

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณความเข้มข้นจากค่าการดูดกลืนแสง

ภาคผนวก ก

การคำนวณความเข้มข้นจากค่าการดูดกลืนแสง

1. การคำนวณหาค่าความเข้มข้นจากค่าการดูดกลืนแสงของสาร

ตารางที่ 1.1ก แสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

แหล่งที่มาของ ตัวอย่าง	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ค่าการดูดกลืนแสง			ค่าการ ดูดกลืน แสงเฉลี่ย	SD (n = 3)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
ตลาดวัดกลาง	ปลาหมึกแห้ง	0.1114	0.1104	0.1058	0.1092	0.0030
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.0164	0.0169	0.0161	0.0165	0.0004
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	0.0137	0.0142	0.0144	0.0141	0.0004
ตลาดหนองมน	ปลาหมึกแห้ง	0.0389	0.0384	0.0379	0.0384	0.0005
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	-	-	-	-	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	-	-	-	-	-
ตลาดบางพระ	ปลาหมึกแห้ง	0.0399	0.0413	0.0408	0.0406	0.0007
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	-	-	-	-	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	-	-	-	-	-
ตลาดเกาะลอย	ปลาหมึกแห้ง	0.0183	0.0190	0.0210	0.0194	0.0014
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.0140	0.0142	0.0142	0.0141	0.0001
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	-	-	-	-	-
ตลาดแหลมฉบัง	ปลาหมึกแห้ง	0.0517	0.0488	0.0480	0.0495	0.0019
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.0468	0.0473	0.0454	0.0465	0.0010
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	-	-	-	-	-
ตลาดนาเกลือ	ปลาหมึกแห้ง	0.0640	0.0640	0.0635	0.0638	0.0003
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	-	-	-	-	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	-	-	-	-	-

ตารางที่ 1.1ก (ต่อ)

แหล่งที่มาของ ตัวอย่าง	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ค่าการดูดกลืนแสง			ค่าการ ดูดกลืน แสงเฉลี่ย	SD (n = 3)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
ตลาดแสมสาร	ปลาหมึกแห้ง	0.0231	0.0248	0.0227	0.0236	0.0011
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	-	-	-	-	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	-	-	-	-	-

การคำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างในหน่วยความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อลิตร
สามารถคำนวณได้จากสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่ได้คือ $y = 0.2418x + 0.0096$
ตัวอย่างปลาหมึกแห้งวัดค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยได้เท่ากับ 0.1092 นำไปแทนค่าในสมการได้ดังนี้

$$0.1092 = 0.2418 x + 0.0096$$

$$X = 0.4119$$

ตารางที่ 1.2ก ปริมาณแคดเมียมที่พบในสารละลายตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ปลาหมึก (มิลลิกรัมต่อลิตร)

แหล่งที่มาของ ตัวอย่าง	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ความเข้มข้นของแคดเมียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)			ความ เข้มข้น เฉลี่ย	SD (n = 3)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
ตลาดวัดกลาง	ปลาหมึกแห้ง	0.421	0.417	0.398	0.412	0.012
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.028	0.030	0.027	0.028	0.002
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	0.017	0.019	0.020	0.019	0.002
ตลาดหนองมน	ปลาหมึกแห้ง	0.121	0.119	0.117	0.119	0.002
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	nd	nd	nd	nd	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-
ตลาดบางพระ	ปลาหมึกแห้ง	0.125	0.131	0.129	0.128	0.003
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	nd	nd	nd	nd	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-
ตลาดเกาะลอย	ปลาหมึกแห้ง	0.036	0.039	0.047	0.041	0.006
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.018	0.019	0.019	0.019	0.001
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-
ตลาดแหลมฉบัง	ปลาหมึกแห้ง	0.174	0.162	0.159	0.165	0.008
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.154	0.156	0.148	0.153	0.004
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-
ตลาดนาเกลือ	ปลาหมึกแห้ง	0.225	0.225	0.223	0.224	0.001
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	nd	nd	nd	nd	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-
ตลาดแสมสาร	ปลาหมึกแห้ง	0.056	0.063	0.054	0.058	0.005
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	nd	nd	nd	nd	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-

จากกราฟสารละลายมาตรฐานจะได้ค่าความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมในสารตัวอย่างในหน่วย มิลลิกรัมต่อลิตร ต้องการเปลี่ยนความเข้มข้นของปริมาณแคดเมียมในสารตัวอย่างเป็นหน่วย มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เปลี่ยนหน่วยดังนี้

เช่น ปลาหมึกแห้ง มีค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในสารตัวอย่าง 0.412 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในสารละลาย 1000 มิลลิลิตร สารตัวอย่างมีปริมาณแคดเมียม 0.412 มิลลิกรัม

ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร สารตัวอย่างมีปริมาณแคดเมียม $\frac{0.412\text{mg} \times 100\text{mL}}{1000\text{mL}}$ mg

ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ใช้ปลาหมึกแห้งตัวอย่างในการทดลอง 10 กรัม

คิดปริมาณแคดเมียม ในหน่วย มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปลาหมึกแห้ง 10 g มีปริมาณแคดเมียม $\frac{0.412\text{mg} \times 100\text{mL}}{1000\text{mL}}$ mg

ปลาหมึกแห้ง 1000 g มีปริมาณแคดเมียม $\frac{0.412\text{mg} \times 100\text{mL} \times 1000\text{g}}{1000\text{mL} \times 10\text{g}} = 4.120\text{ mg}$

ดังนั้นจะได้ปริมาณแคดเมียม 4.120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 1.3 ก ปริมาณแคดเมียมที่พบผลิตภัณฑ์ปลาหมึก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

แหล่งที่มาของ ตัวอย่าง	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ความเข้มข้นของแคดเมียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)			ความ เข้มข้น เฉลี่ย	SD (n = 3)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
ตลาดวัดกลาง	ปลาหมึกแห้ง	4.210	4.170	3.980	4.120	0.123
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.280	0.300	0.270	0.283	0.015
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	0.170	0.190	0.200	0.187	0.015
ตลาดหนองมน	ปลาหมึกแห้ง	1.210	1.190	1.170	1.190	0.020
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	nd	nd	nd	nd	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-
ตลาดบางพระ	ปลาหมึกแห้ง	1.250	1.310	1.290	1.283	0.031
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	nd	nd	nd	nd	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-
ตลาดเกาะลอย	ปลาหมึกแห้ง	0.360	0.390	0.470	0.407	0.057
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.180	0.190	0.190	0.187	0.006
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-
ตลาดแหลมฉบัง	ปลาหมึกแห้ง	1.740	1.620	1.590	1.650	0.079
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	1.540	1.560	1.480	1.527	0.042
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-
ตลาดนาเกลือ	ปลาหมึกแห้ง	2.250	2.250	2.230	2.243	0.012
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	nd	nd	nd	nd	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-
ตลาดแสมสาร	ปลาหมึกแห้ง	0.560	0.630	0.541	0.577	0.047
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	nd	nd	nd	nd	-
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	nd	nd	nd	nd	-

2. การวิเคราะห์หาขีดจำกัดของการตรวจวัด และขีดจำกัดการวิเคราะห์ปริมาณ

ตารางที่ 2.1ก ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแบลงค์

ค่าการดูดกลืนแสง										ค่าเฉลี่ย	SD
ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5	ครั้งที่6	ครั้งที่7	ครั้งที่8	ครั้งที่9	ครั้งที่10		
0.002	0.001	0.001	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.0015	0.0007

การหาขีดจำกัดของการตรวจวัด และขีดจำกัดการวิเคราะห์ปริมาณ สามารถคำนวณได้

จากสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่ได้คือ $y = 0.2418x + 0.0096$ เมื่อ m (slope) = 0.2418

สูตร $LOD = \frac{3SD}{m}$

สูตร $LOQ = \frac{10SD}{m}$

เมื่อ m = คือความชันของกราฟมาตรฐาน

SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัญญาณที่วัดได้จากแบลงค์

ตัวอย่างปลาหมึกแห้งวัดค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยได้เท่ากับ 0.1092 นำไปแทนค่าในสมการได้ดังนี้

การคำนวณหาค่า LOD คำนวณได้จากสูตร $LOD = \frac{3SD}{m}$

การคำนวณหาค่า LOQ คำนวณได้จากสูตร $LOQ = \frac{10SD}{m}$

ดังนั้นจะได้ค่า $LOD = (3 \times 0.0007) / 0.2418 = 0.009$ มิลลิกรัมต่อลิตร

$LOQ = (10 \times 0.0007) / 0.2418 = 0.03$ มิลลิกรัมต่อลิตร

3. การหาร้อยละการได้กลับคืน

ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม หาร้อยละการกลับคืนโดยการเติมสารละลายมาตรฐาน แคลเมียมเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในสารตัวอย่าง 5 มิลลิตร ได้ค่าการดูดกลืนแสงดังตารางที่ 3.1ก

ตารางที่ 3.1ก ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่มีการเติมสารมาตรฐานแคลเมียม 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

แหล่งที่มาของ ตัวอย่าง	สารตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง				SD (n = 3)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
ตลาดวัดกลาง	ปลาหมึกแห้ง	0.2275	0.2265	0.2267	0.2269	0.0005
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.1339	0.1334	0.1351	0.1341	0.0009
	ปลาหมึกตัวสามรส	0.1327	0.1329	0.1334	0.1330	0.0004

ตารางที่ 3.2ก ปริมาณแคลเมียมที่พบในสารตัวอย่างที่มีการเติมสารมาตรฐานแคลเมียม 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

แหล่งที่มาของ ตัวอย่าง	สารตัวอย่าง	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)				SD (n = 3)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	
ตลาดวัดกลาง	ปลาหมึกแห้ง	0.901	0.897	0.898	0.899	0.002
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.514	0.512	0.519	0.515	0.004
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	0.509	0.510	0.512	0.510	0.002

ตารางที่ 3.3ก แสดงร้อยละการได้กลับคืน

แหล่งที่มา ของตัวอย่าง	สารตัวอย่าง	เดิมสารมาตรฐาน		ไม่เดิมสารมาตรฐาน		ร้อยละการได้ กลับคืน (%Rcovery)
		แคคเมียม		แคคเมียม		
		ค่าการ ดูดกลืน แสง	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม ต่อลิตร)	ค่าการ ดูดกลืน แสง	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม ต่อลิตร)	
ตลาดวัดกลาง	ปลาหมึกแห้ง	0.2269	0.899	0.1092	0.412	97.3
	ปลาหมึกแผ่นอบกรอบ	0.1341	0.515	0.0165	0.028	97.3
	ปลาหมึกตัวปรุงรส	0.1330	0.510	0.0141	0.019	98.2

จากตารางที่3.3ก สามารถหา % Recovery โดยคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

% Recovery = $\frac{C_s - C_u}{C} \times 100$

- เมื่อ C_s = ความเข้มข้นของสารตัวอย่างหลังเติมสารมาตรฐาน (spiked sample)
 C_u = ความเข้มข้นของสารตัวอย่างก่อนเติมสารมาตรฐาน (unspiked sample)
 C = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่เติมลงไป

เช่น ปลาหมึกแห้งมีความเข้มข้นของสารตัวอย่างก่อนเติมสารมาตรฐานที่วัดได้ 0.412 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของสารตัวอย่างหลังเติมสารมาตรฐานที่วัดได้ 0.899 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่เติมลงไป 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น

% Recovery = $\frac{0.899 - 0.412}{0.5} \times 100$

% Recovery = 97.40

เกณฑ์ที่ยอมรับ % Recovery อยู่ในช่วง 80 ถึง 110

4.การคำนวณปริมาณแคดเมียมจากเกณฑ์มาตรฐาน

มาตรฐาน องค์การอนามัยโลกและองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO/WHO) ได้กำหนด Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) ของปริมาณแคดเมียมสูงสุดที่มนุษย์จะรับได้ไม่เกิน 7 ไมโครกรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ดังนั้นสำหรับคนน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม ใน 1 วันจะสามารถรับแคดเมียมได้ไม่เกิน 60 ไมโครกรัม และใน 1 สัปดาห์จะสามารถรับแคดเมียมได้ไม่เกิน 420 ไมโครกรัม