



การสำรวจงานวิจัย

อุตสาหกรรมนมข้นหวาน

พงษ์ วานาวัช(1) ได้อธิบายถึงความสำคัญและความเป็นมาของกระบวนการผลิตของนมข้นหวานที่ได้มีการนำเข้ามาใช้ผลิตนมข้นหวานในประเทศไทย ตลอดจนคุณลักษณะที่ก่อการของนมข้นหวาน เช่น ปริมาณของไขมันนม นมผงไขมันเนยและปริมาณของแข็งทั้งหมด อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของน้ำตาลค่อน้ำหนักของน้ำ (Sugar Ratio) ต้องมีค่าระหว่าง 0.625-0.645 หากต่ำกว่าค่านี้ จะทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ และถ้าสูงกว่าค่านี้จะทำให้น้ำตาลตกผลึกได้ สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตนมข้นหวาน ได้แก่ นมผงไขมันเนย ไขมันนมหรือน้ำมันพืช น้ำตาลและน้ำ รองลงไปก็คือ Seed Lactose และวิตามิน A, B1 และ D เป็นต้น อ้างถึงกรรมวิธีการผลิต การควบคุมคุณภาพ การเสื่อมเสีย (Defects) ของนมข้นหวาน คุณค่าทางอาหารและการพัฒนานมข้นหวานให้ดีขึ้น เป็นต้น

สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม(2) ได้อธิบายถึงชนิดของผลิตภัณฑ์นมข้นหวานและนมระเหยน้ำ (นมข้นไม่หวาน) รายละเอียดก้านการผลิต จำนวนโรงงาน เงินทุน คนงาน วัตถุดิบ ราคาวัตถุดิบ กรรมวิธีการผลิต กำลังการผลิต ต้นทุนและปัญหาการผลิต ลักษณะและความต้องการของตลาด ปัญหาการตลาดตลอดจนคู่ทางในอนาคต ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมนมข้นหวานทำการผลิตไม่เต็มกำลัง เพราะปริมาณความต้องการในประเทศมีน้อย นมข้นหวานแปลงไขมันร้อยละ 8 ครองตลาดมากที่สุด คือ ประมาณร้อยละ 50 ปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญคือ ราคาวัตถุดิบสูงขึ้น มีการแข่งขันและมีการตัดราคากัน ปริมาณผู้บริโภคมีน้อย ฉะนั้นจึงต้องกระตุ้นให้มีการผลิตวัตถุดิบในประเทศให้เจริญขึ้นและเพียงพอ กระตุ้นให้ประชาชนทราบถึงคุณค่าของการบริโภคนม เพื่อขยายความต้องการของตลาด

จันทิมา จันทรวงศ์(3) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวราคามมชั้นหวาน ในประเทศไทยกับการควบคุมราคาของทางราชการ ซึ่งทำให้อุตสาหกรรมมมชั้นหวาน ถูกจำกัดค่านผลกำไร จึงเป็นหนทางหนึ่งเพื่อโรงงานอุตสาหกรรมมมชั้นหวานจะค้นหาวิธีการลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น และพยายามใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้คุ้มค่าที่สุด

### การจัดสมดุลย์ในสายการผลิต (Line Balancing)

ได้มีผู้คิดค้นเทคนิคต่าง ๆ ในการจัดสมดุลย์ของสายการผลิต ซึ่งพอจะรวบรวมวิธีที่สำคัญได้ดังนี้ คือ

1. Dynamic Programming Algorithm โดย Jackson
2. Interger Programming Formulation โดย Bowman
3. Column Rule Technique โดย Kilbridge & Wester
4. COMSOAL Technique โดย Arcus
5. Ranked Positional Weight Method โดย Helgeson & Birnie
6. Optimum Seeking Back - Tracking Technique โดย Mansoor
7. Hoffman Technique โดย Hoffman

เทคนิคต่าง ๆ เหล่านี้มีวิธีการแตกต่างกันเป็นอย่างมาก ในวิธีที่ 1(4) ใช้หาจำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุด สำหรับรอบเวลาผลิตที่กำหนดให้ ทั้งนี้โดยแจกแจงผลรวมของชิ้นงานทั้งหมดที่เป็นไปได้ให้แก่สถานีงานต่าง ๆ เรื่อยไป ในวิธีที่ 2(5) จะจัดปัญหาต่าง ๆ เป็นชุดของตัวแปรที่มีขอบข่ายเป็นเส้นตรงซึ่งสามารถนำมาประเมินค่าได้ในรูปสมการเชิงเส้นตรง ทั้งวิธีที่ 1 และ 2 เป็นวิธีทางทฤษฎี Mathematical Programming (6) ซึ่งมีการคำนวณยุ่งยากและซับซ้อนทั้งในการสร้างรูปแบบของปัญหาและเสียเวลาในการประมวลผลมากในทางปฏิบัติจึงไม่มีผู้นิยมนำไปใช้ โดยเฉพาะในสายงานที่มีขนาดใหญ่และมีงานเป็นร้อย ๆ งาน สำหรับวิธีที่ 3(7) จะรวมกลุ่มของชิ้นงานในแนวยืนเพื่อเป็นตัวชี้หน้าในการเลือกงานโดยมีหมายเลขซึ่งแสดงถึงชิ้นงานที่จะถูกเลือกและมอบหมายงานตามลำดับก่อนหลัง ซึ่งเป็นวิธีการจัดสมดุลย์ของสายการผลิตโดยการ

คำนวณด้วยมือ ให้กับสายงานขนาดเล็กเท่านั้น สำหรับวิธีที่ 4 (8) เป็นเทคนิคการสุ่มตัวอย่างลำดับของชิ้นงานที่เป็นไปได้และรวมชิ้นงานให้เป็นสถานีงานในลำดับที่ต้องการโดยจัดให้เกิดเวลาว่างน้อยที่สุด ซึ่งสุ่มเลือกโดยการกำหนดน้ำหนักให้แก่ชิ้นงานตามคุณลักษณะที่มีอยู่และเรียงตามลำดับก่อนหลัง **COMSOAL (A Computer Method of Sequencing Operation for Assembly Line)** ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งทาง **Heuristic** ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดสายงาน เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก(6) เพราะเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนและใช้เวลาคอมพิวเตอร์ไม่มากนัก สำหรับวิธีที่ 5 (9) เป็นการให้นำหนักหรือคะแนนแก่ชิ้นงานต่าง ๆ และการรวมชิ้นงานเป็นสถานีงานและมีวิธีการพิจารณาชิ้นงานที่มีคะแนนสูงสุดก่อนแล้วจึงพิจารณาชิ้นงานที่มีคะแนนรองลงไปเพื่อให้ได้เวลาใกล้เคียงกับรอบเวลาผลิตมากที่สุด ถ้าคะแนนเท่ากันจะเลือกชิ้นงานที่ทำให้ใกล้เคียงเวลาผลิตมากที่สุด ชิ้นงานจะรวมอยู่ในสถานีงานใดก็ได้ก็ต่อเมื่อชิ้นงานใกล้สุดที่ต้องเสร็จก่อนได้ถูกรวมอยู่ในสถานีงานเดียวกัน หรือสถานีงานก่อนนี้ สำหรับวิธีที่ 6 (10, 11) ได้ขยายเพิ่มเติมจากวิธีที่ 5 เป็นระบบ "**MALB-A Heuristic Technique for Balancing Large Scale Single-Model Assembly Lines**" พยายามที่จะกำหนดให้มีรอบเวลาผลิตน้อยที่สุด กำหนดจำนวนของสถานีงานโดยวิธีการ **search** ซึ่งต้องใช้เวลาของคอมพิวเตอร์มาก สำหรับวิธีที่ 7 (12, 13) ใช้ **matrix** แสดงลำดับก่อนหลังเป็นการกระจายชิ้นงานในสายงานประกอบโดยเริ่มค้นจากสถานีงานแรกและการรวมกันของชิ้นงานที่จะให้ผลลัพธ์ที่มีเวลาว่างน้อยที่สุดของสถานีงานนั้นแล้วจึงดำเนินการต่อในสถานีงานถัดไป ซึ่งจะกำจัดชิ้นงานที่ได้เลือกในสถานีงานที่ผ่านมามากออกไป กระทำเช่นนี้ซ้ำกันไปจนชิ้นงานทั้งหมดได้รับมอบหมาย

สำหรับวิธีที่ 4 ถึง 7 เป็นวิธีทาง **Heuristic** ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดสมดุลย์ของสายงานผลิต เหมาะสมสำหรับสายงานผลิตที่มีขนาดใหญ่และยุ่งยากซับซ้อน สำหรับวิธีทาง **Heuristic** หมายถึงวิธีการที่นำมาใช้แก้ปัญหาโดยปัญหาหนึ่งโดยเฉพาะ โดยไม่คำนึงว่าคำตอบที่ได้นั้นจะดีที่สุดแล้วหรือไม่ แต่คำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่พอใช้ได้ดีและรวดเร็ว นอกจากนี้วิธีดังกล่าวยังสามารถใช้กับกรณีที่มีความจำกัดด้านการรวมชิ้นงานด้วย (**Zoning Constraints**)(6) เช่น ชิ้นงานบางอย่างอาจจะรวมกันไม่ได้ เพราะใช้อุปกรณ์ไม่เหมือนกัน หรือเป็นงานหลักซึ่งจะทำให้พนักงานเหนื่อยล้ามากเกินไป.

ในการคำนวณเรามีสมมติฐานว่า การรวมชิ้นงานหลายอย่างให้อยู่ในสถานีงานเดียวกัน จะไม่เปลี่ยนแปลงเวลาของชิ้นงานเหล่านั้น

โดยปกติแล้วเราต้องการค่าขอบที่คี่ที่สุด แต่เหตุที่ต้องเลือกเอาวิธีการ Heuristic(6) ก็พอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. เกิดความยุ่งยากในการใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีอื่น ๆ และไม่อาจหาค่าขอบที่แท้จริงได้
2. Heuristic ให้ค่าขอบที่คี่พอสมควร สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ ค่าขอบที่ได้ไม่จำเป็นต้องคี่ที่สุด
3. ในบางกรณีใช้วิธี Heuristic เพียงเพื่อหาแนวทางเริ่มต้นที่จะแก้ปัญหา นั้น ๆ ในขั้นต่อไป

#### การกำหนดเครื่องจักรให้กับพนักงาน

พิภพ เล่าประจง(6) ได้อธิบายถึงการมอบหมายเครื่องจักรตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไปทั้งชนิดเดียวกันหรือต่างกันให้กับพนักงานคนเดียว หรือมีผู้ช่วยร่วมทีมงานด้วย รอบการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องอาจไม่เหมือนกัน ความต้องการใช้บริการของพนักงานก็อาจแตกต่างกันทั้งขั้นตอนและเวลา ซึ่งแสดงวิธีการกำหนดจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมให้กับพนักงานรับผิดชอบว่าควรจะเป็นเท่าใด จะหาเวลารอคอยพนักงานและเครื่องจักร หาจำนวนรอบเวลาการทำงานเพื่อประมาณผลผลิตที่จะเกิดขึ้นได้

#### การจัดแบบแผนกำลังคน (Manpower Scheduling Patterns)

เป็นเทคนิคหนึ่งในการกำหนดกำลังคนให้เหมาะสมกับความต้องการในแต่ละวันและการที่จะกำหนดให้พนักงานทำงานสัปดาห์ละกี่วันนั้นขึ้นอยู่กับนโยบายและหลักเกณฑ์ของแต่ละบริษัทเป็นสำคัญ ในที่นี้ได้นำเทคนิคการจัดแบบแผนกำลังคนที่กำหนดให้พนักงานทำงานสัปดาห์ละ 5 วัน ในขณะที่บริษัทมีความต้องการพนักงานตลอด 7 วันต่อสัปดาห์ (การทำงานของพนักงาน 1 คนใน 5 วันทำงานต่อสัปดาห์ เรียกว่า 1 รูปแบบการทำงาน และการทำงานของพนักงาน 2 คนใน 5 วันทำงานต่อสัปดาห์ เรียกว่า 2 รูปแบบ

การทำงานเป็นต้น) ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 3 ต่อไป

MONROE (14) ได้พิมพ์เผยแพร่เป็นครั้งแรกในปี 1970 เป็นวิธีการกำหนดตารางการทำงานรายสัปดาห์ โดยพยายามหาวันหยุด 2 วันติดต่อกัน (Regular Day-off) นอกจากนี้วิธีของ Monroe ยังสามารถหาจำนวนพนักงานที่น้อยที่สุดได้ ถ้าไม่จำเป็นต้องจกให้วันหยุดต่อเนื่องกัน เงื่อนไขที่สำคัญคือพนักงานทุกคนจะได้ทำงาน 5 วันต่อสัปดาห์ จึงต้องเพิ่มความถี่ของงานขึ้นในวันต่าง ๆ จนกว่าตัวเลขรวมจะเป็นผลมาจากการคูณด้วย 5 เช่น หากผลรวมความต้องการคือ 46 รูปแบบการทำงาน ก็จะเพิ่มอีก 4 รูปแบบการทำงานเป็น 50 รูปแบบการทำงาน เพื่อให้สามารถหารด้วย 5 ลงตัว เป็นต้น

ขั้นตอนต่อไป คือ หาวันหยุดต่อเนื่องกัน 2 วัน เช่น วันอาทิตย์และวันจันทร์ (อา. จ.), วันจันทร์และวันอังคาร (จ.อ.) ตามลำดับ เรื่อยไปจนกระทั่งปิดท้ายด้วย (อา.จ.) อีกครั้ง จากนั้นจะทำการทลวง 2 ครั้ง เพื่อให้วันหยุด (อา.จ.) ทั้งต้นและท้ายมีค่าเท่ากัน ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ว่าในคู่วันหยุดใดจะมีพนักงานหยุดได้ก็คน

TIBREWALA, PHILIPPE and BROWNE(15) ได้กำหนดวันทำงานและคู่วันหยุดต่อเนื่องกัน 2 วัน โดยจะทำกับพนักงานที่ละคนจนครบและสอดคล้องกับความต้องการ คือ เมื่อจกพนักงานเข้าทำงาน 1 คน จะใส่ค่า -1 จำนวน 5 วัน และค่า 0 จำนวน 2 วัน ทำเช่นนี้เรื่อยไปก็จะทราบว่าในความต้องการกำลังคนนั้นจะใช้พนักงานกี่คนทำงาน 5 วันและหยุด 2 วันไหนได้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์คล้ายกันมากกับวิธีของ Monroe คือ พยายามหาวันหยุด 2 วันติดต่อกัน แต่ต่างกันตรงที่วิธีของ Monroe สามารถหาจำนวนพนักงานที่น้อยที่สุดได้ หากไม่จำเป็นต้องให้พนักงานหยุดต่อเนื่องกัน

ROTHSTEIN(16) ได้นำหลักการของโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) มาประยุกต์ใช้กับการกำหนดวันทำงานและวันหยุดของพนักงาน ประกอบด้วยสมการข้อ 15 สมการ และมีตัวแปร 15 ตัว โดยมีเป้าหมาย

เพื่อหาค่าสูงสุด (Maximize) ของจำนวนพนักงานที่ให้หยุดแบบต่อเนื่อง

สมการข้อช่วยที่ 1 จำนวนพนักงานที่หยุด 2 วันติดต่อกันในวันอาทิตย์ และวันจันทร์ ( $x_1$ ) หรือ หยุดในวันจันทร์และวันอังคาร ( $x_2$ ) เมื่อรวมกับพนักงานที่หยุดไม่ต่อเนื่องโดยมีวันหยุดวันใดวันหนึ่งตรงกับวันจันทร์ ( $u_1$ ) จะต้องเท่ากับจำนวนพนักงานทั้งหมดที่หยุดได้ในวันจันทร์ ( $b_1$ )

$$\text{กังสมการ } x_1 + x_2 + u_1 = b_1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

ทำนองเดียวกันสมการข้อช่วยที่ 2 ถึง 7 ก็เช่นเดียวกัน

โดยที่  $x_1$  = จำนวนพนักงานที่หยุดในวันอาทิตย์และวันจันทร์

$x_2$  = จำนวนพนักงานที่หยุดในวันจันทร์และวันอังคาร

...

...

...

$x_7$  = จำนวนพนักงานที่หยุดในวันเสาร์และวันอาทิตย์

$u_1$  = จำนวนพนักงานที่หยุดไม่ต่อเนื่องและมีวันหยุดวันใดวันหนึ่งเป็นวันจันทร์

...

...

...

$u_7$  = จำนวนพนักงานที่หยุดไม่ต่อเนื่องและมีวันหยุดวันใดวันหนึ่งเป็นวันอาทิตย์

$b_1$  = จำนวนพนักงานที่จะหยุดได้ในวันจันทร์

...

...

...

$b_7$  = จำนวนพนักงานที่จะหยุดได้ในวันอาทิตย์

สมการข้อช่วยที่ 8 พนักงานทั้งหมดที่หยุด 2 วัน ทั้งหยุดต่อเนื่อง (ข) และหยุดไม่ต่อเนื่อง (ด) จะต้องเท่ากับพนักงานทั้งหมด แต่เนื่องจากพนักงานแต่ละคน

มีวันหยุดคนละ 2 วัน จำนวนพนักงานทั้งหมดที่เข้าทำงานจึงหาได้จาก  $\frac{1}{2} \sum_{i=1}^7 b_i$

ดังนั้นการ  $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + d = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^7 b_i$   
โดยที่  $x_i$  = จำนวนพนักงานที่หยุดต่อเนื่อง 2 วันในวัน  $i$  ( $i = 1$  หมายถึงวันอาทิตย์  
และวันจันทร์,  $i = 2$  หมายถึงวันจันทร์และวันอังคาร, ...,  $i = 7$  หมายถึงวันเสาร์  
และวันอาทิตย์ ตามลำดับ)

$b_i$  = จำนวนพนักงานที่จะหยุดได้ในวัน  $i$  ( $i = 1$  หมายถึงวันจันทร์,  $i = 2$   
หมายถึงวันอังคาร, ...,  $i = 7$  หมายถึงวันอาทิตย์ ตามลำดับ)

$d$  = จำนวนพนักงานทั้งหมดที่กำหนดให้มีวันหยุดแบบไม่ต่อเนื่อง

สมการข้อช่วยที่ 9 - 15 บอกให้ทราบว่าไม่มีค่าของ  $u_i$  ใด ๆ ที่มีค่าเกิน  
กว่าค่าผลรวมของ  $u$  ตัวอื่น ๆ ทุกตัว เพื่อให้แน่ใจว่าพนักงาน 1 คน ไม่สามารถจะ  
มีวันหยุด 2 วันในวันเดียวกัน

โดยที่  $u_i$  = จำนวนพนักงานที่หยุดไม่ต่อเนื่องและมีวันหยุดวันใดวันหนึ่งเป็นวัน  $i$   
( $i = 1$  หมายถึงวันจันทร์,  $i = 2$  หมายถึงวันอังคาร, .....,  $i = 7$  หมายถึงวัน  
อาทิตย์ ตามลำดับ)

และสมการเป้าหมายจะบอกว่าจำนวนพนักงานที่หยุดต่อเนื่องได้มากที่สุดควรจะมี  
กี่คนภายใต้ข้อช่วยที่กำหนด ทั้งนี้สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปของ  
โปรแกรมเชิงเส้นตรงโดยทั่ว ๆ ไป มาใช้ในการแก้ปัญหานี้ได้

LUCE(17) ได้พัฒนาใช้กับปัญหาการกำหนดพนักงานตามแนวความคิดของ  
วิธี Heuristic โดยเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เข้ามาใช้ในการเลือกรูปแบบการ  
ทำงานให้กับพนักงานที่ละคนจนเพียงพอกับความต้องการในแต่ละช่วงเวลา จะทำการ  
ตรวจสอบและหารูปแบบการทำงานที่ทำให้ผลรวมของผลต่างระหว่างความต้องการ  
พนักงานกับจำนวนพนักงานที่จัดเข้าไปในทุก ๆ ช่วงเวลามีค่าน้อยที่สุด แล้วก็เลือก  
รูปแบบการทำงานนั้นสำหรับวิธีของ Luce ไม่อาจรับรองว่าคำตอบจะดีที่สุด เราจะ  
ต้องนำผลจากคอมพิวเตอร์ว่ารูปแบบการทำงานใดควรจะถูกจัดหึง และให้พนักงานทำ  
งานล่วงเวลาแทน