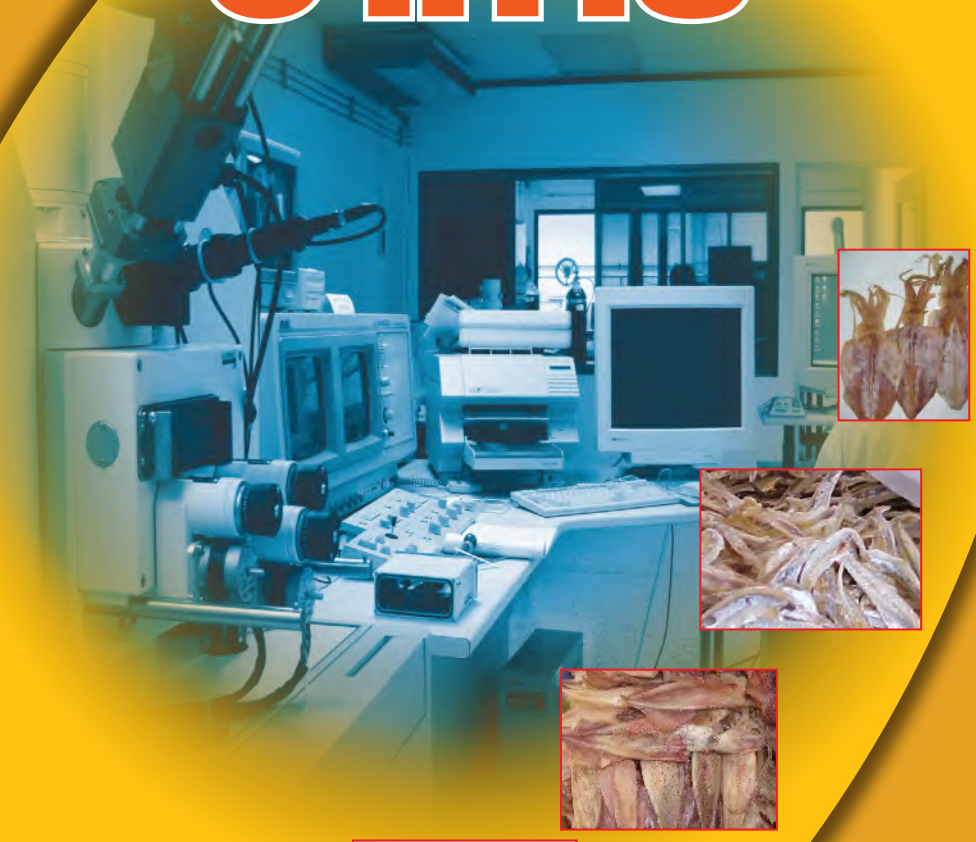
eBook

โอเดียนสโตร์

หลักการวิเคราะห์อาหาร



ศาสตราจารย์ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์

หลักการวิเคราะห์อาหาร

ศาสตราจารย์ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์

โอเดียนสโตร์

สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

สยามสแควร์

218/10-12 สยามสแควร์ซอย 1 ถนนพระรามที่ 1 กรุงเทพมหานคร 10330 โทร. 0-2251-4476, 0-2254-8807 แฟ็กซ์ 0-2254-8806

ปิ่นเกล้า

1/35-39 ถนนบรมราชชนนี บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700 โทร. 0-2434-8814-5 แฟ็กซ์ 0-2424-0152

หลักการวิเคราะห์อาหาร

ศาสตราจารย์ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์

ราคา **120** บาท

จัดทำเป็นฉบับ E-Book ครั้งที่ 1 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2568

◆ *หนังสือเล่มนี้สงวนสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พุทธศักราช 2558*
ห้ามผู้ใดพิมพ์ซ้ำ ลอกเลียน ส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้
ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรเท่านั้น ◆

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ
National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

นิธิยา รัตนาปนนท์.
หลักการวิเคราะห์อาหาร.-- กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2568.
256 หน้า.
1. อาหาร -- การวิเคราะห์. I. ชื่อเรื่อง.
664.07
ISBN (e-book) 978-616-538-345-5

ผู้จัดพิมพ์และจัดจำหน่าย สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

บรรณาธิการบริหาร: ประสาร สันติวัฒนา **บรรณาธิการ:** ภูสิทธิ พลายชมภู **กองบรรณาธิการ:** สนธยา ราษีทอง ธิติมา เพ็ชรศรี **พิสูจน์อักษร:** จิระภรณ์ ศักดิ์แก้ว **ฝ่ายศิลปกรรม:** ประยง อ่อนแสง ธีรพล ศรีสวัสดิ์ ปัญญา ผูกสินธ์ เอกพันธ์ ขวาเปาะ **รูปเล่มและอาร์ตเวิร์ค:** ชัยวัฒน์ แก้วกู่ **เรียงพิมพ์:** ณศวรรณ พลสมัคร **ออกแบบปก:** กองสุพันธ์ ขวาเปาะ **ประสานงานการผลิต:** ปิยะวัลย์ พันธ์แจ่ม กัญญา วงศ์ภาคำ อรฌา คงสุวรรณ์

❁ สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ขอเรียนเชิญครู-อาจารย์และบุคคลทั่วไปทุกท่านที่สนใจในงานเรียบเรียง การเขียนเอกสารประกอบการสอน เอกสารคำสอน ตำรา หนังสือ รายงานการพัฒนา นวัตกรรม งานประดิษฐ์ รวมทั้งผลงานทางวิชาการทุกสาขา และมีผู้ทรงคุณวุฒิตรวจผลงานถูกต้องตามหลักวิชาการให้อีกด้วย ทั้งนี้ให้ส่งสำเนาต้นฉบับ ประวัติ สถานที่ทำงาน เบอร์โทรศัพท์ ที่อยู่สามารถติดต่อได้สะดวกมาในนาม บรรณาธิการ สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ 1/35-39 ถนนบรมราชชนนี แขวงอรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700 ❁

⦿ ในกรณีที่ท่านต้องการซื้อเป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ในการสอน การฝึกอบรม และส่งเสริมการขาย เป็นต้น
กรุณาติดต่อสอบถามราคาพิเศษได้ที่ **สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ทุกสาขา : สาขาปิ่นเกล้า โทร. 0-2434-8814-5 สาขาวังบูรพา โทร. 0-2221-0742, 0-2221-6567** ⦿

คำนำ

ในอุตสาหกรรมการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ จะต้องมีการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ให้มีคุณภาพตรงตามที่มาตรฐานกำหนด จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร เพื่อบ่งชี้ปริมาณของส่วนประกอบทางเคมีต่าง ๆ ของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตได้ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร จะต้องเข้าใจถึงหลักการและวิธีการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของอาหารเป็นอย่างดี เพื่อจะได้เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำ และเชื่อถือได้

เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีหนังสือภาษาไทยที่เกี่ยวข้องกับหลักการและวิธีการวิเคราะห์อาหาร ผู้เรียบเรียงในฐานะที่เคยเป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาหลักการวิเคราะห์อาหาร จึงได้รวบรวมหลักการและวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ เรียบเรียงเป็นหนังสือเพื่อใช้ในการสอนวิชาหลักการวิเคราะห์อาหารและได้ปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อให้นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารได้มีความรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ผู้เรียบเรียงจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า**หนังสือหลักการวิเคราะห์อาหาร**เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาและผู้ที่สนใจด้านการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร

ผู้เรียบเรียงขอขอบพระคุณ Prof. John Mitchell และ Mr. Philip Glover, Division of Food Sciences, School of Biosciences, the University of Nottingham ที่ได้กรุณามอบของขวัญให้เป็นหนังสือ Food Analysis (S.S. Nielsen, 2nd ed., 1998) อาจารย์ ดร.เพ็ญศิริ ศรีบุรี ที่ได้ช่วยตรวจทานและพิสูจน์อักษร คุณตระกูล พรหมจักร ที่ได้ช่วยทำดัชนีคำ และรองศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ รัตนาปนนท์ ที่ได้ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจจนเรียบเรียงหนังสือเล่มนี้สำเร็จ

ศาสตราจารย์ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ 1

ชนิดของตัวอย่างอาหารที่วิเคราะห์ 1
ขั้นตอนในการวิเคราะห์ 3
การเลือกวิธีการวิเคราะห์ 3
หน่วยงานที่กำหนดวิธีการวิเคราะห์มาตรฐาน 6
คำถามท้ายบท 7
เอกสารอ้างอิง 7

บทที่ 2 หลักการและความเชื่อมั่นของวิธีการวิเคราะห์ 9

หลักการวิเคราะห์ทางเคมี 9
การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร 11
ความเชื่อมั่นของวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ 12
เอกสารอ้างอิง 18

บทที่ 3 การสุ่มตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง 19

การสุ่มตัวอย่าง 19
การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี 22
การสุ่มตัวอย่างด้วยมือ 23
การสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง 24
การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ 25
การลดการเปลี่ยนแปลงของลิพิด 29
การควบคุมความชื้นและการถูกทำลายด้วยจุลินทรีย์ 30
เอกสารอ้างอิง 30

บทที่ 4 การวิเคราะห์ความชื้นและปริมาณของแข็งทั้งหมด 31

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในอาหาร 31
วิธีการอบแห้ง 34
วิธีการกลั่น 37
วิธีการทางเคมี 38
เอกสารอ้างอิง 41

บทที่ 5 การวัดค่าความถ่วงจำเพาะและของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 43
การวัดค่าความถ่วงจำเพาะ 43
การวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 48
เอกสารอ้างอิง 50

บทที่ 6 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด 51
บทนำ 51
การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด 51
คำจำกัดความและหน่วยของความเข้มข้น 52
ปริมาณกรดในอาหาร 54
การแตกตัวของกรดในสารละลาย 55
อินดิเคเตอร์ 58
การเตรียมสารเคมี 59
การเตรียมตัวอย่างอาหารสำหรับการไทเทรต 60
การวิเคราะห์ปริมาณกรดที่ระเหยได้และระเหยไม่ได้ 65
การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในอาหารดอง 65
เอกสารอ้างอิง 67

บทที่ 7 การวัดค่าพีเอชของอาหาร 69
หลักการวัดค่าพีเอช 69
การจำแนกกลุ่มของอาหารตามค่าพีเอช 71
การเตรียมอาหารตัวอย่างสำหรับวัดค่าพีเอช 74
คำถามท้ายบท 78
เอกสารอ้างอิง 78

บทที่ 8 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าและแร่ธาตุบางชนิด 79
คำจำกัดความ 79
ความสำคัญของการวิเคราะห์เถ้า 79
หลักการวิเคราะห์ปริมาณเถ้า 81
การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์เถ้า 82
อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์หาเถ้า 84
การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า 86
การวิเคราะห์สมบัติต่างๆ ของเถ้า 91
การวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุในเถ้า 94
เอกสารอ้างอิง 98

บทที่ 9 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนและโปรตีน 99
บทนำ 99
ความสำคัญของการวิเคราะห์โปรตีน 100
การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนในอาหาร 101
การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยใช้วิธี Spectrophotometry 124
คำถามท้ายบท 126
เอกสารอ้างอิง 128

บทที่ 10 การวิเคราะห์ปริมาณลิพิด 129
คำจำกัดความ 129
การจำแนกชนิดของลิพิด 129
ความสำคัญของการวิเคราะห์ลิพิด 132
วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย 132
คำถามท้ายบท 144
เอกสารอ้างอิง 146

บทที่ 11 การวิเคราะห์สมบัติของไขมันและน้ำมัน 147
บทนำ 147
การสูญเสียคุณภาพของไขมันและน้ำมัน 148
การเตรียมตัวอย่าง 149
การทดสอบการหืนของไขมันและน้ำมัน 161
การทดสอบเฉพาะสำหรับน้ำมันบางชนิด 167
เอกสารอ้างอิง 170

บทที่ 12 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต 171
ความสำคัญของคาร์โบไฮเดรต 171
การจำแนกชนิดของคาร์โบไฮเดรต 172
คาร์โบไฮเดรตในอาหาร 174
การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยการคำนวณ 177
การสกัดมอโน-และโอลิโกแซ็กคาไรด์ 177
เอกสารอ้างอิง 180

บทที่ 13 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล 181
ชนิดของน้ำตาลที่พบในอาหาร 181
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยวิธีใช้เครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ 183
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยวิธีใช้เครื่องพอลาริมิเตอร์ 183
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยวิธีใช้เครื่องพอลาริมิเตอร์
และแซ็กคาโรมิเตอร์ 189
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยปฏิกิริยารีดักชัน
น้ำตาลรีดิวซิงกับคอพเพอร์ซัลเฟต 190
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยใช้วิธีของ Shatter-Somogyi 202
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงโดยวิธีการใช้เครื่องวัดสี 204
เอกสารอ้างอิง 206

บทที่ 14 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหาร 207
คำจำกัดความของเส้นใยอาหาร 207
ประโยชน์ของเส้นใยอาหาร 207
ส่วนประกอบหลักของเส้นใยอาหาร 208
วิธีวิเคราะห์เส้นใยอาหาร 209
การวิเคราะห์เส้นใยอาหารโดยวิธีการหาน้ำหนัก 211
เอกสารอ้างอิง 220

บทที่ 15 การวิเคราะห์สารสีในอาหาร 221
ความสำคัญของสารสีต่อคุณภาพของอาหาร 221
การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ 223
การวิเคราะห์แคโรทีนอยด์ 226
การวิเคราะห์ฟลาโวนอยด์ 230
การวิเคราะห์บีทาเลน 232
การวิเคราะห์ปริมาณไมโอโกลบิน 233
การวิเคราะห์สารสีสังเคราะห์ในอาหาร 233
เอกสารอ้างอิง 235

ดัชนีคำภาษาไทย 237

ดัชนีคำภาษาอังกฤษ 242

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ชนิดของตัวอย่างที่วิเคราะห์ในการประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร 2
1.2 ข้อควรคำนึงในการเลือกวิธีการวิเคราะห์ 4
4.1 ปริมาณน้ำในอาหารชนิดต่างๆ 32
6.1 ส่วนประกอบของกรดอินทรีย์ในผลไม้บางชนิด 56
6.2 น้ำหนักโมเลกุล จำนวนสมมูลต่อโมล และน้ำหนักสมมูลของกรดชนิดต่างๆ ... 57
7.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนกับค่าพีเอชและความเข้มข้นของไฮดรอกไซด์ไอออนกับค่าพีเอชที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 72
7.2 ตัวอย่างค่าพีเอชของอาหารและสารละลายกรด-ด่าง 73
8.1 ตัวอย่างปริมาณเถ้าในอาหารบางชนิด 80
8.2 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีวิเคราะห์เถ้าแห้งและเถ้าเปียก 83
9.1 ปริมาณโปรตีนในอาหารบางชนิด (% ต่อน้ำหนักเปียก) 102
9.2 ค่า Conversion factor สำหรับใช้คำนวณเพื่อเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนให้เป็นโปรตีนในอาหารบางชนิด 102
9.3 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธีต่างๆ 111
9.4 การเตรียมสารเคมีเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Biuret 114
9.5 การเตรียมสารเคมีเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Lowry 117
9.6 อัตราส่วนของ A_{280}/A_{260} ของสารละลายโปรตีนเมื่อมีกรดนิวคลีอิกละลายปนอยู่ด้วย 126
10.1 ปริมาณลิพิดในอาหารบางชนิด (% ต่อน้ำหนักเปียก) 131
10.2 ปริมาณลิพิดที่พบในน้ำนมวัว 131
10.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสกัดลิพิด 133
10.4 ระดับความเป็นพิษของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดลิพิด 135

10.5 ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้สกัดลิพิดซึ่งมีพิษเป็นสารก่อกลายพันธุ์และสารก่อมะเร็ง 135
11.1 ชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบในน้ำมันและไขมันบางชนิด 150
11.2 สมบัติเฉพาะของน้ำมันบางชนิดตามมาตรฐาน Codex 154
12.1 การจำแนกชนิดของคาร์โบไฮเดรต 175
12.2 คำจำกัดความของคาร์โบไฮเดรตสำหรับฉลากโภชนาการ 176
12.3 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารบางชนิด 176
13.1 ชนิดของน้ำตาลและสมบัติการเป็นน้ำตาลรีดิวซิงหรือนอนรีดิวซิง 182
13.2 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่ามาตรดัชนีหักเหของแสงของสารละลายน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อวัดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส 184
13.3 การแก้ไขอุณหภูมิที่ใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำตาลซูโครสในสารละลายตัวอย่างที่วัดด้วยเครื่องมาตรดัชนีหักเหของแสง ซึ่งอ่านค่าที่อุณหภูมิอื่นที่ไม่ใช่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส 187
13.4 สูตรที่ใช้คำนวณหาค่าการหมุนจำเพาะของน้ำตาลแต่ละชนิด 188
13.5 ค่าการหมุนจำเพาะของน้ำตาลแต่ละชนิดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 188
13.6 สมบัติของคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาล 193
13.7 ปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ต สำหรับสารละลาย Fehling จำนวน 10 มิลลิลิตร 197
13.8 ปริมาณน้ำตาลอินเวิร์ต สำหรับสารละลาย Fehling จำนวน 25 มิลลิลิตร 199
15.1 สมการที่ใช้คำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์โดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์เมื่อใช้ตัวทำละลายแตกต่างกัน 226
15.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์โดยเฉลี่ยในผักและผลไม้บางชนิด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 227
15.3 ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงจำเพาะ ($E^{1cm}_{1\%}$) ของสารแคโรทีนอยด์ในตัวทำละลายบางชนิด 229
15.4 สารสีสังเคราะห์ที่ได้รับการรับรองให้ใช้เติมลงในอาหารได้ตามกฎหมายของประเทศสหรัฐอเมริกา 234

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ความแตกต่างของความแม่นยำกับความถูกต้อง 14
3.1 วิธีการทำ Quartering เพื่อลดปริมาณของตัวอย่างที่เป็นเนื้อเดียวกัน ให้มีจำนวนน้อยลง 20
4.1 เครื่องมือ Karl Fischer apparatus 38
5.1 ขวดหาความถ่วงจำเพาะ 45
5.2 ลักษณะของไฮโดรมิเตอร์และวิธีการวัด 46
5.3 เครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ชนิดบอกเป็นตัวเลขขณะวัดของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ในเนื้อลิ้นจี่ 48
6.1 การไทเทรตแบบ potentiometric titration และ colorimetric titration 54
8.1 ลักษณะภายนอกและภายในของเตาเผาไฟฟ้า 84
9.1 Macro-Kjeldahl distillation assembly 104
9.2 Markham type semi-micro Kjeldahl distillation apparatus 108
9.3 Quickfit semi-micro Kjeldahl apparatus 108
9.4 ตัวอย่างเส้นกราฟมาตรฐานของสารละลายโปรตีน 114
10.1 Soxhlet extraction apparatus 137
10.2 Mojonnier fat extraction flask 138
10.3 Babcock bottles สำหรับวิเคราะห์ปริมาณไขมัน 141
13.1 Burette for the Lane and Eynon Process 195
14.1 Hartley form of Buchner funnel for filtration of fiber 213

บทที่ 1

บทนำ

การศึกษาค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร และชนิดของตัวอย่างอาหารที่นำมาวิเคราะห์จะแตกต่างกัน ในการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของอาหารหรือผลิตภัณฑ์อาหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อจะได้ทราบว่าอาหารนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการเป็นอย่างไร และมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นที่ยอมรับว่าได้มาตรฐานหรือไม่

ชนิดของตัวอย่างอาหารและวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เป็นตัวกำหนดวิธีการวิเคราะห์ที่จะเลือกใช้ โดยเฉพาะความรวดเร็ว ความแม่นยำ และความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ เป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสม นอกจากนี้การวิเคราะห์จะประสบความสำเร็จได้ยังขึ้นอยู่กับวิธีการสุ่มเลือกตัวอย่างอาหาร และวิธีการเตรียมตัวอย่างอาหารที่นำมาวิเคราะห์ รวมทั้งการคำนวณและการแปลผลการทดลองที่วิเคราะห์ได้

ชนิดของตัวอย่างอาหารที่วิเคราะห์[1, 2]

การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารมีความสำคัญมากในการประกันคุณภาพในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหาร ตั้งแต่วัตถุดิบและส่วนผสมที่ใช้ รวมทั้งขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการผลิต จนได้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ดีและมีคุณภาพตามที่มาตรฐานกำหนด ดังนั้นจึงต้องมีการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีร่วมด้วยเสมอในทุกขั้นตอน นอกจากนี้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่ๆ อาจจะต้องวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีเพียงชนิดเดียว หรือหลายชนิดก็ได้ ชนิดของตัวอย่างอาหารในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตที่นำมาวิเคราะห์ เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ชนิดของตัวอย่างที่วิเคราะห์ในการประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร

ชนิดของตัวอย่าง	คำถามที่ต้องคำนึงถึง
1. วัตถุดิบ (raw material)	- ตรงตามข้อกำหนดหรือไม่ (specification) - ตรงตามมาตรฐานกำหนดหรือไม่ - จะต้องเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือไม่หากมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ - คุณภาพและส่วนประกอบเหมือนเดิมหรือไม่ - วัตถุดิบจากผู้ขายรายอื่นๆ แตกต่างจากผู้ขายรายปัจจุบันหรือไม่
2. ตัวอย่างในการควบคุมกระบวนการผลิต (process control sample)	- ขั้นตอนใดในกระบวนการผลิตที่มีผลต่อส่วนประกอบหรือลักษณะของผลิตภัณฑ์ - ต้องมีการปรับปรุงขั้นตอนการผลิตขั้นต่อไปหรือไม่เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายตรงตามคุณภาพที่กำหนด - ผลิตภัณฑ์สุดท้ายตรงตามที่กฎหมายอาหาร กำหนดหรือไม่ (legal requirement)
3. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (finished product)	- คุณค่าทางโภชนาการมีอะไรบ้าง - จะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคหรือไม่ - จะมีอายุการวางจำหน่ายนานเท่าไร - มีส่วนประกอบและลักษณะอะไรบ้าง - สามารถใช้ข้อมูลมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆได้หรือไม่
4. ตัวอย่างจากคู่แข่งหรือผู้ผลิตอื่น (competitor's sample)	- มีส่วนประกอบและลักษณะเป็นอย่างไร
5. ตัวอย่างที่มีผู้ร้องทุกข์ (complaint sample)	- มีความแตกต่างจากตัวอย่างอาหารปกติอย่างไร

***ที่มา** : เอกสารอ้างอิงหมายเลข 1 และ 2*

การวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารระหว่างการแปรรูป เพื่อควบคุมกระบวนการผลิต (process control) จะต้องเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว แต่การวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีเพื่อแสดงข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการของอาหารบนฉลาก (nutrition labeling) จำเป็นต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งกำหนดไว้ให้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป คือ เป็น Official Methods of Analysis เช่น วิธีการวิเคราะห์ของ Association of Official Analytical Chemists International (AOAC)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์[1, 2]

1. การสุ่มตัวอย่างและเตรียมตัวอย่าง ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ ว่าสามารถเป็นตัวแทนของอาหารทั้งหมดได้ ซึ่งการสุ่มตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่างจะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 3

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ ขั้นตอนในการวิเคราะห์มีความสำคัญมากและจะแตกต่างกันตามวิธีการที่ใช้ ชนิดของตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ การบันทึกข้อมูล รวมทั้งสารเคมี อุปกรณ์ เครื่องมือ และลำดับขั้นตอนของวิธีการวิเคราะห์

3. การคำนวณและการแปลผล การนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์จะต้องขึ้นอยู่กับผลการคำนวณและการแปลผลอย่างถูกต้องด้วย

การเลือกวิธีการวิเคราะห์[1, 2]

การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารแต่ละชนิด อาจมีวิธีการวิเคราะห์ได้หลายวิธี การเลือกใช้หรือปรับปรุงวิธีการใด จะต้องทราบส่วนประกอบทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร และต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิธีการนั้นเป็นอย่างดีด้วย เช่น หลักการหรือทฤษฎีของวิธีการวิเคราะห์ ขั้นตอนของวิธีการวิเคราะห์ และขั้นตอนสำคัญที่ควรระมัดระวังเป็นพิเศษ การเลือกวิธีการวิเคราะห์ยังขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์อีกด้วย เช่น วิธีการที่ใช้กับการประกันคุณภาพ (quality assurance) อาจมีความถูกต้องน้อยกว่าวิธีการวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้สำหรับวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อเป็นข้อมูลบนฉลากโภชนาการ เป็นต้น

วิธีการวิเคราะห์ที่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพง อาจไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์เอง แต่ส่งตัวอย่างไปให้ห้องปฏิบัติการอื่นที่รับบริการวิเคราะห์ ซึ่งจะมีเครื่องมือ สารเคมี และบุคลากรพร้อม นอกจากนี้การวิเคราะห์บางอย่างสามารถทำได้โดยใช้ชุดวิเคราะห์สำเร็จรูป (test kit) สำหรับข้อควรคำนึงในการเลือกวิธีการวิเคราะห์ที่จะใช้ ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ข้อควรคำนึงในการเลือกวิธีการวิเคราะห์

คุณลักษณะ	คำถามที่ต้องคำนึงถึง
สมบัติโดยธรรมชาติ	
1. ลักษณะเฉพาะ หรือความจำเพาะเจาะจง (specificity)	- จำเป็นต้องวิเคราะห์หรือไม่ - มีขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นอย่างไร
2. ความแม่นยำ (precision)	- ความแม่นยำของวิธีการเป็นอย่างไร - ภายในกลุ่ม (batch) เดียวกัน หรือกลุ่ม-ต่อ-กลุ่ม หรือวัน-ต่อ-วัน มีความผันแปรหรือไม่ - ขั้นตอนไหนในการวิเคราะห์ที่จะส่งผลกระทบทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีค่าผันแปรมากที่สุด
3. ความถูกต้อง (accuracy)	- ความถูกต้องของวิธีการแต่ละวิธีแตกต่างกันอย่างไร และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิธีมาตรฐานจะมีผลต่างกันอย่างไร - มี % recovery เป็นอย่างไร
การประยุกต์วิธีการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	
1. ขนาดของตัวอย่าง (sample size)	- ต้องการตัวอย่างปริมาณเท่าไร มากหรือน้อยเกินไปหรือไม่ - เหมาะสมกับอุปกรณ์ เครื่องแก้ว และเครื่องมือที่มีอยู่หรือไม่
2. สารเคมี (reagent)	- สามารถเตรียมสารเคมีได้หรือไม่ - ต้องการใช้อุปกรณ์อะไรในการเตรียมบ้าง - สารเคมีมีความคงตัวมากน้อยแค่ไหน - เก็บรักษาในที่สภาวะใด - วิธีการที่ใช้มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีหรือไม่

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

คุณลักษณะ	คำถามที่ต้องคำนึงถึง
3. อุปกรณ์และเครื่องมือ (equipment)	- มีอุปกรณ์หรือไม่ - บุคลากรที่มีอยู่ใช้เครื่องมือได้ไหม
4. ค่าใช้จ่าย (cost)	- ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น เครื่องมือ สารเคมี และบุคลากร
ประโยชน์ที่จะได้รับ	
1. ระยะเวลาที่ใช้	- ใช้เวลานานแค่ไหน ทันเวลาที่จะใช้ข้อมูลหรือไม่
2. ความน่าเชื่อถือ (reliability)	- ผันแปรจาก standpoint of precision และ stability อย่างไร
3. ความจำเป็น (need)	- เปลี่ยนแปลงวิธีการได้ไหม คุ้มค่าที่จะเปลี่ยนไหม และตรงตามความต้องการหรือไม่
บุคลากร	
1. ความปลอดภัย	- มีข้อควรระวังในการปฏิบัติงานอย่างไร
2. ความรับผิดชอบ	- ใครจะเป็นคนเขียนวิธีการทดลอง การเตรียมสารเคมี การคำนวณ และการแปลผลที่วิเคราะห์ได้

ที่มา : *เอกสารอ้างอิงหมายเลข 1 และ 2*

หน่วยงานที่กำหนดวิธีการวิเคราะห์มาตรฐาน[1]

หน่วยงานที่กำหนดวิธีการวิเคราะห์มาตรฐานและใช้อ้างอิงได้ ตัวอย่างเช่น

1. Association of Official Analytical Chemists International (AOAC) หน่วยงานนี้เริ่มขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1884 ตามความต้องการและข้อกำหนดของรัฐบาล และหน่วยงานวิจัย ที่ต้องการมีวิธีการวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐาน และให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำ ในสภาพห้องปฏิบัติการ หน่วยงานนี้จึงมีหน้าที่

ก. เลือกวิธีการวิเคราะห์ที่รายงานในวารสาร หรือพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ใหม่ๆ ขึ้นมา

ข. ศึกษาเพื่อทดสอบวิธีวิเคราะห์โดยอาศัยความร่วมมือระหว่างห้องปฏิบัติการ (interlaboratory collaborative study) ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการที่ยินดีสมัครใจร่วมมือ (volunteer laboratories)

ค. นำเอาวิธีการที่ได้ตีพิมพ์ใน Official Methods of Analysis ที่มี peer review มาทดลองใช้

ง. ตีพิมพ์วิธีการวิเคราะห์ที่ได้รับการยอมรับแล้วสำหรับใช้กับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ เช่น อาหาร ยา เครื่องสำอาง อาหารสัตว์ และยาปราบศัตรูพืช

จ. จัดการฝึกอบรมให้กับนักวิเคราะห์และบุคลากรของหน่วยงานอื่นๆ

วิธีการวิเคราะห์ที่ได้รับการยอมรับแล้วจะตีพิมพ์ใน Journal of the Association of Official Analytical Chemists

2. American Association of Cereal Chemists (AACC) หน่วยงานนี้จะให้การรับรอง (approved) วิธีการวิเคราะห์ต่างๆ ที่ใช้สำหรับธัญชาติและผลิตภัณฑ์จากธัญชาติ

3. American Oil Chemists' Society (AOCS) หน่วยงานนี้จะให้การรับรองวิธีการวิเคราะห์ต่างๆ ที่ใช้กับน้ำมัน ไขมัน พืชน้ำมัน กากเมล็ดพืชน้ำมัน น้ำมันจากสัตว์ทะเล รวมทั้งอะฟลาทอกซิน และผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เลซิทิน สบู่ และผงซักฟอก (detergent)

4. Standard Methods for the Examination of Dairy Products เป็นวิธีการมาตรฐานที่ใช้สำหรับวิเคราะห์น้ำนมและผลิตภัณฑ์นม ซึ่งตีพิมพ์โดย The American Public Health Association

5. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water เป็นวิธีการมาตรฐานที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์น้ำ น้ำเสีย และน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ เพื่อควบคุมสิ่งแวดล้อม ซึ่งตีพิมพ์โดย The American Public Health Association ร่วมกับ American Water Works Association และ Water Environment Federation

6. Food Chemical Codex เป็นเอกสารสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับวิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์สารเติมแต่งที่เติมลงในอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งตีพิมพ์โดย Food and Nutrition Board of the National Research Council/National Academy of Science

ตัวอย่างหน่วยงานอื่นๆ เช่น The American Spice Trade Association, The Infant Formula Council และ The Corn Refiners Association ที่ตีพิมพ์วิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างเครื่องเทศ อาหารทารก และข้าวโพด ตามลำดับ

คำถามท้ายบท

1. หากท่านอ้างอิงถึงวิธีการวิเคราะห์ของ AOAC International และมีคนถามว่า "What the Official Methods of Analysis is?" ท่านจะตอบว่าอย่างไร?

เอกสารอ้างอิง

1. Nielsen, S.S. 1994. Introduction to Food Analysis. ***In*** *Introduction to the Chemical Analysis of Foods.* (Nielson, S.S. ed.) Jones and Bartlett Publishers, London, pp. 1-10.
2. Nielsen, S.S. 1998. Introduction to Food Analysis. ***In*** *Food Analysis.* 2nd ed. (Nielsen, S.S. ed.) Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, MD, pp. 3-13.

บทที่ 2

หลักการและความเชื่อมั่นของวิธีการวิเคราะห์

หลักการวิเคราะห์ทางเคมี[1]

หลักการวิเคราะห์ทางเคมี แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อทดสอบหาชนิดของสารว่ามีอยู่ในตัวอย่างที่นำมาทดสอบหรือไม่ เช่น การทดสอบหาสตาร์ช (starch) ในนมข้นหวานว่ามีหรือไม่ การวิเคราะห์นี้ไม่ต้องการทราบปริมาณของสตาร์ช ดังนั้นการวัดปริมาตรของสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในวิธีการทดสอบ จึงไม่จำเป็นต้องใช้ความแม่นยำและถูกต้องมากนัก สามารถใช้กระบอกตวง (graduated cylinder) ในการวัดปริมาตรของสารเคมีที่เกี่ยวข้องได้ หรืออาจใช้บีกเกอร์ หรือหลอดแก้วที่มีขีดบอกปริมาตรไว้ด้านข้างโดยประมาณได้ เพื่อให้รวดเร็วและเป็นการประหยัดเวลา

ในการวิเคราะห์เพื่อทดสอบหาชนิดของสารที่ถูกต้องจะต้องทดลอง 3 หลอด

หลอดที่ 1 เป็นหลอดที่ใส่น้ำกลั่นแทนสารที่ต้องการจะทดสอบหา (negative control)

หลอดที่ 2 เป็นหลอดที่ใส่สารที่ต้องการจะทดสอบหา (positive control)

หลอดที่ 3 เป็นหลอดที่ใส่ตัวอย่างที่จะทดสอบหาสารที่ต้องการ (sample) แล้วนำผลการทดลองทั้ง 3 หลอดมาเปรียบเทียบเพื่อยืนยันความถูกต้อง

2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของสารใดสารหนึ่งที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำและเชื่อถือได้ ดังนั้นจะต้องเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำ และในแต่ละขั้นตอนของ

การวิเคราะห์จะต้องทำด้วยความระมัดระวัง การชั่ง ตวง และวัดปริมาตรของสารเคมีต่างๆ ต้องทำด้วยความถูกต้องและแม่นยำ เครื่องแก้วทุกชนิดต้องล้างให้สะอาดและอยู่ในสภาพแห้งก่อนนำมาใช้ ปิเปตต์ที่ใช้จะต้องเป็นปิเปตต์ชนิดที่กำหนดปริมาตรแน่นอน (volumetric pipette) เท่านั้น และใช้ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ในการเตรียมสารละลาย และเจือจางสารละลายต่างๆ

การวิเคราะห์เชิงปริมาณยังแบ่งย่อยออกได้อีก 2 อย่าง คือ

a. Gravimetric analysis เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณของสารใดๆ โดยใช้หน่วยน้ำหนัก ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณสารด้วยการชั่งน้ำหนัก อาจทำโดยใช้วิธีต่างๆ ดังนี้

ก. โดยวิธีการตกตะกอน (precipitation)

ข. โดยวิธีการกรองแยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นตะกอน (filtration)

ค. โดยวิธีการระเหยให้แห้ง (volatilisation)

ง. โดยวิธีกระแสไฟฟ้า (electro-analytical method)

b. Volumetric analysis หรือ **Titrimetric analysis** เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณสารใดๆ โดยใช้หน่วยเป็นปริมาตร วิธีที่นิยมใช้กันมาก คือ การไทเทรต (titration) อุปกรณ์และเครื่องแก้วที่ใช้ คือ บิวเรตต์ ปิเปตต์ขนาดต่างๆ กระบอกตวง และขวดปรับปริมาตร เป็นต้น

ชนิดของการไทเทรตที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมีอาจแบ่งได้ดังนี้

ก. การไทเทรตระหว่างกรดกับด่าง (acid-base titration) ใช้สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (total titratable acidity) ในอาหารบางชนิด เช่น น้ำผลไม้ น้ำนม น้ำส้มสายชู หรืออาหารอื่นๆ โดยการไทเทรตตัวอย่างอาหารด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐาน และใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์เพื่อบ่งชี้จุดยุติ หรืออาจไทเทรตจนได้ค่าพีเอช 8.1 ซึ่งเป็นค่าพีเอชที่อินดิเคเตอร์ฟีนอล์ฟทาลีนเปลี่ยนสี

ข. การไทเทรตระหว่างสารออกซิไดส์กับสารรีดิวซ์ (redox titration) เป็นปฏิกิริยาที่ประกอบด้วยปฏิกิริยารีดักชัน (reduction) และปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ร่วมกัน เช่น การไทเทรตหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหารด้วยสารละลายไอโอดีนมาตรฐาน โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถูกออกซิไดส์ได้เป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ และไอโอดีนถูกรีดิวซ์เป็นไอโอไดด์ เมื่อซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถูกออกซิไดส์หมด ไอโอดีนจะทำปฏิกิริยากับน้ำแป้งให้สีน้ำเงิน ซึ่งเป็นจุดยุติของปฏิกิริยา เป็นต้น

ค. การไทเทรตเพื่อให้เกิดตะกอน (precipitation titration) วิธีนี้ดูจุดยุติค่อนข้างยาก ตัวอย่างของปฏิกิริยา เช่น การวิเคราะห์หาเกลือแกง (NaCl) ในเนย โดยการไทเทรตด้วยสารละลายเงินไนเทรต และใช้โพแทสเซียมโครเมตเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติคือเมื่อเกิดตะกอนสีส้มแดงของเงินโครเมต ภายหลังจากที่เกลือแกงถูกทำปฏิกิริยากับเงินไนเทรตหมดแล้ว

หน่วยที่ใช้วัดปริมาตร คือ ลิตร มิลลิลิตร ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือซีซี (cubic centimetre, cc) เป็นต้น

หน่วย 1 ลิตร คือ ปริมาตรของน้ำที่มีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ณ อุณหภูมิที่น้ำมีความหนาแน่นมากที่สุด คือที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

1 มิลลิลิตร = 1 / 1,000 ลิตร

1 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ซีซี) คือ ปริมาตรของน้ำที่บรรจุอยู่ในลูกบาศก์ที่มีขนาดกว้าง x ยาว x สูง = 1 x 1 x 1 เซนติเมตร

1,000 มิลลิลิตร = 1,000.028 ซีซี

การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร[1]

ในปัจจุบันการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารมีวิธีการต่าง ๆ มากมาย ซึ่งได้พัฒนาและปรับปรุงกันมาอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยมาตรฐานจากวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน 2 คน คือ Hennelbery และ Stohmanu เริ่มต้นวิเคราะห์อาหารสัตว์เป็นครั้งแรกเมื่อ 100 ปีกว่ามาแล้ว เป็นการวิเคราะห์ที่เรียกว่า Proximate Analysis of Foods หมายถึง การวิเคราะห์เพื่อหาส่วนประกอบหลักที่มีอยู่ในอาหารโดยประมาณ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้จะทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว และไม่ต้องใช้เครื่องมือสมัยใหม่หรือที่ยุ่งยากและรีบเร่ง ส่วนประกอบหลักที่นิยมวิเคราะห์ในตัวอย่างอาหาร ได้แก่

1. ความชื้น (moisture)
2. เถ้า (ash)
3. ไขมัน (crude fat)
4. โปรตีน (crude protein)
5. กาก (crude fiber) หรือเส้นใยอาหาร (dietary fiber)
6. คาร์โบไฮเดรต โดยอาศัยผลต่าง (by difference)

การใช้คำว่า “crude” นำหน้า ไขมัน หรือโปรตีน แสดงให้เห็นว่า ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นเพียงค่าโดยประมาณเท่านั้น ไม่ใช่ค่าที่แท้จริงของสารนั้นในอาหาร แต่

ก็เป็นค่าที่เชื่อถือได้ หรือมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริง หากต้องการค่าที่แท้จริงจะต้องวิเคราะห์โดยวิธีการอื่นที่ให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งอาจจะต้องใช้เครื่องมือราคาแพง ใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน และเสียค่าใช้จ่ายสูง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้เวลาในการวิเคราะห์อย่างรวดเร็ว และให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น รวมทั้งมีวิธีการวิเคราะห์ที่สามารถหาสารที่มีปริมาณน้อยมากได้ด้วย

ความเชื่อมั่นของวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้[1-3]

การจะเลือกใช้วิธีใดในการวิเคราะห์อาหารนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น จะต้องพิจารณาว่าวิธีการนั้นให้ผลการวิเคราะห์ที่เชื่อมั่นได้มากน้อยแค่ไหน วิธีการวิเคราะห์ที่ดีจะต้องให้ผลการวิเคราะห์ที่แม่นยำ มีความถูกต้องใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริง มีความไวหรือมีระดับการวิเคราะห์ได้ปริมาณต่ำ (sensitive) และต้องเป็นวิธีที่มีความจำเพาะเจาะจง (specific) ต่อสารที่ต้องการวิเคราะห์มากที่สุด

ความแม่นยำ (precision) และการทดลองซ้ำ (reproducibility) คำทั้งสองคำนี้มีหลักการเหมือนกัน คือ เป็นการวัดความสามารถของวิธีการวิเคราะห์ ว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้เมื่อทดลองซ้ำหลายๆ ครั้งโดยผู้ทดลองคนเดิม หรือคนอื่นๆ จะต้องให้ค่าของผลการวิเคราะห์ที่ได้ใกล้เคียงกันมากที่สุด เช่น การไทเทรต 3 ครั้ง หากค่าที่ได้ใกล้เคียงกันทุกค่า แสดงว่ามีความแม่นยำดี แต่หากค่าที่ไทเทรตได้แตกต่างกันมาก แสดงว่ามีความแม่นยำไม่ดี

ในการวิเคราะห์ทางเคมีควรวิเคราะห์ซ้ำหลายๆ ครั้ง อย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อให้มีความมั่นใจในผลการวิเคราะห์ที่ได้ แล้วนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย (mean) เพื่อให้ค่าที่ได้เป็นตัวแทนของผลการวิเคราะห์ทั้งหมด แต่ไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าเป็นค่าที่แท้จริง (true value) ถูกต้องที่สุด

การที่วิธีการวิเคราะห์ใดให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำดี ไม่ได้หมายความว่าวิธีการนั้นจะให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเสมอไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์แต่ละชนิด จะมีความเที่ยงตรงแม่นยำแตกต่างกัน หากต้องการให้มีระดับความแม่นยำ (degree of precision) สูง จะต้องมีการสอบเทียบมาตรฐาน (calibrate) กับค่ามาตรฐาน (standard) อย่างสม่ำเสมอ เช่น การใช้ตาชั่งหรือเครื่องชั่ง ควรนำน้ำหนักมาตรฐานมาตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่งที่ใช้อยู่เสมอ หรือการใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์หรือเครื่องวัดค่าพีเอช ก่อนใช้ทุกครั้งจะต้องนำสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่าพีเอชมาตรฐานอย่างน้อย 2 ค่าพีเอช มาตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องวัดค่าพีเอช ก่อนที่จะนำไปใช้วัดหาค่าพีเอชของตัวอย่างอาหาร เป็นต้น

การใช้บิวเรตต์วัดปริมาตร มีความแม่นยำ ±0.02 มิลลิลิตร

การใช้กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร มีความแม่นยำ ±0.05 มิลลิลิตร

การใช้กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร มีความแม่นยำ ±0.5 มิลลิลิตร

ความถูกต้อง (accuracy) เป็นค่าที่บ่งชี้ว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงได้มากน้อยเท่าใด ถ้าผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมาก แสดงว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้มีความถูกต้องสูง ถ้าผลการวิเคราะห์ที่ได้ห่างจากค่าที่แท้จริงมาก แสดงว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้มีความถูกต้องต่ำ

$$\% \text{ ความถูกต้อง} = \frac{(\text{ค่าที่แท้จริง} - \text{ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์})}{\text{ค่าที่แท้จริง}} \times 100$$

วิธีการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้

ก. ใช้ตัวอย่างมาตรฐานที่ทราบปริมาณสารแน่นอน

ข. นำตัวอย่างมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการหลายๆ วิธี แล้วดูว่าวิธีไหนที่ให้ค่าใกล้เคียงกับค่าที่ถูกต้องมากที่สุด วิธีที่ให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมากที่สุดจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดและมีความถูกต้องสูง

ในการวิเคราะห์จึงนิยมหาค่า % recovery ควบคู่กันไป โดยเติมสารบริสุทธิ์ที่ทราบจำนวนแน่นอนลงไปด้วย แล้วคำนวณหา % recovery ของสารที่เติมลงไป ซึ่งจะทำให้ทราบว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องมากน้อยเพียงไร

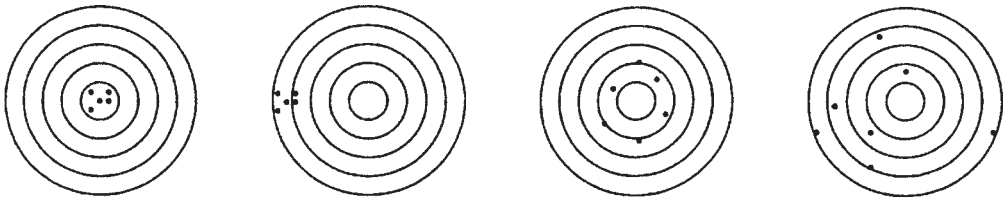
$$\% \text{ recovery} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

A = ตัวอย่าง + สารบริสุทธิ์ที่ทราบปริมาณแน่นอน

B = ตัวอย่าง

C = สารบริสุทธิ์ที่ทราบปริมาณแน่นอน

นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความยากง่ายของการวิเคราะห์และระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย ความแตกต่างของความแม่นยำกับความถูกต้องแน่นอน แสดงดังรูปที่ 2.1



a = ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีความแม่นยำและถูกต้อง

b = ผลการวิเคราะห์ที่ได้มีความแม่นยำแต่ไม่ถูกต้อง เพราะค่าที่ได้ห่างจากค่าที่แท้จริง

c = ผลการวิเคราะห์ที่ได้ถูกต้องเพราะค่าที่ได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงแต่ไม่มีความแม่นยำ

d = ผลการวิเคราะห์ที่ได้ไม่มีความแม่นยำและไม่มีความถูกต้องเนื่องจากค่าที่ได้ห่างจากค่าที่แท้จริงมาก

***รูปที่ 2.1** ความแตกต่างของความแม่นยำกับความถูกต้อง*
***ที่มา** : เอกสารอ้างอิงหมายเลข 3*

ในการประเมินผลการวิเคราะห์ที่ได้ว่ามีความผันแปรมากหรือน้อยจะพิจารณาจากช่วงห่าง (range) ของค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด หากห่างกันมาก แสดงว่า ผลการวิเคราะห์มีค่าผันแปรสูง ต้องคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ซึ่งจะเป็นค่าที่บ่งชี้ที่ดีว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันหรือห่างกันมาก

ความจำเพาะเจาะจง (specificity) หมายถึง การบ่งชี้ว่าวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้มีความเฉพาะเจาะจงต่อสารที่ต้องการวิเคราะห์มากน้อยเพียงไร หากวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้มีความเฉพาะเจาะจงต่ำ จะมีผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์ที่ได้ เช่น การมีสารอื่นผสมหรือปนอยู่ในตัวอย่าง หรือการรบกวนของสารอื่นต่อสารที่วิเคราะห์ จะทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้คลาดเคลื่อนไม่ถูกต้อง เช่น การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีโดยวิธีการไทเทรต ซึ่งอาศัยหลักการที่ว่าวิตามินซีเป็นสารที่มีสมบัติเป็นสารรีดิวซิง (reducing agent) หากในตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์มีสารอื่นที่มีสมบัติเป็นสารรีดิวซิงเช่นเดียวกับวิตามินซี จะทำให้ผลการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีที่ได้มีค่าสูงกว่าค่าที่เป็นจริงได้