

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณค่าทางโครมาโทกราฟี

ก.1 การคำนวณค่าแฟกเตอร์ความจุของสารละลายมาตรฐานผสมที่ประกอบด้วยคลอ-
เฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และพาราเซตามอล เมื่อใช้ตัวชะที่มี
ความเข้มข้นของ 1-เอทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม ในเตรท แตกต่างกัน ที่ pH 3.0

ตารางที่ ก.1 แสดงการคำนวณค่าแฟกเตอร์ความจุของสารละลายมาตรฐานผสมที่ประกอบด้วย
คลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และพาราเซตามอล เมื่อใช้ตัว
ชะที่มีความเข้มข้นของ 1-เอทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม ในเตรท แตกต่างกัน ที่ pH
3.0

[IL] (mM)	PE				CPM				PARA			
	t_o	t_R	k'	k' เฉลี่ย	t_o	t_R	k'	k' เฉลี่ย	t_o	t_R	k'	k' เฉลี่ย
0	0.902	1.649	0.83	0.83	0.902	22.309	23.73	24.51	0.902	31.144	33.53	33.85
	0.892	1.626	0.82		0.892	23.440	25.28		0.892	31.367	34.16	
2	0.872	1.745	1.00	1.00	0.872	19.009	18.009	19.74	0.872	31.477	35.10	35.25
	0.873	1.737	0.99		0.873	19.623	21.48		0.873	31.769	35.39	
4	1.000	2.597	1.597	1.55	1.000	9.457	8.454	8.46	1.000	32.793	31.793	31.20
	1.000	2.511	1.511		1.000	9.465	8.465		1.000	31.608	30.608	

หมายเหตุ [IL] = ความเข้มข้นของ 1-เอทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม ในเตรท
 t_o = เวลาการคงไว้ของตัวชะ(min)
 t_R = เวลาการคงไว้ของสารที่เราสนใจ(min)
 k' = แฟกเตอร์ความจุ; สูตรการคำนวณคือ $k' = \frac{t_R - t_o}{t_o}$

ก.2 การคำนวณค่าแฟกเตอร์ความจุของสารละลายมาตรฐานผสมที่ประกอบด้วย คลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และพาราเซตามอล เมื่อใช้ตัวชะที่มีความเข้มข้นของ 1-บิวทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซีเอทอกซี) เอทิลซัลเฟต แตกต่างกัน ที่ pH 3.0 ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 252 nm

ตารางที่ ก.2 แสดงการคำนวณค่าแฟกเตอร์ความจุของสารละลายมาตรฐานผสมที่ประกอบด้วย คลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และพาราเซตามอล เมื่อใช้ตัวชะที่มีความเข้มข้นของ 1-บิวทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซีเอทอกซี) เอทิลซัลเฟต แตกต่างกัน ที่ pH 3.0

[IL] (mM)	CPM				PE				PARA			
	t_o	t_R	k'	k' เฉลี่ย	t_o	t_R	k'	k' เฉลี่ย	t_o	t_R	k'	k' เฉลี่ย
0	0.902	22.309	23.73	24.51	0.902	1.649	0.83	0.83	0.902	31.144	33.53	33.85
	0.892	23.440	25.28		0.892	1.626	0.82		0.892	31.367	34.16	
2	1.052	5.723	4.44	4.44	1.052	5.723	4.44	4.44	1.052	25.377	23.12	23.02
	1.051	5.716	4.44		1.051	5.716	4.44		1.051	25.361	23.13	
	1.050	5.698	4.43		1.050	5.698	4.43		1.050	24.985	22.80	
4	1.127	5.540	3.92	3.90	1.127	6.160	4.47	4.42	1.127	24.267	20.53	20.31
	1.128	5.524	3.90		1.128	6.113	4.42		1.128	24.010	20.29	
	1.126	5.480	3.87		1.126	6.034	4.36		1.126	23.777	20.12	
6	1.160	5.230	3.51	3.54	1.160	5.916	4.10	4.15	1.160	21.754	17.75	18.02
	1.166	5.291	3.54		1.166	6.000	4.15		1.166	22.268	18.10	
	1.163	5.327	3.58		1.163	6.051	4.20		1.163	22.350	18.22	
8	1.169	4.715	3.03	3.04	1.169	5.240	3.48	3.49	1.169	18.488	14.82	14.85
	1.169	4.728	3.04		1.169	5.261	3.50		1.169	18.558	14.88	
	1.171	4.730	3.04		1.171	5.263	3.49		1.171	18.560	14.85	
10	1.161	4.017	2.46	2.46	1.161	4.440	2.82	2.83	1.161	15.138	12.04	11.90
	1.160	4.025	2.47		1.160	4.466	2.85		1.160	14.821	11.78	
	1.164	4.009	2.44		1.164	4.434	2.81		1.164	14.998	11.88	

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

[IL] (mM)	CPM				PE				PARA			
	t_0	t_R	k'	k' เฉลี่ย	t_0	t_R	k'	k' เฉลี่ย	t_0	t_R	k'	k' เฉลี่ย
12	1.183	3.973	2.36	2.37	1.183	4.477	2.78	2.80	1.183	15.295	11.93	11.87
	1.184	3.985	2.37		1.184	4.494	2.80		1.184	15.177	11.82	
	1.185	4.005	2.38		1.185	4.523	2.82		1.185	15.227	11.85	
14	1.220	4.071	2.34	2.34	1.220	4.686	2.84	2.84	1.220	15.229	11.48	11.76
	1.219	4.060	2.33		1.219	4.670	2.83		1.219	15.672	11.86	
	1.221	4.088	2.35		1.221	4.710	2.86		1.221	15.800	11.94	
16	1.273	4.217	2.31	2.29	1.273	5.073	2.99	2.95	1.273	15.669	11.31	11.40
	1.273	4.198	2.30		1.273	5.033	2.95		1.273	15.850	11.45	
	1.273	4.167	2.27		1.273	4.972	2.91		1.273	15.824	11.43	
18	1.237	4.023	2.25	2.26	1.237	4.694	2.79	2.80	1.237	14.917	11.06	10.96
	1.237	4.023	2.25		1.237	4.692	2.79		1.237	14.590	10.79	
	1.239	4.048	2.27		1.239	4.731	2.82		1.239	14.919	11.04	
20	1.271	3.997	2.14	2.16	1.271	4.792	2.77	2.80	1.271	14.431	10.35	10.41
	1.276	4.036	2.16		1.276	4.847	2.80		1.276	14.649	10.48	
	1.278	4.072	2.19		1.278	4.910	2.84		1.278	14.574	10.40	
24	0.961	1.743	0.81	0.74	0.961	1.743	0.81	0.74	0.961	3.897	3.06	2.88
	0.958	1.736	0.81		0.958	1.736	0.81		0.958	3.880	3.05	
	1.090	1.728	0.59		1.090	1.728	0.59		1.090	3.860	2.54	

หมายเหตุ [IL] = ความเข้มข้นของ 1-บิวทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซี เอทอกซี) เอทิล ซัลเฟต

t_0 = เวลาการคงไว้ของตัวชะ(min)

t_R = เวลาการคงไว้ของสารที่เราสนใจ(min)

k' = แฟกเตอร์ความจุ; สูตรการคำนวณคือ $k' = \frac{t_R - t_0}{t_0}$

ตารางที่ ก.3 แสดงการคำนวณค่าซีเล็คติวิตีของสารละลายมาตรฐานผสมที่ประกอบด้วยคลอเฟนิ-
รามีน มาลีเอท ฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และพาราเซตามอล เมื่อใช้ตัวชะที่มี
ความเข้มข้นของ 1-บิวทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซีเอทอกซี)เอทิล
ซัลเฟต แตกต่างกัน ที่ pH 3.0

[IL] (mM)	CPM : PE				PE : PARA			
	k'_1	k'_2	α	α เฉลี่ย	k'_2	k'_3	α	α เฉลี่ย
2	4.44	4.44	1	1	4.44	23.12	5.21	5.19
	4.44	4.44	1		4.44	23.13	5.21	
	4.43	4.43	1		4.43	22.80	5.15	
4	3.92	4.47	1.14	1.13	4.47	20.53	4.59	4.60
	3.90	4.42	1.13		4.42	20.29	4.59	
	3.89	4.36	1.13		4.36	20.12	4.61	
6	3.51	4.1	1.17	1.17	4.1	17.75	4.33	4.34
	3.54	4.15	1.17		4.15	18.10	4.36	
	3.58	4.20	1.17		4.20	18.22	4.34	
8	3.03	3.48	1.15	1.15	3.48	14.82	4.26	4.26
	3.04	3.50	1.15		3.50	14.88	4.25	
	3.04	3.49	1.15		3.49	14.85	4.26	
10	2.46	2.82	1.15	1.15	2.82	12.04	4.26	4.21
	2.47	2.85	1.15		2.85	11.78	4.13	
	2.44	2.81	1.15		2.81	11.88	4.23	
12	2.36	2.78	1.18	1.18	2.78	11.93	4.29	4.24
	2.37	2.80	1.18		2.80	11.82	4.22	
	2.38	2.82	1.18		2.82	11.85	4.20	
14	2.34	2.84	1.21	1.21	2.84	11.48	4.04	4.13
	2.33	2.83	1.21		2.83	11.86	4.19	
	2.35	2.86	1.22		2.86	11.94	4.17	
16	2.31	2.99	1.29	1.28	2.99	11.31	3.78	3.86
	2.30	2.95	1.28		2.95	11.45	3.88	
	2.27	2.91	1.28		2.91	11.43	3.93	
18	2.25	2.79	1.24	1.24	2.79	11.06	3.96	3.91
	2.25	2.79	1.24		2.79	10.79	3.87	
	2.27	2.82	1.24		2.82	11.04	3.91	

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

[IL] (mM)	CPM : PE				PE : PARA			
	k'_1	k'_2	α	α เฉลี่ย	k'_2	k'_3	α	α เฉลี่ย
20	2.14	2.77	1.29	1.30	2.77	10.35	3.74	3.71
	2.16	2.80	1.30		2.80	10.48	3.74	
	2.19	2.84	1.30		2.84	10.40	3.66	
24	0.81	0.81	1	1	0.81	3.06	3.78	4.13
	0.81	0.81	1		0.81	3.05	3.77	
	0.59	0.59	1		0.59	2.86	4.85	

หมายเหตุ [IL] = ความเข้มข้นของ 1-บิวทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซี เอทอกซี) เอทิล ซัลเฟต

k'_1, k'_2 และ k'_3 = แฟกเตอร์ความจุของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนิล-เอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และ พาราเซตามอล ตามลำดับ

α = ค่าซีเล็คติวิตี; สูตรคำนวณคือ $\alpha = \frac{k'_2}{k'_1}$

ตารางที่ ก.4 แสดงการคำนวณค่าความสามารถในการแยกของสารละลายมาตรฐานผสมที่

ประกอบด้วยคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และพาราเซตามอล เมื่อใช้ตัวชะที่มีความเข้มข้นของ 1-บิวทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซี เอทอกซี) เอทิล ซัลเฟต แตกต่างกัน ที่ pH 3.0

[IL] (mM)	CPM : PE					PE : PARA				
	t_{R1} (min)	t_{R2} (min)	W_1+W_2 (Cm)	R_s	R_s เฉลี่ย	t_{R2} (min)	t_{R3} (min)	W_2+W_3 (Cm)	R_s	R_s เฉลี่ย
2	5.723	5.723	0.90	0	0	5.723	25.377	1.85	21.25	21.29
	5.716	5.716	0.90	0		5.716	25.361	1.85	21.24	
	5.698	5.698	0.90	0		5.698	24.985	1.81	21.38	
4	5.540	6.160	0.75	1.65	1.64	6.160	24.267	1.80	20.12	19.91
	5.524	6.113	0.70	1.68		6.113	24.010	1.80	19.89	
	5.480	6.034	0.70	1.58		6.034	23.777	1.80	19.71	
6	5.230	5.916	0.75	1.83	1.84	5.916	21.754	1.80	17.60	17.48
	5.291	6.000	0.80	1.77		6.000	22.268	1.90	17.12	
	5.327	6.051	0.76	1.91		6.051	22.350	1.84	17.72	

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

[IL] (mM)	CPM : PE					PE : PARA				
	t _{R1} (min)	t _{R2} (min)	W ₁ +W ₂ (Cm)	R _s	R _s เฉลี่ย	t _{R2} (min)	t _{R3} (min)	W ₂ +W ₃ (Cm)	R _s	R _s เฉลี่ย
8	4.715	5.240	0.75	1.40	1.41	5.240	18.488	1.85	14.32	14.36
	4.728	5.261	0.75	1.42		5.261	18.558	1.85	14.38	
	4.730	5.263	0.75	1.42		5.263	18.560	1.85	14.38	
10	4.017	4.440	0.66	1.28	1.28	4.440	15.138	1.61	13.29	12.73
	4.025	4.466	0.70	1.26		4.466	14.821	1.65	12.55	
	4.009	4.434	0.66	1.29		4.434	14.998	1.71	12.36	
12	3.973	4.477	0.80	1.26	1.25	4.477	15.295	1.76	12.29	11.83
	3.985	4.494	0.80	1.27		4.494	15.177	1.80	11.87	
	4.005	4.523	0.85	1.22		4.523	15.227	1.89	11.33	
14	4.071	4.686	0.90	1.37	1.34	4.686	15.229	1.83	11.52	11.87
	4.060	4.670	0.91	1.34		4.670	15.672	1.81	12.16	
	4.088	4.710	0.95	1.31		4.710	15.800	1.86	11.92	
16	4.217	5.073	0.70	2.45	2.32	5.073	15.669	1.48	14.32	14.37
	4.198	5.033	0.75	2.23		5.033	15.850	1.50	14.42	
	4.167	4.972	0.71	2.27		4.972	15.824	1.51	14.37	
18	4.023	4.694	0.81	1.66	1.66	4.694	14.917	1.75	11.68	12.26
	4.023	4.692	0.82	1.63		4.692	14.590	1.60	12.37	
	4.048	4.731	0.81	1.69		4.731	14.919	1.60	12.74	
20	3.997	4.792	0.88	1.81	1.90	4.792	14.431	1.72	11.21	11.26
	4.036	4.847	0.85	1.91		4.847	14.649	1.70	11.53	
	4.072	4.910	0.85	1.97		4.910	14.574	1.75	11.04	
24	1.743	1.743	1.1	0.00	0	1.743	3.897	3.75	1.15	0.92
	1.736	1.736	1.4	0.00		1.736	3.880	5.30	0.81	
	1.728	1.728	1.4	0.00		1.728	3.860	5.40	0.78	

หมายเหตุ
$$R_s = \frac{2\Delta t_R}{W_2 + W_1}$$

เมื่อ Δt_R = ระยะห่างระหว่างจุดสูงสุดของพีคทั้งสองที่อยู่ติดกัน
 t_{R1} , t_{R2} และ t_{R3} = เวลาการคงไว้ของพีคคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนิล-
 เอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และ พาราเซตามอล
 ตามลำดับ

W_1, W_2 และ $W_3 =$ ความกว้างของฟีกคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนิล-
เอฟพรีน ไฮโดรคัลไรด์ และ พาราเซตามอล
ตามลำดับ

ตารางที่ ก.5 แสดงการคำนวณค่าจำนวนเพลท(Number of theoretical plates; N) ของคลอเฟนิรา
มีน มาลีเอท และพาราเซตามอล ที่ความยาวคลื่นต่างๆ เมื่อใช้ 20 mM 1-บิวทิล-3-
เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซี เอทอกซี) เอทิล ซัลเฟต ที่ pH 3.0 เป็นตัวชะ

ความยาวคลื่น	CPM			PARA		
	t_R (min)	W_h (cm)	$N(\text{min}^2/\text{cm})$	t_R (min)	W_h (cm)	$N(\text{min}^2/\text{cm})$
230	ND	ND	ND	Overload	Overload	Overload
240	4.122	0.55	311.17	Overload	Overload	Overload
250	4.195	0.55	322.29	Overload	Overload	Overload
255	4.199	0.52	361.24	14.987	0.50	4977.36
260	4.131	0.50	378.16	14.505	0.50	4662.35
262	4.217	0.60	273.66	15.192	0.52	4728.60
265	4.175	0.60	268.24	14.893	0.50	4915.12
270	4.137	0.65	224.42	14.543	0.50	4686.81
275	4.158	0.55	316.63	14.763	0.50	4829.69

หมายเหตุ $N = 5.54 \left(\frac{t_R}{W_h} \right)^2$ (W_h = ความกว้างของฟีกที่ครึ่งหนึ่งของความสูง; Cm)

ก.3 แสดงการคำนวณค่าแฟกเตอร์ความจุ ค่าความสามารถในการแยก และ ค่าเทลลิงแฟกเตอร์(Tailing factor; T) ของสารละลายมาตรฐานผสมที่ประกอบด้วย คลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และพาราเซตามอล ที่ความเข้มข้น 150 ppm เมื่อใช้ 20 mM 1-บิวทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซี เอทอกซี) เอทิล ซัลเฟต ที่ pH ต่างๆกัน เป็นตัวชะ

ตารางที่ ก.6 แสดงการคำนวณค่าแฟกเตอร์ความจุของสารละลายมาตรฐานผสมที่ประกอบด้วย คลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และพาราเซตามอล ที่ความเข้มข้น 150 ppm เมื่อใช้ 20 mM 1-บิวทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซี เอทอกซี) เอทิล ซัลเฟต ที่ pH ต่างๆกัน เป็นตัวชะ

pH	CPM				PE				PARA			
	t_o	t_R	k'	k' เฉลี่ย	t_o	t_R	k'	k' เฉลี่ย	t_o	t_R	k'	k' เฉลี่ย
2	1.241	1.815	0.46	0.48	1.241	2.137	0.72	0.72	1.241	5.637	3.54	3.42
	1.189	1.763	0.48		1.189	2.043	0.72		1.189	5.223	3.39	
	1.175	1.749	0.49		1.175	2.014	0.71		1.175	5.096	3.34	
3	1.271	3.997	2.14	2.16	1.271	4.792	2.77	2.81	1.271	14.431	10.35	10.50
	1.274	4.030	2.16		1.274	4.845	2.80		1.274	14.647	10.50	
	1.276	4.070	2.19		1.276	4.908	2.85		1.276	14.874	10.66	
6	1.177	1.846	0.57	0.54	1.177	2.220	1.22	0.95	1.177	5.506	3.68	3.48
	1.200	1.823	0.52		1.200	2.180	0.82		1.200	5.331	3.44	
	1.048	1.601	0.53		1.048	1.909	0.82		1.048	4.520	3.31	
7	1.033	1.033	0	0	1.033	1.564	0.51	0.52	1.033	3.143	2.04	2.05
	1.032	1.032	0		1.032	1.565	0.52		1.032	3.143	2.05	
	1.031	1.031	0		1.031	1.569	0.52		1.031	3.157	2.06	
8	1.086	1.086	0	0	1.086	2.262	1.08	1.14	1.086	5.018	3.62	3.84
	1.084	1.084	0		1.084	2.351	1.17		1.084	5.370	3.95	
	1.082	1.082	0		1.082	2.349	1.17		1.082	5.365	3.96	

หมายเหตุ $k' = \frac{t_R - t_o}{t_o}$ แฟกเตอร์ความจุ; สูตรการคำนวณคือ $k' = \frac{t_R - t_o}{t_o}$

ตารางที่ ก.7 แสดงการคำนวณค่าความสามารถในการแยกของสารละลายมาตรฐานผสมที่

ประกอบ ด้วยคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนีลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และพาราเซตามอล ที่ความเข้มข้น 150 ppm เมื่อใช้ 20 mM 1-บิวทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซี เอทอกซี) เอทิล ซัลเฟต ที่ pH ต่างๆกัน เป็นตัวชะ

pH	CPM : PE					PE : PARA				
	t_{R1} (min)	t_{R2} (min)	W_1+W_2 (Cm)	R_s	R_s เฉลี่ย	t_{R2} (min)	t_{R3} (min)	W_2+W_3 (Cm)	R_s	R_s เฉลี่ย
2	1.815	2.137	1.40	0.46	0.42	2.137	5.637	2.90	2.41	2.38
	1.763	2.043	1.30	0.43		2.043	5.223	2.60	2.45	
	1.749	2.014	1.39	0.38		2.014	5.096	2.69	2.29	
3	3.997	4.792	0.88	1.81	1.88	4.792	14.431	1.72	11.21	11.38
	4.030	4.845	0.85	1.92		4.845	14.647	1.70	11.53	
	4.070	4.908	0.88	1.90		4.908	14.874	1.75	11.39	
6	1.846	2.220	1.20	0.62	0.55	2.220	5.506	2.70	2.43	2.21
	1.823	2.180	1.15	0.62		2.180	5.331	2.45	2.57	
	1.601	1.909	1.53	0.40		1.909	4.520	3.20	1.63	
7	1.033	1.564	1.07	0.99	0.99	1.564	3.143	1.95	1.62	1.61
	1.032	1.565	1.09	0.98		1.565	3.143	1.97	1.60	
	1.031	1.569	1.08	1.00		1.569	3.157	1.99	1.60	
8	1.086	2.262	1.05	2.24	2.22	2.262	5.018	2.49	2.21	2.35
	1.084	2.351	1.15	2.20		2.351	5.370	2.50	2.42	
	1.085	2.353	1.14	2.22		2.353	5.375	2.50	2.42	

หมายเหตุ
$$R_s = \frac{2\Delta t_R}{W_2 + W_1}$$

เมื่อ Δt_R = ระยะห่างระหว่างจุดสูงสุดของพีคทั้งสองที่อยู่ติดกัน

t_{R1} , t_{R2} และ t_{R3} = เวลาการคงไว้ของพีคคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนีล-
เอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และ พาราเซตามอล
ตามลำดับ

W_1 , W_2 และ W_3 = ความกว้างของพีคคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟีนีล-
เอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และ พาราเซตามอล
ตามลำดับ

ตารางที่ ก.8 แสดงการคำนวณค่าเทลลิงแฟกเตอร์ของสารละลายมาตรฐานผสมที่ประกอบด้วย
คลอเฟนิรามีน มาลีเอท ฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และพาราเซตามอล ที่ความ
เข้มข้น 150 ppm เมื่อใช้ 20 mM 1-บิวทิล-3-เมทิลอิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซี เอ
ทอกซี) เอทิล ซัลเฟต ที่ pH ต่างๆกัน เป็นตัวชะ

pH	CPM				PE				PARA			
	$W_{0.05}$ (Cm)	2f (Cm)	T	$T_{เฉลี่ย}$	$W_{0.05}$ (Cm)	2f (Cm)	T	$T_{เฉลี่ย}$	$W_{0.05}$ (Cm)	2f (Cm)	T	$T_{เฉลี่ย}$
2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.00	2.82	1.06	1.30
	ND	ND	ND		ND	ND	ND		2.80	2.30	1.22	
	ND	ND	ND		ND	ND	ND		3.70	2.30	1.61	
3	0.51	0.40	1.28	1.40	0.50	0.52	0.96	1.12	1.30	1.30	1	1.01
	0.50	0.30	1.67		0.50	0.44	1.14		1.31	1.40	0.94	
	0.50	0.40	1.25		0.50	0.40	1.25		1.30	1.20	1.08	
6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.85	2.50	1.14	1.17
	ND	ND	ND		ND	ND	ND		2.70	2.24	1.21	
	ND	ND	ND		ND	ND	ND		3.35	2.90	1.16	
7	0.60	0.40	1.50	1.48	1.00	0.90	1.11	1.05	2.40	2.30	1.04	1.06
	0.60	0.42	1.43		0.90	0.98	0.92		2.40	2.20	1.09	
	0.60	0.40	1.50		1.00	0.90	1.11		2.40	2.30	1.04	
8	0.60	0.40	1.50	1.41	1.40	1.00	1.40	1.40	2.50	2.30	1.09	1.07
	0.60	0.50	1.20		1.40	1.00	1.40		2.40	2.30	1.04	
	0.60	0.39	1.54		1.40	1.00	1.40		2.50	2.30	1.09	

หมายเหตุ $T = \frac{W_{0.05}}{2f}$

เมื่อ T = tailing factor
 $W_{0.05}$ = ความกว้างของพีกที่ความสูง 5% จากเบสไลน์
 f = ระยะทางระหว่างจุดสูงสุดของพีกไปยังส่วนลาดของพีก
 ด้านหน้า คำนวณที่ 5% ของความสูงจากเบสไลน์

ตารางที่ ก.9 แสดงการคำนวณการหาค่าประสิทธิภาพในการแยกสารละลายมาตรฐานผสมที่ประกอบด้วยพาราเซตามอล ฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ และ คลอเฟนิรามีน มาลีเอท ซึ่งสารละลายมาตรฐานแต่ละชนิดมีความเข้มข้นเท่ากับ 150 ppm เมื่อใช้ 20 mM 1-บิวทิล-3-เมทิล-อิมิดาโซเลียม-2-(2-เมทอกซี เอทอกซี) เอทิล ซัลเฟต ที่ pH 3.0 เป็นตัวชะ

พารามิเตอร์	CPM				PE				PARA			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
k'	2.14	2.16	2.19	2.16	2.77	2.80	2.85	2.81	10.35	10.50	10.66	10.50
N	3933.65	3998.87	4078.65	4003.72	3524.00	3602.39	3336.25	3487.55	4805.19	4754.09	4902.59	4820.62
T	1.28	1.67	1.25	1.4	0.96	1.14	1.25	1.12	1	0.94	1.08	1.01
α	1.30				3.74							
R_s	1.88				11.38							

ภาคผนวก ข

การคำนวณค่าความเป็นเส้นตรง(System Linearity)

ข.1 การคำนวณค่า System linearity ของสารละลายมาตรฐานคลอเฟนิรามีน มาลีเอท

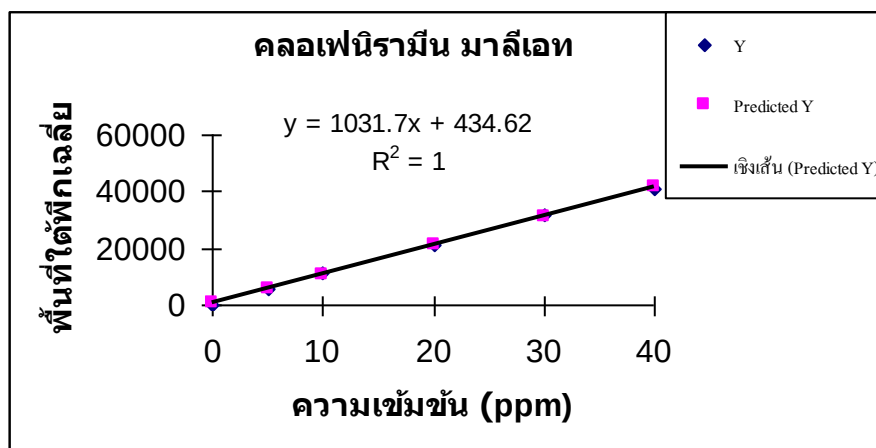
ตารางที่ ข.1 แสดงผลการศึกษา System linearity ของสารละลายมาตรฐานคลอเฟนิรามีน มาลีเอท

ความเข้มข้น (ppm)	พื้นที่ใต้พีคเฉลี่ย
0	0 ± 0
5	5575 ± 173
10	11003 ± 362
20	21467 ± 1011
30	31634 ± 637
40	41255 ± 1155

หมายเหตุ n = 5

Regression Statistics	
Multiple R	0.999733837
R Square	0.999467745
Adjusted R Square	0.999334681
Standard Error	410.2097826
Observations	6

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	434.6182456	267.2860348	1.626041727	0.179267842
X Variable 1	1031.677053	11.90389819	86.66716027	1.06255E-07
	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
	-307.4882945	1176.724786	-307.4882945	1176.724786
	998.6264643	1064.727641	998.6264643	1064.727641



รูปที่ ข.1 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานคลอเฟนิรามีน มาลีเอท อันดับที่ 1

จากข้อมูลข้างต้นได้สมการเส้นตรง คือ $y = 1031.7 X + 434.62$

จากนั้นพิสูจน์ว่า จุดตัดแกน y (a) มีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่โดยใช้ t-test

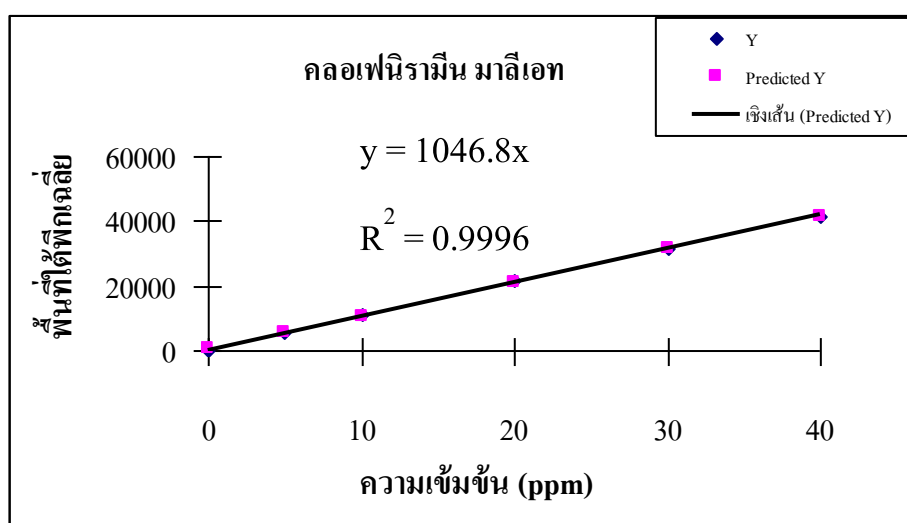
ซึ่งมีสูตรดังนี้ $t_{cal} = (a) / sa$; $t_{cal} = (434.62) / (267.29) = | 1.63 |$

โดยค่า t จากตาราง ($t_{critical}$) ที่ระดับขึ้นความเสรี (degree of freedom; d.f (n-2); 6-2 = 4)

ที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่า = 2.78

จะเห็นได้ว่าค่า $t_{cal} < t_{crit}$ หมายความว่า จุดตัดแกน y (a) ไม่แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ

เพราะฉะนั้นค่า a จะไม่อยู่ในสมการเส้นตรง จะได้สมการเส้นตรงเป็น $y = 1046.8x$



รูปที่ ข.2 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานคลอเฟนิรามีน มาลีเอท อันดับที่ 2

ซึ่งค่าความชัน(b)อาจจะเกิดความคลาดเคลื่อน เพราะฉะนั้นเราต้องรายงานค่าความเชื่อมั่น โดยมีสูตรการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$s_{y/x} = \left\{ \frac{\sum i(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} \right\}^{1/2} \quad \text{.....(1)}$$

คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความชัน(s_b)จากสูตรต่อไปนี้

$$s_b = \frac{s_{y/x}}{\left\{ \sum i(x_i - \bar{x})^2 \right\}^{1/2}} \quad \text{.....(2)}$$

ดังนั้น ช่วงความเชื่อมั่นของความชัน คือ $b \pm t s_b$ (เมื่อ t-value เลือกที่ระดับความมั่นใจ 95% และระดับชั้นความเสรีเท่ากับ $n-2$; $6-2 = 4$ ซึ่งมีค่า = 2.78)

	x_i	x_i^2	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	y_i	$\hat{y}_i$	$ y_i - \hat{y}_i $	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
	0	0	-17.5	306.25	0	0	0	0
	5	25	-12.5	156.25	5575.2	5234	341.2	116417.44
	10	100	-7.5	56.25	11002.6	10468	534.6	285797.16
	20	400	2.5	6.25	21467.4	20936	531.4	282385.96
	30	900	12.5	156.25	31633.6	31404	229.6	52716.16
	40	1600	22.5	506.25	41255	41872	617	380689
ผลรวม	105	3025		1187.5	110933.8			1118005.7
ค่าเฉลี่ย	17.5							

$$S_{y/x} = 528.68$$

$$S_b = 15.34$$

$$S_b * 2.78 = 42.65$$

สมการเส้นตรง คือ $y = 1046.8 X$

โดยที่ $b \pm tsb$; 1046.8 ± 42.65

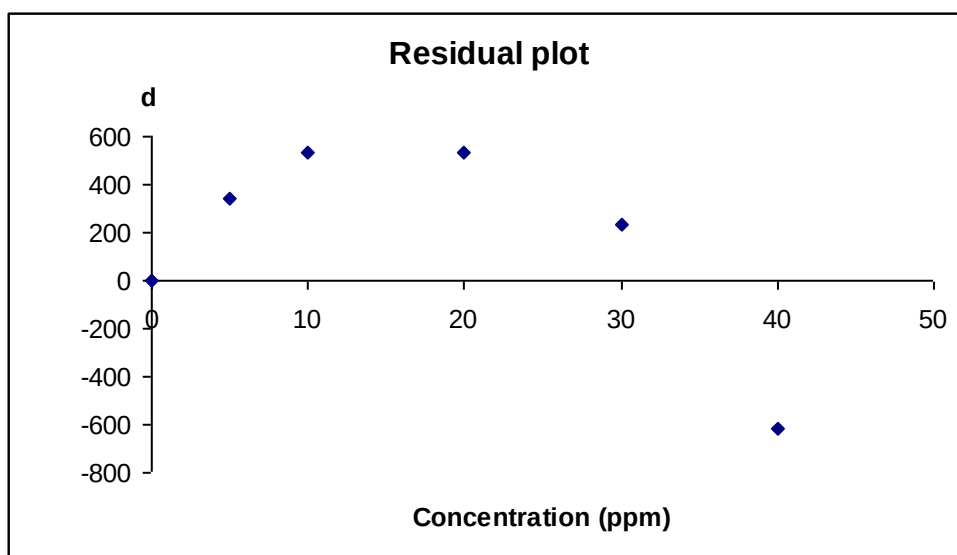
$$a = 0$$

การตรวจสอบความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน โดยใช้ Residual analysis จากสูตร

$$d_i = y_i - \hat{y}_i \quad \text{.....(3)}$$

เมื่อ $i = 1, \dots, n$
 y_i = ค่าที่ได้จากการทดลอง
 $\hat{y}_i$ = ค่าที่ได้จากสมการเส้นตรง (Regression line; $y = 1046.8x + 0$)

x_i	y_i	$\hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
0	0	0	0
5	5575.2	5234	341.2
10	11002.6	10468	534.6
20	21467.4	20936	531.4
30	31633.6	31404	229.6
40	41255	41872	-617



รูปที่ ข.3 แสดง Residual plot ของสารละลายมาตรฐานคลอเฟนิรามีน มาลีเอท

จากรูปที่ ข.3 พบว่า residual (d_i) มีการกระจายตัวแบบปกติ หมายความว่ากราฟมาตรฐาน
 นี้มีความเป็นเส้นตรงที่ยอมรับได้ในช่วงความเข้มข้น 5 - 40 ppm

ข.2 การคำนวณค่า System linearity ของสารละลายมาตรฐานฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์

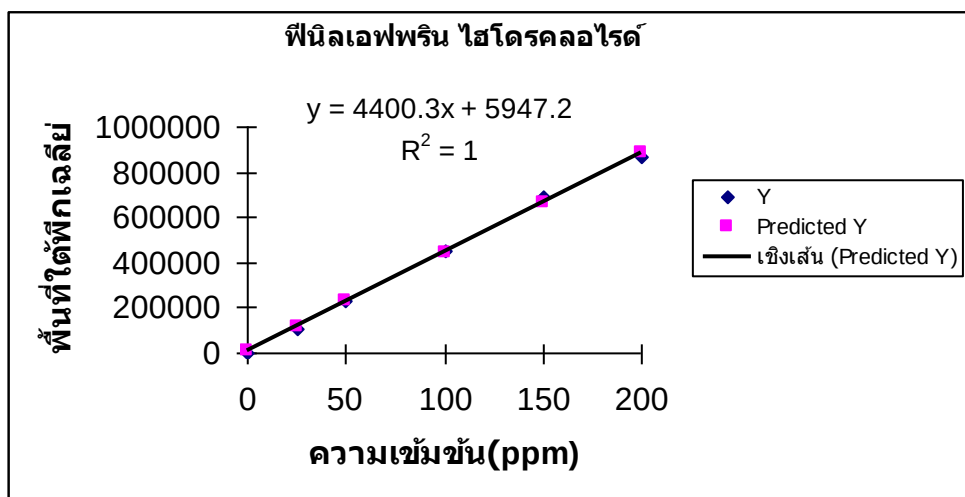
ตารางที่ ข.2 แสดงผลการศึกษา System linearity ของสารละลายมาตรฐานฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์

ความเข้มข้น(ppm)	พื้นที่ใต้พีคเฉลี่ย
0	0 ± 0
25	110014 ± 857
50	231051 ± 3465
100	447163 ± 3874
150	692946 ± 4015
200	864677 ± 6607

หมายเหตุ n = 5

Regression Statistics	
Multiple R	0.998888944
R Square	0.997779122
Adjusted R Square	0.997223902
Standard Error	17884.88497
Observations	6

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%
Intercept	5947.247719	11653.5007	0.510340015	0.636685927	-26408.12426
X Variable 1	4400.319074	103.8004743	42.39209026	1.85098E-06	4112.122158
	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%		
	38302.6197	-26408.12426	38302.6197		
	4688.515989	4112.122158	4688.515989		



รูปที่ ข.4 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ อันดับที่1

จากข้อมูลข้างต้นได้สมการเส้นตรง คือ $y = 4400.3X + 5947.2$

จากนั้นพิสูจน์ว่า จุดตัดแกน y (a) มีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่โดยใช้ t-test

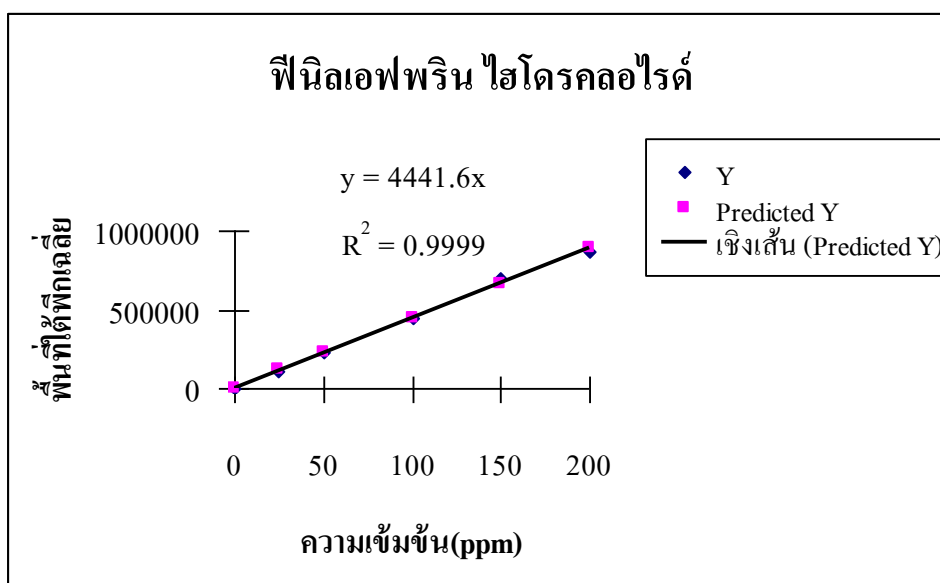
ซึ่งมีสูตรดังนี้ $t_{cal} = (a) / sa$; $t_{cal} = (5947.2) / (11653.5) = | 0.51 |$

โดยค่า t จากตาราง($t_{critical}$) ที่ระดับขึ้นความเสรี(degree of freedom;d.f (n-2); $6 - 2 = 4$)

ที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่า = 2.78

จะเห็นได้ว่าค่า $t_{cal} < t_{crit}$ หมายความว่า จุดตัดแกน y (a) ไม่แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ

เพราะฉะนั้นค่า a จะไม่อยู่ในสมการเส้นตรง จะได้สมการเส้นตรงเป็น $y = 4441.6 X$



รูปที่ ข.5 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ อันดับที่2

ซึ่งค่าความชัน(b)อาจจะเกิดความคลาดเคลื่อน เพราะฉะนั้นเราต้องรายงานค่าความเชื่อมั่น โดยมีสูตรการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$s_{y/x} = \left\{ \frac{\sum i(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} \right\}^{1/2}$$

คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความชัน(s_b) จากสูตรต่อไปนี้

$$s_b = \frac{s_{y/x}}{\left\{ \sum i(x_i - \bar{x})^2 \right\}^{1/2}}$$

ดังนั้น ช่วงความเชื่อมั่นของความชัน คือ $b \pm t s_b$ (เมื่อ t-value เลือกที่ระดับความมั่นใจ 95% และระดับขั้นความเสรีเท่ากับ $n-2$; ซึ่งมีค่า = 2.78)

	x_i	x_i^2	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	y_i	$\hat{y}_i$	$ y_i - \hat{y}_i $	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
	0	0	-87.5	7656.25	0	0	0	0
	25	625	-62.5	3906.25	110014.2	111040	1025.8	1052265.6
	50	2500	-37.5	1406.25	231051.4	222080	8971.4	80486018.0
	100	10000	12.5	156.25	447162.6	444160	3002.6	9015606.8
	150	22500	62.5	3906.25	692946.2	666240	26706.2	713221118.4
	200	40000	112.5	12656.25	864676.6	888320	23643.4	559010363.6
ผลรวม	525	75625		29687.5	2345851			1362785372
ค่าเฉลี่ย	87.5							

$$S_{y/x} = 18457.96$$

$$S_b = 107.13$$

$$S_b * 2.78 = 297.81$$

สมการเส้นตรง คือ $y = 4441.6 X$

โดยที่ $b \pm tS_b$; 4441.6 ± 297.81

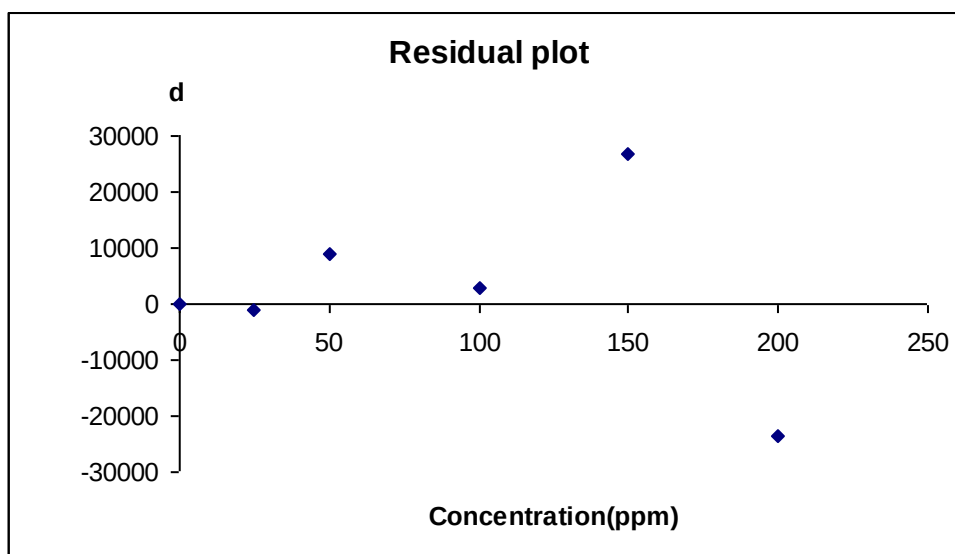
$$a = 0$$

การตรวจสอบความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานโดยใช้ Residual analysis จากสูตร

$$d_i = y_i - \hat{y}_i$$

เมื่อ $i = 1, \dots, n$
 y_i = ค่าที่ได้จากการทดลอง
 $\hat{y}_i$ = ค่าที่ได้จากสมการเส้นตรง (Regression line; $y = 4441.6 X$)

x_i	y_i	$\hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
0	0	0	0
25	110014.2	111040	-1025.8
50	231051.4	222080	8971.4
100	447162.6	444160	3002.6
150	692946.2	666240	26706.2
200	864676.6	888320	-23643.4



รูปที่ ข.6 แสดง Residual plot ของสารละลายมาตรฐานฟีนีลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์

จากรูปที่ ข.6 พบว่า residual (d_i) มีการกระจายตัวแบบปกติ หมายความว่า กราฟมาตรฐานนี้มีความเป็นเส้นตรงที่ยอมรับได้ในช่วงความเข้มข้น 25 - 200 ppm

ข.3 การคำนวณค่า System linearity ของสารละลายมาตรฐานพาราเซตามอล

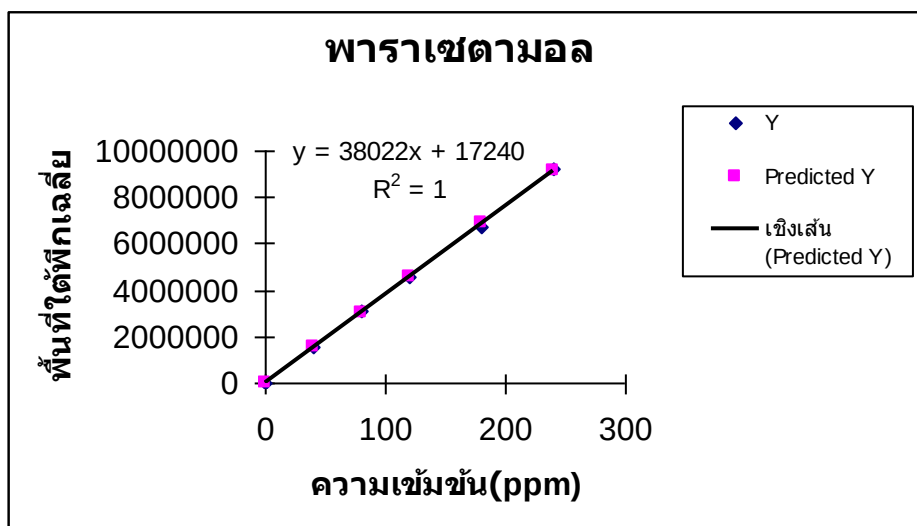
ตารางที่ ข.3 แสดงผลการศึกษา System linearity ของสารละลายมาตรฐานพาราเซตามอล

ความเข้มข้น(ppm)	พื้นที่ใต้พีคเฉลี่ย
0	0 ± 0
40	1515752 ± 11045
80	3133189 ± 20003
120	4601557 ± 52652
180	6763559 ± 51204
240	9183931 ± 93637

หมายเหตุ n = 5

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.999843444
R Square	0.999686912
Adjusted R Square	0.99960864
Standard Error	67119.45075
Observations	6

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>
Intercept	17239.65427	46048.38341	0.374381314	0.7271223	-110611.4193
X Variable 1	38022.04769	336.4394063	113.0130626	3.67629E-08	37087.94021
	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>		
	145090.7278	-110611.4193	145090.7278		
	38956.15517	37087.94021	38956.15517		



รูปที่ ข.7 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานพาราเซตามอล อันดับที่ 1

จากข้อมูลข้างต้นได้สมการเส้นตรง คือ $y = 38022X + 17240$

จากนั้นพิสูจน์ว่า จุดตัดแกน y (a) มีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่โดยใช้ t-test

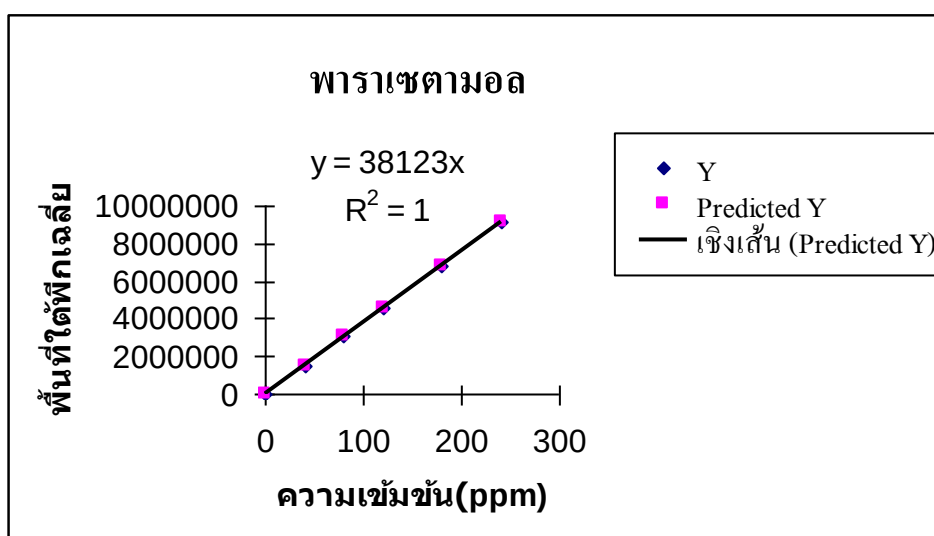
ซึ่งมีสูตรดังนี้ $t_{cal} = (a) / s_a$; $t_{cal} = (17240) / (46048.4) = | 0.37 |$

โดยค่า t จากตาราง ($t_{critical}$) ที่ระดับชั้นความเสรี (degree of freedom; d.f (n-2)); 6-2 = 4)

ที่ระดับความมั่นใจ 95% = 2.78

จะเห็นได้ว่าค่า $t_{cal} < t_{crit}$ หมายความว่า จุดตัดแกน y (a) ไม่แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ

เพราะฉะนั้นค่า a จะไม่อยู่ในสมการเส้นตรง จะได้สมการเส้นตรงเป็น $y = 38123 X$



รูปที่ ข.8 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานพาราเซตามอลอันดับที่ 2

ซึ่งค่าความชัน(b)อาจจะเกิดความคลาดเคลื่อน เพราะฉะนั้นเราต้องรายงานค่าความเชื่อมั่น โดยมีสูตรการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$s_{y/x} = \left\{ \frac{\sum i(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} \right\}^{1/2}$$

คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความชัน(s_b) จากสูตรต่อไปนี้

$$s_b = \frac{s_{y/x}}{\{\sum i(x_i - \bar{x})^2\}^{1/2}}$$

ดังนั้น ช่วงความเชื่อมั่นของความชัน คือ $b \pm t s_b$ (เมื่อ t-value เลือกที่ระดับความมั่นใจ 95% และระดับขั้นความเสรีเท่ากับ $n-2$; ซึ่งมีค่า = 2.78)

	x_i	x_i^2	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	y_i	$\hat{y}_i$	$ y_i - \hat{y}_i $	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
	0	0	-110	12100	0	0	0	0
	40	1600	-70	4900	1515752	1524920	9168	84052224.0
	80	6400	-30	900	3133189	3049840	83349.2	6947089140.6
	120	14400	10	100	4601557	4574760	26797.4	718100646.8
	180	32400	70	4900	6763559	6862140	98580.6	9718134696
	240	57600	130	16900	9183931	9149520	34411.4	1184144450
ผลรวม	660	112400		39800	25197989			18651521158
ค่าเฉลี่ย	110							

$$S_{y/x} = 68285.29$$

$$S_b = 342.28$$

$$S_b * 2.78 = 951.55$$

สมการเส้นตรง คือ $y = 38123 X$

โดยที่ $b \pm tS_b$; 38123 ± 951.55

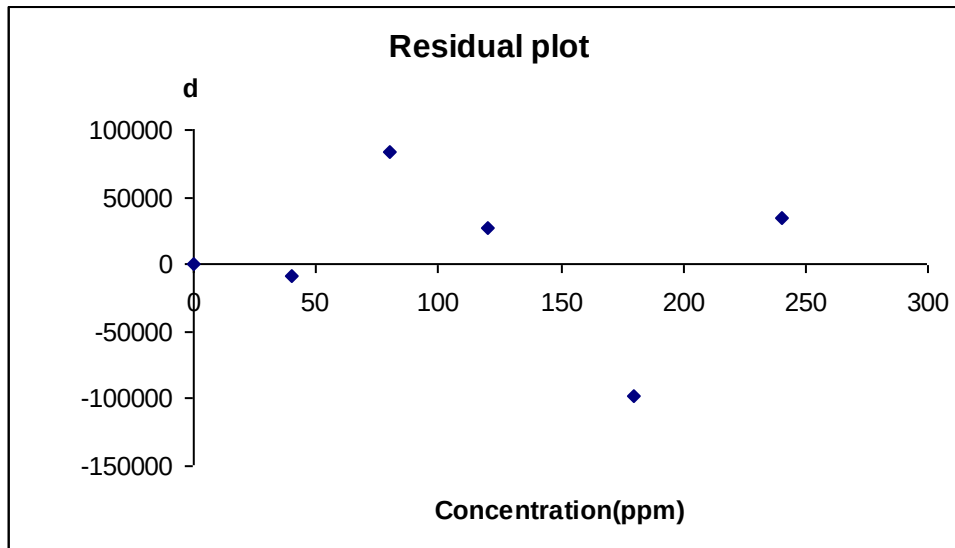
$$a = 0$$

การตรวจสอบความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานโดยใช้ Residual analysis จากสูตร

$$d_i = y_i - \hat{y}_i$$

เมื่อ $i = 1, \dots, n$
 y_i = ค่าที่ได้จากการทดลอง
 $\hat{y}_i$ = ค่าที่ได้จากสมการเส้นตรง (Regression line; $y = 38123 X$)

x_i	y_i	$\hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
0	0	0	0
40	1515752	1524920	-9168
80	3133189.2	3049840	83349.2
120	4601557.4	4574760	26797.4
180	6763559.4	6862140	-98580.6
240	9183931.4	9149520	34411.4



รูปที่ ข.9 แสดง Residual plot ของสารละลายมาตรฐานพาราเซตามอล

จากรูปที่ ข.9 พบว่า residual (d_i) มีการกระจายตัวแบบปกติ หมายความว่ากราฟมาตรฐาน
 นี้มีความเป็นเส้นตรงที่ยอมรับได้ในช่วงความเข้มข้น 40 - 240 ppm

ภาคผนวก ค

การคำนวณค่าความเป็นเส้นตรง(Method Linearity)

ค.1 การคำนวณค่า Method linearity ของตัวอย่างที่ถูกเติม(spiked)ด้วยสารละลายมาตรฐานคลอเฟนิรามีน มาลีเอท

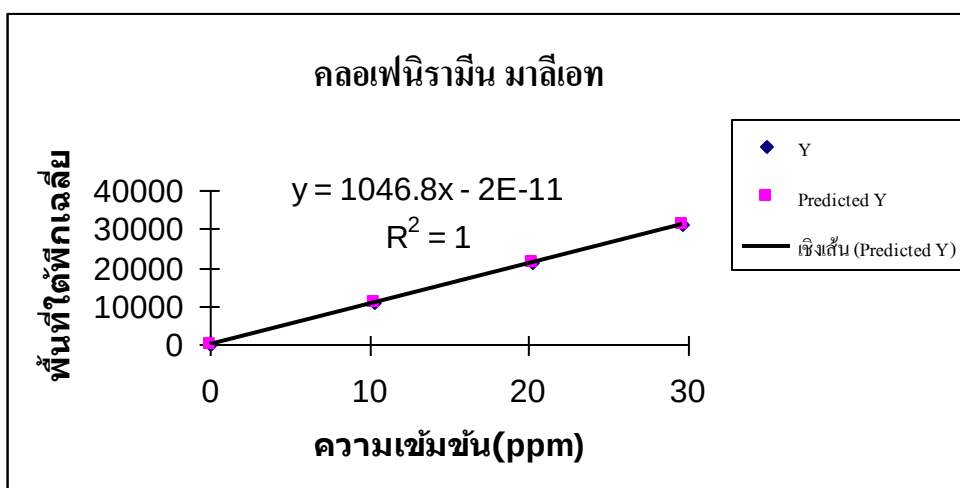
ตารางที่ ค.1 แสดงผลการศึกษา Method linearity ของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานคลอเฟนิรามีน มาลีเอท

ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วย สารละลายมาตรฐานคลอเฟนิรามีน มาลีเอท (ppm)	พื้นที่ใต้พีคเฉลี่ย
0	0 ± 0
10	10745 ± 258
20	21166 ± 362
30	31015 ± 696

หมายเหตุ n = 6

Regression Statistics	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	1
Standard Error	1.03544E-11
Observations	4

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%
Intercept	-1.16197E-11	8.73811E-12	-1.32977608	0.314976411	-4.92168E-11
X Variable 1	1046.8	4.68405E-13	2.2348E+15	2.00224E-31	1046.8
	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%		
	2.59774E-11	-4.92168E-11	2.5977E-11		
	1046.8	1046.8	1046.8		



รูปที่ ก.1 แสดงกราฟมาตรฐานของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานคลอเฟนิรามีน มาลีเอท อันดับที่ 1

จากข้อมูลข้างต้น ได้สมการเส้นตรง คือ $y = 1046.8 X - 2E-11$

จากนั้นพิสูจน์ว่า จุดตัดแกน y (a) มีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่โดยใช้ t-test

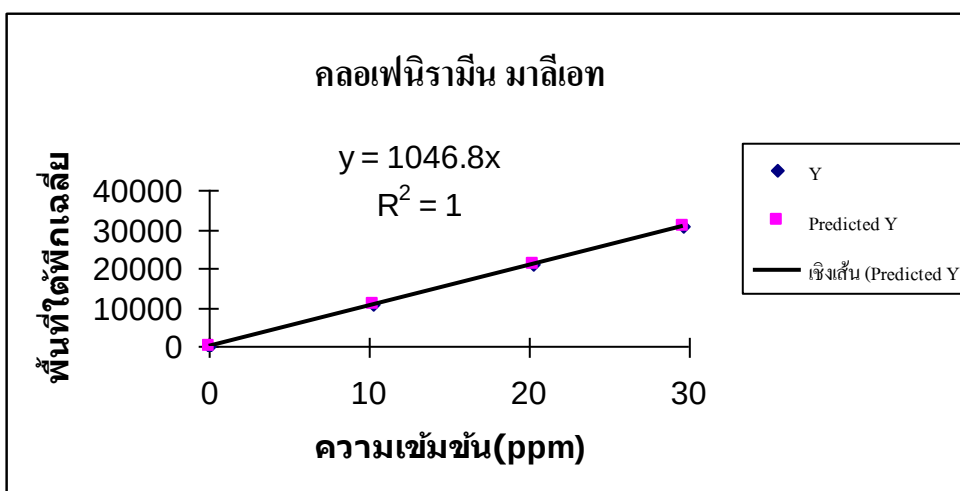
$$\text{ซึ่งมีสูตรดังนี้ } t_{\text{cal}} = (a) / sa ; t_{\text{cal}} = (-2E-11) / (8.7E-12) = \left| -1.33 \right|$$

โดยค่า t จากตาราง (t critical) ที่ระดับชั้นความเสรี (degree of freedom; d.f (n-2); 4-2 = 2)

ที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่า = 4.30

จะเห็นว่าค่า $t_{\text{cal}} < t_{\text{crit}}$ หมายความว่า จุดตัดแกน y (a) ไม่แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ

เพราะฉะนั้นค่า a จะไม่อยู่ในสมการเส้นตรง จะได้สมการเส้นตรงเป็น $y = 1046.8x$



รูปที่ ก.2 แสดงกราฟมาตรฐานของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานคลอเฟนิรามีน มาลีเอท อันดับที่ 2

ซึ่งค่าความชัน(b)อาจจะเกิดความคลาดเคลื่อน เพราะฉะนั้นเราต้องรายงานค่าความเชื่อมั่น โดยมีสูตรการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$s_{y/x} = \left\{ \frac{\sum i(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} \right\}^{1/2}$$

คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความชัน(s_b) จากสูตรต่อไปนี้

$$s_b = \frac{s_{y/x}}{\left\{ \sum i(x_i - \bar{x})^2 \right\}^{1/2}}$$

ดังนั้น ช่วงความเชื่อมั่นของความชัน คือ $b \pm t s_b$ (เมื่อ t-value เลือกที่ระดับความมั่นใจ 95% และระดับขั้นความเสรีเท่ากับ $n-2$; $4-2 = 2$; ซึ่งมีค่า = 4.30)

	x_i	x_i^2	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	y_i	$\hat{y}_i$	$ y_i - \hat{y}_i $	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
	0	0	-15.03	225.85	0	0	0	0
	10	105.4	-5	22.69	10745	10744.83	0	0
	20	408.8	5	26.95	21166	21165.83	0	0
	30	877.9	15	213.17	31015	31015.17	0	0
ผลรวม	60.11			488.66				0
ค่าเฉลี่ย	15.03							

$$S_{y/x} = 0$$

$$S_b = 0$$

$$S_b * 4.30 = 0$$

สมการเส้นตรง คือ $y = 1046.8x$

โดยที่ $b \pm tS_b$; 1046.8 ± 0

$$a = 0$$

การตรวจสอบความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน โดยใช้ Residual analysis จากสูตร

$$d_i = y_i - \hat{y}_i$$

เมื่อ $i = 1, \dots, n$
 y_i = ค่าที่ได้จากการทดลอง
 $\hat{y}_i$ = ค่าที่ได้จากสมการเส้นตรง (Regression line; $y = 1046.8x$)

x_i	y_i	$\hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
0	0	0	0
10	10745	10745	0
20	21166	21166	0
30	31015	31015	0

จากการคำนวณข้างต้นพบว่า residual (d_i) มีค่าเป็น 0 หมายความว่ากราฟมาตรฐานมีความเป็นเส้นตรงที่ยอมรับได้ในช่วงความเข้มข้น 10-30 ppm และแสดงให้เห็นว่าวิธีการวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นนี้ให้ผลการทดสอบเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารที่มีอยู่จริงในตัวอย่าง เมตริกซ์ (Matrix) ในตัวอย่างจริงไม่รบกวนผลการวิเคราะห์

ค.2 การคำนวณค่า Method linearity ของตัวอย่างที่ถูกเติม (spiked) ด้วยสารละลายมาตรฐานฟีนีลอฟริน ไฮโดรคลอไรด์

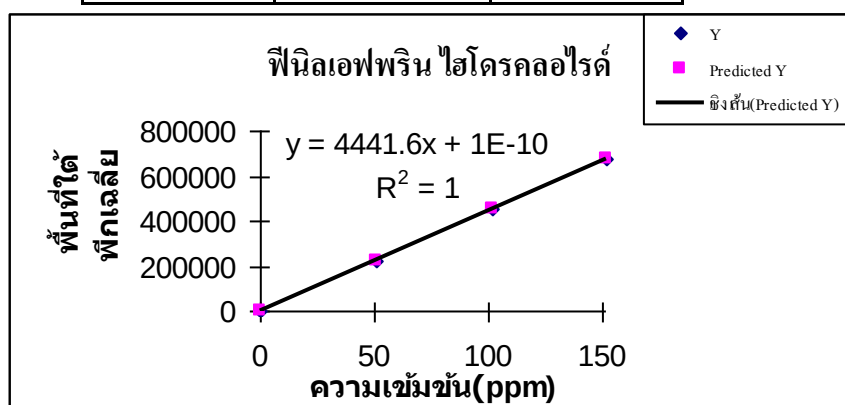
ตารางที่ ค.2 แสดงผลการศึกษา Method linearity ของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานฟีนีลอฟริน ไฮโดรคลอไรด์

ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานฟีนีลอฟริน ไฮโดรคลอไรด์ (ppm)	พื้นที่ใต้พีกเฉลี่ย
0	0 ± 0
51	226556 ± 2548
101	450812 ± 6861
152	675680 ± 12518

หมายเหตุ $n = 6$

Regression Statistics	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	1
Standard Error	1.77267E-10
Observations	4

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%
Intercept	1.95662E-10	1.48473E-10	1.317830321	0.3182632	-4.43165E-10
X Variable 1	4441.6	1.56405E-12	2.83981E+15	1.24E-31	4441.6
	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%		
	8.34489E-10	-4.43165E-10	8.34489E-10		
	4441.6	4441.6	4441.6		



รูปที่ ค.4 แสดงกราฟมาตรฐานของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานฟีนีลเอฟพรีนไฮโดรคลอไรด์ อันดับที่ 1

จากข้อมูลข้างต้นได้สมการเส้นตรง คือ $y = 4441.6 X + 1E-10$

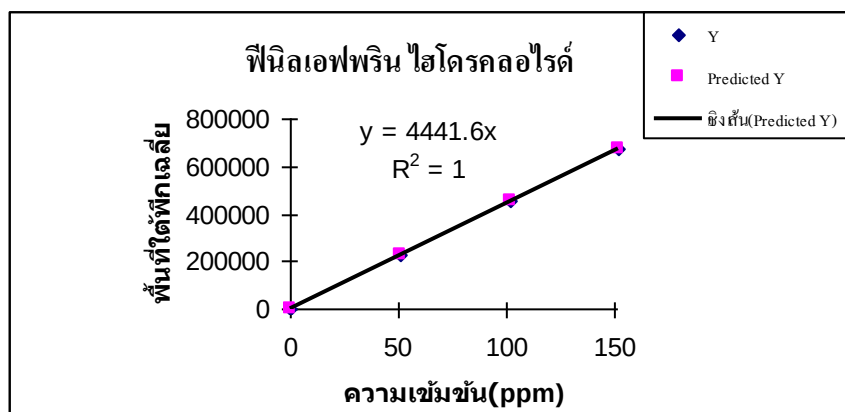
จากนั้นพิสูจน์ว่า จุดตัดแกน y (a) มีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่โดยใช้ t-test ซึ่งมีสูตรดังนี้ $t_{cal} = (a) / sa$; $t_{cal} = (1E-10) / (1.48E-10) = 1.32$

โดยค่า t จากตาราง(t critical) ที่ระดับขั้นความเสรี(degree of freedom;d.f (n-2);2)

ที่ระดับความมั่นใจ 95% = 4.30

จะเห็นว่าค่า $t_{cal} < t_{crit}$ หมายความว่า จุดตัดแกน y (a) ไม่แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ

เพราะฉะนั้นค่า a จะไม่อยู่ในสมการเส้นตรง จะได้สมการเส้นตรงเป็น $y = 4441.6 X$



รูปที่ ค.5 แสดงกราฟมาตรฐานของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานฟีนิลเอฟพริน ไฮโดรคลอไรด์ อันดับที่ 2

ซึ่งค่าความชัน(b)อาจจะเกิดความคลาดเคลื่อน เพราะฉะนั้นเราต้องรายงานค่าความเชื่อมั่น โดยมีสูตรการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$s_{y/x} = \left\{ \frac{\sum i(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} \right\}^{1/2}$$

คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความชัน(s_b) จากสูตรต่อไปนี้

$$s_b = \frac{s_{y/x}}{\left\{ \sum i(x_i - \bar{x})^2 \right\}^{1/2}}$$

ดังนั้น ช่วงความเชื่อมั่นของความชัน คือ $b \pm t s_b$ (เมื่อ t-value เลือกที่ระดับความมั่นใจ 95% และระดับขั้นความเสรีเท่ากับ $n-2$; $4-2 = 2$; ซึ่งมีค่า = 4.30)

	x_i	x_i^2	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	y_i	$\hat{y}_i$	$ y_i - \hat{y}_i $	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
	0	0	-76	5800	0	0	0	0
	51	2602	-25	633	226556	226556	0	0
	101	10302	25	642	450812	450812	0	0
	152	23142	76	5771	675680	675680	0	0
ผลรวม	304.63			12845.73				0
ค่าเฉลี่ย	76.16							

$$s_{y/x} = 0$$

$$S_b = 0$$

$$S_b * 4.30 = 0$$

สมการเส้นตรง คือ $y = 4441.6 x$

โดยที่ $b \pm tS_b$; 4441.6 ± 0

$$a = 0$$

การตรวจสอบความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน โดยใช้ Residual analysis จากสูตร

$$d_i = y_i - \hat{y}_i$$

เมื่อ $i = 1, \dots, n$

y_i = ค่าที่ได้จากการทดลอง

$\hat{y}_i$ = ค่าที่ได้จากสมการเส้นตรง (Regression line; $y = 4441.6 x$)

x_i	y_i	$\hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
0	0	0	0
51	226556	226556	0
101	450812	450812	0
152	675680	675680	0

จากการคำนวณข้างต้นพบว่า residual (d_i) มีค่าเป็น 0 หมายความว่า กราฟมาตรฐานนี้มีความเป็นเส้นตรงที่ยอมรับได้ในช่วงความเข้มข้น 51 – 152 ppm และแสดงให้เห็นว่าวิธีการวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นนี้ให้ผลการทดสอบเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารที่มีอยู่จริงในตัวอย่าง เมตริกซ์ (Matrix) ในตัวอย่างจริงไม่รบกวนผลการวิเคราะห์

ค.3 การคำนวณค่า Method linearity ของตัวอย่างที่ถูกเติม(spiked)ด้วยสารละลายมาตรฐานพาราเซตามอล

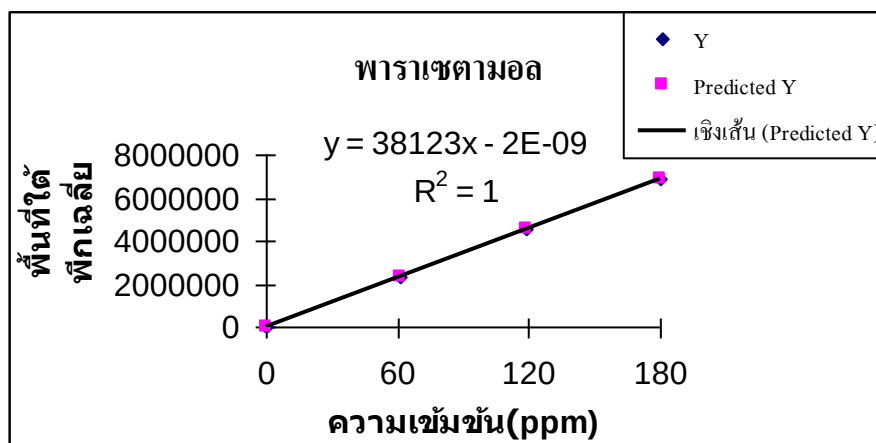
ตารางที่ ค.3 แสดงผลการศึกษา Method linearity ของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานพาราเซตามอล

ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานพาราเซตามอล (ppm)	พื้นที่ใต้พีคเฉลี่ย
0	0 ± 0
61	2318169 ± 25333
119	4544532 ± 33287
180	6879220 ± 56259

หมายเหตุ n = 6

Regression Statistics	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	1
Standard Error	1.31997E-09
Observations	4

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%
Intercept	1.32285E-09	1.10556E-09	1.196544874	0.35408839	-3.43398E-09
X Variable 1	38123	9.8423E-12	3.87338E+15	6.66529E-32	38123
	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%		
	6.07967E-09	-3.43398E-09	6.07967E-09		
	38123	38123	38123		



รูปที่ ค.7 แสดงกราฟมาตรฐานของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานพาราเซตามอล
อันดับที่ 1

จากข้อมูลข้างต้นได้สมการเส้นตรง คือ $y = 38123 X - 2E-09$

จากนั้นพิสูจน์ว่า จุดตัดแกน y (a) มีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่โดยใช้ t-test

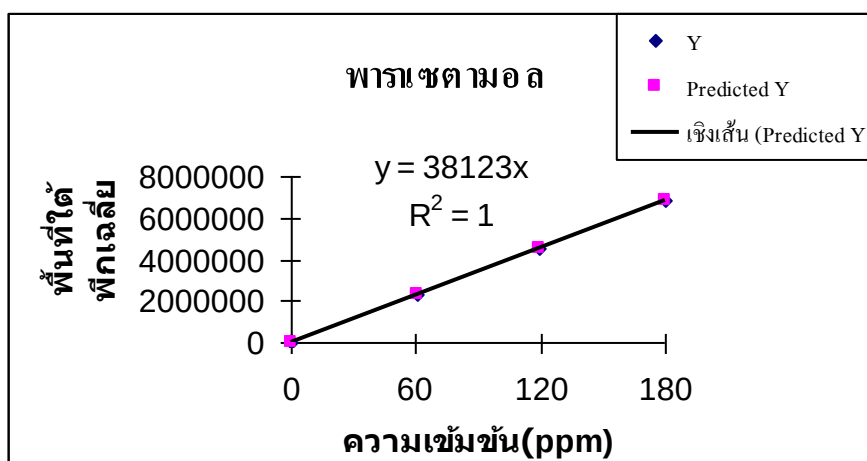
ซึ่งมีสูตรดังนี้ $t_{cal} = (a) / s_a$; $t_{cal} = (-2E-09) / (1.11E-09) = | 1.20 |$

โดยค่า t จากตาราง(t critical) ที่ระดับนัยความเสรี(degree of freedom;d.f (n-2);2)

ที่ระดับความมั่นใจ 95% = 4.30

จะเห็นได้ว่าค่า $t_{cal} < t_{crit}$ หมายความว่า จุดตัดแกน y (a) ไม่แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ

เพราะฉะนั้นค่า a จะไม่อยู่ในสมการเส้นตรง จะได้สมการเส้นตรงเป็น $y = 38123 X + 0$



รูปที่ ค.8 แสดงกราฟมาตรฐานของตัวอย่างที่ถูกเติมด้วยสารละลายมาตรฐานพาราเซตามอล
อันดับที่ 2

ซึ่งค่าความชัน(b)อาจจะเกิดความคลาดเคลื่อน เพราะฉะนั้นเราต้องรายงานค่าความเชื่อมั่น โดยมีสูตรการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$s_{y/x} = \left\{ \frac{\sum i(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2} \right\}^{1/2}$$

คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความชัน(s_b) จากสูตรต่อไปนี้

$$s_b = \frac{s_{y/x}}{\left\{ \sum i(x_i - \bar{x})^2 \right\}^{1/2}}$$

ดังนั้น ช่วงความเชื่อมั่นของความชัน คือ $b \pm t s_b$ (เมื่อ t-value เลือกที่ระดับความมั่นใจ 95% และระดับขั้นความเสรีเท่ากับ $n-2$; $4-2 = 2$; ซึ่งมีค่า = 4.30)

	x_i	x_i^2	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	y_i	$\hat{y}_i$	$ y_i - \hat{y}_i $	$(y_i - \hat{y}_i)^2$
	0	0	-90	8121	0	0	0	0
	61	3698	-29	859	2318169	2318169	0	0
	119	14210	29	846	4544532	4544532	0	0
	180	32561	90	8160	6879220	6879220	0	0
ผลรวม	360.46			17986				0
ค่าเฉลี่ย	90.12							

$$S_{y/x} = 0$$

$$S_b = 0$$

$$S_b * 4.30 = 0$$

สมการเส้นตรง คือ $y = 38123 x$

โดยที่ $b \pm tS_b$; 38123 ± 0

$$a = 0$$

การตรวจสอบความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน โดยใช้ Residual analysis จากสูตร

$$d_i = y_i - \hat{y}_i$$

เมื่อ $i = 1, \dots, n$
 y_i = ค่าที่ได้จากการทดลอง
 $\hat{y}_i$ = ค่าที่ได้จากสมการเส้นตรง (Regression line; $y = 38123 x$)

x_i	y_i	$\hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
0	0	0	0
61	2318169	2318169	0
119	4544532	4544532	0
180	6879220	6879220	0

จากการคำนวณข้างต้นพบว่า residual (d_i) มีค่าเป็น 0 หมายความว่ากราฟมาตรฐานนี้มีความเป็นเส้นตรงที่ยอมรับได้ในช่วงความเข้มข้น 51 – 152 ppm และแสดงให้เห็นว่าวิธีการวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นนี้ให้ผลการทดสอบเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารที่มีอยู่จริงในตัวอย่าง เมตริกซ์ (Matrix) ในตัวอย่างจริงไม่รบกวนผลการวิเคราะห์

ภาคผนวก ง

การคำนวณค่า LOD และ estimated LOQ

ง.1 การคำนวณค่า LOD และ estimated LOQ ของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท

สามารถหาได้จากข้อมูลการทำ system linearity

LOD หาได้จากสูตร

$$y = y_B + 3s_B \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{โดยที่ } y_B = a; = 0$$

$$s_B = s_{y/x}; = 528.68$$

แทนค่าลงในสมการที่ 1 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} y &= 0 + (3 \times 528.68) \\ &= 1586.04 \end{aligned}$$

จากนั้นนำค่า y ที่ได้ไปแทนค่าในสมการเส้นตรงที่ได้จากการทำ system linearity

$$y = 1046.8 x \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$x = \frac{1586.04}{1046.8}$$

$$= 1.52 \text{ ppm}$$

LOQ หาได้จากสูตร

$$y = y_B + 10s_B \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{โดยที่ } y_B = a; = 0$$

$$s_B = s_{y/x}; = 528.68$$

แทนค่าลงในสมการที่ 3 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} y &= 0 + (10 \times 528.68) \\ &= 5286.8 \end{aligned}$$

จากนั้นนำค่า y ที่ได้ไปแทนค่าในสมการเส้นตรงที่ได้จากการทำ system linearity

$$y = 1046.8 x$$

$$x = \frac{5286.8}{1046.8}$$

$$= 5.05 \text{ ppm}$$

ค.2 การคำนวณค่า LOD และ estimated LOQ ของฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์

LOD หาได้จากสูตร

$$y = y_B + 3s_B$$

โดยที่ $y_B = a; = 0$

$$s_B = s_{y/x}; = 18457.96$$

แทนค่าลงในสมการข้างต้น จะได้ว่า

$$\begin{aligned} y &= 0 + (3 \times 18457.96) \\ &= 55373.88 \end{aligned}$$

จากนั้นนำค่า y ที่ได้ไปแทนค่าในสมการเส้นตรงที่ได้จากการทำ system linearity

$$y = 4441.6 x \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$x = \frac{55373.88}{4441.6}$$

$$= 12.47 \text{ ppm}$$

LOQ หาได้จากสูตร

$$y = y_B + 10s_B$$

โดยที่ $y_B = a; = 0$

$$s_B = s_{y/x}; = 18457.96$$

แทนค่าลงในสมการ จะได้ว่า

$$\begin{aligned} y &= 0 + (10 \times 18457.96) \\ &= 184579.6 \end{aligned}$$

จากนั้นนำค่า y ที่ได้ไปแทนค่าในสมการเส้นตรงที่ได้จากการทำ system linearity

$$y = 4441.6 x$$

$$x = \frac{184579.6}{4441.6}$$

$$= 41.56 \text{ ppm}$$

ค.3 การคำนวณค่า LOD และ estimated LOQ ของพาราเซตามอล

LOD หาได้จากสูตร

$$y = y_B + 3s_B$$

โดยที่ $y_B = a; = 0$

$$s_B = s_{y/x}; = 68285.29$$

แทนค่าลงในสมการจะได้ว่า

$$y = 0 + (3 \times 68285.29) \\ = 204855.87$$

จากนั้นนำค่า y ที่ได้ไปแทนค่าในสมการเส้นตรงที่ได้จากการทำ system linearity

$$y = 38123 x \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$x = \frac{204855.87}{38123}$$

$$= 5.37 \text{ ppm}$$

LOQ หาได้จากสูตร

$$y = y_B + 10s_B$$

$$\text{โดยที่ } y_B = a; = 0$$

$$s_B = s_{y/x}; = 68285.29$$

แทนค่าลงในสมการ จะได้ว่า

$$y = 0 + (10 \times 68285.29) \\ = 682852.9$$

จากนั้นนำค่า y ที่ได้ไปแทนค่าในสมการเส้นตรงที่ได้จากการทำ system linearity

$$y = 38123 x$$

$$x = \frac{682852.9}{38123}$$

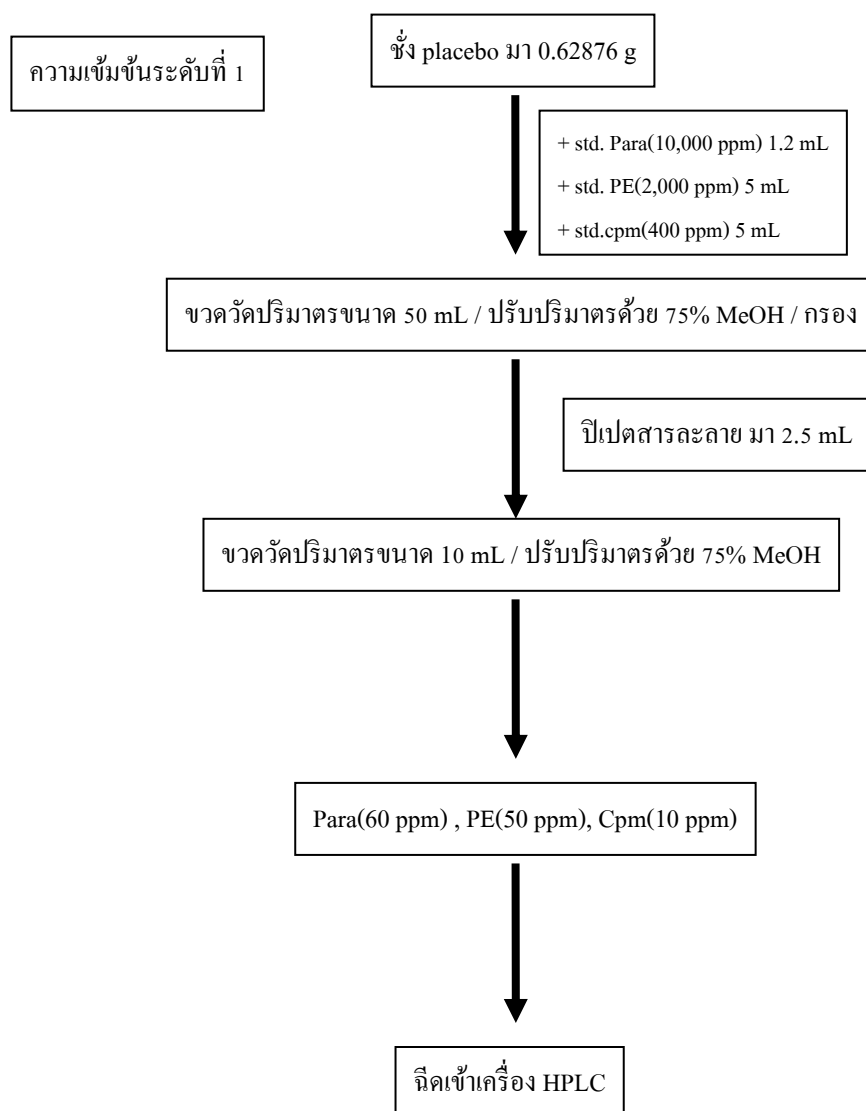
$$= 17.91 \text{ ppm}$$

ภาคผนวก จ

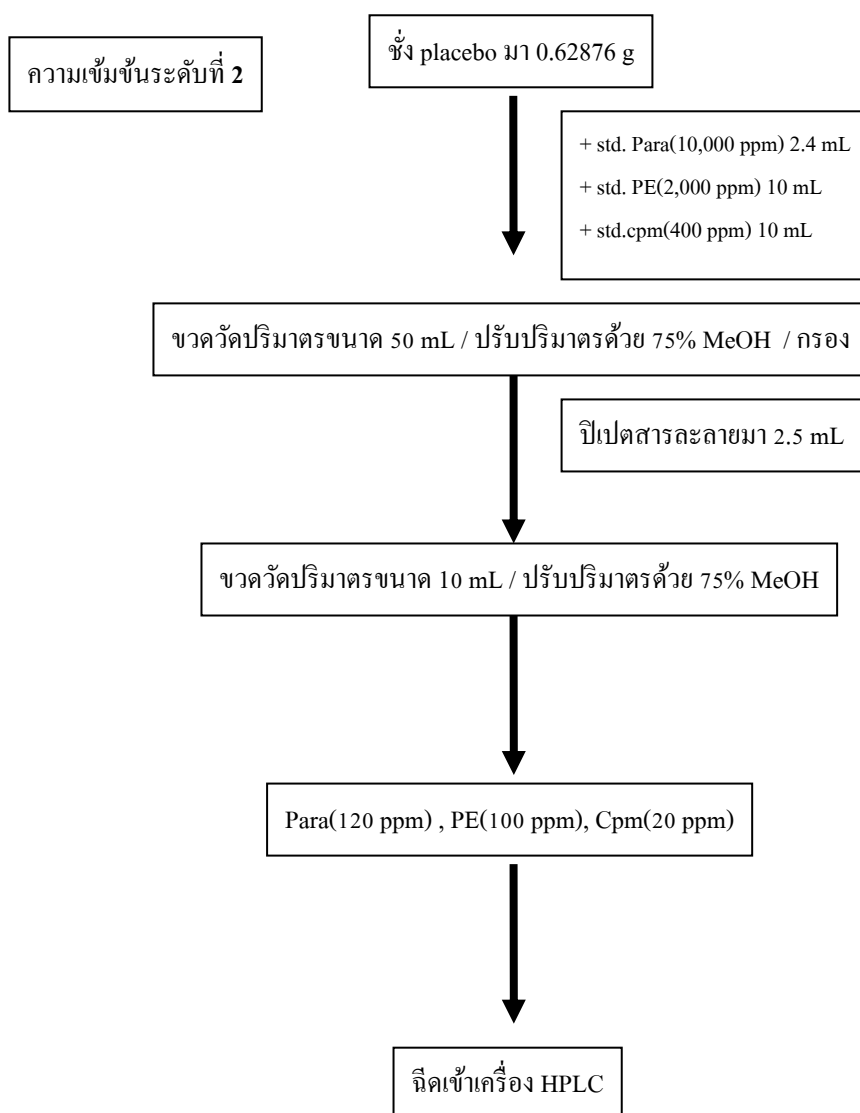
การคำนวณค่าความถูกต้อง(Accuracy)และความเที่ยง(Precision)

ค่าความถูกต้อง คือการแสดงความใกล้เคียงของค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ ที่ได้จากวิธีที่ศึกษากับค่าอ้างอิง

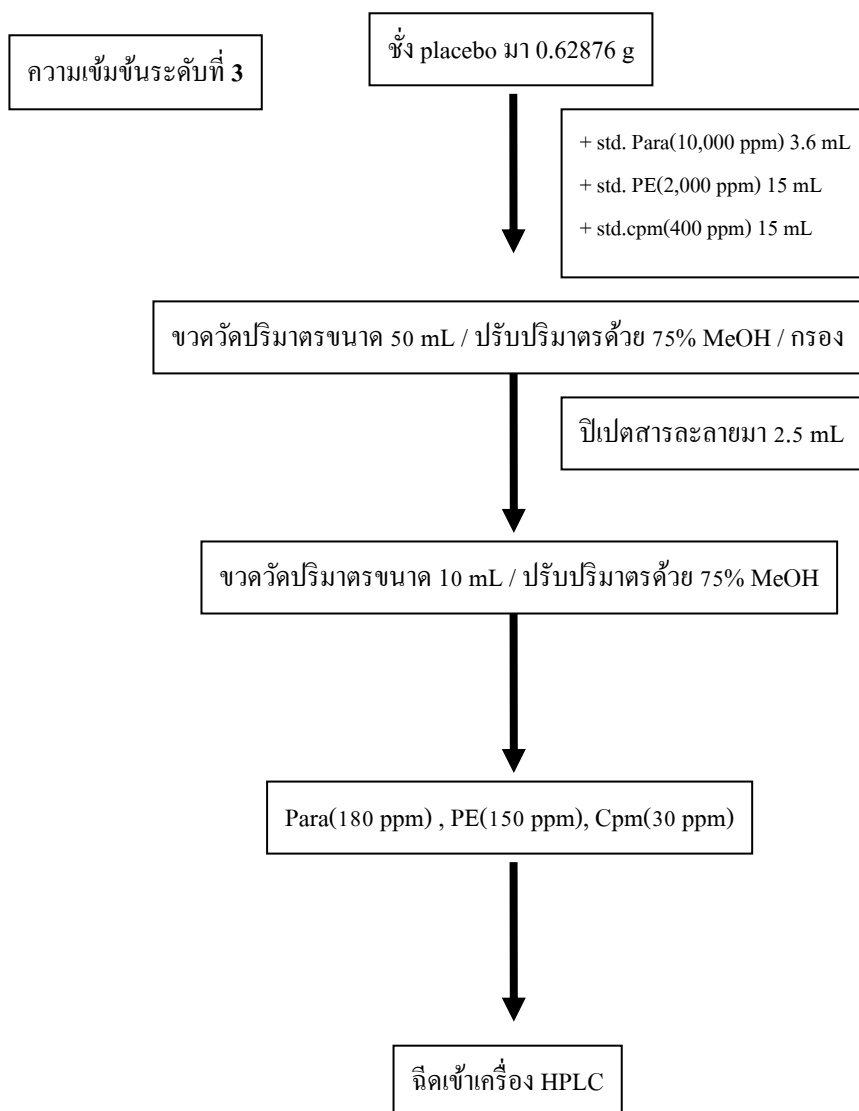
โดยการชั่งตัวอย่างจริงที่ไม่มีตัวยาสัญญ(Placebo)มาเท่ากับ 0.62876 g เติมสารละลายมาตรฐานทั้ง 3 ชนิดลงไป ซึ่งสามารถแสดงวิธีการทดลองดังรูปที่ จ.1 จ.2 และ จ.3



รูปที่ จ.1 แสดงแผนผังการเตรียมตัวอย่างจริงที่เติมสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้หาค่าความถูกต้องที่ความเข้มข้นระดับที่ 1



รูปที่ จ.2 แสดงแผนผังการเตรียมตัวอย่างจริงที่เติมสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้หาค่าความถูกต้อง
ที่ความเข้มข้นระดับที่ 2



รูปที่ จ.3 แสดงแผนผังการเตรียมตัวอย่างจริงที่เติมสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้หาค่าความถูกต้อง ที่ความเข้มข้นระดับที่ 3

ซึ่งค่าความถูกต้อง หาได้จาก %Recovery โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{Recovery}(\%) = \frac{(C_1 - C_2) \times 100}{C_3} \quad \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ C_1 = ความเข้มข้นของตัวอย่างที่เติมสารละลายมาตรฐาน
 C_2 = ความเข้มข้นของตัวอย่าง(Unfortified sample)
 C_3 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่เติม

ตารางที่ จ.1 แสดงเกณฑ์การยอมรับค่าความถูกต้อง(The AOAC manual for the Peer-Verified Methods Program, 1993)

Concentration of the analyst	Mean Recovery %
10-100%	98-102
$\geq 1\%$ (10,000 ppm)	97-103
$\geq 0.1\%$ (1,000 ppm)	95-105
100 ppm	90-107
100 ppb, 1 ppm, 10 ppm	80-110
10 ppb	60-115
1 ppb	40-120

ตารางที่ จ.2 แสดงเกณฑ์การยอมรับค่าความเที่ยง(The AOAC manual for the Peer-Verified Methods Program, 1993)

Concentration of the analyst	RSD%
100%	1.3
10%	2.8
1%	2.7
0.1%	3.7
100 ppm	5.3
10 ppm	7.3
1 ppm	11
100 ppb	15
10 ppb	21
1 ppb	30

จ.1 การคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท

ตารางที่ จ.3 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50mL (µg)	Conc. found (µg/g)	conc.added (µg)/g	%Recovery
0.62903	10461	9.99	99.93	1998.66	3177.37	3276.47	96.98
0.62842	10830	10.35	103.46	2069.16	3292.64	3279.65	100.40
0.62921	10571	10.10	100.98	2019.68	3209.86	3275.54	98.00
0.62911	10544	10.07	100.73	2014.52	3202.18	3276.06	97.74
0.62798	11103	10.61	106.07	2121.32	3378.01	3281.95	102.93
0.62894	10960	10.47	104.70	2094.00	3329.41	3276.94	101.60
mean	10745	10		mean	3264.91	mean	99.61
				sd	80.44	sd	2.39
				%RSD	2.46		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 95-105 % ; %RSD 3.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

ตารางที่จ.4 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50mL (µg)	Conc. found (µg/g)	conc.added (µg)/g	%Recovery
0.62862	21350	20.40	203.95	4079.10	6488.97	6557.22	98.96
0.62913	21435	20.48	204.77	4095.34	6509.53	6551.91	99.35
0.62875	20959	20.02	200.22	4004.39	6368.82	6555.86	97.15
0.62856	21642	20.67	206.74	4134.89	6578.35	6557.85	100.31
0.62891	20898	19.96	199.64	3992.74	6348.67	6554.20	96.86
0.62932	20711	19.79	197.85	3957.01	6287.76	6549.93	96.00
mean	21166	20		mean	6430.35	mean	98.11
				sd	111.71	sd	1.68
				%RSD	1.74		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 95-105 % ; %RSD 3.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

ตารางที่จ.5 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ที่ระดับ

ความเข้มข้น 30 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50mL (µg)	Conc. found (µg/g)	conc.added (µg)/g	%Recovery
0.62875	31909	30.48	304.82	6096.48	9696.20	9833.80	98.60
0.62845	31742	30.32	303.23	6064.58	9650.06	9838.49	98.08
0.62936	30866	29.49	294.86	5897.21	9370.17	9824.27	95.38
0.62928	30252	28.90	289.00	5779.90	9484.94	9825.51	96.53
0.62947	30317	28.96	289.62	5792.32	9201.90	9822.55	93.68
0.62874	31005	29.62	296.19	5923.77	9421.65	9833.95	95.81
mean	31015	30		mean	9470.82	mean	96.35
				sd	183.30	sd	1.81
				%RSD	1.94		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 95-105 % ; %RSD 3.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

จ.2 การคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์

ตารางที่จ.6 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์

ที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50mL (µg)	Conc. found (µg/g)	conc.added (µg)/g	%Recovery
0.62903	230106	51.81	518.07	10361.40	16472.03	16342.62	100.79
0.62842	229060	51.57	515.72	10314.30	16413.07	16358.49	100.33
0.62921	226543	51.00	510.05	10200.96	16212.34	16337.95	99.23
0.62911	224710	50.59	505.92	10118.43	16083.71	16340.54	98.43
0.62798	225294	50.72	507.24	10144.72	16154.53	16369.95	98.68
0.62894	223624	50.35	503.48	10069.52	16010.31	16344.96	97.95
mean	226556	51		mean	16224.33	mean	99.24
				sd	183.07	sd	1.12
				%RSD	1.13		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 97-103 % ; %RSD 2.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

ตารางที่.7 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์
ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50mL (µg)	Conc. found (µg/g)	conc.added (µg/g)	%Recovery
0.62862	461859	103.98	1039.85	20796.97	33083.52	32706.56	101.15
0.62913	443560	99.86	998.65	19972.98	31746.99	32680.05	97.14
0.62875	455533	102.56	1025.61	20512.11	32623.64	32699.80	99.77
0.62856	450780	101.49	1014.90	20298.09	32293.00	32709.69	98.73
0.62891	447683	100.79	1007.93	20158.64	32053.29	32691.48	98.05
0.62932	445459	100.29	1002.92	20058.49	31873.28	32670.18	97.56
mean	450812	101		mean	32278.95	mean	98.73
				sd	502.96	sd	1.50
				%RSD	1.56		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 97-103 % ; %RSD 2.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

ตารางที่.8 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์
ที่ระดับความเข้มข้น 150 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50mL (µg)	Conc. found (µg/g)	conc.added (µg/g)	%Recovery
0.62875	697518	157.04	1570.42	31408.41	49953.74	49049.70	101.84
0.62845	680716	153.26	1532.59	30651.84	48773.71	49073.12	99.39
0.62936	675523	152.09	1520.90	30418.00	48331.64	49002.16	98.63
0.62928	671993	151.30	1512.95	30259.05	48085.19	49008.39	98.12
0.62947	665289	149.79	1497.86	29957.18	47591.11	48993.60	97.14
0.62874	663043	149.28	1492.80	29856.04	47485.52	49050.48	96.81
mean	675680	152		mean	48370.15	mean	98.65
				sd	910.25	sd	1.83
				%RSD	1.88		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 97-103 % ; %RSD 2.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

จ.3 การคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของพาราเซตามอล

ตารางที่ จ.9 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของพาราเซตามอลที่ระดับความเข้มข้น 60 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50mL (µg)	Conc. found (µg/g)	conc.added (µg/g)	%Recovery
0.62903	2318061	60.80	608.05	12160.96	19332.87	19123.09	101.10
0.62842	2344014	61.49	614.86	12297.11	19568.30	19141.66	102.23
0.62921	2348216	61.60	615.96	12319.16	19578.77	19117.62	102.41
0.62911	2283822	59.91	599.07	11981.33	19044.90	19120.66	99.60
0.62798	2296762	60.25	602.46	12049.22	19187.27	19155.07	100.17
0.62894	2318139	60.81	608.07	12161.37	19336.29	19125.83	101.10
mean	2318169	61		mean	19341.40	mean	101.10
				sd	209.57	sd	1.10
				%RSD	1.08		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 97-103 % ; %RSD 2.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

ตารางที่ จ.10 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของพาราเซตามอลที่ระดับความเข้มข้น 120 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50mL (µg)	Conc. found (µg/g)	conc.added (µg/g)	%Recovery
0.62862	4604487	120.78	1207.80	24155.95	38426.96	38271.13	100.41
0.62913	4509952	118.30	1183.00	23660.01	37607.50	38240.11	98.35
0.62875	4543858	119.19	1191.89	23837.88	37913.13	38263.22	99.09
0.62856	4537225	119.02	1190.15	23803.08	37869.23	38274.79	98.94
0.62891	4552339	119.41	1194.12	23882.38	37974.23	38253.49	99.27
0.62932	4519331	118.55	1185.46	23709.21	37674.33	38228.56	98.55
mean	4544532	119		mean	37910.90	mean	99.10
				sd	289.86	sd	0.73
				%RSD	0.76		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 97-103 % ; %RSD 2.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

ตารางที่ จ.11 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของพาราเซตามอลที่ระดับความเข้มข้น 180 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50mL (µg)	Conc. found (µg/g)	conc.added (µg/g)	%Recovery
0.62875	6969653	182.82	1828.20	36564.03	58153.53	57394.83	101.32
0.62845	6833913	179.26	1792.60	35851.92	57048.16	57422.23	99.35
0.62936	6822925	178.97	1789.71	35794.27	56874.08	57339.20	99.19
0.62928	6850490	179.69	1796.94	35938.88	57111.11	57346.49	99.59
0.62947	6919218	181.50	1814.97	36299.44	57666.67	57329.18	100.59
0.62874	6879119	180.45	1804.45	36089.07	57399.04	57395.74	100.01
mean	6879220	180		mean	57375.43	mean	100.01
				sd	473.10	sd	0.82
				%RSD	0.82		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 97-103 % ; %RSD 2.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

ภาคผนวก จ

การคำนวณหาปริมาณยาในตัวอย่างจริง

จ.1 คลอเฟนิรามีน มาลีเอท

ตารางที่ จ.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอทในยาหือดีคอลเจนชุดที่ 1

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50 mL (µg)	ปริมาณยา (µg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
D1	19027	0.62947	18.18	181.76	1817.63	1815.58	1.82
D2	19906	0.62824	19.02	190.16	1901.60	1903.18	1.90
D3	22180	0.62798	21.19	211.88	2118.84	2121.47	2.12
D4	20103	0.63105	19.20	192.04	1920.42	1913.46	1.91
D5	20207	0.62667	19.30	193.04	1930.36	1936.80	1.94
D6	19776	0.62926	18.89	188.92	1889.19	1887.68	1.89

หมายเหตุ D เป็นสัญลักษณ์ใช้แทนยาหือดีคอลเจน

ตารางที่ จ.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอทในยาหือทีฟฟี่ชุดที่ 1

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50 mL (µg)	ปริมาณยา (µg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
T1	22038	0.57468	21.05	210.53	2105.27	2095.57	2.10
T2	20380	0.57424	19.47	194.69	1946.89	1939.39	1.94
T3	18874	0.57432	18.03	180.30	1803.02	1795.83	1.80
T4	20016	0.57383	19.12	191.21	1912.08	1906.08	1.91
T5	20551	0.57461	19.63	196.33	1963.25	1954.44	1.95
T6	19106	0.57252	18.25	182.52	1825.18	1823.62	1.82

หมายเหตุ T เป็นสัญลักษณ์ใช้แทนยาหือทีฟฟี่

ตารางที่ จ.3 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอทในยาหือดีคอลเจนชุดที่ 2

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50 mL (µg)	ปริมาณยา (µg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
D1	20836	0.62913	19.22	192.18	1921.79	1920.66	1.92
D2	22132	0.62786	20.41	204.13	2041.32	2044.25	2.04
D3	20103	0.62884	18.54	185.42	1854.18	1853.94	1.85
D4	21203	0.62947	19.56	195.56	1955.64	1953.43	1.95
D5	21907	0.62874	20.21	202.06	2020.57	2020.63	2.02
D6	19376	0.62896	17.87	178.71	1787.12	1786.56	1.79

ตารางที่ จ.6 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอทในยาหือ
ทึฟฟิซุดที่ 1 กับปริมาณบนฉลาก

	ปริมาณบนฉลาก(mg/Tablet)	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้(mg/Tablet)	ผลต่าง(xd)
T1	2	2.10	-0.10
T2	2	1.94	0.06
T3	2	1.80	0.20
T4	2	1.91	0.09
T5	2	1.95	0.05
T6	2	1.82	0.18
	mean	1.92	0.08
	sd	0.11	0.11

จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 สามารถคำนวณค่า t_{cal} ได้ดังนี้

$$= 0.08 \times \frac{2.45}{0.11}$$

$$= 1.85$$

โดยค่า t จากตารางที่ระดับชั้นความเสรี($n - 1$; $6-1 = 5$;) และที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่าเท่ากับ 2.57 พบว่า $t_{cal} < t_{crit}$ แสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพราะฉะนั้นในยา 1 เม็ด มีปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอท เฉลี่ย เท่ากับ 1.92 ± 0.11 mg

ตารางที่ จ.7 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอทในยาหือดี
คอลเจนซุดที่ 2 กับปริมาณบนฉลาก

	ปริมาณบนฉลาก(mg/Tablet)	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้(mg/Tablet)	ผลต่าง(xd)
D1	2	1.92	0.08
D2	2	2.04	-0.04
D3	2	1.85	0.15
D4	2	1.95	0.05
D5	2	2.02	-0.02
D6	2	1.79	0.21
	mean	1.93	0.07
	sd	0.10	0.10

$$\begin{aligned}
 &\text{จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 สามารถคำนวณค่า } t_{\text{cal}} \text{ ได้ดังนี้} \\
 &= 0.07 \times \frac{2.45}{0.10} \\
 &= 1.75
 \end{aligned}$$

โดยค่า t จากตารางที่ระดับชั้นความเสรี ($n - 1$; $6 - 1 = 5$;) และที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่าเท่ากับ 2.57 พบว่า $t_{\text{cal}} < t_{\text{crit}}$ แสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพราะฉะนั้นในยา 1 เม็ด มีปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอท เฉลี่ย เท่ากับ 1.93 ± 0.10 mg

ตารางที่ ๘.8 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอทในยาหือ
ทิฟฟิซุคที่ 2 กับปริมาณบนฉลาก

	ปริมาณบนฉลาก(mg/Tablet)	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้(mg/Tablet)	ผลต่าง(xd)
T1	2	1.83	0.17
T2	2	2.10	-0.10
T3	2	1.88	0.12
T4	2	1.84	0.16
T5	2	1.95	0.05
T6	2	1.78	0.22
	mean	1.90	0.10
	sd	0.11	0.11

$$\begin{aligned}
 &\text{จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 สามารถคำนวณค่า } t_{\text{cal}} \text{ ได้ดังนี้} \\
 &= 0.10 \times \frac{2.45}{0.11} \\
 &= 2.27
 \end{aligned}$$

โดยค่า t จากตารางที่ระดับชั้นความเสรี ($n - 1$; $6 - 1 = 5$;) และที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่าเท่ากับ 2.57 พบว่า $t_{\text{cal}} < t_{\text{crit}}$ แสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพราะฉะนั้นในยา 1 เม็ด มีปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอท เฉลี่ย เท่ากับ 1.90 ± 0.11 mg

ฉ.2 ฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์

ตารางที่ ฉ.9 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ ในยาเม็ดหือคอลลเจน

ชุดที่ 1

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (μg)	Conc./50 mL (μg)	ปริมาณยา (μg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
D1	438201	0.62947	98.66	986.58	9865.84	9854.71	9.85
D2	438400	0.62824	98.70	987.03	9870.32	9878.49	9.88
D3	445856	0.62798	100.38	1003.82	10038.18	10050.65	10.05
D4	445403	0.63105	100.28	1002.80	10027.98	9991.59	9.99
D5	446555	0.62667	100.54	1005.39	10053.91	10087.45	10.09
D6	446877	0.62926	100.61	1006.12	10061.16	10053.17	10.05

ตารางที่ ฉ.10 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ ในยาเม็ดหือทฟฟ

ชุดที่ 1

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (μg)	Conc./50 mL (μg)	ปริมาณยา (μg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
T1	329236	0.57468	74.13	741.26	7412.55	7378.37	7.38
T2	332542	0.57424	74.87	748.70	7486.99	7458.17	7.46
T3	336156	0.57432	75.68	756.84	7568.35	7538.18	7.54
T4	335098	0.57383	75.45	754.45	7544.53	7520.87	7.52
T5	341523	0.57461	76.89	768.92	7689.19	7654.66	7.65
T6	328004	0.57252	73.85	738.48	7384.82	7378.50	7.38

ตารางที่ ฉ.11 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ ในยาเม็ดหือคอลลเจน

ชุดที่ 2

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (μg)	Conc./50 mL (μg)	ปริมาณยา (μg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
D1	425901	0.62913	95.66	956.59	9565.86	9560.24	9.56
D2	429900	0.62786	96.56	965.57	9655.69	9669.53	9.67
D3	456255	0.62884	102.48	1024.76	10247.62	10246.32	10.25
D4	440902	0.62947	99.03	990.28	9902.79	9891.62	9.89
D5	461554	0.62874	103.67	1036.66	10366.64	10366.97	10.37
D6	436576	0.62896	98.06	980.56	9805.63	9802.51	9.80

ตารางที่ จ.12 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนีลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ในยาหือทอฟฟี่ ชุดที่ 2

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50 mL (µg)	ปริมาณยา (µg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
T1	318236	0.56952	71.48	714.77	7147.68	7179.18	7.18
T2	335942	0.57368	75.45	754.54	7545.36	7523.66	7.52
T3	342156	0.56869	76.85	768.49	7684.93	7730.06	7.73
T4	325098	0.57227	73.02	730.18	7301.80	7298.74	7.30
T5	342523	0.57345	76.93	769.32	7693.17	7674.12	7.67
T6	325856	0.56862	73.19	731.88	7318.82	7362.71	7.36

นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณยาบนฉลากโดยใช้หลักสถิติ Paired-t-test เป็นตัวทดสอบ

ตารางที่ จ.13 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนีลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ ใน ยาหือดีคอลเจนชุดที่ 1 กับปริมาณบนฉลาก

	ปริมาณบนฉลาก(mg/Tablet)	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้(mg/Tablet)	ผลต่าง(xd)
D1	10	9.85	0.15
D2	10	9.88	0.12
D3	10	10.05	-0.05
D4	10	9.99	0.01
D5	10	10.09	-0.09
D6	10	10.05	-0.05
	mean	9.99	0.01
	sd	0.10	0.10

จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 สามารถคำนวณค่า t_{cal} ได้ดังนี้

$$= 0.01 \times \frac{2.45}{0.10}$$

$$= 0.35$$

โดยค่า t จากตารางที่ระดับชั้นความเสรี($n - 1$; $6 - 1 = 5$;) และที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่าเท่ากับ 2.57 พบว่า $t_{cal} < t_{crit}$ แสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพราะฉะนั้นในยา 1 เม็ด มีปริมาณฟีนีลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ เฉลี่ย เท่ากับ 9.99 ± 0.10 mg

$$\begin{aligned}
 &\text{จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 สามารถคำนวณค่า } t_{\text{cal}} \text{ ได้ดังนี้} \\
 &= 0.08 \times \frac{2.45}{0.32} \\
 &= 0.59
 \end{aligned}$$

โดยค่า t จากตารางที่ระดับชั้นความเสรี ($n - 1$; $6 - 1 = 5$;) และที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่าเท่ากับ 2.57 พบว่า $t_{\text{cal}} < t_{\text{crit}}$ แสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพราะฉะนั้นในยา 1 เม็ด มีปริมาณฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ เฉลี่ย เท่ากับ $9.92 \pm 0.32 \text{ mg}$

ตารางที่ จ.16 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ ในยาหือทฟี่ชุดที่ 2 กับปริมาณบนฉลาก

	ปริมาณบนฉลาก(mg/Tablet)	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้(mg/Tablet)	ผลต่าง(xd)
T1	7.5	7.18	0.32
T2	7.5	7.52	-0.02
T3	7.5	7.73	-0.23
T4	7.5	7.30	0.20
T5	7.5	7.67	-0.17
T6	7.5	7.36	0.14
	mean	7.46	0.04
	sd	0.22	0.22

$$\begin{aligned}
 &\text{จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 สามารถคำนวณค่า } t_{\text{cal}} \text{ ได้ดังนี้} \\
 &= 0.04 \times \frac{2.45}{0.22} \\
 &= 0.43
 \end{aligned}$$

โดยค่า t จากตารางที่ระดับชั้นความเสรี ($n - 1$; $6 - 1 = 5$;) และที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่าเท่ากับ 2.57 พบว่า $t_{\text{cal}} < t_{\text{crit}}$ แสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพราะฉะนั้นในยา 1 เม็ด มีปริมาณฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ เฉลี่ย เท่ากับ $7.46 \pm 0.22 \text{ mg}$

ฉ.3 พาราเซตามอล

ตารางที่ ฉ.17 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณพาราเซตามอลในยาหัตถ์คอลลเจนชนิดที่ 1

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50 mL (µg)	ปริมาณยา (µg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
D1	4564872	0.62947	119.74	1197.41	498919.29	498356.54	498.36
D2	4536574	0.62824	119.00	1189.98	495826.41	496236.81	496.24
D3	4592550	0.62798	120.47	1204.67	501944.36	502567.82	502.57
D4	4502887	0.63105	118.11	1181.15	492144.60	490358.67	490.36
D5	4583386	0.62667	120.23	1202.26	500942.75	502613.43	502.61
D6	4562224	0.62926	119.67	1196.71	498629.87	498233.67	498.23

ตารางที่ ฉ.18 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณพาราเซตามอลในยาหัตถ์คอลลเจนชนิดที่ 1

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50 mL (µg)	ปริมาณยา (µg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
T1	4624559	0.57468	121.31	1213.06	505442.80	503112.07	503.11
T2	4604198	0.57424	120.77	1207.72	503217.40	501280.74	501.28
T3	4543139	0.57432	119.17	1191.71	496543.94	494564.05	494.56
T4	4643705	0.57383	121.81	1218.08	507535.37	505943.32	505.94
T5	4564011	0.57461	119.72	1197.18	498825.22	496585.49	496.59
T6	4601308	0.57252	120.70	1206.96	502901.57	502471.16	502.47

ตารางที่ ฉ.19 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณพาราเซตามอลในยาหัตถ์คอลลเจนชนิดที่ 2

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50 mL (µg)	ปริมาณยา (µg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
D1	4596911	0.62913	118.78	1187.80	494917.34	494626.27	494.63
D2	4511932	0.62786	116.58	1165.84	485768.24	486464.56	486.46
D3	4623115	0.62884	119.46	1194.57	497738.54	497675.22	497.68
D4	4664846	0.62947	120.54	1205.36	502231.42	501664.94	501.66
D5	4444992	0.62874	114.85	1148.55	478561.28	478576.50	478.58
D6	4549140	0.62896	117.55	1175.46	489774.17	489618.43	489.62

ตารางที่ ฉ.20 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณพาราเซตามอลในยาหัตถ์คอลลเจนชนิดที่ 2

Name	Area	น.น ย1 (g)	conc. From curve (ppm)	Conc./10 mL (µg)	Conc./50 mL (µg)	ปริมาณยา (µg/Tablet)	ปริมาณยา (mg/Tablet)
T1	4638560	0.56952	119.86	1198.56	499401.39	501602.37	501.60
T2	4627098	0.57368	119.56	1195.60	498167.36	496734.55	496.73
T3	4530048	0.56869	117.05	1170.52	487718.66	490583.11	490.58
T4	4516885	0.57227	116.71	1167.12	486301.50	486097.55	486.10
T5	4654638	0.57345	120.27	1202.72	501132.40	499891.48	499.89
T6	4549756	0.56862	117.56	1175.62	489840.49	492778.05	492.78

นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับปริมาณขบวนการโดยใช้หลักสถิติ Paired-t-test เป็นตัวทดสอบ

ตารางที่ จ.21 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณพาราเซตามอลในยาเม็ดหุ้มฟิล์มเคลือบชนิดเม็ดกับปริมาณขบวนการ

	ปริมาณขบวนการ(mg/Tablet)	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้(mg/Tablet)	ผลต่าง(xd)
D1	500	498.36	1.6
D2	500	496.24	3.8
D3	500	502.57	-2.6
D4	500	490.36	9.6
D5	500	502.61	-2.6
D6	500	498.23	1.8
	mean	498.06	1.94
	sd	4.56	4.56

จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 สามารถคำนวณค่า t_{cal} ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 &= 1.94 \times \frac{2.45}{4.56} \\
 &= 1.04
 \end{aligned}$$

โดยค่า t จากตารางที่ระดับชั้นความเสรี ($n - 1$; $6 - 1 = 5$) และที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่าเท่ากับ 2.57 พบว่า $t_{cal} < t_{crit}$ แสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพราะฉะนั้นในยา 1 เม็ด มีปริมาณพาราเซตามอล 500 มิลลิกรัม ± 4.56 มิลลิกรัม

ตารางที่ จ.22 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณพาราเซตามอลในยาหือทีฟี่ ชุด
ที่ 1 กับปริมาณบนฉลาก

	ปริมาณบนฉลาก(mg/Tablet)	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้(mg/Tablet)	ผลต่าง(xd)
T1	500	503.11	-3.1
T2	500	501.28	-1.3
T3	500	494.56	5.4
T4	500	505.94	-5.9
T5	500	496.59	3.4
T6	500	502.47	-2.5
	mean	500.66	-0.66
	sd	4.27	4.27

จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 สามารถคำนวณค่า t_{cal} ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 &= -0.66 \times \frac{2.45}{4.27} \\
 &= |-0.38|
 \end{aligned}$$

โดยค่า t จากตารางที่ระดับนัยความเสรี($n - 1$; $6-1 = 5$;) และที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่าเท่ากับ 2.57 พบว่า $t_{cal} < t_{crit}$ แสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพราะฉะนั้นในยา 1 เม็ด มีปริมาณฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ เกือบ เท่ากับ 500.66 ± 4.27 mg

ตารางที่ จ.23 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณพาราเซตามอลในยาหือดีคอลเจน
ชุดที่ 2 กับปริมาณบนฉลาก

	ปริมาณบนฉลาก(mg/Tablet)	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้(mg/Tablet)	ผลต่าง(xd)
D1	500	494.63	5.37
D2	500	486.46	13.54
D3	500	497.68	2.32
D4	500	501.66	-1.66
D5	500	478.58	21.42
D6	500	489.62	10.38
	mean	491.44	8.56
	sd	8.33	8.33

$$\begin{aligned}
 &\text{จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 สามารถคำนวณค่า } t_{\text{cal}} \text{ ได้ดังนี้} \\
 &= 8.56 \times \frac{2.45}{8.33} \\
 &= 2.52
 \end{aligned}$$

โดยค่า t จากตารางที่ระดับชั้นความเสรี ($n - 1$; $6 - 1 = 5$;) และที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่าเท่ากับ 2.57 พบว่า $t_{\text{cal}} < t_{\text{crit}}$ แสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพราะฉะนั้นในยา 1 เม็ด มีปริมาณฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ เฉลี่ย เท่ากับ 491.44 ± 8.33 mg

ตารางที่ จ.24 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณพาราเซตามอลในยาขี้หื้อทิฟี่ ชุดที่ 2 กับปริมาณบนฉลาก

	ปริมาณบนฉลาก(mg/Tablet)	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้(mg/Tablet)	ผลต่าง(xd)
T1	500	501.60	-1.60
T2	500	496.73	3.27
T3	500	490.58	9.42
T4	500	486.10	13.90
T5	500	499.89	0.11
T6	500	492.78	7.22
	mean	494.61	5.39
	sd	5.89	5.89

$$\begin{aligned}
 &\text{จากสูตรการคำนวณในสมการที่ 1 สามารถคำนวณค่า } t_{\text{cal}} \text{ ได้ดังนี้} \\
 &= 5.39 \times \frac{2.45}{5.89} \\
 &= 2.24
 \end{aligned}$$

โดยค่า t จากตารางที่ระดับชั้นความเสรี ($n - 1$; $6 - 1 = 5$;) และที่ระดับความมั่นใจ 95% มีค่าเท่ากับ 2.57 พบว่า $t_{\text{cal}} < t_{\text{crit}}$ แสดงว่าทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพราะฉะนั้นในยา 1 เม็ด มีปริมาณฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ เฉลี่ย เท่ากับ 494.61 ± 5.89 mg

ภาคผนวก ข

การคำนวณค่าความเที่ยง(Precision)

ความเที่ยง เป็นค่าที่แสดงถึงความใกล้เคียงกันของผลทดสอบตัวอย่างที่ทำการทดสอบซ้ำหลายครั้งโดยทั่วไปจะแสดงด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์(% Relative Standard Deviation ; RSD) หรือ สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(Coefficient of Variation; CV) โดยมีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\%RSD - or - \%CV = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{.....(1)}$$

หมายเหตุ	$\bar{X}$	=	ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบ
	SD	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบ
	%RSD	=	Experimental RSD

การประเมินความเที่ยงโดยใช้ Horwitz equation

$$RSD_r = 0.66 \times 2^{(1-0.5 \log C)} \quad \text{.....(2)}$$

$$RSD_R = 2^{(1-0.5 \log C)} \quad \text{.....(3)}$$

หมายเหตุ	RSD_r	=	ค่า RSD จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการเดียวกัน (Repeatability); จัดเป็น Predicted RSD
	RSD_R	=	ค่า RSD จากการทดสอบต่างห้องปฏิบัติการเดียวกัน (Reproducibility); จัดเป็น Predicted RSD
	C	=	Concentration ratio

นำค่า RSD ที่คำนวณได้ จากสมการที่ 1 มาเทียบกับค่า RSD ที่คำนวณได้ จากสมการที่ 2 และ 3 จะได้ค่า Horwitz ' s Ratio หรือ Horrat ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Horwitz's - ratio / Horrat} = \frac{\text{Experimental - RSD}}{\text{Predicted - RSD}} \quad \text{.....(4)}$$

ซึ่งค่า Horrat ที่ยอมรับได้ต้องค่าน้อยกว่า 2

ข.1 คลอเฟนิรามีน มาลีเอท

ตารางที่ ข.1 แสดงการคำนวณค่า RSD_r และ RSD_R ของคลอเฟนิรามีน มาลีเอทในยาดีคอลเจน และทึฟฟี่ ชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2

	ปริมาณยาที่วิเคราะห์ได้ (mg/tablet)	$\mu\text{g}/\text{tablet}$	$\mu\text{g}/\text{g}^a$	c	log c	$0.5 \cdot \log c$	$1 - 0.5 \cdot \log c$	$2^{(1 - 0.5 \cdot \log c)}$	$0.66 \cdot 2^{(1 - 0.5 \cdot \log c)}$
ดีคอล- เจน	1.93^b	1929.70	3069.05	0.0031	-2.513	-1.2565	2.2565	4.78	3.15
	1.93^c	1929.91	3069.39	0.0031	-2.513	-1.2565	2.2565	4.78	3.15
	1.93^d	1929.80	3069.22	0.0031	-2.513	-1.2565	2.2565	4.78	3.15
ทึฟฟี่	1.92^e	1919.16	3354.99	0.0034	-2.474	-1.2372	2.2372	4.71	3.11
	1.90^f	1896.99	3316.25	0.0033	-2.479	-1.2397	2.2397	4.72	3.12
	1.91^g	1908.07	3335.62	0.0033	-2.477	-1.2384	2.2384	4.72	3.11

หมายเหตุ	a	=	น้ำหนักของดีคอลเจน 1 เม็ด เท่ากับ 0.62876 g
	a	=	น้ำหนักของทึฟฟี่ 1 เม็ด เท่ากับ 0.57203 g
	b	=	ปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ที่วิเคราะห์ได้ในดีคอลเจนชุดที่ 1
	c	=	ปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ที่วิเคราะห์ได้ในดีคอลเจนชุดที่ 2
	d	=	ปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ที่วิเคราะห์ได้ในดีคอลเจนของ ชุดที่ 1,2
	e	=	ปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ที่วิเคราะห์ได้ในทึฟฟี่ ชุดที่ 1
	f	=	ปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ที่วิเคราะห์ได้ในทึฟฟี่ ชุดที่ 2
	g	=	ปริมาณคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ที่วิเคราะห์ได้ในทึฟฟี่ ของชุดที่ 1, 2

ตารางที่ ข.2 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ในยาดีคอลเจนชุดที่ 1

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
D1	1.82
D2	1.90
D3	2.12
D4	1.91
D5	1.94
D6	1.89
Mean	1.93
SD	0.10

$$\%RSD = \frac{0.10}{1.93} \times 100$$

$$= 5.31$$

จากตาราง ข.1

$$RSD_r = 3.15$$

$$Horrat = \frac{5.31}{3.15}$$

$$= 1.69$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.3 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ในยาดีคอลเจนชุดที่ 2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
D1	1.92
D2	2.04
D3	1.85
D4	1.95
D5	2.02
D6	1.79
Mean	1.93
SD	0.10

$$\%RSD = \frac{0.10}{1.93} \times 100$$

$$= 5.09$$

จากตาราง ข.1

$$RSD_r = 3.15$$

$$Horrat = \frac{5.09}{3.15}$$

$$= 1.62$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.4 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ในยาดีคอลเจนชุดที่ 1 และชุดที่ 2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
D1	1.82
D2	1.90
D3	2.12
D4	1.91
D5	1.94
D6	1.89
D7	1.92
D8	2.04
D9	1.85
D10	1.95
D11	2.02
D12	1.79
Mean	1.93
SD	0.10

$$\%RSD = \frac{0.10}{1.93} \times 100$$

$$= 4.96$$

จากตาราง ข.1

$$RSD_R = 4.78$$

$$Horrat = \frac{4.96}{4.78}$$

$$= 1.04$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.5 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ในยาทิฟฟิซูดที่ 1

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
T1	2.10
T2	1.94
T3	1.80
T4	1.91
T5	1.95
T6	1.82
mean	1.92
sd	0.11

$$\%RSD = \frac{0.11}{1.92} \times 100$$

$$= 5.58$$

จากตาราง ข.1

$$RSD_r = 3.11$$

$$Horrat = \frac{5.58}{3.11}$$

$$= 1.79$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.6 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ในยาทึฟฟิซุดที่ 2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
T1	1.83
T2	2.10
T3	1.88
T4	1.84
T5	1.95
T6	1.78
mean	1.90
sd	0.11

$$\begin{aligned}\%RSD &= \frac{0.11}{1.90} \times 100 \\ &= 5.87\end{aligned}$$

จากตาราง ข.1

$$\begin{aligned}RSD_r &= 3.12 \\ Horrat &= \frac{5.87}{3.12} \\ &= 1.88\end{aligned}$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.7 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท ในยาทึฟฟิซุดที่ 1,2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
T1	2.10
T2	1.94
T3	1.80
T4	1.91
T5	1.95
T6	1.82
T7	1.83
T8	2.10
T9	1.88
T10	1.84
T11	1.95
T12	1.78
mean	1.91
sd	0.10

$$\%RSD = \frac{0.10}{1.91} \times 100$$

$$= 5.49$$

จากตาราง ข.1

$$RSD_R = 4.72$$

$$Horrat = \frac{5.49}{4.72}$$

$$= 1.16$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ข.2 ฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์

ตารางที่ ข.8 แสดงการคำนวณค่า RSD_r และ RSD_R ของฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ ในยาดี-
คอลเจน และ ทิฟฟี ชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2

	ปริมาณยาที่วิเคราะห์ได้ (mg/tablet)	$\mu\text{g}/\text{tablet}$	$\mu\text{g}/\text{g}^a$	c	log c	$0.5*\log c$	$1-0.5*\log c$	$2^{(1-0.5*\log c)}$	$0.66*2^{(1-0.5*\log c)}$
ดีคอล- เจน	9.99 ^b	9986.01	15882.07	0.0159	-1.799	-0.8996	1.8995	3.73	2.46
	9.92 ^c	9922.87	15781.64	0.0158	-1.802	-0.9009	1.9009	3.73	2.46
	9.95 ^d	9954.44	15831.86	0.0158	-1.800	-0.9002	1.9002	3.73	2.46
ทิฟฟี	7.49 ^e	7488.13	13090.44	0.0131	-1.883	-0.9415	1.9415	3.84	2.54
	7.46 ^f	7461.41	13043.74	0.0130	-1.885	-0.9423	1.9423	3.84	2.54
	7.47 ^g	7474.77	13067.09	0.0131	-1.884	-0.9419	1.9419	3.84	2.54

หมายเหตุ	a	=	น้ำหนักของดีคอลเจน 1 เม็ด เท่ากับ 0.62876 g
	a	=	น้ำหนักของทิฟฟี 1 เม็ด เท่ากับ 0.57203 g
	b	=	ปริมาณฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ ที่วิเคราะห์ได้ในดี- คอลเจน ชุดที่ 1
	c	=	ปริมาณฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ ที่วิเคราะห์ได้ในดี- คอลเจน ชุดที่ 2
	d	=	ปริมาณฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ ที่วิเคราะห์ได้ในดี- คอลเจนของ ชุดที่ 1,2
	e	=	ปริมาณฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ที่วิเคราะห์ได้ในทิฟฟี ชุดที่ 1
	f	=	ปริมาณฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ที่วิเคราะห์ได้ในทิฟฟี ชุดที่ 2
	g	=	ปริมาณฟินิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ ที่วิเคราะห์ได้ในทิฟฟี ของชุดที่ 1, 2

ตารางที่ ข.9 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของฟิโนลอฟริน ไฮโดรคลอไรด์ในยาดีคอลเจน

ชุดที่ 1

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
D1	9.85
D2	9.88
D3	10.05
D4	9.99
D5	10.09
D6	10.05
Mean	9.99
SD	0.10

$$\%RSD = \frac{0.10}{9.99} \times 100$$

$$= 0.98$$

จากตาราง ข.8

$$RSD_r = 2.46$$

$$Horrat = \frac{0.98}{2.46}$$

$$= 0.40$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.10 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ในยาดีคอลเจน

ชุดที่ 2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
D1	9.56
D2	9.67
D3	10.25
D4	9.89
D5	10.37
D6	9.80
Mean	9.92
SD	0.32

$$\%RSD = \frac{0.32}{9.92} \times 100$$

$$= 3.23$$

จากตาราง ข.8

$$RSD_r = 2.46$$

$$Horrat = \frac{3.23}{2.46}$$

$$= 1.31$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.11 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของฟิโนลเอฟริน ไฮโดรคลอไรด์ในยาดีคอลเจน

ชุดที่ 1, 2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
D1	9.85
D2	9.88
D3	10.05
D4	9.99
D5	10.09
D6	10.05
D7	9.56
D8	9.67
D9	10.25
D10	9.89
D11	10.37
D12	9.80
Mean	9.95
SD	0.23

$$\%RSD = \frac{0.23}{9.95} \times 100$$

$$= 2.29$$

จากตาราง ข.8

$$RSD_R = 3.73$$

$$Horrat = \frac{2.29}{3.73}$$

$$= 0.61$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.12 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของฟิโนลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ในยาทิฟฟิซุดที่ 1

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
T1	7.38
T2	7.46
T3	7.54
T4	7.52
T5	7.65
T6	7.38
mean	7.49
sd	0.11

$$\%RSD = \frac{0.11}{7.49} \times 100$$

$$= 1.42$$

จากตาราง ข.8

$$RSD_r = 2.54$$

$$Horrat = \frac{1.42}{2.54}$$

$$= 0.56$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.13 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของฟีนิลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ในยาทิฟฟิซูดที่ 2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
T1	7.18
T2	7.52
T3	7.73
T4	7.30
T5	7.67
T6	7.36
mean	7.46
sd	0.22

$$\begin{aligned}\%RSD &= \frac{0.22}{7.46} \times 100 \\ &= 2.92\end{aligned}$$

จากตาราง ข.8

$$\begin{aligned}RSD_r &= 2.54 \\ Horrat &= \frac{2.92}{2.54} \\ &= 1.15\end{aligned}$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.14 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของฟิโนลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์ในยาทิฟฟิซูดที่ 1,2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
T1	7.38
T2	7.46
T3	7.54
T4	7.52
T5	7.65
T6	7.38
T7	7.18
T8	7.52
T9	7.73
T10	7.30
T11	7.67
T12	7.36
mean	7.47
sd	0.16

$$\%RSD = \frac{0.16}{7.47} \times 100$$

$$= 2.19$$

จากตาราง ข.8

$$RSD_R = 3.84$$

$$Horrat = \frac{2.19}{3.84}$$

$$= 0.57$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ข.3 พาราเซตามอล

ตารางที่ ข.15 แสดงการคำนวณค่า RSD_r และ RSD_R ของพาราเซตามอลในยาดีคอลเจนและทอฟี
ชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2

	ปริมาณยาที่วิเคราะห์ได้ (mg/tablet)	$\mu\text{g}/\text{tablet}$	$\mu\text{g}/\text{g}^a$	c	log c	$0.5 \cdot \log c$	$1 - 0.5 \cdot \log c$	$2^{(1 - 0.5 \cdot \log c)}$	$0.66 \cdot 2^{(1 - 0.5 \cdot \log c)}$
ดีคอล- เจน	498.06 ^b	498061.16	792132.38	0.7921	-0.101	-0.0506	1.0506	2.07	1.37
	491.44 ^c	491437.65	781598.15	0.7816	-0.107	-0.0535	1.0535	2.08	1.37
	494.75 ^d	494749.40	786865.27	0.7869	-0.104	-0.0520	1.0520	2.07	1.37
ทอฟี	500.66 ^e	500659.47	875232.89	0.8752	-0.058	-0.0289	1.0289	2.04	1.35
	494.61 ^f	494614.52	864665.34	0.8647	-0.063	-0.0316	1.0316	2.04	1.35
	497.64 ^g	497636.99	869949.12	0.8699	-0.061	-0.0303	1.0303	2.04	1.35

หมายเหตุ	a	=	น้ำหนักของดีคอลเจน 1 เม็ด เท่ากับ 0.62876 g
	a	=	น้ำหนักของทอฟี 1 เม็ด เท่ากับ 0.57203 g
	b	=	ปริมาณพาราเซตามอลที่วิเคราะห์ได้ในดีคอลเจน ชุดที่ 1
	c	=	ปริมาณพาราเซตามอลที่วิเคราะห์ได้ในดีคอลเจน ชุดที่ 2
	d	=	ปริมาณพาราเซตามอลที่วิเคราะห์ได้ในดีคอลเจน ของชุดที่ 1,2
	e	=	ปริมาณพาราเซตามอลที่วิเคราะห์ได้ในทอฟี ชุดที่ 1
	f	=	ปริมาณพาราเซตามอลที่วิเคราะห์ได้ในทอฟี ชุดที่ 2
	g	=	ปริมาณพาราเซตามอลที่วิเคราะห์ได้ในทอฟี ของชุดที่ 1, 2

ตารางที่ ข.16 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของพาราเซตามอลในยาดีคอลเจน ชุดที่ 1

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
D1	498.4
D2	496.2
D3	502.6
D4	490.4
D5	502.6
D6	498.2
Mean	498.06
SD	4.56

$$\%RSD = \frac{4.56}{498.06} \times 100$$

$$= 0.91$$

จากตาราง ข.15

$$RSD_r = 1.37$$

$$Horrat = \frac{0.91}{1.37}$$

$$= 0.67$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.17 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของพาราเซตามอลในยาดีคอลเจน ชุดที่ 2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
D1	494.6
D2	486.5
D3	497.7
D4	501.7
D5	478.6
D6	489.6
Mean	491.44
SD	8.33

$$\%RSD = \frac{8.33}{491.44} \times 100$$

$$= 1.70$$

จากตาราง ข.15

$$RSD_r = 1.37$$

$$Horrat = \frac{1.70}{1.37}$$

$$= 1.24$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.18 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของพาราเซตามอลในยาดีคอลเจน ชุดที่ 1,2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
D1	498.4
D2	496.2
D3	502.6
D4	490.4
D5	502.6
D6	498.2
D7	494.6
D8	486.5
D9	497.7
D10	501.7
D11	478.6
D12	489.6
Mean	494.75
SD	7.28

$$\begin{aligned}\%RSD &= \frac{7.28}{494.75} \times 100 \\ &= 1.47\end{aligned}$$

จากตาราง ข.15

$$\begin{aligned}RSD_R &= 2.07 \\ Horrat &= \frac{1.47}{2.07} \\ &= 0.71\end{aligned}$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.19 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของพาราเซตามอลในยาทีฟฟี่ ชุดที่ 1

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
T1	503.1
T2	501.3
T3	494.6
T4	505.9
T5	496.6
T6	502.5
mean	500.66
sd	4.27

$$\%RSD = \frac{4.27}{500.66} \times 100$$

$$= 0.85$$

จากตาราง ข.15

$$RSD_r = 1.35$$

$$Horrat = \frac{0.85}{1.35}$$

$$= 0.63$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.20 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของพาราเซตามอลในยาทีฟฟี่ ชุดที่ 2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
T1	501.6
T2	496.7
T3	490.6
T4	486.1
T5	499.9
T6	492.8
mean	494.61
sd	5.89

$$\%RSD = \frac{5.89}{494.61} \times 100$$

$$= 1.19$$

จากตาราง ข.15

$$RSD_r = 1.35$$

$$Horrat = \frac{1.19}{1.35}$$

$$= 0.88$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ตารางที่ ข.21 แสดงผลการศึกษาความเที่ยงของพาราเซตามอลในยาทึฟี่ ชุดที่ 1,2

Name	ปริมาณที่วัดได้(mg/tablet)
T1	503.1
T2	501.3
T3	494.6
T4	505.9
T5	496.6
T6	502.5
T7	501.6
T8	496.7
T9	490.6
T10	486.1
T11	499.9
T12	492.8
mean	497.64
sd	5.83

$$\%RSD = \frac{5.83}{497.64} \times 100$$

$$= 1.17$$

จากตาราง ข.15

$$RSD_R = 2.04$$

$$\begin{aligned}Horrat &= \frac{1.17}{2.04} \\ &= 0.57\end{aligned}$$

ค่า Horrat น้อยกว่า 2 แสดงว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้

ภาคผนวก ข

การคำนวณการพิสูจน์ค่า LOQ

ข.1 คลอเฟนิรามีน มาลีเอท

ตารางที่ ข.1 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของคลอเฟนิรามีน มาลีเอท
ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 ml (µg)	Conc./50ml (µg)	Conc. Found (µg/g)	Conc.added (µg/g)	%Recovery
0.62854	5550	5.30	53.02	1060.37	1687.04	1639.51	102.90
0.62906	5371	5.13	51.31	1026.18	1631.28	1638.16	99.58
0.62886	5360	5.12	51.20	1024.07	1628.46	1638.68	99.38
0.62932	5245	5.01	50.11	1002.10	1592.36	1637.48	97.24
0.62854	5081	4.85	48.54	970.77	1544.48	1639.51	94.20
0.62942	5353	5.11	51.14	1022.74	1624.89	1637.22	99.25
0.62852	5290	5.05	50.53	1010.70	1608.06	1639.57	98.08
Mean	5321	5.08		Mean	1616.65	Mean	98.66
				sd	43.30	sd	2.64
				%RSD	2.68		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 95-105 % ; %RSD 3.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

ตารางที่ ข.2 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของฟีนีลเอฟพรีน ไฮโดรคลอไรด์
ที่ระดับความเข้มข้น 48 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 ml (µg)	Conc./50ml (µg)	Conc. Found (µg/g)	conc.added (µg/g)	%Recovery
0.62854	231572	52.01	520.12	10402.35	16550.03	15701.15	105.41
0.62906	225065	50.55	505.50	10110.06	16071.69	15688.17	102.44
0.62886	223210	50.13	501.34	10026.73	15944.29	15693.16	101.60
0.62932	231930	52.09	520.92	10418.44	16555.07	15681.69	105.57
0.62854	221031	49.64	496.44	9928.85	15796.68	15701.15	100.61
0.62942	220309	49.48	494.82	9896.41	15723.07	15679.20	100.28
0.62852	231014	51.89	518.86	10377.29	16510.67	15711.65	105.09
mean	226304	50.83		Mean	16164.50	Mean	103.00
				sd	367.03	sd	2.31
				%RSD	2.27		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 97-103 % ; %RSD 2.7 %

สรุป %Recovery เฉลี่ย และ %RSD ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

ตารางที่ ข.3 แสดงการคำนวณค่าความถูกต้องและความเที่ยงของพาราเซตามอลที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm

น.น.Placebo (g)	Area	Conc.from curve (ppm)	Conc./10 ml (µg)	Conc./50ml (µg)	Conc. Found (µg/g)	Conc.added (µg/g)	%Recovery
0.62854	822669	21.58	215.79	4315.87	6866.50	6379.36	107.64
0.62906	738756	19.38	193.78	3875.64	6161.01	6374.08	96.66
0.62886	738161	19.36	193.63	3872.52	6158.01	6376.11	96.58
0.62932	729610	19.14	191.38	3827.66	6082.22	6371.45	95.46
0.62854	741129	19.44	194.40	3888.09	6185.91	6379.36	96.97
0.62942	765140	20.07	200.70	4014.06	6377.39	6370.44	100.11
0.62852	742989	19.49	194.89	3897.85	6201.64	6379.56	97.21
mean	754065	19.78		Mean	6290.38	Mean	98.66
				sd	269.52	sd	4.21
				%RSD	4.28		

เกณฑ์กำหนด % Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 95-105 % ; %RSD 3.7 %

จะเห็นได้ว่าค่า %Recovery เฉลี่ย ของการวิเคราะห์ซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ค่า %RSD มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงใช้ Horwitz equation เป็นตัวประเมินว่าความเที่ยงนี้ยอมรับได้หรือไม่ แสดงผลดังด้านล่าง

µg/g	C	log C	0.5 x log C	1-0.5 x log C	$2^{(1-0.5 \times \log C)}$	$0.66 \times 2^{(1-0.5 \times \log C)}$
6290.38	0.0063	-2.2013	-1.1007	2.1007	4.2891	2.83

%RSD = 4.28

RSDr(repeat) 2.83

เกณฑ์การยอมรับ

Experimental RSD < 2

Predicted RSD

1.51

จากการคำนวณข้างต้นพบว่าค่า Horrat เท่ากับ 1.51 นั่นก็หมายความว่าวิธีการวิเคราะห์นี้เป็นวิธีที่มีความถูกต้องและความเที่ยงที่ยอมรับได้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวยุพดี หนูสาย เกิดเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีวิเคราะห์ จากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ในปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมีวิเคราะห์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2546