รูปแบบทางคณิตศาสตร์ในการจัดการสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็ง

A mathematical model for managing by-size inventory in frozen shrimp industry

นายศักดิ์ดา คำจันทร์ [1] **และ ผศ.ดร. ศุภชัย ปทุมนากุล** [1]

Sakda Khamjan[1] and Supachai Pathumnakul [1]

Abstract

A problem of managing by-size inventory in the shrimp industry is addressed. In the shrimp market, sizes of shrimp can be categorized into six sizes, which are 30, 35, 40, 50, 60 and 80 pieces per kilogram. One of the traditional methods to purchase shrimps is to buy the whole farm from the farmer. The sizes of shrimp obtained by this method are mixed. The sizes which are not required by the customers in a period is considered as by-size inventory. The cost of by-size inventory is one of major cost and should be reduced. In the paper, a mathematical model has been formulated to assist in making decision for purchasing shrimp farms, in order to reduce by-size inventory.

Key words: Frozen shrimp, reduce by-size inventory cost, mathematical model

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้ศึกษาการจัดการสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็ง ปัจจุบันในตลาดกุ้งสดมีการซื้อขายกุ้ง 6 ขนาด ด้วยกันคือ 30 35 40 50 60 และ 80 ตัวต่อกิโลกรัม วิธีการซื้อแบบเหมานากุ้งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการซื้อกุ้งในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็ง ซึ่งการซื้อแบบเหมานากุ้งจะทำให้ได้กุ้งหลายขนาด ในขณะที่ลูกค้าซื้อกุ้งในขนาดของกุ้งที่ต้องการเท่านั้น ทำให้กุ้งจำนวนที่เหลือนอกจากคำสั่งซื้อของลูกค้าในช่วงเวลานั้นเกิดค่าใช้จ่ายด้านสินค้าคงคลังเรียกว่า by-size inventory ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านสินค้าคงคลังเป็นต้นทุนหลักในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็งที่ต้องการการจัดการเพื่อลดต้นทุน ในบทความนี้ได้นำเสนอรูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ตัดสินใจในการเลือกซื้อกุ้งจากนากุ้งในแต่ละช่วงเวลาเพื่อลดต้นทุนด้านสินค้าคงคลัง

คำสำคัญ กุ้งแช่แข็ง การลดต้นทุนสินค้าคงคลัง รูปแบบทางคณิตศาสตร์

บทนำ

ในกระบวนการเลือกซื้อกุ้งของอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็งสามารถทำได้ 2 วิธีใหญ่ๆ ด้วยกัน วิธีแรกคือการเลือกซื้อจากตลาดกลางสัตว์น้ำ วิธีนี้สามารถเลือกซื้อกุ้งเฉพาะขนาดที่ต้องการได้ ซึ่งในตลาดซื้อขายกุ้งนั้นมีการซื้อขายกุ้งอยู่ 6 ขนาด ด้วยกัน คือ 30 35 40 50 60 และ 80 ตัวต่อกิโลกรัม (Shrimp Research Center Information, 2548) ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือการสั่งซื้อจากฟาร์มกุ้ง โดยวิธีนี้จะเป็นลักษณะการซื้อเหมากุ้งทั้งหมดในบ่อกุ้ง จะทำให้ได้กุ้งหลายๆ ขนาด แต่จะได้กุ้งที่สดกว่าและมีราคาต่อหน่วยที่ต่ำกว่าการซื้อกุ้งในวิธีแรก ในขณะที่ลูกค้าจะมีการซื้อกุ้งเฉพาะขนาดที่ต้องการเท่านั้น ทำให้การซื้อกุ้งโดยวิธีที่สองนั้นจะเกิด คงคลังของกุ้งที่เหลือนอกจากคำสั่งซื้อของลูกค้าในช่วงเวลานั้น เรียกว่า by-size inventory ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านสินค้าคงคลังเป็นต้นทุนหลักในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็งที่ต้องการการจัดการเพื่อลดต้นทุน ในบทความนี้ได้นำเสนอรูปแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ตัดสินใจในการเลือกซื้อกุ้งจากนากุ้งในแต่ละช่วงเวลา เพื่อลดต้นทุนด้านสินค้าคงคลัง โดยสมมติฐานในบทความนี้คือ พิจารณาเฉพาะการเลือกซื้อกุ้งจากฟาร์มกุ้งเท่านั้น รู้ปริมาณแต่ละขนาดของกุ้งในฟาร์มทั้งหมด โดยที่จำนวนของกุ้งที่มีอยู่ในฟาร์มกุ้งนั้นมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ (normal distribution) รู้ความต้องการของกุ้งแต่ละขนาดในแต่ละช่วงเวลาล่วงหน้า จากปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าทั้งหมดในช่วงเวลาทั้งหมด ปริมาณสินค้าคงคลังที่เหลืออยู่ในแต่ละช่วงเวลาจะต้องไม่เกินปริมาณสินค้าคงคลังสูงสุดที่คลังสินค้าสามารถเก็บรักษาได้ และสามารถตอบสนองคำสั่งซื้อทั้งหมดของลูกค้า โดยพิจารณาต้นทุน 3 ด้าน คือ ราคาซื้อขายกุ้ง ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาคงคลังของกุ้ง และค่าใช้จ่ายในการเตรียมคำสั่งซื้อ ปัญหาการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตแบบประหยัด (Lot-Sizing Problem หรือ LSP) เป็นปัญหาที่ได้รับการสนใจในการทำวิจัยอย่างแพร่หลาย โดยต้นแบบของปัญหา LSP นั้นพิจารณาสินค้าคงคลังเพียงหนึ่งผลิตภัณฑ์ โดยไม่มีข้อจำกัดด้านความสามารถในกระบวนการผลิต และหาผลเฉลยคำโดยวิธีกำหนดการพลวัต หรือ Dynamic

[1] ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40170

[1] Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Khonkaen University, Khonkaen 40170

Programming โดยเรียกปัญหาแบบนี้ว่า Single Item Lot-Sizing Problem (SILSP)) Wagner and Whitin, 1958) งานวิจัยที่เพิ่มเติมปัญหาในส่วนของข้อจำกัดด้านความสามารถในกระบวนการ โดยเรียกว่าปัญหา Capacitated Lot-Sizing Problem (CLSP) โดยสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ปัญหาการผลิตต่อเนื่องในระหว่างสองช่วงเวลา สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์หลายผลิตภัณฑ์ (Suerie and Stadtler, 2003) งานวิจัยที่เพิ่มปัญหาในส่วนที่มีผลิตภัณฑ์หลายผลิตภัณฑ์และมีข้อจำกัดด้านความสามารถในกระบวนการ เรียกปัญหาแบบนี้ว่า Capacitated Multi-Item Lot-Sizing Problem (CMLSP) โดยนำเสนอการหาคำตอบโดยวิธีการทางฮิวริสติก (ภัทร์อร และ ปวิณา ,2546) อีกทั้งงานวิจัยที่ศึกษาเพิ่มในส่วนการตัดสินใจเลือกซัพพลายเออร์ (Basnet and Leung, 2003) และงานวิจัยที่เพิ่มการศึกษาค่าใช้จ่ายและข้อจำกัดในการขนส่ง (Norden and Veide, 2004) รูปแบบทางคณิตศาสตร์ในการจัดการสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็งจะนำเสนอในหัวข้อถัดไป หลังจากนั้นจะเป็นในส่วนของผลลัพธ์ และสรุปตามลำดับ

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

วิธีการจัดการสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็งสามารถจัดปัญหาให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ โดยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ในการจัดการสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมส่งออกกุ้ง โดยให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนสินค้าคงคลังต่ำสุด มีสัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

พารามิเตอร์

N	จำนวนขนาดของกุ้ง (i =1, 2, 3, …, N)
M	จำนวนฟาร์มทั้งหมด (j =1, 2, 3, …, M)
T	จำนวนช่วงเวลาสุดท้ายที่มีคำสั่งซื้อ (t =1, 2, 3, …, T)
C_{jt}	ราคาเหมาซื้อกุ้งทั้งหมดของฟาร์ม j ในช่วงเวลา t
S	ต้นทุนในการเตรียมคำสั่งซื้อแต่ละครั้ง
H	ต้นทุนในการเก็บรักษาคลังสินค้าต่อหน่วย (บาท/กก.)
D_{it}	ปริมาณคำสั่งซื้อของกุ้งขนาด i ในช่วงเวลา t
Q_{jit}	ปริมาณของกุ้งขนาด i ที่มีอยู่ในฟาร์ม j ในช่วงเวลา t
I_{max}	ปริมาณคงคลังสูงสุดของคลังสินค้าที่สามารถเก็บรักษาได้

ตัวแปรตัดสินใจ

I_{it}	ปริมาณคงคลังของกุ้งขนาด i ในช่วงเวลา t
X_{jt}	1 เมื่อ เลือกซื้อฟาร์ม j ในช่วงเวลา t
	0 อื่นๆ

สมการเป้าหมาย

$$\text{MinZ} = S\sum_{j=1}^{M}\sum_{t=1}^{T} X_{jt} + \sum_{j=1}^{M}\sum_{t=1}^{T} C_{jt}X_{jt} + H\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T} I_{it} \quad (1)$$

สมการข้อจำกัด

$$I_{it-1} + \sum Q_{jit}X_{jt} - I_{it} = D_{it} \quad \text{for} \quad \forall i, \forall t \quad (2)$$

$$\sum_{t=1}^{T} X_{jt} \le 1 \quad \text{for} \quad \forall j \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{N} I_{it} \le I_{max} \quad \text{for} \quad \forall t \quad (4)$$

$$Xjt \in \{0,1\} \quad \text{for} \quad \forall j, \forall t \quad (5)$$

$$I_{it} \ge 0 \quad \text{for} \quad \forall i, \forall t \quad (6)$$

โดยที่ สมการ (1) คือสมการเป้าหมายที่ต้องการผลลัพธ์ที่ทำให้ผลรวมของต้นทุนในการเตรียมคำสั่งซื้อ ราคาซื้อของกุ้ง และต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังนั้นมีค่าน้อยที่สุด

สมการ (2) – (5) เป็นสมการข้อจำกัด โดยที่ สมการ (2) เป็นการตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้าทั้งหมด โดยที่ปริมาณคงคลังของกุ้งในช่วงเวลาใดๆ เท่ากับ ปริมาณคงคลังของกุ้งในช่วงเวลาก่อนหน้ารวมกับปริมาณกุ้งที่ซื้อเพิ่มลบด้วยปริมาณของกุ้งที่มีคำสั่งซื้อในช่วงเวลานั้นๆ โดยที่ขนาดของกุ้งต้องเป็นขนาดเดียวกัน ทุกขนาดและในทุกช่วงเวลา สมการ (3) เป็นการกำหนดให้ทุกฟาร์มใดจะต้องถูกเลือกซื้อได้เพียงหนึ่งเท่านั้น สมการ (4) เป็นการรักษาสินค้าคงคลังของกุ้งทุกขนาดที่มีอยู่ในแต่ละช่วงเวลาจะต้องมีปริมาณไม่เกินความจุสูงสุดของคลังสินค้า สมการ (5) เป็นการตัวแปรตัดสินใจในการเลือกซื้อกุ้งจากฟาร์มใดๆ ในช่วงเวลาไหน สมการ (6) เป็นการรักษาสินค้าคงคลังไม่ให้มีค่าเป็นลบ

ผลการทดสอบ

ในการหาผลเฉลยคำตอบของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ในการจัดการสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมส่งออกกุ้ง ได้ทำการทดสอบโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lingo 6.0 ประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์มีหน่วยประมวลผลกลาง (Cpu) Pentium M 1.7 GHz และหน่วยความจำ (Ram) 512 MB ในการหาผลเฉลย โดยศึกษาอิทธิพลของขนาด จำนวนช่วงเวลา และจำนวนของฟาร์มซึ่งมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการหาผลเฉลยได้จำลองข้อมูลเพื่อใช้การทดสอบ ซึ่งมีช่วงที่ใช้ในการทดสอบ คือ ช่วงขนาดกุ้ง 3-6 ขนาด ช่วงเวลาตั้งแต่ 6 – 16 ช่วงเวลา และจำนวนฟาร์มกุ้ง 12 – 60 ฟาร์ม และกำหนดค่าใช้จ่ายในการเตรียมการ ค่าเก็บรักษาคงคลังของกุ้ง และขนาดของคงคลังสูงสุดคงที่ ซึ่งผลที่ได้จะนำเสนอรูปตารางดังนี้

Table 1 Computational time of the problem with three shrimp sizes (sec.)

Number of Farm	Number of Period					
	6	8	10	12	14	16
12	0	-	-	-	-	-
16	1	4	-	-	-	-
20	4	28	46	-	-	-
24	5	59	374	1580	-	-
28	7	106	1134	2753	4843	-
32	12	130	3487	5296	>2 hrs.	>2 hrs
36	16	159	4985	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
40	31	230	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
44	52	649	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
48	76	1780	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
52	135	2444	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
56	135	6187	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
60	251	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs

Table 2 Computational time of the problem with four shrimp sizes (sec.)

Number of Farm	Number of Period					
	6	8	10	12	14	16
12	1	-	-	-	-	-
16	2	2	-	-	-	-
20	3	9	31	-	-	-
24	4	18	122	679	-	-
28	6	32	227	2810	5911	-
32	11	49	868	4541	>2 hrs	>2 hrs
36	21	126	2020	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
40	36	218	5136	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
44	64	679	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
48	181	1275	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
52	262	2005	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
56	399	4482	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
60	544	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs

Table 3 Computational time of the problem with five shrimp sizes (sec.)

Number of Farm	Number of Period					
	6	8	10	12	14	16
12	0	-	-	-	-	-
16	2	3	-	-	-	-
20	4	8	37	-	-	-
24	5	17	91	982	-	-
28	8	29	243	1762	5211	-
32	13	58	691	4912	>2 hrs	>2 hrs
36	23	119	3152	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
40	41	261	5429	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
44	77	669	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
48	164	1419	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
52	289	1986	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
56	428	4211	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
60	636	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs

Table 4 Computational time of the problem with six shrimp sizes (sec.)

Number of Farm	Number of Period					
	6	8	10	12	14	16
12	0	-	-	-	-	-
16	1	3	-	-	-	-
20	3	7	41	-	-	-
24	5	13	97	811	-	-
28	8	41	232	1526	4432	-
32	13	61	769	3676	>2 hrs	>2 hrs
36	19	131	1658	6911	>2 hrs	>2 hrs
40	42	206	4936	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
44	71	588	7022	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
48	168	1311	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
52	354	2361	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
56	521	5521	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs
60	733	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs	>2 hrs

สรุป

การจัดการสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็งโดยใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์สามารถผลการหาผลเฉลยคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาการจัดการสินค้าคงคลังในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็งได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมกุ้งแช่แข็ง นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยที่มีต่อเวลาที่ใช้ในการค้นหาผลเฉลยคำตอบนั้น คือ จำนวนของช่วงเวลา และจำนวนของฟาร์ม ซึ่งในวิธีการค้นหาผลเฉลยคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีสุดนั้นเป็นวิธีที่มีข้อจำกัดด้านเวลาที่ใช้ในการค้นหาผลเฉลยคำตอบ ดังนั้นการพัฒนาวิธีค้นหาเฉลยคำตอบที่ดีและมีเวลาค้นหาคำตอบที่รวดเร็วจึงเป็นแนวทางในการทำวิจัยสำหรับบทความนี้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

ภัทร์อร แสงฤดี และ ปวีณา เชาวลิตวงศ์ . 2546. วิธีการแก้ปัญหาแบบหาคำตอบที่ดีโดยประมาณสำหรับปัญหาการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตแบบประหยัดที่มีสินค้าคงคลังหลายชนิดโดยมีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกัน .การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2546. โรงแรมทอปแลนด์ จังหวัดพิษณุโลก .หน้า 577-584.

Basnet C. and J.M.Y. Leung. 2005. Inventory lot-sizing with supplier selection. Computers & Operations Research 32: 1-14.

L. van Norden and S. van de Velde. 2005. Multi-product lot-sizing with a transportation capacity reservation contract. European Journal of Operation Research 165: 127-138

Shrimp Research Center Information. URL: http://www.biotec.or.th/shrinfo/

Suerie C. and H. Stadtler. 2003. The Capacitated Lot-Sizing Problem with Linked Lot Sizes. Management Science Vol.49 No.8: 89–96.

Wagner H.M. and T.M. Whitin. 1985. Dynamic version of the economic lot size model. Management Science Vol.5 No.1: 89–96.