

บทที่ 3

ผลการทดลอง

3.1 การหาสถานะที่เหมาะสมของการเตรียมตัวอย่างนมด้วยวิธีการย่อยสลายเปียก ก่อนวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมโดยเทคนิค HG-AAS

3.1.1 ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริก

1) สภาวะการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
reductant :	3 % NaBH ₄ in 1%NaOH	4.5 มิลลิลิตร
อุณหภูมิในการ incubation	80 ± 5	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร/นาที
acetylene	3.0	ลิตร/นาที

ทำการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริกโดยเติมลงไปในแต่ละตัวอย่างเท่ากับ 4.17, 6.25, 7.50 และ 8.33 mol/L ตามลำดับ

2) ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในสารละลาย

มาตรฐานซีลีเนียมเข้มข้น 20.00 ng/mL

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.1 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้นSe (ng/mL)	peak height		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
5	0.446	0.436	0.441
10	0.669	0.776	0.722
15	0.978	1.027	1.002
20	1.179	1.031	1.105
สมการกราฟ มาตรฐานซีลีเนียม	$y = 0.25495 + 0.0454 x$		
regression linear	0.9821		

2.2) ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริก

ตาราง 3.2 ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานซีลีเนียมเข้มข้น 20 ng/mL

ปริมาตร HCl (mL)	ความเข้มข้น HCl (mol/L)	peak height	ปริมาณ Se (ng/mL)	ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)	% relative error
0	0	0.266	0.73	0.89	-95.55
0	0	0.273	1.03		
0	0	0.270	0.90		
5	4.17	0.467	9.57	8.09	-59.55
5	4.17	0.416	7.33		
5	4.17	0.417	7.37		
10	6.25	0.643	17.32	17.98	-10.10
10	6.25	0.662	18.16		
10	6.25	0.669	18.46		
15	7.50	0.534	12.52	13.93	-30.35
15	7.50	0.559	13.62		
15	7.50	0.605	15.65		

หมายเหตุ

1. สารตัวอย่างใช้สารละลายมาตรฐาน Seเข้มข้น 20 ng/mL

2. ตัวอย่างการคำนวณค่าเฉลี่ยปริมาณซีลีเนียมและ % relative error

จะแสดงในภาคผนวกหน้า 117

3) ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมจืดแอควานซ์
เข้มข้น 18.00 ng/mL

3.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.3 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
5	0.152	0.173	0.162
10	0.421	0.357	0.389
15	0.665	0.597	0.631
20	0.693	0.777	0.735
สมการกราฟ มาตรฐานซีลีเนียม	$y = -0.0110 + 0.0392 x$		
regression linear	0.9870		

3.2) ผลการทดลองวิเคราะห์ซีลีเนียมในนมซีมิแลคแอควานซ์

เข้มข้น 18.00 ng/mL

ตาราง 3.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในตัวอย่างนมซีมิแลคแอควานซ์

ปริมาตร HCl(mL)	ความเข้มข้น HCl(mol/L)	peak height	ปริมาณ Se (ng/mL)	ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)	% relative error
0	0	0.148	8.11	7.28	-59.56
0	0	0.116	6.48		
0	0	0.131	7.24		
5	4.17	0.290	15.35	15.37	-14.61
5	4.17	0.280	14.82		
5	4.17	0.312	16.47		
10	6.25	0.365	19.17	19.12	+6.22
10	6.25	0.420	21.98		
10	6.25	0.307	16.22		
15	7.50	0.332	17.49	17.22	-4.33
15	7.50	0.322	16.98		
15	7.50	0.326	17.18		
20	8.33	0.269	14.28	14.94	-24.50
20	8.33	0.280	14.84		
20	8.33	0.297	15.71		

หมายเหตุ

สารตัวอย่างใช้นมซีมิแลคแอควานซ์เข้มข้น 18.00 ng/mL

3.1.2 ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงเวลาในการ incubation

ปฏิกิริยารีดิวซ์ $\text{Se}(+6)$ ให้เป็น $\text{Se}(+4)$

1) สภาวะการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
สารตัวอย่างใช้นมขมิ้นแกลบแอดวานซ์ ที่มีปริมาณซีลีเนียม 18 ng/mL		
reductant :	3 % NaBH_4 in 1% NaOH 4.5 มิลลิลิตร	
อุณหภูมิในการ incubation	80 ± 5	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร/นาที
acetylene	3.0	ลิตร/นาที
ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริก	10.0	มิลลิลิตร

ทำการเปลี่ยนแปลงเวลาในการ incubation ปฏิกิริยารีดิวซ์ $\text{Se}(+6)$ ให้เป็น $\text{Se}(+4)$ ที่เวลา 10, 20, 30 และ 40 นาทีตามลำดับ

2) ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงเวลาในการ incubation

ปฏิกิริยารีดิวซ์ $\text{Se}(+6)$ ให้เป็น $\text{Se}(+4)$

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.5 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
5	0.277	0.307	0.292
10	0.585	0.585	0.585
15	0.788	0.723	0.760
20	1.313	1.028	1.170
สมการกราฟ มาตรฐานซีลีเนียม	$y = -0.0005 + 0.0562 x$		
regression linear	0.9880		

2.2) ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงเวลาในการ incubation

ปฏิกิริยารีดิวซ์ Se(+6) ให้เป็น Se(+4)

ตาราง 3.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมซีมีแลคแอควานซ์
เข้มข้น 18.00 ng / mL

เวลา (นาที)	peak height	ปริมาณ Se (ng/mL)	ค่าเฉลี่ยปริมาณ Se(ng/mL)	% relative error
0	0.383	13.65	14.38	-19.56
0	0.400	14.26		
0	0.411	14.65		
10	0.441	15.72	15.84	-12.00
10	0.444	15.82		
10	0.448	15.97		
20	0.444	15.82	16.34	-9.22
20	0.461	16.43		
20	0.471	16.78		
30	0.423	15.08	16.52	-6.83
30	0.471	16.78		
30	0.497	17.71		
40	0.394	14.04	15.91	-10.17
40	0.449	16.00		
40	0.496	17.68		

หมายเหตุ

สารตัวอย่างใช้นมซีมีแลคแอควานซ์เข้มข้น 18.00 ng/mL

3.1.3 ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการ incubation ปฏิกิริยารีดิวซ์ Se(+6)ให้เป็น Se(+4)

1) สภาพะการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
สารตัวอย่าง	ใช้น้ำซิมิแลคแอดวานซ์ ที่มีปริมาณซีลีเนียม 18 ng/mL	
reductant :	3 % NaBH ₄ in 1 % NaOH 4.5 มิลลิลิตร	
air	10.0	ลิตร/นาที
acetylene	3.0	ลิตร/นาที
ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริก	10.0	มิลลิลิตร
เวลาในการ incubation ที่เวลา	10	นาที

ทำการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ Se(+6)ให้เป็น Se(+4) ที่ 60, 70, 75, 80, 85, 90 และ 95 องศาเซลเซียส

2) ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการ incubation ปฏิกิริยารีดิวซ์ Se(+6)ให้เป็น Se(+4)

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.7 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
5	0.228	0.187	0.208
10	0.550	0.595	0.572
15	0.983	0.751	0.867
20	1.063	0.842	0.952
สมการกราฟ มาตรฐานซีลีเนียม	$y = 0.0180 + 0.0500 x$		
regression linear	0.9694		

2.2) ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการ incubation

ปฏิกิริยารีดิวซ์ $\text{Se}(+6)$ ให้เป็น $\text{Se}(+4)$

ตาราง 3.8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมซีมิแลคแอควานซ์

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	peak height	ปริมาณ Se (ng/mL)	ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)	%relative error
60	0.363	13.65	14.44	-19.77
60	0.378	14.25		
60	0.408	15.43		
70	0.368	13.85	13.50	-25.00
70	0.357	13.42		
70	0.352	13.22		
75	0.395	14.92	15.03	-16.50
75	0.403	15.24		
75	0.395	14.92		
80	0.439	16.66	17.16	-4.67
80	0.481	18.32		
80	0.435	16.50		
85	0.373	14.05	14.36	-20.22
85	0.362	13.63		
85	0.407	15.41		
90	0.348	14.48	12.62	-29.89
90	0.327	12.23		
90	0.300	11.16		
95	0.393	14.85	15.45	-14.17
95	0.424	16.06		
95	0.408	15.43		

หมายเหตุ

สารตัวอย่างใช้นมซีมิแลคแอควานซ์ เข้มข้น 18.00 ng/mL

3.1.4 ผลการทดลองวัดอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์

1) สภาพะการทดลอง

ความดันก๊าซไนโตรเจน : 36 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จะทำหน้าที่เป็นตัวพาสารละลาย NaBH_4 จากขวดบรรจุสารละลายลงไปเติมในหลอดเกิดปฏิกิริยา

กดปุ่ม plunger : ที่เวลา 0, 2, 5, 10 และ 15 นาที

2) ผลการทดลอง

ตาราง 3.9 ผลการวัดอัตราการไหลของสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์

เวลา (วินาที)	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	อัตราการไหล NaBH_4 (มิลลิลิตร/วินาที)
0	0	0
5	4.5	0.9
10	9.0	0.9
15	13.5	0.9

3.1.5 ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงการเติมปริมาตรสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์

1) สภาพะการทดลอง

ความยาวคลื่น 196 นาโนเมตร
 slit 0.7 นาโนเมตร
 สารตัวอย่าง : ใช้สารละลายมาตรฐาน Se เข้มข้น 20 ng/mL
 reductant : 3 % NaBH_4 in 1 % NaOH โดยเติมที่ปริมาตร 2.25, 4.50, 9.00 และ 13.50 มิลลิลิตรตามลำดับ
 อุณหภูมิในการ incubation 80.0 ± 5 องศาเซลเซียส
 air 10.0 ลิตร/นาที
 acetylene 3.0 ลิตร/นาที
 ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 10.0 มิลลิลิตร

2) ผลการทดลองวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานซีลีเนียมเข้มข้น 20.00 ng/mL

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.10 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
5	0.317	0.267	0.292
10	0.523	0.478	0.500
15	0.748	0.757	0.752
20	1.160	1.063	1.112
สมการกราฟ มาตรฐานซีลีเนียม	$y = -0.0140 + 0.0542 x$		
regression linear	0.9920		

2.2) ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงการเติมปริมาตรสารละลาย
โซเดียมบอโรไฮไดรด์

ตาราง 3.11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณละลายมาตรฐานซีลีเนียม
เข้มข้น 20.00 ng/mL

เวลา (นาทีก)	ปริมาตร NaBH ₄ (mL)	peak height	ปริมาณ Se (ng/mL)	ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)	%relative error
2	2.25	0.410	15.63	16.31	-18.45
2	2.25	0.447	17.00		
2	2.25	0.428	16.30		
5	4.50	0.577	21.79	22.04	+10.20
5	4.50	0.606	22.86		
5	4.50	0.568	21.46		
10	9.00	0.616	23.23	23.02	+15.10
10	9.00	0.603	22.75		
10	9.00	0.612	23.08		
15	13.50	0.564	21.31	21.78	+8.90
15	13.50	0.587	22.16		
15	13.50	0.579	21.86		

หมายเหตุ สารตัวอย่างใช้สารละลายมาตรฐาน Se เข้มข้น 20 ng/mL

3.1.6 ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์

1) สภาพะการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
สารตัวอย่าง	สารละลายมาตรฐาน Se เข้มข้น 20 ng/mL	
reductant	เปลี่ยนแปลงความเข้มข้นที่ 1%, 2%, 3%, 4% และ 5% NaBH ₄ in 1% NaOH	
อุณหภูมิในการ incubation	80.0 ± 5	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร/นาที
acetylene	3.0	ลิตร/นาที
ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริก	10.0	มิลลิลิตร

2) ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลิเนียม

ตาราง 3.12 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลิเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
5	0.203	0.230	0.216
10	0.618	0.658	0.638
15	0.837	0.747	0.792
20	1.096	1.095	1.095
สมการกราฟ มาตรฐานซีลิเนียม	$y = -0.0125 + 0.0558 x$		
regression linear	0.9846		

2.2) ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์

ตาราง 3.13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารละลายมาตรฐานซีลีเนียม
เข้มข้น 20.00 ng/mL

ความเข้มข้น NaBH ₄ (%)	peak height	ปริมาณ Se (ng/mL)	ค่าเฉลี่ย Se(ng/mL)	%relative error
1	0.419	15.46	17.37	-13.15
1	0.497	18.26		
1	0.501	18.40		
2	0.583	21.34	20.61	+3.05
2	0.525	19.26		
2	0.580	21.23		
3	0.569	20.83	20.46	+2.30
3	0.549	20.12		
3	0.558	20.44		
4	0.616	22.52	20.21	+4.50
4	0.436	18.07		
4	0.547	20.05		
5	0.497	18.26	18.61	+6.95
5	0.517	18.97		
5	0.507	18.61		

หมายเหตุ สารตัวอย่างใช้สารละลายมาตรฐาน Se เข้มข้น 20 ng/mL

3.1.7 ผลการทดลองหาความถูกต้องของการเตรียมตัวอย่างนมด้วยวิธีการย่อยสลายเปียก

1) ผลการวิเคราะห์ standard reference material(SRM)

1.1) สภาวะการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
reductant :	3% NaBH ₄ in 1 % NaOH	
อุณหภูมิในการ incubation	80.0 ± 5	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร/นาที
acetylene	3.0	ลิตร/นาที
ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริก	10.0	มิลลิลิตร

1.2) ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในตัวอย่าง SRM

1.2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.14 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
5	0.230	0.244	0.237
10	0.512	0.472	0.492
15	0.603	0.585	0.594
20	0.764	0.792	0.778
สมการกราฟ มาตรฐานซีลีเนียม	$y = 0.0097 + 0.0345 x$		
regression linear	0.9868		

1.2.2) ผลการทดลองวิเคราะห์ซีลีเนียมในตัวอย่างSRM
 ตาราง 3.15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในตัวอย่าง SRM

สารตัวอย่าง	ค่า certified mean±SD (ng/mL)	ปริมาณ Seจาก การทดลอง (ng/mL)	ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)	% relative error
NBS 1549	0.11 ± 0.10	0.11	0.10	-9.09
NBS 1549	0.11 ± 0.10	0.10		
NBS 1549	0.11 ± 0.10	0.10		
NBS 1577 a	0.71 ± 0.07	9.28	0.67	-5.63
NBS 1577 a	0.71 ± 0.07	9.36		
NBS 1577 a	0.71 ± 0.07	10.29		

NBS1549 = certified standard reference material nonfat milk powder.

NBS1577 a = certified standard reference material bovine liver.

2) ผลการหาค่าร้อยละการกลับคืน (percentage recovery)

2.1) สภาพการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
reductant	: 3% NaBH ₄ in 1 % NaOH	
อุณหภูมิในการ incubation	80.0 ± 5	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร/นาที
acetylene	3.0	ลิตร/นาที
ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริก	10.0	มิลลิลิตร

2.2) ผลการทดลองหาเปอร์เซ็นต์ recovery การเตรียมสาร

ตัวอย่างนมด้วยวิธีการย่อยสลายเปียก

2.2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.16 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
5	0.277	0.307	0.292
10	0.585	0.585	0.585
15	0.788	0.723	0.760
20	1.313	1.028	1.170
สมการกราฟ มาตรฐานซีลีเนียม	$y = -0.0005 + 0.0560 x$		
regression linear	0.9880		

2.2.2) ผลการทดลองหาเปอร์เซ็นต์ recovery การเตรียม

สารตัวอย่างนมคั่ววิธีการย่อยสลายเปียก

ตาราง 3.17 ผลการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ recovery

ปริมาณ Se ในนม ซีมิแลคแอควานซ์ (ng/mL)	Std. Se ที่เติม (ng/mL)	ปริมาณ Se ตามทฤษฎี (ng/mL)	ปริมาณ Se จาก การทดลอง (ng/mL)	% recovery
2.29	10.00	12.29	14.02	114.08
2.29	10.00	12.29	13.64	110.98
2.29	10.00	12.29	11.78	95.85
2.29	10.00	12.29	13.33	108.46
2.29	10.00	12.29	14.51	118.06
2.29	10.00	12.29	13.81	112.37
2.29	10.00	12.29	12.24	99.59
11.46	10.00	21.46	20.64	96.18
11.46	10.00	21.46	19.52	90.95
11.46	10.00	21.46	20.25	94.36
11.46	10.00	21.46	23.05	107.41
11.46	10.00	21.46	20.29	94.55
11.46	10.00	21.46	19.38	90.31
11.46	10.00	21.46	21.37	99.58
22.93	10.00	32.93	31.83	96.66
22.93	10.00	32.93	28.54	86.67
22.93	10.00	32.93	33.42	101.49
22.93	10.00	32.93	34.22	103.92
22.93	10.00	32.93	31.50	95.66
22.93	10.00	32.93	29.39	89.25
22.93	10.00	32.93	31.46	95.54

3.1.8 ผลการทดลองหาความแม่นยำของการเตรียมตัวอย่างนมด้วยวิธีการ ย่อยสลายเปียกก่อนการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมโดยเทคนิค HG-AAS

1) สภาพการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
สารตัวอย่าง	นมซีมิแลคแอควานซ์	
reductant :	3% NaBH ₄ in 1 % NaOH	
อุณหภูมิในการ incubation	80.0 ± 5	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร/นาที
acetylene	3.0	ลิตร/นาที
ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริก	10.0	มิลลิลิตร

2) ผลการทดลองหา ความแม่นยำการเตรียมสารตัวอย่างนมด้วยวิธีการย่อยสลายเปียก

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.18 ผลการทดลองวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
5	0.195	0.264	0.230
10	0.577	0.512	0.544
15	0.668	0.754	0.711
20	1.082	1.098	1.090
สมการกราฟ มาตรฐานซีลีเนียม	$y = -0.0430 + 0.0549 x$		
regression linear	0.9902		

2.2) ผลการทดลองการหาความแม่นยำของเทคนิค HG-AAS

ตาราง 3.19 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมขมิ้นแฉกแฉก

การทดลอง ครั้งที่	peak height	ปริมาณ Se (ug /100 g)	ปริมาณ Se (ng/mL)
1	0.570	14.88	22.32
2	0.637	16.50	24.75
3	0.579	15.09	22.64
4	0.524	13.76	20.64
5	0.578	15.07	22.61
6	0.619	16.07	24.10
7	0.564	13.40	22.10
8	0.651	16.84	25.26
9	0.601	15.63	23.44
10	0.588	15.31	22.97
11	0.599	15.58	23.37
mean $\pm$ SD	-	15.28 $\pm$ 1.04	22.93 $\pm$ 1.56

3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมชนิดต่างๆที่เตรียมตัวอย่างนมด้วย วิธีการย่อยสลายเปียกก่อนวิเคราะห์โดยเทคนิค HG-AAS

3.2.1 สภาวะการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
reductant	3% NaBH ₄ in 1% NaOH	
อุณหภูมิในการ incubation	80.0 ± 5	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร/นาที่
acetylene	3.0	ลิตร/นาที่
ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริก	10.0	มิลลิลิตร

3.2.2 ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมชนิดต่างๆ

1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.20 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
5	0.325	0.343	0.334
10	0.602	0.610	0.606
15	0.692	0.708	0.700
20	0.942	0.930	0.936
สมการกราฟ มาตรฐานซีลีเนียม	$y = 0.0110 + 0.0196 x$		
regression linear	0.9876		

2) ผลการทดลอง วิเคราะห์ซีลีเนียมในนมชนิดต่างๆ

2.1)นมโคสดชนิดต่างๆ

ตาราง 3.21 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมโคสด

ลำดับที่	ยี่ห้อนม	ปริมาณซีลีเนียม (ng/mL)			ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
1	โฟร์ โมสต์ (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	22.32	21.14	18.25	20.57
2	โฟร์ โมสต์ (UHT, ไขมันต่ำ)	15.98	16.09	16.23	15.93
3	โชคชัย (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	29.63	28.05	31.21	29.63
4	โชคชัย (UHT, ไขมันต่ำ)	19.53	19.00	20.26	19.60
5	มะลิ (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	26.95	25.74	24.58	25.76
6	หนองโพ(UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	21.89	20.63	19.42	20.65
7	ก้นทรีเฟรด(UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	36.42	33.84	25.21	35.16
8	ดัชมิลล์(พลาเจอร์ไรซ์)	18.00	15.58	16.89	16.82
9	ไทย-เยอรมัน(พลาเจอร์ไรซ์)	20.00	19.95	23.05	21.67
10	พรีมา(พลาเจอร์ไรซ์)	19.31	17.32	16.37	17.67

หมายเหตุ : การวิเคราะห์นมโคสด 1 ตัวอย่างจะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
แล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาณซีลีเนียม

2.2)นมปรุงแต่งรสชนิดต่าง ๆ

ตาราง 3.22 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมปรุงแต่งรส

ลำดับที่	ชื่อขนม	ปริมาณซีลีเนียม (ng/mL)			ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	โฟร์โมสต์(UHT,รสหวาน)	16.94	17.71	16.26	16.97
2	โฟร์โมสต์(UHT,รสช็อกโกแลต)	18.65	17.97	17.25	17.96
3	หนองโพ(UHT,รสหวาน)	8.00	6.80	6.13	6.98
4	โอวัลติน(UHT, รสช็อกโกแลต)	11.06	8.94	10.02	10.01
5	นมเปรี้ยวบีทาเก้น(รสอู่น)	0	0	0	0
6	นมเปรี้ยวตราเมจิ(รสสับปะรด)	2.42	2.37	3.16	2.65
7	นมเปรี้ยวตราหมี(รสตรอบอรี)	7.02	11.00	9.16	9.06
8	โยเกิร์ตพร้อมดื่มตราดัชมิลล์(รสส้ม)	3.58	2.95	3.63	3.39
9	นมไทย-เยอรมัน(รสหวาน)	13.86	14.74	15.37	14.66
10	นมไทย-เยอรมัน(รสช็อกโกแลต)	15.89	14.89	13.26	14.68

หมายเหตุ : การวิเคราะห์นมปรุงแต่งรส1 ตัวอย่างจะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
แล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาณซีลีเนียม

2.3)นมผงสูตรสำหรับทารกและเด็กชนิดต่าง ๆ

ตาราง 3.23 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมผงสูตรสำหรับทารกและเด็ก

ลำดับที่	ชื่อหอนม	ปริมาณซีลีเนียม (ng/mL)			ค่าเฉลี่ย Se (ug/100g)
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
1	ซีมิแลคแอควานซ์(นมคัดแปลง สูตรต่อเนื่องสำหรับทารก)	15.30	16.68	17.32	16.43
2	ตราหมี(นมคัดแปลงสูตรต่อ เนื่องสำหรับทารกและเด็ก)	8.95	8.78	9.18	8.97
3	คูเม็กซ์ (นมคัดแปลงสูตรต่อ เนื่องสำหรับทารกและเด็ก)	4.78	4.74	3.58	4.36
4	ตราเนสเปอร์(นมผงธรรมชาติ ละลายทันที)	6.89	6.93	6.94	6.92
5	ตราคาร์เนชั่น(นมผงปรุงแต่ง กลิ่นวานิลลา)	5.89	6.04	6.16	6.03

หมายเหตุ : การวิเคราะห์นมนมผงสูตรสำหรับทารกและเด็ก 1 ตัวอย่างจะ
ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาณซีลีเนียม

2.4)นมถั่วเหลืองชนิดต่าง ๆ

ตาราง 3.24 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมถั่วเหลือง

ลำดับที่	ชื่อหอนม	ปริมาณซีลีเนียม (ng/mL)			ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
1	แลคตาซอย(UHT,กล่อง)	7.74	7.06	6.34	7.05
2	ไวตามิลค์(UHT,กล่อง)	2.18	3.79	2.96	2.98

หมายเหตุ : การวิเคราะห์นมถั่วเหลือง 1 ตัวอย่างจะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
แล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาณซีลีเนียม

2.5) น้ำนมมารดา

ตาราง 3. 25 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมมารดา

ลำดับที่	ชื่อมารดา	ปริมาณซีลีเนียม (ng/mL)
1	นางวนิดา เมณี	3.42
2	นางประยงค์ สุนดาอินทร์	5.63
3	นางยุพิน จันทรปรี	3.68
4	นางวิลาวัลย์ ท้าวแก้ว	0
5	นางอำไพ ตามจะ โป๊ะ	0
6	นางอรพิน มาเป็ง	14.22
7	นางประทุมพร มโนคำ	0
8	นางสมจิตร สุริยา	2.27
9	นางสุเวจิน จองคำ	17.87
10	นางอิสยา ไชยวงศ์	14.55
11	นางจันทร์นวล แก้วมณีรัตน์	11.94
12	นางอำพร ไอริน	13.70
13	นางบัวเรียว ตานาเป็ง	3.70
14	นางพิทยา ปินตาตา	5.92
15	นางสุนทรี สุริยา	12.94
16	นางเทียมตา ธรรมธิ	4.08
17	นางมะลิวัลย์ เป้ามีศรี	9.53
18	นางอนงค์ สัตย์วงศ์	7.96
19	นางอัมพร มุ่งหมาย	3.41

หมายเหตุ : การวิเคราะห์น้ำนมมารดา1 ตัวอย่างจะทำการทดสอบ 1 ครั้ง
เพราะปริมาณน้ำนมตัวอย่างนั้นมีปริมาณน้อย

3.3 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีเผาแห้ง ก่อนวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมโดยเทคนิค HG-AAS

3.3.1 ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นไฮโดรคลอริก

1) สภาวะการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
reductant :	3 % NaBH ₄ in 1 % NaOH	4.5 มิลลิลิตร
อุณหภูมิในการ incubation	204	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร/นาที
acetylene	3.0	ลิตร/นาที

2) ผลการทดลองวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.26 ผลการวัด peak height ของสารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height
2	0.126
4	0.208
8	0.558
12	0.845
สมการกราฟมาตรฐานซีลีเนียม	$y = -0.0500 + 0.0745x$
regression linear	0.9962

2.2)ผลการวิเคราะห์ซีลีเนียมในนมซีมิแลคแอควานซ์

ตาราง 3.27 ปริมาณซีลีเนียมในนมซีมิแลคแอควานซ์

ลำดับที่	นน.นมซีมิแลค แอควานซ์(กรัม)	HCl (mol/L)	ปริมาณ Se (ug/100g)	ค่าเฉลี่ย Se (ug/100g)
1	0.9102	2.5	5.71	5.98
2	0.8334	2.5	6.45	
3	0.7852	2.5	5.79	
4	0.7832	5.0	8.75	8.22
5	0.7840	5.0	8.03	
6	0.8946	5.0	9.67	
7	0.7984	7.5	17.03	17.80
8	0.7897	7.5	18.74	
9	0.8998	7.5	17.62	
10	0.8993	10.0	14.26	14.87
11	0.8420	10.0	14.37	
12	0.7993	10.0	15.98	

หมายเหตุ สารตัวอย่างใช้นมซีมิแลคแอควานซ์เข้มข้น 12.0 ug/100 g

3.3.2 ผลการทดลองเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นสารละลายโซเดียมโบโรไฮไดรด์

1) สภาพการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
สารตัวอย่าง : สารละลายมาตรฐานซิลิเนียม	20 ng/mL	
reductant : ทำการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นสารละลาย NaBH_4		
ใน 1 % NaOH ที่ 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ		
อุณหภูมิในการ incubation	204	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร / นาที
acetylene	3.0	ลิตร / นาที

2) ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานซิลิเนียม

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซิลิเนียม

ตาราง 3.28 ผลการวัด peak height ของสารละลายมาตรฐานซิลิเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height
2	0.126
4	0.208
8	0.558
12	0.845
สมการกราฟมาตรฐานซิลิเนียม	$y = -0.0490 + 0.0745 x$
regression linear	0.9890

2.2) ผลการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในสารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ลำดับที่	NaBH ₄ (%)	peak height	ปริมาณSe (ng/mL)	ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)	%relative error
1	1	0.373	15.68	15.94	-20.3
2	1	0.391	16.68		
3	1	0.369	15.46		
4	2	0.425	18.55	19.08	-4.6
5	2	0.443	19.54		
6	2	0.436	19.16		
7	3	0.454	20.15	19.73	-1.35
8	3	0.44	19.38		
9	3	0.445	19.65		
10	4	0.488	22.02	21.97	+1.85
11	4	0.487	21.97		
12	4	0.486	21.91		
13	5	0.462	20.59	22.68	+13.4
14	5	0.539	24.83		
15	5	0.499	22.63		

หมายเหตุ

สารตัวอย่างใช้สารละลายมาตรฐานซีลีเนียมเข้มข้น 20 ng/mL

3.3.3 การทดสอบหาความถูกต้อง(accuracy)ของการเตรียมสารตัวอย่าง ด้วยวิธีการเผาแห้ง

1) สภาพะการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
reductant :	3%	NaBH ₄ in 1 % NaOH
อุณหภูมิในการ incubation	204	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร / นาที
acetylene	3.0	ลิตร / นาที

2) ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในตัวอย่าง standard reference material(SRM)

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.30 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height
2	0.101
4	0.177
8	0.367
12	0.533
สมการกราฟมาตรฐานซีลีเนียม	$y = 0.0060 + 0.0440 x$
regression linear	0.9961

2.2) ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในตัวอย่าง
standard reference material (SRM)

ตาราง 3.31 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในตัวอย่าง
standard reference material (SRM)

SRM	ค่า certified Se (ng/mL)	ปริมาณ Se จากการ ทดลอง (ng/mL)		ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)	%relative error
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		
non fat milk powder 1549 NIST	0.11 ± 0.1	0.13	0.12	0.12	+9.09
bovine liver 1577 a	0.71 ± 0.07	0.64	0.65	0.64	-10.94

3) ผลการทดลองหาเปอร์เซ็นต์ recovery ของการเตรียมตัวอย่าง
ด้วยวิธีการเผาแห้ง

3.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.32 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height
2	0.127
4	0.208
8	0.402
12	0.558
สมการกราฟมาตรฐานซีลีเนียม	$y = 0.0393 + 0.0438 x$
regression linear	0.9980

3.2) ผลการหาเปอร์เซ็นต์ recovery ของการเตรียมตัวอย่างนม

ด้วยวิธีการเผาแห้ง

ตาราง 3.33 ผลการหาเปอร์เซ็นต์ recovery ของการเตรียมตัวอย่างนม

ด้วยวิธีการเผาแห้ง

ปริมาณ Se ในนม ซีมิแลคแอคควานซ์ (ng/mL)	std. Se ที่เติม (ng/mL)	ปริมาณ Se ตาม ทฤษฎี (ng/mL)	ปริมาณ Se จาก การทดลอง (ng/mL)	recovery (%)
6.66	4.14	10.80	10.87	100.65
6.21	4.14	10.35	11.31	109.28
5.23	4.14	9.37	10.26	109.50
7.57	4.14	11.71	10.93	93.34
4.76	8.28	13.05	13.14	100.69
5.07	8.28	13.36	12.43	93.04
5.24	8.28	13.53	12.22	90.32
mean $\pm$ SD				99.54 $\pm$ 7.77

หมายเหตุ std. Se คือ สารละลายมาตรฐานซีลิเนียมที่เติมลงไปในการเตรียมตัวอย่างนมซีมิแลคแอคควานซ์ปริมาณที่แตกต่างกัน

3.3.4 ผลการทดลองหาความแม่นยำของการเตรียมสารตัวอย่างนมด้วยวิธีการเผาแห้ง

1) สภาวะการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
สารตัวอย่าง	นมซิมิแลคแอคควานซ์	
reductant :	3%	NaBH ₄ in 1% NaOH
อุณหภูมิในการ incubation	204	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร/นาที
acetylene	3.0	ลิตร/นาที

2) ผลการทดลองหาความแม่นยำของการเตรียมตัวอย่างนมด้วยวิธีการเผาแห้ง

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.34 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height
2	0.037
4	0.154
8	0.430
12	0.656
สมการกราฟมาตรฐานซีลีเนียม	$y = -0.0887 + 0.0628 x$
regression linear	0.9984

2.2) ผลการทดลองหาความแม่นยำของการเตรียมตัวอย่าง

ด้วยวิธีการเผาแห้ง

ตาราง 3.35 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมซีมิแลคแอควานซ์

ครั้งที่	นมซีมิแลคแอควานซ์		peak height	ปริมาณ Se (ng/mL)
	(กรัม)	(ug/100 g)		
1	0.9938	0.1192	0.370	18.40
2	1.128	0.1354	0.388	16.90
3	1.0831	0.1300	0.373	17.00
4	1.1638	0.1396	0.512	20.55
5	0.9416	0.1130	0.405	20.90
6	0.8973	0.1077	0.312	17.78
7	1.0560	0.1267	0.328	15.72
8	1.1441	0.1373	0.397	16.90
9	1.0002	0.1200	0.401	19.50
10	1.0412	0.1249	0.403	18.82
11	0.9897	0.1188	0.359	18.00
ค่าเฉลี่ยปริมาณ Se $\pm$ SD (ng/mL)				18.22 $\pm$ 1.62

3.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมชนิดต่างๆ ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีเผาแห้งก่อนการวิเคราะห์โดยเทคนิค HG-AAS

3.4.1 สภาพะการทดลอง

ความยาวคลื่น	196	นาโนเมตร
slit	0.7	นาโนเมตร
reductant	3%	NaBH ₄ in 1 % NaOH
อุณหภูมิในการ incubation	204	องศาเซลเซียส
air	10.0	ลิตร/นาที
acetylene	3.0	ลิตร/นาที

3.4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมชนิดต่างๆ ที่เตรียมตัวอย่างวิธีการเผาแห้ง

1) การสร้างกราฟมาตรฐานซีลีเนียม

ตาราง 3.36 ผลการวัด peak height สารละลายมาตรฐานซีลีเนียม

ความเข้มข้น Se (ng/mL)	peak height
2	0.119
4	0.229
8	0.411
12	0.638
สมการกราฟมาตรฐานซีลีเนียม	$y = 0.0170 + 0.0511 x$
regression linear	0.9980

2) ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมชนิดต่างๆ
ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการเผาแห้ง

2.1) นมโคสดชนิดต่าง ๆ

ตาราง 3.37 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมโคสด

ลำดับที่	ชื่อห่อนม	ปริมาณซีลีเนียม (ng/mL)		ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	
1	โฟร์โมสต์ (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	27.48	25.92	26.70
2	โฟร์โมสต์ (UHT, ไขมันต่ำ)	15.43	15.67	15.55
3	โชคชัย (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	28.15	31.52	29.84
4	โชคชัย (UHT, ไขมันต่ำ)	17.52	14.80	16.16
5	มะลิ (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	22.98	26.55	24.76
6	หนองโพ (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	19.12	17.20	18.16
7	คันทรี่เฟรช (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	33.25	35.60	34.42
8	ดัชมิลล์ (พลาเจอร์ไรซ์)	12.05	14.45	13.25
9	ไทย-เยอรมัน (พลาเจอร์ไรซ์)	23.58	26.90	25.24
10	พรีมา (พลาเจอร์ไรซ์)	24.75	21.70	23.22

หมายเหตุ การวิเคราะห์นม โคสด1 ตัวอย่างจะทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง
แล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาณซีลีเนียม

2.2) นมปรุงแต่งรสชนิดต่าง ๆ

ตาราง 3.38 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมปรุงแต่งรส

ลำดับที่	ชื่อหอนม	ปริมาณ Se (ng /mL)		ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	
1	โฟร์ โมสต์ (UHT,รสหวาน)	23.78	24.30	24.04
2	โฟร์ โมสต์(UHT,รสช็อกโกแลต)	17.60	17.80	17.70
3	หนองโพ (UHT,รสหวาน)	18.62	15.90	17.26
4	โอวัลติน (UHT, รสช็อกโกแลต)	10.82	7.90	9.36
5	นมเปรี้ยวบีทาเก้น (รสอู่น)	1.42	2.37	1.90
6	นมเปรี้ยวตราเมจิ (รสสับปะรด)	2.58	4.20	3.39
7	นมเปรี้ยวตราหมี(รสตรอบอรี)	5.70	6.20	5.95
8	โยเกิร์ตพร้อมดื่มตราดัชมิลล์(รสส้ม)	9.30	9.05	9.18
9	นมไทย-เยอรมัน(รสหวาน)	12.98	11.25	12.12
10	นมไทย-เยอรมัน(รสช็อกโกแลต)	10.28	13.48	11.88

หมายเหตุ

การวิเคราะห์นมปรุงแต่งรส1 ตัวอย่างจะทำการทดลอง
ซ้ำ 2 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาณซีลีเนียม

2.3) นมผงสูตรสำหรับทารกและเด็กชนิดต่าง ๆ

ตาราง 3.39 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมผงสูตรสำหรับทารกและเด็ก

ลำดับที่	ชื่อห่อนม	ปริมาณซีลีเนียม (ng/mL)		ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	
1	ซีมิแลคแอควานซ์(นมคัดแปลง สูตรต่อเนื่องสำหรับทารก)	23.50	19.98	21.74
2	ตราหมี(นมคัดแปลงสูตรต่อ เนื่องสำหรับทารกและเด็ก)	11.34	9.88	10.61
3	คูเม็กซ์(นมคัดแปลงสูตรต่อเนื่อง สำหรับทารกและเด็ก)	5.97	4.56	5.26
4	ตราเนสเปร้(นมผงธรรมชาติ ละลายทันที)	4.41	3.93	4.17
5	ตราคาร์เนชัน(นมผงปรุงแต่ง กลิ่นวานิลลา)	7.09	9.28	8.18

หมายเหตุ การวิเคราะห์นมผงสูตรสำหรับทารกและเด็ก1 ตัวอย่างจะทำการทดลอง
ซ้ำ 2 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาณซีลีเนียม

2.4) นมถั่วเหลืองชนิดต่าง ๆ

ตาราง 3.40 ผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมถั่วเหลือง

ลำดับที่	ชื่อห่อนม	ปริมาณซีลีเนียม (ng/mL)		ค่าเฉลี่ย Se (ng/mL)
		ครั้งที่1	ครั้งที่2	
1	แลตตาซอย (UHT , กล่อง)	6.08	5.62	5.85
2	ไวตามิ้ลค์ (UHT , กล่อง)	4.18	3.11	3.64

หมายเหตุ การวิเคราะห์นมถั่วเหลือง1 ตัวอย่างจะทำการทดลองซ้ำ
2 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาณซีลีเนียม

2.5) นมมารดา

ตาราง 3.41 ผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณซิติเนียมในนมมารดา

ลำดับที่	ชื่อมารดา	ปริมาณซิติเนียม (ng/mL)
1	นางวนิดา เมฆี	13.62
2	นางประยงค์ สุนดาอินทร์	9.75
3	นางยุพิน จันทรปรี	12.51
4	นางวิลาวัลย์ ท้าวแก้ว	13.40
5	นางอำไพ ตามจะโป๊ะ	9.22
6	นางอรพิน มาเป็ง	10.02
7	นางประทุมพร มโนคำ	6.76
8	นางสมจิตร สุริยา	9.42
9	นางสุเวจิน จองคำ	9.63
10	นางอิสยา ไชยวงศ์	12.72
11	นางจันทร์นวล แก้วมณีรัตน์	17.04
12	นางอำพร ไอริน	9.39
13	นางบัวเรียว คานาเป็ง	9.06
14	นางพิทยา ปินดาคา	11.52
15	นางสุนทรี สุริยา	12.84
16	นางเทียมตา ธรรมธิ	12.54
17	นางมะลิวัลย์ เป้ามีศรี	12.84
18	นางอนงค์ สัตย์วงศ์	11.10
19	นางอัมพร มุ่งหมาย	10.35

หมายเหตุ การวิเคราะห์นํ้านมมารดา 1 ตัวอย่างจะทำการทดลอง 1 ครั้ง
เพราะสารตัวอย่างมีปริมาณน้อย

3.5 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมซีมีแลคแอควานซ์

ตาราง 3.42 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมซีมีแลคแอควานซ์ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียกและการเผาแห้ง

การทดลองครั้งที่	ปริมาณซีลีเนียมที่วิเคราะห์โดยวิธี (ug/100 g)	
	wet digestion	dry ashing
1	14.88	18.40
2	16.50	16.90
3	15.09	17.00
4	13.76	20.55
5	15.07	20.90
6	16.07	17.78
7	13.40	15.72
8	16.84	16.90
9	15.63	19.50
10	15.31	18.82
11	15.58	18.00
mean $\pm$ SD	15.28 $\pm$ 1.04	18.22 $\pm$ 1.62
% CV	6.81	8.89

หมายเหตุ สารตัวอย่างคือนมซีมีแลคแอควานซ์จะมีปริมาณซีลีเนียม 12 ug /100 g ได้ทำการเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อยสลายเปียกและการเผาแห้งก่อนวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมโดยเทคนิค HG-AAS ซึ่งแต่ละวิธีจะทำการทดลองซ้ำ 11 ครั้ง จะเป็นการทดสอบความแม่นยำของเทคนิค

3.6 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมชนิดต่างๆ

ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียกและการเผาแห้ง

3.6.1 นมโคสดชนิดต่างๆ

ตาราง 3.43 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมโคสด
ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียกและการเผาแห้ง

ลำดับที่	ชื่อห่อนม	ปริมาณไขมันที่วิเคราะห์ โดยวิธี (ug/mL)	
		wet digestion	dry ashing
1	โฟร์โมสต์ (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	20.57	26.70
2	โฟร์โมสต์ (UHT, ไขมันต่ำ)	15.93	15.55
3	โชคชัย (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	25.82	29.84
4	โชคชัย (UHT, ไขมันต่ำ)	19.60	16.16
5	มะลิ (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	25.76	24.76
6	หนองโพ (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	20.65	18.16
7	คันทรี่เฟรช (UHT, กล่องสี่เหลี่ยม)	35.16	34.42
8	ดัชมิลล์ (พลาเจอร์ไรซ์)	16.82	13.25
9	ไทย-เยอรมัน (พลาเจอร์ไรซ์)	21.67	25.24
10	พรีมา (พลาเจอร์ไรซ์)	17.67	23.22

หมายเหตุ

การวิเคราะห์นมโคสดที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียกจะทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง และด้วยวิธีเผาแห้งจะทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

3.6.2 นมปรุงแต่งรสชนิดต่าง ๆ

ตาราง 3.44 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมปรุงแต่งรส
ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียกและการเผาแห้ง

ลำดับ ที่	ชื่อห่อนม	ปริมาณ Se ที่วิเคราะห์ โดยวิธี (ug/mL)	
		wet digestion	dry ashing
1	โฟร์ โมสต์ (UHT,รสหวาน)	16.97	24.04
2	โฟร์ โมสต์(UHT,รสช็อกโกแลต)	17.96	17.70
3	หน่องโฟ (UHT,รสหวาน)	18.90	17.26
4	โอวัลติน (UHT, รสช็อกโกแลต)	10.01	9.36
5	นมเปรี้ยวบีทาเก้น (รสอู่น)	0.00	1.90
6	นมเปรี้ยวตราเมจิ (รสสับปะรด)	2.65	3.39
7	นมเปรี้ยวตราหมี(รสตรอบอรี)	9.06	5.95
8	โยเกิร์ตพร้อมดื่มตราดัชมิลล์(รสส้ม)	3.39	9.18
9	นมไทย-เยอรมัน(รสหวาน)	14.66	12.12
10	นมไทย-เยอรมัน(รสช็อกโกแลต)	14.68	11.88

หมายเหตุ

การวิเคราะห์นมปรุงแต่งรสที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียกจะทำการทดลองซ้ำ
3 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง และวิธีเผาแห้งจะทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

3.6.3 นมผงสูตรสำหรับทารกและเด็กชนิดต่าง ๆ

ตาราง 3.45 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณซิลิเนียมในนมผงสูตรสำหรับทารกและเด็กชนิดที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียกและการเผาแห้ง

ลำดับที่	ชื่อหือนม	ปริมาณซิลิเนียมที่วิเคราะห์ โดยวิธี (ug/100g)	
		wet digestion	dry ashing
1	จิมีแลคแอควานซ์(นมคัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารก)	16.43	21.74
2	ตราหมี(นมคัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็ก)	8.97	10.61
3	คูมิกซ์(นมคัดแปลงสูตรต่อเนื่องสำหรับทารกและเด็ก)	4.36	5.26
4	ตราเนสเปร้(นมผงธรรมชาติละลายทันที)	6.92	4.17
5	ตราคาร์เนชั่น(นมผงปรุงแต่งกลิ่นวานิลลา)	6.03	8.18

หมายเหตุ

การวิเคราะห์นมผงสูตรสำหรับทารกและเด็กที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียก จะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง และวิธีเผาแห้งจะทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง

3.6.4 นมถั่วเหลืองชนิดต่าง ๆ

ตาราง 3.46 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณซิลิเนียมในนมถั่วเหลือง
ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียกและการเผาแห้ง

ลำดับที่	ชื่อห่อนม	ปริมาณซิลิเนียมที่วิเคราะห์ โดยวิธี(ug/mL)	
		wet digestion	dry ashing
1	แลตเตาซอ (UHT , กล่อง)	7.05	5.85
2	ไวตามิลค์ (UHT , กล่อง)	2.98	3.74

หมายเหตุ การวิเคราะห์นมถั่วเหลืองที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียกจะทำการ
ทดสอบซ้ำ 3 ครั้งต่อ 1 ตัวอย่าง และวิธีเผาแห้งจะทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง
ต่อ 1 ตัวอย่าง

3.6.5 น้ำนมมารดา

ตาราง 3.47 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณซีลีเนียมในนมมารดาที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อยสลายเปียกและการเผาแห้ง

ลำดับที่	ชื่อมารดา	ปริมาณซีลีเนียมที่วิเคราะห์โดยวิธี (ng/mL)	
		wet digestion	dry ashing
1	นางวนิดา เมฆี	3.42	13.62
2	นางประยงค์ สุนดาอินทร์	5.63	9.75
3	นางยุพิน จันทร์ปรี	3.68	12.51
4	นางวิลาวัลย์ ท้าวแก้ว	0.00	13.40
5	นางอำไพ ตามจะโป๊ะ	0.00	9.22
6	นางอรพิน มาเป็ง	14.22	10.02
7	นางประทุมพร มโนคำ	0.00	6.76
8	นางสมจิตร สุริยา	2.27	9.42
9	นางสุเวงเงิน จอคำ	17.87	9.63
10	นางอิสยา ไชยวงศ์	14.55	12.72
11	นางจันทร์นวล แก้วมณีรัตน์	11.94	17.04
12	นางอำพร ไอริน	13.70	9.39
13	นางบัวเรียว ดานาเป็ง	3.70	9.06
14	นางพิทยา ปินคาตา	5.92	11.52
15	นางสุนทรี สุริยา	12.94	12.84
16	นางเทียมตา ธรรมธิ	4.08	12.54
17	นางมะลิวัลย์ เป้ามีศรี	9.53	12.84
18	นางอนงค์ สัตย์วงศ์	7.96	11.10
19	นางอัมพร มุ่งหมาย	3.41	10.35

หมายเหตุ การวิเคราะห์นมมารดาที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียกและเผาแห้ง จะทำการทดลอง 1 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.7.1 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณซิติเนียมในนมซิมิลแลคแอดวานซ์ ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อยสลายเปียกและการเผาแห้ง

ตาราง 3.48 การ pair t-test ผลการวิเคราะห์ปริมาณซิติเนียมในนมซิมิลแลคแอดวานซ์

1) paired samples statistics

paired 1	mean	n	std. deviation	std. error mean
wet-semilac	15.28	11	1.04	0.31
dry-semilac	18.23	11	1.44	0.43

wet-semilac = การวิเคราะห์ปริมาณซิติเนียมในนมซิมิลแลคแอดวานซ์ ที่เตรียม
ตัวอย่างด้วยวิธีย่อยสลายเปียก

dry-semilac = การวิเคราะห์ปริมาณซิติเนียมในนมซิมิลแลคแอดวานซ์ ที่เตรียม
ตัวอย่างด้วยวิธีเผาแห้ง

2) paired samples correlations

pair 1	n	correlation	sig.
wet & dry semilac	11	- 0.38	0.26

3) pair sample test

pair 1	pair differences				t	df	sig. (2-tailed)
wet & dry semilac advance	mean	S D	S E mean	95% confidence interval of the difference	- 4.73	10	0.001
	-2.95	2.07	0.62	- 4.34 to - 1.56			

3.7.2 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณซิลิเนียมในนมชนิดต่างๆ
ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อยสลายเปียกและการเผาแห้ง

ตาราง 3.49 การ pair t-test ผลการวิเคราะห์ปริมาณซิลิเนียม
ในนมตัวอย่างนมชนิดต่างๆ

1) paired samples statistics

pair 1	mean	n	std. deviation	std. error mean
wet & dry	11.20	46	8.12	1.20
total	13.33	46	7.23	1.07

wet-total = ผลการวิเคราะห์ปริมาณซิลิเนียมที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีย่อย
สลายเปียกทั้งหมด 46 ตัวอย่าง

dry-total = ผลการวิเคราะห์ปริมาณซิลิเนียมที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีเผาแห้ง
ทั้งหมด 46 ตัวอย่าง

2) paired samples correlations

pair 1	n	correlation	sig.
wet & dry	46	0.82	0.000
total			

3) paired samples test

pair 1	pair differences				t	df	sig. (2-tailed)
wet & dry total	mean	S D	S E mean	95% confidence interval of the difference	- 3.52	45	0.003
	-2.14	4.66	0.69	- 3.52 to - 0.75			

3.7.3 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมมารดา ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อยสลายเปียกและการเผาแห้ง

ตาราง 3.50 การ pair t-test ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมมารดา

1) paired samples statistics

pair 1	mean	n	std. deviation	std. error mean
wet & dry	7.10	19	5.62	1.29
mother milk	11.25	19	2.33	0.53

wet human milk = ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมมารดาที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อยสลายเปียกแห้งทั้งหมด 19 ตัวอย่าง

dry human milk = ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมมารดาที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการเผาแห้งทั้งหมด 19 ตัวอย่าง

2) paired samples correlations

pair 1	n	correlation	sig.
wet & dry human milk	19	0.209	0.391

3) pair sample test

pair 1	pair differences				t	df	sig. (2-tailed)
wet & dry human milk	mean	S D	S E	95% confidence interval of the difference	- 3.23	18	0.005
	-4.15	5.61	1.29	- 6.86 to - 1.45			

3.8 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมโคสดกับนมอื่นๆ ที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อยสลายเปียก

ได้ทำการเปรียบเทียบการผลวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมโคสดกับนม
ปรุงแต่งรส นมผงสูตรสำหรับทารกและเด็ก นมถั่วเหลือง และนมมารดาที่เตรียม
ตัวอย่าง ด้วยวิธี การย่อยสลายเปียก โดยการใช้สถิติ pair t-test (independent
sample test) ซึ่งได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 3.51

ตาราง 3.51 การ pair t-test เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันใน
นมโคสดกับนมอื่นๆที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อยสลายเปียก

3.8.1 group statistics

group	n	mean	std. deviation	std. error mean
cow-milk 1	10	22.35	6.11	1.93
other 2	36	7.89	5.58	0.93

cow-milk = ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมโคสดที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อย

สลายเปียกจำนวน 11 ตัวอย่าง

other = ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมปรุงแต่งรส นมผงสูตรสำหรับทารก
และเด็ก นมถั่วเหลือง และนมมารดาที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อยสลายเปียก
จำนวน 36 ตัวอย่าง

3.8.2 independent sample test

pair 1	t-test for equality of means			
	t	df	sig. (2-tailed)	mean difference
cow milk				
: equal variances assumed	7.11	44	0.00	14.46
: equal variances not assumed	6.74	13.45	0.00	14.46

3.9 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมโคสดกับนมอื่นๆ

ที่เตรียมตัวอย่าง ด้วยวิธี การเผาแห้ง

ได้ทำการเปรียบเทียบการผลวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมโคสดกับนม
ปรุงแต่งรส นมผงสูตรสำหรับทารกและเด็ก นมถั่วเหลือง และนมมารดาที่เตรียม
ตัวอย่างด้วยวิธี การเผาแห้ง โดยการใช้สถิติ pair t-test (independent sample test)
ซึ่งได้ผลการทดลองดังแสดงในตาราง 3.52

ตาราง 3.52 การ pair t-test เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันใน
นมโคสดกับนมอื่นๆที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการเผาแห้ง

3.9.1 group statistics

group	n	mean	std. deviation	std. error mean
cow-milk 1	10	22.73	6.82	2.16
other 2	36	10.72	4.80	0.80

cow-milk = ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมโคสดที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการ
เผาแห้งจำนวน 10 ตัวอย่าง

other = ผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันในนมปรุงแต่งรส นมผงสูตรสำหรับทารก
และเด็ก นมถั่วเหลือง และนมมารดาที่เตรียมตัวอย่างด้วยวิธีการย่อยสลาย
เปียกจำนวน 36 ตัวอย่าง

3.9.2 independent sample test

pair 1	t-test for equality of means			
	t	df	sig. (2-tailed)	mean difference
cow milk				
: equal variances assumed	6.36	44	0.00	12.01
: equal variances not assumed	5.23	11.59	0.00	12.01

3.10 ปริมาณการบริโภคคนที่จะได้รับซีลีเนียมให้เพียงพอต่อร่างกายในแต่ละวัน

จากที่ประชุม Food And Nutrition Board (USA.)⁽¹³⁾ และข้อกำหนดสารอาหารที่คนไทยควรได้รับประจำวันและแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับคนไทย⁽⁴⁾ ได้เสนอค่าปริมาณซีลีเนียมที่เด็กแรกคลอด ถึง 6 เดือน ควรได้รับปริมาณซีลีเนียมเท่ากับ 10 ไมโครกรัมต่อวัน ที่อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยและเพียงพอสำหรับเด็กที่จะดำรงชีวิตได้อย่างเป็นสุข ดังนั้นถ้าคำนวณกรณีที่เด็กได้รับประทานนมอย่างเดียว และเด็กควรจะได้รับปริมาณเท่าใดจึงจะได้รับปริมาณซีลีเนียมที่เพียงพอ ดังแสดงข้อมูลในตาราง 3.53

ตาราง 3.53 ปริมาณนมที่ควรบริโภคต่อวันที่จะได้รับปริมาณซีลีเนียมที่เพียงพอ

ชนิดของนม	ค่าเฉลี่ยปริมาณ Se ที่วิเคราะห์โดยวิธี		ค่าเฉลี่ยปริมาณ Se (ng/mL)	ปริมาณนมที่ควรบริโภคต่อวัน (ลิตร)
	wet digestion (ng/mL)	dry ashing (ng/mL)		
1. นมโคสด	22.25	22.73	22.49	0.44
2. นมปรุงแต่งรส	9.64	11.28	10.46	0.956
3. นมผงสูตรสำหรับทารกและเด็ก	8.54	9.99 (ug / 100 g)	9.26 (ug / 100 g)	108 (g)
4. นมถั่วเหลือง	5.01	4.74	4.88	2.05
5. นมมารดา	7.10	11.25	9.18	1.09

หมายเหตุ ตัวอย่างการคำนวณปริมาณนมชนิดต่างๆที่ควรบริโภคต่อวัน
จะแสดงในภาคผนวกหน้า 117