บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 สมบัติทางกายภาพของปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการเกษตรจะมีคุณค่าเหมาะสมหรือมีประสิทธิภาพต่อการผลิตพืชมากน้อยเพียงใดขึ้นกับสมบัติเฉพาะตัวของปุ๋ยเคมีแต่ละชนิด สำหรับปุ๋ยเคมีชนิดของแข็งที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปจะมีคุณสมบัติที่เป็นเครื่องบ่งชี้คุณภาพได้แก่

1.สมบัติทางกายภาพของปุ๋ยที่เห็นจากภายนอก และโดยการสัมผัสหรือการทดสอบโดยวิธีการต่างๆ

2.สมบัติและผลกระทบหลังใส่ลงดินต่อการเจริญเติบโตของพืชในระยะสั้นและระยะยาว

3.สมบัติในการปลดปล่อยธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ปุ๋ยเคมีที่ดีมักพิจารณาสมบัติทางกายภาพเป็นอันดับแรก ซึ่งได้แก่ ความหนาแน่นรวมของปุ๋ยเคมี มุมทรงตัวของปุ๋ย ความถ่วงจำเพาะ การแยกตัวของเม็ดปุ๋ย ขนาดเม็ดปุ๋ย ความแกร่งของเม็ดปุ๋ย ความชื้นสัมพัทธ์วิกฤติ และการจับตัวกันเป็นก้อนแข็งของปุ๋ยเคมี

2.1.1.1 ความหนาแน่นรวม หมายถึง น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรของปุ๋ยเคมีชนิดเทกอง หรือปุ๋ยเคมีที่ยังไม่มีการบรรจุกระสอบ ซึ่งโดยทั่วไปมีค่าความแปรผันระหว่าง 720 – 1200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความหนาแน่นรวมของปุ๋ยมีประโยชน์ต่อการพิจารณาขนาดของกระสอบที่จะใช้บรรจุปุ๋ย เราอาจจำแนกประเภทของความหนาแน่นรวมของปุ๋ยเคมีตามวิธีการบรรจุได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

(ก) Loose pour density เป็นการวัดความหนาแน่นในสภาพที่ปุ๋ยเรียงตัวกันอย่างหลวมๆ เมื่อมีการเทปุ๋ยใสภาชนะที่ใช้วัดความหนาแน่นที่รู้ปริมาตรที่แน่นอนโดยไม่มีการเขย่าหรือกระแทกเพื่อให้เกิดการอัดตัวมากขึ้น

(ข) Packed density หรือ Tapped density เป็นการวัดความหนาแน่นที่เหมือนกับ Loose pour density เพียงแต่ เมื่อบรรจุปุ๋ยแล้วจะทำการปิดภาชนะแล้วเขย่าภาชนะขึ้นลงหลายๆครั้งเพื่อให้ปุ๋ยเกิดการอัดตัวกันอย่างเต็มที่

2.1.1.2 **มุมทรงตัวของกองปุ๋ย** ขึ้นกับลักษณะและขนาดของเม็ดปุ๋ย มุมเอียงที่สูงสุดของกองปุ๋ยที่เกิดจากการทำมุมระหว่างเส้นทางลาดกับเส้นแนวระนาบของกองปุ๋ยในสภาพที่เม็ดปุ๋ยใน

กองจะไม่เกิดการเลื่อนไหลอีกเรียกว่า " มุมทรงตัวของปุ๋ย " สมบัติในข้อนี้จะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาพื้นที่ของโรงเรือนที่จะใช้เก็บปุ๋ย นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ต่อการออกแบบโรงเรือนที่มีหลังคาลาดเอียง รวมทั้งการออกแบบถังพัก ที่ปล่อยปุ๋ย และสายพานต่างๆอีกด้วย ปุ๋ยเคมีที่มีค่ามุมทรงตัวต่ำต้องใช้พื้นที่ราบแนวนอนในการตั้งกองมากกว่าปุ๋ยเคมีที่มีค่ามุมทรงตัวสูง แต่ปุ๋ยเคมีที่มีค่ามุมทรงตัวสูงจะต้องใช้โรงเรือนที่มีความสูงมากกว่าปุ๋ยเคมีที่มีค่ามุมทรงตัวต่ำ

2.1.1.3 **ความถ่วงจำเพาะ** หมายถึง "อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของเม็ดปุ๋ยต่อน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าเม็ดปุ๋ยนั้นๆ ที่ 4 องศาเซลเซียส "ปริมาตรของเม็ดปุ๋ยในที่นี้หมายถึง ปริมาตรพื้นผิวของเม็ดปุ๋ยที่รวมถึงปริมาตรของช่องว่างทั้งหมดในเม็ดด้วย ค่าความถ่วงจำเพาะของปุ๋ยมีประโยชน์ต่อการศึกษาและพิจารณาลักษณะการแยกตัวของเม็ดปุ๋ยแต่ละชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยผสมชนิดคลุกเคล้า นอกจากนี้ ยังมีประโยชน์ต่อการพัฒนากระบวนการปั้นเม็ดปุ๋ยด้วย

2.1.1.4 **ความชื้นสัมพัทธ์วิกฤติ** หมายถึง "ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเป็นร้อยละที่ถ้ามีค่าสูงกว่าระดับนี้แล้วเม็ดปุ๋ยจะดูดความชื้นจากอากาศ และถ้าต่ำกว่านี้เม็ดปุ๋ยจะไม่ดูดความชื้นจากอากาศ "ปุ๋ยเคมีชนิดของแข็งไม่ว่าจะอยู่ในรูปใด จะมีสมบัติเฉพาะตัวที่จะดูดความชื้นจากอากาศเข้ามาในเม็ดปุ๋ย หรืออาจเกิดการสูญเสียความชื้นที่มีอยู่ในเม็ดปุ๋ย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ย

ปุ๋ยผสมในรูปปุ๋ยเม็ดที่ผลิตใช้ในปัจจุบัน โดยทั่วไปไม่ค่อยมีปัญหาเกิดการชื้นแฉะเมื่อมีการเปิดถุงใช้ แม้ว่าปุ๋ยแม่บางชนิดหรือทุกชนิดที่ใช้จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ทั้งนี้เพราะ

(ก) ปุ๋ยเม็ดที่ผลิตโดยทั่วไปใช้แม่ปุ๋ยที่ดูดความชื้นจากอากาศน้อยไม่ชื้นง่ายอยู่แล้ว เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต แอมโมเนียมซัลเฟต และ โพแทสเซียมคลอไรด์

(ข) ปุ๋ยผสมบางชนิดแม้ว่าส่วนผสมอาจมีคุณสมบัติดูดความชื้นได้ดีปานกลางหรือว่าง่ายกว่าประเภทในข้อแรก แต่ในการผลิตมีการใช้สารป้องกันการดูดความชื้นเคลือบผิวเม็ด ทำให้เนื้อปุ๋ยจริงๆที่อยู่ใต้สารเคลือบไม่ดูดความชื้น

(ค) ในการผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อจำหน่ายในท้องตลาดผู้ผลิตต้องควบคุมความชื้นของปุ๋ยไม่ให้สูงเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ไม่เกินร้อยละ 2

(ง) ในการใช้ปุ๋ยบรรจุกระสอบ ผู้ใช้มักซื้อตามปริมาณที่ต้องการจะใช้ในแต่ละครั้งเท่านั้น

2.1.1.5 **การจับตัวเป็นก้อน** ปุ๋ยเคมีที่ผลิตจากโรงงานในขั้นตอนสุดท้ายอาจมีการบรรจุกระสอบทันทีหรือไม่ก็เก็บรักษาไว้ในรูปปุ๋ยเทกองเป็นเวลานานจะต้องมีความร่วน ไหลง่าย และไม่จับตัวเป็นก้อนหรือจับตัวกันด้วยแรงหลวมๆ แต่ในความจริงแม้จะใช้วิธีที่ทันสมัยเท่าใดก็ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการจับตัวกันของปุ๋ยได้ ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการคือ

2.1.1.5(ก) กลไกการจับตัวเป็นก้อนและปัจจัยที่ควบคุม

ตารางที่2.1 แสดงช่วงความชื้นที่เหมาะสมของปุ๋ยเคมีที่จะไม่ทำให้ปุ๋ยเคมีจับตัวกันเป็นก้อนแข็งหรือจับตัวกันเป็นก้อนน้อยลง

ช่วงความชื้น (ร้อยละ)	ชนิดปุ๋ยเคมี
< 0.5	แอมโมเนียมไนเตรท,ยูเรีย,แอมโมเนียมซัลเฟต,แคลเซียมไนเตรท
0.5 – 1.0	ปุ๋ยผสมที่มีอัตราส่วนของ N:P_2O_5 เท่ากับ 1:1 หรือสูงกว่าและมีส่วนผสมของแม่ปุ๋ยยูเรียหรือแอมโมเนียมไนเตรท
1.0– 1.5	ปุ๋ยผสมที่มีอัตราส่วนของ N: P_2O_5 น้อยกว่า 1:1 และมีส่วนผสมของแม่ปุ๋ยยูเรียหรือแอมโมเนียมไนเตรท
1.5 – 2.0	ปุ๋ยผสมที่มีอัตราส่วนของ N: P_2O_5 น้อยกว่า 1:1 และไม่มีส่วนผสมของแม่ปุ๋ยยูเรียหรือแอมโมเนียมไนเตรท
> 2.0	ปุ๋ยผสมที่มีไนโตรเจนน้อยหรือไม่มีไนโตรเจน , ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต

การจับตัวเป็นก้อนของปุ๋ยจะเกิดมากหรือน้อยและเร็วหรือช้าเพียงใดขึ้นกับ ปริมาณความชื้นของปุ๋ยก่อนการเก็บรักษาและหลังการผลิต ขนาดและความแกร่งของเม็ดปุ๋ย ชนิด ปริมาณและสมบัติของสารปรับสภาพ อุณหภูมิการเก็บรักษา น้ำหนักกดทับของปุ๋ยในการเก็บรักษา ระยะเวลาการตั้งกองปุ๋ยก่อนการบรรจุ

(ก) ความชื้นของปุ๋ย มีผลมากต่อการจับตัวเป็นก้อนของปุ๋ย โดยหลักการทั่วไปแล้วยิ่งมีการอบปุ๋ยแห้งเท่าไรก็ยิ่งลดการจับตัวเป็นก้อนของปุ๋ย ซึ่งหลักการและกลไกการจับตัวเป็นก้อนของปุ๋ยเกิดจากอนุภาคของปุ๋ยเกิดการยึดจับระหว่างกันหลายๆจุด หรือทุกจุดสัมผัสเนื่องจากการตกผลึกของเกลือในสารละลายอิ่มตัวของปุ๋ยตรงจุดสัมผัสระหว่างเม็ดปุ๋ย เกลือที่ตกผลึกและแข็งตัวเนื่องจากการสูญเสียน้ำจะทำหน้าที่เป็นเหมือนสะพานเกลือเชื่อมเม็ดปุ๋ย แล้วพอกพูนเป็นก้อนใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ หรือไม่อาจหยุดคงที่พิกัดใดพิกัดหนึ่งขึ้นกับสภาพปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อการจับตัวเป็นก้อนของปุ๋ยเคมี

(ข) อุณหภูมิในการเก็บรักษา เป็นกลไกที่ซับซ้อน ปุ๋ยบางชนิดจะจับตัวกันเมื่ออุณหภูมิสูง หรือการเทกองหรือการบรรจุขณะที่ปุ๋ยมีอุณหภูมิสูง ซึ่งแก้ไขได้โดยการทำให้ปุ๋ยเย็นตัวลงในระดับที่เหมาะสม ปุ๋ยที่มีส่วนผสมของแอมโมเนียมไนเตรท ต้องเก็บไว้ในที่ที่อุณหภูมิสูง

ไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ความแปรปรวนของอุณหภูมิในโรงเก็บอาจเหนี่ยวนำให้ปุ๋ยเกิดการจับตัวกันได้ เพราะช่วงที่อากาศร้อนจะทำให้เกิดการละลายตัวของเกลือตรงจุดสัมผัสระหว่างเม็ดปุ๋ย และเมื่ออากาศเย็นลงเกลือในรูปสารละลายอิ่มตัวจะเกิดการตกผลึกและผนึกเม็ดปุ๋ยเข้าด้วยกันโดยสะพานเกลือ

(ค) ขนาด รูปร่าง และความแกร่งของเม็ดปุ๋ย ปุ๋ยที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1 -4 มิลลิเมตรจะจับตัวกันเป็นก้อนน้อย ปุ๋ยที่มีเม็ดไม่สม่ำเสมอและมีเม็ดขนาดเล็กหรือผงละเอียดปนอยู่มากจะไม่ค่อยมีปัญหาหากความชื้นต่ำมากพอ แต่ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรทและปุ๋ยยูเรียจะจับตัวเป็นก้อนได้สูงหากมีขนาดเล็ก สำหรับปุ๋ยผงจะมีปัญหาการจับตัวเป็นก้อนมากซึ่งอาจป้องกันโดยการผสมสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อน

(ง) การใช้สารปรับสภาพ โดยการคลุกเคล้ากับปุ๋ยโดยตรง เช่น เวอมิคูไลท์ เปอไลท์ ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด ต้นยาสูบ แกลบ และพรุ ซึ่งโดยทั่วไปใช้ไม่ได้ผล ส่วนใหญ่นิยมใช้สารปรับสภาพเคลือบผิวเม็ดปุ๋ย ได้แก่ ดินเบา ดินขาว ทัลซ์ และซอล์ค

2.1.1.5(ข) **การป้องกันการจับตัวกันเป็นก้อน** ทำได้โดย

(ก) ผลิตปุ๋ยให้มีขนาดเม็ดใหญ่ขึ้น หรือถ้าต้องผลิตเป็นเม็ดเล็กก็ผลิตให้มีขนาดเม็ดเท่ากัน

(ข)ผลิตให้เม็ดปุ๋ยมีความแข็งแกร่งสูง และมีผิวเรียบ เพื่อให้ทนต่อแรงกัดทับ แรงบีบบด หรือการเสียดสีระหว่างเม็ดปุ๋ย ทำให้เม็ดปุ๋ยไม่แตกร้าวง่าย

(ค)ควรอบเม็ดปุ๋ยให้แห้งและทำให้เม็ดปุ๋ยเย็นลงก่อนการบรรจุ ความชื้นของเม็ดปุ๋ยที่เหมาะสมควรมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 1

(ง) เก็บรักษาปุ๋ยในที่ร่มที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศให้คงที่ได้

(จ)บรรจุปุ๋ยในถุงที่ทำด้วยวัสดุกันน้ำ แล้วผนึกปากถุงให้สนิท เพื่อป้องกันการแทรกซึมของอากาศจากภายนอก ไม่ควรบรรจุปุ๋ยในถุงที่คับเกินไป เพราะเมื่อวางซ้อนกันจะเกิดการจับตัวเป็นก้อนเร็วและมากกว่าถุงที่หลวมกว่า สำหรับปุ๋ยเทกองไม่ควรกองให้สูงเกินไป และควรมีการรื้อและตั้งกองใหม่เป็นระยะ

(ฉ) ใช้สารปรับสภาพผสมกับแม่ปุ๋ยในขณะผลิต เพื่อป้องกันการตกผลึกหรือการละลายของเนื้อปุ๋ยขณะเก็บรักษา และช่วยลดความสามารถในการดูดน้ำจากอากาศและลดการจับตัวกันเป็นก้อนของปุ๋ยด้วย

(ช) หุ้มผิวเม็ดปุ๋ยด้วยสารบางอย่างที่ไม่ดูดน้ำ เช่น สารพาราฟินเหลว น้ำมัน หรือสารปิโตรเลียมบางชนิด เพื่อป้องกันการดูดความชื้นจากอากาศ หรือการสูญเสียความชื้นของเม็ดปุ๋ย

(ซ) ใช้สารจับผิวพ่นบนเม็ดปุ๋ย ซึ่งมีกลไกการทำงาน ดังนี้ ช่วยลดแรง ตึงผิวบนเม็ดปุ๋ย มีผลให้ลดปริมาตรของสะพานเกลือที่อาจเกิดจากการแห้งตัวของเม็ดปุ๋ย สารจับผิวแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) สารจับผิวในรูปไอออนประจุบวก ที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ได้แก่ สารอินทรีย์พวกเอมีนที่มีโซ่คาร์บอนแบบเปิดยาว และมีสูตรโดยทั่วไป คือ R-NH2 ที่มีสมบัติไม่รวมตัวกับน้ำและมีคาร์บอน 12-20 อะตอม

2) สารจับผิวในรูปไอออนประจุลบ

3) สารจับผิวในรูปไม่มีประจุ ที่ใช้กันมากได้แก่ สารพวกซัลโฟเนต สารพวกซับโฟแนปทีเนต ซัลโฟอัลกอฮอล์ และเกลือของกรดไขมัน

2.1.1.6 **ขนาดเม็ดปุ๋ย** ซึ่งสำคัญต่อคุณภาพและคุณค่าทางการเกษตร สำหรับค่ามาตรฐานของเม็ดปุ๋ย หมายถึง "ค่าต่ำสุดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของปุ๋ยเคมีที่มีเม็ดปุ๋ยตกค้างอยู่ในตะแกรงที่มีรูตะแกรงแตกต่างกัน 2 ขนาด "ในการทดสอบถ้าจะใช้ระบบของตะแกรงมาตรฐานของอเมริกาเป็นหลัก ก็หมายความว่าปุ๋ยเคมีชนิดดังกล่าวมีเม็ดปุ๋ยขนาดต่างๆที่สามารถลอดผ่านตะแกรงเบอร์ 6 ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของตะแกรงขนาด 3.353 มิลลิเมตรได้หมด การผลิตปุ๋ยเคมีชนิดเม็ดเพื่อให้มีสมบัติทางกายภาพที่ดีผู้ผลิตต้องผลิตให้ปุ๋ยมีขนาดของเม็ดที่เหมาะสม

ตารางที่2.2 แสดง ขนาดของเม็ดปุ๋ยและการกระจายของปุ๋ยเม็ดที่สำคัญบางชนิดในอเมริกา

ชนิดปุ๋ย	สูตรปุ๋ย N- P_2O_5-K_2O	ขนาดเม็ดปุ๋ยโดยตะแกรงมาตรฐาน (ปริมาณสะสมบนตะแกรงแต่ละขนาดเป็นร้อยละ)				
		6	8	12	16	20
ยูเรีย						
ชนิดพริลล์	46-0-0	<1	4	48	92	100
ชนิดเม็ด	46-0-0	0	30	85	98	100
แอมโมเนียมไนเตรท (พริลล์)	34-0-0	-	10	74	97	100
ทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต	0-46-0	1	20	81	97	100
โพแทสเซียมคลอไรด์(หยาบ)	0-0-60	-	6	31	73	94
ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต	18-46-0	<1	36	86	99	100

(ก) ประสิทธิภาพต่อการผลิตพืช ประสิทธิภาพจะเพิ่มสูงขึ้นหากเม็ดปุ๋ยมีขนาดเล็กหรือละเอียดมากจนถึงพิกัดที่เหมาะสมระดับหนึ่ง หรือให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดปุ๋ยประมาณ 0.15 มิลลิเมตร ซึ่งปุ๋ยในรูปนี้เรียกว่า "ปุ๋ยผง" ไม่ใช่ปุ๋ยเม็ด สำหรับปุ๋ยที่ละลายน้ำได้ดี ขนาดของเม็ดจะไม่มีผลต่อคุณค่าทางการเกษตร

(ข) การเก็บรักษาและการใช้ ปุ๋ยที่มีสมบัติในการเก็บรักษาดีและสะดวกในการใช้ควรมีขนาดเม็ดเหมาะสมที่จะไม่ทำให้จับตัวกันเป็นก้อน เมื่อเก็บไว้นานๆ หรือเป็นฝุ่นฟุ้งกระจายเมื่อนำไปใส่ไรนา ปุ๋ยที่มีขนาดเล็กจะจับตัวเป็นก้อนได้ง่าย และไม่สะดวกในการใช้ เพราะการใส่ด้วยมือจะเกิดการฟุ้งกระจาย หรือถ้าใส่โดยเครื่องจักรปุ๋ยจะร่วนไหลไม่ดีเท่าปุ๋ยเม็ด ในอเมริกาขนาดของเม็ดปุ๋ยที่นิยมอยู่ระหว่าง -6 ถึง +18 เมช หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดปุ๋ยอยู่ระหว่าง 3.35 ถึง 1.00 มิลลิเมตร

สรุปแล้ว ขนาดของเม็ดปุ๋ยสัมพันธ์กับการละลายน้ำของปุ๋ยบางชนิดที่ละลายได้น้อย เช่น ปุ๋ยฟอสเฟต คือปุ๋ยที่เม็ดเล็กจะละลายน้ำและเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากกว่าเม็ดใหญ่ในชนิดเดียวกัน นอกจากนี้ขนาดของเม็ดปุ๋ยยังมีผลต่อการจับตัวกันเป็นก้อนของปุ๋ยด้วย นอกจากนี้หากมีการชักนำให้เกิดการแยกตัวปุ๋ยผสมที่มีส่วนผสมประกอบด้วยแม่ปุ๋ยชนิดต่างๆที่มีขนาดเม็ดปุ๋ยแตกต่างกันจะเกิดปัญหาการแยกตัวของส่วนผสม ขณะที่ปุ๋ยที่มีแม่ปุ๋ยที่มีขนาดเท่าๆกันจะเกิดปัญหาการแยกตัวของแม่ปุ๋ยน้อย

2.1.1.7 **ความแกร่งของเม็ดปุ๋ย** เม็ดปุ๋ยที่ดีควรมีเม็ดปุ๋ยที่แกร่ง ไม่แตกร้าวหรือยุ่ยเป็นผงได้ง่ายเมื่อเกิดความกดดันจากแรงกดทับในขณะเก็บรักษา ความแกร่งของเม็ดจะมีมากหรือน้อยขึ้นกับความแกร่งเชิงกลของเม็ดปุ๋ย ซึ่งอาจจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- ความทนทานของเม็ดปุ๋ยต่อการถูหรือครูด
- ความต้านทานของเม็ดปุ๋ยต่อการถูหรือครูด

โดยทั่วไป นิยมประเมินโดยการวัดความทนทานของเม็ดปุ๋ยต่อแรงบีบบดมากกว่าการประเมินโดยการวัดความต้านทานของเม็ดปุ๋ยต่อการถูหรือครูด

(ก) ความทนทานของเม็ดปุ๋ยต่อการบีบบด มีวิธีทดสอบ คือ นำเม็ดปุ๋ยเดี่ยวๆมาบีบด้วยนิ้วมือ ซึ่งเป็นการประเมินอย่างหยาบๆ เช่น ปุ๋ยที่บีบให้แตกได้ระหว่างนิ้วชี้กับนิ้วหัวแม่มือถือว่ามีความแข็งแกร่งต่ำ และปุ๋ยที่บีบให้แตกได้โดยการใช้นิ้วกดบนปุ๋ยที่วางบนพื้นราบถือว่ามีความแข็งแกร่งปานกลาง แต่ถ้าการใช้แรงบีบกดบนพื้นราบด้วยแรงที่เท่าๆกันและในลักษณะเดียวกันเม็ดปุ๋ยยังไม่แตกถือว่ามีความแข็งแกร่งสูง

การประเมินความแข็งแกร่งของเม็ดปุ๋ยหากต้องการผลที่น่าเชื่อถือ ควรปฏิบัติดังนี้

1) ใช้เม็ดปุ๋ยที่มีขนาดใกล้เคียงกัน

2) ในการทดสอบแต่ละครั้ง ควรใช้ตัวอย่างไม่น้อยกว่า 10 เม็ด

3) ค่าที่อ่านได้จากการทดสอบแต่ละเม็ดควรนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นค่าตัวแทนในการประเมินความทนทานต่อแรงบีบบดของเม็ดปุ๋ยทั้งมวล

จากการทดสอบความทนทานของเม็ดปุ๋ยต่อแรงบีบบดของปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆที่มีขนาดเม็ดอยู่ระหว่าง -7 ถึง +8 เมช(2.4-2.8 มม.) พบว่าปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆที่ทดสอบต่างก็มีความทนทานต่อแรงบีบบดแตกต่างกันไป ปุ๋ยยูเรียที่อยู่ในรูปพริลล์มีความแข็งแกร่งต่ำสุด เทียบกับปุ๋ยยูเรียในรูปเม็ดที่ผสมฟอมาลดีไฮด์และผลิตโดยวิธี "spray drum" ปุ๋ยที่มีความแข็งแกร่งของเม็ดต่ำกว่า 1.4 กิโลกรัมจะอ่อนนุ่มเกินไป ปุ๋ยที่ดีควรมีความแข็งแกร่งไม่น้อยกว่า 2.3 กิโลกรัม

สำหรับการจำแนกความแข็งแกร่งของเม็ดปุ๋ยตามความทนทานต่อการบีบบดจำแนกได้ดังนี้

1.เม็ดอ่อนนุ่ม < 1.4 กิโลกรัม

2.เม็ดมีความแข็งแกร่งปานกลาง 1.4-2.3 กิโลกรัม

3.เม็ดมีความแข็งแกร่งสูง > 2.3 กิโลกรัม

(ข) ความต้านทานของเม็ดปุ๋ยต่อการถูหรือครูด มาจากการใช้ปุ๋ยหรือการขนย้ายถ่ายเทปุ๋ย ถ้าเม็ดปุ๋ยมีความแข็งแกร่งน้อยการถูไถระหว่างเม็ดปุ๋ยอาจทำให้ผิวเม็ดสึกหรือแตกเป็นผง มีผลทำให้คุณสมบัติทางกายภาพไม่ดีหลายประการติดตามมา เช่น ปุ๋ยจับตัวกันเป็นก้อนง่าย ไม่สะดวกในการนำไปใช้ เป็นต้น

2.1.2 **ระบบควบคุณภาพ** ปัจจุบันผู้ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์และบริการนั้น สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มด้วยกัน คือกลุ่มของลูกค้า โดยลูกค้าจะพิจารณาในด้านคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ รูปร่างและความเหมาะสมในการใช้งาน ส่วนในกลุ่มที่สองคือกลุ่มของผู้ผลิต สิ่งที่พิจารณาเพื่อใช้การผลิตผลิตภัณฑ์ให้ได้ตรงตามข้อกำหนดข้างต้น เพื่อสนองต่อความต้องการของลูกค้ากล่าวคือการกำหนดระดับความน่าเชื่อถือของสินค้า การกำหนดระดับคุณภาพของสินค้านั้นเอง"คุณภาพ" (Quality) หมายถึง คุณสมบัติทุกประการของผลิตภัณฑ์ หรือการบริการ ที่ตอบสนองความต้องการและสามารถสร้างพึงพอใจให้แก่ลูกค้าในความหมายแบบเก่าในยุคที่มีผู้ผลิตสินค้าเพียงไม่กี่ราย ตลาด-การซื้อ-การขาย เป็นของผู้ผลิตสินค้าเพื่อให้ได้มาตรฐานความหมายในยุคนั้นจึงหมายถึง "มาตรฐานของสินค้า" แต่ในปัจจุบันเป็นโลกของการแข่งขัน ตลาด-การซื้อ-การขาย เป็นของผู้ซื้อไม่ใช่ของผู้ผลิต"การควบคุม"(Control)หมายถึง กระบวนการกำหนดการกระทำที่ชี้ให้เห็นหรือเปรียบเทียบคุณสมบัติที่ได้รับมาตรฐาน และถ้าพบว่ามี

ข้อบกพร่องที่แตกต่างวออกไป ก็จะต้องมีการแก้ไขหรือวิเคราะห์เพิ่มเติมดังนั้น "การควบคุมคุณภาพ" (Quality Control) จึงหมายถึงการควบคุมการผลิตผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในระดับมาตรฐานที่กำหนดรวมถึงกิจกรรมต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์มีข้อบกพร่องหรือเสียออกมาในระหว่างกระบวนการผลิต และเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายข้างต้น การจัดการเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพก็คือ การจัดกิจกรรมในรูปของการป้องกัน ไม่ให้ผลิตภัณฑ์เสียออกมาด้วยการจัดการตรวจสอบ การทดสอบ การแก้ไขสิ่งบกพร่อง รวมถึงการประกันคุณภาพด้วย

2.1.2.1 สาเหตุและวิธีการควบคุมคุณภาพ

2.1.2.1(ก) สาเหตุที่ต้องควบคุมคุณภาพ

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ใดๆ มีส่วนประกอบสำคัญที่มีอิทธิพลต่อผลิตภัณฑ์คือ คน เครื่องจักรและ วัตถุดิบ ถ้าส่วนประกอบทั้งสามไม่มีความบกพร่อง ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็จะอยู่ในระดับมาตรฐาน แต่ในความเป็นจริงมักจะเกิดความผันแปรอยู่เสมอตั้งแต่ คน เครื่องจักร และวัตถุดิบ ซึ่งจะมีผลทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ไม่คงที่ มิใช่แต่เพียงจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นใช้ไม่ได้เนื่องจากความบกพร่องที่เกิดขึ้นเท่านั้นแต่มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ถูกปฏิเสธเนื่องจากผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายมากเกินกว่าขอบเขตของการยอมรับ ดังนั้นจึงต้องควบคุมความผันแปรที่เกิดขึ้นจาก คน เครื่องจักร และวัตถุดิบ

คน (Man) เกิดความผันแปรหรือความคลาดเคลื่อนในกระบวนการผลิต ซึ่งเกิดจาก การจัดการและแรงงาน

ก) การจัดการ เกิดจากการวางแผนที่ไม่ดี มีการเปลี่ยนแปลงการจัดการอยู่เสมอ ผู้ปฏิบัติก็ไม่สามารถให้เข้ากับระบบงานได้ ซึ่งส่งผลให้การผลิตขาดความแน่นอน ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพลดต่ำลงตามไปด้วย ดังนั้น ถ้าต้องการให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพที่แน่นอน การควบคุมในส่วนนี้จะต้องมีการจักการด้วยการวางแผนการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพ

ข) แรงงาน เป็นความผันแปรที่เกิดจากการขาดความชำนาญ ความเบื่อหน่ายในการผลิต ขาดความแบรมอย่างถูกต้อง ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ขาดคุณภาพที่แน่นอนผันแปรตามลักษณะคนงานที่ผลิต ดังนั้น ถ้าต้องการควบคุมความผันแปรในส่วนนี้ต้องมีการอบรมคนงานอย่างถูกต้อง และให้เกิดความสำนึกว่าสิ่งที่ตนทำอยู่เหมือนว่าเป็นกิจกรรมของตนเอง

เครื่องจักร (Machine) เป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดความผันแปรในการผลิตได้ เพราะในขณะที่เครื่องจักรถูกใช้ไปเป็นระยะเวลาหนึ่งจะเกิดความสึกหรอผลผลิตที่ได้เกิดความผันแปรตามอายุการใช้งานของเครื่องจักร การควบคุมการผลิตในส่วนนี้จะต้องหมั่นทำการตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักรอยู่เสมอ

วัตถุดิบ (Materials) เป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดความผันแปรได้คือ ถ้าวัตถุดิบขาดคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็จะขาดคุณภาพตามไปด้วยดังนั้นการควบคุมจะต้องควบคุมวัตถุดิบด้วย โดยหมั่นตรวจสอบความผันแปรของวัตถุดิบ เช่น ตรวจสอบความชื้นมาตรฐานของวัตถุดิบ เป็นต้น

การควบคุมที่ดีต้องประกอบด้วย การวางแผนที่ดี การปฏิบัติตามแผนที่กำหนด การเตรียมพร้อมที่จะตรวจสอบและการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งองค์ประกอบของการควบคุมทั้งหมดนี้จะต้องช่วยลดความผันแปรของการผลิตดังกล่าวได้

2.1.2.1(ข) **วิธีการควบคุมคุณภาพ**ในการผลิตผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพหรือเป็นที่น่าเชื่อถือและได้รับความนิยมจนสามารถแข่งขันทางธุรกิจได้นั้น จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) กำหนดมาตรฐานการผลิตภัณฑ์ให้แน่นอน และชัดเจนโดยสิ่งที่เป็นตัวกำหนดมาตรฐานควรมาจากความพอใจของลูกค้าเป็นสำคัญ รวมถึงราคาควรมีความเหมาะสมกับคุณภาพของสินค้าเพื่อจะสามารถแข่งขันทางธุรกิจได้

2) การเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการจัดการและการบริหารการผลิต ควรสร้างความเข้าใจระหว่างผู้บริหารและคนงาน และควรเปิดโอกาสให้คนงานแสดงความเห็นในการแก้ไขการปฏิบัติงานด้วย

3) ทำให้พนักงานมีความรู้ในกระบวนการผลิต และสามารถปฏิบัติงานด้วยวิธีการที่ถูกต้องโดยการอบรมให้พนักงานมีความรู้ และความเข้าใจ รักในองค์กรเสมือนว่าเป็นงานของตนเอ 4) หากผลิตภัณฑ์เริ่มไม่เป็นไปตามมาตรฐาน หรือข้อกำหนดที่ได้ตั้งไว้จะต้องค้นหาสาเหตุของความผิดปกติที่เกิดขึ้นว่าเพราะอะไร เช่น คน เครื่องจักร หรือวัตถุดิบ แล้วมาตรการแก้ไขเพื่อให้ผลิตภัณฑ์กลับสู่มาตรฐานที่กำหนดดังเดิม

5) ควรมีการประกันคุณภาพ หรือการตรวจสอบผลิตภัณฑ์อย่างจริงจังก่อนการนำออกจำหน่ายในกระบวนการผลิตจุดที่ต้องมีการตรวจสอบเพื่อควบคุมคุณภาพมีอยู่ 3 จุดหลักๆ ดังนี้

ก) ตรวจสอบวัตถุดิบ เป็นจุดที่ตรวจสอบจุดแรก และเป็นจุดที่มีความสำคัญมากต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะถ้าวัตถุดิบไม่ได้มาตรฐานแล้วผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาก็จะไม่ได้มาตรฐานด้วย

ข) ตรวจสอบเครื่องจักร เครื่องจักรเป็นส่วนของการผลิตที่มีส่วนประกอบเป็นจำนวนมาก ในการผลิต ถ้าส่วนหนึ่งส่วนใดเกิดการเปลี่ยนแปลงไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็มีความผัน

แปรไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นจึงควรจะมีการตรวจสอบจุดต่างๆ ของเครื่องจักรไม่ให้เกิดการผันแปร

ค) ตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมที่จะจัดส่งออกจำหน่าย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ในส่วนนี้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีมีคุณภาพและผ่านการตรวจสอบอย่างละเอียด

2.1.2.2 **หลักสถิติที่นำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพ** สถิติเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อชีวิตประจำวันของเรา เพื่อใช้เป็นวิธีช่วย ในการสรุปผลอย่างมีเหตุผล สำหรับการควบคุมคุณภาพทางสถิติจะเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจว่าควรที่จะยอมรับหรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจากกระบวนการผลิต นอกจากนี้แล้วสถิติยังช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ โดยเลือกตรวจสอบผลิตภัณฑ์เพียงบางส่วนจากกระบวนการผลิต (การสุ่มตัวอย่าง)

2.1.2.2(ก) **ระเบียบวิธีการทางสถิติ**

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นตอนแรกเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้วิเคราะห์ผลและหาข้อสรุปต่อไป ขั้นตอนนี้มีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากหากเราได้ข้อมูลที่เป็นจริงก็ย่อมวิเคราะห์และสรุป ผลได้ถูกต้อง แต่หากข้อมูลที่ได้ขาดความแม่นยำจะใช้การวิเคราะห์ผลที่ดีเพียงใด การตีความและสรุปก็จะขาดความถูกต้องอยู่ดี การเก็บรวบรวมข้อมูลมีอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ต้องการศึกษาว่าเหมาะสมกับการเก็บข้อมูลแบบใด โดยทั่วไปการเก็บข้อมูลจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการนับและการวัด ดังนี้

ก) การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการนับในการเก็บข้อมูลนี้เป็นการวัดผลเชิงคุณภาพอย่างหยาบๆ จากสายตาว่า ผลิตภัณฑ์นั้น "ดีหรือเสีย" "ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้" แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลการนับจำนวนของดีหรือของเสียนั้น ค่าได้ได้เป็นจำนวนเต็มของข้อมูลทางสถิติที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลต่อไป

ข) การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการวัด ในการเก็บรวบรวมข้อมูลชนิดนี้จะวัดผลในเชิงปริมาณ น้ำหนัก หรือปริมาตรแล้วเก็บข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลเชิงสถิติเพื่อใช้วิเคราะห์ผลต่อไป

2) การวิเคราะห์ผล ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้เบื้องต้นเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ดังนั้นก่อนที่จะนำข้อมูลไปใช้ในการตีความควรมีการตรวจสอบข้อมูลเหล่านั้น ให้มีความถูกต้องเสียก่อนจึงนำมาวิเคราะห์ผล ด้วยการทำตารางแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ยมัธยฐาน หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปต่อไป

3) การนำเสนอข้อมูล หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ขั้นสุดท้ายของระเบียบวิธีการทางสถิติคือการนำเสนอข้อมูลซึ่งการนำเสนอข้อมูลจะนำเสนอในรูปของตาราง ข้อความและแผนภูมิต่างๆ

2.1.2.2(ข) **การสุ่มตัวอย่าง** (Random Sampling) เป็นการที่ใช้ตัวอย่างบางส่วนของประชากรมาเพื่อเป็นตัวแทนของประชากรในการอนุมาน ค่าต่างๆ หรือหาคำตอบบางอย่างของประชากร โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่น้อยที่สุดและให้ได้ค่าที่อนุมานที่ถูกต้องที่สุดด้วยแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับลักษณะของประชากร ดังนี้

แผนการเลือกสุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย 2 ชนิด คือ

1. แผนการเลือกสุ่มตัวอย่างตามความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

2. แผนการเลือกสุมตัวอย่างไม่เป็นไปตามความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling)

โดยที่แผนการสุ่มตัวอย่างตามความน่าจะเป็นนั้นเป็นการเลือกหน่วยของประชากรมาเป็นตัวอย่างโดยที่แต่ละหน่วยของประชากรที่ถูกเลือกมาเป็นตัวอย่างจะถูกกำหนดความน่าจะเป็นตามแผนการเลือกสุ่มตัวอย่างซึ่งจำแนกได้เป็น 4 วิธี คือ

ก) แผนการเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่าย

ข) แผนการเลือกตัวอย่างแบบมีระบบ

ค) การเลือกตัวอย่างแบบมีขั้นภูมิ

ง) การเลือกตัวอย่างกลุ่ม

2.1.2.2(ค) **แผนภูมิควบคุมคุณภาพ** แผนภูมิควบคุมคุณภาพ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับควบคุมการผลิตไม่ให้เกิดความแปรปรวนแผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ดี จะต้องสามารถแยกความแปรปรวนของกระบวนการผลิตออกจากกันได้ว่าจุดใดเป็นจุดบกพร่องจะต้องทำการตรวจสอบแก้ไข และเมื่อใดที่จะต้องทำการหยุดผลิตเพื่อปรับปรุง เมื่อใดที่จะปล่อยให้การผลิตดำเนินต่อไปได้ เพื่อที่จะสามารถดำเนินการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตได้อย่างทันทวงที สามารถความสูญเสียในกระบวนการผลิตทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง แผนควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตจะประกอบด้วยแผนภูมิต่างๆดังนี้

1) แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ใช้ควบคุมการตรวจสอบวัดตัวแปร ซึ่งประกอบด้วย

ก) แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย

ข) แผนภูมิควบคุมที่วัดการกระจายส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือ พิสัย

2) แผนภูมิควบคุมคุณภาพจากการตรวจสอบวัดด้วยคุณลักษณะ ซึ่งประกอบด้วย

ก) แผนภูมิควบคุมคุณภาพสัดส่วนของเสีย (P-chart)

ข) แผนภูมิควบคุมคุณภาพของเสีย (np-chart)

ค) แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อบกพร่องหรือตำหนิ (C-chart)

ง) แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อบกพร่องหรือตำหนิต่อหน่วย (U-chart)

ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ (1) หาจุดบกพร่องเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต (2) กำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ (3) กำหนดช่วงของการยอมรับหรือปฏิเสธ (4) เปรียบเทียบแผนการผลิตต่างๆ (5) ใช้เป็นสิ่งกำหนดการออกแบบคุณภาพที่เหมาะสม (6) ปรับปรุงสมรรถภาพของเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

2.1.2.2(ง) **แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน** แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผันเป็นกราฟที่ใช้ช่วยหาการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ที่ได้จากกระบวนการผลิต และข้อมูลจากกระบวนการผลิตจะมีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของผิตภัณฑ์และลักษณะของข้อมูลที่พิจารณาอยู่

1) การแบ่งประเภทของการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิต สามารถแบ่งประเภทของการเปลี่ยนแปลงออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

ก) การเปลี่ยนแปลงในชิ้นวัสดุ เป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่ผิวของวัสดุ

ข) การเปลี่ยนแปลงชิ้นต่อชิ้น เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างชิ้นที่ผลิตขึ้น ในเวลาเดียวกัน

ค) การเปลี่ยนแปลงเวลาต่อเวลา เป็นการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจาก การผลิตต่างเวลากันในวันหนึ่งๆ

ดังนั้นเพื่อเป็นการแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่เกิดขึ้นว่าการกระจายตัวของข้อ มูลเป็นอย่างไร จึงมีการสร้างแผนภูมิควบคุมขึ้นเป็นแผนภูมิ $\overline{X}$ ซึ่งใช้ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง แกน X เป็นแกนของกลุ่มที่ แกน Y เป็นแกนของตัวแปร

แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบตัวแปรมี 2 ชนิด คือ

ก) แผนภูมิ $\overline{X}$ (Chart) ใช้ประโยชน์ในการควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต

ข) แผนภูมิ R (R Chart) ใช้ประโยชน์ในการควบคุมการกระจายของกระบวนการผลิต

2) แผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ R ขั้นตอนและวิธีการสร้างแผนภูมิควบคุม

ก) เลือกคุณสมบัติด้านคุณภาพ ตัวแปรใดก็ตามที่จะนำมาใช้ในแผนภูมิควบคุม จะต้องมี คุณสมบัติทางคุณภาพที่สามารถวัดเป็นตัวเลขได้

ข) เลือกกลุ่มข้อมูลที่เหมาะสม

ข.1เลือกกลุ่มข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในขณะนั้น คือเลือกผลิตภัณฑ์ที่ผลิตที่เวลาขณะ นั้นมา n ชิ้น เป็นกลุ่มที่1 หลังจากนั้นอีก 1 หรือ 2 ชั่วโมงจึงเก็บอีก n ชิ้น เป็นกลุ่มที่ 2 วิธีนี้เรียกว่า "วิธีเลือกที่เวลาขณะนั้น" ข้อมูลที่ได้จะมีความแตกต่างภายในกลุ่มน้อย แต่ระหว่างกลุ่มข้อมูลมีมาก โดยส่วนมากจะนิยมใช้วิธีนี้เพราะหากกระบวนการเกิดการผิดปกติจะสามารถย้อนกลับไปหาสาเหตุ ณ ช่วงเวลานั้นได้

ข.2เลือกกลุ่มข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในช่วงเวลาหนึ่ง คือเลือกผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในช่วงเวลา 1 ชั่วโมงมาจำนวน n ชิ้นเป็นกลุ่มที่ 1 หลังจากนั้น 1 ชั่วโมงก็เลือกจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ได้ทั้งหมดอีก n ชิ้น "วิธีเลือกในช่วงเวลาหนึ่ง" ข้อมูลที่ได้จะมีความแตกต่างภายในกลุ่มมาก แต่ระหว่างกลุ่มข้อมูลมีน้อย ข้อดีของการกลุ่มเช่นนี้อยู่ที่ข้อมูลที่ได้มาจากข้อมูลจำนวนมาก คุณภาพที่ ได้จึงค่อนข้างใกล้เคียงความจริง

ค) การเก็บข้อมูล เมื่อเลือกขนาดของกลุ่มข้อมูลได้แล้ว ในการเก็บข้อมูลบันทึกลงในกระดาษควรจะทำให้เป็นระเบียบเพื่อสะดวกในการหาค่า $\overline{X}$ และR นำไปเขียนแผนภูมิควบคุมได้ เลยและควรจะมีช่องหมายเหตุสำหรับบันทึกความคิดเห็นของผู้ควบคุม หรือบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ง) ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ ขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุม $\overline{X}$-R คำนวณได้จากความสัมพันธ์จากสูตร

จ) การเขียนจุดและวิเคราะห์แผนภูมิความคุม การเขียนจุดลงในแผนภูมิควบคุมนั้นจะได้ลักษณะของจุด จากนั้นทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม การกระจายของจุดบนแผนภูมิจะแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับตั้งกระบวนการผลิตใหม่หรือไม่ โดยปกติถ้าจุดบนแผนภูมิควบคุมแสดงลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ผู้ควบคุมกระบวนการผลิตควรทำการตรวจสอบกระบวนการผลิต เพราะกระบวนการผลิตอาจ ผิดปกติไปจากเดิม ลักษณะของจุดที่ควรให้ความสำคัญ

1.มี 1 จุดตกนอก UCL หรือ LCL

2.มี 2 จุดติดต่อกันเกาะอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง

3.มี 5 จุดติดต่อกันอยู่ที่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

4.มี 5 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นหรือลงตลอด

5.มีจุดที่เปลี่ยนแปลงระดับอย่างเร็ว

6.มีจุดที่แสดงวัฏจักร

ฉ) การปรับปรุงแผนภูมิควบคุมจุดที่เขียนลงในแผนภูมิควบคุมที่ส่อความผิดปกติจะถูกคัดออก แล้วนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมใหม่ ซึ่งโดยทั่วไปจะได้แผนภูมิควบคุมที่แคบลง แผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงแล้วนี้ อาจนำไปใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตในอนาคต หรือนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น นำไปใช้เพื่อคำนวณสมรรถภาพของกระบวนการ

การตัดกลุ่มตัวอย่างออกโดยทั่วไปทำได้ 2วิธี คือ

1. ตัดทั้งจุดบนแผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ R สำหรับจุดที่ค้นหาสาเหตุความผิดพลาดได้

2. ตัดเฉพาะจุดบนแผนภูมิ $\overline{X}$ ถ้าจุดบน $\overline{X}$ มีความผิดปกติแต่บนแผนภูมิ R ไม่แสดงความผิดปกติก็ให้คงจุดนั้นไว้บนแผนภูมิ R ในทำนองเดียวกันเดียวกันถ้าความผิดปกติอยู่บนแผนภูมิ R

ช) ใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อปรับปรุงกระบวนการการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุม $\overline{X}$ และ R กับกระบวนการผลิตโดยทั่วไปจะส่งผลต่อกระบวนการการผลิตอย่างได้ผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลทางจิตวิทยาของผู้คุมเครื่องจักรหรือกระบวนการ ทั้งนี้เนื่องจากผู้คุมเครื่องจักรมีเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบสมรรถภาพกระบวนการ ซึ่งทำให้ผู้คุมเครื่องจักรพยายามปรับปรุงกระบวนการผลิตได้ดีขึ้นเรื่อยๆ

2.1.2.3 ตารางชักตัวอย่างของมาตรฐาน มอก. 465-2527

2.1.2.3(ก) ตารางชักตัวอย่าง มอก. 465-2527เป็นตารางมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบแบบแอตตริบิวต์ พัฒนาและประกาศใช้เมื่อวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2527 ตารางมาตรฐานนี้อิงตารางมาตรฐานทางการทหารของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา คือ MIL.STD.105 D ตารางชักตัวอย่างแบบแอตตริบิวต์ทางการทหาร เริ่มพัฒนาโดยกระทรวงกลาโหม สหรัฐอเมริกา ในระหว่างสงครามโลก ครั้งที่1 และประกาศใช้ตารางมาตรฐานรุ่นแรกคือ MIL.STD.105A (Military Standard 105A) ในปี พ.ศ. 2493 จากนั้นได้มีการปรับปรุงตารางมาตรฐานและเปลี่ยนเป็นรุ่น 105B ,105C และ 105D ในปี พ.ศ. 2506 และใช้มาจนปัจจุบันนี้ ตารางมาตรฐานทางการทหารนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม ทางด้านพลเรือน อเมริกันสมาคมสำหรับการควบคุมคุณภาพ (American Society for Quality Control) หรือที่เรียกย่อๆ ว่า ASQC และสำนักงานมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (American National Standards Institute) หรือที่เรียก

ย่อๆ ว่า ANSI ได้พัฒนาตารางชักตัวอย่างแบบแอตตริบิวต์ คือ ตารางมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับ MIL.STD.105D มาก ตารางมาตรฐาน มอก. 465-2527 ก็เช่นกัน มีลักษณะคล้ายกับ MIL.STD.105D มาก ดังนั้นหลักการและวิธีการชักตัวอย่างต่าง ๆ ตามมาตรฐาน มอก.456-2527 จึงสามารถนำไปใช้กับตารางมาตรฐาน MIL.STD.105D และ ANSI/ASQC Z1.4

ตารางชักตัวอย่าง มอก. 456-2527 สามารถใช้กับการตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ผลิตภัณฑ์หรือสินค้า
2. ชิ้นส่วนและวัตถุดิบ
3. วิธีการผลิต
4. ชิ้นงานระหว่างการผลิต
5. วัสดุสิ้นเปลือง
6. วิธีการซ่อมบำรุง
7. ข้อมูล
8. วิธีการบริหารงาน

บทนิยามที่สำคัญของมาตรฐาน มอก. 246-2527 ความหมายและบทนิยามที่สำคัญของมาตรฐานประกอบด้วย

1. ข้อบกพร่อง (defect) หรือรอยตำหนิ หมายถึง สภาพของสินค้าหรือชิ้นส่วนที่มีลักษณะคุณภาพ ไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลิตภัณฑ์บกพร่อง (defective) หรือของเสีย หมายถึง สินค้าที่มีข้อบกพร่องหรือรอยตำหนิ
3. จำนวนข้อบกพร่องต่อร้อยหน่วย (defects per hundred units) หรือรอยตำหนิต่อร้อยหน่วย หมายถึง ร้อยละของจำนวนข้อบกพร่องต่อจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบดังนั้น

$$\text{จำนวนข้อบกพร่องต่อร้อยหน่วย} = \frac{\text{จำนวนข้อบกพร่อง}}{\text{จำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบ}} \times (100)$$

4. ผลิตภัณฑ์บกพร่องคิดเป็นร้อยละ (percent defection) หรือของเสียคิดเป็นร้อยละ หมายถึงร้อยละของจำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่องต่อจำนวนที่ตรวจสอบ ดังนั้น

$$\text{ผลิตภัณฑ์บกพร่องคิดเป็นร้อยละ} = \frac{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่อง}}{\text{จำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบ}} \times (100)$$

5. ความเสี่ยงของผู้ผลิต (producer's risk) หมายถึง ความน่าจะเป็นในการยอมรับผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่มีคุณภาพตมมาตรฐานในแผนการชักตัวอย่าง
6. ความเสี่ยงของผู้บริโภค (cumsumer's risk) หมายถึงการน่าจะเป็นในการยอมรับผลิตภัณฑ์ หรือสินค้าที่มีคุณภาพด้อยกว่ามาตรฐานในแผนการชักตัวอย่าง

2.1.2.3(ข) รุ่นสินค้าและการชักตัวอย่าง สินค้าที่จะทำการตรวจสอบ จะต้องจัดเป็นรุ่นหรือกลุ่มของสินค้าชนิดเดียวกันจำนวนหนึ่ง ซึ่งจะใช้สำหรับชักตัวอย่าง สินค้าในรุ่นเดียวกันจะต้องเป็นสินค้าประเภทเดียวกันโดยมีระดับคุณภาพ ขนาด และองค์ประกอบเหมือนกัน ผลิตจากกระบวนการผลิตเดียวกัน ภายใต้เงื่อนไขการผลิตเดียวกันและในคราวเดียวกัน

การชักตัวอย่างจะต้องเป็นวิธีสุ่ม ซึ่งหมายถึงว่าสินค้าทุกชิ้นในรุ่นที่จะทำการตรวจสอบจะต้องมีโอกาสถูกตรวจสอบเท่ากัน

2.1.2.3(ค) ประเภทของแผนชักตัวอย่าง ตารางมาตรฐาน มอก. 465-2527 มี 3 ประเภท คือ

1. แผนชักตัวอย่างเชิงเดียว
2. แผนชักตัวอย่างเชิงคู่
3. แผนชักตัวอย่างหลายเชิง

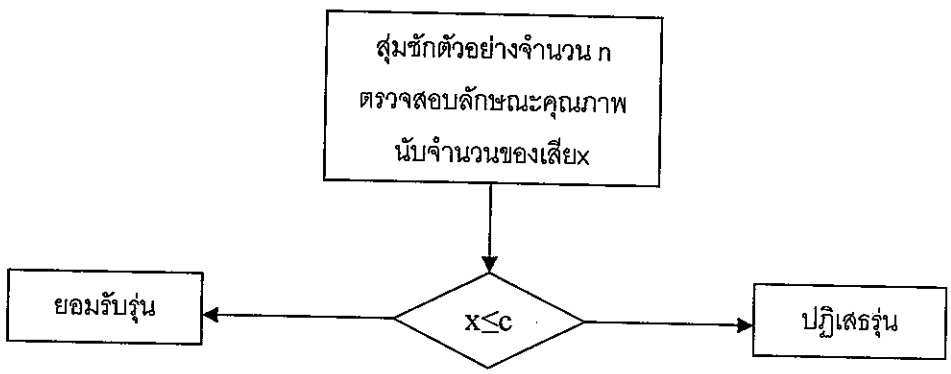
การเลือกใช้แผนการชักตัวอย่างประเภทใด ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมทางด้านค่าใช้จ่าย ความซับซ้อนในการตรวจสอบ ตลอดจนเวลาในการตรวจสอบและเวลาที่ต้องการตัดสินใจโดยปกติ แผนการชักตัวอย่างหลายเชิงจะมีจำนวนตัวอย่างเฉลี่ยหรือ ASN น้อยที่สุด แผนชักตัวอย่างเชิงคู่จะมีจำนวนตัวอย่างมากกว่า แผนชักตัวอย่างหลายเชิง และแผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวจะมีจำนวนตัวอย่างน้อยที่สุด แต่ในด้านความง่ายของการใช้แผน แผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยว จะมีการใช้งานที่ง่ายที่สุด แผนเชิงคู่จะยากขึ้น และแผนการชักตัวอย่างหลายเชิงจะใช้ยากที่สุด

แผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยว แผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวประกอบด้วยเลข 2 จำนวน คือ n และ c

N คือ จำนวนตัวอย่างที่ถูกชักจากรุ่น

C คือ เลขจำนวนที่ยอมรับหรือจำนวนของเสียที่ยอมให้มีใน n ตัวอย่าง

การใช้แผนชักตัวอย่างทำโดยชักตัวอย่างแบบสุ่มจากรุ่นสินค้าจำนวน n ชิ้น ทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพ แล้วจำแนกเป็นของดีของเสีย ถ้าพบมีของเสียน้อยกว่าหรือเท่ากับ c ก็รับรุ่นสินค้าไว้ แต่ถ้าพบของเสียมากกว่า c ก็ปฏิสธรุ่น การประยุกต์แผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวแสดงเป็นผังงานได้ดังรูป (พิชิต สุขเจริญพงษ์,2543)



รูปที่ 2.1 ผังการประยุกต์ใช้งานแผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยว

2.1.2.3(ง) ระดับคุณภาพที่ยอมรับ ระดับคุณภาพที่ยอมรับหรือ AQL หมายถึง ค่าสูงสุดของจำนวนองเสียคิดเป็นร้อยละ หรือค่าสูงสุดของข้อบกพร่อง (รอยตำหนิ) ต่อร้อยหน่วยของสินค้าที่ถือว่าเป็นค่าเฉลี่ยที่ยอมให้มีอยู่ได้ การกำหนด AQL เป็นการแสดงว่าผู้กำหนด AQL จะยอมยอมรับสินค้ารุ่นที่ส่งมอบเมื่อระดับเฉลี่ยของเสียหรือรอยตำหนิในสินค้าไม่สูงกว่าค่า AQL ที่กำหนด หรืออีกนัยหนึ่งคือ เมื่อกำหนดค่า AQL ไว้ ผู้ขายจะต้องส่งมอบรุ่นสินค้าที่มีของเสียคิดเป็นร้อยละต่ำกว่าค่า AQL จึงจะได้รับการยอมรับ

2.1.2.3(จ) ระดับการตรวจสอบและตัวอย่าง ในการใช้ตารางมาตรฐาน ขนาดตัวอย่างหรือจำนวนตัวอย่างที่ต้องสุ่มชัก จะถูกกำหนดโดยขนาดรุ่น และระดับการตรวจสอบ (Inspection Level) การตรวจสอบแบ่งออกเป็นการตรวจสอบทั่วไป 3 ระดับ และการตรวจสอบพิเศษ 4 ระดับ

การตรวจสอบทั่วไประดับ I เป็นระดับการตรวจสอบที่ใช้จำนวนตัวอย่างน้อยกว่าการตรวจสอบทั่วไปในระดับอื่นๆ การตรวจสอบระดับนี้จะทำให้ความเสี่ยงของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้นจึงควรใช้ในกรณีที่แม้ว่ามีความเสี่ยงเพิ่มมากขึ้น แต่ประโยชน์ที่ได้รับก็พอชดเชยกัน หรือในกรณีที่มี

ความเสี่ยงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากผู้ขายมีประวัติด้านคุณภาพที่ดี ทั้งนี้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ

การตรวจสอบทั่วไประดับ II เป็นระดับการตรวจสอบที่นิยมใช้กันมากที่สุด ในกรณีที่ไม่มีข้อสงสัยว่าสินค้าที่ได้รับการตรวจสอบมีคุณภาพด้อยกว่าค่า AQL แต่ไม่ควรใช้ในกรณีที่ต้องมีการทดสอบแบบทำลาย หรือกรณีที่ขนาดรุ่นมีจำนวนน้อย หรือกรณีที่ค่าทดสอบสูงมาก

การตรวจสอบทั่วไประดับ III เป็นระดับการตรวจสอบที่ต้องใช้จำนวนตัวอย่างมากกว่าระดับอื่นๆ ซึ่งทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบสูงขึ้น แต่เป็นประโยชน์ในการลดความเสี่ยงของผู้บริโภค การตรวจสอบระดับนี้ควรใช้เมื่อหลักฐานแน่ชัดว่าสินค้าที่มีการตรวจสอบมีคุณภาพด้อยกว่าค่า AQL หรือในกรณีที่ไม่เคยรู้ประวัติด้านคุณภาพของผู้ขายมาก่อนเลยและเพื่อลดความน่าจะเป็นในการยอมรับสินค้าที่ด้อยคุณภาพ

ส่วนการตรวจสอบแบบพิเศษ 4 ระดับ ประกอบด้วยระดับ S-1, s-2, s-3 และ s-4 เป็นระดับการตรวจสอบที่ใช้ในกรณีที่จำเป็นที่ต้องใช้จำนวนตัวอย่างน้อยๆ โดยยอมให้ความเสี่ยงของผู้บริโภคมากขึ้น ส่วนการเลือกใช้ระดับใดนั้นขึ้นกับราคาสินค้า เวลา และค่าใช้จ่ายในการทดสอบและความเสียหายในความเสี่ยงของผู้บริโภคเป็นสำคัญจำนวนตัวอย่างของระดับ s-1 จะน้อยที่สุดและเพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึง s-4 และมีจำนวนตัวอย่างมากที่สุด

โดยทั่วไปการตรวจสอบจะใช้การตรวจสอบทั่วไประดับ II เว้นแต่จะมีการกำหนดเป็นอย่างอื่น

2.1.2.3(ฉ) ตารางมาตรฐาน มอก.465-2527 ประกอบด้วยจำนวนต่างๆ จำนวน 9 ชุด แต่ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบในแผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวมีด้วยกัน 5 ชุด คือ

a. ตารางรหัสขนาดตัวอย่าง
b. ตารางแผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวสำหรับการตรวจสอบแบบปกติ
c. ตารางแผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวสำหรับการตรวจสอบแบบเคร่งครัด
d. ตารางแผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวสำหรับการตรวจสอบแบบผ่อนคลาย
e. ตารางเลขจำนวนจำกัด สำหรับการพิจารณาการตรวจสอบเป็นแบบผ่อนคลาย

2.1.2.3(ช) ความเข้มงวดของการตรวจสอบ ความเข้มงวดของการตรวจสอบแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ แบบปกติ แบบเคร่งครัด แบบผ่อนคลาย การตรวจสอบแบบต่างๆนี้ ทำให้ขนาด

ตัวอย่าง เลขจำนวนที่ยอมรับและไม่ยอมรับแตกต่างกัน รวมทั้งความเสี่ยงของผู้ผลิตสินค้าและผู้บริโภคแตกต่างกันด้วย

การตรวจสอบแบบปกติ ให้ใช้เมื่อเริ่มตรวจสอบ เว้นแต่จะได้กำหนดไว้เป็นแบบอื่น และให้ใช้ต่อไปตราบเท่าคุณภาพของสินค้าที่ส่งมาตรวจสอบ หรือหาค่าเฉลี่ยความบกพร่องในการผลิตยังอยู่ในระดับใกล้เคียงกับ AQL ที่กำหนดไว้ ที่สำคัญหากได้เลือกว่าจะใช้การตรวจสอบแบบใดแล้วจะต้องใช้การตรวจสอบแบบนั้นจนมีเหตุผลดังกล่าวต่อไปนี้เกิดขึ้น จึงจะสามารถเปลี่ยนความเข้มข้นในการสุ่มได้

ช.1) การเปลี่ยนแปลงจากแบบปกติเป็นแบบเคร่งครัด หากใช้การตรวจสอบแบบปกติอยู่และปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ 2 รุ่น จาก ผลิตภัณฑ์ 5 รุ่น ที่ต่อเนื่องกันไม่ผ่านการตรวจรับให้เปลี่ยนมาใช้การตรวจสอบแบบเคร่งเครียด ในการตรวจสอบรุ่นที่ 6

ช.2) การเปลี่ยนแปลงจากแบบเคร่งครัดเป็นแบบปกติ หากใช้การตรวจสอบแบบเคร่งครัดอยู่ และปรากฏว่ามีสินค้า 5 รุ่นต่อเนื่องกัน ผ่านการตรวจรับ ให้เปลี่ยนมาใช้การตรวจสอบแบบปกติได้

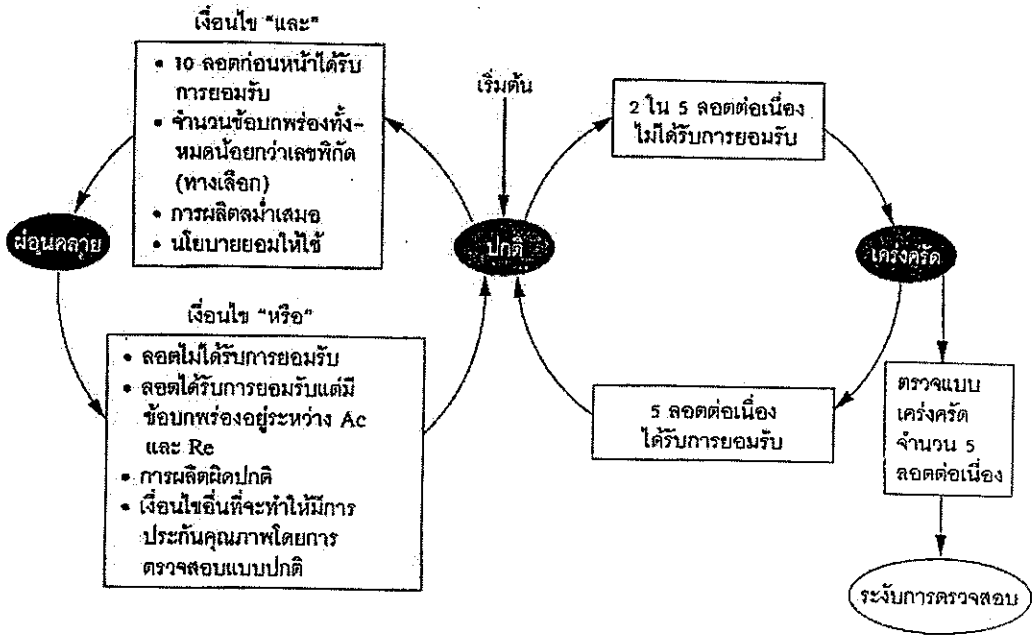
ช.3) การเปลี่ยนจากแบบปกติเป็นแบบผ่อนคลาย จะสามารถเปลี่ยนได้เมื่อเป็นตามหลักทั้ง 4 ข้อ ต่อไปนี้

1. สินค้า 10 รุ่น ต่อเนื่องกัน ผ่านการตรวจรับทั้งหมด เมื่อใช้การตรวจสอบแบบปกติ
2. จำนวนสินค้าบกพร่องในตัวอย่างทั้งหมดของ 10 รุ่นนั้น (หรือมากกว่า 10 รุ่น) ไม่เกินจำนวนที่กำหนดไว้
3. การผลิตเป็นอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีการล่าช้าเกิดขึ้น
4. คู่สัญญา(ผู้ซื้อ) มีเงื่อนไขให้ใช้ได้

ช.4) การเปลี่ยนแปลงจากแบบผ่อนคลายเป็นแบบปกติ จะสามรถเปลี่ยนได้หากมีกรณีต่อไปนี้ข้อใดข้อหนึ่งเกิดขึ้นในการตรวจสอบ

1. รุ่นใดรุ่นหนึ่งไม่ผ่านการตรวจรับ
2. รุ่นใดรุ่นหนึ่งผ่านการตรวจรับ แต่แผนชักตัวอย่างกำหนดให้กลับไปใช้แบบปกติ
3. การผลิตไม่สม่ำเสมอหรือช้ากว่ากำหนด

โดยสามารถสรุปการเปลี่ยนความเข้มงวดในการตรวจสอบได้ ดังรูป (พิชิต สุขเจริญพงษ์)



รูปที่ 2.2 กฎการเปลี่ยนความเข้มงวดในการตรวจสอบ

2.1.2.4ค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพ

เพื่อให้การผลิตผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตามที่กำหนด ผู้บริการจะต้องจัดให้มีองค์กรหรือหน่วยงาน และดำเนินกิจกรรมต่างๆ เพื่อควบคุมคุณภาพสินค้าทั้งก่อนการผลิตและในระหว่างกระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่จำแนกได้เป็น 4 ส่วน คือ

1. ค่าใช้จ่ายในการป้องกัน (Preventive Cost) หมายถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่ด้อยคุณภาพ ค่าใช้จ่ายนี้ประกอบด้วย

1.1 ค่าฝึกอบรมคนงานในด้านการควบคุมคุณภาพ

1.2 ค่าใช้จ่ายในการวางแผนด้านคุณภาพ

1.3 ค่าใช้จ่ายในการเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ

1.4 ค่าใช้จ่ายในการออกแบบวิธีการผลิต และการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถทำการผลิตได้ง่ายขึ้น รวมทั้งไม่เกิดข้อบกพร่อง ในระหว่างการผลิต

2. ค่าใช้จ่ายในการประเมินคุณภาพ(Quality Appraisal Cost) หมายถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อการประเมินและการตรวจสอบระดับคุณภาพในระหว่างการผลิต เช่น

2.1 ค่าทดสอบคุณภาพ

2.2 ค่าเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจสอบ

2.3 ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ผล

3. ค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นภายใน (Internal Failure Cost) หมายถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์ที่ผลิตนั้น ไม่ได้ตามระดับคุณภาพที่ต้องการ เช่น

3.1 ค่าซ่อมแซมสินค้าหรือผลิตภัณฑ์

3.2 ค่าใช้จ่ายในการทำงานซ้ำ

3.3 ค่าใช้จ่ายในการทิ้งของเสียที่เกิดขึ้น

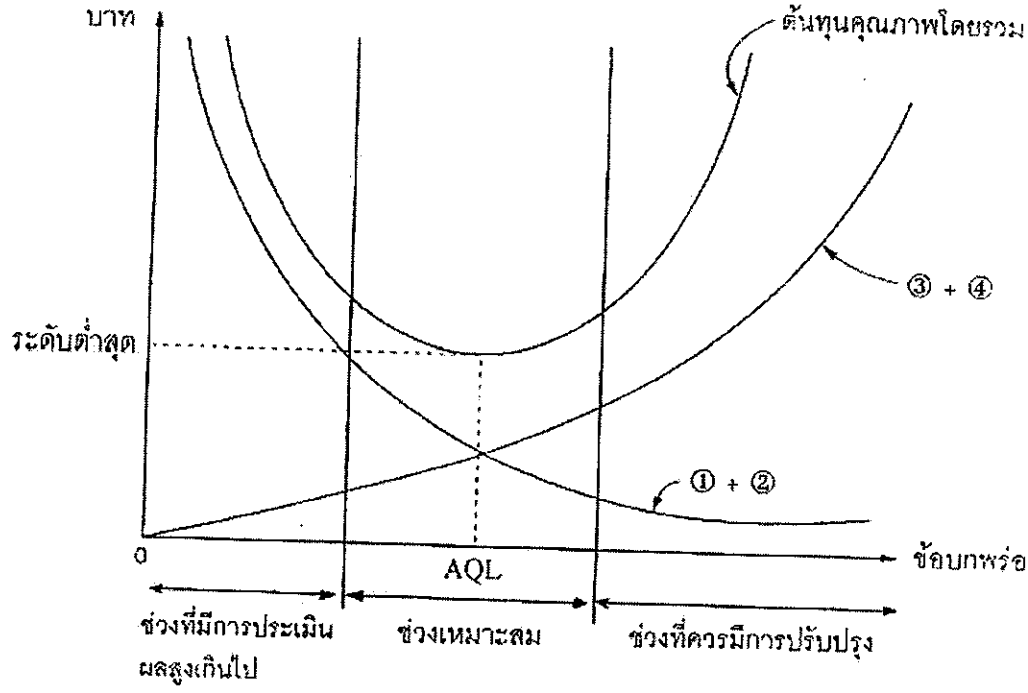
4. ค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นภายนอก (External Failure Cost) หมายถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น เมื่อได้ขายผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพไม่ได้มาตรฐานออกสู่ลูกค้า เช่น

4.1 ค่าปรับหรือค่าชดเชย

4.2 ค่าใช้จ่ายในการรับสินค้าคืน

4.3 ค่าความเสียชื่อเสียง

โดยค่าใช้จ่ายทั้ง 4 ประเภทนี้จะมีความสัมพันธ์กับระดับคุณภาพการผลิต ดังแสดงในรูป2.3(พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2543)



รูปที่2.3 ค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพ

จากรูปจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นผลิตได้ตรงกับมาตรฐานหรือข้อกำหนดที่ตั้งไว้แล้วค่าความเสียหายทั้งภายในและภายนอกจะไม่เกิดขึ้นเลย แต่ถ้าผลิตภัณฑ์ไม่สามารถผลิตได้ตาม

ป วร
156
ค2
พ๒๕๑
๒๕๔๗

15 มี.ค. 2549
4840509

25
สำนักหอสมุด

ข้อกำหนดที่ได้ตั้งค่าเสียหายไว้ดังกล่าวย่อมเพิ่มมากขึ้น แต่ในทางตรงข้ามหากต้องการให้การผลิตมีคุณภาพสูง ค่าใช้จ่ายในการป้องกันและประเมินผลย่อมสูงไปด้วย ค่าใช้จ่ายจึงมีความสัมพันธ์กับรูปแสดง ค่าใช้จ่ายในการควบคุมคุณภาพ โดยจุดที่เหมาะสมที่สุดของระดับการผลิตคือจุดที่ต่ำสุดนั่นเอง แต่ปัจจุบันเนื่องจากสภาพการแข่งขันทางธุรกิจมีสูงมากทำให้หากเกิดข้อผิดพลาดขึ้นค่าใช้จ่าย โดยเฉพาะค่าเสียหายภายนอกจะมีสูงมากทีเดียว ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์ควรจะมีคุณภาพดีทุกชิ้นจึงจะสามารถแข่งขันทางธุรกิจได้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการควบคุมคุณภาพ

1. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีจำนวนของเสียน้อยลง ผลจากการตรวจสอบเพื่อควบคุมจะทำให้ของเสียในกระบวนการผลิตลดลง ถึงแม้การตรวจสอบคุณภาพทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น แต่ยังน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการที่มีผลิตภัณฑ์ที่เสียหายออกมาแล้วต้องนำมาแก้ไขหรือทำลายทิ้ง

2. ลดค่าใช้จ่ายในการเลือกผลิตภัณฑ์ ในบางโรงงานที่ไม่มีการควบคุมคุณภาพหลังจากได้ผลิตภัณฑ์มาแล้วต้องมีการมาคัดของดีและของเสียออกจากกัน โดยค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะมีมูลค่ามาก และเสียเวลากว่าการที่เราทำระบบควบคุมคุณภาพตั้งแต่ต้น

3. ลูกค้ามีความพอใจในผลิตภัณฑ์ หากกระบวนการผลิตมีการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาย่อมมีมาตรฐาน เมื่อนำออกจำหน่ายลูกค้าย่อมเกิดความพอใจ

4. ขายสินค้าได้ในราคาที่กำหนดไว้ การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ทำให้สามารถทราบว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับใด ซึ่งช่วยให้เราสามารถที่จะกำหนดราคาขายผลิตภัณฑ์ได้ตามระดับคุณภาพนั้นๆ

5. อื่นๆ นอกจากประโยชน์ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ซึ่งเป็นประโยชน์ที่ได้รับโดยตรงจากการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ยังมีประโยชน์ที่เราได้รับทางอ้อมอีกมากมาย เช่น

5.1 ทำให้ชื่อเสียงขององค์ดีขึ้น เพราะสามารถขายสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงให้กับลูกค้าได้

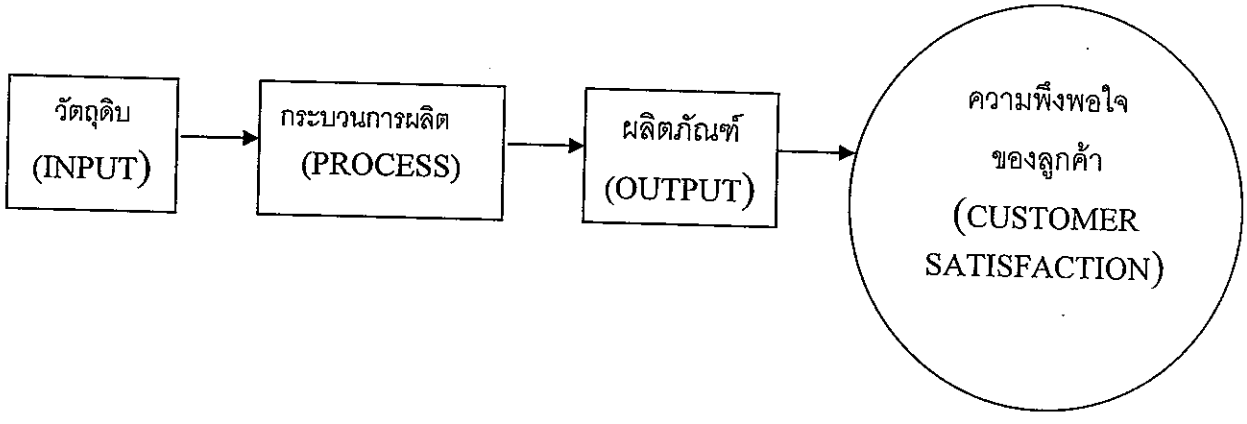
5.2 ขวัญและกำลังใจของพนักงานดีขึ้น เพราะผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้รับความน่าเชื่อถือจากลูกค้า ผลิตภัณฑ์ขายดีขึ้น โรงงานก็มีกำไรมาก เป็นเหตุให้พนักงานก็ได้รับผลตอบแทนมากตามไปด้วย ขวัญและกำลังใจก็มีมากขึ้นตามลำดับ

5.6 สามารถแก้ไขกระบวนการผลิต ขณะที่เกิดความบกพร่องระหว่างการผลิตได้อย่างทันที ไม่ต้องรอให้ถึงกับต้องมีการหยุดการผลิต

2.1.3 **การประกันคุณภาพ**

2.1.3.1 **ความหมายของการประกันคุณภาพ** **การประกันคุณภาพ** หมายถึง กิจกรรมหรือการปฏิบัติใด ๆ ที่หากให้ดำเนินการตามระบบที่วางไว้แล้วจะทำให้เกิดความเชื่อมั่นได้ว่าจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ การประกันคุณภาพจะมีประสิทธิผลก็ต่อเมื่อ ได้มีการประเมินผลปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และการดำเนินงานของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง

กรอบแนวความคิดของกระบวนการประกันคุณภาพ ได้ใช้รูปแบบของทฤษฎีระบบมาอธิบายกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดองค์ประกอบของระบบย่อยแต่ละระบบที่มีผลต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ และลักษณะการให้บริการที่มีคุณภาพและเป็นที่พึงพอใจของลูกค้า ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 กรอบแนวคิดของระบบประกันคุณภาพ

ผลลัพธ์ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ คือ การได้ผลิตภัณฑ์ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ขององค์กร รวมทั้งสอดคล้องกับความต้องการของสังคม ความพึงประสงค์และความพึงพอใจของลูกค้าซึ่งพิจารณาจากปัจจัยนำเข้า เช่น วัตถุดิบ ในส่วนของกระบวนการผลิต เช่น เครื่องจักร คน วิธีการผลิต เป็นต้น

2.1.3.2 **ลำดับขั้นตอนของกระบวนการประกันคุณภาพกระบวนการประกันคุณภาพ** ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

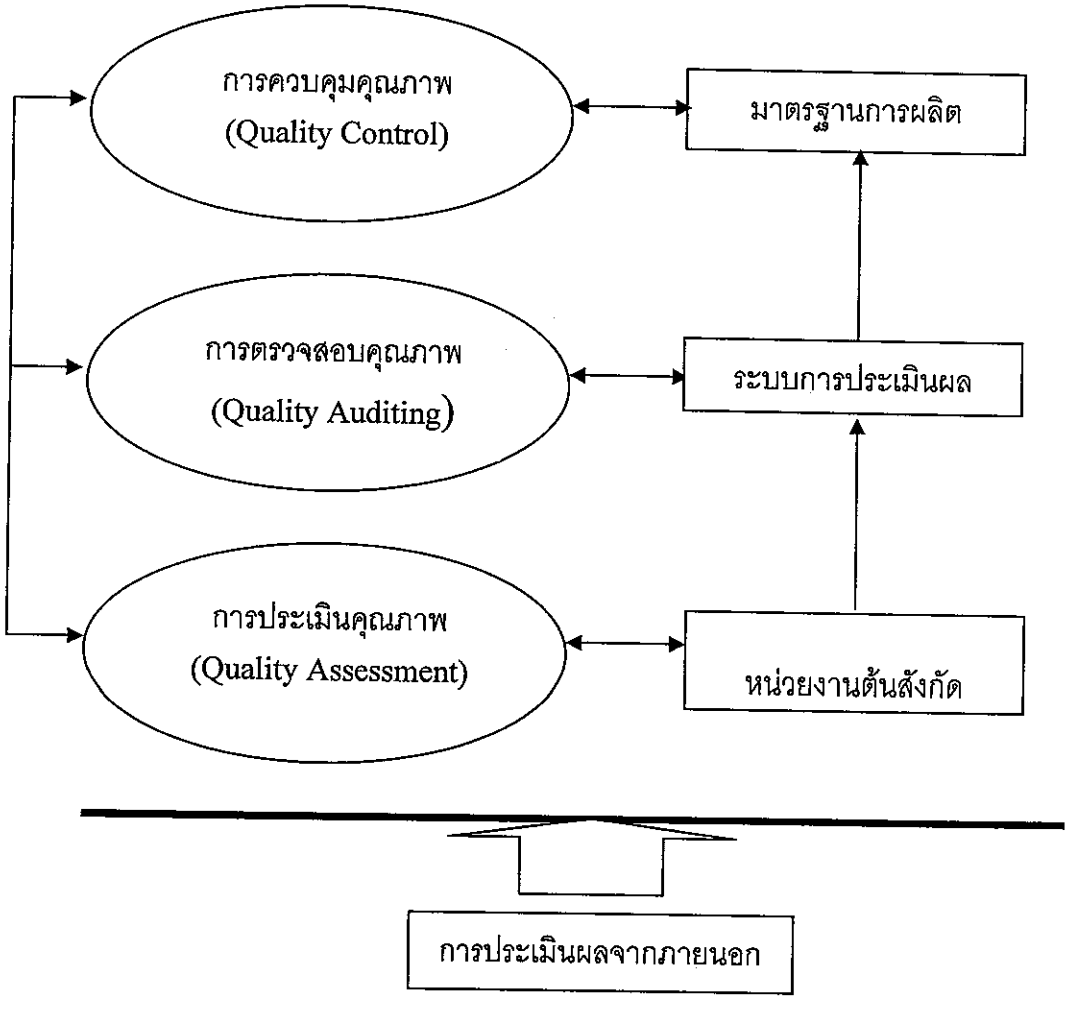
(ก) การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ในส่วนนี้ได้กล่าวราบละเอียดไว้ในหัวข้อข้างต้นแล้ว

(ข) การตรวจสอบคุณภาพ (Quality Auditing) หมายถึง การตรวจสอบผลการดำเนินงานของระบบควบคุมคุณภาพภายในองค์กร จุดประสงค์ในการจัดเพื่อเป็นการตรวจสอบ

ระบบว่ามีคุณภาพหรือไม่ และใช้ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นอย่างไร รวมถึงระดับความน่าเชื่อถือในขั้นตอนการดำเนินงาน เป็นต้น

(ค) การประเมินคุณภาพ (Quality Assessment) หมายถึง กระบวนการประเมินผลการดำเนินงานโดยภาพรวม ว่าเมื่อได้ใช้ระบบควบคุมคุณภาพแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเชิงคุณภาพอย่างไร ทั้งนี้การตรวจสอบและการประเมินคุณภาพจะต้องอย่างเป็นระบบ มีหลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติที่ชัดเจนมีการประกาศให้ทราบล่วงหน้า และการกระทำในรูปคณะกรรมการที่ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ

สามารถสรุปลำดับขั้นตอนของกระบวนการประกันคุณภาพ ได้ดังรูป 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงลำดับขั้นตอนของกระบวนการประกันคุณภาพ

ซึ่งการดำเนินการทั้ง 3 ขั้นตอน จำเป็นต้องนำระบบข้อมูลมาใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาคุณภาพ เพื่อวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน ปัญหาหรือหาจุดพัฒนาเพื่อจัดเป็นแผนงานให้ดำเนินไปตามเป้าหมายที่ต้องการ และผลจากการดำเนินงานจะทำให้ได้ข้อมูลที่บ่องบอกถึงคุณภาพ ความสามารถ และศักยภาพในการทำงาน ที่สามารถนำมาใช้เพื่อรองรับการประเมินจากองค์กรภายนอกซึ่งถือเป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบและรับรองคุณภาพต่อไป

2.1.3.3 **ข้อมูล** ข้อมูลหมายถึง ข้อเท็จจริง หรือสิ่งที่ยอมรับว่าเป็นจริง ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการวางแผนการดำเนินหรือบางอย่างที่รู้ และยอมรับว่าเป็นจริงที่ได้มาจากการสรุปอย่างมีเหตุผล หรืออาจกล่าวได้ว่า ข้อมูล คือ ข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการประเมินผล อาจอยู่ในรูปของตัวเลข ตัวหนังสือ ภาพหรือคำบอกเล่า ข้อมูลบางอย่างเป็นข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้จำนวนแทนค่า เช่น น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลบางอย่างเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งอยู่ในลักษณะการบรรยายของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น ลักษณะการทำงานของพนักงาน สภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์ เป็นต้น

2.1.3.3(ก) **วิธีการได้มาของข้อมูล ควรมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้**

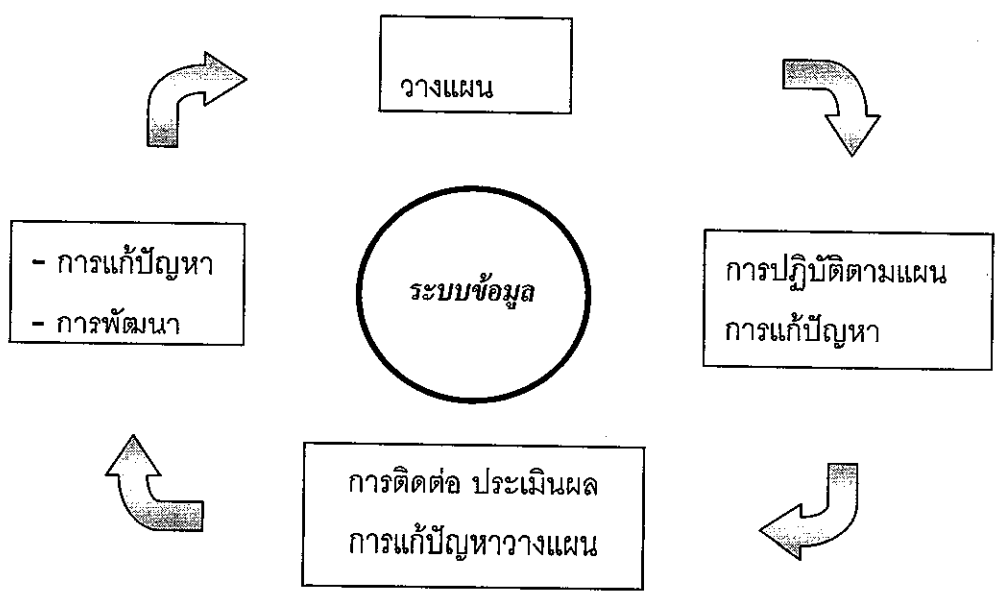
ก) การกำหนดข้อมูลเพื่อการจัดเก็บ เป็นวิธีการที่ได้มาซึ่งเนื้อหาที่ใช่ในการจัดเก็บในระบบข้อมูล อาจเป็นตัวเลข ข้อความ คำบรรยาย การได้มาของข้อมูลขึ้นอยู่กับลักษณะและประเภทของข้อมูลนั้น เช่น สังเกต การสำรวจ การทดสอบ เป็นต้น

ข) การระบุแหล่งข้อมูลและวิธีการจัดเก็บข้อมูลและวิธีการจัดเก็บข้อมูล แหล่งข้อมูลมีหลายแหล่ง ดังนั้น ควรที่จะมีวิธีการจัดเก็บข้อมูลให้เหมาะสมกับแหล่งและชนิดของข้อมูล เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนผัง คำบรรยาย แฟ้มผลงานหรือลงในคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่จัดเก็บต้องมีการจัดประเภท จัดหมวดหมู่ เพื่อสะดวกในการนำไปใช้เพื่อปรับปรุงให้เป็นมาตรฐานต่อไป

ค) การกำหนดระยะเวลาในการจัดเก็บข้อมูล ช่วงเวลาในการจัดเก็บข้อมูลแต่ละประเภท อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ข้อมูลอาจมีการจัดเก็บทุกวัน หรือจัดเก็บเป็นช่วงเวลา สำหรับการกำหนดระยะเวลาในการจัดเก็บข้อมูลนั้น ต้องมีการประชุมร่วนกันว่าข้อมูลแต่ละประเภทควรจะมีการจัดเก็บในช่วงใด

ง) การจัดเก็บข้อมูล ปัจจุบันมีวิธีการจัดเก็บข้อมูลที่สะดวก รวดเร็ว และสามารถสืบค้นได้ง่ายกว่าอดีตที่จะเก็บในรูปแบบของระบบเอกสาร เช่น การเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถเก็บในรูปของระบบ Electronic ที่เป็นระบบฐานสองหรือที่เรียกว่า digital based การจัดเก็บข้อมูลแบบนี้ นอกจากจะช่วยประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บแล้วยังสามารถช่วยให้การประมวลผลง่ายและรวดเร็วขึ้น

2.1.3.3(ข) **ข้อมูลเพื่อการบริหาร** การจัดทำระบบข้อมูล ควรมีการวางแผนในการวางแผนในการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลนั้นต้องมีความถูกต้อง ชัดเจน ครอบคลุมเป็นปัจจุบันทันเวลาใช้ และได้ประโยชน์ หลังจากนั้นลงมือปฏิบัติตามแนวที่วางไว้ ในขณะปฏิบัติต้องมีการติดตาม และเพื่อเป็นการตรวจสอบว่า ได้ปฏิบัติตามแผนนั้นหรือไม่ ปละผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร สอดคล้องกับแผนที่ว่างไว้หรือไม่ การปฏิบัติมีปัญหาอย่างไร ถ้ามีปัญหาจึงคิดสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาและลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านั้นให้หมดไป และปรับการว่างแผนใหม่ให้สอดคล้องเหมาะสม และเกิดประโยชน์สูง
สุดต่อไป ดังรูป 2.6



รูปที่ 2.6 ระบบข้อมูลเพื่อการบริหาร

ก) พัฒนาบุคลากร บุคลากรในองค์กรต้องยอมรับความจริง จากข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขการทำงานของตนเองให้ได้ตรงตามมาตรฐานต่อไป

ข) พัฒนากระบวนการ นำข้อมูลไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานให้ได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น

ค) ควบคุมคุณภาพของผู้บริหาร ผู้บริหารมีข้อมูลในการบริหารจัดการ การกำหนดนโยบายในการพัฒนา การแก้ปัญหาในด้านต่างๆ อย่างตรงประเด็นและสอดคล้องกับ

ความเป็นจริง นำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาทักษะและเทคนิคทางการบริหารที่เหมาะสมกับสถานการณ์เลือกใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมได้อย่างหลากหลายตรงกับสถานการณ์ เงื่อนไขและข้อจำกัด อันจะนำไปสู่แผนพัฒนาคุณภาพ ที่มีทิศทางชัดเจน มีความสามารถในการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดตลอดจนมีความสามารถในการกำกับ ดูแล ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง

2.1.3.3(ค) **การนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์กับองค์กรภายนอก** องค์กรภายนอกที่มีส่วนในการสืบค้นข้อมูล มีส่วนรับรู้และใช้จากข้อมูลสามารถดำเนินกิจกรรมใดๆ ได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่งข้อมูลที่มีคุณภาพย่อมนำไปสู่การดำเนินไปสู่การดำเนินงานที่มีคุณภาพต่อไป

2.1.3.4 **การดำเนินการจัดระบบเอกสาร** ในกระบวนการจัดระบบเอกสาร โดยทั่วไปมีขั้นตอนการดำเนินงานหลัก ๆ 4 ขั้นตอน คือ

2.1.3.4(ก) **การรวบรวมข้อมูล** โดยทั่วไปมีการจำแนกข้อมูลเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

แหล่งปฐมภูมิ (Primary sources) ข้อมูลที่ได้จากแหล่งนี้เรียกว่า "ข้อมูลปฐมภูมิ " ซึ่งได้จากแหล่งที่เกิดของข้อมูลโดยตรง

แหล่งทุติยภูมิ (Secondary sources) ข้อมูลที่ได้จากแหล่งนี้เรียกว่า "ข้อมูลทุติยภูมิ" ได้จากการที่ผู้อื่นหรือหน่วยงานอื่นรวบรวมข้อมูลไว้ก่อนแล้ว ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสิ่งพิมพ์ เอกสาร รายงาน เป็นต้น การใช้ข้อมูลประเภทนี้ต้องมีความระมัดระวังเพราะอาจได้ข้อมูลที่ไม่เป็นปัจจุบัน แต่ส่วนดีคือประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย

ในการเก็บข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ จะต้องกำหนดรายการข้อมูลที่ต้องการ วิธีการจัดเก็บ จัดหาหรือจัดทำเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลโดยควรจัดให้สอดคล้องกับลักษณะและแหล่งของข้อมูล เช่น แบบสำรวจ แบบสอบถาม แบบบันทึก เป็นต้น นอกจากนี้ควรกำหนดเวลาและหน่วยงานหรือผู้ที่รับผิดชอบในการจัดเก็บให้ชัดเจน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการได้มาซึ่งข้อมูลที่ตรงตามความต้องการที่กำหนดไว้ มีความเที่ยงตรงและมีความน่าเชื่อถือได้ การที่จะรวบรวมข้อมูลได้เที่ยงตรงนั้น ขึ้นกับองค์ประกอบบางประการ ดังนี้

ก) การเก็บข้อมูลหลาย ๆ ด้านจากแหล่งข้อมูลเดียวกันในคราวเดียว

ข) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลมีความเที่ยงตรง ชัดเจน เข้าใจง่าย ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีหลายประเภท ดังนี้

ข.1) แบบสอบถาม เป็นรายการคำถามที่ส่งให้ผู้ตอบถามตามความสมัครใจเกี่ยวกับเรื่องที่ผู้ถามต้องการทราบ แบบสอบถามมีทั้งแบบปิดซึ่งเป็นการสร้างรายการให้ผู้ตอบ

เลือกตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ และแบบเปิดซึ่งเป็นผู้ตอบคำถามสามารถแสดงความคิดอย่างเสรี

ข.2) แบบสังเกต เป็นเครื่องมือช่วยบันทึกข้อมูลจาการเฝ้าดูอย่างเอาใจใส่และจดบันทึกสิ่งที่ต้องการอย่างมีระบบ ในการสังเกตไม่สามารถจะทำการสังเกตอยู่ตลอดเวลาจำเป็นต้องอาศัยการสุ่มว่าจะสังเกตในช่วงระยะเวลาใดบ้าง

ข.3) แบบสัมภาษณ์ เป็นแบบบันทึกข้อมูลจากการสนทนากันอย่างมีจุดมุ่งหมายตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า การสัมภาษณ์ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การสัมภาษณ์ เป็นแบบบันทึกข้อมูลจากการสนทนากันอย่างมีจุดมุ่งหมายตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า การสัมภาษณ์ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง และ การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง โดยในการตั้งคำถามนั้นต้องให้ชัดเจน ไม่คลุมเครือ และไม่ใช้คำถามที่เป็นการแนะนำคำตอบให้

ข.4) แบบประเมิน มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบสอบถาม รายการคำถาม รายการคำถามหรือประเด็นการประเมินแต่ละข้อควรถามประเด็นเดียวและชัดเจน

ข.5) แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่มักสอบถามเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ โดยให้ผู้ตอบทำเครื่องหมายเพื่อแสดงว่า "มี"-"ไม่มี" "เห็นด้วย"-"ไม่เห็นด้วย" เป็นต้น และตัวคำถามมักจะยกเป็นเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเอง เพื่อสอบถามความรู้สึกของผู้ตอบ

ข.6) แบบทดสอบ เป็นชุดของคำถามที่สร้างอย่างเป็นระบบใช้สำหรับวัดพฤติกรรมของผู้ทำ

2.1.3.4(ข) **การตรวจสอบข้อมูล** ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ก่อนที่จะนำไปประมวลผลควรมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อน เนื่องจากในระบบของการจัดเก็บและการบันทึกข้อมูลอาจมีการผิดผลาดเกิดขึ้นได้เสมอ การตรวจสอบข้อมูลโดยทั่วไปทำได้ 3 ลักษณะ คือ

ก) ความถูกต้องของข้อมูล อาจพิจารณาได้จากความสอดคล้องของข้อมูลในส่วนย่อยและส่วนร่วม ความสมเหตุสมผลและเกี่ยวข้องของข้อมูล

ข) ความสมบูรณ์ของข้อมูลพิจารณาจากความครบถ้วนและเพียงพอของข้อมูล

ค) ความเป็นปัจจุบันของข้อมูล อาจพิจารณาจาก วัน เวลาที่ระบุในเอกสารหรือแหล่งข้อมูลนั้นๆ ว่าตรงตามความต้องการหรือไม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลทุติยภูมิซึ่งเป็นข้อมูลที่หน่วยงานอื่น หรือบุคคลอื่นเป็นผู้จัดเก็บ

2.1.3.4(ค) **การประมวลผลข้อมูล** เป็นการนำข้อมูลมาประมวลผลหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งการประมวลผลอาจใช้การจัดหมวดหมู่ การเรียงลำดับ ตลอดจนการใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ ในการคำนวณอาจทำด้วยมือ ใช้เครื่องคำนวณหรือใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น คอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วย ในการประมวลผลต้องคำนึงถึงประเด็นสำคัญ ดังนี้

ก) ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ต้องมีความชัดเจนในตัวเอง ไม่ว่าจะวิเคราะห์โดยใคร เมื่อไร ผลย่อมตรงกันเสมอ เช่น การคำนวณค่าทางสถิติต่างๆ

ข) ข้อมูลใดที่เป็นนามธรรมต้องอธิบายด้วยความเรียง

ค) ในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณควรใช้วิธีที่ง่ายที่สุด

2.1.3.4(ง) **การนำเสนอข้อมูล** ควรจัดทำเป็นข้อมูลให้มีความหมายชัดเจน กะทัดรัด ตรงตามความต้องการและสะดวกต่อการนำไปใช้งาน เช่นอาจนำเสนอในรูปแบบของ ตาราง กราฟ หรือการบรรยาย ทั้งนี้ขึ้นกับความเหมาะสมของการนำไปใช้และลักษณะของข้อมูลนั้นๆ

2.1.4 **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม "ปุ๋ย" (มอก.75-2527)**

2.1.4.1 **ขอบข่าย**

(ก) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภท วิธีแจ้งเกรดปุ๋ย คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ ปริมาณ เครื่องหมายและฉลากการชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินและการวิเคราะห์ปุ๋ย

(ข) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะ ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักธาตุใดธาตุหนึ่งหรือหลายธาตุ เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยเท่านั้น

2.1.4.2 **บทนิยาม**

(ก) ปุ๋ย (Fertilizer) หมายถึง สารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ เกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้น ใช้สำหรับให้ธาตุอาหารแก่พืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด

(ข) ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่ได้หรือทำจากสารอนินทรีย์ หรือทำจากสารอนินทรีย์หรือจากสารอนินทรีย์สังเคราะห์

(ค) ปุ๋ยอนินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากหรือทำจากอินทรียวัตถุ

(ง) ปุ๋ยหมักอินทรีย์ (Compost) หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการหมัก

(จ) ปุ๋ยหมักอินทรีย์พิเศษ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการผสมปุ๋ยหมักอินทรีย์กับปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มธาตุอาหาร

(ช) ปุ๋ยเชิงเดียว (Single fertilizer) หมายถึง ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักธาตุเดียว ได้แก่ ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทส

(ช) ปุ๋ยเชิงผสม (Mixed or blended fertilizer) หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการผสมปุ๋ยประเภทต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ธาตุอาหารตามต้องการ ไม่ว่าการผสมนั้นจะเข้าเป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ก็ตาม

(ฌ) ปุ๋ยเชิงประกอบ (Compound fertilizer) หมายถึง ปุ๋ยทำขึ้นด้วยกรรมวิธีทางเคมีและมีธาตุอาหารหลักอย่างน้อย 2 ธาตุขึ้นไป

(ญ) ธาตุอาหาร (Nutrient element) หมายถึง ธาตุที่มีอยู่ในปุ๋ย และสามารถเป็นอาหารแก่พืชได้

(ฎ) ธาตุอาหารหลัก (Primary element) หมายถึง ธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)

(ฏ) ธาตุอาหารรอง (Secondary element) หมายถึง ธาตุอาหารแมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม (Ca) และกำมะถัน (S)

(ฐ) ธาตุอาหารเสริม (Trace element) หมายถึง ธาตุอาหารเหล็ก (Fe) แมงกานิส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) และคลอรีน (Cl)

(ฑ) ปริมาณอาหารหลัก หมายถึง ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของไนโตรเจน (N) ฟอสเฟต (P_2O_5) โพแทช (K_2O) ที่มีอยู่ในปุ๋ยนั้น

(ฒ) เกรดปุ๋ย (Fertilizer grade) หมายถึง ปริมาณอาหารหลักในปุ๋ยคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

2.1.4.3 ประเภท

2.1.4.3(ก) ปุ๋ยเคมี

(ก) ปุ๋ยเชิงเดี่ยว

(ข) ปุ๋ยเชิงผสม

(ค) ปุ๋ยเชิงประกอบ

2.1.4.3(ข) ปุ๋ยอินทรีย์

(ก) ปุ๋ยหมักอินทรีย์

(ข) ปุ๋ยหมักอินทรีย์พิเศษ

2.1.4.4 วิธีแจ้งเกรดปุ๋ย

2.1.4.4(ก) ปุ๋ยเชิงเดียว

(ก)ปุ๋ยไนโตรเจน ให้แจ้งปริมาณไนโตรเจน (N) ทั้งหมด เป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

(ข)ปุ๋ยฟอสเฟต ให้แจ้งปริมาณฟอสเฟต (P_2O_5) ที่เป็นประโยชน์เป็นร้อยละโดยน้ำหนัก แต่ถ้าเป็นปุ๋ยพวกไตรแคลเซียมฟอสเฟต เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟต หรือปุ๋ยกระกระดูกป่น ให้แจ้งปริมาณฟอสเฟต (P_2O_5) ทั้งหมดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักด้วย

(ค)ปุ๋ยโพแทช ให้แจ้งปริมาณโพแทช (K_2O) ที่ระลายในน้ำ เป็นร้อยละโดยน้ำหนัก

2.1.4.4(ข) ปุ๋ยประเภทอื่น ๆ ให้แจ้งปริมาณอาหารหลักเป็นร้อนละโดนน้ำหนักคั่นด้วยขีด (-) เรียงตามลำดับดันนี้ ไนโตรเจน (N) ทั้งหมด ฟอสเฟต (P_2O_5) ที่เป็นประโยชน์โพแทช (K_5O) ที่ละลายน้ำในน้ำ

2.1.4.5 คุณลักษณะที่ต้องการ

2.1.4.5 (ก) ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักอินทรีย์พิเศษ

(ก) มีเกรดที่ถูกต้อง และมีปริมาณอาหารหลักไม่ต่ำกว่าที่ระบุหรือแจ้งเกินเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในตารางที่ 2.3

(ข) ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 3 ของน้ำหมักปุ๋ย ทั้งนี้ไม่รวมปุ๋ยที่มีลักษณะเป็นของเหลว

(ค)ปริมาณธาตุอาหารและธาตุอาหารเสริม จะแตกต่างจากปริมาณที่ระบุหรือแจ้งได้ไม่เกินร้อยละ 10

(ง) สารเป็นพิษต่อคน สัตว์ และพืช

ง.1) สารหนู ไม่เกินร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก

ง.2) ไบยูเรต (biuret) ไม่เกินร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก

(จ) ปุ๋ยหินฟอสเฟต ต้องละเอียดเพียงพอที่จะร่อนผ่านแร่งขนาด 0.131 มิลลิเมตร (80 เมช) ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2.1.4.5 (ข) ปุ๋ยหมักอินทรีย์

(ก) ผ่านการหมักไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์

(ข) อัตราส่วนธาตุคาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน ไม่เกิน 20 ต่อ1

(ค)มีเกรดปุ๋ย ไม่ต่ำกว่า 1-1-0.6

(ง)ความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ ไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก

(จ)ขนาดเล็กพอที่จะร่อนผ่าแร่งขนาด 9.5 มิลลิเมตร (ช่องสี่เหลี่ยมกว่างด้านละ 3/8 นิ้ว) ได้หมด

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเกรดปุ๋ย (ข้อ 2.1.4.5(ก))

อาหารหลัก	เกรดปุ๋ย	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	
		ปุ๋ยเชิงเดียว/ปุ๋ยเชิงประกอบ	ปุ๋ยเชิงผสม
ไนโตรเจน (N)	ไม่เกิน 8.0	0.4	0.4
	เกิน 8.0 ถึง16.0	0.5	0.6
	เกิน 16.0 ถึง 24.0	0.6	0.8
	เกิน24.0	0.8	1
ฟอสเฟต(P_2O_5)	ไม่เกิน 8.0	0.4	0.4
	เกิน 8.0 ถึง 16.0	0.5	0.6
	เกิน 16.0 ถึง 24.0	0.6	0.8
	เกิน 24.0	0.8	1
โพแทช (K_5O)	ไม่เกิน 8.1	0.5	0.5
	เกิน 8.0 ถึง 16.1	0.7	0.8
	เกิน 16.0 ถึง 24.1	0.8	1
	เกิน 24.1	1	1.2

2.1.5 สิ่งที่ควรรู้เกี่ยวกับปุ๋ย

2.1.5.1 **ปุ๋ย** คือ วัสดุที่ใช้สำหรับเพิ่มเติมธาตุอาหารให้กับดินและพืช ปุ๋ยแยกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

(ก)ปุ๋ยเคมี เป็นสารประกอบพวกเกลือแร่ ผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี หรือจากหินแร่ บางชนิด ธาตุอาหารที่มีอยู่ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่พืชดูดกินได้ทันที เมื่อละลายน้ำ หรือใส่ลงดิน

ข) ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นวัสดุที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปพืชดูดกินไม่ได้ต้องผ่านการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์เสียก่อน

2.1.5.2 **ธาตุอาหารที่พืชต้องการจากดิน**

พืชที่ต้องการธาตุอาหารจากดินไม่ต่ำกว่า 13 ธาตุ คือ

(ก) ธาตุอาหารหลัก พืชส่วนต้องการมาก ได้แก่

ไนโตรเจน (N)

ฟอสฟอรัส (P)

โพแทสเซียม (K)

(ข) ธาตุรอง พืชส่วนใหญ่ต้องการปานกลาง ไดแก่

แคลเซียม (Ca)

แมกนีเซียม (Mg)

กำมะถัน (S)

(ค)จุลธาตุ พืชส่วนใหญ่ต้องการน้อย ได้แก่

เหล็ก (Fe)

โบรอน (B)

แมงกานีส (Mn)

สังกะสี (Zn)

ทองแดง (Cu)

โมลิบดินัม (Mo)

คลอรีน (Cl)

2.1.5.3 **การบ่งบอกปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมี** บนฉลากปุ๋ยเคมีทุกชนิดจะระบุปริมาณธาตุอาหารหลักเป็นตัวเลข 3 จำนวนเรียงกัน เรียกว่า "สูตรปุ๋ย" โดยตัวเลขจะหมายถึง % โดยน้ำหนักของ ไนโตรเจน - ฟอสฟอรัส -โพแทสเซียม หรือ N - P - K เรียงตามลำดับ ตัวอย่างเช่น ปุ๋ยสูตร 13 – 0 – 46 แสดงว่ามีไนโตรเจน 13% ไม่มีฟอสฟอรัส (0%)และมีโพแทสเซียม 46%

สำหรับธาตุอาหารอื่นๆในปุ๋ยเคมี ผู้ผลิตจะระบุหรือไม่ก็ได้ แต่ถ้าจะเขียนบอกบนฉลากปุ๋ยว่ามาตุอะไรบ้าง และมีเท่าไรรูปแบบของธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมี

1.ไนโตรเจน (N) ในปุ๋ยเคมีอาจจะอยู่ในรูปแอมโมเนียไนเตรต ยูเรีย ปุ๋ยที่ใช้ในนาข้าวขังน้ำ ไนโตรเจนควรอยู่ในรูปแอมโมเนีย หรือยูเรียเท่านั้น ไม่ควรอยู่ในรูปไนเตรต เพราะไนโตรเจนรูปไนเตรตจะสูญหายกลายเป็นก๊าซได้ง่ายในสภาพดินนาขังน้ำ ส่วนปุ๋ยที่ใช้กับพืชไร่ พืชสวนทั่วๆไป ไนโตรเจนจะอยู่ในรูปใดก็ได้ ตัวเลขที่แสดงปริมาณไนโตรเจนในสูตรปุ๋ยจะหมายถึงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในปุ๋ยเคมีไม่ว่าจะอยู่ในรูปใดก็ตาม เพราะทุกรูปเมื่อใส่ลงดินพืชก็สามารถดูดกินได้

2. ฟอสฟอรัส (P) ในปุ๋ยเคมีอาจะมีอยู่ทั้งในรูปที่พืชดุดกินได้ที่เรียกว่า รูปที่เป็นประโยชน์ (Avail -P_2O_5) และบางส่วนอาจจะอยู่ในรูปที่พืชดุดกินไม่ได้ ตัวเลขทีบอกปริมาณ

ฟอสฟอรัสในสูตรปุ๋ยจะหมายถึง เฉพาะรูปที่เป็นประโยชน์เท่านั้น ตัวอย่างเช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟตบด ถ้ามีฟอสฟอรัสทั้งหมด 30% แต่อยู่ในรูปที่พืชดูดกินได้เพียง 3% ก็จะมีสูตรเป็น 0 - 3 - 0 เท่านั้น

3. โพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยเคมีก็อาจจะมีอยู่ทั้งในรูปที่พืชดูดกินได้ หรือที่เรียกว่า รูปที่ละลายน้ำได้ (Water Soluble K_2O) และรูปที่พืชดูดกินไม่ได้ ซึ่งตัวเลขในสูตรปุ๋ยหมายถึงเฉพาะรูปที่พืชดุดกินได้เท่านั้น

2.1.5.4 **ความหมายของปุ๋ยปลอมปุ๋ยด้อยมาตรฐาน** เนื่องจากประเทศไทยยังผลิตปุ๋ยได้ในปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อการใช้ จึงต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศมาจำหน่ายหรือมาผสมสูตรต่างๆ ทำให้ปุ๋ยมีราคาแพง อีกทั้งปุ๋ยเคมีมีสีสันและลักษณะเม็ดปุ๋ยที่แตกต่างกันไปหลายแบบ มาสามารถสังเกตเห็นได้ว่ามีธาตุอาหารอยู่หรือไม่ ทำให้มีผู้ผลิต "ปุ๋ยปลอม" ซึ่งเป็นปุ๋ยที่ไม่มีธาตุอาหารเลย หรือผลิต "ปุ๋ยด้อยมาตรฐาน" ซึ่งเป็นปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารไม่ตรงตามสูตรปุ๋ย และโดยปกติจะมีปริมาณน้อยกว่าตัวเลขในสูตรปุ๋ยมาก เกษตรกรที่ซื้อปุ๋ยปลอมและปุ๋ยด้อยมาตรฐานไปใช้ ก็จะไม่ได้ผลหรือได้ผลน้อยและขาดทุน

2.1.5.5 **การตรวจสอบปุ๋ยปลอมปุ๋ยด้อยมาตรฐาน** การที่จะบอกว่าปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยปลอม หรือปุ๋ยด้อยมาตรฐานหรือไม่ เราไม่สามารถสังเกตได้จากกลิ่น สี รูปร่างลักษณะเม็ดปุ๋ย การละลายน้ำ หรือความรู้สึกเย็นเมื่อสัมผัส การตรวจสอบจะต้องทำโดยวิธีการทางเคมี ซึ่งวิธีการนี้แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1.การตรวจสอบอย่างละเอียด เป็นการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ วิธีการยุ่งยาก ใช้เครื่องมือราคาแพง ต้องใช้นักวิชาการที่มีความรู้และความชำนาญ ใช้เวลานาน และค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์แพงมาก แต่ผลที่ได้ละเอียดถูกต้องดี เป็นการตรวจสอบเพื่อรับรองธาตุอาหารในปุ๋ยตามกฎหมาย

2.การตรวจสอบแบบรวดเร็ว เป็นวิธีการทางเคมีที่ดัดแปลงให้ง่ายขึ้น ใช้เวลาน้อย เกษตรกรตรวจสอบเองได้ และค่าใช้จ่ายถูกกว่า อย่างไรก็ตามวิธีนี้ไม่ละเอียดพอที่ใช้ตรวจสอบอ้างอิงในทางกฎหมายแต่ตรวจสอบได้ว่าปลอมหรือด้อยมาตรฐานหรือไม่ เพื่อเกษตรกรจะได้เลือกใช้ปุ๋ยที่ดี

2.1.5.5(ข) **ความหมายของปุ๋ยปลอม** ตาม พรบ. 2518 มาตรา 32 ปุ๋ยปลอม คือ ปุ๋ยที่...ทำเทียมทั้งหมดหรือแต่บางส่วนผลิตขึ้นโดยมีปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่าร้อยละ 10 ของปริมาณรับรองแสดงชื่อและชนิดของปุ๋ยไว้ที่กระสอบ ซึ่งไม่ตรงกับที่บรรจุอยู่ข้างในแสดงชื่อเครื่องหมายการค้า หรือที่ตั้งสถานที่ผลิตปุ๋ยเคมีไม่ตรงกับความจริงไม่ขึ้นทะเบียนแล้วเอามาจำหน่าย (ยกเว้นปุ๋ยมาตรฐาน เช่น แอมโมเนียซัลเฟต ยูเรีย)

2.1.6 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

2.1.6.1 ความหมายของคำที่ใช้ มีดังนี้

ก) รุ่น หมายถึง ปุ๋ยที่มีประเภท เกรด ขนาดบรรจุ ชื่อ ตรา เครื่องหมายการค้า และอื่นๆ ที่เป็นไปได้ในลักษณะเดียวกัน นำมาชักตัวอย่างในคราวเดียวกัน

ข) ขนาดรุ่น หมายถึง จำนวนภาชนะบรรจุปุ๋ยในรุ่นหนึ่งๆ

ค) ขนาดตัวอย่าง หมายถึง จำนวนภาชนะบรรจุปุ๋ยที่ชักออกมาจากรุ่นเพื่อนำมาตรวจสอบและวิเคราะห์

2.1.6.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

2.1.6.2(ก) การชักตัวอย่างจากกองปุ๋ยในภาชนะบรรจุ

(ก) สำหรับรุ่นที่มีน้ำหนักเกิน 100 กิโลกรัม หรือมีปริมาตรเกิน 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ชักตัวอย่างมาทั้งหน่วยภาชนะบรรจุ โดยวิธีสุ่มตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2 เลือกเอาแต่ภาชนะบรรจุที่ยังไม่ได้เปิดและไม่ชำรุด

ตารางที่ 2.4 การชักตัวอย่างปุ๋ยที่อยู่ในภาชนะบรรจุสำหรับรุ่นที่มีน้ำหนักเกิน 100 กิโลกรัม หรือมีปริมาตรเกิน 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง	
	ร้อยละของขนาดรุ่น	แต่ต้องไม่น้อยกว่าหน่วยภาชนะบรรจุ
น้อยกว่า 21	10	2
21 ถึง 60	5	2
61 ถึง 200	4	3
201 ถึง 500	3	8
501 ถึง 1000	2	15
1000 ถึง 10000	1	20 (แต่ไม่เกิน 30)

*หมายเหตุ การคำนวณขนาดตัวอย่างตามสดมภ์ที่ 2 ถ้ามีเศษ ให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม

(ก) สำหรับรุ่นที่มีน้ำหนักไม่เกิน 100 กิโลกรัม หรือมีปริมาตรไม่เกิน 100 ลูกบาศก์เดซิเมตร ให้ชักตัวอย่างมาอย่างน้อย 700 กรัม หรือ 700 ลูกบาศก์เดซิเมตร แต่ไม่มากกว่า 1000 กรัม หรือ 1000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2.1.6.2(ก) เกณฑ์ตัดสินคุณลักษณะที่ต้องการตัวอย่างปุ๋ยที่ได้ เมื่อนำไปตรวจสอบและวิเคราะห์แล้ว ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดตามข้อ 2.1.4.5(ก) ทุกรายการ

2.1.7 การวางแผนความต้องการวัสดุ(Material Requirement Planning;MRP)

2.1.7.1ความหมายและจุดประสงค์ของการวางแผนความต้องการวัสดุ

การวางแผนความต้องการวัสดุ(Material Requirement Planning;MRP)เป็นการวางแผนการผลิตและควบคุมวัสดุที่อาศัยคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยหรือเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นการวางแผนความต้องการตามช่วงเวลา(time-phase requirement planing) MRP จะเกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตและควบคุมวัสดุคงคลัง โดยทำหน้าที่เป็นกลไกในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตารางผลิตเมื่อมีการทบทวนแผนใหม่เกิดขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยทำให้การคงคลังมีระดับต่ำสุด และเป็นที่เชื่อได้ว่า จะมีวัสดุไว้ใช้อย่างเพียงพอเมื่อต้องการ

จุดประสงค์หลักของระบบ MRP มีดังนี้

1.ทำให้เกิดความมั่นใจว่าจะมีสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ไว้ใช้อย่างเพียงพอ เช่น วัตถุดิบ ส่วนประกอบ และผลิตภัณฑ์ที่ได้วางแผนการผลิตไว้ และที่จะต้องจัดส่งให้ลูกค้า

2.ทำให้มีการคงไว้ ซึ่งระดับการคงคลังในปริมาณที่ต่ำที่สุดตลอดเวลา

3.เพื่อวางแผนการผลิต ตารางการจัดส่งและการจัดซื้อ

MRP จะมีคุณค่าต่อเมื่อหลักการต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมานี้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างคบถ้วน

อุปประสงค์สำหรับรายการ (item) ต่าง ๆ อาจจะแบ่งได้เป็น 2แบบคือ อิสระ (idependent) และไม่อิสระ (dependent) คำว่าอิสระ นั้นหมายถึง อุสงค์ของแต่ละรายการซึ่งจะไม่มีความสัมพันธ์เกิดขึ้นระหว่างกัน เช่น กรณีการผลิตขั้นสุดท้าย หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป อุปสงค์อิสระจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอิทธิพลเชิงสุ่มและสภาวการณ์ของตลาด ในทางตรงข้าม คำว่าไม่อิสระ จะหมายถึงอุปสงค์สำหรับรายการที่เกี่ยวข้องกันโดยตรงที่ต้องนำมาใช้ในการผลิต (ประกอบ) เพื่อให้เป็นรายการใหม่ (อีกระดับหนึ่ง) หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ดังตัวอย่างเช่น วัตถุดิบ ชิ้นส่วน หรือการประกอบย่อย อุปสงค์ไม่อิสระ จะมีลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้น แต่จะเป็นแนวโน้มที่อาจเกิดขึ้นเป็นปริมาณมากในเวลาที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากว่าการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นมักจะผลิตทีละหลาย ๆ ล๊อต และรายการต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ในการผลิต มักจะนำมาจากการคงคลังในเวลาเดียวกัน ทีละมาก ๆ แทนที่จะเป็นปริมาณน้อยๆ ในแต่ละหลายครั้ง ถึงแม้ว่าอุปสงค์สำหรับผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะเป็นแบบต่อเนื่องและอิสระ แต่อุปสงค์ในระดับต่ำ ซึ่งเป็นรายการที่จะประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ มีแนวโน้มที่เป็นแบบไม่ต่อเนื่องและไม่เป็นอิสระ

แนวโน้มของอุปสงค์ที่มีปริมาณมาก สำหรับรายการที่ไม่อิสระมักจะมีอัตราการใช้ดูเหมือนว่า จะไม่คงที่จาก EOQ ซึ่งโดยหลักการแล้วจะมีการเพิ่มเติมการคงคลัง เมื่อระดับสต๊อกลดลงมาถึงระดับหนึ่งเพื่อว่าจะได้มีของคงคลังไว้ใช้ตลอดเวลา ถ้าเปรียบเทียบของล๊อตที่ประหยัด ซึ่งจะจัดหารายการสำหรับอุปสงค์ที่ไม่อิสระไว้ต่อเมื่อ มีความต้องการเท่านั้น (ไม่จัดหาไว้ก่อนหรือหลัง) และ

จะไม่มีการเพิ่มสต๊อกและไม่มีการผลิต (ไม่มีอุปสงค์เกิดขึ้น) สำหรับระบบ EOQ อุปสงค์อิสระของรายการคงคลังจะได้จากการพยากรณ์ และคำนวณหาระดับสต๊อกที่ต้องการเพิ่ม สำหรับรายการอุปสงค์ที่ไม่อิสระนั้นไม่จำเป็นต้องทำการพยากรณ์ เพราะว่าจำนวนที่ต้องการใช้จะได้มาจากการคำนวณรายการอุปสงค์ที่อยู่ในระดับที่สูงกว่า เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่าการพยากรณ์อุปสงค์นั้นเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ ไม่สามารถจะหาได้จากการคำนวณหรืออาจจะกล่าวได้ว่า รายการอุปสงค์อิสระจะหาได้จากการพยากรณ์ ขณะที่รายการอุปสงค์ไม่อิสระจะหาได้จากการคำนวณ โดยใช้ MRP และใบรายการวัสดุ (BOM)

ความแตกต่างระหว่างอุปสงค์ที่เป็นอิสระและไม่อิสระ จะเป็นสิ่งสำคัญในการจัดแบ่งรายการคงคลังและพัฒนาระบบในการจัดการของแต่ละชนิด ระบบ MRP ได้รับการพัฒนาขึ้นมาสำหรับรายการที่ไม่เป็นอิสระให้ใช้งานได้ดีกว่า ระบบอื่น ๆ ที่ต้องใช้สมมุติฐานของการเติมเต็ม การคงคลัง ซึ่งในบางครั้งก็อาจจะไม่เหมาะสม บทบาทของ MRP จะเกี่ยวข้องกับการจัดส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ไม่เป็นอิสระ (independent component) ให้เป็นไปตามความต้องการของผลิตภัณฑ์ในตารางการผลิตหลัก สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นอิสระ และใช้ MRP เพื่อหาว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้างที่ต้องการและจะใช้ผลิตให้เสร็จสิ้นได้เมื่อไหร่ ดังจะดูได้จากตารางการผลิต

หลัก โดยอาศัยหลักการหาย้อนกลับ (back ward) คือ จะเริ่มจากวันสุดท้ายที่ผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ทำเสร็จย้อนขึ้นไป เพื่อที่จะได้รู้ว่าจะต้องใช้ส่วนประกอบที่ไม่อิสระต่าง ๆ เมื่อไรและเป็นจำนวนเท่าไร บริษัทผู้ผลิต (manufacturing company) ส่วนมากจะควบคุมรายการคงคลังที่ไม่อิสระนี้ด้วยระบบ MRP

ข้อกำหนดที่สำคัญของระบบ MRP จะประกอบด้วยช่วงเวลา (time – phase) ความต้องการในระดับต่ำ การวางแผนการสั่ง และการเปลี่ยนแปลงตารางการสั่ง เพื่อให้เป็นไปตามข้อตกลงสำหรับช่วงของเวลาที่ต้องการนั้น จะเป็นการกำหนดระยะเวลา (time periad) ที่งานจะต้องเสร็จ (หรือ การจัดวัสดุไว้ให้พร้อม) และพร้อมจัดส่งในรูปของผลิตภัณฑ์สุดท้าย (end item) ตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ ในตารางการผลิตหลัก

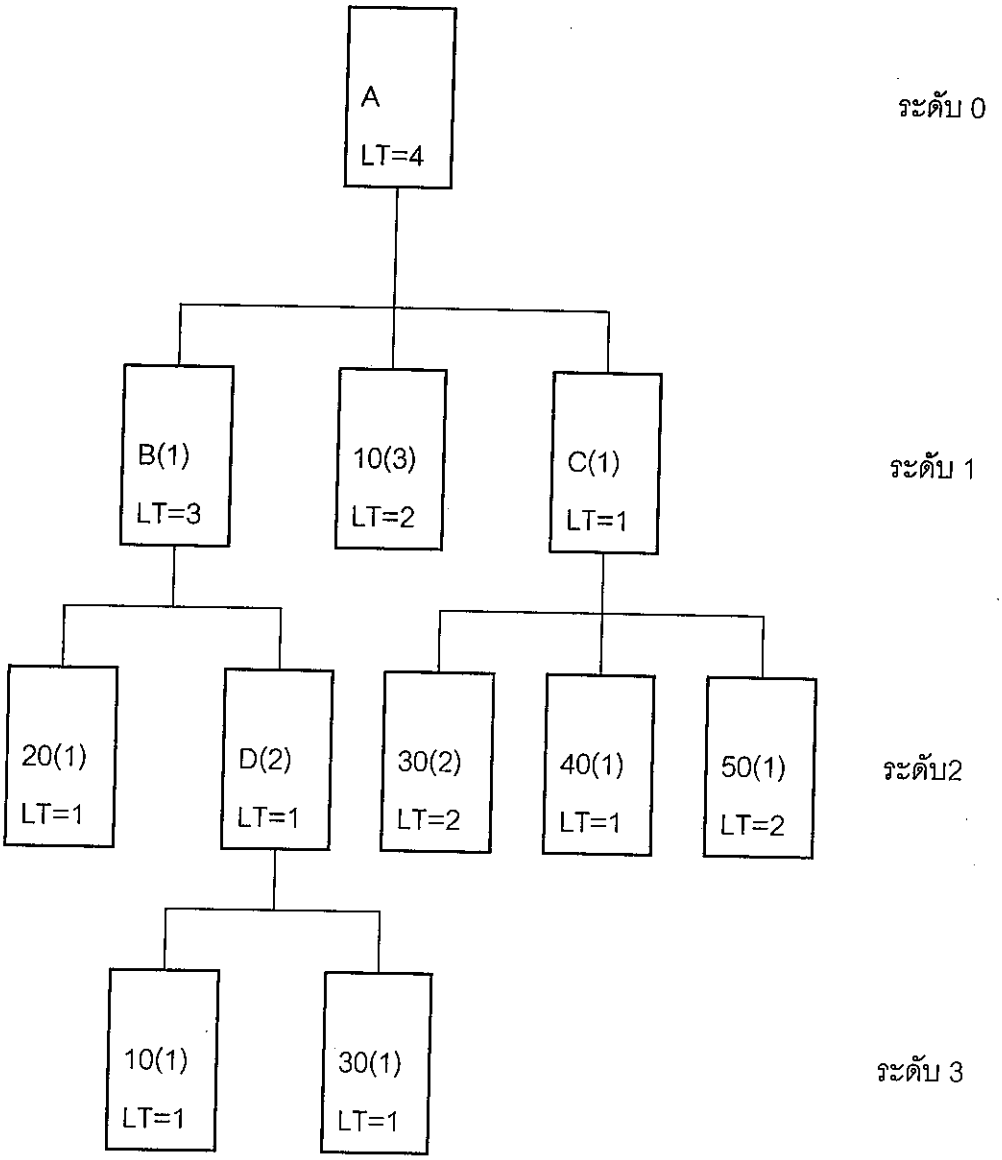
จากการเริ่มต้นที่ผลิตภัณฑ์สุดท้าย MRP จะเป็นต้นกำเนิดของการกำหนดระดับต่าง ๆ ที่อยู่ต่ำลงมา (lower – level) เช่น การประกอบ การประกอบการย่อย และส่วนประกอบ การวางแผนการสั่งงานจะเป็นเครื่องชี้ว่าเมื่อไรถึงจะมีการสั่งซื้อ หรือสั่งผลิต อย่างไรก็ตาม ถ้างานนั้นไม่สามารถจะกระทำได้เสร็จทันเวลาก็จะมีผลทำให้ต้องมีการวางแผนความต้องการวัสดุใหม่

2.1.8 **โครงสร้างผลิตภัณฑ์** (Product Structure) **คำว่าส่วนประกอบ** ที่ใช้ใน MRP จะหมายถึงรายการคงคลังทั้งหมดที่อยู่ต่ำกว่าระดับผลิตภัณฑ์ (product level) ซึ่งจะรวมถึงส่วนประกอบย่อย ชิ้นสวนและวัตถุดิบ (ทั้งที่ผลิตขึ้นเองหรือซื้อจากผู้จัดจำหน่าย) แต่ใน MRP จะพิจารณาเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างการประกอบกับส่วนประกอบเท่านั้น

2.1.8.1**ใบรายการวัสดุ** (Bill of Material: BOM)

ใบรายการวัสดุ จะระบุชื่อรายการต่าง ๆ หรือวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตรายการสุดท้าย หรือผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้น ยังแสดงถึงลำดับขั้นตอนในการผลิต ตลอดจนปริมาณที่ต้องใช้ในแต่ละรายการเพื่อที่จะนำไปประกอบเป็นรายการหลัก (Parent assembly) รายการต่าง ๆ รูปแบบของ BOM ที่นำมาใช้นั้น อาจจะมีได้หลายลักษณะ เช่นแสดงรายการส่วนประกอบแบบธรรมดา แสดงโครงสร้างผลิตภัณฑ์(ผลิตอย่างไร) แสดงรูปแบบเพื่อให้ง่ายต่อการพยากรณ์และการจัดวางตารางการผลิตหลักถ้านำ BOM มาใช้ในกระบวนการผลิต อาจใช้ชื่อเรียกเป็น โครงสร้างผลิตภัณฑ์ (Product Structure) รูปแบบเฉพาะเจาะจงสำหรับ BOM จะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้

การสรางใบรายการวัสดุขึ้นมาก็เพื่อ ต้องการแสดงให้เห็นโครงสร้างการกระจายของรายการหลักลงสู่ระดับที่ต่ำกว่า หรือเป็นการรวมส่วนประกอบในระดับต่ำสู่ระดับที่สูงขึ้น การกระจายความต้องการของรายการสุดท้าย หรือรายการหลัก เพื่อหาความต้องการของส่วนประกอบในระดับที่ต่ำกว่าที่เวลาต่าง ๆ ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับ MRP



รูปที่2.7 แสดงโครงสร้างผลิตภัณฑ์หลายระดับ ตัวอักษรแสดงถึงส่วนประกอบ และตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง จำนวนที่ต้องใช้ในการประกอบ และ LT คือช่วงเวลานำ

การลงรหัสในระดับต่ำ (Lower – Level Coding) ในกรณีที่มีการใช้ส่วนประกอบกันหลาย ๆ ผลิตภัณฑ์ หรือมีปรากฏอยู่ในระดับต่าง ๆ ของ BOM มากกว่า 1 ระดับ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีการลงรหัสกำกับไว้ โดยทางเลือกเอาระดับที่ต่ำสุด (lowest level) ของโครงสร้างผลิตภัณฑ์ (ระดับที่ต่ำจะแสดงด้วยตัวเลขที่สูงขึ้น) ทุก ๆ รายการจะมีรหัสบอกระดับประจำอยู่เพียง 1 รหัส และจะเป็นรหัสที่อยู่ต่ำกว่านั้น รหัสจะเป็นตัวชี้ในกรณีที่มีการกระจายและจัดโครงข่าย ของรายการที่

เกิดขึ้น ในระหว่างการวางแผนความต้องการวัสดุ ซึ่งจะเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวในช่วงที่มีการคำนวณหาจำนวนความต้องการการลงรหัสในระดับต่ำ จะเริ่มได้หลังจากที่มีการกระจายและกำหนดในโครงข่ายแล้ว เช่น การกระจายจำนวนรายการที่อยู่ในระดับศูนย์ ก็เพื่อต้องการกจะหาจำนวนส่วนประกอบของรายการในระดับ 1 ทั้งนี้ก็เพราะว่า รายการต่าง ๆ ในระดับ 1 จะต้องนำไปสู่รายการในระดับศูนย์นั่นเอง ในทำนองเดียวกันการหาส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ต้องการในระดับ 2 ก็จำเป็นต้องกระจายจำนวนรายการในระดับ 1 ลงมา กระบวนการการหาระดับที่ต่ำลงมาก็จะเป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าจะได้ระดับต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์จนครบ ซึ่งในที่สุดแล้วก็สามารถจะหาความต้องการจากรายการหลักทั้งหมดสุทธิ (total gross requirement) ของรายการได้จากผลรวมความต้องการจากรายการหลักทั้งหมด หรือจากแหล่งของรายการต่างๆ นั่นเอง

2.1.10 **การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในการวางแผนความต้องการวัสดุ** (MRP Computations) ขั้นตอนในกระบวนการ MRP ตลอดจนการคำนวณหาค่าต่าง ๆ จำใช้หลักการทางคณิตศาสตร์แบบง่าย ๆ และเมตริก MRP ในรูปที่ พร้อมทั้งการอธิบายความหมายของค่าต่าง ๆ ไว้ด้วยในรูปที่ 5- 7 จะแสดงตัวอย่างการคำนวณหาส่วนประกอบของ MRP พร้อมทั้งคำอธิบายถึงวิธีการหาค่าต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องเรียนรู้ก่อนที่จะนำ MRP ไปใช้ประโยชน์

ขนาดล็อต	เวลานำ	ของที่มีอยู่	ของคงคลังสำรอง	ปริมาณที่ต้องจัดสรรไว้	รหัสระดับต่ำ	รายการ		ช่วงเวลา								
								PD	1	2	3	4	5	6	7	8
							ความต้องการขั้นต้น									
							จำนวนของที่ได้รับตามกำหนดเวลา									
							จำนวนที่มีอยู่ในคลัง									
							จำนวนที่ต้องการสุทธิ									
							แผนกำหนดการรับของที่สั่ง									
							แผนกำหนดการสั่งของ									

รูปที่2.8 แสดงเมตริกของ MRP

ความหมายในช่องสดมภ์สามารถจะเข้าใจได้ในคำของมันเองอยู่แล้ว ส่วนแถวในแนวนอนจะมีความหมาย ดังต่อไปนี้

ความต้องการขั้นต้น (Gross requirement) หมายถึง ผลรวมของการผลิตที่คาดการณ์ไว้ว่าจะต้องใช้ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ในอนาคต ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย จำนวนดังกล่าวนี้จะได้มาจากตารางการผลิตหลัก (รายการที่เป็นอิสระ) สำหรับส่วนประกอบ (รายการอุปสงค์ที่ไม่จำเป็นอิสระ)จำนวนดังกล่าวจะคำนวณได้จากแผนกำหนดการสั่งของ (planned order release) ของรายการหลัก (parent items)

จำนวนของที่ได้รับตามกำหนดเวลา(scheduled receipts) หมายถึง วัสดุที่ได้มีการสั่งไปแล้ว (จากการสั่งผลิต หรือการสั่งซื้อ) และคาดว่าจะมาถึง (ได้รับ) ตามกำหนด หรืออาจจะเรียกว่าวัสดุระหว่างการสั่ง (on-order)

จำนวนที่มีอยู่ในคลัง (projected on-hand) หมายถึง จำนวนที่คาดหวังว่าจะมีการคงคลังอยู่ที่ปลายช่วงเวลาหนึ่ง หรือจำนวนที่จัดหามาไว้สำหรับอุปสงค์ในช่วงเวลาถัดไปจำนวนดังกล่าวนี้จะหาได้จากการนำ "ความต้องการขั้นต้น" ไปลบออกจาก "จำนวนของที่ได้รับตามกำหนดเวลา" ในช่วงเวลาเดียวกันและบวกกับจำนวนที่ได้รับจาก "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" ที่จะมีขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน หรืออาจจะเป็นจำนวนที่มีอยู่ในคลัง (projected on-hand) จากช่วงเวลาก่อนหน้านี้ (provious period)

จำนวนที่ต้องการสุทธิ (net requirement) ก็คือ ผลต่างที่เกิดขึ้นจากการเอา "จำนวนของที่ได้รับตามกำหนดเวลา" ไปลบจาก "ความต้องการขั้นต้น" ในช่วงเวลาเดียวกัน และลบด้วย " จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" ในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ ค่าที่ได้ดังกล่าว จะแสดงถึงจำนวนสุทธิของรายการที่จะต้องจัดหาไว้ สำหรับรายการหลัก (parent item) หรือจำนวนที่ต้องการในตารางการผลิตหลัก

แผนกำหนดการรับของที่สั่ง(planned order receipts) หมายถึง ขนาดของการสั่ง เพื่อจะใช้ในเวลาที่ต้องการ ค่านี้จะปรากฏในช่วงเวลาเดียวกันกับ "จำนวนที่ต้องการสุทธิ" แต่ขนาดของการสั่งนั้น อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามนโยบายการคงคลัง ปริมาณที่อยู่ในแผนการสั่ง (ขนาดล็อต) โดยทั่ว ๆ ไป แล้วจะมีจำนวนมากกว่า "จำนวนที่ต้องการสุทธิ" และในส่วนที่เกิน (exceed) ไปจากจำนวนที่ต้องการสุทธิจะไปรวมอยู่กับจำนวนที่มีอยู่ในคลัง (prejected on-hand) ของการคงคลังสำหรับในกรณีที่การสั่งเป็นแบบล็อตต่อล็อต (lot-for-lot ordering) "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" มักจะมีค่าเท่ากับ "จำนวนที่ต้องการสุทธิ"

แผนกำหนดการสั่งของ (planned order release) หมายถึง การกำหนดวันส่งวาจะต้องสั่งรายการต่าง ๆ (item) เมื่อใด จึงจะมีวัสดุไว้ใช้ตามที่รายการหลัก (parent item) ต้องการซึ่งจะเหมือนกับ "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" ที่ต้องการใช้เวลานำเป็นตัวกำหนดการสั่ง "แผนกำหนดการสั่งของ" ที่ระดับหนึ่งจะเป็นต้นตอการจัดหาความต้องการวัสดุในระดับที่ต่ำกว่า เมื่อใด

ก็ตามทีมีการสั่งเกิดขึ้นค่าที่อยู่ในตารางของ "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" และ "แผนกำหนดการสั่งของ" จะเข้าไปสู่แถวของ "จำนวนของที่ได้รับตามกำหนดเวลา" ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า "แผนกำหนดการสั่งของ" จะเป็นตัวบอกให้เรารู้ว่าจะต้องใช้วัสดุอะไรและเป็นจำนวนเท่าไร

<u>ช่วงเวลานำ</u> คือ เวลาที่ใช้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง สำหรับวัสดุที่ใช้ทำงานตั้งแต่การเตรียมงานที่จำเป็นบนกระดาษบวกเวลาที่ใช้ในการเตรียมการปฏิบัติงาน และบวกด้วยเวลาที่ใช้ในระหว่างการปฏิบัติงาน สำหรับวัสดุที่สั่งซื้อจากภายนอก ช่วงเวลานำคือ เวลาตั้งแต่ออกใบสั่งซื้อจนกระทั่งได้รับสินค้าที่สั่ง

							ความต้องการขั้นต้น		10	15	25	25	30	45	20	30
							จำนวนของที่ได้รับตามกำหนดเวลา			10	25					
25	2	10	0	0	1	Z	จำนวนที่มีอยู่ในคลัง	10	10	20	20	20	15	0	5	0
							จำนวนที่ต้องการสุทธิ				5	5	10	30	20	25
							แผนกำหนดการรับของที่สั่ง				25	25	25	30	25	25
							แผนกำหนดการสั่งของ		25	25	25	30	25	25		

รูปที่2.9 แสดงการคำนวณส่วนประกอบของ MRP

รายการ Z มีรหัสอยู่ในระดับ 1 มีจำนวนบนมือเท่ากับ 10 ชิ้น เวลานำเท่ากับ 2 สัปดาห์ ขนาดล็อตเท่ากับ 25 ชิ้น การหา ค่าต่าง ๆ ในแต่ละร ายการ และการแปล ความมีดังต่อไปนี้ โ ดยกำหนดให้ "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" เริ่มแรกแทนด้วยสัญลักษณ์ PD (past due) มีจำนวนเท่ากับ 10 ชิ้น

ในช่วงเวลาที่ 1 "ความต้องการขั้นต้น" เท่ากับ 10 ชิ้น สามารถจะนำ "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" เท่ากับ 10 ชิ้นที่อยู่ในช่วงเวลาก่อนหน้านี้มาใช้ได้และยังจะมีอีก 10 ชิ้น ซึ่งจะต้องรอรับจาก "จำนวนของที่ได้รับตามกำหนดเวลา"

ในช่วงเวลาที่ 2 "ความต้องการขั้นต้น" เท่ากับ 15 ชิ้น สามารถจะนำ "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" ซึ่งเท่ากับ 10 ชิ้นที่อยู่ในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ และจาก "จำนวนของที่ได้รับตามกำหนดเวลา" เท่ากับ 5 ชิ้น จากจำนวนทั้งหมด 25 ชิ้น มาใช้ สำหรับส่วนที่เหลืออีก 20 ชิ้นจะกลายเป็น "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง"

ในช่วงเวลาที่ 3 "ความต้องการขั้นต้น" เท่ากับ 25 ชิ้น สามารถจะนำ "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" เท่ากับ 20 ชิ้นที่อยู่ในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ แต่ยังขาดอยู่อีก 5 ชิ้น ซึ่งจะได้รับจาก "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" ที่มีขนาดล็อต 25 ชิ้น โดยที่ "แผนกำหนดการสั่งของ" มีเวลานำเท่ากับ 2 สัปดาห์ และจะต้องเริ่มสั่งในช่วงเวลาที่ 1

ในช่วงเวลาที่ 4 วิธีการทำเหมือนกับช่วงเวลาที่ 3 นอกจากว่า "แผนกำหนดการสั่งของ" จะอยู่ในช่วงเวลาที่ 2

ในช่วงเวลาที่ 5 "ความต้องการขั้นต้น" เท่ากับ 30 ชิ้น สามารถจะนำ "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" เท่ากับ 20 ชิ้นที่อยู่ในช่วงเวลาก่อนหน้านี้มาใช้ แต่ยังขาดอีก 10 ชิ้น ซึ่งจะได้รับจาก "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" ที่มีขนาดล็อต 25 ชิ้น ดังนั้น "แผนกำหนดการสั่งของ" จำนวน 25 ชิ้น จะอยู่ในช่วงเวลาที่ 3 และส่วนที่เหลืออีก 15 ชิ้น จะกลายเป็น "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง"

ในช่วงเวลาที่ 6 "ความต้องการขั้นต้น" เท่ากับ 45 ชิ้น สามารถจะนำ "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" เท่ากับ 15 ชิ้นที่อยู่ในช่วงเวลาก่อนหน้านี้มาใช้ แต่ยังขาดอยู่อีก 30 ชิน ซึ่งจะได้รับจาก "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง"จำนวน 30ชิ้น ดังนั้นจะเห็นว่า"จำนวนที่ต้องการสุทธิ"เกินกว่าขนาดล็อตซึ่งจะทำให้" แผนกำหนดการรับของที่สั่ง หรือ จำนวนที่ต้องการสุทธิ" มีจำนวนมากขึ้นตามไปด้วยและ"แผนกำหนดการสั่งของ" จะอยู่ในช่วงเวลาที่ 4 แต่เนื่องจากว่า "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" เท่ากับ " จำนวนที่ต้องการสุทธิ" จึงทำให้ "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" เป็นศูนย์

ในช่วงเวลาที่ 7 "ความต้องการขั้นต้น" เท่ากับ 20 ชิ้น ซึ่งจะกลายเป็น "จำนวนที่ต้องการสุทธิ" เมื่อไม่มี "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" จากช่วงเวลาก่อนหน้านี้ ดังนั้นจึงต้องการจาก "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" ที่มีขนาดล็อต 25 ชิ้น และ "แผนการสั่งวัสดุ" จะอยู่ในช่วงเวลาที่ 5 สำหรับจำนวนที่เหลือจาก "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" ซึ่งเท่ากับ 5 ชิ้นจะกลายเป็น "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง"

ในช่วงเวลาที่ 8 "ความต้องการขั้นต้น" เท่ากับ 30 ชิ้น สามารถจะนำ "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" เท่ากับ 5 ชิ้นที่อยู่ในช่วงเวลาก่อนหน้านี้มาใช้ได้ แต่ยังขาดอยู่อีก 25 ชิ้น ซึ่งต้องการจาก "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" ที่มีขนาดล็อต 25 ชิ้น โดยจะทำการสั่งจาก "แผนกำหนดการสั่งของ" ในช่วงเวลาที่ 6 เมื่อ "แผนกำหนดการรับของที่สั่ง" เท่ากับ "จำนวนที่ต้องการสุทธิจึงทำให้" "จำนวนที่มีอยู่ในคลัง" กลายเป็นศูนย์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำระบบควบคุมคุณภาพ ของนางสาวบังอร พลคร และ นางสาวสุวภา มาตย์ชาวนา

โครงงานวิจัยฉบับนี้ เป็นการศึกษาด้านการวางแผนการจัดทำระบบควบคุมคุณภาพภายใน "บริษัท เอส. ซี. ฟอร์มูเลเตอร์ จำกัด" โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกทำการศึกษาในแผนกของยาน้ำ เนื่องจากเป็นแผนกที่มี line การผลิตชัดเจนที่สุด รวมทั้งอัตราการผลิตสูง ดังนั้นหากเกิดความผิดพลาดในกระบวนการผลิตเพียงจุดใดจุดหนึ่ง ย่อมทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชุดนั้นลดลงและหากผลิตภัณฑ์ชุดนั้นส่งไปถึงมือลูกค้าอาจทำให้ความเชื่อมั่นของบริษัทลดลงตามไปด้วย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ความรู้ด้านการควบคุมคุณภาพ ในการวางจุดตรวจสอบหลักและจุดตรวจสอบย่อยภายในเส้นทางการผลิตสำหรับเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณของยาน้ำ 5 ชนิด เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผลการปฏิบัติงานโดยใช้หลักการทางสถิติเข้าช่วย รวมถึงได้จัดทำระบบเอกสารการควบคุมคุณภาพขึ้นเพื่อใช้เป็นมาตราฐาน ซึ่งหลังจากทดลองใช้เอกสารดังกล่าวแล้วพบว่าสามารถใช้ในการตรวจสอบคุณภาพการดำเนินงานของบริษัท ได้ครอบคลุมทุกขั้นตอนตั้งแต่การนำเข้าวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และการขนส่งเพื่อจำหน่าย โดยรายละเอียดของระบบเอกสารนี้จะประกอบด้วยวิธีการตรวจสอบ ใบตรวจสอบเพื่อใช้ในการบันทึกผล และมาตรฐานสำหรับเปรียบเทียบผลการตรวจสอบ ซึ่งทาง "บริษัท เอส. ซี. ฟอร์มูเลเตอร์ จำกัด" สามารถนำระบบเอกสารทั้งหมดไปประยุกต์ใช้กับline การผลิตในแผนกอื่นๆได้