ้น ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (Lin และ Chen, 1989) จากอุปสรรคในการนำ MDCM ไปใช้งานดังกล่าวจึงได้นำ MDCM มาปรับปรุงคุณภาพก่อนนำไปใช้งาน โดยใช้วิธีการล้างและสกัด เพื่อให้ได้ MDCM หลังปรับปรุงคุณภาพที่มีปริมาณไขมันและค่าสีแดง (a*) ลดลง สำหรับนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่เอื้อต่อการนำเนื้อดังกล่าวมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตต่อไป

4.2 การปรับปรุงคุณภาพ MDCM

เนื่องจากวัตถุดิบ MDCM ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็น MDCM ที่จัดอยู่ในระดับชั้นคุณภาพ B ซึ่งมีปริมาณไขมันสูงและมีสีเข้ม ทำให้มีสมบัติที่ไม่เหมาะสมเมื่อนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ จึงต้องปรับปรุงคุณภาพของ MDCM โดยวิธีการล้างเพื่อลดไขมันและความเข้มของสีเนื้อลง เพื่อให้เนื้อหลังล้างมีสมบัติที่ดีพอสำหรับการนำไปใช้งาน การล้าง MDCM ทำได้โดยใช้สารละลาย phosphate buffer 0.04 M pH 8.0 ร่วมกับสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% pH 8.0 หรือน้ำประปา ตามวิธีการล้างในข้อ 3.2 ในการทดลองขั้นต้นได้ศึกษาอัตราส่วนของสารละลายที่ใช้ในการล้างต่อเนื้อ MDCM ชนิดของสารละลายที่ใช้ในการล้าง และจำนวนครั้งที่ใช้ในการล้าง

4.2.1 ศึกษาอัตราส่วนสารละลาย

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนสารละลายที่ใช้ในการล้าง MDCM ที่อัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อ 2:1, 3:1, 4:1 หรือ 5:1 จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า เมื่อใช้อัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อเป็น 2:1 พบว่าของผสมระหว่างสารละลายที่ใช้ล้างกับเนื้อ MDCM มีความข้นหนืดมากเกินไป เมื่อนำไป centrifuge ทำให้แยกไขมันและสารละลายออกจากส่วนเนื้อได้ยากขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและรงควัตถุด้อยลง จึงไม่เลือกอัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อที่ภาวะนี้ แม้จะใช้สารละลายในการล้างน้อยกว่าที่อัตราส่วนอื่นก็ตาม ดังนั้นในการทดลองขั้นตอนนี้จึงพิจารณาอัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อ 3:1, 4:1 หรือ 5:1

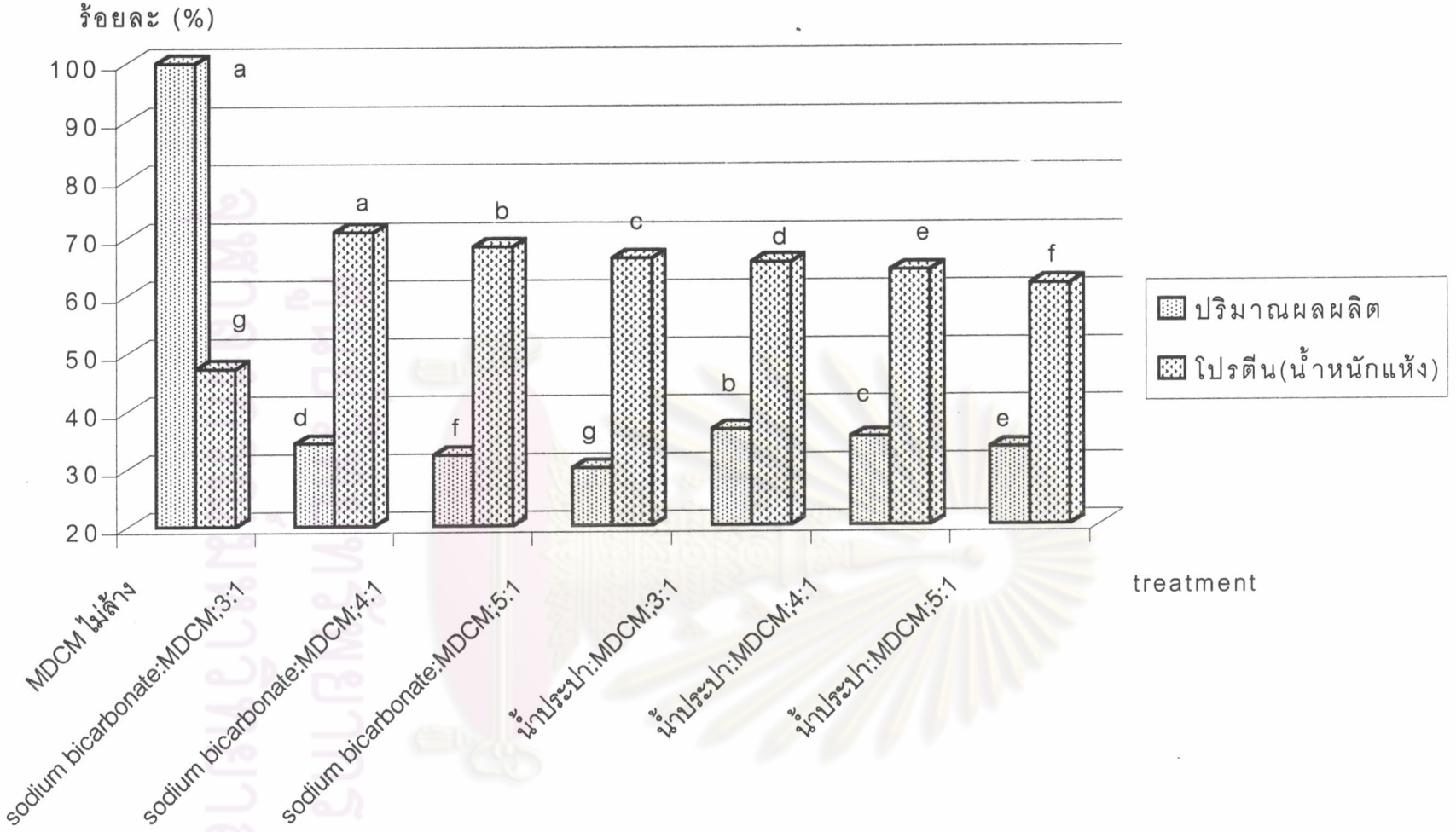
ในการล้าง MDCM แปรอัตราส่วนของสารละลาย phosphate buffer 0.04 M ร่วมกับสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% หรือน้ำประปา ต่อเนื้อ MDCM เป็น 3:1, 4:1 และ 5:1 เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกอัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อ ที่เหมาะสมคือ ตัวอย่างเนื้อ MDCM ล้างที่มีปริมาณผลผลิต และโปรตีน (โดยน้ำหนักแห้ง) สูงสุด ผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.1 – 4.2

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment พบว่า ชนิดของสารละลาย อัตราส่วนของสารละลายต่อเนื้อ MDCM และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของสารละลายและอัตราส่วนของสารละลายต่อเนื้อ MDCM มีผลต่อปริมาณผลผลิต ปริมาณโปรตีน (น้ำหนักแห้ง) ปริมาณไขมัน (น้ำหนักแห้ง) และค่าสีแดง (a*) ของ MDCM ล้างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลอง (รูปที่ 4.1 - 4.2) พบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนสารละลายเพิ่มขึ้น ปริมาณโปรตีน ไขมัน ค่าสีแดง (a*) และปริมาณผลผลิตลดลง ทั้งนี้เนื่องจากที่อัตราส่วนสูงสารละลายมีสัดส่วนมากพอที่จะไปจับกับโปรตีนและฮีมในรงควัตถุ myoglobin และ hemoglobin ทำให้โปรตีนและฮีมถูกกำจัดไปได้ในปริมาณสูง นอกจากนี้ในขณะล้าง ของผสมระหว่างสารละลายที่ใช้ล้างกับเนื้อ MDCM ต้องไม่ข้นหนืดจนเกินไป จึงจะทำให้แยกไขมันออกจากเนื้อ MDCM ได้ง่ายขึ้น ในการล้าง MDCM เมื่ออัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน รงควัตถุและปริมาณผลผลิตลดลง เนื่องจากสารละลายที่ใช้ในการล้างมีปริมาณมากพอที่จะเข้าไปละลายรงควัตถุและโปรตีนโดยเฉพาะ sarcoplasmic proteins และผลจากการลดความหนืดของของผสมทำให้ไขมันแยกออกจากส่วนเนื้อและกำจัดออกได้โดยง่าย ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตที่ได้ลดลง

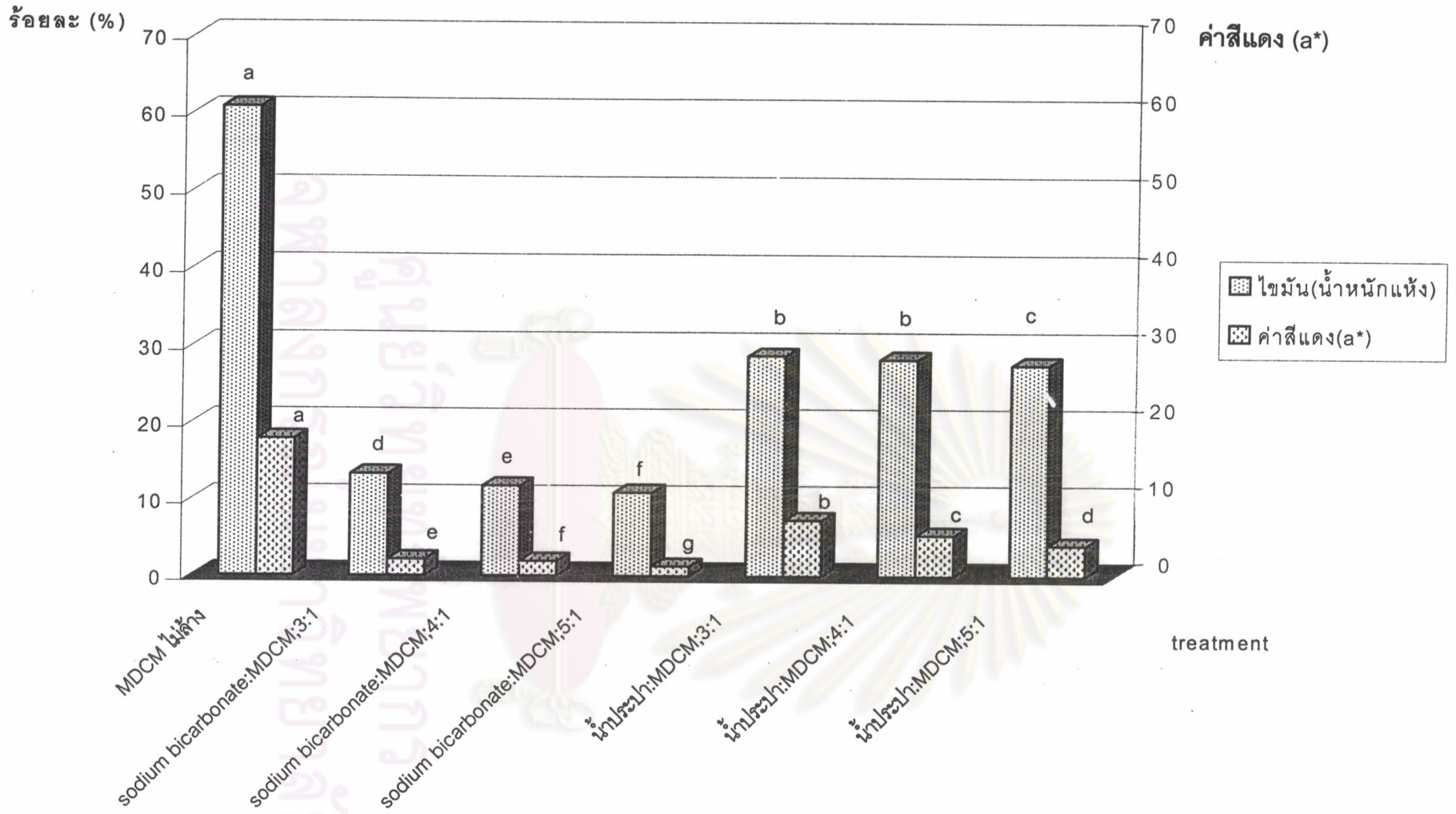
จากผลการทดลองในขั้นตอนนี้ สรุปได้ว่าการล้าง MDCM ด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% ในอัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อ 3:1 ให้ปริมาณผลผลิตและโปรตีนสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



a,b,c,...เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.1 ปริมาณผลผลิต และโปรตีน (น้ำหนักแห้ง) ของ MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% หรือน้ำประปา ที่อัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อ 3:1, 4:1 หรือ 5:1



a,b,c,... เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.2 ปริมาณไขมันและค่าสีแดง (a*) ของ MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% หรือน้ำประปา ที่ใช้อัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อ 3:1, 4:1 หรือ 5:1

4.2.2 ศึกษาชนิดสารละลายและจำนวนครั้งในการล้าง

จาก 4.2.1 สรุปได้ว่าอัตราส่วนของสารละลายต่อเนื้อที่เหมาะสมคือ 3:1 จึงได้ใช้อัตราส่วนดังกล่าวนี้ในการศึกษาอิทธิพลของชนิดสารละลายและจำนวนครั้งในการล้าง โดยล้าง MDCM ด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% หรือน้ำประปา เป็นจำนวน 1, 2 หรือ 3 ครั้ง เพื่อเลือกตัวอย่าง MDCM ล้างที่มีปริมาณไขมัน (น้ำหนักแห้ง) และค่าสีแดง (a*) ลดลงมากที่สุด โดยยังมีปริมาณผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50% ผลจากการทดลองนำ MDCM ชั้นคุณภาพ B มาปรับปรุงคุณภาพโดยการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% หรือน้ำประปา จำนวน 1, 2 หรือ 3 ครั้ง (วิธีการล้างแสดงในข้อ 3.2) มีดังแสดงในรูปที่ 4.3

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment พบอิทธิพลของชนิดสารละลายที่ใช้ในการล้าง จำนวนครั้งในการล้าง และอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อปริมาณผลผลิต และค่าสีแดง (a*) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาชนิดของสารละลายที่ใช้ในการล้าง พบว่าการล้าง MDCM ด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% หรือน้ำประปาต่างก็สามารถลดปริมาณไขมันและค่าสีแดง (a*) ของ MDCM ได้ ($p \leq 0.05$) โดยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% ลดปริมาณไขมันและค่าสีแดง (a*) ของเนื้อได้มากกว่าการใช้น้ำประปา (รูปที่ 4.3) ทั้งนี้เนื่องจาก Na^+ ในสารละลาย sodium bicarbonate ที่ความเข้มข้น 0.5% เข้าไปทำปฏิกิริยากับไขมันบางส่วนในเนื้อ MDCM โดยเกิดปฏิกิริยา saponification ได้เป็นเกลือโซเดียมของกรดไขมันที่ละลายน้ำได้ และจะถูกกำจัดไปพร้อมกับสารละลายในขั้นตอนการ centrifuge ที่ 0 – 2°C โดยไขมันและเกลือของกรดไขมันซึ่งมีความหนาแน่นต่ำกว่าสารละลายที่ใช้ในการล้าง ลอยตัวอยู่บนผิวหน้าของสารละลายและแข็งตัว ทำให้แยกออกจากชั้นสารละลายและส่วนเนื้อได้ง่ายขึ้น

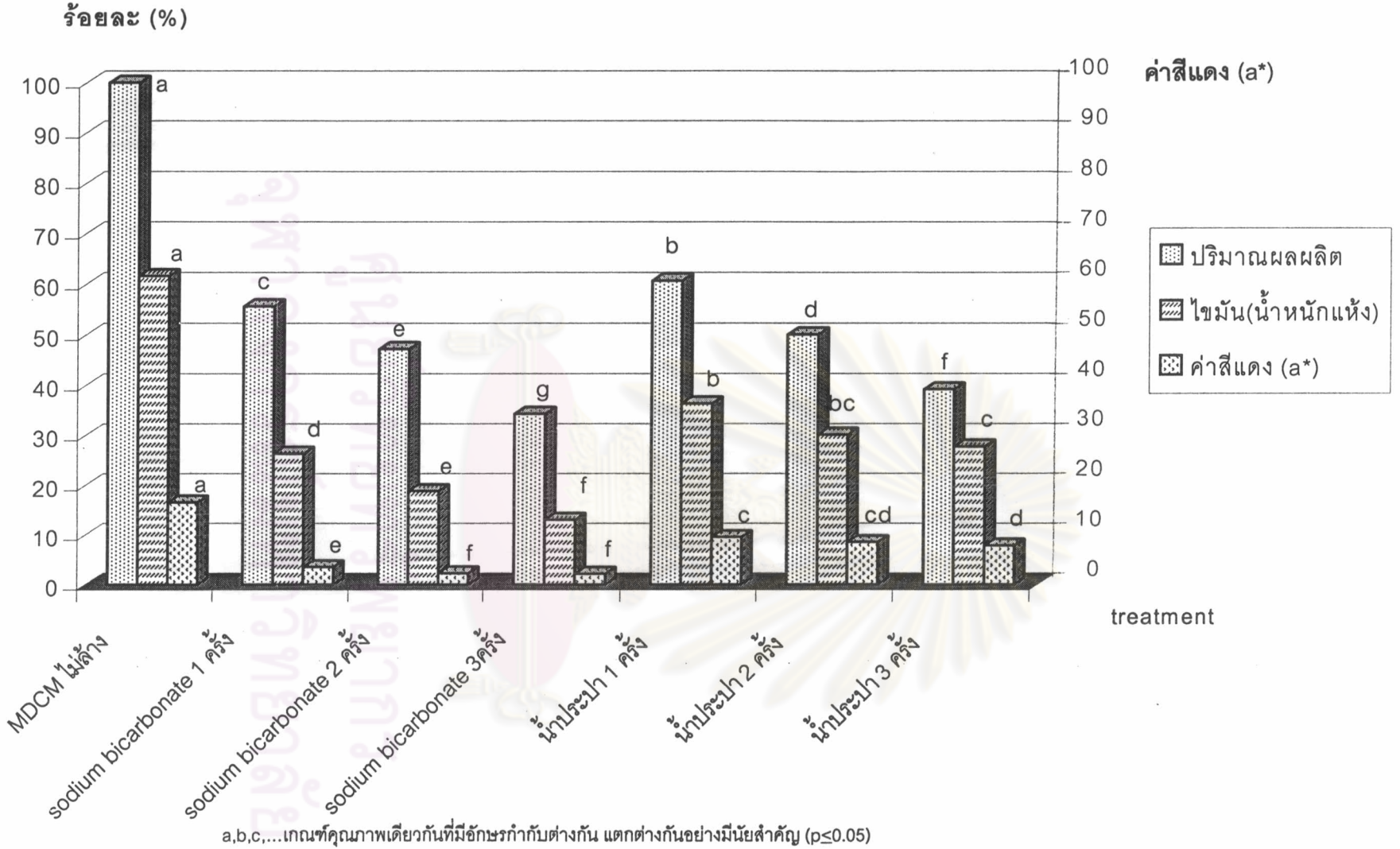
การใช้สารละลาย sodium bicarbonate ที่ความเข้มข้น 0.5% ในการล้าง มีผลในการกำจัดไขมันออกไปได้มากกว่าการใช้น้ำประปาในการล้าง เนื่องจากการใช้น้ำประปากำจัดไขมันไปเพียงบางส่วนโดยอาศัยหลักความแตกต่างของความหนาแน่นของน้ำกับไขมัน และแยกไขมันออกจากส่วนเนื้อโดยการ centrifuge เพียงอย่างเดียว และเมื่อพิจารณาค่าสีแดง (a*) ที่ลดลงเมื่อใช้สารทั้ง 2 ชนิดในการล้างพบว่า MDCM ที่ล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% มีค่าสีแดง (a*) ต่ำกว่าตัวอย่างที่ล้างด้วยน้ำประปา เนื่องจากสารละลาย sodium bicarbonate ที่ความเข้มข้น 0.5% มี pH 8.0 ทำให้เนื้อ MDCM ขณะล้างมี pH อยู่ในช่วง 7.4 – 7.6 มีผลให้รงควัตถุที่มีค่า Isoelectric point ที่ pH 6.6 - 6.8 (Froning และ Janky , 1971) มีค่า pH ห่างจาก pI มากขึ้นจึงละลายได้ในปริมาณสูง ทำให้กำจัดรงควัตถุออกไปพร้อมกับสารละลายได้มากกว่า เนื้อที่ได้จึงมีค่าสีแดง (a*) ลดลงมากกว่าการใช้ในน้ำประปา pH 7.0 ที่ให้ pH ของ MDCM ขณะล้างอยู่ในช่วง

6.8 – 6.9 ส่งผลให้เนื้อ MDCM ที่ล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% มีสีอ่อนกว่าตัวอย่างที่ล้างด้วยน้ำประปา

เมื่อพิจารณาจำนวนครั้งในการล้าง (รูปที่ 4.3) พบว่าเมื่อจำนวนครั้งเพิ่มขึ้น ปริมาณไขมัน ค่าสีแดง (a*) และปริมาณผลผลิตลดลง เนื่องจากสารละลายเข้าไปละลายรงควัตถุในเนื้อ MDCM ได้มากขึ้น ทำให้กำจัดรงควัตถุออกไปกับสารละลายได้สูงขึ้น การ centrifuge เพื่อแยกสารละลายออกจากส่วนเนื้อทำให้กำจัดไขมันได้มากขึ้น และการใช้สารละลาย sodium bicarbonate 0.5% ยังทำให้การกำจัดไขมันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพตามเหตุผลที่ได้อธิบายไปแล้ว เมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตพบว่า เมื่อจำนวนครั้งเพิ่มขึ้น ปริมาณผลผลิตลดลง เนื่องจากการล้าง MDCM ด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% หรือน้ำประปา มีผลในการกำจัดเลือด รงควัตถุ ไขมัน และ sarcoplasmic proteins ทำให้ปริมาณผลผลิตลดลง โดยการล้าง 1 และ 2 ครั้ง ให้ปริมาณผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50%

จากผลการทดลองในขั้นตอนนี้สรุปได้ว่าการล้าง MDCM ด้วยสารละลาย sodium bicarbonate ที่ความเข้มข้น 0.5% ที่ใช้อัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อ 3:1 จำนวน 1 และ 2 ครั้ง ให้ปริมาณไขมันและค่าสีแดง (a*) ลดลงมากที่สุดโดยยังมีปริมาณผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ 50%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 ปริมาณผลผลิต ไขมัน (น้ำหนักแห้ง) และค่าสีแดง (a*) ของ MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% หรือน้ำประปา ที่อัตราส่วนสารละลายต่อเนื้อ 3:1 เป็น 1, 2 หรือ 3 ครั้ง

4.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์จาก MDCM

คัดเลือกผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับ MDCM ที่ผ่านการล้าง และ MDCM ชั้นคุณภาพ B จากผลิตภัณฑ์ 2 ประเภท ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูปและผลิตภัณฑ์ที่เกิดเจล โดยใช้เบอร์เกอร์เป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์เนื้อขึ้นรูป และใช้ลูกชิ้นเป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ที่เกิดเจล

4.3.1 ผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์

เบอร์เกอร์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสัตว์ เครื่องเทศ เครื่องปรุงรส และวัตถุเจือปนอาหารอื่น เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหยาบที่ต้องการการยึดเกาะของชิ้นเนื้อ จึงจำเป็นต้องมีปริมาณโปรตีนที่ละลายในเกลือแกงเพียงพอที่จะทำหน้าที่ดังกล่าว และปริมาณไขมันต้องไม่อยู่ในระดับที่สูงเกินไป เพราะอาจไปขัดขวางการเชื่อมติดของชิ้นเนื้อทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่แตกร่วนง่าย และสีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ควรเข้มเกินไปจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Saleh และ Ahmed, 1998)

การออกแบบการทดลองในขั้นตอนนี้ มีตัวแปรในกระบวนการผลิต คือ ชนิดของ MDCM และปริมาณของ MDCM โดยชนิดของ MDCM ได้แก่ MDCM ที่ผ่านการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% จำนวน 1 และ 2 ครั้ง (จากข้อ 4.2) และ MDCM ชั้นคุณภาพ B โดยแปรปริมาณการทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ทั้ง 3 ชนิดเป็น 12, 24, 36, 48 และ 60% ของน้ำหนักเนื้อ เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพเพื่อเลือกผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ค่าสี ค่าแรงตัดขาด ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อ *E.coli* เชื้อ *Salmonella* และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

ผลจากการทดลอง (ตารางที่ 4.3) พบว่าปริมาณโปรตีน ไขมันของเนื้อหมู และ MDCM ทั้ง 3 ชนิดแตกต่างกันโดย MDCM ทั้ง 3 ชนิดมีโปรตีนต่ำกว่าเมื่อเทียบกับเนื้อหมู และพบว่า MDCM ชั้นคุณภาพ B มีไขมันสูงสุด ($p \leq 0.05$) ขณะที่ MDCM ที่ล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% 1 และ 2 ครั้ง มีปริมาณไขมันใกล้เคียงกับเนื้อหมู แต่มีความชื้นสูงกว่า ทั้งนี้เพราะการล้าง MDCM ส่งผลให้ความชื้นสูงขึ้น เนื่องจากสารละลาย sodium bicarbonate ที่ความเข้มข้น 0.5% มี pH 8.0 เมื่อใช้ในการล้าง MDCM ทำให้ pH ของเนื้อ MDCM สูงขึ้นจาก pH 6.4 - 6.5 เป็น 7.4 – 7.6 ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของ myofibrillar proteins เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเมื่อ pH ของโปรตีนสูงขึ้น pH จึงออกห่างจากจุด pI ซึ่งเท่ากับ 6.6 – 6.8 (Froning และ Janky, 1971) มากขึ้น ทำให้ประจุสุทธิของสาย polypeptides ภายในโมเลกุลโปรตีนไม่สมดุล

โปรตรอนซึ่งมีประจุบวกจะถูกดึงออกจากกลุ่มอะมิโนและกลุ่มคาร์บอกซิล โปรตีนมีประจุรวมเป็นลบมากขึ้น ซึ่งประจุเหมือนกันจะผลักกัน ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างโมเลกุลเพิ่มขึ้น โมเลกุลของน้ำจึงเข้าจับกับโปรตีนได้มากขึ้น ส่งผลให้ MDCM ล้างมีความชื้นเพิ่มขึ้น (Pomeranz, 1991)

ตารางที่ 4.3 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของเนื้อหมู เนื้อ MDCM ชั้นคุณภาพ B และ MDCM ที่ผ่านการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% สำหรับผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์

วัตถุดิบ	%โดยน้ำหนัก (เปียก)			
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า
เนื้อหมู	$21.10^{a}\pm0.19$	$5.61^{b}\pm0.18$	$71.56^{c}\pm0.25$	$0.99^{b}\pm0.02$
MDCM ชั้นคุณภาพ B	$8.78^{d}\pm0.09$	$15.02^{a}\pm0.08$	$75.30^{b}\pm0.25$	$0.98^{b}\pm0.03$
MDCM ล้าง 1 ครั้ง	$11.17^{b}\pm0.08$	$4.89^{bc}\pm0.05$	$81.32^{a}\pm0.25$	$1.67^{a}\pm0.02$
MDCM ล้าง 2 ครั้ง	$10.84^{c}\pm0.14$	$3.33^{c}\pm0.13$	$81.98^{a}\pm0.71$	$1.76^{a}\pm0.03$

a,b,...ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์

ผลิตเบอร์เกอร์ตามสูตรต้นแบบที่ดัดแปลงชนิดและปริมาณเครื่องเทศจาก Herbert (1989) โดยในสูตรดังกล่าวเติมแครอทบดหยาบ ซึ่งอาจมีผลในการบดบังสีของเบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM จึงตัดส่วนผสมนี้ออกไป และวิธีการผลิตทำตามวิธีของ Saleh และ Ahmed (1998) โดยเปลี่ยนวิธีอัดขึ้นรูปจากการใช้เครื่องเป็นการขึ้นรูปโดยใช้มือ แปรปริมาณการทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ทั้ง 3 ชนิดเป็น 12, 24, 36, 48 และ 60% ของน้ำหนักเนื้อ วิเคราะห์คุณภาพด้านองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า ของตัวอย่างทั้ง 16 ตัวอย่าง มีผลดังแสดงในรูปที่ 4.4 – 4.7 จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment พบว่า ชนิดของ MDCM ปริมาณ MDCM และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของ MDCM และปริมาณ MDCM มีผลต่อปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

เมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีน (รูปที่ 4.4) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดทดแทนเนื้อหมูในสูตรต้นแบบเพิ่มขึ้น โปรตีนมีแนวโน้มลดลง โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B มีโปรตีนต่ำกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ในทุกปริมาณ ทั้งนี้

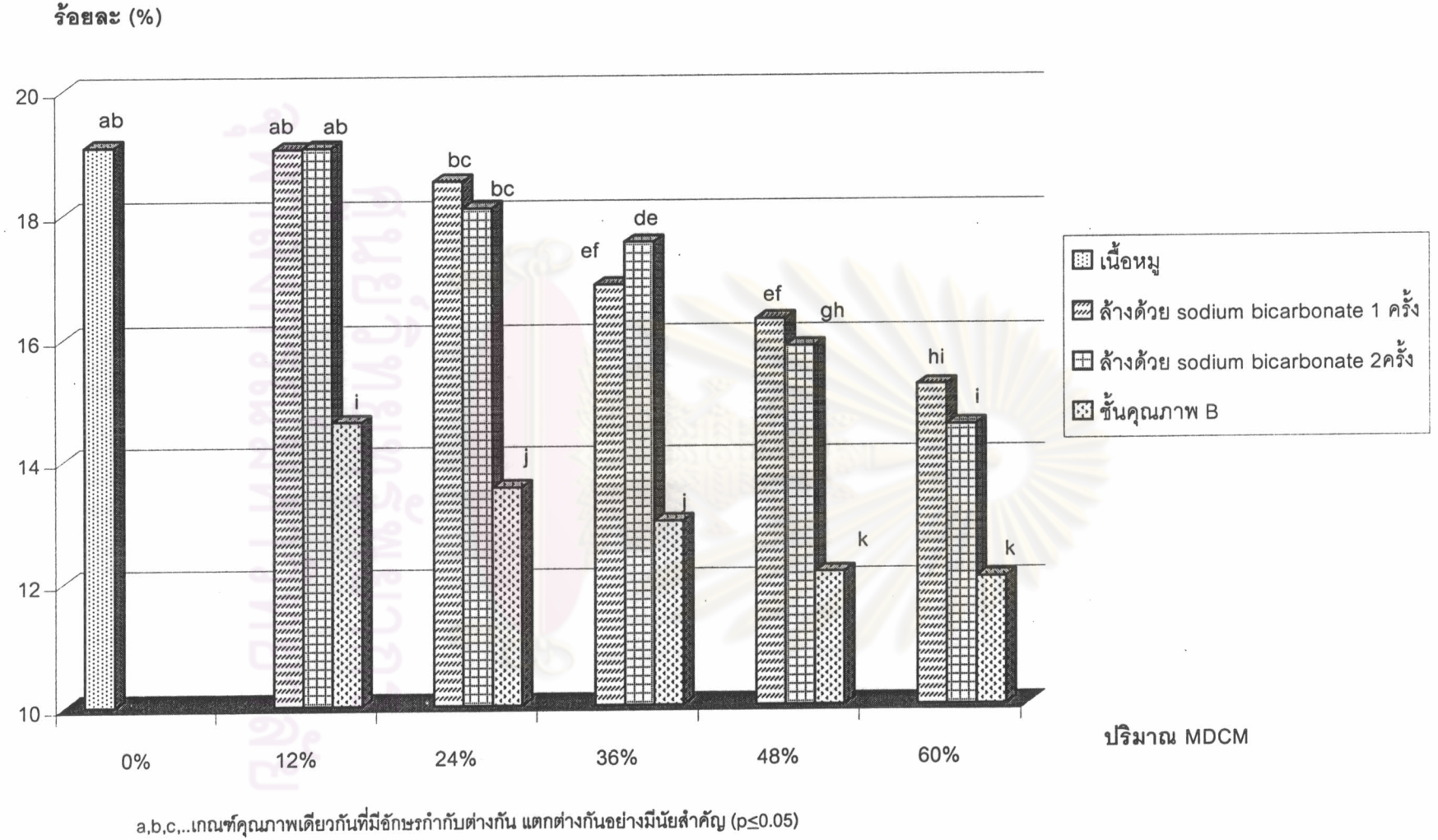
เนื่องจาก MDCM ชั้นคุณภาพ B มีโปรตีนต่ำสุด เมื่อเทียบกับเนื้อหมูและ MDCM ล้าง ส่งผลให้โปรตีนที่ได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายต่ำกว่าทุกตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาปริมาณไขมัน (รูปที่ 4.5) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดทดแทนเนื้อหมูในสูตรต้นแบบเพิ่มขึ้น ไขมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B มีไขมันสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ในทุกปริมาณ ทั้งนี้เนื่องจาก MDCM ชั้นคุณภาพ B มีไขมันสูงสุด เมื่อเทียบกับเนื้อหมูและ MDCM ล้าง ส่งผลให้ไขมันที่ได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายสูงกว่าทุกตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้น (รูปที่ 4.6) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดทดแทนเนื้อหมูในสูตรต้นแบบเพิ่มขึ้น ความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง มีความชื้นสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในทุกปริมาณ ทั้งนี้เนื่องจาก MDCM ล้าง มีความชื้นในปริมาณสูงกว่าเนื้อหมูและ MDCM ชั้นคุณภาพ B ส่งผลให้ความชื้นที่ได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายสูงกว่าทุกตัวอย่าง

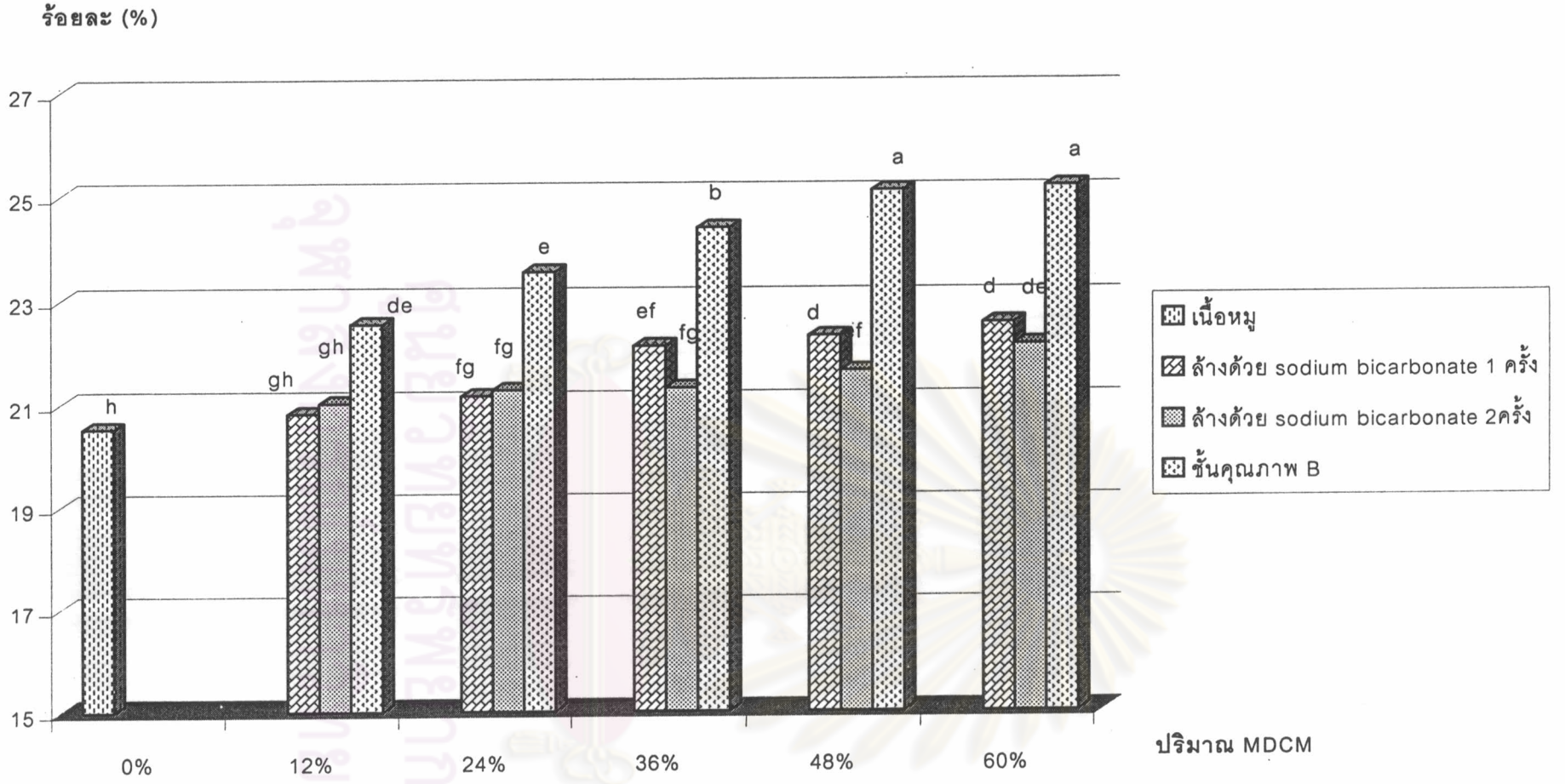
เมื่อพิจารณาปริมาณเถ้า (รูปที่ 4.7) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดทดแทนเนื้อหมูในสูตรต้นแบบเพิ่มขึ้น เถ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ใช้เนื้อหมูเพียงอย่างเดียว เนื่องจากกระบวนการผลิต MDCM มีขั้นตอนการบีบอัดเนื้อพร้อมกระดูกผ่านตะแกรง อาจมีกระดูกชิ้นเล็กๆ ปะปนออกมาด้วยทำให้ MDCM มีปริมาณ แคลเซียมสูงขึ้น ส่งผลให้เถ้าซึ่งประกอบด้วยแคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก มีปริมาณสูงขึ้น เมื่อใช้ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นปริมาณเถ้าจึงเพิ่มขึ้น (Hamm และ Young, 1983)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



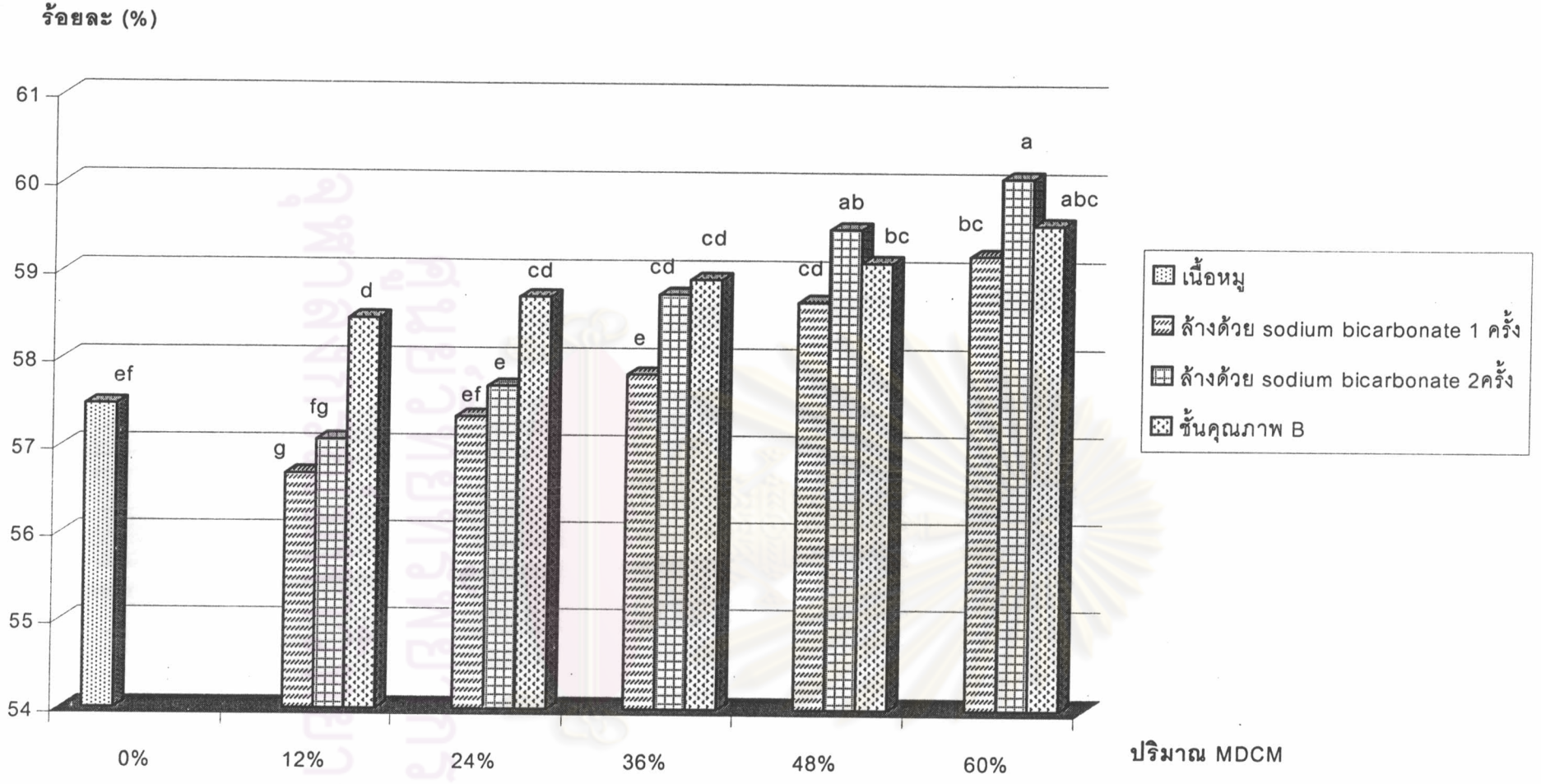
a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.4 ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



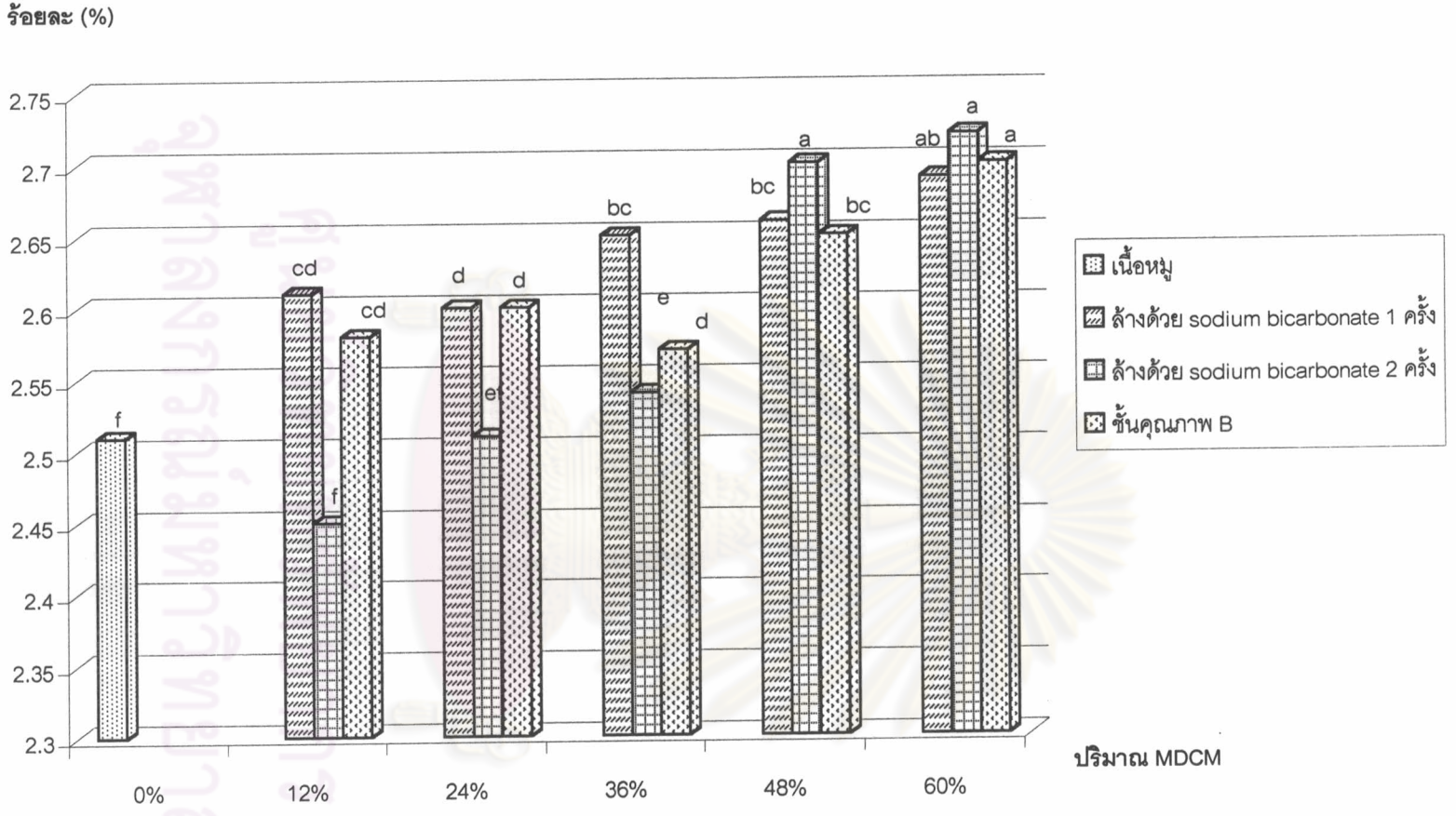
a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.5 ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



a,b,c,...เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.6 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



a,b,c,...เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

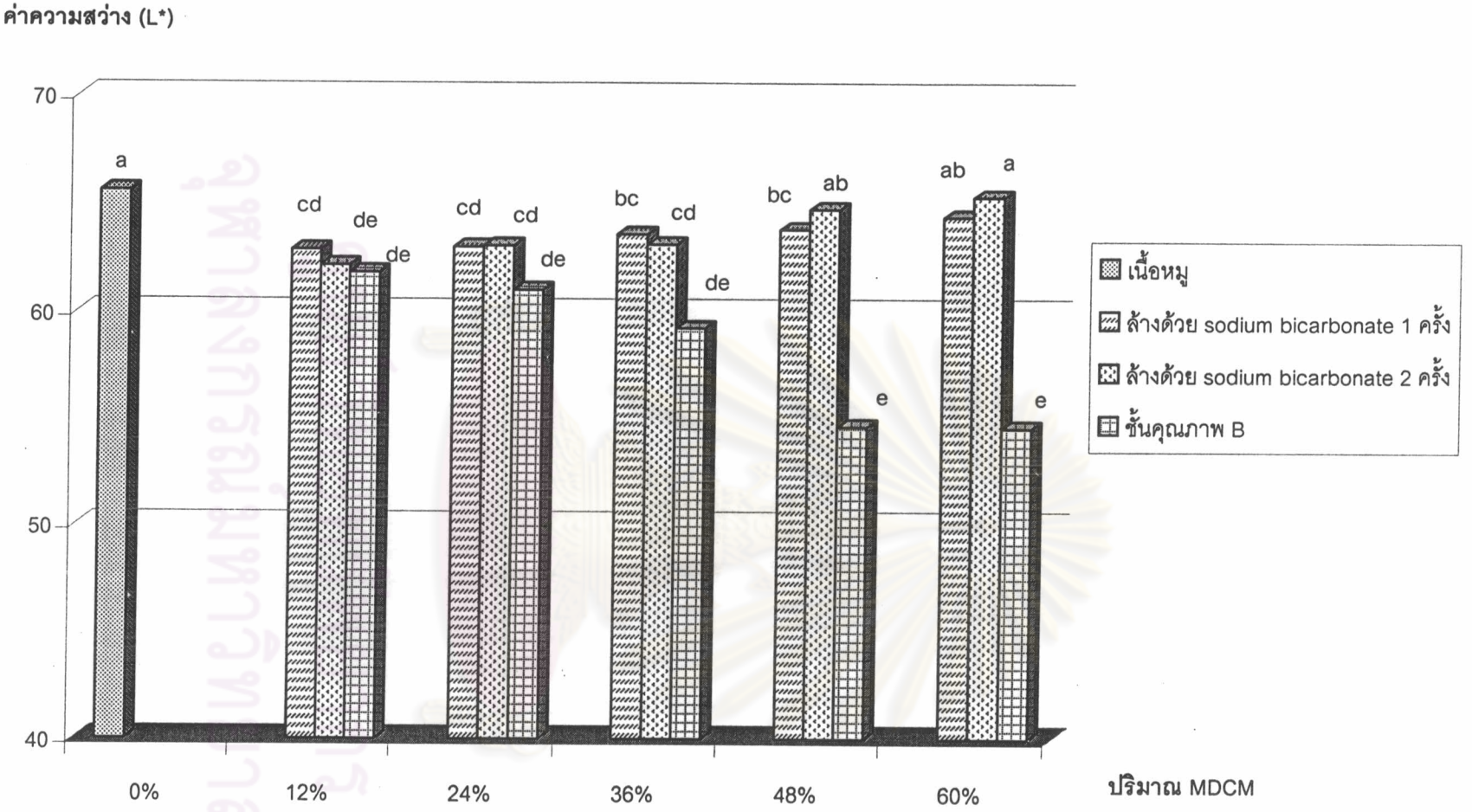
รูปที่ 4.7 ปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

ค่าสี

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment พบว่าชนิดของ MDCM และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิด และปริมาณ MDCM มีผลต่อค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

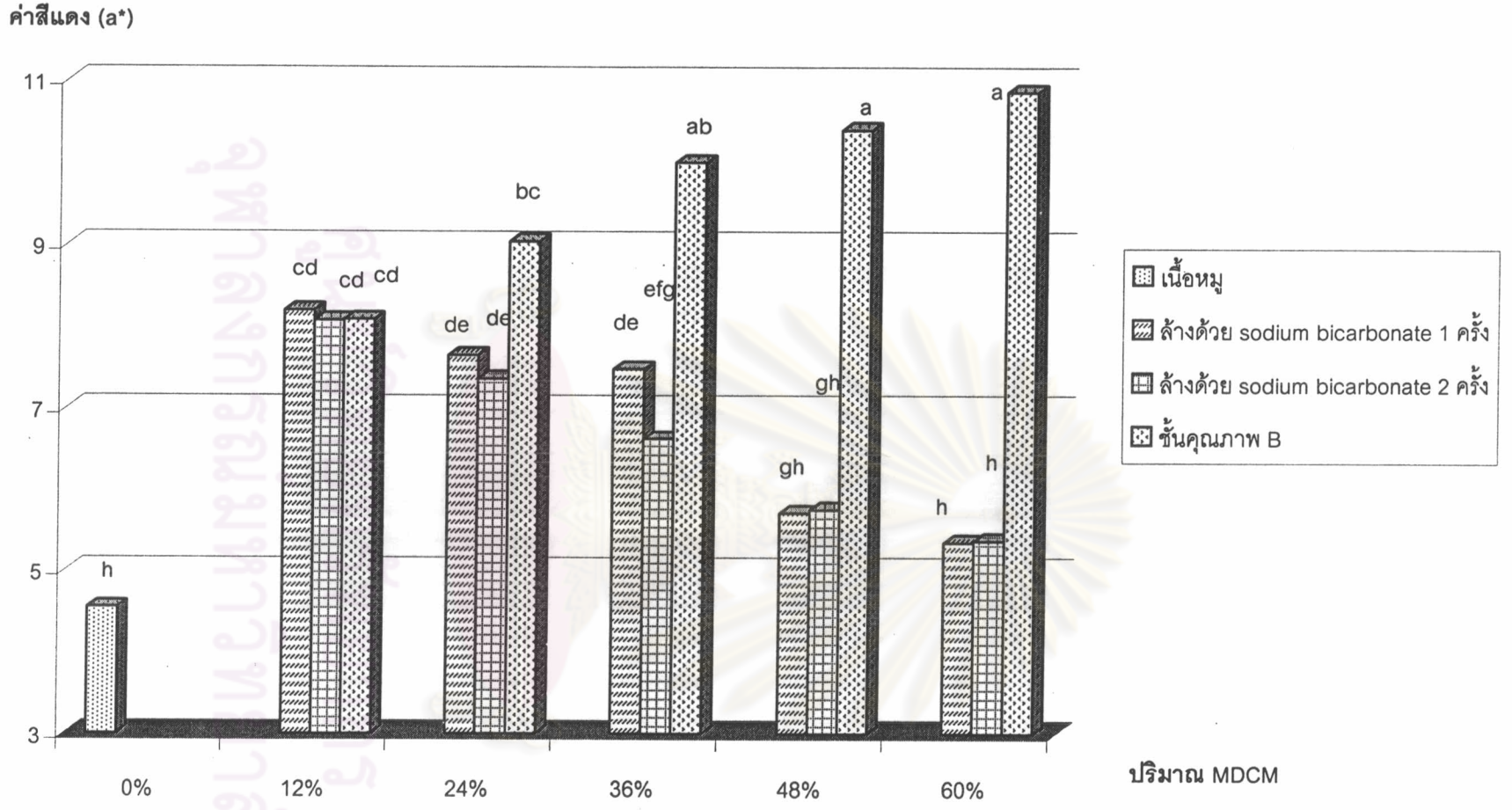
เมื่อพิจารณาค่าสี (รูปที่ 4.8 - 4.10) พบว่าเบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง มีค่าความสว่าง (L*) สูงกว่า และมีค่าสีแดง (a*) ต่ำกว่า ตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก MDCM ที่ผ่านการล้างมีสีอ่อนลง เมื่อทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีสีอ่อนลง ค่าความสว่าง (L*) จึงเพิ่มขึ้น และค่าสีแดง (a*) ลดลง จากการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ล้าง 1 และ 2 ครั้ง เมื่อใช้ในปริมาณสูงขึ้นผลิตภัณฑ์ก็ยังมีสีอ่อน ขณะที่ตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้มีสีเข้มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการล้าง MDCM ทำให้รงควัตถุซึ่งเป็นสารให้สีใน MDCM ถูกกำจัดออกไป พร้อมกับสารละลายที่ใช้ในการล้าง ดังนั้น MDCM ล้างที่ได้จึงมีค่าสีแดง (a*) ลดลง จนเข้าใกล้เนื้อ HDCM เมื่อใช้ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์จึงให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีอ่อนลง ในขณะที่ MDCM ชั้นคุณภาพ B มี heme pigment ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดงสูงกว่า MDCM ล้าง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีสีคล้ำขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง และค่าสีแดง (a*) สูงขึ้น ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hernandez และคณะ (1986) ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์ patties ที่ใช้ MDCM ในปริมาณเพิ่มขึ้นจะมีค่าความสว่าง (L*) ลดลง และมีค่าสีแดง (a*) สูงขึ้นกว่าผลิตภัณฑ์ patties ที่ใช้ MDCM ทดแทนในปริมาณต่ำกว่า และพบว่าเมื่อใช้ MDCM ล้างทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้น และค่าสีแดง (a*) ลดลง

การที่ผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่มี MDCM ในส่วนผสมมีค่าความสว่างลดลงเมื่อใช้ในปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำซึ่งสาเหตุดังกล่าวเกิดได้จากปฏิกิริยา 2 ชนิด ปฏิกิริยาแรกเป็นการเปลี่ยนสีจากการได้รับความร้อนโดย myoglobin และ hemoglobin ใน MDCM เมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็น denatured metmyoglobin และ denatured methemoglobin ตามลำดับ ส่งผลให้เนื้อมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ปฏิกิริยาสุดท้ายที่เกิดคือปฏิกิริยา Maillard ซึ่งพบได้ในอาหารที่มี reducing sugar, amino acid หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ อยู่รวมกัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้ผ่านการทอดที่อุณหภูมิสูงและมีการเติมน้ำตาลลงไปจึงทำให้เกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยานี้ โดย reducing sugar ทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนและโปรตีนได้เป็นไกลโคซิลเอมีน เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาลที่เรียกว่า melanoidins เป็นผลให้เบอร์เกอร์มีสีคล้ำขึ้น (Deman, 1990) สำหรับ MDCM ล้างมีอัตราการเกิดปฏิกิริยา Maillard ต่ำกว่า MDCM ชั้นคุณภาพ B เนื่องจากปริมาณน้ำที่มีอยู่สูงใน MDCM ล้างทำให้ตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งก็คือ reducing sugar และกรดอะมิโน เจือจางลงปฏิกิริยาดังกล่าวจึงเกิดได้ช้าลง ส่งผลให้เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างมีสีอ่อนกว่า



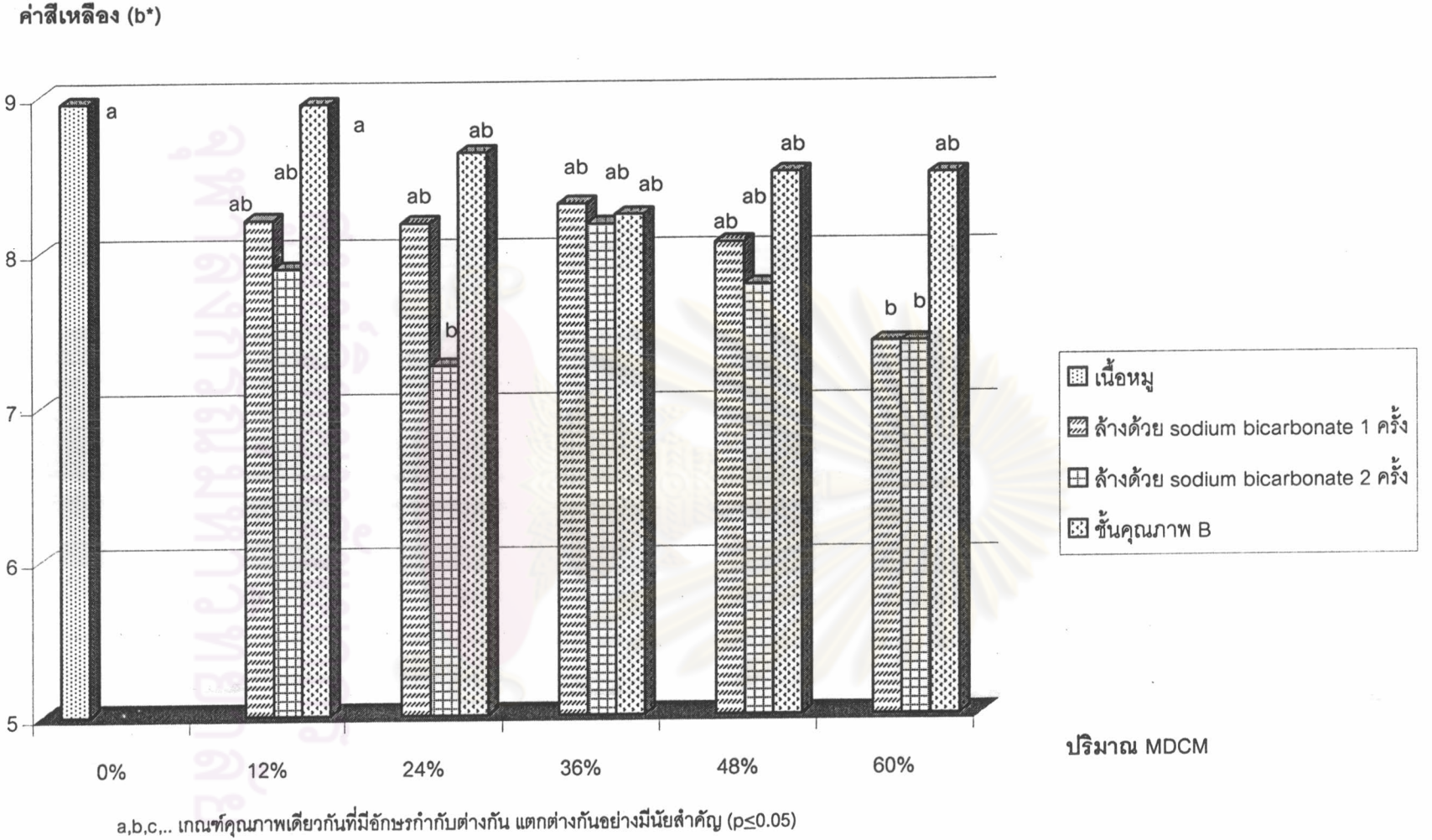
a,b,c,.. เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.8 ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



a,b,c,.. เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.9 ค่าสีแดง (a*) ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

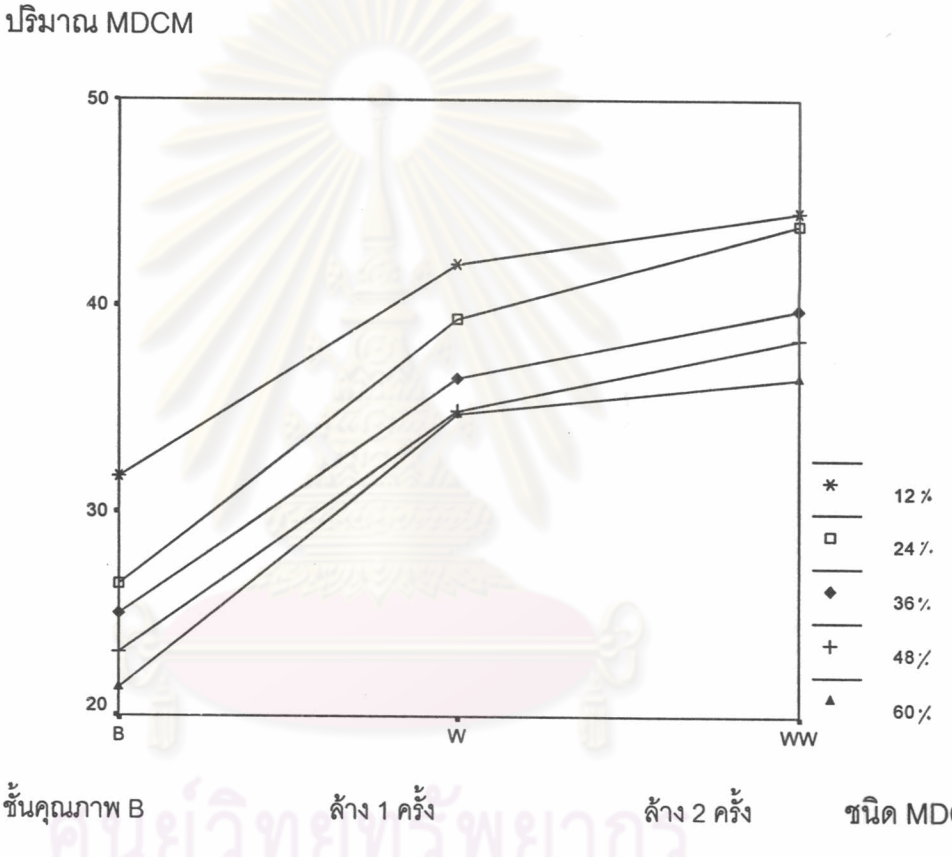


a,b,c,.. เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.10 ค่าสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

ค่าแรงตัดขาด

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment พบอิทธิพลของชนิดและปริมาณของ MDCM ต่อค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของ MDCM และปริมาณ MDCM ($p > 0.05$) โดยในรูปที่ 4.11 จากการตรวจสอบอิทธิพลร่วมของชนิดและปริมาณของ MDCM ได้กราฟเป็นเส้นขนาน แสดงว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสอง



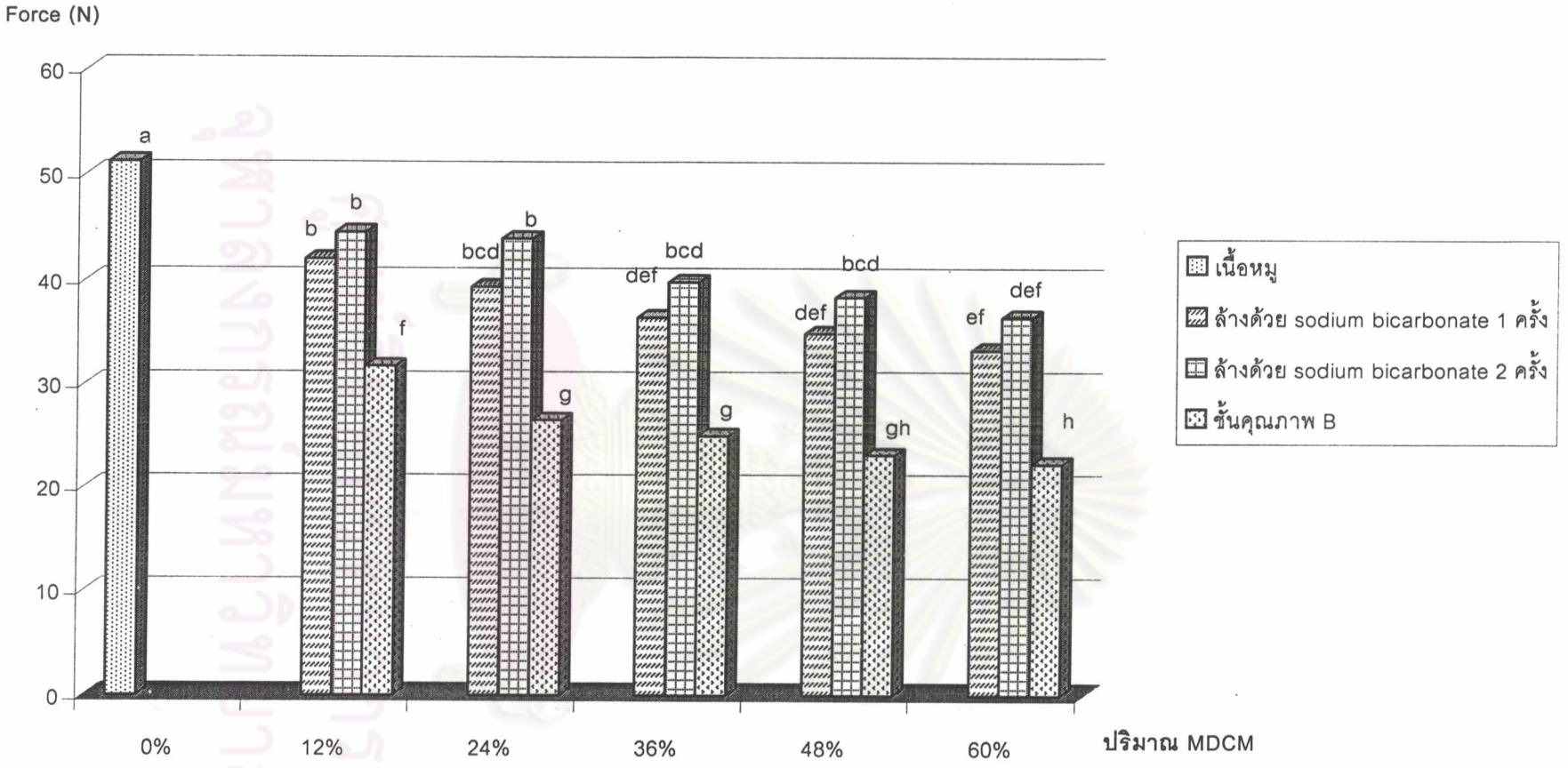
รูปที่ 4.11 อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและปริมาณ MDCM ต่อค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์

เมื่อพิจารณาค่าแรงตัดขาด (รูปที่ 4.12) พบว่าผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ทั้ง 3 ชนิด ในปริมาณเพิ่มขึ้น ให้ค่าแรงตัดขาดลดลง ทั้งนี้เนื่องจาก MDCM ทั้ง 3 ชนิดมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และความชื้น แตกต่างจากเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิต (ตารางที่ 4.2) โดย MDCM ทั้ง 3 ชนิด มีโปรตีนที่ให้ความคงตัวและเนื้อสัมผัสที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์อยู่ต่ำ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสที่แตกร่วนง่าย ค่าแรงตัดขาดจึงลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเบอร์เกอร์เป็นผลิตภัณฑ์ที่อาศัยการยึดเกาะระหว่างชิ้นเนื้อและการเกิดโครงสร้างเจลจากโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือ ความสามารถในการยึดเกาะของชิ้นเนื้อขึ้นกับปริมาณโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือที่สกัดออกมาได้ โดยเนื้อหมูมีโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือ 38.6 – 55.0% (Schnell และคณะ, 1973; Acton, 1972) ในขณะที่ MDCM และ MDCM ล้างมีโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือ 17.8 – 33.0% และ 38.8 – 94.3% ตามลำดับ (Yang และ Froning, 1992c)

Schmidt และ Trout (1985) อธิบายกลไกการยึดเกาะกันระหว่างชิ้นเนื้อว่าเกิดขึ้นจากการเชื่อมตัวกันระหว่างโปรตีนที่ละลายในเกลือแกงได้แก่ myofibrillar proteins ซึ่งประกอบด้วย actin และ myosin โปรตีนดังกล่าวนี้ละลายเมื่อเติมเกลือ 2 – 3% โดยน้ำหนัก เมื่อนวดผสม actin และ myosin ละลายออกมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อแล้วเกิดการเรียงตัวใหม่ และรวมตัวเป็น actomyosin ด้วย hydrogen bond และ disulfide bond ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความเหนียวระหว่างการนวดผสม แต่ในสภาพเนื้อขึ้นรูปที่ยังดิบ การยึดเกาะยังไม่แข็งแรง แต่ความสามารถในการยึดเกาะจะดีขึ้นเมื่อให้ความร้อนที่ 75 - 100°C โปรตีนดังกล่าวเกิดโครงสร้างที่แข็งแรงเนื่องจากเกิดการเชื่อมต่อกันด้วย cohesive bond และเกิดการรวมตัวกัน (aggregation) โดยความร้อนเป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดการรวมตัวกันของสาย polypeptide ทำให้โมเลกุลของโปรตีนใหญ่ขึ้นและเกิดการรวมตัวกันเป็น polymer – polymer interaction ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็งตัวและมีรูปร่างแน่นอน ทำให้มีความแข็งแรงในการยึดเกาะระหว่างชิ้นเนื้อ นอกจากนี้แล้วความชื้นและไขมันยังมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื่องจากปริมาณน้ำและไขมันที่เพิ่มขึ้นทำให้สัดส่วนของโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือต่อหน่วยน้ำหนักในเนื้อลดน้อยลงไป นอกจากนี้ไขมันยังเป็นตัวขัดขวางการยึดเกาะระหว่างชิ้นเนื้อของโปรตีน และขัดขวางการเกิดโครงร่าง 3 มิติของเจลทำให้การยึดเกาะระหว่างชิ้นเนื้อต่ำลงและทำให้เจลกักเก็บน้ำไว้ได้ไม่ดีพอ เป็นผลให้ค่าแรงยึดของผลิตภัณฑ์ลดลง (Yasui, Ishioroshi และ Samejima, 1982) ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ McMahon และ Dawson (1976) ที่พบว่าเมื่อทดแทนเนื้อวัวด้วยเนื้อไก่งวงแยกกระดูกด้วยเครื่องในปริมาณเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ fermented sausage ทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีปริมาณไขมันสูงขึ้น และไขมันเป็นตัวเข้าไปขัดขวางการยึดเกาะระหว่างชิ้นเนื้อ ส่งผลให้ค่าแรงยึดของผลิตภัณฑ์ลดลง

ผลจากการทดลองในรูปที่ 4.12 พบว่าตัวอย่างที่ใช้เนื้อหมูเพียงอย่างเดียวในการผลิตมีค่าแรงตัดขาดสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหมูมีโปรตีนสูงกว่า (ตารางที่ 4.3) และมีโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือสูงกว่า MDCM ทั้ง 3 ชนิด ส่งผลให้ค่าแรงตัดขาดสูงสุด และพบว่าเบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ผ่านการล้าง 1 และ 2 ครั้ง มีค่าแรงตัดขาดสูงกว่าเบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในทุกปริมาณ ทั้งนี้เนื่องจากการล้าง MDCM ทำให้สูญเสียโปรตีนที่ละลายน้ำไป ส่งผลให้สัดส่วนของโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือต่อหน่วยน้ำหนักเพิ่มขึ้น ทำให้ความสามารถในการยึดเกาะระหว่างชิ้นเนื้อและโครงสร้างของเจลแข็งแรงขึ้น ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงสูงกว่า (Xiong และ Brekke, 1989)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



a,b,c,.. เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.12 ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อ E.coli และเชื้อ Salmonella

ผลการวิเคราะห์ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อ *E.coli* และเชื้อ *Salmonella* ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 16 ตัวอย่าง มีผลดังแสดงในตารางที่ 4.4 ผลจากการทดลอง พบว่าผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในช่วง $1.3 \times 10^2 - 6.6 \times 10^3$ cfu/g และไม่พบเชื้อ *E.coli* และ *Salmonella* ในทุกตัวอย่าง โดยผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในช่วง $2.3 \times 10^3 - 6.6 \times 10^3$ cfu/g ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้งที่มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในช่วง $2.4 \times 10^2 - 8.1 \times 10^2$ cfu/g ทั้งนี้เนื่องจาก การล้าง MDCM ทำให้เกิดการชะล้างเลือดในเนื้อซึ่งเป็นอาหารที่ดีของเชื้อจุลินทรีย์ออกไป ส่งผลให้แบคทีเรียทั้งหมดใน MDCM ล้างลดลง (Ostovar และคณะ, 1971) จากการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้งมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ประมาณ 1 log cycle และไม่พบเชื้อ *E.coli* และ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่าง เมื่อพิจารณาเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์และภาชนะสัมผัสอาหารของอาหารพร้อมบริโภคที่ผ่านกรรมวิธีการปรุงสุกประเภทแช่แข็งของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) กำหนดให้ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกิน 1.0×10^5 cfu/g ปริมาณเชื้อ *E.coli* โดยวิธี MPN น้อยกว่า 3 ในตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่พบเชื้อ *Salmonella* ในตัวอย่าง 25 กรัม ผลจากการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์คุณภาพทางทางจุลินทรีย์และภาชนะสัมผัสอาหารของอาหารพร้อมบริโภคที่ผ่านกรรมวิธีการปรุงสุกประเภทแช่แข็งของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ostovar และคณะ (1971) ที่พบว่าการล้าง MDCM มีผลในการลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลงได้ 0.5 – 1.0 log cycle ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นใน MDCM ล้างต่ำลง เนื่องจากวิตามิน และเกลือแร่ที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์และจุลินทรีย์บางส่วนถูกชะล้างไปกับสารละลายที่ใช้ในการล้าง MDCM ล้างจึงมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลง และ McIvor และคณะ (2002) ที่พบว่าการล้าง MDCM ด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% จำนวน 3 ครั้ง เมื่อนำไปทดแทนเนื้อหมูในการผลิต fresh sausage และ meat loaf โดยทดแทนส่วนเนื้อในปริมาณ 0 - 15% ของน้ำหนักเนื้อ พบว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างในผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลง 1.0 – 1.5 log cycle

ตารางที่ 4.4 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TPC) เชื้อ *E.coli* และ *Salmonella* ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยเนื้อ MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% 1 และ 2 ครั้ง

ชนิดของเนื้อ	ปริมาณ (%)	TPC (cfu/g)	*E.coli* (MPN/g)	*Salmonella*
เนื้อหมู	100	1.3×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
MDCM ชั้นคุณภาพ B	12	2.3×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	24	1.0×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	36	2.3×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	48	6.6×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	60	6.4×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
MDCM ล้าง 1 ครั้ง	12	2.4×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	24	3.4×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	36	4.3×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	48	4.3×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	60	6.1×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
MDCM ล้าง 2 ครั้ง	12	2.5×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	24	3.8×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	36	3.8×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	48	5.6×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	60	8.1×10^2	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ในด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่นและความชุ่มน้ำ ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 16 ตัวอย่างมีดังแสดงในรูปที่ 4.13 – 4.17 จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment พบว่า ชนิด MDCM ปริมาณ MDCM และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและปริมาณ MDCM มีผลต่อคะแนนสี รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่นและความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และพบว่าคะแนนการยอมรับในทุกด้านของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ทั้ง 3 ชนิดในทุกปริมาณอยู่ในระดับยอมรับได้คือมีคะแนนสูงกว่า 5 คะแนน ยกเว้นคะแนนด้านสีของตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 60% ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่า 5 คะแนน เมื่อพิจารณาจากค่าสีที่วัดด้วยเครื่อง พบว่าตัวอย่างดังกล่าวมีค่าสีแดง (a*) สูงสุดเนื่องจากมีปริมาณ MDCM ชั้นคุณภาพ B สูงสุด จึงทำให้ตัวอย่างดังกล่าวมีสีเข้ม จนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี (รูปที่ 4.13) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดในปริมาณเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสีลดลง เมื่อพิจารณาชนิดของ MDCM ต่อคะแนนสีพบว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง มีคะแนนสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B โดยผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสีลดลง เมื่อผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น สอดคล้องกับค่าสีที่วัดด้วยเครื่องและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีกับค่าความสว่าง (L*) และค่าสีแดง (a*) ที่วัดด้วยเครื่องมีค่าเป็น 0.91 และ – 0.69 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีกับค่าสีแดง (a*) มีค่าต่ำกว่าทั้งนี้เนื่องจากการเตรียมเบอร์เกอร์ก่อนทดสอบทางประสาทสัมผัสต้องผ่านการทอดที่ 110 - 120°C นาน 8 นาที ซึ่งความร้อนจากการทอดทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีน้ำตาลจากการเปลี่ยนสีของรงควัตถุในเนื้อเมื่อได้รับความร้อนเป็นผลให้สีแดงของรงควัตถุในเนื้อถูกทำลายไปหรือเกิดจากปฏิกิริยา Maillard ทำให้เนื้อดังกล่าวมีสีคล้ำขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีกับค่าความสว่าง (L*) จึงเป็นเกณฑ์ที่ถูกต้องมากกว่า ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Field และคณะ (1977) ที่รายงานว่าผลิตภัณฑ์ steak ตัวอย่างที่ใช้เนื้อไก่งวงแยกกระดูกด้วยเครื่อง 20% มีสีคล้ำกว่าตัวอย่างที่ใช้เนื้อไก่งวงแยกกระดูกด้วยเครื่อง 10% ส่งผลให้คะแนนการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์ steak ลดลง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส (รูปที่ 4.14) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดในปริมาณเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสลดลง โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B มีคะแนนต่ำกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ในทุกปริมาณ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณสูง ผลิตภัณฑ์ มีสมบัติด้านการเกิดเจลด้อยลงดังได้กล่าวในการวิจารณ์ผลของการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง texturometer ซึ่ง

ผลจากการวัดค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ เมื่อนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนเนื้อสัมผัสพบว่ามีค่าเป็น 0.87 ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ McMahon และ Dawson (1976) ซึ่งพบว่าเมื่อใช้เนื้อไก่งวงแยกกระดูกด้วยเครื่อง ซึ่งมีโปรตีนที่ให้ความคงตัวต่อผลิตภัณฑ์อยู่ต่ำและมีไขมันสูง ในปริมาณเพิ่มขึ้น fermented sausage ที่ได้มีค่าแรงยึดระหว่างชิ้นเนื้อลดลง ส่งผลให้คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลดลง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ (รูปที่ 4.15) รสชาติเป็นความรู้สึกที่เกิดในขณะที่อาหารอยู่ในปากและความรู้สึกส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเนื่องจากกลิ่นและรสของอาหาร เมื่อบริโภคอาหารเข้าปากจะทำให้ได้ทั้งรสและกลิ่นพร้อมกัน (Belitz และ Grocsh, 1986) จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดในปริมาณเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านรสชาติลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อใช้ MDCM เพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์มีกลิ่นและรสที่แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ผลิตจากเนื้อหมูเพียงอย่างเดียว เนื่องจากมีผู้รายงานเรื่องการเกิด warmed over flavor ในเนื้อ MDCM เมื่อนำมาให้ความร้อน เมื่อใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการให้ความร้อน กลิ่นดังกล่าวถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของปฏิกิริยา oxidation และ hydrolysis ของไขมันซึ่งผลจากทั้ง 2 ปฏิกิริยาทำให้ MDCM และผลิตภัณฑ์ที่มี MDCM เป็นส่วนผสมมีรสชาติต่างๆ กันเช่น กลิ่นคล้ายโลหะ หรือคล้ายฟางข้าว ฯลฯ เป็นต้น

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น (รูปที่ 4.16) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดในปริมาณเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านกลิ่นลดลง สำหรับการเปลี่ยนแปลงของคะแนนกลิ่นอธิบายได้เช่นเดียวกันกับดังที่ได้อธิบายในผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cross และคณะ (1977) ที่รายงานว่าในการใช้ MDCM เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ patties เมื่อทดแทนเนื้อวัวด้วย MDCM ในปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งผลให้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มขึ้น ทำให้ไขมันสูงขึ้น ส่งผลให้สัดส่วนเครื่องเทศต่อผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วยน้ำหนักลดน้อยลงไปทำให้กลิ่นหอมของเครื่องเทศเจือจางไป ส่งผลให้คะแนนด้านกลิ่นลดลง

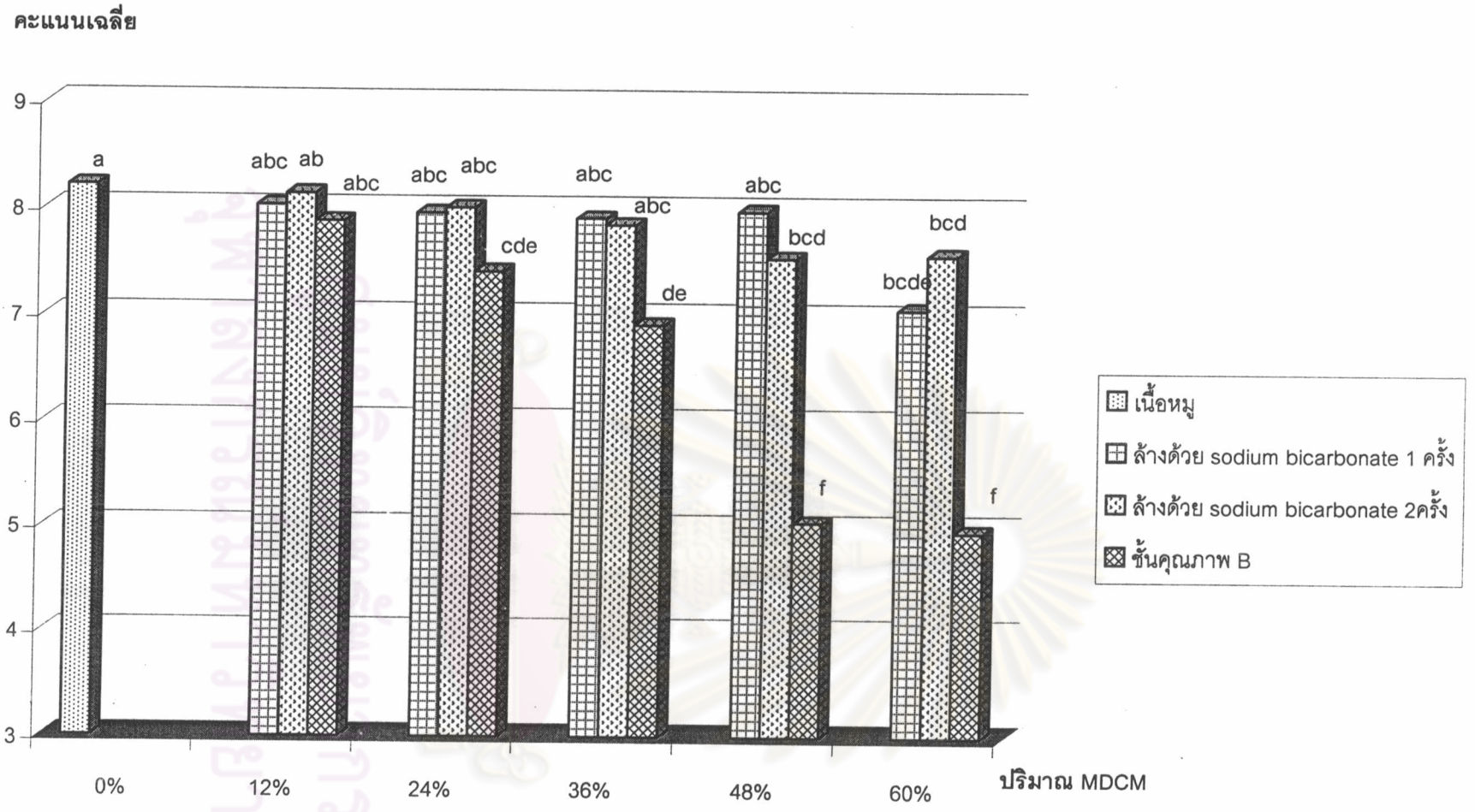
ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มน้ำ (รูปที่ 4.17) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดในปริมาณเพิ่มขึ้น คะแนนความชุ่มน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างมีคะแนนสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณความชื้นของ MDCM ล้างสูงกว่า MDCM ชั้นคุณภาพ B (ตารางที่ 4.3) ดังนั้นเมื่อใช้ MDCM ล้างในปริมาณสูงขึ้น คะแนนความชุ่มน้ำจึงสูงขึ้น โดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มน้ำกับค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ มีค่าเป็น – 0.73 ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Uebersax, Dawson และ Uebersax (1978a) ที่พบว่าความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ meat loaves เพิ่มขึ้นเมื่อใช้เนื้อไก่งวงแยกกระดูกด้วยเครื่องใน

ปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากเนื้อดังกล่าวมีความชื้นและไขมันอยู่สูง เมื่อได้รับความร้อนไขมันจะละลายและแทรกตัวอุดช่องว่างในชิ้นเนื้อ จึงทำหน้าที่เป็นตัวกันไม่ให้น้ำในเนื้อถูกปลดปล่อยออกมามาก ทำให้เนื้อนั้นมีความชุ่มน้ำสูง ส่งผลให้คะแนนด้านความชุ่มน้ำสูงขึ้น

เมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ในทุกตัวอย่างพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ทุกด้านอยู่ในระดับยอมรับได้ การประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบนั้น คุณลักษณะสำคัญที่ใช้ในการตัดสินเพื่อยอมรับผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ ได้แก่ สี เนื้อสัมผัส และรสชาติ (Malcolm,1978; Lawrie, 1992) ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกพิจารณาคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส และรสชาติเพื่อเป็นเกณฑ์ในการเลือกปริมาณสูงสุดของ MDCM แต่ละชนิดที่สามารถทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ได้โดยผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้เนื้อหมูเพียงอย่างเดียว จากการทดลองที่ได้พบว่า MDCM ชั้นคุณภาพ B ทดแทนเนื้อหมูในสูตรได้ 12% ในขณะที่ MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ทดแทนเนื้อหมูในสูตรได้ 48% โดยผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้เนื้อหมูเพียงอย่างเดียว สำหรับ MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ได้ในปริมาณเท่ากัน โดยมีคะแนนการยอมรับด้านสี รสชาติ และเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน จึงเลือกเบอร์เกอร์ตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 ครั้ง เพียงตัวอย่างเดียว เนื่องจากใช้เวลาและปริมาณสารละลายในการล้างต่ำกว่า และให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่า

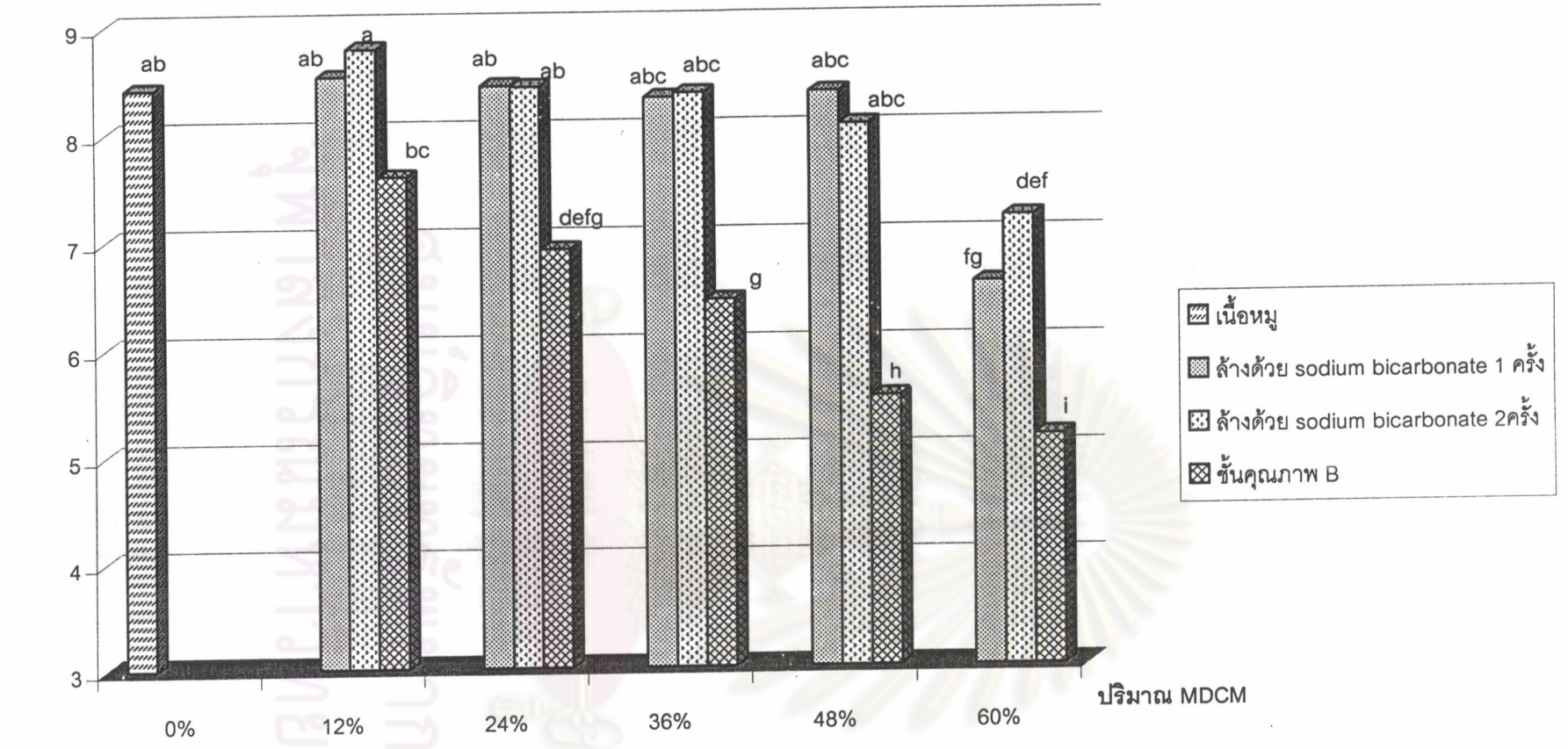
จากผลการทดลองในขั้นตอนนี้จึงเลือกเบอร์เกอร์ตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 ครั้ง ในปริมาณ 48% และตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



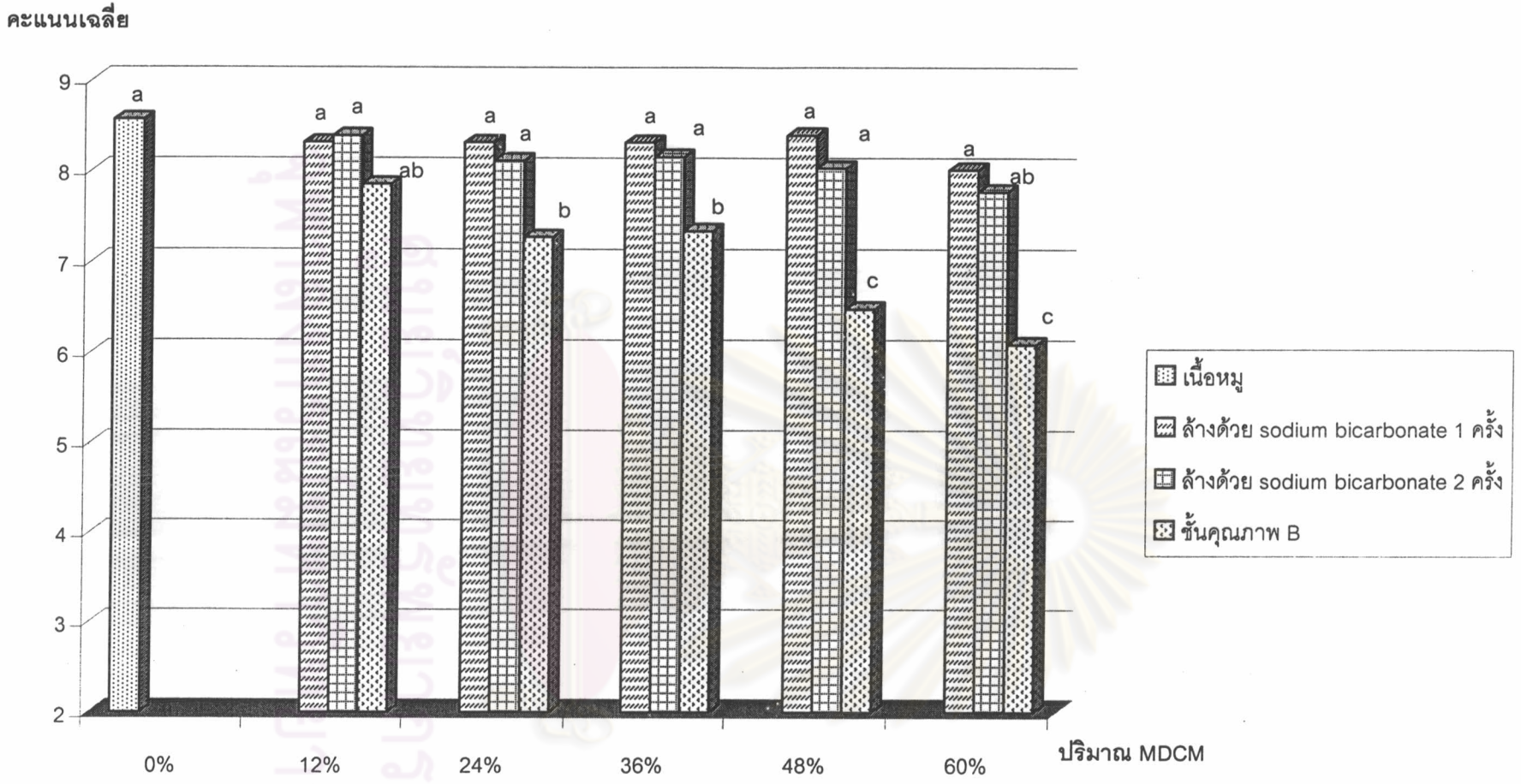
a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.13 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์เมื่อทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



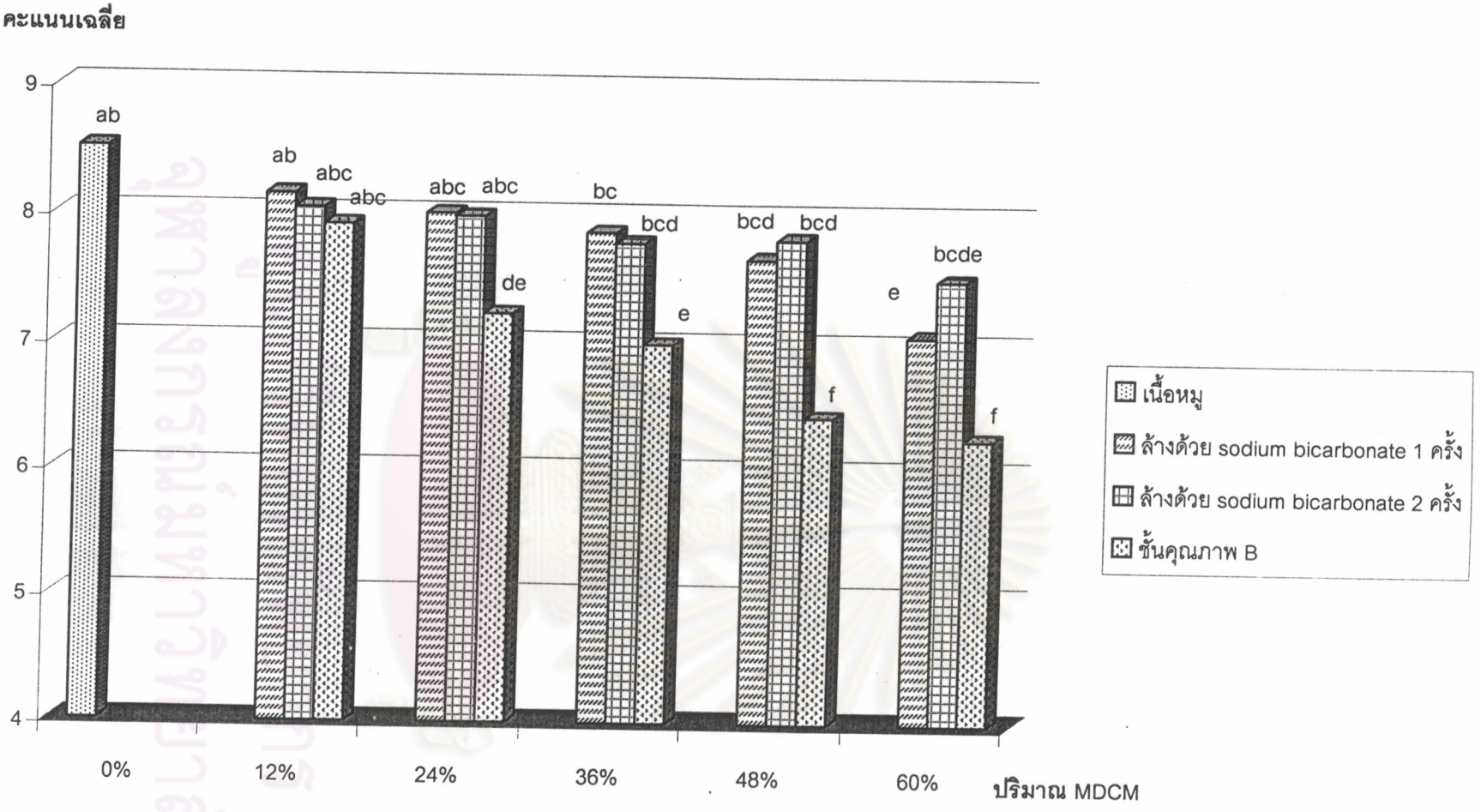
a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.14 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้ง ด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



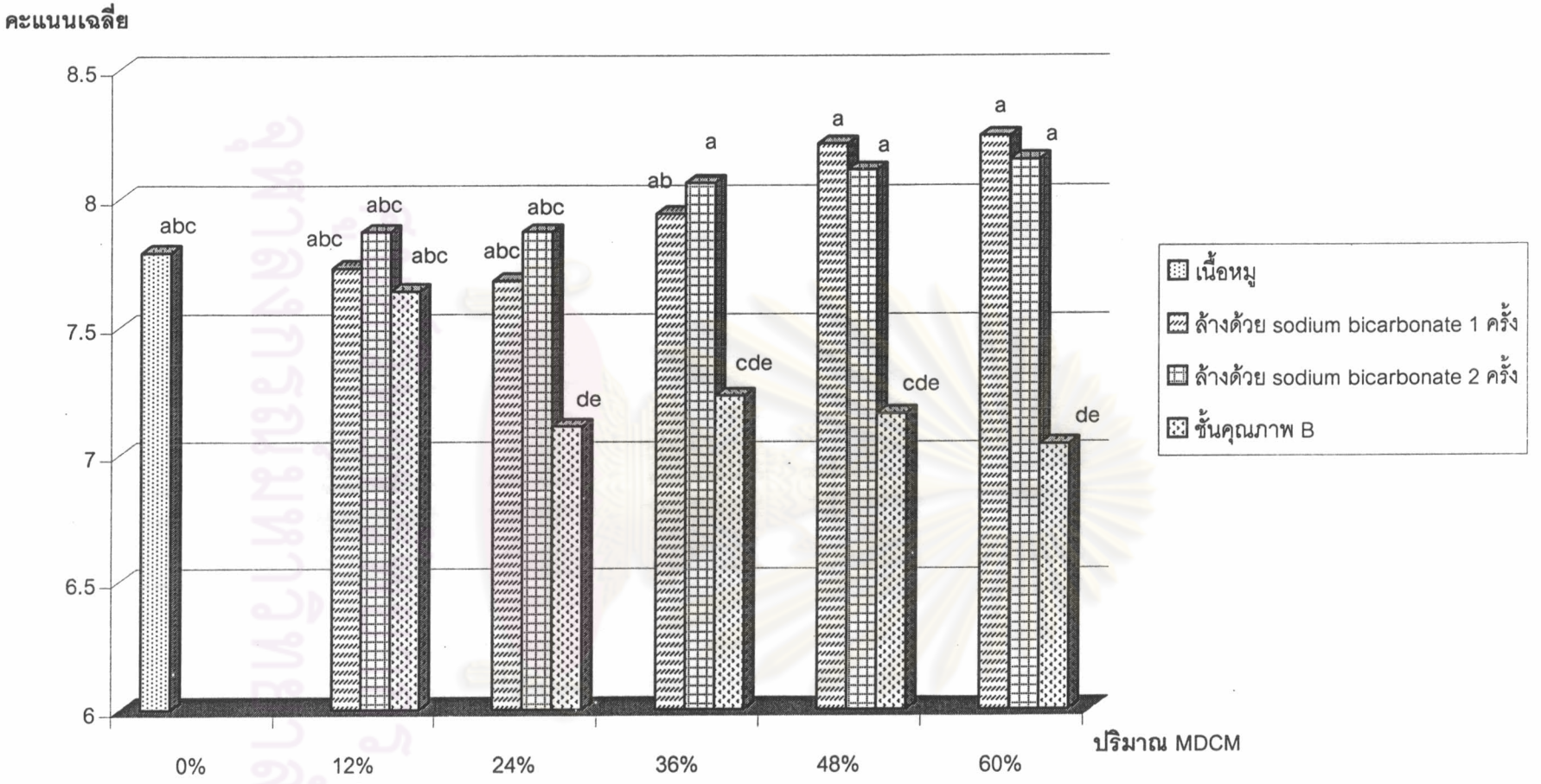
a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.15 คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.16 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

รูปที่ 4.17 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

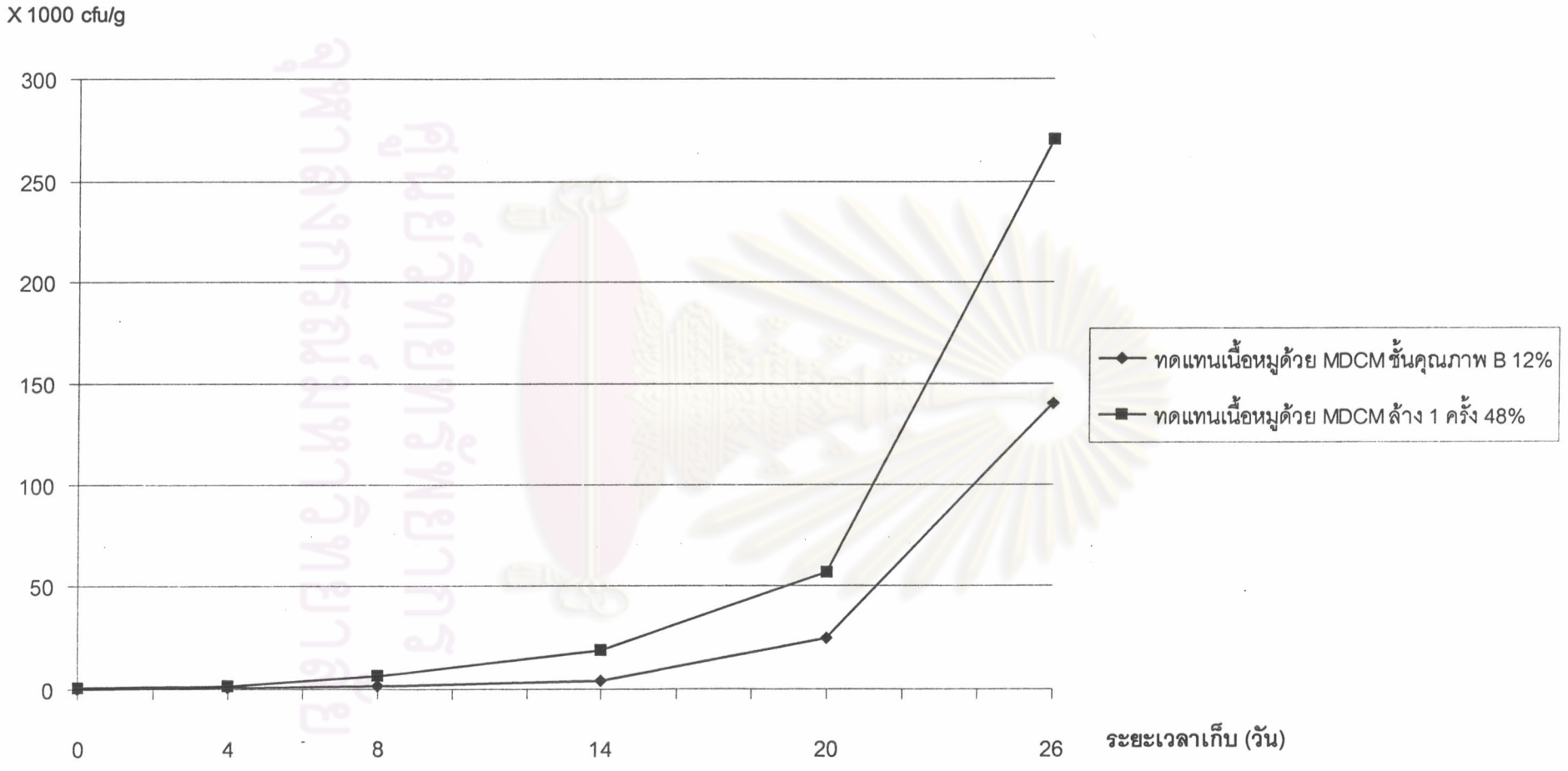
4.3.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ระหว่างเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% และตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ผ่านการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% 1 ครั้ง ในปริมาณ 48% บรรจุในถุงชนิด low density polyethylene (LDPE) ถุงละ 150 กรัม ปิดผนึกที่ภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 - 4°C) เป็นเวลา 26 วัน ระหว่างเก็บสุ่มตัวอย่างที่เวลาเก็บ 0, 4, 8, 14, 20 และ 26 วันมาวิเคราะห์ ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ค่า TBA และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

การเลือกบรรจุในถุง LDPE แม้จะทราบว่า LDPE เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ก๊าซออกซิเจนซึมผ่านเข้าไปได้ (0.5 – 0.6 cc.mil/ 100 in^2.day.atm) และมีความหนา 25 – 30 ไมโครเมตร (Brown, 1992) แต่สาเหตุที่เลือกบรรจุภัณฑ์ชนิดนี้เนื่องจากเป็นชนิดเดียวกับที่ใช้ทางการค้า และมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (รูปที่ 4.18) พบว่าเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์และภาชนะสัมผัสอาหารของอาหารพร้อมบริโภคที่ผ่านกรรมวิธีการปรุงสุกประเภทแช่เย็นของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2536) ที่กำหนดให้ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต้องไม่เกิน 1.0 X 10^5 cfu/g เปรียบเทียบกับผลการทดลองในรูปที่ 4.18 พบว่าเบอร์เกอร์ที่เก็บเป็นเวลา 21 วันมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่า 10^5 cfu/g ทั้ง 2 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างปริมาณ 48% มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ปริมาณ 12% เล็กน้อย ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับผลการทดลองของ Sofos และคณะ (1979) ที่พบว่า ไส้กรอก frankfurter ที่เก็บที่ 0 – 4°C เมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้นจาก 0 – 22 วัน ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 3.1 X 10^6 – 4.4 X 10^6 cfu/g ซึ่งส่งผลให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ในผลิตภัณฑ์

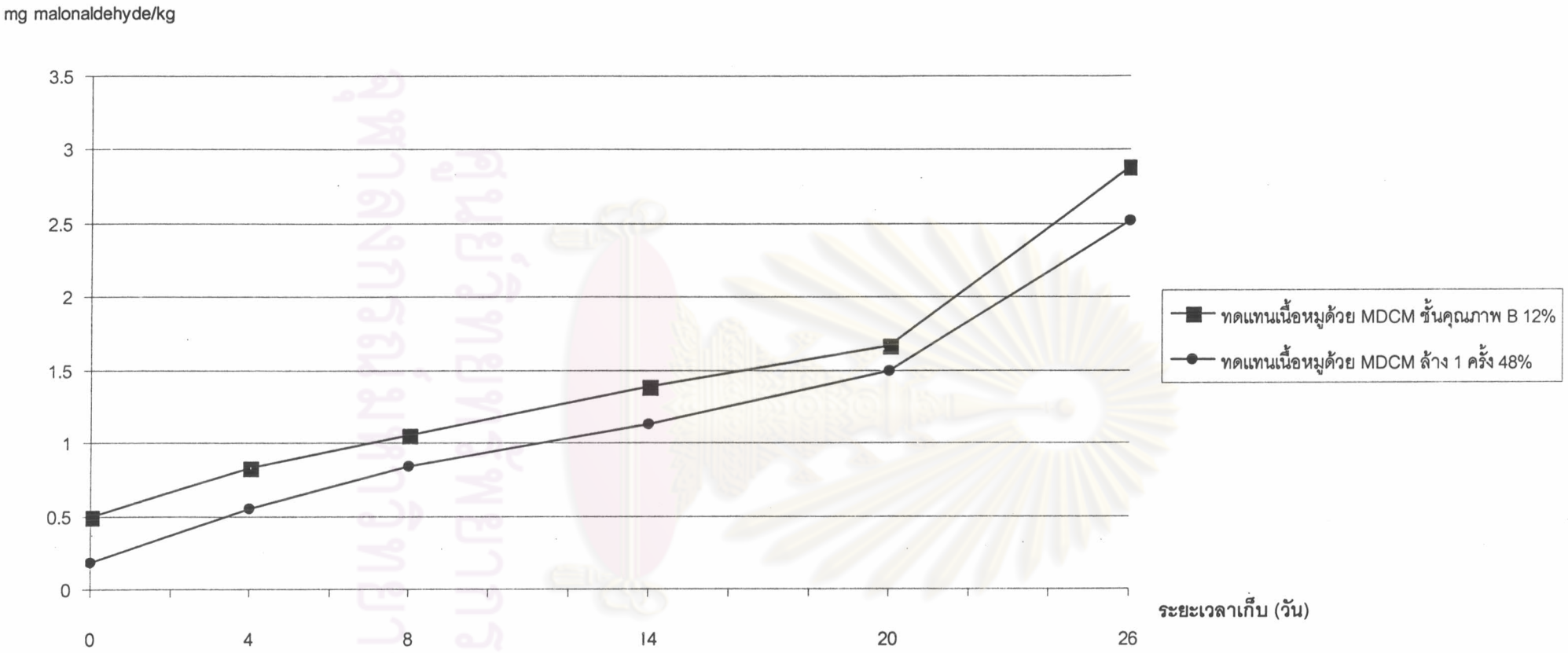


รูปที่ 4.18 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 – 4°C) เป็นเวลา 0 - 26 วัน

ค่า TBA

ผลการวิเคราะห์ค่า TBA (รูปที่ 4.19) พบว่าเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นค่า TBA มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดปฏิกิริยา oxidation ของไขมันในผลิตภัณฑ์ เมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นปฏิกิริยาดังกล่าวก็ยังเกิดขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ได้ malonaldehyde อิสระมากยิ่งขึ้น จึงทำให้ค่า TBA ที่ได้มีค่าสูงขึ้น (Uebersax และคณะ, 1978b) โดยผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% มีค่า TBA สูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างในปริมาณ 48% เล็กน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

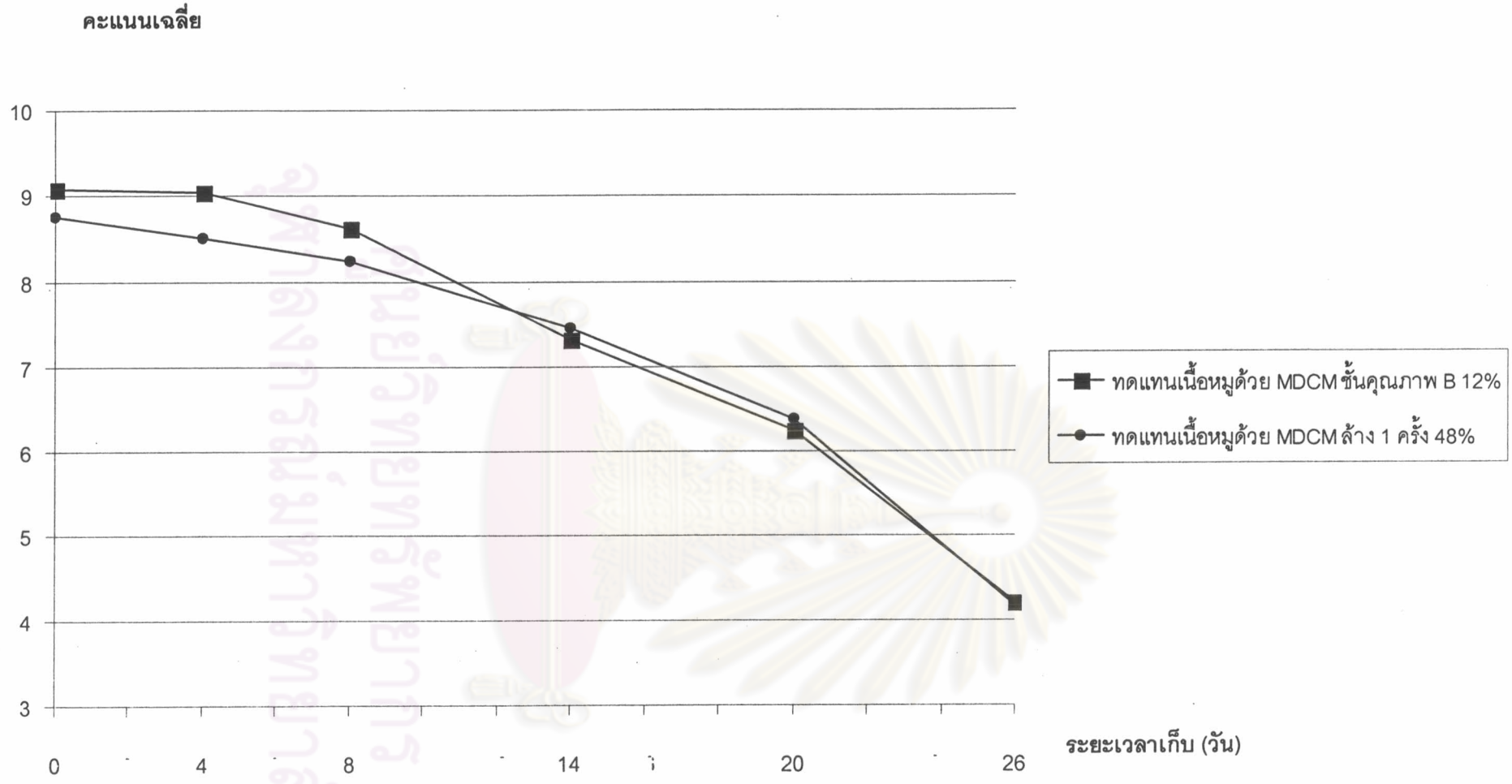


รูปที่ 4.19 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 - 4°C) เป็นเวลา 0 - 26 วัน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

ผลการวิเคราะห์คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น (รูปที่ 4.20) พบว่าคะแนนด้านกลิ่นลดลง เมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยา oxidation ของไขมันเพิ่มขึ้น และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น องค์ประกอบเหล่านี้ส่งผลให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในผลิตภัณฑ์ (Sofos และคณะ, 1979) คะแนนด้านกลิ่นจึงลดลง จากรูปที่ 4.20 พบว่าเบอร์เกอร์ที่เก็บเป็นเวลา 21 วัน มีคะแนนด้านกลิ่นเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ และมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่า 10^5 cfu/g (รูปที่ 4.18) เมื่อนำปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนด้านกลิ่นของตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% และตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างในปริมาณ 48% พบว่ามีค่าเป็น – 0.89 และ – 0.95 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นกับค่า TBA ของตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% และตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างในปริมาณ 48% มีค่าเป็น – 0.98 และ – 0.99 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าติดลบ แสดงว่าความสัมพันธ์ของค่าทั้งสองเป็นไปในทิศทางตรงข้าม สำหรับผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่เก็บนาน 24 วัน พบว่าผู้ทดสอบตรวจพบกลิ่นหืนของเบอร์เกอร์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% และตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างในปริมาณ 48% ที่ค่า TBA เท่ากับ 2.5 และ 2.3 mg malonaldehyde/kg ตามลำดับ (รูปที่ 4.19) ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Tarladgis และคณะ (1976) ที่พบว่าผู้ทดสอบสามารถรับรู้กลิ่นหืนของเนื้อหมูบดสุกและเนื้อวัวบดสุกที่มีค่า TBA ตั้งแต่ 0.5 – 1.0 และ 0.6 – 2.0 mg malonaldehyde/kg ตามลำดับ และ Uebersax และคณะ (1978b) พบว่าผู้ทดสอบสามารถรับรู้กลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ meat loaves ที่ผลิตจากเนื้อไก่งวงแยกกระดูกด้วยเครื่องที่มีค่า TBA ตั้งแต่ 1.5 – 2.0 mg malonaldehyde/kg

จากผลการทดลองในขั้นตอนนี้สรุปได้ว่าเบอร์เกอร์ทั้ง 2 ตัวอย่างเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นคะแนนด้านกลิ่นลดลง ค่า TBA และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยเบอร์เกอร์ที่เก็บเป็นเวลา 21 วัน ในถุง LDPE ปิดผนึกที่ภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 - 4°C) มีคะแนนด้านกลิ่นเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบและมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่า 10^5 cfu/g



รูปที่ 4.20 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 - 4°C) เป็นเวลา 0 - 26 วัน

4.3.3 ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น

ลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสัตว์ เครื่องเทศ เครื่องปรุงรส และวัตถุเจือปนอาหารอื่นที่นำมาบดผสมกันอย่างละเอียด จนรวมเป็นเนื้อเดียวกันแล้วทำให้รูปร่างที่ต้องการ และทำให้สุกในน้ำเดือด (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2533) เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อละเอียดชนิดที่เกิดเจลของโปรตีน ดังนั้นเนื้อที่ใช้ในการผลิตต้องมีโปรตีนที่ละลายในเกลือแกงที่สกัดออกมาได้มากพอที่จะทำหน้าที่ดังกล่าว เนื่องจากโปรตีนที่ละลายในเกลือแกงมีความสำคัญต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีโครงสร้างเจลที่แข็งแรงและเสถียรขึ้น (Yang และ Froning, 1992c)

การออกแบบการทดลองในขั้นตอนนี้ มีตัวแปรในกระบวนการผลิต คือ ชนิดของ MDCM และปริมาณของ MDCM โดยชนิดของ MDCM ได้แก่ MDCM ที่ผ่านการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% จำนวน 1 และ 2 ครั้ง (จากข้อ 4.2) และ MDCM ชั้นคุณภาพ B โดยแปรปริมาณการทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ทั้ง 3 ชนิดเป็น 12, 24, 36 และ 48% ของน้ำหนักเนื้อ เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพเพื่อเลือกผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ค่าสี ค่าแรงตัดขาด ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อ *E.coli* เชื้อ *Salmonella* และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

ผลจากการทดลอง (ตารางที่ 4.5) พบว่าปริมาณโปรตีน ไขมันของเนื้อหมูและ MDCM ทั้ง 3 ชนิดแตกต่างกันโดย MDCM ทั้ง 3 ชนิดมีโปรตีนต่ำกว่า เมื่อเทียบกับเนื้อหมูและพบว่า MDCM ชั้นคุณภาพ B มีไขมันสูงสุด ($p \leq 0.05$) ขณะที่ MDCM ที่ล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% 1 และ 2 ครั้ง มีปริมาณไขมันใกล้เคียงกับเนื้อหมู แต่มีความชื้นสูงกว่า ทั้งนี้เพราะการล้าง MDCM ส่งผลให้ความชื้นสูงขึ้น ด้วยเหตุผลดังที่ได้อธิบายมาแล้วในองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเบอร์เกอร์

ในงานทดลองนี้ MDCM ที่ใช้ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ มีโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าใกล้เคียงกับ MDCM ที่ใช้ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น อย่างไรก็ตามลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อละเอียดซึ่งลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีต้องอาศัยการเกิดโครงสร้างเจลที่แข็งแรง ในการผลิตลูกชิ้นจึงต้องการเนื้อที่มีโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือที่สกัดออกมาได้สูงกว่าที่ใช้ผลิตเบอร์เกอร์ ดังนั้นเมื่อเนื้อที่ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดมีคุณภาพทางเคมีใกล้เคียงกันก็อาจเป็นผลให้ใช้ทดแทนเนื้อหมูได้ในปริมาณน้อยลง

ตารางที่ 4.5 ปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้าของเนื้อหมู เนื้อ MDCM ชั้นคุณภาพ B และ MDCM ที่ผ่านการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% สำหรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น

วัตถุดิบ	% โดยน้ำหนัก (เปียก)			
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า
เนื้อหมู	$21.48^{a}\pm0.45$	$5.81^{b}\pm0.33$	$71.17^{c}\pm0.29$	$0.94^{b}\pm0.05$
MDCM ชั้นคุณภาพ B	$8.86^{c}\pm0.11$	$15.02^{a}\pm0.08$	$75.71^{b}\pm0.25$	$1.01^{b}\pm0.03$
MDCM ล้าง 1 ครั้ง	$11.22^{b}\pm0.14$	$4.92^{bc}\pm0.17$	$81.36^{a}\pm0.46$	$1.70^{a}\pm0.03$
MDCM ล้าง 2 ครั้ง	$11.01^{b}\pm0.22$	$3.87^{c}\pm0.44$	$82.03^{a}\pm0.21$	$1.81^{a}\pm0.02$

a,b,...ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น

ผลิตลูกชิ้นตามสูตรต้นแบบและวิธีการผลิต จากสูตรและวิธีมาตรฐานของกลุ่มงานผลิตภัณฑ์สัตว์ กองส่งเสริมการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ โดยแปรปริมาณการทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ทั้ง 3 ชนิด เป็น 12, 24, 36 และ 48% ของน้ำหนักเนื้อ วิเคราะห์คุณภาพด้านองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า ของตัวอย่างทั้ง 13 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4.21 – 4.24 จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment พบว่าชนิดของ MDCM ปริมาณ MDCM และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและปริมาณ MDCM มีผลต่อปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

เมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีน (รูปที่ 4.21) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดทดแทนเนื้อหมูในสูตรต้นแบบเพิ่มขึ้น โปรตีนมีแนวโน้มลดลง โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B มีโปรตีนต่ำกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ในทุกปริมาณ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณโปรตีนของ MDCM ชั้นคุณภาพ B มีในปริมาณต่ำสุด เมื่อเทียบกับเนื้อหมูและ MDCM ล้าง ส่งผลให้โปรตีนที่ได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายต่ำกว่าทุกตัวอย่าง ซึ่งโปรตีนโดยเฉพาะโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือที่สกัดออกมาได้ ทำหน้าที่ในการเกิดโครงสร้างของเจลโปรตีน ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสและความคงตัวแก่ผลิตภัณฑ์

เมื่อพิจารณาปริมาณไขมัน (รูปที่ 4.22) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดทดแทนเนื้อหมูในสูตรต้นแบบเพิ่มขึ้น ไขมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ

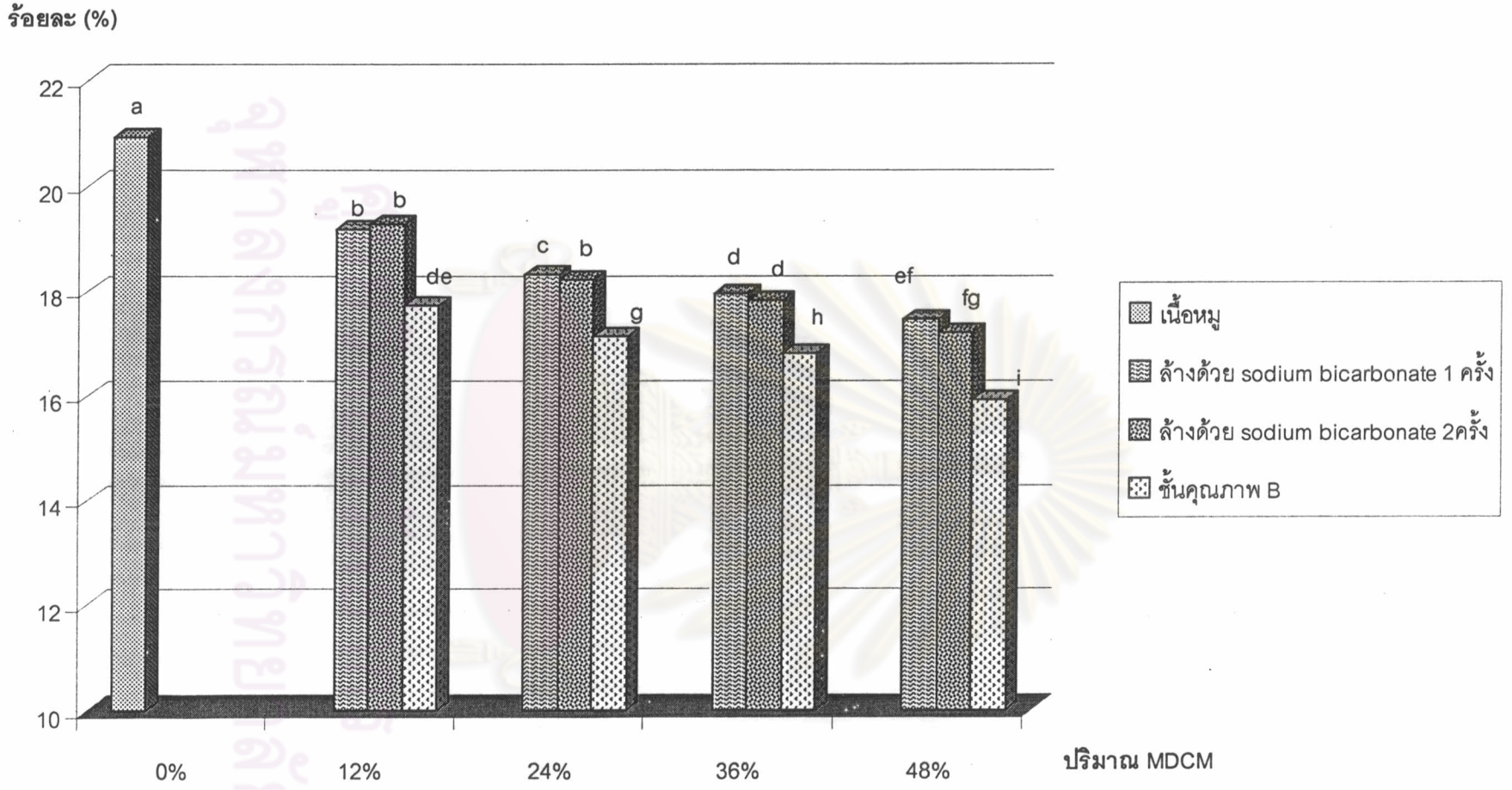
B มีไขมันสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ในทุกปริมาณ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณไขมันของ MDCM ชั้นคุณภาพ B มีปริมาณสูงสุด เมื่อเทียบกับเนื้อหมูและ MDCM ล้าง ส่งผลให้ไขมันที่ได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายสูงกว่าทุกตัวอย่าง ซึ่งไขมันทำหน้าที่ให้ความนุ่มแก่ผลิตภัณฑ์

เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้น (รูปที่ 4.23) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดทดแทนเนื้อหมูในสูตรต้นแบบเพิ่มขึ้น ความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง มีความชื้นสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในทุกปริมาณ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณความชื้นของ MDCM ที่ผ่านการล้างสูงกว่า เนื้อหมูและMDCM ชั้นคุณภาพ B ส่งผลให้ความชื้นที่ได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายสูงกว่าทุกตัวอย่าง ความชื้นมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มน้ำ ไม่แห้งกระด้าง

เมื่อพิจารณาปริมาณเถ้า (รูปที่ 4.24) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดทดแทนเนื้อหมูในสูตรต้นแบบเพิ่มขึ้น เถ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ใช้เนื้อหมูเพียงอย่างเดียว เนื่องจากกระบวนการผลิต MDCM มีขั้นตอนการบีบอัดเนื้อพร้อมกระดูกผ่านตะแกรง อาจมีกระดูกชิ้นเล็กๆ ปะปนออกมาด้วยทำให้ MDCM มีปริมาณแคลเซียมสูงขึ้น ส่งผลให้เถ้าซึ่งประกอบด้วยแคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก มีปริมาณสูงขึ้น เมื่อใช้ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นปริมาณเถ้าจึงเพิ่มขึ้น (Hamm และ Young, 1983)

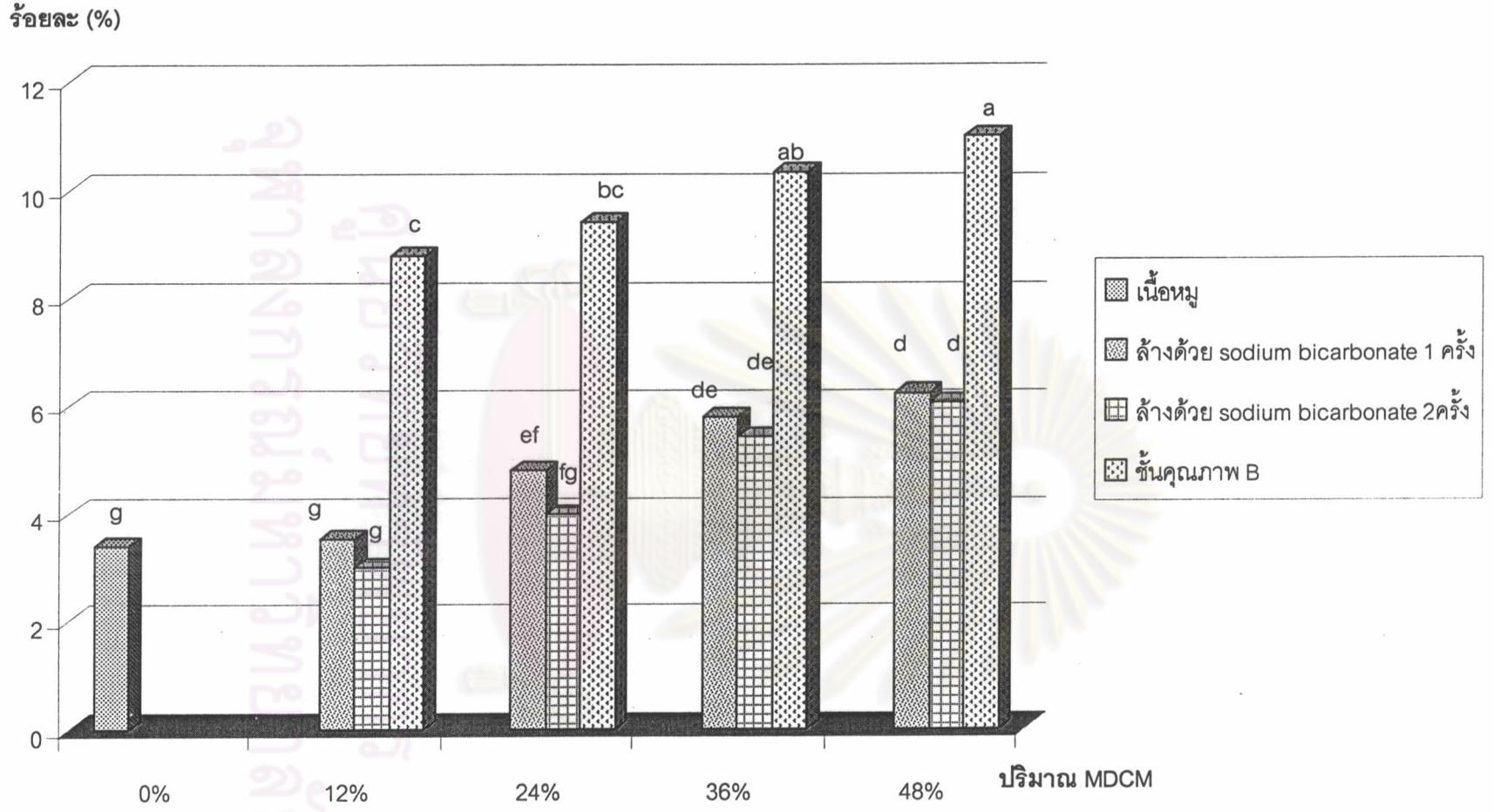
เมื่อเทียบเคียงองค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์กับลูกชิ้นพบว่าผลิตภัณฑ์เบอร์-เกอร์มีโปรตีนต่ำกว่า ไขมันและความชื้นสูงกว่าในลูกชิ้น ทั้งนี้เนื่องจากเบอร์เกอร์เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหยาบที่เติมมันแข็งลงในสูตรการผลิตประมาณ 20% ในขณะที่ลูกชิ้นซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อละเอียดชนิดที่เกิดเจลจึงต้องมีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือที่สกัดออกมาได้ในปริมาณสูงเพื่อให้การเกิดโครงสร้างเจลของผลิตภัณฑ์ จึงไม่มีการเติมไขมันลงในผลิตภัณฑ์ ดังกล่าวทำให้มีโปรตีนสูงกว่า ไขมันและความชื้นต่ำกว่าเบอร์เกอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



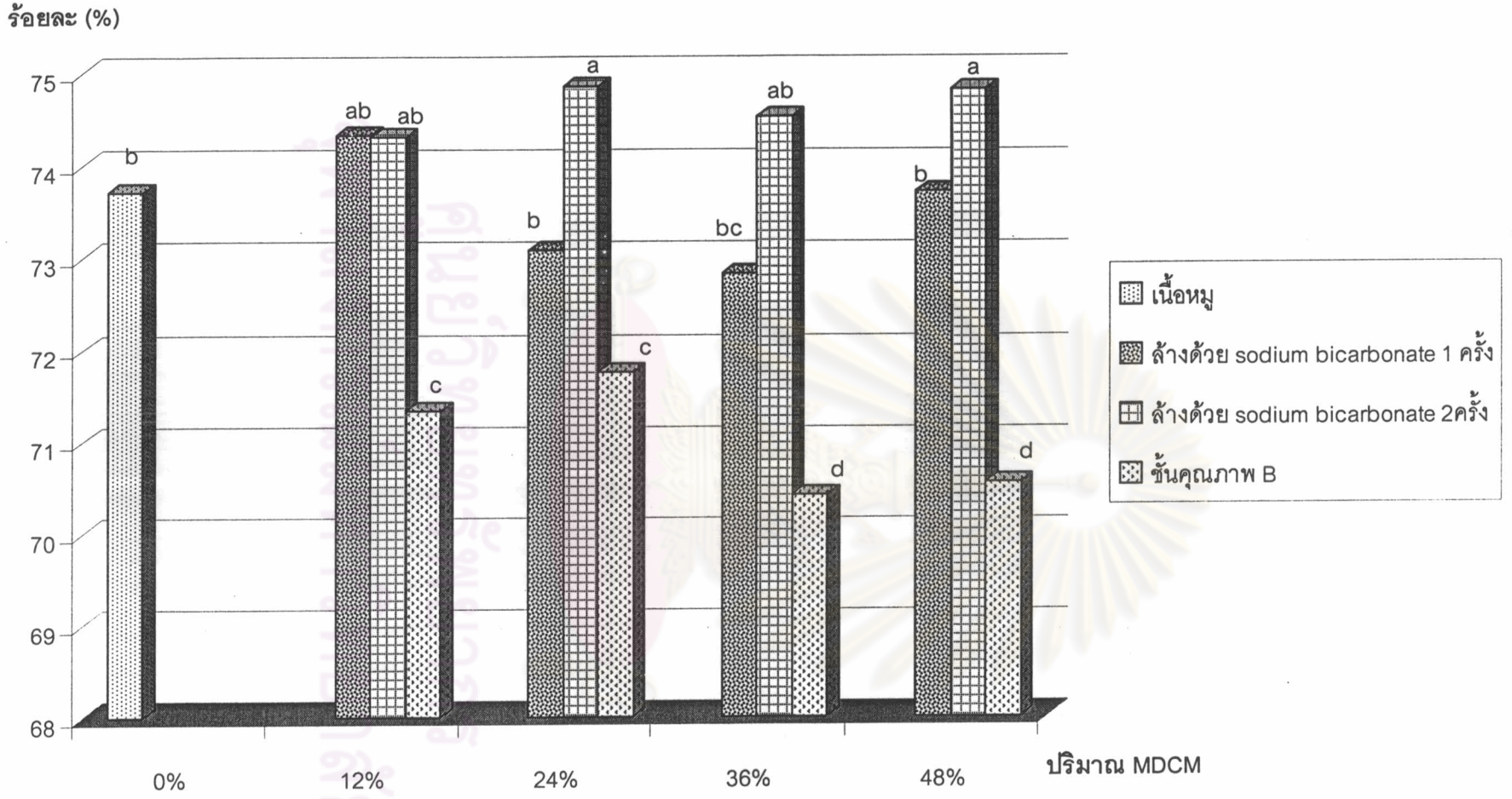
a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.21 ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



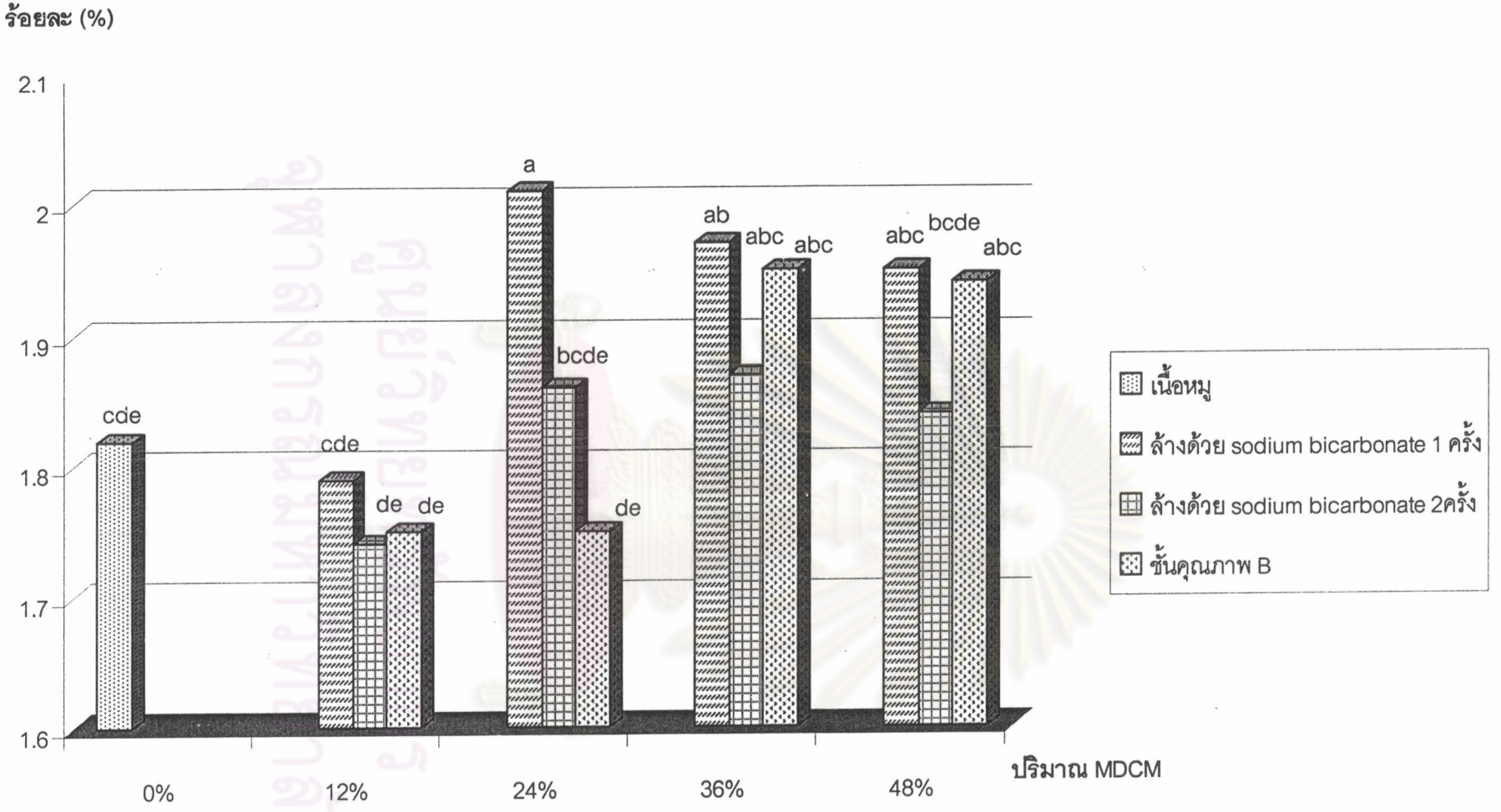
a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.22 ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.23 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



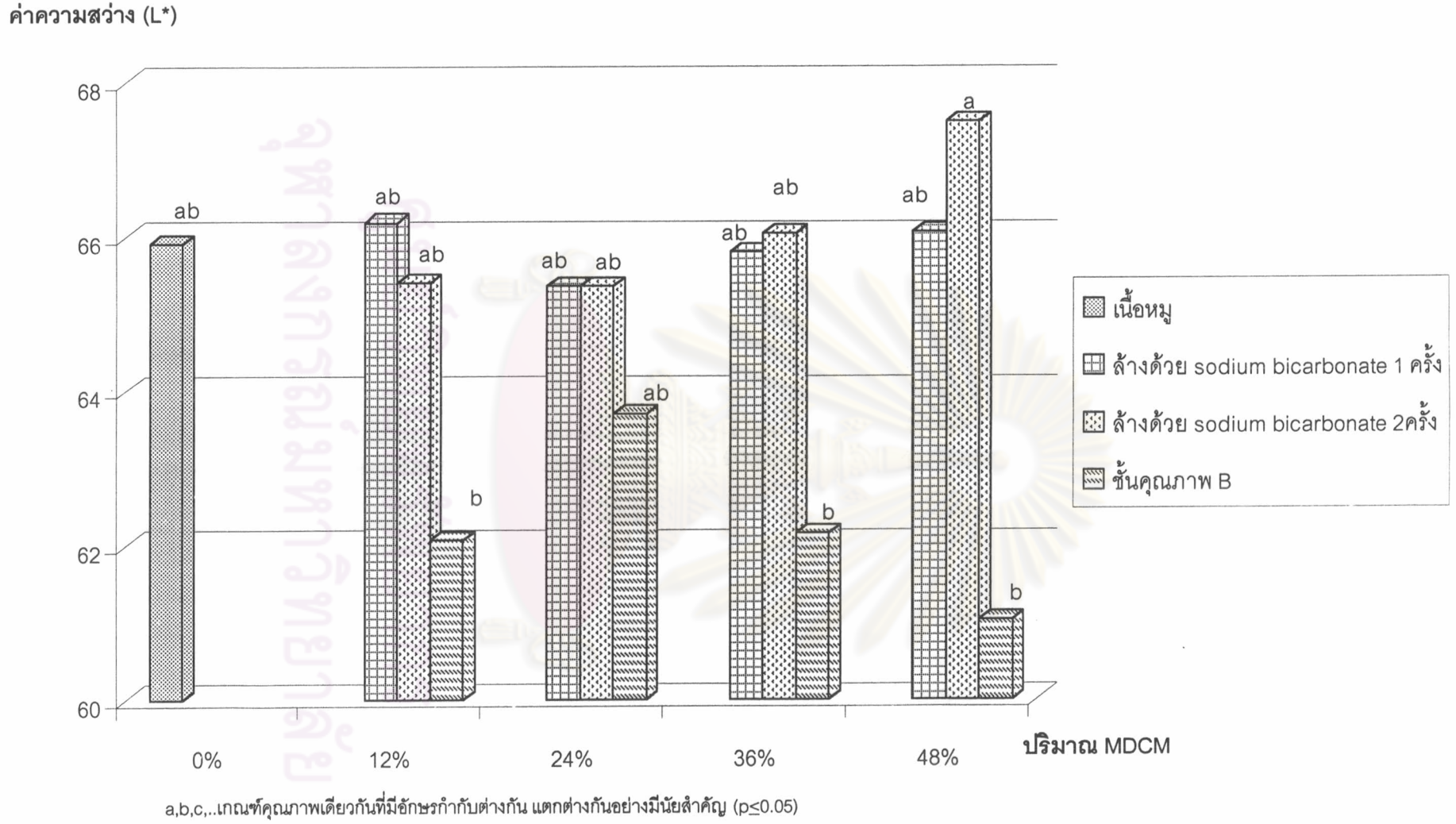
a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.23 ปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

ค่าสี

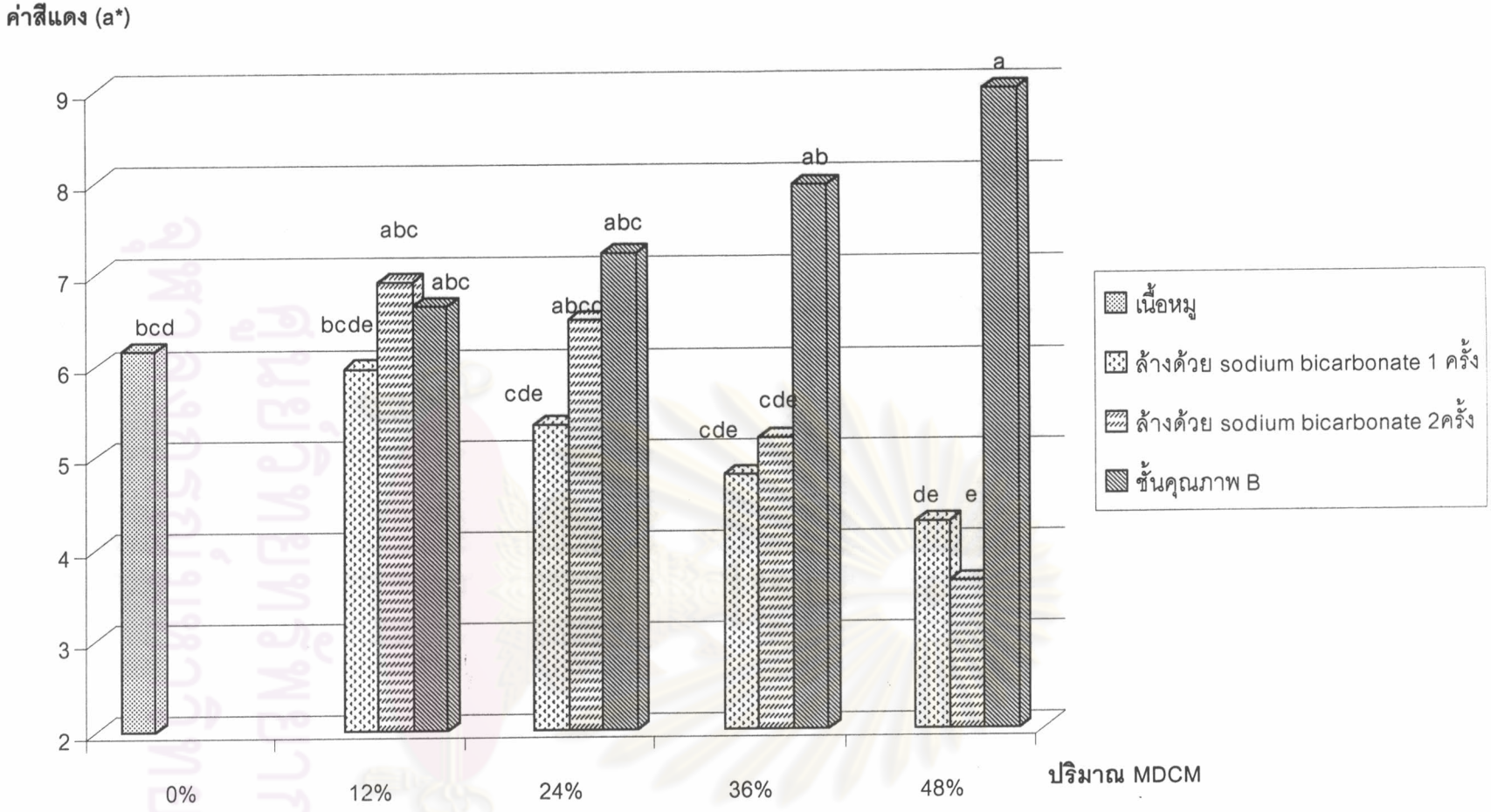
ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ทั้ง 13 ตัวอย่าง มีดังแสดงในรูปที่ 4.25 – 4.27 จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment พบว่าชนิดของ MDCM และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและปริมาณ MDCM มีผลต่อค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาค่าสี พบว่าผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง มีค่าความสว่าง (L*) สูงกว่า และมีค่าสีแดง (a*) ต่ำกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก MDCM ล้างมีสีอ่อนลง เมื่อทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีสีอ่อนลง ค่าความสว่าง (L*) จึงเพิ่มขึ้น และมีค่าสีแดง (a*) ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อได้รับความร้อน myoglobin และ hemoglobin เปลี่ยนรูปเป็น denatured metmyoglobin และ denatured methemoglobin ตามลำดับ โดยเนื้อหมู และ MDCM มีปริมาณรงควัตถุ 2.1 และ 3.8 mg/g ตามลำดับ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM มีสีเข้มกว่า (Froning และ Johnson, 1973) จากการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง เมื่อใช้ในปริมาณเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์สุดท้ายก็ยังมีสีอ่อน ขณะที่ตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีสีเข้มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการล้าง MDCM ทำให้รงควัตถุถูกกำจัดออกไปพร้อมกับสารละลายที่ใช้ในการล้าง ดังนั้น MDCM ล้างที่ได้จึงมีค่าสีแดง (a*) ลดลงจนเข้าใกล้เนื้อ HDCM เมื่อใช้ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์จึงให้ผลิตภัณฑ์ที่สีอ่อนลง ตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 2 ครั้ง ให้ค่าความสว่าง (L*) สูงกว่า และค่าสีแดง (a*) ต่ำกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 ครั้งเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อ MDCM ล้าง 2 ครั้ง มีสีอ่อนกว่า MDCM ล้าง 1 ครั้ง จากการที่สารละลายที่ใช้ในการล้างเข้าไปละลายรงควัตถุในเนื้อ MDCM ได้มากกว่า ทำให้กำจัดรงควัตถุออกไปกับสารละลายที่ใช้ในการล้างได้มากกว่า เมื่อเพิ่มจำนวนครั้งในการล้าง ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang และ Froning (1992a) พบว่าการล้าง MDCM ส่งผลให้ MDCM ล้างที่ได้มีสีอ่อนลง โดยมีค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้น และมีค่าสีแดง (a*) ลดลง จากการที่สารละลายที่ใช้ในการล้างเข้าไปละลายรงควัตถุที่ส่งผลให้เนื้อมีสีเข้มออกไป

เมื่อเทียบเคียงค่าสีของเบอร์เกอร์กับลูกชิ้นพบว่าลูกชิ้นมีสีอ่อนกว่าเบอร์เกอร์ทั้งนี้เนื่องจากลูกชิ้นผ่านการให้ความร้อนโดยตรงในน้ำที่ 45 - 55°C นาน 5 นาทีและที่ 70 - 80°C นาน 10 นาที ซึ่งอาจเป็นผลให้รงควัตถุในเนื้อละลายออกมาบางส่วน ส่งผลให้ลูกชิ้นมีสีอ่อนลง โดยผิวนอกของลูกชิ้นมีค่าความสว่าง (L*) สูงกว่าและค่าสีแดง (a*) ต่ำกว่าเนื้อใน ในขณะที่เบอร์เกอร์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดที่อุณหภูมิสูงและมีการเติมน้ำตาลลงไป ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีจากปฏิกิริยา Maillard ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารสีน้ำตาลที่เรียกว่า melanoidins เป็นผลให้เบอร์เกอร์มีสีคล้ำขึ้น



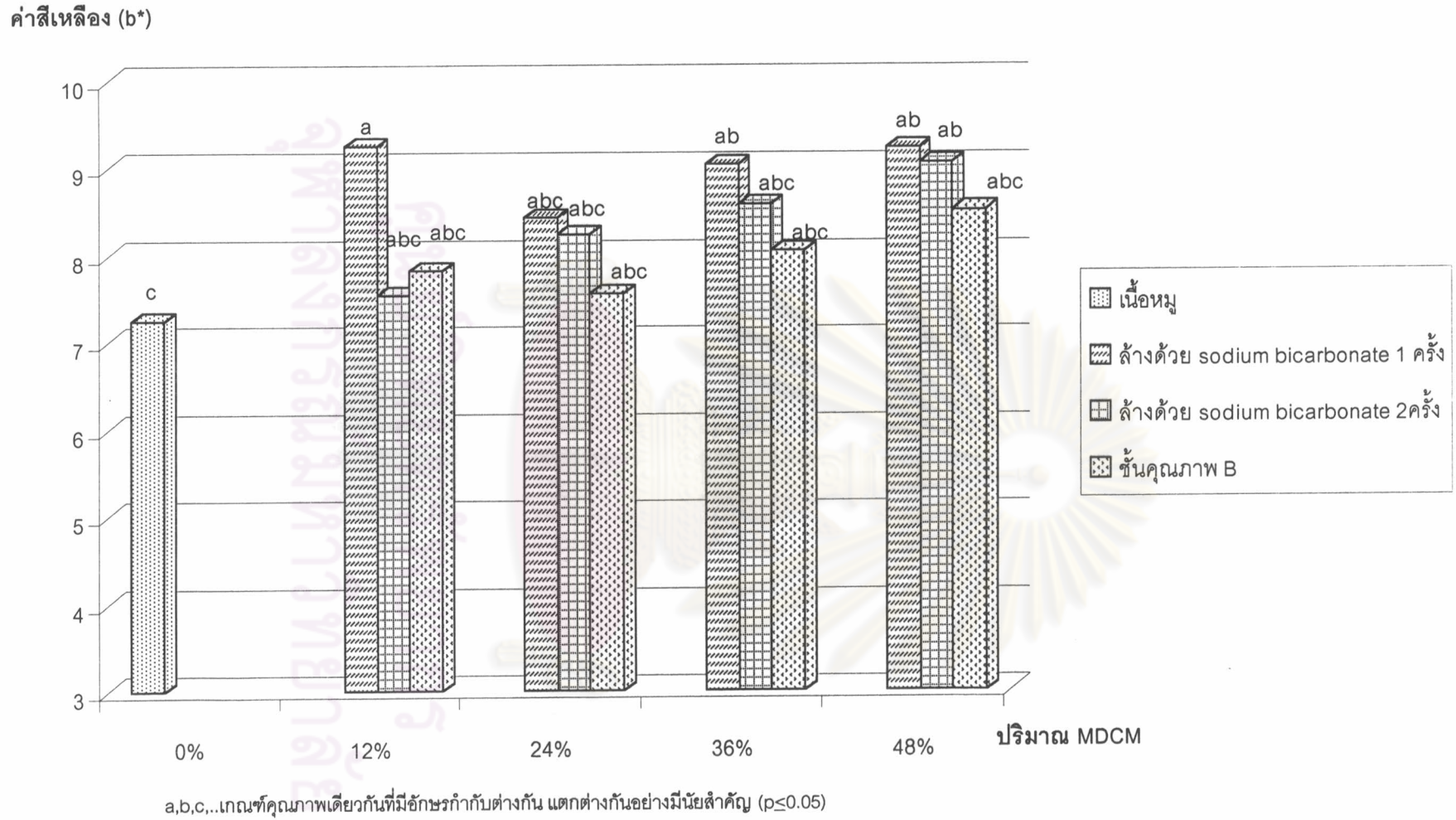
a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.25 ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.26 ค่าสีแดง (a*) ของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

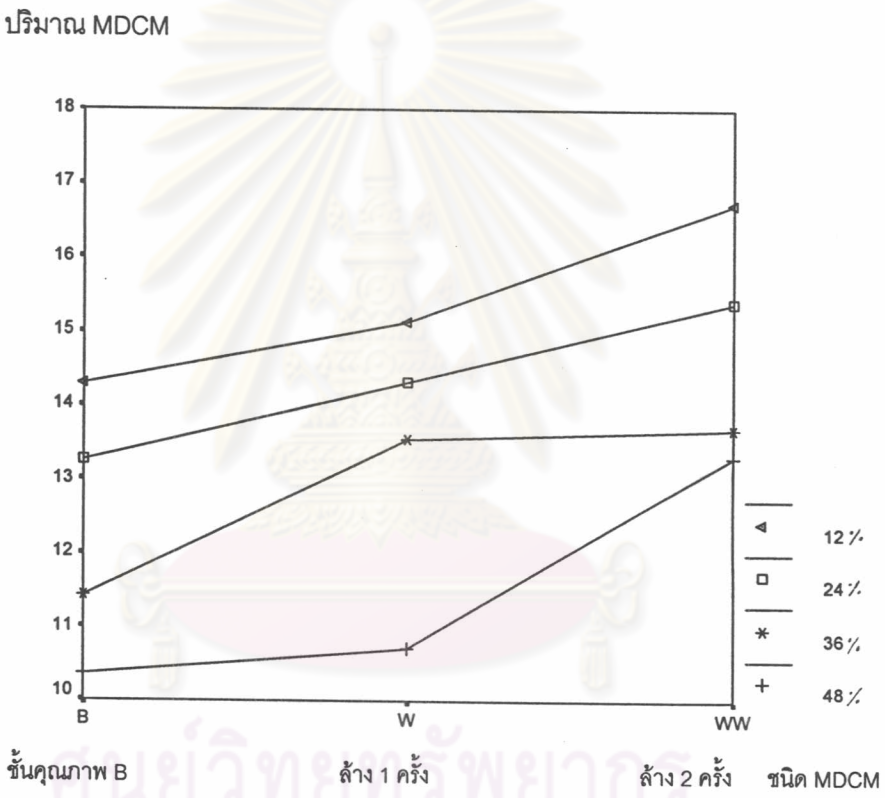


a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.27 ค่าสีเหลือง (b*) ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

ค่าแรงตัดขาด

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment พบว่าชนิดของ MDCM ปริมาณ MDCM มีผลต่อค่าแรงตัดขาดของลูกชิ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและปริมาณ MDCM ($p > 0.05$) โดยในรูปที่ 4.28 จากการตรวจสอบอิทธิพลร่วมของชนิดและปริมาณ MDCM ได้กราฟเป็นเส้นขนาน แสดงว่าไม่มีอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสอง

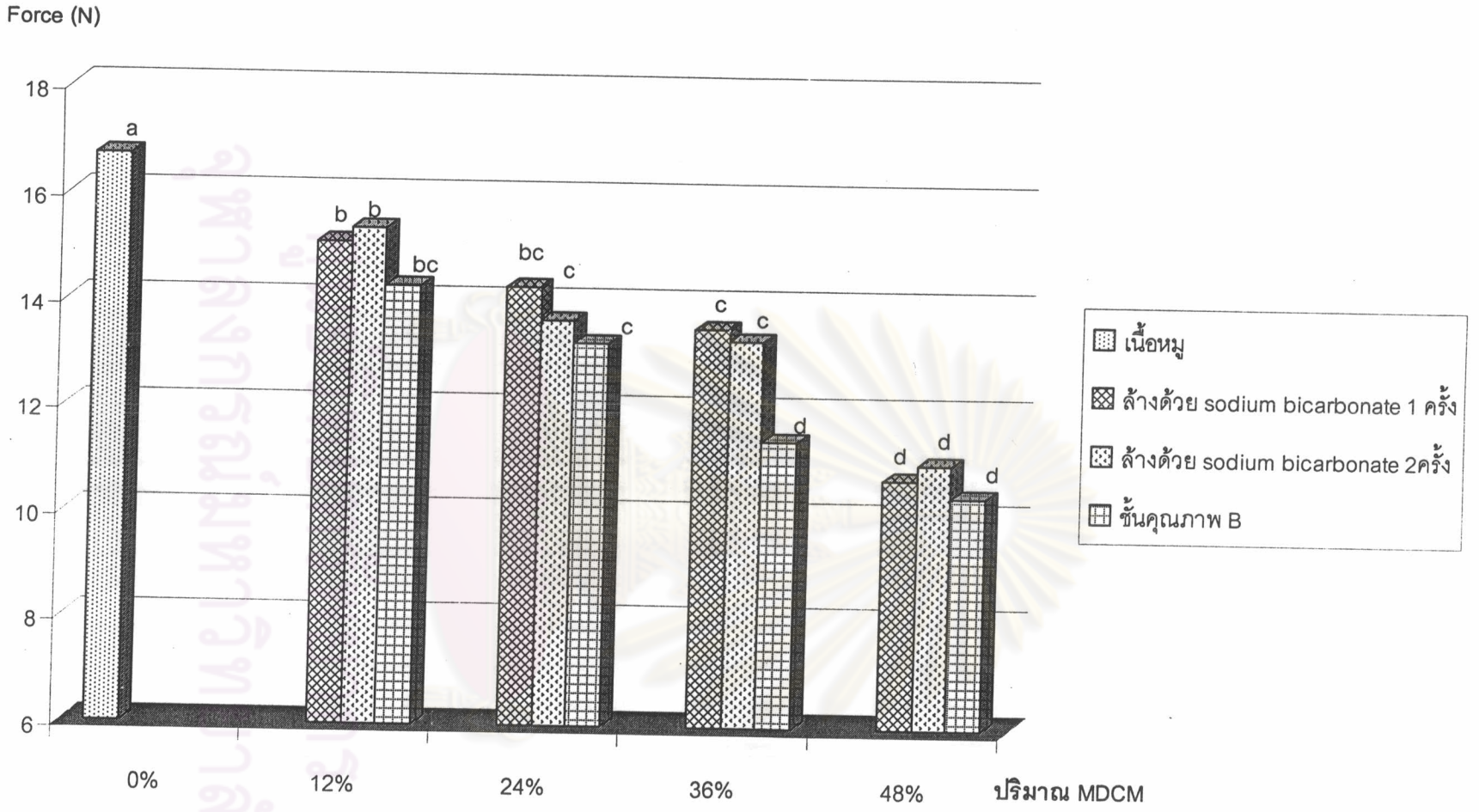


รูปที่ 4.28 อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดและปริมาณ MDCM ต่อค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น

เมื่อพิจารณาค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ทั้ง 13 ตัวอย่าง (รูปที่ 4.29) พบว่าเมื่อปริมาณ MDCM ทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้น ค่าแรงตัดขาดลดลง ทั้งนี้เนื่องจาก MDCM ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และความชื้น แตกต่างจากเนื้อหมูที่ใช้ในการผลิต (ตารางที่ 4.5) โดยพบว่า MDCM ทั้ง 3 ชนิด มีโปรตีน ที่ให้ความคงตัวและเนื้อสัมผัสที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์อยู่ต่ำ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสหยาบร่วนและมีความยืดหยุ่นน้อยลง เมื่อวัดค่าแรงตัดขาดด้วยเครื่อง ค่าที่ได้มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจากลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อละเอียดที่อาศัยการเกิดโครงสร้างเจลจาก

โปรตีน ความสามารถในการเกิดเจลขึ้นกับปริมาณโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือที่สกัดออกมาได้ (Smyth และ O'Neil, 1997) โดยโครงสร้างเจลของโปรตีนเกิดจากโมเลกุลของโปรตีนโดยเฉพาะ myofibrillar proteins จับกันด้วย hydrogen bond และ disulfide bond เป็นโครงร่างตาข่าย 3 มิติที่สามารถจับน้ำหรือสารอื่นที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำไว้ภายในได้ (Ledward และ Tester, 1994) การเกิดเจลของโปรตีนเป็นผลจากกระบวนการที่ประกอบด้วยขั้นตอนการเกิดเจลที่สำคัญ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรก ให้ความร้อนที่ระดับ 45 – 55°C เป็นเวลา 5 - 10 นาที เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงร่างโมเลกุลของโปรตีน โดยเกิดการคลายตัวของโมเลกุลและเริ่มจับตัวกันระหว่างโมเลกุลบางส่วนที่คลายตัวออกมา ทำให้ความหนืดของระบบเพิ่มขึ้น ขั้นตอนที่สอง ให้ความร้อนที่ระดับ 75 – 100°C เป็นเวลา 10 - 15 นาที โมเลกุลโปรตีนที่คลายตัวออกมาอย่างสมบูรณ์แล้วจับกันอย่างช้าๆ เกิดเป็นโครงร่างตาข่าย 3 มิติกักเก็บน้ำไว้ภายในโครงสร้าง เป็นผลให้เจลที่ได้มีความยืดหยุ่น และทนแรงเฉือนได้ (Fennema, 1996) โดยเกลือไปละลายโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือ และฟอสเฟตช่วยเพิ่มการละลายของ actin และ myosin โดยการเพิ่ม pH และทำให้ค่า ionic strength สูงขึ้น การละลายของโปรตีนจึงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสมบัติในการยึดเกาะดีขึ้น

ผลจากการทดลอง (รูปที่ 4.29) พบว่าผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นตัวอย่างที่ใช้เนื้อหมูเพียงอย่างเดียวมีค่าแรงตัดขาดสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหมูมีโปรตีนสูงกว่า และมีโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือสูงกว่า MDCM ทั้ง 3 ชนิด ส่งผลให้ค่าแรงตัดขาดสูงสุด และพบว่าลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ผ่านการล้าง 1 และ 2 ครั้ง มีค่าแรงตัดขาดสูงกว่าลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในทุกปริมาณ ทั้งนี้เนื่องจากการล้าง MDCM ทำให้สูญเสียโปรตีนที่ละลายน้ำไป ส่งผลให้สัดส่วนของโปรตีนที่ละลายได้ในสารละลายเกลือต่อหน่วยน้ำหนักเพิ่มขึ้น ทำให้ความสามารถในการเกิดเจลของโปรตีนสูงขึ้น โดยทำให้โครงสร้างเจลแน่นและแข็งแรงขึ้น (Xiong และ Brekke, 1989) ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงสูงกว่า ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang และ Froning (1992c) ซึ่งรายงานการเปลี่ยนแปลงปริมาณ myofibrillar proteins ของ MDCM โดยพบว่าเนื้อ MDCM ล้างมีปริมาณ myofibrillar proteins เพิ่มขึ้น 2.8 เท่า เมื่อเทียบกับ MDCM ที่ไม่ผ่านการล้าง ส่งผลให้สมบัติเชิงหน้าที่ และความแข็งแรงของเจลสูงขึ้น เนื่องจาก myofibrillar proteins เป็นโปรตีนที่มีความสำคัญต่อการเกิดเจลของโปรตีน Nowsad, Kanoh และ Niwa (2000) รายงานว่าการเกิดเจลของ myofibrillar proteins ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือ มีความสำคัญต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เนื้อละเอียด ซึ่งความสามารถในการเกิดเจลขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือที่สกัดออกมาได้ โดยพบว่าเมื่อปริมาณโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์มีโครงสร้างเจลที่แข็งแรงและเสถียรขึ้น



a,b,c,..เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.29 ค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อ E.coli และเชื้อ Salmonella

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อ *E.coli* และเชื้อ *Salmonella* ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 13 ตัวอย่าง มีดังแสดงในตารางที่ 4.6 จากผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในช่วง $1.4 \times 10^3 - 6.7 \times 10^3$ cfu/g และไม่พบเชื้อ *E.coli* และ *Salmonella* ในทุกตัวอย่าง โดยผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ที่ใช้ MDCM ชั้นคุณภาพ B มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในช่วง $4.0 \times 10^3 - 6.7 \times 10^3$ cfu/g ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ซึ่งมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในช่วง $1.4 \times 10^3 - 3.2 \times 10^3$ cfu/g ทั้งนี้เนื่องจากการล้าง MDCM ทำให้เกิดการชะล้างเลือดในเนื้อซึ่งเป็นอาหารที่ดีของจุลินทรีย์ออกไป ส่งผลให้แบคทีเรียทั้งหมดใน MDCM ล้างลดลง (Ostovar และคณะ, 1971) ผลจากการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้งมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ประมาณ 1 log cycle ในทุกปริมาณ และไม่พบเชื้อ *E.coli* และ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่าง ซึ่งผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นทุกตัวอย่างผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น (มอก. 19/2533) ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งได้กำหนดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่พบไม่เกิน 1.0×10^5 cfu/g ปริมาณเชื้อ *E.coli* โดยวิธี MPN น้อยกว่า 3 ในตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่พบเชื้อ *Salmonella* ในตัวอย่าง 25 กรัม ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ostovar และคณะ (1971) ที่พบว่าการล้าง MDCM มีผลในการลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลงได้ 0.5 – 1.0 log cycle ทำให้จุลินทรีย์เริ่มต้นใน MDCM ล้างลดลง เนื่องจากวิตามินและเกลือแร่ที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์และจุลินทรีย์บางส่วนถูกชะล้างไปกับสารละลายที่ใช้ในการล้าง MDCM ล้างจึงมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลงและ McIvor และคณะ (2002) ล้าง MDCM ด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% จำนวน 3 ครั้ง นำไปทดแทนเนื้อหมูในการผลิต fresh sausage และ meat loaf โดยทดแทนส่วนเนื้อในปริมาณ 0 - 15% ของน้ำหนักเนื้อ พบว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างในผลิตภัณฑ์ทั้งสองชนิดมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลง 1.0 – 1.5 log cycle

เมื่อเทียบเคียงปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์และผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น พบว่าผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่าในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในการผลิตเบอร์เกอร์ต้องผ่านการให้ความร้อนถึง 2 ครั้งคือ การให้ความร้อนด้วยไอน้ำนาน 5 นาทีและการทอดที่อุณหภูมิ 110 - 120°C นาน 8 นาที เป็นผลให้จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ถูกทำลายไปมากกว่าในผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น

ตารางที่ 4.6 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TPC) เชื้อ *E.coli* และ *Salmonella* ของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% 1 และ 2 ครั้ง

ชนิดของเนื้อ	ปริมาณ (%)	TPC (cfu/g)	*E.coli* (MPN/g)	*Salmonella*
เนื้อหมู	100	2.0×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
MDCM ชั้นคุณภาพ B	12	4.0×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	24	4.4×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	36	4.0×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	48	6.7×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
MDCM ล้าง 1 ครั้ง	12	2.5×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	24	2.9×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	36	2.8×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	48	3.2×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
MDCM ล้าง 2 ครั้ง	12	3.0×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	24	1.4×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	36	1.4×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
	48	2.5×10^3	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นในด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่น และความชุ่มน้ำ ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 13 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4.30 – 4.34 จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ Asymmetric Factorial Experiment พบอิทธิพลของชนิด MDCM ปริมาณ MDCM และอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อคะแนนด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่นและความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และพบว่าคะแนนการยอมรับในทุกด้านของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ทั้ง 3 ชนิดในทุกปริมาณอยู่ในระดับยอมรับได้คือมีคะแนนสูงกว่า 5 คะแนน

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี (รูปที่ 4.30) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดในปริมาณเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสีลดลง เมื่อพิจารณาชนิดของ MDCM ต่อคะแนนสีพบว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง มีคะแนนสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B โดยผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสีลดลงเมื่อผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น สอดคล้องกับค่าสีที่วัดด้วยเครื่อง และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีกับค่าความสว่าง (L*) และค่าสีแดง (a*) มีค่าเป็น 0.81 และ – 0.74 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสีกับค่าสีแดง (a*) มีค่าต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากในขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นต้องผ่านการให้ความร้อนในน้ำที่ 70 - 80°C นาน 10 นาที เป็นผลให้สีแดงของรงควัตถุในเนื้อถูกทำลายและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (denatured metmyoglobin) จากเหตุผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าค่าความสว่าง (L*) น่าจะเป็นตัวบ่งชี้ว่ามีความสัมพันธ์กับคะแนนความชอบด้านสีมากกว่าค่าสีแดง (a*) ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Miller และคณะ (1986) รายงานว่าผลิตภัณฑ์ patties ที่ทดแทนเนื้อวัวด้วยเนื้อไก่งวงแยกกระดูกด้วยเครื่อง พบว่าเมื่อใช้ในปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์สุดท้ายลดลง เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีลดลง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส (รูปที่ 4.31) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดในปริมาณเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสลดลง โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B มีคะแนนต่ำกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ในทุกปริมาณ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณสูงขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสมบัติด้านการเกิดเจลด้อยลง ดังที่ได้กล่าวในผลของการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง texturometer ซึ่งผลจากการวัดค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์เมื่อนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับด้านเนื้อสัมผัสพบว่ามีค่าเป็น 0.84 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าทั้งสองมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยเมื่อค่าแรงตัดขาดของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นส่งผลให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสสูงขึ้น ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dhillon และ Maurer (1975b) ที่ศึกษาการใช้ MDCM ในผลิตภัณฑ์

summer sausage โดยพบว่าเมื่อใช้ในปริมาณเพิ่มขึ้น ค่าแรงยึดของผลิตภัณฑ์ลดลง เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสลดลง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ (รูปที่ 4.32) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิด ในปริมาณเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านรสชาติลดลง โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง มีคะแนนด้านรสชาติสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B สำหรับการเปลี่ยนแปลงของคะแนนด้านรสชาติ อธิบายได้เช่นเดียวกับดังที่ได้อธิบายในผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น (รูปที่ 4.33) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิด ในปริมาณเพิ่มขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านกลิ่นลดลง สำหรับการเปลี่ยนแปลงของคะแนนด้านกลิ่น อธิบายได้เช่นเดียวกับดังที่ได้อธิบายในผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์ ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cross และคณะ (1977) ที่รายงานว่าในการใช้ MDCM เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ patties เมื่อทดแทนเนื้อวัวด้วย MDCM ในปริมาณเพิ่มขึ้น คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ลดลง เนื่องจากเมื่อปริมาณ MDCM เพิ่มขึ้น ทำให้ไขมันสูงขึ้น ส่งผลให้สัดส่วนเครื่องเทศต่อผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วยน้ำหนักลดน้อยลงไปทำให้กลิ่นหอมของเครื่องเทศเจือจางลง ส่งผลให้คะแนนด้านกลิ่นลดลง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มน้ำ (รูปที่ 4.34) พบว่าเมื่อใช้ MDCM ทั้ง 3 ชนิดในปริมาณเพิ่มขึ้น คะแนนความชุ่มน้ำมีแนวโน้มลดลง โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง มีคะแนนสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B เล็กน้อย เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นของ MDCM ล้างพบว่าเมื่อใช้ทดแทนเนื้อหมูในปริมาณสูงขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนความชุ่มน้ำไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B มีคะแนนด้านความชุ่มน้ำลดลงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์อาจมีปริมาณน้ำมากเกินไป มีผลให้คะแนนด้านความชุ่มน้ำจากผู้ทดสอบต่ำลง ค่าสัมประสิทธิ์สห-สัมพันธ์ระหว่างคะแนนด้านความชุ่มน้ำกับความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่าเป็น 0.96 ผลการทดลองดังกล่าวแตกต่างกับงานวิจัยของ Uebersax และคณะ (1978a) ที่พบว่าความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ meat loaves เพิ่มขึ้นเมื่อใช้เนื้อไก่งวงแยกกระดูกด้วยเครื่องในปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากเนื้อดังกล่าวมีความชื้นและไขมันอยู่สูง เมื่อได้รับความร้อนไขมันจะละลายและแทรกตัวอุดช่องว่างในชิ้นเนื้อ จึงทำหน้าที่เป็นตัวกันไม่ให้น้ำในเนื้อถูกปลดปล่อยออกมามาก ทำให้เนื้อนั้นมีความชุ่มน้ำสูง ทำให้คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มน้ำสูงขึ้น

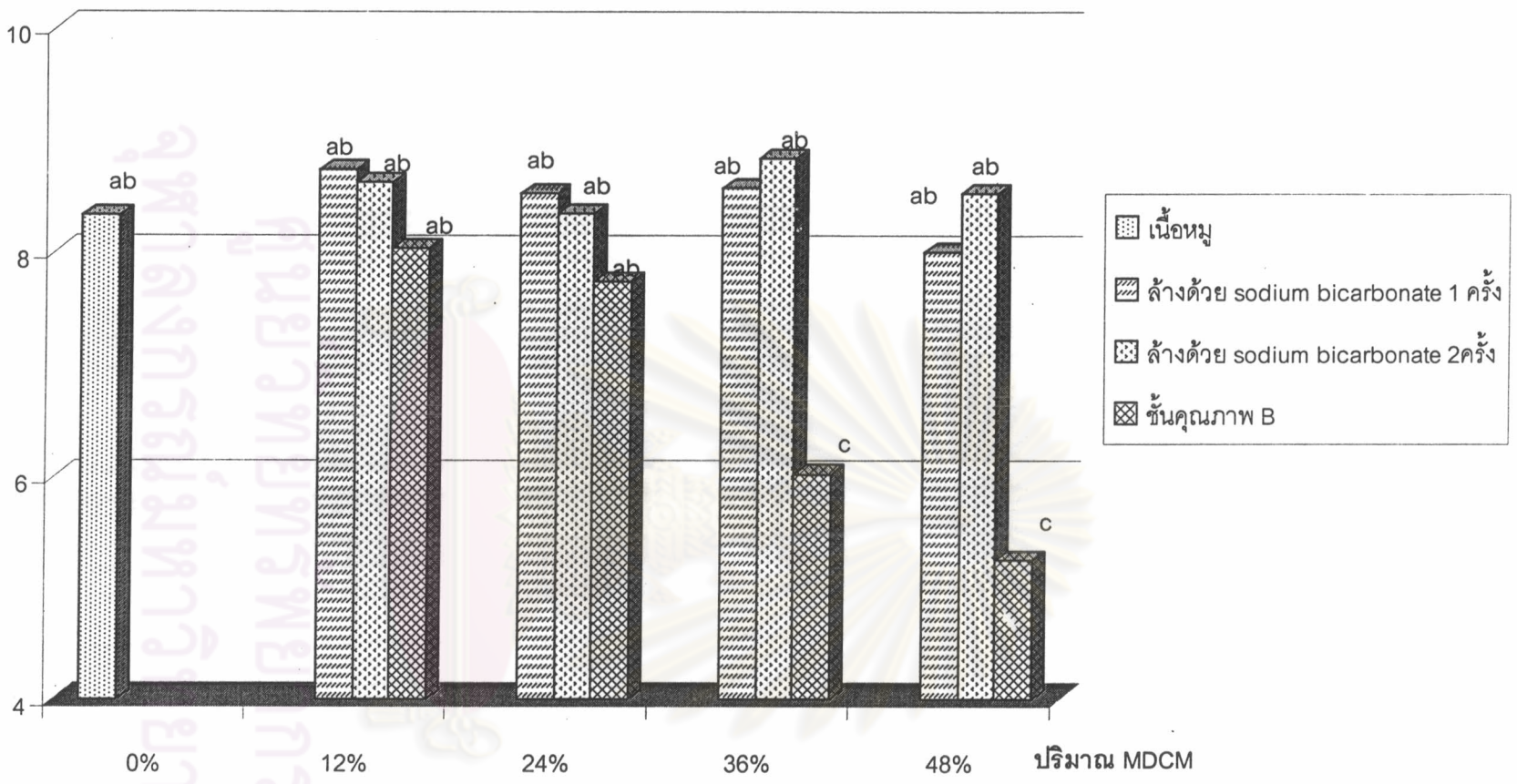
เมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นในทุกตัวอย่าง พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ทุกด้านอยู่ในระดับยอมรับได้ การประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบนั้น คุณลักษณะสำคัญที่ใช้ในการตัดสินเพื่อยอมรับผลิตภัณฑ์

ลูกชิ้น ได้แก่ เนื้อสัมผัส และรสชาติ (Malcolm,1978; Lawrie, 1992) ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกพิจารณาคะแนนการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส และรสชาติ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการเลือกปริมาณสูงสุดของ MDCM แต่ละชนิดที่สามารถทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ได้โดยผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้เนื้อหมูเพียงอย่างเดียว จากการทดลองที่ได้พบว่า MDCM ชั้นคุณภาพ B ทดแทนเนื้อหมูในสูตรได้ 12% ในขณะที่ MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ทดแทนเนื้อหมูในสูตรได้ 24% โดยผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ใช้เนื้อหมูเพียงอย่างเดียว สำหรับ MDCM ล้าง 1 และ 2 ครั้ง ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์ได้ในปริมาณเท่ากัน โดยมีคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส และรสชาติไม่แตกต่างกัน จึงเลือกลูกชิ้นตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 ครั้ง เนื่องจากใช้เวลา และปริมาณสารละลายในการล้างต่ำกว่า และให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่า

เมื่อเทียบเคียงปริมาณ MDCM ที่ใช้ทดแทนเนื้อหมูในผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์และผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นพบว่า MDCM ชั้นคุณภาพ B ทดแทนเนื้อหมูในเบอร์เกอร์และลูกชิ้นได้เท่ากันคือ 12% ขณะที่ MDCM ล้างทดแทนเนื้อหมูในเบอร์เกอร์และลูกชิ้นได้ 48 และ 24% ตามลำดับ จะเห็นว่า MDCM ล้างทดแทนเนื้อหมูในเบอร์เกอร์ได้ในปริมาณสูงกว่าลูกชิ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดที่เกิดเจลของโปรตีน ดังนั้นจึงต้องการเนื้อที่มีโปรตีนที่ละลายในสารละลายเกลือที่สกัดออกมาได้ในปริมาณสูง เพื่อให้โปรตีนดังกล่าวทำหน้าที่ในการเกิดโครงสร้างเจลของโปรตีน เพื่อให้เนื้อสัมผัสที่ดีแก่ผลิตภัณฑ์ เพราะเนื้อสัมผัสเป็นลักษณะสำคัญที่ผู้ทดสอบใช้ในการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น (Malcolm,1978) เมื่อ MDCM ล้างที่ใช้ทดแทนเนื้อหมูในการผลิตเบอร์เกอร์และลูกชิ้นมีโปรตีนใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.3 และ 4.5) ก็อาจเป็นผลให้ลูกชิ้นใช้เนื้อดังกล่าว ทดแทนเนื้อหมูได้ในปริมาณน้อยกว่าในเบอร์เกอร์

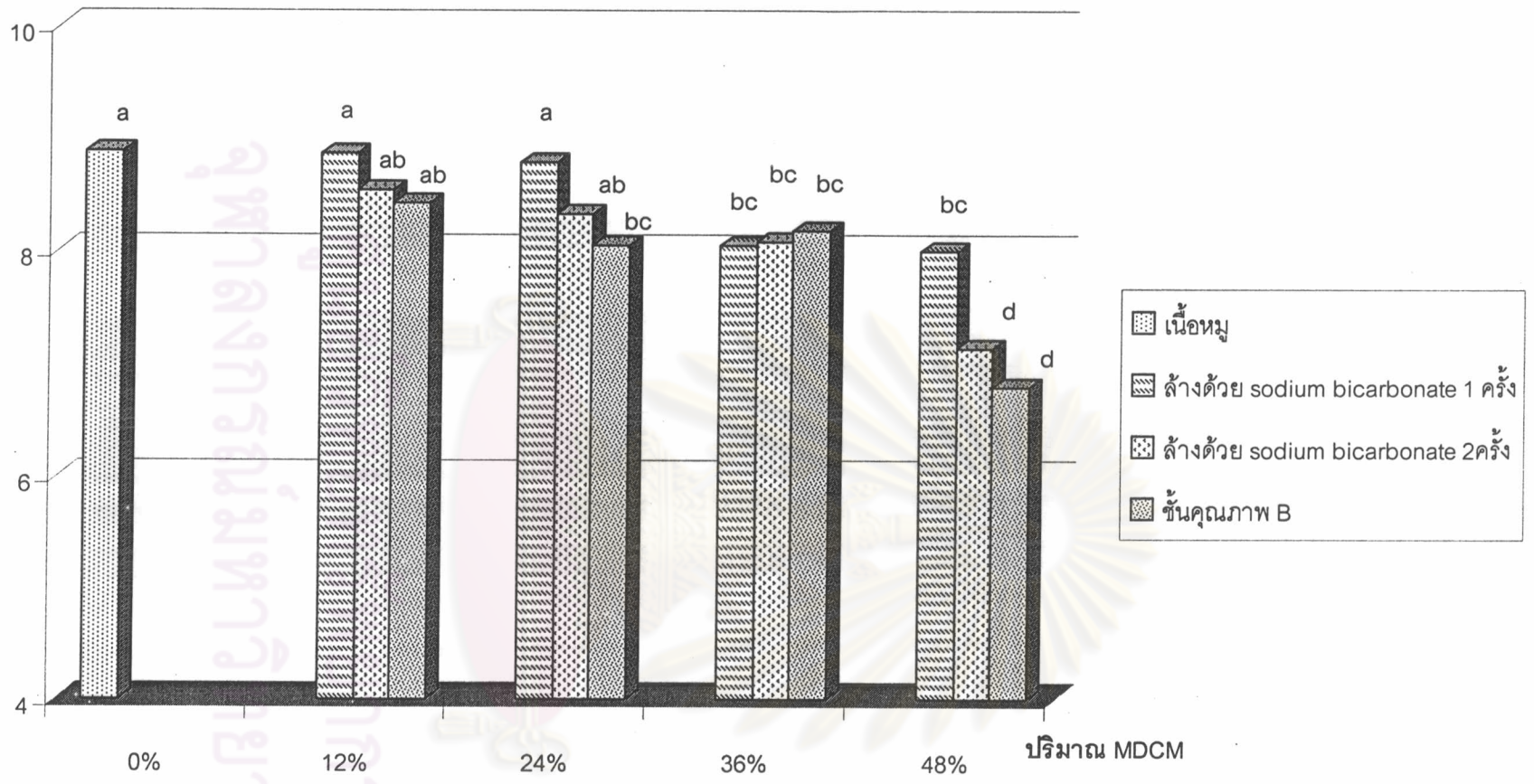
จากผลการทดลองในขั้นตอนนี้จึงเลือกลูกชิ้นตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง 1 ครั้ง ในปริมาณ 24% และตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% เพื่อศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



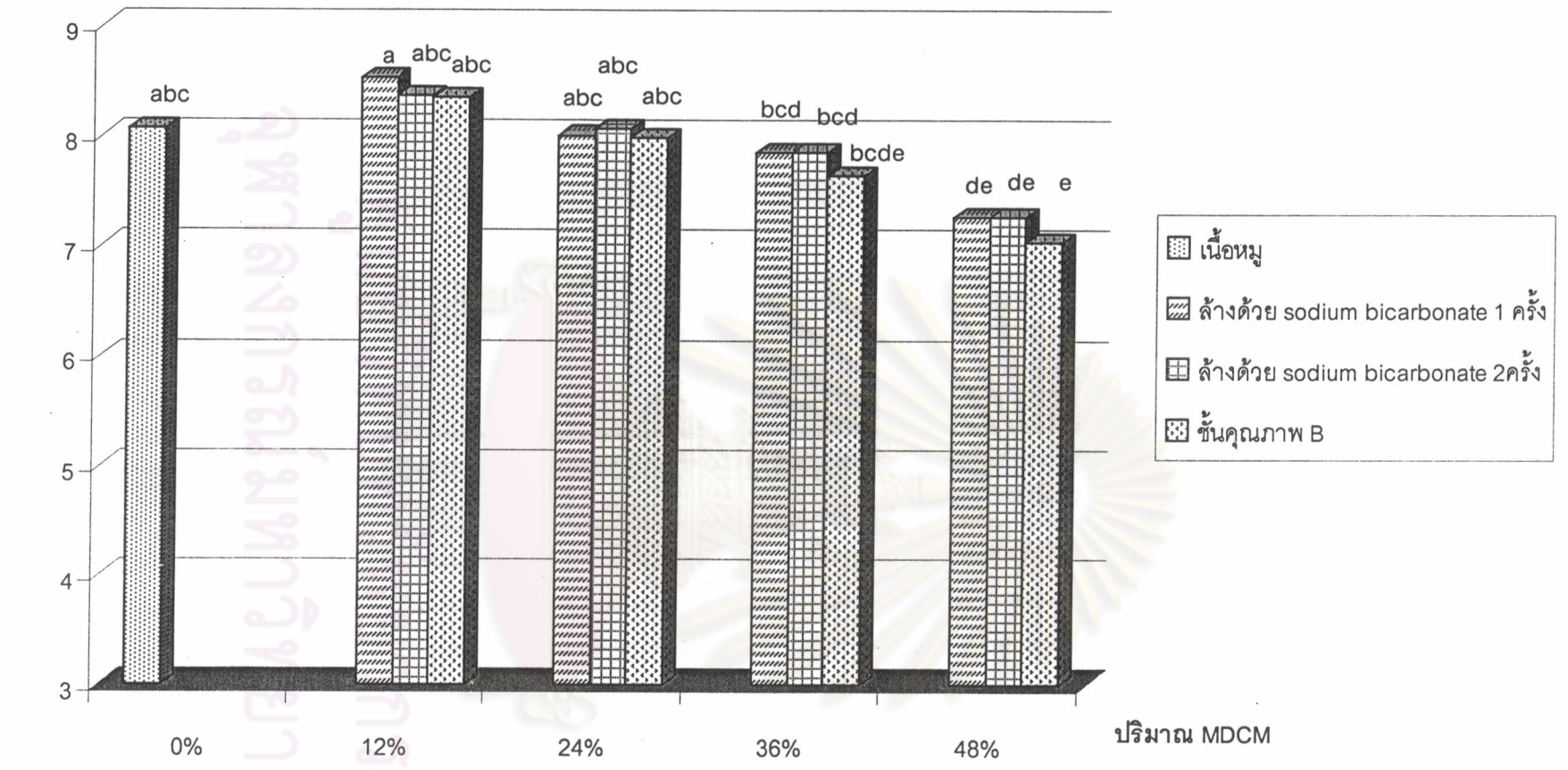
a,b,c,.. เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.30 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้ง ด้วยสารละลาย sodium bicarbinate 0.5%



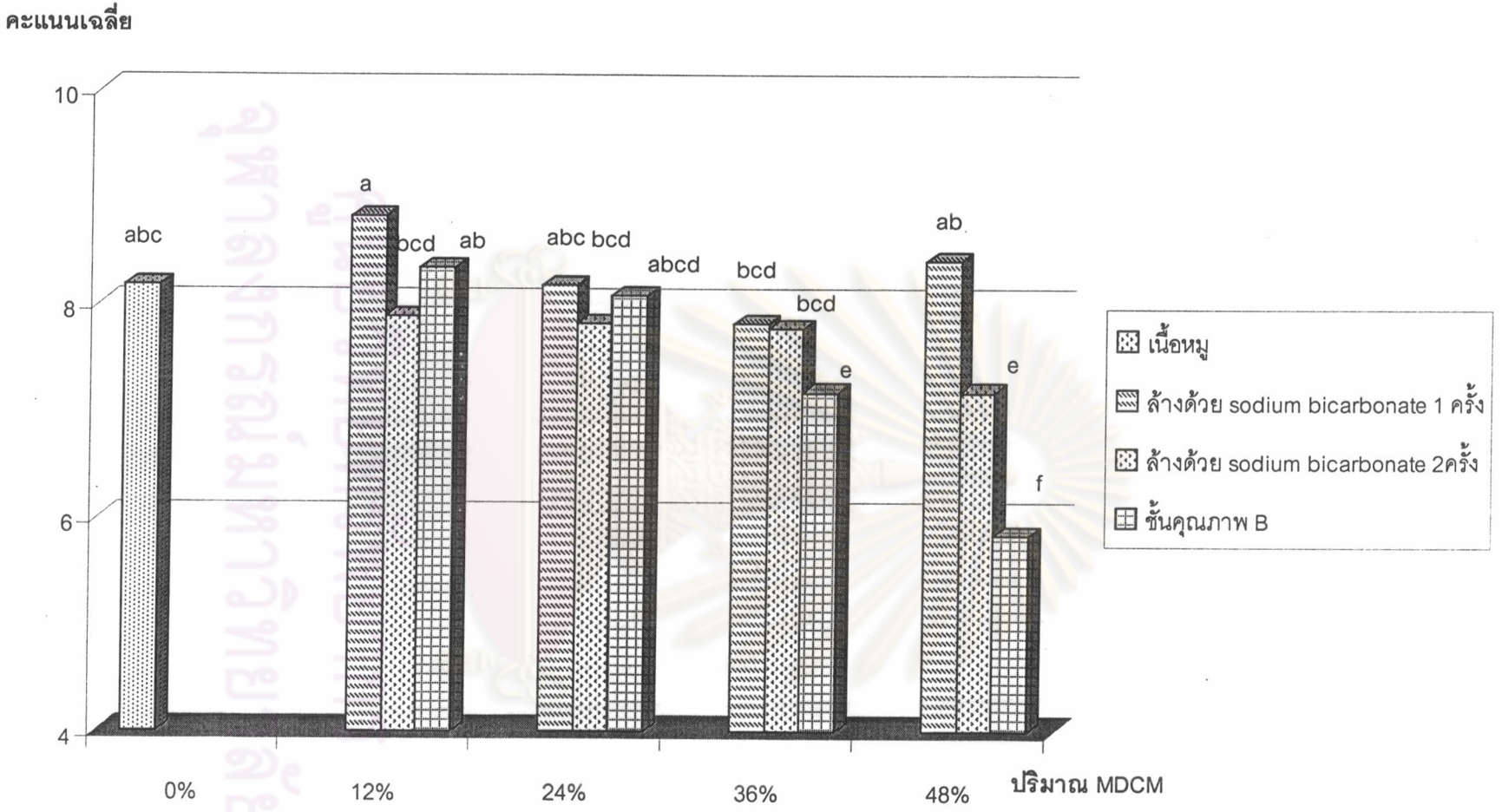
a,b,c,.. เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.31 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้ง ด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



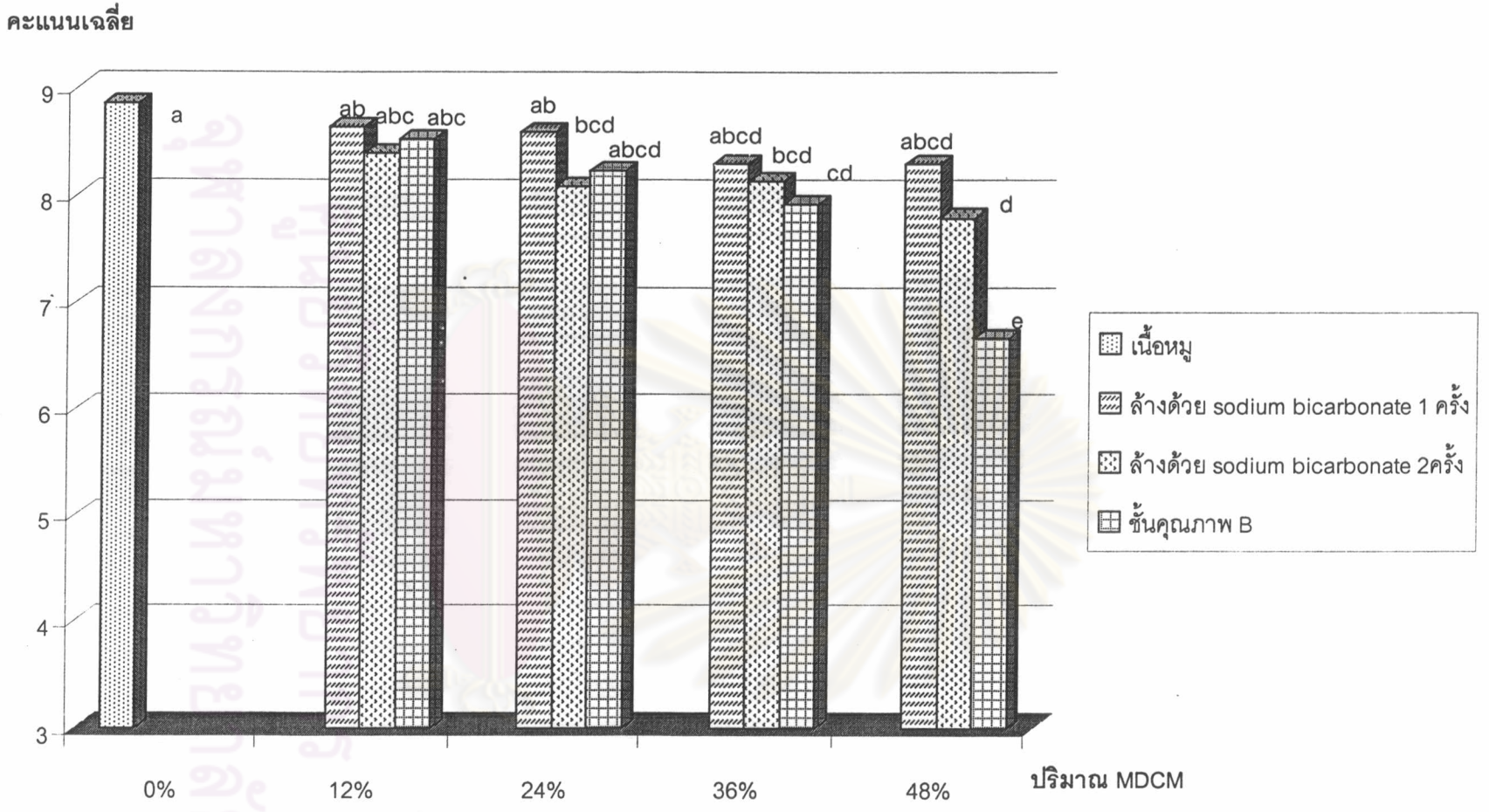
a,b,c,.. เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.32 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้ง ด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



a,b,c,.. เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.33 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%



a,b,c,.. เกณฑ์คุณภาพเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

รูปที่ 4.34 คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับปรุงคุณภาพโดยการล้าง 1 และ 2 ครั้งด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5%

4.3.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นระหว่างเก็บรักษา

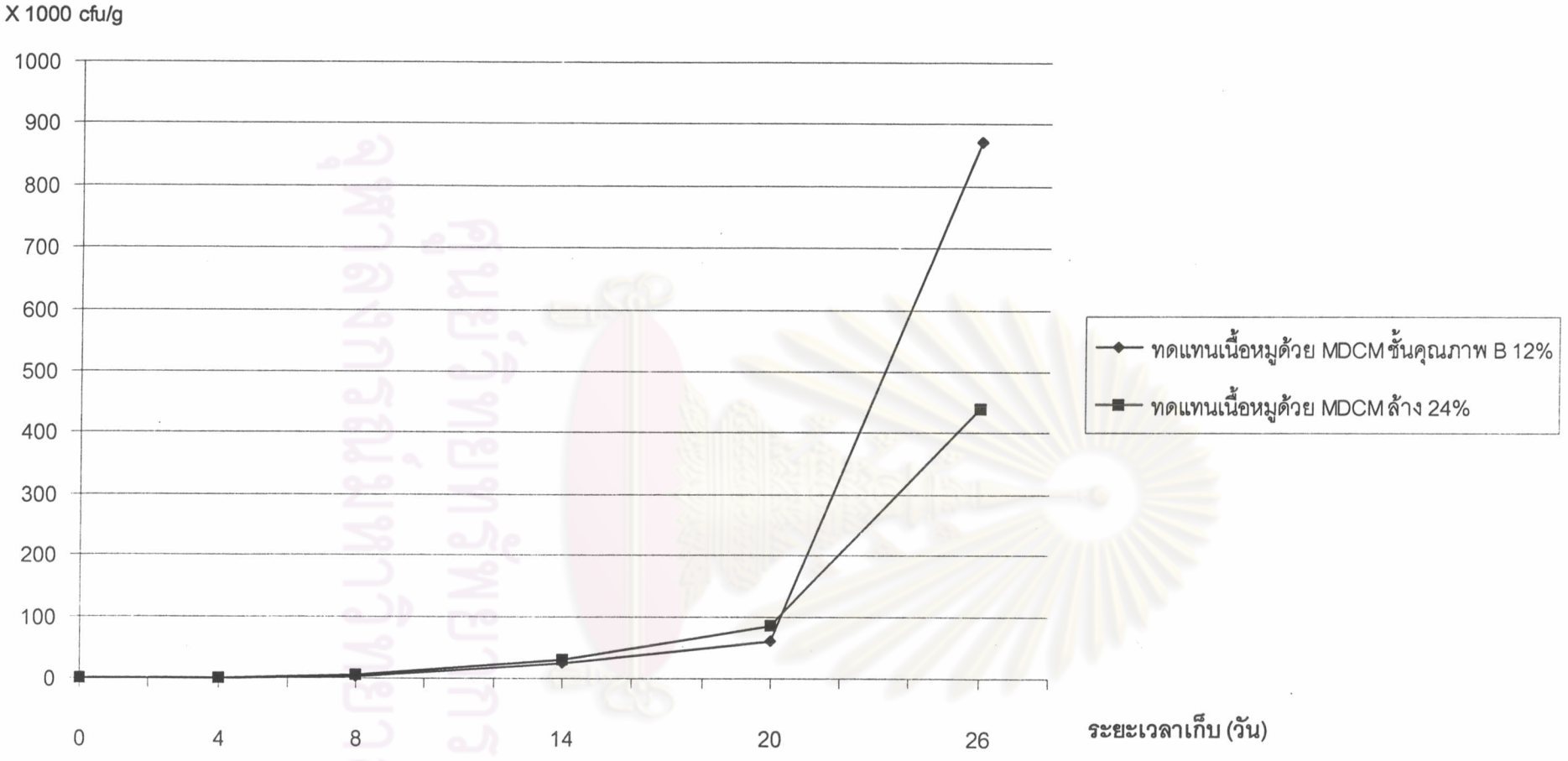
ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% และตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ที่ผ่านการล้างด้วยสารละลาย sodium bicarbonate 0.5% 1 ครั้ง ในปริมาณ 24% บรรจุในถุง LDPE ถุงละ 150 กรัม ปิดผนึกที่ภาวะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 - 4°C) เป็นเวลา 26 วัน ระหว่างเก็บสุ่มตัวอย่างที่เวลาเก็บ 0, 4, 8, 14, 20 และ 26 วันมาวิเคราะห์ ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ค่า TBA และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

การเลือกบรรจุในถุง LDPE แม้จะทราบว่า LDPE เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ก๊าซออกซิเจนซึมผ่านเข้าไปได้ (0.5 – 0.6 cc.mil/ 100 in^2.day.atm) และมีความหนา 25 – 30 ไมโครเมตร (Brown, 1992) แต่สาเหตุที่เลือกบรรจุภัณฑ์ชนิดนี้เนื่องจากเป็นชนิดเดียวกับที่ใช้ทางการค้า และมีราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (รูปที่ 4.35) พบว่าเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณามาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับลูกชิ้น (มอก. 19/2533) ที่กำหนดให้ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต้องไม่เกิน 1.0 X 10^5 cfu/g เปรียบเทียบกับผลการทดลองในรูปที่ 4.35 พบว่าลูกชิ้นที่เก็บเป็นเวลา 20 วันมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่า 10^5 cfu/g ทั้ง 2 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างเล็กน้อย ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับผลการทดลองของ Sofos และคณะ (1979) ที่พบว่าไส้กรอก frankfurter เมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้นจาก 0 – 22 วัน มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 3.1X10^6 - 4.4X10^6 cfu/g ส่งผลให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ในผลิตภัณฑ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

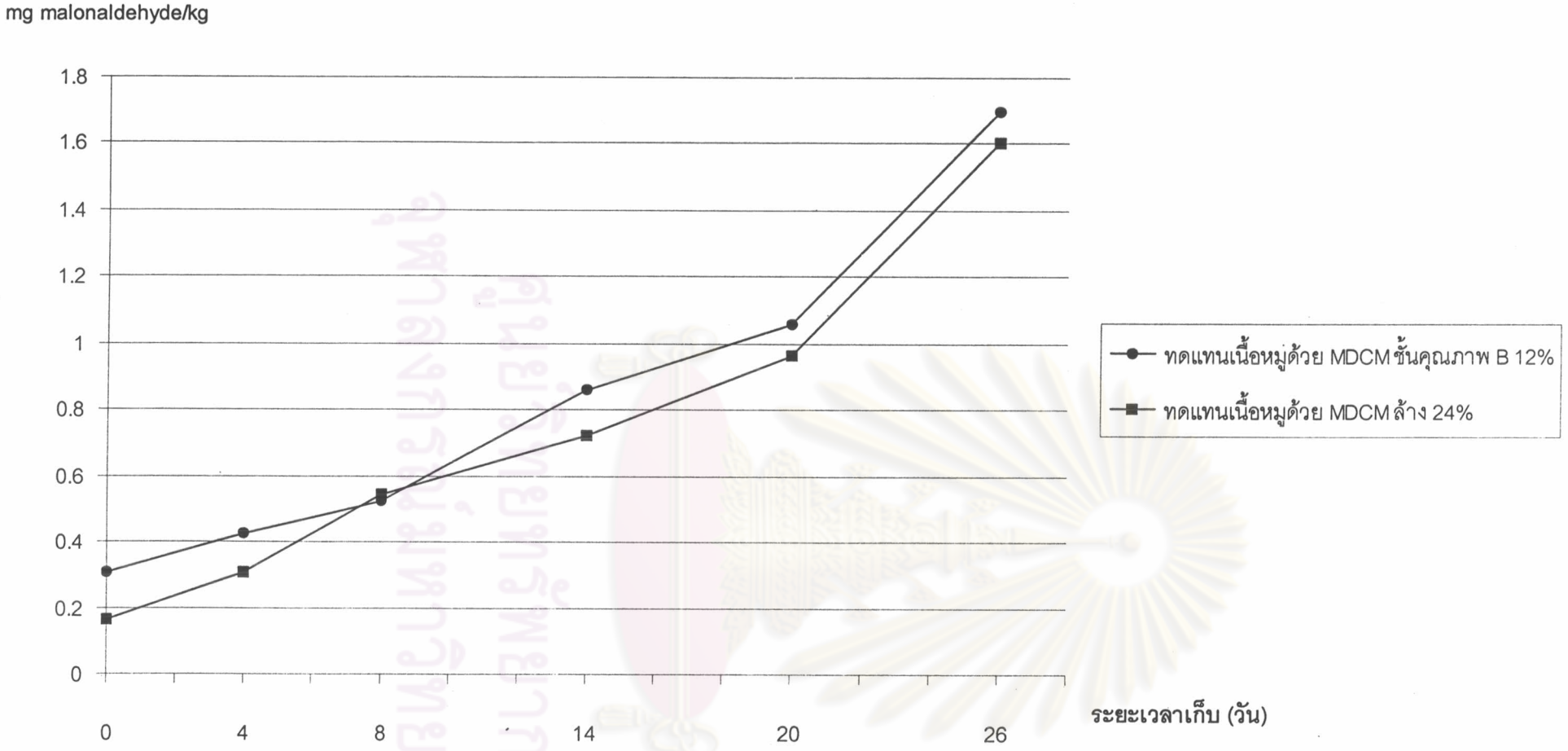


รูปที่ 4.35 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 - 4°C) เป็นเวลา 0 - 26 วัน

ค่า TBA

ผลการวิเคราะห์ค่า TBA (รูปที่ 4.36) พบว่าเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดปฏิกิริยา oxidation ของไขมันในผลิตภัณฑ์ เมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาดังกล่าวก็ยังเกิดขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ได้ malonaldehyde อิสระมากยิ่งขึ้น จึงทำให้ค่า TBA ที่ได้มีค่าสูงขึ้น (Uebersax และคณะ, 1978b) โดยผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% มีค่า TBA สูงกว่าตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้าง ในปริมาณ 24% เล็กน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.36 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 - 4°C) เป็นเวลา 0 - 26 วัน

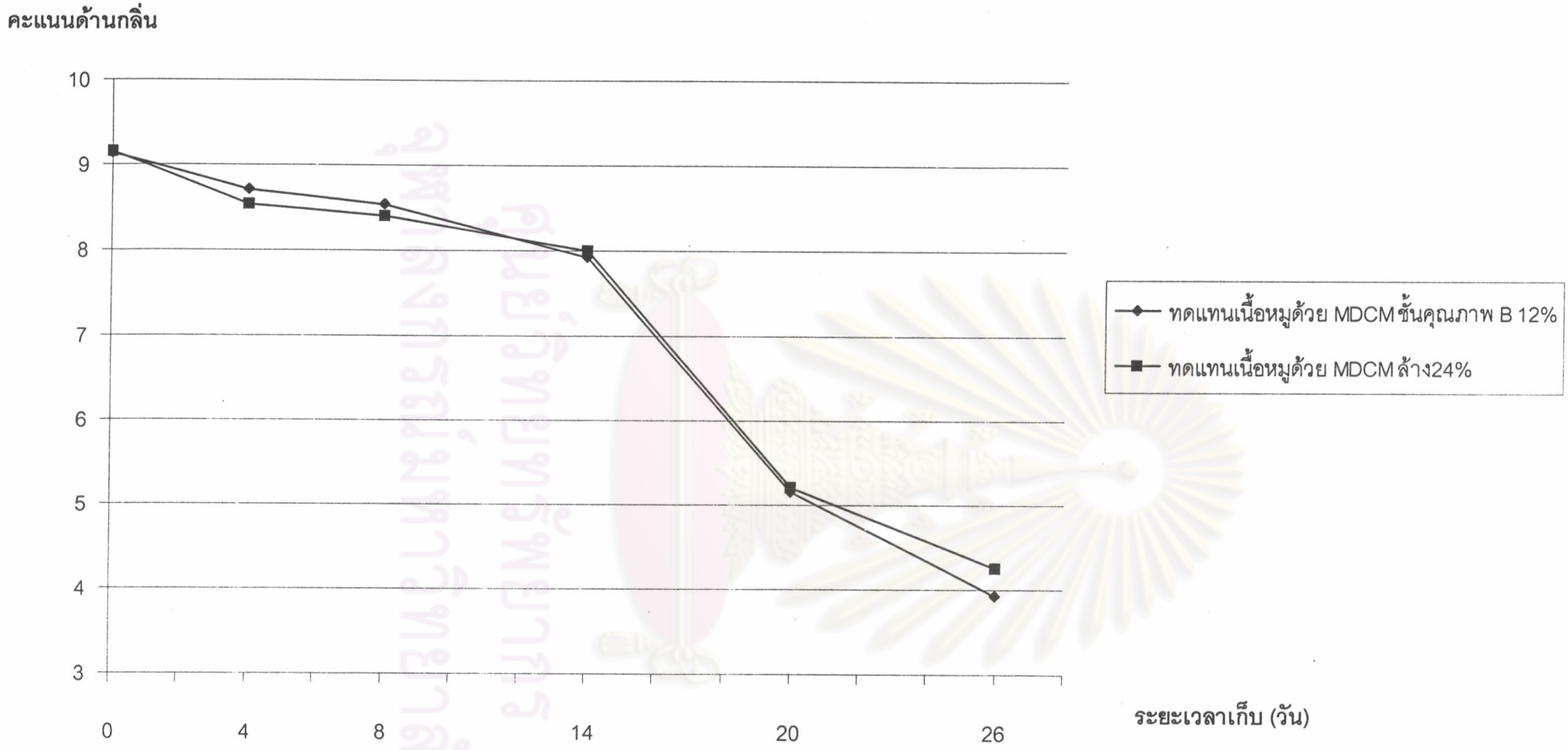
คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

ผลการวิเคราะห์คะแนนทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น (รูปที่ 4.37) พบว่าคะแนนด้านกลิ่นลดลง เมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดกลิ่นหืนจากปฏิกิริยา oxidation ของไขมันเพิ่มขึ้น และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น องค์ประกอบเหล่านี้ส่งผลให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในผลิตภัณฑ์ (Sofos และคณะ, 1979) คะแนนด้านกลิ่นจึงลดลง จากรูปที่ 4.37 พบว่าลูกชิ้นที่เก็บเป็นเวลา 20 วัน มีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบและมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่า 10^5 cfu/g (รูปที่ 4.35) เมื่อนำปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับคะแนนด้านกลิ่นของตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% และตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างในปริมาณ 24% พบว่ามีค่าเป็น – 0.92 และ – 0.84 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นกับค่า TBA ของตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% และตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างในปริมาณ 24% มีค่าเป็น – 0.95 และ – 0.94 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าติดลบ แสดงว่าความสัมพันธ์ของค่าทั้งสองเป็นไปในทิศทางตรงข้าม สำหรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่เก็บนาน 21 วันพบว่าผู้ทดสอบตรวจพบกลิ่นหืนของลูกชิ้นที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ชั้นคุณภาพ B ในปริมาณ 12% และตัวอย่างที่ทดแทนเนื้อหมูด้วย MDCM ล้างในปริมาณ 24% ที่ค่า TBA เท่ากับ 1.2 และ 1.1 mg malonaldehyde/kg ตามลำดับ (รูปที่ 4.36) ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Tarladgis และคณะ (1976) ที่พบว่าผู้ทดสอบสามารถรับรู้กลิ่นหืนของเนื้อหมูบดสุกและเนื้อวัวบดสุกที่มีค่า TBA ตั้งแต่ 0.5 – 1.0 และ 0.6 – 2.0 mg malonaldehyde/kg ตามลำดับ และ Uebersax และคณะ (1978b) พบว่าผู้ทดสอบสามารถรับรู้กลิ่นหืนของผลิตภัณฑ์ meat loaves ที่ผลิตจากเนื้อไก่งวงแยกกระดูกด้วยเครื่องที่มีค่า TBA ตั้งแต่ 1.5 – 2.0 mg malonaldehyde/kg

จากผลการทดลองในขั้นตอนนี้ สรุปได้ว่าลูกชิ้นทั้ง 2 ตัวอย่าง เมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น คะแนนด้านกลิ่นลดลง ค่า TBA และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยลูกชิ้นที่เก็บเป็นเวลา 20 วัน ในถุง LDPE ปิดผนึกในภาวะสุญญากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 - 4°C) มีคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ และมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่า 10^5 cfu/g

เมื่อเทียบเคียงเวลาในการเก็บของผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์และผลิตภัณฑ์ลูกชิ้น พบว่าผลิตภัณฑ์เบอร์เกอร์เก็บได้ 21 วันเป็นเวลานานกว่าลูกชิ้นที่เก็บได้ 20 วัน โดยที่ผู้ทดสอบยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในสูตรการผลิตของเบอร์เกอร์มีการเติม rosemary ซึ่งมีสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ส่งผลให้เบอร์เกอร์เก็บได้นานกว่าลูกชิ้น โดยจากการทดลองพบว่าลูกชิ้นเสื่อมเสียจากสาเหตุของจุลินทรีย์ในขณะที่เบอร์เกอร์มีการใช้ไขมันลงในสูตรทำให้มีไขมันสูงกว่าจึงเกิดปฏิกิริยา oxidation ของไขมันทำให้ค่า TBA ของเบอร์เกอร์สูงกว่าของลูกชิ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.37 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (2 - 4°C) เป็นเวลา 0 - 26 วัน