

# Product Development

การพัฒนาผลิตภัณฑ์

# ความหมายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์

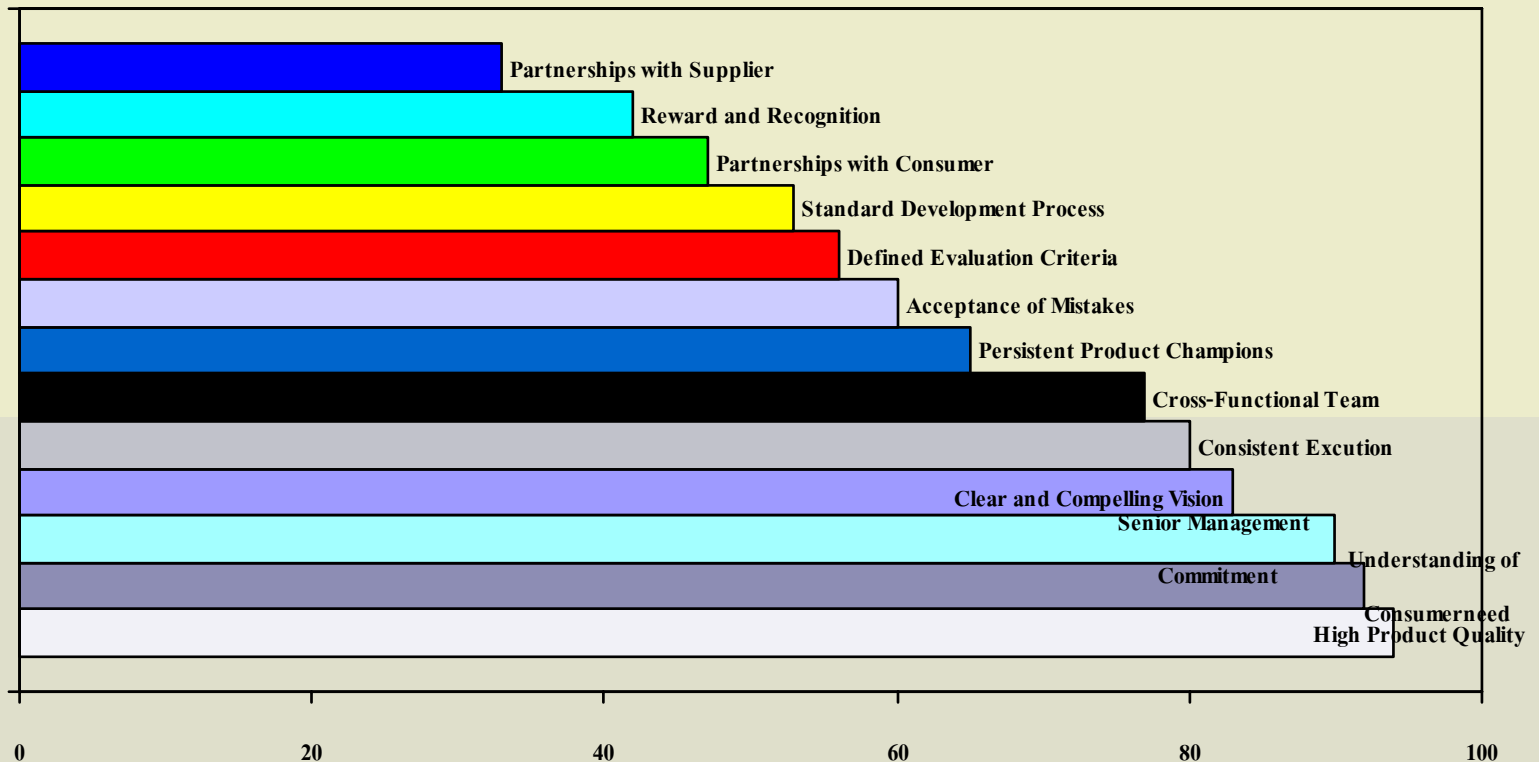
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการที่เป็นกลยุทธ์ในการนำนวัตกรรมสู่บริษัทธุรกิจหรือเป็นกระบวนการสร้างความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่ให้แก่ผู้ซื้อ ซึ่งสินค้านั้นไม่ได้วางขายในตลาดในลักษณะที่ผลิตขึ้นใหม่มาก่อน
- กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ กระบวนการที่พัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างมีระบบ เพื่อสร้างความพอใจให้แก่ผู้บริโภคตามความต้องการที่เราทราบหรือความต้องการที่เราคาดคะเน การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นการร่วมมือระหว่างนักการตลาด นักเทคโนโลยีการอาหาร และนักวิศวกรรม และทีมงานที่บริษัทจัดตั้งขึ้น

# เหตุผลที่ต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

- ─ ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดมีวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์
- ─ ความต้องการของผู้บริโภคและตลาดเปลี่ยนแปลงไป
- ─ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี
- ─ การแข่งขันที่สูงขึ้นทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ
- ─ กฎระเบียบใหม่ๆ
- ─ แรงผลักดันภายในบริษัท เช่น ต้องการเพิ่มยอดขาย เพิ่มกำไร ต้องการเป็นผู้นำตลาด

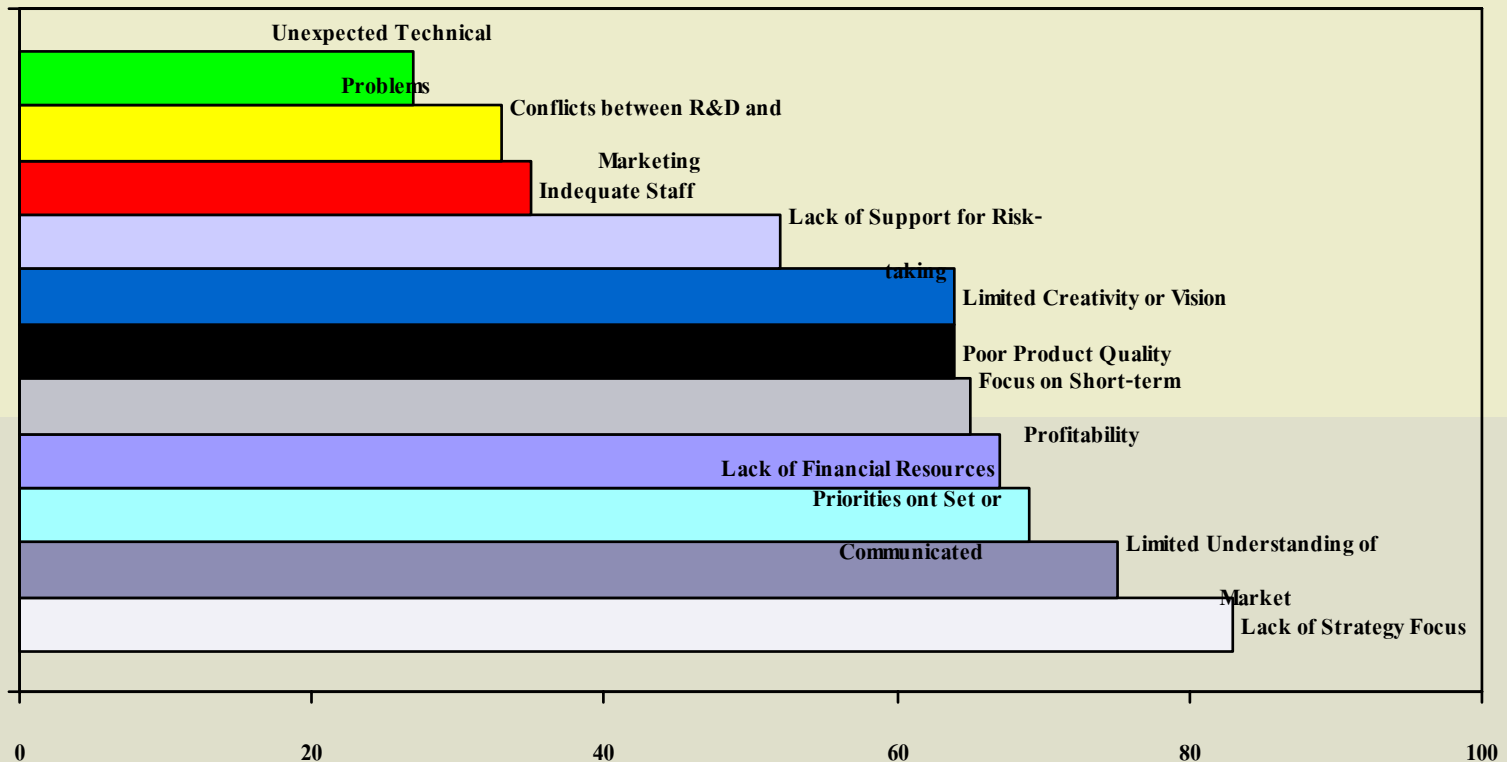
# สถานการณ์ของผลิตภัณฑ์ใหม่

- ผลิตภัณฑ์ใหม่กว่า 20,000 ชนิดต่อปี



# สถานการณ์ของผลิตภัณฑ์ใหม่

- 95% ของผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่ประสบความสำเร็จ



# Why not success?

- Lack of Consumer Benefit
- Duplication (Lack of Innovation)
- Insufficient Product Marketing
- Inadequate Market Research
- Lack of Support During Roll-out
- Poor Product Quality
- Inadequate Funding
- Lack of Strategic Focus

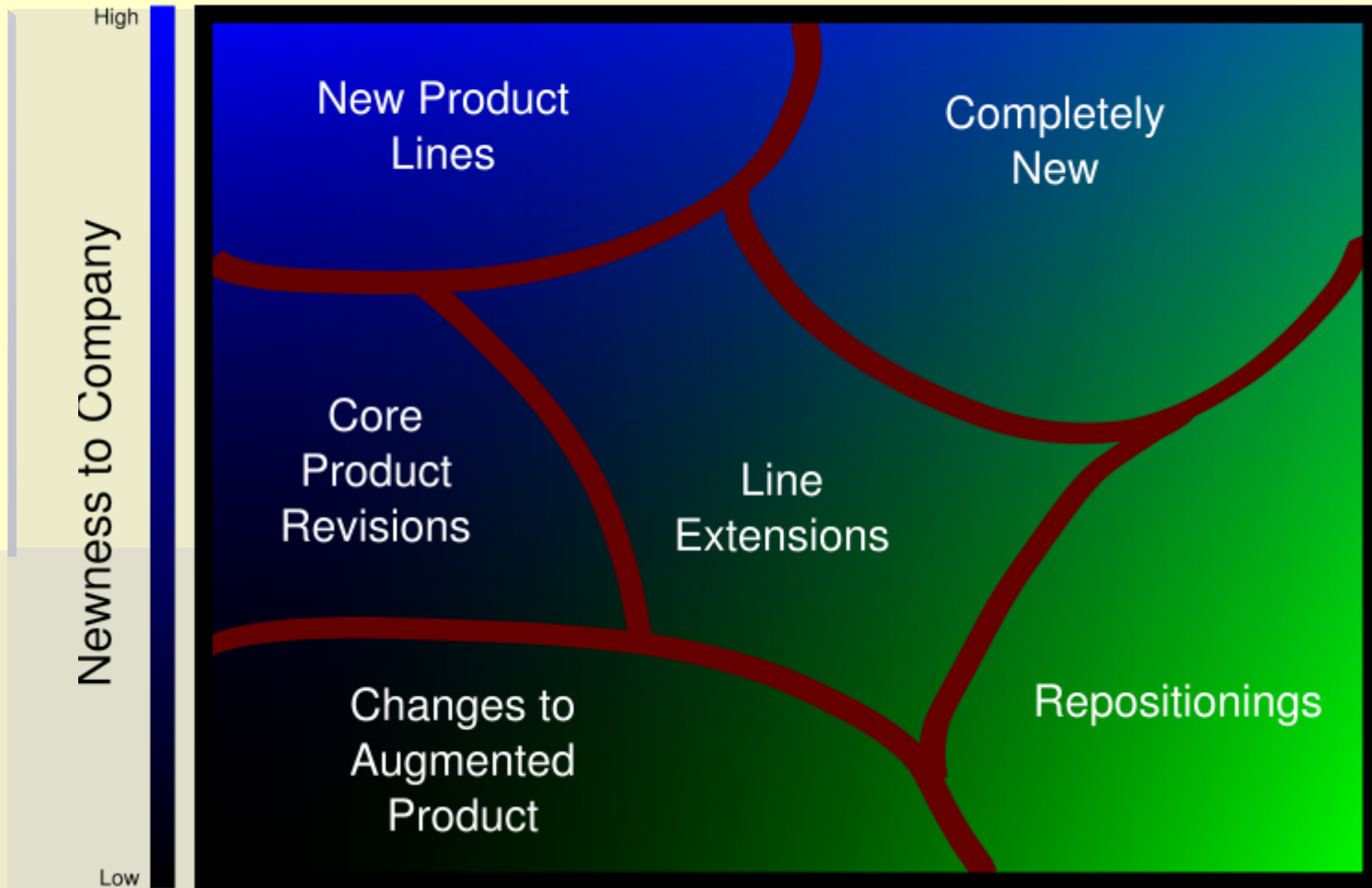
# Enhancing New Product Success

- Product Quality and Consumer Appeal
- Marketing Programs
- Clear Category and Consumer Strategy
- Store-level Support
- Communication to Distributors
- Understanding of Market Impact

# ประเภทของผลิตภัณฑ์

Newness to Market

Low High



ที่มา : <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:TypesOfNewProducts.svg> [2006]



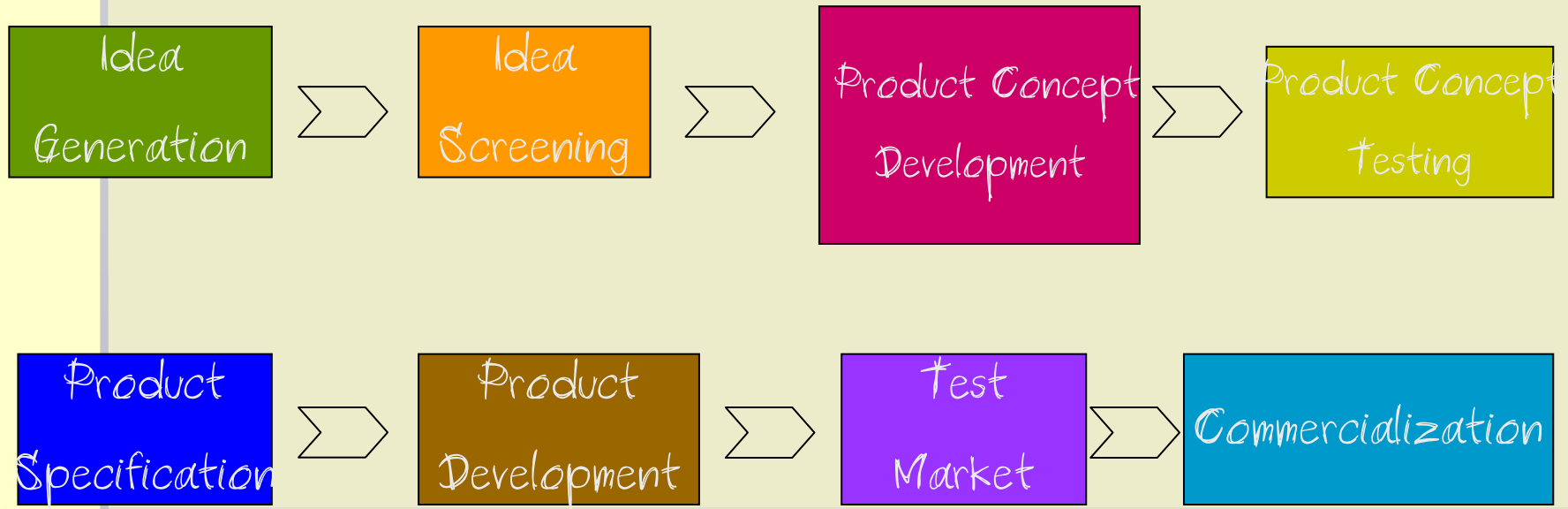
# Ansoff Product-Market Grid

Ansoff's Product-Market Grid		MARKETS	
		<i>existing</i>	<i>new</i>
PRODUCTS	<i>existing</i>	<b>A. Operating plans</b>	<b>B. Market development</b>
	<i>new</i>	<b>C. Product development</b>	<b>D. Total diversification</b>

# ประเภทของการพัฒนาผลิตภัณฑ์

- การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์
- การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ – แบ่งออกเป็น
  - การเปลี่ยนแปลงเฉพาะลักษณะและรูปร่าง
  - การปรับปรุงกรรมวิธีการผลิต
  - การปรับปรุงสูตรผลิตภัณฑ์
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

# ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์



# การสร้างความคิดและการคัดเลือกความคิด

- แหล่งความคิดผลิตภัณฑ์

ความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่โดยมากมาจากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและความต้องการของผู้บริโภคและตลาด โดยปกติมักใช้ 25 -50 ความคิดสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ได้รับความสำเร็จ 1 ผลิตภัณฑ์ การสร้างความคิดอาจได้มาจากแหล่งต่าง เช่น ภายในบริษัท สินค้าที่วางขายในตลาด และการเฝ้าดูโฆษณาสินค้า เอกสารทางการค้าและเอกสารทางวิชาการ การบริการข้อมูลจากบริษัทที่ศึกษาสินค้าวางตลาดใหม่ การประชุมและการสัมภาษณ์ผู้บริโภค บริษัทผู้จำหน่ายวัตถุดิบ ภาชนะบรรจุและเครื่องจักร เครื่องมือ และมหาวิทยาลัย

# เทคนิคการสร้างแนวคิดผลิตภัณฑ์ใหม่

- การระดมสมอง
- การวิเคราะห์ลักษณะของผลิตภัณฑ์
- การวิเคราะห์ช่องว่างในตลาด
- การวิเคราะห์ความต้องการของผู้บริโภค
- Grid Analysis
- การอภิปรายกลุ่ม
- การสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล

# Brainstorming

- การระดมความคิด เป็นเทคนิคที่ใช้สร้างสรรค์แนวความคิด หรือแก้ไขปัญห  
หนึ่งๆ โดยการประชุมกลุ่มของสมาชิก 5-10คน
  - ผู้ดำเนินการ
  - สถานที่ อุปกรณ์
  - โจทย์
  - รูปแบบ



# Focus group

- การอภิปรายกลุ่ม นิยมใช้ในการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค รวมทั้งลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ



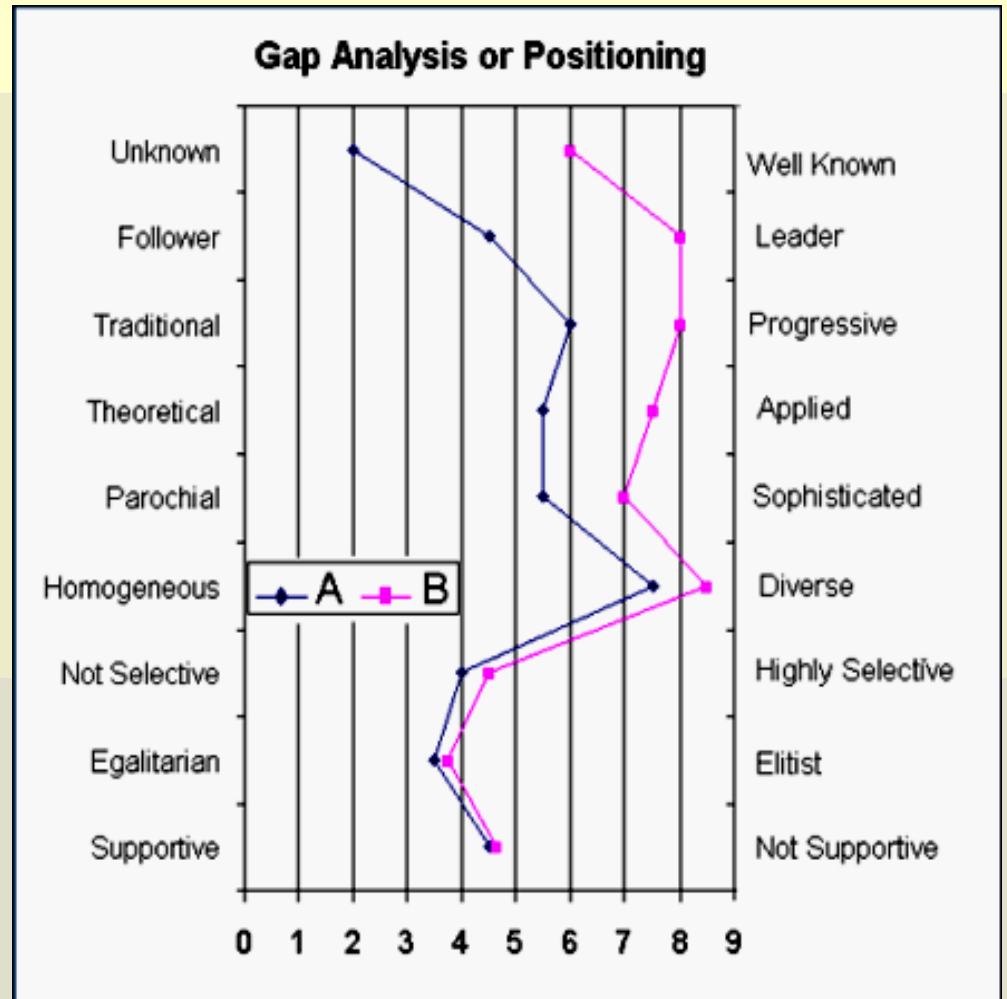
# Individual in-depth interview

- เป็นวิธีการศึกษาผู้บริโภคระหว่างบุคคล 2 บุคคล ซึ่งคือผู้สัมภาษณ์ที่มีความชำนาญ และผู้รับการสัมภาษณ์ที่รับการคัดเลือกอย่างเจาะจง การสนทนาใช้เวลาประมาณ 30-90 นาที เหมาะกับการนำไปใช้สำรวจข้อมูลสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้เป็นส่วนตัว เพราะสามารถเจาะลึกรายละเอียดได้มากกว่า ซึ่งบางหัวข้อไม่อาจพูดคุยในการสนทนาแบบกลุ่มได้





# การวิเคราะห์ช่องว่างในตลาด



# การวิเคราะห์ลักษณะของผลิตภัณฑ์

- ลักษณะทางประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส
- ลักษณะทางกายภาพ เช่น ของเหลว ของแข็ง ผง
- ส่วนประกอบทางเคมี เช่น ไขมัน น้ำ
- คุณค่าทางอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร วิตามิน
- อายุการเก็บรักษา - อายุการเก็บสูงสุดของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้น
- กระบวนการแปรรูปที่ใช้ เช่น แช่แข็ง ทำแห้ง อบ ทอด
- รูปแบบ เช่น รูปร่าง รูปทรง บรรจุภัณฑ์

# การวิเคราะห์ความต้องการของผู้บริโภค

- ❑ ความสะดวก เช่น พกพาง่าย ใช้ง่าย
- ❑ ประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น คุณค่าทางอาหาร สารต้านอนุมูลอิสระ ฯลฯ
- ❑ ราคา เช่น ราคาถูกกว่าท้องตลาด
- ❑ ความปลอดภัย เช่น ไม่ใช้สีผสมอาหาร ไม่มีสารตกค้าง ไม่มีจุลินทรีย์ก่อโรค
- ❑ ลักษณะทางประสาทสัมผัส เช่น เบรี๊ว หวาน มัน เค็ม นุ่ม เหนียว ฯลฯ
- ❑ ความภาคภูมิใจ เช่น กินแล้วโก้หรู มีรสนิยม กินแล้วภาคภูมิใจในความเป็นชาติ
- ❑ ความพึงพอใจส่วนบุคคล เช่น กินแล้วรูปร่างสวย กินแล้วหน้าตาเปล่งปลั่ง

# การคัดเลือกแนวคิดผลิตภัณฑ์

- การคัดเลือกแนวคิดผลิตภัณฑ์ (idea screening) เป็นการพิจารณาว่าบริษัทสามารถทำผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้หรือไม่ ผลิตภัณฑ์จะทำตลาดได้หรือไม่ ผู้บริโภคจะได้รับประโยชน์จากผลิตภัณฑ์หรือไม่ จะทำกำไรให้บริษัทเท่าไร อย่างไรก็ตามแนวคิดจะต้องสอดคล้องกับเป้าหมายและข้อจำกัดของบริษัทที่กำหนดไว้ก่อนเริ่มโครงการ

# การพัฒนาแนวคิดผลิตภัณฑ์

- การพัฒนาแนวคิดผลิตภัณฑ์ (product concept development) เป็นการนำความคิดผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาพัฒนาเป็นแนวคิด ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ตามที่ผู้บริโภคต้องการให้เป็น คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ประโยชน์ ตำแหน่งทางการตลาดของผลิตภัณฑ์

# ตัวอย่างแนวคิดผลิตภัณฑ์ที่ให้ผู้บริโภคเป็นผู้พิจารณา

ผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับราดหน้าไอศกรีมทำด้วยผลไม้ (new fruit salad ice-cream topping) ใช้ผลไม้จริงๆ ไม้ใส่สีและกลิ่น ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ราดหน้าทั่วไปกับไอศกรีมหรือจะราดหน้าขนมหวานอื่นก็ได้

# การทดสอบแนวคิดผลิตภัณฑ์

- การทดสอบแนวคิดผลิตภัณฑ์ (product concept testing) เป็นการนำแนวคิดผลิตภัณฑ์ที่จัดทำขึ้นมาไปทดสอบกับตลาดเป้าหมาย เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจว่าควรทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตัวนี้หรือไม่ โดยทั่วไปคำถามที่ใช้ในการทดสอบ เช่น ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการผู้บริโภค ทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์ และพฤติกรรมที่คาดว่าจะเป็นการซื้อและใช้ผลิตภัณฑ์ รวมทั้งความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับราคา

# การออกแบบข้อกำหนดผลิตภัณฑ์

- การออกแบบข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ (product design specification)
  - ข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์
  - ข้อกำหนดด้านวัตถุดิบ
  - ข้อกำหนดด้านกระบวนการแปรรูป
  - ข้อกำหนดด้านบรรจุภัณฑ์
  - ข้อกำหนดด้านการตลาด



# ผลิตภัณฑ์ราดหน้าไอศกรีมผลไม้

- บรรจุในหลอดพลาสติกที่บีบได้ขนาด 300 มล.
- ใช้กับไอศกรีมหรือแพนเค้ก
- มีความข้นหนืด (Viscosity) เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกันที่วางขายในท้องตลาด
- เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ
- มีผลไม้จริงๆ
- แคลอรีต่ำ
- ไขมันใส
- ซื้อโดยครอบครัว
- ราคา 20-30 บาท

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (prototype product development) สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากแนวคิดผลิตภัณฑ์และข้อกำหนดที่ได้มีการออกแบบไว้ โดยอาศัยการวางแผนการทดลอง โดยต้องมีการศึกษาวัตถุดิบ และสถานะในการแปรรูป ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่พัฒนาต้องผ่านการทดสอบคุณภาพตามที่กำหนดไว้

# การวางแผนการตลาดและนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคแล้ว จำเป็นต้องมีการทดสอบตลาดเพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์จะประสบความสำเร็จเมื่อวางจำหน่าย คู่กับผลิตภัณฑ์คู่แข่ง
- การนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด ต้องมีการวางแผนการตลาดที่ดี มิเช่นนั้น ผลิตภัณฑ์แม้จะมีคุณภาพดีเพียงใด ก็ไม่อาจประสบความสำเร็จได้ และหลังจากนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดแล้วต้องมีการประเมินผลสำเร็จของผลิตภัณฑ์ด้วย

# เทคนิคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

- รีเวิร์สเอนจิเนียริง (reverse engineering) หมายถึง การถอดแบบหรือการทำซ้ำแบบมียุทธวิธี นั่นคือทำให้ดีกว่าเดิมซึ่งมากกว่าการก๊อปปี้ตรงๆ โดยไม่ดัดแปลง รีเวิร์สเอนจิเนียริงเป็นเทคนิคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ต่างจากเทคนิคอื่นที่รีเวิร์สเอนจิเนียริงต้องมีผลิตภัณฑ์มาให้ถอดแบบ

# ขั้นตอนการทำรีเวิร์สเอนจิเนียร์ริง

1. การผ่าแบบ
2. การถอดแบบ
3. การลอกแบบ
4. การสร้างแบบ
5. การพัฒนารูปแบบ

# ขั้นตอนการทำรีเวิร์สเอนจิเนียริง

6. การทดลองผลิตตามแบบที่ปรับปรุง
7. การทดสอบการใช้งาน
8. การปรับปรุงหรือแก้ไขแบบ
9. การผลิตจริง
10. การเตรียมการด้านการตลาด

# การผ่าแบบ

เป็นขั้นตอนการแก้แบบที่ละขั้นตอนหรือทีละชั้นเพื่อการบันทึกภาพ และการเรียงชิ้นส่วนจากด้านนอกไปยังด้านในอย่างมีระบบเรียกว่า การผ่าแบบ (operation) - วิเคราะห์ส่วนประกอบโดยการวัดค่าทั้งทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัส

## การถอดแบบ

เป็นขั้นตอนการถอดชิ้นส่วนที่ละชิ้นจากนอกไปใน โดยวางเรียงอย่างมีระบบเพื่อสะดวกในการลอกแบบและการประกอบกลับคืนสภาพภายหลัง การถอดแบบในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการผ่าแบบมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ในการถอดแบบ แล้วสรุปผลการถอดแบบเพื่อกำหนด product concept



## การลอกแบบ

การลอกแบบ (copying) เป็นขั้นตอนต้นๆ ในการดำเนินงานให้คล้ายของเดิม มีการเก็บรายละเอียดต่างๆให้ครบ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุง ดัดแปลง ต่อเติม ในอุตสาหกรรมอาหารจะนำข้อมูลที่ได้จากการถอดแบบมาใช้ ลอกแบบแล้วสรุปผลการลอกแบบเพื่อกำหนดข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (product specification)

# การสร้างแบบ

ในขั้นนี้มีการสร้างแบบ (built-up) และต่อเติมให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ โดยจะนำข้อมูลจากการลอกแบบมาใช้ ผลสรุปของการสร้างแบบจะนำไปใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (prototype product)

# การพัฒนาารูปแบบ

เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (development) ที่เหมาะกับตลาด โดยนำผลิตภัณฑ์ต้นแบบมาพัฒนาแบบ วิเคราะห์แล้วสรุปผลเพื่อปรับปรุงแก้ไขผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

# การทดลองผลิตตามแบบที่ปรับปรุง

ทำการทดลองผลิตตามแบบที่ได้แก้ไขดัดแปลงให้สมกับการใช้งานแล้ว  
โดยนำข้อมูลที่ได้จากการพัฒนารูปแบบมาทดลองผลิตตามแบบที่ปรับปรุง  
สรุปผลเพื่อใช้ผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป

# การทดสอบการใช้งาน

สำหรับในอุตสาหกรรมอาหารนำผลิตภัณฑ์ที่ทดลองผลิตมาทดสอบการใช้งาน เป็นการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วไปทดสอบคุณสมบัติและคุณภาพกับผู้บริโภค

# การปรับปรุงหรือแก้ไขแบบ

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ทดลองผลิตไปใช้งานภาคสนาม หากมีข้อบกพร่องต้องจดบันทึกและนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สินค้ามีความสมบูรณ์ และใช้งานได้

# การผลิตจริง

เป็นขั้นตอนการผลิตจริง (product start-up) ในเชิงธุรกิจ เพื่อให้  
ได้ผลิตภัณฑ์ไปทำการตลาด มีการซื้อ การขาย และการนำไปใช้สำหรับผลิตจริง  
ในอุตสาหกรรมอาหาร

# การเตรียมการด้านการตลาด

ได้แก่การวิเคราะห์เบื้องต้นทางธุรกิจ วิเคราะห์ต้นทุน ทดสอบตลาด หรือทดลองขาย (test market) การเตรียมการด้านกลยุทธ์ก่อนปล่อยผลิตภัณฑ์สู่ตลาด (product launch)



# การทดสอบทางประสาทสัมผัสในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์

- 1.การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่: ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงพรรณนา ส่วนการทดสอบการยอมรับนั้น จะใช้ทดสอบในลำดับต่อมาโดยศึกษาว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาใหม่หรือไม่
- 2.Product matching: วัตถุประสงค์ของ product matching ก็เพื่อทดสอบว่า ไม่มีความแตกต่างที่รับรู้ได้ระหว่างผลิตภัณฑ์ทดสอบและผลิตภัณฑ์มาตรฐาน เช่น การลดค่าใช้จ่ายลงและการทดแทนด้วยส่วนผสมชนิดใหม่ การทดสอบแยกความแตกต่างเชิงวิเคราะห์ เช่น triangle และ duo - trio test จะถูกนำมาใช้ทดสอบ
- 3.การปรับปรุงผลิตภัณฑ์: โดยการใช้ hedonic test เพื่อวิเคราะห์ว่า ผลิตภัณฑ์ที่ปรับปรุงขึ้นมาใหม่นั้น ได้รับความชอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ควบคุมหรือสูตรดั้งเดิม

# สถิติในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ส่วนใหญ่แล้วในทุกขั้นตอนมักจะมีการนำสถิติไปใช้เกือบทุกขั้นตอนไม่ว่าจะเป็นสถิติอย่างง่าย จนถึงสถิติที่ซับซ้อน โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ ใช้ประกอบการตัดสินใจในแต่ละขั้นตอนว่าจะเลือกผลิตภัณฑ์ หรือตัวแปรใดมาทำการศึกษาหรือมาทำการพัฒนาในขั้นตอนต่อไป (ตัวอย่างสถิติที่นิยมใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แต่ละขั้นตอนดูได้ในซีทที่แจก)

# เทคนิคที่ใช้ในการพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิต

- ▣ โปรแกรมเชิงเส้นตรง (linear programming)
- ▣ แผนการทดลองแบบผสม (mixture design)
- ▣ การทดลองแบบแฟคทอเรียล (factorial experiment)
- ▣ วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (response surface method, RSM)
- ▣ การทดลองแบบ Plankett and Burman
- ▣ วิธีการแบบ EVOP

# โปรแกรมเชิงเส้นตรง (linear programming)

โปรแกรมเชิงเส้นตรง (linear programming) เป็นเทคนิคที่แก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ในขอบเขตที่กำหนด ความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการควรมีลักษณะเชิงเส้นตรง (โดยมากเป็นกำลังหนึ่ง) รูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้นตรงประกอบด้วย

- สมการเป้าหมาย
- สมการข้อจำกัด

# ตัวอย่าง

บริษัทต้องการพัฒนาสูตรอาหารอย่างหนึ่งโดยต้องการให้มีราคาต่ำสุด โดยมี ส่วนประกอบ X และ Y ในการพัฒนาสูตรอาหารนี้มีข้อจำกัดคือ ต้องการให้มิโปรตีนไม่ต่ำกว่า 8% และให้มิไขมันไม่ต่ำกว่า 15% และเหล็กไม่น้อยกว่า 15%

- สมการเป้าหมาย;  $z=0.02X+0.04Y$

- สมการข้อจำกัด

ปริมาณโปรตีน;  $0.10X+0.10Y \geq 0.08$

ปริมาณไขมัน;  $0.10X+0.30Y \geq 0.15$

ปริมาณเหล็ก;  $0.30X+0.10Y \geq 0.15$

$$X+Y=1$$

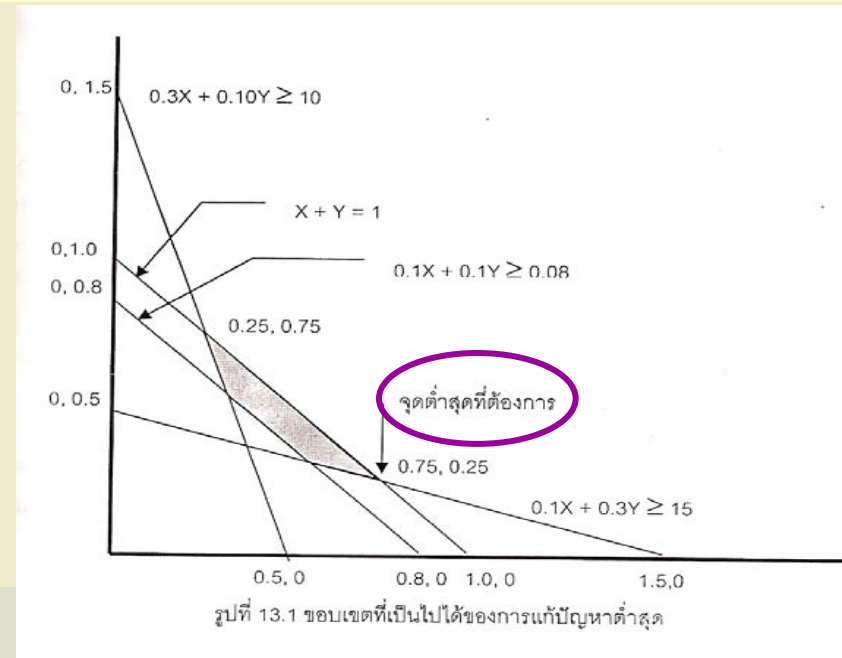
# โปรแกรมเชิงเส้นตรง (linear programming)

- สูตรอาหารใช้ X 75% Y 25%
- คิดเป็นราคา 2.5บาท/100กรัม

จากสมการ

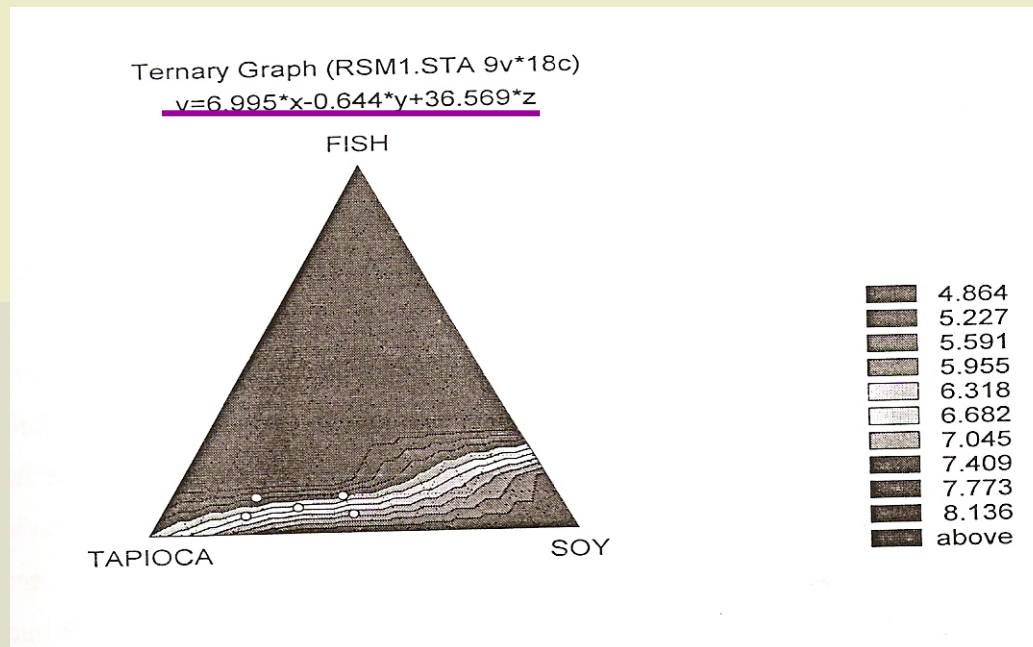
$$Z=0.02X+0.04Y$$

$$Z=0.02(0.75)+0.04(0.25)$$



# แผนการทดลองแบบผสม (mixture design)

- เป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาสูตรกรณีที่สูตรอาหารมีส่วนประกอบมากกว่า 1 ชนิด หลักการคือส่วนประกอบทั้งหมดรวมกันแล้วเป็น 1 (หรือ 100%) เมื่อส่วนผสมใดเปลี่ยนแปลง ส่วนประกอบที่เหลือในสูตรต้องมีการเปลี่ยนแปลงด้วย



# การทดลองแบบแฟคทอเรียล (factorial experiment)

เป็นการจัดการทดลองเพื่อให้ผู้ทดลองสามารถศึกษาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ได้ในเวลาเดียวกัน รวมทั้งสามารถศึกษาอิทธิกร่วม (Interaction) ของแต่ละปัจจัยที่มีต่อกันได้ นิยมใช้ในกรณีที่ต้องการศึกษาว่าปัจจัยใดที่มีอิทธิพลต่อค่าสังเกตอย่างแท้จริง และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัย จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสังเกตไปในลักษณะใด ความสัมพันธ์มักจะอยู่ในรูปสมการ

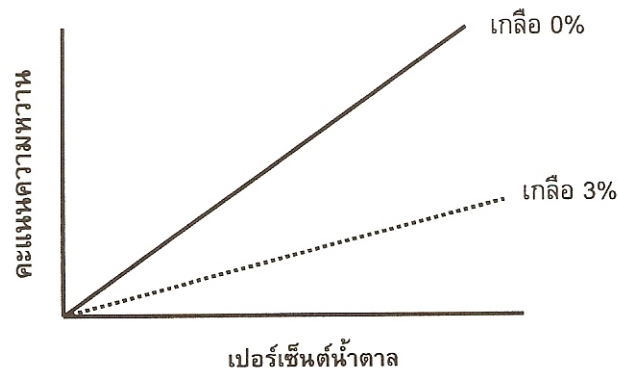
- $2^k$        $Y =$

- $3^k$        $Y =$



# ตัวอย่าง

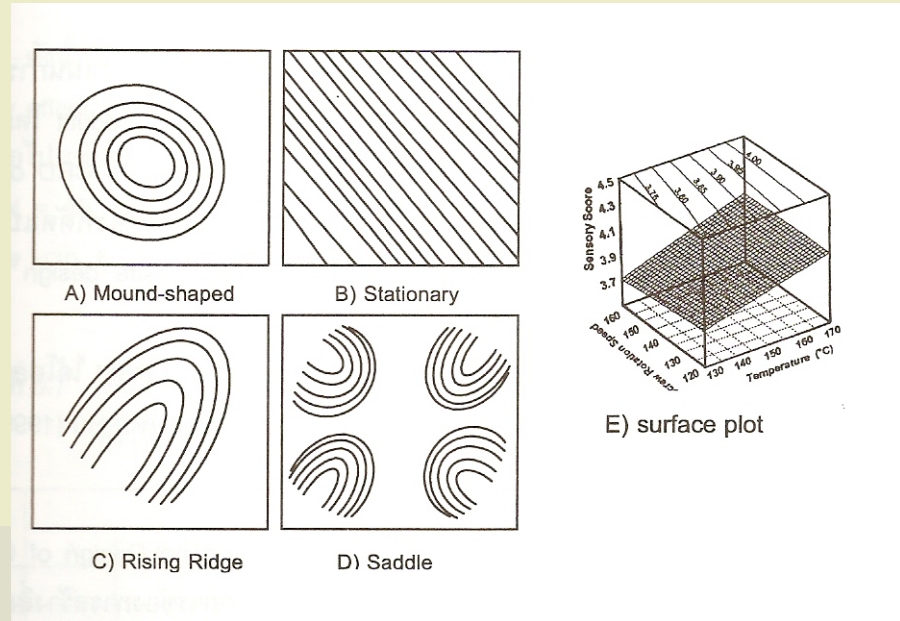
การศึกษาอิทธิพลของน้ำตาลและเกลือ พบว่า ปริมาณน้ำตาลและเกลือมีผลต่อค่าคะแนนความหวาน โดยเมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น ค่าคะแนนความหวานจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเพิ่มปริมาณเกลือที่ระดับน้ำตาลเดียวกันจะส่งผลให้ค่าคะแนนความหวานลดลง



ภาพที่ 5.2 อันตรกิริยาระหว่างน้ำตาลและเกลือต่อคะแนนความหวาน

# Response Surface Method (RSM)

- เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่สนใจ วิธีนี้จะใช้มากในการหาสูตร หรือสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการผลิต (optimization) สามารถศึกษาความสัมพันธ์ได้ทั้งในรูปเชิงเส้นตรง และเส้นโค้ง แต่ปัจจัยที่นำมาศึกษาไม่ควรมียุติพลร่วมต่อกัน

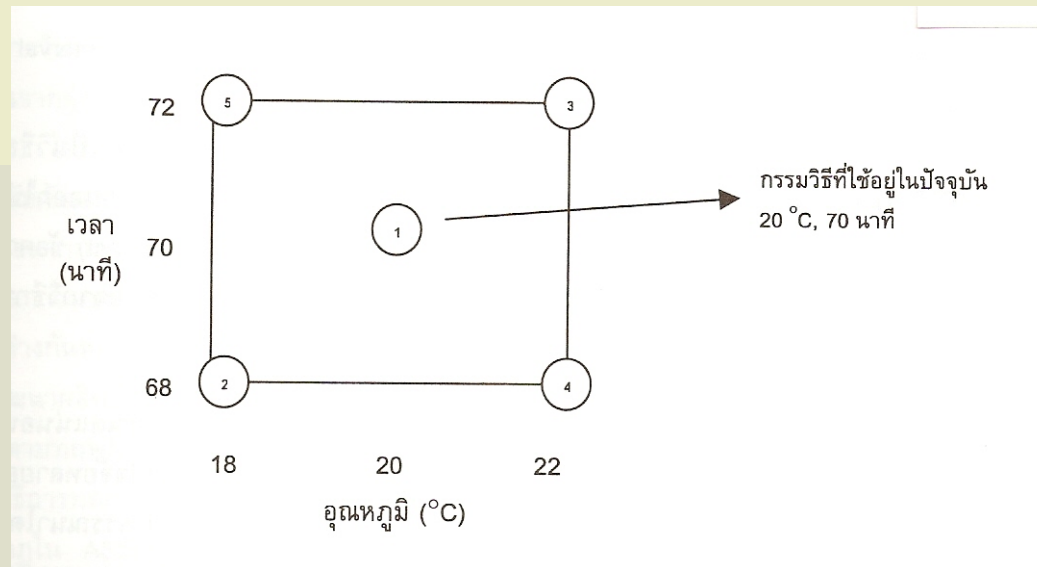


# การทดลองแบบ Planckett and Burman

- เป็นการศึกษาเพื่อคัดเลือกปัจจัย กรณีที่มีปัจจัยที่น่าจะส่งผลต่อค่าสังเกตหลายปัจจัย โดยทั่วไปนิยมใช้คัดเลือกปัจจัยตั้งแต่ 10-20 ปัจจัย ให้เหลือเพียง 1-4 ปัจจัย ซึ่งปัจจัยที่คัดเลือกมาต้องมีอิทธิพลต่อค่าสังเกตในระดับที่สูง (เมื่อปัจจัยเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจะทำให้ค่าสังเกตเปลี่ยนแปลงทันที) ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดลอง

# วิธีการแบบ EVOP

- เป็นการวางแผนการทดลองที่ดัดแปลงการทดลองแบบแฟคทอเรียล โดยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เล็กน้อยในขอบเขตที่ยอมรับได้ ประหยัดค่าใช้จ่ายในการทดลอง แต่ใช้เวลาทดลองนาน



# การใช้คอมพิวเตอร์ในการพัฒนากระบวนการผลิต

การออกแบบและพัฒนากระบวนการมีเป้าหมายเพื่อให้ได้กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ (ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและประหยัด) การออกแบบสถานะของกระบวนการที่เหมาะสมนั้นคือการทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บนานที่สุด โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพน้อยที่สุด

# ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนากระบวนการผลิต

## ประกอบด้วย

- ▣ การออกแบบแผนผังของกระบวนการ (process flow diagram)
- ▣ การวิเคราะห์สมดุลมวลและพลังงานในกระบวนการ
- ▣ การเลือกประเภทและขนาดความจุของเครื่องมือ
- ▣ การวิเคราะห์ผลกำไรของกระบวนการ

# การวิเคราะห์สมดุลมวลและพลังงานในกระบวนการ

ในอุตสาหกรรมอาหารสมดุลมวลมักคำนวณจากสมดุลขององค์ประกอบต่างๆ ในอาหารเช่น ไขมัน ความชื้น เกลือ โปรตีน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ เป็นต้น สำหรับสมดุลพลังงานมักจะคำนึงพลังงานความร้อน เอนทัลปี (enthalpy) ความร้อนจำเพาะ (specific heat)

# การเลือกประเภทและขนาดความจุของเครื่องมือ

การเลือกขนาดของเครื่องมือต้องสอดคล้องกับกำลังการผลิตและขนาดโรงงาน ซึ่งขนาดของเครื่องมือมีความสัมพันธ์โดยตรงกับต้นทุนของเครื่องมือ ต้นทุนความจุของเครื่องมือสามารถประมาณได้คร่าวๆ โดยใช้สมการ Guthrie

$$C = C_0 \left( \frac{M}{M_0} \right)^n$$

โดย  $C$  และ  $C_0$  คือต้นทุนของเครื่องมือที่ขนาดความจุ  $M$  และ  $M_0$

$n$  คือ ดรรชนีสเกล



# การวิเคราะห์ผลกำไรของกระบวนการ

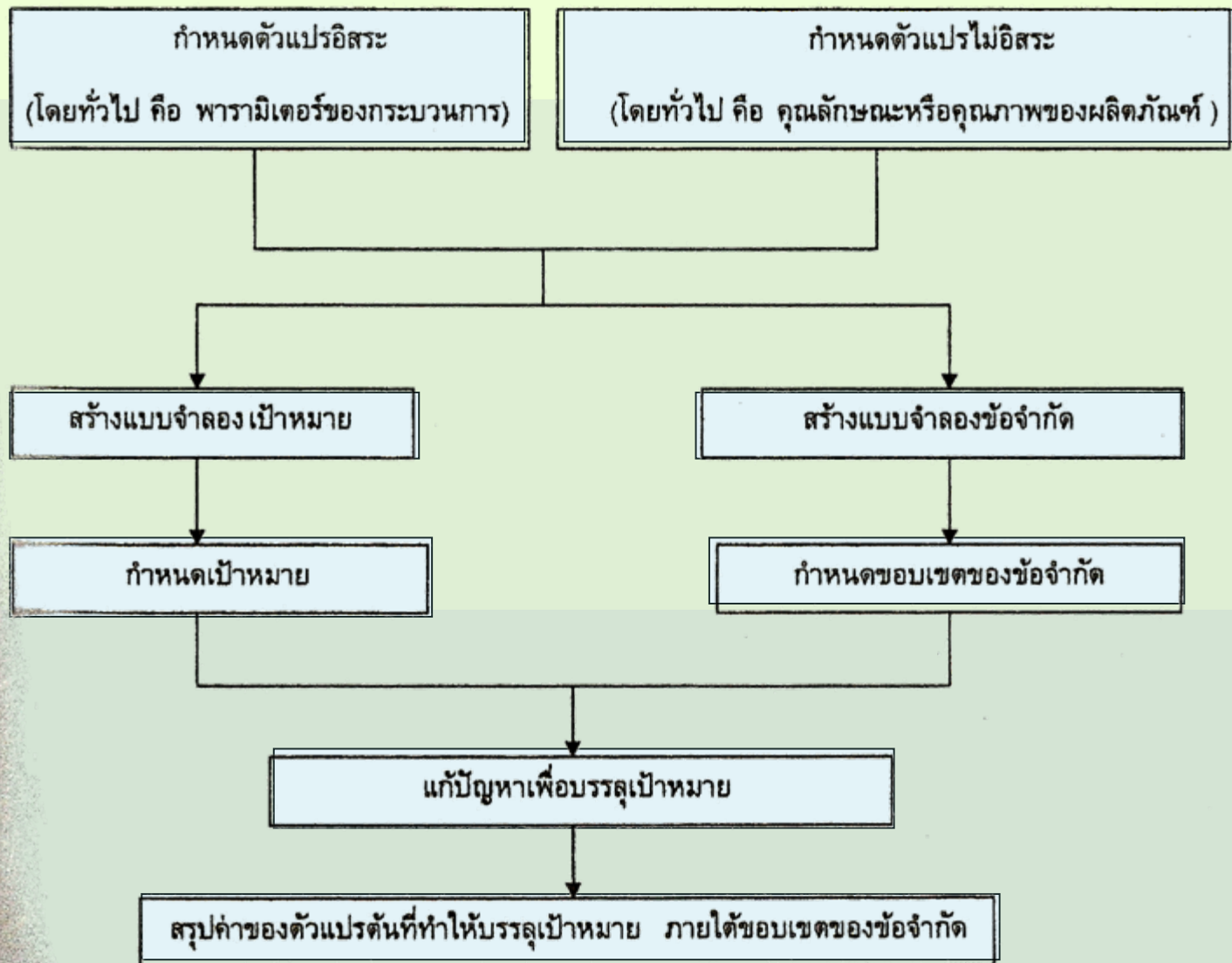
ต้นทุนของกระบวนการประกอบด้วย ต้นทุนของการลงทุน (investment capital cost) แบ่งเป็น ต้นทุนคงที่ (fix cost) และ ต้นทุนผันแปร (working cost) สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือระยะเวลาคืนทุน (Return on investment; ROI)

# การออกแบบสถานะการผลิตที่เหมาะสม

การออกแบบสถานะที่เหมาะสมของกระบวนการ (process optimization) สามารถทำได้โดยนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยทั่วไปจะเป็นแบบจำลองเอมพิริคัล ที่อธิบายอิทธิพลของกระบวนการ เช่น

- แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบขนมปัง ต่อกาเกิดเจลาตีในเซชั่น และการเกิดสีของเปลือกขนมปัง
- แบบจำลองแสดงการยับยั้งแบบคทีเรีย จากกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ

# ขั้นตอนการใช้คอมพิวเตอร์ในการพัฒนากระบวนการผลิต



# ตัวอย่าง

การออกแบบกระบวนการอบขนมปังแซนวิช โดยต้องออกแบบกระบวนการอบให้มีการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการอบน้อยที่สุด(เป้าหมาย) โดยพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความเร็วลม และเวลาในการอบ ซึ่งถ้าปรับพารามิเตอร์เพื่อให้สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ก็จะทำให้กระทบต่อคุณลักษณะของขนมปัง จึงต้องหากระบวนการที่ทำให้ขนมปังสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดแต่ยังมีสีและเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคชอบได้ (ข้อจำกัด)

# สร้างแบบจำลอง

แบบจำลองเป้าหมาย

$$weight\_loss = 0.05T + 0.03v + 0.02t$$

แบบจำลองข้อจำกัด

$$crust\_color = 120 - 0.03T - 0.02v - 0.05t$$

$$crumb\_temperature = 10 + 0.45T + 0.02v + 0.30t$$

$$hardness = 1 \times 10^{-5} (10T^2 + 40v^2 + 8t^2 + 2Tv + 4Tt + 60vt + 20T + 20v + 20t + 2 \times 10^4)$$

# กำหนดเป้าหมาย

เป้าหมาย คือ สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด

$$\Rightarrow \text{minimize } 0.05T + 0.03v + 0.02t$$

## กำหนดขอบเขตข้อจำกัด

ก. สีเปลือกด้านบน ควรมีค่าตั้งแต่ 50-60

$$\Rightarrow 50 \leq (120 - 0.03T - 0.02v - 0.05t) \leq 60$$

ข. อุณหภูมิของเนื้อขนมปังมีค่าตั้งแต่  $95^{\circ}\text{C}$  ขึ้นไป

$$\Rightarrow (10 + 0.45T + 0.02v + 0.30t) \geq 95$$

ค. เนื้อสัมผัสควรมีค่าตั้งแต่ 3-5 นิวตัน

$$\Rightarrow 3 \leq [1 \times 10^{-5} (10T^2 + 40v^2 + 8t^2 + 2Tv + 4Tt + 60vt + 20T + 20v + 20t + 2 \times 10^4)] \leq 5$$

# สถิติขั้นสูงในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์

สถิติขั้นสูงถูกนำมาใช้มากขึ้นในงานด้านประเมินทางประสาทสัมผัส และการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภค เนื่องจากเกี่ยวข้องกับตัวแปรหลายตัวแปร ที่สถิติทั่วไปไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ วิธีที่นิยมใช้ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ และงานวิจัยทางการตลาด เช่น

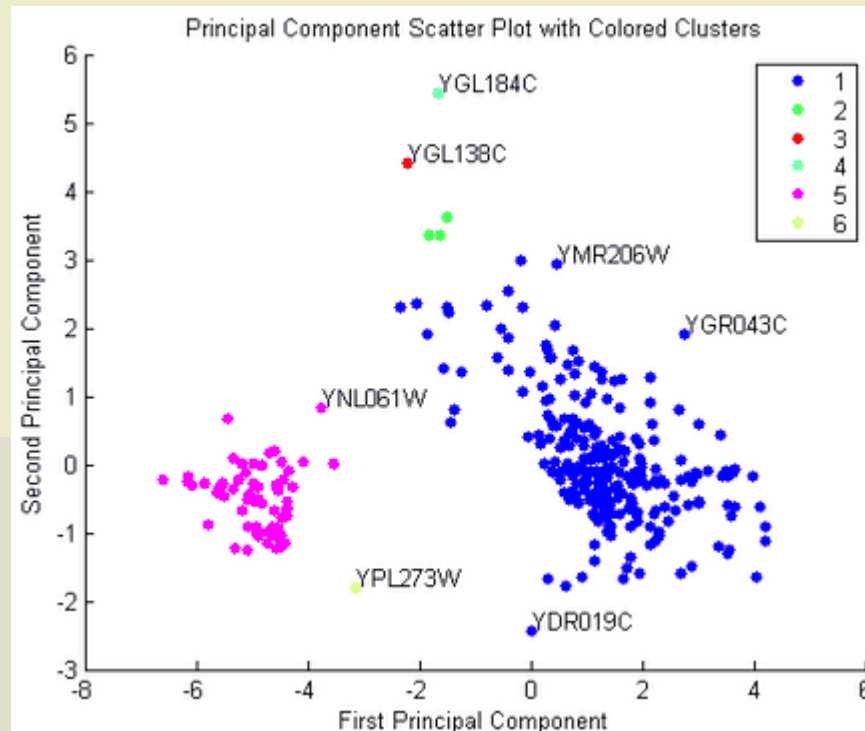


# ตัวอย่างสถิติขั้นสูงที่นิยมใช้ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์

- การวิเคราะห์องค์ประกอบ (principle component analysis, PCA)
- การวิเคราะห์ปัจจัย (factor analysis, FA)
- การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ (multiple regression analysis)
- การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (cluster analysis)
- การวิเคราะห์ร่วม (conjoint analysis)
- การวิเคราะห์แบบหลายมิติ (multidimensional scaling, MDS)

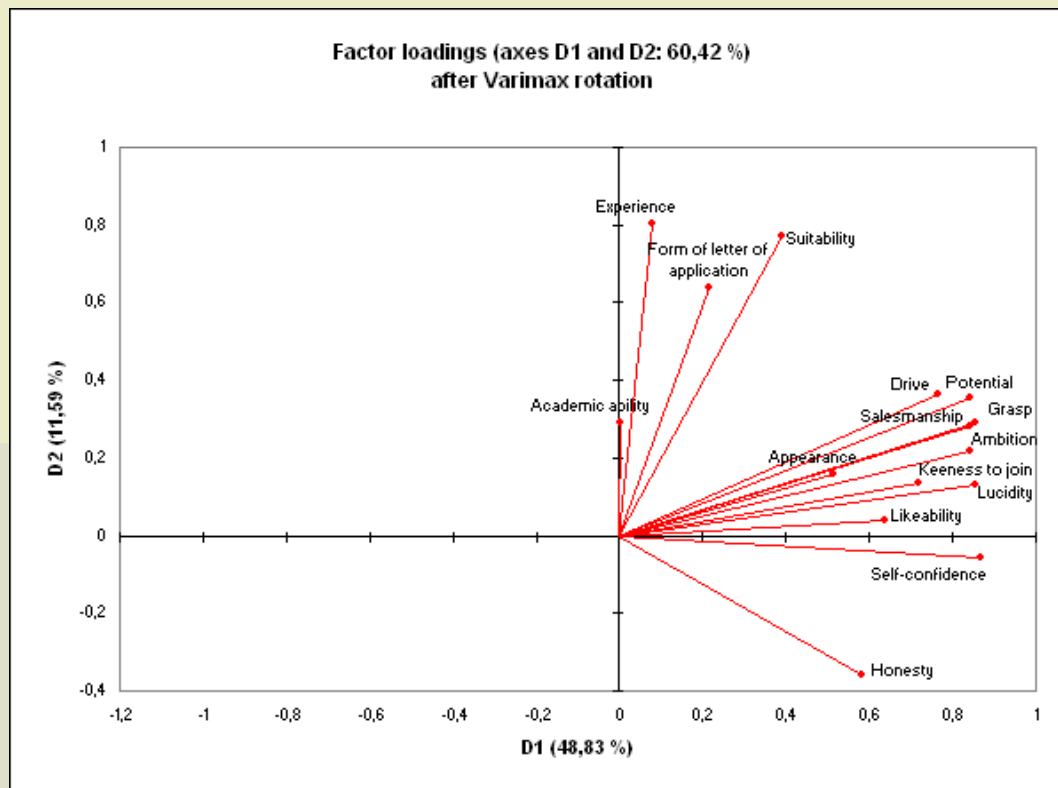
# ตัวอย่างสถิติขั้นสูงที่นิยมใช้ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์

- การวิเคราะห์องค์ประกอบ (principle component analysis, PCA)



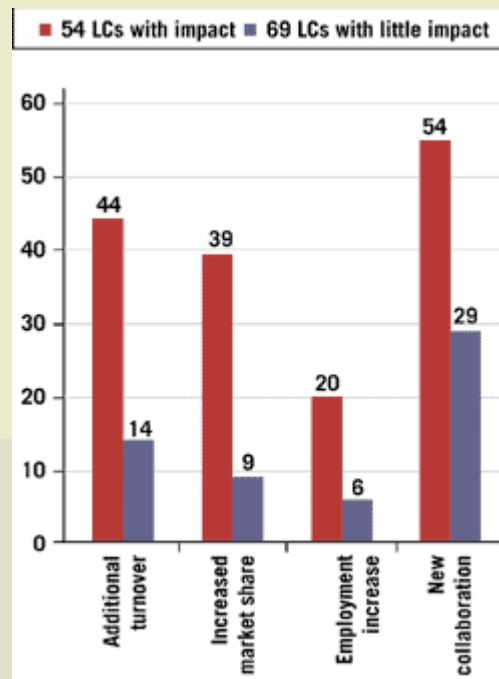
# ตัวอย่างสถิติขั้นสูงที่นิยมใช้ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์

- การวิเคราะห์ปัจจัย (factor analysis, FA)



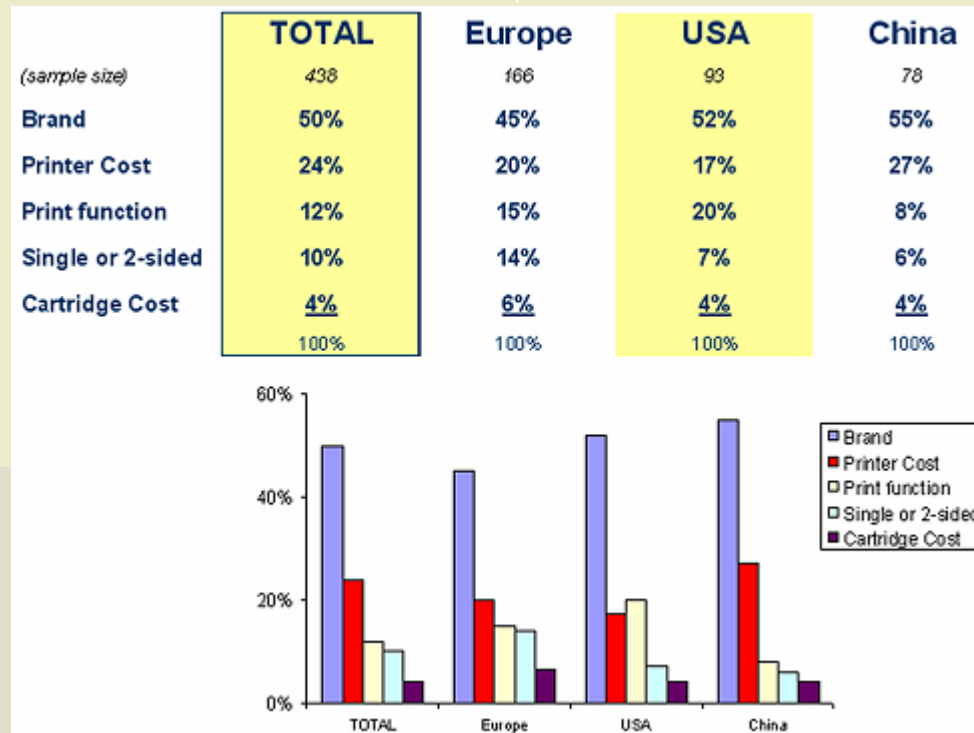
# ตัวอย่างสถิติขั้นสูงที่นิยมใช้ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์

- การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (cluster analysis)



# ตัวอย่างสถิติขั้นสูงที่นิยมใช้ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์

## การวิเคราะห์พร้อม (conjoint analysis)



# ตัวอย่างสถิติขั้นสูงที่นิยมใช้ในงานพัฒนาผลิตภัณฑ์

- การวิเคราะห์แบบหลายมิติ (multidimensional scaling, MDS)

