

R19



ผลของชนิดและปริมาณแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง

Effects of Type and Quantity of Flours Used on
The Quality of Frozen Fish Balls

เอกสารทางวิชาการ ฉบับที่ 7/2536
สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ
กรมประมง

TECHNICAL PAPER NO. 7/1993
FISHERY TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT INSTITUTE
DEPARTMENT OF FISHERIES,



ผลของชนิดและปริมาณแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง

Effects of Type and Quantity of Flours Used on
The Quality of Frozen Fish Balls

เอกสารทางวิชาการ ฉบับที่ 7/2536
สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ
กรมประมง

TECHNICAL PAPER NO. 7/1993
FISHERY TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT INSTITUTE
DEPARTMENT OF FISHERIES,

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	1
คำนำ	2
วิธีการทดลอง	2
ผลการทดลองและวิจารณ์	4
สรุปผลการทดลอง	5
เอกสารอ้างอิง	21

สารบัญ ตาราง และรูป

ตารางที่	หน้า
1. Pooled Mean TVB,Protein,Moisture,Drip loss,Gelstrength and Total viable count against type and quantity of additional flour and storage time of frozen balls.	6
2. Pooled Mean sensory score against type and quality of additional flour and storage of frozen fish balls.	7
รูปที่	
1. Effect of type, quantity of flour on TVB of fish balls during frozen storage.	8
2. Effect of type, quantity of flour on moisture content of fish balls during frozen storage.	9
3. Effect of type and quantity of flour on drip loss of fish balls during frozen storage.	10
4. Effect of type and quantity of flour on gel strength of fish balls during frozen storage.	11
5. Effect of type and quantity of flour on outer surface of fish balls during frozen storage.	12
6. Effect of type and quantity of flour on gel strength of fish balls during frozen storage.	13
7. Effect of type and quantity of flour on hardness of fish balls during frozen storage.	14
8. Effect of type and quantity of flour on appearance of fish balls during frozen storage.	15
9. Effect of type and quantity of flour on succulence of fish balls during frozen storage.	16
10. Effect of type and quantity of flour on texture of fish balls during frozen storage.	17
11. Effect of type and quantity of flour on glossiness of fish balls during frozen storage.	18
12. Effect of type and quantity of flour on cut surface of fish balls during frozen storage.	19
13. Effect of type and quantity of flour on flavour of fish balls during frozen storage.	20

ผลของชนิดและปริมาณแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง
EFFECTS OF TYPE AND QUANTITY OF FLOURS USED
ON THE QUALITY OF FROZEN FISH BALLS

Jirawan Yamprayoon
Poolsap Virulhakul
Fishery Technological Development Institute

จิราวรรณ แย้มประยูร
พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล
สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

บทคัดย่อ

ได้ทดลองผลิตลูกชิ้นจากเนื้อปลาตะเพียนแช่เยือกแข็งจากปลาทรายแดงสด ด้วยการแปรผันชนิดและปริมาณของแป้ง โดยใช้แป้งมัน Purity 4 และ National Frigex ซึ่งเป็น Modified Starch ในปริมาณ 0, 3, 5, 8 เปอร์เซ็นต์ และนำไปผ่านการแช่เยือกแข็งด้วย Liquid Nitrogen และเก็บรักษาที่ -18°C เพื่อทดสอบคุณภาพในช่วงการเก็บรักษา ระหว่างช่วงการเก็บรักษาได้วัดตัวอย่างลูกชิ้นมาวิเคราะห์ค่า Total Viable Count (TVC), Protein, Total Volatile Base (TVB), Moisture, Gel Strength, Dripping loss และ Sensory Assessment ผลจากการทดลองพบว่าลูกชิ้นแช่แข็งที่เติม Modified Starch, National Frigex 8 เปอร์เซ็นต์ จะลดปริมาณการสูญเสียน้ำได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเทียบกับลูกชิ้นที่ไม่ได้ใส่แป้ง และได้ผลดีกว่าลูกชิ้นที่ใส่แป้งมันธรรมดา (Unmodified Starch) นอกจากนี้ปริมาณและชนิดของแป้ง Modified ที่ใช้ไม่มีผลต่อลักษณะทั่วไป ลักษณะผิวภายนอก ความชุ่มน้ำ ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเงามัน และรสชาติของลูกชิ้น ลูกชิ้นเมื่อเก็บได้มากกว่า 60 วัน จะมีลักษณะผิวแห้ง ไม่มีความเงามันซึ่งผู้บริโภคน่าจะไม่ยอมรับ

Abstract

Fish balls were produced from frozen threadfin-bream based surimi. The variation of type and quantity of several flours used consisted of Tapioca flour and modified starches, Purity 4 and National Frigex; of 0, 3, 5, or 8% which were added during kneading. The cooked fish balls were then frozen by nitrogen liquid and stored at -18°C in order to determine their quality during storage. Sample were removed to determine Total Viable Count (TVC), Protein, Total Volatile Bases (TVB), Moisture, Gel Strength, Drip Loss, and Sensory Assessment. The addition of 8% National Frigex reduced drip loss up to 50% compared to control samples (fish balls without additional flour) and gave better results than the use of Tapioca flour. Type and quantity of modified starches did not affect general appearance, surface, succulence, texture, glossiness and flavour of the fish ball samples. The samples stored more than 60 days caused outer surface dryness and reduced glossiness resulting in unacceptability by the panelists.

คานา

ลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อปลาที่แพร่หลายมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะประเทศไทยและประเทศสิงคโปร์ คุณภาพลูกชิ้นที่ดีต้องมีสีขาว ไม่มีกลิ่นคาว มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวฟู ลูกชิ้นปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่เน่าเสียง่าย ต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเพื่อชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แยมประยร และคณะ (1980) ได้ทดลองศึกษาคุณภาพของลูกชิ้นระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าลูกชิ้นเก็บได้เพียง 1 และ 7 วัน ที่อุณหภูมิ 30°C (อุณหภูมิห้อง) และ 4°C (อุณหภูมิตู้เย็น) ตามลำดับ ส่วนลูกชิ้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -9°C และ -18°C จะเก็บรักษาได้เป็นเวลานานแต่เนื้อสัมผัสของลูกชิ้นจะเหนียวเกิดรูพรุนคล้ายฟองน้ำ ทั้งนี้เกิดจากการขยายตัวของผลิตภัณฑ์ในลูกชิ้นระหว่างการแช่แข็งซึ่งไปทำลายเนื้อเยื่อของผลิตภัณฑ์ให้ฉีกขาดเมื่อละลายน้ำแข็งออก หรือทำให้มีการสูญเสียน้ำออกมาก ๆ (Lawrence, 1986) ถึงแม้ว่า การแช่เยือกแข็งเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้เป็นอย่างดี โดยไปยังการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แต่ปัญหาหนึ่งซึ่งเกิดกับอาหารแช่เยือกแข็งคือ การทำลายของเนื้อเยื่อผลิตภัณฑ์ คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่เยือกแข็งขึ้นกับอัตราเร็วของการแช่เยือกแข็ง ซึ่งขนาดผลิตภัณฑ์จะสัมพันธ์โดยตรงกับกรรมวิธีการทำเยือกแข็ง หากระยะเวลาแข็งตัวของผลิตภัณฑ์ช้า จะเกิดผลิตภัณฑ์น้ำแข็งที่ใหญ่แหลมคมทำให้เนื้อสารฉีกขาด และการทำเยือกแข็งอย่างรวดเร็วที่สุดคือการใช้ Liquid Nitrogen (Love, 1968) นอกจากนี้ การใช้แข็งในผลิตภัณฑ์โดยทั่วไป แต่เดิมมักมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เหนียว (Thickener) และเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต แต่ในปัจจุบันมีประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เพื่อเป็น Stabilizers, Texturizers, Water or Fat Binders, Emulsification เพิ่ม Gel Strength และ Freeze-thaw Stability ของผลิตภัณฑ์ได้ โดยใช้ Modified Starch ที่เหมาะสม (Luallen, 1985) ดังนั้น การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ศึกษาปริมาณและชนิดของแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง
2. ศึกษาคุณภาพของลูกชิ้นแช่เยือกแข็งขณะเก็บรักษา

วิธีการทดลอง

1. วัตถุดิบที่ใช้คือเนื้อปลาแช่แข็ง (ซูริมิ) จากปลาทรายแดง ซึ่งมีส่วนผสมของ 4% Sorbitol และ 4% Sucrose เป็น Cryoprotectants
2. นำซูริมิมาผลิตเป็นลูกชิ้นโดยแปรผันปริมาณและชนิดของแป้ง คือ
 - 2.1 แป้งมัน (tapioca) 0, 3, 5, 8%
 - 2.2 National-frigex (modified tapioca starch-freeze-thaw stability 7 -8 cycle) from National starch and chemical corporation 0,3,5,8%
 - 2.3 Purity 4 (modified tapioca starch-freeze-thaw stability 3-4 cycle) from National starch and chemical corporation 0, 3, 5, 8%

การผลิตลูกชิ้นตามสูตรในชุดทดลองนั้น จะมีตัวอย่างลูกชิ้นสำหรับการทดลองรวม 10 ตัวอย่าง (treatments) โดยนำเนื้อปลาบดแช่แข็งมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 ชั่วโมง และนำไปตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ในเครื่องบดตัด (Silent Cutter) และนำมาสกัดไขมันด้วยไขมันต่อไป

เนื้อปลาบด

ขนาด 5 นาที เติมน้ำมัน 1.5%

ขนาด 10 นาที เติมน้ำมัน 1.5%
 ค่อย ๆ เติมน้ำมันตามข้อ 2.1, 2.2, 2.3
 และขนาดต่ออีก 15 นาที ระหว่างนี้ค่อย ๆ
 เติมน้ำมันเพื่อควบคุมอุณหภูมิและปรับให้
 ลูกชิ้นมีความชื้น 80%

ขึ้นรูปโดยการปั้นลูกชิ้นผ่านเครื่องบีบ

ทิ้งไว้ให้ set ที่อุณหภูมิห้อง 40°C
 20 นาที และนำไปตั้งที่อุณหภูมิ 90°C
 20 นาที

ทิ้งไว้เย็น

ลูกชิ้น

3. ลูกชิ้นที่ผลิตได้นำไปแช่เยือกแข็ง โดยนำไปผ่านเครื่องทำความเย็นแบบอุโมงค์ไนโตรเจน อุณหภูมิตรงจุดผลิตไนโตรเจน -170°C อุณหภูมิในอุโมงค์ -150°C (-160°C) ใช้เวลาแช่เยือกแข็ง 10-12 นาที ต่อตัวอย่าง

4. นำลูกชิ้นมาแบ่งใส่ถุง Polypropylene ขนาด 7" x 9" ถุงละ 200 กรัม เก็บใน Freezer อุณหภูมิ -18°C เพื่อศึกษาคุณภาพระหว่างแช่แข็ง

5. วิเคราะห์คุณภาพ

5.1 ลูกชิ้นก่อนแช่เยือกแข็ง และหลังแช่เยือกแข็ง สัปดาห์ที่ 0 และ สัปดาห์สุดท้ายนำมาตรวจวิเคราะห์

Protein AOAC, 1980

Total Viable Count ICMSF, 1978

5.2 ทุก 2 สัปดาห์ นำตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ที่

Total Volatile Bases Uchiyama, 1978

Moisture AOAC, 1980

Gel Strength MFRD, 1979

Dripping Index JIANG, N.D.

Sensory Evaluation

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของชนิดแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง

ผลของชนิดแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง แสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 1-4 พบว่าแป้งมัน Purity 4 และ National Frigex เมื่อนำมาใช้ในการทำลูกชิ้น ไม่มีผลต่อปริมาณ TVB, Protein, Moisture และ Gel Strength แต่มีผลต่อปริมาณ Drip โดยลูกชิ้นที่เติมแป้งทั้ง 3 ชนิด จะมีปริมาณ Drip หลังการทำให้ละลาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ลูกชิ้นที่เติม National Frigex จะสูญเสียน้ำ (Drip) น้อยที่สุดหลังการทำให้ละลายแล้ว (รูปที่ 3) แสดงว่าแป้งที่ผ่านการ Modified จะให้ผลมากกว่าแป้งที่ไม่ได้ผ่านการ Modified

ตารางที่ 2 และรูปที่ 5-13 แสดงถึงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วจำนวน 8 ราย พบว่าชนิดของแป้งไม่มีผลต่อคะแนน ลักษณะทั่วไป (Appearance) ความเหนียว (Gel strength) ลักษณะภายนอก (Outer Surface) ความชุ่มชื้น (Succulence) ลักษณะเนื้อสาร (Texture) ความเงามัน (Glossiness) ลักษณะผิวหน้าตัด (Cut Surface) และรสชาติ (Flavour) แต่มีผลต่อความแข็ง (Hardness) ของลูกชิ้น กล่าวคือ ลูกชิ้นที่ใส่แป้งมัน และ Purity 4 จะมีความแข็งไม่ต่างกัน แต่แข็งมากกว่าลูกชิ้นที่ใส่ National Frigex นอกจากนี้ ชนิดแป้งไม่มีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ ผู้ทดสอบให้คะแนนไม่ต่างกันส่วนปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (TVC) ก็ไม่ต่างกันด้วย มีค่าเฉลี่ย 6.9×10^3 โคโลนี/กรัม (ตารางที่ 1)

ผลของปริมาณแป้งต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง

ผลของปริมาณแป้ง 0, 3, 5, 8% ต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง แสดงในตารางที่ 1, และรูปที่ 2 พบว่าปริมาณแป้งที่ใส่ไม่มีผลต่อความชื้นของลูกชิ้น อาจเนื่องมาจากการผลิตลูกชิ้น ได้มีการปรับปริมาณความชื้นของลูกชิ้นอยู่ในช่วง 80-81% ลูกชิ้นที่ใส่แป้งมากกว่า 5% จะมีผลให้ปริมาณเบรตต์ลดลงแต่ถ้าใส่ไม่เกิน 3% จะไม่มีผลต่อปริมาณเบรตต์ทำให้ค่าไม่เปลี่ยนแปลง การใส่แป้งมากขึ้นจะมีผลให้ปริมาณ Drip ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ลูกชิ้นที่ใส่แป้ง 0, 3, 5, 8% จะมีค่า Drip แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญซึ่งปริมาณ 8% ให้ผลดีที่สุดสำหรับแป้งทุกชนิด (รูปที่ 3) อาจเป็นเพราะโมเลกุลของแป้งจับกับโมเลกุลของ Myofibrillar Protein หลังจากให้ความร้อน ทำให้ไม่สูญเสียน้ำหลังการทำให้ละลายแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Jiang (N.D.)

ส่วนปริมาณแป้งต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 2) พบว่าปริมาณแป้ง 0, 3, 5, 8% ที่ใส่ลูกชิ้นไม่มีผลต่อลักษณะเนื้อสาร และลักษณะผิวหน้าตัด ซึ่งผู้ทดสอบให้คะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ลูกชิ้นที่ใส่แป้งจะมีลักษณะผิวภายนอกเรียบ มีความเงามันและความชุ่มชื้นมากกว่าลูกชิ้นที่ไม่ได้ใส่แป้ง ไม่ว่าจะใส่แป้งในระดับใดก็ตาม ซึ่งปริมาณแป้งที่ใส่ไม่มีผลต่อคุณลักษณะเหล่านี้ นอกจากนี้ลูกชิ้นที่ใส่แป้งจะมีความแข็งมากกว่าลูกชิ้นที่ไม่ได้ใส่แป้ง แต่มีความเหนียวน้อยกว่า (รูปที่ 7 และ 10) ส่วนปริมาณ และชนิด

แป้งที่ใส่ไม่มีผลต่อคะแนนความเหนียว ซึ่งค่าความเหนียวจากเครื่อง Rheometer ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 1) อาจเป็นเพราะชนิดของแป้งที่ใช้ปริมาณ Amylose ไม่แตกต่างกันเพราะ Amylose ในแป้งจะมีคุณสมบัติให้ความเหนียวได้แป้งที่มีปริมาณ Amylose ต่างกันจะมีผลต่อคุณสมบัติเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ต่างกันด้วย (Luallen, 1985) ลูกชิ้นที่ใส่แป้ง ผู้ทดสอบยอมรับรสชาติมากกว่าลูกชิ้นไม่ได้ใส่แป้ง อาจเป็นเพราะแป้งไปช่วยลดกลิ่นคาวในลูกชิ้นได้ส่วนปริมาณกับเครื่องทดสอบลูกชิ้นไม่ต่างกันไม่ว่าจะใส่แป้งระดับก็ตาม (ตารางที่ 1)

ผลของระยะเวลาการเก็บต่อคุณภาพลูกชิ้นแช่เยือกแข็ง

ผลของระยะเวลาการเก็บต่อคุณภาพลูกชิ้นที่ผ่านการทำเยือกแข็ง และนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทุกช่วง 2 สัปดาห์ ประมาณ 75 วัน พบว่าความเหนียววัดโดยเครื่อง Rheometer ให้ผลไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1, รูปที่ 4) ซึ่งแตกต่างจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส กล่าวคือ ลูกชิ้นที่เก็บมากกว่า 42 วัน จะมีคะแนนความเหนียวต่างกับลูกชิ้นที่เก็บ 60 และ 75 วัน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05\%$) (รูปที่ 6) ผลของระยะเวลาเก็บรักษา ต่อปริมาณ drip พบว่าลูกชิ้นก่อนแช่แข็งจะมีปริมาณ drip ต่างจากลูกชิ้นที่เก็บรักษา 2-75 วัน ในทุกช่วงของการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ ลูกชิ้นที่เก็บนานขึ้นจะมีการสูญเสียน้ำหนักขึ้น หลังจากนำมาทำให้ละลายแล้ว ลูกชิ้นที่ใส่ Modified Starch จะช่วยลดการสูญเสีย drip ได้ดีกว่าลูกชิ้นที่ใส่แป้งธรรมดาในทุกระยะเวลาการเก็บ (รูปที่ 3) จากการทดลองของ (Sorensen, 1976) ได้รายงานว่า การแช่แข็งจะมีผลต่อการเกิด drip loss ในเนื้อปลากระหว่างเก็บรักษาเช่นกัน ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นที่เก็บรักษาไว้ พบว่าลูกชิ้นก่อนแช่แข็งและหลังแช่แข็ง 2 วัน ลักษณะผิวภายนอก ลักษณะทั่วไป ความเงามัน และความชุ่มฉ่ำจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่คะแนนจะลดลงตลอดช่วงอายุการเก็บรักษา (รูปที่ 5, 8, 9, 11) จากรูปที่ 8 ลูกชิ้นที่ใส่แป้งทั้ง Purity 4 และ National Frigex ปริมาณต่าง ๆ กัน ระหว่างการเก็บรักษาจะพบลักษณะทั่วไปค่อย ๆ ลดลงและเห็นเด่นชัดมากขึ้นเมื่อเก็บไว้มากกว่า 42 วัน และเมื่อเก็บไว้ 60 วัน จะมีลักษณะผิวแห้งไม่มีความเงามัน ซึ่งผู้บริโภคไม่ยอมรับ นอกจากนี้ ลูกชิ้นที่ผ่านการแช่แข็งจะมีผิวหนังที่ติดไม่เรียบ เป็นมันวาวเหมือนลูกชิ้นที่ไม่ได้แช่แข็ง แต่อยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับตลอดช่วงการเก็บ (รูปที่ 12) ช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อคะแนนรสชาติของลูกชิ้น (รูปที่ 13) ผู้บริโภคยอมรับคะแนนอยู่ในระยะ 3.2-3.6 ตลอดช่วงการเก็บรักษา

สรุปผลการทดลอง

การปรับปรุงคุณภาพลูกชิ้นแช่แข็ง โดยไม่ให้เกิดการสูญเสีย น้ำและเนื้อเยื่อถูกทำลายระหว่างการแช่แข็งทำได้โดยเติม Modified Starch ที่มี Freeze-thaw Stability จากการทดลองครั้งนี้ ลูกชิ้นที่เติม National Frigex 8% จะลดปริมาณการสูญเสีย น้ำได้ถึง 50% ถ้าเทียบกับลูกชิ้นที่ไม่ได้ใส่แป้ง และได้ผลดีกว่าลูกชิ้นที่ใส่แป้งธรรมดา (Unmodified Starch) นอกจากนี้ ปริมาณและชนิดของแป้ง Modified ที่ใช้ไม่มีผลต่อลักษณะทั่วไป ลักษณะผิวภายนอก ความชุ่มฉ่ำ ลักษณะเนื้อสัมผัส ความเงามัน และรสชาติของลูกชิ้น แต่ลูกชิ้นที่ใส่แป้งจะมีลักษณะผิวภายนอกเรียบ มีความเงามัน และความชุ่มฉ่ำมากกว่าลูกชิ้นที่ไม่ได้ใส่แป้ง และลูกชิ้นทั้งหมดเมื่อเก็บไว้มากกว่า 60 วัน จะมีลักษณะผิวแห้ง ไม่มีความเงามันซึ่งผู้บริโภคไม่ยอมรับ

ตารางที่ 1 Pooled Mean TVB, Protein, Moisture, Drip loss, Gel strength and Total viable count against type and quantity of additional flour and storage time of frozen fish balls.

Treatment	TVB (mg%)	Protein (%)	Moisture (%)	Drip loss (%)	Gel strength gm.ctn.	Total viable count (colony/gm)
Type of flour						
-Tapioca flour	3.35±0.78 ^p	11.09±1.35 ^a	80.58±1.18 ^a	9.98±3.12 ^a	452.01±145 ^a	6.9x10 ³ ±10.3 ^a
-Purity 4	3.33±0.73 ^a	11.24±1.22 ^a	80.17±1.13 ^a	7.97±3.24 ^b	450.01±139.82 ^a	6.6x10 ⁴ ±9.8 ^a
-National Figex	3.14±0.77 ^a	11.21±1.21 ^a	80.13±1.28 ^a	6.83±3.45 ^c	449±139.60 ^b	7.1x10 ³ ±9.8 ^a
Quantity of flour						
-0%	3.50±0.76 ^a	11.78±2.02 ^a	81.03±1.41 ^a	11.05±2.92 ^a	665.67±76.47 ^a	3.1x10 ³ ±11.2 ^{bc}
-3%	3.17±0.60 ^{bc}	11.42±0.95 ^b	80.56±0.79 ^a	9.20±2.87 ^b	395.40±68.02 ^b	3.9x10 ³ ±10.8 ^{bc}
-5%	3.37±0.87 ^{bc}	10.93±0.72 ^b	80.36±0.86 ^a	7.10±2.88 ^a	360.86±69.92 ^b	3.1x10 ³ ±10.12 ^{bc}
-8%	3.77±0.72 ^b	10.59±0.41 ^b	81.23±0.88 ^a	3.72±3.06 ^b	378.63±61.65 ^b	3.08x10 ³ ±11.6 ^{bc}
Storage time (Day)						
-0	2.83±0.66 ^a	11.53±0.98 ^b	79.93±0.68 ^a	4.8±2.13 ^b	459.17±142.32 ^a	2.35x10 ³ ±9.23 ^a
-2	3.07±0.44 ^{ab}	11.01±0.88 ^b	81.35±1.18 ^b	6.3±1.75 ^b	412.61±106.30 ^{bc}	1.22x10 ³ ±9.12 ^a
-15	3.28±0.59 ^{bc}	---	81.83±10.16 ^a	6.45±2.15 ^b	443.42±173.17 ^{bc}	---
-28	3.50±0.78 ^c	---	79.76±0.30 ^a	8.75±3.47 ^b	450.92±158.72 ^b	---
-42	3.30±0.16 ^d	---	80.00±0.97 ^a	10.31±3.63 ^d	440.28±152.27 ^b	---
-60	4.19±0.82 ^e	---	79.92±0.66 ^a	10.36±3.42 ^d	476.53±120.38 ^b	---
-75	3.39±0.57 ^c	11.00±0.94 ^a	79.28±0.67 ^a	10.82±2.38 ^d	468.22±139.26 ^a	6.6x10 ³ ±8.24 ^a

a,b,c,d,e,f Means in the same variable with different superscripts are different (P<0.05).

TABLE 2 Pooled Mean sensory score against type and quality of additional flours and storage time of frozen fish balls.

Treatment	Score									
	Outer surface	Get-strength	Hardness	Appearance	Succulence	Texture	Glossiness	Cut surface	Flavour	
Type of Flour										
-Tapioca flour	3.08+0.73 ^a	3.73+0.71 ^a	3.39+0.92 ^a	3.87+1.12 ^a	3.17+0.75 ^b	3.95+0.58 ^a	3.08+0.73 ^a	3.23+0.71 ^b	3.36+0.48 ^b	
-Purity 4	3.10+0.73 ^a	3.73+0.71 ^a	3.28+0.83 ^{ab}	3.89+1.11 ^a	3.13+0.76 ^a	3.91+0.59 ^a	3.10+0.73 ^a	3.73+0.71 ^a	3.38+0.49 ^a	
-National frigez	3.15+0.73 ^a	3.77+0.72 ^a	3.20+0.78 ^{ab}	3.88+1.11 ^b	3.07+0.72 ^a	3.94+0.56 ^a	3.15+0.73 ^a	3.77+0.72 ^a	3.37+0.48 ^a	
Quantity of Flour										
-0%	2.82+0.66 ^a	8.13+1.17 ^a	2.94+0.89 ^b	3.75+1.10 ^a	2.89+0.65 ^a	3.86+0.61 ^b	2.82+0.66 ^b	3.68+0.77 ^a	3.23+0.48 ^b	
-3%	3.19+0.70 ^b	7.84+0.96 ^b	3.56+0.84 ^b	3.89+1.11 ^b	3.20+0.73 ^b	3.92+0.54 ^a	3.19+0.70 ^b	3.75+0.72 ^a	3.42+0.49 ^b	
-5%	3.21+0.77 ^b	7.79+1.07 ^b	3.50+0.76 ^b	3.94+1.11 ^b	3.27+0.80 ^b	3.98+0.57 ^a	3.21+0.77 ^b	3.77+0.69 ^a	3.41+0.48 ^b	
-8%	3.21+0.71 ^b	7.84+1.17 ^b	3.21+0.74 ^c	3.94+1.12 ^b	3.14+0.77 ^b	3.98+0.58 ^a	3.21+0.71 ^b	3.79+0.66 ^a	3.42+0.99 ^b	
Storage time (Day)										
-0	3.57+0.50 ^a	8.62+0.75 ^a	3.9+0.63 ^b	4.68+0.17 ^b	3.44+0.76 ^{abcd}	4.53+0.46 ^b	3.57+0.80 ^a	4.49+0.50 ^a	3.60+0.40 ^a	
-2	3.69+0.49 ^{ac}	8.10+0.65 ^a	3.67+0.63 ^c	4.81+0.58 ^{ab}	3.58+0.50 ^a	4.28+0.56 ^b	3.69+0.49 ^b	3.89+0.55 ^b	3.64+0.48 ^a	
-15	3.17+0.58 ^b	8.29+0.94 ^a	3.46+0.78 ^{ab}	4.54+0.58 ^{ac}	3.30+0.60 ^{ac}	3.90+0.45 ^{ab}	3.17+0.58 ^b	3.97+0.60 ^b	3.31+0.46 ^b	
-28	3.17+0.58 ^b	8.29+0.94 ^a	3.46+0.78 ^d	4.54+0.58 ^{ac}	3.30+0.60 ^{ac}	3.90+0.45 ^{ab}	3.17+0.58 ^b	3.97+0.60 ^b	3.31+0.46 ^b	
-42	2.91+0.81 ^d	8.21+1.06 ^a	3.08+0.79 ^e	3.79+0.61 ^d	2.88+0.72 ^{bc}	3.82+0.39 ^{ab}	2.91+0.82 ^d	3.56+0.54 ^c	3.32+0.51 ^b	
-60	2.78+0.71 ^d	6.90+0.91 ^d	3.17+0.80 ^e	2.51+0.42 ^c	2.83+0.82 ^b	3.72+0.45 ^b	2.78+0.72 ^e	3.47+0.58 ^c	3.22+0.01 ^b	
-75	2.47+0.53 ^e	6.88+0.90 ^d	2.29+0.37 ^f	2.28+0.30 ^f	2.54+0.58 ^f	3.39+0.49 ^a	2.47+0.53 ^f	2.88+0.33 ^d	3.22+0.41 ^b	

a,b,c,d,e,f,g,h,i,j Means in the same variable with different superscripts are different (P<0.05).

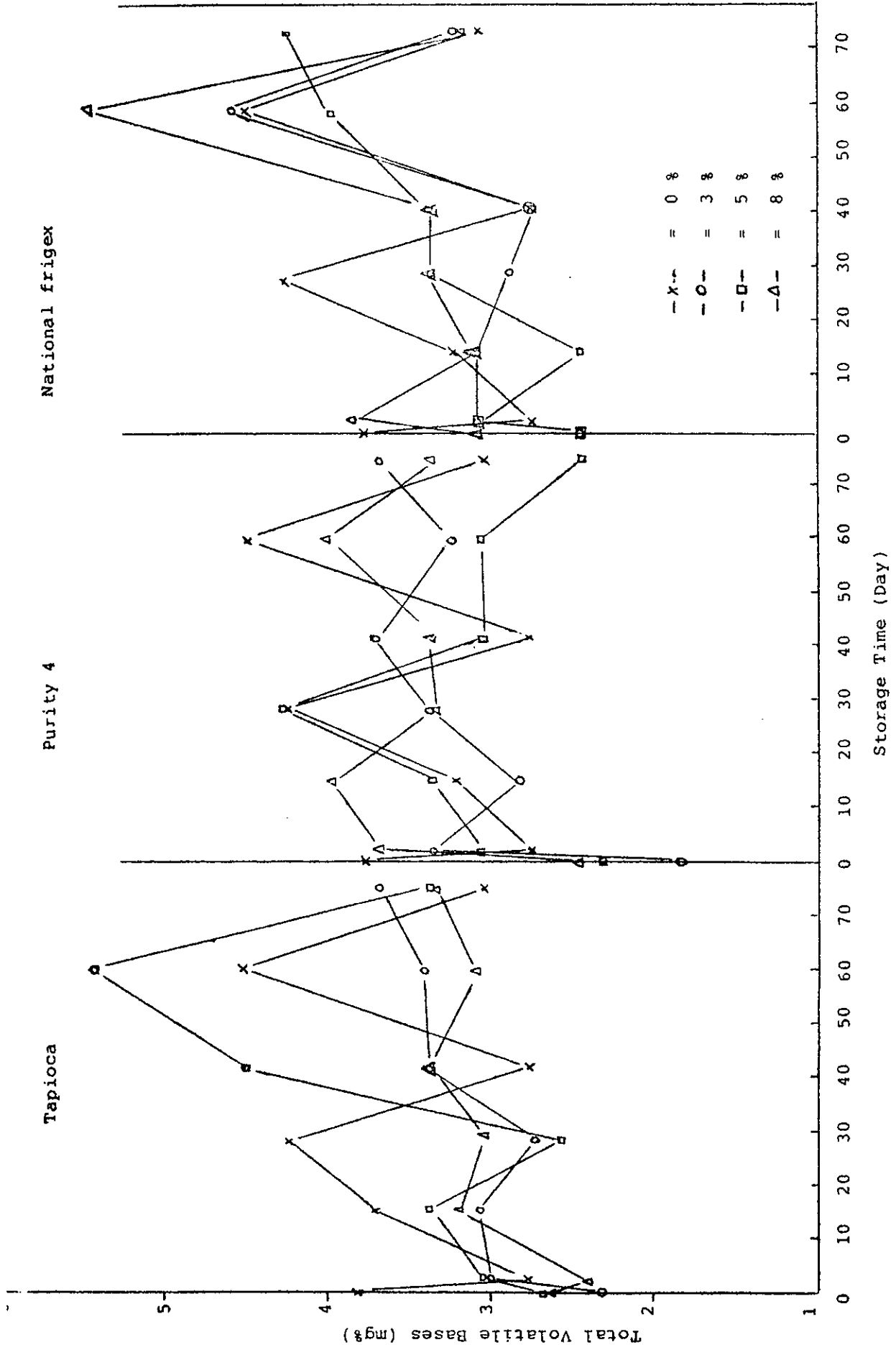


Figure 1 Effect of type, quantity of flour on TVB of fish balls during frozen storage

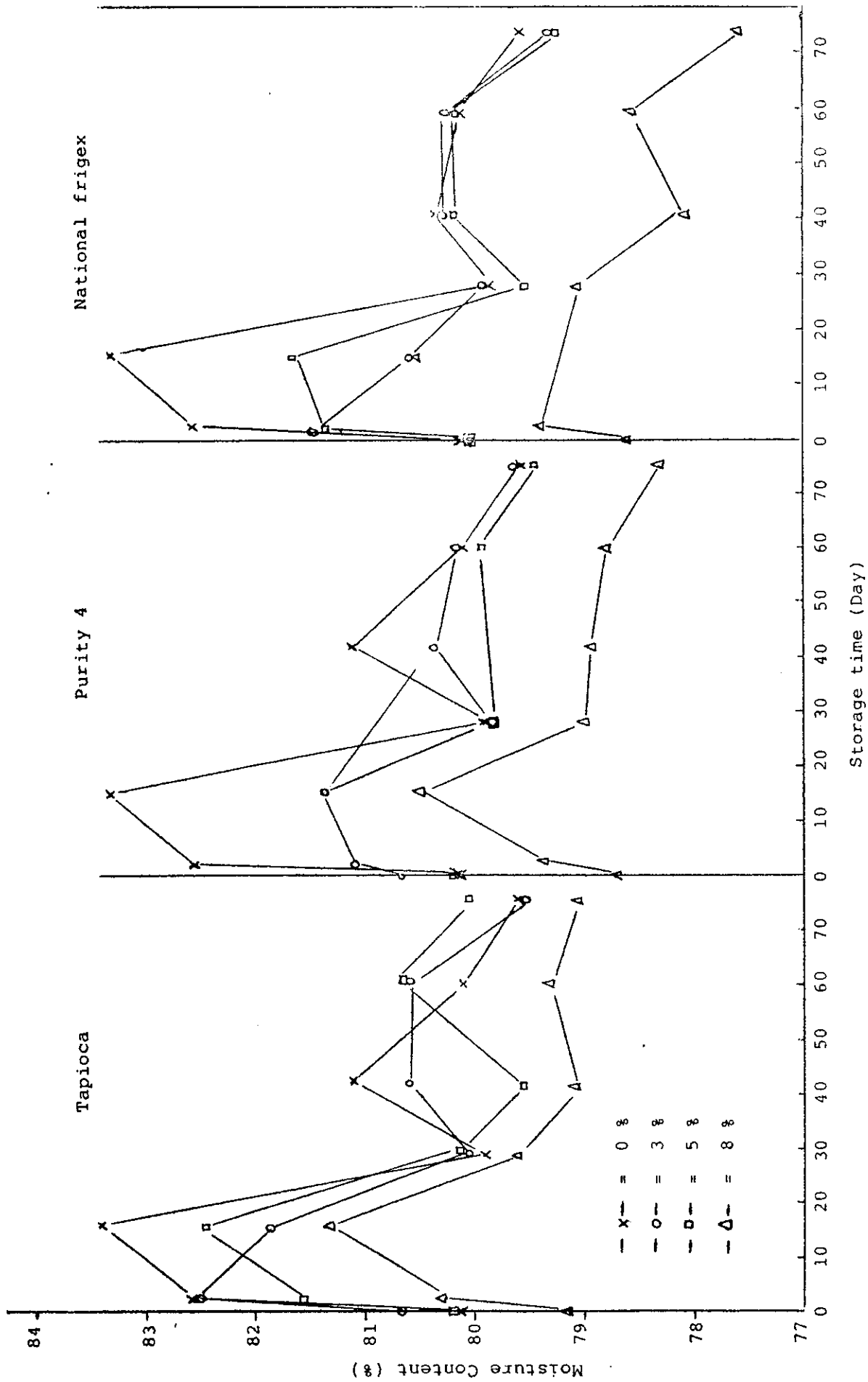


Figure 2 Effect of type, quantity of flour on Moisture Content of Fish balls during frozen storage.

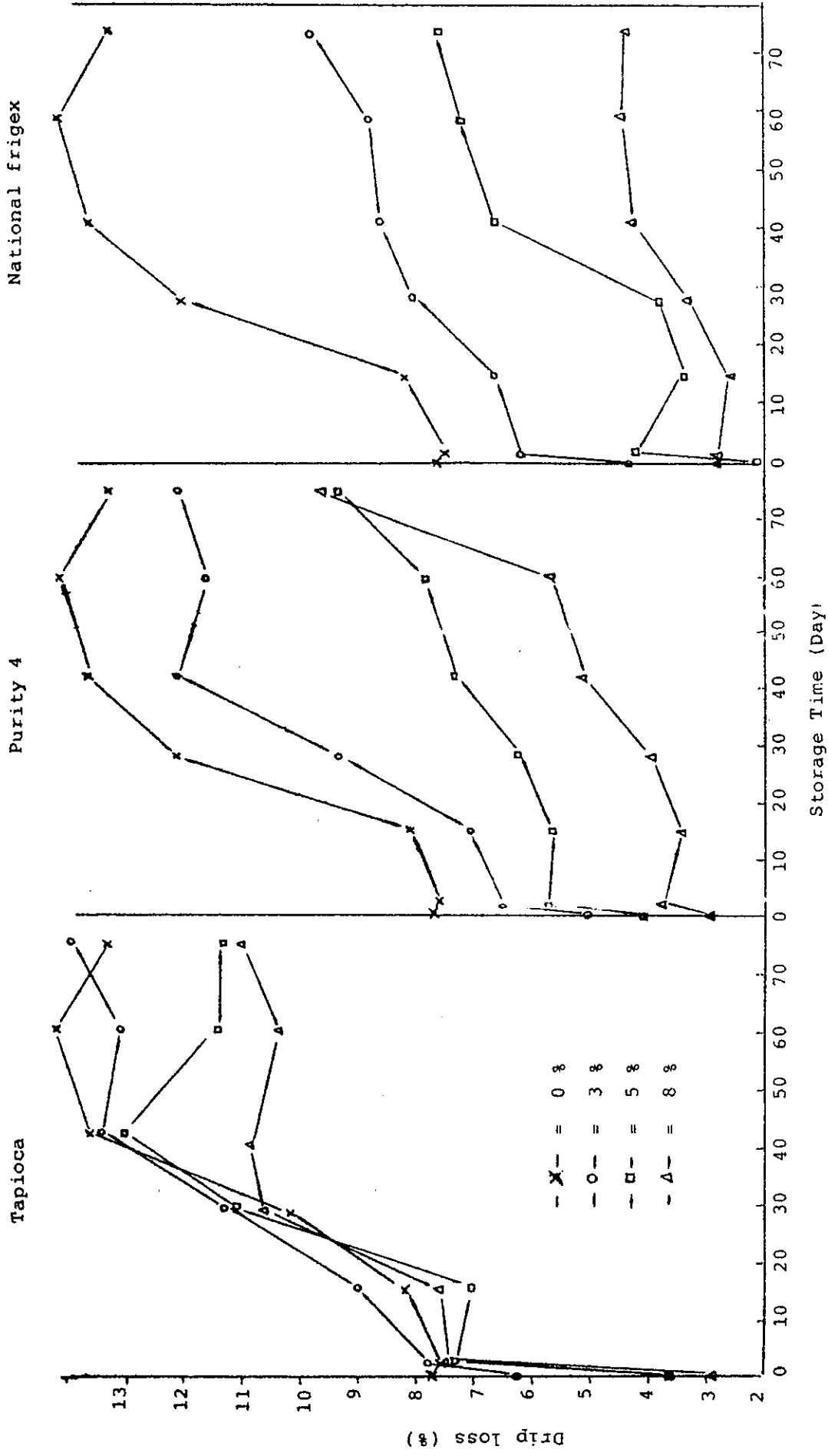


Figure 3 Effect of type and quantity of flour on drip loss of fish balls during frozen storage.

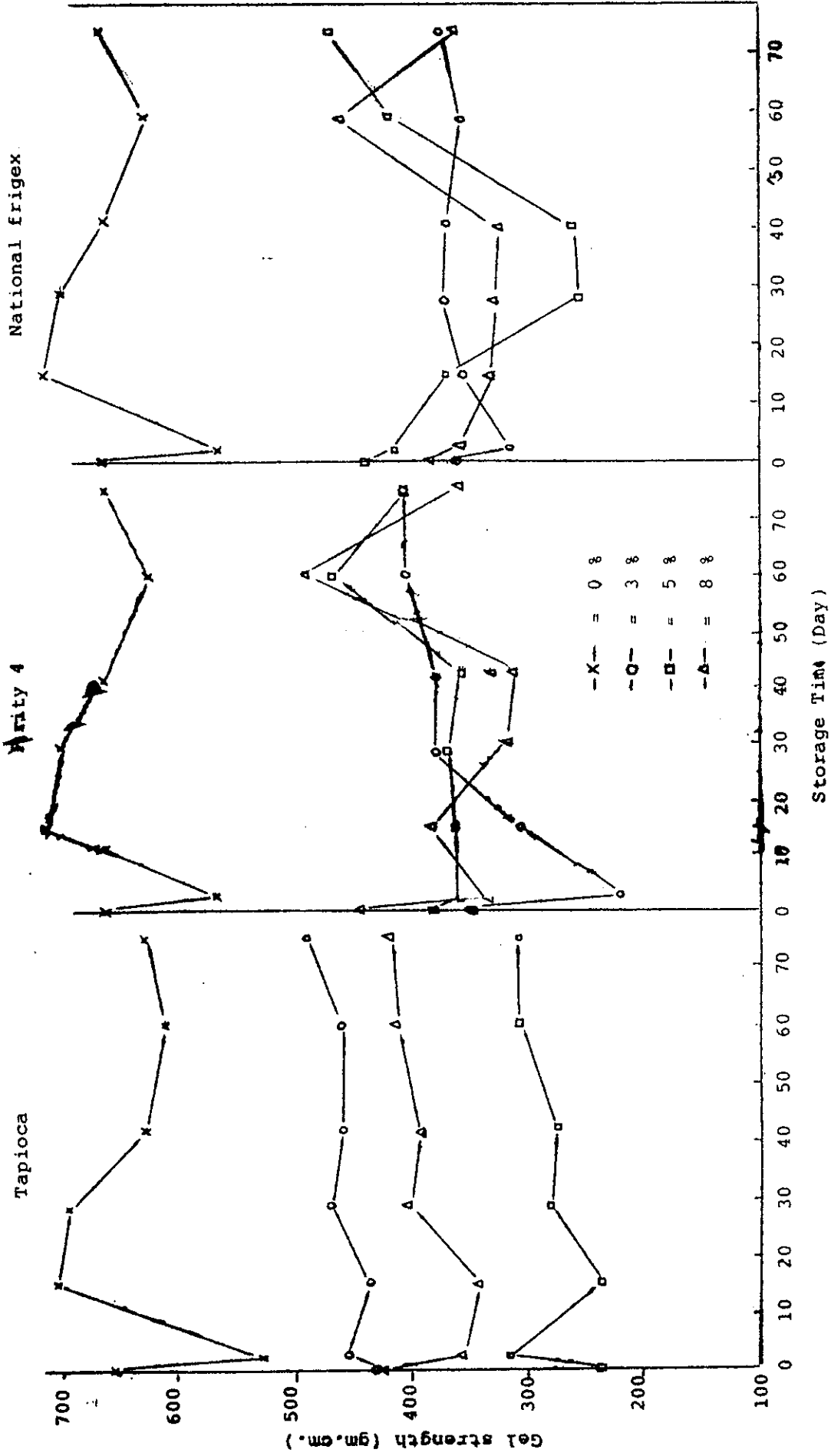


Figure 4 Effect of type and quantity of flour on gel strength of fish balls during frozen storage.

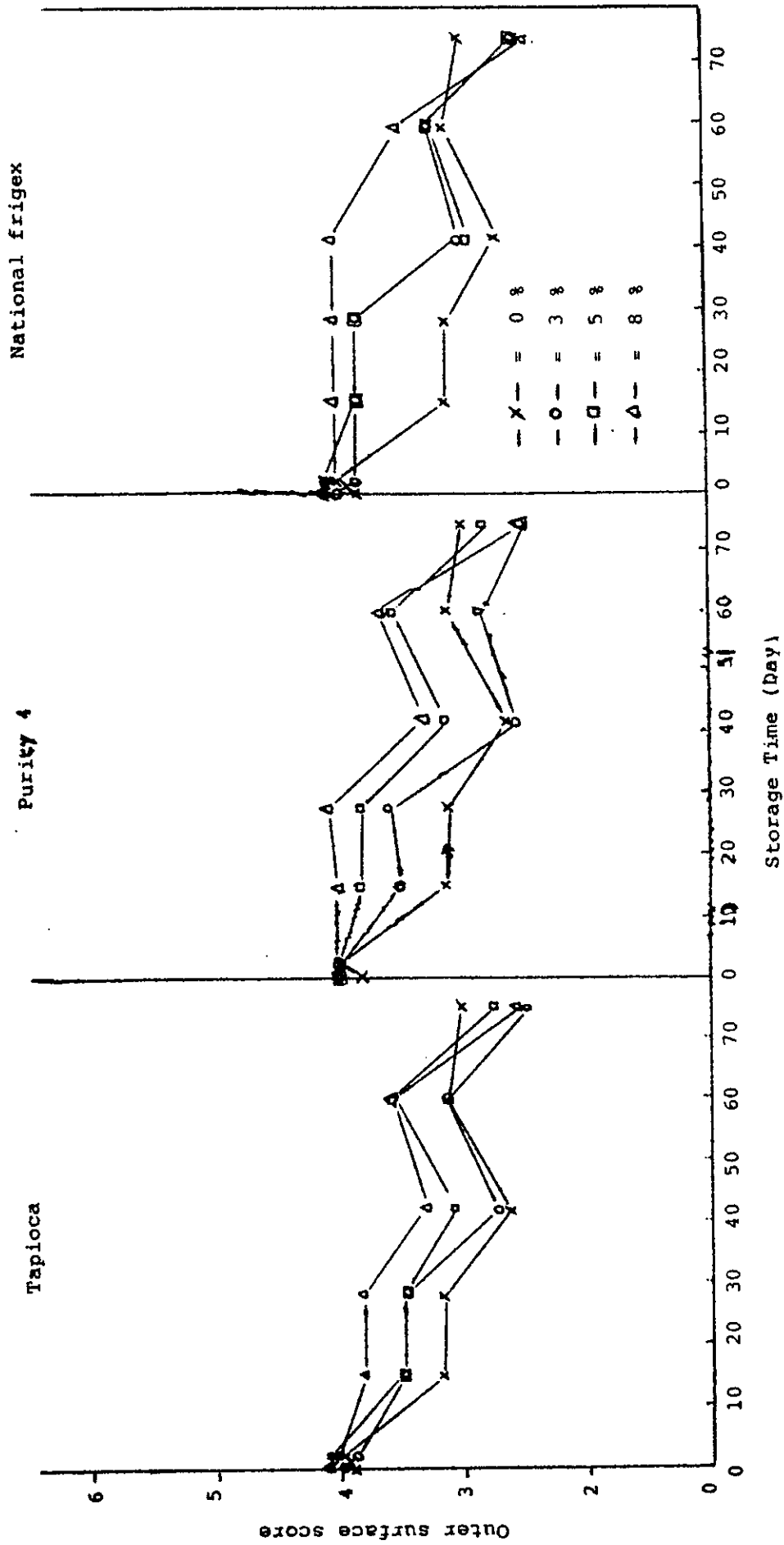


Figure 5 Effect of Type and Quantity of Flour on outer surface of fish balls during frozen storage.

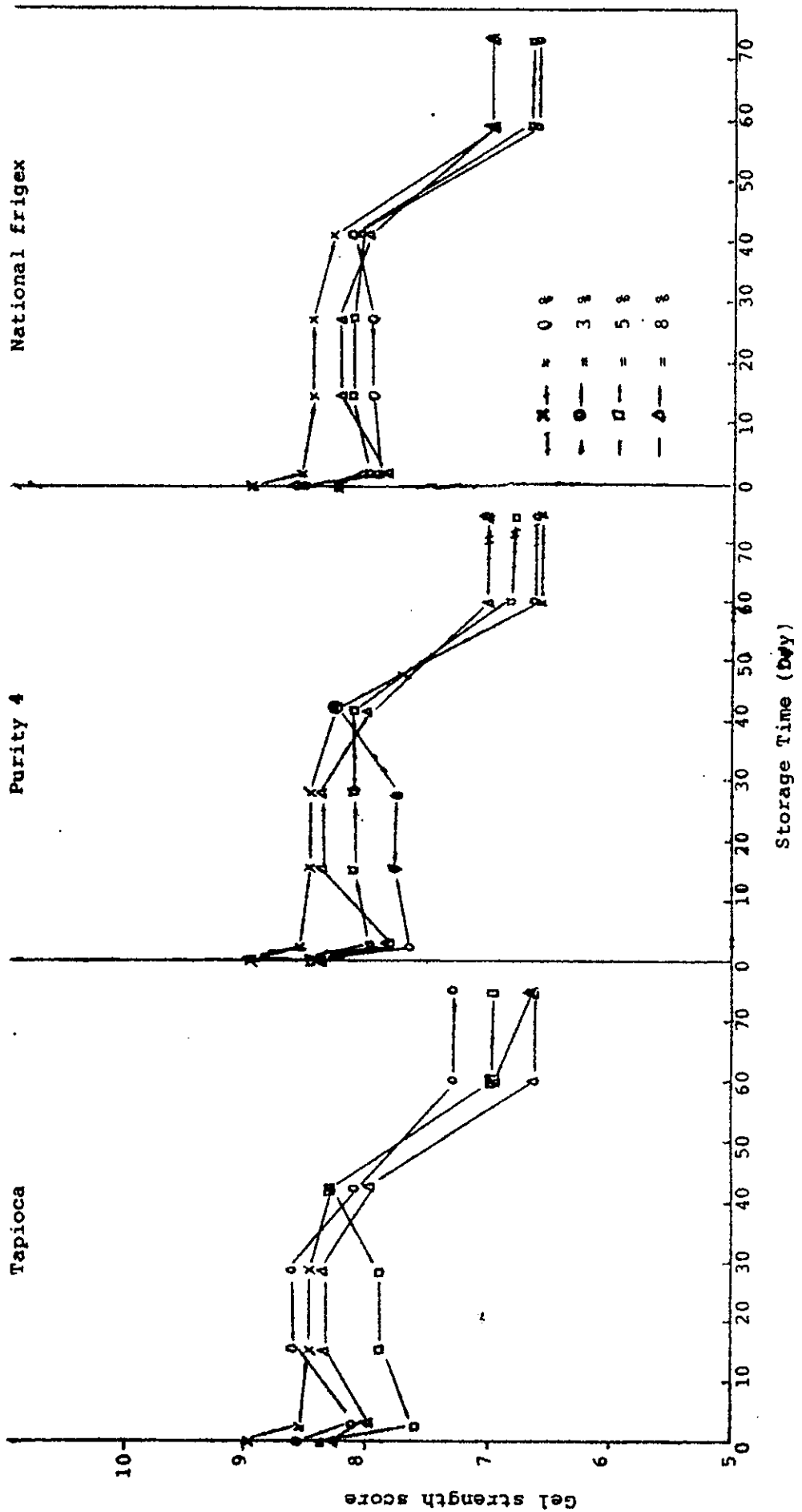


Figure 6 Effect of type and quantity of flour of gel strength of fish balls during frozen storage.

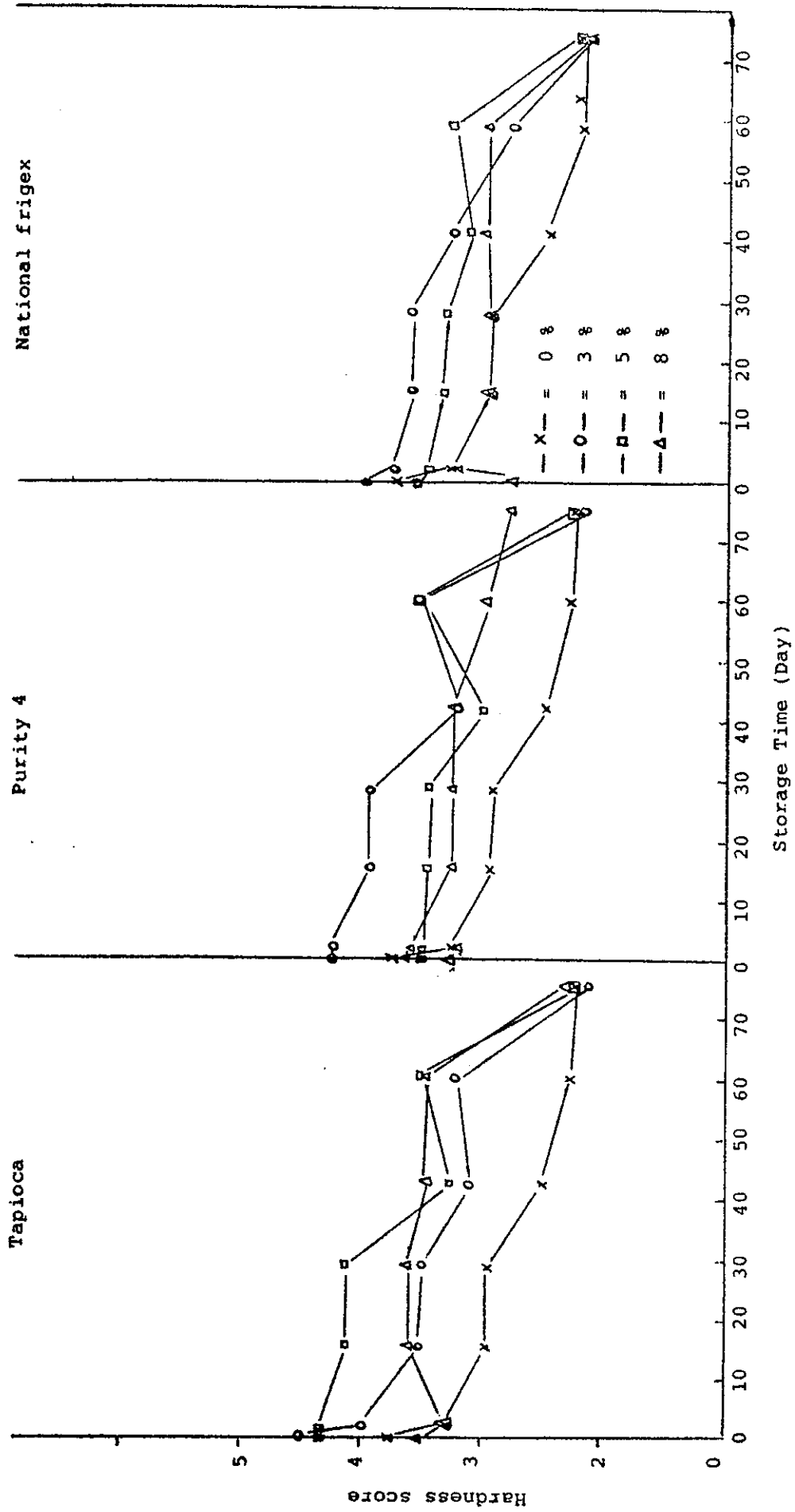


Figure 7 Effect of type and quantity of flour on hardness of fish balls during frozen storage.

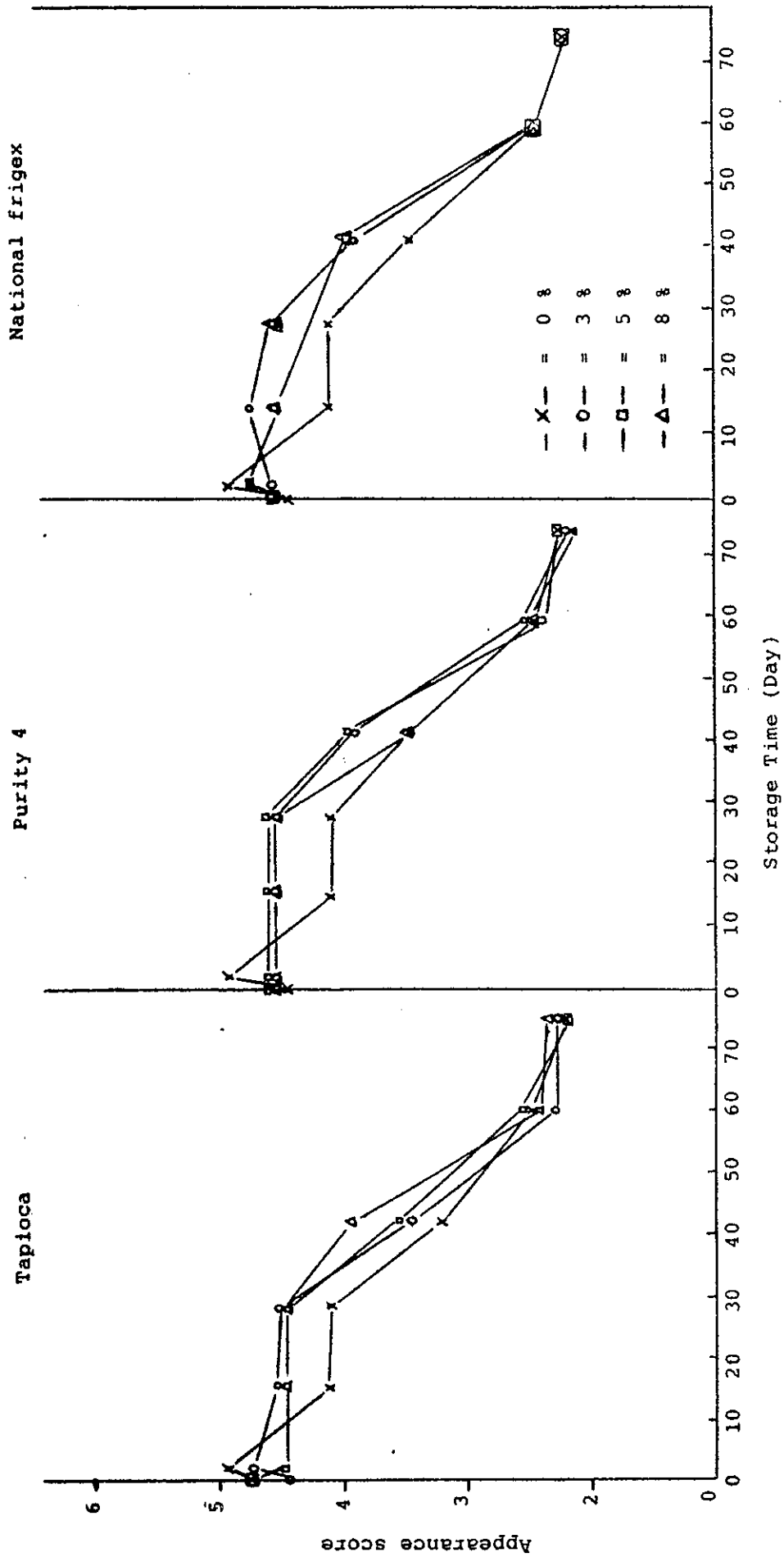


Figure 8 Effect of type and quantity of flour on appearance of fish balls during frozen storage.

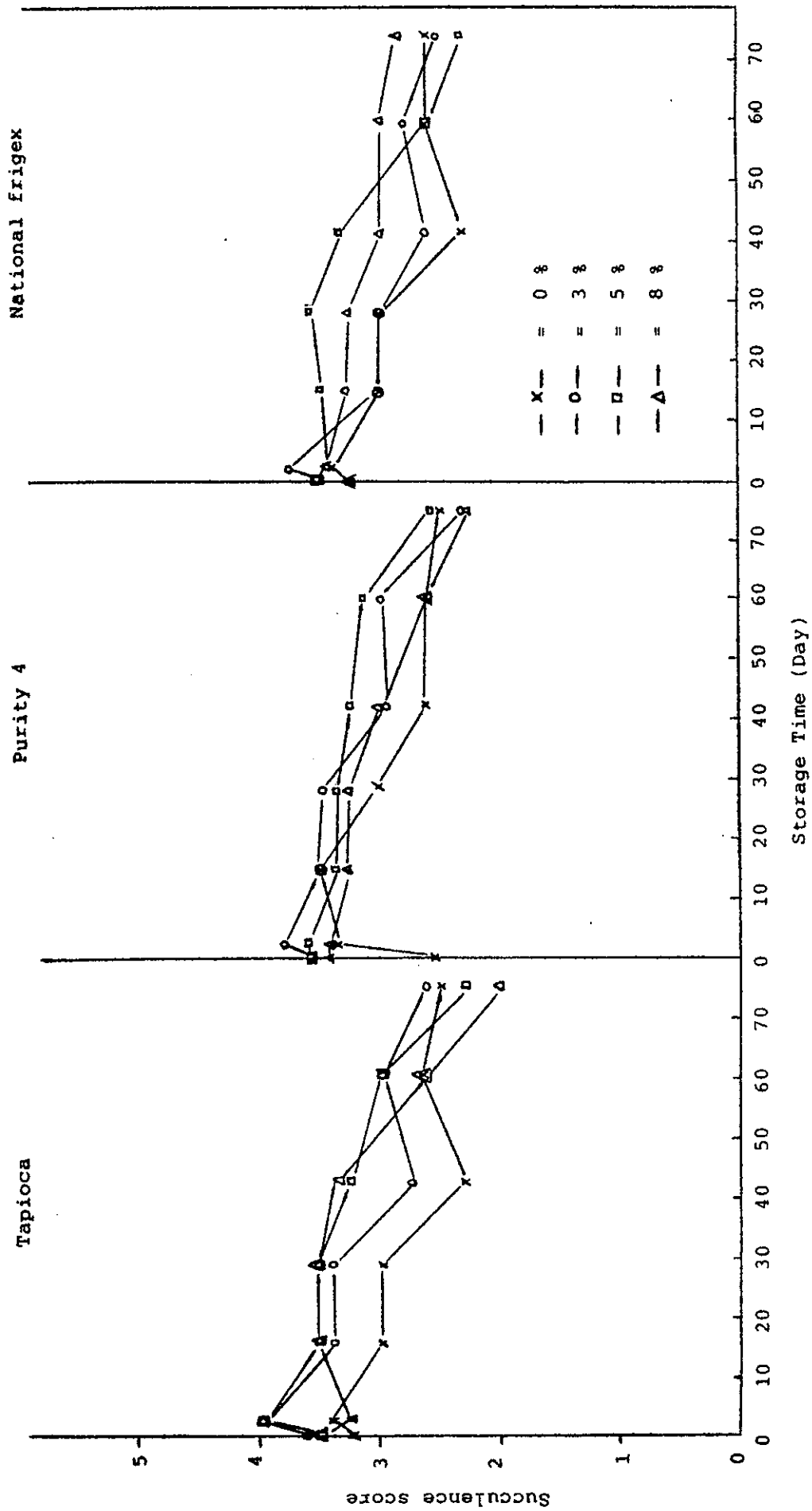


Figure 9 Effect of type and quantity of flour on succulence of fish ball during frozen storage.

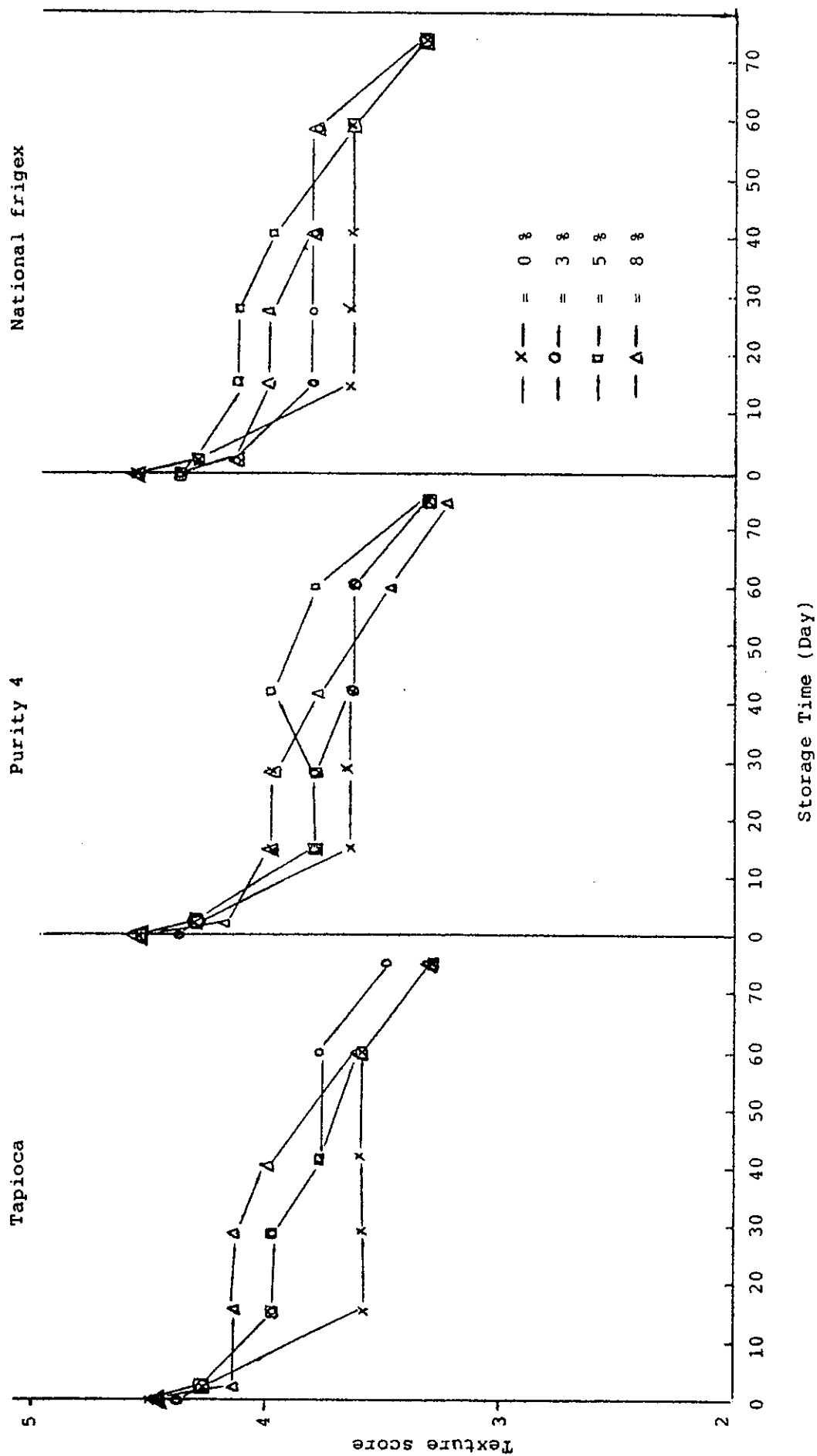


Figure 10 Effect of type, quantity of flour on texture of fish balls during frozen storage.

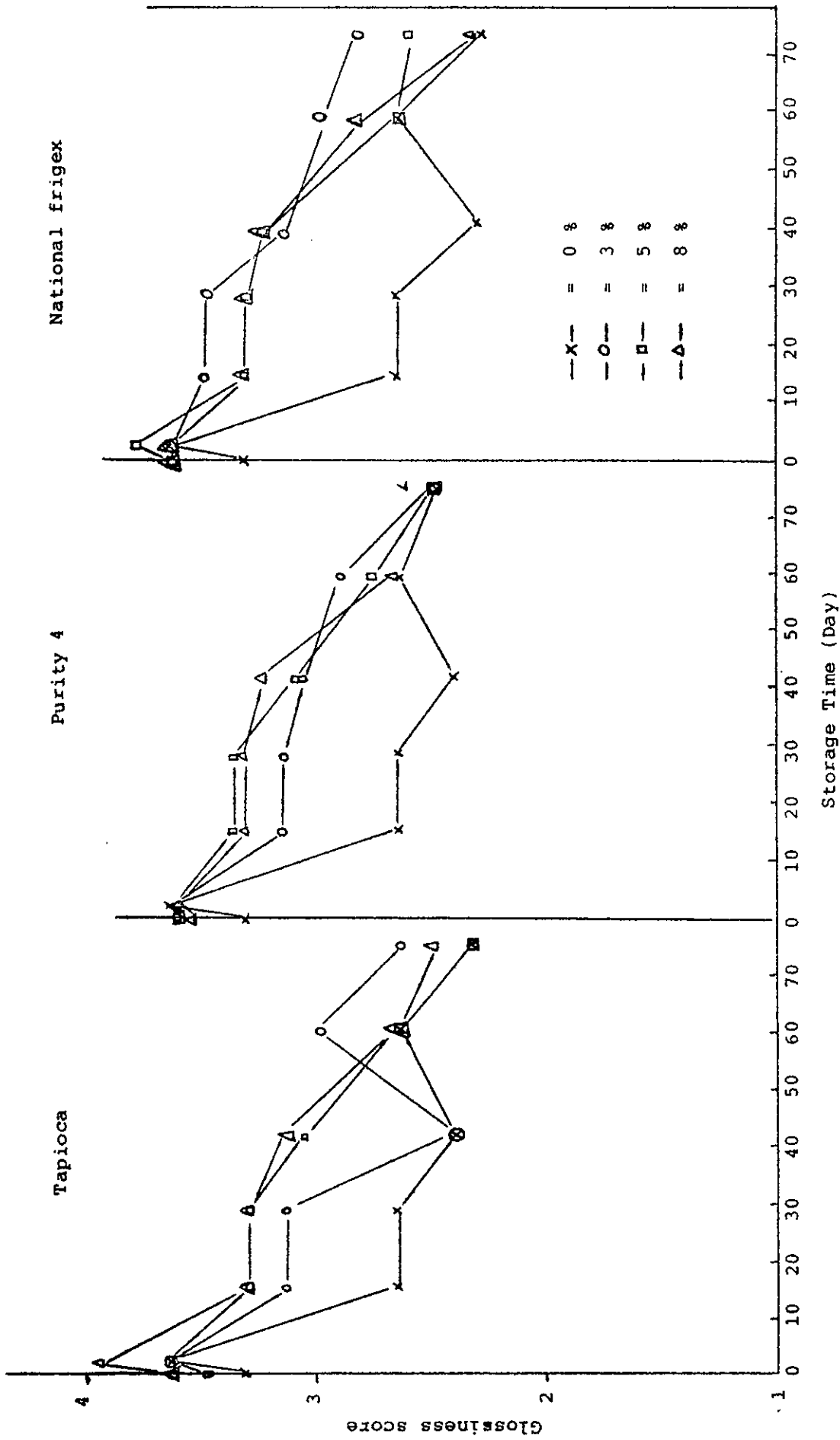


Figure 11 Effect of type and quantity of flour on glossiness of fish balls during frozen storage.

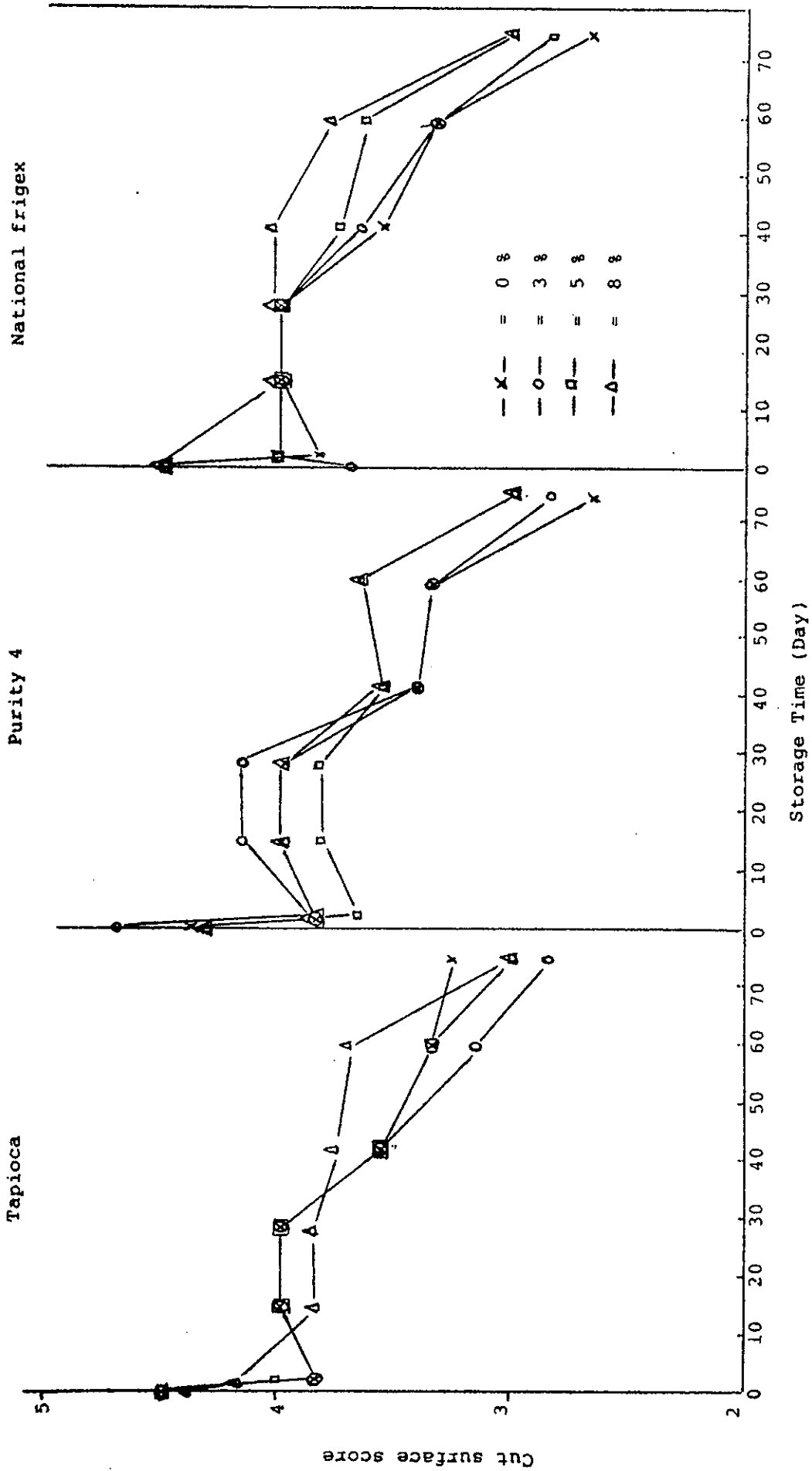


Figure 12 Effect of type and quantity of flour on cut surface of fish balls during frozen storage.

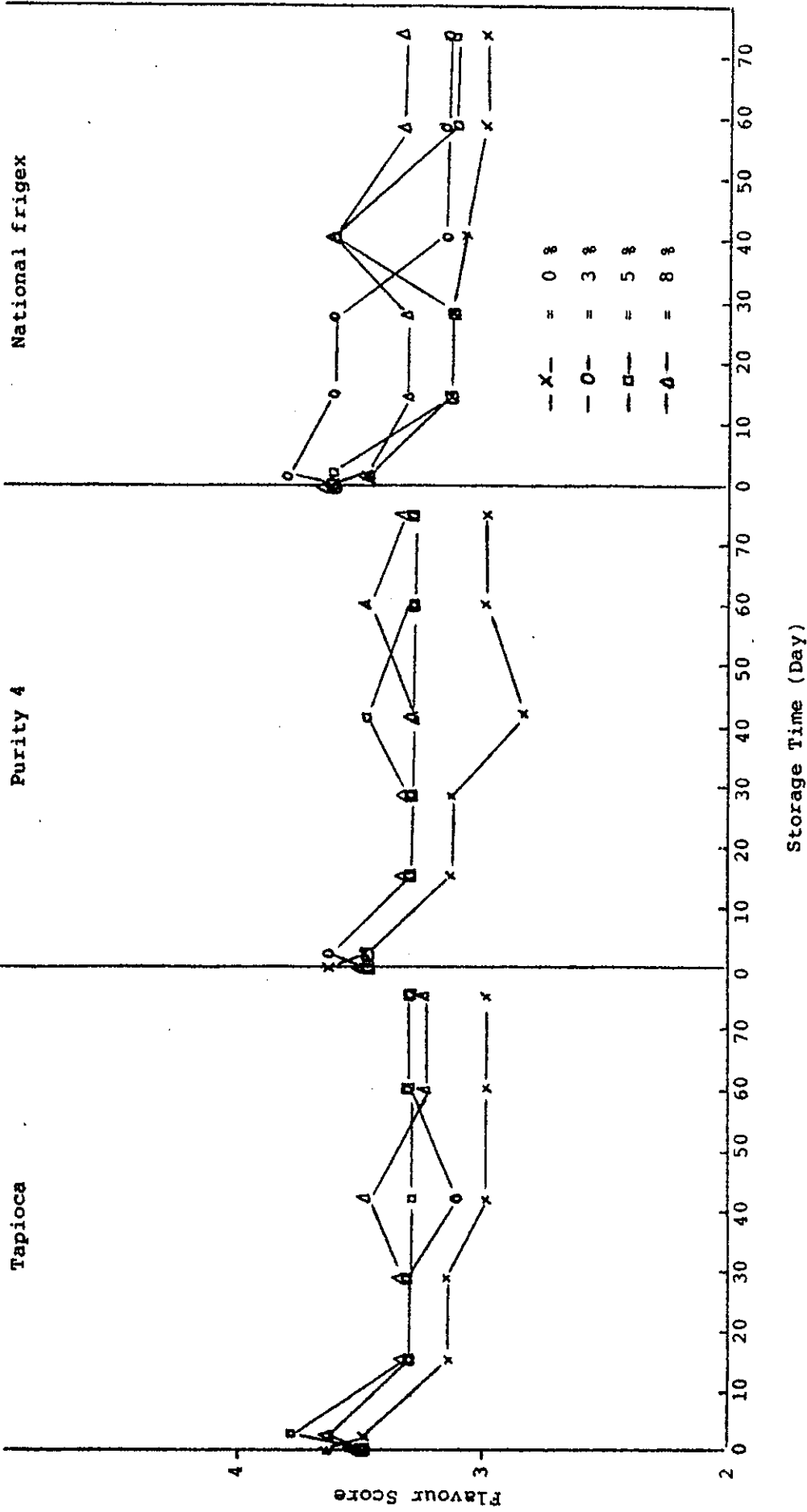


Figure 13 Effect of type and quantity of flour on flavour of fish balls during frozen storage.

เอกสารอ้างอิง

- A.O.A.C. 1990 Official Method of Analysis. 15th ed. Washington DC : Association of Official Analytical Chemists.
- International Commission on Microbiological Specifications for Food (ICMSF), 1978. Microorganisms in Food (1) the Significance and Method of Enumeration. 2nd ed. Toronto : University of Toronto.
- Jiang, S.T.,N.D. Effect of modified starch on the quality of frozen minced fish products. National Taiwan of Marine Science Technology. Keelung, Taiwan, 23 p.
- Lawrence, R; Consolation F; and Jelen, P. 1986. Formation of Structured protein foods by freeze texturization. Food Technol. 3:77-82.
- Love, R.M. 1986. Ice formation in frozen muscle, Hawthorne, J.(ed.) Low Temperature Biology of Foodstuffs, Pergamon Press, Oxford, 105-124.
- Luallen, T.E. 1985. Starch as a function ingerdient. Food Technol. 1:59-63.
- Sorensen, T. 1976. Effect of frozen storage on functional properties of separated fish mince. Proceeding of the Conference on the production and Utilization of Mechanically Recovered Fish Flesh (Minced Fish) Keay, J.N. (ed.) Aberdeen Escocia : Torry Research Station. 56-65.
- Southeast Asian Fisheries Development Center, 1979. Marine Fisheries Research Development, Annual Report, Singapore.
- Uchiyama, H. 1978. Analytical method for estimating freshness of fish. Training Department, South East Asian Development Center (SEAFDEC). 10-12.
- Yamprayoon, J., Suransakornkul, P. and Kiatkungwalkrai, P. 1980. Study to determine shelf-life of fish ball at different temperature. Annual Report, Fishery Technological Development Division, Department of Fisheries, Bangkok, Thailand. 75-89.

