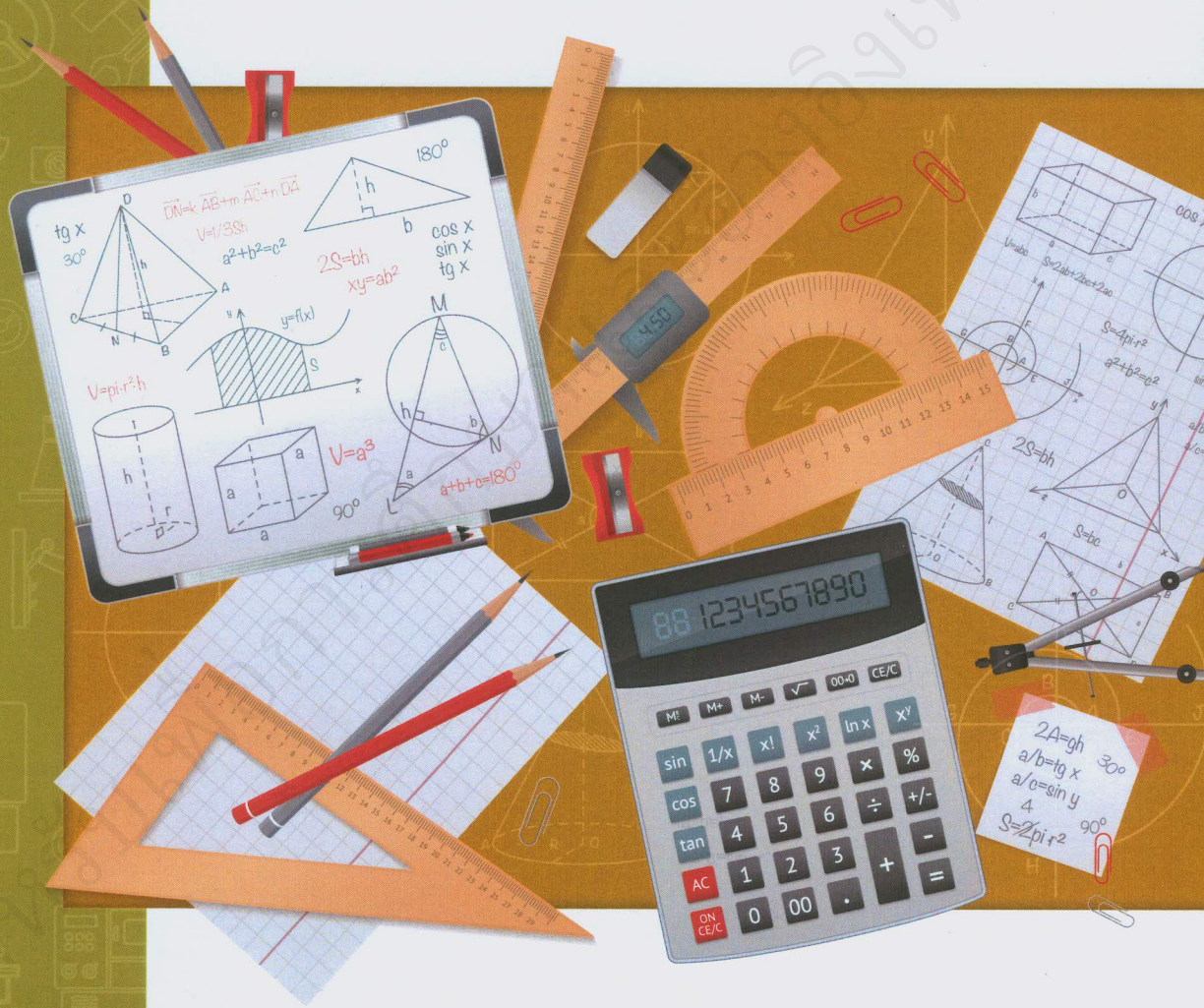
ทุนส่งเสริม
การผลิตตำรา

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

Applied Mathematics in Food Manufacturing



รศ. ดร.ภัทรียา ลาสุนนท์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ห้องสมุดสาขาโชติเวช
201021418

คำนำ

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

"คณิตศาสตร์" มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนางานทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร เช่น พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมอาหาร การแปรรูปอาหาร กระบวนการผลิตอาหาร การวิเคราะห์วางแผนระบบงานในอุตสาหกรรมอาหาร การประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัส และ กระบวนการสกัดสาร เป็นต้น หนังสือ **คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร** เล่มนี้ ให้ความสำคัญกับการนำทฤษฎีคณิตศาสตร์สมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านนี้อย่างเป็นรูปธรรม ผู้เขียนได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์การสอน การทำวิจัย เอกสาร หนังสือและตำราที่เกี่ยวข้อง มุ่งเน้นให้เห็นถึงตัวอย่างการประยุกต์และการจำลองแบบปัญหาที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร โดยการนำเอาหลักการ ทฤษฎี นิยาม และระเบียบวิธีทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งภายในเล่มจะประกอบด้วยเนื้อหา 5 บท

บทที่ 1 *หน่วยและมิติการวัด* เป็นคณิตศาสตร์พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมอาหาร บทที่ 2 *สมการเชิงเส้น* เป็นระบบสมการเส้นตรงที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณงาน สัดส่วนของผสมในการแปรรูปอาหาร บทที่ 3 *กำหนดการเชิงเส้น* ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาค่าเหมาะสมที่สุด เป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอย่างจำกัด เพื่อให้คุ้มค่าเกิดประโยชน์สูงสุดในกระบวนการผลิตอาหาร บทที่ 4 *ทฤษฎีกราฟ* เป็นการจำลองแบบปัญหาแนวใหม่ด้วยจุดและเส้น เพื่อให้มองเห็นภาพปัญหาและความเชื่อมโยงที่ชัดเจนขึ้นในการวิเคราะห์และวางแผนระบบงานในอุตสาหกรรมอาหาร บทที่ 5 *เซตวิภัชนัย* (ฟัซซีเซต) เป็นคณิตศาสตร์สมัยใหม่ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอาหาร ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส รวมถึงการเลือกสภาวะการสกัดสารออกฤทธิ์ทางธรรมชาติที่ดีที่สุด

ผู้เขียนหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเอื้อประโยชน์แก่วิชาชีพนักเทคโนโลยีอาหาร นักวิทยาศาสตร์อาหาร นักโภชนาการและผู้ประกอบการอาหาร อาจารย์/นักศึกษาสาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ เทคโนโลยีอาหาร อุตสาหกรรมเกษตร วิศวกรรมอาหาร และสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้สนใจได้มากตามสมควร ในการนี้ขอขอบคุณสำนักนวัตกรรมการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการสนับสนุนทุนผลิตหนังสือเล่มนี้ หากมีความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นด้วยสาเหตุใดก็ตาม ผู้เขียนขออ้อมรับและยินดีนำไปปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป ด้วยความเคารพยิ่ง

ภัทรียา ลาสุนนท์

กุมภาพันธ์ 2565

สารบัญ

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

คำนำ ก

สารบัญรูป ช

สารบัญตาราง ฎ

บทที่ 1 หน่วยและมิติการวัดในอุตสาหกรรมอาหาร 1

1.1 หน่วยและมิติการวัด 2

1.1.1 หน่วยวัดในระบบเมตริก (หน่วย SI) 3

1.1.2 หน่วยวัดในระบบอังกฤษ 6

1.1.3 หน่วยวัดมาตรฐานแห่งชาติ (ไทย) 7

1.1.4 การเปรียบเทียบมาตราวัด 9

1.2 การแปลงหน่วยวัด 12

1.2.1 การแปลงหน่วยวัดเวลา 12

1.2.2 การแปลงหน่วยอุณหภูมิ 14

1.2.3 การแปลงหน่วยโดยใช้คำนำหน้าหน่วย 16

1.2.4 การแปลงหน่วยวัดระหว่างระบบ 22

1.3 หน่วยวัดสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร 24

1.4 การใช้หน่วยวัดในอุตสาหกรรมอาหาร 25

สรุปแนวคิดรวบยอดบทที่ 1 29

แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1 30

บทที่ 2 สมการเชิงเส้นและการประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร 33

2.1 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 34

2.1.1 กราฟสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 35

"สำหรับการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น"

2.1.2 การหาผลเฉลยของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 36
2.1.3 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในอุตสาหกรรมอาหาร 37
2.2 สมการเชิงเส้นสองตัวแปร 41
2.2.1 กราฟสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 41
2.2.2 ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 44
2.2.3 สมการเชิงเส้นสองตัวแปรในอุตสาหกรรมอาหาร 47
2.3 สมการเชิงเส้นหลายตัวแปร 50
2.3.1 ระบบสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร 50
2.3.2 การหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร 55
2.3.3 สมการเชิงเส้นหลายตัวแปรในอุตสาหกรรมอาหาร 62
สรุปแนวคิดรวบยอดบทที่ 2 71
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2 72

บทที่ 3 กำหนดการเชิงเส้นและการประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร 75
3.1 ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น 76
3.2 การจำลองแบบปัญหากำหนดการเชิงเส้น 81
3.3 ผลเฉลยของตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น 90
3.3.1 ผลเฉลยมูลฐาน 91
3.3.2 ผลเฉลยที่เป็นไปได้ 94
3.3.3 ผลเฉลยที่เหมาะสม 95
3.4 ระเบียบวิธีหาผลเฉลยกำหนดการเชิงเส้น 101
3.4.1 ระเบียบวิธีซิมเพลกซ์สำหรับปัญหาค่าสูงสุด 102
3.4.2 ระเบียบวิธีซิมเพลกซ์สำหรับปัญหาค่าต่ำสุด 112
3.4.3 ระเบียบวิธีซิมเพลกซ์ของตัวแบบรูปแบบอื่นๆ 119
สรุปแนวคิดรวบยอดบทที่ 3 127
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3 128

บทที่ 4 ทฤษฎีกราฟและการจำลองแบบในอุตสาหกรรมอาหาร 133
4.1 ทฤษฎีกราฟและการจำลองแบบปัญหา 134
4.1.1 ทฤษฎีกราฟขั้นแนะนำ 135

4.1.2 การจำลองแบบปัญหาด้วยกราฟไม่ระบุทิศทาง 139
4.2 กราฟพื้นฐานและการจำลองแบบปัญหา 143
4.2.1 กราฟพื้นฐานสำคัญ 144
4.2.2 การจำลองแบบปัญหาด้วยกราฟพื้นฐาน 150
4.3 กราฟถ่วงน้ำหนักและการจำลองแบบปัญหา 152
4.3.1 กราฟต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุด 153
4.3.2 การจำลองแบบปัญหาด้วยกราฟถ่วงน้ำหนัก 160
4.4 กราฟระบุทิศทางและการจำลองแบบปัญหา 164
4.4.1 พื้นฐานกราฟระบุทิศทาง 164
4.4.2 การจำลองแบบปัญหาข่ายงานระบุทิศทาง 168
สรุปแนวคิดรวบยอดบทที่ 4 189
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4 190

บทที่ 5 เซตวิภัชนัย (ฟัซซีเซต)และการประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร 193
5.1 เซตวิภัชนัยขั้นแนะนำ 194
5.1.1 ความหมายของเซตวิภัชนัย 194
5.1.2 ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก 198
5.2 ฟัซซีลอจิกกับการตัดสินใจ 207
5.2.1 โครงสร้างพื้นฐานการทำงานของฟัซซีลอจิก 208
5.2.2 ลักษณะปัญหากับการตัดสินใจ 210
5.3 ระเบียบวิธีวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภัชนัย 212
5.3.1 การกำหนดค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ 213
5.3.2 การแปลงข้อมูลให้เป็นฟัซซี 225
5.3.3 การคำนวณค่าดัชนีโดยรวม 233
5.4 การประยุกต์ใช้ระเบียบวิธี FAM ในอุตสาหกรรมอาหาร 236
5.4.1 การวิเคราะห์ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วย FAM 236
5.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารด้วย FAM 243
5.4.3 การวิเคราะห์สภาวะการสกัดสารสกัดธรรมชาติด้วย FAM 247
สรุปแนวคิดรวบยอดบทที่ 5 251
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5 252

" สำหรับนักศึกษาใช้ในการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น "

ภาคผนวก 255

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1 257

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2 258

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3 259

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4 261

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5 263

บรรณานุกรม 265

ดัชนี 271

@@@@@@@@@@@@@@@@@@

" สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น "

สารบัญรูป

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

บทที่ 1 หน่วยและมิติการวัดในอุตสาหกรรมอาหาร

รูปที่ 1.1 ระดับมาตรฐานการอ้างอิงผลสอบเทียบย้อนกลับ 7
รูปที่ 1.2 การแปลงหน่วยวัดเวลา 12
รูปที่ 1.3 การแปลงสัญลักษณ์คำนำหน้าหน่วยเป็นเลขยกกำลัง 16
รูปที่ 1.4 การแปลงเลขยกกำลังเป็นสัญลักษณ์คำนำหน้าหน่วย 17
รูปที่ 1.5 การแปลงหน่วยจากสัญลักษณ์เป็นสัญลักษณ์ 18
รูปที่ 1.6 การแปลงหน่วยอนุพันธ์ 20
รูปที่ 1.7 การแปลงหน่วยอนุพันธ์มากกว่าหนึ่งหน่วย 21

บทที่ 2 สมการเชิงเส้นและการประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

รูปที่ 2.1 กราฟสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว x=3 35
รูปที่ 2.2 กราฟสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว y=3 36
รูปที่ 2.3 กราฟสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 2x-3y=6 42
รูปที่ 2.4 ลักษณะความชันกราฟเส้นตรงของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 42
รูปที่ 2.5 กราฟสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่ขนานกัน 43
รูปที่ 2.6 กราฟสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่ตั้งฉากกัน 44
รูปที่ 2.7 กราฟระบบสมการเชิงเส้นที่มีเพียงคำตอบเดียว 45
รูปที่ 2.8 กราฟระบบสมการเชิงเส้นที่มีหลายคำตอบ 46
รูปที่ 2.9 กราฟแสดงการใช้น้ำในโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารแห่งหนึ่ง 48
รูปที่ 2.10 แผนภาพแสดงการวิเคราะห์ผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น 52
รูปที่ 2.11 ปริมาณวัตถุดิบไหลเข้า-ออกในระบบทางเดียวของโรงงานแห่งหนึ่ง 66
รูปที่ 2.12 ระบบท่อส่งน้ำอ้อยในกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย 68

" สำหรับการศึกษาเพื่อการค้นคว้าและอ้างอิงเท่านั้น "

บทที่ 3 กำหนดการเชิงเส้นและการประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

รูปที่ 3.1 เซตนูน (a) และเซตที่ไม่ใช่เซตนูน (b) 90
รูปที่ 3.2 จุดสุดขีดของเซตนูน C 90
รูปที่ 3.3 กราฟแสดงพิกัดจุดสุดขีดของเซตผลเฉลยที่เป็นไปได้ 95
รูปที่ 3.4 กราฟแสดงพื้นที่คำตอบปัญหาการผลิตอาหารเสริม 98
รูปที่ 3.5 กราฟแสดงพื้นที่คำตอบปัญหาการสกัดสารลูทีนจากดอกดาวเรือง 99
รูปที่ 3.6 ลำดับขั้นตอนของระเบียบวิธีซิมเพลกซ์ 102
รูปที่ 3.7 การหาผลเฉลยกำหนดการเชิงส้นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป LINDO 6.1 125
รูปที่ 3.8 ผลเฉลยตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น LINDO-Report 125

บทที่ 4 ทฤษฎีกราฟและการจำลองแบบในอุตสาหกรรมอาหาร

รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงเส้นทางเชื่อมโยงระหว่างอาคาร 134
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างกราฟไม่ระบุทิศทาง 135
รูปที่ 4.3 แผนผังห้องในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร 140
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงแผนที่จังหวัดหนองคาย 142
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างกราฟวัฏจักร $C_3 - C_6$ 145
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างกราฟต้นไม้ T_1 และกราฟที่ไม่เป็นกราฟต้นไม้ T_2 146
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของกราฟเชื่อมโยง กราฟต้นไม้และกราฟวัฏจักร 149
รูปที่ 4.8 กราฟข่ายงานการเชื่อมโยงสายไฟฟ้าระหว่างอาคารภายในโรงงาน 150
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงสายพานลำเลียงผลิตภัณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพอาหาร 151
รูปที่ 4.10 ตัวอย่างกราฟถ่วงน้ำหนัก 153
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างกราฟ H ต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุดของกราฟ G 154
รูปที่ 4.12 โครงสร้างกราฟระบุทิศทางอย่างง่าย 164
รูปที่ 4.13 กราฟระบุทิศทางแสดงการส่งข้อมูลในคอมพิวเตอร์ 165
รูปที่ 4.14 ตัวอย่างโครงสร้างกราฟระบุทิศทางแบบถ่วงน้ำหนัก 167
รูปที่ 4.15 ขั้นตอนการทำซ้ำในการหาระยะทางที่สั้นที่สุด 169

บทที่ 5 เซตวิภัชนัย (ฟัซซีเซต)และการประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

รูปที่ 5.1 ค่าความเป็นสมาชิกแทนความอ้วนในรูปเซตทวินัยและเซตวิภัชนัย 195
รูปที่ 5.2 ค่าความเป็นสมาชิกแทนความสูงในรูปเซตทวินัยและเซตวิภัชนัย 196

รูปที่ 5.3 สภาพอากาศและค่าความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัย 197
รูปที่ 5.4 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัยรูปสามเหลี่ยม 199
รูปที่ 5.5 เซตวิภัชนัยรูปสามเหลี่ยม $a=4,\ b=10,\ c=16$ 200
รูปที่ 5.6 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัยรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 200
รูปที่ 5.7 เซตวิภัชนัยรูปสี่เหลี่ยมคางหมู $a=0,\ b=4,\ c=10,\ d=14$ 201
รูปที่ 5.8 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัยรูปเกาส์เซียน 202
รูปที่ 5.9 เซตวิภัชนัยรูปเกาส์เซียน $c=5,\ \sigma=1$ 202
รูปที่ 5.10 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัยรูประฆังคว่ำ 203
รูปที่ 5.11 เซตวิภัชนัยรูประฆังคว่ำ $a=2,\ b=4,\ c=5$ 204
รูปที่ 5.12 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัยรูปตัวเอส 204
รูปที่ 5.13 เซตวิภัชนัยรูปตัวเอส $a=2,\ b=8$ 205
รูปที่ 5.14 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัยรูปตัวแซด 205
รูปที่ 5.15 เซตวิภัชนัยรูปตัวแซด $a=2,\ b=8$ 206
รูปที่ 5.16 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัยที่มีบางส่วนซ้อนทับกัน 207
รูปที่ 5.17 เปรียบเทียบระหว่างตรรกะแบบบูลีนและตรรกะแบบคลุมเครือ 208
รูปที่ 5.18 โครงสร้างพื้นฐานการทำงานของฟัซซีลอจิก 209
รูปที่ 5.19 ระบบฟัซซีลอจิกควบคุมการทำงานของพัดลม 209
รูปที่ 5.20 ลักษณะปัญหาสำหรับการตัดสินใจ 211
รูปที่ 5.21 ขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภัชนัย (FAM Algorithm) 213
รูปที่ 5.22 เกณฑ์ระดับคุณภาพแบบวิภัชนัยรูปสามเหลี่ยม 225
รูปที่ 5.23 เกณฑ์ระดับคุณภาพแบบวิภัชนัยรูปตัวเอส 226
รูปที่ 5.24 เกณฑ์ระดับคุณภาพแบบวิภัชนัยรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 227
รูปที่ 5.25 การส่งสเกลค่าคะแนนระดับคุณภาพแบบวิภัชนัย 228
รูปที่ 5.26 การแปลงค่าคะแนนประสิทธิภาพ 230

@@@@@@@@@@@@@@@@@@

" สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยอ่างทอง "

สารบัญตาราง

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

บทที่ 1 หน่วยและมิติการวัดในอุตสาหกรรมอาหาร

ตารางที่ 1.1 หน่วยฐานในระบบ SI 3
ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างหน่วยอนุพันธ์ระบบ SI ในอุตสาหกรรมอาหาร 5
ตารางที่ 1.3 คำอุปสรรคหรือคำนำหน้าหน่วยในระบบ SI (SI Prefix) 6
ตารางที่ 1.4 หน่วยวัดปริมาณมาตรฐานแห่งชาติ (ไทย) 8
ตารางที่ 1.5 หน่วยวัดในปฏิบัติการสำคัญทางอุตสาหกรรมอาหาร 24

บทที่ 2 สมการเชิงเส้นและการประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

ตารางที่ 2.1 จำนวนเค้กแต่ละขนาดที่พนักงานแต่ละตำแหน่งผลิตได้ต่อวัน 62
ตารางที่ 2.2 จำนวนชั่วโมงที่เครื่องจักรใช้ในการผลิตสินค้าต่อชิ้น 64

บทที่ 3 กำหนดการเชิงเส้นและการประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

ตารางที่ 3.1 รูปทั่วไปตารางซิมเพลกซ์เริ่มต้นสำหรับตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น 103

บทที่ 4 ทฤษฎีกราฟและการจำลองแบบในอุตสาหกรรมอาหาร

ตารางที่ 4.1 ความยาวของถนนเชื่อมระหว่างอาคารภายในโรงงานแห่งหนึ่ง 162
ตารางที่ 4.2 แสดงระยะเวลาของงานหรือกิจกรรมที่ต้องทำก่อนและหลัง 168
ตารางที่ 4.3 ลำดับงานและระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว 179

บทที่ 5 เซตวิภัชนัย (ฟัซซีเซต)และการประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

ตารางที่ 5.1 ค่าความเป็นสมาชิกระดับความสูงในรูปเซตทวินัยและเซตวิภัชนัย 197
ตารางที่ 5.2 การกำหนดค่าน้ำหนักด้วยวิธีการจัดลำดับจากผู้ตัดสินใจคนเดียว 214
ตารางที่ 5.3 การกำหนดค่าน้ำหนักด้วยวิธีการจัดลำดับจากผู้ตัดสินใจหลายคน 215
ตารางที่ 5.4 ค่าความถี่ระดับความสำคัญของเกณฑ์พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น 216
ตารางที่ 5.5 ค่าน้ำหนักของเกณฑ์การทดสอบโดยวิธีการจัดลำดับ 217

" สำหรับนักศึกษาใช้ประกอบการเรียนการสอนเท่านั้น "

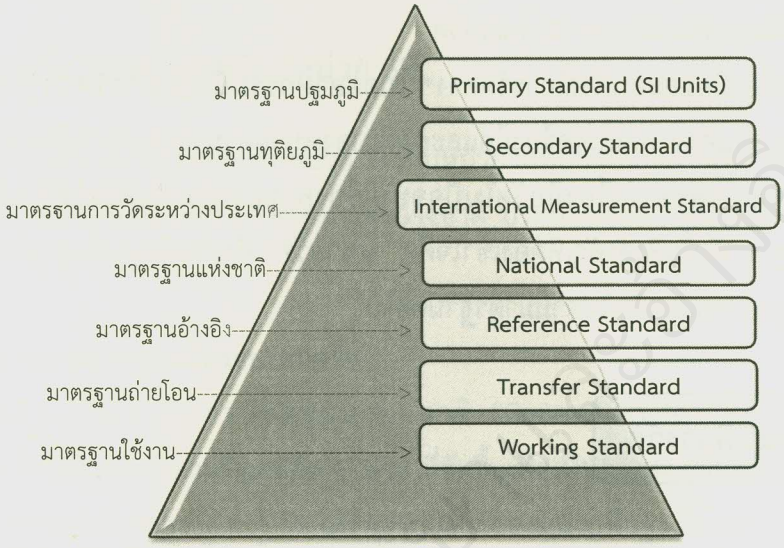
ตารางที่ 5.6 สเกลการเปรียบเทียบระดับความสำคัญรายคู่ 218
ตารางที่ 5.7 Random Inconsistency Indices (RI) 219
ตารางที่ 5.8 การแปลงผลเปรียบเทียบหลักเกณฑ์รายคู่ในรูปแบบสเกลตัวเลข 220
ตารางที่ 5.9 ระดับความสำคัญของแต่ละคู่เกณฑ์การประเมินภาพรวม 221
ตารางที่ 5.10 ระดับความสำคัญของแต่ละคู่เกณฑ์การประเมินคุณภาพ 223
ตารางที่ 5.11 ค่าพารามิเตอร์เกณฑ์ระดับคุณภาพแบบวิภัชนัยรูปสามเหลี่ยม 226
ตารางที่ 5.12 ค่าพารามิเตอร์เกณฑ์ระดับคุณภาพแบบวิภัชนัยรูปตัวเอส 227
ตารางที่ 5.13 ค่าพารามิเตอร์เกณฑ์ระดับคุณภาพแบบวิภัชนัยรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 228
ตารางที่ 5.14 สเกลกำหนดระดับความชอบแบบฮีโดนิก 237
ตารางที่ 5.15 ความถี่ผลการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋นผสมสาหร่ายไข่ผำ 239
ตารางที่ 5.16 ข้อมูลระดับคุณภาพเชิงวิภัชนัยตัวอย่างข้าวแต๋นผสมสาหร่ายไข่ผำ 241
ตารางที่ 5.17 คะแนนเฉลี่ยผลประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร 244
ตารางที่ 5.18 ข้อมูลระดับคุณภาพเชิงวิภัชนัยผลประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร 246
ตารางที่ 5.19 ผลการสกัดสารเพคตินจากเปลือกแก้วมังกรด้วยเทคนิคไมโครเวฟ 248
ตารางที่ 5.20 ข้อมูลระดับคุณภาพเชิงวิภัชนัยผลการสกัดสารเพคติน 249

@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@

" สำหรับเพื่อการศึกษาเท่านั้น "

หน่วยและมิติการวัด
ในอุตสาหกรรมอาหาร

1



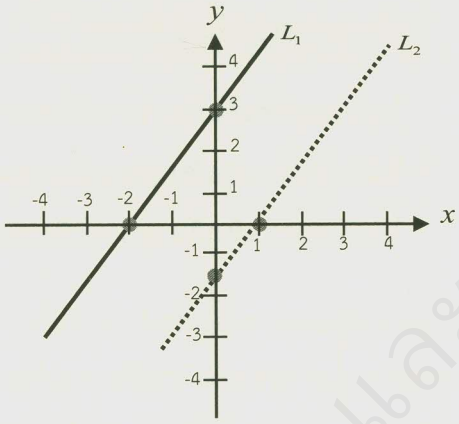
ในสถานประกอบการหรือโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ประกอบด้วยเครื่องมือวัดในหน่วยปฏิบัติการต่างๆ ที่สำคัญ เช่น กระบวนการกลั่น การสกัด การตกผลึก การผสม การแยกทางกล การตกตะกอน หรือการกรอง ดังนั้นในการเลือกใช้เครื่องมือให้ถูกต้องกับ **"หน่วยวัดปริมาณ"** จึงถือเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญของผู้ปฏิบัติงานทางด้านนี้ และหากมีข้อจำกัดเรื่องเครื่องมือก็จำเป็นต้องทราบถึงวิธีการแปลงหน่วยวัดเพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือที่มีในแต่ละปฏิบัติการได้อย่างมีมาตรฐาน ถูกต้องและเที่ยงตรงกับความต้องการในการใช้งาน

ในบทนี้จะอธิบายถึงระบบหน่วยวัดที่นิยมใช้ในประเทศไทยซึ่งมีอยู่ 3 ระบบ คือ หน่วยการวัดระบบเมตริก (ระบบ SI) หน่วยการวัดระบบอังกฤษ และหน่วยมาตรวัดไทย โดยจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน คือหน่วยและมิติการวัด หน่วยวัดสำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และการแปลงหน่วยการวัด

สมการเชิงเส้น

การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

2



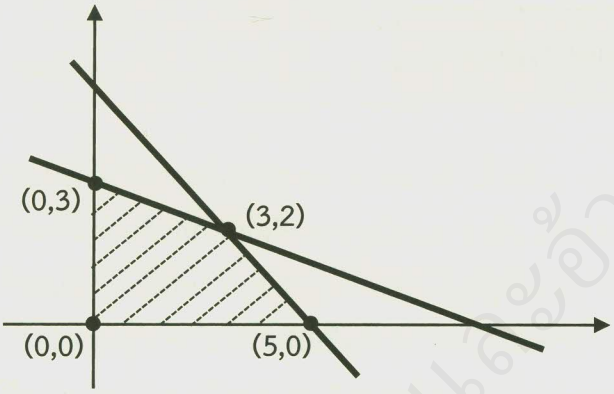
สมการเชิงเส้นหรือสมการเส้นตรง คือ สมการที่แต่ละพจน์อยู่ในรูปการคูณระหว่างค่าคงตัวกับตัวแปรยกกำลังหนึ่ง ซึ่งจะมีดีกรีของพหุนามเท่ากับ 0 หรือ 1 สามารถมีตัวแปรได้มากกว่า 2 ตัว และสามารถวาดกราฟได้เป็นเส้นตรง

ระบบสมการเชิงเส้น เป็นชุดสมการเชิงเส้นที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรชุดเดียวกัน และผลของระบบสมการคือค่าของตัวแปรที่ทำให้สมการทั้งหมดในระบบเป็นจริง

ในสาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ “ระบบสมการเชิงเส้น” ถือเป็นพื้นฐานและส่วนหลักมูลของพีชคณิตเชิงเส้น ซึ่งมีการนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาต่างๆ รวมทั้งงานทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การวิเคราะห์การไหลของสายการผลิต การวิเคราะห์ปริมาณงาน การวิเคราะห์สัดส่วนของผสม อัตราส่วนในกระบวนการผลิตที่ต้องเพิ่มสเกลการผลิตจากสัดส่วนการทดลอง เป็นต้น

กำหนดการเชิงเส้น
การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

3

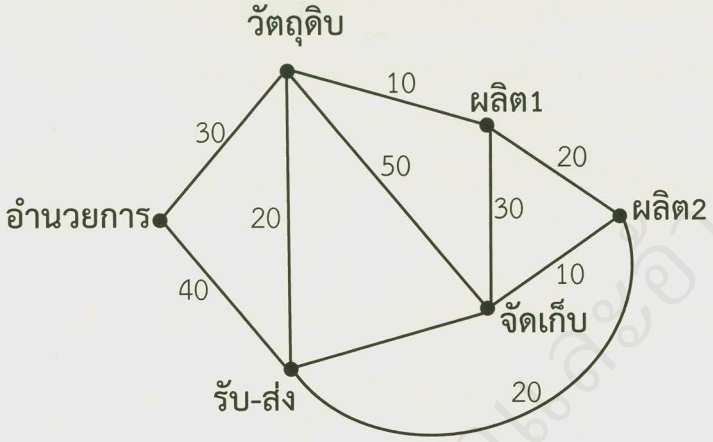


กำหนดการเชิงเส้น เป็นแขนงใหม่ของคณิตศาสตร์ประยุกต์พัฒนามาจากทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ การจำลองแบบทางคณิตศาสตร์รูปแบบนี้เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอย่างจำกัด เช่น การจัดสรรวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน เงินทุนที่คุ้มค่าที่สุด เพื่อให้ได้รับประโยชน์มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

ในบทนี้จะอธิบายถึงแนวคิดและเทคนิคของกำหนดการเชิงเส้นที่จะช่วยในการแก้ปัญหาทางด้านอุตสาหกรรม การสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงเส้นเพื่อจำลองปัญหาที่มีอยู่จริง จากนั้นก็หาผลเฉลยของแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับสมการและอสมการเชิงเส้นโดยใช้ระเบียบวิธีซิมเพลกซ์ (Simplex Method) ในการหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดของปัญหาค่าสุงสุดและปัญหาค่าต่ำสุด

ทฤษฎีกราฟ
การจำลองแบบในอุตสาหกรรมอาหาร

4



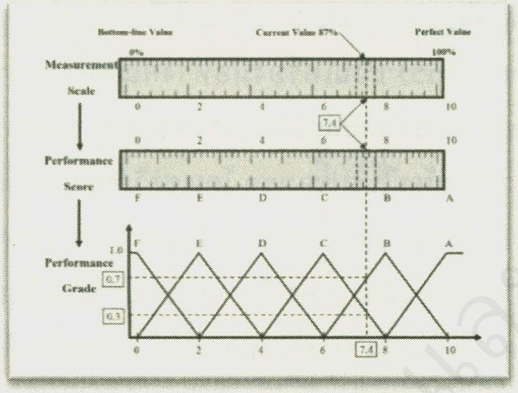
ทฤษฎีกราฟ เป็นสาขาหนึ่งในวิชา “วิยุตคณิต (Discrete mathematics)” เป็นการจำลองปัญหาที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ของจุดและเส้นเชื่อมระหว่างจุดสองจุดใดๆ เช่น แผนที่ถนนเชื่อมระหว่างเมืองต่างๆ แผนที่เส้นทางการบิน เครือข่ายการเชื่อมโยงของระบบสื่อสาร ความเชื่อมโยงระหว่างเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ข่ายงานระบุทิศทาง เป็นต้น

ในบทนี้จะอธิบายถึงบทนิยาม ทฤษฎี และระเบียบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับกราฟ ได้แก่ ลักษณะกราฟพื้นฐานที่สำคัญ ขั้นตอนวิธีการหากราฟแผ่ทั่วน้อยที่สุด ขั้นตอนวิธีการหาระยะทางและเส้นทางที่สั้นที่สุด ขั้นตอนการหาระยะทางและเส้นทางที่ยาวที่สุด รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาในข่ายงานระบุทิศทาง เป็นต้น และการประยุกต์ใช้แบบจำลองกราฟในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อการวางแผนและพัฒนางานให้มีศักยภาพในการแข่งขันมากยิ่งขึ้น

เซตวิภัชนัย (ฟัซซีเซต)

การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

5



เซตวิภัชนัย (Fuzzy Set) เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูล ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความคลุมเครือของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีการคิดและการตัดสินใจที่ซับซ้อนของมนุษย์

ในบทนี้จะอธิบายถึงเซตวิภัชนัยและฟัซซีลอจิกกับการตัดสินใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระเบียบวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภัชนัย (Fuzzy Analytical Method, FAM) กับการนำไปประยุกต์ใช้จริงในอุตสหกรรมอาหาร เช่น การวิเคราะห์ผลการประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory Evavaluation) การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร (Food Product Performance Assessment) การวิเคราะห์สภาวะการสกัดสารสกัด เป็นต้น เพื่อให้อุตสาหกรรมอาหารเติบโตอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนต่อไป

ดัชนี

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

ก

การแปลงหน่วยวัด 12
กฎของคราเมอร์ 56
กราฟเส้นตรง 36
การดำเนินการตามแถว 58
กราฟเชื่อมโยง 144, 166
กราฟต้นไม้ 146, 167
กราฟต้นไม้แผ่ทั่ว 148
กราฟต้นไม้แผ่ทั่วที่น้อยที่สุด 154
กราฟถ่วงน้ำหนัก 153, 168
กราฟไม่ระบุทิศทาง 135
กราฟระบุทิศทาง 165
กราฟวัฏจักร 145
การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ 211
การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร 244
การประเมินทางประสาทสัมผัส 237
การแปลงข้อมูล 229
การวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภัชนัย 212

ข

ขั้นตอนวิธีของครูสกาวล์ 156
ขั้นตอนวิธีของพริม 158
ข่ายงาน 168

ค

คำนำหน้าหน่วย 5
คำอุปสรรค 5
เครื่องมือวัด 2
ความชันกราฟเส้นตรง 43
ค่าลำดับชั้น 52
โครงข่ายงานระบุทิศทาง 168
คะแนนประสิทธิภาพ 225, 229
คะแนนระดับคุณภาพแบบวิภัชนัย 229
ค่าความสอดคล้อง 219
ค่าดัชนีความสอดคล้อง 219
ค่าดัชนีโดยรวม 234
ค่าน้ำหนักของเกณฑ์ 213
ค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ 234
คุณภาพอาหาร 244

จ

จุดตัดแกน 41
จุดสุดขีด 90

ซ

เซตนูน 90
เซตทวินัย 194
เซตวิภัชนัย 194
เซตวิภัชนัยรูปเกาส์เซียน 202

เซตวิภัชนัยรูปตัวแซด 205
เซตวิภัชนัยรูปตัวเอส 204
เซตวิภัชนัยรูประฆังคว่ำ 203
เซตวิภัชนัยรูปสามเหลี่ยม 199
เซตวิภัชนัยรูปสี่เหลี่ยมคางหมู 200

ด

ดีกรี 136
ดีฟัซซีฟิเคชัน 209

ต

ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น 76
ตัวแปรช่วย 119
ตัวแปรส่วนเกิน 78
ตัวแปรส่วนขาด 78
ตรรกศาสตร์คลุมเครือ 208

น

แนวเดิน 143,156

บ

บูลีนลอจิก 208

ป

ปัญหาการไหลของข่ายงาน 62
ปัญหากำหนดการเชิงเส้น 81
ปัญหาค่าขีดสุด 76
ปัญหาค่าต่ำสุด 112
ปัญหาค่าสูงสุด 102
โปรแกรม GINO 124
โปรแกรม LINGO 124
โปรแกรมสำเร็จรูป LINDO 124

ผ

ผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น 52
ผลเฉลยตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น 90
ผลเฉลยที่เป็นไปได้ 94
ผลเฉลยที่เหมาะสม 95
ผลเฉลยมูลฐาน 91
ผลบวกดีกรี 136

ฟ

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก 198
ฟัซซีเซต 194
ฟัซซีฟิเคชัน 208
ฟัซซีลอจิก 207

ภ

ภาพรวมข้อมูล 212

ม

มาตรฐานแห่งชาติ 7
มาตราวัด 9
มิติ 2
เมตริกซ์ของตัวแปร 51
เมตริกซ์ค่าคงตัว 51
เมตริกซ์แต่งเติม 51
เมตริกซ์ผกผัน 55
เมตริกซ์สัมประสิทธิ์ 51
เมตริกซ์สามเหลี่ยม 60
เมตริกซ์ค่าระดับคุณภาพแบบวิภัชนัย 230

ร

ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร 44
ระบบสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร 50
ระเบียบวิธีซิมเพลกซ์ 101
รูปแบบคาโนนิคัล 76
ระยะทางที่ยาวที่สุด 175
ระยะทางที่สั้นที่สุด 170
ระดับคุณภาพแบบวิภัชนัย 225

ล

ลำดับดีกรี 136

ว

วิศวกรรมอาหาร 24
วิธีการกำจัดแบบเกาส์-จอร์แดน 58
วิธีเทคนิคเอ็ม 119
วัฏจักร 165
วิธีการจัดลำดับ 214
วิธีการเปรียบเทียบรายคู่ 217

ส

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 34
สมการเชิงเส้นสองตัวแปร 41
สมการเส้นตรง 34
เส้นทางที่ยาวที่สุด 178
เส้นทางที่สั้นที่สุด 174
สเกลความพอใจแบบฮีโดนิก 238
สภาวะในการสกัดที่ดีที่สุด 248
สารสกัดธรรมชาติ 248

ห

หน่วยเชิงประกอบ 4
หน่วยฐาน 3
หน่วยวัด 2
หน่วยอนุพันธ์ 4
หน่วยเอสไอ 2

อ

อุตสาหกรรมสารสกัด 248

เอกสารเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

https://lib.rmutp.ac.th/bibitem?bibid=b00109718

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร = Applied mathematics in food manufacturing / ภัทรียา ลาสุนนท์.

ภัทรียา ลาสุนนท์.

My list

Subject	อุตสาหกรรมอาหาร -- การควบคุมคุณภาพ. อุตสาหกรรมอาหาร.

Details

Published	หนองคาย : คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย, 2566.
Edition	พิมพ์ครั้งที่ 2.
Detail	ฎ, 273 หน้า : ภาพประกอบ ; 26 ซม
ISBN	9786164388383

" สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น "